

MANAJEMEN LABORATORIUM

UNTUK TINGKAT SARJANA DAN MAGISTER

Dr. Ir. Vina Serevina, M.M.
Dr. Imas Ratna Ernawati, M.Pd.

MANAJEMEN LABORATORIUM

**UNTUK TINGKAT SARJANA DAN
MAGISTER**

Dr. Ir. Vina Serevina, M.M.
Dr. Imas Ratna Ernawati, M.Pd.



MANAJEMEN LABORATORIUM

UNTUK TINGKAT SARJANA DAN MAGISTER

Penulis : Dr. Ir. Vina Serevina, M.M.
Dr. Imas Ratna Ernawati, M.Pd.

Desain sampul : Abu Hisyam

Tata letak : Abu Hisyam

Cetakan Maret 2025

ISBN: 978-634-7030-10-8

Pertama kali diterbitkan dalam bahasa Indonesia oleh:



Penerbit UNJ Press

Gd. Ki Hajar Dewantara, Lantai 5, Kampus A
Universitas Negeri Jakarta
Jl. Rawamangun Muka, Rt. 11/ RW. 14
Rawamangun, Pulo Gadung, Jakarta Timur 13220
Email: edura.unj@unj.ac.id atau unj.press@unj.ac.id
CP: 081296964182



UNJ Press telah menjadi anggota :
Ikatan Penerbit Indonesia (IKAPI)
No. Anggota: 001.126.1.10.2020



Asosiasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia (APPTI)
No. 585/Anggota Luar Biasa/DKI/2020

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim.

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan buku ajar ini. Tak lupa juga shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW., karena berkat beliau, kita mampu keluar dari kegelapan menuju jalan yang lebih terang.

Buku ajar ini berjudul ‘Manajemen Laboratorium’ telah selesai dibuat dengan semaksimal dan sebaik mungkin agar menjadi manfaat untuk perkuliahan manajemen laboratorium dan bagi mahasiswa yang membutuhkan informasi serta pengetahuan mengenai manajemen laboratorium yang baik dan benar.

Dalam buku ini, materi yang disajikan relevan dengan mata kuliah manajemen laboratorium sehingga dapat menjadi buku pegangan bagi mahasiswa dan dosen yang melakukan studi tersebut.

Buku ini masih banyak kekurangan dan kekeliruan yang tentu saja jauh dari sempurna. Oleh karena itu, mohon agar pembaca memberi kritik dan juga saran terhadap karya buku ajar ini sehingga dapat meningkatkan kualitas buku.

Demikian buku ajar ini dibuat, dengan harapan agar pembaca dapat memahami informasi dan juga mendapatkan wawasan mengenai manajemen laboratorium serta dapat bermanfaat bagi masyarakat luas. Terima kasih.

Jakarta, Maret 2025

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vi

BAB I PERAN, FUNGSI, DAN KLASIFIKASI LABORATORIUM	1
A. Pengertian Laboratorium	1
B. Laboratorium Pendidikan	3
C. Laboratorium Pengendalian Proses dan Laboratorium Pengembangan Produk	9
D. Laboratorium Pelayanan Jasa dan Laboratorium Penelitian	16
E. Peran dan Fungsi Laboratorium	26
F. Klasifikasi Laboratorium	35
G. Studi Kasus	42
H. Latihan Soal	47

BAB II PERANGKAT ADMINISTRASI DAN INVENTARIS

LABORATORIUM	55
A. Struktur Organisasi Laboratorium Fisika	56
B. Struktur Organisasi Laboratorium Tingkat Universitas dan Tingkat Sekolah	63
C. Fungsi dan Manfaat Organisasi Laboratorium	70
D. Manajemen Operasional Laboratorium	76
E. Inventaris Laboratorium	83
F. Studi Kasus	90
G. Latihan Soal	95

BAB III STANDAR LABORATORIUM FISIKA	103
A. Lokasi Laboratorium	103
B. Luas Laboratorium	115
C. Fasilitas Laboratorium Fisika	131

D. Denah Laboratorium	140
-----------------------------	-----

E. Jenis Prabot dan Peralatan Laboratorium	149
F. Keselamatan dan Prosedur Keamanan Laboratorium	160
G. Studi Kasus	170
H. Latihan Soal.....	177
 BAB IV Pengoperasian Peralatan Penunjang Laboratorium.....	187
A. Pengategorian Alat dan Bahan Laboratorium	187
B. Pengoperasian dan Sistem Kerja Alat dan Bahan Laboratorium	199
C. Perawatan, Risiko, Pengukuran Alat dan Bahan Laboratorium	216
D. Pembuatan Standar Operasional Prosedur Alat dan Bahan Laboratorium	223
E. Studi Kasus	232
F. Latihan Soal	242
 BAB V TATA CARA KESELAMATAN KERJA DI LABORATORIUM.....	251
A. Syarat Laboratorium Yang Baik.....	251
B. Tata Tertib dan Instruksi Kerja di Laboratorium	255
C. Alat Keselamatan Kerja di Laboratorium	261
D. Cara Menyimpan Alat dan Bahan yang Berisiko Berbahaya di Laboratorium.....	263
E. Studi Kasus	276
F. Latihan Soal	282
 BAB VI PEMBUATAN PERANGKAT ADMINISTRASI LABORATORIUM	291
A. Administrasi Laboratorium.....	291
B. Standar Laboratorium Sekolah.....	304
C. Pengoperasian Laboratorium	312
D. Studi Kasus	330
E. Latihan Soal	336
 BAB VII OBSERVASI LABORATORIUM.....	345
A. Perencanaan Observasi	345
B. Pelaksanaan Observasi	353
C. Pelaporan Observasi	359
D. Evaluasi	365
 E. Studi Kasus	378
F. Latihan Soal	384

DAFTAR PUSTAKA	391
GLOSARIUM.....	414
KUNCI JAWABAN.....	426

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Laboratorium Fisika.....	3
Gambar 1. 2 Laboratorium Kimia.....	3
Gambar 1. 3 Laboratorium Pengendalian Proses.....	9
Gambar 1. 4 Laboratorium Pengembangan Produk.....	13
Gambar 1. 5 Laboratorium Pelayanan Jasa	16
Gambar 1. 6 Laboratorium Kesehatan	18
Gambar 1. 7 Laboratorium Lingkungan	20
Gambar 1. 8 Laboratorium Uji Material	21
Gambar 1. 9 Laboratorium Penelitian.....	22
Gambar 1. 10 Laboratorium Biologi Molekuler	24
Gambar 1. 11 Laboratorium Fisika.....	24
Gambar 1. 12 Laboratorium Teknologi Informasi.....	25
Gambar 1. 13 Laboratorium IPA SD SMP SMA.....	26
Gambar 1. 14 Peran Laboratorium	30
Gambar 1. 15 Apa Saja fungsi laboratorium.....	33
Gambar 1. 16 Tampak keadaan di dalam laboratorium basah	38
Gambar 1. 17 Tampak Keadaan Laboratorium kering	38
Gambar 1. 18 Tampak Keadaan Laboratorium Instrumen Kimia UNJ.....	39
Gambar 1. 19 Tampak Keadaan Laboratorium Instrumen Kimia Secara Keseluruhan.....	39
 Gambar 2. 1 Laboratorium Fisika Instrumental.....	 55
Gambar 2. 2 Struktur Organisasi Laboratorium Fisika	56
Gambar 2. 3 Struktur Organisasi Laboratorium Tingkat Universitas dan Tingkat Sekolah	63
Gambar 2. 4 Fungsi dan Manfaat Organisasi Laboratorium.....	70
Gambar 2. 5 Manajemen Operasional Laboratorium.....	76

Gambar 2. 6 Daftar Inventaris Laboratorium IPA	83
Gambar 3. 1 Layout Ruang Laboratorium	103
Gambar 3. 2 Ketersediaan Ruang dan Aksesibilitas Lab Fisika	104
Gambar 3. 3 Pencahayaan dan Ventilasi Labotarioium	105
Gambar 3. 4 Sistem keamanan listrik dan Perlindungan Kebakaran.....	107
Gambar 3. 5 Jalur Evakuasi	110
Gambar 3. 6 Standa Luas Lab Fisika.....	115
Gambar 3. 7 Ruang Pratikum	117
Gambar 3. 8 Ruang Penyimpanan	121
Gambar 3. 9 Instalasi Listrik	122
Gambar 3. 10 Meja Pratikum	134
Gambar 3. 11 Meja Pratikum	135
Gambar 3. 12 Meja Demonstrasi	135
Gambar 3. 13 Loker	136
Gambar 3. 14 Denah Laboratorium.....	140
Gambar 3. 15 Lokasi Pintu Masuk	142
Gambar 3. 16 Jendela	143
Gambar 3. 17 Ventilasi.....	144
Gambar 3. 18 Meja Kerja.....	145
Gambar 3. 19 Alat Ukur	145
Gambar 3. 20 Peralatan Eksperimen.....	146
Gambar 3. 21 Sistem Keamanan.....	146
Gambar 3. 22 Jangka Sorong	152
Gambar 3. 23 Mikrometer sekrup	153
Gambar 3. 24 Multimeter Analog	154
Gambar 3. 25 Multimeter Digital	155
Gambar 3. 26 Neraca Ohaus.....	156
Gambar 3. 27 Catu Daya	157
Gambar 3. 28 Alat Pelindung Laboratorium.....	166
Gambar 3. 29 Panduan Keselamatan Laboratorium.....	167
Gambar 4. 1 Pengoperasian Alat Laboratorium.....	200
Gambar 4. 2 Alat-alat Perawatan Laboratorium.....	216
Gambar 4. 3 Alat Laboratorium.....	226

Gambar 5. 1 Alat Keamana Laboratorium	253
Gambar 5. 2 Tata Tertib Laboratorium	256
Gambar 5. 3 Alat Keselamatan Kerja di Laboratorium	265
Gambar 5. 4 Alat dan Bahan Laboratorium	270
Gambar 5. 5 Lambang Bahan Berbahaya	272
 Gambar 6. 1 Contoh Kegiatan Administrasi Laboratorium.....	293
Gambar 6. 2 Contoh Daftar Laporan Perawatan Alat	293
Gambar 6. 3 Contoh Daftar Laporan Perawatan Alat	293
Gambar 6. 4 Pengelolaan Administrasi Laboratorium	298
Gambar 6. 5 Hubungan Sistem Inventari.....	303
Gambar 6. 6 Bak Cuci.....	308
Gambar 6. 7 Laboratorium	314
Gambar 6. 8 Struktur Organisasi Laboratorium.....	326
Gambar 6.9 Desain Laboratorium IPA di era Revolusi Industri 4.0.....	328
 Gambar 7. 1 Jas Laboratorium	352
Gambar 7. 2 Pedoman Kinerja Praktikum	357
Gambar 7. 3 Lembar Observasi Kelengkapan Dokumen Administrasi Laboratorium.....	365
Gambar 7. 4 Model Evaluasi CIPP (Context, Input, Process, Product).....	370
Gambar 7. 5 Laboratorium Fisika saat Melakukan Praktikum	378

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Inventarisasi Peralatan Laboratorium Fisika	85
Tabel 4. 1 Alat-Alat Laboratorium	189
Tabel 4. 2 Alat-Alat Laboratorium	190
Tabel 4. 3 Alat Optik di Laboratorium	195
Tabel 4. 4 Alat Listrik Magnet di Laboratorium	196
Tabel 4. 5 Alat Getaran di Laboratorium.....	198
Tabel 4. 6 Alat-Alat Perbaikan di Laboratorium.....	198
Tabel 4. 7 Tingkat Kesulitan Pengelolaan Laboratorium	203
Tabel 4. 8 Tingkat Kesulitan Pengelolaan Bahan	205
Tabel 5. 1 Contoh Format Instruksi Kerja	261
Tabel 7. 1 Tabel Kondisi Laboratorium	347

PERAN, FUNGSI, DAN KLASIFIKASI LABORATORIUM

A. Pengertian Laboratorium

Dalam dunia pendidikan disadari perlunya menghubungkan teori dan praktik. Prinsip-prinsip akan dikaji dalam praktik, apa yang terdapat dalam pengalaman praktik dicari dasar-dasarnya dalam teori dan prinsip-prinsip. Hubungan antara teori dan praktik seharusnya bersifat berlapis, berulang yang integratif dimana teori dan praktik secara bergantian dan bertahap saling isi mengisi, saling mencari dasar dan saling mengkaji. Sehubungan dengan kaitan teori dan praktik inilah kegiatan di laboratorium dalam proses pembelajaran patut mendapat perhatian.

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, laboratorium adalah suatu tempat dilakukannya percobaan dan penelitian. Kata laboratorium berasal dari kata *laboratory*, yang memiliki beberapa pengertian yaitu:

1. Tempat yang dilengkapi peralatan untuk melaksanakan eksperimen di dalam sains atau melakukan pengujian dan analisis.
2. Bangunan atau ruang yang dilengkapi peralatan untuk melaksanakan penelitian ilmiah ataupun praktik pembelajaran bidang sains.
3. Tempat memproduksi bahan kimia atau obat.
4. Tempat kerja untuk melaksanakan penelitian ilmiah.
5. Ruang kerja seorang ilmuwan dan tempat menjalankan eksperimen bidang studi sains (kimia, fisika, biologi).

Berdasarkan beberapa definisi, laboratorium adalah suatu ruangan atau bangunan yang dimiliki suatu sekolah yang di dalamnya dilengkapi sarana dan prasarana, baik itu peralatan maupun bahan-bahan yang digunakan untuk kepentingan pelaksanaan eksperimen, praktik pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam misalnya fisika, dan penemuan ilmiah melalui pengalaman langsung dalam membentuk keterampilan.

Kegiatan di laboratorium adalah kegiatan (kerja) yang berlangsung dalam laboratorium. Laboratorium yang dimaksud tidak hanya berarti ruangan atau bangunan yang dipergunakan untuk percobaan ilmiah, misalnya dalam bidang science, biologi, kimia, fisika dan sebagainya; melainkan juga termasuk aktivitas ilmiahnya sendiri baik itu berupa eksperimen, riset, observasi, demonstrasi yang terkait dalam kegiatan pembelajaran. Dengan kata lain kegiatan di laboratorium adalah kegiatan kerja yang ilmiah dalam suatu tempat yang dilakukan oleh dosen atau mahasiswa atau pihak lain baik berupa praktikum, observasi, penelitian, demonstrasi atau pembuatan model-model yang dilakukan dalam rangka kegiatan pembelajaran.

Jadi pengertian laboratorium tidak hanya termasuk di dalam laboratorium kimia, fisika. Pengertian laboratorium disini termasuk sekolah, kelas dan bahkan masyarakat sendiri. Lembaga kemasyarakatan, alam sekitar merupakan laboratorium pula.

Ia merupakan sumber belajar dan media dalam proses belajar mengajar yang tidak akan kering dan biasanya dapat diartikan sebagai fasilitas lain. (Haryanti, 2016)

B. Laboratorium Pendidikan

1. Pengertian Laboratorium Pendidikan

Laboratorium pendidikan didesain untuk proses belajar mengajar, praktikum dan kegiatan lain yang mendukung proses pembelajaran. Laboratorium pendidikan merupakan tempat atau lembaga tempat peserta didik belajar serta mengadakan percobaan (penyelidikan) dan sebagainya yang berhubungan dengan sains. Dengan begitu kegiatan laboratorium (praktikum) merupakan bagian integral dari kegiatan belajar mengajar biologi. Ditinjau dari bidang garapannya, maka laboratorium pendidikan dapat dibedakan atas beberapa jenis, yaitu laboratorium IPA, laboratorium biologi, laboratorium kimia, laboratorium perpustakaan, laboratorium bahasa, dan lain-lain (Emha, et al., 2002). Tiap-tiap laboratorium sangat membantu dalam proses belajar mengajar (Muhith, et al., 2022).



Gambar 1. 1 Laboratorium Fisika

Sumber: https://indianschool.bh/science_lab.php



Gambar 1. 2 Laboratorium Kimia

Sumber: https://indianschool.bh/science_lab.php

Berdasarkan definisi tersebut, laboratorium pendidikan adalah suatu tempat yang digunakan untuk melakukan percobaan maupun pelatihan yang berhubungan dengan ilmu fisika, biologi, kimia, ataupun ilmu yang lainnya. Laboratorium pendidikan adalah unit penunjang akademik yang digunakan untuk melaksanakan kegiatan pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat dengan menggunakan peralatan, bahan berdasarkan metode keilmuan tertentu. (Muhith, et al., 2022).

2. Tujuan Laboratorium Pendidikan

Laboratorium pertama kali di kenal dalam pembelajaran sains. Di amerika serikat, pendidikan sains awalnya dianggap sebagai studi filsafat alam. Karena, peng-alam-an yang ditemui di lingkungan hidup manusia di bawa ke bangku kuliah, atau sepotong alam di bawah ke ruang kelas, sebagai bahan pembelajaran. Dari sini para pemimpin fase-fase awal di Amerika seperti Franklin dan Jefferson sangat menekankan

pentingnya pendidikan sains Pendidikan sains memiliki hakikat aspek proses, produk, nilai/sikap dan juga model. Itu sebabnya, sains adalah ilmu yang mempelajari tentang sebab akibat peristiwa-peristiwa yang terjadi di alam. Awalnya, Pendidikan yang menggunakan laboratorium dan metode laboratorium tidak digunakan di Amerika Serikat sampai pertengahan abad ke-19. Sejarah pendidikan laboratorium memberitahu kita tentang perkembangannya. Meskipun ada laboratorium kimia baik di Amerika Serikat dan di Eropa, penggunaan laboratorium untuk tujuan pendidikan, oleh sebab itu dalam penggunaan laboratorium terdapat tujuannya, yaitu:

- a. Mengembangkan keterampilan.
- b. Melatih bekerja cermat serta mengenal batas-batas kemampuan pengukuran lab.
- c. Melatih ketelitian mencatat dan kejelasan melaporkan hasil percobaan.
- d. Melatih daya berpikir kritis analitis melalui penafsiran eksperimen.
- e. Memperdalam pengetahuan.
- f. Mengembangkan kejujuran dan rasa tanggungjawab.
- g. Melatih merencanakan dan melaksanakan percobaan lebih lanjut dengan menggunakan alat-alat dan bahan-bahan yang ada.
- h. Memberikan pengalaman untuk mengamati, mengukur, mencatat, menghitung, menerangkan, dan menarik kesimpulan. (Muhith, et al., 2022)

3. Fungsi Laboratorium Pendidikan

Menurut Soekarso, secara garis besar fungsi laboratorium dalam proses pendidikan adalah sebagai berikut:

- a. Sebagai tempat untuk berlatih mengembangkan keterampilan intelektual melalui kegiatan pengamatan, pencatatan dan mengkaji gejala-gejala alam.
- b. Mengembangkan keterampilan motorik siswa. Siswa akan bertambah keterampilannya dalam mempergunakan alat-

alat media yang tersedia untuk mencari dan menemukan kebenaran.

- c. Memberikan dan memupuk keberanian untuk mencari hakikat kebenaran ilmiah dari sesuatu objek dalam lingkungan alam dan sosial.
- d. Memupuk rasa ingin tahu pelajar sebagai model sikap ilmiah seseorang calon ilmuwan.
- e. Membina rasa percaya diri sebagai akibat keterampilan dan pengetahuan atau penemuan yang diperolehnya. (Sukarso, 2010)

Dapat dilihat seluruh satuan pendidikan mulai dari pendidikan dasar, pendidikan menengah, dan pendidikan tinggi. Secara garis besar fungsi laboratorium pendidikan adalah sebagai berikut:

- a. Memberikan kelengkapan bagi pelajaran teori yang telah diterima sehingga antara teori dan praktek bukan merupakan dua hal yang terpisah, melainkan dua hal yang merupakan suatu kesatuan. Keduanya saling mengkaji dan saling mencari dasar.
- b. Memberikan keterampilan kerja ilmiah bagi pelajar.
- c. Memberikan dan memupuk keberanian untuk mencari hakekat kebenaran ilmiah dari sesuatu objek dalam lingkungan alam dan lingkungan sosial.
- d. Menambah keterampilan dan mempergunakan alat media yang tersedia untuk mencari dan menentukan kebenaran.
- e. Memupuk rasa ingin tahu pelajar sebagai modal sikap ilmiah seorang calon ilmuwan.
- f. Memupuk dan membina rasa percaya diri sebagai keterampilan yang diperoleh, penemuan yang didapat dalam proses kegiatan kerja di laboratorium. (Kertiasih, 2016)
- g. Sebagai tempat berlangsungnya kegiatan pembelajaran secara praktek yang memerlukan peralatan khusus (Muhith, et al., 2022).

- h. Sebagai tempat yang dapat mendorong semangat peserta didik untuk memperdalam pengertian dari suatu fakta yang diselidiki atau diamati (Emha, et al., 2002).
- i. Sebagai tempat pelajar berlatih menerapkan keterampilan proses sesuai dengan tuntutan pembelajaran yang mengutamakan proses selain produk (Nuryani, 2005).

4. Peran dan Manfaat Laboratorium Pendidikan

Adapun peranan laboratorium pendidikan antara lain:

- a. Sebagai tempat timbulnya berbagai masalah sekaligus sebagai tempat untuk memecahkan masalah.
- b. Sebagai tempat untuk melatih keterampilan serta kebiasaan menemukan suatu masalah dan sikap teliti.
- c. Sebagai tempat yang dapat mendorong semangat peserta didik untuk mendalami pengertian dari suatu fakta yang diselidiki atau diamatinya.
- d. Sebagai tempat untuk melatih peserta didik bersikap cermat, bersikap sabar dan jujur, serta berfikir kritis.
- e. Sebagai tempat peserta didik untuk mengembangkan ilmu pengetahuannya. (Emha, 2002).

Sebagai sumber belajar, laboratorium juga memiliki peran penting yang bermanfaat dalam pencapaian tiga tujuan pembelajaran, yaitu:

- a. Keterampilan kognitif, misalnya melatih agar teori dapat dimengerti dan agar teori dapat diterapkan pada keadaan problem nyata.
- b. Keterampilan afektif, misalnya belajar bekerja sama, belajar menghargai bidangnya dan belajar merencanakan kegiatan secara mandiri.
- c. Keterampilan psikomotorik, misalnya belajar memasang peralatan sehingga betul-betul berjalan, dan berjalan memakai peralatan dan instrumen tertentu. (Muhith, et al., 2022).

5. Karakteristik Laboratorium Pendidikan

Laboratorium Pendidikan ini berisi informasi terkait regulasi dan perkembangan dalam bidang pendidikan, pengalaman praktek baik (best practices) dalam bidang pembelajaran, serta rujukan sumber dan media pembelajaran yang dapat diakses secara bebas oleh para guru dan pemerhati pendidikan (Musfah, 2016).

Karakteristik dari laboratorium pendidikan yaitu:

- a. Tempat untuk berlatih mengembangkan keterampilan intelektual melalui kegiatan pengamatan, pencatatan, dan pengkaji gejala-gejala alam.
- b. Dapat mengembangkan keterampilan motorik siswa.
- c. Melibatkan siswa secara langsung dalam mengamati suatu proses.
- d. Siswa dapat meyakini hasilnya, karena dapat mendengar, melihat, meraba, dan mencium secara langsung apa yang sedang dipelajari.
- e. Siswa akan mempunyai kemampuan dalam mengelola alat, mengadakan percobaan, membuat kesimpulan, menulis laporan, dan mampu menganalisis.
- f. Membangkitkan minat ingin tahu dan memperkaya pengalaman berpikir ilmiah.

Meskipun laboratorium pendidikan sangat besar manfaat dan kegunaannya, akan tetapi praktik di laboratorium juga memiliki kelemahan, di samping kelebihan. Kelebihan dari praktik di laboratorium:

- a. Melibatkan peserta didik secara langsung dalam mengamati suatu proses.
- b. Peserta didik dapat meyakini hasilnya, karena mereka secara langsung mengamati, mendengarkan, meraba, dan melihat.
- c. Peserta didik akan mempunyai kemampuan dalam keterampilan mengelola alat, mengadakan percobaan,

membuat kesimpulan, menulis laporan, dan mampu menganalisis.

- d. Memupuk dan mengembangkan sikap berfikir ilmiah, sikap inovatif dan saling bekerja sama.
- e. Membangkitkan minat ingin tahu, memperkaya pengalaman keterampilan kerja dan pengalaman berpikir ilmiah. (Muhith, et al., 2022)

Sedangkan kekurangan dari praktik di laboratorium yaitu:

- a. Alat-alat dan bahan yang mahal harganya dapat menghambat untuk melakukan praktik.
- b. Banyak waktu yang diperlukan untuk praktik, sehingga kemungkinan dapat dilaksanakan diluar jam perkuliahan atau jam pelajaran. (Sukarso, 2010)

C. Laboratorium Pengendalian Proses dan Laboratorium Pengembangan Produk

1. Laboratorium Pengendalian Proses



Gambar 1. 3 Laboratorium Pengendalian Proses

Sumber: <https://tekim.upnyk.ac.id/menu/9/laboratorium-pengembangan-sistem-proses-dan-produk->

Laboratorium pengendalian proses adalah ruangan yang digunakan untuk melakukan uji, analisis, dan pengujian terhadap bahan atau produk untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi dalam proses produksi. Di laboratorium ini, para ahli multidisiplin bekerja sama untuk melakukan penelitian, pengembangan konsep, dan pengujian produk baru atau yang sudah ada. Mereka menggunakan berbagai metode dan teknologi untuk merancang, menguji, dan mengoptimalkan produk agar memenuhi standar kualitas, kinerja, dan keamanan yang ditetapkan. Dari pengembangan konsep hingga prototyping, pengujian, dan analisis, setiap tahap dilakukan dengan teliti untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan pasar dan regulasi yang berlaku. Laboratorium ini juga menjadi tempat untuk eksperimen dan penemuan baru, memungkinkan perusahaan untuk tetap relevan dan kompetitif di pasar yang terus berubah. Dengan fasilitas dan tenaga ahli yang ada, laboratorium pengembangan produk menjadi mesin inovasi yang vital bagi kemajuan perusahaan dalam menghadapi tantangan dan peluang di pasar global.

Pengendalian proses dalam laboratorium adalah proses yang sangat penting untuk menjamin kualitas dan efisiensi dalam proses produksi. Dengan pengendalian yang baik, industri dapat meningkatkan kualitas produk, mempercepat proses produksi, dan meminimalisir biaya produksi.

a. Tujuan Laboratorium Pengendalian Proses

- Membantu dalam pengembangan dan perbaikan sistem pengendalian proses industri
- Menyediakan lingkungan yang terkontrol untuk pengujian berbagai konsep dan teori pengendalian proses
- Mengembangkan dan memvalidasi model matematis yang digunakan untuk mensimulasikan perilaku sistem

- Melakukan eksperimen untuk mengidentifikasi masalah, memprediksi kinerja, dan merancang solusi optimal dalam pengendalian proses industri.
- b. Fungsi Laboratorium Pengendalian Proses
- Melakukan pengujian fisik dan simulasi proses industri menggunakan peralatan dan instrumen yang sesuai
 - Menerapkan algoritma pengendalian dan teknik optimisasi untuk meningkatkan kinerja sistem
 - Mengembangkan dan memvalidasi model matematis dari sistem yang diendalikn
 - Menganalisis data dari eksperimen dan simulasi untuk memahami perilaku sistem dan mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kinerja.
- c. Manfaat Laboratorium Pengendalian Proses
- Memungkinkan pengujian dan pengembangan berbagai konsep pengendalian proses tanpa risiko terhadap proses industri yang sebenarnya
 - Meningkatkan pemahaman tentang perilaku sistem dan dinamika proses
 - Memfasilitasi pengembangan dan implementasi strategi pengendalian yang lebih efisien dan efektif
 - Mendukung pelatihan dan pendidikan para insinyur, peneliti, dan praktisi dalam bidang pengendalian proses industri
 - Meningkatkan keselamatan, keandalan, dan efisiensi operasi dalam lingkungan industri.

Laboratorium pengendalian proses terdiri dari beberapa kategori yang memungkinkan pengukuran, analisis, dan manipulasi dalam berbagai bidang ilmu. Laboratorium Kimia Analitik menitikberatkan pada pengukuran dan analisis komponen-komponen dalam sampel kimia, menggunakan teknik seperti spektroskopi dan kromatografi

untuk memastikan kualitas bahan kimia. Di samping itu, Laboratorium Biologi Molekuler berkaitan dengan analisis dan manipulasi materi genetik, menggunakan teknik seperti PCR dan sekuen DNA untuk memahami struktur gen dan mengendalikan proses-proses biologis. Sementara itu, Laboratorium Fisika Eksperimental memungkinkan eksperimen fisika yang terkendali, menggunakan peralatan presisi untuk mempelajari sifat-sifat materi dan fenomena-fenomena fisika. Melalui kolaborasi antara laboratorium-laboratorium ini, pengendalian proses dapat dilakukan dengan efektif dalam berbagai aspek ilmu pengetahuan.

Secara keseluruhan, laboratorium pengendalian proses memiliki peran yang sangat penting dalam industri modern. Dengan menyediakan lingkungan yang terkontrol untuk pengujian dan pengembangan, laboratorium ini memungkinkan insinyur dan peneliti untuk merancang dan mengimplementasikan solusi pengendalian proses yang lebih efisien dan efektif. Selain itu, laboratorium ini juga berperan dalam meningkatkan kesadaran dan kepedulian terhadap pentingnya pengendalian proses dalam industri, serta mendukung pelatihan dan pendidikan para insinyur, peneliti, dan praktisi dalam bidang ini. (Tumanan, Aksan & Ratna. 2022).

2. Laboratorium Pengembangan Produk

Laboratorium pengembangan produk adalah pusat inovasi yang didedikasikan untuk merancang, menguji, dan mengembangkan produk baru atau meningkatkan produk yang sudah ada. Di dalamnya, fasilitas tersebut dilengkapi dengan peralatan mutakhir dan teknologi terkini yang diperlukan untuk mendukung seluruh proses pengembangan produk, mulai dari tahap konseptual hingga tahap pengujian akhir. Selain itu, laboratorium ini dikelola oleh personel yang terampil dan berpengalaman, seperti ilmuwan, insinyur, dan ahli

teknis lainnya, yang memiliki pengetahuan mendalam dalam bidangnya masing-masing untuk memastikan kelancaran dan kualitas dari setiap langkah dalam pengembangan produk.



Gambar 1. 4 Laboratorium Pengembangan Produk

Sumber: <https://tekim.upnyk.ac.id/menu/9/laboratorium-pengembangan-sistem-proses-dan-produk->

Seluruh proses pengembangan produk dilakukan secara sistematis dan terstruktur di laboratorium ini, dengan fokus pada penciptaan solusi inovatif yang memenuhi kebutuhan pasar serta standar kualitas dan keamanan yang tinggi. Dari penelitian pasar hingga pembuatan prototipe dan pengujian produk, laboratorium pengembangan produk menjadi tempat penting dalam menciptakan produk-produk yang kompetitif dan berkualitas tinggi. Kolaborasi antara berbagai disiplin ilmu dan penerapan metodologi pengembangan produk yang teruji menjadi kunci kesuksesan dalam menghasilkan produk-produk yang relevan dan layak jual di pasar global yang semakin kompetitif.

- a. Tujuan Laboratorium Pengembangan Produk
 - Menghasilkan produk baru yang inovatif dan berkualitas tinggi sesuai dengan kebutuhan pasar atau konsumen
 - Meningkatkan kinerja, keamanan, dan keandalan produk yang sudah ada
 - Mengoptimalkan proses produksi untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya produksi
 - Mengidentifikasi peluang baru untuk inovasi produk dan pengembangan teknologi
 - Memastikan kepatuhan produk terhadap standar kualitas, keamanan, dan regulasi yang berlaku.
- b. Fungsi Laboratorium Pengembangan Produk
 - Merancang dan mengembangkan prototipe produk baru menggunakan teknologi dan peralatan yang sesuai
 - Melakukan uji coba dan evaluasi produk untuk memastikan kualitas, kinerja, dan keamanan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan
 - Mengidentifikasi masalah atau kekurangan pada produk yang sudah ada dan merancang solusi perbaikan atau penyempurnaan
 - Menganalisis pasar dan tren konsumen untuk mengidentifikasi kebutuhan dan preferensi pasar yang belum terpenuhi
 - Berkolaborasi dengan departemen lain seperti penjualan, pemasaran, dan produksi untuk memastikan kelancaran proses pengembangan produk.
- c. Manfaat Laboratorium Pengembangan Produk
 - Meningkatkan daya saing perusahaan dengan menghasilkan produk yang inovatif dan berkualitas tinggi
 - Mengurangi risiko kegagalan produk dengan melakukan uji coba dan evaluasi sebelum produk diluncurkan ke pasar
 - Meningkatkan kepuasan pelanggan dengan menyediakan produk yang sesuai dengan kebutuhan dan harapan mereka

- Mempercepat waktu pengembangan produk dengan menggunakan pendekatan dan teknologi yang efisien
- Meningkatkan efisiensi proses produksi dengan merancang produk yang mudah diproduksi dan diolah.

Laboratorium pengembangan produk mencakup berbagai kategori yang mewakili beragam bidang ilmu dan teknologi. Laboratorium Kimia menjadi pusat bagi pengembangan produk kimia, mulai dari bahan kimia industri hingga obat-obatan yang penting bagi kesehatan manusia. Di samping itu, Laboratorium Biologi memainkan peran kunci dalam pengembangan produk biologi seperti obat-obatan biologi dan vaksin, dengan fokus pada penelitian tentang kultur sel dan rekayasa genetika. Sementara itu, Laboratorium Fisika mengeksplorasi prinsip-prinsip fisika untuk mengembangkan produk seperti perangkat elektronik dan teknologi energi, dengan penelitian yang menitikberatkan pada sifat-sifat fisika material serta pengukuran presisi. Dengan kolaborasi antara laboratorium-laboratorium ini, pengembangan produk berkualitas tinggi dalam berbagai bidang ilmu dan teknologi dapat diwujudkan.

Secara keseluruhan, laboratorium pengembangan produk memiliki peran yang sangat penting dalam industri modern. Dengan menyediakan fasilitas dan sumber daya yang memadai, laboratorium ini dapat membantu perusahaan untuk merancang, menguji, dan mengembangkan produk yang inovatif dan berkualitas tinggi. Selain itu, laboratorium ini juga berperan dalam meningkatkan efisiensi dan kinerja produksi, serta memastikan kepatuhan produk terhadap standar yang berlaku. Dengan demikian, laboratorium ini dapat membantu perusahaan untuk meningkatkan daya saing dan kepuasan pelanggan dalam industri. (Pratama, 2022).

D. Laboratorium Pelayanan Jasa dan Laboratorium Penelitian

1. Laboratorium Pelayanan Jasa

Laboratorium pelayanan jasa adalah fasilitas yang digunakan untuk merancang, menguji, dan mengembangkan layanan jasa baru atau untuk meningkatkan kualitas layanan jasa yang sudah ada. Laboratorium ini dapat mencakup berbagai metode pengujian, analisis, dan simulasi yang relevan dengan layanan jasa yang ditawarkan. Sesuai dengan namanya, laboratorium pelayanan ini dimiliki oleh beberapa sarana pelayanan seperti rumah sakit, klinik dan apotek, dengan maksud untuk memberikan pelayanan Kesehatan bagi Masyarakat luas. Alat alat yang ada dilaboratorium ini juga khusus hanya untuk digunakan sesuai dengan kebutuhannya. Biasanya, beberapa kegiatan yang di lakukan di laboratorium ini seperti pemeriksaan darah, urine, pemeriksaan tes PCR dan masih banyak lagi (Kusuma, Bima. 2022).



Gambar 1. 5 Laboratorium Pelayanan Jasa

Sumber: <https://images.app.goo.gl/MHVSKAfSawLEaTg66>

Dari seluruh jenis laboratorium beserta kegunaannya, laboratorium pelayanan jasa memang yang menjadi tempat yang paling ramai pada saat ini. Tentunya didasari fakta bahwa semakin banyak orang yang melakukan tes Kesehatan di Tengah kondisi pasca pandemi ini. Pentingnya keberadaan laboratorium di Tengah-tengah Masyarakat pada saat ini membuat perlu sekali memiliki peralatan dengan teknologi terdepan dan terbaik (Setia, Muhyi, Husaini. 2016).

a. Tujuan Laboratorium Pelayanan Jasa

- Meningkatkan kualitas layanan jasa yang ditawarkan kepada pelanggan.
- Mengidentifikasi kebutuhan dan harapan pelanggan terhadap layanan jasa.
- Mengembangkan layanan jasa baru yang inovatif dan sesuai dengan kebutuhan pasar.
- Meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses penyediaan layanan jasa.
- Menjaga kepuasan dan loyalitas pelanggan terhadap layanan jasa yang diberikan.

b. Fungsi Laboratorium Pelayanan Jasa

- Mengevaluasi dan mengukur kualitas layanan jasa yang ditawarkan, seperti respons waktu, keandalan, keamanan, dan kualitas interaksi pelanggan.
- Merancang dan menguji prototipe layanan jasa baru sebelum diluncurkan ke pasar.
- Melakukan penelitian pasar dan analisis tren konsumen untuk memahami kebutuhan dan preferensi pelanggan.
- Mengembangkan standar operasional dan prosedur terkait dengan penyediaan layanan jasa.
- Membentuk dan melatih staf dalam hal pelayanan pelanggan, keterampilan komunikasi, dan penanganan konflik.

c. Manfaat Laboratorium Pelayanan Jasa

- Meningkatkan kepuasan pelanggan dengan menyediakan layanan jasa yang berkualitas dan sesuai dengan harapan mereka.
- Meningkatkan reputasi perusahaan atau organisasi di mata pelanggan dengan memberikan layanan jasa yang konsisten dan memuaskan.
- Meningkatkan daya saing perusahaan dengan menghadirkan layanan jasa yang inovatif dan diferensiasi dari pesaing.
- Mengurangi biaya dan risiko yang terkait dengan peluncuran layanan jasa baru melalui uji coba dan evaluasi terlebih dahulu.
- Meningkatkan efisiensi operasional dengan merancang proses penyediaan layanan jasa yang lebih efektif dan efisien.

d. Laboratorium pelayanan jasa juga dapat terbagi menjadi
1) Laboratorium Kesehatan



Gambar 1. 6 Laboratorium Kesehatan

Sumber: <https://images.app.goo.gl/qfkx4UyXpJAaqmae8>

Laboratorium kesehatan adalah fasilitas medis yang menyediakan berbagai layanan diagnostik untuk membantu dalam diagnosis, pemantauan, dan perawatan penyakit. Mereka melakukan pengujian pada berbagai jenis sampel biologis seperti darah, urine, tinja, cairan tubuh lainnya, dan jaringan untuk mendeteksi dan mengukur berbagai kondisi medis, termasuk infeksi, gangguan metabolisme, dan gangguan imunologi. Pengujian di laboratorium kesehatan meliputi tes darah lengkap, analisis kimia darah, pengujian kultur bakteri, pengujian fungsi organ, dan tes genetik. Laboratorium kesehatan sangat penting dalam membantu dokter dalam membuat diagnosis yang akurat dan merencanakan perawatan yang tepat bagi pasien (Kusumowardhani. 2021).

2) Laboratorium Lingkungan

Laboratorium lingkungan bertanggung jawab untuk menganalisis sampel lingkungan seperti air, tanah, udara, dan limbah untuk memastikan kepatuhan terhadap standar lingkungan dan regulasi pemerintah. Mereka melakukan pengujian untuk mendeteksi kontaminan seperti logam berat, pestisida, bahan kimia organik, dan mikroorganisme patogen yang dapat mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia serta ekosistem. Pengujian yang umum dilakukan meliputi pengujian kualitas air (misalnya, pH, kekeruhan, kandungan logam), analisis tanah (misalnya, kandungan nutrisi, keasaman), dan pemantauan polusi udara (misalnya, kandungan partikulat, gas beracun) (Sekarlangit, Sedyoni, Widodo. 2023).



Gambar 1. 7 Laboratorium Lingkungan

Sumber: https://unilabperdana.id/lab_lingkungan

3) Laboratorium Uji Material

Laboratorium ini menyediakan layanan pengujian untuk memastikan kualitas, kekuatan, dan keamanan berbagai jenis material. Mereka melakukan pengujian fisik, mekanik, kimia, dan termal pada material seperti logam, plastik, karet, beton, dan komposit untuk memastikan bahwa mereka memenuhi standar industri dan spesifikasi teknis. Pengujian material meliputi pengujian kekuatan tarik, kekerasan, elastisitas, konduktivitas termal, ketahanan korosi, serta analisis komposisi kimia dan struktur mikro. Laboratorium uji material sangat penting dalam industri manufaktur, konstruksi, otomotif, dan aerospace untuk memastikan produk-produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang diinginkan dan aman untuk digunakan.



Gambar 1. 8 Laboratorium Uji Material

Sumber: <https://mesin.pnj.ac.id/readmore/5fce3216edeb276be071f662/laboratorium-uji-material>

2. Laboratorium Penelitian

Laboratorium penelitian adalah tempat di mana para peneliti melakukan eksperimen, analisis, dan pengamatan terhadap fenomena alam atau aspek-aspek tertentu dalam berbagai disiplin ilmu, seperti fisika, biologi, kimia, teknik, dan lain sebagainya. Laboratorium ini dilengkapi dengan peralatan, instrumen, dan fasilitas yang diperlukan untuk mendukung kegiatan penelitian. Jenis laboratorium penelitian ini berfungsi untuk melakukan pengamatan, percobaan ilmiah secara luas dengan mencari tahu atau mengidentifikasi. Laboratorium penelitian ini biasanya harus steril dan tidak bisa digunakan untuk umum (Anggraeni, dkk. 2013). Beberapa laboratorium penelitian seperti laboratorium farmasi, botani, pertanian, dan forensik. Selain itu, di Indonesia juga terdapat laboratorium penelitian yang luas dan lengkap salah satunya adalah LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia).



Gambar 1. 9 Laboratorium Penelitian

Sumber: <https://iopri.co.id/productGroup/detail/laboratorium-pelayanan-bogor>

a. Tujuan Laboratorium Penelitian

- Menemukan pengetahuan baru dan mengembangkan teori-teori baru dalam bidang ilmu tertentu.
- Memecahkan masalah-masalah yang kompleks dan menemukan solusi untuk tantangan yang dihadapi dalam masyarakat.
- Mendukung pengembangan teknologi baru dan inovasi produk-produk yang lebih baik.
- Membantu dalam pengembangan karier dan peningkatan kualifikasi para peneliti.
- Menjadi pusat kolaborasi dan pertukaran pengetahuan antara peneliti dari berbagai latar belakang disiplin ilmu.

b. Fungsi Laboratorium Penelitian

- Melakukan eksperimen dan pengamatan untuk menguji hipotesis dan teori-teori yang diajukan.
- Mengumpulkan dan menganalisis data dari berbagai sumber untuk mendukung temuan penelitian.

- Merancang dan mengembangkan metode atau teknologi baru untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas penelitian.
- Menyediakan pelatihan dan pendidikan bagi mahasiswa, peneliti, dan praktisi dalam bidang ilmu tertentu.
- Berkontribusi terhadap literatur ilmiah dengan menerbitkan hasil penelitian dalam jurnal-jurnal ilmiah dan konferensi.

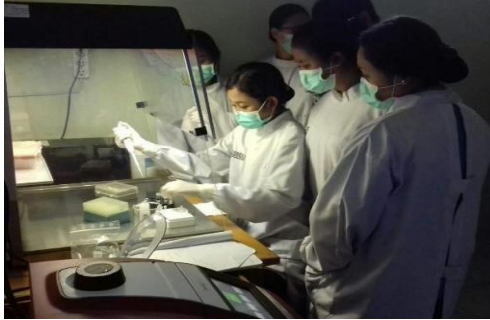
c. Manfaat Laboratorium Penelitian

- Meningkatkan pemahaman kita tentang alam semesta dan fenomena alam yang ada di dalamnya.
- Mendukung inovasi, perkembangan teknologi, dan kemajuan ilmiah dalam berbagai bidang.
- Menemukan solusi untuk masalah-masalah yang kompleks dalam masyarakat.
- Meningkatkan kualitas hidup melalui pengembangan obat-obatan baru, perawatan medis yang lebih baik, dan teknologi yang lebih efisien.
- Membentuk dan mengembangkan generasi berikutnya ilmuwan dan peneliti yang terampil dan terdidik.

d. Laboratorium penelitian dapat terbagi lagi menjadi

1) Laboratorium Biologi Molekuler

Laboratorium ini melakukan penelitian tentang struktur, fungsi, dan interaksi molekul biologis seperti DNA, RNA, protein, dan metabolit. Mereka menggunakan teknik-teknik biologi molekuler seperti PCR (Polymerase Chain Reaction), sekuensing genom, kloning DNA, dan analisis ekspresi gen untuk memahami dasar biologis dari berbagai proses biologis, termasuk pertumbuhan sel, diferensiasi, perkembangan, dan penyakit genetik. Penelitian di laboratorium biologi molekuler berkontribusi pada pemahaman kita tentang biologi seluler dan molekuler serta pengembangan terapi genetik dan obat-obatan yang ditargetkan (Suryanti, dkk. 2019).



Gambar 1. 10 Laboratorium Biologi Molekuler

Sumber: <https://www.poltekkes-denpasar.ac.id/analiskesehatan/>

2) Laboratorium Fisika

Laboratorium fisika melakukan penelitian tentang sifat-sifat dasar materi dan fenomena alam melalui eksperimen, pemodelan matematis, dan simulasi komputer. Mereka mengkaji berbagai bidang fisika termasuk fisika partikel, fisika nuklir, fisika material, fisika kondeks materi, fisika statistik, dan kosmologi untuk memahami prinsip-prinsip dasar alam semesta (Yanti, dkk. 2017). Penelitian di laboratorium fisika dapat mencakup pemahaman tentang struktur inti atom, sifat-sifat bahan pada skala nanometer, perilaku materi dalam kondisi ekstrim, dan asal usul alam semesta.



Gambar 1. 11 Laboratorium Fisika

Sumber: <https://fisika.unpar.ac.id/laboratorium-fisika-dasar/>

3) Laboratorium Teknologi Informasi

Laboratorium ini terlibat dalam penelitian dan pengembangan teknologi informasi, termasuk komputer, jaringan, kecerdasan buatan, dan keamanan informasi. Mereka melakukan penelitian tentang algoritma baru, arsitektur komputer yang canggih, analisis data besar (big data), pemrosesan bahasa alami, dan keamanan cyber untuk meningkatkan kinerja, keamanan, dan efisiensi sistem informasi. Penelitian di laboratorium teknologi informasi berkontribusi pada perkembangan sistem komputer yang lebih cerdas, aman, dan adaptif untuk memenuhi kebutuhan masyarakat modern (Mustofa, dkk. 2021).



Gambar 1. 12 Laboratorium Teknologi Informasi

Sumber: *Walisongo Journal of Information Technology*, 3(1), 19-28

E. Peran dan Fungsi Laboratorium



Gambar 1. 13 Laboratorium IPA SD SMP SMA

Sumber: <https://urlpendidikan.blogspot.com/2018/08/program-kerja-laboratorium-ipa-sd-smp.html>

Laboratorium merupakan salah satu unsur penting sebagai sarana pendukung kegiatan ilmiah. Dalam konteks pendidikan, laboratorium tidak hanya sekedar tempat untuk melakukan eksperimen, tetapi juga sebagai ruang di mana mahasiswa dapat menggabungkan konsep teoritis dengan pengalaman empiris. Dengan memadukan teori dengan realita yang dihadapi di laboratorium, mahasiswa dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang materi pelajaran dan mengembangkan keterampilan praktis yang diperlukan dalam bidang studi mereka.

Pemanfaatan laboratorium yang optimal juga membantu mempersiapkan mahasiswa untuk menghadapi dunia kerja dengan lebih baik setelah lulus. Melalui laboratorium, aspek-aspek pengetahuan dapat diintegrasikan dengan keterampilan yang relevan dengan disiplin ilmu mereka. Dengan memastikan bahwa

laboratorium digunakan sesuai dengan kebutuhan dan dengan cara yang tepat, lembaga pendidikan dapat meningkatkan kualitas proses belajar mengajar dan menghasilkan lulusan yang siap bersaing di pasar kerja. (Kartikasari, 2019)

Laboratorium merupakan tempat untuk mengaplikasikan teori keilmuan, pengujian teoritis, pembuktian uji coba, penelitian dan sebagainya dengan menggunakan alat bantu yang menjadi kelengkapan dari fasilitas dengan kuantitas dan kualitas yang memadai.

Peran laboratorium dalam pendidikan memiliki beberapa tujuan dan manfaat yang penting. Berbagai penelitian telah menyoroti peran laboratorium dalam meningkatkan keterampilan siswa. Ini termasuk meningkatkan kemampuan siswa dalam menemukan inti dari paragraf-profeik, meningkatkan kemampuan siswa dalam membaca dan memahami gagasan-gagasan paragraf melalui pendekatan keterampilan proses serta teknik tugas menyalin pemaknaan leksikal, dan juga meningkatkan kemampuan siswa dalam mengidentifikasi gagasan-gagasan bacaan melalui pemaknaan leksikal yang valid dan reliabel. Selain itu, laboratorium juga berperan penting dalam meningkatkan keterampilan siswa di berbagai bidang studi, seperti Matematika dan Ilmu Pengetahuan Sosial. (Yamin dkk, 2018)

Laboratorium adalah fasilitas untuk pendidikan, penelitian, dan pengembangan ilmu pengetahuan. Dalam pendidikan, berfungsi sebagai tempat praktikum dan eksperimen. Dalam penelitian, tempat pengumpulan data dan analisis. Dalam pengembangan ilmu pengetahuan, berperan dalam pengembangan teknologi dan inovasi untuk meningkatkan kualitas hidup. Dalam pembuktian tindakan, menyediakan lingkungan terkontrol untuk pengujian yang objektif. Dalam pengembangan kompetensi peserta didik, memberikan pengalaman praktis untuk memperdalam pemahaman konsep. (Nugraha dkk, 2022)

Laboratorium adalah tempat sekelompok orang yang melakukan berbagai macam kegiatan penelitian (riset), pengamatan, pelatihan dan pengujian ilmiah sebagai pendekatan antara teori dan praktek dari berbagai macam disiplin ilmu. Secara fisik laboratorium juga dapat merujuk kepada suatu ruangan tertutup, kamar atau ruangan terbuka. Laboratorium harus dilengkapi dengan berbagai sarana prasarana untuk kebutuhan percobaan. Laboratorium sebagai tempat kegiatan riset, penelitian, percobaan, pengamatan, serta pengujian ilmiah memiliki banyak peran dan fungsi, yaitu:

1. Menyeimbangkan antara teori dan praktik ilmu serta menyatukan kedua aspek tersebut. Laboratorium tidak hanya menjadi tempat untuk mengaplikasikan teori-teori yang dipelajari di ruang kelas, tetapi juga tempat di mana teori tersebut diuji dan dibuktikan dalam konteks nyata. Ini memastikan bahwa mahasiswa tidak hanya memahami konsep secara teoritis tetapi juga mampu mengaplikasikannya dalam situasi praktis.
2. Memberikan keterampilan kerja ilmiah bagi para peneliti dari berbagai kalangan. Melalui pengalaman praktis di laboratorium, para peneliti memperoleh keterampilan yang penting dalam merancang eksperimen, mengumpulkan data, menganalisis hasil, dan menyusun laporan penelitian. Hal ini mempersiapkan mereka untuk menjadi peneliti yang kompeten dan mandiri dalam disiplin ilmu masing-masing.
3. Mencari kebenaran ilmiah dari suatu objek keilmuan dalam lingkungan alam dan sosial. Laboratorium menyediakan lingkungan yang aman dan terkontrol dimana peneliti dapat menguji hipotesis dan memperoleh bukti empiris untuk mendukung atau menolak teori-teori yang ada. Ini memungkinkan untuk mengembangkan pengetahuan ilmiah yang lebih dalam dan relevan dengan tantangan yang dihadapi di dunia nyata.

4. Menambah keterampilan dalam merancang dan menjalankan riset serta eksperimen. Dengan menggunakan berbagai peralatan dan teknik yang tersedia di laboratorium, para peneliti dapat mengasah keterampilan teknis yang diperlukan dalam melakukan riset dan eksperimen. Mereka belajar bagaimana merancang eksperimen yang valid, mengumpulkan data dengan akurat, dan menginterpretasikan hasil secara kritis.
5. Memupuk rasa ingin tahu dan kepercayaan diri terhadap keterampilan dan penemuan. Proses eksperimen di laboratorium tidak hanya memberikan pengetahuan baru tetapi juga membuka pintu bagi penemuan baru. Hal ini memupuk rasa ingin tahu yang kuat dan meningkatkan kepercayaan diri para peneliti terhadap kemampuan mereka untuk mengatasi tantangan ilmiah.
6. Laboratorium sebagai sumber belajar untuk memecahkan berbagai masalah. Laboratorium tidak hanya merupakan tempat untuk memperdalam pemahaman tentang konsep-konsep teoritis, tetapi juga tempat di mana solusi praktis untuk masalah-masalah dunia nyata dapat ditemukan. Dengan melibatkan siswa, mahasiswa, dosen, dan peneliti dalam proyek-proyek praktis, laboratorium membantu mereka mengembangkan keterampilan pemecahan masalah yang penting untuk kesuksesan di masa depan.
7. Memahami ilmu pengetahuan yang abstrak menjadi konkret dan nyata. Melalui eksperimen dan praktikum di laboratorium, konsep-konsep abstrak dalam ilmu pengetahuan menjadi lebih mudah dipahami dan diinternalisasi. Ini membantu para pembelajar untuk melihat relevansi dan aplikasi dari teori-teori yang mereka pelajari dalam kehidupan sehari-hari, sehingga meningkatkan pemahaman mereka tentang dunia di sekitar mereka.



Gambar 1. 14 Peran Laboratorium

Sumber: <https://eminence-solutions.net/peran-laboratorium-kesehatan-bagi-masyarakat/>

Secara garis besar fungsi laboratorium adalah sebagai berikut:

1. Memberikan kelengkapan bagi pelajaran yang telah diterima sehingga antara teori dan praktek bukan merupakan dua hal yang terpisah. Laboratorium memberikan kesempatan bagi mahasiswa/siswa untuk melengkapi pemahaman teoritis mereka dengan pengalaman praktis. Dengan melakukan eksperimen dan observasi langsung di laboratorium, mereka dapat melihat bagaimana konsep-konsep yang dipelajari di kelas diterapkan dalam situasi nyata. Hal ini membantu mereka memahami bahwa teori dan praktik adalah bagian integral dari proses pembelajaran yang saling melengkapi, bukan hanya dua hal terpisah.
2. Memberikan keterampilan kerja ilmiah bagi mahasiswa/siswa. Laboratorium adalah tempat di mana mahasiswa/siswa dapat mengembangkan keterampilan kerja ilmiah yang penting. Mereka belajar tentang metodologi penelitian, pengumpulan dan analisis data, serta cara menyusun laporan penelitian yang

baik dan benar. Selain itu, mereka juga mengasah kemampuan untuk berpikir kritis, mengambil keputusan berdasarkan bukti, dan berkolaborasi dengan tim.

3. Memberikan dan memupuk keberanian untuk mencari hakikat kebenaran ilmiah dari suatu objek dalam lingkungan alam dan lingkungan sosial. Laboratorium adalah tempat yang aman bagi mahasiswa/siswa untuk mengeksplorasi dan mencari pemahaman yang lebih dalam tentang fenomena alam dan sosial. Mereka didorong untuk mengajukan pertanyaan, merumuskan hipotesis, dan melakukan eksperimen untuk mencari jawaban. Hal ini memupuk keberanian mereka untuk mengeksplorasi dan mencari kebenaran ilmiah tanpa takut melakukan kesalahan atau mencapai kesimpulan yang berbeda.
4. Menambah keterampilan dalam menggunakan alat dan media yang tersedia untuk mencari dan menemukan kebenaran. Di laboratorium, mahasiswa/siswa memiliki kesempatan untuk mengenal dan menggunakan berbagai jenis alat dan media yang digunakan dalam penelitian ilmiah. Mereka belajar bagaimana menggunakan alat-alat tersebut dengan tepat, menginterpretasikan data yang dihasilkan, dan mengambil kesimpulan yang valid. Hal ini meningkatkan keterampilan teknis mereka serta kemampuan untuk beradaptasi dengan teknologi yang terus berkembang.
5. Memupuk rasa ingin tahu mahasiswa/siswa sebagai modal sikap ilmiah seorang calon ilmuwan. Laboratorium merangsang rasa ingin tahu mahasiswa/siswa dengan memberikan mereka kesempatan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang muncul melalui eksperimen dan observasi langsung. Mereka diajak untuk menggali lebih dalam tentang topik-topik yang menarik minat mereka dan menemukan jawabannya melalui proses penelitian. Hal ini memupuk sikap ilmiah yang kritis dan penasaran, yang merupakan modal penting bagi calon ilmuwan.

6. Memupuk dan membina rasa percaya diri sebagai akibat keterampilan yang diperoleh, penemuan yang didapat dalam proses kegiatan kerja laboratorium. Ketika mahasiswa/siswa berhasil menyelesaikan eksperimen atau mencapai penemuan baru dalam laboratorium, mereka merasa bangga dan percaya diri atas kemampuan mereka. Hal ini tidak hanya meningkatkan motivasi mereka untuk belajar lebih lanjut, tetapi juga membangun keyakinan bahwa mereka mampu berkontribusi dalam dunia ilmiah. (Emda, 2017)

Di dunia pendidikan, Laboratorium merupakan salah satu unit penunjang akademik yang sangat vital pada tingkat perguruan tinggi. Laboratorium berperan sebagai lingkungan yang dirancang khusus untuk melaksanakan berbagai kegiatan pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat. Untuk mendukung berbagai kegiatan tersebut, laboratorium dilengkapi dengan peralatan dan bahan yang sesuai dengan metode keilmuan tertentu yang dipelajari di perguruan tinggi.

Peralatan yang tersedia di laboratorium mencakup berbagai instrumen dan perangkat yang digunakan untuk melakukan eksperimen dan penelitian. Mulai dari alat-alat sederhana seperti mikroskop dan alat ukur, hingga peralatan canggih seperti spektrometer dan perangkat lunak komputer yang digunakan untuk analisis data. Semua peralatan ini dirancang dan disesuaikan dengan kebutuhan spesifik dari berbagai disiplin ilmu yang diajarkan di perguruan tinggi.

Selain peralatan, laboratorium juga dilengkapi dengan berbagai jenis bahan yang digunakan dalam eksperimen dan penelitian. Ini termasuk bahan kimia, bahan biologis, sampel alam, dan banyak lagi. Bahan-bahan ini dipilih dengan cermat sesuai dengan kebutuhan eksperimen dan dengan memperhatikan faktor keamanan dan keberlanjutan lingkungan.

Seluruh fasilitas laboratorium didesain untuk mendukung proses pembelajaran yang interaktif dan praktis bagi mahasiswa. Dengan menggunakan peralatan dan bahan yang tersedia, mahasiswa dapat mengaplikasikan teori yang dipelajari di kelas dalam situasi nyata, mengembangkan keterampilan praktis yang diperlukan dalam bidang studi mereka, dan menghasilkan penelitian yang bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan masyarakat secara keseluruhan.



Gambar 1. 15 Apa Saja fungsi laboratorium

Sumber: <https://fungsi.co.id/sebutkan-apa-saja-fungsi-laboratorium/>

Laboratorium mempunyai fungsi yang sangat penting dalam proses pembelajaran yaitu:

1. Sebagai tempat untuk berlatih mengembangkan keterampilan intelektual. Laboratorium tidak hanya merupakan tempat untuk mengembangkan keterampilan praktis, tetapi juga menjadi wadah bagi mahasiswa untuk melatih keterampilan intelektual mereka. Melalui pemecahan masalah, analisis data, dan pemikiran kritis yang diperlukan dalam melakukan eksperimen dan penelitian, mahasiswa dapat mengasah kemampuan berpikir mereka secara analitis dan kritis. Ini membantu mereka

dalam mengembangkan kemampuan memecahkan masalah secara efektif dan merumuskan pertanyaan-pertanyaan yang relevan dalam bidang studi mereka.

2. Mengembangkan keterampilan motorik: Laboratorium juga menjadi tempat dimana mahasiswa dapat mengembangkan keterampilan motorik mereka melalui praktikum dan eksperimen praktis. Mereka belajar untuk menggunakan alat-alat laboratorium dengan tepat, melakukan teknik percobaan dengan presisi, dan mengoperasikan peralatan dengan baik. Hal ini tidak hanya membantu dalam mengembangkan keterampilan motorik halus, tetapi juga meningkatkan koordinasi mata-tangan dan keterampilan tangan yang diperlukan dalam melakukan tugas-tugas yang memerlukan kehalusan gerakan.
3. Membina rasa percaya diri sebagai akibat keterampilan dan pengetahuan atau penemuan yang diperolehnya. Ketika mahasiswa berhasil menguasai teknik-teknik laboratorium dan mencapai pencapaian dalam penelitian atau eksperimen mereka, mereka merasa bangga dan percaya diri atas kemampuan dan pengetahuan yang telah mereka peroleh. Penemuan atau penemuan baru yang mereka dapatkan juga dapat meningkatkan rasa percaya diri mereka dalam kemampuan mereka untuk berkontribusi dalam bidang studi mereka. Hal ini penting dalam membangun motivasi dan keyakinan diri yang diperlukan untuk mencapai kesuksesan dalam karir akademis atau profesional mereka di masa depan.

Selain fungsi, di dunia pendidikan laboratorium juga mempunyai peran yang sangat penting dalam proses pembelajaran yaitu:

1. Melatih mahasiswa agar terampil dalam melakukan kegiatan praktek keterampilan teknik untuk berbagai sub bidang keterampilan.
2. Merakit dan memasang alat/perlengkapan laboratorium keterampilan teknik.

3. Membentuk dan mendesain komponen komponen tertentu dalam berbagai keahlian dengan menggunakan fasilitas laboratorium keterampilan teknik.
4. Melayani mahasiswa dan masyarakat. (Kertiasih, 2016).

F. Klasifikasi Laboratorium

1. Klasifikasi Laboratorium berdasarkan PERMENPAN

Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi (PERMENPAN) Nomor 41 Tahun 2019 tentang Nomenklatur Jabatan Fungsional Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kerja di Bidang Laboratorium Pendidikan mengklasifikasikan laboratorium pendidikan berdasarkan tingkat pelayanannya, yaitu:

- Teknisi Laboratorium Pendidikan Pratama: Melayani praktikum dasar, seperti praktikum biologi, kimia, dan fisika.
- Teknisi Laboratorium Pendidikan Madya: Melayani praktikum yang lebih kompleks, seperti praktikum mikrobiologi, parasitologi, dan serologi.
- Teknisi Laboratorium Pendidikan Ahli: Melayani praktikum yang paling kompleks, seperti praktikum virologi, molekuler, dan genetika.

Adapun tipe laboratorium berdasarkan PERMENPAN No. 3 tahun 2010, terbagi dalam 4 kategori yaitu:

- Laboratorium Tipe I adalah laboratorium ilmu dasar yang terdapat di sekolah pada jenjang pendidikan menengah, atau unit pelaksana teknis yang menyelenggarakan pendidikan dan/atau pelatihan dengan fasilitas penunjang peralatan kategori I dan II, dan bahan yang dikelola adalah bahan kategori umum untuk melayani kegiatan pendidikan siswa.
- Laboratorium Tipe II adalah laboratorium ilmu dasar yang terdapat di perguruan tinggi tingkat persiapan (semester I, II), atau unit pelaksana teknis yang menyelenggarakan pendidikan dan/atau pelatihan dengan fasilitas penunjang

peralatan kategori I dan II, dan bahan yang dikelola adalah bahan kategori umum untuk melayani kegiatan pendidikan mahasiswa.

- Laboratorium Tipe III adalah laboratorium bidang keilmuan terdapat di jurusan atau program studi, atau unit pelaksana teknis yang menyelenggarakan pendidikan dan/atau pelatihan dengan fasilitas penunjang peralatan kategori I, II, dan III, dan bahan yang dikelola adalah bahan kategori umum dan khusus untuk melayani kegiatan pendidikan, dan penelitian mahasiswa dan dosen.
- Laboratorium Tipe IV adalah laboratorium terpadu yang terdapat di pusat studi fakultas atau universitas, atau unit pelaksana teknis yang menyelenggarakan pendidikan dan/atau pelatihan dengan fasilitas penunjang peralatan kategori I, II, dan III, dan bahan yang dikelola adalah bahan kategori umum dan khusus untuk melayani kegiatan penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat, mahasiswa dan dosen (Vendamawan, 2015).

2. Klasifikasi Laboratorium berdasarkan Letaknya

Sutara dan Sahromi (1999), mengemukakan bahwa pengertian laboratorium dalam pengajaran dimaksudkan sebagai kumpulan dari para siswa yang melakukan pengamatan percobaan atau penelitian atas pengelolaan guru. Laboratorium dapat menggunakan ruangan tertutup (laboratorium, rumah kaca, kelas sendiri) atau menggunakan ruangan terbuka (kebun sekolah atau lingkungan lain yang dapat digunakan sebagai sumber kegiatan belajar). Berdasarkan letaknya, laboratorium pendidikan dapat diklasifikasikan menjadi:

- Laboratorium Terpusat: Merupakan laboratorium yang melayani praktikum untuk beberapa program studi, seperti biologi, kimia, dan fisika. Laboratorium terpusat biasanya terletak di gedung khusus dan memiliki peralatan yang lengkap.

- **Laboratorium Program Studi:** Merupakan laboratorium yang melayani praktikum untuk program studi tertentu, seperti teknik, kedokteran, dan keperawatan. Laboratorium program studi biasanya terletak di gedung fakultas atau departemen terkait dan memiliki peralatan yang lebih spesifik untuk bidang studinya.
- **Laboratorium Lapangan:** Merupakan laboratorium yang terletak di luar ruangan dan digunakan untuk praktikum yang membutuhkan pengamatan langsung terhadap alam, seperti praktikum biologi lapangan atau praktikum geologi (Astuti, 2020).

3. Klasifikasi Laboratorium berdasarkan Kondisi Ruang

Berdasarkan kondisi ruangnya, laboratorium pendidikan dapat diklasifikasikan menjadi:

- **Laboratorium basah** adalah ruang yang memiliki kondisi basah, seperti laboratorium kimia, laboratorium fisika, dan laboratorium biologi. Kondisi basah ini membutuhkan peralatan yang khusus, seperti bak, mesin pencuci, dan peralatan kimia yang tidak dapat digunakan dalam laboratorium kering. Dirancang khusus untuk kegiatan praktikum yang melibatkan bahan kimia basah, seperti asam, basa, dan pelarut. Laboratorium basah harus memiliki ventilasi yang baik dan peralatan keselamatan yang memadai (Agustina, 2017).



Gambar 1. 16 Tampak keadaan di dalam laboratorium basah
(Praktikum Gizi, terdapat food model)

Sumber: <https://images.app.goo.gl/WphLSpFbDD6q7mmK6>

- Laboratorium Kering: Dirancang khusus untuk kegiatan praktikum yang melibatkan bahan kimia kering, seperti bubuk dan serbuk. Laboratorium kering harus memiliki ventilasi yang baik dan peralatan keselamatan yang memadai.



Gambar 1. 17 Tampak Keadaan Laboratorium kering

Sumber: <https://images.app.goo.gl/dsAt7aM8foohmjkj9>

- **Laboratorium Instrumen:** Dirancang khusus untuk kegiatan praktikum yang melibatkan instrumentasi, seperti mikroskop, spektrometer, dan komputer. Laboratorium instrumen harus memiliki ruangan yang tenang dan bebas dari getaran.



Gambar 1. 18 Tampak Keadaan Laboratorium Instrumen
Kimia UNJ

Sumber: <https://images.app.goo.gl/KzJjaZntD4Hrixm4A>



Gambar 1. 19 Tampak Keadaan Laboratorium Instrumen
Kimia Secara Keseluruhan

Sumber: <https://images.app.goo.gl/KzJjaZntD4Hrixm4A>

4. Klasifikasi Laboratorium berdasarkan Fungsi dan Tujuan

Laboratorium juga memiliki klasifikasi, yaitu: laboratorium pendidikan, adalah laboratorium yang digunakan untuk lembaga pendidikan terutama tingkat SD, SMP, SMA. Kedua, laboratorium riset, adalah laboratorium yang digunakan oleh para praktisi keilmuan dalam upaya menemukan sesuatu untuk meneliti suatu hal yang dibidangnya (Muhith dkk, 2022).

Menurut Mohammad Amien dalam bukunya "Laboratorium Biologi: Panduan Praktis untuk Guru dan Siswa" (2010), klasifikasi laboratorium ditinjau dari tujuannya dapat dibagi menjadi beberapa kategori, yaitu:

a. Laboratorium Penelitian

Laboratorium penelitian dirancang untuk melakukan penelitian ilmiah dan pengembangan ilmu pengetahuan. Laboratorium ini biasanya dilengkapi dengan peralatan yang canggih dan tenaga ahli yang terampil. Tujuan utama laboratorium penelitian adalah untuk:

- Meningkatkan ilmu pengetahuan dan teknologi: Penelitian ilmiah di laboratorium dapat menghasilkan temuan baru yang bermanfaat bagi ilmu pengetahuan dan teknologi.
- Membuat inovasi dan penemuan baru: Laboratorium penelitian dapat menjadi tempat untuk mengembangkan produk, proses, atau layanan baru yang inovatif.
- Memecahkan masalah: Penelitian di laboratorium dapat membantu memecahkan berbagai masalah yang dihadapi manusia, seperti masalah kesehatan, lingkungan, dan energi.

b. Laboratorium Pendidikan

Laboratorium pendidikan dirancang untuk kegiatan praktikum dan pembelajaran bagi siswa atau mahasiswa. Laboratorium ini biasanya dilengkapi dengan peralatan yang lebih sederhana dan mudah digunakan. Tujuan utama laboratorium pendidikan adalah untuk:

- Meningkatkan pemahaman dan keterampilan: Praktikum di laboratorium dapat membantu siswa atau mahasiswa memahami konsep dan teori ilmiah dengan lebih baik.
- Mengembangkan keterampilan laboratorium: Praktikum di laboratorium dapat membantu siswa atau mahasiswa mengembangkan keterampilan laboratorium yang penting, seperti pengamatan, pengukuran, dan analisis data.
- Menumbuhkan minat pada sains: Pengalaman belajar di laboratorium dapat menumbuhkan minat siswa atau mahasiswa pada ilmu pengetahuan dan mendorong mereka untuk melanjutkan pendidikan di bidang sains.

c. Laboratorium Pengujian

Laboratorium pengujian dirancang untuk melakukan pengujian bahan atau produk untuk memastikan kualitas dan keamanannya. Laboratorium ini biasanya harus memenuhi standar dan regulasi yang berlaku. Tujuan utama laboratorium pengujian adalah untuk:

- Memastikan kualitas produk: Pengujian di laboratorium dapat membantu memastikan bahwa produk yang beredar di pasaran memenuhi standar kualitas yang ditetapkan.
- Melindungi konsumen: Pengujian di laboratorium dapat membantu melindungi konsumen dari produk yang berbahaya atau tidak aman.
- Menjaga kesehatan masyarakat: Pengujian di laboratorium dapat membantu menjaga kesehatan masyarakat dengan memastikan bahwa produk makanan, obat-obatan, dan produk lainnya aman untuk dikonsumsi atau digunakan.

d. Laboratorium Produksi

Laboratorium produksi dirancang untuk menghasilkan produk atau layanan tertentu. Laboratorium ini biasanya dilengkapi dengan peralatan dan teknologi yang modern. Tujuan utama laboratorium produksi adalah untuk:

- Memproduksi produk atau layanan: Laboratorium produksi dapat menghasilkan produk atau layanan yang dibutuhkan oleh masyarakat.
- Meningkatkan efisiensi dan efektivitas: Penggunaan peralatan dan teknologi modern di laboratorium produksi dapat membantu meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses produksi.
- Menjaga kualitas produk: Laboratorium produksi dapat menerapkan kontrol kualitas yang ketat untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan berkualitas tinggi.

G. Studi Kasus

1. Studi Kasus 1

Judul: Senior Recalls High School Science Experiment Accident

Link Youtube: <https://youtu.be/UOOKazNcA3Q?si=vBFbwTEwYz7odYo3>

a. Latar Belakang Masalah

Pada malam hari di Lab Science, Merrill Hyde Magnet High School, sebuah eksperimen ilmiah berujung pada kecelakaan serius yang mengirim 11 siswa ke rumah sakit dengan luka bakar tingkat dua dan lepuhan terbuka. Salah satu siswa senior, Sophia Sisler, memberikan kesaksian tentang kepanikan yang melanda siswa dan staf. **Penyebab kecelakaan tersebut berkaitan dengan eksperimen yang melibatkan pencampuran asam borat dan etanol**, meskipun telah dilakukan sebelumnya tanpa masalah. Proses dekontaminasi dilakukan segera terhadap individu yang terpapar, namun kejadian tersebut menyoroti risiko eksperimen ilmiah di sekolah dan pentingnya evaluasi protokol keselamatan. Ini menawarkan peluang bagi penelitian lebih lanjut tentang faktor-faktor yang mempengaruhi keamanan dalam eksperimen ilmiah di lingkungan pendidikan.

b. **Input Masalah**

- 1) Apa penyebab terjadinya kecelakaan pada eksperimen ilmiah di Merrill Hyde Magnet High School?
- 2) Bagaimana protokol keselamatan yang sudah ada di sekolah dapat ditingkatkan untuk mencegah kejadian serupa di masa depan?
- 3) Bagaimana cara mengelola dan meredakan kepanikan serta trauma siswa setelah terjadinya kecelakaan tersebut?

c. **Proses Penyelesaian Masalah**

- 1) Penyebab terjadinya kecelakaan: Kecelakaan terjadi karena ledakan saat **mencampurkan boric acid dan ethyl alcohol**, mengakibatkan luka bakar pada siswa dan guru.
- 2) Protokol keselamatan untuk mencegah kecelakaan pada eksperimen ilmiah: **Protokol keselamatan harus diperbarui** dengan lebih ketat dan jelas, termasuk **penggunaan alat pelindung diri (APD)** yang tepat, **pengawasan ketat** selama eksperimen, dan **pemeriksaan rutin** terhadap bahan kimia dan peralatan laboratorium.
- 3) Cara mengelola dan meredakan kepanikan serta trauma: Setelah kecelakaan, langkah-langkah harus diambil untuk mengelola kepanikan dan trauma siswa. Ini **melibatkan penugasan konselor sekolah** untuk memberikan dukungan emosional, penyediaan informasi yang jelas dan terperinci tentang kejadian, serta **penyelenggaraan sesi pemulihan bersama** untuk membantu siswa dalam mengatasi stres dan kecemasan.

d. **Output Masalah**

- 1) Peningkatan kesadaran akan keselamatan dalam melakukan eksperimen ilmiah di sekolah
- 2) Perluasan sumber daya untuk konseling dan dukungan psikologis di sekolah untuk mengatasi dampak psikologis dari kecelakaan.
- 3) Evaluasi terhadap jenis eksperimen yang dilakukan di sekolah dan potensi risiko yang terkait dengan mereka.

e. Feedback/ Saran Perbaikan

- 1) Pentingnya pelatihan reguler bagi guru dan siswa dalam protokol keselamatan laboratorium.
- 2) Perluasan sumber daya untuk konseling dan dukungan psikologis di sekolah untuk mengatasi dampak psikologis dari kecelakaan.
- 3) Evaluasi terhadap jenis eksperimen yang dilakukan di sekolah dan potensi risiko yang terkait dengan mereka.

1. Studi Kasus 2

Judul: Kondisi Riil Laboratorium IPA di SMA Negeri 1 Dramaga

Link Youtube: <https://youtu.be/0WufvGX0h6c?si=xkaxxPX1rFo0hNJT>

a. Latar Belakang Permasalahan

Laboratorium adalah sarana untuk melaksanakan pengukuran, penetapan, dan pengujian untuk keperluan penelitian ilmiah dan praktik pembelajaran. Dalam bidang pendidikan, laboratorium sangat berguna untuk proses kegiatan pembelajaran terutama di kelas sains. Laboratorium di sekolah seharusnya memiliki ruang yang berbeda setiap bidangnya (misal laboratorium fisika, biologi, kimia). Selain itu, alat laboratorium juga harus lengkap. Hal ini bertujuan agar peran dan fungsi dari laboratorium itu sendiri dapat terlaksana.

b. Input Masalah

- 1) Apakah Laboratorium IPA di SMAN 1 Dramaga dapat memenuhi tujuan penggunaan dari laboratorium itu sendiri?
- 2) Bagaimana kondisi Laboratorium IPA di SMA Negeri 1 Dramaga?
- 3) Bagaimana solusi praktikum fisika dilihat dari kondisi Laboratorium Fisika SMA Negeri 1 Dramaga?

c. Proses Penyelesaian Masalah

- 1) Tujuan dari penggunaan laboratorium IPA adalah wadah memperbaiki pendapat atau pemahaman yang salah atau miskonsepsi tentang pelajaran atau teori-teori yang ada dalam IPA. Para siswa atau peserta akan memperoleh kejelasan konsep, dan visualisasi konsep. Dengan merancang rencana penggunaan laboratorium yang sesuai dengan tujuan pembelajaran dan memastikan bahwa fasilitas dan peralatan laboratorium mendukung pencapaian tujuan tersebut.
- 2) Tinjauan terhadap kondisi Laboratorium IPA di SMA Negeri 1 Dramaga, ruangan Laboratorium IPA di SMAN 1 Dramaga memiliki laboratorium yang berbeda (kimia, biologi, fisika) dan didesain mirip dengan ruang kelas agar siswa lebih nyaman saat praktikum. Alat-alat penunjang praktikum diletakan secara tersusun rapi, dan terdapat ruang penyimpanan yang digunakan untuk bahan-bahan kimia. Namun, untuk kondisi laboratorium fisika di sekolah ini belum bisa digunakan karena belum dilakukan penataan ruang.
- 3) Solusi dari kondisi Laboratorium Fisika adalah dengan menggunakan alternatif untuk menggantikan sementara penggunaan laboratorium fisika, seperti penggunaan simulasi perangkat lunak, demonstrasi langsung oleh guru, atau eksperimen sederhana di ruang kelas. Dengan merancang penataan ruang yang memadai berdasarkan analisis terhadap kebutuhan praktikum fisika, termasuk alokasi ruang, penempatan peralatan, dan pengaturan lingkungan yang aman merupakan solusi yang tepat.

d. Output Masalah

- 1) Laboratorium IPA di SMAN 1 Dramaga dapat memenuhi tujuan penggunaan dari laboratorium itu

sendiri setelah menggunakan laboratorium sesuai dengan tujuan pembelajaran dan memastikan bahwa fasilitas dan peralatan laboratorium mendukung pencapaian tujuan tersebut.

- 2) Setelah ditinjau, hasilnya dapat mengetahui kondisi Laboratorium IPA di SMAN 1 Dramaga sehingga siswa dan guru mendapatkan pengalaman praktikum yang lebih baik dan lebih produktif untuk meningkatkan pemahaman konsep-konsep ilmiah. Meningkatkan sistem manajemen untuk memastikan kelengkapan dan ketersediaan peralatan serta bahan praktikum yang diperlukan membuat peran dan fungsi laboratorium terlaksana dengan baik.
- 3) Setelah merancang solusi dari kondisi Laboratorium Fisika dan mengimplementasikannya, kualitas pembelajaran fisika meningkat dengan menciptakan lingkungan belajar yang teratur, terorganisir, dan sesuai standar, yang dapat memfasilitasi pemahaman konsep-konsep fisika dengan lebih baik memberi bukti nyata peran dan fungsi laboratorium pada pembelajaran.

e. *Feedback*

- 1) Menyediakan kesempatan bagi siswa untuk memperbaiki pemahaman mereka tentang konsep-konsep IPA adalah langkah yang sangat positif. Namun, penting juga untuk memastikan bahwa aktivitas laboratorium tidak hanya memberikan kejelasan konsep, tetapi juga mendorong penerapan konsep-konsep tersebut dalam konteks nyata.
- 2) Laboratorium yang nyaman dan terorganisir dengan baik merupakan aspek yang baik untuk mendukung pembelajaran praktikum IPA. Namun, perlu diprioritaskan penyelesaian terhadap kondisi Laboratorium Fisika yang

belum dapat digunakan untuk memastikan semua siswa dapat mengakses fasilitas praktikum dengan baik.

- 3) Menggunakan alternatif seperti simulasi perangkat lunak dan eksperimen sederhana di ruang kelas merupakan solusi yang baik untuk sementara waktu. Namun, langkah selanjutnya adalah menetapkan jadwal dan rencana untuk penataan ruang laboratorium fisika yang memadai agar siswa dapat memiliki pengalaman praktikum yang lengkap dalam pembelajaran fisika sehingga laboratorium memenuhi peran dan fungsinya.

H. Latihan Soal

1. Apa yang menjadi faktor penting dalam mencapai efektivitas laboratorium ...
 - a. Jumlah alat laboratorium yang tersedia
 - b. Tingkat kesulitan eksperimen yang disediakan
 - c. Keterampilan staf laboratorium
 - d. Kapasitas ruang laboratorium
 - e. Jumlah peserta didik yang mengunjungi laboratorium
 - f. Desain interior laboratorium
2. Manajemen laboratorium diperlukan untuk...
 - a. Memiliki laboratorium yang luas
 - b. Memiliki peralatan laboratorium yang mahal
 - c. Meningkatkan efisiensi dan efektivitas penggunaan laboratorium
 - d. Memastikan laboratorium terletak di tempat strategis
 - e. Memiliki staf laboratorium yang ramah
 - f. Menciptakan suasana belajar yang santai dan rileks
3. Mengapa laboratorium yang baik tidak akan bermakna tanpa manajemen yang baik ...
 - a. Karena laboratorium yang baik tidak memerlukan manajemen.
 - b. Karena laboratorium yang baik tidak memerlukan peralatan yang memadai.

- c. Karena laboratorium yang baik tidak memerlukan staf yang terampil.
 - d. Karena laboratorium yang baik memerlukan keberadaan laboratorium itu sendiri.
 - e. Karena laboratorium yang baik memerlukan manajemen untuk dikelola dan dimanfaatkan dengan baik.
 - f. Karena laboratorium yang baik tidak membutuhkan biaya operasional
4. Apa fungsi utama laboratorium dalam konteks pembelajaran ...
- a. Menyediakan hiburan untuk peserta didik.
 - b. Mempertahankan fakta-fakta yang sudah diketahui.
 - c. Melatih keterampilan non-ilmiah.
 - d. Memecahkan masalah, mendalami fakta, dan melatih keterampilan berfikir ilmiah.
 - e. Mengabaikan pengembangan sikap ilmiah.
 - f. Menyediakan tempat bersantai bagi peserta didik
5. Apa salah satu kelebihan penggunaan laboratorium dalam pembelajaran ...
- a. Meminimalkan kemungkinan adanya masalah.
 - b. Menyediakan lingkungan yang tidak mendukung eksperimen.
 - c. Membatasi pengembangan keterampilan berpikir kritis.
 - d. Memfasilitasi pengalaman langsung dan praktik yang mendalam.
 - e. Mengurangi minat peserta didik dalam ilmu pengetahuan.
 - f. Menghilangkan kebutuhan untuk membaca buku dan teori.
6. Laboratorium fisika sering digunakan dalam pembelajaran untuk ...
- a. Melatih keterampilan menulis
 - b. Mempelajari peristiwa Sejarah
 - c. Mempelajari psikologi seseorang
 - d. Menghafal rumus matematika
 - e. Menyusun rencana bisnis
 - f. Mengamati dan mengukur fenomena fisika

7. Manfaat utama dari penggunaan laboratorium dalam pembelajaran fisika adalah ...
 - a. Memungkinkan pengalaman langsung dengan materi fisika.
 - b. Menyediakan tempat untuk bermain.
 - c. Membuat siswa terbiasa dengan teori fisika tanpa praktik langsung.
 - d. Mengurangi minat siswa terhadap fisika.
 - e. Mengajarkan konsep fisika tanpa perlu eksperimen.
 - f. Sebagai sarana untuk berdagang.
8. Bagaimana laboratorium fisika dapat membantu siswa memahami konsep-konsep fisika yang abstrak dengan cara ...
 - a. Mempelajari hukum-hukum gerak menggunakan buku saja.
 - b. Mengamati fenomena fisika dalam kehidupan sehari-hari.
 - c. Melakukan eksperimen hanya dengan peralatan sederhana.
 - d. Menggunakan teori matematika tanpa praktik fisik.
 - e. Memperkuat teori tanpa praktik langsung.
 - f. Mengamati sikap psikologis seseorang
9. Bagaimana laboratorium fisika dapat membantu siswa memahami konsep fisika yang sulit...
 - a. Dengan melupakan praktik fisik dan hanya mengandalkan teori matematika.
 - b. Dengan menggunakan simulasi komputer tanpa pengalaman langsung.
 - c. Dengan mengamati fenomena fisika dalam kehidupan sehari-hari.
 - d. Dengan hanya mempelajari hukum-hukum fisika melalui buku teks.
 - e. Dengan melakukan eksperimen langsung yang menunjukkan prinsip-prinsip fisika yang abstrak.
 - f. Dengan penilaian secara subjektif
10. Bagaimana laboratorium fisika dapat memperkaya pengalaman pembelajaran siswa ...

- a. Dengan membatasi eksperimen ke teori fisika yang mendasar.
 - b. Dengan memberikan jawaban langsung tanpa pengalaman langsung.
 - c. Dengan menyediakan kesempatan untuk eksperimen dan pengamatan langsung.
 - d. Dengan mengurangi interaksi siswa dengan materi pembelajaran.
 - e. Dengan menekankan teori fisika secara terpisah dari praktiknya.
 - f. Dengan membiarkan siswa melakukan praktikum sesukanya
11. Tempat untuk mengaplikasikan teori keilmuan, pengujian teoritis, pembuktian uji coba penelitian, dan sebagainya dengan menggunakan alat bantu yang menjadi kelengkapan dari fasilitas dengan kuantitas dan kualitas yang memadai merupakan definisi dari...
- a. Tempat Penelitian
 - b. Laboratorium
 - c. Gudang peralatan
 - d. Gudang bahan
 - e. Ruang timbang
 - f. Ruang Kelas
12. Suatu proses pencatatan atau inventarisasi fasilitas dan aktifitas laboratorium disebut dengan...
- a. Manajemen Laboratorium
 - b. Administrasi laboratorium
 - c. Peran laboratorium
 - d. Fungsi laboratorium
 - e. Kompetensi laboratorium
 - f. Pengertian Laboratorium
13. Apa peran utama laboratorium fisika ...
- a. Memainkan alat-alat yang ada
 - b. Membuat peralatan elektronik
 - c. Menganalisis sampel biologi

- d. Mendukung eksperimen dan penelitian fisika
 - e. Menyelenggarakan pameran fisika
 - f. Hanya untuk mencoba-coba alat yang berhubungan dengan fisika
14. Apa yang dapat dianggap sebagai peran laboratorium fisika di institusi pendidikan ...
- a. Melayani makanan di kantin
 - b. Memberikan layanan tata rias
 - c. Menyediakan perangkat lunak komputer
 - d. Meningkatkan pemahaman konsep fisika melalui eksperimen
 - e. Menyelenggarakan pertunjukan seni
 - f. Hiburan semata
15. Apa yang mungkin menjadi tanggung jawab manajer laboratorium fisika ...
- a. Merancang pakaian mode
 - b. Menetapkan kebijakan keselamatan laboratorium
 - c. Membuat skenario film
 - d. Mengelola tim sepak bola
 - e. Membuat aplikasi perangkat lunak
 - f. Membiarkan siswa bermain dengan alat
16. Ketika tim peneliti hendak mengkaji ekosistem sungai di sebuah daerah terpencil, mereka memilih untuk memasang laboratorium di tepi sungai untuk memudahkan pengambilan contoh air dan organisme sungai. Jenis laboratorium yang mereka butuhkan adalah ...
- a. Laboratorium alam
 - b. Laboratorium basah
 - c. Laboratorium kering
 - d. Laboratorium studio alat
 - e. Laboratorium propagasi
 - f. Laboratorium lapangan

17. Seorang ilmuwan botani sedang melakukan penelitian terhadap pola pertumbuhan tanaman hias langka. Dia membutuhkan ruang yang bersih dan steril untuk melakukan kultur jaringan tanaman. Jenis laboratorium yang dibutuhkan ilmuwan tersebut adalah ...
- Laboratorium alam
 - Laboratorium basah
 - Laboratorium kering
 - Laboratorium rumah kaca
 - Laboratorium morfologi tumbuhan
 - Laboratorium bioteknologi
18. Sebuah lembaga kesehatan sedang mengadakan penelitian terhadap penyebaran penyakit menular. Mereka membutuhkan ruang laboratorium yang dapat mengakomodasi pengambilan dan analisis contoh cairan tubuh. Jenis laboratorium yang mereka butuhkan adalah ...
- Laboratorium alam
 - Laboratorium basah
 - Laboratorium kering
 - Laboratorium rumah sakit
 - Laboratorium propagas
 - Laboratorium mikrobiologi
19. Seorang ahli ekologi sedang melakukan survei keanekaragaman hayati di hutan hujan tropis. Dia memilih untuk memasang laboratorium di dalam hutan untuk memudahkan pengamatan langsung terhadap flora dan fauna. Jenis laboratorium yang dipasang di dalam hutan adalah ...
- Laboratorium alam
 - Laboratorium basah
 - Laboratorium kering
 - Laboratorium studio alam
 - Laboratorium propagasi
 - Laboratorium eksplorasi

20. Sebuah universitas sedang melakukan penelitian dalam pengembangan obat-obatan baru. Mereka membutuhkan ruang laboratorium yang bersih dan steril untuk sintesis kimia. Jenis laboratorium yang mereka butuhkan adalah ...
- Laboratorium alam
 - Laboratorium basah
 - Laboratorium kering
 - Laboratorium farmasi
 - Laboratorium morfologi tumbuhan
 - Laboratorium kimia organik
21. Berikut merupakan jenis-jenis laboratorium, kecuali
- Laboratorium Pendidikan
 - Laboratorium Pelayanan Jasa
 - Laboratorium Penelitian
 - Laboratorium Pengembangan Produk
 - Laboratorium Pengendalian Mutu
 - Laboratorium Pengujian
22. Yang bukan merupakan peran laboratorium di sekolah menurut Emda (2017) adalah
- tempat timbulnya berbagai masalah dan sekaligus memecahkan masalah tersebut
 - laboratorium sebagai tempat untuk melatih keterampilan serta kebiasaan menemukan suatu masalah dan sikap teliti
 - laboratorium sebagai tempat untuk mendorong semangat peserta didik untuk memperdalam opini dari suatu yang diselidiki
 - laboratorium berfungsi sebagai tempat untuk melatih peserta didik bersikap cermat, sabar, dan jujur serta berpikir kritis dan cekatan
 - laboratorium sebagai tempat bagi peserta didik untuk mengembangkan ilmu pengetahuannya
 - laboratorium bukan sebagai tempat untuk beristirahat

23. Fasilitas yang digunakan untuk merancang, menguji, dan mengembangkan ciptaan baru atau untuk meningkatkan ciptaan yang sudah ada merupakan fasilitas dari Laboratorium
- a. Pendidikan
 - b. Pengendalian Proses
 - c. Pengembangan Produk
 - d. Pelayanan Jasa
 - e. Penelitian
 - f. Pengujian
24. Mengamati fenomena alam secara langsung dan melakukan eksperimen untuk memahami prinsip-prinsip ilmiah merupakan
- a. tujuan Laboratorium Pendidikan
 - b. fungsi Laboratorium Pendidikan
 - c. manfaat Laboratorium Pendidikan
 - d. fungsi Laboratorium Penelitian
 - e. tujuan Laboratorium Penelitian
 - f. manfaat Laboratorium Penelitian
25. Tempat melakukan eksperimen, analisis, dan pengamatan terhadap aspek-aspek tertentu dalam berbagai disiplin ilmu yang dilengkapi dengan peralatan, instrumen, dan fasilitas yang diperlukan merupakan
- a. fungsi Laboratorium Pendidikan
 - b. fungsi Laboratorium Penelitian
 - c. Laboratorium Pengembangan Produk
 - d. Laboratorium Penelitian
 - e. Laboratorium Pendidikan
 - f. Laboratorium Pengujian

PERANGKAT ADMINISTRASI DAN INVENTARIS LABORATORIUM



Gambar 2. 1 Laboratorium Fisika Instrumental

Sumber: (Homecare, 2023)

Manajemen laboratorium (*laboratory management*) adalah usaha untuk mengelola laboratorium. Suatu laboratorium dapat dikelola dengan baik sangat ditentukan oleh beberapa faktor yang saling berkaitan satu dengan yang lainnya. Manajemen laboratorium adalah suatu bagian yang tidak dapat dipisahkan dari kegiatan laboratorium sehari-hari. Pengelolaan laboratorium sebagai fasilitas atau sebagai tempat yang digunakan untuk mengaplikasikan teori keilmuan, pengujian teoritis, pembuktian uji coba penelitian, dan sebagainya (dengan menggunakan alat bantu yang menjadi kelengkapan dari fasilitas dengan kuantitas dan kualitas yang memadai) mengacu pada unsur-unsur pokok tertentu. Struktur organisasi serta manajemen operasional dari laboratorium sendiri sangat penting agar fungsi laboratorium dapat berjalan dengan efektif dan terhindar dari hal-hal yang tidak diinginkan. Administrasi serta inventaris laboratorium memegang peranan penting sebagai penyedia fasilitas yang mencakup alat dan bahan yang berkaitan dengan laboratorium beserta alat keselamatan untuk memudahkan dalam melakukan praktikum. Maka dari itu diperlukan sistem informasi laboratorium yang dapat menunjang proses administrasi dan inventaris laboratorium.

A. Struktur Organisasi Laboratorium Fisika



Gambar 2. 2 Struktur Organisasi Laboratorium Fisika

Sumber: (Maukuliah, 2024)

Menjalankan laboratorium memerlukan organisasi atau staf profesional. Sesuai dengan peraturan Kementerian Pendidikan Nasional No. 26 Tahun 2008 tentang “Standar Personil Laboratorium” meliputi: ketua, teknisi dan asisten laboratorium. Dimana ketiga energi tersebut ada gelar sendiri. Apabila syarat-syarat tersebut terpenuhi maka penggunaan atau pengelolaan laboratorium akan baik-baik saja efektif (Masrikhiyah, 2019).

Sebuah organisasi di dalam laboratorium merupakan sebuah sistem kerjasama antara sekelompok individu, komponen, atau unit yang bertujuan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Struktur organisasi diperlukan di dalam laboratorium, di mana manajer atau staf laboratorium bertanggung jawab atas efektivitas dan efisiensi operasional, termasuk pengelolaan fasilitas, peralatan, dan bahan praktikum. Umumnya, di lingkungan sekolah menengah, laboratorium dikelola oleh seorang koordinator laboratorium yang ditunjuk oleh guru (Amalatur et al., 2021).

Aspek pengorganisasian menjadi kunci untuk mengevaluasi kinerja organisasi dalam sebuah laboratorium. Sebuah organisasi tidak dapat beroperasi secara efektif jika anggotanya tidak menjalankan tugas dan fungsinya dengan baik. Oleh karena itu, dalam manajemen laboratorium, struktur organisasi yang jelas menjadi penting. Struktur tersebut mencakup peran-peran seperti kepala laboratorium, laboran, dan teknisi. Masing-masing memiliki tanggung jawab dan fungsi yang spesifik untuk memastikan berjalannya operasi laboratorium dengan lancar dan efisien.

Berdasarkan Permendiknas No. 26 Tahun 2008, standar kompetensi bagi tenaga laboratorium meliputi kepala laboratorium, teknisi laboratorium, dan laboran. Tiap tenaga laboratorium diharapkan memenuhi tiga standar kompetensi utama: Kepribadian, Sosial, dan Manajerial. Kompetensi kepribadian menggarisbawahi pentingnya perilaku matang, konsistensi, dan integritas, serta tanggung jawab penuh terhadap

tugas. Seorang kepala laboratorium harus mampu berperilaku sesuai dengan norma-norma yang berlaku, berintegritas, disiplin, mandiri, serta memiliki rasa percaya diri dan kemauan untuk terus berkembang. Selain itu, tanggung jawab terhadap tugas, ketelitian, kerajinan, dan kehati-hatian dalam memecahkan masalah merupakan aspek penting yang harus dimiliki.

Kompetensi sosial mencakup kemampuan bekerja sama dalam tim dan komunikasi yang efektif. Kepala laboratorium diharapkan mampu memahami kelebihan dan kekurangan diri sendiri dan anggota timnya, mampu bekerja sama dengan berbagai pihak, serta menguasai teknologi yang relevan untuk mendukung profesinya. Sementara itu, kompetensi manajerial mengacu pada kemampuan perencanaan dan pengembangan kegiatan laboratorium. Kepala laboratorium memiliki tanggung jawab dalam mengatur segala aspek kegiatan laboratorium, mulai dari perencanaan jadwal, pembagian tugas, administrasi, hingga peninjauan dan penilaian terhadap kegiatan laboratorium. (Silvia & Aryanti, 2022).

Struktur organisasi laboratorium yang baik adalah yang efisien dan efektif, dengan deskripsi manajemen yang jelas mengenai susunan, fungsi, tugas, tanggung jawab, dan wewenang para pelaksananya (Hadi, 2000). Struktur organisasi laboratorium yang ideal mencakup:

1. Kepala Laboratorium

Seorang tenaga pendidik atau fungsional yang ditunjuk sebagai kepala laboratorium mengawasi anggota tim laboratorium termasuk pembimbing praktikum, staf administrasi, laboran, dan asisten praktikum, serta bertanggung jawab atas semua aktivitas yang terjadi di dalam laboratorium.

2. Anggota Laboratorium

Seorang tenaga pendidik yang memiliki minat dalam bidang ilmu pengetahuan dan bersedia terlibat secara aktif dalam manajemen dan peningkatan laboratorium.

3. Pembimbing Praktikum

Seorang tenaga pendidik yang bertanggung jawab memberikan arahan praktikum kepada siswa untuk setiap pelajaran.

4. Staf Administrasi

Staf yang bertugas melaksanakan tugas administrasi di dalam laboratorium.

5. Laboran

Struktur yang mendukung jalannya kegiatan dan operasional teknis di laboratorium, serta menyiapkan peralatan dan bahan yang diperlukan.

(Alatas & Muhtadi, 2013).

Tugas organisasi laboratorium meliputi mengelola fasilitas laboratorium, menjaga kedisiplinan selama kegiatan di laboratorium, serta memastikan keselamatan di dalamnya (Saleh, 2002). Setiap pengelola laboratorium memiliki tanggung jawab sebagai administrasi laboratorium yang mencakup pengelolaan pengadaan peralatan dan fasilitas laboratorium, pencatatan inventaris peralatan dan fasilitas laboratorium, pengaturan penggunaan peralatan laboratorium, penanganan administrasi peminjaman peralatan laboratorium, serta mengatur administrasi perawatan dan pemeliharaan peralatan laboratorium di dalamnya (Lubis, 1994).

Melalui struktur pengorganisasian, individu-individu dapat dikelompokkan bersama untuk melaksanakan berbagai tugas. Tujuan utamanya adalah untuk memfasilitasi kerjasama yang efektif di dalam suatu organisasi atau lembaga. Struktur organisasi laboratorium fisika yang dikemukakan oleh (Akhsan et al., 2022) dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Kepala Laboratorium/Penanggung Jawab Laboratorium

Orang yang bertanggung jawab atas laboratorium fisika harus

memiliki pemahaman yang kuat dalam bidang ilmu yang relevan.

2. Teknisi Laboratorium

Tenaga yang membantu kepala laboratorium, terutama dalam menyiapkan peralatan dan bahan praktikum, serta dalam merawat peralatan dan bahan.

3. Asisten Laboratorium/Laboran

Tenaga yang membantu kepala laboratorium dalam mengelola bahan dan peralatan, serta dalam mendukung kegiatan praktikum.

Suatu manajemen laboratorium akan berjalan lebih efektif ketika didukung oleh struktur organisasi yang melibatkan dewan pengelola yang bertugas sebagai pembimbing dan penasihat. Dewan pengelola terdiri dari para senior atau profesor yang memiliki kompetensi yang sesuai dengan kegiatan laboratorium yang bersangkutan (Nafrin & Hudaidah, 2021).

Ketua Laboratorium dalam jurusan pendidikan fisika yang dijelaskan oleh (Budiada & Lasia, 2014) memiliki tugas dalam mengelola operasional laboratorium dan juga mengawasi tiga penanggung jawab ruangan, yaitu laboratorium fisika dasar, laboratorium fisika lanjut, dan laboratorium bengkel. Wewenangnya menetapkan kebijakan, mengatur prosedur, dan membuat keputusan, seperti menetapkan aturan, mengawasi staf laboratorium, memberikan bimbingan, mengevaluasi layanan, dan mengembangkan layanan. Sedangkan Penanggung jawab ruangan bertanggung jawab atas pemeliharaan peralatan dan fasilitas laboratoriumnya, mengorganisir praktikum, dan memberikan pelayanan yang optimal kepada pengguna laboratorium.

Penempatan laboran yang sesuai dengan kompetensinya (*the right capabilities and the right place*) adalah kunci. Kompetensi

seorang laboran dapat diperoleh melalui pendidikan formal, pembelajaran mandiri melalui literatur ilmiah dan teknologi, studi panduan peralatan, dan pengalaman praktis. Tugas-tugas yang diberikan kepada laboran di Jurusan Pendidikan Fisika adalah sebagai berikut:

1. Laboratorium Fisika Dasar

Tempat di mana teori dasar diuji dan diuji, serta praktikum fisika dasar dijalankan, dikelola oleh seorang laboran dengan latar belakang pendidikan fisika (S.Pd.).

2. Laboratorium Fisika Lanjut

Tempat yang menangani praktikum-praktikum fisika modern dan aplikatif seperti elektronika dasar I dan II, dioperasikan oleh seorang laboran yang memiliki latar belakang keilmuan dalam bidang elektronika, dengan gelar Sarjana Sains (S.Si.) dan kemudian melanjutkan pendidikan S1 dalam manajemen ekonomi (S.E.).

3. Laboratorium Bengkel

Tempat yang bertugas dalam pembuatan alat peraga dan instalasi listrik untuk mendukung proses pendidikan, dijalankan oleh seorang laboran yang memiliki pengetahuan teknik mesin.

Pembagian tugas seperti yang disebutkan di atas sudah sesuai, namun perlu diperbaiki karena jumlah laboran yang bertugas tidak seimbang dengan beban kerja yang harus ditangani. Oleh karena itu, kerja sama antara laboran-laboran menjadi diperlukan untuk memastikan semua tugas terlaksana dengan baik (Lubis, 1997).

Seperti yang dijelaskan dalam struktur organisasi di atas, setiap laboran bertanggung jawab atas laboratorium yang mereka tangani. Jika hanya satu laboran yang bertanggung jawab atas pelayanan

praktikum dan peminjaman alat, maka layanan tersebut mungkin tidak optimal. Oleh karena itu, diperlukan penataan ulang penugasan laboran, seperti menunjuk laboran sebagai koordinator yang bertanggung jawab atas ruangan, sementara laboran lainnya membantu koordinator dalam menjalankan praktikum.

Kerjasama antara laboran dalam pelaksanaan praktikum dapat ditingkatkan dengan cara membagi tugas di antara mereka. Sebagai contoh, satu laboran bertugas mengurus administrasi, seperti menerima bon peminjaman dari kelompok praktikan, memeriksa alat yang dipinjam, menyerahkan alat, dan mengambil tanda tangan dari peminjam. Laboran lainnya bertanggung jawab untuk mengambil dan mengembalikan peralatan, serta menyerahkannya ke bagian administrasi. Selama praktikum berlangsung, laboran bekerja sama dengan dosen pengampu untuk mengawasi jalannya praktikum. Pada akhirnya, laboran membantu dalam proses pengembalian alat dari praktikan.

Dalam kaitannya dengan struktur organisasi dan pengelolaan laboratorium, staf atau personel laboratorium bertanggung jawab atas efektivitas dan efisiensi operasional laboratorium, termasuk fasilitas, peralatan, dan bahan praktikum. Di Sekolah Menengah Atas, biasanya laboratorium dikelola oleh seorang kepala laboratorium yang dipilih dari kalangan guru Fisika, dan selain itu terdapat juga seorang teknisi laboratorium. Tugas teknisi laboratorium meliputi membantu dalam penyediaan bahan dan peralatan praktikum, melakukan pemeriksaan rutin, serta melakukan pemeliharaan dan penyimpanan peralatan dan bahan. Peran laboratorium dalam pembelajaran sains/fisika sangat mempengaruhi hasil belajar siswa dalam bidang Fisika. Dalam konteks struktur organisasi dan manajemen laboratorium, staf atau personel laboratorium memiliki tanggung jawab terhadap kelancaran dan efisiensi operasional laboratorium, termasuk fasilitas, peralatan, dan bahan praktikum. Di Sekolah Menengah Atas, umumnya laboratorium dipimpin oleh seorang kepala

laboratorium yang biasanya dipilih dari kalangan guru Fisika, dan biasanya terdapat juga seorang teknisi laboratorium. Tugas teknisi laboratorium meliputi membantu dalam penyediaan bahan dan peralatan praktikum, melakukan pemeriksaan rutin, serta melakukan pemeliharaan dan penyimpanan peralatan dan bahan. Pentingnya peran laboratorium dalam proses pembelajaran sains atau fisika sangat memengaruhi pencapaian hasil belajar siswa di bidang tersebut. (Bore, 2023).

B. Struktur Organisasi Laboratorium Tingkat Universitas dan Tingkat Sekolah



Gambar 2. 3 Struktur Organisasi Laboratorium Tingkat Universitas dan Tingkat Sekolah

Sumber: (Universitas Airlangga, 2019)

Secara singkat, laboratorium diartikan sebagai tempat bekerja untuk kepentingan penelitian ilmiah (Gustini, N., & Wulandari, 2020). Laboratorium digunakan untuk pengamatan, percobaan, serta pengujian konsep pengetahuan dan teknologi (Harefa, dkk, 2021).

Pengelolaan laboratorium merupakan suatu usaha untuk menjalankan suatu laboratorium. Keberhasilan suatu laboratorium tergantung pada beberapa faktor. Peralatan pengujian tingkat lanjut dengan staf khusus tidak selalu berfungsi dengan baik. Oleh karena itu perlu adanya manajemen laboratorium yang mampu mengelola segala sesuatunya, menggunakan fasilitas yang ada secara efektif dan efisien, serta mempunyai disiplin dan pengelolaan laboratorium yang baik (Irjus., Indrawan., Safita Reny., Novalyan., Devie., dkk).

Manajemen laboratorium adalah kegiatan menggerakkan sekelompok orang, keuangan, peralatan, fasilitas dan segala obyek fisik lainnya secara efektif dan efisien untuk mencapai tujuan dan sasaran tertentu yang diharapkan agar hasil maksimal. Beberapa sekolah sudah melakukan manajemen laboratorium dengan baik, misalnya seperti adanya penanggung jawab laboratorium, penempatan alat dan bahan sesuai tempatnya. Dalam pelaksanaan tentang penggunaan laboratorium, adanya data tata tertib laboratorium, adanya struktur penanggung jawab laboratorium. Selain itu ada juga manajemen alat dan bahan, penempatan alat dan bahan sudah sesuai dengan kriteria laboratorium dengan disimpan pisah-pisah atau terklasifikasi agar nantinya mudah mencari saat kita membutuhkan. Indikator lainnya yang mempengaruhi kualitas manajemen laboratorium yaitu pengorganisasian yang harus sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Standar Sarana dan Prasarana Untuk SD/MI, SMP/MTs, dan SMA/MA. Pengorganisasian dari beberapa aspek yang meliputi penyusunan struktur organisasi laboratorium, mengatur tata kelola ruangan laboratorium yang disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran, jadwal kegiatan dan penggunaan laboratorium yang disesuaikan dengan jadwal pelajaran di kelas, kegiatan administrasi serta pengaturan penyimpanan alat dan bahan laboratorium, adapun pengorganisasian untuk keselamatan kerja selama melakukan praktik seperti penyusunan tata tertib di

dalam laboratorium dan tersedianya kotak P3K di laboratorium (Iryus., Indrawan., Safita Reny., Novalyan., Devie., dkk).

Menjalankan laboratorium memerlukan organisasi atau staf profesional. Sesuai dengan peraturan Kementerian Pendidikan Nasional No.26 Tahun 2008 tentang “Standar Personil Laboratorium” meliputi: ketua, teknisi dan asisten laboratorium. Dimana ketiga energi tersebut ada gelar sendiri. Apabila syarat-syarat tersebut terpenuhi maka penggunaan atau pengelolaan laboratorium akan baik dan efektif (Masrikhiyah, 2019).

Tugas laboran adalah membantu mengarahkan praktikan agar praktikum yang dilakukan berjalan dengan lancar. Selain seorang laboran, guru juga berperan penting saat berjalannya praktikum (Gea. A. P., Vina. Z. N., Era. C., Amalia. R. I., Lailatul. N., Alex. H., 2023).

1. Struktur Organisasi Laboratorium Tingkat Sekolah

Dalam laboratorium perlu adanya struktur organisasi. Manajer atau karyawan laboratorium bertanggung jawab terhadap efektifitas dan efisiensi laboratorium, termasuk sarana, alat dan perlengkapan praktikum. Di sekolah menengah, laboratorium biasanya dikelola oleh satu orang koordinator laboratorium (Amalatus., dkk, 2021).

Depdiknas menyatakan dalam struktur laboratorium hendaknya dibuat struktur pengelola laboratorium yang berada di sekolah. Penanggungjawabnya adalah kepala sekolah, oleh karena itu kepala sekolah hendaknya mengetahui dan memahami pentingnya laboratorium IPA untuk mengoptimalkan proses pembelajaran. Bentuk struktur organisasi laboratorium yang disarankan adalah kepala sekolah sebagai penanggungjawab, wakil kepala bidang kurikulum/sarana, pengelola laboratorium, penanggungjawab teknis, laboran, serta guru mata pelajaran IPA (Wakidi, 2022).

Pada tingkat manajerial sekolah, orang yang kompeten sumber daya sekolah adalah segala sesuatu yang berada dan memiliki oleh sekolah tersebut dalam upaya untuk memberikan pelayanan yang maksimal agar dapat tercapai dan tercipta proses pembelajaran dengan baik dan dapat menghasilkan output/outcome yang berkualitas (Wakidi, 2022).

Pelaksanaan kegiatan di laboratorium IPA memacu program kerja yang telah disusun. Guru dan laboran serta pengguna laboratorium harus patuh mengikuti program kerja yang telah dirancang. Hal ini perlu dilakukan agar tujuan proker dapat terlaksana dengan baik. Setelah akhir ajaran semester harus terdapat pelaporan yang benar. Seluruh kegiatan di sekolah termasuk dalam laboratorium IPA harus selalu diperhatikan oleh kepala sekolah. Kepala sekolah melakukan pengawasan dan pengontrolan terhadap pelaksanaan program kerja laboratorium. Selain itu, kepala sekolah juga memberikan motivasi-motivasi untuk guru dan laboran. Kepala sekolah menjadi tingkat paling tinggi dalam struktur organisasi sekolah (Sari. A. H., dkk, 2023).

Saat pelaksanaan praktikum di dalam laboratorium sekolah, pengelola laboratorium dan guru harus membimbing dan mendampingi peserta didik agar kegiatan dapat berjalan dengan baik dan lancar. Kegiatan tersebut termasuk kedalam Standar Operasional Prosedur (SOP) yang bertujuan untuk membantu memudahkan jalannya kegiatan pengelolaan laboratorium sehingga dapat mengawasi perilaku peserta didik dan mengatur semua kegiatan yang sedang dilakukan di laboratorium (Ramadhan. T., & Suryanto. S., 2020).

Sebuah sekolah yang memenuhi mutu pelajaran yang baik harus didukung dengan sumber daya sekolah yang baik. Dengan sumber daya manusia itulah sekolah dalam melahirkan lulusan siswa yang berkualitas. Faktor yang dapat

mempengaruhi pembelajaran yang berkualitas antara lain: (Wakidi, 2022).

1. Pentingnya peralatan bagi sekolah untuk pembelajaran
2. Pentingnya dana untuk pengadaan peralatan sekolah
3. Pentingnya dana untuk gaji guru dan petugas sekolah.

Dalam pengelolaan laboratorium meliputi beberapa aspek yaitu: (Yuni, 2019).

1. Perencanaan, kaitannya dengan rencana program kerja kepala laboratorium selaku pengelola tentunya diputuskan dengan musyawarah.
2. Pengorganisasian hubungannya dengan struktur organisasi pada laboratorium itu sendiri guna pencapaian tujuan madrasah dalam penggunaan laboratorium. Dengan kata lain tujuan yang ingin dicapai harus jelas.
3. Pelaksanaan dalam hal ini merealisasikan program kerja yang telah dimusyawarahkan pengelola laboratorium, misalnya: penataan ruangan, tata tertib, SOP, pelaksanaan kegiatan . dalam penelitian ini dititik beratkan pada controlling pada pengelolaan laboratorium IPA.

Agar laboratorium dapat digunakan seoptimal, efektif dan efisien tentunya diperlukan pengelolaan. Pengelolaan laboratorium sangat dibutuhkan untuk membantu dalam pengelolaan laboratorium baik pengguna secara langsung maupun yang tidak terlibat secara langsung. Pengawasan dapat dilakukan oleh seluruh warga sekolah, dari instansi terkait, pengawas sekolah, kepala sekolah, kepala tata usaha sekolah, wakil kepala sekolah urusan kurikulum, urusan sarana prasarana, kesiswaan, hubungan masyarakat, seluruh dewan guru, satpam, kebersihan sekolah (Yuni, 2019).

2. Struktur Organisasi Laboratorium Tingkat Sekolah

Suatu manajemen lab yang baik memiliki sistem organisasi yang baik, uraian kerja (job description) yang

jelas, pemanfaatan fasilitas yang efektif, efisien, disiplin, dan administrasi lab yang baik pula. Bagaimana mengelola Lab dengan baik, adalah menjadi tujuan utama, sehingga semua pekerjaan yang dilakukan dapat berjalan dengan lancar. Dalam penanganannya harus dikelola oleh Kepala Laboratorium yang ahli, terampil di bidangnya dan berdedikasi tinggi serta penuh tanggung jawab, termasuk peranan tenaga laborannya yang bertanggung jawab atas semua kegiatan operasional yang dilakukan di laboratorium (Indra, 2019).

Keamanan dan keselamatan laboratorium, serta keselamatan kerja di laboratorium merupakan faktor penting dalam pengelolaan (manajemen) laboratorium. Hal ini perlu perhatian dari penanggung jawab kegiatan laboratorium. Penanggung jawab pelaksana kegiatan tidak boleh membiarkan praktikan melakukan kegiatan tanpa pengawasan dan bimbingannya. Oleh sebab itu, penanggung jawab pelaksana kegiatan laboratorium harus bertanggung jawab atas keamanan dan keselamatan laboratorium pada umumnya serta keselamatan kerja praktikan, sehingga tujuan dari manajemen pengelolaan ini dapat tercapai yaitu supaya didapatkan laboratorium yang aman dan nyaman bagi pengguna, pemakai serta yang terlibat dalam laboratorium tersebut (Indra, 2019).

Aspek pengorganisasian digunakan untuk mengukur fungsi organisasi pada sebuah laboratorium karena sebuah organisasi tidak dapat berjalan sebagaimana mestinya apabila orang-orang dalam organisasi tersebut tidak menjalankan tugas dan fungsinya dengan baik (Silvia., Fitria Ika Aryanti, 2022). Menurut Gunawan (2022) dalam manajemen laboratorium diperlukan struktur organisasi seperti kepala laboratorium dan asisten laboratorium serta dosen pembimbing praktikum.

Aspek pengawasan merupakan aspek yang penting dalam memastikan setiap anggota organisasi dapat bersinergi satu

sama lain untuk mencapai sasaran dan tujuan organisasi. Tujuan dilakukannya pengawasan ini untuk mengevaluasi hasil kerja, menghindari hal-hal yang tidak diinginkan, dan memberikan sanksi tegas apabila hal-hal yang tidak diinginkan tersebut terjadi. Pada aspek pengawasan dilakukan observasi pada pengawasan yang dilakukan oleh kepala laboratorium, personel laboratorium serta dosen praktikum (Silvia., Fitria Ika Aryanti, 2022).

Pembagian tugas dan tanggung jawab hendaknya terstruktur dengan jelas beserta pendelegasian tugas untuk setiap pengelola. Struktur organisasi laboratorium di program studi Fisika berada di bawah Ketua/Sekertaris jurusan, pengelola laboratorium terdiri dari kepala laboratorium dan satu orang laboran (Nurun Nayiroh., & Kusairi, 2019).

Salah satu unsur dalam manajemen adalah pengawasan. Definisi dari controlling adalah upaya terstruktur dan sistematis yang dilakukan oleh seorang pengawas/ pimpinan dalam rangka menilai adanya berbagai penyimpangan yang keluar dari perencanaan organisasi. Fungsi pengawasan dalam organisasi adalah langkah penting untuk upaya berbagai perbaikan agar kembali pada jalur perencanaan organisasi. Tugas pengawasan ini dilakukan oleh kepala laboratorium. Kepala laboratorium melakukan pengawasan terhadap penggunaan alat dan bahan, pengawasan terhadap administrasi, pengawasan terhadap aktivitas laboratorium dan kegiatan praktikum serta rapat internal yang membahas situasi di laboratorium (Dais Iswanto., & Mulyono. H. B., 2021).

C. Fungsi dan Manfaat Organisasi Laboratorium



Gambar 2. 4 Fungsi dan Manfaat Organisasi Laboratorium

Sumber: (Universitas Trunojo Madura, 2023)

Pengendalian, menjalankan, atau mengurus manajemen merupakan sebuah prinsip pengelolaan. Di mana dalam proses pengurusan manajemen yang mencakup kegiatan perencanaan, pengorganisasian, dan pengelolaan merupakan sebuah cara yang efektif dalam mengelola sumber daya yang ada dalam sebuah sasaran manajemen. Mengatur dan memelihara alat dan bahan, menjaga disiplin laboratorium, pemberdayaan laboratorium serta keselamatan laboratorium merupakan salah satu upaya dalam pengelolaan laboratorium. Dapat diartikan bahwa pengelolaan laboratorium meliputi proses perawatan, pengadministrasian, pengamanan, perencanaan untuk mengembangkan laboratorium secara efektif dan efisien sesuai dengan apa yang diharapkan. Dalam pengelolaan laboratorium yang bertujuan untuk keselamatan yang terlibat dalam kegiatan laboratorium dan lingkungannya. (Wulandari, 2020)

Manajemen laboratorium merupakan suatu usaha untuk mengelola laboratorium agar memiliki tata kelola yang baik. Pengelolaan laboratorium dapat dikelola dengan baik, sangat ditentukan oleh beberapa faktor yang saling berkaitan satu dengan yang lainnya. Beberapa alat-alat laboratorium yang canggih, dengan staf profesional yang terampil belum tentu dapat beroperasi dengan baik, jika tidak didukung oleh adanya manajemen laboratorium yang baik. Oleh karena itu, manajemen laboratorium adalah suatu bagian yang tidak dapat dipisahkan dari kegiatan laboratorium. Suatu manajemen laboratorium yang baik memiliki sistem organisasi yang baik, uraian kerja (*job description*) yang jelas, pemanfaatan fasilitas yang efektif, efisien, disiplin, dan administrasi laboratorium yang baik pula. Dalam melaksanakan manajemen laboratorium yang perlu adanya sistem keorganisasian yang baik juga, keberadaan struktur organisasi sangat penting, tetapi tidak akan berjalan sebuah organisasi jika yang berperan di dalam struktur tersebut tidak melaksanakan tugas sebagaimana mestinya. (Muldayanti, 2021)

Laboratorium digunakan sebagai sumber belajar akan lebih baik apabila dikelola terlebih dahulu sebelum dipergunakan oleh para penggunanya. Adanya pengelolaan yang baik dapat membantu dan memudahkan guru maupun siswa dalam penggunaan laboratorium. Pengelolaan merupakan suatu proses pendayagunaan sumber daya manusia secara efektif dan efisien dalam pengelolaan laboratorium IPA, untuk mencapai suatu sasaran yang diharapkan secara optimal dengan memperhatikan keberlanjutan fungsi sumber daya manusia itu sendiri. Pengelolaan laboratorium yang efektif harus memenuhi kriteria perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, pengawasan, dan evaluasi. (Nahdiyaturrahmah & Pujani, 2020)

Peningkatan Sumber Daya Manusia (SDM) merupakan sebagian prinsip dasar yang harus diperhatikan dan dipenuhi dalam rangka pengelolaan laboratorium secara tepat. Setiap

laboratorium pasti memiliki sumber daya manusia yang berperan mengelola aktivitas laboratorium dan fasilitas pendukungnya. Komponen pengelola laboratorium yang memiliki tanggung jawab merupakan sebuah apresiasi yang baik yang ditunjang atau sesuai dengan kompetensi yang dimiliki oleh laboran yang akan membuat kinerja laboratorium menjadi lebih efektif. (Wulandari, 2020)

Laboratorium sebagai pusat sumber belajar praktik berperan mendorong efektivitas serta optimalisasi proses pembelajaran melalui penyelenggaraan berbagai fungsi yang meliputi fungsi layanan, fungsi pengadaan/pengembangan media pembelajaran, fungsi penelitian dan pengembangan serta fungsi lain yang relevan untuk peningkatan efektivitas dan efisiensi pembelajaran. Pada ISO 17025 dikatakan bahwa laboratorium atau organisasinya harus merupakan suatu kesatuan yang secara legal dan dapat dipertanggung jawabkan, memiliki sistem manajemen/manajerial dan teknis yang memadai, memiliki SDM yang cukup pada posisi sesuai dengan kemampuan/sertifikatnya. Laboratorium sebagai sarana penunjang perlu didukung oleh layanan yang baik. Layanan yang baik berarti mutu manajemen laboratoriumnya baik. Mutu manajemen yang baik tercermin dari manajemen material yang baik, manajemen peralatan yang baik, fisik gedung yang baik, lingkungan yang kondusif, SDM yang berkompeten, dan prosedur yang terstandarisasi. (Sholikhah, 2020)

Pengelola Laboratorium, dalam pengelolaan laboratorium merupakan suatu komponen yang terpenting dalam laboratorium. Kelompok pengelolaan ini merupakan manusia atau sumber daya (SDA) yang secara penuh bertanggung jawab dalam mobilitas laboratorium. Pada peraturan Pemerintah Pendidikan Nasional No 26 Tahun 2008 standar tenaga laboratorium pada jenjang madrasah atau sekolah yang terdiri dari kepala labotorium, laboran, dan teknisi, yang mana beban kerja pengelola laboratorium disesuaikan dengan jumlah dari siswa yang melakukan 27 kegiatan praktikum dalam proses belajar

mengajar dan jumlah siswa serta guru atau tenaga pengajar yang tergabung dalam kelompok ilmiah remaja (KIR). Di mana dalam tugasnya komponen pengelolaan laboratorium harus memahami dan mengerti tupoksi yang menjadi tanggung jawabnya. Dengan adanya pemahaman yang baik tentang tupoksi-tupoksi pengelolaan laboratorium maka diharapkan komponen ini saling bekerja sama untuk keberlangsungan keberadaan laboratorium sesuai dengan fungsinya dalam proses belajar mengajar. (Wulandari, 2020)

Terdapat enam unsur dalam pengelolaan laboratorium, yaitu perencanaan (*planning*), pengaturan (*organizing*), pencatatan (*administrating*), pemeliharaan (*maintenance*), keselamatan laboratorium, dan pendanaan (*funding*). Unsur yang pertama dalam pengelolaan laboratorium adalah perencanaan. Tanpa sebuah perencanaan, laboratorium hanya akan berjalan di tempat dan tidak akan tumbuh dan berkembang. Tanpa ada sebuah perencanaan yang matang terhadap pengelolaan laboratorium (baik yang berkaitan dengan aplikasi teori keilmuan, pengujian teoretis, pembuktian uji coba, penelitian, dan sebagainya), maka laboratorium bisa diibaratkan sebagai suatu organisme yang hanya menjalankan metabolisme basal. Dampak buruknya, semua kegiatan aplikasi teori keilmuan, pengujian teoretis, pembuktian uji coba, dan penelitian yang dilakukan di laboratorium akan selalu berjalan secara *incidental* (dadakan). Pengelolaan laboratorium tanpa adanya sebuah perencanaan akan berjalan tanpa visi dan misi yang jelas. Para pengelola laboratorium yang duduk di struktur organisasi laboratorium harus menentukan perencanaan agar kegiatan laboratorium berjalan lancar, efektif dan efisien. Untuk itu perencanaan laboratorium ditujukan untuk beberapa hal, yakni mengatur segala kegiatan yang diselenggarakan di laboratorium yang terdiri dari penelitian, uji coba (eksperimentasi), aplikasi teori di laboratorium, pengujian teori, dan lain sebagainya serta menentukan indikator keberhasilan dalam setiap tahapan dari kegiatan yang direncanakan. (Gustini, 2020)

Unsur yang kedua dalam pengelolaan laboratorium adalah pengaturan. Para pengelola (individu-individu yang duduk di struktur organisasi laboratorium) harus melaksanakan pengaturan laboratorium. Pasalnya, pengaturan merupakan upaya untuk menjalankan kegiatan laboratorium sebagaimana fungsinya sesuai dengan harapan yang diinginkan oleh semua pihak. Pengaturan laboratorium mencakup dua hal pokok, yaitu *setting* secara fisik, dan *regulating* (suatu pengaturan jadwal kegiatan dan penyusunan perangkat lunak untuk terlaksananya ketertiban dan keselamatan bekerja di laboratorium). *Setting* merupakan suatu kegiatan pengaturan tata letak dan penataan laboratorium, yang mencakup penempatan peralatan dan bahan-bahan laboratorium. *Setting* laboratorium hendaknya dapat memberikan dukungan yang optimal terhadap keberlangsungan kegiatan penelitian, uji teori, eksperimentasi, praktikum, dan lain-lain. Adapun prinsip yang harus diperhatikan oleh pengelola laboratorium ketika melakukan dan menentukan *setting* laboratorium yaitu keselamatan, yang dimaksudkan agar penempatan alat-alat laboratorium dan bahan laboratorium diusahakan sekecil mungkin memberikan risiko terjadinya kecelakaan. Selanjutnya yaitu efisiensi dan efektivitas yang berkaitan dengan penggunaan alat laboratorium. Dan yang terakhir yaitu kemudahan pengawasan bahwa diharapkan dapat mempermudah semua pengelola laboratorium dalam melakukan semua pengawasan terhadap semua aktivitas laboratorium. Organisasi Laboratorium Sains adalah suatu sistem kerja sama dari kelompok orang, barang, atau unit tertentu tentang laboratorium, untuk mencapai tujuan. Mengorganisasikan Laboratorium Sains berarti menyusun sekelompok orang atau petugas dan sumber daya yang lain untuk melaksanakan suatu rencana atau program guna mencapai tujuan yang telah ditetapkan dengan cara yang paling berdaya guna terhadap laboratorium. Demikian pula untuk penjadwalan praktikum dan tata tertib di laboratorium itu tersendiri disusun dengan semaksimal mungkin agar dapat mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Perlu adanya pembagian tugas yang jelas bagi para personil petugas di laboratorium itu sendiri, dengan maksud

agar tidak terjadi tumpang tindih pada pelaksanaan kegiatan dan dapat berjalan dengan lancar. (Gustini, 2020)

Unsur yang ketiga dalam pengelolaan laboratorium adalah pencatatan. Proses ini mencakup kegiatan mendaftar semua fasilitas, alat, dan bahan yang ada berdasarkan kategori tertentu (atau sesuai dengan peraturan yang berlaku). Pencatatan sangat dibutuhkan dalam pengelolaan laboratorium dan harus ada dalam manajemen pengelolaan laboratorium. Pencatatan dalam pengelolaan laboratorium dapat dilakukan terhadap semua hal yang berkaitan dengan laboratorium, mulai dari peralatan laboratorium, kegiatan-kegiatan laboratorium, tenaga pengajar laboratorium, para peserta, sponsor, mitra kerja sama, keuangan, dan lain sebagainya. Pencatatan tersebut juga bisa dilakukan hanya terhadap hal-hal pokok dalam laboratorium. Misalnya, seluruh kegiatan laboratorium, peredaran keuangan, dan peralatan laboratorium. Selain itu, pencatatan terhadap para pemakai alat-alat laboratorium dan riwayat alat yang dipakai di laboratorium juga sangat diperlukan. Catatan ini biasanya dibuat dalam bentuk kartu alat. Kartu alat merupakan data spesifikasi alat, prosedur penggunaan, catatan pemakaian, dan riwayat servis atau perbaikan kerusakan, serta keberadaan suku cadang atau *consumable part*. Kartu alat biasanya diletakkan dekat atau digantungkan pada alat laboratorium. Manfaat dari adanya kartu alat laboratorium adalah untuk lebih memudahkan proses pengawasan. Dengan adanya kartu ini, setiap pemakai dapat memeriksa kondisi alat berdasarkan spesifikasi dan kelengkapan yang tercantum dalam kartu alat tersebut. Selain itu, pencatatan mengenai bahan laboratorium juga sangat penting dilakukan oleh pengelola laboratorium. Tujuannya adalah untuk mengetahui jenis dan jumlah bahan serta masa kadaluarsanya. Dengan mengetahui jenis dan jumlah bahan, maka pengelola laboratorium akan dapat memperkirakan dan memprioritaskan bahan yang akan dibeli. Bahan-bahan dengan jumlah yang sedikit dan sudah kadaluarsa adalah yang menjadi prioritas utama kebutuhan. Dengan pengelolaan administrasi

bahan yang baik, kita dapat menghindari kemungkinan dari pembelian ulang bahan yang sama. Dengan adanya pencatatan, maka keberadaan data alat dan bahan dalam catatan dapat menjadi sumber kajian bagi para pengelola laboratorium untuk mempelajari potensi laboratorium yang dikelolanya. Berdasarkan catatan alat yang ada, misalnya, dapat dikembangkan kegiatan-kegiatan produktif yang relevan. (Gustini, 2020)

Unsur yang terakhir dalam pengelolaan laboratorium adalah pendanaan. Kegiatan laboratorium tidak akan berjalan lancar, efektif, dan efisien tanpa diiringi dengan pendanaan yang baik dan terperinci, sekalipun laboratorium tersebut memiliki persediaan keuangan yang sangat besar (banyak). Berkaitan dengan pendanaan, para pengelola laboratorium harus mengatur pengeluaran keuangan laboratorium berdasarkan dua hal pokok, yaitu kebutuhan laboratorium dan skala prioritas laboratorium. (Gustini, 2020)

D. Manajemen Operasional Laboratorium



Gambar 2. 5 Manajemen Operasional Laboratorium
Sumber: (Fungsi.co.id, 2023)

Untuk mengelola laboratorium yang baik harus dipahami perangkat-perangkat manajemen laboratorium, yaitu:

1. Tata ruang
2. Alat yang baik dan terkalibrasi
3. Infrastruktur
4. Administrasi laboratorium
5. Organisasi laboratorium
6. Fasilitas pendanaan
7. Inventarisasi dan keamanan
8. Pengamanan laboratorium
9. Disiplin yang tinggi
10. Keterampilan SDM
11. Peraturan dasar
12. Jenis-jenis pekerjaan.

Perangkat manajemen laboratorium tersebut jika dikelola secara maksimal akan mendukung manajemen laboratorium yang bagus, oleh karena itu manajemen laboratorium bisa dipahami sebagai tindakan pengelolaan yang kompleks dan tersusun.

Dari perangkat-perangkat manajemen laboratorium yang telah dipaparkan di atas berikut adalah penjelasan lebih lanjutnya:

1. Tata ruang

Pada laboratorium penataan ruangan harus sedemikian rupa sehingga dapat berfungsi dengan baik. Penataan ruang yang baik harus dimulai sejak perencanaan gedung hingga proses bangunan tersebut layak pakai, untuk tata ruang yang baik disarankan mempunyai:

- a. Pintu masuk, pintu keluar dan pintu darurat.
- b. Ruang persiapan
- c. Ruang peralatan
- d. Ruang penyimpanan
- e. Ruang staf
- f. Ruang teknisi

- g. Ruang pelaksanaan praktikum
- h. Ruang prasarana kebersihan
- i. Lemari praktikan
- j. Lemari gelas
- k. Lemari alat-alat optik
- l. Pintu jendela diberi kawat kasar. *fan* (untuk dehumidifier)
- m. Ruang ber-AC untuk alat-alat yang memerlukan persyaratan tertentu.

2. Alat yang berfungsi dan terkalibrasi

Pemahaman peralatan laboratorium hal yang wajib dipahami oleh petugas laboratorium terutama ketika menggunakan peralatan tersebut. Diharapkan terdapat petunjuk cara pengoperasian alat tersebut pada modul atau buku petunjuk. Pada alat yang digunakan harus dalam kondisi siap pakai, bersih, berfungsi baik dan terkalibrasi. Peralatan laboratorium sebaiknya digolongkan berdasarkan fungsinya. Alat-alat dibersihkan dan disusun pada tempatnya semula setelah digunakan dan disarankan diberikan penutup agar alat tidak mudah berdebu, kotor ataupun rusak.

3. Infrastruktur laboratorium

Sarana Utama dan Sarana Pendukung dalam sebuah laboratorium merupakan elemen vital dalam memastikan keberlangsungan operasi yang efisien dan aman. Sarana Utama mencakup berbagai aspek mulai dari lokasi laboratorium hingga detail konstruksi fisiknya. Ini termasuk pintu utama dan pintu darurat, jenis meja kerja/pelataran, atap, dinding, lantai, pintu, lampu, kamar penangas, sistem pembuangan limbah, ventilasi, AC, tempat penyimpanan, lemari bahan kimia, alat optik, timbangan, dan instrumen lainnya. Sedangkan Sarana Pendukung mencakup aspek ketersediaan energi listrik, gas, air, serta alat komunikasi dan keamanan seperti pemadam kebakaran.. Keduanya harus dirancang dan dipelihara dengan cermat untuk memastikan lingkungan kerja yang aman, efisien, dan sesuai dengan standar keselamatan yang berlaku.

4. Administrasi Laboratorium

Administrasi laboratorium merupakan serangkaian kegiatan yang meliputi beragam aspek administratif di dalam laboratorium. Ini termasuk inventarisasi peralatan laboratorium, mencatat kebutuhan akan alat baru, alat tambahan, peralatan yang rusak, serta peralatan yang dipinjam atau dikembalikan. Surat masuk dan keluar juga menjadi bagian penting dalam administrasi laboratorium, demikian juga dengan daftar pemakai laboratorium yang sesuai dengan jadwal kegiatan praktikum atau penelitian. Selain itu, serta peralatan meubelair seperti kursi, meja, dan lemari. Evaluasi dan pelaporan kegiatan laboratorium dilakukan secara rutin, dengan laporan kepada pimpinan laboratorium, PDII, Ketua Program Studi, atau Dekan. Evaluasi dan pelaporan dilakukan setiap semester atau setahun sekali, sesuai dengan kebutuhan, untuk memantau kegiatan laboratorium dan merencanakan perbaikan serta pengembangan yang diperlukan. Kegiatan administrasi ini dilakukan secara teratur dan berkala untuk menjaga kelancaran operasional laboratorium.

5. Organisasi laboratorium

Organisasi laboratorium mencakup struktur organisasi, deskripsi pekerjaan, serta susunan personel yang bertanggung jawab atas pengelolaan laboratorium. Kepala Laboratorium menjabat sebagai penanggung jawab tertinggi di dalam laboratorium, bertanggung jawab atas semua kegiatan dan peralatan di dalamnya. Anggota laboratorium di bawah Kepala Laboratorium harus bertanggung jawab penuh atas pekerjaan yang mereka emban. Untuk mengantisipasi dan menangani kerusakan peralatan, keberadaan teknisi yang memadai sangat diperlukan. Dengan demikian, struktur organisasi laboratorium mencakup peran penting dari Kepala Laboratorium hingga teknisi, memastikan kelancaran operasional dan keberlangsungan aktivitas laboratorium.

6. Fasilitas pendanaan

Pentingnya ketersediaan dana dalam menjalankan operasional laboratorium tidak bisa dipandang sebelah mata. Tanpa dana yang memadai, aktivitas di laboratorium bisa tersendat bahkan bisa lumpuh sama sekali. Sumber dana untuk operasional laboratorium bisa berasal dari berbagai tempat, seperti SPP, anggaran rutin/DIP, kerjasama dengan institusi lain dalam bidang penelitian atau pengembangan, atau bahkan dari badan-badan internasional seperti JICA atau proyek pinjaman ADB. Ada juga kemungkinan mendapatkan dana operasional melalui hibah-hibah dari kompetisi tertentu.

Namun, selain upaya pimpinan institusi dalam memperjuangkan dana, penting juga bagi laboratorium itu sendiri untuk memiliki kemampuan mengusahakan dana sendiri. Hal ini bisa dilakukan melalui berbagai kegiatan seperti penelitian, pembimbingan tugas akhir/tesis mahasiswa, atau kegiatan layanan masyarakat. Tanpa adanya anggaran rutin, kemampuan laboratorium untuk menjalankan kegiatan operasional dengan baik akan terhambat. Oleh karena itu, upaya untuk mencari dan mengelola dana menjadi kunci utama dalam menjaga kelancaran operasional laboratorium.

7. Inventaris dan keamanan

Kegiatan inventarisasi dan keamanan laboratorium merupakan aspek penting dalam menjaga kelancaran operasional dan keamanan peralatan serta barang-barang yang digunakan di dalamnya. Inventarisasi ini meliputi pencatatan semua peralatan laboratorium beserta sumber dana yang digunakan untuk memperolehnya. Selain itu, keamanan peralatan laboratorium juga harus diperhatikan dengan serius. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua peralatan tetap berada di dalam laboratorium. Setiap kali ada peralatan yang dipinjam, harus ada jaminan dari peminjamnya. Jika terjadi kehilangan atau pencurian peralatan, hal ini harus segera dilaporkan kepada kepala laboratorium.

8. Pengamanan laboratorium

Tanggung jawab penuh terhadap segala kecelakaan yang mungkin timbul di laboratorium merupakan tanggung jawab kolektif bagi Kepala Laboratorium, anggota laboratorium, termasuk asisten. Oleh karena itu, kepala laboratorium sebaiknya diisi oleh individu yang kompeten di bidangnya, termasuk teknisi dan laboran.

Kerapian dalam laboratorium memerlukan koridor, jalan keluar, dan peralatan pemadam api yang bebas dari hambatan seperti botol dan kotak. Lantai harus tetap bersih dari minyak, air, atau materi lain yang dapat membuatnya licin. Kebersihan laboratorium menjadi tanggung jawab bersama para pengguna laboratorium. Setiap pengguna laboratorium harus mempertahankan konsentrasi penuh terhadap pekerjaannya, menghindari mengganggu pekerjaan orang lain, dan tidak meninggalkan percobaan yang memerlukan perhatian penuh. Tindakan pertolongan pertama harus diberikan di tempat untuk semua jenis kecelakaan, bahkan yang ringan sekalipun. Setiap laboratorium harus dilengkapi dengan kotak P3K yang selalu terkontrol isinya. Pakaian yang dilarang saat bekerja di laboratorium termasuk baju longgar, kancing terbuka, lengan panjang, kalung yang panjang, dan aksesoris lain yang dapat tersangkut oleh mesin-mesin yang bergerak. Rambut juga harus diikat rapi untuk menghindari bahaya saat bekerja dengan mesin-mesin tersebut. Berlari tidak diperbolehkan di dalam laboratorium atau koridor. Untuk menghindari tabrakan dengan orang lain yang masuk atau keluar dari pintu, berjalanlah di tengah koridor. Pintu-pintu harus dilengkapi dengan jendela pengintip untuk mencegah kecelakaan, seperti kebakaran. Alat-alat sebaiknya ditempatkan di tengah meja untuk menghindari jatuh ke lantai. Selain itu, alat-alat tersebut sebaiknya diletakkan dekat sumber listrik jika diperlukan, begitu juga dengan alat-alat yang menggunakan air atau gas sebagai sarana pendukung.

9. Disiplin yang tinggi

Pengelola laboratorium memiliki tanggung jawab untuk menerapkan disiplin yang tinggi pada semua pengguna laboratorium, termasuk mahasiswa, asisten, dan laboran/teknisi, guna mencapai efisiensi kerja yang optimal. Kedisiplinan dalam lingkungan laboratorium sangat dipengaruhi oleh pola kebiasaan dan perilaku individu. Oleh karena itu, setiap pengguna laboratorium harus menyadari tugas, wewenang, dan fungsi mereka masing-masing. Kerjasama yang baik antar sesama pengguna laboratorium sangat diperlukan agar setiap kesulitan dapat diatasi secara bersama-sama.

10. Keterampilan SDM

Pengelola laboratorium memiliki tanggung jawab untuk meningkatkan keterampilan semua tenaga laboran dan teknisi. Ini dapat dicapai melalui berbagai metode, termasuk pendidikan tambahan seperti kursus keterampilan khusus, pelatihan *workshop*, dan program magang di tempat lain. Selain itu, peningkatan keterampilan juga dapat dilakukan melalui bimbingan yang diberikan oleh staf dosen, baik di dalam laboratorium maupun antar laboratorium. Tindakan ini penting untuk memastikan bahwa tenaga kerja laboratorium tetap terampil dan terkini dalam menghadapi tuntutan yang berkembang dalam bidang mereka.

11. Peraturan dasar





Peraturan dasar yang dibuat untuk menjaga keselamatan semua orang yang ada di laboratorium seperti dilarang makan/minum, merokok, meludah, jangan panik ketika ada bencana, menamai alat-alat, memakai pakaian yang tertutup

12. Jenis-jenis pekerjaan

Penting untuk mendiskusikan berbagai jenis pekerjaan laboratorium seperti praktek, penelitian, dan layanan umum dengan Kepala Laboratorium sebelum pelaksanaannya. Hal

ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya seperti air, listrik, gas, dan peralatan laboratorium. Pemahaman ini juga membantu dalam meningkatkan efisiensi biaya operasional, tenaga, dan waktu, baik bagi pengguna maupun pengelola laboratorium. Selain itu, diskusi tersebut juga dapat meningkatkan kualitas dan keterampilan pengelola laboratorium dan laboran. Pentingnya kerja sama dalam satu tim antara pengelola laboratorium dan teknisi juga ditekankan, karena bekerja sebagai satu tim jauh lebih efektif daripada bekerja secara mandiri. Selain manfaat tersebut, diskusi ini juga dapat berkontribusi pada peningkatan pendapatan laboratorium yang bersangkutan. Dalam konteks ini, kerjasama tim dan pemahaman yang baik tentang jenis pekerjaan di laboratorium sangatlah penting untuk mencapai tujuan tersebut. (Suyanta, 2010)

E. Inventaris Laboratorium

DAFTAR GAMBAR ALAT (KATALOG) INVENTARIS LABORATORIUM IPA UPTD SMA NEGERI 1 PRAMBON							
NO	NAMA ALAT	GAMBAR	NO. KATALOG	KEGUNAAN	BAHAN	PENYIMPANAN	KET
1	CORONG		KCR 15/075 KCR 15/100	Alat bantu pemustakan cairan ke dalam botol	Kaca Boro silikat		
2	CAWAN PETRI		KCA 45	Tempat bakteri dan spesimen biologi	Kaca Boro silikat		
3	CAWAN PORSELEN		KPN 26	Tempat bahan kimia untuk di bakar	Kaca porselen		
4	BOTOL SEMPROT		KBT 12	Penyemprot air dan bahan kimia dalam bentuk larutan	Plastik polipropilen		

Gambar 2. 6 Daftar Inventaris Laboratorium IPA
Sumber: (SMA Negeri 1 Prambon, 2024)

Inventarisasi laboratorium merupakan dokumentasi seluruh sarana prasarana laboratorium dan aktivitas di dalamnya yang bertujuan untuk mencegah kehilangan atau penyalahgunaan,

memudahkan operasional dan pemeliharaan, mencegah duplikasi permintaan alat dan memudahkan pengecekan. (Prasojo, Nugroho Dwi, dkk, 2023)

Laboratorium pendidikan merupakan salah satu prasarana yang wajib dimiliki oleh universitas. Selain memfasilitasi praktikum dan tugas akhir mahasiswa, laboratorium juga berfungsi sebagai tempat penelitian dosen, maupun memberikan pelayanan dalam rangka pengabdian kepada masyarakat. Salah satu komponen penting yang ada di laboratorium adalah peralatan laboratorium. Hal-hal krusial yang berhubungan dengan peralatan laboratorium antara lain adalah inventarisasi, pendataan penggunaan, perawatan, dan pemeliharaan alat laboratorium. Sarana dan prasarana pendidikan sangat penting fungsinya dalam menunjang keberhasilan proses pembelajaran, terutama di pendidikan tinggi. Sarana pendidikan mencakup semua peralatan yang secara langsung menunjang proses pendidikan, sedangkan prasarana pendidikan menunjang proses pendidikan secara tidak langsung. Laboratorium adalah salah satu dari tujuh prasarana yang wajib dimiliki oleh perguruan tinggi (Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, 2013). Inventarisasi alat laboratorium dapat dijadikan sebagai bahan referensi bagi perawatan alat di laboratorium. Oleh karena itu, Inventarisasi alat laboratorium adalah salah satu hal yang penting yang mendukung kelancaran kegiatan di laboratorium. Pendataan alat laboratorium dapat dijadikan rujukan skala prioritas perawatan alat laboratorium dan pengadaan alat baru. (Daryono, Retno Novvitasari Hery, 2021)

Dalam rangka pengelolaan inventaris laboratorium yang efisien dan efektif perlu dibangun sebuah sistem manajemen inventaris. Sistem Manajemen Inventaris berfokus pada perekaman dan pembaharuan data juga menghasilkan laporan-laporan yang dapat membantu pengguna melakukan pengecekan status dari peralatan dan komponen-komponen yang ada di laboratorium. Sistem

inventaris otomatis dapat digunakan oleh laboran untuk menelusuri peralatan dan komponen laboratorium yang dipinjam ataupun yang telah dikembalikan oleh mahasiswa maupun instruktur. Sehingga sistem ini dapat membantu laboran dalam mencari, mengedit, menelusuri informasi mengenai peralatan dan komponen laboratorium secara otomatis dan efisien. (Eriya, dkk, 2020)

Contoh Tabel Inventarisasi Laboratorium
Inventarisasi Peralatan Laboratorium Fisika Dasar Prodi S1 Pendidikan Fisika Tahun 2024

Tabel 2. 1 Inventarisasi Peralatan Laboratorium Fisika

No	Nama Alat	Kode Alat	Spesifikasi Alat	Tahun	Kondisi	Jumlah	Keterangan	Tempat Penyimpanan
1								
2								
3								
4								
5								
dst								

Sumber: (Universitas Pendidikan Ganesha, 2018)

Prosedur dan Tanggung Jawab Inventaris Laboratorium

Contoh:

Standard Operational Procedure (SOP)

Peminjaman Alat dan Penggunaan Laboratorium

1. Tujuan

Prosedur ini dibuat untuk kegiatan penggunaan alat dan ruangan dalam kegiatan praktikum serta peminjaman alat keluar laboratorium.

2. Ruang Lingkup

Prosedur ini berlaku untuk peminjaman dan penggunaan alat laboratorium.

3. Definisi

Peminjaman alat dan penggunaan laboratorium adalah prosedur dalam melakukan peminjaman alat laboratorium dan penggunaan ruangan laboratorium oleh mahasiswa maupun dosen Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

4. Pihak terkait

- a. Dosen
- b. Laboran
- c. Mahasiswa

5. Wewenang dan Tanggung Jawab

- a. Kepala Laboratorium dibantu oleh laboran bertanggung jawab terhadap pelaksanaan praktikum prosedur ini.
- b. Laboran bertanggung jawab atas perawatan, penyimpanan, pendistribusian alat, dan pemeriksaan fungsi alat laboratorium.
- c. Mahasiswa bertanggung jawab terhadap penggunaan alat laboratorium dan ruangan selama kegiatan praktikum.
- d. Dosen bertanggung jawab terhadap pelaksanaan penggunaan alat laboratorium selama praktikum.

6. Rujukan

- a. Pedoman Akademik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- b. Panduan penggunaan Laboratorium Prodi Pendidikan Fisika.

7. Prosedur Kerja

Peminjaman alat dan penggunaan ruangan laboratorium

Sebelum Praktikum

- a) Sekretaris Prodi/Dosen Pengampu memberikan daftar kelompok praktikum dan daftar pembimbing kepada Kepala Laboratorium.
- b) Kepala Laboratorium berkoordinasi dengan sekretaris Program Studi dalam menyusun jadwal penggunaan laboratorium untuk tahun ajaran baru.
- c) Kepala Departemen Laboratorium bersama laboran membuat jadwal untuk penggunaan laboratorium terpadu disesuaikan dengan kalender akademik masing-masing prodi.
- d) Kepala Departemen Laboratorium menyampaikan jadwal penggunaan Laboratorium ke Program Studi untuk disampaikan kepada Dosen Pengampu.
- e) Dosen Pengampu menyediakan daftar hadir praktikum.
- f) Laboran selalu mengecek fungsi kelayakan alat dan kesiapan ruangan laboratorium sebelum melakukan pelayanan kepada mahasiswa. Mahasiswa meminjam ruangan H-1 sebelum jadwal penggunaan atau selambat-lambatnya 30 menit sebelum melakukan praktikum dengan syarat ada jadwal untuk prodi yang bersangkutan dan masih ada ruangan serta ada alat yang akan dipakai.
- g) Dosen Pengampu menjelaskan kontrak waktu dengan mahasiswa bahwa praktikum maksimal 120 menit.
- h) Mahasiswa menyiapkan alat dan bahan di bawah pengawasan laboran.
- i) Mahasiswa bersama laboran memeriksa ulang kelayakan alat yang dipinjam. Jika terjadi kerusakan, alat akan dikembalikan kepada laboran dan dicatat dalam buku kerusakan alat
- j) Kemudian Laboran menginput nama-nama alat ke dalam Inventarisasi Laboratorium dan Mahasiswa menyerahkan KTM sebagai jaminan.
- k) Laboran memberitahukan ruangan yang akan digunakan mahasiswa.

Selama Praktikum

- a) Mahasiswa harus menggunakan jas laboratorium, melepas sepatu sebelum masuk ruang laboratorium.
- b) Mahasiswa harus mengisi absensi daftar hadir yang disediakan mulai jam praktik sampai dengan selesainya praktik.
- c) Dosen Pengampu mengajar praktikum sesuai kompetensi serta menjelaskan cara penggunaan alat sesuai dengan fungsinya.

Setelah Praktikum

- a) Mahasiswa membersihkan alat yang telah digunakan, merapikan dan membersihkan ruangan yang telah digunakan dan mengembalikan kepada laboran.
- b) Laboran memeriksa kelengkapan dan kelayakan alat sesuai alat yang dipinjam, jika rusak/ hilang maka laboran mencatat sebagai alat yang ditinggalkan dan harus diganti oleh peminjam berupa barang yang serupa atau uang senilai barang yang rusak.
- c) Laboran memeriksa ruangan yang telah digunakan (kebersihan dan kerapian)
- d) Laboran mengembalikan KTM jika mahasiswa sudah selesai mengembalikan alat, membersihkan ruangan dan atau mengganti alat laboratorium yang rusak setelah kegiatan praktikum.

Lain-lain

- a) Sebelum menggunakan alat – alat praktikum, mahasiswa harus memahami petunjuk penggunaan alat itu, sesuai dengan petunjuk penggunaan yang diberikan atau yang disampaikan oleh penanggung jawab praktikum.
- b) Mahasiswa dan dosen harus mematuhi dan memperhatikan peringatan (*warning*) yang biasa tertera pada badan alat.
- c) Tidak melakukan aktivitas yang dapat menyebabkan kotor, coretan, goresan, kerusakan atau sejenisnya pada badan alat praktikum yang digunakan.

Peminjaman Alat dan Inventaris Laboratorium

- a) Mahasiswa mengisi format peminjaman alat yang disediakan oleh laboran yang berisi:
 - Nama Peminjam
 - Asal Prodi
 - Nomor NIM
 - Contact Person
 - Keperluan meminjam (acara, waktu, dan tempat)
 - Lama peminjaman
 - Nama alat dan jumlah
- b) Waktu peminjaman minimal 1 hari sebelum kegiatan dilaksanakan, jika membutuhkan alat steril untuk kegiatan praktikum di luar laboratorium atau untuk ujian di lahan harus memberitahu laboran minimal 2 hari sebelumnya untuk sterilisasi alat.
- c) Peminjaman alat untuk kegiatan yang tidak berhubungan dengan pembelajaran praktikum (event tertentu, mahasiswa harus mengajukan surat permohonan peminjaman alat dan inventaris laboratorium ditujukan kepada Dekan lalu diserahkan kepada Kepala Laboratorium.
- d) Laboran akan memeriksa kebenaran surat permohonan dan mempunyai hak kuasa untuk menerima dan menolak setiap surat permohonan peminjaman yang masuk terutama melihat kepentingan peminjaman alat yang diketahui oleh Kepala Laboratorium. (penolakan peminjaman didasarkan apakah kepentingan pribadi atau untuk kepentingan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam).
- e) Laboran mengarsipkan surat masuk peminjaman.
- f) Mahasiswa menyiapkan alat yang dibutuhkan (untuk kegiatan di luar praktikum).
- g) Mahasiswa dan Laboran mengecek kelayakan alat yang akan dipinjam.
- h) Mahasiswa menggunakan alat dan inventaris laboratorium dengan penuh tanggung jawab.

- i) Mahasiswa tidak diperkenankan untuk mengalih tangankan kepada pihak lain. (pihak dalam atau pihak luar prodi/ fakultas/universitas)
- j) Pemohon yang tercatat pada server peminjaman menjadi penanggung jawab terhadap alat yang dipinjamnya.
- k) Mahasiswa mengembalikan alat setelah selesai digunakan
- l) Alat diserahkan kepada laboran yang kemudian dicek kelengkapan alat sesuai kondisi awal peminjaman dan dikembalikan ke tempat alat oleh laboran.
- m) Jika ternyata pada saat pengembalian, alat tersebut dinyatakan rusak, maka peminjam wajib menggantinya sesuai perjanjian.
- n) Peminjam membubuhkan tanda tangan di buku peminjaman alat oleh laboran
- o) Laboran mengembalikan KTM kepada mahasiswa jika semua alat dan inventaris laboratorium telah dikembalikan dan sesuai kondisi awal peminjaman, maka alur peminjaman dinyatakan selesai.

(Universitas Muhammadiyah Surabaya, 2020)

F. Studi Kasus

1. Studi Kasus 1

Judul: Sistem Informasi Manajemen Laboratorium Sekolah

Link Youtube : <https://youtu.be/dF2PT4lsjTg?si=lhD8agUTI1kwWOk>

a. Latar Belakang

Laboratorium IPA menjadi fasilitas yang sangat penting dalam pendidikan, khususnya di tingkat sekolah menengah atas. Laboratorium IPA digunakan untuk melakukan praktikum yang membuat siswa mengalami secara langsung konsep-konsep yang dipelajari dalam mata pelajaran IPA, seperti biologi, kimia, dan termasuk fisika. Praktikum di laboratorium tidak hanya membantu

siswa untuk memahami teori secara lebih mendalam, tetapi juga meningkatkan minat dan motivasi belajar. Namun, pengelolaan laboratorium IPA tidaklah mudah, karena diperlukan administrasi yang baik untuk mengatur jadwal praktikum, mengelola stok bahan, merawat alat-alat laboratorium, dan mencatat kerusakan alat yang terjadi selama penggunaan. Tanpa sistem yang efisien, pengelolaan laboratorium dapat menjadi rumit dan menyita waktu.

b. Input Masalah

- 1) Bagaimana cara mengatur jadwal praktikum dan menentukan guru pembimbing praktikum secara efisien?
- 2) Bagaimana cara mencatat dan mengelola stok bahan laboratorium dengan baik?
- 3) Bagaimana sistem perawatan alat-alat laboratorium yang terorganisir?

c. Penyelesaian Masalah

- 1) Pembuatan fitur pengingat untuk mengingatkan guru pembimbing praktikum tentang jadwal praktikum mereka.
- 2) Penggunaan barcode atau RFID untuk memudahkan pelacakan stok bahan secara real-time. lalu melakukan pengimplementasi fitur peringatan otomatis untuk mengingatkan staf laboratorium saat stok bahan praktikum mendekati waktu yang kadaluarsa.
- 3) Penerapan sistem pelacakan riwayat perawatan untuk setiap alat laboratorium dan mengintegrasikan dengan sistem pengadaan untuk memudahkan penggantian alat yang rusak atau sudah usang.

d. Output

- 1) Peningkatan ketaatan waktu dan kepatuhan terhadap jadwal praktikum, sehingga guru pembimbing

- mengurangi kemungkinan keterlambatan atau absensi.
- 2) Peningkatan efisiensi dan pengelolaan stok bahan laboratorium menjadi lebih baik dan memudahkan staf laboratorium.
 - 3) Dengan catatan perawatan yang terperinci, staf laboratorium dapat merawat alat secara tepat waktu, mengurangi risiko kerusakan, serta integrasi dengan sistem pengadaan juga mempermudah penggantian alat yang rusak atau sudah usang.

e. Feedback

Sistem informasi manajemen yang dijelaskan telah dirancang untuk membantu komputerisasi administrasi laporan IPA di sekolah. Langkah-langkah yang dijelaskan memberikan pemahaman yang baik tentang penggunaan sistem tersebut, termasuk fitur-fitur seperti pengingat jadwal praktikum, manajemen stok bahan, perawatan alat, dan pelaporan kerusakan. Namun untuk meningkatkan kualitas sistem, lebih baiknya penambahan fitur pelacakan riwayat perawatan yang lebih rinci atau integrasi dengan sistem pelaporan kerusakan yang lebih efisien. Selain itu, penting juga untuk menyediakan panduan atau pelatihan tambahan bagi pengguna agar mereka dapat menggunakan sistem dengan lebih maksimal dan efektif.

2. Studi Kasus 2

Judul: Penataan Lab. IPA | Penataan Ruang Alat dan Bahan

Link Youtube : <https://youtu.be/9EhfgYIfMRQ?si=iaVRZwBYCIWWvcIV>

a. Latar Belakang

Penataan alat dan bahan dalam praktik laboratorium harus disusun dengan baik sesuai dengan jenis dan fungsinya. Hal ini penting untuk menjaga keamanan, memudahkan aksesibilitas, dan memperpanjang umur pakai alat.

Namun, pada beberapa laboratorium di sekolah, seringkali terjadi keterbatasan dalam penyediaan bahan kimia dan fasilitas penyimpanan yang memadai seperti lemari khusus bahan kimia dan lemari asam. Hal ini pula dapat menghambat kelancaran proses pembelajaran praktikum serta meningkatkan risiko keselamatan bagi para murid laboratorium. Oleh karena itu, diperlukan rencana pengadaan bahan kimia dan fasilitas penyimpanan yang memadai untuk memastikan keberlangsungan kegiatan praktikum yang aman dan efektif di MTs Darul Ulum Pambon.

b. Input Masalah

- 1) Bagaimana mengatasi hambatan yang terjadi dalam proses pemisahan dan penyimpanan alat laboratorium?
- 2) Bagaimana mengatasi kekurangan jenis bahan kimia paling dibutuhkan untuk memenuhi praktikum yang berkualitas?
- 3) Bagaimana cara penyimpanan bahan kimia bersifat keras agar menurunkan resiko keselamatan bagi para murid di laboratorium?

c. Penyelesaian Masalah

- 1) Hambatan yang terjadi dalam proses pemisahan dan penyimpanan alat laboratorium dapat diatasi dengan menggunakan label yang jelas dan sistem penataan yang terorganisir, melakukan evaluasi rutin terhadap ruang penyimpanan, serta memastikan bahwa alat-alat yang memiliki bobot lebih berat diletakkan di tempat yang lebih rendah agar mudah diambil dan disimpan.
- 2) Melakukan evaluasi kebutuhan bahan kimia berdasarkan kurikulum praktikum yang ada, identifikasi bahan kimia yang sering digunakan, dan penentuan prioritas pengadaan berdasarkan tingkat urgensi dan kepentingan praktikum.

- 3) Memastikan bahan kimia disimpan dalam wadah yang aman dan sesuai, seperti botol atau tabung khusus yang dirancang untuk menyimpan bahan kimia itu sendiri. Selain itu, bahan kimia tersebut harus ditempatkan di lemari khusus yang terbuat dari bahan yang tahan terhadap korosif dan memiliki ventilasi yang memadai untuk mencegah penumpukan uap berbahaya.

d. Output

- 1) Proses pemisahan dan penyimpanan alat laboratorium dapat menjadi lebih teratur, mudah diakses, dan aman bagi pengguna laboratorium, sehingga mengurangi risiko kecelakaan dan memastikan ketersediaan alat yang diperlukan dalam praktikum dengan baik.
- 2) Praktikum di MTs Darul Ulum Pambon dapat dilakukan dengan lancar karena bahan kimia yang dibutuhkan tersedia dengan cukup dan tepat waktu sehingga meningkatkan efektivitas pembelajaran.
- 3) Penggunaan wadah dan lemari khusus yang tahan terhadap korosif dan dilengkapi dengan ventilasi yang memadai akan membantu mencegah penumpukan uap berbahaya yang dapat meningkatkan risiko kebocoran atau kontaminasi dapat diminimalkan.

e. Feedback

Pengelolaan laboratorium IPA dengan cara memilah penyimpanan alat berjalan dengan baik. Akan lebih baik jika seluruh pengguna laboratorium memahami dengan baik cara penyimpanan alat. Kebutuhan akan bahan praktikum harus ditangani dengan cepat agar dapat menunjang pembelajaran yang efektif bagi siswa serta berkolaborasi dengan perangkat pemerintah dalam pengadaan fasilitas pelengkap demi mengurangi resiko kecelakaan pada laboratorium.

G. Latihan Soal

1. Mengapa kejelasan uraian tugas dalam struktur organisasi laboratorium sangat penting?
 - a. Untuk memperkuat hubungan interpersonal
 - b. Untuk memberikan keleluasaan dalam melaksanakan pekerjaan
 - c. Untuk mempercepat proses rekrutmen karyawan baru
 - d. Untuk memudahkan pimpinan dalam melakukan pengawasan dan pengendalian
 - e. Untuk menciptakan persaingan yang sehat di antara karyawan
 - f. Untuk meningkatkan kegiatan rekreasi di tempat kerja
2. Apa tujuan dari kegiatan inventarisasi laboratorium?
 - a. Menjaga keamanan laboratorium
 - b. Mempertahankan kerahasiaan informasi
 - c. Menciptakan persaingan antar laboratorium
 - d. Memastikan ketersediaan peralatan laboratorium
 - e. Mengatur jadwal penggunaan laboratorium
 - f. Meningkatkan pertumbuhan tanaman di laboratorium
3. Manakah dari berikut yang termasuk kegiatan administrasi laboratorium?
 - a. Mengatur jadwal penggunaan laboratorium
 - b. Menjaga keamanan laboratorium
 - c. Menyiapkan daftar kebutuhan alat baru
 - d. Mengawasi pertumbuhan tanaman di laboratorium
 - e. Menyusun laporan hasil penelitian
 - f. Membuat desain interior laboratorium
4. Pertanyaan: Apa yang menjadi fokus perhatian utama bagi pengelola laboratorium?
 - a. Penciptaan persaingan antar siswa di laboratorium
 - b. Penyediaan hiburan di dalam laboratorium
 - c. Penggunaan waktu kerja yang efisien

- d. Meningkatkan tekanan kerja bagi personal di laboratorium
 - e. Memperluas ruang lingkup tugas administratif
 - f. Memperkenalkan teknologi baru secara berkala di laboratorium
5. Berikut ini manakah yang merupakan salah satu manfaat dari organisasi laboratorium?
- a. Membentuk masyarakat yang tidak peduli terhadap pola hidup sehat.
 - b. Tidak menawarkan karier yang berkaitan dengan pengetahuan dan keterampilan.
 - c. Tidak memberikan kontribusi dalam pencapaian tujuan.
 - d. Tidak berperan sebagai cagar ilmu pengetahuan.
 - e. Menghambat perkembangan ilmu pengetahuan.
 - f. Membantu dalam mencapai tujuan dengan lebih efektif.
6. Apa yang harus dilakukan saat terjadi kebakaran di laboratorium?
- a. Mencoba memadamkan api sendiri.
 - b. Mengabaikan kebakaran kecil dan fokus pada pekerjaan.
 - c. Menghubungi petugas kebersihan.
 - d. Menghubungi petugas keamanan laboratorium.
 - e. Menghubungi departemen pemadam kebakaran setempat.
 - f. Menghubungi manajer laboratorium.
7. Apa yang dilakukan sebelum menggunakan bahan kimia di laboratorium?
- a. Menggunakan bahan kimia langsung dari kemasannya.
 - b. Menyimpan bahan kimia di laboratorium tanpa label.
 - c. Mengecek kesesuaian bahan kimia dengan eksperimen yang akan dilakukan.
 - d. Mengandalkan pengetahuan staf laboratorium tanpa membaca instruksi.
 - e. Menggunakan bahan kimia yang tersedia tanpa memperhatikan kuantitas.
 - f. Tidak melakukan pemeriksaan kualitas bahan kimia.

8. Mengapa penting untuk memiliki SOP laboratorium?
 - a. Untuk membingkai sertifikasi laboratorium.
 - b. Untuk menjaga konsistensi dalam operasi laboratorium.
 - c. Untuk memperoleh pinjaman dari bank.
 - d. Untuk memberikan panduan kepada auditor.
 - e. Untuk menarik pelamar pekerjaan laboratorium.
 - f. Untuk menyesuaikan diri dengan kebijakan pemerintah.
9. Apa yang harus dilakukan jika menemukan kebocoran gas di laboratorium?
 - a. Mencoba memperbaiki sendiri.
 - b. Membuka jendela untuk ventilasi.
 - c. Menutup mata dan hidung dan melanjutkan pekerjaan.
 - d. Mengabaikan kebocoran dan melanjutkan eksperimen.
 - e. Meninggalkan laboratorium dan memberitahu petugas keamanan.
 - f. Membuang bahan kimia yang mungkin menjadi penyebab kebocoran.
10. Siapa yang bertanggung jawab atas penyediaan peralatan keamanan di laboratorium?
 - a. Staf laboratorium.
 - b. Teknisi peralatan.
 - c. Manajer laboratorium.
 - d. Pihak ketiga yang disewa untuk penyediaan.
 - e. Petugas kebersihan.
 - f. Pemilik gedung laboratorium.
11. Siapa saja yang termasuk ke dalam Standar Personil Laboratorium?
 - a. Ibu/Bapak Guru.
 - b. Praktikan.
 - c. Staff Laboratorium.
 - d. Asisten Laboratorium.
 - e. Manajer Laboratorium.
 - f. Petugas kebersihan.

12. Apa saja deskripsi atau tugas dari Ketua Laboratorium?
- Berkoordinasi dengan laboran untuk menentukan jadwal.
 - Memelihara dan merawat semua peralatan yang ada pada laboratorium.
 - Memimpin dan mengkoordinasi seluruh kegiatan yang berada pada laboratorium.
 - Menjaga kebersihan dan ketertiban laboratorium.
 - Mendampingi praktikan selama melakukan praktikum.
 - Melakukan pembuktian teori yang telah didapatkan dalam praktikum.
13. Terdapat 5 macam komponen kategori pengelolaan laboratorium, kecuali?
- Sumber daya manusia.
 - Lokasi laboratorium.
 - Bangunan laboratorium.
 - Fasilitas laboratorium.
 - Alat-alat laboratorium.
 - Bahan-bahan laboratorium.
14. Apa saja yang termasuk kedalam indikator kapasitas pengelolaan laboratorium yang baik?
- Mempersiapkan dan menggunakan alat laboratorium yang baik dan benar sesuai dengan petunjuk pelatihan
 - Membuat daftar inventarisasi setiap bulan.
 - Mencatat jumlah alat yang tersedia di laboratorium.
 - Melakukan penomoran pada alat laboratorium.
 - Membuat daftar kebutuhan alat dan bahan laboratorium yang baru.
 - Mengevaluasi dan pelaporan.
15. Manakah dari opsi tersebut yang termasuk salah satu alternatif pengelolaan laboratorium yang efisien?
- Penggunaan waktu kerja operasional laboratorium
 - Mengelola bangunan laboratorium, alat laboratorium, dan bahan praktikum.

- c. Disiplin dalam menggunakan laboratorium
 - d. Memperhatikan kesehatan personal yang bekerja pada laboratorium
 - e. Menjaga keselamatan kerja, baik praktikan maupun petugas laboratorium.
 - f. Memeriksa laporan praktikum dari masing-masing praktikan.
16. Apa yang dimaksud dengan SOP dalam laboratorium?
- a. Standar Operasi Prosedur
 - b. Standar Operasi Pengujian
 - c. Standar Operasi Persiapan
 - d. Standar Operasi Pengawasan
 - e. Standar Operasi Pencampuran
 - f. Standar Operasi Penyimpanan
17. Apa manfaat dari melakukan inventarisasi secara berkala di laboratorium?
- a. Hanya untuk menambah pekerjaan
 - b. Untuk memastikan semua peralatan berfungsi dengan baik
 - c. Hanya untuk mengesankan atasan
 - d. Untuk membuat ruangan laboratorium terlihat lebih penuh
 - e. Untuk membuang peralatan yang masih berfungsi
 - f. Untuk mengurangi biaya operasional laboratorium
18. Apa yang dilakukan dalam proses inventarisasi laboratorium?
- a. Mencatat data suhu dan kelembaban laboratorium
 - b. Mengatur jadwal penggunaan laboratorium
 - c. Menyusun daftar peralatan dan bahan yang dimiliki laboratorium
 - d. Hanya membersihkan laboratorium
 - e. Menentukan rencana pengembangan laboratorium
 - f. Mengadakan acara sosial di laboratorium
19. Apa yang harus dilakukan jika ada perubahan atau penambahan pada inventaris laboratorium?

- a. Tidak perlu melakukan apa pun
 - b. Cukup mencatatnya di buku catatan laboratorium
 - c. Melaporkan kepada kepala laboratorium
 - d. Hanya memberitahu staf laboratorium lainnya
 - e. Membuang catatan lama dan mulai dari awal
 - f. Memperbarui daftar inventaris secara tepat waktu
20. Siapa yang bertanggung jawab untuk mengelola inventaris laboratorium?
- a. Hanya staf keamanan laboratorium
 - b. Hanya kepala laboratorium
 - c. Hanya direktur laboratorium
 - d. Seluruh staf laboratorium
 - e. Pihak eksternal yang disewa oleh laboratorium
 - f. Hanya asisten laboratorium
21. Apa yang harus menjadi prioritas utama dalam pengelolaan laboratorium?
- a. Menyimpan alat secara sembarangan
 - b. Menjaga keamanan dan keselamatan
 - c. Mengabaikan peraturan laboratorium
 - d. Meningkatkan biaya perawatan
 - e. Mengubah prosedur kerja secara acak
 - f. Mengabaikan kebutuhan staf
22. Mengapa penting memiliki prosedur pengamanan yang jelas dalam lab. fisika?
- a. Untuk mempercepat proses percobaan
 - b. Untuk menghemat biaya
 - c. Untuk memastikan kebersihan lab.
 - d. Untuk memperjelas tugas anggota kelompok
 - e. Untuk mencegah kecelakaan dan cedera
 - f. Untuk menarik minat siswa

23. Mengapa penting untuk memiliki peraturan yang jelas dalam pengelolaan lab?
- a. Untuk membingungkan staf
 - b. Untuk menambah biaya operasional
 - c. Untuk meningkatkan risiko kecelakaan
 - d. Untuk memastikan keselamatan dan efisiensi
 - e. Untuk menambahkan kerumitan
 - f. Untuk menurunkan standar keselamatan
24. Apa langkah pertama yang harus dilakukan dalam mengelola bahan praktikum?
- a. Mengelola bahan praktikum
 - b. Mengidentifikasi jumlah bahan yang dibutuhkan
 - c. Mempersiapkan tempat penggunaan dan penyimpanan bahan praktikum
 - d. Pengadministrasian bahan yang habis/sisa praktikum
 - e. Menyimpan bahan tanpa pertimbangan
 - f. Membuang bahan secara sembarangan
25. Apa yang harus dilakukan setelah mengetahui jumlah dan jenis alat yang ada di laboratorium?
- a. Mengelola alat-alat laboratorium
 - b. Perencanaan (jumlah dan jenis alat yang ada)
 - c. Desain ruang sesuai dengan alat yang ada
 - d. Penetapan alat yang telah diidentifikasi
 - e. Mencari alat dari berbagai sumber
 - f. Penetapan alat yang telah diidentifikasi

Laboratorium adalah tempat di mana ilmu pengetahuan hidup dan bernapas. Di dalamnya, siswa diarahkan untuk menyelidiki misteri alam semesta, mencoba hipotesis, dan menemukan keajaiban ilmiah (Endraswara, 2021). Namun, di balik percikan kecerdasan dan keingintahuan itu, tersembunyi sebuah faktor yang tak kalah penting: lokasi laboratorium itu sendiri.

Lokasi laboratorium bukanlah sekadar sebuah tempat, tetapi fondasi yang menopang keselamatan, efektivitas, dan kualitas pembelajaran di dalamnya. Sebuah laboratorium yang dipilih dengan baik dapat menjadi sarana yang memfasilitasi eksplorasi ilmiah yang produktif, sementara lokasi yang kurang tepat bisa membawa risiko dan hambatan yang tidak diinginkan.

Dalam eksplorasi ini, kita akan menyelami pentingnya standar lokasi laboratorium. Dari pencahayaan hingga pengaturan ruang, dari keamanan listrik hingga dampak lingkungan, setiap aspek yang terkait dengan lokasi laboratorium memiliki peran vital dalam membentuk lingkungan belajar yang optimal. Mari kita eksplorasi bersama bagaimana pemilihan lokasi laboratorium yang cermat dapat membawa manfaat signifikan bagi keselamatan siswa, efisiensi pengajaran, dan pengalaman belajar yang mendalam. Berikut adalah beberapa hal penting yang harus dipertimbangkan dalam menetapkan lokasi laboratorium di sekolah (Sani, 2021) :

a) Ketersediaan Ruang dan Aksesibilitas



Gambar 3.2 Ketersediaan Ruang dan Aksesibilitas

Sumber: <https://fisika.fkip.unej.ac.id/laboratorium-fisika-dasar/>

Ketika menetapkan lokasi laboratorium di sekolah, sangat penting untuk mempertimbangkan ketersediaan ruang yang memadai serta aksesibilitasnya bagi siswa dan staf. Ruang laboratorium harus dirancang sedemikian rupa agar mencukupi untuk kegiatan eksperimen yang melibatkan peralatan dan bahan kimia. Dengan luas ruang yang memadai, siswa dan guru dapat bekerja dengan nyaman dan aman tanpa terasa sesak atau terbatas oleh keterbatasan ruang. Selain itu, aksesibilitas menjadi kunci dalam memastikan bahwa laboratorium dapat diakses dengan mudah oleh semua pihak, termasuk siswa dengan kebutuhan khusus. Ini mencakup penempatan laboratorium di area sekolah yang mudah dijangkau dari kelas-kelas utama dan fasilitas lainnya, serta memperhatikan fasilitas aksesibilitas seperti lift atau tangga yang ramah disabilitas.

Selain itu, perencanaan yang matang terkait aksesibilitas ruang laboratorium juga memperhitungkan kemudahan transportasi peralatan dan bahan ke laboratorium, serta memastikan bahwa ruang tersebut mudah dijangkau untuk perawatan dan pemeliharaan peralatan. Dengan memperhitungkan faktor-faktor ini, lokasi laboratorium dapat dirancang sedemikian rupa sehingga memfasilitasi proses pembelajaran praktis yang efisien dan menyenangkan bagi siswa, sambil mempertahankan standar keselamatan dan kenyamanan yang tinggi.

b) Pencahayaan dan Ventilasi yang Memadai



Gambar 3.3 Pencahayaan dan Ventilasi yang Memadai

Sumber : <https://id.linkedin.com/pulse/inilah-pentingnya-memperhatikan-kondisi-ventilasi-udara- indo-utama>

Pencahayaan yang memadai dan sistem ventilasi yang efektif adalah aspek penting dalam menetapkan lokasi laboratorium di sekolah. Pencahayaan yang cukup tidak hanya memungkinkan pengamatan yang jelas selama eksperimen, tetapi juga meminimalkan risiko kesalahan yang disebabkan oleh kurangnya pencahayaan. Oleh karena itu, pemilihan lokasi laboratorium harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti penempatan jendela dan sumber cahaya alami, serta desain ruangan yang memastikan pencahayaan merata di seluruh area laboratorium. Selain itu, sistem ventilasi yang efektif juga sangat penting untuk kenyamanan dan keselamatan dalam laboratorium. Ventilasi yang baik membantu mengurangi risiko akumulasi gas beracun atau berbau yang dapat timbul selama eksperimen, serta menjaga kualitas udara di dalam ruangan agar tetap segar dan aman untuk dihirup.

Selain kenyamanan, pencahayaan yang memadai dan sistem ventilasi yang efektif juga berperan dalam menjaga standar keselamatan di laboratorium. Mempertimbangkan penerapan aturan dan peraturan yang berkaitan dengan pencahayaan dan ventilasi dari badan pengaturan keselamatan dan kesehatan kerja setempat menjadi penting dalam menetapkan standar untuk lokasi laboratorium. Dengan demikian, pemilihan lokasi yang memungkinkan instalasi sistem pencahayaan dan ventilasi yang sesuai dengan standar menjadi langkah awal yang penting dalam memastikan bahwa laboratorium memberikan lingkungan yang aman dan nyaman bagi siswa dan staf sekolah.

c) Keamanan Sistem Listrik dan Perlindungan terhadap Kebakaran



Gambar 3.4 Keamanan Sistem Listrik dan Perlindungan terhadap Kebakaran

Sumber : <https://starvvo.com/artikel-produk/fire-extinguisher/firetrap/item/25-fire-trap-fire-extinguisher-otomatis-khusus-panel>

Keamanan sistem listrik dan perlindungan terhadap kebakaran merupakan aspek vital dalam menetapkan lokasi laboratorium di sekolah. Sistem listrik yang aman menjadi prioritas utama untuk mencegah risiko kecelakaan listrik yang dapat terjadi selama kegiatan praktikum. Hal ini meliputi pemilihan peralatan listrik yang sesuai dengan kebutuhan laboratorium dan penempatan stop kontak yang memadai serta terhindar dari kelebihan daya yang dapat menyebabkan kebakaran. Selain itu, instalasi sistem pemadam kebakaran dan alarm juga menjadi langkah penting dalam memitigasi risiko kebakaran yang mungkin terjadi akibat penyalan bahan kimia atau kerusakan peralatan listrik. Keberadaan sistem ini tidak hanya memberikan perlindungan tambahan terhadap

kebakaran, tetapi juga meningkatkan tingkat respons terhadap keadaan darurat di laboratorium.

Penting juga untuk menyusun prosedur darurat yang jelas terkait penggunaan peralatan listrik dan tanggap terhadap situasi kebakaran. Pelatihan reguler bagi siswa dan staf sekolah tentang cara menghadapi keadaan darurat dan penggunaan peralatan pemadam kebakaran juga menjadi bagian integral dari keselamatan laboratorium. Dengan demikian, pemilihan lokasi laboratorium yang memperhitungkan kebutuhan akan sistem listrik yang aman serta perlindungan terhadap kebakaran akan memberikan landasan yang kuat untuk menciptakan lingkungan belajar yang aman dan terhindar dari risiko kecelakaan yang tidak diinginkan.

d) Pengaturan Ruang yang efisien dan zonasi yang jelas

Pengaturan ruang yang efisien dan zonasi yang jelas adalah elemen penting dalam menetapkan lokasi laboratorium di sekolah. Ruang laboratorium perlu diatur sedemikian rupa sehingga memungkinkan penggunaan yang optimal dari setiap bagian ruangan. Ini termasuk penempatan meja kerja, peralatan, dan penyimpanan bahan kimia dengan memperhatikan efisiensi penggunaan ruang serta kemudahan aksesibilitasnya. Selain itu, zonasi laboratorium juga merupakan langkah krusial untuk memisahkan area-area dengan kebutuhan yang berbeda, seperti area eksperimen, penyimpanan bahan kimia, dan area kerja staf. Dengan melakukan zonasi yang tepat, risiko pencampuran bahan kimia yang tidak sesuai atau kecelakaan akibat kelalaian dapat dikurangi, serta memastikan keamanan dan ketertiban di dalam laboratorium.

Pemilihan perabot dan peralatan laboratorium yang sesuai dengan ukuran dan fungsi ruang juga perlu dipertimbangkan. Ini termasuk memilih peralatan yang ergonomis dan mudah

dioperasikan, serta penyusunan yang memungkinkan ruang untuk beradaptasi dengan kebutuhan eksperimen yang beragam. Dengan melakukan pengaturan ruang yang efisien dan zonasi yang jelas, laboratorium dapat menjadi lingkungan belajar yang lebih produktif dan aman bagi siswa dan staf sekolah.

e) Kaitan dengan lingkungan sekitar

Kaitan dengan lingkungan sekitar merupakan pertimbangan penting dalam menetapkan lokasi laboratorium di sekolah. Lokasi laboratorium harus dipilih dengan memperhatikan dampaknya terhadap lingkungan sekitarnya. Hal ini mencakup aspek seperti kebisingan, limbah, dan interaksi dengan flora dan fauna setempat. Memilih lokasi yang tidak hanya memenuhi kebutuhan laboratorium tetap juga meminimalkan gangguan terhadap lingkungan sekitar menjadi penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem lokal serta mendukung prinsip keberlanjutan.

Selain itu, penting untuk mempertimbangkan kemungkinan adanya tindakan pencegahan untuk mengurangi dampak lingkungan negatif dari aktivitas laboratorium, seperti penggunaan bahan kimia yang ramah lingkungan, sistem pengelolaan limbah yang efisien, dan upaya untuk mengurangi emisi gas beracun. Dengan memperhatikan aspek lingkungan dalam pemilihan lokasi laboratorium, sekolah dapat memainkan peran aktif dalam menjaga keberlanjutan lingkungan serta mengajarkan siswa tentang pentingnya tanggung jawab terhadap lingkungan di sekitar mereka.

f) Aksesibilitas Jalur Evakuasi Darurat



Gambar 3.5 Aksesibilitas Jalur Evakuasi Darurat

Sumber: <https://pkmbugulkidul.pasuruankota.go.id/jalur-evakuasi/>

Aksesibilitas darurat dan jalur evakuasi merupakan aspek krusial dalam menetapkan lokasi laboratorium di sekolah. Lokasi laboratorium harus dirancang sedemikian rupa sehingga mudah diakses dalam situasi darurat seperti kebakaran atau kecelakaan. Hal ini mencakup penempatan laboratorium di area yang dapat dijangkau dengan cepat oleh petugas pemadam kebakaran atau tim darurat sekolah. Selain itu, perlu ditetapkan jalur evakuasi yang jelas dan mudah diikuti oleh semua siswa dan staf, termasuk pemasangan tanda-tanda evakuasi yang terang dan dipahami oleh semua pengguna laboratorium.

Selain mempertimbangkan aksesibilitas fisik, penting juga untuk memberikan pelatihan reguler kepada siswa dan staf

tentang prosedur evakuasi darurat yang tepat. Ini mencakup memberikan pemahaman yang baik tentang jalur evakuasi, lokasi titik pertolongan pertama, dan langkah-langkah untuk memberikan pertolongan pertama dalam keadaan darurat. Dengan memperhatikan aksesibilitas darurat dan jalur evakuasi yang jelas, sekolah dapat meningkatkan tingkat kesiapan dan respons terhadap situasi darurat di laboratorium, sehingga memberikan perlindungan yang lebih baik bagi keselamatan dan kesejahteraan siswa dan staf.

Standar-standar yang telah diuraikan menjadi panduan penting dalam menetapkan lokasi laboratorium di sekolah memastikan bahwa lingkungan yang dibangun mendukung kegiatan eksperimen dan pembelajaran praktis dengan tingkat keselamatan yang tinggi. Dengan memperhatikan aspek-aspek seperti ketersediaan ruang, pencahayaan, keamanan listrik, pengaturan ruang, kaitan dengan lingkungan sekitar, serta aksesibilitas darurat, sekolah dapat memastikan bahwa laboratorium mereka memenuhi standar keselamatan dan kualitas yang diperlukan. Ketersediaan ruang yang memadai memungkinkan untuk pengaturan peralatan dan eksperimen yang efisien tanpa merasa terbatas oleh keterbatasan ruang, sementara pencahayaan yang baik dan sistem ventilasi yang efektif memberikan lingkungan yang nyaman dan meminimalkan risiko kecelakaan.

Dengan memperhatikan standar-standar ini, sekolah dapat melakukan evaluasi terhadap lokasi laboratorium yang ada atau merencanakan pembangunan laboratorium baru yang sesuai dengan kebutuhan. Evaluasi terhadap fasilitas yang sudah ada memungkinkan sekolah untuk melakukan perbaikan yang diperlukan guna meningkatkan standar keselamatan dan kenyamanan. Sementara itu, perencanaan pembangunan laboratorium baru dapat memastikan bahwa lingkungan belajar yang optimal dapat diciptakan dengan

mempertimbangkan semua aspek penting yang telah disebutkan sebelumnya. Dengan demikian, investasi dalam mematuhi standar lokasi laboratorium tidak hanya penting untuk memenuhi persyaratan regulasi, tetapi juga untuk memberikan mendukung pemahaman dan pengembangan ilmu pengetahuan mereka secara maksimal.

Terkait dengan penetapan standar lokasi laboratorium sekolah, pasal atau regulasi yang berlaku mungkin berbeda-beda tergantung pada yurisdiksi tempat sekolah tersebut berada (Wahyudin, 2021). Namun, umumnya, penetapan standar lokasi laboratorium sekolah dapat didasarkan pada beberapa peraturan dan pedoman yang relevan. Kode Bangunan dan Zonasi memegang peranan penting dalam penetapan lokasi laboratorium di sekolah, karena mereka menetapkan standar terkait dengan lokasi, struktur, dan penggunaan ruang laboratorium di dalam gedung sekolah. Regulasi ini biasanya menetapkan persyaratan yang ketat terkait dengan aksesibilitas laboratorium, memastikan bahwa ruangan tersebut mudah diakses oleh siswa dan staf, serta memenuhi standar keamanan yang ditetapkan. Selain itu, kode bangunan dan zonasi juga mengatur tentang struktur laboratorium, memastikan bahwa ruangan tersebut didesain dan dibangun dengan mempertimbangkan keamanan strukturalnya, termasuk ketahanan terhadap gempa bumi atau bencana alam lainnya. Pemisahan zonasi juga menjadi fokus penting, dimana laboratorium harus dipisahkan secara fisik dari area-area lain di sekolah, seperti kelas-kelas atau ruang administrasi, untuk mencegah gangguan yang tidak diinginkan dan meningkatkan keselamatan.

Dalam implementasi regulasi ini, penting bagi sekolah untuk memahami dan mematuhi semua persyaratan yang ditetapkan, serta melibatkan ahli konstruksi dan arsitektur untuk memastikan bahwa desain dan konstruksi laboratorium

memenuhi standar yang ditetapkan. Hal ini termasuk dalam perencanaan bangunan baru maupun renovasi laboratorium yang sudah ada. Dengan memperhatikan persyaratan aksesibilitas, keamanan struktural, pemisahan zonasi, dan persyaratan bangunan lainnya yang relevan dalam kode bangunan dan zonasi, sekolah dapat memastikan bahwa laboratorium mereka sesuai dengan standar tertinggi dalam hal keselamatan, kenyamanan, dan efektivitas pembelajaran praktis. Penetapan standar lokasi laboratorium merupakan proses yang strategis dalam menciptakan lingkungan belajar yang optimal di sekolah (Ananda, 2017). Melalui perhatian terhadap berbagai aspek yang mencakup ketersediaan ruang, pencahayaan, keamanan listrik, pengaturan ruang, kaitan dengan lingkungan sekitar, dan aksesibilitas darurat, sekolah dapat memastikan bahwa laboratorium mereka menjadi tempat yang mendukung eksperimen dan pembelajaran praktis di bidang sains. Pertimbangan ketersediaan ruang yang memadai tidak hanya menyangkut dimensi fisik laboratorium, tetapi juga memperhitungkan kebutuhan akan penyimpanan peralatan dan bahan percobaan. Selain itu, pencahayaan yang memadai menjadi faktor krusial dalam memastikan bahwa siswa dapat melakukan pengamatan dengan jelas dan akurat selama praktikum, sementara sistem ventilasi yang efektif membantu menjaga udara laboratorium tetap segar dan aman bagi semua penggunanya. Dengan memperhatikan semua aspek ini, sekolah dapat menciptakan laboratorium yang bukan hanya memenuhi standar regulasi, tetapi juga memberikan lingkungan belajar yang memadai untuk mengembangkan pemahaman mendalam tentang sains dan penelitian.

Melalui pemenuhan standar-standar tersebut, sekolah dapat melakukan evaluasi terhadap lokasi laboratorium yang sudah ada atau merencanakan pembangunan laboratorium baru yang sesuai dengan kebutuhan. Evaluasi terhadap fasilitas yang sudah ada memungkinkan sekolah untuk mengidentifikasi

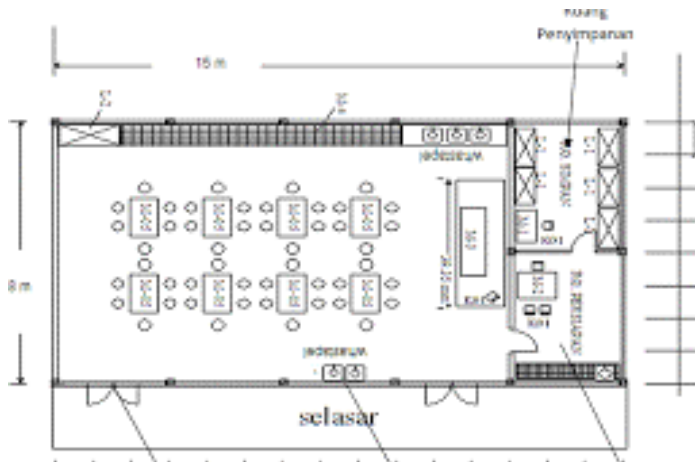
area-area yang perlu diperbaiki atau ditingkatkan untuk meningkatkan standar keselamatan dan kenyamanan. Sementara itu, perencanaan pembangunan laboratorium baru memungkinkan sekolah untuk memperhitungkan dengan cermat semua aspek yang telah disebutkan sebelumnya untuk menciptakan lingkungan belajar yang optimal. Dengan demikian, investasi dalam mematuhi standar lokasi laboratorium bukan hanya merupakan kewajiban hukum, tetapi juga merupakan langkah strategis untuk menciptakan lingkungan belajar yang berkualitas bagi siswa dan staf sekolah. Dengan memperhatikan aspek pencahayaan, ventilasi, keamanan listrik, dan faktor-faktor lainnya, sekolah dapat memberikan pengalaman pembelajaran yang aman, nyaman, dan mendukung bagi seluruh komunitas sekolah.

Dalam implementasi regulasi dan standar lokasi laboratorium, kolaborasi antara berbagai pihak terlibat menjadi kunci untuk keberhasilan. Hal ini melibatkan kerjasama antara manajemen sekolah, staf pengajar, ahli konstruksi, dan pihak terkait lainnya dalam memastikan bahwa semua persyaratan dan pedoman dipatuhi dengan baik. Selain itu, melibatkan siswa dalam proses perencanaan dan evaluasi juga penting, karena mereka dapat memberikan wawasan berharga tentang kebutuhan dan harapan mereka terhadap lingkungan laboratorium. Dengan kerjasama yang baik dan komunikasi yang terbuka antara semua pihak, sekolah dapat memastikan bahwa laboratorium mereka tidak hanya memenuhi standar keselamatan dan kualitas yang ditetapkan, tetapi juga menjadi tempat yang menginspirasi untuk belajar dan mengeksplorasi ilmu pengetahuan. Secara keseluruhan, penetapan standar lokasi laboratorium bukan hanya tentang memenuhi persyaratan hukum, tetapi juga tentang memberikan pengalaman pembelajaran yang berkualitas dan membangun fondasi yang kokoh bagi penelitian ilmiah di masa depan. Dengan memperhatikan aspek-aspek yang telah dibahas

dalam standar tersebut, sekolah dapat memastikan bahwa laboratorium mereka menjadi tempat yang menginspirasi, aman, dan mendukung bagi eksplorasi pengetahuan dan penemuan bagi seluruh komunitas sekolah.

B. Luas Laboratorium

Laboratorium merupakan sumber belajar yang efektif untuk mencapai kompetensi yang diharapkan bagi siswa. Untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas, laboratorium harus dikelola dan dimanfaatkan dengan baik. Sebagus dan selengkap apapun suatu laboratorium tidak akan berarti apa-apa bila tidak ditunjang oleh manajemen yang baik. Oleh karena itu, untuk mengoptimalkan fungsi laboratorium perlu dikelola secara baik untuk kelancaran proses belajar mengajar. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No 32 Tahun 2013 sebagai pengganti PP No 19 Tahun 2005 tentang Standar Pendidikan Nasional, bahwa laboratorium merupakan sarana prasarana yang diperlukan untuk menunjang proses pembelajaran.



Gambar 3. 6 Standa Luas Lab Fisika

Sumber: <https://www.mejalaboratorium.com/2015/07/meja-laboratorium-fisika.html>

Lynn dan Nixon (1985) menjelaskan, “Competencies may range from recall and understanding of facts and concepts, to advanced motor skill, to teaching behaviors and professional values”. Artinya, kompetensi atau kemampuan terdiri dari pengalaman dan pemahaman tentang fakta dan konsep, peningkatan keahlian, juga mengajarkan perilaku dan sikap-sikap siswa juga turut memegang peran penting dalam berlangsungnya proses pembelajaran di laboratorium. Laboratorium adalah tempat yang digunakan orang untuk menyiapkan sesuatu atau melakukan kegiatan ilmiah” (Subiyanto, 1988). Tempat yang dimaksud dapat berupa sebuah ruang tertutup yang biasa disebut sebagai gedung laboratorium atau ruang laboratorium, dapat pula berupa sebuah tempat terbuka seperti kebun, hutan, atau alam semesta.

Keberadaan dan keadaan suatu laboratorium bergantung kepada tujuan penggunaan laboratorium, peranan atau fungsi yang akan diberikan kepada laboratorium, dan manfaat yang akan diambil dari laboratorium. Berbagai laboratorium yang dikenal saat ini antara lain adalah laboratorium industri dalam dunia usaha dan industri, laboratorium rumah sakit dan laboratorium klinik dalam dunia kesehatan, laboratorium penelitian dalam dunia ilmu pengetahuan dan teknologi, serta laboratorium di perguruan tinggi dan di sekolah dalam dunia pendidikan.

Laboratorium adalah suatu tempat untuk memberikan kepastian atau menguatkan informasi, menentukan hubungan sebab akibat, menunjukkan gejala, memverifikasi (konsep, teori, hukum, rumus) mengembangkan keterampilan proses, membantu siswa belajar menggunakan metode ilmiah dalam memecahkan masalah dan untuk melaksanakan penelitian. Hal itu dapat berarti bahwa peranan atau fungsi laboratorium fisika sekolah adalah sebagai salah satu sumber belajar fisika di sekolah, atau sebagai salah satu fasilitas penunjang proses pembelajaran fisika di sekolah, dan laboratorium dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan berbagai kompetensi siswa yang menjadi tujuan proses pembelajaran fisika di sekolah (Sutrisno, 2010: 6).

1. Desain Laboratorium

Fungsi utama laboratorium fisika sekolah adalah sebagai salah satu sumber belajar fisika di sekolah atau sebagai salah satu fasilitas penunjang proses pembelajaran fisika di sekolah. Agar fungsi utama itu dapat berjalan dengan baik, maka laboratorium fisika sekolah sebaiknya memiliki fasilitas-fasilitas ruangan 12 untuk kegiatan proses pembelajaran fisika, kegiatan administrasi dan pengelolaan laboratorium, kegiatan pemeliharaan dan persiapan (setting) alat-alat laboratorium, dan penyimpanan alat-alat laboratorium. Fasilitas ruangan laboratorium fisika sekolah biasanya terdiri dari ruang praktikum, ruang guru, ruang persiapan, dan ruang penyimpanan. Bentuk, ukuran, denah atau tata letak dan fasilitas dari setiap ruangan itu dirancang sedemikian rupa sehingga memungkinkan setiap kegiatan yang dilaksanakan di dalamnya dapat berjalan dengan baik dan nyaman, memudahkan akses dari ruangan yang satu ke ruangan yang lainnya, memudahkan pengontrolan, menjaga keamanan alat-alat dan memelihara keselamatan kerja (Sutrisno, 2010: 9).



Gambar 3. 7 Ruang Pratikum

Sumber: <https://sman62jkt.sch.id/detailpost/laboratorium-fisika>

Menurut Kertiasa (2013: 33-34) Sekolah atau laboratorium baru yang ingin dibangun, beberapa faktor perlu dipertimbangkan dalam menempatkan laboratorium sekolah. Beberapa faktor terpenting adalah Letak relatif terhadap ruang-ruang yang lain dan letak berkaitan dengan arah detangnya cahaya matahari. Sutrisno (2010: 7- 10) menyatakan bahwa terdapat 5 ruangan yang semestinya ada di laboratorium fisika sekolah yakni:

- a. Ruang Praktikum: Ruang praktikum merupakan bagian utama dari sebuah laboratorium fisika sekolah. Ruang praktikum adalah ruang tempat berlangsungnya proses pembelajaran fisika di dalam ruang praktikum dapat berupa peraga atau demonstrasi, praktikum perorangan atau kelompok, dan penelitian. Proses pembelajaran di ruang praktikum menuntut tempat yang lebih luas daripada proses pembelajaran klasikal di dalam kelas biasa, oleh karena itu luas ruang praktikum harus dapat memberikan keleluasaan bergerak kepada siswa dan guru selama melakukan proses pembelajaran. Luas ruang praktikum ini tentu harus memperhitungkan jumlah siswa dan guru yang akan melaksanakan proses pembelajaran fisika di dalamnya. Luas ruang praktikum biasanya antara satu setengah sampai dua kali luas ruang kelas. Agar kegiatan proses pembelajaran di dalam ruang praktikum dapat berjalan dengan baik, maka ruang praktikum hendaknya memiliki fasilitas utama sebagai berikut:
 - 1) Instalasi listrik (untuk percobaan, demonstrasi penerangan dan lain-lain), instalasi air dengan bak cucinya, instalasi gas dan instalasi limbah.
 - 2) Instalasi listrik (untuk percobaan, demonstrasi, penerangan dan lain-lain), instalasi air dengan bak cucinya, instalasi gas, dan instalasi limbah.
 - 3) Fasilitas mebelier berupa meja dan kursi praktikan untuk siswa, kursi dan meja demonstrasi untuk guru, loker penitipan tas buku siswa, dan lemari penyimpanan alat-alat praktikum.
 - 4) Papan tulis, dan mungkin layar untuk OHP dan LCD.

Untuk menjaga kenyamanan dan keselamatan kerja di dalamnya, sebaiknya ruang praktikum memiliki fasilitas-fasilitas sebagai berikut:

- 1) Ventilasi udara yang cukup, dapat berupa jendela, langit-langit yang tidak tertutup rapat, atau mungkin kipas angin (exhaus-van).
 - 2) Pintu masuk dan pintu keluar yang berbeda dengan daun pintu terbuka ke luar. 14
 - 3) Pintu yang berhubungan langsung dengan ruang persiapan dan ruang guru serta dapat teramati dari kedua ruangan itu.
 - 4) Kotak P3K.
 - 5) Fasilitas pemadam kebakaran.
- b. Ruang guru: Ruang guru di laboratorium adalah tempat kerja bagi penanggung jawab laboratorium dan guru yang melaksanakan proses pembelajaran di laboratorium.
- 1) Ruang guru terdapat di dalam laboratorium, dengan satu pintu masuk dan keluar yang sama melalui ruang praktikum.
 - 2) Ruang guru dan ruang praktikum sebaiknya disekat dengan dinding berkaca bening sehingga dari dalam ruang ini guru dapat mengawasi kegiatan yang terjadi di dalam ruang praktikum.
 - 3) Ruang guru memiliki instalasi listrik dan ventilasi udara yang baik.
 - 4) Memiliki fasilitas mebeler seperti kursi dan meja tulis untuk satu orang guru atau lebih, lemari atau rak buku, lemari untuk keperluan administrasi, serta loker atau rak untuk menyimpan pekerjaan tulis siswa yang akan diperiksa oleh guru.
 - 5) Dalam ruang ini dapat dilaksanakan pekerjaan administrasi laboratorium seperti Inventarisasi alat-alat laboratorium, Administrasi penggunaan alat-alat laboratorium, Administrasi peminjaman alat-alat laboratorium, dan Pengelolaan kegiatan laboratorium.

- 6) Di dalam ruang guru juga dapat dilaksanakan pekerjaan akademik laboratorium seperti merencanakan kegiatan laboratorium, lalu menyusun jadwal kegiatan laboratorium, kemudian memeriksa pekerjaan siswa.
- c. Ruang Persiapan: Ruang persiapan adalah ruang yang disediakan untuk melakukan perawatan dan persiapan alat-alat laboratorium.
- 1) Bila sekolah atau laboratorium memiliki petugas laboran, ruang persiapan juga dapat digunakan sebagai ruang kerja laboran dalam melayani kegiatan laboratorium kepada guru dan siswa.
 - 2) Ruang persiapan terdapat di dalam laboratorium, diantara ruang praktikum dan ruang ruang penyimpanan atau gudang.
 - 3) Ruang persiapan dan ruang praktikum sebaiknya disekat dengan dinding berkaca bening atau ram kawat, sehingga dari dalam ruang ini guru atau laboran dapat melihat kegiatan yang terjadi di dalam ruang praktikum.
 - 4) Ruang persiapan memiliki instalasi listrik dan ventilasi udara yang baik.
 - 5) Memiliki fasilitas mebeler seperti kursi dan meja kerja untuk melakukan perawatan dan persiapan alat-alat laboratorium, lemari atau rak alat-alat, dan loket peminjaman alat-alat.
 - 6) Di dalam ruang ini dapat dilaksanakan kegiatan pemeliharaan dan perawatan alat- alat laboratorium seperti memeriksa jumlah kelengkapan, memeriksa keadaan, memperbaiki, membersihkan, dan mengkalibrasi ulang.

- 7) Di dalam ruang ini juga dapat dilaksanakan pekerjaan mempersiapkan alat- alat yang akan digunakan dalam kegiatan laboratorium seperti pemeliharaan dan perawatan, kemudian Setting dan Uji coba.
- d. Ruang Penyimpanan: Ruang penyimpanan di laboratorium dapat juga disebut sebagai gudang laboratorium, adalah ruang yang disediakan khusus untuk menyimpan alat-alat yang sedang tidak digunakan.



Gambar 3. 8 Ruang Penyimpanan

Sumber: <https://smamuh1solo.sch.id/portfolio/laboratorium-fisika/>

- 1) Ruang penyimpanan terdapat di dalam laboratorium di sebelah dalam ruang persiapan.
- 2) Demi keamanan dan kemudahan penyimpanan dan pengambilan alat-alat, ruang penyimpanan atau gudang biasanya hanya memiliki satu pintu masuk dan keluar melalui ruang persiapan.
- 3) Ruang penyimpanan atau gudang harus memiliki instalasi listrik dan ventilasi udara yang baik.

- 4) Memiliki fasilitas mebeler seperti macam-macam lemari alat-alat dan bahan- bahan dan macam-macam rak untuk alat-alat.

Sekali lagi dapat diperhatikan bahwa pada kenyataannya di lapangan, jumlah, bentuk, ukuran, kualitas dan lokasi setiap ruang-ruang laboratorium dapat saja berbeda antara satu sekolah dengan sekolah lainnya, bergantung kepada keadaan di masing-masing sekolah. Hal itu dapat terjadi misalnya karena laboratorium didirikan dengan memanfaatkan ruangan-ruangan tertentu yang sudah ada di sekolah. Akan tetapi, seandainya laboratorium di bangun baru di tanah kosong, maka perencanaannya hendaklah memperhatikan perbandingan yang proporsional antara ruang yang satu dengan ruang yang lainnya, dan antara setiap ruangan yang dibuat hendaknya mudah saling mengakses selama kegiatan laboratorium berlangsung (Sutrisno, 2010: 8-9).

- e. Instalasi listrik: Sutrisno (2010: 10) menyatakan bahwa kebutuhan instalasi listrik dalam laboratorium adalah untuk:



Gambar 3. 9 Instalasi Listrik

Sumber: <https://lms.syamok.unm.ac.id/pluginfile.php/277216/course/summary/TEKNIK.pdf>

- 1) Memberikan penerangan di semua ruangan laboratorium yaitu di ruang praktikum, di ruang guru, di ruang persiapan, dan di ruang penyimpanan atau gudang
- 2) Memfasilitasi proses pembelajaran di laboratorium yaitu demonstrasi, eksperimen dan penelitian, atau penggunaan OHP, LCD dan amplifier.
- 3) Memfasilitasi pekerjaan administrasi laboratorium, yaitu untuk pemasangan mesin tik elektronik atau komputer. Komponen instalasi listrik laboratorium dapat terdiri dari jaringan kabel, sikring, lampu, saklar dan stop kontak, lebih baik kalau dilengkapi dengan stabiliser. Jaringan instalasi listrik di laboratorium dapat dipasang pada langit-langit ruangan, dinding ruangan, lantai, meja praktikum, meja demonstrasi, dan meja persiapan.

f. Mebeler

Yang dimaksud dengan fasilitas mebeler adalah peralatan mebel seperti meja, kursi, lemari, rak dan sebagainya. Pada prinsipnya semua mebeler adalah sama, namun karena fungsi dan tujuan pemakaiannya, maka mebeler laboratorium biasanya memiliki bentuk, ukuran, dan jenis bahan tertentu yang dapat berbeda dengan mebeler lainnya. Sesuai dengan tujuan pemakaian dan fungsinya. Sutrisno (2010: 11) fasilitas mebeler laboratorium dapat terdiri dari bermacam-macam meja, kursi, lemari, rak dan loker, seperti yang akan dikemukakan berikut ini.

1) Meja

Macam-macam meja di laboratorium adalah meja praktikum, meja demonstrasi, meja persiapan dan meja tulis.

a) Meja praktikum

- Untuk siswa melakukan praktikum atau kegiatan pembelajaran di laboratorium.

- Satu meja untuk satu percobaan dan satu percobaan dapat dilakukan oleh dua sampai 4 orang siswa.
- Ukuran meja praktikum kira-kira dua kali meja belajar di kelas dengan atau misalnya tinggi 75 cm, lebar 70 cm dan panjang 120 cm.
- Dilengkapi dengan instalasi listrik.
- Sebaiknya satu meja dipasang terpisah (jangan berimpit) dengan meja yang lainnya.

b) Meja demonstrasi

- Untuk guru melakukan demonstrasi atau kegiatan pembelajaran di laboratorium.
- Dipasang di bagian depan ruang praktikum di depan papan tulis.
- Ukuran panjangnya kira-kira dua kali meja praktikum dengan lebar dan tinggi yang sama atau bisa juga tinggi 75 cm, lebar 80 cm dan panjang 200 cm.
- Dilengkapi dengan instalasi listrik berupa stop kontak.
- Di samping meja demonstrasi dapat dipasang bak cuci.

c) Meja persiapan

- Untuk guru dan atau laboran untuk mempersiapkan alat-alat yang akan digunakan untuk proses pembelajaran.
- Dipasang di ruang persiapan.
- Ukurannya kira-kira sama dengan meja demonstrasi.
- Dilengkapi dengan instalasi listrik berupa stop kontak.

2) Kursi

Kursi di laboratorium dibedakan atas kursi biasa untuk guru dan kursi praktikum untuk siswa melakukan percobaan atau mengikuti pembelajaran di laboratorium.

- Kursi praktikum biasanya dibuat tanpa sandaran punggung dan tangan.
- Kursi praktikum umumnya dibuat dari rangka besi tingginya sekita 50 cm dan tempat duduknya terbuat dari kayu berbentuk dengan diameter sekitar 25 cm. 21
- Agar tidak cepat merusak lantai dan tidak menimbulkan suara berisik ketika digeser, bagian bawah (telapak) kaki kursi sebaiknya dilapisi plastik, kayu atau karet.

3) Lemari

Lemari di laboratorium terutama dapat dibedakan atas lemari alat, lemari buku, dan lemari administrasi.

a) Lemari Alat

- Dibuat dan disediakan khusus untuk menyimpan alat-alat laboratorium.
- Lemari alat di laboratorium dibedakan atas lemari tinggi yang disimpan di ruang penyimpanan, dan lemari pendek yang terdapat di bagian pinggir ruang praktikum.
- Lemari pendek yang terdapat di bagian pinggir ruang praktikum, juga dapat digunakan sebagai meja praktikum, misalnya untuk percobaan yang menggunakan instalasi gas.
- Semua lemari laboratorium, terutama lemari alat-alat harus terbuat dari bahan yang kuat untuk menahan beban yang cukup berat, sebaiknya tidak dari partikel blok atau tripleks dan multiplek yang terlalu tipis.
- Agar tidak menyita tempat yang lebar, pintu lemari alat-alat biasanya berupa pintu geser.
- Bagian depan lemari alat di ruang penyimpanan sebaiknya terbuat dari kaca, agar mudah dilihat alat apa yang terdapat di dalamnya.
- Pintu lemari alat-alat harus dilengkapi dengan kunci yang menjamin keamanan alat-alat di dalamnya.

- Alas tahapan lemari alat sebaiknya dapat dibongkar-pasang untuk memudahkan penyimpanan alat-alat yang lebih tinggi dari tinggi tahap yang tersedia.

b) Lemari Administrasi

Lemari administrasi adalah lemari yang digunakan untuk menyimpan segala format administrasi laboratorium.

- Lemari ini dapat dibuat dari kayu atau plat logam, dengan ukuran yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan ketersediaan tempat.
- Jumlah lemari administrasi jangan terlalu banyak dibandingkan dengan jumlah lemari alat.
- Lemari ini disimpan di ruang guru, dan diberi kunci.

c) Lemari Buku

- Digunakan untuk menyimpan berbagai buku kepustakaan laboratorium. 2
- Lemari ini sebaiknya berdinding kaca, dan tidak dikunci, agar setiap pengguna laboratorium dapat menggunakan buku yang disimpan di dalamnya.

4) Rak

Rak adalah lemari tanpa dinding, yang digunakan untuk menyimpan alat-alat. Alat-alat yang disimpan dalam rak ini biasanya adalah alat-alat yang memiliki Kotak khusus, atau alat-alat yang tidak terlalu memerlukan perlindungan dari cuaca dan debu. Rak dapat disimpan di ruang penyimpanan alat, di ruang persiapan, dan di ruang guru.

Ruang laboratorium fisika berfungsi sebagai tempat berlangsungnya kegiatan pembelajaran fisika secara praktek yang memerlukan peralatan khusus. Ruang laboratorium fisika dapat menampung minimum satu rombongan belajar. Rasio

minimum ruang laboratorium fisika 2,4 m² /peserta didik. Untuk rombongan belajar dengan peserta didik kurang dari 20 orang, luas minimum ruang laboratorium 48 m² termasuk luas ruang penyimpanan dan persiapan 18 m². Lebar ruang laboratorium fisika minimum 5 m. Ruang laboratorium fisika memiliki fasilitas yang memungkinkan pencahayaan memadai untuk membaca buku dan mengamati obyek 24 percobaan. Ruang laboratorium fisika dilengkapi sarana (Permen Nomor 24 tahun 2007 sarana dan prasarana).

2. Standarisasi Tata Letak dan Tata Ruang

a. Standarisasi Tata Letak

Pemakai laboratorium hendaknya memahami tata letak atau layout bangunan laboratorium. Pembangunan suatu laboratorium tidak dipercayakan begitu saja kepada seorang arsitektur bangunan. Bangunan laboratorium tidak sama dengan bangunan kelas. Banyak faktor yang harus dipertimbangkan sebelum membangun laboratorium. Faktor Faktor tersebut antara lain lokasi bangunan laboratorium dan ukuran-ukuran ruang.

Laboratorium MIPA yang ideal terdiri atas 4 x 4 lokal = 16 lokal laboratorium. Jadi untuk Matematika ada laboratorium dasar, pengembangan, metodologi pengajaran, dan laboratorium penelitian Matematika. Untuk Biologi, Fisika, dan Kimia membutuhkan 4 x 3 lokal = 12 lokal laboratorium untuk keperluan yang sama. Letak ideal laboratorium MIPA ada di tengah- tengah kompleks sekolah dengan bentuk huruf O. Di bagian timur lokasi laboratorium Matematika yang terdiri dari: laboratorium dasar Matematika, laboratorium pengembangan Matematika, laboratorium metodologi pengajaran Matematika, dan laboratorium penelitian Matematika. Di bagian selatan lokasi laboratorium Biologi yang terdiri atas: laboratorium dasar Biologi, laboratorium pengembangan

Biologi, laboratorium metodologi pengajaran Biologi, dan laboratorium penelitian Biologi. Di bagian barat lokasi laboratorium Fisika yang terdiri atas: laboratorium dasar Fisika, laboratorium pengembangan Fisika, laboratorium metodologi pengajaran Fisika, dan laboratorium penelitian Fisika. Di sebelah utara lokasi laboratorium Kimia yang terdiri atas: laboratorium dasar Kimia, laboratorium pengembangan Kimia, laboratorium metodologi pengajaran Kimia, dan laboratorium penelitian Kimia. Mengenai letak lokasi laboratorium dapat disesuaikan dengan kebutuhan sekolah dan atau madrasah; yang penting lokasi laboratorium MIPA harus dapat berhubungan langsung dengan ruang kelas atau ruang pimpinan sekolah/madrasah.

Sudah tentu dalam tiap-tiap laboratorium lokalnya terdiri atas: ruang persiapan, ruang kegiatan, ruang penyimpanan alat dan bahan percobaan, serta ruang kamar mandi dan WC. Setiap lokal juga dilengkapi dengan tempat cuci tangan (wastafel), tempat cuci perangkat percobaan, alat perlengkapan percobaan, papan tulis, meja dan kursi praktikum, serta instalasi listrik yang memadai. Pada saat ini setiap lokal laboratorium juga harus dilengkapi dengan laptop (komputer lengkap dengan printernya), LCD, dan layar gantung. Jangan lupa setiap laboratorium juga dilengkapi dengan sistem pendingin ruangan, misalnya: AC atau kipas angin.

Uraian tersebut mengisyaratkan kepada sekolah, bahwa membangun laboratorium MIPA itu diperlukan dana dan biaya yang mahal. Karena harga pembangunan lokal laboratorium memerlukan dana yang tidak sedikit serta peralatan percobaan dan asesorisnya juga mahal harganya. Persyaratan lokasi pembangunan laboratorium antara lain tidak terletak pada arah angin yang menuju bangunan lain atau pemukiman. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari penyebaran gas-gas berbahaya.

Bangunan laboratorium tidak berdekatan atau dibangun pada lokasi sumber air. Bangunan laboratorium jangan terlalu dekat dengan bangunan lainnya. Lokasi laboratorium harus mudah dijangkau untuk pengontrolan dan memudahkan tindakan lainnya misalnya apabila terjadi kebakaran, mobil kebakaran harus dapat menjangkau bangunan laboratorium.

Selain persyaratan lokasi, perlu diperhatikan pula tata letak ruangan. Ruangan laboratorium untuk pembelajaran sains umumnya terdiri dari ruang utama dan ruangruang pelengkap. Ruang utama adalah ruangan tempat para siswa atau mahasiswa melakukan praktikum. Ruang pelengkap umumnya terdiri dari ruang persiapan dan ruang penyimpanan. Ruang persiapan digunakan untuk menyiapkan alat-alat dan bahan-bahan yang akan dipakai praktikum atau percobaan baik untuk siswa maupun untuk guru. Ruang penyimpanan atau gudang terutama digunakan untuk menyimpan bahan-bahan persediaan (termasuk bahan kimia) dan alat-alat yang penggunaannya tidak setiap saat (jarang). Selain ruangan-ruangan tersebut, mungkin juga sebuah laboratorium memiliki ruang gelap (dark room), ruangan spesimen, ruangan khusus untuk penyimpanan bahan- bahan kimia dan ruang adminitrasi/ staf .Halini didasarkan atas pertimbangan keamanan berbagai peralatan laboratorium dan kenyamanan para pengguna laboratorium.

b. Standarisasi Tata Ruang

- 1) Prasyarat dan Utilitas Ruang Di dalam Panduan Pelaksanaan DAK Sekolah Menengah Atas (2014: 18) menyatakan bahwa prasyarat dan utilitis ruang terdiri atas:
 - a) Lab. dilengkapi 2 (dua) pintu, di depan dan belakang yang membuka ke luar.

- b) Pada ruang praktek bukaan ventilasi cahaya minimal 9,6 m² dan bukaan ventilasi udara minimal 4.8 m²
 - c) Jumlah titik lampu minimal 6 (enam) di ruang praktek, dan masing- masing 1 (satu) di ruang persiapan,dan ruang gelap, memakai lampu TL (20 watt).
 - d) Jumlah stop kontak 10 (sepuluh) di ruang praktek, 1 (satu) di ruang persiapan dan 1 (satu) di ruang gelap. Masing-masing ruang dilengkapi 1 (satu) buah saklar.
 - e) Meja kerja tersedia 6 unit, masing-masing dilengkapi kursi lab sebanyak 6 buah. Meja persiapan 1 unit. Meja demonstrasi 1 unit. Kursi dan meja guru 1 unit.
 - f) Papan tulis 1unit dan tempat sampah dalam ruang kelas.
- 2) Desain dan Kelengkapan Ruang Kancono (2010: 2-4) menyatakan bahwa luas ruangan laboratorium bervariasi sesuai dengan macam dan jenisnya, yaitu:
- a) Ruangan kegiatan belajar mengajar yang berisi perabotan seperti meja, kursi, almari, rak, meja demonstrasi. Luas minimum 2,5 m² untuk tiap orang siswa, sehingga untuk tiap 50 orang siswa luas laboratorium 125 m² . bentuk ruangan sedemikian rupa sehingga siswa dapat duduk tidak berdempetan dan siswa paling belakang pun dapat melihat percobaan yang didemonstrasikan guru.
 - b) Ruangan persiapan, yaitu tempat guru dan laboran/ pembantu laboratorium melakukan persiapan sebelum kegiatan praktikum atau demonstrasi dilakukan. Luas lantai 20 m² untuk laboratorium yang luasnya 100 m² sehingga tidak mengganggu kegiatan ruang lain.
 - c) Ruangan gudang terdiri dari ruang penyimpanan alat atau perkakas dan ruang penyimpan chemicalien

(bahan-bahan kimia). Luas gudang minimum 20 m². Terpisahkan ruang ini karena sering terjadi perusakan perkakas oleh terkontaminasinya zat kimia.

- d) Ruangan gelap, kegunaannya untuk proses pembuatan foto atau kegiatan yang mensyaratkan bebas cahaya seperti fotografi dan sablon. Luas minimum 2,5 m² yang disediakan untuk dua orang.

C. Fasilitas Laboratorium Fisika

1. Fasilitas Laboratorium Fisika

Fasilitas ruang laboratorium fisika sekolah meliputi ruang praktikum, ruang guru, ruang persiapan, dan ruang penyimpanan. Ruangan tersebut dirancang untuk mendukung berbagai kegiatan pembelajaran, administrasi, pemeliharaan alat, dan penyimpanan peralatan. Dengan bentuk, ukuran, dan tata letak yang baik, ruang laboratorium dapat memastikan kelancaran dan kenyamanan dalam kegiatan, memudahkan akses antar-ruangan, mengontrol keamanan alat, dan menjaga keselamatan kerja. (Dikmenum, 1999).

a. Ruang praktikum

Ruang praktikum merupakan bagian utama dari sebuah laboratorium fisika sekolah. Ruang praktikum adalah ruang tempat berlangsungnya proses pembelajaran fisika di laboratorium. Proses pembelajaran fisika di dalam ruang praktikum dapat berupa peragaan atau demonstrasi, praktikum perorangan atau kelompok, dan penelitian. Proses pembelajaran di ruang praktikum menuntut tempat yang lebih luas dari pada proses pembelajaran klasikal di dalam kelas biasa, oleh karena itu luas ruang praktikum harus dapat memberikan keleluasaan bergerak kepada siswa dan guru selama melakukan proses pembelajaran. Luas ruang praktikum ini tentu harus memperhitungkan jumlah siswa dan guru yang akan melaksanakan proses pembelajaran fisika di dalamnya. Luas ruang praktikum dibagi jumlah

siswa biasanya antara satu setengah sampai dua kali luas ruang kelas. Pada (Dikmenum, 1999) agar kegiatan proses pembelajaran di dalam ruang praktikum dapat berjalan dengan baik, maka ruang praktikum hendaknya memiliki fasilitas-fasilitas utama sebagai berikut:

1) Instalasi listrik (untuk percobaan, demonstrasi, penerangan dan lain-lain), instalasi air dengan bak cucinya, instalasi gas, dan instalasi limbah. Kebutuhan instalasi listrik dalam laboratorium adalah untuk:

- Memberikan penerangan di semua ruangan laboratorium yaitu di ruang praktikum, di ruang guru, di ruang persiapan, dan di ruang penyimpanan atau gudang.
- Memfasilitasi proses pembelajaran di laboratorium yaitu demonstrasi, eksperimen dan penelitian, atau penggunaan OHP, LCD dan amplifier.
- Memfasilitasi pekerjaan administrasi laboratorium, yaitu untuk pemasangan mesin tik elektronik atau komputer.
- Komponen instalasi listrik laboratorium dapat terdiri dari jaringan kabel, sikring, lampu, saklar dan stop kontak, lebih baik kalau dilengkapi dengan stabiliser.
- Jaringan instalasi listrik di laboratorium dapat dipasang pada langit-langit ruangan, dinding ruangan, lantai, meja praktikum, meja demonstrasi, dan meja persiapan (Pudak Scientific, 2013)

2) Instalasi air

- Kebutuhan instalasi air di laboratorium adalah untuk keperluan proses pembelajaran yaitu eksperimen dan demonstrasi, merawat dan memelihara alat-alat laboratorium yang dapat dibersihkan dengan

air, memelihara kebersihan laboratorium, dan untuk mencuci tangan.

- Komponen Instalasi air terdiri dari saluran air bersih dari sumbernya ke dalam laboratorium, saluran air buangan (limbah), dan bak cuci lengkap dengan kran airnya.
- Bak Cuci dapat dipasang di bagian ruangan yang memerlukan, namun hendaknya jauh dari lemari alat-alat yang tidak tahan terhadap kelembaban dan dari stop kontak listrik. Biasanya bak cuci di pasang di ruang guru, di bagian pinggir ruang praktikum, di dekat meja demonstrasi, dan dapat juga di dekat meja praktikum. Bak cuci sebaiknya tidak usah dipasang di ruang persiapan dan di gudang. (Pudak Scientific, 2013)

3) Instalasi gas

Instalasi gas di laboratorium dibutuhkan untuk percobaan-percobaan yang menggunakan kompor/pemanas bunsen seperti untuk memanaskan air dan sebagainya. Instalasi gas di laboratorium dapat dibuat dengan menggunakan tabung gas LPG dan penyaluran gas ke kompor/pemanas melalui pipa instalasi gas yang dapat dipasang pada dinding atau lantai ke kompor/pemanas. Dengan adanya instalasi gas ini, harus diperhatikan instalasi udara yang cukup di tempat yang tepat untuk membuang kebocoran gas yang mungkin terjadi. Harus diingat bahwa kalau menggunakan gas LPG maka gas itu lebih berat dari udara sehingga lubang pembuangan kebocoran gas itu harus di bagian bawah dinding atau cukup rendah. (Pudak Scientific, 2013)

4) Meja praktikum



Gambar 3. 10 Meja Praktikum

Sumber: <https://lab-ti.uis.ac.id/laboratorium-fisika/>

- Untuk siswa melakukan praktikum atau kegiatan pembelajaran di laboratorium.
- Satu meja untuk satu percobaan dan satu percobaan dapat dilakukan oleh dua sampai 4 orang siswa.
- Ukuran meja praktikum kira-kira dua kali meja belajar di kelas dengan atau misalnya tinggi 75 cm, lebar 70 cm dan panjang 120 cm.
- Dilengkapi dengan instalasi listrik.
- Sebaiknya satu meja dipasang terpisah (jangan berimpit) dengan meja yang lainnya. (Direktorat Menengah Umum, 2015).

5) Kursi Praktikum

- Kursi di laboratorium dibedakan atas kursi biasa untuk guru dan kursi praktikum untuk siswa melakukan percobaan atau mengikuti pembelajaran di laboratorium.
- Kursi praktikum biasanya dibuat tanpa sandaran punggung dan tangan.
- Kursi praktikum umumnya dibuat dari rangka besi tingginya sekita 50 cm dan tempat duduknya terbuat dari kayu berbentuk dengan diameter sekitar 25 cm.

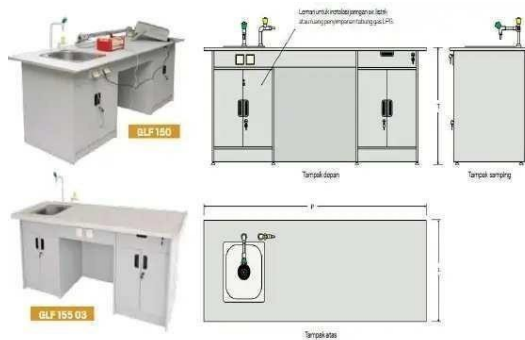
- Agar tidak cepat merusak lantai dan tidak menimbulkan suara berisik ketika digeser, bagian bawah (telapak) kaki kursi sebaiknya dilapisi plastik, kayu atau karet. (Sutrisno, 2010)



Gambar 3. 11 Meja Praktikum

Sumber: https://www.pudak-scientific.com/image/furnitur_laboratorium01%281%29.pdf

6) Meja demonstrasi



Gambar 3. 12 Meja Demonstrasi

Sumber: https://www.pudak-scientific.com/image/furnitur_laboratorium01%281%29.pdf

- Untuk guru melakukan demonstrasi atau kegiatan pembelajaran di laboratorium.
- Dipasang di bagian depan ruang praktikum di depan papan tulis.
- Ukuran panjangnya kira-kira dua kali meja praktikum dengan lebar dan tinggi yang sama atau bisa juga tinggi 75 cm, lebar 80 cm dan panjang 200 cm.
- Dilengkapi dengan instalasi listrik berupa stop kontak.
- Di samping meja demonstrasi dapat dipasang bak cuci. (Direktorat Menengah Umum, 2015).

7) Loker



Gambar 3. 13 Loker

Sumber: https://www.pudak-scientific.com/image/furnitur_laboratorium01%281%29.pdf

- Loker siswa adalah lemari yang disediakan di laboratorium khusus untuk menyimpan buku dan tas siswa di dalam laboratorium.

- Loker ditempatkan dibagian pinggir depan atau belakang ruang praktikum.
- Loker di laboratorium biasanya dibuat hanya berupa kotak-kota dari sekat- sekat dan tahap-tahap tanpa pintu.
- Loker dapat dibuat dari bahan kayu dengan ukuran yang ideal untuk siswa.
- Sebaiknya disediakan satu kotak untuk tiap satu siswa.

8) Lemari Alat

- Dibuat dan disediakan khusus untuk menyimpan alat-alat laboratorium.
- Lemari alat di laboratorium dibedakan atas lemari tinggi yang disimpan di ruang penyimpanan, dan lemari pendek yang terdapat di bagian pinggir ruang praktikum.
- Lemari pendek yang terdapat di bagian pinggir ruang praktikum, juga dapat digunakan sebagai meja praktikum, misalnya untuk percobaan yang menggunakan instalasi gas.
- Semua lemari laboratorium, terutama lemari alat-alat harus terbuat dari bahan yang kuat untuk menahan beban yang cukup berat, sebaiknya tidak dari partikel blok atau tripleks dan multiplek yang terlalu tipis.
- Agar tidak menyita tempat yang lebar, pintu lemari alat-alat biasanya berupa pintu geser.
- Bagian depan lemari alat di ruang penyimpanan sebaiknya terbuat dari kaca, agar mudah dilihat alat apa yang terdapat di dalamnya.
- Pintu lemari alat-alat harus dilengkapi dengan kunci yang menjamin keamanan alat-alat di dalamnya.
- Alas tahapan lemari alat sebaiknya dapat dibongkar-pasang untuk memudahkan penyimpanan alat-alat yang lebih tinggi dari tinggi tahap yang tersedia.

Untuk menjaga kenyamanan dan keselamatan kerja di dalamnya, sebaiknya ruang praktikum memiliki fasilitas-fasilitas sebagai berikut :

- 1) Ventilasi udara yang cukup, dapat berupa jendela, langit-langit yang tidak tertutup rapat, atau mungkin kipas angin (exhaus-van).
- 2) Pintu masuk dan pintu keluar yang berbeda dengan daun pintu terbuka ke luar.
- 3) Pintu yang berhubungan langsung dengan ruang persiapan dan ruang guru serta dapat teramati dari kedua ruangan itu.
- 4) Kotak P3K.
- 5) Fasilitas pemadam kebakaran .(Sutrisno, 2010)

b. Ruang guru

Ruang guru di laboratorium adalah tempat kerja bagi penanggung jawab laboratorium dan guru yang melaksanakan proses pembelajaran di laboratorium. Ruang guru terdapat di dalam laboratorium, dengan satu pintu masuk dan keluar yang sama melalui ruang praktikum. Ruang guru memiliki instalasi listrik dan ventilasi udara yang baik. Memiliki fasilitas mebeler seperti kursi dan meja tulis untuk satu orang guru atau lebih. Laboratorium ukurannya sama dengan ukuran meja tulis pada umumnya, lengkap dengan laci-lacinya. Kemudian ada Lemari atau rak buku yang digunakan untuk menyimpan berbagai buku kepustakaan laboratorium. Lemari ini sebaiknya berninding kaca, dan tidak dikunci, agar setiap pengguna laboratorium dapat menggunakan buku yang disimpan di dalamnya. Lemari untuk keperluan administrasi, lemari administrasi adalah lemari yang digunakan untuk menyimpan segala format administrasi laboratorium. Lemari ini dapat dibuat dari kayu atau plat logam, dengan ukuran yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan ketersediaan tempat. Jumlah lemari administrasi jangan terlalu banyak

dibandingkan dengan jumlah lemari alat. Lemari ini disimpan di ruang guru, dan diberi kunci. Selain itu, Loker atau rak untuk menyimpan pekerjaan tulis siswa yang akan diperiksa oleh guru.

c. Ruang persiapan

Ruang persiapan adalah ruang yang disediakan untuk melakukan perawatan dan persiapan alat-alat laboratorium. Ruang persiapan memiliki instalasi listrik dan ventilasi udara yang baik. Memiliki fasilitas mebel seperti Kursi dan meja kerja untuk melakukan perawatan dan persiapan alat-alat laboratorium.

d. Meja persiapan

Untuk guru dan atau laboran untuk mempersiapkan alat-alat yang akan digunakan untuk proses pembelajaran. Dipasang di ruang persiapan, dimana ukurannya kira-kira sama dengan meja demonstrasi. Dilengkapi dengan instalasi listrik berupa stop kontak.

e. Lemari atau rak alat-alat

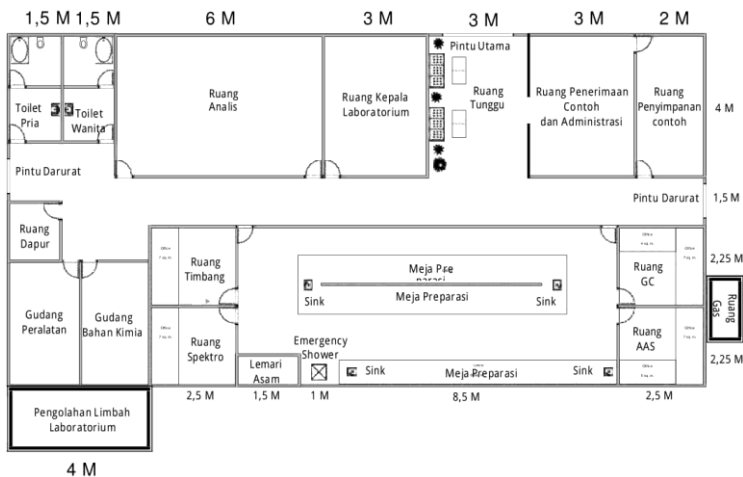
Rak adalah lemari tanpa dinding, yang digunakan untuk menyimpan alat-alat. Alat-alat yang disimpan dalam rak ini biasanya adalah alat-alat yang memiliki kotak khusus, atau alat-alat yang tidak terlalu memerlukan perlindungan dari cuaca dan debu. Rak dapat disimpan di ruang penyimpanan alat, di ruang persiapan, dan di ruang guru.

f. Loker penyimpanan alat-alat

Ruang penyimpanan di laboratorium dapat juga disebut sebagai gudang laboratorium, adalah ruang yang disediakan khusus untuk menyimpan alat-alat yang sedang tidak digunakan. Ruang penyimpanan terdapat di dalam laboratorium disebelah dalam ruang persiapan. Demi keamanan dan kemudahan penyimpanan dan pengambilan

alat-alat, ruang penyimpanan atau gudang biasanya hanya memiliki satu pintu masuk dan keluar melalui ruang persiapan. Ruang penyimpanan atau gudang harus memiliki instalasi listrik dan ventilasi udara yang baik. Memiliki fasilitas mebeler seperti macam-macam lemari alat-alat dan bahan-bahan. Lemari alat pada ruang penyimpanan sama dengan lemari atau rak- rak alat yang ada pada ruang praktikum dan juga ruang persiapan. Macam-macam rak untuk alat-alat seperti rak alat pada ruang penyimpanan sama dengan lemari atau rak-rak alat yang ada pada ruang persiapan. (Sutrisno, 2010)

D. Denah Laboratorium



Gambar 3. 14 Denah Laboratorium

Sumber: <http://www.konsultaniso17025.com/2017/06/pengelolaan-laboratorium-lingkungan.html?m=1>

Denah laboratorium fisika adalah gambaran visual yang menyajikan tata letak ruang, peralatan, dan elemen penting lainnya di dalam suatu laboratorium fisika (Susanti, 2021). Secara rinci, denah ini mencakup informasi tentang struktur

fisik laboratorium, termasuk dimensi ruangan, lokasi pintu masuk, jendela, dinding pembatas, serta area khusus seperti area penyimpanan, ruang persiapan, dan ruang istirahat.

Selain itu, denah laboratorium juga mencakup penempatan peralatan dan perangkat fisika yang digunakan dalam kegiatan eksperimen dan penelitian. Ini termasuk meja kerja, alat ukur, peralatan eksperimen, dan sistem keamanan. Penempatan yang tepat dari peralatan ini penting untuk memastikan penggunaan ruang yang efisien dan memfasilitasi proses kerja di dalam laboratorium. Selain itu, denah laboratorium juga dapat menampilkan informasi tentang tanda-tanda keselamatan, pemadam kebakaran, jalur evakuasi, dan peraturan keselamatan lainnya. Ini membantu memastikan lingkungan kerja yang aman bagi semua pengguna laboratorium. Dengan menyajikan informasi ini secara visual, denah laboratorium fisika menjadi alat yang penting dalam merencanakan, merancang, dan mengelola laboratorium dengan efektif. Hal ini membantu menciptakan lingkungan kerja yang produktif, aman, dan efisien untuk kegiatan eksperimen dan penelitian di bidang fisika.

Denah laboratorium fisika tidak hanya sekadar gambaran visual tentang tata letak ruang dan peralatan di dalam laboratorium fisika, tetapi juga berfungsi sebagai alat penting yang bertujuan untuk memastikan tiga hal utama (Pratama, 2020) : penggunaan ruang yang efisien, keselamatan pengguna, dan kelancaran proses eksperimen dan penelitian.

1. Efisiensi Penggunaan Ruang: Denah laboratorium dirancang dengan memperhatikan penggunaan ruang secara optimal. Ini mencakup penempatan peralatan dan perangkat secara strategis untuk memaksimalkan ruang yang tersedia dan menghindari kemacetan atau ketidaknyamanan bagi pengguna laboratorium.

2. Keamanan Pengguna: Denah laboratorium juga memperhitungkan aspek keselamatan bagi pengguna. Ini termasuk pemisahan yang tepat antara area kerja dan area lalu lintas, penempatan tanda-tanda peringatan keselamatan, dan penyesuaian ruang agar memenuhi standar keselamatan yang diperlukan.
3. Kelancaran Proses Eksperimen dan Penelitian: Dengan denah laboratorium yang baik, proses eksperimen dan penelitian dapat berjalan dengan lancar. Ini mencakup penempatan yang efisien dari peralatan eksperimen, akses yang mudah ke sumber daya dan perangkat, serta ruang yang memadai untuk kolaborasi antar pengguna laboratorium.

Dengan memperhatikan aspek-aspek tersebut, denah laboratorium fisika menjadi alat yang penting dalam merancang lingkungan kerja yang efisien, aman, dan mendukung kegiatan ilmiah. (Hou,Y. 2023) Denah laboratorium fisika memberikan informasi lengkap tentang tata letak ruangan secara keseluruhan, termasuk lokasi pintu masuk, jendela, dan ventilasi udara.



Gambar 3. 15 Lokasi Pintu Masuk

Sumber: <https://www.sdhmedical.com/medical-airtight-flat-door-with-observation-window-and-electric-devices-product/>

1. Lokasi Pintu Masuk: Pintu masuk laboratorium biasanya ditampilkan secara jelas dalam denah, memberikan pandangan yang langsung dan mudah diakses ke dalam ruangan. Posisi pintu masuk yang strategis sangat penting untuk memastikan akses yang mudah bagi pengguna, serta memungkinkan pengaturan yang efisien untuk masuk dan keluar dari laboratorium.



Gambar 3. 16 Jendela

Sumber: <https://fisika.uin-malang.ac.id/lab-riset-fisika>

2. Jendela: Denah laboratorium juga mencakup informasi tentang lokasi jendela. Jendela tidak hanya berperan sebagai sumber pencahayaan alami, tetapi juga memungkinkan sirkulasi udara yang baik dan membantu dalam menjaga kualitas udara di dalam laboratorium. Penempatan jendela yang tepat dapat membantu mengoptimalkan pencahayaan dan ventilasi di dalam ruangan.



Gambar 3. 17 Ventilasi

Sumber: <https://cvastro.com/k/info/page/6>

3. Ventilasi Udara: Selain jendela, denah laboratorium juga menampilkan informasi tentang sistem ventilasi udara. Ini mencakup lokasi ventilasi mekanis, ventilasi alami, atau sistem pendingin udara yang diperlukan untuk menjaga suhu dan kelembaban yang sesuai di dalam laboratorium. Sirkulasi udara yang baik sangat penting untuk menghindari penumpukan gas atau uap yang berbahaya serta menjaga kualitas udara yang sehat bagi pengguna laboratorium.

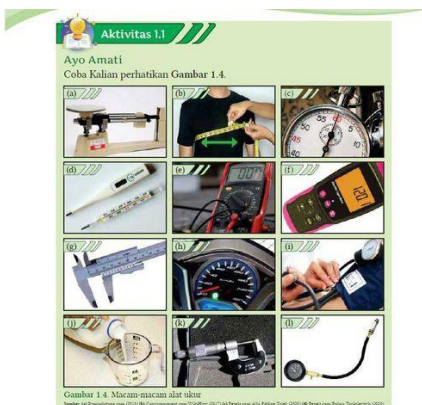
Denah laboratorium juga mencakup penempatan peralatan dan perangkat fisika di dalamnya, seperti meja kerja, alat ukur, peralatan eksperimen, dan sistem keamanan. Penempatan yang tepat dari peralatan ini sangat penting karena akan memastikan penggunaan ruang yang efisien dan memfasilitasi proses kerja di laboratorium.



Gambar 3. 18 Meja Kerja

Sumber: https://i_Pharmaceutical-Medical-Biological-Laboratories-Test-Equipment_uogsroeuhg.html

1. Meja Kerja: Denah laboratorium menunjukkan lokasi meja kerja yang biasanya digunakan untuk menempatkan komputer, buku catatan, dan peralatan kecil lainnya. Penempatan meja kerja harus dipertimbangkan dengan baik untuk memastikan ruang kerja yang cukup bagi pengguna, serta memungkinkan akses yang mudah ke peralatan lainnya.



Gambar 3. 19 Alat Ukur

Sumber: <https://adjar.grid.id/read/543395406/jawab-soal-alat-ukur-dan-penggunaannya-buku-kurikulum-merdeka-ipa-kelas-xi-bab-i?page=all>

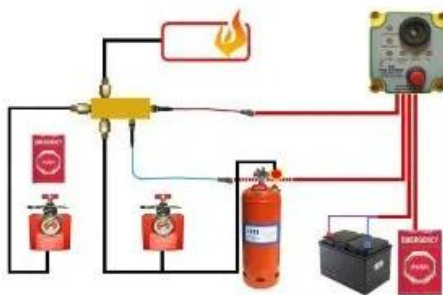
2. Alat Ukur: Alat ukur seperti termometer, pengukur tekanan, atau alat pengukur lainnya juga diperlihatkan dalam denah laboratorium. Penempatan yang tepat dari alat ukur ini akan memastikan akses yang mudah bagi pengguna saat melakukan pengukuran dan pengamatan.



Gambar 3. 20 Peralatan Eksperimen

Sumber: <http://arumatikgroup.com/chemical/>

3. Peralatan Eksperimen: Denah laboratorium mencakup lokasi peralatan eksperimen seperti mikroskop, spektrometer, atau alat-alat lainnya yang digunakan untuk melakukan percobaan fisika. Penempatan yang strategis dari peralatan ini akan memfasilitasi proses eksperimen dan memungkinkan penggunaan yang efisien dari ruang laboratorium.



Gambar 3. 21 Sistem Keamanan

Sumber: <https://www.endlessafe.com/sistem-pemadam-kebakaran-dan-fungsinya/>

4. Sistem Keamanan: Sistem keamanan seperti sistem pemadam kebakaran, alarm, atau kamera pengawas juga diperlihatkan dalam denah laboratorium. Penempatan yang tepat dari sistem keamanan ini akan membantu dalam memastikan keselamatan pengguna laboratorium dan melindungi peralatan dan fasilitas laboratorium dari risiko yang tidak diinginkan. (Zhang, H. 2022)

Dengan memperhitungkan penempatan yang tepat dari peralatan dan perangkat fisika dalam denah laboratorium, penggunaan ruang yang efisien dapat dicapai, dan proses kerja di laboratorium dapat difasilitasi dengan baik. Hal ini akan berkontribusi pada peningkatan produktivitas dan kualitas kerja di laboratorium fisika. Denah laboratorium tidak hanya mencakup penempatan peralatan utama, tetapi juga fasilitas tambahan yang penting untuk mendukung kegiatan sehari-hari di laboratorium fisika. Fasilitas tambahan ini meliputi area penyimpanan bahan kimia atau alat, ruang persiapan, dan ruang istirahat. Penempatan yang strategis dari fasilitas tambahan ini sangat penting untuk mendukung efisiensi dan kenyamanan pengguna laboratorium. (Guan, Z. 2021)

1. Area Penyimpanan Bahan Kimia atau Alat: Denah laboratorium dapat menunjukkan lokasi area penyimpanan yang khusus untuk bahan kimia atau alat. Penyimpanan bahan kimia harus dilakukan dengan aman dan sesuai dengan standar keselamatan yang berlaku. Penempatan yang strategis dari area penyimpanan ini akan memudahkan akses dan penggunaan bahan kimia atau alat saat diperlukan dalam eksperimen atau penelitian.
2. Ruang Persiapan: Ruang persiapan biasanya digunakan untuk menyiapkan peralatan atau bahan yang akan digunakan dalam eksperimen atau penelitian. Denah laboratorium dapat menunjukkan lokasi ruang persiapan dan hubungannya dengan area kerja utama. Penempatan yang tepat dari ruang persiapan akan memastikan ketersediaan peralatan dan bahan yang

diperlukan dengan mudah, sehingga mengoptimalkan proses persiapan sebelum melaksanakan kegiatan di laboratorium.

3. Ruang Istirahat: Laboratorium fisika juga perlu menyediakan ruang istirahat bagi pengguna untuk beristirahat sejenak dari aktivitas kerja. Denah laboratorium dapat menunjukkan lokasi ruang istirahat dan fasilitas yang tersedia di dalamnya, seperti kursi, meja, atau mesin pembuat kopi. Penempatan yang strategis dari ruang istirahat akan memberikan akses yang mudah bagi pengguna laboratorium untuk mengambil istirahat yang diperlukan, sehingga meningkatkan kenyamanan dan produktivitas mereka.
(Vieira, R. 2020)

Dengan memperhitungkan penempatan yang tepat dari fasilitas tambahan seperti area penyimpanan, ruang persiapan, dan ruang istirahat dalam denah laboratorium, penggunaan ruang laboratorium dapat dioptimalkan dan kenyamanan pengguna dapat dipastikan. Hal ini akan mendukung kelancaran kegiatan sehari-hari di laboratorium fisika dan meningkatkan produktivitas pengguna. Selain menampilkan tata letak ruangan dan peralatan, denah laboratorium juga mencakup informasi tentang tanda-tanda keselamatan, pemadam kebakaran, jalur evakuasi, dan peraturan keselamatan lainnya. Hal ini sangat penting untuk memastikan lingkungan kerja yang aman bagi semua pengguna laboratorium.

1. Tanda-tanda Keselamatan: Denah laboratorium biasanya menunjukkan lokasi tanda-tanda keselamatan seperti tanda peringatan bahaya, tanda larangan, dan tanda petunjuk keselamatan lainnya. Tanda-tanda ini membantu mengingatkan pengguna laboratorium tentang risiko yang ada dan langkah-langkah yang harus diambil untuk menghindari kecelakaan.
2. Pemadam Kebakaran: Informasi tentang lokasi pemadam kebakaran ditampilkan dalam denah laboratorium. Pemadam kebakaran merupakan salah satu perlengkapan keselamatan

yang sangat penting dalam menghadapi kebakaran. Penempatan yang strategis dari pemadam kebakaran akan memastikan akses yang cepat dan mudah bagi pengguna laboratorium dalam situasi darurat.

3. Jalur Evakuasi: Denah laboratorium juga mencakup informasi tentang jalur evakuasi dalam kasus darurat. Jalur evakuasi harus ditandai dengan jelas dan mudah diakses oleh semua pengguna laboratorium. Pengetahuan tentang jalur evakuasi yang benar dapat menyelamatkan nyawa dalam situasi darurat seperti kebakaran atau insiden lainnya.
4. Peraturan Keselamatan Lainnya: Selain itu, denah laboratorium dapat mencakup informasi tentang peraturan keselamatan laboratorium lainnya yang harus dipatuhi oleh semua pengguna. Ini termasuk prosedur keselamatan umum, aturan penggunaan peralatan, dan langkah-langkah pencegahan yang harus diambil untuk menghindari kecelakaan.

Dengan memasukkan informasi tentang tanda-tanda keselamatan, pemadam kebakaran, jalur evakuasi, dan peraturan keselamatan lainnya dalam denah laboratorium, pengguna laboratorium dapat dengan mudah mengakses informasi penting yang diperlukan untuk menjaga keselamatan mereka sendiri dan orang lain di sekitar mereka. Hal ini akan membantu menciptakan lingkungan kerja yang aman dan produktif bagi semua pengguna laboratorium. (Li, M. 2019)

E. Jenis Prabot dan Peralatan Laboratorium

Pendidikan dalam bidang fisika memegang peranan kunci dalam membentuk calon ilmuwan dan teknisi yang berkualitas. Ini karena fisika merupakan landasan utama dalam memahami prinsip-prinsip dasar alam semesta dan aplikasinya dalam berbagai bidang, mulai dari teknologi hingga ilmu pengetahuan murni. Namun, salah satu tantangan utama dalam proses pembelajaran

fisika adalah pemahaman yang kurang dalam pengoperasian peralatan laboratorium. Meskipun peralatan yang memadai tersedia, seringkali mahasiswa atau siswa kurang terampil dalam menggunakan peralatan tersebut secara efektif. Hal ini dapat mengakibatkan kurangnya pemahaman praktis terhadap konsep-konsep fisika yang diajarkan di kelas.

Selain masalah pengoperasian, akses terhadap informasi mengenai peralatan laboratorium juga dapat menjadi hambatan serius dalam proses belajar mengajar fisika. Banyak laboratorium yang mungkin memiliki peralatan canggih namun kurangnya dokumentasi atau petunjuk penggunaan yang tersedia bagi mahasiswa atau siswa. Tanpa informasi yang memadai, proses pembelajaran di laboratorium bisa menjadi kurang efektif dan tidak memberikan pengalaman yang memadai bagi para pembelajar untuk memahami konsep-konsep fisika secara praktis.

Oleh karena itu, penting bagi institusi pendidikan dan pengajar fisika untuk memperhatikan tidak hanya penyediaan peralatan yang memadai tetapi juga pelatihan yang memadai dalam penggunaannya. Selain itu, pengembangan sumber daya informasi yang mudah diakses mengenai peralatan laboratorium juga sangat penting untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran di laboratorium fisika. Dengan demikian, mahasiswa dan siswa akan lebih siap dan terampil dalam menghadapi tantangan dalam bidang fisika serta mampu mengaplikasikan konsep-konsep yang mereka pelajari secara lebih efektif dalam konteks praktis (Setyaningsih, 2024).

Laboratorium fisika dengan spesifikasi prasarana alat praktikum yang baik adalah kunci untuk memaksimalkan penggunaan fasilitas praktikum. Kegiatan praktikum IPA memiliki beberapa alasan penting, seperti memotivasi belajar, mengembangkan keterampilan eksperimental, memberikan pendekatan ilmiah, dan mendukung materi pelajaran. Di

laboratorium, siswa bisa memperoleh pemahaman baru melalui eksperimen. Proses belajar yang terstruktur dan mencapai tujuan dapat terjadi di laboratorium dengan langkah-langkah seperti merumuskan hipotesis, mengontrol variabel, melakukan eksperimen, dan menganalisis data. (Yanti, 2017)

Selain itu, alat-alat laboratorium memiliki peran krusial dalam pembelajaran fisika. Mereka tidak hanya membantu peserta didik mengembangkan keterampilan praktis yang diperlukan dalam memahami konsep-konsep fisika, tetapi juga mengajarkan pola pikir sistematis dalam merancang dan menjalankan eksperimen. Melalui penggunaan alat-alat laboratorium, peserta didik dapat mengalami secara langsung fenomena fisika yang mereka pelajari, memperkuat pemahaman konsep dengan pengalaman praktis. Selain itu, penggunaan alat-alat laboratorium juga berpotensi meningkatkan hasil belajar peserta didik, karena mereka dapat membuktikan konsep-konsep fisika secara langsung dan membuat kesimpulan berdasarkan pengalaman praktis yang mereka alami. Dengan demikian, alat-alat laboratorium tidak hanya menjadi sarana pembelajaran, tetapi juga menjadi jembatan penting antara teori dan praktik dalam pemahaman fisika. (Istinganah, 2021).

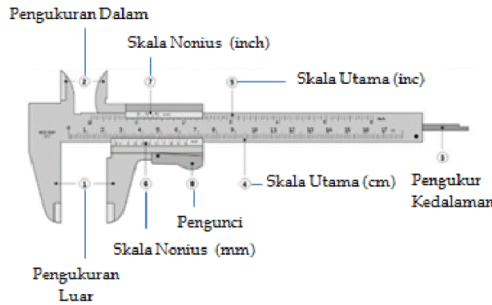
1. Karakteristik/Spesifikasi alat-alat Laboratorium

a. Jangka sorong

Jangka Sorong merupakan suatu alat ukur yang mempunyai ketelitian tinggi hingga seperseratus mm dan digunakan untuk mengukur satuan Panjang, diameter dan kedalaman. Adapun bagian-bagian dari Jangka Sorong yakni:

- 1) Skrup Pengunci (Locking Screw) berfungsi sebagai pengunci hasil pengukuran, sehingga hasil pengukuran tidak akan berubah ketika dipegang sehingga hasil tetap akurat
- 2) Rahang Luar (External Jaws) berfungsi untuk mengukur satuan Panjang, diameter luar sebuah silinder atau untuk mengukur ketebalan bentuk dimensi lainnya,

- 3) Rahang Dalam (Inner Jaws) berfungsi untuk mengukur bagian diameter dalam atau inside diameter,
- 4) Skala Utama, nilai yang menunjukkan hasil pengukuran yang satuannya dapat dalam mm, em dan inci,
- 5) Skala Nonius berfungsi sebagai skala pengukuran fraksi, untuk satuan dapat berupa mm, cm dan inci. Sedangkan besarnya biasanya 0,05, 0,02 dan sebagainya,
- 6) Kedalaman (Depth Probe), bagian ini berada di ujung dari Jangka Sorong yang berfungsi untuk mengukur bagian kedalaman suatu benda atau kedalaman sebuah lubang.



Gambar 3. 22 Jangka Sorong

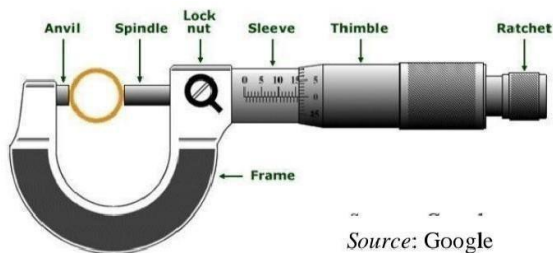
Sumber : <https://jppipa.unram.ac.id/index.php/jpmpi/article/view/666>

b. Mikrometer sekrup

Mikrometer Sekrup adalah alat pengukuran Panjang/ ketebalan suatu benda yang terdiri dari sekrup terkalibrasi dan memiliki tingkat kepresisian 0.01 mm (10-5 m). Adapun bagian-bagian dari Mikrometer Sekrup yakni:

- 1) Poros Tetap (Anvil), bagian poros yang tidak bergerak. Objek yang ingin diukur ditempelkan di bagian ini dan bagian poros geser didekatkan untuk menjepit objek tersebut,
- 2) Poros Geser (Spindle), poros bergerak berbentuk komponen silindris yang digerakkan oleh thimble,

- 3) Pengunci (Lock Nut), bagian yang dapat digunakan untuk mengunci pergerakan poros geser,
- 4) Sleeve, bagian statis berbentuk lingkaran yang merupakan tempat ditulisnya skala pengukuran. Terdapat dua skala, yaitu skala utama dan skala nonius,
- 5) Thimble, bagian yang dapat digerakkan oleh tangan penggunaanya,
- 6) Ratchet, bagian yang dapat membantu menggerakkan poros geser dengan pergerakan lebih perlahan dibanding menggerakkan thimble, dan
- 7) Rangka (Frame), komponen berbentuk C yang menyatukan poros tetap dan komponen-komponen lain mikrometer sekrup. Rangka mikrometer sekrup dibuat tebal agar kokoh dan mampu menjaga objek pengukuran tidak bergerak, bergeser, atau berubah bentuk.



Gambar 3. 23 Mikrometer sekrup

Sumber : <https://jppipa.unram.ac.id/index.php/jpmpi/article/view/666>

c. Multimeter

Multimeter merupakan alat ukur listrik yang banyak digunakan oleh teknisi di laboratorium dan bengkel elektronika, sedangkan fungsi utama dari multimeter

ini ialah mengukur resistansi, kapasitansi, arus listrik, tegangan AC maupun DC, menguji baik atau tidaknya suatu komponen, mengetahui sambungan rangkaian dan sebagainya. Hal ini untuk mendeteksi apakah terjadi kerusakan atau gangguan sehingga menghindari kemungkinan timbulnya kebakaran atau konsleting listrik. Alat ukur rangkaian listrik ini terdiri dari 2 jenis yaitu kategori Analog dan Digital. Berikut penjelasan singkat mengenai jenis-jenis tersebut.

- 1) Analog, jenis alat ukur yang pertama yaitu analog dengan ciri-ciri berupa tampilan jarum jam yang dilengkapi dengan range-range angka hasil ukur. Dengan kata lain, jenis Analog lebih manual penghitungannya sehingga dibutuhkan ketelitian terutama saat menentukan tegangan atau Voltase yang cukup besar. Selain itu, akurasi hasil perhitungannya juga lebih rendah dibandingkan jenis Digital,



Gambar 3. 24 Multimeter Analog

Sumber: <https://jppipa.unram.ac.id/index.php/jpmpi/article/view/666>

- 2) Digital, alat ukur jenis Digital lebih sering digunakan karena cara kerjanya jauh lebih mudah dan akurat. Hasil alat ukur dapat dengan mudah dibaca pada layar digital yang tertera. Istilah lain dari multitester jenis ini adalah

DVOM (Digital Volt Ohm Meter) atau DMM (Digital Multi Meter). Pada tipe Digital, selain dapat mengukur Tegangan, Hambatan, serta Arus listrik, alat ukur ini juga mampu melakukan pengukuran pada Hfe transistor yang ada pada tipe-tipe tertentu saja.



Gambar 3. 25 Multimeter Digital

Sumber: <https://jppipa.unram.ac.id/index.php/jpmpi/article/view/666>

d. Neraca Ohaus

Neraca ohaus merupakan salah satu alat ukur besaran fisika yaitu massa. Neraca ini sering digunakan dalam pengukuran laboratorium karena memiliki tingkat ketelitian yang tinggi yaitu mencapai 0,01 gram. Adapun bagian-bagian dari Neraca Ohaus yakni:

- 1) Tombol kalibrasi, merupakan sebuah sekrup atau knop yang digunakan untuk mengonkkan atau mengkalibrasi neraca ketika neraca akan digunakan,
- 2) Tempat beban, merupakan sebuah piringan logam yang digunakan untuk meletakkan benda yang akan diukur massanya,

- 3) Pemberat (anting), merupakan sebuah logam yang menggantung pada lengan yang berfungsi sebagai penunjuk hasil pengukuran. Pemberat dapat digeser-geser dan setiap lengan neraca memilikinya,
- 4) Lengan Neraca, merupakan plat logam yang terdiri dari skala dengan ukuran tertentu. Jumlah lengan pada neraca bisa 2, 3 atau 4 bergantung jenisnya. Masing-masing lengan menunjukkan skala dengan satuan yang berbeda,
- 5) Garis kesetimbangan (titik nol), digunakan untuk menentukan titik kesetimbangan pada proses penimbangan atau pengukuran massa benda.



Gambar 3. 26 Neraca Ohaus

Sumber : <https://jppipa.unram.ac.id/index.php/jpmpi/article/view/666>

e. Catu daya

Catu daya berfungsi untuk memberikan daya ke komponen-komponen yang digunakan dalam perancangan ini. Tegangan keluaran dari catu daya yang diperlukan adalah sebesar 5 Volt DC dan 12 Volt DC. Beberapa komponen yang terdapat pada catu daya DC adalah:

- 1) Trafo step down, sifat dari trafo step down adalah, tegangan keluarannya akan lebih kecil dibandingkan tegangan input. Tegangan yang dihasilkan oleh trafo tergantung dari lilitannya,
- 2) Dioda Penyearah/Rectifier, tegangan input catu daya adalah tegangan bolak-balik (Alternating Current/AC) sedangkan yang diperlukan adalah tegangan searah (Direct Current/DC), sehingga diperlukan dioda penyearah. Dioda ini akan mengubah arus bolak-balik menjadi arus searah,
- 3) Voltage Regulator berfungsi untuk mempertahankan nilai tegangan. Nilai tegangan yang dihasilkan apabila tidak menggunakan voltage regulator dapat naik atau turun sehingga dapat memperpendek usia pemakaian komponen. Dengan voltage regulator, nilai yang dihasilkan akan menjadi konstan dan tidak naik atau turun sehingga memperpanjang usia pemakaian komponen



Gambar 3. 27 Catu Daya

Sumber : <https://jppipa.unram.ac.id/index.php/jpmppi/article/view/666>

2. Klasifikasi Alat Laboratorium.

Penataan dan penyimpanan alat-alat laboratorium sangat perlu memperhatikan karakteristik dan spesifikasinya, baik untuk alasan keamanan alat, kemudahan pencarian dan pemeriksaan, perawatan dan pemeliharaan, ataupun sekedar kerapihan penyimpanan. Oleh karena itu alat-alat laboratorium perlu dikelompokkan atau diklasifikasikan berdasarkan kriteria yang sesuai dengan tujuan pengelompokannya. Kriteria klasifikasi alat-alat laboratorium antara lain adalah bahan utama pembuatan, massa, bentuk dan volume, pabrik pembuat, usia pakai, konsep fisika, fungsi atau kegunaan.

- a. **Bahan Pembuatan:** Alat-alat laboratorium dikelompokkan berdasarkan bahan utama pembuatannya. Ini penting karena bahan pembuatan dapat memengaruhi daya tahan, keamanan, dan kemampuan alat tersebut dalam menghadapi lingkungan laboratorium. Contohnya, alat-alat yang terbuat dari kaca mungkin lebih rentan terhadap kerusakan fisik daripada yang terbuat dari logam.
- b. **Massa:** Klasifikasi berdasarkan massa berguna untuk memudahkan pengelompokan alat-alat berdasarkan bobot dan ukurannya. Ini bisa mempengaruhi cara penyimpanan dan penanganan alat-alat tersebut. Alat-alat yang berat mungkin memerlukan peralatan khusus untuk pengangkatan dan penyimpanan yang aman.
- c. **Bentuk dan Volume:** Pengelompokan berdasarkan bentuk dan volume membantu dalam organisasi dan penyimpanan yang efisien. Alat-alat dengan bentuk dan volume yang serupa dapat dikelompokkan bersama untuk memudahkan pencarian dan pengambilan. Misalnya, alat-alat berbentuk silinder bisa ditempatkan bersama untuk mengoptimalkan ruang penyimpanan.

- d. **Pabrik Pembuat:** Ini mengacu pada pengelompokan alat-alat berdasarkan produsen atau pabrik yang membuatnya. Informasi ini berguna untuk melacak kualitas dan konsistensi produk dari pabrik tertentu, serta memudahkan dalam hal garansi, pemeliharaan, atau penggantian suku cadang.
- e. **Letak dan Cara Penyimpanan:** Pengelompokan berdasarkan letak dan cara penyimpanan dapat membantu dalam pengaturan ruang laboratorium. Alat-alat permanen biasanya dipasang secara tetap untuk memfasilitasi penggunaan yang konsisten, sementara alat-alat tidak permanen dapat disimpan atau dipindahkan sesuai kebutuhan.
- f. **Usia Pakai:** Klasifikasi ini memperhitungkan umur pakai alat-alat laboratorium. Ini penting untuk menjaga kualitas dan keamanan alat, serta merencanakan anggaran perawatan dan penggantian dalam jangka waktu tertentu.
- g. **Konsep Fisika:** Pengelompokan berdasarkan konsep fisika membantu dalam memahami fungsi dan aplikasi alat-alat tersebut. Ini memudahkan identifikasi alat-alat yang digunakan untuk eksperimen atau studi dalam bidang fisika tertentu, seperti mekanika, listrik-magnet, atau optik.
- h. **Fungsi/Kegunaan:** Terakhir, alat-alat laboratorium dapat dikelompokkan berdasarkan fungsinya saat digunakan. Ini mencakup apakah alat tersebut digunakan sebagai alat ukur, alat peraga, alat perbaikan, atau fungsi lainnya. Hal ini membantu dalam mengatur dan mengoptimalkan penggunaan alat-alat tersebut sesuai dengan kebutuhan laboratorium.

Dengan memperhatikan kriteria-kriteria ini, pengelompokan alat-alat laboratorium dapat dilakukan secara lebih teratur dan efisien, yang pada gilirannya akan meningkatkan keamanan, keteraturan, dan produktivitas dalam lingkungan laboratorium.

Tujuan Penataan Alat di Laboratorium

- Mengurangi hambatan dalam upaya melaksanakan suatu pekerjaan yang menjadi tanggung jawabnya.
- Memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pengguna, pekerja dan operator.
- Memaksimalkan penggunaan peralatan
- Memberikan hasil yang maksimal dengan pendanaan yang minimal
- Mempermudah pengawasan.

(Sisunandar, 2015)

Perawatan Alat

Alat yang tidak digunakan, atau dioperasikan tetap mendapatkan perawatan secara rutin agar tidak terjadi kerusakan, adapun perawatan alat yang dilakukan secara rutin adalah sebagai berikut:

- a. Sebelum alat digunakan hendaknya diperiksa dulu kelengkapannya.
- b. Harus dibersihkan terlebih dahulu sebelum digunakan.
- c. Setelah selesai dipergunakan semua alat harus dibersihkan kembali dan jangan disimpan dalam keadaan kotor.
- d. Kelengkapan alat tersebut harus dicek terlebih dahulu sebelum disimpan.
- e. Setiap alat yang agak rumit selalu mempunyai buku petunjuk atau keterangan penggunaan. Maka sebelum alat digunakan hendaknya kita membaca terlebih dahulu petunjuk penggunaan alat dan petunjuk pemeliharaan atau perawatannya.
- f. Setiap alat baru terlebih dahulu diperiksa atau dibaca buku petunjuk sebelum digunakan. **(Vendamawan, 2015)**

F. Keselamatan dan Prosedur Keamanan Laboratorium

Laboratorium adalah suatu tempat dimana mahasiswa, dosen, peneliti dan sebagainya melakukan percobaan. Percobaan yang dilakukan menggunakan berbagai bahan kimia, peralatan gelas dan instrumentasi khusus yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan bila dilakukan dengan cara yang tidak tepat. Kecelakaan

itu dapat juga terjadi karena kelalaian atau kecerobohan kerja, ini dapat membuat orang tersebut cidera, dan bahkan bagi orang di sekitarnya. Keselamatan kerja di laboratorium merupakan dambaan bagi setiap individu yang sadar akan kepentingan kesehatan, keamanan dan kenyamanan kerja. Bekerja dengan selamat dan aman berarti menurunkan resiko kecelakaan. Walaupun petunjuk keselamatan kerja sudah tertulis dalam setiap penuntun praktikum, namun hal ini perlu dijelaskan berulang-ulang agar setiap individu lebih meningkatkan kewaspadaan ketika bekerja di laboratorium.

Berbagai peristiwa yang pernah terjadi perlu dicatat sebagai latar belakang pentingnya bekerja dengan aman di laboratorium. Sumber bahaya terbesar berasal dari bahan-bahan kimia, oleh sebab itu diperlukan pemahaman mengenai jenis bahan kimia agar yang bekerja dengan bahan-bahan tersebut dapat lebih berhati-hati dan yang lebih penting lagi tahu cara menanggulangnya. Limbah bahan kimia sisa percobaan harus dibuang dengan cara yang tepat agar tidak menyebabkan polusi pada lingkungan. Cara menggunakan peralatan umum dan berbagai petunjuk praktis juga dibahas secara singkat untuk mengurangi kecelakaan yang mungkin terjadi ketika bekerja di Laboratorium. Dengan pengetahuan singkat tersebut diharapkan setiap individu khususnya para asisten dapat bertanggung jawab untuk menjaga keselamatan kerja mahasiswa di laboratorium dengan sebaikbaiknya. Peristiwa yang pernah terjadi di laboratorium dapat merupakan cermin bagi setiap orang untuk meningkatkan kewaspadaannya ketika bekerja di laboratorium. Peristiwa-peristiwa kecelakaan kadang-kadang terlalu pahit untuk dkenang. Namun meninggalkan kesan pendidikan yang baik, agar tidak melakukan kesalahan dua kali pada peristiwa yang sama.

1. Jenis-Jenis Keselamatan Kerja

Penyebab dan pencegahan kecelakaan kerja – Kecelakaan kerja ialah suatu peristiwa yang tidak diinginkan serta tidak diduga sebelumnya yang bisa memunculkan korban manusia serta atau harta benda (Permenaker No. 03/MEN/1998). Pemahaman lainnya

kecelakaan kerja ialah semua peristiwa yang tidak direncanakan yang mengakibatkan atau berpotensi mengakibatkan cedera, kesakitan, kerusakan atau kerugian yang lain (Standard AS/NZS 4801:2001). Sedangkan pengertian kecelakaan kerja menurut OHSAS 18001:2007 ialah peristiwa yang terkait dengan pekerjaan yang bisa mengakibatkan cedera atau kesakitan (bergantung dari keparahannya) peristiwa kematian atau peristiwa yang bisa mengakibatkan kematian. Di bawah ini beberapa pemahaman kecelakaan kerja dari beberapa sumber buku:

- a. Menurut Suma'mur (2009), kecelakaan kerja ialah suatu peristiwa atau momen yang tidak diharapkan yang merugikan pada manusia, mengakibatkan kerusakan harta benda atau kerugian pada proses. (Sumamur, 2009)
- b. Menurut Gunawan serta Waluyo (2015), kecelakaan ialah suatu peristiwa yang (tidak direncanakan) serta tidak diinginkan yang bisa mengganggu proses produksi/operasi, mengakibatkan kerusakan harta benda/asset, mencederai manusia, atau mengakibatkan kerusakan lingkungan. (Gunawan & Waluyo, 2015)
- c. Menurut Heinrich (2018), kecelakaan kerja atau kecelakaan karena kerja ialah suatu peristiwa yang tidak terencana serta tidak terkendali akibatnya karena suatu aksi atau reaksi suatu objek, bahan, orang, atau radiasi yang menyebabkan cedera atau peluang karena lainnya. (Heinrich, 2018)
- d. Menurut Reese (2009), kecelakaan kerja adalah hasil langsung dari tindakan tidak aman serta kondisi tidak aman, yang kedua-duanya bisa dikendalikan oleh manajemen. Aksi tidak aman serta kondisi tidak aman dikatakan sebagai pemicu langsung (immediate/primary causes) kecelakaan sebab keduanya ialah pemicu yang pasti/riil serta dengan cara langsung ikut serta saat kecelakaan berlangsung. (Reese, 2009)

- e. Menurut Tjandra (2008), kecelakaan kerja ialah satu kecelakaan yang berlangsung saat seseorang lakukan pekerjaan. Kecelakaan kerja adalah momen yang tidak direncanakan yang dikarenakan oleh suatu aksi yang tidak waspada atau suatu kondisi yang tidak aman atau keduanya. (Tjandra, 2008)

Terdapat tiga tipe kecelakaan kerja yaitu Accident, yakni peristiwa yang tidak diharapkan yang memunculkan kerugian baik buat manusia ataupun pada harta benda. Lalu Incident, yakni peristiwa yang tidak diharapkan yang belum memunculkan kerugian. Kemudian Near miss, yakni peristiwa hampir celaka dalam kata lainnya peristiwa ini

hampir memunculkan peristiwa incident atau accident. Berdasar pada tempat serta waktu, kecelakaan kerja dibagi jadi empat tipe, yakni Kecelakaan kerja karena langsung kerja, Kecelakaan saat atau waktu kerja, Kecelakaan di perjalanan, dan Penyakit karena kerja.

Berdasar pada tingkatan karena yang diakibatkan, kecelakaan kerja dibagi jadi tiga tipe, yakni:

- a. Kecelakaan kerja enteng, yakni kecelakaan kerja yang perlu penyembuhan di hari itu serta dapat melakukan tugasnya kembali atau istirahat < 2 hari. Contoh: terpeleset, tergesek, terkena pecahan beling, terjatuh serta terkilir.
- b. Kecelakaan kerja Sedang, yakni kecelakaan kerja yang membutuhkan penyembuhan serta perlu istirahat saat > 2 hari. Contoh: terjepit, luka sampai robek, luka bakar.
- c. Kecelakaan kerja berat, yakni kecelakaan kerja yang alami amputasi serta kegagalan fungsi badan. Contoh: patah tulang. (Sedarmayanti, 2011)

2. Pemicu Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja berlangsung sebab tingkah laku anggota yang kurang berhati-hati atau asal-asalan atau juga bisa sebab kondisi yang tidak aman, apa itu berbentuk fisik, atau dampak lingkungan. Berdasar pada hasil statistik, pemicu kecelakaan kerja 85% dikarenakan aksi yang beresiko (unsafe act) serta 15% dikarenakan oleh keadaan yang beresiko (unsafe condition). Keterangan ke-2 pemicu kecelakaan kerja itu ialah seperti berikut;

a. Keadaan yang beresiko (unsafe condition) yakni beberapa faktor lingkungan fisik yang bisa memunculkan kecelakaan seperti mesin tanpa pengaman, penerangan yang tidak cocok, Alat Pelindung Diri (APD) tidak efisien, lantai yang berminyak, dan sebagainya.

b. Aksi yang beresiko (unsafe act) yakni tingkah laku atau kesalahankesalahan yang bisa memunculkan kecelakaan seperti asal-asalan, tidak menggunakan alat pelindung diri, dan sebagainya, perihal ini dikarenakan oleh gangguan kesehatan, gangguan pandangan, penyakit, risau dan minimnya pengetahuan dalam proses kerja, langkah kerja, dan sebagainya. Pemicu terjadinya kecelakaan kerja ialah seperti berikut:

a. Keadaan Kerja

- Pengendalian manajemen yang kurang.
- Standard kerja yang minim.
- Tidak penuhi standard.
- Peralatan yang tidak berhasil atau tempat kerja yang tidak memenuhi.

b. Kekeliruan Orang

- Ketrampilan serta pengetahuan yang minim.
- Permasalahan fisik atau mental.
- Motivasi yang minim atau salah peletakan.
- Perhatian yang kurang.

c. Aksi Tidak Aman

- Tidak ikuti cara kerja yang sudah di setuju.
- Mengambil jalan singkat.
- Singkirkan atau tidak memakai peralatan keselamatan kerja.

d. Kecelakaan

- Peristiwa yang tidak terduga
- Karena kontak dengan mesin atau listrik yang beresiko
- Terjatuh
- Terhantam mesin atau material yang jatuh dan lain-lain.

Kecelakaan kerja bisa juga dikarenakan oleh faktor-faktor seperti berikut:

- a. Aspek fisik, yang mencakup penerangan, suhu udara, kelembapan, cepat rambat udara, nada, vibrasi mekanis, radiasi, desakan udara, dan sebagainya.
- b. Aspek kimia, yakni berbentuk gas, uap, debu, kabut, awan, cairan, serta beberapa benda padat.
- c. Aspek biologi, baik dari kelompok hewan ataupun dari tumbuh-tumbuhan.
- d. Aspek fisiologis, seperti konstruksi mesin, sikap, serta langkah kerja.
- e. Aspek mental-psikologis, yakni formasi kerja, hubungan diantara pekerja atau mungkin dengan entrepreneur, pemeliharaan kerja, dan lain-lain.

Lingkungan kerja yang penuh kriteria mencegah kecelakaan kerja, yakni:

- a. Penuhi syarat aman, mencakup higiene umum, sanitasi, ventilasi udara, pencahayaan serta penerangan dalam tempat
- b. Kerja serta penyusunan suhu udara ruangan kerja.
- c. Penuhi prasyarat keselamatan, mencakup keadaan gedung serta tempat kerja yang bisa menjamin keselamatan.

3. Keselamatan & Keamanan Laboratorium



Gambar 3. 28 Alat Pelindung Laboratorium

sumber: <https://alatpelindunglaboratorium>

Keselamatan dan keamanan kerja di laboratorium sangat penting dan perlu perhatian khusus karena sangat terkait dengan kinerja dosen/peneliti maupun mahasiswa. Semakin mencukupi tersedianya fasilitas keselamatan dan keamanan kerja maka akan semakin sedikit kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja. Kecelakaan yang terjadi pada saat kerja di laboratorium kimia itu merupakan cerminan dari para pengguna, dan itu menjadi catatan untuk selalu meningkatkan kewaspadaan ketika sedang bekerja di laboratorium.

Kecelakaan kerja juga pernah terjadi ketika mahasiswa sedang praktikum tentang bomb kalorimeter, reaktor yang digunakan meledak karena tekanannya terlalu tinggi, beberapa kecelakaan lain di laboratorium yakni meledaknya bahan kimia yang merembet terhadap konsleting listrik dan berakibat terhadap sampel- sampel mahasiswa tugas akhir yang sudah siap running sehingga mengalami kerusakan, akibatnya harus dilakukan pengulangan lagi, dan ini cukup menyita waktu, serta beberapa kecelakaan-kecelakaan kecil lain seperti

pecahnya alat-alat gelas serta tumpahan bahan-bahan kimia. Dari beberapa peristiwa kecelakaan yang pernah terjadi di laboratorium maka beberapa faktor penyebabnya adalah: pengguna laboratorium (mahasiswa yang bersangkutan) kurang memahami terhadap sifat bahan kimia yang digunakan dalam penelitian, kurang memahami terhadap instrumen dan bahayanya, tidak mengikuti petunjuk atau aturan yang seharusnya ditaati, serta tidak berhati-hati dalam melakukan kegiatan laboratorium atau kelalaian dan kecerobohan dalam bekerja serta lemahnya pengawasan. (Yudiono, 2015)

4. Langkah-Langkah Kerja di Laboratorium Fisika



Gambar 3. 29 Panduan Keselamatan Laboratorium

sumber: <http://panduankeselamatankerja>

Bekerja di laboratorium dibutuhkan rules atau aturan keselamatan kerja di laboratorium. Ini adalah hal mutlak yang harus dimiliki dan ditaati oleh para pengguna laboratorium jenis apapun. Pengertian laboratorium sendiri adalah tempat atau ruangan tertentu yang dilengkapi dengan peralatan untuk mengadakan percobaan, pengukuran, riset ataupun pelatihan ilmiah. Bekerja di laboratorium dapat memicu bahaya sehingga memerlukan tindakan pencegahan keselamatan yang tepat. Tips keselamatan kerja di laboratorium:

- a. Lakukan Pengawasan Berkala
- b. Menjaga Ruangan agar tetap steril
- c. Perhatikan Kondisi Lab
- d. Gunakan Peralatan Perlindungan

Berikut ini adalah Peralatan pelindung diri standart digunakan di laboratorium Fisika :

- a. Jas laboratorium Jas laboratorium (lab coat) berfungsi melindungi badan dari percikan bahan kimia/fisika berbahaya. Jenisnya ada dua yaitu jas lab sekali pakai dan jas lab berkali-kali pakai. Jas lab sekali pakai umumnya digunakan di laboratorium biologi dan hewan, sementara jas lab berkali-kali pakai digunakan di laboratorium fisika.
- b. Kaca mata keselamatan Percikan larutan kimia atau panas dapat membahayakan mata orang yang bekerja di laboratorium. Oleh karena itu, harus digunakan kaca mata khusus yang tahan terhadap potensi bahaya kimia dan panas. Kaca mata tersebut terbagi menjadi 2 jenis, yaitu clear safety glasses dan clear safety goggles. Clear safety glasses merupakan kaca mata keselamatan biasa yang digunakan untuk melindungi mata dari percikan larutan kimia atau debu. Sementara itu, clear safety goggles digunakan untuk melindungi mata dari percikan bahan kimia atau reaksi kimia berbahaya.

- c. Sepatu Sandal atau sepatu sandal dilarang digunakan ketika bekerja di laboratorium. Karena keduanya tidak bisa melindungi kaki ketika larutan atau bahan kimia yang tumpah. Sepatu biasa umumnya sudah cukup untuk digunakan sebagai pelindung.
- d. Pelindung muka Seperti namanya, pelindung muka (face shield) digunakan untuk melindungi muka dari panas, api, dan percikan material panas. Alat ini biasa digunakan saat mengambil alat laboratorium yang dipanaskan di tanur suhu tinggi, melebur sampel tanah di alat peleburan skala laboratorium, dan mengambil peralatan yang dipanaskan dengan autoclave.
- e. Masker gas Bahan kimia atau reaksi kimia yang dihasilkan bisa mengeluarkan gas berbahaya. Oleh karena itu, masker gas sangat cocok digunakan sehingga gas berbahaya tersebut tidak terhirup. Dilihat dari jenisnya, masker gas bisa berupa masker gas biasa yang terbuat dari kain dan masker gas khusus yang dilengkapi material penghisap gas.
- f. Kaos tangan Kaos tangan (glove) melindungi tangan Anda dari ceceran larutan kimia yang bisa membuat kulit Anda gatal atau melepuh. Macam-macam kaos tangan yang digunakan di lab biasanya terbuat dari karet alam, nitril, dan neoprena. (Agus Rahmantiyoko, dkk, 2019)

Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan salah satu bentuk upaya untuk menciptakan tempat kerja yang aman, sehat, bebas dari pencemaran lingkungan, sehingga dapat mengurangi dan bebas dari kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja yang pada akhirnya dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja. Keselamatan dan keamanan kerja di laboratorium sangat penting dan perlu

perhatian khusus karena sangat terkait dengan kinerja dosen/peneliti maupun mahasiswa. Semakin mencukupi tersedianya fasilitas keselamatan dan keamanan kerja maka akan semakin sedikit kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja. Kecelakaan yang terjadi pada saat kerja di laboratorium kimia itu merupakan cerminan dari para pengguna, dan itu menjadi catatan untuk selalu meningkatkan kewaspadaan ketika sedang bekerja di laboratorium.

G. Studi Kasus

1. Studi Kasus 1

Link Youtube: <https://youtu.be/fTwZiyIpYOM?si=XbshuvijUldmHBTL>

a. Latar Belakang

Standar laboratorium fisika di sekolah maupun di lingkungan Kampus merupakan sebuah permasalahan yang relevan dan penting dalam konteks pendidikan. Salah satu contohnya yaitu Laboratorium fisika di UPN VETERAN JAKARTA ini memiliki peran yang krusial dalam mendukung pembelajaran praktis dan pemahaman konsep-konsep ilmiah bagi siswa. Namun, dalam banyak kasus, standar terhadap laboratorium fisika sering kali belum terstandarisasi dengan baik atau bahkan tidak ada sama sekali.

Kurangnya evaluasi standar dapat mengakibatkan berbagai masalah, seperti kurangnya konsistensi dalam penilaian kinerja siswa, ketidakjelasan dalam pencapaian tujuan pembelajaran, dan kesenjangan antara pengetahuan yang diperoleh dalam kelas dengan keterampilan praktis yang seharusnya dikuasai di laboratorium. Hal ini dapat menyebabkan rendahnya efektivitas pembelajaran, kurangnya motivasi siswa, dan kurangnya kesiapan siswa dalam menghadapi ujian standar atau situasi praktis di luar lingkungan akademis. Oleh karena itu, studi kasus mengenai

kualitas standar laboratorium fisika di sekolah menjadi penting untuk mengetahui tingkat kualitas laboratorium tersebut.

b. Input Masalah

- 1) Bagaimana Pemanfaatan laboratorium fisika yang ada di UPN Veteran Jakarta dalam menunjang proses pembelajaran?
- 2) Apa k a h s arana dan prasarana yang dimiliki Laboratorium Fisika di UPN Veteran Jakarta sudah memenuhi standar minimal yang telah ditetapkan oleh pemerintah?
- 3) Apa saja tantangan yang dihadapi oleh laboratorium f isika yang ada di UPN Veteran Jakarta dalam menerapkan standar ISO 17025, mengingat keterbatasan sumber daya dan infrastruktur yang biasanya ada di lingkungan pendidikan?

c. Penyelesaian Masalah

- 1) Pemanfaatan Laboratorium Fisika di UPN Veteran Jakarta dalam menunjang proses pembelajaran diantaranya adalah Sebagai frekuensi penggunaan laboratorium. Kelengkapan alat-alat dan bahan yang ada di laboratorium. Kesesuaian materi dengan alat yang tersedia di laboratorium. Alokasi waktu yang cukup untuk kegiatan praktikum di lingkungan kampus
- 2) Sarana dan prasarana yang dimiliki Laboratorium Fisika UPN Veteran Jakarta sudah cukup memenuhi standarisasi minimal yang telah ditetapkan oleh pemerintah sesuai Permendikbud RI No. 24 tahun 2007 tentang sarana dan prasarana Laboratorium untuk Perguruan Tinggi yang disebutkan bahwa komponen fasilitas laboratorium Fisika meliputi : bangunan/ruang laboratorium, perabot, peralatan pendidikan, alat dan

bahan percobaan, media pendidikan, bahan habis pakai, perlengkapan lainnya.

- 3) Tantangan yang dihadapi oleh laboratorium Fisika UPN Veteran Jakarta dalam menerapkan standar ISO 17025 , terutama mengingat keterbatasan sumber daya dan infrastruktur, dapat diatasi dengan peningkatan anggaran untuk peralatan dan pelatihan, kerjasama dengan lembaga pendidikan tinggi dan industri, optimalisasi penggunaan sumber daya yang tersedia.

d. Output Masalah

- 1) Dengan adanya Pemanfaatan Laboratorium Fisika di UPN Veteran Jakarta memberikan dampak positif pada kualitas pendidikan sains siswa. Ini tercermin dalam peningkatan konsistensi dan keandalan hasil pengujian, dorongan terhadap pengembangan kurikulum yang lebih terfokus pada praktikum ilmiah sesuai standar internasional, serta memberikan pengalaman praktik langsung dengan peralatan dan prosedur laboratorium yang sesuai standar tersebut.
- 2) Sarana dan prasarana yang memenuhi standarisasi laboratorium Fisika Seperti yang ada di laboratorium Fisika UPN Veteran Jakarta ini memiliki keunggulan kompetitif yang signifikan ketika melanjutkan pendidikan tinggi. Hal ini terjadi karena pengalaman tersebut meningkatkan kredibilitas mereka sebagai calon mahasiswa program studi sains atau teknologi, dan juga memberikan persiapan yang lebih matang untuk terlibat dalam penelitian atau proyek akademis di tingkat perguruan tinggi.
- 3) Tantangan yang dihadapi dalam menerapkan standar ISO 17025 di laboratorium Fisika khususnya di

lingkungan kampus dapat diatasi melalui beberapa langkah strategis. Pertama, dengan mengalokasikan anggaran yang memadai untuk memperoleh peralatan laboratorium dan memberikan pelatihan kepada staf. Selanjutnya, dengan meningkatkan infrastruktur laboratorium, termasuk memastikan ketersediaan ruang laboratorium yang memadai dan fasilitas pendukung lainnya. Terakhir, dengan staf laboratorium melalui pelatihan dan pengembangan kualifikasi agar mampu menjalankan operasional laboratorium sesuai standar ISO.

e. Feedback

- 1) Pemanfaatan Laboratorium Fisika di UPN Veteran Jakarta sangat diapresiasi dan dinilai sangat efektif bagi kelangsungan pembelajaran siswa khususnya dalam bidang sains. Konsistensi dan keandalan hasil pengujian yang ditingkatkan akan memberikan manfaat yang signifikan bagi siswa dalam memahami konsep-konsep ilmiah.
- 2) Sarana dan prasarana Laboratorium Fisika yang baik dapat menunjang proses pembelajaran sains bagi siswa dan akan mendapat pengakuan tambahan karena kredibilitas mereka sebagai calon mahasiswa program studi sains atau teknologi meningkat. Persiapan yang lebih baik untuk pendidikan tinggi sangat diharapkan dan dihargai.
- 3) Tantangan dalam menerapkan standar ISO 17025 di laboratorium fisika UPN Veteran Jakarta ini dapat diakui, namun upaya untuk mengatasi tantangan tersebut sangat diapresiasi. Pengalokasian anggaran yang memadai dan peningkatan infrastruktur laboratorium akan mendukung keberhasilan implementasi standar tersebut.

2. Studi Kasus 2

Link Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=0nqkhJugRuc>

a. Latar Belakang

Standar laboratorium fisika di sekolah merupakan sebuah permasalahan yang relevan dan penting dalam konteks pendidikan. Laboratorium fisika di sekolah memiliki peran yang krusial dalam mendukung pembelajaran praktis dan pemahaman konsep-konsep ilmiah bagi siswa. Namun, dalam banyak kasus, standar terhadap laboratorium fisika sering kali belum terstandarisasi dengan baik atau bahkan tidak ada sama sekali.

Kurangnya evaluasi standar dapat mengakibatkan berbagai masalah, seperti kurangnya konsistensi dalam penilaian kinerja siswa, ketidakjelasan dalam pencapaian tujuan pembelajaran, dan kesenjangan antara pengetahuan yang diperoleh dalam kelas dengan keterampilan praktis yang seharusnya dikuasai di laboratorium. Hal ini dapat menyebabkan rendahnya efektivitas pembelajaran, kurangnya motivasi siswa, dan kurangnya kesiapan siswa dalam menghadapi ujian standar atau situasi praktis di luar lingkungan akademis. Oleh karena itu, studi kasus mengenai kualitas standar laboratorium fisika di sekolah menjadi penting untuk mengetahui tingkat kualitas laboratorium tersebut.

b. Input Masalah

- 1) Bagaimana standar kualitas ruangan di laboratorium Fisika SMA Negeri 32 Jakarta?
- 2) Apakah fasilitas keamanan di laboratorium di sekolah tersebut telah memenuhi standar keselamatan yang diperlukan untuk menghindari kecelakaan atau bahaya?

- 3) Bagaimana laboratorium di SMAN 32 mengatur ruang penyimpanan untuk memaksimalkan penggunaan ruang dan memfasilitasi aksesibilitas peralatan yang disimpan?

c. Penyelesaian Masalah

- 1) Ruang laboratorium Fisika di SMA Negeri 32 Jakarta sudah memenuhi standar kualitas yang cukup baik. Ruangnya terawat dengan baik dan bersih, dengan ventilasi yang baik untuk sirkulasi udara yang sehat dan pencahayaan yang cukup untuk memfasilitasi praktikum yang aman dan efektif. Terdapat ruang penyimpanan yang cukup baik dan rapih. namun disini tidak terdapat Ruang guru melainkan hanya ditandai dengan meja guru yang tidak ada sekat pembatas antara ruang praktikum dengan ruang guru, Sedangkan untuk ruang Gelap menggunakan ruangan praktikum tersebut yang dilengkapi gordennya namun goleden tersebut tidak sepenuhnya dapat menutup cahaya.
- 2) Fasilitas keamanan di laboratorium ini dilengkapi alat pemadam kebakaran yang mudah diakses, terdapat prosedur evakuasi yang jelas, dan peralatan berbahaya disimpan dengan benar dan diberi label dengan baik. Dengan langkah-langkah tersebut, SMA Negeri 32 Jakarta memastikan bahwa fasilitas keamanan di laboratorium fisiknya memenuhi standar keselamatan yang diperlukan untuk mencegah terjadinya kecelakaan atau bahaya bagi para siswa dan staf.
- 3) Laboratorium di SMA Negeri 32 Jakarta mengatur ruang penyimpanan dengan sangat efisien untuk memaksimalkan penggunaan ruang dan memfasilitasi aksesibilitas peralatan yang disimpan. Mereka memastikan penyusunan yang sistematis, dengan setiap jenis peralatan ditempatkan dalam lokasi yang jelas dan

berlabel dengan baik untuk identifikasi yang mudah. Pemisahan peralatan yang berbeda dilakukan untuk mencegah kerusakan atau kekacauan, sementara ruang yang tersedia dimanfaatkan secara optimal. Dengan pengaturan ruang penyimpanan yang terorganisir dengan baik, laboratorium ini memenuhi standar dalam memfasilitasi aksesibilitas dan penggunaan ruang yang efisien.

d. Output Masalah

- 1) Kualitas ruang laboratorium fisika di SMAN 32 Jakarta sudah cukup sesuai standar Lab Fisika, hanya kurang ruangan guru dan beberapa fasilitas ruangan yang perlu ditingkatkan seperti penggunaan golden yang dapat full menutup cahaya.
- 2) SMA Negeri 32 Jakarta telah mengambil langkah-langkah yang tepat untuk memastikan keamanan di laboratorium fisiknya memenuhi standar keselamatan yang diperlukan dengan peralatan keamanan yang baik.
- 3) Dengan pengaturan ruang penyimpanan yang terorganisir dengan sangat efisien, Laboratorium di SMA Negeri 32 Jakarta telah memastikan bahwa penggunaan ruang maksimal tanpa mengorbankan aksesibilitas peralatan.

e. Feedback

- 1) ruangan di Laboratorium fisika SMA Negeri 32 Jakarta sudah baik, walaupun ruang guru satu tempat dengan ruang praktikum, hal itu masih diatasi dan tidak mengganggu kegiatan di lab. Selain itu ruang praktikum yang diubah ruang gelap dapat diberikan gordena yang tidak menembus cahaya sehingga ruangan akan gelap.

- 2) SMA Negeri 32 Jakarta telah baik dalam memfasilitasi keamanan namun perlu diingat untuk selalu mengevaluasi alat alat keselamatan agar dapat digunakan dengan baik dan memasang informasi atau langkah langkah keselamatan yang ditempel di tempat yang mudah untuk dibaca.
- 3) Penyimpanan Laboratorium di SMA Negeri 32 sudah baik dan efisien namun tetap harus Memastikan bahwa strategi penyimpanan tidak hanya efisien tetapi juga aman bagi pengguna dan peralatan adalah hal yang penting untuk diperhatikan. Ini termasuk pencegahan kecelakaan dan kerusakan peralatan.

H. Latihan Soal

1. Apa yang menjadi tanggung jawab utama seorang manajer laboratorium fisika?
 - a. Menetapkan kurikulum eksperimen
 - b. Mengatur keuangan laboratorium
 - c. Menilai kinerja mahasiswa
 - d. Mengelola persediaan bahan percobaan
 - e. Menyusun jadwal kegiatan laboratorium
 - f. Melakukan perawatan peralatan laboratorium
2. Bagaimana manajer laboratorium fisika dapat memastikan keamanan dan keselamatan dalam melakukan eksperimen?
 - a. Memberikan sanksi tegas pada pelanggaran aturan
 - b. Menyusun prosedur eksperimen yang kompleks
 - c. Memastikan semua mahasiswa mengikuti pelatihan keselamatan
 - d. Menyediakan peralatan eksperimen yang mahal
 - e. Menyusun daftar mahasiswa yang sering berpartisipasi
 - f. Memperketat aturan penggunaan laboratorium

3. Apa peran teknologi informasi dalam pengelolaan laboratorium fisika?
 - a. Meningkatkan teori fisika
 - b. Menyediakan ruang eksperimen virtual
 - c. Mengurangi keterlibatan mahasiswa dalam praktikum
 - d. Menggantikan peralatan fisika tradisional
 - e. Menyimpan catatan eksperimen secara manual
 - f. Mempercepat waktu pemberian nilai
4. Bagaimana manajer laboratorium fisika dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya laboratorium?
 - a. Menambah jumlah peralatan eksperimen
 - b. Memperketat kontrol akses ke laboratorium
 - c. Mengurangi jumlah eksperimen yang dilakukan
 - d. Mengoptimalkan jadwal penggunaan laboratorium
 - e. Memberikan bahan percobaan secara gratis
 - f. Menambah jumlah staf laboratorium
5. Apa dampak positif yang dapat dihasilkan dari penerapan manajemen laboratorium fisika yang efektif terhadap prestasi mahasiswa?
 - a. Menurunnya minat mahasiswa dalam ilmu fisika
 - b. Peningkatan motivasi belajar mahasiswa
 - c. Berkurangnya partisipasi mahasiswa dalam eksperimen
 - d. Menurunnya tingkat kehadiran mahasiswa dalam praktikum
 - e. Peningkatan tingkat kelulusan mahasiswa fisika
 - f. Berkurangnya antusiasme mahasiswa dalam mencari pengetahuan
6. Apa yang dimaksud dengan standar laboratorium fisika?
 - a. Peraturan untuk menghias laboratorium
 - b. Pedoman untuk menjaga keamanan dan kualitas laboratorium
 - c. Panduan untuk mengurangi jumlah alat di laboratorium

- d. Kumpulan gambar tentang peralatan laboratorium
 - e. Untuk buang buang anggaran pembelanjaan
 - f. Tidak ada jawaban yang benar
7. Mengapa ventilasi yang baik penting dalam laboratorium fisika?
- a. Untuk membuat suhu lebih nyaman
 - b. Untuk mengurangi biaya perawatan laboratorium
 - c. Untuk mencegah kelebihan sirkulasi udara
 - d. Untuk menghindari akumulasi zat berbahaya
 - e. Untuk menyaring karbondioksida
 - f. Tidak ada jawaban yang benar
8. Standar keamanan laboratorium fisika mencakup hal berikut, kecuali:
- a. Penyimpanan bahan kimia yang sesuai
 - b. Penggunaan alat pelindung diri
 - c. Memiliki penyimpanan yang cukup
 - d. Pemisahan bahan kimia yang mudah terbakar
 - e. Menggunakan alat-alat tanpa pelindung
 - f. Tidak ada jawaban yang benar
9. Bagaimana penataan laboratorium yang baik dapat mempengaruhi siswa?
- a. Meningkatkan minat belajar
 - b. Membuat siswa merasa takut
 - c. Menurunkan semangat belajar
 - d. Tidak berpengaruh
 - e. Tidak ada jawaban yang benar
 - f. Membuat laboratorium ramai
10. Apa yang dapat dilakukan sekolah untuk meningkatkan keamanan laboratorium fisika?
- a. Mengabaikan standar keamanan
 - b. Menyimpan bahan kimia tanpa label

- c. Menyediakan pelatihan keamanan kepada pengguna laboratorium
 - d. Tidak menyediakan alat pemadam kebakaran
 - e. Tidak ada jawaban yang benar
11. Praktikum adalah kegiatan laboratorium yang dilakukan pada jam khusus tidak terintegrasi dengan pelajaran Sains. Pernyataan tersebut sesuai dengan fungsi laboratorium
- a. tradisional
 - b. nontradisional
 - c. konstruktivisme
 - d. Humanistik
 - e. modern
 - f. Behaviorisme
12. Suatu laboratorium sangat memerlukan meja demonstrasi dengan bagian atas terbuat dari kayu yang memiliki tebal kurang lebih
- a. 0,5-2 cm
 - b. 1,5-3 cm
 - c. 2,5-3 cm
 - d. 4,5-6 cm
 - e. 6 -7,5 cm
 - f. 0,5- 2 m
13. Luas ruang timbang agar dapat bekerja dengan leluasa sebaiknya mempunyai luas kurang lebih
- a. $2 \times 2 \text{ m}^2$
 - b. $3,5 \times 3,5 \text{ m}^2$
 - c. $4 \times 4 \text{ m}^2$
 - d. $4,5 \times 4,5 \text{ m}^2$
 - e. $5 \times 5 \text{ m}^2$
 - f. $6 \times 6 \text{ m}^2$
14. Alat-alat fisika yang memerlukan perhatian khusus dalam penyimpanan adalah ...

- a. hambatan, neraca, generator
 - b. hambatan, meterbasic, gelas
 - c. neraca, generator, kabel
 - d. kabel, meterbasic, loudspeaker
 - e. Kabel, loud speaker, kunci
 - f. neraca, meterbasic, gelas
15. Meja demonstrasi yang diperlukan untuk meletakkan alat-alat dan bahan tertentu terutama untuk siswa yang sedang melakukan praktikum, sebaiknya memiliki panjang kurang lebih
- a. (100-200) cm
 - b. (90-100) cm
 - c. (80-90) cm.
 - d. (300-400) cm
 - e. (40-50) cm
 - f. (40-50) m
16. Definisi dari instruksi kerja adalah ...
- a. Petunjuk atau informasi darurat tentang keselamatan & kesehatan kerja
 - b. Pedoman yang disepakati siswa sebagai acuan mengoperasikan alat
 - c. Panduan yang berisi informasi umum pengoperasian peralatan berdasarkan kesepakatan yang dibuat oleh siswa.
 - d. Pedoman yang telah dibakukan di suatu laboratorium
 - e. Panduan ajar yang mutlak harus dilakukan siswa tanpa kesepakatan
 - f. Bagian dari dokumen yang digunakan dalam perencanaan laboratorium
17. Fungsi dari Pembuatan instruksi kerja di laboratorium fisika adalah...
- a. Masa pakai alat lebih awet
 - b. Menyulitkan Pekerja

- c. Membutuhkan waktu lama
 - d. Agar pekerjaan tidak efisien
 - e. Agar penggunaan alat menjadi ter bengkalai
 - f. Agar dapat dimengerti oleh siswa dan pemakaian alat efisien
18. Pernyataan dibawah ini yang tidak tepat mengenai fungsi dari laboratorium Fisika adalah.....
- a. Sebagai sumber belajar
 - b. Sebagai tempat dilakukannya percobaan
 - c. Sebagai tempat penunjang kegiatan kelas
 - d. Sebagai tempat yang dapat mendorong semangat peserta didik untuk bermain dengan bahan-bahan fisika
 - e. Penyalahgunaan bahan dan peralatan percobaan
 - f. Sebagai tempat melatih keterampilan serta kebiasaan menemukan suatu masalah
19. Suatu proses pencatatan atau inventarisasi fasilitas dan aktivitas laboratorium disebut dengan.....
- a. Administrasi Laboratorium
 - b. Manajemen Laboratorium
 - c. Peran Laboratorium
 - d. Fungsi Laboratorium
 - e. Kompetensi Laboratorium
 - f. Inventaris Laboratorium
20. Bangunan atau ruang yang sengaja diperuntukkan sebagai tempat berlangsungnya kegiatan praktik di laboratorium disebut....
- a. Sarana
 - b. Prasarana
 - c. Bahan
 - d. Peralatan
 - e. Ruangan
 - f. Sarana & Prasarana

21. Apa yang tidak termasuk dalam fasilitas yang sebaiknya ada di ruang guru dalam laboratorium fisika?
- Meja tulis untuk guru.
 - Lemari buku untuk menyimpan berbagai buku kepustakaan.
 - Rak untuk menyimpan alat-alat laboratorium yang tidak terlalu memerlukan perlindungan.
 - Bak cuci untuk mencuci alat-alat laboratorium.
 - Kursi dan meja tulis untuk melakukan pekerjaan administrasi laboratorium.
 - Semua jawaban benar.
22. Berapa rasio minimum luas ruang laboratorium fisika per peserta didik menurut standar yang disebutkan dalam teks?
- 1 m²/peserta didik
 - 1,5 m²/peserta didik
 - 2 m²/peserta didik
 - 2,4 m²/peserta didik
 - 3 m²/peserta didik
 - 3,5 m²/peserta didik
23. Fungsi utama ruang gelap dalam laboratorium fisika adalah untuk:
- Melakukan percobaan-percobaan dengan lensa, cermin, dan cahaya.
 - Pemrosesan foto.
 - Melakukan demonstrasi fisika kepada siswa.
 - Melayani kegiatan laboratorium kepada guru dan siswa.
 - Tempat penyimpanan alat-alat yang sedang tidak digunakan.
 - Semua jawaban salah.
24. Apa yang menjadi ukuran ideal untuk meja praktikum di laboratorium fisika?
- Tinggi 75 cm, lebar 60 cm, panjang 100 cm.
 - Tinggi 80 cm, lebar 70 cm, panjang 120 cm.
 - Tinggi 70 cm, lebar 80 cm, panjang 150 cm.

- d. Tinggi 75 cm, lebar 70 cm, panjang 120 cm.
 - e. Tinggi 80 cm, lebar 75 cm, panjang 130 cm.
 - f. Tinggi 70 cm, lebar 60 cm, panjang 110 cm.
25. Berapa jumlah maksimum siswa yang idealnya melakukan percobaan dalam satu set alat percobaan di laboratorium fisika?
- a. 2 siswa
 - b. 3 siswa
 - c. 4 siswa
 - d. 5 siswa
 - e. 6 siswa
 - f. 7 siswa
26. Berikut adalah pernyataan tentang standar laboratorium fisika sekolah. Manakah yang salah?
- a. Pemakaian alat pelindung diri (APD) merupakan hal yang wajib.
 - b. Lingkungan laboratorium harus bersih dan terorganisir dengan baik.
 - c. Penggunaan alat ukur yang kalibrasi harus rutin diperiksa.
 - d. Segala kecelakaan di laboratorium tidak perlu dilaporkan.
 - e. Semua alat harus disimpan sesuai dengan prosedur yang ditentukan.
 - f. Bahan kimia harus disimpan dalam wadah yang sesuai dengan labelnya.
27. Mana di bawah ini bukan merupakan prinsip standar keselamatan dalam laboratorium fisika sekolah?
- a. Tidak mengonsumsi makanan atau minuman di laboratorium.
 - b. Menjaga kebersihan alat setelah digunakan.
 - c. Menggunakan APD hanya jika diinstruksikan oleh guru.
 - d. Memiliki pemahaman yang baik tentang penggunaan alat dan bahan kimia.

- e. Menghindari kontak langsung dengan zat kimia.
 - f. Memahami prosedur darurat dan tindakan keselamatan.
28. Bagaimana cara yang paling efektif untuk merawat alat ukur di laboratorium fisika agar tetap akurat dan berfungsi dengan baik?
- a. Membersihkan alat hanya setelah digunakan.
 - b. Mengkalibrasi alat hanya ketika terlihat tidak akurat.
 - c. Menggunakan alat sesuai petunjuk penggunaan dan merawatnya dengan benar.
 - d. Menggunakan alat tanpa perlu memeriksa kondisinya terlebih dahulu.
 - e. Meminjam alat dari laboratorium lain jika alat sendiri rusak.
 - f. Mengkalibrasi alat hanya ketika terlihat tidak akurat.
29. Mengapa penggunaan bahan kimia dalam laboratorium fisika harus dilakukan dengan hati-hati?
- a. Karena bahan kimia cenderung murah.
 - b. Karena bahan kimia tidak memiliki efek pada kesehatan manusia.
 - c. Karena bahan kimia seringkali tidak bereaksi dengan zat lain.
 - d. Karena paparan berlebihan terhadap bahan kimia dapat berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan.
 - e. Karena bahan kimia tidak akan memiliki dampak pada hasil percobaan.
 - f. Karena bahan kimia hanya digunakan sebagai bahan tambahan untuk percobaan.
30. Dalam suatu percobaan fisika di laboratorium, beberapa langkah harus diperhatikan untuk memastikan keberhasilan eksperimen dan keamanan semua pihak terlibat. Pilihlah dua prosedur yang penting untuk diterapkan sebelum memulai percobaan fisika di laboratorium, dan jelaskan mengapa prosedur tersebut krusial untuk kesuksesan percobaan tersebut.

- a. Memastikan semua alat dan peralatan sudah dibersihkan setelah penggunaan
- b. Mengecek stok bahan kimia dan memastikan kecukupan untuk digunakan lagi.
- c. Menggunakan alat ukur tanpa melakukan kalibrasi terlebih dahulu.
- d. Memulai percobaan tanpa membaca petunjuk dan instruksi percobaan.
- e. Menyimpan bahan kimia di tempat yang terbuka dan mudah dijangkau.
- f. Menyimpan alat ukur dan bahan kimia secara acak di dalam laboratorium.

PENGOPERASIAN PERALATAN PENUNJANG LABORATORIUM

A. Pengategorian Alat dan Bahan Laboratorium

Penataan dan penyimpanan alat-alat laboratorium sangat perlu memperhatikan karakteristik dan spesifikasinya, baik untuk alasan keamanan alat, kemudahan pencarian dan pemeriksaan, perawatan dan pemeliharaan, ataupun sekedar kerapihan penyimpanan. Oleh karena itu alat-alat laboratorium perlu dikelompokkan atau diklasifikasikan berdasarkan kriteria yang sesuai dengan tujuan pengelompokkannya. Kriteria klasifikasi alat-alat laboratorium antara lain adalah bahan utama pembuatan, massa, bentuk dan volume, pabrik pembuat, usia pakai, konserp fisika, fungsi atau kegunaan.

1. Klasifikasi Alat Laboratorium

a. Bahan pembuatan

Berdasarkan kriteria ini alat-alat laboratorium di kelompokkan berdasarkan bahan utama pembuatannya, misalnya kayu, plastik, kaca, logam dan sebagainya.

b. Massa

Berdasarkan kriteria ini alat-alat laboratorium di kelompokkan berdasarkan bobot dan massanya apakah alat-alat itu ringan atau berat.

c. Bentuk dan volume

Berdasarkan kriteria ini alat-alat laboratorium di kelompokkan berdasarkan bentuk dan ukuran volumenya, misalnya besar, kecil, bola, kubus, balok, silinder dan sebagainya.

d. Letak dan cara penyimpanan

Berdasarkan kriteria ini alat-alat laboratorium di kelompokkan berdasarkan Letak dan cara penyimpanan atau cara pemasangannya. Berdasarkan kriteria ini alat dikelompokkan atas alat-alat permanen dan alat-alat tidak permanen. Alat-alat permanen adalah alat-alat yang terpasang tetap di bagian tertentu dalam laboratorium, dan alat-alat tidak permanen adalah alat-alat yang dapat disimpan atau dipindahkan sesuai dengan kebutuhan penggunaannya.

e. Usia pakai

Berdasarkan kriteria ini alat-alat laboratorium di kelompokkan berdasarkan usia pakainya. Usia pakai adalah waktu yang menyatakan berapa lama atau berapa kali alat itu dapat digunakan dan berfungsi dengan baik dan benar sesuai dengan spesifikasinya pembuatannya.

f. Konsep fisika

Berdasarkan kriteria ini alat-alat laboratorium di kelompokkan berdasarkan konsep atau materi fisika yang berkaitan dengannya, misalnya alat-alat mekanika, alat-alat listrik-magnet, alat-alat optik dan sebagainya.



g. Fungsi dan kegunaan


Berdasarkan kriteria ini alat-alat laboratorium di kelompokkan berdasarkan fungsinya ketika digunakan apakah sebagai alat ukur yang dapat digunakan pada lebih dari satu percobaan, sebagai satu set percobaan, sebagai alat peraga, sebagai alat perbaikan, atau yang lainnya. Pada prakteknya sering terjadi bahwa pengelompokkan alat-alat didasarkan kepada lebih dari satu kriteria. Berikut ini adalah alat-alat fisika dikelompokkan atas, alat permanen, alat tidak permanen dan alat perbaikan (Anies Emilia, Subiki, Trapsilo Prihandono, 2019).

2. Alat-Alat Labaoratorium Fisika

Alat-alat fisika yang disimpan dan sekaligus dipasang (siap digunakan) di tempat tertentu, tidak harus atau bahkan tidak boleh dipindah-pindahkan tempatnya. Beberapa contoh alat yang dapat dipandang sebagai alat permanen misalnya adalah:



Tabel 4.1 Alat Ukur Laboratorium Fisika

Nama Alat	Fungsi
Barometer 	Mengukur tekanan udara di laboratorium
Termometer suhu ruangan 	Mengukur Suhu Udara di Laboratorium

Higrometer 	Untuk mengukur kelembaban udara dalam ruangan laboratorium
Bandul 	Benda yang terikat pada sebuah tali dan dapat berayun secara bebas dan periodik yang digunakan dalam percobaan ayunan.
Pesawat Athwood 	Untuk percobaan Gerak Jatuh Bebas

(Purwaningsih . S, dkk, 2020)

Tabel 4. 2 Alat-Alat Laboratorium

Peralatan Pendidikan	
Nama Alat	Fungsi
Mistar 	mengukur panjang benda dengan tingkat ketelitian yang tidak terlalu tinggi, hanya 1 mm. Mistar biasa digunakan oleh pelajar untuk mengukur panjang suatu benda. Nilai ketelitian adalah nilai terkecil yang dapat diamati.
Voltmeter 	Digunakan untuk mengukur panjang kayu, bangunan, dan lain- lain.

<p>Gelas Ukur</p> 	<p>Alat ukur bahan dalam bentuk cair</p>
<p>Stopwatch</p> 	<p>Alat untuk mengukur selang waktu peristiwa berlangsung.</p>
<p>Termometer</p> 	<p>Termometer Ruangan, fungsinya untuk mengukur suhu suatu ruangan. Termometer Klinis, fungsinya untuk mengukur suhu badan.</p>
<p>Gelas Beaker</p> 	<p>Mengukur banyak air yang akan digunakan pada suatu praktikum tertentu.</p>
<p>Garputala Bahan Baja</p> 	<p>Garpu tala adalah alat yang berbentuk garpu bergigi dua beresonansi pada frekuensi tertentu bila dihentakkan pada suatu benda.</p>
<p>Multimeter AC/DC</p> 	<p>alat pengukur listrik yang sering dikenal sebagai VOAM (VolT, Ohm, Ampere meter) yang dapat mengukur tegangan(voltmeter), hambatan (ohm-meter), Maupun arus (amperemeter).</p>
<p>Osiloskop</p> 	<p>Alat bantu yang biasa digunakan untuk menganalisa frekuensi yang terdapat didalam perangkat elektronika.</p>

<p>Generator frekuensi</p> 	<p>Alat yang digunakan untuk memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanik, biasanya dengan menggunakan induksi elektromagnetik.</p>
<p>Kabel penghubung</p> 	<p>Sebagai sumber arus pada peralatan lab.</p>
<p>Catu Daya</p> 	<p>Sebagai sumber arus PLN</p>
<p>Transformator</p> 	<p>Sebagai tempat kawat lilitan</p>

(Putri, Nugrahany, dkk, 2018)

Pemasangan alat-alat permanen hendaknya memperhatikan hal-hal berikut ini:

- Pemilihan tempat yang strategis untuk pengamatan atau bahkan melakukan percobaan.
- Ketepatan posisi pemasangan di tempat yang sudah ditentukan.
- Tempat pemasangan dan alat yang dipasang ditempat itu harus terhindar dari faktor- faktor yang dapat mengganggu atau merusak alat seperti panas matahari, kelembaban, banyak getaran dan sebagainya.
- Setiap alat permanen dapat diberi kartu alat yang menjelaskan nama dan atribut- atribut lain a lat tersebut seperti jumlah, spesifikasi, asesoris dan tempat penyimpanannya (Putri, Nugrahany, dkk, 2018).

a. Alat-Alat Tidak Permanen

Sebagian besar alat-alat fisika adalah alat-alat tidak permanen. Alat-alat tidak permanen adalah alat-alat yang penyimpanan dan pemakaiannya dapat berpindah-pindah tempat sesuai dengan kebutuhan dan tujuan penyimpanan atau penggunaannya.

- 1) Alat-alat tidak permanen dapat dikelompokkan berdasarkan kriteria pengklasifikasian yang pernah dijelaskan sebelumnya.
- 2) Alat-alat tidak permanen dapat berupa alat ukur yang dapat disetting dalam lebih dari satu macam percobaan, asesoris yang dapat digunakan pada lebih dari satu alat yang lain, asesoris khusus untuk satu alat tertentu, satu set percobaan yang tidak dapat dipisah-pisahkan lagi komponen-komponennya, satu set peraga tidak dapat dipisah-pisahkan lagi komponen-komponennya.
- 3) Alat-alat tidak permanen hendaknya disimpan berdasarkan kriteria pengklasifikasian yang sudah ditentukan.
- 4) Alat-alat tidak permanen yang berupa set percobaan atau set peraga jangan sampai komponen-komponen atau asesoris-asesorisnya tercerai berai. Untuk itu maka setiap set percobaan atau set peraga dapat disimpan disatu tempat sekaligus, misalnya disimpan dalam satu kotak atau dus.
- 5) Setiap alat tidak permanen dapat diberi kartu alat yang menjelaskan nama dan atribut-atribut lain alat tersebut seperti jumlah, spesifikasi, kondisi, asesoris dan tempat penyimpanannya.

Tabel 4. 3 Alat Optik di Laboratorium

Nama Alat Optik	Fungsi
Kotak cahaya	Sebagai sumber cahaya
Diafragma celah lebar dan 5 celah	Sebagai penyekat cahaya atau pembentuk benda dalam percobaan
Diafragma 1 dan 3 celah	Sebagai penyekat atau pembentuk benda dalam percobaan
Diafragma anak panah	Pembentuk bayangan berbentuk anak panah
Cermin kombinasi	Digunakan untuk mengetahui jalannya sinar yang dilakukan dalam percobaan
Lup	Digunakan untuk mengamati benda kecil agar tampak lebih besar
Kaca plan parallel	Keping kaca tiga dimensi yang kedua sisinya dibuat sejajar untuk mengamati pembiasan cahaya yang dibentuk oleh benda
Cermin datar	Digunakan untuk membentuk bayangan atau memantulkan cahaya
Lensa	Digunakan untuk membiaskan cahaya
Cermin cekung	Digunakan untuk membentuk bayangan yang diperbesar
Cermin cembung	Digunakan untuk membentuk bayangan yang dikecil
Prisma	Bangun ruang tiga dimensi yang dibatasi oleh alas dan tutup identik.
Layar putih	Sebagai tempat untuk menangkap cahaya yang dihasilkan dalam percobaan
Cakram optik	Digunakan untuk menentukan sudut dalam percobaan
Meja optik	Untuk mengamati lintasan cahaya, kompatibel dengan rel presisi

(Anwar, Edi Danuari, 2019)

Tabel 4. 4 Alat Listrik Magnet di Laboratorium

Nama Alat Listrik-Magnet	Fungsi	Gambar
Galvanometer	Alat untuk mengukur kuat arus yang lemah	
Amperemeter	Alat untuk mengukur kuat arus	
Voltmeter	Alat untuk mengukur besarnya tegangan dalam suatu rangkaian listrik	
Ohmmeter	Alat untuk mengukur hambatan listrik	
Multimeter	alat pengukur listrik yang sering dikenal sebagai VOAM (VolT, Ohm, Ampere meter) yang dapat mengukur tegangan (voltmeter), hambatan (ohm-meter), maupun arus (amper- meter).	
Batu baterai	alat untuk mengubah energi kimia menjadi energi listrik.	

resistor	untuk menahan arus listrik dengan memproduksi tegangan listrik di antara kedua kutubnya, nilai tegangan terhadap resistansi berbanding dengan arus yang mengalir.	
kapasitor	Alat untuk menyimpan muatan listrik	
Kawat tembaga	kabel dengan penghantar tembaga dan biasanya dipakai dalam instalasi tenaga listrik dan alat-alat kontrol, sehingga biasanya disebut kabel instalasi.	
potensiometer	sebagai resistor variable	
kompas	alat navigasi untuk menentukan arah berupa sebuah panah penunjuk magnetis yang bebas menyelaraskan dirinya dengan medan magnet bumi secara akurat.	
basicmeter	sebagai alat ukur arus dan tegangan DC dengan shunt dan pengganda terpasang pada alat.	

Tabel 4. 5 Alat Getaran di Laboratorium

Nama Alat Getaran Gelombang dan Bunyi	Fungsi
Osiloskop	alat bantu yang biasa digunakan untuk menganalisa frekuensi yang terdapat didalam perangkat elektronika
Garpu tala	untuk menala atau menyetém instrumen lain, termasuk vokal manusia agar mencapai nada yang sesuai dengan yang terkandung dalam garpu tersebut
Audio Generator	alat tes elektronik yang berfungsi sebagai pembangkit sinyal atau gelombang listrik. Bentuk gelombang pada umumnya terdiri dari tiga jenis, yaitu sinusoida, persegi, dan segitiga.
Generator	adalah alat tes elektronik yang berfungsi sebagai pembangkit sinyal atau gelombang listrik
Loudspeaker	sistem speaker merupakan sebuah transduser elektroacoustical yang mengubah sinyal listrik ke bentuk getaran suara. Speaker adalah mesin pengubah terakhir atau kebalikan dari mikropon. Speaker membawa sinyal elektrik dan mengubahnya kembali menjadi vibrasi- vibrasi fisik untuk menghasilkan gelombang-gelombang suara.
Kabel merah-hitam	Sebagai penghubung ke rangkaian

b. Alat-Alat Perbaikan

Alat-alat perbaikan adalah alat-alat (“tools”) yang digunakan untuk memperbaiki atau bahkan membuat alat-alat laboratorium. Berikut beberapa contoh alat-alat perbaikan, diantaranya:

Tabel 4. 6 Alat-Alat Perbaikan di Laboratorium

Nama Alat	Fungsi
Gunting	Untuk memotong bahan yang tipis
Solder	alat bantu dalam merakit atau membongkar rangkaian elektronika pada rangkaian yang terdapat pada papan pcb
Bor	Untuk membuat lobang baik pada meja atau papan rangkaian
Cutter	Untuk mengiris atau memotong bahan yang tidak terlalu tebal
Tang	alat yang digunakan untuk mengencangkan baut, menjepit dan sekaligus mengelupas kabel

(Khasanah, Nur, 2019)

B. Pengoperasian dan Sistem Kerja Alat dan Bahan Laboratorium

1. Pengertian Pengoperasian

Laboratorium adalah tempat sekelompok orang yang melakukan berbagai macam kegiatan penelitian (riset) pengamatan, pelatihan, dan pengujian ilmiah sebagai pendekatan antara teori dan praktik dari berbagai macam disiplin ilmu. Decaprio (2013: 60) menyatakan ada 6 hal dalam pengelolaan laboratorium, yakni perencanaan, penataan dan penyimpanan, pengadministrasian, perawatan, keselamatan kerja, dan evaluasi. Proses pengelolaan laboratorium akan mempengaruhi kinerja penggunaannya, yakni dosen dan mahasiswa. Kinerja atau performance merupakan gambaran mengenai tingkat pencapaian suatu program kegiatan atau kebijakan dalam mewujudkan sasaran, tujuan, visi dan misi organisasi yang dituangkan melalui perencanaan strategis suatu organisasi (Emilia, dkk, 2017).

Laboratorium adalah unit penunjang akademik pada lembaga pendidikan, berupa ruangan tertutup atau terbuka, bersifat permanen atau bergerak, dikelola secara sistematis untuk kegiatan pengujian, kalibrasi, dan atau produksi dalam skala terbatas, dengan menggunakan peralatan dan bahan berdasarkan metode keilmuan tertentu, dalam rangka pelaksanaan pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat (Natalia, dkk 2024).

Kata pengoperasian terbentuk dari kata dasar operasi, yang dalam kamus besar bahasa Indonesia memiliki tiga arti, dan salah satunya diartikan sebagai pelaksanaan rencana yang telah dikembangkan. Dalam kamus itu sendiri, kata pengoperasian merupakan kata benda yang memiliki arti sebagai proses, cara, perbuatan mengoperasikan dan pengayaan. Menurut PERMENPAN No.3 Tahun 2010 "Peralatan Laboratorium adalah mesin, perkakas, perlengkapan, dan alat kerja lain yang digunakan untuk pengujian, kalibrasi dan/atau produksi dalam skala terbatas".



Gambar 4. 1 Pengoperasian Alat Laboratorium

Sumber: <https://mediacenter.riau.go.id>

Pengoperasian laboratorium merupakan serangkaian proses yang penting dan harus dilakukan dengan hati-hati serta sesuai dengan prosedur yang ditetapkan. Tahapan awal melibatkan perencanaan yang matang, dimana tujuan eksperimen ditetapkan dan rencana kerja disusun dengan teliti. Persiapan bahan juga merupakan langkah krusial, di mana semua bahan yang akan digunakan harus disiapkan dengan benar, termasuk persiapan larutan dan sampel yang akan diuji. Keamanan menjadi aspek utama yang tidak boleh diabaikan, dengan memahami potensi bahaya dari bahan kimia yang digunakan dan mematuhi semua prosedur keamanan yang ditetapkan, serta menggunakan alat pelindung diri (APD) dengan benar. Setelah itu, pemahaman terhadap instruksi dan prosedur yang terkait menjadi penting sebelum memulai eksperimen, termasuk pengaturan peralatan laboratorium dan langkah-langkah keselamatan yang harus diikuti. Selama pelaksanaan eksperimen, pencatatan data dengan teliti menjadi kunci, sementara setelah selesai, membersihkan peralatan dan area kerja dengan benar serta membuang limbah dengan aman menjadi tindakan yang harus diambil. Selain itu, pemantauan

kualitas hasil eksperimen juga penting untuk memastikan keakuratan dan konsistensi, sementara upaya untuk meningkatkan proses dan praktik operasional laboratorium harus dilakukan secara berkelanjutan melalui evaluasi rutin, pelatihan staf, dan pengenalan teknologi baru. Dengan mengikuti prinsip-prinsip ini, laboratorium dapat berfungsi secara efektif dan memberikan kontribusi yang berharga dalam penelitian dan pengembangan ilmiah.

Pengoperasian alat laboratorium fisika memerlukan pemahaman mendalam tentang prinsip-prinsip kerja masing-masing alat serta kehati-hatian dalam penggunaannya. Langkah pertama adalah memastikan alat telah dikalibrasi dengan benar sebelum digunakan, untuk memastikan akurasi hasil pengukuran. Selanjutnya, sebelum memulai eksperimen, penting untuk memeriksa keadaan fisik alat dan memastikan bahwa semua komponen berfungsi dengan baik. Selama penggunaan alat, perlu dijaga kebersihan dan perawatan yang baik agar hasil pengukuran tidak terpengaruh oleh faktor-faktor eksternal. Selain itu, dalam beberapa kasus, penggunaan alat mungkin memerlukan pengaturan parameter tertentu sesuai dengan kebutuhan eksperimen. Selama proses pengukuran, penting untuk mencatat semua data dengan teliti dan menjaga ketelitian dalam pengukuran. Setelah selesai, alat harus dibersihkan dan disimpan dengan baik agar tetap dalam kondisi yang baik untuk penggunaan berikutnya. Penting juga untuk selalu mengikuti pedoman keselamatan yang berlaku dalam penggunaan alat laboratorium fisika untuk mencegah terjadinya kecelakaan atau cedera. Dengan memperhatikan semua langkah ini, pengoperasian alat laboratorium fisika dapat dilakukan secara efektif dan memberikan hasil yang akurat untuk mendukung penelitian dan pemahaman lebih lanjut dalam bidang fisika (Ramadhani, 2020).

Pengelolaan laboratorium adalah upaya pengelolaan laboratorium. Seberapa baik suatu laboratorium dapat dikelola ditentukan oleh sejumlah faktor yang saling terkait. Beberapa

peralatan laboratorium yang kompleks, yang dikelola oleh tenaga profesional terlatih, mungkin tidak berfungsi dengan baik jika tidak didukung oleh manajemen laboratorium yang baik. Oleh karena itu, manajemen laboratorium merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari operasional laboratorium. Pengelolaan laboratorium yang baik ditandai dengan sistem organisasi yang baik, uraian tugas (job deskripsi) yang jelas, penggunaan fasilitas yang efisien dan disiplin, serta pengelolaan laboratorium yang baik. Tujuan utamanya adalah mengelola laboratorium dengan baik agar seluruh pekerjaan yang dilakukan dapat berjalan dengan lancar. Dalam pengolahannya harus dikelola oleh kepala laboratorium, seorang ahli, berkompeten di bidangnya, sangat berdedikasi dan bertanggung jawab, termasuk peran staf laboratorium yang bertanggung jawab terhadap seluruh kegiatan operasional yang dilakukan di area tersebut. Keselamatan dan keamanan laboratorium serta keselamatan kerja laboratorium merupakan faktor penting dalam pengelolaan laboratorium (Azkiyani et al., 2023).

2. Kriteria Pengelolaan Peralatan Berdasarkan Kategori

Di laboratorium, penataan instrumen harus mempertimbangkan berbagai faktor, termasuk tingkat kesulitan penggunaan, risiko, dan kebutuhan pemeliharaan masing-masing peralatan. Peralatan laboratorium mikrobiologi dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis berdasarkan kriteria ini.

Peralatan tipe 3 adalah peralatan yang memiliki tingkat kesulitan penggunaan dan pemeliharaan yang tinggi. Penggunaannya melibatkan risiko tinggi dan memerlukan akurasi pengukuran yang tinggi. Sistem kerjanya kompleks dan membutuhkan pelatihan serta sertifikasi khusus bagi pengguna. Contoh dari peralatan tipe 3 mungkin termasuk alat-alat seperti spektrofotometer atau mesin PCR (*Polymerase Chain Reaction*). Penggunaan peralatan ini memerlukan pemahaman mendalam tentang prinsip kerjanya serta keterampilan teknis yang tinggi dalam pengoperasiannya.

Peralatan kelas 2 adalah peralatan yang memiliki tingkat pengoperasian dan pemeliharaan sedang. Risiko penggunaannya cenderung sedang, demikian pula dengan ketelitian pengukuran. Sistem kerjanya tidak terlalu rumit, namun tetap memerlukan pelatihan khusus bagi pengguna. Contoh dari peralatan kelas 2 mungkin termasuk inkubator atau centrifuge. Meskipun tidak sekompleks peralatan tipe 3, penggunaan peralatan ini masih memerlukan pemahaman yang baik tentang cara kerjanya dan kepatuhan terhadap prosedur penggunaan yang benar.

Perangkat tipe 1 adalah peralatan yang paling mudah digunakan dan pemeliharaannya. Risiko penggunaannya rendah, begitu pula dengan tingkat ketelitian pengukurannya. Sistem kerjanya sederhana, dan instruksi penggunaan yang diberikan biasanya cukup untuk pengoperasian penuh. Contoh dari peralatan tipe 1 dapat mencakup mikroskop atau pH meter. Meskipun relatif mudah digunakan, penting untuk tetap mematuhi petunjuk penggunaan agar hasil pengukuran tetap akurat dan peralatan terjaga dengan baik. (Permenpan RB No. 03, 2010).

Tingkat Kesulitan Pengelolaan Laboratorium

Tabel 4. 7 Tingkat Kesulitan Pengelolaan Laboratorium

Kriteria Pengelolaan	Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3
Pengoperasian	Mudah	Sedang	Sulit
Perawatan	Mudah	Sedang	Sulit
Resiko	Rendah	Sedang	Tinggi
Pengelolaan	Kecermatan akurasi rendah	Kecermatan akurasi sedang	Kecermatan akurasi tinggi
Persyaratan Pengoperasian	Dengan panduan	Dengan pelatihan	Dengan pelatihan khusus
Status Kerja	Sederhana	Sedang	Rumit

Peralatan laboratorium digunakan untuk berbagai kegiatan seperti pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat, sehingga penting untuk selalu menjaga kesiapan dan ketersediaannya agar dapat digunakan kapan saja. Penataan peralatan laboratorium sebaiknya didasarkan pada penggunaannya yang berbeda. Perawatan rutin peralatan dilakukan dengan memeriksa kelengkapannya sebelum digunakan dan membersihkannya terlebih dahulu. Setelah penggunaan, semua peralatan harus dibersihkan kembali dan disimpan dengan baik agar tidak menjadi kotor. Sebelum disimpan, kelengkapan peralatan harus diperiksa terlebih dahulu, dan penting untuk membaca buku petunjuk penggunaan serta petunjuk perawatan dan pemeliharaan alat dengan seksama. Setiap alat baru harus diuji atau dibaca manualnya sebelum digunakan. Saat menata dan menggunakan peralatan, penting untuk memperhatikan jenis bahan dasar penyusun peralatan karena hal ini akan mempengaruhi cara perawatannya. Misalnya, peralatan logam harus disimpan terpisah dari peralatan kaca atau keramik.

Selain itu, penting untuk memperhatikan berat peralatan agar mudah dipindahkan dan disimpan dengan aman. Selain peralatan, bahan atau media laboratorium juga memiliki peran penting. Bahan ini digunakan untuk pengujian, analisis, kalibrasi, dan/atau produksi dalam batas tertentu. Bahan dibagi menjadi dua jenis, yaitu bahan khusus yang mampu menangani perlakuan dan persyaratan khusus, serta bahan konvensional yang pengolahannya tidak memerlukan atau memerlukan penanganan khusus. Penting untuk memahami perbedaan ini agar penggunaan bahan dapat dilakukan dengan tepat sesuai dengan kebutuhan dan persyaratan pengujian atau analisis yang dilakukan.

Tingkat Kesulitan Pengelolaan Bahan

Tabel 4. 8 Tingkat Kesulitan Pengelolaan Bahan

Penanganan	Umum	Khusus
Penyimpanan	Tidak memerlukan syarat khusus.	Memerlukan persyaratan
Sifat Fisik	Tidak ekspektosif, tidak korosif, tidak iritan, stabil.	Ekspektosif, korosif, iritan, stabil.
Sifat Kimia	Non toksik, tidak berbahaya.	Tidak berbahaya.
Persyaratan Metode	Tidak memerlukan kemurnian tinggi.	Memerlukan kemurnian tinggi.

Penyimpanan bahan di laboratorium harus memperhatikan beberapa prinsip penting. Pertama adalah keamanan, dimana bahan disimpan dengan cara yang mudah ditemukan dan diakses. Untuk memudahkan pencarian, setiap tempat penyimpanan bahan harus diberi tanda, seperti label pada lemari, rak, atau laci, dan harus mudah dibawa. Selain itu, penyimpanan bahan membutuhkan ruang dan peralatan penyimpanan yang sesuai.

Urutan abjad tepat digunakan jika bahan-bahan dikelompokkan menurut sifat fisik dan kimianya, terutama tingkat bahayanya untuk penggunaan. Bahan kimia yang tidak boleh dicampur dengan yang lain harus disimpan secara terpisah dalam wadah sekunder yang berinsulasi. Hal ini penting untuk mencegah pencampuran dengan sumber bahaya lain, seperti kebakaran, gas beracun, ledakan, atau penguraian bahan kimia.

Wadah dan tempat penyimpanan harus diberi label yang mencantumkan informasi penting seperti nama bahan dan formulasi, konsentrasi, tanggal penerimaan, tingkat bahaya, manajemen klasifikasi lokasi penyimpanan, serta nama dan

alamat pabrik. Tempat penyimpanan bahan baku harus bersih, kering, terjauh dari sumber panas, atau jika perlu disimpan pada cuaca dingin, dan harus memiliki sistem ventilasi yang mengarah ke luar ruangan untuk menghindari akumulasi uap beracun.

Berdasarkan faktor-faktor diatas, persyaratan penyimpanan bahan dibahas lebih lanjut. Misalnya, untuk zat beracun, disarankan penyimpanan di ruangan yang sejuk dan jauh dari bahaya kebakaran atau ledakan. Selain itu, isolasi dari bahan reaktif sangat penting, dan katup saluran gas harus tetap tertutup jika tidak digunakan. Peralatan dan perlindungan diri seperti pakaian kerja, masker, dan sarung tangan juga harus tersedia dan dilengkapi dengan baik. Demikian pula, untuk bahan korosif, persyaratan penyimpanannya mencakup ruangan yang sejuk, wadah tertutup, dan penyimpanan yang terpisah dari zat beracun. Dengan memperhatikan prinsip-prinsip ini, penyimpanan bahan di laboratorium dapat dilakukan dengan aman dan efisien.

3. Prosedur Pengoperasian Alat Laboratorium

Standar Operasional Prosedur (SOP) adalah sebuah panduan yang mengatur langkah-langkah suatu proses atau tugas yang dilakukan secara teratur dan konsisten di dalam suatu organisasi. SOP berperan sebagai perangkat lunak pengatur yang menetapkan tahapan yang tetap dan rutin dalam menjalankan suatu prosedur kerja. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa semua keputusan, tindakan, dan penggunaan fasilitas proses yang dilakukan oleh individu di dalam organisasi berjalan dengan efektif, efisien, konsisten, dan sistematis. Dengan kata lain, SOP adalah sistem yang disusun untuk mengkoordinasikan, mengatur, dan merapikan pekerjaan, serta menyusun urutan langkah-langkah yang harus dilakukan dari awal hingga akhir suatu proses atau tugas. Melalui SOP, organisasi dapat meningkatkan kualitas, konsistensi, dan efisiensi dalam menjalankan operasionalnya.

Secara sederhana beberapa manfaat dari standar operasional prosedur, yaitu sebagai berikut:

- a. Standarisasi proses dan hasil dalam penyelesaian suatu pekerjaan.
- b. Meminimalisasi tingkat kesalahan yang mungkin dilakukan dalam melaksanakan atau menyelesaikan pekerjaan.
- c. Mendukung pencapaian efisiensi dan efektivitas dari pelaksanaan pekerjaan.
- d. Mendukung tanggung jawab moral individual dalam melakukan pekerjaan.
- e. Mendukung terciptanya kesesuaian pekerjaan, antara yang direncanakan dengan realisasi.
- f. Memberikan informasi yang penting akan perlunya kualifikasi kompetensi yang wajib dimiliki seorang dalam melaksanakan pekerjaannya.
- g. Terciptanya ukuran kualitas dari suatu pekerjaan, sehingga dimungkinkan untuk melakukan koreksi atau perbaikan sehingga tercapai ukuran/standar yang diharapkan.

4. Pengoperasian Peralatan dan Penggunaan Bahan

Laboratorium adalah tempat di mana eksperimen dan penelitian dilakukan untuk tujuan ilmiah. Pengoperasian peralatan dan penggunaan bahan di laboratorium adalah proses yang sangat penting untuk memastikan keberhasilan dan keamanan eksperimen. Pada dasarnya, ini melibatkan pemahaman yang baik tentang peralatan yang digunakan, serta pengetahuan tentang bahan kimia yang digunakan dalam eksperimen.

Pengoperasian Peralatan

- a. Mikroskop: Mikroskop adalah alat penting dalam banyak bidang ilmu pengetahuan, seperti biologi, kedokteran, dan ilmu material. Mikroskop digunakan untuk melihat objek yang sangat kecil, seperti sel atau mikroorganisme. Untuk mengoperasikan mikroskop dengan baik, langkah-langkah berikut dapat diikuti:

- 1) Letakkan objek yang akan diamati di bawah kaca objek.
 - 2) Gunakan knob fokus kasar dan halus untuk mendapatkan gambar yang jelas.
 - 3) Sesuaikan pencahayaan dengan menggunakan knob lampu.
 - 4) Pilih lensa objektif yang sesuai dengan pembesaran yang diinginkan.
 - 5) Jaga agar lensa tetap bersih dan bebas dari debu atau kotoran.
- b. Spektrofotometer: Spektrofotometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur absorbansi atau transmitansi suatu larutan terhadap cahaya pada berbagai panjang gelombang. Langkah-langkah umum untuk mengoperasikan spektrofotometer adalah sebagai berikut:
- 1) Setel panjang gelombang yang diinginkan sesuai dengan jenis analisis yang akan dilakukan.
 - 2) Kalibrasi instrumen menggunakan larutan standar untuk memastikan akurasi hasil.
 - 3) Masukkan larutan yang akan diukur ke dalam kuvet dan letakkan di dalam kompartemen yang sesuai.
 - 4) Baca hasil absorbansi atau transmitansi dari layar instrumen.
- c. Alat Destilasi: Alat destilasi adalah perangkat yang digunakan untuk pemisahan zat cair berdasarkan perbedaan titik didih mereka. Langkah-langkah umum untuk menggunakan alat destilasi adalah sebagai berikut:
- 1) Isi labu alas bulat dengan campuran zat cair yang akan dipisahkan.
 - 2) Panaskan labu menggunakan pemanas dengan suhu yang sesuai dengan titik didih komponen yang akan dipisahkan.
 - 3) Uap dari zat cair akan naik ke kondensor, kemudian mendingin dan kembali ke bentuk cairan di penerima.
 - 4) Penerima berisi zat cair yang telah dipisahkan sesuai dengan perbedaan titik didihnya.

Penggunaan Bahan di Laboratorium

- a. **Bahan Kimia:** Bahan kimia merupakan komponen utama dalam banyak eksperimen laboratorium. Penggunaan bahan kimia yang aman dan bertanggung jawab sangat penting untuk mencegah kecelakaan atau kejadian yang tidak diinginkan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan bahan kimia meliputi:
 - 1) Identifikasi bahan kimia dengan benar menggunakan label yang sesuai dengan informasi penting seperti nama kimia, nomor CAS, dan sifat-sifat fisik dan kimianya.
 - 2) Gunakan alat pengukur yang tepat untuk mengukur jumlah bahan kimia yang diperlukan sesuai dengan resep atau prosedur yang diikuti.
 - 3) Hindari kontaminasi silang antara bahan kimia yang berbeda dengan membersihkan peralatan dengan benar setelah digunakan.
- b. **Peralatan Pelindung Diri (PPE):** Penggunaan Peralatan Pelindung Diri (PPE) adalah suatu keharusan untuk melindungi diri dari bahaya yang mungkin timbul selama bekerja di laboratorium. Beberapa PPE yang umum digunakan meliputi:
 - 1) Kacamata pelindung untuk melindungi mata dari percikan bahan kimia atau pecahan peralatan.
 - 2) Sarung tangan untuk melindungi tangan dari kontak langsung dengan bahan kimia yang berbahaya.
 - 3) Mantel laboratorium atau jas lab untuk melindungi pakaian dari percikan atau tumpahan bahan kimia.
- c. **Pembuangan Limbah:** Pembuangan limbah laboratorium harus dilakukan dengan benar sesuai dengan peraturan yang berlaku. Ini termasuk:
 - 1) Mengidentifikasi jenis limbah yang dihasilkan, apakah itu limbah padat, cair, atau berbahaya.

- 2) Memisahkan limbah sesuai dengan jenisnya untuk pemrosesan lebih lanjut atau pembuangan yang aman.
- 3) Mengikuti prosedur penghilangan limbah yang telah ditetapkan oleh lembaga atau badan pengatur yang berlaku untuk mencegah pencemaran lingkungan atau bahaya bagi kesehatan manusia.

Pengoperasian peralatan dan penggunaan bahan di laboratorium membutuhkan pemahaman yang mendalam tentang peralatan yang digunakan serta bahan kimia yang terlibat. Dengan mengikuti prosedur yang benar dan menggunakan PPE yang sesuai, kita dapat memastikan keberhasilan dan keselamatan eksperimen laboratorium. Selain itu, pembuangan limbah yang tepat juga merupakan bagian penting dari praktik laboratorium yang bertanggung jawab. Dengan memahami dan menerapkan prinsip-prinsip ini, kita dapat menjaga lingkungan laboratorium yang aman dan produktif bagi semua penggunanya.

5. Sistem Kerja Alat dan Bahan di Laboratorium

Laboratorium fisika adalah tempat di mana konsep-konsep teori fisika diuji dan diterapkan melalui eksperimen. Dalam laboratorium fisika, sistem kerja, alat, dan bahan yang digunakan sangat beragam sesuai dengan jenis eksperimen yang dilakukan. Laboratorium adalah lingkungan kerja yang sangat penting dalam dunia ilmiah dan penelitian.

a. Sistem Kerja di Laboratorium

Sistem kerja di laboratorium fisika berkaitan erat dengan metodologi ilmiah. Eksperimen direncanakan, dilaksanakan, dan hasilnya dianalisis dengan hati-hati untuk memastikan keakuratan dan keandalan data yang diperoleh. Para peneliti harus mematuhi prinsip-prinsip dasar fisika dan teknik pengukuran yang akurat. Sistem kerja di laboratorium didasarkan pada prinsip-prinsip keamanan,

akurasi, dan efisiensi. Setiap langkah yang diambil harus sesuai dengan prosedur yang ditetapkan untuk menghindari kecelakaan dan hasil yang tidak akurat. Para peneliti dan teknisi harus mematuhi protokol keselamatan dan prosedur kerja yang telah ditetapkan.

b. Alat di Laboratorium

1) Osiloskop

- Jenis: Analog, digital.
- Fungsi: Digunakan untuk mengamati dan menganalisis sinyal listrik dalam domain waktu.
- Contoh penggunaan: Memeriksa gelombang listrik dari rangkaian elektronik seperti sinyal AC atau DC.
- Protokol keselamatan: Hindari sentuhan langsung dengan probe selama pengoperasian.

2) Rangkaian Listrik

- Komponen: Resistor, kapasitor, induktor.
- Fungsi: Digunakan untuk membangun rangkaian elektronik dalam eksperimen fisika.
- Contoh penggunaan: Memodifikasi sirkuit untuk mempelajari hukum Ohm atau analisis jaringan.

3) Laser

- Jenis: Laser HeNe, laser diode.
- Fungsi: Digunakan dalam eksperimen optik untuk menghasilkan sinar yang terfokus dan kohesif.
- Contoh penggunaan: Studi interferensi dan difraksi cahaya.
- Protokol keselamatan: Gunakan kacamata pelindung saat menggunakan laser untuk melindungi mata dari cahaya berbahaya.

4) Spektrometer

- Jenis: Spektrometer prisma, spektrometer gitter.

- Fungsi: Digunakan untuk mengukur spektrum cahaya yang dihasilkan oleh sumber cahaya tertentu.
- Contoh penggunaan: Menganalisis spektrum emisi dan absorpsi dari bahan kimia atau gas.
- Protokol keselamatan: Pastikan kalibrasi dan pengaturan yang tepat sebelum mengambil pengukuran.

5) Pembias Listrik

- Jenis: Sumber tegangan DC, sumber arus DC.
- Fungsi: Memberikan tegangan atau arus listrik yang diperlukan dalam eksperimen.
- Contoh penggunaan: Mengaplikasikan tegangan pada rangkaian untuk mempelajari efek listrik.

6) Mikroskop:

- Jenis: Mikroskop cahaya, mikroskop elektron.
- Fungsi: Digunakan untuk memperbesar gambar objek yang sangat kecil sehingga dapat diamati dengan detail.
- Contoh penggunaan: Melihat struktur sel, mikroorganisme, dan partikel kecil lainnya.
- Protokol keselamatan: Gunakan alat dengan hati-hati untuk menghindari kerusakan dan luka bakar dari sumber cahaya.

7) Spektrofotometer:

- Jenis: Spektrofotometer UV-Vis, spektrofotometer inframerah.
- Fungsi: Mengukur absorbansi atau transmisi cahaya oleh suatu substansi dalam berbagai panjang gelombang.
- Contoh penggunaan: Menentukan konsentrasi suatu zat dalam larutan berdasarkan absorbansinya.
- Protokol keselamatan: Hindari kontak langsung dengan sumber cahaya UV dan IR, serta cairan kimia yang digunakan dalam proses pengukuran.

8) Sentrifugasi:

- Jenis: Sentrifugasi benchtop, ultracentrifuge.
- Fungsi: Memisahkan partikel dalam larutan berdasarkan kepadatannya dengan cara memutar dengan cepat.
- Contoh penggunaan: Memisahkan sel-sel darah merah dari plasma darah.
- Protokol keselamatan: Pastikan tutup sentrifuga terkunci dengan aman sebelum memulai putaran.

9) Kromatografi:

- Jenis: Kromatografi cair, kromatografi gas.
- Fungsi: Memisahkan campuran menjadi komponen-komponen individual berdasarkan perbedaan afinitas mereka terhadap fase diam dan fase gerak.
- Contoh penggunaan: Analisis kualitatif dan kuantitatif senyawa dalam sampel kompleks.
- Protokol keselamatan: Hindari kontak langsung dengan pelarut organik yang mudah terbakar dan gas beracun yang digunakan dalam proses.

10) Oven:

- Jenis: Oven vakum, oven konveksi.
- Fungsi: Mengeringkan atau memanaskan sampel dengan suhu yang telah ditentukan.
- Contoh penggunaan: Mengeringkan sampel sebelum proses analisis berikutnya.
- Protokol keselamatan: Gunakan sarung tangan panas saat menangani sampel yang telah dipanaskan.

c. Bahan di Laboratorium

1) Logam

- Contoh: Tembaga, aluminium, besi.
- Fungsi: Digunakan dalam pembuatan komponen elektronik seperti kawat penghantar dan resistor.

- Protokol keselamatan: Hindari kontak langsung dengan logam panas untuk mencegah luka bakar.

2) Kristal

- Contoh: Kalsit, kuarsa.
- Fungsi: Digunakan dalam eksperimen optik untuk mempelajari pemantulan dan pembiasan cahaya.
- Protokol keselamatan: Hindari kerusakan pada kristal yang dapat mengganggu percobaan.

3) Ferromagnetik

- Contoh: Besi, nikel, kobalt.
- Fungsi: Digunakan dalam eksperimen magnetisme untuk mempelajari sifat-sifat magnetik bahan.
- Protokol keselamatan: Hindari mendekati magnet yang kuat untuk mencegah cedera.

4) Gas

- Contoh: Oksigen, hidrogen, nitrogen.
- Fungsi: Digunakan dalam eksperimen tekanan dan volume, serta dalam studi termodinamika.
- Protokol keselamatan: Pastikan sirkulasi udara yang baik untuk menghindari risiko kebakaran atau keracunan gas.

5) Bahan Isolator

- Contoh: Plastik, kaca, keramik.
- Fungsi: Digunakan dalam pembuatan komponen elektronik dan isolasi rangkaian listrik.
- Protokol keselamatan: Hindari pemakaian bahan yang retak atau pecah yang dapat menyebabkan kecelakaan listrik.

6) Bahan Kimia:

- Contoh: Asam sulfuric, natrium hidroksida, etanol.

- Fungsi: Digunakan dalam reaksi kimia untuk menghasilkan produk tertentu.
- Protokol keselamatan: Gunakan perlindungan diri seperti kacamata dan sarung tangan saat menangani bahan kimia berbahaya.

7) Glassware:

- Contoh: Labu alas bulat, buret, tabung reaksi.
- Fungsi: Digunakan untuk mengukur, menyimpan, dan mengaduk larutan.
- Protokol keselamatan: Periksa keutuhan glassware sebelum digunakan dan hindari penggunaan yang kasar yang dapat menyebabkan pecah.

8) Consumables:

- Contoh: Pipet, mikropipet, spatula, filter.
- Fungsi: Digunakan dalam proses pengukuran, transfer, dan pemisahan sampel.
- Protokol keselamatan: Gunakan alat dengan hati-hati untuk menghindari kontaminasi silang antara sampel.

9) Media Kultur:

- Contoh: Agar nutrien, bouillon.
- Fungsi: Digunakan untuk menumbuhkan mikroorganisme dalam budaya bakteriologi dan biologi molekuler.
- Protokol keselamatan: Pastikan sterilisasi media sebelum digunakan dan buang limbah kultur dengan benar sesuai dengan prosedur yang ditetapkan.

Laboratorium fisika adalah tempat di mana teori fisika diterapkan dalam praktik melalui eksperimen yang dirancang dengan cermat. Dengan menggunakan alat dan bahan yang sesuai, para peneliti dapat memperdalam pemahaman

mereka tentang prinsip-prinsip fisika yang mendasari alam semesta. Keselamatan dalam penggunaan alat dan bahan di laboratorium fisika sangat penting untuk mencegah kecelakaan dan memastikan kesuksesan eksperimen. Dengan memahami sistem kerja, alat, dan bahan yang digunakan dalam laboratorium, para peneliti dapat melakukan eksperimen dan penelitian dengan efisien dan akurat.

C. Perawatan, Risiko, Pengukuran Alat dan Bahan Laboratorium

1. Perawatan Laboratorium



Gambar 4. 2 Alat-alat perawatan Laboratorium

Sumber: Puduk Scientific

Perawatan laboratorium adalah serangkaian praktik yang dilakukan untuk menjaga kebersihan, keamanan, dan kinerja optimal dari fasilitas, alat, dan bahan yang digunakan di dalamnya (Subramanian & Kapoor, 2006). Ini termasuk tindakan preventif untuk mencegah kontaminasi, kecelakaan, atau kerusakan peralatan yang dapat membahayakan kesehatan atau lingkungan. Perawatan laboratorium melibatkan beberapa aspek, yaitu:

- Kebersihan Laboratorium, merupakan aspek yang sangat penting dari perawatan laboratorium. Laboratorium harus tetap bersih agar mengurangi risiko kontaminasi dan kecelakaan. Ini mencakup pembersihan secara rutin

dari meja kerja, peralatan, dan area penyimpanan (Ngo, 2015). Penggunaan bahan kimia atau bahan biologis harus dilakukan dengan hati-hati dan sisa-sisa harus dibersihkan dengan benar setelah digunakan.

- Perawatan alat adalah komponen penting dari perawatan laboratorium. Alat-alat laboratorium, seperti mikroskop, spektrofotometer, atau pipet, harus dirawat secara teratur agar tetap berfungsi dengan baik. Ini termasuk pembersihan, kalibrasi, dan pemeliharaan sesuai dengan panduan pabrikan. Misalnya, pipet harus dikalibrasi secara berkala untuk memastikan akurasi pengukuran, sedangkan mikroskop harus dibersihkan dan dilumasi secara teratur untuk menjaga kualitas gambar (Subramanian & Kapoor, 2006).
- Penyimpanan bahan kimia adalah bagian penting dari perawatan laboratorium. Bahan kimia harus disimpan dengan aman dan sesuai dengan aturan keselamatan yang berlaku. Ini termasuk penggunaan wadah yang sesuai, penandaan yang jelas, dan penyimpanan di tempat yang sesuai dengan sifat kimia masing-masing bahan. Misalnya, bahan-bahan yang mudah terbakar harus disimpan di tempat yang terlindung dari panas dan api, sementara bahan-bahan yang reaktif harus disimpan terpisah dari bahan-bahan lain yang dapat menyebabkan reaksi yang tidak diinginkan (WHO, 2008).
- Pengelolaan limbah adalah aspek penting lainnya dari perawatan laboratorium. Limbah kimia dan biologis harus dikelola dengan aman dan sesuai dengan peraturan yang berlaku. Ini termasuk pemisahan limbah berdasarkan jenisnya, penanganan yang aman selama penyimpanan dan transportasi, dan pembuangan akhir yang sesuai dengan peraturan lingkungan. Prinsip-prinsip "reduce, reuse, recycle" harus diterapkan sebanyak mungkin untuk mengurangi

jumlah limbah yang dihasilkan dan memastikan bahwa limbah yang dihasilkan dibuang dengan aman (OSHA, 2018).

2. Risiko dalam Laboratorium

Risiko dalam laboratorium mengacu pada potensi bahaya atau kerugian yang dapat timbul sebagai akibat dari kegiatan atau lingkungan di dalam laboratorium. Memahami risiko-risiko ini penting untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengelola mereka secara efektif guna menjaga keselamatan dan kesehatan pekerja laboratorium serta lingkungan sekitarnya. Risiko dalam laboratorium dapat berasal dari berbagai sumber, termasuk bahan kimia, bahan biologis, peralatan, serta faktor fisik dan ergonomis. Berikut beberapa risiko dalam laboratorium:

- **Bahan Kimia Berbahaya** merupakan salah satu sumber risiko utama dalam laboratorium. Bahan kimia yang digunakan untuk penelitian atau analisis dapat memiliki sifat yang berpotensi berbahaya, seperti korosif, mudah terbakar, atau beracun. Risiko tersebut dapat muncul baik dari paparan langsung maupun reaksi kimia yang tidak diinginkan. Oleh karena itu, penting untuk memahami properti kimia dari bahan yang digunakan dan mengambil langkah-langkah pencegahan yang sesuai (WHO, 2008).
- **Bahaya Biologis** juga merupakan risiko yang signifikan dalam laboratorium, terutama di laboratorium yang melakukan penelitian dalam bidang biologi atau kedokteran. Paparan terhadap mikroorganisme patogen atau bahan biologis berpotensi membahayakan dapat menyebabkan infeksi atau penularan penyakit. Penting untuk menerapkan protokol keamanan yang ketat, termasuk penggunaan peralatan perlindungan diri, penggunaan teknik kerja yang aman, dan prosedur pengelolaan limbah biologis yang tepat (CDC, 2020).

- Risiko Fisik juga perlu diperhatikan dalam laboratorium. Ini mencakup potensi bahaya seperti kebakaran, ledakan, atau paparan radiasi. Misalnya, penggunaan alat pemanas seperti Bunsen burner atau microwave dapat meningkatkan risiko kebakaran jika tidak digunakan dengan benar. Oleh karena itu, penting untuk mengikuti prosedur keselamatan yang ditetapkan dan memiliki pengetahuan tentang cara mengatasi situasi darurat (NIOSH, 2008).
- Bahaya Ergonomi merupakan risiko yang sering diabaikan tetapi dapat berdampak serius pada kesehatan pekerja laboratorium. Posisi kerja yang tidak ergonomis atau penggunaan alat yang tidak sesuai dapat menyebabkan cedera muskuloskeletal seperti cedera punggung atau sindrom terowongan karpal. Penting untuk memiliki peralatan yang ergonomis dan mengikuti praktik kerja yang aman untuk mencegah cedera yang disebabkan oleh faktor ergonomis (OSHA, 2019).
- Interaksi Bahan Kimia, risiko dapat meningkat ketika bahan kimia berinteraksi satu sama lain atau dengan lingkungan sekitarnya. Reaksi yang tidak terduga atau pelepasan gas beracun dapat terjadi jika bahan kimia yang tidak sesuai dicampurkan atau disimpan bersama. Oleh karena itu, penting untuk memahami sifat kimia dari setiap bahan dan menghindari campuran yang berpotensi berbahaya (Subramanian & Kapoor, 2006).
- Kecelakaan Peralatan, meskipun peralatan laboratorium dirancang untuk keselamatan, kecelakaan masih mungkin terjadi akibat kesalahan manusia atau kegagalan peralatan. Misalnya, retaknya gelas lab atau kebocoran pada peralatan dapat menyebabkan paparan bahan berbahaya atau bahkan kebakaran. Oleh karena itu, perawatan rutin dan inspeksi peralatan adalah penting untuk mengidentifikasi dan mencegah potensi kegagalan (Ngo, 2015).

- Kondisi Lingkungan Laboratorium, faktor-faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, atau ventilasi juga dapat mempengaruhi risiko di laboratorium. Contohnya, paparan panas berlebihan atau kelembaban tinggi dapat menyebabkan ketidaknyamanan bagi pekerja dan bahkan mengganggu kinerja alat. Selain itu, ventilasi yang tidak memadai dapat menyebabkan penumpukan bahan berbahaya di udara, meningkatkan risiko paparan (OSHA, 2019).
- Faktor Manusia, risiko dalam laboratorium juga dapat dipengaruhi oleh faktor manusia seperti kelelahan, kurangnya pengetahuan, atau ketidaksengajaan. Kesalahan manusia, seperti penggunaan alat yang tidak tepat atau kelalaian dalam mengikuti prosedur keselamatan, dapat meningkatkan risiko kecelakaan atau paparan. Oleh karena itu, pelatihan yang tepat, pemantauan kesehatan, dan kesadaran akan keselamatan sangat penting dalam mengurangi risiko yang terkait dengan faktor manusia (CDC, 2020).

3. Pengukur Alat dalam Laboratorium

Pengukuran alat dalam laboratorium adalah proses penting yang melibatkan penggunaan berbagai peralatan untuk mengukur, memantau, dan menganalisis berbagai parameter fisik, kimia, biologis, atau lainnya dalam sampel atau percobaan. Alat-alat ini memiliki peran krusial dalam menjamin akurasi, presisi, dan keandalan data yang dihasilkan dalam penelitian ilmiah, pengembangan produk, atau pengujian kualitas. Memahami prinsip kerja, pengoperasian yang tepat, serta pemeliharaan alat pengukuran sangat penting untuk memastikan keberhasilan eksperimen dan analisis laboratorium. Berikut beberapa pengukuran alat dalam laboratorium:

- Pengukuran alat mencakup berbagai peralatan, mulai dari alat sederhana seperti termometer dan meteran pH hingga

peralatan yang lebih canggih seperti spektrofotometer dan kromatografi cair-kromatografi gas (GC). Setiap alat memiliki prinsip kerja dan parameter operasional yang berbeda, dan seringkali memerlukan kalibrasi dan validasi secara teratur untuk memastikan akurasi dan keandalan hasil pengukuran.

- Prinsip Kerja, setiap alat pengukuran didasarkan pada prinsip kerja tertentu yang mengatur cara mereka berinteraksi dengan sampel atau lingkungan sekitarnya untuk menghasilkan hasil yang dapat diukur. Misalnya, pH meter menggunakan elektroda khusus yang bereaksi dengan ion hidrogen dalam larutan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan, sementara spektrofotometer menggunakan prinsip absorbansi cahaya untuk menganalisis konsentrasi substansi dalam sampel.
- Pengoperasian yang Tepat, Penggunaan alat pengukuran dengan benar sangat penting untuk mendapatkan hasil yang akurat dan dapat diandalkan. Ini melibatkan langkah-langkah seperti kalibrasi sebelum penggunaan, pengaturan parameter operasional sesuai dengan persyaratan spesifik, dan pengendalian faktor-faktor lingkungan yang mungkin memengaruhi pengukuran. Selain itu, perawatan yang tepat dan pemeliharaan rutin juga diperlukan untuk memastikan kinerja optimal alat.
- Kalibrasi dan Validasi, merupakan langkah penting dalam memastikan akurasi dan ketepatan alat pengukuran. Kalibrasi melibatkan perbandingan hasil pengukuran alat dengan standar yang telah diketahui, sementara validasi mencakup evaluasi lebih lanjut terhadap keandalan dan akurasi alat. Proses ini harus dilakukan secara teratur sesuai dengan pedoman produsen atau standar industri yang berlaku.

- Pemeliharaan Alat, pemeliharaan yang tepat sangat penting untuk menjaga kinerja optimal alat pengukuran. Ini melibatkan pembersihan, penggantian suku cadang yang aus, dan perawatan rutin sesuai dengan petunjuk produsen. Pemeliharaan yang buruk dapat menyebabkan kerusakan alat, mengurangi akurasi pengukuran, dan memperpendek umur pakainya.

4. Bahan dalam Laboratorium

Bahan laboratorium memainkan peran sentral dalam kegiatan laboratorium, baik itu dalam penelitian ilmiah, pengujian kualitas, maupun proses pengembangan produk. Pengelolannya memerlukan pemahaman yang mendalam akan berbagai aspek, termasuk sifat fisik dan kimia dari bahan tersebut, cara penyimpanan yang aman, serta protokol penggunaan yang tepat. Penting untuk mengidentifikasi dengan cermat bahan-bahan yang akan digunakan, karena sifat dan potensi bahaya masing-masing bahan bisa sangat bervariasi. Selain itu, penyimpanan yang benar juga menjadi faktor kunci dalam menjaga keamanan laboratorium, karena penanganan yang tidak tepat dapat menyebabkan kecelakaan atau kontaminasi yang berbahaya. Selanjutnya, pemahaman yang baik tentang cara menggunakan bahan-bahan tersebut secara aman dan efektif juga diperlukan untuk menghindari risiko paparan berbahaya bagi para pekerja laboratorium dan untuk memastikan keberhasilan eksperimen atau analisis yang dilakukan.

Bahan laboratorium merupakan komponen penting dalam kegiatan laboratorium, dan pengelolannya memerlukan pemahaman yang mendalam akan sifat, penyimpanan, dan penggunaannya.

- Identifikasi Bahan, sebelum menggunakan bahan laboratorium, penting untuk memahami dengan baik sifat dan karakteristiknya. Hal ini membantu dalam menghindari kecelakaan atau reaksi yang tidak diinginkan yang dapat terjadi akibat penggunaan bahan yang tidak sesuai (WHO, 2008).

- Penyimpanan yang Aman, cara penyimpanan bahan kimia dan biologis merupakan faktor penting dalam menjaga keamanan laboratorium. Bahan kimia harus disimpan sesuai dengan aturan yang ditetapkan, dengan memperhatikan faktor-faktor seperti suhu, kelembaban, dan kompatibilitas antar bahan (OSHA, 2018).
- Pengelolaan Limbah, pengelolaan limbah kimia dan biologis merupakan aspek penting dalam menjaga keamanan dan kebersihan laboratorium serta lingkungannya. Memahami prosedur yang tepat untuk membuang limbah secara aman sesuai dengan peraturan yang berlaku merupakan langkah penting untuk mencegah polusi dan bahaya lingkungan (CDC, 2020).
- Pemakaian yang Benar, penggunaan bahan laboratorium harus sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan dan memperhatikan aturan keselamatan yang berlaku. Ini termasuk penggunaan peralatan pelindung diri (PPE) yang sesuai dan memastikan bahwa bahan digunakan dalam konsentrasi yang aman (NIOSH, 2008).

Dengan memperhatikan langkah-langkah ini, laboratorium dapat memastikan bahwa penggunaan bahan laboratorium dilakukan dengan aman dan efisien, serta mengurangi risiko terjadinya kecelakaan atau kontaminasi yang dapat membahayakan pekerja dan lingkungan sekitarnya.

D. Pembuatan Standar Operasional Prosedur Alat dan Bahan Laboratorium

1. Pentingnya Keselamatan Kerja di Laboratorium

Keselamatan kerja di laboratorium adalah upaya pencegahan dan pertolongan terhadap kecelakaan yang diakibatkan oleh desain, sistem, proses dan kegiatan di laboratorium. Setiap laboratorium dengan semua desain dan aktivitasnya berpotensi untuk terjadinya

kecelakaan (Anna). Kecelakaan kerja adalah kejadian yang jelas tidak dikehendaki dan tidak diduga sebelumnya yang dapat menimbulkan kerugian baik waktu, harta benda, peralatan maupun korban jiwa yang terjadi dalam suatu proses kerja. Heinrich menyatakan lima urutan kejadian kecelakaan berdasar teori domino, bahwa : Kecelakaan kerja terjadi karena faktor bawaan, kurangnya pengetahuan dan keahlian dalam melakukan pekerjaan, lingkungan sosial dan lingkungan kerja yang tidak tepat. Enam puluh persen kecelakaan kerja disebabkan oleh kesalahan manusia hal ini antara lain karena keterbatasan pengetahuan pekerja, lalai dan ceroboh dalam bekerja, tidak melaksanakan prosedur kerja yang diberikan dan tidak disiplin melaksanakan peraturan keselamatan kerja termasuk penggunaan alat pelindung diri. Pada dasarnya ada dua penyebab dasar kecelakaan yaitu faktor manusia sebagai penyebab utama kecelakaan dan kesalahan manajemen sebagai pihak yang bertanggung jawab mencegah kecelakaan (Keith Furr,1995, Harjanto, 2011).

Laboratorium merupakan unsur penting dan salah satu syarat bagi keberadaan suatu perguruan tinggi. Kelas praktikum membantu mahasiswa untuk menguji teori yang dipelajari lebih terperinci sehingga dapat meningkatkan ketertarikan pada bidang yang dipelajari. Kelas praktikum adalah bagian penting dari kurikulum (Ayana, 2017). Laboratorium pendidikan seringkali belum mempunyai program keselamatan yang maksimal. Program keselamatan lebih ditekankan pada penanggulangan kebakaran yang merupakan tugas dari bagian umum dan pemeliharaan sehingga keselamatan tidak begitu diperhatikan sebagaimana seharusnya di institusi penelitian pendidikan. Adanya pemahaman yang keliru bahwa keclinya potensi bahaya di laboratorium pendidikan menyebabkan kurang dipahaminya potensi bahaya yang pada akhirnya menyebabkan kerugian finansial, kerusakan peralatan, penyakit akibat kerja dan lebih buruk lagi menyebabkan kematian karena laboratorium penelitian adalah perusahaan dalam skala kecil (Ayana, 2017).

Dalam hal ini, diperlukan sebuah Standar Operasional Prosedur agar setiap praktikan yang akan melakukan praktikum dapat memahami dan menerapkan kinerjanya berdasarkan SOP yang sudah ada sehingga praktikum berjalan dengan baik dan aman serta selamat dari berbagai bahaya yang tidak diinginkan.

2. Perlunya Ketersediaan SOP di Laboratorium

Dalam melakukan kegiatan praktikum tentu membutuhkan alat dan bahan praktikum. Berkaitan dengan alat dan bahan yang terdapat di laboratorium sekolah yang sangat lengkap dapat menunjang kegiatan praktikum. Untuk menghindari kerusakan alat dan bahan maka diperlukan ruang penyimpanan. Dalam hal ini, penting diadakan penataan alat dan bahan laboratorium dengan sebuah catatan atau yang lainnya. Mengingat banyaknya alat dan bahan yang dimiliki, maka dibutuhkanlah yang namanya SOP atau Standar Operasional Prosedur guna menjaga kemaksimalan peralatan tersebut (Mochammad Ricky, 2021).

Selain tentang penyimpanan alat dan bahan, SOP ini berkaitan juga dengan penggunaan alat dan bahan tersebut. Menurut (Zhou dan Zhang, 2021), Penggunaan alat laboratorium tanpa didukung adanya manual book atau pedoman praktikum dapat mengalami pemahaman yang salah. Kesalahan penggunaan alat akan berpengaruh terhadap hasil percobaan dan berakibat fatal, salah satunya adalah kerusakan alat (Lunin dan Glock, 2021). Dengan demikian diperlukan Standard Operating Procedure (SOP) atau pengoperasian peralatan di laboratorium untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan peralatan pada saat digunakan serta saat melakukan penyimpanan alat dan bahan tersebut (Natalia Erna, dkk, 2024).



Gambar 4. 3 Alat Laboratorium

Sumber: <https://www.amongguru.com/contoh-standar-operasional-prosedur-sop-laboratorium-ipa-smp-sma/>

SOP adalah suatu rangkaian instruksi tertulis dari suatu kegiatan atau proses kerja. SOP menyediakan informasi bagi pengguna laboratorium bagi proses kerja yang harus dilakukan. Penerapan SOP adalah salah satu pengendalian administratif yang apabila dilakukan secara konsisten akan mengurangi paparan pada potensi bahaya dan resiko terjadinya cedera. Penerapan SOP ini membutuhkan keterlibatan pekerja didalamnya agar dapat berfungsi secara efektif. Diperlukan kerjasamanya dan kedisiplinan pengguna laboratorium untuk memperhatikan dan mematuhi peraturan dan standar yang telah ada. Kecelakaan seringkali terjadi ketika pekerja melakukan pekerjaannya tidak sesuai dengan procedure yang telah diberikan, dan pengelola tidak memberikan panduan keselamatan secara tertulis (OSHA, 2011).

Standar Operasional Prosedur (SOP) laboratorium merupakan acuan untuk menjaga kualitas, integritas dan konsistensi dari setiap pemeriksaan yang dilakukan. Keberadaan SOP laboratorium adalah salah satu syarat

utama untuk memenuhi kriteria Good Laboratory Practice (GLP) sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku, dan merupakan salah satu bagian dalam penilaian risiko keselamatan biologik (biosafety) di laboratorium. Penggunaan SOP sebagai salah satu pedoman di laboratorium ternyata masih belum dilakukan sepenuhnya, terutama bagi negara yang belum menerapkan prinsip biosafety laboratorium sebagai prioritas utama. Penelitian di Pakistan menunjukkan bahwa 67,2% laboratorium bekerja tanpa SOP dan tidak adanya pelatihan biosafety menyebabkan angka kecelakaan kerja yang tinggi. Sementara penelitian di Sudan menunjukkan 73,6% laboratorium bahkan tidak memiliki SOP (Armedy, dkk, 2016).

3. Penyusun SOP Laboratorium

Salah satu upaya pengendalian administratif adalah penyusunan SOP. Standar pembuatan Operasional (SOP) harus mengikuti ketentuan yang berlaku dan sesuai standar GLP. Berbagai SOP dapat disusun asalkan sesuai dengan standar yang ada dan bertujuan untuk meningkatkan mutu laboratorium. Isi SOP harus mudah dibaca, dimengerti, dilaksanakan, dapat dipertanggungjawabkan, dan dapat diamandemen sesuai dengan hasil evaluasi atau keadaan tertentu (Armedy, dkk, 2016).

Berdasarkan Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Republik Indonesia Nomor 35 Tahun 2021 berisikan tentang prinsip penyusunan SOP, yaitu:

- a. Kemudahan dan kejelasan. Prosedur-prosedur yang distandarkan harus dapat dengan mudah dimengerti dan diterapkan oleh semua aparatur bahkan bagi seseorang yang sama sekali baru dalam pelaksanaan tugasnya;
- b. Efisiensi dan efektivitas. Prosedur-prosedur yang distandarkan harus merupakan prosedur yang paling efisien dan efektif dalam proses pelaksanaan tugas;

- c. Keselarasan. Prosedur-prosedur yang distandarkan harus selaras dengan prosedur-prosedur standar lain yang terkait;
- d. Keterukuran. Output dari prosedur-prosedur yang distandarkan mengandung standar kualitas atau mutu baku tertentu yang dapat diukur pencapaian keberhasilannya;
- e. Dinamis. Prosedur-prosedur yang distandarkan harus dengan cepat dapat disesuaikan dengan kebutuhan peningkatan kualitas pelayanan yang berkembang dalam penyelenggaraan administrasi pemerintahan;
- f. Berorientasi pada pengguna atau pihak yang dilayani. Prosedur-prosedur yang distandarkan harus mempertimbangkan kebutuhan pengguna (customer's needs) sehingga dapat memberikan kepuasan kepada pengguna;
- g. Kepatuhan hukum. Prosedur-prosedur yang distandarkan harus memenuhi ketentuan dan peraturan-peraturan pemerintah yang berlaku;
- h. Kepastian hukum. Prosedur-prosedur yang distandarkan harus ditetapkan oleh pimpinan sebagai sebuah produk hukum yang ditaati, dilaksanakan dan menjadi instrumen untuk melindungi aparatur atau pelaksana dari kemungkinan tuntutan hukum.

(Zulianti, 2018).

SOP keselamatan kerja di laboratorium diantaranya adalah:

- a. SOP keadaan darurat di laboratorium.
- b. SOP penanganan kebakaran di laboratorium.
- c. SOP penanganan terkena bahan kimia di laboratorium.
- d. SOP pelaporan kejadian kecelakaan kerja di laboratorium
- e. SOP penanganan cedera di laboratorium.

- f. SOP penanganan gangguan kesehatan di laboratorium.
 - g. SOP penggunaan peralatan (instruksi kerja).
 - h. SOP penggunaan laboratorium.
 - i. SOP penyimpanan alat dan bahan laboratorium.
 - j. SOP penggunaan alat dan bahan laboratorium.
 - k. SOP pembuangan limbah laboratorium.
 - l. SOP penggunaan peralatan pelindung diri.
 - m. SOP penggunaan APAR (Alat Pemadam Api Ringan).
- (Dwi Cahyaningrum, 2020).

4. SOP Peminjaman dan Penggunaan Alat dan Bahan Laboratorium

Dalam melakukan kegiatan praktikum tentu membutuhkan alat dan bahan praktikum. Berkaitan dengan alat dan bahan yang terdapat di laboratorium sekolah yang sangat lengkap dapat menunjang kegiatan praktikum. Untuk menghindari kerusakan alat dan bahan maka diperlukan ruang penyimpanan. Dalam hal ini, penting diadakan penataan alat dan bahan laboratorium dengan sebuah catatan atau yang lainnya. Mengingat banyaknya alat dan bahan yang dimiliki, maka dibutuhkanlah yang namanya SOP atau Standar Operasional Prosedur guna menjaga kemaksimalan peralatan tersebut (Mochammad Ricky, 2021).

Adapun Standar Operasional Prosedur peminjaman dan penggunaan Alat dan Bahan Laboratorium, yaitu:

- a. Tiga (3) hari sebelum praktikum dimulai, guru mata pelajaran IPA melaporkan kepada Kepala Labor dan kemudian menyiapkan alat dan bahan dibantu laboran.
- b. Laboran menyiapkan peralatan untuk kegiatan praktikum sesuai dengan berkas peminjaman alat.
- c. Guru melakukan cek atas alat yang telah disediakan.
- d. Bila ada kesalahan atau ketidaksesuaian antara daftar, jenis maupun jumlah alat sebagaimana berkas peminjaman alat, segera melapor kepada laboran.

- e. Setelah memastikan peralatan dalam kondisi baik dan berfungsi sebagaimana mestinya, serta spesifikasinya sesuai dengan berkas peminjaman alat, Guru mengisi buku peminjaman alat.
- f. Saat kegiatan praktikum berlangsung, peralatan tidak boleh dipinjamkan atau dipindah ke tempat lain; selain judul acara praktikum yang tercantum dalam petunjuk praktikum dan berkas peminjaman alat.
- g. Setelah kegiatan praktikum selesai, Guru melapor kepada laboran dan kepala labor.
- h. Peserta praktikum harus membersihkan peralatan, meja dan ruang praktikum, serta merapikannya.
- i. Guru bersama laboran melakukan cek atas peralatan yang dipinjam dan digunakan dalam kegiatan praktikum, untuk memastikan kondisinya sama dengan saat peralatan akan dipinjam dan digunakan.
- j. Peserta praktikum diperbolehkan meninggalkan ruangan laboratorium jika cek peralatan selesai, kondisi laboratorium bersih dan rapi serta diijinkan oleh Guru dan laboran.

(SOP Penggunaan Laboratorium, FKIP UST, 2018).

5. SOP Penyimpanan Alat dan Bahan Laboratorium

Peranan laboratorium sangat besar sebagai sumber belajar yang efektif untuk mencapai kompetensi yang diharapkan oleh pengguna laboratorium. Untuk mengoptimalkan fungsi laboratorium, maka laboratorium perlu dikelola dengan baik sehingga mendorong semangat kerja mahasiswa, dosen, dan pengguna lainnya. Agar bekerja di laboratorium merasa aman dan nyaman, maka laboratorium berikut sarana lainnya perlu dikelola dan dipelihara secara rutin, sehingga dapat berfungsi seoptimal mungkin. Pemeliharaan atau pun penyimpanan adalah suatu bentuk tindakan yang dilakukan untuk menjaga agar suatu alat dan bahan selalu dalam keadaan siap pakai, atau tindakan melakukan perbaikan sampai pada kondisi alat dapat berfungsi kembali (Jufriyah, dkk, 2019).

Penyimpanan juga dapat dilakukan berdasarkan atas bahan dasar alat, misalnya alat-alat dari gelas disimpan menjadi satu kumpulan, demikian pula alat-alat dari bahan kayu, besi, porselein dan sebagainya. Tetapi jika sistem ini yang diambil, kadang-kadang kita sukar menentukan kumpulan alat jika sebuah alat terbuat dari beberapa bahan yang berlainan. Walaupun demikian, sistem apapun yang digunakan dalam penyimpanan alat, maka alat-alat itu harus dalam keadaan aman, mudah dicari dan diambil. Statif besi yang sering banyak digunakan hendaknya disimpan di atas meja pada sudut laboratorium dengan demikian mudah diambil dan dikembalikan. Hendaknya statif ini jangan disimpan di bagian bawah lemari asap atau diletakkan di atas lantai, karena akan mudah kena debu dan kurang mendapat perhatian. Penyimpanan pipet kadang-kadang juga merupakan masalah. Sebaiknya pipet disimpan dalam keadaan berdiri, oleh sebab itu perlu diletakkan pada tempat yang khusus. Meletakkan pipet dengan cara berdiri membuat pipet akan cepat kering dan siap untuk segera dipakai. Jika pipet dan buret tidak sering dipakai hendaknya penyimpanannya ditempat yang tertutup sehingga debu tidak melekat padanya. Pada saat melakukan praktikum dimana mahasiswa diharuskan mengambil sendiri, biasanya pipet dapat diletakkan pada meja mahasiswa dimana praktikum akan dilakukan (Jufriyah, dkk, 2019).

Berikut Standar Operasional Penyimpanan Alat di Laboratorium, yaitu:

- a. Sebelum alat disimpan, alat dibersihkan terlebih dahulu dan pastikan semua alat kering.
- b. Simpan alat di tempat yang aman dan kering sesuai dengan jenis alat.
- a. Selain itu, terdapat Standar Operasional Prosedur Penyimpanan Bahan di Laboratorium, yaitu:
- c. Bahan yang sudah dipakai dirapikan.
- d. Simpan bahan di tempat yang aman dan kering yang sudah ditentukan sesuai dengan jenis bahan.

- e. Semua bahan disimpan di tempat tersendiri berdasarkan sifat bahan dan diberi label.
- f. Semua tempat penyimpanan bahan harus kering, bersih, dan aman terlindungi dari sinar matahari.
- g. Bahan yang mudah terbakar disimpan jauh dari sumber panas dan di tempat yang tidak langsung terkena sinar matahari.
- h. Penggunaan bahan habis pakai menggunakan sistem FIFO (First in First out), yang berarti bahwa barang yang mendekati tanggal kadaluarsa digunakan lebih dulu daripada yang baru.
- i. Hindari memindahkan bahan kimia dengan jari. Ketika membuat percobaan, jaga jarak dari specimen paling tidak 1 kaki. Jangan mencium atau mencicipi bahan kimia.
- j. Saat ingin melakukan percobaan, cek label pada tiap bahan dan ambil sejumlah bahan yang dibutuhkan.
- k. Jangan pernah mengembalikan bahan kimia yang tidak terpakai pada wadah aslinya.
- l. Jangan menggunakan bahan bekas untuk menampung bahan kimia.
- m. Jangan memindahkan bahan kimia atau bahan lain keluar area laboratorium.

(SOP Penyimpanan dan Pemindahan Bahan Kimia, FT Undip, 2018).

E. Studi Kasus

1. Studi Kasus 1

Judul: Why Should we do Laboratory Physics Assesments?

Link Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=mYTaITYUEKE>

a. Latar Belakang Masalah

Video di atas memberikan pandangan tentang pentingnya melakukan penilaian risiko di laboratorium. Instruktur menggambarkan pengalamannya dan menyoroti bahwa meskipun eksperimen dapat menjadi rutin, risiko

tetap ada dan dapat berubah. Analogi dengan menyeberang jalan dan selalu melihat ke dua arah digunakan untuk menyampaikan ide bahwa, seperti keselamatan di jalan, keselamatan di laboratorium memerlukan perhatian terus-menerus terhadap perubahan kondisi.

Instruktur menekankan bahwa ilmu pengetahuan yang tampak sederhana sebenarnya kompleks, dan bahkan eksperimen rutin dapat membawa risiko. Melalui penilaian risiko, identifikasi potensi bahaya dilakukan, dan daftar prioritas risiko dibuat. Instruktur mencatat bahwa meskipun ada kecenderungan untuk meremehkan risiko dengan alasan-alasan seperti menggunakan jumlah kecil alat yang diperlukan atau telah melakukan eksperimen serupa sebelumnya, penilaian risiko tetap penting.

Pesan utama dari video adalah bahwa penilaian risiko merupakan langkah krusial untuk menciptakan lingkungan laboratorium yang lebih aman. Ini melibatkan mengidentifikasi, menilai, dan mengelola potensi bahaya serta siap menghadapi keadaan darurat. Instruktur menegaskan bahwa penilaian risiko adalah dasar dari ilmu pengetahuan yang baik dan keselamatan laboratorium yang efektif.

b. Input Masalah

- 1) Apakah kesadaran risiko yang rendah di kalangan peneliti dapat menghambat efektivitas penilaian risiko di laboratorium?
- 2) Apa langkah-langkah konkret yang dapat diambil untuk mengatasi ketidakpastiaan dalam identifikasi penilaian risiko di laboratorium?
- 3) Apakah ada strategi atau teknologi yang dapat membantu peneliti melakukan penilaian risiko secara efisien?

c. Proses Penyelesaian Masalah

- 1) Kesadaran risiko yang rendah di kalangan peneliti dapat menjadi hambatan serius terhadap efektivitas penilaian risiko di laboratorium. Dalam mengatasi masalah ini, perlu diterapkan serangkaian langkah-langkah yang mendukung peningkatan pemahaman dan kesadaran risiko di antara para peneliti. Penting untuk mengembangkan program pendidikan keselamatan yang khusus ditujukan untuk peneliti. Ini dapat mencakup pelatihan rutin, seminar keselamatan, atau lokakarya praktis yang memberikan pemahaman mendalam tentang risiko dan pentingnya penilaian risiko dalam setiap eksperimen.
- 2) Mengatasi ketidakpastian dalam identifikasi penilaian risiko di laboratorium memerlukan serangkaian langkah-langkah konkret yang dapat diterapkan secara sistematis. Pertama, perlu dilakukan evaluasi menyeluruh terhadap informasi yang sudah ada, seperti literatur ilmiah, basis data keselamatan, dan panduan produsen bahan atau alat. Selanjutnya, langkah-langkah percobaan atau eksplorasi awal harus dilakukan untuk mengidentifikasi potensi bahaya atau efek yang mungkin muncul selama eksperimen. Melibatkan ahli keselamatan laboratorium atau pakar di bidang fisika juga dapat memberikan wawasan tambahan untuk mengatasi ketidakpastian.
- 3) Ada beberapa strategi dan teknologi yang dapat membantu peneliti melakukan penilaian risiko secara efisien di laboratorium. Pertama, penggunaan perangkat lunak khusus penilaian risiko dapat membantu dalam mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengelola risiko dengan lebih cepat dan akurat. Perangkat lunak ini sering kali memiliki database yang terus diperbarui mengenai protokol keselamatan, memberikan panduan

yang lebih baik kepada peneliti. Selain itu, pelibatan ahli keselamatan laboratorium dan konsultan risiko dapat menjadi strategi efektif. Mereka dapat memberikan wawasan tambahan, melakukan audit, dan membantu dalam pengembangan prosedur penilaian risiko yang lebih efisien dan komprehensif.

d. Output Masalah

- 1) Kurangnya kesadaran risiko di kalangan peneliti memberikan dampak serius terhadap efektivitas penilaian risiko di lingkungan laboratorium. Kelemahan ini mengarah pada sejumlah masalah yang perlu segera diatasi. peneliti yang kurang memahami risiko dapat mengabaikan langkah-langkah keselamatan kritis, meningkatkan potensi kecelakaan dan insiden. Tingkat kesadaran yang rendah juga berdampak pada kualitas penilaian risiko, dengan peneliti mungkin tidak mampu mengidentifikasi dan mengevaluasi risiko secara menyeluruh.
- 2) Ketidakpastian dalam identifikasi penilaian risiko di laboratorium menciptakan beberapa masalah yang perlu segera diatasi. Ketidakpastian dalam identifikasi penilaian risiko di laboratorium menciptakan beberapa masalah yang perlu segera diatasi.
- 3) Meskipun terdapat beberapa strategi dan teknologi yang dapat membantu peneliti dalam melakukan penilaian risiko secara efisien di laboratorium, masih terdapat beberapa masalah yang perlu diatasi. Dalam mengatasi masalah ini, diperlukan strategi untuk memastikan akses yang lebih luas terhadap perangkat lunak penilaian risiko dan peningkatan ketersediaan ahli keselamatan laboratorium. Upaya kolaboratif antara lembaga penelitian, pihak industri, dan pemerintah dapat membantu mengatasi kendala finansial dan memastikan

bahwa teknologi dan ahli keselamatan tersedia untuk semua laboratorium, tanpa memandang tingkat sumber daya atau anggaran. Dengan cara ini, keselamatan di laboratorium dapat ditingkatkan secara menyeluruh.

e. Feedback

- 1) Menurut saya, kesadaran risiko yang kurang di kalangan peneliti memiliki dampak serius terhadap efektivitas penilaian risiko di lingkungan laboratorium. Kelemahan ini menyebabkan sejumlah masalah yang perlu segera diatasi. Peneliti yang tidak memahami risiko cenderung mengabaikan langkah-langkah keselamatan kritis, meningkatkan potensi kecelakaan dan insiden. Tingkat kesadaran yang rendah juga merugikan kualitas penilaian risiko, dengan peneliti mungkin tidak mampu mengidentifikasi dan mengevaluasi risiko secara menyeluruh. Penting untuk meningkatkan pemahaman dan kesadaran risiko di kalangan peneliti agar keselamatan dan kualitas penelitian dapat ditingkatkan secara signifikan.
- 2) Menurut saya, ketidakpastian dalam identifikasi penilaian risiko di laboratorium menciptakan sejumlah masalah yang perlu segera diatasi. Keberhasilan penilaian risiko sangat bergantung pada kemampuan mengidentifikasi potensi risiko dengan tepat. Ketidakpastian ini dapat mengarah pada kelalaian dalam mengantisipasi situasi berisiko, meningkatkan potensi kecelakaan dan insiden. Oleh karena itu, perlu fokus untuk meminimalkan ketidakpastian melalui peningkatan metodologi identifikasi risiko dan pelatihan yang lebih baik bagi personel laboratorium.
- 3) Menurut saya, meskipun telah ada sejumlah strategi dan teknologi yang mendukung peneliti dalam melakukan penilaian risiko di laboratorium, masih terdapat

beberapa masalah yang perlu diatasi. Untuk mengatasi hal ini, strategi kunci adalah memastikan akses yang lebih luas terhadap perangkat lunak penilaian risiko dan meningkatkan ketersediaan ahli keselamatan laboratorium. Kolaborasi antara lembaga penelitian, industri, dan pemerintah dapat menjadi langkah penting dalam mengatasi kendala finansial, sehingga teknologi dan ahli keselamatan dapat tersedia secara merata di semua laboratorium, tanpa memandang tingkat sumber daya atau anggaran. Dengan upaya bersama ini, keselamatan di laboratorium dapat ditingkatkan secara menyeluruh, menciptakan lingkungan yang lebih aman bagi penelitian dan inovasi.

2. Studi Kasus 2

Judul: Penggunaan Peralatan Laboratorium dalam Konteks Penelitian Ilmiah **Link Youtube:**

https://youtube.com/shorts/6FcZDeJyhsY?si=AJVMhP7slWYOD_8Q

a. Latar Belakang

Pengoperasian peralatan di laboratorium memainkan peran krusial dalam menunjang keberhasilan penelitian ilmiah dan eksperimen. Dalam konteks ini, efisiensi dan keakuratan dalam penggunaan peralatan laboratorium menjadi sangat penting untuk memastikan hasil yang dapat diandalkan dan reproduktif. Namun, seringkali pengoperasian peralatan laboratorium dihadapkan pada tantangan tertentu, seperti kurangnya pemahaman mendalam tentang fungsi peralatan, kurangnya pelatihan yang memadai bagi pengguna, atau bahkan ketidakmampuan untuk mengatasi masalah teknis yang muncul selama penggunaan. Dalam studi kasus ini, akan ditinjau secara mendalam tentang bagaimana pengoperasian peralatan laboratorium dapat mempengaruhi hasil penelitian, serta identifikasi faktor-faktor yang memengaruhi efisiensi dan akurasi penggunaan peralatan laboratorium. Dengan

memahami latar belakang ini, diharapkan dapat ditemukan solusi atau rekomendasi untuk meningkatkan pengoperasian peralatan laboratorium dan mengoptimalkan hasil penelitian ilmiah.

a. Input Masalah

- 1) Seberapa baik pemahaman dan keterampilan operator laboratorium dalam mengoperasikan peralatan khususnya dalam konteks penggunaan yang tepat dan efisien?
- 2) Sejauh mana ketersediaan pelatihan dan dukungan teknis bagi pengguna peralatan laboratorium mempengaruhi kemampuan mereka dalam menangani masalah teknis dan menjaga peralatan agar berfungsi optimal?
- 3) Apa saja faktor-faktor, seperti keterbatasan sumber daya atau infrastruktur, yang dapat menjadi hambatan dalam pengoperasian peralatan laboratorium, dan bagaimana faktor-faktor ini mempengaruhi hasil penelitian ilmiah yang dihasilkan?

b. Proses Penyelesaian Masalah

- 1) Untuk meningkatkan tingkat pemahaman dan keterampilan operator laboratorium, langkah pertama yang perlu diambil adalah menyediakan pelatihan rutin dan terstruktur yang fokus pada penggunaan peralatan laboratorium tertentu. Pelatihan ini dapat mencakup pemahaman mendalam tentang prinsip kerja peralatan, prosedur operasional, dan teknik pemeliharaan. Selain itu, penyusunan panduan operasional yang jelas dan mudah dipahami untuk setiap peralatan dapat membantu meningkatkan pemahaman dan mengurangi kesalahan dalam penggunaan. Selain itu, mendorong pertukaran pengetahuan antara operator berpengalaman dan yang kurang berpengalaman dapat menjadi cara efektif untuk meningkatkan keterampilan secara kolektif.

- 2) Untuk mengatasi masalah ketersediaan pelatihan dan dukungan teknis, langkah pertama yang perlu diambil adalah memperkuat program pelatihan yang komprehensif dan terjadwal secara berkala untuk semua pengguna peralatan laboratorium. Program ini harus mencakup berbagai aspek penggunaan peralatan, termasuk operasi dasar, perawatan preventif, dan penyelesaian masalah umum. Selain itu, menyediakan akses mudah ke panduan operasional, tutorial, dan sumber daya lainnya melalui platform online dapat membantu pengguna dalam mencari informasi dan memecahkan masalah secara mandiri. Mendirikan tim dukungan teknis yang responsif dan berkualitas tinggi juga penting untuk memberikan bantuan langsung dalam menangani masalah teknis yang mungkin muncul selama penggunaan peralatan.
- 3) Untuk mengatasi faktor-faktor penghambat, langkah pertama yang harus diambil adalah melakukan evaluasi menyeluruh terhadap semua faktor yang dapat mempengaruhi pengoperasian peralatan laboratorium, termasuk keterbatasan sumber daya dan infrastruktur. Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, solusi-solusi yang sesuai dapat ditemukan, seperti meningkatkan alokasi anggaran untuk pemeliharaan peralatan dan perbaikan infrastruktur, atau mencari kemitraan dengan pihak terkait untuk memperoleh dukungan tambahan dalam hal sumber daya atau infrastruktur. Dengan mengatasi faktor-faktor penghambat ini, diharapkan pengoperasian peralatan laboratorium dapat berjalan lebih lancar dan efisien, yang pada akhirnya akan meningkatkan kualitas dan konsistensi hasil penelitian ilmiah.

c. Output Masalah

- 1) Pengoperasian peralatan laboratorium seringkali terhambat oleh tingkat pemahaman dan keterampilan operator yang tidak memadai. Kurangnya pemahaman tentang prinsip kerja peralatan dapat menyebabkan kesalahan dalam

penggunaan, yang pada gilirannya dapat menghasilkan data yang tidak akurat atau tidak dapat diandalkan. Selain itu, keterampilan yang kurang dalam melakukan kalibrasi atau perawatan rutin dapat menyebabkan penurunan kinerja peralatan secara keseluruhan. Selanjutnya, kurangnya pemahaman tentang teknik pengoperasian yang tepat dapat menghambat kemampuan operator dalam menyesuaikan parameter eksperimental sesuai kebutuhan, yang pada akhirnya dapat mempengaruhi validitas dan reproduksibilitas hasil penelitian.

- 2) Masalah sering muncul karena kurangnya ketersediaan pelatihan dan dukungan teknis bagi pengguna peralatan laboratorium. Ketidakmampuan operator untuk mengatasi masalah teknis yang muncul selama penggunaan peralatan dapat menghambat kelancaran proses penelitian. Selain itu, ketidaktersediaan dukungan teknis yang cepat dan efektif dapat mengakibatkan waktu henti yang tidak produktif dalam proses penelitian, yang pada akhirnya dapat menunda progres penelitian dan mengganggu tenggat waktu.
- 3) Pengoperasian peralatan laboratorium juga dipengaruhi oleh faktor-faktor penghambat seperti keterbatasan sumber daya dan infrastruktur. Keterbatasan anggaran dapat menyebabkan kesulitan dalam memperoleh peralatan yang diperlukan atau melakukan perawatan yang diperlukan untuk menjaga peralatan agar tetap berfungsi optimal. Infrastruktur yang tidak memadai, seperti listrik tidak stabil atau ruang yang terlalu sempit, juga dapat mengganggu pengoperasian peralatan laboratorium. Selain itu, kurangnya kemitraan dengan pihak terkait dalam hal sumber daya atau infrastruktur dapat menghambat kemampuan laboratorium untuk mengatasi masalah ini secara efektif dan efisien.

d. Feedback

- 1) Evaluasi tingkat pemahaman dan keterampilan operator laboratorium adalah langkah yang sangat penting untuk meningkatkan efisiensi dan keakuratan operasional. Diperlukan strategi pelatihan yang terarah dan terukur untuk memastikan bahwa setiap operator memiliki pemahaman yang mendalam tentang peralatan yang mereka gunakan. Selain itu, mengidentifikasi area-area di mana kekurangan keterampilan atau pemahaman terjadi secara konsisten dapat membantu menentukan fokus pelatihan yang lebih spesifik dan efektif.
- 2) Pentingnya ketersediaan pelatihan dan dukungan teknis tidak bisa diremehkan dalam lingkungan laboratorium yang produktif. Mendirikan program pelatihan yang terstruktur dan menciptakan saluran komunikasi yang efektif untuk mendapatkan dukungan teknis yang diperlukan dapat meningkatkan kemandirian dan kepercayaan diri pengguna peralatan. Sistem pelaporan masalah teknis dan respon yang cepat dari tim dukungan juga sangat penting untuk mengurangi waktu henti yang tidak perlu dalam penelitian.
- 3) Faktor-faktor penghambat seperti keterbatasan sumber daya atau infrastruktur memerlukan pendekatan yang holistik dan berkelanjutan. Evaluasi mendalam tentang aspek-aspek mana yang paling mempengaruhi operasional laboratorium perlu dilakukan untuk menetapkan prioritas dalam alokasi sumber daya. Selain itu, membangun kemitraan strategis dengan lembaga atau organisasi lain dapat membantu dalam memperluas akses terhadap sumber daya yang diperlukan dan meminimalkan dampak dari kendala infrastruktur yang ada.

F. Latihan Soal

1. Bagaimana cara yang benar untuk membersihkan dan merawat mikroskop agar tetap dalam kondisi optimal?
 - a. Membersihkan lensa dengan tisu kertas
 - b. Menggunakan cairan pembersih kaca biasa
 - c. Menyimpan mikroskop di tempat yang lembap
 - d. Membersihkan lensa dengan air keran
 - e. Menggunakan sarung mikroskop saat tidak digunakan
 - f. Menyimpan mikroskop di bawah sinar matahari langsung
2. Apa fungsi dari sentrifuge dalam laboratorium dan bagaimana cara pengoperasiannya?
 - a. Untuk mencampur zat-zat kimia
 - b. Untuk menghasilkan panas
 - c. Untuk memisahkan zat-zat berdasarkan berat jenisnya
 - d. Untuk mensterilkan alat-alat laboratorium
 - e. Digunakan untuk mengukur volume cairan
 - f. Tidak memiliki fungsi khusus dalam laboratorium
3. Mengapa penting untuk melakukan kalibrasi rutin pada alat pengukur pH di laboratorium?
 - a. Agar alat tetap bersih
 - b. Untuk menghemat waktu
 - c. Agar hasil pengukuran akurat dan konsisten
 - d. Hanya sebagai tindakan pencegahan
 - e. Agar alat tidak rusak
 - f. Tidak perlu dilakukan kalibrasi
4. Apa perbedaan antara spektrofotometer UV-Vis dan spektrofotometer inframerah, dan kapan masing-masing alat digunakan?
 - a. UV-Vis digunakan untuk analisis struktur molekul, sementara inframerah digunakan untuk mengukur absorbansi cahaya.
 - b. Inframerah digunakan untuk analisis struktur molekul, sementara UV-Vis digunakan untuk mengukur absorbansi cahaya.

- c. Keduanya digunakan untuk analisis struktur molekul.
 - d. UV-Vis dan inframerah digunakan untuk mengukur konsentrasi senyawa kimia.
 - e. Tidak ada perbedaan antara keduanya.
 - f. Keduanya hanya digunakan untuk tujuan pemurnian bahan kimia.
5. Bagaimana langkah-langkah pengamanan saat menggunakan autoclave untuk sterilisasi alat-alat laboratorium?
- a. Menyimpan alat-alat dalam autoclave tanpa menutup pintu
 - b. Menggunakan alat tangan tanpa sarung tangan pelindung
 - c. Memastikan tekanan dan suhu sesuai dengan petunjuk penggunaan
 - d. Menggunakan autoclave di ruangan yang tidak terlindungi dari debu
 - e. Membuka tutup autoclave saat masih dalam proses sterilisasi
 - f. Menambahkan bahan kimia tambahan tanpa pengetahuan pengawas autoclave.
6. Alat yang telah selesai dipakai harus disimpan sesuai dengan tempatnya masing-masing. Akan tetapi, alat tersebut harus dipastikan aman. Aman yang dimaksud seperti ...
- a. Bersih dan sedikit lembab
 - b. Wangi dan sedikit lembab
 - c. Bersih dan wangi
 - d. Bersih dan sedikit lembab
 - e. Bersih, tidak bau, dan kering
 - f. Bersih, tidak bau, dan sedikit lembab
7. Berdasarkan SOP penyimpanan alat dan bahan, bahan yang sudah selesai dipakai dirapikan ke tempatnya sesuai dengan jenis bahan tersebut. Semua bahan disimpan berdasarkan ...
- a. Warna bahan
 - b. Sifat bahan

- c. Bentuk dan berat bahan
 - d. Ukuran dan bentuk bahan
 - e. Sifat dan ukuran bahan
 - f. Warna dan ukuran bahan
8. Pada SOP penyimpanan alat dan bahan, terdapat arahan hendak menyimpan alat disarankan untuk memberi label pada alat dan bahan tersebut. Tujuan dari hal itu adalah ...
- a. Agar tidak tertukar
 - b. Untuk mencegah kotoran dari luar menempel pada alat dan bahan
 - c. Agar mudah untuk dikenali dan tidak tertukar
 - d. Agar mudah untuk dikenali dan melindungi dari sinar matahari
 - e. Melindungi dari sinar matahari
 - f. A dan B benar
9. Tempat yang sekiranya aman untuk menjaga alat dan bahan adalah ...
- a. Yang sejuk
 - b. Yang terlindungi dari cuaca panas
 - c. Yang bersuhu ruang terlindungi dari sinar matahari
 - d. Yang bersuhu ruang, tidak mudah terbakar, dan terlindungi dari sinar matahari
 - e. Yang tidak mudah terbakar, tidak bersuhu tinggi (suhu rendah), dan terlindungi dari sinar matahari
 - f. Yang aman
10. Berdasarkan SOP penggunaan bahan habis pakai menggunakan sistem FIFO, apa yang dimaksud dari FIFO ...
- a. First in first out
 - b. Barang yang masuk, lalu keluar
 - c. Barang yang digunakan keluar dari tempat awalnya hendak dimasukkan kembali ke tempatnya
 - d. Barang yang mendekati tanggal kadaluarsa digunakan lebih

- dahulu daripada yang baru
- e. Barang yang sudah lama tidak gunakan lagi
 - f. Barang yang sudah lama digunakan kapan saja, barang yang baru digunakan saat itu juga
11. Apa yang harus dilakukan jika terjadi kebocoran gas pada peralatan penunjang laboratorium?
- a. Memanggil teknisi
 - b. Memeriksa kondisi peralatan
 - c. Memeriksa keberadaan bahan-bahan yang diperlukan
 - d. Memeriksa keberadaan listrik
 - e. Memeriksa keberadaan gas
 - f. Memeriksa keberadaan internet
12. Apa yang harus dilakukan setelah mengoperasikan peralatan penunjang laboratorium?
- a. Menyimpan peralatan dengan baik
 - b. Menyimpan bahan-bahan yang diperlukan
 - c. Menyimpan data hasil pengujian
 - d. Menyimpan listrik
 - e. Menyimpan gas
 - f. Menyimpan internet
13. Apa yang harus dilakukan jika terjadi kebocoran gas pada peralatan penunjang laboratorium dan peralatan tersebut merupakan peralatan yang sangat penting untuk melakukan pengujian, dan peralatan tersebut tidak memiliki teknisi yang tersedia?
- a. Memanggil teknisi
 - b. Memeriksa kondisi peralatan
 - c. Memeriksa keberadaan bahan-bahan yang diperlukan
 - d. Memeriksa keberadaan listrik
 - e. Memeriksa keberadaan gas
 - f. Memeriksa keberadaan internet

14. Apa fungsi utama dari alat inkubator dalam laboratorium?
- Menyimpan bahan kimia berbahaya
 - Menjaga suhu konstan untuk pertumbuhan mikroorganisme
 - Mengukur pH larutan
 - Memisahkan campuran senyawa kimia
 - Meningkatkan tekanan udara dalam ruang kerja
 - Mempercepat proses analisis
15. Metode analisis mana yang paling sesuai untuk mengukur kadar logam berat dalam sampel air?
- Spektrofotometri serapan atom (AAS)
 - Kromatografi cair kinerja tinggi (HPLC)
 - Elektroforesis kapiler
 - Spektroskopi inframerah (IR)
 - Reaksi berantai polimerase (PCR)
 - Inkubator
16. Mengapa penting untuk menggunakan alat pelindung diri (APD) saat bekerja di laboratorium?
- Karena APD membuat pekerjaan lebih lambat
 - Karena APD tidak penting untuk kesehatan
 - Karena APD dapat mengurangi risiko cedera dan paparan bahan berbahaya
 - Karena APD mahal dan sulit didapat
 - Karena APD membuat pekerja terlihat tidak profesional
 - Karena APD tidak efektif dalam melindungi dari bahaya
17. Saat membersihkan laboratorium, tindakan apa yang sebaiknya diambil untuk mengatasi tumpahan bahan kimia yang terjadi di lantai?
- Biarkan tumpahan tersebut sampai akhir hari untuk membersihkannya bersamaan dengan seluruh lantai laboratorium.
 - Segera beri tahu rekan kerja dan biarkan mereka yang membersihkannya karena Anda tidak terlibat dalam kejadian tersebut.

- c. Langsung bersihkan dengan air tanpa mengenakan sarung tangan karena air dapat mengencerkan bahan kimia sehingga tidak berbahaya.
 - d. Biarkan tumpahan tersebut dan beritahu petugas kebersihan untuk membersihkannya pada waktu mereka melakukan rutinitas pembersihan.
 - e. Gunakan bahan serap yang sesuai, seperti serbuk penyerap, untuk menyerap bahan kimia tersebut dengan segera dan hindari kontak langsung dengan kulit.
 - f. Gunakan sapu biasa tanpa perlindungan tambahan karena bahan kimia tersebut tidak berbahaya bagi manusia.
18. Dibawah ini yang mana yang bukan langkah pengoperasian peralatan dan penggunaan bahan ...
- a. Persiapan Peralatan dan bahan
 - b. Supervisi proses pengujian, kalibrasi dan/ atau produksi
 - c. Verifikasi /validasi hasil (pengk., kalibrasi, kinerja alat)
 - d. Pengawasan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)
 - e. Pelaporan kegiatan praktikum
 - f. Presentasi hasil kegiatan
19. Apa yang dimaksud dengan efisiensi power supply?
- a. Kemampuan power supply untuk bekerja tanpa terhubung ke sumber listrik utama
 - b. Kemampuan power supply untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC tanpa kehilangan banyak energi
 - c. Ukuran fisik power supply
 - d. Daya maksimum yang bisa dihasilkan oleh power supply
 - e. Kemampuan power supply untuk menghasilkan berbagai tegangan
 - f. Kemampuan power supply untuk mengatur suhu perangkat elektronik
20. Mengapa penting untuk memiliki Standar Operasional Prosedur (SOP) untuk penggunaan alat dan bahan laboratorium?

- a. Agar alat dan bahan terlihat rapi di laboratorium
- b. Untuk meningkatkan kinerja laboratorium secara keseluruhan
- c. Hanya sebagai formalitas administratif
- d. Untuk mengurangi jumlah alat dan bahan yang digunakan
- e. Untuk menambah biaya operasional laboratorium
- f. Agar alat dan bahan dapat digunakan secara efektif dan aman

21. Mengapa penting untuk memahami dan mengikuti standar operasional prosedur (SOP) laboratorium?

- a. Karena SOP tidak relevan untuk kegiatan laboratorium
- a. Untuk memberikan waktu luang pada penggunaan alat
- b. Agar memperoleh penghargaan dari manajemen
- c. Untuk meningkatkan risiko kecelakaan dan kebocoran
- d. Agar proses kerja di laboratorium konsisten dan aman
- e. Karena tidak ada manfaatnya bagi pengguna

22. Mengapa penting untuk melakukan pengukuran yang akurat dalam pengoperasian laboratorium?

- a. Karena hasil pengukuran tidak relevan untuk eksperimen
- b. Agar dapat menyesuaikan data dengan kebutuhan eksperimen
- c. Untuk membuang waktu dengan melakukan pengukuran yang tidak akurat
- d. Hanya untuk kepentingan administratif laboratorium
- e. Agar hasil eksperimen dapat diinterpretasikan secara tepat
- f. Karena pengukuran tidak memiliki dampak pada hasil eksperimen

23. Bagaimana langkah-langkah yang tepat dalam mengidentifikasi risiko di laboratorium?

- a. Tidak perlu mengidentifikasi risiko
- b. Mengandalkan pengalaman individu tanpa perencanaan yang tepat

- c. Melakukan analisis risiko dan mengambil langkah-langkah pencegahan yang sesuai
 - d. Mengabaikan faktor risiko dalam keselamatan kerja
 - e. Mempertimbangkan risiko hanya setelah kecelakaan terjadi
 - f. Membiarkan risiko mengendalikan situasi
24. Bagaimana cara mengatasi masalah umum yang mungkin terjadi saat mengoperasikan alat laboratorium?
- a. Mengabaikan masalah tersebut
 - b. Membuang alat yang mengalami masalah
 - c. Mengandalkan orang lain untuk menyelesaikan masalah
 - d. Menghubungi produsen alat untuk bantuan
 - e. Membeli alat baru setiap kali ada masalah
 - f. Menunda penyelesaian masalah hingga akhir eksperimen
25. Mengapa penting untuk mengidentifikasi dan memahami karakteristik bahan kimia yang digunakan di laboratorium?
- a. Hanya untuk kepentingan administratif
 - b. Agar dapat menyimpan bahan kimia di tempat yang sesuai
 - c. Untuk menghindari risiko pencemaran lingkungan
 - d. Tidak perlu memahami karakteristik bahan kimia
 - e. Agar dapat mengabaikan petunjuk penggunaan
 - f. Hanya untuk memberikan tugas tambahan pada pengguna

TATA CARA KESELAMATAN KERJA DI LABORATORIUM

A. Syarat Laboratorium Yang Baik

Sebuah laboratorium yang baik membutuhkan beberapa syarat agar dapat mendukung pembelajaran yang efektif dan nyaman. Terdapat beberapa syarat yang menjadi pertimbangan agar laboratorium baik untuk digunakan:

1. Fasilitas yang Lengkap

- a. **Memiliki peralatan yang lengkap**, seperti mikroskop, alat ukur (alat ukur suhu, Ph meter dan timbangan), memiliki peralatan yang digunakan untuk melakukan praktikum kimia dan fisika (tabung reaksi, gelas ukur, dan beaker), selain itu juga dilengkapi dengan peralatan praktikum biologi (mikropipet dan gelas petri).
- b. **Memiliki bahan-bahan yang lengkap**, seperti zat-zat kimia yang dibutuhkan untuk praktikum kimia, media pertumbuhan mikroorganisme untuk biologi, serta

bahan-bahan yang relevan dengan praktikum yang akan digunakan.

- c. **Memiliki peralatan keamanan yang memadai**, seperti alat pemadam kebakaran, alat penanggulangan darurat (seperti shower dan bak pencuci)

2. Keamanan

Keamanan adalah aspek penting dalam operasi laboratorium sekolah. Karena melibatkan perlindungan terhadap siswa, staf pengajar, asisten laboratorium dan lingkungan sekitarnya dari potensi bahaya yang terkait dengan penggunaan bahan kimia, peralatan laboratorium, dan proses praktikum. (Ismalizah, dkk, 2023)

Terdapat beberapa aspek penting terkait keamanan laboratorium:

- a. Memiliki peralatan pemadam kebakaran
- b. Memiliki 2 jalur evakuasi
- c. Alat penanggulangan darurat, seperti shower dan bak pencuci.
- d. Siswa, staf pengajar dan asisten laboratorium harus dilengkapi dengan alat pelindung diri (APD) yang sesuai, seperti sarung tangan, kacamata pelindung, jas lab, dan sepatu tertutup.
- e. Semua bahan kimia harus disimpan dengan aman, terlabel dengan jelas, dan dipisahkan sesuai dengan sifat dan kestabilannya. Penanganan, penyimpanan, dan pembuangan limbah bahan kimia harus sesuai dengan pedoman keselamatan dan peraturan lingkungan yang berlaku.
- f. Melakukan pelatihan keselamatan yang memadai sebelum memulai praktikum di laboratorium. Pelatihan ini harus mencakup pengenalan terhadap risiko potensial, penggunaan APD/jas lab, prosedur evakuasi, dan tindakan darurat lainnya.

Gambar 5.1 Peralatan Keselamatan Praktikum di Laboratorium



Gambar 5.1 Alat Keamanan Laboratorium

Sumber: <https://images.app.goo.gl/gHFXA4sK39a8r9Hs6>

3. Ukuran dan Tata Letak Ruang Laboratorium

a. Ukuran ruangan laboratorium

- Ruangan laboratorium harus cukup luas untuk menampung semua peralatan, meja kerja, dan siswa dengan nyaman. Idealnya, ruangan tersebut harus memiliki luas minimal 100-150 kaki persegi (sekitar 9-14 meter persegi) per siswa, tergantung pada jenis praktikum yang dilakukan dan jumlah siswa yang akan menggunakannya secara bersamaan.
- Plafon ruangan harus cukup tinggi untuk memungkinkan instalasi peralatan laboratorium yang lebih besar, seperti kap sorpsi, dan untuk memfasilitasi sirkulasi udara yang baik. Tinggi plafon idealnya minimal 10 kaki (sekitar 3 meter) untuk memberikan ruang yang cukup di atas kepala (Rahmadhani, 2022).

b. Tata letak laboratorium

- Ruangan harus dibagi menjadi zona-zona yang jelas, seperti zona kerja praktikum, zona penyimpanan

bahan kimia, zona penyimpanan peralatan, dan zona administrasi. Zonasi yang jelas membantu menghindari kekacauan dan meningkatkan kerja sama.

- Meja praktikum harus ditempatkan dengan jarak yang cukup antara satu sama lain untuk memungkinkan gerak bebas bagi siswa dan memastikan ruang yang cukup untuk melakukan eksperimen. Meja praktikum harus cukup kuat untuk menopang peralatan dan praktikum yang digunakan. Ujung meja harus tumpul sehingga tidak melukai siswa.
- Sistem ventilasi yang baik diperlukan untuk membuang asap, gas, atau uap yang mungkin dihasilkan selama praktikum, sehingga menjaga kualitas udara di dalam ruangan.
- Pencahayaan harus cukup terang untuk memungkinkan visibilitas yang baik saat melakukan praktikum. Pencahayaan alami idealnya disertai dengan lampu-lampu laboratorium yang cukup terang.
- Rak penyimpanan dan lemari harus disediakan untuk menyimpan bahan kimia, alat, dan perlengkapan laboratorium dengan aman dan terorganisir.

4. Tenaga Bantu Laboratorium

Tenaga bantu laboratorium atau asisten laboratorium, memegang peran penting dalam operasi sehari-hari laboratorium sekolah. Mereka mendukung staf pengajar dan siswa dengan berbagai tugas administratif, teknis, dan keselamatan yang membantu menjaga kelancaran dan efisiensi operasi laboratorium. Berikut adalah beberapa peran dan tanggung jawab yang biasa dilakukan oleh asisten laboratorium:

- a. Menyiapkan peralatan, bahan kimia, dan perlengkapan laboratorium yang dibutuhkan untuk praktikum atau eksperimen.
- b. Memastikan bahwa peralatan laboratorium berfungsi dengan baik dan siap digunakan, termasuk melakukan pemeriksaan rutin dan perawatan ringan.
- c. Memastikan keamanan ruangan dengan memeriksa sistem ventilasi, peralatan keselamatan, dan persiapan evakuasi darurat.
- d. Memberikan bantuan praktis kepada siswa selama praktikum, termasuk membantu dalam penggunaan peralatan, teknik laboratorium, dan prosedur keselamatan.
- e. Memantau siswa untuk memastikan kepatuhan terhadap aturan keselamatan dan pedoman praktikum.
- f. Mengelola catatan administratif terkait dengan penggunaan peralatan dan bahan kimia, termasuk pencatatan inventaris, penggunaan bahan, dan kecelakaan atau insiden keselamatan.
- g. Menyiapkan laporan atau dokumentasi hasil eksperimen atau praktikum sesuai dengan instruksi staf pengajar.
- h. Mengelola catatan administratif terkait dengan penggunaan peralatan dan bahan kimia, termasuk pencatatan inventaris, penggunaan bahan, dan kecelakaan atau insiden keselamatan.
- i. Menyiapkan laporan atau dokumentasi hasil eksperimen atau praktikum sesuai dengan instruksi staf pengajar (Adnan, 2020)

B. Tata Tertib dan Instruksi Kerja di Laboratorium

Di laboratorium diperlukan pula adanya peraturan dan tata tertib yang harus dijalankan oleh setiap pengguna laboratorium. Dalam sebuah laboratorium, tata tertib atau peraturan merupakan pedoman yang tak dapat diabaikan. Mereka bukan hanya sekadar himbauan, tetapi fondasi yang mendasari setiap kegiatan di dalamnya. Tata tertib laboratorium hadir untuk mengingatkan

setiap individu akan tanggung jawabnya, bukan hanya terhadap eksperimen yang dilakukan, tetapi juga terhadap keselamatan diri sendiri dan orang lain, serta keberhasilan kolektif dari proyek-proyek yang dijalankan. Dengan mematuhi tata tertib yang telah ditetapkan, setiap orang akan menciptakan lingkungan laboratorium yang tertib, aman, dan produktif bagi semua pihak yang terlibat (Raharjo, 2017).



Gambar 5. 2 Tata Tertib Laboratorium

Sumber: <https://analitika.co.id/tata-tertib-laboratorium/>

Berdasarkan Vendamawan (2015), secara umum tata tertib penggunaan laboratorium tersebut antara lain adalah :

- a. Tidak dibolehkan mengambil alat dan bahan lain yang tidak ada hubungannya dengan kegiatan yang dilakukan.
- b. Penggunalaboratorium harus mendapat persetujuan Ketua Laboratorium.
- c. Pengguna laboratorium tidak diperkenankan memasuki atau bekerja tanpa izin petugas laboratorium.
- d. Tidak boleh berkerja sendirian di laboratorium.
- e. Pemakai laboratorium harus datang tepat pada waktunya.
- f. Sebelum bekerja, pemakai laboratorium harus mengisi agenda penggunaan laboratorium.
- g. Sebelum bekerja pemakai laboratorium harus mengisi daftar penggunaan alat dan bahan yang akan dipakai.

- h. Pemakai laboratorium harus menempati tempat yang disediakan.
- i. Pemakai laboratorium harus memperhatikan kelengkapan alat dan bahan yang telah disediakan petugas laboratorium di meja praktikum.
- j. Alat dan bahan yang belum lengkap harus dilaporkan ke petugas laboratorium.
- k. Menggunakan alat dan bahan sesuai dengan prosedur yang ditetapkan.
- l. Periksa baik tidaknya alat yang dipinjam, karena kerusakan menjadi tanggungan pemakai.
- m. Penggunaan alat dan bahan harus dilakukan dengan hati-hati.
- n. Alat-alat laboratorium yang rusak selama praktikum harus dilaporkan kepada petugas laboratorium dan jangan mencoba memperbaiki sendiri.
- o. Alat, bahan, air, dan listrik hendaknya digunakan seefisien mungkin.
- p. Bahan kimia bekas praktikum yang bisa dipakai lagi harus ditampung pada tempat khusus dan diberi label.
- q. Harus selalu menulis label yang lengkap, terutama terhadap pemakaian bahan kimia.
- r. Setelah selesai bekerja, alat-alat dan meja praktikum harus dalam keadaan bersih.

Selain Tata Tertib tersebut perlu adanya peraturan untuk menjaga keamanan dan keselamatan kerja di Laboratorium, antara lain :

- a. Dilarang makan, minum dan merokok didalam laboratorium.
- b. Dilarang meludah, akan menyebabkan terjadinya kontaminasi.
- c. Dilarang berlari, terutama bila ada bahaya kebakaran, gempa, dan sebagainya. Jadi harus tetap berjalan saja.
- d. Jangan bermain dengan alat laboratorium yang belum tahu cara penggunaannya.
- e. Dilarang mengisap/menyedot dengan mulut. Semua alat pipet harus menggunakan bola karet pengisap (pipet - pump).

- f. Pemakai laboratorium hendaknya mengetahui sumber listrik, gas, dan air yang terdapat di laboratorium serta cara membuka dan menutupnya.
- g. Pemakai laboratorium hendaknya mengetahui lokasi pemadam api, penyembur air (shower), pemadam api dengan pengaliran air (firehydrant), unit pencuci mata (eyewash station), dan kotak PPPK (Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan) yang ada di laboratorium serta mempelajari dan berlatih cara menggunakannya.
- h. Memakai jas lab, sarung tangan, sepatu hak pendek dan tertutup serta goggles (kacamata), terutama sewaktu menuang bahan-bahan kimia yang berbahaya (mis. Asam keras).
- i. Jika bahan kimia terkena kulit atau mata, cucilah dengan air yang banyak dan konsultasikan dengan Pembimbing praktikum.
- j. Potonglah kuku tangan sewaktu akan bekerja di laboratorium.
- k. Persepsikan bahwa semua bahan kimia di laboratorium adalah berbahaya, sehingga harus diperlakukan dengan tepat.
- l. Gunakan lemari asap sewaktu mereaksikan bahan kimia yang menghasilkan gas.
- m. Dilarang membuang bahan kimia sisa percobaan atau bahan lain yang memungkinkan merusak dan tersumbatnya saluran pembuangan air.
- n. Dilarang mengambil bahan kimia langsung dari botol induk atau mengembalikan bahan kimia layak pakai ke botol induk.
- o. Bagi perempuan, ikatlah rambut jangan sampai terurai ketika bekerja di laboratorium.
- p. Ketika memanaskan cairan dalam tabung reaksi, jangan menghadapkan mulut tabung tersebut ke arah orang lain yang berdekatan.
- q. Jangan mengerjakan percobaan di luar prosedur yang ditetapkan. (Vendamawan 2015)

Instruksi adalah panduan atau petunjuk yang terperinci yang diberikan kepada individu atau kelompok untuk melakukan suatu

tugas atau aktivitas dengan benar, efisien, dan aman. Instruksi kerja (*Work Instruction*) adalah mekanisme kerja yang mengatur jelas urutan suatu aktivitas agar pekerjaan berjalan lancar dan aman. Instruksi kerja ini dibuat untuk menjamin keselamatan dan kesehatan kerja (Ekasari 2017). Instruksi Kerja juga merupakan panduan terperinci yang memandu pelaksanaan tugas atau operasi peralatan yang terfokus pada satu fungsi atau tugas spesifik. Instruksi ini secara khusus merinci langkah-langkah yang harus diikuti untuk menyelesaikan sebuah aktivitas dengan jelas dan tepat. Dalam konteks dokumen ISO (*International Standardization Organization*), instruksi kerja menjadi bagian integral yang membantu dalam memastikan konsistensi, keamanan, dan keefektifan dalam pelaksanaan tugas-tugas tersebut (Sumada, 2012). Fungsi instruksi kerja adalah sebagai berikut.

- 1) Menghindari resiko kesalahan mekanisme kerja
- 2) Menghindari kesalahan operasional peralatan
- 3) Menghindari kerusakan peralatan
- 4) Menghindari kesalahan pengujian/pengukuran
- 5) Meningkatkan kualitas pengujian/pengukuran

Instruksi Kerja Laboratorium adalah panduan terperinci yang mengatur pelaksanaan berbagai kegiatan dan prosedur di dalam laboratorium. Instruksi ini dirancang untuk memastikan keamanan, konsistensi, dan akurasi dalam pelaksanaan eksperimen, pengujian, atau analisis di lingkungan laboratorium. Instruksi Kerja Laboratorium mencakup berbagai aspek, seperti persiapan sampel, penggunaan peralatan laboratorium, prosedur pengujian, penanganan bahan praktikum, pemrosesan data, serta langkah-langkah keamanan dan tindakan darurat. (Anna Fitri, 2023)

Instruksi Kerja Laboratorium biasanya disusun dengan sangat rinci, mencakup langkah-langkah spesifik yang harus diikuti oleh personel laboratorium dalam menjalankan tugas mereka. Hal ini penting untuk memastikan bahwa setiap proses dilakukan dengan

konsistensi dan sesuai dengan standar yang ditetapkan, serta untuk mengurangi risiko kontaminasi, kesalahan, atau kecelakaan di laboratorium.

Instruksi Kerja Laboratorium juga sering kali mencakup informasi tentang peralatan yang digunakan, termasuk pengaturan, kalibrasi, dan perawatan rutin yang diperlukan untuk menjaga kinerja optimal peralatan. Selain itu, instruksi tersebut juga dapat mencakup prosedur untuk memastikan kepatuhan terhadap regulasi dan persyaratan keselamatan, seperti pengelolaan limbah, penggunaan alat pelindung diri (APD), dan penanganan bahan berbahaya (Wangsa, W., & Prastyo, P., 2019).

Dengan adanya Instruksi Kerja Laboratorium yang jelas dan terstruktur, laboratorium dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi risiko kesalahan, dan memastikan keakuratan dan keandalan hasil eksperimen atau pengujian yang dilakukan. Ini juga menjadi pedoman bagi personel laboratorium, terutama bagi yang baru bergabung, untuk memahami prosedur yang harus diikuti dalam menjalankan tugas mereka dengan aman dan efektif.

Dalam penyusunan Instruksi Kerja, terdapat empat (4) hal yang perlu mendapatkan perhatian yaitu :

1. *Credible* (dapat dipercaya), Instruksi kerja harus dapat dipercaya oleh pelaksana.
2. *Clear* (dapat dipahami), Instruksi kerja harus dapat dimengerti oleh pelaksana.
3. *Accessible* (dapat diakses), Instruksi kerja dapat ditemukan dengan cepat dan mudah oleh pelaksana.
4. *Consistent* (konsisten), Instruksi kerja harus memiliki konsistensi terminologi yang baku sehingga kata yang sama mempunyai arti yang sama, tidak mengandung singkatan terdefinisi dan istilah yang membingungkan.

Berikut ini contoh format instruksi kerja yang terdapat pada Tabel 1.

Tabel 5. 1 Contoh Format Instruksi Kerja

LOGO LEMBAGA	LABORATORIUM	
	INSTRUKSI KERJA PERALATAN (Nama Peralatan)	No. Dok:
		No. Rak:
		Tgl Terbit:
		Halaman:
a. Fungsi Peralatan XXXXXXXXXX b. Tata Cara Kerja 1. XXXXXXXXXXXX 2. XXXXXXXXXXXX		
DIBUAT OLEH:	DIPERIKSA OLEH:	DISETUJUI OLEH:

Format ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan kompleksitas instruksi kerja laboratorium yang spesifik. Penambahan sub-bagian atau detail tertentu dapat dilakukan sesuai dengan kebutuhan untuk memastikan instruksi kerja mencakup semua langkah yang diperlukan dengan jelas dan terinci (Syarifuddin, 2019).

C. Alat Keselamatan Kerja di Laboratorium

Tentu saja di dalam laboratorium terdapat potensi bahaya dan potensi bahaya tersebut harus dihindari. Maka dari itu, orang yang ingin memasuki laboratorium harus diberitahu tentang semua potensi bahaya, praktik laboratorium yang berbahaya, prosedur penanganan bahan kimia, alat pelindung diri, dan informasi mengenai kecelakaan, kebakaran, atau bencana alam yang berhubungan dengan pekerjaan, seperti harus memahami prosedur darurat di laboratorium jika terjadi keadaan darurat. (Yuliani, 2019).

Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja menyatakan bahwa pengelola laboratorium harus memiliki prosedur untuk memastikan bahwa informasi keselamatan dan kesehatan kerja terkini dikomunikasikan kepada seluruh anggota laboratorium, hal ini bertujuan untuk mengelola risiko kecelakaan kerja pada kegiatan penelitian.

Dapat juga membuat *video safety induction* dengan menjelaskan langkah-langkah yang harus diambil saat memasuki lab, seperti arahan penempatan tas, penggunaan alat pelindung diri, mencuci tangan sebelum, selama dan sesudah beraktivitas dan selama melakukan kegiatan laboratorium, serta mengawasi petunjuk laboratorium. Tidak lupa juga dalam *video safety induction* harus mencantumkan aktivitas apa saja yang dilarang di laboratorium, seperti makan, minum, merokok, dan bercanda. Penting juga untuk menginformasikan tentang peralatan keselamatan apa yang tersedia di laboratorium. Misalnya letak alat pemadam kebakaran, posisi shower, toilet, dimana jalur evakuasi, dan sebagainya. Kemudian bisa memasukkan informasi petunjuk evakuasi, pintu keluar, dan titik pertemuan.

Dalam menjaga kepatuhan dan kesadaran penerapan K3 memerlukan upaya berkelanjutan setelah penerapan awal laboratorium K3. Diantaranya pemajangan poster keselamatan laboratorium seperti label B3, poster penggunaan APD, pemantauan kepatuhan K3 oleh manajemen laboratorium, serta edukasi mengenai sanksi atas pelanggaran SOP K3 laboratorium yang telah ditetapkan.

Untuk mengevaluasi efektivitas K3 yang dibuat, perlu dilakukan evaluasi terhadap kekurangan K3 yang diterapkan dan melakukan peninjauan untuk perbaikan pada penciptaan K3 di masa yang akan datang. Setiap akhir tahun perlu dilakukan peninjauan K3 untuk mengetahui apa yang telah dilakukan sudah sesuai dengan

tujuan dan jadwal, apakah sarana dan prasarana yang direncanakan dapat terpenuhi, serta daftar kecelakaan kerja dan keadaan darurat yang pernah terjadi, penyebab dan besarnya kerugian di dalam laboratorium. (Sultan, M, 2023) Hal ini akan membantu menjamin K3 yang lebih baik pada tahun depan. Keselamatan kerja di laboratorium sangat penting dan memerlukan perhatian khusus karena berkaitan erat dengan kinerja pengguna laboratorium. Semakin baik peralatan keselamatan kerja maka semakin kecil kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja.

Perlu diketahui bahwa kecelakaan yang terjadi selama pekerjaan laboratorium merupakan cerminan dari perilaku para pengguna laboratorium dan hendaknya selalu meningkatkan kewaspadaan selama bekerja di laboratorium. Keselamatan Kerja Laboratorium bertujuan untuk menjamin bahwa pengguna laboratorium, masyarakat, dan lingkungan tempat mereka bekerja senantiasa dalam keadaan sehat, nyaman, aman, produktif, dan sejahtera. Untuk mencapai tujuan ini diperlukan kemauan, kapasitas dan kerja sama semua pihak yang terlibat. (Subamia, Wahyuni, & Widiasih, 2021).

Pemerintah dalam hal ini yaitu Departemen sebagai penanggung jawab masyarakat memfasilitasi pembuatan berbagai peraturan, petunjuk teknis dan pedoman K3 di laboratorium dengan membuat SOP dan mengkomunikasikannya kepada seluruh pengguna laboratorium.

Upaya lain dalam penerapan K3 adalah pendidikan dan pelatihan. Teori dasar mengenai penyebab terjadinya kecelakaan adalah tindakan manusia yang tidak aman merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya kecelakaan. Salah satu alasan orang melakukan tindakan berisiko adalah kurangnya pengetahuan tentang cara melakukan aktivitas dengan benar dan menangani risiko. Untuk itu perlu diadakan upaya-upaya pelatihan khususnya bagi mahasiswa dan pengguna laboratorium lainnya.

Berikut beberapa kursus pelatihan pengelolaan risiko kecelakaan di laboratorium:

a. Video pengenalan keselamatan laboratorium untuk siswa.

Hal ini membantu mengendalikan risiko kecelakaan industri saat melakukan aktivitas laboratorium. Media video dipilih karena dapat lebih menggambarkan potensi bahaya apa saja yang ada di laboratorium.

b. Pelatihan Petugas Laboratorium dalam Penggunaan APAR

Kebakaran merupakan akibat dari serangkaian reaksi kimia (oksidasi/pembakaran) yang terdiri dari bahan bakar, oksigen, dan panas. Kebakaran adalah peristiwa reaksi berantai yang menghasilkan energi panas yang cukup untuk didistribusikan ke bahan bakar lain sehingga ikut terbakar. Di laboratorium ada beberapa bahan kimia dan juga proses pengujian yang berpotensi menimbulkan kebakaran. Terdapat potensi konsetling listrik bila menggunakan peralatan laboratorium berdaya tinggi seperti tanur dan oven, atau bila menggunakan kompor listrik. (Syakbania, dkk, 2017).

c. Pelatihan Penanggulangan Keadaan Darurat

Keadaan darurat adalah suatu kejadian yang tidak disengaja atau tidak direncanakan yang mempunyai potensi besar menimbulkan korban jiwa, kerusakan harta benda, kerusakan lingkungan sekitar, dan mengakibatkan terhentinya kegiatan operasional. Situasi yang harus dipertimbangkan/diidentifikasi sebagai keadaan darurat antara lain kebakaran, polusi atau tumpahan bahan kimia, banjir, dan ledakan, dll. Dalam hal ini, laboratorium dapat mengusulkan untuk penyediaan alat pelindung diri, seperti masker, jas lab, sarung tangan, lemari asam, dan kacamata pengaman. Alat pemadam api ringan juga harus disediakan di laboratorium dan diperiksa serta diisi ulang setiap tahun. Begitu pula dengan kotak Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (Kotak P3K) jika terjadi kecelakaan, berisi

antara lain: kain kasa, betadine, plester, minyak kayu putih, dan paracetamol untuk pertolongan pertama pada kecelakaan seperti luka dan tertusuk jarum suntik. (Cahyaningrum, 2020).



Gambar 5. 3 Alat Keselamatan Kerja di Laboratorium

Sumber: Infographics - Indonesia Safety Center

Berikut ini adalah peralatan pelindung diri yang biasa digunakan di laboratorium:

a. Jas Laboratorium (*Lab Coat*)

Digunakan untuk melindungi tubuh dari cipratan bahan kimia berbahaya. Ada dua jenis jas laboratorium, yaitu: jas lab sekali pakai dan jas lab pakai ulang. Untuk jas lab sekali pakai biasanya digunakan di laboratorium biologi dan hewan, sedangkan jas lab yang dapat digunakan kembali digunakan di laboratorium kimia dan fisika. Jas lab kimia meliputi:

1) *Flame-resistant Lab Coat*

Jas Lab Tahan Api ini dilapisi dengan bahan tahan api. Jas lab jenis ini cocok digunakan bagi pengguna yang bekerja

dengan peralatan atau bahan yang menghasilkan panas, seperti pelarutan sampel tanah, pembakaran dalam oven bersuhu tinggi, atau reaksi kimia yang menghasilkan panas.

2) *100% Cotton Lab*

Jas lab jenis ini merupakan jas lab yang biasa digunakan di laboratorium kimia umum (seperti laboratorium kimia pendidikan). Rentang penggunaan jas lab ini diperkirakan dapat digunakan sekitar 1 hingga 2 tahun. Setelah jangka waktu penggunaan tersebut, jas lab ini menjadi rentan terhadap kerusakan akibat pengaruh bahan kimia yang bersifat asam.

3) *Synthetic/Cotton Blends*

Jas lab dengan campuran sintetis/katun, dapat dibuat dari 100% poliester atau campuran poliester/kapas. Jas lab ini sama seperti *Cotton Lab Coat*, digunakan di laboratorium kimia umum.

b. Kacamata Keselamatan

Saat bekerja di laboratorium, kontak dengan bahan kimia dan larutan panas dapat membahayakan mata. Oleh karena itu, perlu menggunakan kacamata khusus yang tahan terhadap kemungkinan bahaya kimia dan panas. Kacamata keselamatan terbagi menjadi dua jenis yaitu *clear safety glasses* dan *clear safety goggles*. Perbedaannya yaitu *clear safety glasses* adalah kacamata safety biasa yang dirancang untuk melindungi mata dari cipratan bahan kimia dan debu. Sementara itu, *clear safety goggles* digunakan untuk melindungi mata dari percikan bahan kimia dan reaksi kimia berbahaya.

c. Sepatu tertutup

Sepatu sandal atau sandal dilarang digunakan saat bekerja di laboratorium karena tidak melindungi kaki jika terkena larutan atau tumpahan bahan kimia. Sepatu biasa umumnya

sudah cukup untuk digunakan sebagai pelindung. Namun laboratorium perusahaan besar menggunakan sepatu keselamatan yang tahan api dan tahan terhadap tekanan konstan. Selain itu, plastik untuk penutup sepatu disediakan dengan tujuan melindungi sepatu saat meninggalkan lab agar kebersihan lab terjaga.

d. Pelindung Wajah

Pelindung wajah (*face shield*) sesuai dengan namanya, digunakan untuk melindungi wajah dari panas, api, dan cipratan zat panas. Alat ini biasanya digunakan pada saat pengambilan sampel peralatan laboratorium yang dipanaskan dalam oven bersuhu tinggi, melarutkan sampel tanah pada peralatan peleburan skala laboratorium, dan peralatan pengambilan sampel yang dipanaskan dalam autoklaf.

e. Masker Gas

Bahan kimia atau reaksi yang dihasilkan di dalam laboratorium dapat mengeluarkan gas berbahaya. Oleh karena itu, masker gas sangat cocok untuk mencegah terhirupnya gas-gas berbahaya. Tergantung pada jenis masker, ada masker gas kain biasa dan masker gas khusus yang dilengkapi material penghisap gas. Masker gas biasa umumnya digunakan untuk keperluan umum seperti menyiapkan larutan standar. Saat ini, masker gas khusus digunakan saat bekerja dengan larutan dan bahan kimia yang mengandung gas berbahaya, seperti asam klorida, sulfat, dan asam sulfat.

f. Sarung Tangan

Sarung tangan melindungi tangan dari cipratan bahan kimia yang dapat menimbulkan rasa gatal dan luka pada kulit. Jenis sarung tangan yang digunakan di laboratorium biasanya terbuat dari karet alam, nitril, dan neoprena. Beberapa sarung tangan karet alam mengandung serbuk khusus, sedangkan sarung tangan lainnya tidak mengandung serbuk.

Serbuk ini biasanya terbuat dari tepung kanji dan digunakan untuk melumasi sarung tangan agar mudah digunakan. (Rahmantiyoko, 2019)

g. Pelindung Pendengaran

Alat pelindung diri yang terakhir adalah pelindung pendengaran (*hearing protection*). Alat ini dapat digunakan untuk melindungi telinga dari kebisingan yang dikeluarkan oleh peralatan tertentu, seperti autoklaf, penghancur sampel tanah (*pulverizer*), mesin sonikator, dan pencuci alat-alat gelas yang menggunakan ultrasonik. Untuk setiap orang yang terpapar kebisingan mempunyai tingkat dan batasan waktu kebisingan yang dapat diterima.

Batas kebisingan yang diperbolehkan menurut *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) adalah:

- 1) 8 jam = 90 dB
- 2) 6 jam = 92 dB
- 3) 4 jam = 95 dB
- 4) 2 jam = 100 dB
- 5) 1 jam = 105 dB
- 6) 30 menit = 110 dB
- 7) 15 menit = 115 dB (Pratiwi, Sukmandari, Rejeki, & Saputra, 2022)

Penerapan K3 merupakan salah satu upaya untuk menciptakan tempat kerja yang aman dan sehat, bebas pencemaran lingkungan, mengurangi dan menghilangkan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja.

Laboratorium yang patuh merupakan salah satu faktor dalam mencegah kecelakaan industri. Persyaratan ruang laboratorium standar mencakup kondisi ruangan, tata letak ruangan, integritas peralatan keselamatan, dan nomor telepon penting (pemadam kebakaran, anggota medis), dll.

Hal lain yang harus diperhatikan adalah ketersediaan alat keselamatan kerja, termasuk kotak P3K dan pemadam kebakaran. Nomor telepon penting seperti pemadam kebakaran dan petugas medis sangat penting disimpan, supaya saat terjadi kecelakaan yang cukup parah dapat ditangani dengan segera. Sosialisasi dan peraturan laboratorium mengenai penggunaan alat pemadam kebakaran harus dipahami secara menyeluruh oleh seluruh pengguna laboratorium.

Laboratorium harus mempunyai jalur evakuasi yang memadai. Laboratoirum harus memiliki setidaknya dua pintu keluar, dipisahkan oleh jarak yang cukup jauh. Bahan kimia berbahaya harus ditempatkan pada rak khusus dan dipisahkan dari bahan kimia yang dapat menimbulkan ledakan jika bereaksi. (Rahmantiyoko, dkk, 2019).

D. Cara Menyimpan Alat dan Bahan yang Berisiko Berbahaya di Laboratorium

Pentingnya penyimpanan yang tepat untuk alat dan bahan dalam laboratorium tidak dapat diragukan lagi. Hal ini tidak hanya memastikan keamanan dalam bekerja tetapi juga meningkatkan efisiensi dan keteraturan dalam melakukan eksperimen.

1. Golongan Penyimpanan Alat dan Bahan

a. Berdasarkan Keadaan Laboratorium

Menurut Buku "Laboratorium Kimia Dasar" oleh Soetrisno (2010), penyimpanan alat dan bahan dalam laboratorium perlu memperhatikan kondisi laboratorium itu sendiri, seperti fasilitas yang tersedia dan susunan laboratorium, untuk memastikan efektivitas dan keamanan penyimpanan. Penyimpanan alat dan bahan dalam laboratorium harus mempertimbangkan kondisi laboratorium itu sendiri, termasuk fasilitas yang tersedia dan susunan laboratorium. Ini penting untuk memastikan bahwa alat dan bahan dapat diakses dengan mudah dan aman.

b. Berdasarkan Jenis Alat dan Bahan



Gambar 5. 4 Alat dan Bahan Laboratorium

(Sumber: Syaf.co.id)

Alat-alat fisika dan bahan kimia dapat dikelompokkan berdasarkan jenisnya, seperti gaya dan usaha (mekanika), panas, bunyi, optik, dan lain-lain. Begitu pula dengan alat-alat biologi yang dapat dikelompokkan berdasarkan kelompok eksperimennya, seperti anatomi, fisiologi, ekologi, dan morfologi. Penjelasan ini didasarkan pada prinsip dasar penyimpanan alat dan bahan dalam laboratorium (Muna, 2016).

c. Berdasarkan Bahan Pembuatannya

Alat-alat dapat dikelompokkan berdasarkan bahan pembuatannya, seperti logam, kaca, porselen, plastik, dan karet. Hal ini penting karena bahan yang berbeda mungkin memerlukan perlakuan penyimpanan yang berbeda pula untuk mencegah kerusakan atau kontaminasi (Dewi, 2021).

d. Berdasarkan Tingkat Penggunaan atau Percobaan

Alat-alat dan bahan juga dapat dikelompokkan berdasarkan seberapa sering mereka digunakan atau jenis percobaan yang dilakukan dengan mereka. Hal ini dapat membantu dalam menentukan prioritas penyimpanan dan penataan di laboratorium (Macali, 2021).

2. Prosedur Penyimpanan Alat dan Bahan

a. Pengurutan dan Penataan

- Bahan disusun secara alfabetis dan berdasarkan sifat fisik dan kimianya, terutama tingkat kebayaannya.
- Alat-alat dari bahan yang berbeda, seperti logam dan kaca, harus disimpan terpisah untuk mencegah kerusakan (Hastuti, 2019).

b. Perlindungan dan Identifikasi

- Bahan beracun, korosif, mudah terbakar, atau mudah meledak harus disimpan secara terpisah dan sesuai dengan prosedur keselamatan yang ditetapkan.
- Tempat penyimpanan bahan harus diidentifikasi dengan jelas dan diurutkan berdasarkan abjad.
- Botol penyimpanan bahan sebaiknya diberi label yang jelas mencantumkan sifat-sifat bahan tersebut (Gunawan, 2019).

c. Penggunaan Tempat Penyimpanan yang Tepat

- Mikroskop, misalnya, harus disimpan dalam lemari terpisah yang dilengkapi dengan lampu untuk menjaga kualitasnya.
- Alat-alat yang membutuhkan kestabilan, seperti higrometer atau neraca lengan, perlu ditempatkan dengan hati-hati agar tetap berdiri (Ardiatma & Ariyanto, 2019).

d. Pengelompokan Bahan Berbahaya



Gambar 5. 5 Lambang Bahan Berbahaya
(Sumber: Safety World)

- e. Bahan berbahaya, seperti bahan beracun, korosif, mudah terbakar, atau mudah meledak, harus disimpan secara terpisah dan sesuai dengan prosedur penyimpanan yang ditetapkan.

Penyimpanan alat dan bahan dalam laboratorium tidak hanya melibatkan penataan fisik, tetapi juga memperhitungkan faktor keamanan, kemudahan akses, dan jenis bahan yang disimpan. Dengan memperhatikan golongan penyimpanan yang tepat dan mengikuti prosedur penyimpanan yang benar, risiko kecelakaan dan kerusakan dapat diminimalkan, dan efisiensi dalam bekerja di laboratorium dapat ditingkatkan (Hapsari, 2022).

3. Prosedur Penyimpanan Bahan yang Berisiko Berbahaya

a. Bahan Beracun (*Toxic*)

Bahan beracun mengandung senyawa atau zat kimia yang dapat membahayakan kesehatan manusia jika terpapar secara langsung atau tidak langsung. Penyimpanan bahan beracun

harus dilakukan dengan hati-hati dan sesuai dengan prosedur keselamatan yang ditetapkan. Menurut *National Research Council* (2011), bahan beracun harus disimpan dalam wadah tertutup rapat dan ditempatkan di lokasi yang terpisah dari bahan-bahan lain untuk mencegah kontaminasi.

b. Bahan Korosif (*Corrosive*)

Bahan korosif adalah zat kimia yang dapat menyebabkan kerusakan pada kulit, mata, atau jaringan tubuh lainnya melalui reaksi kimia yang kuat. Penyimpanan bahan korosif harus dilakukan dalam wadah yang tahan terhadap korosi dan terpisah dari bahan lain untuk mencegah kontaminasi. Menurut Yulirohyami dkk (2023), bahan korosif harus disimpan dalam wadah yang terbuat dari bahan yang kompatibel dan ditempatkan di area yang terpisah dari bahan-bahan lain untuk mencegah kebocoran atau tumpahan.

c. Bahan Mudah Terbakar (*Flammable*)

Menurut *American Chemical Society* (2020), bahan mudah terbakar harus disimpan dalam wadah yang tertutup rapat dan ditempatkan di ruang yang dilengkapi dengan sistem pemadam kebakaran yang sesuai. Bahan mudah terbakar adalah zat atau senyawa yang mudah terbakar dalam keadaan normal atau ketika terpapar panas atau api. Penyimpanan bahan mudah terbakar harus dilakukan di tempat yang terpisah dari sumber panas atau api dan dalam wadah yang tahan terhadap api.

d. Bahan yang Mudah Meledak (*Explosive*)

Bahan yang mudah meledak mengandung senyawa atau zat kimia yang dapat mengalami reaksi eksotermis yang cepat dan kuat, menyebabkan pelepasan energi dalam bentuk panas dan gas secara tiba-tiba. Penyimpanan bahan yang mudah meledak harus dilakukan dalam wadah yang kuat dan tahan terhadap tekanan. Menurut *National*

Research Council (2011), bahan yang mudah meledak harus disimpan dalam wadah yang tahan terhadap tekanan dan ditempatkan di lokasi yang terisolasi dari bahan-bahan lain untuk mencegah kerusakan akibat ledakan.

e. *Oksidasi (Oxidation)*

Bahan yang mengalami oksidasi adalah zat atau senyawa yang dapat bereaksi dengan oksigen atau menyebabkan oksidasi pada bahan lainnya. Menurut *Environmental Protection Agency* (2016), bahan yang mengalami oksidasi harus disimpan dalam wadah yang terisolasi dari udara dan kelembaban untuk mencegah reaksi yang tidak diinginkan.

f. *Acid Sensitive Substances*

Zat atau senyawa yang sensitif terhadap asam adalah bahan yang rentan terhadap reaksi asam atau penurunan pH yang dapat menyebabkan degradasi atau kerusakan. Penyimpanan bahan yang sensitif terhadap asam harus dilakukan dalam wadah yang netral dan terisolasi dari bahan asam. Menurut *National Institutes of Health* (2008), bahan yang sensitif terhadap asam harus disimpan dalam wadah yang terbuat dari material netral, seperti kaca atau plastik, dan terpisah dari bahan asam untuk mencegah kontaminasi.

g. *Compressed Gases*

Gas bertekanan tinggi adalah zat atau senyawa yang disimpan dalam keadaan tertekan untuk memfasilitasi transportasi atau penggunaan lebih lanjut. Penyimpanan gas bertekanan tinggi harus dilakukan dalam wadah yang tahan terhadap tekanan dan ditempatkan di tempat yang aman dari benturan atau kerusakan. Menurut Nadillah dkk (2022), gas bertekanan tinggi harus disimpan dalam wadah yang teruji dan disertifikasi oleh otoritas yang kompeten, dan ditempatkan di area yang terpisah dari bahan-bahan lain untuk mencegah kebocoran atau kerusakan.

4. Prosedur Keselamatan Kerja di Laboratorium

Keselamatan kerja di laboratorium merupakan dambaan bagi setiap individu, karena sangat terkait dengan kepentingan kesehatan, keamanan, dan kenyamanan kerja. Bekerja dengan selamat dan aman berarti menurunkan resiko kecelakaan. Berikut adalah prosedur keselamatan kerja di laboratorium.

a. Izin Masuk Laboratorium

Prosedur di mana setiap individu yang ingin masuk ke laboratorium harus memperoleh izin dari kepala laboratorium atau otoritas yang berwenang sebelum memulai kegiatan di dalamnya. Ini melibatkan pengajuan permohonan izin atau registrasi, dimana individu biasanya harus menjalani pelatihan keselamatan dasar sebelum diberikan izin masuk ke laboratorium (Hill & Finster, 2000).

b. Kesadaran akan Bahaya dan Resiko

Menurut *National Research Council* (2011) penting bagi setiap praktisi laboratorium untuk memahami berbagai jenis bahaya dan resiko yang mungkin terjadi selama bekerja di laboratorium. Ini melibatkan identifikasi dan penilaian risiko yang terkait dengan bahan kimia, peralatan, prosedur, dan lingkungan kerja laboratorium.

c. Higienis (*Hygiene*)

Menurut Timberlake (2019) praktik kebersihan dasar yang harus diikuti oleh semua individu yang bekerja di laboratorium untuk mencegah kontaminasi dan menjaga kesehatan. Ini termasuk mencuci tangan sebelum dan sesudah melakukan praktikum, memakai sarung tangan, dan menjaga kebersihan area kerja.

d. Pencegahan Kecelakaan

Langkah-langkah yang harus diambil untuk mencegah kecelakaan dan cedera di laboratorium, termasuk

pengendalian bahan berbahaya dan pemeliharaan peralatan. Ini melibatkan penggunaan peralatan pelindung diri (PPE), penempatan bahan berbahaya jauh dari sumber panas atau api, serta perawatan rutin dan inspeksi peralatan (Laila, 2021).

e. Pelaporan Kecelakaan atau Cedera

Prosedur yang harus diikuti dalam melaporkan kecelakaan atau cedera di laboratorium untuk memastikan penanganan yang tepat dan pencegahan kejadian serupa di masa depan. Ini mencakup pelaporan kecelakaan secara langsung kepada otoritas yang berwenang di laboratorium, memberikan pertolongan pertama, dan jika perlu, mengirimkan korban ke rumah sakit untuk perawatan medis lebih lanjut (Cahyanigrum, 2020).

Dengan memahami dan menerapkan prinsip-prinsip ini, praktisi laboratorium dapat bekerja dengan lebih aman dan mengurangi risiko cedera atau kecelakaan yang tidak diinginkan.

E. Studi Kasus

1. Studi Kasus 1

Judul: Belasan Mahasiswa UI Terluka Akibat Ledakan di Laboratorium

Link Youtube: <https://youtu.be/EDbgC-pgFIs?si=9-wYHpBX9U4oKdGV>

a. Latar Belakang

Sebuah laboratorium di salah satu universitas di Jakarta meledak pada hari Senin, 16 Maret 2015. Ledakan itu terjadi di Laboratorium Kimia Kualitatif di Lantai 2 Gedung J, Fakultas Farmasi Universitas Indonesia. Pihak universitas pun membenarkan ledakan laboratorium tersebut. Pihak kampus menyampaikan penyebab kebakaran terjadi karena murni kelalaian mahasiswa. Karena keasikan bermain handphone sehingga mereka lupa bahwa kandungan asam dalam tabung labu

mengering sehingga menyebabkan tabung labu yang berukuran 5 ml pecah. Terdapat dua mahasiswa luka berat dan dua belas mahasiswa luka ringan akibat ledakan dari laboratorium tersebut. Walaupun begitu pihak kampus mengatakan akan bertanggung jawab penuh atas kejadian tersebut.

b. Input Masalah

- 1) Apa penyebab kejadian ledakan itu?
- 2) Apa dampak yang terjadi bagi setelah kejadian tersebut?
- 3) Bagaimana cara penanganan yang dilakukan untuk mahasiswa yang terluka?

c. Penyelesaian Masalah

- 1) Pihak kampus mengatakan penyebab kejadian yaitu karena kelalaian mahasiswa. "Ini murni kelalaian mahasiswa yang terlalu asyik bermain gadget saat praktikum. Saking asyiknya, mereka sampai lupa bahwa kandungan asam dalam tabung labu distilasi mengering. Akibatnya, tabung meledak atau pecah," kata Mahdi di kampus UI, Selasa (17/3/2015).
- 2) Dampak yang terjadi membuat sekolah mengalami cukup kerugian dan menyebabkan korban yaitu dua mahasiswa luka berat dan dua belas mahasiswa lain nya mengalami luka ringan
- 3) Untuk 5 mahasiswa yang mengalami luka ringan di izinkan untuk pulang ke rumah dan untuk 7 mahasiswa lain nya yang mengalami luka ringan dibawa ke Pusat Kesehatan Mahasiswa. Untuk 2 mahasiswa yang mengalami luka berat dirawat di RS Bunda, Jalan Margonda, Depok.

d. Output Masalah

- 1) Cedera fisik pada mahasiswa: Ledakan tabung labu di laboratorium bisa menyebabkan cedera fisik serius pada mahasiswa yang berada di sekitarnya. Ini bisa termasuk

luka bakar akibat panas, pecahan kaca yang tajam, atau bahkan luka ledakan yang lebih serius seperti luka pada wajah atau tangan.

- 2) Kerusakan peralatan dan fasilitas laboratorium: Ledakan tabung labu juga bisa menyebabkan kerusakan pada peralatan dan fasilitas laboratorium lainnya. Peralatan laboratorium yang lain bisa rusak karena dampak ledakan tersebut, dan bahkan bisa merusak dinding, lantai, atau langit-langit laboratorium.
- 3) Kecelakaan lingkungan: Beberapa bahan kimia yang digunakan dalam percobaan laboratorium bisa berpotensi membahayakan lingkungan jika terjadi ledakan. Contohnya, jika ada bahan kimia berbahaya yang tumpah atau terlepas akibat ledakan, ini bisa mencemari lingkungan sekitar laboratorium, termasuk udara, air, atau tanah. Hal ini bisa memiliki dampak jangka panjang pada lingkungan dan kesehatan manusia serta hewan yang tinggal di sekitarnya.

e. Feedback

- 1) Perkuat Pendidikan Keselamatan: Penting untuk meningkatkan pendidikan keselamatan bagi mahasiswa dalam laboratorium. Ini dapat mencakup pelatihan rutin tentang cara menggunakan peralatan dengan aman, penanganan bahan kimia, dan tindakan darurat dalam situasi seperti ledakan. Memastikan bahwa mahasiswa benar-benar memahami pentingnya keselamatan dan menerapkannya dengan cermat akan mengurangi risiko kecelakaan serius.
- 2) Evaluasi Proses Supervisi: Perlu dilakukan evaluasi terhadap proses supervisi di laboratorium. Pastikan bahwa ada cukup pengawasan yang ketat terhadap

aktivitas mahasiswa, dan bahwa staf pengajar atau asisten laboratorium selalu ada untuk memberikan bimbingan dan memastikan bahwa prosedur keselamatan diikuti dengan benar. Pengawasan yang efektif adalah kunci untuk mencegah kelalaian dan mengurangi risiko kecelakaan.

- 3) Pembaruan Kebijakan Keselamatan: Evaluasi kembali kebijakan dan prosedur keselamatan yang ada, dan lakukan pembaruan jika diperlukan. Pastikan bahwa kebijakan tersebut relevan, terperinci, dan mudah dipahami oleh semua pihak yang terlibat. Selain itu, pastikan bahwa tindakan pencegahan dan respons terhadap kecelakaan, seperti protokol evakuasi dan penanganan bahan kimia, diperbarui secara teratur sesuai dengan perkembangan baru dalam keselamatan laboratorium.

2. Studi Kasus 2

Judul: Explosion Investigation Underway After Butane Honey Oil Laboratory Catches Fire in Anaheim

a. Latar Belakang

Di depan Roxy, terjadi kejadian besar yang disebut resmi sebagai lab butan mariyuana ilegal. Kejadian ini dipicu oleh kebakaran yang menyebabkan ledakan besar dan melukai petugas pemadam kebakaran di Anaheim. Reporter menyatakan bahwa situasi sangat berbahaya dan potensial menyebabkan kerusakan dan cedera lebih lanjut.

Ledakan itu menyebabkan cedera serius pada seorang pekerja di laboratorium tersebut, yang terbakar di wajahnya dan menderita sakit punggung akibat terjatuh. Lab ini diduga menggunakan butan ilegal, yang sangat mudah terbakar dan meledak, membuat proses mereka sangat berbahaya.

Warga setempat menggambarkan kejadian ini menakutkan dan mengkhawatirkan. Mereka menyebutkan bahwa beberapa tahun sebelumnya, ada insiden serupa di Anaheim, tetapi terjadi di garasi rumah penduduk. Polisi telah menahan seorang pria lain yang terkait dengan kejadian ini, namun masih dianggap berbahaya di lokasi tersebut.

b. Input Masalah

- 1) Apa yang menyebabkan kebakaran di laboratorium ekstraksi minyak hash ilegal di depan Roxy?
- 2) Bagaimana kebakaran tersebut memicu ledakan besar dan mengakibatkan cedera serius pada petugas pemadam kebakaran di Anaheim?
- 3) Mengapa laboratorium tersebut dianggap berbahaya, terutama dalam penggunaan butan ilegal yang mudah terbakar dan meledak, serta bagaimana dampaknya pada keamanan lingkungan sekitar?

c. Penyelesaian Masalah

- 1) Tidak disebutkan penyebab pasti kebakaran, namun kejadian tersebut terjadi di laboratorium ekstraksi minyak hash ilegal. Kejadian ini dipicu oleh kebakaran yang menyebabkan ledakan besar dan melukai petugas pemadam kebakaran di Anaheim. Reporter menyatakan bahwa situasi sangat berbahaya dan potensial menyebabkan kerusakan dan cedera lebih lanjut.
- 2) Kebakaran memicu ledakan besar yang menyebabkan cedera serius pada petugas pemadam kebakaran di Anaheim, meskipun tidak dijelaskan secara rinci bagaimana ledakan terjadi.
- 3) Laboratorium dianggap berbahaya karena penggunaan butan ilegal yang sangat mudah terbakar dan meledak. Dampaknya mencakup potensi kerusakan lebih lanjut

dan risiko cedera lebih lanjut, serta bahaya terhadap lingkungan sekitar.

d. Output Masalah

- 1) Pola Kejadian Serupa di Masa Lalu: Adanya insiden serupa beberapa tahun lalu di Anaheim, meskipun berlokasi di garasi rumah, menunjukkan bahwa masalah keamanan terkait laboratorium ekstraksi minyak hash ilegal telah terjadi sebelumnya. Hal ini menunjukkan perluasan masalah keamanan yang perlu ditanggulangi.
- 2) Keberadaan Laboratorium Ilegal dengan Penggunaan Bahan Berbahaya: Kejadian ini mengungkapkan keberadaan laboratorium ilegal yang menggunakan butan ilegal. Penggunaan bahan berbahaya ini meningkatkan risiko kebakaran dan ledakan, tidak hanya merugikan para pekerja di dalam laboratorium, tetapi juga mengancam keamanan lingkungan sekitar.
- 3) Keterlambatan Respons dan Evakuasi: Meskipun kejadian ini melibatkan kebakaran dan ledakan yang serius, respons dari pemadam kebakaran terlambat. Seorang warga melaporkan respons yang aktif, namun keterlambatan sepuluh jam sejak pemadam kebakaran tiba dapat meningkatkan risiko kerusakan lebih lanjut dan cedera.

e. Feedback

- 1) Mendorong penelitian dan inovasi dalam teknologi keamanan laboratorium ekstraksi minyak hash. Hal ini bertujuan untuk mengembangkan metode ekstraksi yang lebih aman dan mengurangi risiko ledakan atau kebakaran.
- 2) Meningkatkan penegakan hukum terhadap laboratorium ekstraksi minyak hash ilegal dan perusahaan ilegal

sejenis. Hal ini melibatkan kerja sama antara kepolisian, pihak berwenang, dan lembaga terkait untuk memastikan penghentian kegiatan ilegal yang berpotensi berbahaya.

- 3) Melakukan evaluasi terhadap proses respons pemadam kebakaran, termasuk evaluasi waktu tanggap dan efektivitas evakuasi. Langkah ini penting untuk meningkatkan kemampuan pemadam kebakaran dalam menangani keadaan darurat sejak dini.

F. Latihan Soal

1. Apa yang dimaksud dengan tata cara keselamatan kerja?
 - a. Prosedur untuk mengatasi masalah
 - b. Prosedur untuk mengatasi kecelakaan
 - c. Prosedur untuk mengatasi kebakaran
 - d. Prosedur untuk mengatasi kemungkinan gangguan
 - e. Prosedur untuk mengatasi kemungkinan kecelakaan
 - f. Prosedur untuk mengatasi kemungkinan kemungkinan kecelakaan
2. Apa yang harus dilakukan sebelum menggunakan alat listrik di laboratorium?
 - a. Menyentuh alat dengan tangan basah
 - b. Menggunakan alat tanpa periksa keadaan
 - c. Memastikan tangan dan kaki dalam keadaan basah
 - d. Menyisir rambut
 - e. Memastikan alat dalam kondisi baik dan kering
 - f. Menyalakan alat tanpa melihat kondisi sekitar
3. Apa yang harus dilakukan sebelum meninggalkan laboratorium?
 - a. Meninggalkan peralatan di mana saja
 - b. Tidak mematikan alat listrik
 - c. Mengabaikan sampah yang berserakan
 - d. Memastikan semua peralatan dimatikan dan tempat kerja bersih

- e. Meninggalkan pintu terbuka
 - f. Tidak membereskan peralatan yang digunakan
4. Seorang praktikan hendak menggunakan alat pemotong yang tajam di laboratorium. Apa langkah-langkah keselamatan yang harus diambil sebelum menggunakan alat tersebut?
- a. Menggunakan alat tanpa periksa keadaan.
 - b. Memastikan alat tersebut disimpan di tempat yang mudah dijangkau.
 - c. Memeriksa keadaan alat, memakai sarung tangan, dan menjauhkan jari dari area potongan.
 - d. Menggunakan alat tanpa menggunakan pelindung mata.
 - e. Tidak memperhatikan posisi tubuh yang aman saat menggunakan alat tersebut.
 - f. Mengabaikan peringatan tentang bahaya potongan tajam.
5. Seorang praktikan hendak menggunakan zat beracun dalam percobaan laboratorium. Apa langkah-langkah keselamatan yang harus diambil sebelum penggunaan zat tersebut?
- a. Menyimpan zat tersebut di tempat yang mudah dijangkau.
 - b. Menggunakan zat tanpa menggunakan sarung tangan.
 - c. Membaca lembar data keselamatan bahan kimia (MSDS), menggunakan alat pelindung diri yang sesuai, dan menyediakan tindakan darurat jika terjadi kontak atau tumpahan.
 - d. Mencampur zat tersebut dengan bahan kimia lain untuk mengurangi risiko reaktifnya.
 - e. Tidak memeriksa label pada wadah zat sebelum digunakan.
 - f. Mengabaikan petunjuk penggunaan alat pelindung diri.
6. Hal pertama yang paling penting dilakukan sebelum memasuki laboratorium adalah...
- a. Memakai jas lab dan sepatu safety
 - b. Membaca dan memahami tata tertib lab
 - c. Mencuci tangan dengan sabun dan air

- d. Menyalakan semua peralatan yang dibutuhkan
 - e. Memastikan ruangan lab dalam keadaan bersih
 - f. Menyapa dan bercanda dengan teman lab
7. Siapa yang harus memberi persetujuan sebelum menggunakan lab?
- a. Petugas lab
 - b. Pengguna lab
 - c. Ketua Laboratorium
 - d. Penanggung jawab lab
 - e. Keamanan lab
 - f. Supervisor lab
8. Berikut yang merupakan tujuan utama membaca dan memahami instruksi kerja sebelum memulai percobaan di laboratorium adalah...
- a. Untuk menghemat waktu
 - b. Untuk menunjukkan pengetahuan
 - c. Untuk memastikan keselamatan dan keberhasilan percobaan
 - d. Untuk mengikuti kebiasaan
 - e. Untuk menunjukkan ketelitian
 - f. Untuk menghindari tanggung jawab
9. Yang bukan merupakan fungsi instruksi kerja, yaitu...
- a. Menghindari resiko kesalahan mekanisme kerja
 - b. Menghindari kesalahan operasional peralatan
 - c. Menghindari kerusakan peralatan
 - d. Menghindari kesalahan pengujian/pengukuran
 - e. Meningkatkan kualitas pengujian/pengukuran
 - f. Mengurangi kepatuhan terhadap prosedur kerja
10. Perilaku yang menunjukkan sikap bertanggung jawab di laboratorium, kecuali...
- a. Mengikuti semua instruksi dan tata tertib lab

- b. Merawat dan membersihkan peralatan lab dengan baik
 - c. Melaporkan kerusakan peralatan kepada pengawas lab
 - d. Menghemat penggunaan bahan kimia dan air
 - e. Membuang limbah lab dengan cara yang benar
 - f. Membantu teman lab yang membutuhkan walau tidak paham
11. Kacamata keselamatan terbagi menjadi 2 jenis, yaitu...
- a. *clear safety glasses dan clean safety goggles*
 - b. *clean safety glasses dan clean safety goggles*
 - c. *clear safety sunglasses dan clear safety goggles*
 - d. *clear safety glasses dan clear safety goggles*
 - e. *clear safety glasses dan clean safety goggles*
 - f. *clean safety sunglasses dan clean safety goggles*
12. Macam-macam sarung tangan yang digunakan di lab biasanya terbuat dari karet alam, nitril, dan...
- a. Neutron
 - b. Neoprena
 - c. Neotrena
 - d. Klorofil
 - e. Neurit
 - f. Neoreta
13. Untuk melindungi muka dari panas, api, dan percikan material panas, alat keselamatan laboratorium yang digunakan adalah...
- a. Kacamata keselamatan
 - b. Sarung tangan
 - c. Masker
 - d. Sepatu
 - e. *Face shield*
 - f. Jas laboratorium
14. *Clear safety goggles* merupakan kacamata keselamatan biasa yang digunakan untuk..

- a. melindungi mata dari percikan bahan kimia atau reaksi kimia berbahaya
 - b. menghindari mata dari debu
 - c. melindungi mata dari oksigen dan pasir
 - d. menutup mata dari panas, udara, dan percikan bahan kimia
 - e. melindungi mata dari matahari
 - f. melindungi mata dari percikan larutan basa atau debu
15. Alat Keselamatan Kerja di Laboratorium meliputi..
- a. jas laboratorium, masker, sarung, sepatu, kacamata, dan *face shield*
 - b. jas laboratorium, masker, sarung tangan, sepatu tertutup, kacamata, dan *face mask*
 - c. jas laboratorium, masker gas, sarung tangan, sepatu tertutup, kacamata, dan *face shield*
 - d. jas laboratorium, masker, sarung tangan, sepatu, dan kacamata
 - e. jas laboratorium, masker gas, sarung, sepatu, dan *face mask*
 - f. jas laboratorium, masker, sarung tangan, sepatu, dan *face shield*
16. Berikut ini yang merupakan golongan penyimpanan alat dan bahan di laboratorium sesuai dengan risikonya, kecuali...
- a. Penyimpanan pada rak terbuka
 - b. Penyimpanan dalam lemari tertutup khusus
 - c. Penyimpanan di tempat yang terpapar langsung sinar matahari
 - d. Penyimpanan dalam wadah tertutup rapat dan diberi label
 - e. Penyimpanan di area yang mudah dijangkau oleh anak-anak
 - f. Penyimpanan di tempat yang rawan bahaya
17. Urutan prosedur penyimpanan alat dan bahan di laboratorium yang benar adalah...
- a. Membuang sisa-sisa bahan kimia ke dalam saluran pembuangan terdekat

- b. Membersihkan alat dan bahan dengan air mengalir dan sabun
 - c. Menyimpan alat dan bahan di rak terbuka untuk memudahkan akses
 - d. Membuang wadah bahan kimia ke dalam sampah umum
 - e. Menyimpan alat dan bahan di lemari terbuka
 - f. Membiarkan alat dan bahan berserakan
18. Apa saja prosedur yang tepat dalam penyimpanan bahan yang beresiko berbahaya di laboratorium?
- a. Menyimpannya di tempat yang mudah dijangkau untuk memudahkan penggunaan
 - b. Menyimpannya bersama bahan-bahan lain yang tidak berbahaya untuk menghemat ruang penyimpanan
 - c. Memberi label yang jelas dan terbaca pada wadah penyimpanan
 - d. Memastikan kebersihan dan ketertiban ruang penyimpanan
 - e. Menyimpannya di rak terbuka agar mudah diambil saat diperlukan
 - f. Menaruhnya di sembarang tempat
19. Tindakan yang sesuai dalam menjaga keselamatan kerja di laboratorium adalah...
- a. Mengabaikan peraturan keselamatan jika pekerjaan di laboratorium terlalu mendesak
 - b. Menggunakan alat pelindung diri hanya jika memang terpaksa
 - c. Membuang bahan kimia yang tidak lagi diperlukan ke dalam sampah umum
 - d. Menghindari kontak langsung dengan kulit saat menangani bahan berbahaya
 - e. Menggunakan alat dan bahan tanpa memperhatikan petunjuk penggunaannya
 - f. Hanya memakai baju biasa tanpa pelindung
20. Mengapa penting untuk memastikan alat dan bahan yang beresiko berbahaya disimpan dengan benar di laboratorium?

- a. Agar terlihat rapi dan teratur
 - b. Untuk mengurangi risiko kecelakaan dan bahaya bagi pengguna laboratorium
 - c. Karena itu merupakan tugas penjaga laboratorium, bukan tanggung jawab praktikan
 - d. Hanya untuk memenuhi peraturan, bukan karena alasan keselamatan
 - e. Agar mudah dicari saat diperlukan tanpa memperhatikan keselamatan.
 - f. Supaya langsung dibuang setelah dipakai
21. Berikut adalah beberapa tindakan pencegahan kecelakaan di laboratorium, kecuali :
- a. Memakai jas lab dan sepatu safety saat bekerja di lab.
 - b. Mengikuti semua instruksi dan prosedur dengan cermat.
 - c. Membaca dan memahami MSDS (Material Safety Data Sheet) sebelum menggunakan bahan kimia.
 - d. Bermain dan bercanda dengan teman di dalam lab.
 - e. Menempatkan alat pelindung diri (APD) di tempat yang mudah dijangkau.
 - f. Melaporkan semua kecelakaan dan insiden kepada supervisor lab.
22. Ketika terjadi kebakaran kecil di lab, langkah pertama yang harus dilakukan adalah :
- a. Memanaskan tabung reaksi berisi air untuk memadamkan api.
 - b. Mencari pemadam api dan mencoba memadamkan api sendiri.
 - c. Menyalakan alarm kebakaran dan memberi tahu semua orang di lab untuk evakuasi.
 - d. Membuka jendela lab untuk mengeluarkan asap dan panas.
 - e. Menutup pintu lab untuk mencegah api menyebar.
 - f. Membawa bahan kimia yang mudah terbakar ke tempat yang aman.

23. Berikut adalah beberapa cara untuk menangani tumpahan bahan kimia di lab, kecuali :
- Menutupi tumpahan dengan pasir atau tanah liat untuk menyerapnya.
 - Mengencerkan tumpahan dengan air dan membuangnya ke saluran pembuangan.
 - Menetralkan tumpahan dengan bahan kimia yang sesuai.
 - Mengumpulkan tumpahan dengan hati-hati menggunakan pipet atau spatula.
 - Membiarkan tumpahan menguap sendiri.
 - Membersihkan area tumpahan dengan sabun dan air.
24. Saat bekerja dengan bahan kimia berbahaya di lab, penting untuk :
- Memakai sarung tangan dan kaca mata pelindung untuk melindungi diri.
 - Mencampur bahan kimia secara langsung di tangan.
 - Membau bahan kimia untuk mengidentifikasi aromanya.
 - Menyimpan makanan dan minuman di dalam lab.
 - Meletakkan bahan kimia di tempat yang mudah dijangkau oleh semua orang.
 - Membuang bahan kimia sisa ke saluran pembuangan.
25. Ketika selesai bekerja di lab, penting untuk ...
- Meninggalkan peralatan dan bahan kimia di tempatnya
 - Mematikan semua peralatan dan lampu.
 - Mencuci tangan dengan sabun dan air.
 - Membersihkan meja lab dan membuang sampah dengan benar.
 - Melepas jas lab dan sepatu safety di dalam lab.
 - Mengunci pintu lab sebelum meninggalkan ruangan.

PEMBUATAN PERANGKAT ADMINISTRASI LABORATORIUM

A. Administrasi Laboratorium

Administrasi laboratorium merupakan suatu proses bersama untuk menyelenggarakan kegiatan laboratorium baik berupa pendidikan, penelitian, maupun pengabdian masyarakat secara kelembagaan meliputi perencanaan, pengorganisasian, pengoordinasian, pengarahan, pengawasan untuk mencapai tujuan pengelolaan laboratorium secara terencana dan sistematis.

1. Tujuan Administrasi Laboratorium

Administrasi laboratorium meliputi segala kegiatan administrasi yang ada di laboratorium antara lain:

- a. Investasi peralatan laboratorium yang ada.
- b. Daftar kebutuhan alat baru, alat tambahan, alat-alat yang rusak, alat-alat yang dipinjam dan alat-alat yang dikembalikan.

- c. Surat keluar masuk.
- d. Daftar pemakaian laboratorium, sesuai jadwal kegiatan praktikum dan penelitian.
- e. Daftar inventaris bahan-bahan kimia dan non kimia bahan-bahan gelas.
- f. Daftar inventaris alat-alat mebel lain.
- g. Sistem evaluasi dan pelaporan.

2. Komponen Administrasi Laboratorium

Secara standar terdapat 9 komponen administrasi laboratorium yang harus dipenuhi oleh pengurus laboratorium. Kesembilan komponen tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Buku inventaris
- b. Kartu Stok
- c. Kartu Peminjaman Alat / Bahan
- d. Buku Catatan Harian Laboratorium
- e. Kartu Reparasi
- f. Label alat dan bahan
- g. Program Semester Laboratorium
- h. Laporan Bulanan
- i. Daftar Alat Dan Bahan

Secara rinci mengapa administrasi laboratorium perlu dilaksanakan adalah sebagai berikut:

- Untuk memperoleh informasi tentang keadaan laboratorium dengan cepat dan mudah.
- Untuk pendataan semua peralatan yang ada.
- Sebagai pusat informasi tentang keberadaan suatu alat laboratorium di suatu laboratorium tertentu.
- Untuk perencanaan dan pengembangan laboratorium secara berlanjut dimasa mendatang.
- Membina kegiatan laboratorium yang lebih baik dan teratur.
- Mengatur tata cara pemesanan alat

3. Contoh Kegiatan Administrasi Laboratorium

DAFTAR INVENTARIS LABORATORIUM FISIKA

Ruang :
Lemari No :

No	Nama Alat / Bahan	Jumlah	Kondisi	Keterangan

Jakarta, 7 Oktober 2022
Koord. Lab. Fisika

NIP

Gambar 6.1 Contoh Kegiatan Administrasi Laboratorium
Sumber: Lab. Fisika UNJ

DAFTAR LAPORAN PERAWATAN ALAT

Ruang :
Lemari No :

No	Nama Bahan Kimia	Jumlah	Keterangan	
			Asal	Tempat
1.				
2.				
3.				

Jakarta, 1 Januari 2022
Koord. Lab. Fisika

NIP

Gambar 6.2 Contoh Daftar Laporan Perawatan Alat
Sumber: Lab. Fisika UNJ

DAFTAR LAPORAN PERAWATAN ALAT

No	Nama Alat	Merk/Tipe	Pekerjaan					Keterangan
			PS	BR	ST	GT	BK	
1.								
2.								
3.								
4.								

Jakarta, 1 Januari 2022
Koord. Lab. Fisika

NIP

Gambar 6.3 Contoh Daftar Laporan Perawatan Alat
Sumber: Lab. Fisika UNJ

4. Membuat Perangkat Administrasi dan Inventaris Laboratorium

Maraknya teknologi digital yang dimanfaatkan hampir di setiap aspek kehidupan termasuk pendidikan didorong oleh era industri 4.0. Di era pendidikan 4.0, lingkungan pembelajaran berbasis teknologi dengan koneksi internet sangat penting untuk memperlancar proses pendidikan. Salah satu sumber belajar yang dimanfaatkan untuk menunjang proses pembelajaran adalah laboratorium khususnya yang berkaitan dengan keterampilan siswa dan proses pemahaman suatu konsep sains. Sebagaimana tercantum dalam Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 24 Tahun 2007 dan Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan, laboratorium adalah tempat penerapan teori ilmiah, pengujian teori, pembuktian uji coba penelitian, dan kegiatan lainnya dengan menggunakan alat-alat yang saling melengkapi serta fasilitas dengan kuantitas dan kualitas yang memadai. Laboratorium adalah tempat dilakukannya eksperimen dan penelitian. Area ini bisa berupa ruang terbuka, ruangan tertutup, atau keduanya. Laboratorium dalam arti sempit adalah ruang tertutup yang digunakan untuk penelitian dan eksperimen. (Kuncoro et al., 2018).

Peraturan Menteri Nomor 15 Tahun 2014 menyebutkan bahwa salah satu sarana yang dimanfaatkan lembaga pendidikan untuk menunjang pertumbuhan pengetahuan dan keterampilan peserta didik adalah laboratorium. Selain itu, laboratorium juga dapat dimanfaatkan untuk mendukung proyek pengabdian masyarakat. Berbagai instrumen dan bahan yang terdapat di laboratorium digunakan untuk menunjang kegiatan praktikum yang dilakukan di sana. Oleh karena itu, semua kebutuhan peralatan laboratorium harus dipenuhi untuk memfasilitasi kelancaran pelaksanaan operasi praktik dan penelitian (Sari dkk., 2018).

Untuk memfasilitasi pengalaman belajar yang lebih sukses, diperlukan manajemen laboratorium. Hal ini mencakup pengelolaan dan penatausahaan inventarisasi alat dan bahan laboratorium yang digunakan. Mengingat bahwa laboratorium dapat berfungsi sebagai tempat demonstrasi teori-teori yang dibahas di kelas, maka penyediaan layanan laboratorium yang unggul sangat penting dalam proses pembelajaran. Diperlukan suatu sistem yang dapat memudahkan administrasi untuk mencatat barang-barang yang ada atau yang dipinjam. Dengan memanfaatkan sistem manajemen laboratorium yang memanfaatkan kemajuan informasi dan teknologi, diharapkan para siswa dapat dengan cepat dan mudah mengakses alat dan bahan yang ada di laboratorium. (Setiawan & Zaenuddin, 2019).

Kunci keberhasilan manajemen laboratorium pendidikan dapat ditentukan oleh berbagai faktor seperti sumber daya manusia pendukung dari level bawah sampai pimpinan sehingga dapat mewujudkan iklim laboratorium yang ideal. Definisi umum manajemen laboratorium sendiri adalah segenap upaya yang ditempuh melalui proses perencanaan, organisasi, pengarahan dan pengawasan untuk mencapai tujuan organisasi yang didukung dengan seluruh sumber daya yang tersedia di laboratorium pendidikan. Salah satu fungsi manajemen laboratorium adalah menjamin penyelenggaraan pembelajaran dan praktikum bagi peserta didik secara efektif dan efisien (Sari, Dayana, & Farida, 2018).

Pengelolaan laboratorium terdiri dari: Organisasi Laboratorium, Administrasi Laboratorium (inventarisasi alat dan fasilitas laboratorium, administrasi penggunaan laboratorium, administrasi peminjaman alat-alat laboratorium, administrasi pemeliharaan alat-alat laboratorium); Keselamatan kerja di laboratorium. Perawatan dan perbaikan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mempertahankan,

meningkatkan, dan mengembalikan peralatan dalam kondisi yang baik agar siap digunakan. Perawatan alat laboratorium dimaksudkan sebagai usaha preventif atau pencegahan agar peralatan tidak rusak atau tetap terjaga dalam kondisi baik dan siap digunakan (Supriyanto, dkk, 2020).

Salah satu komponen manajemen laboratorium adalah administrasi. Menurut Liang Ge, istilah Latin yang terdiri dari kata *ad* dan *minister*, yang mana *ad* berarti kepada dan *minister* yang berarti melayani, membantu, atau mengarahkan. Sedangkan Purwanto mengartikan administrasi sebagai suatu tindakan atau usaha untuk membantu, melayani, mengarahkan, atau mengatur segala urusan dalam rangka mencapai suatu tujuan. Berdasarkan beberapa pengertian tadi dapat disimpulkan bahwa administrasi dapat didefinisikan sebagai proses manajemen aktivitas yang melibatkan pengorganisasian, pengumpulan, dan pendokumentasian data dan informasi untuk mencapai tujuan tertentu dengan cara yang produktif dan efisien. Ketika proses administrasi laboratorium masih menggunakan cara manual, terdapat beberapa kemungkinan yang dapat terjadi seperti kehilangan data serta terdapat duplikasi data dalam proses administrasi laboratorium manual sehingga memerlukan dua putaran pekerjaan. Penggunaan web dinamis yang diorganisir dengan database yang biasa dikenal dengan sistem manajemen administrasi laboratorium merupakan salah satu metode yang matematis dan efisien dalam pengelolaan administrasi laboratorium. (Anisa, 2019).

Kemudian terdapat inventaris dalam komponen manajemen laboratorium. Secara luas, Inventaris sendiri adalah alat ataupun barang yang mendukung sebuah organisasi maupun instansi untuk melaksanakan pekerjaan maupun bisnisnya. Inventarisasi dapat dikelola dengan baik melalui beberapa cara, sebagai berikut:

1. Membuat pembukuan yang mudah dan jelas

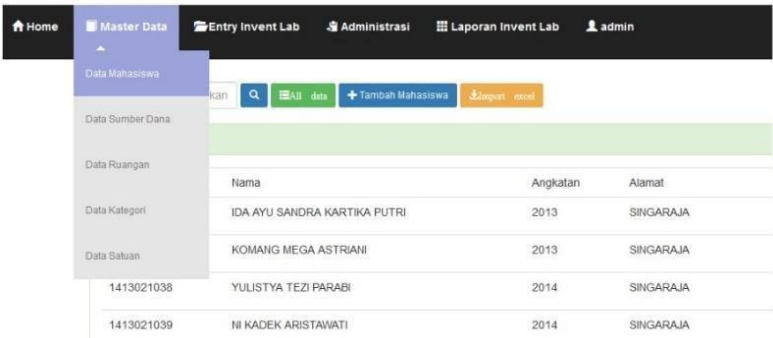
2. Membuat daftar penerimaan dan permintaan barang
3. Membuat juga buku mengenai:
 - a. Penerimaan barang / alat
 - b. Peminjaman barang / alat
 - c. Stok barang dan alat
 - d. Kondisi barang dan alat
 - e. Informasi kesediaan barang dan alat
4. Data kondisi alat dan barang inventaris di ikuti dengan lampiran foto maupun bukti-bukti penunjang. (Huda, 2022).

Inventaris juga merupakan kegiatan untuk melakukan pencatatan data barang milik suatu instansi atau organisasi pada suatu waktu tertentu. Inventarisasi dengan model yang konvensional sudah banyak diterapkan diberbagai instansi, tetapi memiliki kekurangan dan kelemahan. Teknologi Komputer yang berkembang saat ini dapat membantu setiap pekerjaan manusia dalam hal pengelolaan manajemen instansi. Teknologi dapat membantu kerja manusia dalam hal pengolahan data dengan mengimplementasikan pengelolaan manajemen kedalam sistem yang didukung teknologi informasi. Duplikasi data merupakan permasalahan yang timbul jika data persediaan masih disediakan secara manual. Hal ini menyebabkan terjadinya ketidakakuratan data karena tidak memiliki tempat penyimpanan data yang relevan. Oleh karena itu hanya terdapat sedikit perlindungan data sehingga rentan terhadap manipulasi oleh pihak ketiga. Data dapat hilang atau rusak kapan saja dan pencariannya menjadi tidak efisien jika datanya banyak karena administrator harus mencari setiap informasi satu persatu. (Morita, 1974).

Dalam rangka pengelolaan inventaris laboratorium yang efisien dan efektif perlu dibangun sebuah system manajemen inventaris otomatis berbasis Teknologi Informasi. Sistem Manajemen Inventaris berfokus pada perekaman dan

pembaharuan data juga menghasilkan laporan-laporan yang dapat membantu pengguna melakukan pengecekan status dari peralatan dan komponen-komponen yang ada di laboratorium menelusuri peralatan dan komponen laboratorium yang dipinjam ataupun yang telah dikembalikan oleh mahasiswa maupun instruktur. Sehingga sistem ini dapat membantu laboran dalam mencari, mengedit, menelusuri informasi mengenai peralatan dan komponen laboratorium secara otomatis dan efisien (Arif, 2019).

Website merupakan salah satu contoh sistem layanan yang paling populer dan paling berkembang dalam perkembangan internet. Secara teknis website bisa dikatakan sebagai sebuah sistem yang menyediakan berbagai informasi. Informasi yang disediakan pada website dapat berupa teks, gambar, suara, video dan lain-lain. Semua informasi yang tersedia di website tersimpan di sebuah internet webserver. Informasi yang tersimpan di webserver tersebut umumnya akan ditampilkan dalam bentuk HTML (Hypertext Markup Language). Berikut ini merupakan contoh menu Utama dari pengelolaan administrasi laboratorium menggunakan website:



Gambar 6. 4 Pengelolaan administrasi laboratorium
(Suwindra dkk, 2023)

Dari komputer yang kita gunakan, website dapat diakses dengan menggunakan sebuah software atau program aplikasi yang disebut web browser. Browser akan membaca dan menampilkan halaman website yang tersimpan di webserver dengan protokol yang disebut HTTP (Hypertext Transfer Protocol). Ada beberapa jenis browser yang tersedia saat ini, contohnya: Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera dan lainnya. Program aplikasi yang menunjang untuk pembuatan sistem informasi inventaris yang dapat diakses secara online adalah sebagai berikut: aplikasi web page PHP, database MySQL dan web server Apache. Proses kerja sistem pada penelitian ini terbagi menjadi beberapa bagian. Mulai dari instalasi software, pre-processing data, perancangan database, pembuatan database MySQL, dan perancangan GUI program berbasis web. (Suwindra, 2023).

PHP sendiri merupakan kependekan dari Hypertext Preprocessor. PHP merupakan bahasa pemrograman web server yang dapat digunakan sebagai pengolah data. Rasmus Lerdorf mengembangkan PHP pada tahun 1994. dibuat untuk membuat program web lebih interaktif dan dinamis. Data klien akan disimpan dalam database sehingga dapat diambil sesuai kebutuhan. Secara teori, PHP melakukan tugas yang sama seperti program seperti Perl, Cold Fusion, dan ASP (Active Server Page). Namun demikian, PHP dapat digunakan mirip dengan baris perintah. Hal tersebut memungkinkan skrip PHP dijalankan secara independen dari server web atau browser. Karena PHP ditampilkan dalam komunitas sumber terbuka maka siapapun dapat mengubah dan membagikan kode sumber tanpa batasan. PHP juga diedarkan secara gratis dan dapat berjalan diberbagai web server seperti IIS, Apache, PWS dan lain-lain. (Widyastuti, 2017).

Laboratorium merupakan sarana penunjang kegiatan pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan dan

keahlian siswa. Laboratorium yang baik ditandai dengan persediaan media pembelajaran yang melimpah. Oleh karena itu, inventarisasi penting untuk pemeriksaan perangkat dan komponen di laboratorium. Proses inventarisasi di laboratorium biasanya masih dilakukan dengan menggunakan sistem manual, yaitu metode pengumpulan dan pencatatan data. Inventaris diperlukan untuk mengetahui ketersediaan perangkat selama proses peminjaman. Siswa mengelola inventaris dengan mencatat informasi pribadi dan mencatat status peralatan pada formulir inventaris yang tersedia (Aminah dkk., 2019).

Laboratorium dalam bidang pendidikan digunakan dalam proses pembelajaran dengan metode eksperimen untuk membuat pengalaman belajar peserta didik lebih beragam karena melatih keterampilan peserta didik menggunakan peralatan laboratorium, dan menggunakan bahan-bahan kimia dengan cara yang benar sesuai dengan prosedur keselamatan kerja dalam laboratorium (Yunit a, 2009). Peralatan laboratorium kimia dapat diklasifikasikan menjadi delapan kelompok. Klasifikasi tersebut didasarkan pada jenis bahan pembuat perkakas, dengan jenis perkakas yang diklasifikasikan, antara lain perkakas kaca, besi, kayu, porselen, karet, plastik, dan listrik (Jufriyah dkk., 2019).

Jenis peralatan gelas seperti labu ukur, gelas kimia, dan gelas ukur. Selain perangkat ini, terdapat juga perangkat mekanis dan perangkat lainnya. Oleh karena peralatan laboratorium digunakan untuk menunjang kegiatan pembelajaran baik dalam pembelajaran sehari-hari maupun penelitian, maka peralatan laboratorium harus tersedia dan terkalibrasi dengan baik setiap saat (Vendamawan, 2015: 41–46).

Sesuai Peraturan Menteri Nomor 15 Tahun 2014, laboratorium merupakan salah satu fasilitas yang menunjang

lembaga pendidikan dalam meningkatkan keterampilan dan pemahaman peserta didik. Laboratorium juga digunakan sebagai tempat untuk menguji hipotesis teoritis, mengkalibrasi peralatan, dan memverifikasi hasil penelitian ilmiah dengan berbagai cara. Selain itu, Institut juga dapat digunakan untuk mendukung kegiatan amal (Jufriyah dkk., 2019: 26–32).

Pengelolaan laboratorium tidak hanya sekedar proses pengumpulan data, pencatatan, dan katalogisasi peralatan dan kegiatan laboratorium, namun lebih luas lagi merupakan proses kolaboratif dalam melaksanakan kegiatan laboratorium dalam bentuk pengajaran, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat secara organisasi. Menyelenggarakan, mengkoordinasikan, mengarahkan, dan mengawasi pencapaian tujuan pengelolaan laboratorium secara terencana dan sistematis. Menurut Leonard D. White, manajemen adalah suatu proses yang umum terjadi pada semua perusahaan, baik pemerintah atau swasta, pemerintah atau swasta, sipil atau militer, besar atau kecil.

Pengadministrasian adalah proses pendokumentasian kegiatan laboratorium yang berkaitan dengan seluruh sarana dan prasarana, serta pengadaan peralatan dan bahan, dan dapat ditingkatkan dengan sistem manajemen laboratorium yang terpasang, yaitu meliputi;

- a. inventarisasi peralatan dan fasilitas laboratorium.
- b. pengelolaan penggunaan laboratorium, misalnya rencana magang mahasiswa, buku harian kegiatan magang, program kegiatan laboratorium.
- c. pengelolaan persewaan alat laboratorium

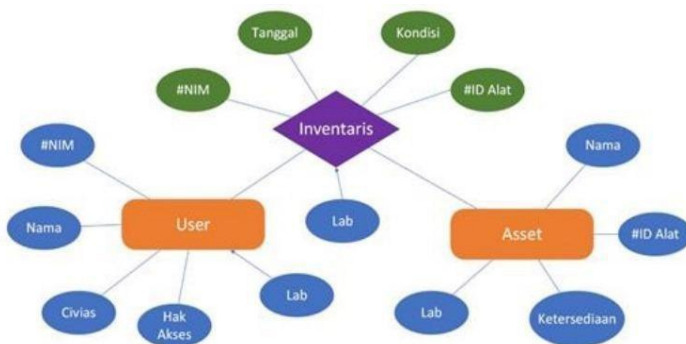
Contoh daftar kendali yang digunakan sebagai bagian manajemen laboratorium dengan inventarisasi yang tepat.

- a. diharapkan tugas operasional yang dilakukan dapat berjalan dengan lancar

- b. dapat dengan mudah menemukan peralatannya
- c. memudahkan pemeriksaan peralatan dan bahan laboratorium untuk memastikan kondisi sebenarnya.
- d. validasi ulang sangat berguna bagi pemangku kepentingan (pemerintah) untuk menginventarisasi aset pemerintah.
- e. menjadi dasar pemesanan atau permintaan peralatan dan perlengkapan laboratorium yang diperlukan (Ramadhani, S.P., 2020).

Pengelolaan merupakan suatu proses pendayagunaan sumber daya secara efektif dan efisien untuk mencapai suatu sasaran yang diharapkan secara optimal dengan memperhatikan keberlanjutan fungsi sumber daya. Pengelolaan dijalankan dengan unsur atau fungsi-fungsi manajer, yakni perencanaan, pengorganisasian, pemberian komando, pengordinasian, pengadaan tenaga kerja, pemberian bimbingan, pelaporan, penganggaran dan pengendalian serta evaluasi. Beberapa aspek dalam pengelolaan laboratorium diantaranya perencanaan, pengadministrasian, penataan, perawatan, pengamanan dan pengawasan.

Pengelolaan tidak hanya mencakup struktur organisasi masing-masing laboratorium, tetapi juga komponen organisasi dan peralatan tergantung pada jenis dan tingkat laboratorium. Semua laboratorium harus mempunyai struktur organisasi yang jelas dan terorganisir. Dengan demikian pengelolaan laboratorium dapat terkontrol secara optimal dan pengelolaan laboratorium yang baik dapat optimal. Oleh karena itu, pengelolaan laboratorium dapat bersifat kompleks dan tepat sasaran, mulai dari perencanaan ruang (tata letak laboratorium) hingga seluruh peralatan pendukung lainnya. Karena merupakan sarana dan prasarana penting yang menunjang proses pembelajaran di sekolah (Susanti dkk., 2021). Berikut adalah gambar hubungan system inventaris:



Gambar 6. 5 Hubungan system inventaris
(Aminah, 2019)

Inventarisasi merupakan suatu kegiatan dan upaya untuk mencatat kondisi seluruh peralatan laboratorium. Bagi sekolah dan lembaga pendidikan yang memiliki banyak laboratorium, sangat penting untuk mencatat dan menginventarisasi peralatan dan perlengkapan laboratorium serta bahan yang diperlukan untuk kegiatan pembelajaran siswa. Inventarisasi yang baik memberikan pedoman dalam menyusun anggaran dan kegiatan tahun depan, seperti mengganti peralatan yang rusak, menambah peralatan baru, dan lain-lain. Catatan inventaris yang baik memudahkan peralihan tanggung jawab dari satu manajer ke manajer lainnya. Inventaris juga memudahkan untuk melihat di mana letak peralatan, sehingga memudahkan pengelolaan kerusakan atau kehilangan.

Tujuan inventarisasi:

1. mencegah kehilangan dan penyalahgunaan peralatan dan bahan laboratorium.
2. mengurangi biaya operasional.
3. memfasilitasi audit, pengadaan, dan akuntabilitas.
4. meningkatkan alur kerja dan hasil
5. mengganggu proses kerja dan hasil-hasilnya.

Merupakan tugas sekolah untuk memelihara inventarisasi fasilitas dan peralatan sekolah. Sistem dan pelaksanaan inventarisasi harus mematuhi peraturan dan arahan yang berlaku.

Perangkat pengadministrasian:

1. Alat dan Bahan
2. Buku inventaris
3. Kartu penyimpanan
4. Faktur/Pinjaman
5. Kartu/buku daftar alat/bahan yang rusak
6. Kartu reparasi
7. Program kerja laboratorium
8. Rencana kegiatan laboratorium
9. Daftar alat/bahan sesuai lembar kerja siswa (LKS)
10. Buku catatan harian kegiatan laboratorium

Pelaksanaan inventarisasi tersebut sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 67 Tahun 2015 tentang Inventarisasi dan Pelaporan Barang Milik Negara Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Manajemen inventarisasi yang sistematis harus dilakukan untuk memudahkan pemeriksaan peralatan dan bahan laboratorium. Pengecekan persediaan ini dapat dilakukan dengan menghubungi .

1. Buku induk barang inventaris
 2. Buku data barang inventaris
 3. Buku golongan barang inventaris
 4. Laporan triwulan mutasi barang
 5. Daftar entri barang
 6. Daftar ringkasan barang inventaris
- (Susanti dkk., 2021).

B. Standar Laboratorium Sekolah

Laboratorium yang baik memiliki fasilitas penunjang meliputi fasilitas umum dan fasilitas khusus. Fasilitas umum adalah fasilitas yang dapat digunakan oleh semua pemakai laboratorium

seperti penerangan, ventilasi, air, bak cuci, aliran listrik, dan gas. Sedangkan fasilitas khusus berupa peralatan yang meliputi meja siswa, meja guru, kursi, papan tulis, lemari alat, lemari bahan, perlengkapan P3K, pemadam kebakaran.

1. Faktor yang harus dipertimbangkan sebelum membangun laboratorium

- a. Ruang utama yang merupakan tempat siswa melakukan praktikum.
- b. Ruang pelengkap terdiri dari ruang persiapan dan ruang penyimpanan/Gudang.

2. Pengelolaan laboratorium

Cara penyimpanan alat, hendaknya berdasarkan atas berat alat, bahan alat, spesifikasi alat dan frekuensi penggunaan alat. Sedangkan penyimpanan bahan kimia dapat didasarkan pada golongan, sifat, dan wujudnya.

3. Membuat Standar Laboratorium

Laboratorium merupakan salah satu sarana penting dalam pembelajaran fisika. Hal ini dibuktikan dalam suatu penelitian oleh Setiawan dkk. pada kelas X-1 di SMA Negeri 1 Rambipuji pada tahun ajaran 2012-2013. Penelitian tersebut menggunakan teknik pengumpulan data berupa dokumentasi, observasi, tes, dan wawancara. Kemudian teknik analisis “Paired Samples T-test” yang menunjukkan taraf signifikansi 0,05 dengan bantuan program SPSS versi 16.0 untuk mendeskripsikan retensi hasil pembelajaran fisika siswa. Dalam penelitian tersebut, peneliti menyimpulkan bahwa terdapat pengaruh signifikan setelah pembelajaran dengan metode praktikum terhadap hasil belajar fisika siswa di kelas X-1 SMA Negeri Rambipuji, dan retensi hasil belajar fisika siswa setelah melalui metode praktikum tergolong tinggi (Setiawan et. al., 2021).

Oleh karena pentingnya laboratorium dalam pembelajaran fisika, tentunya mutu dan kondisi fasilitas laboratorium perlu

diperhatikan. Laboratorium memerlukan beberapa sarana dan fasilitas yang terbagi menjadi dua, yaitu fasilitas umum dan fasilitas khusus.

1. Fasilitas Umum Laboratorium

Fasilitas umum adalah fasilitas yang dapat digunakan oleh semua pemakai laboratorium seperti penerangan, ventilasi, air, bak cuci, aliran listrik, dan gas.

a. Penerangan

Untuk melakukan segala aktivitas yang ada dalam ruangan maka diperlukan intensitas cahaya yang memadai, sehingga kegiatan laboratorium dapat dilaksanakan dengan maksimal. Diperlukan ketelitian dalam proses perencanaan penerangan seperti pemilihan jenis lampu, jumlah lampu, serta daya yang digunakan.

Kualitas penerangan yang tidak memadai dapat berefek buruk bagi fungsi penglihatan, juga untuk lingkungan sekeliling tempat kerja. Efek buruk juga dapat timbul dari aspek psikologis, seperti kelelahan, rasa kurang nyaman, dan kurang kewaspadaan, hal-hal ini dapat berakibat fatal karena dapat menimbulkan kecelakaan (Parera et. al., 2018).

b. Ventilasi

Ventilasi merupakan proses atau sistem pertukaran udara dimana diterapkan sistem agar ada udara segar yang masuk melalui saluran masuk dan pengeluaran udara terkontaminasi. Selain itu, kalor yang berlebihan dari ruangan maupun bangunan juga dikeluarkan melalui saluran buang. Tujuan dari dilakukannya hal ini adalah untuk menjaga kualitas udara dalam ruangan agar kenyamanan praktikan maupun peneliti terjaga dan tidak menghambat kegiatan.

Ventilasi dilakukan agar udara dalam ruangan layak digunakan dan sesuai dengan kebutuhan manusia, maka tentunya ventilasi merupakan bagian penting dalam ruangan maupun bangunan. Bahkan dapat dikatakan ventilasi menjadi penunjang kehidupan. Perlu diperhatikan bahwa parameter untuk meningkatkan kesehatan sistem ventilasi mengacu pada Standar Nasional Indonesia (2001) untuk laju udara sekitar 6 m³/jam (Ernada et. al., 2023).

c. Air

Air merupakan fasilitas penting dalam laboratorium. Jumlah pasokan air harus cukup, dan kualitas air juga perlu diperhatikan. Air digunakan untuk membersihkan peralatan, dan kualitas air yang kurang baik dapat mempercepat kerusakan alat-alat terutama alat yang terbuat dari logam. Aliran air yang masuk dan yang keluar sama-sama harus diperhatikan. Pembuangan air sisa cucian juga harus diperhatikan karena mungkin mengandung bahan-bahan yang bersifat korosif sehingga perlu melalui pengenceran sebelum dibuang melalui pipa (Riandi, 2012).

d. Bak cuci

Bak cuci atau *sink* bisa terbuat dari beton atau porselen. Perlu diperhatikan bahwa bahan porselen lebih mudah ternoda apabila terkena bahan-bahan kimia. Dalam pemakaiannya, bak cuci perlu dilengkapi dengan saringan untuk mencegah masuknya sisa-sisa praktikum yang berupa bahan padat karena dapat mengganggu saluran air. Pembuangan bahan-bahan kimia seperti asam-basa kuat dan bahan-bahan korosif lainnya sebaiknya mengikuti proses pengenceran untuk mengurangi konsentrasi larutan agar bak cuci terhindar dari kerusakan seperti korosi (Riandi, 2012).



Gambar 6. 6 Bak Cuci
(Britz & Company, 2021)

e. Aliran listrik

Listrik merupakan fasilitas yang sangat penting, terutama pada laboratorium fisika. Beberapa praktikum dan penelitian fisika menggunakan peralatan yang menggunakan listrik, seperti catu daya, osiloskop, generator, dsb. Besarnya daya yang terpasang harus mencukupi kebutuhan alat-alat laboratorium. Tegangan listrik juga harus selalu diperiksa kestabilannya, karena tegangan yang tidak stabil dapat merusak alat-alat.

Instalasi listrik juga perlu diperhatikan, pastikan tidak berdekatan dengan aliran air dan gas. Selain itu juga harus dilengkapi dengan pengaman yang mudah dijangkau. Instalasi listrik juga perlu diperiksa secara periodik.

2. Fasilitas Khusus Laboratorium

Fasilitas khusus berupa peralatan yang meliputi meja siswa, meja guru, kursi, papan tulis, lemari alat, lemari bahan, perlengkapan P3K, dan pemadam kebakaran. Umumnya meja siswa/mahasiswa memiliki ukuran tinggi 70-75 cm. Meja guru/dosen atau meja demonstrasi harus lebih tinggi dari meja siswa, hal ini dilakukan agar demonstrasi dapat terlihat hingga ke meja siswa yang paling jauh.

Kursi laboratorium sebaiknya berupa kursi yang dapat diatur ketinggiannya, sehingga dapat menyesuaikan dengan jenis kegiatan praktikum/eksperimen maupun disesuaikan dengan keperluan praktikan/peneliti.

Lemari alat dan bahan hendaknya memiliki tahapan (*shelves*) yang dapat diatur posisinya untuk memudahkan penataan alat-alat yang bervariasi ukurannya. Untuk peralatan seperti mikroskop dan alat optik lainnya biasanya diperlukan lemari khusus (Riandi, 2012).

Untuk cara penyimpanan alat, hendaknya berdasarkan atas berat alat, bahan alat, spesifikasi alat dan frekuensi penggunaan alat. Sedangkan penyimpanan bahan kimia dapat didasarkan pada golongan, sifat, dan wujudnya.

Fasilitas ruang laboratorium fisika di sekolah umumnya terdiri dari ruang praktikum, ruang guru, ruang persiapan, dan ruang penyimpanan. Setiap ruangan ini dirancang sedemikian rupa agar kegiatan di dalamnya berjalan dengan baik dan

nyaman, memudahkan akses antar ruangan, mengontrol keamanan alat-alat, dan menjaga keselamatan kerja.

a) Ruang Praktikum

Ruang praktikum adalah ruangan utama di laboratorium fisika sekolah yang digunakan untuk pembelajaran fisika melalui praktikum, demonstrasi, dan penelitian. Ruang praktikum harus cukup luas untuk memfasilitasi gerakan siswa dan guru selama pembelajaran. Fasilitas utama yang diperlukan di ruang praktikum meliputi instalasi listrik, air, gas, papan tulis, layar OHP dan LCD, serta meja, kursi, loker, dan lemari penyimpanan alat praktikum. Ruang praktikum juga perlu memiliki ventilasi udara yang cukup, pintu masuk dan keluar terpisah, serta fasilitas pemadam kebakaran.

b) Ruang Guru

Ruang guru adalah tempat kerja bagi penanggung jawab laboratorium dan guru yang mengajar di laboratorium. Ruang guru sebaiknya terletak di dalam laboratorium dan terhubung dengan ruang praktikum melalui dinding berkaca bening. Ruang guru harus dilengkapi dengan instalasi listrik, ventilasi udara, meja, kursi, lemari, dan loker untuk administrasi laboratorium. Ruang ini juga digunakan untuk pekerjaan administrasi dan kegiatan akademik laboratorium.

c) Ruang Persiapan

Ruang persiapan adalah ruang yang digunakan untuk merawat dan mempersiapkan alat-alat laboratorium. Ruang persiapan dapat juga digunakan sebagai tempat kerja laboran jika laboratorium memiliki petugas laboran. Ruang persiapan terletak di antara ruang praktikum dan ruang penyimpanan. Fasilitas yang diperlukan di ruang persiapan meliputi instalasi

listrik, ventilasi udara, meja, kursi, lemari, dan loket peminjaman alat-alat. Di ruang ini dilakukan pemeliharaan dan perawatan alat-alat laboratorium.

d) Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan atau Gudang laboratorium digunakan khusus untuk menyimpan alat-alat yang tidak sedang digunakan. Ruang penyimpanan terletak di dalam laboratorium, biasanya bersebelahan dengan ruang persiapan. Ruang penyimpanan dilengkapi dengan instalasi listrik, ventilasi udara, dan lemari penyimpanan alat dan bahan.

Untuk memastikan pengelolaan laboratorium memiliki keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan untuk menjalankan tugas dengan efektif dan aman, diperlukan standarisasi kompetensi. Pelatihan, sertifikasi, dan pembangunan profesional yang berkaitan merupakan beberapa standarisasi yang dapat dilakukan. Kerangka kerja kompetensi yang jelas beserta penyelenggaraan pelatihannya yang sesuai dapat dilakukan organisasi pendidikan dan lembaga terkait untuk memastikan bahwa pengelola laboratorium memenuhi standar yang ditetapkan (Berutu et. al., 2023).

Sebuah hasil studi mengenai pengelolaan laboratorium fisika SMA di Kota Metro menemukan beberapa kendala dan masalah dalam pengelolaan laboratorium fisika yaitu;

- 1) kepala laboratorium tidak berfokus pada tugas kepala laboratorium saja, karena hanya merupakan profesi sampingan dari seorang guru.
- 2) Laboran, yang memerlukan penguasaan dan pemahaman berbagai alat laboratorium, belum menguasai dan memahami berbagai alat laboratorium dan pekerjaan laboran,
- 3) Kurangnya minat dan motivasi guru untuk menggunakan laboratorium dalam pembelajaran.

- 4) Pengelolaan laboratorium yang kurang baik, sehingga jika guru ingin menggunakan laboratorium harus mempersiapkan sendiri perencanaannya, alat dan bahannya, penggunaan dan pengembalian serta penyimpanan alat.
- 5) Alat dan bahan laboratorium fisika belum tersusun dengan baik sehingga perlu waktu dan tenaga untuk mencari suatu alat.
- 6) Ruang laboratorium tidak digunakan sebagaimana seharusnya, misalnya digunakan untuk rapat, sebagai ruang panitia ujian, atau bahkan ruang untuk penyimpanan barang, sehingga saat akan digunakan untuk praktikum maupun penelitian terdapat hal-hal yang tidak pada tempatnya. (Suseno et. al., 2017).

Menurut saya, untuk mengatasi permasalahan diatas perlu dilakukan tindakan sebagai berikut: (1) mengadakan pelatihan kepala laboratorium, serta apresiasi dan pemberian kompensasi moneter atas pekerjaannya; (2) mengadakan pelatihan laboran yang dikepalai oleh kepala laboratorium, sehingga kepala laboratorium bertanggung jawab atas semua pengurus laboratorium; (3) membuat program agar pembelajaran menggunakan laboratorium dikenali sebagai suatu kegiatan yang menunjang pembelajaran; dan (4) memperbaiki administrasi laboratorium.

C. Pengoperasian Laboratorium

1. Draft Pengoperasian Alat dan Bahan Laboratorium

Pedoman pengoperasian peralatan laboratorium merupakan suatu dokumen/instrumen untuk memenuhi standar kelaikan operasi yang memuat tentang proses dan prosedur standar pengoperasian peralatan.

2. Tahapan dalam Pengoperasian Alat

- a. Persiapan pengoperasian
- b. Prosedur Operasional
- c. Prosedur Mematikan Alat

- d. Pemeriksaan Akhir
- e. Penutup

3. Template Tata Tertib dalam Laboratorium dan Berbagai Aturannya

- a. Berlaku sopan santun dan menjunjung etika dalam laboratorium.
- b. Menjaga kebersihan dan kenyamanan ruang laboratorium.
- c. Tidak diperkenankan mengenakan kaos oblong, sandal dan tidak memakai jas lab saat praktikum.
- d. Dilarang makan dan minum dan membuat kericuhan selama kegiatan praktikum.
- e. Dilarang menyentuh, menggeser dan menggunakan peralatan yang tidak sesuai dengan praktikum.
- f. Membersihkan peralatan yang digunakan dalam praktikum maupun penelitian.
- g. Membaca, memahami dan mengikuti prosedur operasional untuk setiap peralatan dan kegiatan selama praktikum.
- h. Dilarang menggunakan handphone untuk pembicaraan dan/atau SMS selama praktikum berlangsung.

4. Prosedur dan Mekanisme

- a. Peserta didik peserta praktikum terdaftar sebagai peserta mata pelajaran IPA.
- b. Sebelum pelaksanaan praktikum, peserta didik berhak memperoleh petunjuk praktikum.
- c. Laboratorium mengumumkan kegiatan praktikum dilengkapi dengan pembagian kelompok, acara dan jadwal.
- d. Setelah menyelesaikan materi dalam praktikum inti, peserta praktikum wajib menyusun draf laporan secara individu atau kelompok, mengikuti sistematika dalam petunjuk praktikum.

5. Menyusun Mekanisme Sanksi Penggunaan Laboratorium

- a. Peserta praktikum yang tidak mematuhi tata tertib **TIDAK BOLEH** masuk dan mengikuti praktikum.

- b. Peserta praktikum yang datang terlambat, tidak mengenakan atribut khusus dan tidak membawa petunjuk praktikum, tetap diperbolehkan masuk laboratorium namun TIDAK BOLEH mengikuti praktikum.
- c. Peserta praktikum yang memindahkan dan/atau menggunakan peralatan praktikum tidak sesuai dengan yang tercantum dalam petunjuk praktikum dan berkas peminjaman alat, kegiatan praktikum yang dilaksanakan akan dihentikan dan dibatalkan.
- d. Peserta praktikum yang mengumpulkan laporan praktikum terlambat satu hari, tetap diberikan nilai sebesar 75%, sedangkan keterlambatan lebih dari satu hari, diberikan nilai 0%.
- e. Peserta praktikum yang telah menghilangkan, merusak atau memecahkan peralatan praktikum harus mengganti sesuai dengan spesifikasi alat yang dimaksud.

6. Membuat Draft Pengoperasian Alat dan Bahan Laboratorium



Gambar 6. 7 Laboratorium
(Susanti dkk, 2021)

Laboratorium adalah suatu unit penunjang akademik pada suatu lembaga pendidikan, yang berbentuk ruangan tertutup atau terbuka, tetap atau bergerak, yang dikelola secara sistematis untuk melakukan pengujian, kalibrasi dan/atau produksi dalam skala terbatas, dengan menggunakan peralatan dan bahan berdasarkan standar tertentu. dasar ilmiah. pengetahuan. metode, dalam rangka penyelenggaraan pendidikan, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Laboratorium pendidikan adalah suatu unit penunjang akademik dalam suatu lembaga pendidikan yang melakukan kegiatan pengujian, kalibrasi, dan/atau produksi dalam skala terbatas, dengan menggunakan peralatan dan bahan berdasarkan ilmu pengetahuan tertentu. Laboratorium pendidikan dikelompokkan menjadi 4 kategori antara lain (Hermanto dkk, 2021):

- a. Laboratorium Tipe I, yaitu laboratorium ilmu pengetahuan dasar yang berlokasi di sekolah menengah atas;
- b. Laboratorium Tipe II, yaitu laboratorium ilmu dasar pada perguruan tinggi tingkat persiapan;
- c. Laboratorium Tipe III adalah laboratorium ilmiah yang berlokasi di departemen universitas atau program penelitian; dan
- d. Laboratorium Tipe IV, yaitu laboratorium terpadu yang berlokasi pada pusat penelitian departemen. atau universitas.

Penggunaan peralatan laboratorium tanpa didukung buku manual atau panduan praktis dapat menimbulkan kesalahpahaman (Zhou dan Zhang, 2021). Kesalahan pada saat penggunaan instrumen akan mempengaruhi hasil eksperimen dan menimbulkan akibat yang serius, termasuk kerusakan pada instrumen (Lunin dan Glock, 2021). Oleh karena itu diperlukan standar operasional prosedur (SOP) dalam mengoperasikan peralatan di laboratorium untuk memprediksi kerusakan peralatan pada saat digunakan (Setyaningsih dkk, 2024).

SOP sendiri merupakan pedoman atau dokumen acuan dalam melaksanakan tugas pekerjaan sesuai dengan fungsi dan alat penilaian kinerja instansi pemerintah berdasarkan teknis, administratif, dan prosedur sesuai dengan proses kerja, alur kerja, dan sistem kerja satuan kerja. khawatir. Menurut Tjipto Atmoko (2011), SOP adalah pedoman atau dokumen acuan untuk melaksanakan tugas pekerjaan sesuai dengan fungsi dan alat penilaian kinerja lembaga pemerintah dan non-pemerintah, lembaga komersial, dll. komersial dan non-komersial, berdasarkan teknis, indikator administratif dan prosedural. . konsisten dengan proses kerja, alur kerja dan sistem kerja unit kerja terkait. Dalam PERMENPAN PER/21/M-PAN/11/2008 disebutkan bahwa pembuatan SOP harus memenuhi prinsip-prinsip antara lain kemudahan dan kejelasan, efisiensi dan efektivitas, keterukuran, keserasian, orientasi pengguna, motivasi, penghargaan terhadap hak pengguna. hukum dan kepastian hukum (Setyaningsih dkk, 2024).

Pada umumnya petunjuk pengoperasian peralatan laboratorium didasarkan pada standar yang telah ditetapkan. Biasanya ini disertakan saat kita membeli perangkat tersebut. Petunjuk pengoperasian dibuat untuk membantu personel laboratorium menggunakan peralatan untuk menghindari kesalahan. Pengoperasian peralatan diawali dengan kegiatan persiapan peralatan (Astuti, 2020). Namun tidak semua peralatan laboratorium dilengkapi dengan petunjuk penggunaan, terutama untuk peralatan kelas 1 dan 2. Hal ini tentu akan menimbulkan kebingungan bagi pengguna perangkat. Kurangnya informasi mengenai SOP pengoperasian peralatan beresiko menyebabkan kerusakan pada peralatan laboratorium. Penggunaan buku manual dapat meningkatkan minat pengguna untuk mempelajari lebih lanjut cara kerja peralatan yang digunakan (Richtberg dan Girwidz, 2019). Penyusunan buku petunjuk masing-masing jenis peralatan praktik juga dilakukan dalam jumlah terbatas sehingga

mahasiswa dan peneliti praktik dapat menggunakannya secara bergantian. Oleh karena itu, kegiatan praktikum dan penelitian tidak dapat berlangsung secara efektif (Setyaningsih dkk, 2024).

- 1) Kegiatan pendidikan di laboratorium pada umumnya tidak dapat dipisahkan dari kegiatan observasi dan pengukuran. Kemampuan pengguna laboratorium dalam menggunakan alat ukur mempunyai karakteristik tersendiri sehingga mengharuskan praktisinya mempunyai keterampilan tertentu. Peralatan laboratorium dibedakan menjadi 3 jenis, antara lain (Hermanto dkk, 2021):
 - a) Peralatan kelas 1, yaitu peralatan laboratorium yang mudah digunakan dan dirawat, mempunyai resiko penggunaan yang rendah, ketelitian/akurasi pengukuran yang rendah dan sederhana bekerja. sistem agar dapat beroperasi penuh sesuai petunjuk.
 - b) Peralatan kelas 2, yaitu peralatan laboratorium dengan pengoperasian dan pemeliharaan sedang, risiko penggunaan sedang, Ketelitian/ketepatan pengukuran sedang dan sistem kerja tidak rumit, namun pengoperasiannya memerlukan pelatihan khusus/ tertentu.
 - c) Peralatan kelas 3, yaitu peralatan laboratorium yang sulit dioperasikan dan dipelihara, risiko penggunaannya tinggi, ketelitian/akurasinya tinggi, dan sistem kerjanya rumit sehingga pengoperasiannya memerlukan pelatihan dan sertifikasi khusus/kuat.

Dalam pengoperasian alat pada laboratorium, terdapat beberapa tahapan, yaitu:

- 1) Persiapan pengoperasian.
- 2) Prosedur Operasional.
- 3) Prosedur Mematikan Alat.
- 4) Pemeriksaan Akhir.
- 5) Penutup.

Dalam melaksanakan praktikum perlu diberikan petunjuk praktikum atau petunjuk pelaksanaan praktikum atau petunjuk pelaksanaan praktiku. Pedoman praktikum mencakup apa yang harus dilakukan mahasiswa sebelum praktikum, selama praktikum, dan selama sisa kegiatan praktikum. Petunjuk latihan dijelaskan kepada siswa sebelum melakukan kegiatan praktik. Penjelasan ini cukup diberikan satu kali sebelum melakukan kegiatan praktek, disertai dengan penjelasan tentang peraturan dan keselamatan kerja laboratorium. Bagian berikut menjelaskan secara rinci apa yang harus dilakukan siswa sebelum, selama, dan setelah praktikum:

1) Kegiatan sebelum praktikum

Membaca pengumuman praktikum, misalnya tentang jadwal praktikum dan jenis praktikum yang harus dilakukan pada minggu yang akan datang.

Mempelajari petunjuk praktikum yang akan dilakukan pada minggu yang akan datang.

Mengerjakan tugas awal yang terdapat dalam petunjuk praktikum dan menyerahkan jawabannya sebelum melakukan praktikum.

2) Kegiatan selama praktikum di laboratorium

Mematuhi tata tertib dalam bekerja di laboratorium, misalnya memakai jas laboratorium, memakai sepatu yang bersol karet, tidak makan dan minum di dalam laboratorium, dan menyimpan tas pada tempat yang telah disediakan.

Datang ke laboratorium dan siap melakukan praktikum sesuai dengan jadwal yang sudah disediakan. Praktikan tidak boleh terlambat datang dalam kegiatan praktikum.

Menyerahkan tugas awal dan/atau mengikuti tes awal jika diperlukan. Awal perlu dilakukan untuk penggunaan alat yang sensitif dan mudah rusak jika digunakan secara keliru.

Mengisi bon peminjaman alat dan bahan kemudian minta tanda tangan persetujuan dari guru praktikum, kemudian meminjam alat dan bahan praktikum kepada laboran/guru praktikum. Langkah ini dapat dilewati jika peralatan telah disiapkan di meja praktikum.

Mengecek kelengkapan alat dan bahan yang akan digunakan untuk praktikum.

Melaksanakan praktikum sesuai dengan petunjuk atau pedoman praktikum. Praktikan dianjurkan untuk bertanya untuk meminta bantuan guru jika merasa ragu-ragu atau tidak mengerti dalam menggunakan atau merangkai peralatan praktikum.

Melakukan pengamatan, mengumpulkan data, dan mencatat data pada tabel pengamatan yang telah dipersiapkan.

- 3) Kegiatan setelah praktikum
- 4) Membersihkan dan mengecek kelengkapan alat, kemudian mengembalikan alat-alat yang sudah dipinjam kepada laboran/guru praktikum, segera setelah selesai melakukan praktikum.
- 5) Membersihkan dan merapikan kembali meja dan kursi praktikum, serta membuang sampah pada tempatnya.
- 6) Menyerahkan salinan data praktikum pada guru.
- 7) Membuat laporan praktikum.

Setelah melakukan praktikum atau penyelidikan, praktikan harus membuat laporan pelaksanaan praktikum. Laporan praktikum seharusnya dapat menggambarkan ketercapaian

tujuan pembelajaran dan kompetensi yang ditetapkan titik laporan untuk Kegiatan praktikum dapat berupa laporan lisan atau tertulis. Laporan tertulis diperlukan untuk praktikum yang mengumpulkan banyak data dan disajikan dalam bentuk grafik serta pembahasannya rinci. Laporan praktikum dapat dibuat secara individual atau kelompok, disampaikan selama Kegiatan praktikum atau segera setelah praktikum, atau beberapa hari setelah melakukan kegiatan praktikum (Sani, 2021).

Selama praktikum dilakukan, terdapat beberapa tata tertib yang perlu ditaati oleh praktikan, yaitu sebagai berikut (Yamin, 2019):

- 1) Berlaku sopan, santun dan menjunjung etika akademik dalam laboratorium.
- 2) Menjunjung tinggi dan menghargai staf laboratorium dan sesama pengguna laboratorium.
- 3) Menjaga kebersihan dan kenyamanan ruang laboratorium
- 4) Dilarang menyentuh, menggeser dan menggunakan peralatan di laboratorium yang tidak sesuai dengan acara praktikum matakuliah yang diambil.
- 5) Peserta praktikum tidak diperbolehkan merokok, makan dan minum, membuat kericuhan selama kegiatan praktikum dan di dalam ruang laboratorium.
- 6) Selama kegiatan praktikum, TIDAKBOLEH menggunakan handphone untuk pembicaraan dan/atau SMS.
- 7) Jas laboratorium hanya boleh digunakan di dalam laboratorium, asisten harus mengenakan jas laboratorium asisten.
- 8) Mahasiswa hadir tepat waktu sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan.
- 9) Peserta praktikum berikut: mengenakan pakaian/kaos oblong, memakai sandal, tidak memakai jas/pakaian laboratorium; tidak boleh memasuki laboratorium dan/atau TIDAK BOLEH MENGIKUTI PRAKTIKUM.
- 10) Membersihkan peralatan yang digunakan dalam praktikum maupun penelitian dan mengembalikannya kepada petugas laboratorium.

- 11) Membaca, memahami dan mengikuti prosedur operasional untuk setiap peralatan dan kegiatan selama praktikum dan di ruang laboratorium.
- 12) Laporan praktikum diserahkan sebelum praktikum selanjutnya berlangsung, sebagai syarat untuk praktikum.
- 13) Asisten harus menyerahkan laporan yang telah diperiksa, sebelum praktikum selanjutnya berlangsung.
- 14) Mahasiswa yang tidak lulus *pre-test*, diberi kesempatan mengulang sekali, jika tidak lulus lagi tidak boleh mengikuti praktikum.
- 15) Mahasiswa yang mengalami kejadian luar biasa (kedukaan, sakit dibuktikan dengan surat dokter), harap melapor 1 x 24 jam ke dosen penanggung jawab.

Tata tertib yang harus ditaati oleh praktikan juga memiliki sanksi bila praktikan tidak menaati semua tata tertib selama praktiku, yaitu sebagai berikut (Yamin, 2019):

- 1) Mahasiswa yang tidak mematuhi tata tertib poin 1- 6 diberi teguran lisan, tulisan dan selanjutnya tidak diperbolehkan mengikuti praktikum.
- 2) Peserta praktikum yang tidak mematuhi tata tertib TIDAK BOLEH masuk dan mengikuti kegiatan praktikum di ruang laboratorium.
- 3) Peserta praktikum yang datang terlambat (tidak sesuai kesepakatan), tidak memakai jas lab, tidak memakai sepatu, tidak memakai baju berkerah/kaos berkerah, dan/atau tidak membawa petunjuk praktikum, tetap diperbolehkan masuk laboratorium tetapi TIDAK BOLEH MENGIKUTI KEGIATAN PRAKTIKUM.
- 4) Mahasiswa yang mendaftarkan diri melebihi batas waktu yang ditentukan tetap diperbolehkan mengikuti kegiatan praktikum hanya jika dapat menunjukkan surat keterangan

dari dokter (jika sakit), dosen wali (untuk alasan tertentu), atau penanggung jawab matakuliah (PJMK); dan hanya acara praktikum yang tersisa yang dapat diikuti dengan berbagai konsekuensinya.

- 5) Peserta praktikum yang memindahkan dan/atau menggunakan peralatan praktikum tidak sesuai dengan yang tercantum dalam petunjuk praktikum dan berkas peminjaman alat, kegiatan praktikum yang dilaksanakan akan dihentikan dan praktikum yang bersangkutan dibatalkan.
- 6) Peserta praktikum yang telah dua (2) kali tidak mengikuti acara praktikum dinyatakan GUGUR dan harus mengulang pada semester berikutnya, kecuali ada keterangan dari ketua jurusan/kepala laboratorium atau surat dari dokter.
- 7) Peserta praktikum yang mengumpulkan laporan praktikum terlambat satu (1) hari, tetap diberikan nilai sebesar 75%, sedangkan keterlambatan lebih dari satu (1) hari, diberikan nilai 0%.
- 8) Plagiat dan kecurangan sejenisnya selama kegiatan praktikum maupun penyusunan laporan praktikum, pekerjaan dari kegiatan yang bersangkutan diberikan penilaian 25%.
- 9) Peserta praktikum yang telah menghilangkan, merusak atau memecahkan peralatan praktikum harus mengganti sesuai dengan spesifikasi alat yang dimaksud, dengan kesepakatan antara laboran, pembimbing praktikum dan kepala laboratorium. Prosentase pengantian alat yang hilang, rusak atau pecah disesuaikan dengan jenis alat atau tingkat kerusakan dari alat.

- 10) Apabila peserta praktikum sampai dengan jangka waktu yang ditentukan tidak bisa mengganti alat tersebut, maka peserta praktikum TIDAK BOLEH mengikuti ujian akhir semester (UAS); dan apabila peserta praktikum tidak sanggup mengganti alat yang hilang, rusak atau pecah dikarenakan harga alat mahal atau alat tidak ada dipasaran, maka nilai penggantian ditetapkan atas kesepakatan antara ketua jurusan, pembimbing praktikum dan peserta praktikum (atau peminjam).

Laboratorium sebagai pusat sumber belajar praktik berperan mendorong efektivitas serta optimalisasi proses pembelajaran melalui penyelenggaraan berbagai fungsi yang meliputi fungsi layanan, fungsi pengadaan/pengembangan media pembelajaran, fungsi penelitian dan pengembangan serta fungsi lain yang relevan untuk peningkatan efektivitas dan efisiensi pembelajaran. Pada ISO 17025 dikatakan bahwa Laboratorium atau organisasinya harus merupakan suatu kesatuan yang secara legal dan dapat dipertanggung jawabkan, memiliki sistem manajemen/manajerial dan teknis yang memadai, memiliki SDM yang cukup pada posisi sesuai dengan kemampuan/sertifikatnya.

Menurut konsorsium Ilmu Pendidikan (Perdana, 1988), laboratorium diartikan sebagai sarana, prasarana dan mekanisme kerja yang menunjang secara unik satu atau lebih dharma perguruan tinggi melalui pengalaman langsung dalam membentuk keterampilan, pemahaman, dan wawasan dalam pendidikan dan pengajaran serta dalam pengembangan ilmu dan teknologi dan pengabdian pada masyarakat. Menurut Salindeho (2010: 522) Laboratorium merupakan ujung tombak pendidikan, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat suatu lembaga pendidikan. Laboratorium adalah suatu ruangan atau kamar tempat melakukan kegiatan praktikum atau penelitian yang ditunjang oleh adanya seperangkat alat-

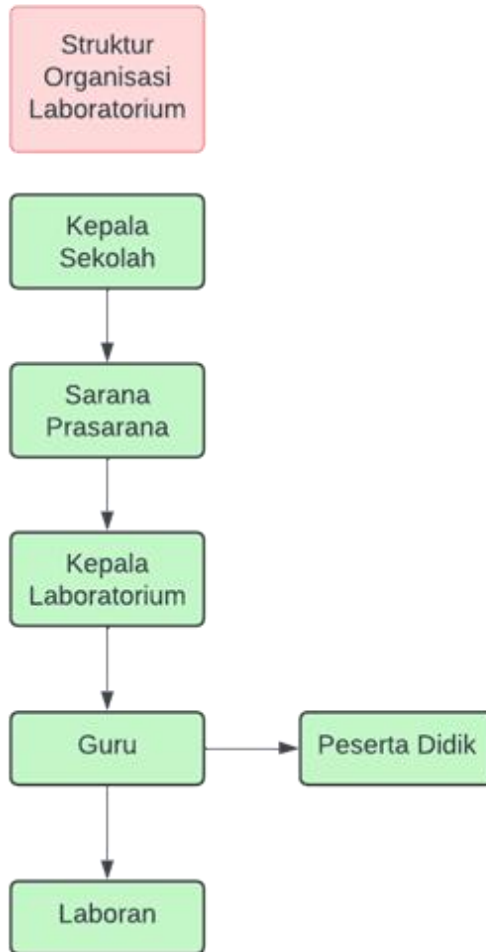
alat Laboratorium serta adanya infrastruktur Laboratorium yang lengkap (ada fasilitas air, listrik, gas dan sebagainya). Sedangkan menurut Sonhadji (2002: 9) pengajaran di Laboratorium pada dasarnya merupakan suatu tipe pembelajaran pengalaman terstruktur (*structured experiential learning*). Hal ini diterapkan apabila suatu bentuk pengalaman langsung menggunakan tangan (*hands-on*) dikehendaki atau esensial untuk belajar keterampilan khusus dan memperoleh pemahaman tertentu. Dengan perkembangannya apresiasi terhadap bentuk pembelajaran pengalaman (*experiential forms of learning*), praktik Laboratorium digunakan lebih intensif dan luas dalam pengajaran. Dengan demikian dalam pendidikan dan pengajaran, Laboratorium berfungsi untuk memberikan keterampilan dan pengalaman spesifik sesuai dengan kurikulum yang diterapkan. Pendapat lain menyebutkan bahwa Laboratorium ialah tempat untuk melatih siswa dalam hal keterampilan melakukan praktek, demonstrasi, percobaan, penelitian, dan pengembangan ilmu pengetahuan (Mustaji, 2009: 24).

Dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 1980 Tentang Pokok-Pokok Organisasi Universitas/Institut Negeri pengertian Laboratorium dijelaskan pada pasal 27 dan Pasal 28 (Undang-Undang, 1980: 7) Pasal 27 menyebutkan bahwa Laboratorium/studio adalah sarana penunjang jurusan dalam satu atau sebagian ilmu, teknologi atau seni tertentu sesuai dengan keperluan bidang studi yang bersangkutan. Selanjutnya, pada Pasal 28 menjelaskan, Laboratorium/studio dipimpin oleh seorang guru atau seorang tenaga pengajar yang keahliannya telah memenuhi persyaratan sesuai dengan cabang ilmu, teknologi, dan seni tertentu dan bertanggungjawab langsung kepada Ketua Jurusan. Laboratorium sebagai sarana penunjang perlu didukung oleh layanan yang baik. Layanan yang baik berarti mutu manajemen laboratoriumnya baik. Mutu manajemen yang baik tercermin

dari manajemen material yang baik, manajemen peralatan yang baik, fisik gedung yang baik, lingkungan yang kondusif, SDM yang berkompeten, dan prosedur yang terstandarisasi. Untuk mengelola laboratorium yang baik harus dipahami perangkat-perangkat manajemen laboratorium, yaitu tata ruang, alat yang baik dan terkalibrasi, infrastruktur, administrasi laboratorium, organisasi laboratorium, fasilitas pendanaan, inventarisasi dan keamanan, pengamanan laboratorium, disiplin yang tinggi, dan keterampilan SDM (Suyanta, 2010).

Siswa dapat mengembangkan keterampilan dan pengetahuan mereka sendiri dengan melakukan kegiatan praktikum di laboratorium. Pada akhirnya, ini akan memungkinkan siswa untuk memahami dan memahami materi. Pengelolaan laboratorium, juga dikenal sebagai manajemen laboratorium, diperlukan untuk memastikan bahwa kegiatan praktikum dilakukan secara optimal di laboratorium. Penggunaan sumber daya secara terstruktur dengan mempertimbangkan keberlanjutan fungsinya untuk mencapai tujuan yang diharapkan dikenal sebagai pengelolaan. Gunawan menegaskan bahwa manajemen laboratorium adalah upaya untuk mengelola sebuah laboratorium dengan konsep baku yang diatur dengan baik dan didukung oleh banyak faktor, seperti peralatan laboratorium yang lengkap, staf, dan manajer manajemen yang baik.

Untuk mengelola laboratorium dibutuhkan pengorganisasian atau tenaga yang profesional. Sebagaimana yang diatur dalam Permendiknas No 26 Tahun 2008 tentang “Standar Tenaga Laboratorium” yaitu terdiri dari ketua, teknisi, dan laboran laboratorium. Dimana ketiga tenaga tersebut ada kualifikasinya tersendiri. Jika standar tenaga kualifikasi laboratorium tersebut terpenuhi maka penggunaan atau pengelolaan laboratorium akan efektif dan efisien. Berikut adalah struktur organisasi laboratorium IPA:



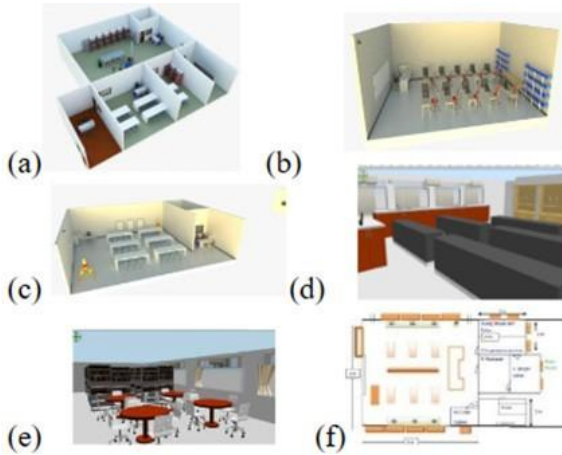
Gambar 6. 8 Struktur Organisasi Laboratorium
(Kemendikbud, 2018)

Kondisi ideal sekolah mempunyai laboratorium yang sesuai standar Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2013 Tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah

Nomor 19 Tahun 2005 Tentang Standar Nasional Pendidikan dalam Standar jumlah peralatan sebagaimana dimaksud pada Pasal 43 ayat (2) bahwa sarana laboratorium dinyatakan dalam rasio minimal jumlah peralatan per Peserta Didik. Rasio siswa dengan sarana peralatan laboratorium yang tersedia menjadi kesenjangan dalam penyelenggaraan Laboratorium.

Laboratorium adalah tempat di mana percobaan dan penelitian dilakukan. Sebagai bagian dari revolusi Industri 4.0, pendekatan baru yang menggabungkan dunia digital dan fisik tidak sepenuhnya relevan dengan keadaan sekolah saat ini. Padahal produk sistem pengelolaan laboratorium di era revolusi industri 4.0 belum optimal dalam penggunaan sumber belajar dari internet. Secara online berupa website meliputi manajemen menu utama dan profil pengelola, manajemen SOP Laboratorium, manajemen panduan praktikum, manajemen inventaris alat/bahan/barang, manajemen lab virtual, manajemen jadwal dan manajemen penelitian efektif untuk digunakan (Nyoto Suseno, Partono, 2018).

Laboratorium adalah tempat di mana percobaan dan penelitian dilakukan. Sebagai bagian dari revolusi Industri 4.0, pendekatan baru yang menggabungkan dunia digital dan fisik tidak sepenuhnya relevan dengan keadaan sekolah saat ini. Padahal produk sistem pengelolaan laboratorium di era revolusi industri 4.0 belum optimal dalam penggunaan sumber belajar dari internet. Dalam Cambridge Advanced Learner's Dictionary, laboratory is a room or building with scientific equipment for teaching science, or a place where chemicals or medicines produced. (Cambridge Advanced, 2008). Berdasarkan Gambar 1 perkembangan industri 1.0 hingga 4.0 di mana internet dan teknologi informasi komunikasi (ICT) diintegrasikan ke dalam peralatan laboratorium (Ratna Dwi Sulanjari, 2012). Berikut adalah contoh Desain Laboratorium IPA di era Revolusi Industri 4.0:



Gambar 6. 9 Desain Laboratorium IPA di era Revolusi Industri 4.0:
(Kemendikbud, 2018)

Keterangan:

- Laboratorium Wedding
- Laboratorium Multimedia
- Laboratorium Teknik sains
- Laboratorium Lingkungan
- Perpusatkan Laboratorium
- Tata ruang Laboratorium

Gambar 2 menunjukkan karakteristik laboratorium di era revolusi industri 4.0. bertolak dari permendiknas No 24 Tahun 2007 bahwa sarana dan prasarana kiranya menjadi polemik sekolah pada umumnya. Masalah yang belum kelar di masa lalu sekarang menjadi tuntutan karena kebutuhan laboratorium zaman sekarang. Kondisi ideal hanya dapat dicapai oleh sekolah yang memiliki modal, sumber daya manusia, dan manajemen yang baik. Namun, bagi sekolah yang tidak memiliki modal untuk memenuhi kebutuhan laboratorium IPA, semuanya masih menjadi impian. Cara peneliti dapat menganalisis

kesiapan laboratorium IPA sekolah dalam kondisi siap, setengah siap, dan belum siap dalam penelitian kebijakan ini.

Untuk menyelesaikan masalah penting yang dihadapi oleh lulusan sains profesional, pengelolaan Laboratorium IPA harus segera diubah. Tawaran revitalisasi tampaknya dapat menyelesaikan masalah secara signifikan. Penelitian yang disebut "Revitalisasi Pengelolaan Laboratorium melalui analisis Kesiapan dan Evaluasi Pengelolaan Laboratorium IPA berbasis teknologi Era Revolusi Industri 4.0" adalah penelitian kebijakan yang sederhana dan bermanfaat yang bertujuan untuk membantu dalam perumusan kebijakan laboratorium secara nasional dengan mempertimbangkan kondisi sekolah.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka tujuan masalah penelitian untuk:

- 1) Menganalisis kesiapan Laboratorium IPA berbasis teknologi;
- 2) Mengevaluasi penyelenggaraan Laboratorium IPA
- 3) Menganalisis Kesiapan dan ketersediaan Sarana dan prasarana Laboratorium IPA telah memenuhi standar Permendiknas No 24 Tahun 2007 dan
- 4) Mendesain Kebijakan Penelitian efektif dalam menyelesaikan masalah Laboratorium IPA berbasis teknologi.

Di samping pengelolaan yang baik, dana juga diperlukan untuk memastikan bahwa laboratorium berkembang secara optimal. Sekolah menerima dana BOS, atau bantuan operasional sekolah, yang diprogramkan oleh pemerintah untuk membantu proses pendanaan biaya operasional sekolah. Menurut Petunjuk Teknis Penggunaan Dana BOS Tahun 2012, BOS adalah dana yang menjadi program pemerintah dalam mendanai biaya operasional sekolah.

Untuk memanfaatkan dana BOS secara keseluruhan, lembaga itu sendiri bertanggung jawab untuk mencatat

pendapatan dan pengeluaran sehingga lebih mudah untuk memantau penggunaan dana tersebut. Kegiatannya meliputi pencatatan pendapatan dan pengeluaran, pelaporan keuangan, sehingga lebih mudah untuk memantau penggunaan dana.

Penelitian ini memberikan pendidikan atau evaluasi kepada sekolah untuk memberikan gambaran tentang pengelolaan laboratorium yang baik. Laboratorium merupakan salah satu sarana belajar di mana peserta didik dapat menerapkan teori atau ilmu yang sudah mereka pelajari secara langsung melalui keterampilan, unjuk kerja, dan praktikum. Dengan demikian, peserta didik akan memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang teori yang mereka pelajari, meningkatkan keterampilan mereka saat ini, dan mendorong mereka untuk berpikir kreatif dan inovatif. Pengelolaan laboratorium yang baik adalah yang direncanakan dan disusun dengan sistematis sesuai dengan standar pengelolaan laboratorium, termasuk kehadiran ketua laboratorium, laboran, dan teknisi. Oleh karena itu, pengelolaan laboratorium di sekolah, terutama di jenjang menengah pertama, diharapkan sesuai dengan standarisasi laboratorium yang ada dan didukung oleh sumber daya manusia yang unggul dan kompeten di bidang mereka. Dengan demikian, laboratorium akan efektif dan efisien.

D. Studi Kasus

1. Studi Kasus 1

Judul: Lab Operating in Reedley Shut Down After Officials Found Infectious Agents and Chemicals

Link YouTube: <https://youtu.be/P0wpBCc1ycY?si=W-x7hGloEXTC0dTc>

a. Latar Belakang

Sebuah laboratorium di Reedley diskors setelah ditemukan menyimpan 55 galon etanol, 6 wadah kosong berisi nitrogen cair, dan tikus hidup digunakan untuk pengujian secara ilegal tanpa izin. Kecurigaan muncul

ketika ditemukan selang air yang terhubung dari luar fasilitas sehingga FBI dihubungi untuk memeriksa resiko bagi keamanan publik. Pada 26 Juni 2023, Hakim memberikan perintah skors terhadap laboratorium tersebut.

Pada Juli 2023, semua benda biologis telah dipindahkan dan dihancurkan. Alat-alat seperti lemari pendingin, mebelar, dan alat medis sedang dalam proses pemindahan. Usaha ini dilakukan sebagai upaya mencegah terjadinya penyakit menular, baik dari agen biologis maupun tikus yang sebelumnya berada di dalam fasilitas Reedley.

b. Input Masalah

- 1) Apakah laboratorium tersebut melakukan pengelolaan laboratorium dengan baik?
- 2) Apa bahaya yang dapat terjadi akibat kondisi laboratorium ilegal tersebut?
- 3) Bagaimana tindakan aparat Kota Reedley untuk menanggulangi kondisi laboratorium tersebut?

c. Proses Penyelesaian Masalah

- 1) Laboratorium tersebut tidak melakukan pengelolaan laboratorium dengan baik. Hal ini tampak dari bahan yang tidak berizin, kondisi tikus dalam jumlah banyak (+1000 ekor) yang dalam keadaan stress bahkan mati.
- 2) Bahaya yang dapat muncul akibat kondisi laboratorium tersebut adalah terjadinya wabah penyakit di Kota Reedley. Aparat telah menemukan penyakit menyebar di laboratorium tersebut berupa Hepatitis dan HIV. Selain itu telah ditemukan 55 galon etanol yang dapat menyebabkan kebakaran.
- 3) Tindakan yang dilakukan oleh aparat Kota Reedley setelah skors dijatuhkan adalah memindahkan dan

menghancurkan tikus, bahan kimia, sampel cairan, serta agen biologis lainnya. Bahan Kimia berbahaya, seperti ethanol, telah dibuang sesuai dengan prosedur pembuangan limbah. Fasilitas tersebut pun dibatasi dan saat ini benda-benda seperti lemari pendingin, perabot, alat medis, dan lainnya sedang dipindahkan sebagai bagian dari proses pembersihan Gedung.

d. Output Masalah

- 1) Pengelolaan di laboratorium tersebut belum cukup baik. Laboratorium tersebut tampak terbengkalai dan inventaris alat dan bahannya tidak diperhatikan.
- 2) Bahaya yang dapat terjadi akibat kondisi laboratorium tersebut adalah terjadinya wabah penyakit dan kebakaran. Kedua hal ini dapat merugikan Kota Reedley.
- 3) Tindakan penanggulangan laboratorium yang dilakukan oleh aparat Kota Reedley yaitu memusnahkan bahan Kimia sesuai dengan prosedur pembuangan limbah B3. Kini laboratorium tersebut sedang dalam proses pembersihan.

e. Feedback

- 1) Saran bagi pengelola laboratorium, sebaiknya melakukan inventaris bahan serta menindaklanjuti bahan yang perlu dimusnahkan dan yang belum berizin. Pengelola laboratorium juga sebaiknya memperhatikan kebersihan fasilitas.
- 2) Untuk mencegah akibat dari kondisi laboratorium, pihak Kota Reedley sebaiknya melakukan pemeriksaan berkala terhadap gedung/fasilitas yang kosong. Laporan mengenai aktivitas mencurigakan juga sebaiknya segera ditindaklanjuti.

- 3) Saran bagi aparat Kota Reedley yaitu, selain melakukan tindakan penanggulangan juga melakukan pencegahan. Pencegahan dilakukan dengan melakukan pemeriksaan berkala untuk memastikan kesehatan dan keamanan kerja laboratorium sesuai dengan standar.

2. Studi Kasus 2

Judul: Perbedaan Induk Laboratorium Ganggu Sistem Administrasi

L i n k Y o u T u b e : <https://youtu.be/Asb2N39oXd0?si=0EnflAENrc14kBBw>

a. Latar Belakang

Ketua tim pagar gugus tugas percepatan penanganan Covid- 19 Wiku Adisasmito menyampaikan bahwa sistem pelaporan data dari seluruh Rumah Sakit berjalan dengan baik meski demikian perbedaan induk laboratorium yang berbeda cukup mengganggu sistem administrasi kelembagaan yang harus dibenahi. Dari upaya untuk meningkatkan data terutama konteksnya rumah sakit semakin banyak rumah sakit yang melaporkan membangun sistem navigasi untuk menghadapi konflik gini dari 2902 rumah sakit sampai saat ini sudah 1647 rumah sakit yang melaporkan datanya secara real-time dan jumlah rumah sakit rujukan juga meningkat terus selama tiga bulan dan semuanya terhubung di dalam satu data kesatuan sehingga terhubung dengan laboratorium dan surveilans yang ada terutama dalam rangka meningkatkan kinerja laboratorium

Ini adalah hal yang kunci mulai dari satu laboratorium rujukan sampai dengan sekarang 147 laboratorium rujukan dimana dulunya atasnya kurang dari 1000 sekarang sudah bisa mencapai dengan 14.000 meskipun masih naik turun karena laboratorium yang ini ada di bawah kementerian dan lembaga yang berbeda-beda adalah deskripsi dari sistem

administrasi kelembagaan kita yang perlu ditingkatkan ke depan dalam rangka deteksi penyakit yang berbahaya ini tapi semuanya sudah menjadi satu kesatuan data sehingga kemampuan kita untuk melihat hasilnya.

b. Input Masalah

- 1) Bagaimana perbedaan induk laboratorium memengaruhi sistem administrasi kelembagaan terkait penanganan COVID-19? Apakah perbedaan ini mengakibatkan kesulitan dalam koordinasi antar lembaga terkait dan pengelolaan data yang efektif?
- 2) Mengapa masih ada rumah sakit yang belum melaporkan data secara real-time? Apakah ada hambatan teknis, kekurangan sumber daya, atau masalah lain yang menghambat partisipasi penuh dari rumah sakit dalam pelaporan data secara tepat waktu?
- 3) Apa dampak fluktuasi jumlah laboratorium rujukan terhadap kinerja laboratorium dan koordinasi antara lembaga terkait? Apakah fluktuasi ini menyebabkan ketidakstabilan dalam layanan pengujian dan diagnosis COVID-19?

c. Proses Penyelesaian Masalah

- 1) Harmonisasi standar pelaporan dan prosedur antar laboratorium untuk mengatasi perbedaan induk laboratorium dan meningkatkan efisiensi sistem administrasi. Langkah ini melibatkan pembentukan pedoman yang jelas dan konsisten untuk pelaporan data, serta koordinasi yang erat antara laboratorium yang berbeda.
- 2) Memberikan insentif kepada rumah sakit untuk melaporkan data secara real-time dan menyediakan pelatihan untuk meningkatkan kemampuan pelaporan.

Ini bisa berupa penghargaan atau pengakuan atas partisipasi aktif, serta pelatihan yang disesuaikan untuk meningkatkan keterampilan pelaporan dan pemahaman akan pentingnya pelaporan data tepat waktu.

- 3) Koordinasi antara kementerian dan lembaga terkait untuk mengintegrasikan laboratorium ke dalam satu kesatuan data dan mengatasi fluktuasi jumlah laboratorium rujukan. Diperlukan kerjasama yang erat antara berbagai pihak terkait untuk mengatur alokasi sumber daya dan dukungan secara efisien, serta memastikan konsistensi dalam layanan laboratorium.

d. Output Masalah

- 1) Kurangnya efisiensi dalam sistem administrasi kelembagaan karena perbedaan induk laboratorium dapat mengakibatkan kesulitan dalam koordinasi, duplikasi data, dan pengelolaan data yang tidak efektif.
- 2) Tertundanya pelaporan data secara real-time dari beberapa rumah sakit dapat mengganggu pemantauan situasi COVID-19 dan membuat pengambilan keputusan yang tepat waktu menjadi sulit.
- 3) Fluktuasi jumlah laboratorium rujukan dapat menyebabkan ketidakstabilan dalam ketersediaan layanan pengujian dan diagnosis COVID-19, serta mengganggu koordinasi antara lembaga terkait dalam penanganan pandemi.

e. Feedback

- 1) Perbedaan induk laboratorium dalam sistem administrasi kelembagaan terkait penanganan COVID-19 dapat mengakibatkan kesulitan dalam koordinasi antar lembaga terkait dan pengelolaan data

yang efektif. Hal ini bisa menyebabkan duplikasi data, ketidaksesuaian dalam pelaporan, serta kesulitan dalam pemantauan dan analisis data secara holistik. Oleh karena itu, penting untuk memprioritaskan harmonisasi standar pelaporan dan prosedur antar laboratorium guna meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengelolaan informasi terkait penanganan pandemi.

- 2) Lebih banyak rumah sakit yang melaporkan data secara real-time menandakan perbaikan dalam partisipasi rumah sakit dan kemungkinan peningkatan kualitas data yang dilaporkan.
- 3) Integrasi sistem administrasi kelembagaan yang lebih baik telah meningkatkan kemampuan dalam deteksi penyakit yang berbahaya, membuktikan adanya langkah-langkah konkret untuk mengatasi masalah perbedaan induk laboratorium dan fluktuasi jumlah laboratorium rujukan.

E. Latihan Soal

1. Mengapa penting bagi laboratorium untuk memiliki prosedur darurat tertulis?
 - a. Untuk memberikan instruksi kepada staf dalam situasi darurat
 - b. Untuk memastikan penggunaan efisien dari peralatan laboratorium
 - c. Untuk memenuhi persyaratan administratif saja
 - d. Untuk memberikan panduan kepada pengunjung laboratorium
 - e. Untuk memantau kinerja staf laboratorium
 - f. Untuk mengetahui cuaca di laboratorium
2. Apa yang dimaksud dengan kontrol kualitas dalam perangkat administrasi laboratorium?

- a. Proses untuk menjamin bahwa hanya staf berpengalaman yang bekerja di laboratorium
 - b. Upaya untuk membatasi akses ke laboratorium hanya untuk personel terlatih
 - c. Langkah-langkah untuk memastikan konsistensi dan akurasi hasil uji laboratorium
 - d. Pengawasan ketat terhadap aktivitas staf laboratorium
 - e. Mengatur jadwal rutin perawatan peralatan
 - f. Menyediakan makanan dan minuman bagi staf laboratorium
3. Mengapa penting bagi laboratorium untuk memiliki sistem pencatatan yang rapi dan teratur?
- a. Agar laboratorium terlihat rapi dan teratur
 - b. Untuk memenuhi persyaratan audit dan regulasi
 - c. Untuk memberikan pekerjaan tambahan kepada staf administrasi
 - d. Hanya sebagai formalitas belaka
 - e. Untuk memantau penggunaan kertas
 - f. Agar staf administrasi memiliki pekerjaan
4. Apa yang harus dilakukan jika terjadi perubahan signifikan dalam prosedur operasi laboratorium?
- a. Tidak perlu melakukan tindakan, karena itu hanya perubahan kecil
 - b. Melaporkan perubahan kepada pimpinan laboratorium saja
 - c. Mengubah prosedur tanpa memberi tahu staf laboratorium
 - d. Mengkomunikasikan perubahan kepada semua staf yang terpengaruh dan memberikan pelatihan jika diperlukan
 - e. Menyembunyikan perubahan dari staf laboratorium
 - f. Menyalahkan staf laboratorium atas perubahan
5. Apa peran staf administrasi dalam pengelolaan limbah laboratorium?
- a. Tidak ada peran, karena itu merupakan tanggung jawab teknisi laboratorium

- b. Mengangkut limbah laboratorium ke tempat pembuangan akhir
 - c. Mencatat dan mengkoordinasikan pengelolaan limbah sesuai dengan regulasi yang berlaku
 - d. Mengabaikan pengelolaan limbah karena bukan tugas utama mereka
 - e. Mengatur jadwal rutin pembersihan laboratorium
 - f. Memeriksa kualitas limbah laboratorium
6. Seorang guru ingin menyusun perangkat administrasi laboratorium yang efektif. Tindakan apa yang harus diambilnya terlebih dahulu?
- a. Memilih alat-alat laboratorium yang paling mahal
 - b. Menghitung total biaya perangkat administrasi
 - c. Melakukan survei kebutuhan laboratorium
 - d. Mengumpulkan semua dokumen administrasi yang ada
 - e. Mengajukan permohonan dana tambahan untuk perangkat administrasi
 - f. Membeli perangkat lunak administrasi online
7. Seorang kepala sekolah ingin meningkatkan standar keamanan laboratorium di SMA. Langkah apa yang paling tepat untuk dilakukan?
- a. Mengurangi jumlah peralatan di laboratorium
 - b. Memberikan peralatan yang lebih mahal kepada siswa
 - c. Melakukan pelatihan keselamatan bagi staf dan siswa
 - d. Menambahkan hiasan dinding di laboratorium
 - e. Mengurangi waktu yang dihabiskan di laboratorium
 - f. Mengadakan pesta kecil di laboratorium
8. Ketika menyusun draft pengoperasian alat laboratorium, apa yang harus diperhatikan?
- a. Menjaga alat agar tetap bersih
 - b. Membuat aturan yang sangat ketat untuk penggunaan alat
 - c. Memastikan penggunaan alat sesuai dengan standar keselamatan

- d. Mengabaikan prosedur operasi yang ada
 - e. Menggunakan alat secara sembarangan
 - f. Membuat aturan yang fleksibel untuk penggunaan alat
9. Seorang kepala laboratorium ingin mengorganisasi inventaris laboratorium secara efisien. Langkah apa yang bisa diambil untuk mencapai tujuan tersebut?
- a. Menyimpan bahan kimia di mana saja yang ada ruang kosong
 - b. Menyusun daftar inventaris yang tidak terstruktur
 - c. Mengadakan penjualan peralatan laboratorium yang jarang digunakan
 - d. Mengelompokkan bahan kimia berdasarkan kategori dan sifatnya
 - e. Membiarkan siswa mengatur inventaris sesuai keinginan mereka
 - f. Tidak memperbaharui inventaris secara berkala
10. Mengapa penting bagi sebuah SMA untuk memiliki standar laboratorium yang jelas dan konsisten?
- a. Untuk membebaskan siswa dari tanggung jawab keselamatan
 - b. Agar siswa dapat melakukan percobaan tanpa pengawasan
 - c. Menjaga kualitas pembelajaran di laboratorium
 - d. Hanya untuk memenuhi persyaratan pemerintah
 - e. Menghemat biaya operasional sekolah
 - f. Untuk menunjukkan status sosial sekolah kepada masyarakat
11. Berikut ini adalah pernyataan yang benar tentang laboratorium, kecuali?
- a. Fasilitas umum meliputi penerangan, ventilasi, dan gas.
 - b. Fasilitas khusus mencakup meja siswa, kursi, dan lemari alat.
 - c. Perlengkapan P3K termasuk dalam fasilitas umum laboratorium.

- d. Bak cuci merupakan bagian dari fasilitas umum laboratorium.
 - e. Aliran listrik termasuk dalam fasilitas khusus laboratorium.
 - f. Perlengkapan P3K termasuk dalam fasilitas umum laboratorium
12. Manakah pernyataan berikut yang tidak sesuai dengan faktor yang harus dipertimbangkan sebelum membangun laboratorium?
- a. Ruang utama berfungsi sebagai tempat siswa melakukan praktikum.
 - b. Ruang pelengkap terdiri dari ruang persiapan dan ruang penyimpanan/gudang.
 - c. Ruang utama merupakan bagian yang penting dalam membangun laboratorium.
 - d. Ruang pelengkap memiliki fungsi yang sama dengan ruang utama dalam laboratorium.
 - e. Ruang persiapan merupakan salah satu bagian dari ruang pelengkap laboratorium.
 - f. Ruang penyimpanan/gudang bertujuan untuk menyimpan perlengkapan dan bahan-bahan laboratorium.
13. Manakah dari pernyataan berikut yang tidak sesuai dengan prinsip pengelolaan laboratorium terkait penyimpanan alat dan bahan kimia?
- a. Penyimpanan alat harus didasarkan pada berat alat dan spesifikasi alat.
 - b. Frekuensi penggunaan alat tidak perlu diperhatikan dalam penyimpanan alat.
 - c. Penyimpanan bahan kimia harus didasarkan pada golongan, sifat, dan wujudnya.
 - d. Berat alat merupakan faktor yang harus dipertimbangkan dalam penyimpanan alat.
 - e. Spesifikasi alat memengaruhi cara penyimpanan alat dalam laboratorium.

- f. Sifat bahan kimia tidak memengaruhi cara penyimpanannya dalam laboratorium.
14. Mengapa penting untuk memiliki pedoman pengoperasian peralatan laboratorium?
- a. Untuk memenuhi standar kelaikan operasi dan menjaga keselamatan.
 - b. Agar memudahkan dalam mencari peralatan laboratorium.
 - c. Hanya sebagai formalitas tanpa dampak nyata pada pengoperasian laboratorium.
 - d. Untuk meningkatkan jumlah peralatan laboratorium yang dimiliki.
 - e. Pedoman pengoperasian tidak berpengaruh pada keselamatan pengguna laboratorium.
 - f. Agar dapat menyesuaikan alur kerja laboratorium dengan kebutuhan staf
15. Urutan tahapan yang benar dalam pengoperasian alat adalah:
- a. Persiapan pengoperasian, Prosedur Operasional, Pemeriksaan Akhir, Prosedur Mematikan Alat, Penutup.
 - b. Pemeriksaan Akhir, Persiapan pengoperasian, Prosedur Mematikan Alat, Prosedur Operasional, Penutup.
 - c. Persiapan pengoperasian, Pemeriksaan Akhir, Prosedur Operasional, Prosedur Mematikan Alat, Penutup.
 - d. Penutup, Pemeriksaan Akhir, Persiapan pengoperasian, Prosedur Operasional, Prosedur Mematikan Alat.
 - e. Persiapan pengoperasian, Prosedur Mematikan Alat, Prosedur Operasional, Penutup, Pemeriksaan Akhir.
 - f. Persiapan pengoperasian, Prosedur Operasional, Prosedur Mematikan Alat, Pemeriksaan Akhir, Penutup.
16. Tujuan utama dilakukannya administrasi laboratorium adalah...
- a. Memperoleh informasi tentang keadaan laboratorium dengan cepat dan mudah

- b. Memberikan informasi tentang ruang laboratorium saja
- c. Mempersulit praktikan untuk melakukan praktikum
- d. Memastikan laboratorium dalam kondisi aman dan nyaman
- e. Memastikan hanya orang-orang tertentu yang dapat memasuki laboratorium
- f. Memperoleh informasi tentang orang-orang yang menggunakan laboratorium

17. Berikut ini adalah komponen administrasi laboratorium, kecuali...

- a. Buku inventaris
- b. Kartu stok
- c. Kartu reparasi
- d. Laporan harian
- e. Label alat dan bahan
- f. Buku catatan harian laboratorium

18. Berikut ini yang merupakan fasilitas umum adalah...

- a. Meja siswa
- b. Ventilasi
- c. Papan tulis
- d. Lemari alat
- e. Lemari bahan
- f. Perlengkapan P3K

19. Berikut ini yang merupakan fasilitas khusus adalah...

- a. Meja siswa
- b. Penerangan
- c. Ventilasi
- d. Bak cuci
- e. Aliran listrik
- f. Air

20. Cara penyimpanan alat laboratorium yang benar dilakukan berdasarkan, kecuali...

- a. Berat alat
 - b. Bahan alat
 - c. Spesifikasi alat
 - d. Frekuensi penggunaan alat
 - e. Warna alat
 - f. Kegunaan alat
21. Fungsi utama dari daftar inventaris alat dan bahan adalah..
- a. Mengatur jadwal penggunaan alat dan bahan di laboratorium.
 - b. Menentukan jumlah stok alat dan bahan yang tersedia.
 - c. Mengidentifikasi alat dan bahan yang diperlukan untuk eksperimen.
 - d. Memberikan informasi tentang nama-nama siswa yang menggunakan alat dan bahan.
 - e. Mencatat kejadian lucu yang terjadi selama praktikum.
 - f. Merekam hasil eksperimen dan observasi pribadi siswa.
22. Dokumen manakah yang biasanya berisi aturan keselamatan laboratorium?
- a. Panduan eksperimen.
 - b. Buku catatan pribadi siswa.
 - c. Brosur promosi laboratorium.
 - d. Pedoman keselamatan laboratorium.
 - e. Pembukuan keuangan.
 - f. Laporan hasil eksperimen.
23. Langkah apa yang sebaiknya diambil jika terjadi kecelakaan di laboratorium?
- a. Tetap diam dan biarkan orang lain menangani situasi.
 - b. Menuskan eksperimen tanpa mengganggu.
 - c. Segera melaporkan kepada pengawas atau guru.
 - d. Menyembunyikan kejadian tersebut untuk menghindari masalah.
 - e. Menunggu bantuan dari luar.
 - f. Mengambil barang-barang berharga.

24. Bagaimana cara terbaik untuk menyimpan bahan kimia yang mudah terbakar di laboratorium?
- Menyimpannya di lemari penyimpanan umum.
 - Menyimpannya di dekat sumber panas untuk menghindari pembekuan.
 - Menyimpannya di tempat yang terlindung dari cahaya dan panas berlebih.
 - Menyimpannya di dekat tempat pencucian untuk kemudahan akses.
 - Menyimpannya di dekat pintu.
 - Menyimpannya di dekat kamar mandi.
25. Mengapa penting untuk melakukan sterilisasi alat sebelum dan setelah digunakan di laboratorium?
- Untuk mengurangi biaya pengadaan alat baru.
 - Untuk melatih siswa dalam proses sterilisasi.
 - Untuk mencegah kontaminasi dan penyebaran mikroorganisme.
 - Untuk memastikan alat tetap terlihat bersih dan terawat.
 - Untuk menyediakan panduan eksperimen bagi siswa.
 - Untuk mengontrol keselamatan laboran.

OBSERVASI LABORATORIUM

A. Perencanaan Observasi

Laboratorium merupakan area di mana eksperimen dan pelatihan dilakukan dengan kebutuhan akan budaya keselamatan dan keamanan yang ditekankan, menjadikannya lingkungan yang aman bagi kegiatan pengajaran, pembelajaran, dan pekerjaan (Putra, 2023). Dalam melakukan observasi laboratorium perlu adanya berbagai macam tata cara atau etika. Mulai dari perencanaan, pelaksanaan, pelaporan, dan evaluasi.

Perencanaan adalah proses sistematis untuk membuat rencana atau strategi untuk mencapai tujuan tertentu (Albab, 2021). Proses ini melibatkan identifikasi tujuan, penilaian sumber daya yang tersedia, pengembangan strategi untuk mencapai tujuan tersebut, serta pengaturan tindakan konkret yang diperlukan untuk melaksanakan rencana tersebut. Dalam konteks observasi laboratorium sekolah, perencanaan yang baik sangat diperlukan.

Menurut (Silvia, 2022) Aspek perencanaan merupakan kegiatan yang sangat penting untuk memastikan bahwa semua yang ingin diobservasi sesuai dengan tujuan yang direncanakan. Observasi pada aspek perencanaan dalam manajemen laboratorium. Yang ditinjau adalah sarana dan prasarana laboratorium, alat dan bahan kimia yang tersedia, administrasi laboratorium, serta jadwal penggunaan laboratorium. Saat observasi laboratorium yang sering menjadi kelemahan pada laboratoirum adalah administrasi laboratorium yang belum lengkap. Administrasi merupakan hal yang penting dalam manajemen laboratorium. Hal ini akan berdampak pada hasil kinerja organisasi. Seperti contoh, pada saat observasi memperoleh temuan seperti kekurangan pada kelengkapan dokumen SOP, formulir beserta rekamannya yang belum terdokumentasi dengan baik. Sehingga perlu dipahami sebelum melakukan observasi, terlebih dahulu harus adanya tujuan dari observasi dilakukan.

1. Penetapan Tujuan Observasi Laboratorium

Penetapan tujuan dari observasi laboratorium adalah untuk memperoleh pemahaman yang mendalam tentang fenomena atau objek tertentu dalam lingkungan yang terkendali. Ini juga memastikan penggunaan sumber daya yang efisien, baik itu waktu, bahan, atau peralatan. Penentuan tujuan observasi yaitu mulai dari, Apakah ingin memahami kondisi fasilitas, sarana, atau prasarana di laboratorium, Atau mungkin ingin mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki, dan lain-lain. Sehingga dari sini observasi laboratorium yang dilakukan akan lebih terarah dan memudahkan pengambilan tindakan perbaikan yang diperlukan.

2. Metode Observasi Laboratorium

Setelah penetapan tujuan dilakukan, kejelasan tujuan tersebut juga memfasilitasi komunikasi temuan kepada orang lain, sehingga memungkinkan mereka untuk memahaminya dengan lebih baik. Selanjutnya terkait konteks perencanaan

observasi. Kita juga perlu memikirkan terkait metode observasi laboratorium yang digunakan. Metode observasi laboratorium sekolah adalah serangkaian langkah yang penting untuk memastikan keselamatan dan kesehatan kerja saat menggunakan peralatan laboratorium, yaitu:

- a. Observasi visual memanfaatkan waktu untuk mengamati kondisi alat laboratorium, lingkungan, serta perilaku siswa dan guru saat menggunakan peralatan.
- b. Observasi dengan instrument, yaitu menggunakan daftar yang telah disusun untuk memastikan semua langkah yang diperlukan telah dilakukan dengan benar.
- c. Observasi video melibatkan penggunaan kamera untuk merekam aktivitas di laboratorium, memungkinkan pemeriksaan kondisi alat dan lingkungan, serta perilaku siswa dan guru.

Tabel 7. 1 Tabel Kondisi Laboratorium

NO	Kondisi riil lab yang Ada di IAIN Syekh Nurjati Cirebon	YA	TDK	KONDISI
1	IAIN Syekh Nurjati Cirebon memiliki laboratorium IPA biologi	√		Kurang memadai
2	Kapasitas laboratorium ≥ 30 mahasiswa		√	
3	Terdapat ruang persiapan bahan dan alat praktik		√	
4	Terdapat ruang penyimpanan bahan dan alat	√		Kurang memadai
5	Terdapat rak penyimpanan tas dan buku mahasiswa		√	
6	Kondisi ruang memadai (penerangan, ventilasi, kebersihan, penataan, keamanan)		√	
7	Tersedia jaringan air dan listrik yang memadai		√	
8	Tersedia tempat pengolahan limbah praktik		√	
9	Tersedia alat pemadam kebakaran		√	
10	Tersedia alat-alat keselamatan kerja (PPPK, jas, masker, dll)		√	
11	Tersedia bahan praktik untuk 20 mahasiswa	√		Tersimpan baik
12	Tersedia alat praktik untuk 20 mahasiswa		√	
13	Ada penanggung jawab laboratorium	√		Dua orang

14	Ada tenaga laboran	√		Satu orang
15	Tersedia petunjuk pemakaian alat praktikum dan bahan kimia	√		Kurang tersosialisasi
16	Tersedia kartu alat	√		Kurang terawat
17	Ada buku daftar inventaris	√		Baik
18	Ada buku daftar pemakaian alat	√		Baik
19	Tersedia modul/paket materi praktik yang dikembangkan oleh Puslab	√		Cukup memadai
20	Ada alokasi dana khusus untuk laboratorium	√		
21	Ada tata tertib penggunaan dan kegiatan laboratorium	√		Baik, terawatt
22	Ada jadwal pemakaian laboratorium	√		Baik
23	Ada fasilitas penunjang kegiatan lab (seperti : rumah kaca, kebun botani, kolam percobaan, kandang hewan, dll)		√	Tidak memadai

Sumber: (Maknun, 2016)

Dalam melaksanakan metode observasi tersebut, penting untuk memiliki pemahaman yang baik tentang standar keselamatan dan kesehatan kerja laboratorium, serta memahami tindakan yang harus dilakukan dalam situasi darurat. Selain itu, diperlukan keterampilan dalam mengumpulkan data dan menganalisis kesalahan untuk tujuan pemeliharaan dan pengembangan prosedur operasi standar (SOP).

3. Peralatan Observasi Laboratorium

Saat melakukan perencanaan dalam mengobservasi laboratorium di lingkungan sekolah atau pendidikan, seringkali kita akan membutuhkan berbagai alat yang digunakan untuk mendukung kegiatan observasi. Beberapa alat yang umum digunakan meliputi kamera atau smartphone untuk mengambil foto atau video sebagai dokumentasi visual. Selain itu, menurut (Wati, 2020) terdapat alat tulis seperti pensil dan kertas, atau bahkan tablet dan laptop untuk mencatat temuan atau catatan penting selama percobaan. Untuk mengatur waktu, penggunaan stopwatch atau jam juga sering ditemui untuk

mencatat durasi eksperimen atau aktivitas. Selain itu, checklist atau daftar periksa juga digunakan untuk memastikan semua prosedur dan peralatan telah diperiksa atau digunakan sesuai dengan standar yang ditetapkan. Untuk mengukur tingkat kebisingan di laboratorium, pengamat mungkin menggunakan pengukur suara atau decibel meter. Terakhir, untuk mengamati kondisi lingkungan, termasuk suhu dan kelembaban ruangan, penggunaan thermohygrometer menjadi penting. Keseluruhan alat-alat ini membantu pengamat dalam mengumpulkan data, menjaga keamanan, dan mengevaluasi efektivitas proses pembelajaran dan penggunaan laboratorium.

4. Perizinan Observasi Laboratorium

Sebelum melakukan kunjungan ke laboratorium, penting untuk mendapatkan izin resmi dari pihak yang berwenang di laboratorium yang dituju. Izin ini merupakan langkah penting untuk memastikan bahwa kunjungan berjalan dengan lancar dan sesuai dengan kebijakan laboratorium. Proses perizinan dimulai dengan membuat surat permohonan izin yang mencakup rincian tujuan kunjungan, tanggal dan waktu yang diinginkan, serta informasi kontak yang lengkap. Surat permohonan ini kemudian diserahkan kepada manajer atau penanggung jawab laboratorium, baik melalui email, surat resmi, atau media komunikasi lain yang disepakati. Dalam surat permohonan tersebut, penting untuk menjelaskan dengan jelas tujuan kunjungan, seperti observasi manajemen, serta memberikan gambaran singkat mengenai topik atau proses yang akan diobservasi. Selain itu, disarankan juga untuk menyampaikan komitmen untuk mematuhi semua peraturan dan panduan yang berlaku selama kunjungan, termasuk aspek keselamatan dan keamanan. Setelah pengajuan, laboratorium akan meninjau permintaan tersebut dan memberikan tanggapan dalam waktu yang ditentukan. Jika permohonan disetujui, langkah selanjutnya adalah menetapkan jadwal kunjungan yang sesuai bagi kedua belah pihak.

Dalam hal ini, koordinasi yang baik antara pihak pemohon dan laboratorium sangat penting untuk memastikan kesiapan dan kenyamanan selama kunjungan. Terakhir, setelah kunjungan selesai, penting untuk mengucapkan terima kasih kepada pihak laboratorium atas izin dan kerja sama yang diberikan dan menjaga hubungan baik untuk kemungkinan kerja sama di masa mendatang. Dengan demikian, proses perizinan kunjungan laboratorium merupakan langkah awal yang penting untuk memastikan keberhasilan dan keamanan kunjungan yang diinginkan.

5. Mempersiapkan Pertanyaan Sebelum Observasi

Sebagai persiapan sebelum melakukan observasi laboratorium yang berfokus pada manajemen laboratorium, menurut (Mustari, 2012) pertanyaan yang baik adalah pertanyaan yang mengembangkan daftar pertanyaan yang bersifat terbuka dan netral. Pertanyaan-pertanyaan ini harus dirancang sedemikian rupa sehingga memungkinkan untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang tata kelola dan operasional laboratorium tanpa memberikan arahan atau saran terhadap jawaban dari staf laboratorium. Pertanyaan-pertanyaan tersebut mencakup berbagai aspek, mulai dari struktur organisasi laboratorium, prosedur dan kebijakan yang berkaitan dengan pengelolaan laboratorium, pengelolaan peralatan dan infrastruktur, serta peran staf dalam menjaga keselamatan dan keamanan di laboratorium. Selain itu, pertanyaan-pertanyaan tersebut juga mencakup topik-topik seperti pengelolaan data, program pelatihan staf, penanganan risiko, kolaborasi dengan pihak luar, dan apakah laboratorium terlibat dalam kegiatan penelitian atau pengembangan. Dengan menyiapkan pertanyaan-pertanyaan ini, diharapkan kunjungan ke laboratorium dapat memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai aspek-aspek manajemen laboratorium tanpa mengganggu aspek eksperimen atau penelitian.

6. Penjadwalan Observasi Laboratorium

Untuk memastikan bahwa observasi laboratorium berjalan dengan lancar dan efisien, penting untuk menyusun jadwal observasi yang terperinci. Jadwal ini harus mencakup waktu dan durasi pengamatan, serta bagian laboratorium yang ingin Anda kunjungi. Pertimbangkan juga waktu istirahat dan makan siang agar Anda dapat melakukan observasi dengan nyaman. Anda dapat memulai dengan menentukan waktu mulai dan berakhirnya kunjungan, serta total durasi kunjungan Anda ke laboratorium. Selanjutnya, bagi waktu observasi menjadi beberapa sesi kecil untuk setiap bagian laboratorium yang ingin Anda amati. Misalnya, alokasikan waktu untuk mengamati manajemen pengadaan dan inventaris, manajemen peralatan, keselamatan dan keamanan, manajemen data, dan sebagainya. Pastikan untuk menyediakan waktu yang cukup untuk setiap sesi observasi sehingga Anda dapat mengamati dengan cermat dan mengajukan pertanyaan yang relevan kepada staf laboratorium. Selain itu, jangan lupa waktu untuk istirahat dan makan siang agar Anda tetap segar dan fokus selama observasi. Saat menyusun jadwal observasi, penting untuk mempertimbangkan ketersediaan staf laboratorium dan kegiatan yang sedang berlangsung di laboratorium. Cobalah untuk mengatur jadwal observasi sesuai dengan waktu yang paling nyaman bagi kedua belah pihak. Dengan menyusun jadwal observasi secara terperinci yang mempertimbangkan semua faktor yang relevan, Anda dapat memastikan bahwa kunjungan Anda ke laboratorium akan berjalan dengan lancar dan memberikan hasil yang memuaskan.

7. Etika Observasi Laboratorium

Menurut (Cahyaningrum, 2020) Laboratorium adalah ruang kerja dengan potensi bahaya yang mencakup risiko fisik, kimia, biologi, dan ergonomi. Potensi risiko di dalam laboratorium pendidikan umumnya dianggap lebih rendah dibandingkan dengan laboratorium industri karena

penggunaan zat dalam jumlah yang relatif lebih kecil. Sehingga diketahui bahwa Dalam melakukan pengamatan di laboratorium, penting untuk mematuhi etiket yang berlaku untuk menjaga keamanan, kebersihan, dan menghormati privasi dan hak milik staf laboratorium. Pertama, patuhi peraturan dan tata tertib laboratorium. Ini termasuk mematuhi semua prosedur keselamatan yang telah ditetapkan, seperti mengenakan alat pelindung diri yang sesuai dan mengikuti panduan penggunaan alat laboratorium yang benar. Dengan demikian, kita dapat memastikan keselamatan tidak hanya untuk diri kita sendiri, tetapi juga untuk staf laboratorium dan lingkungan sekitar.



Gambar 7. 1 Jas Laboratorium

Sumber: (Kurniawati, 2022)

Selain itu, menjaga kebersihan laboratorium adalah kunci untuk menjaga lingkungan kerja yang aman dan nyaman. Pastikan untuk merapikan area tempat Anda

bekerja setelah digunakan dan membuang sampah sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan. Dengan demikian, kita dapat menciptakan lingkungan kerja yang bersih dan terorganisir, yang juga berkontribusi pada efisiensi operasional laboratorium. Perlu diperhatikan, untuk menghormati hak privasi dan hak milik staf laboratorium. Artinya, kita tidak boleh mengambil foto atau merekam video tanpa izin dari pihak yang berwenang. Informasi atau data apa pun yang diperoleh selama pengamatan juga harus dijaga kerahasiaannya, kecuali jika ada izin untuk membagikan atau mempublikasikannya.

Terakhir, kita harus bersikap sopan dan profesional saat berinteraksi dengan staf laboratorium. Hal ini termasuk menggunakan bahasa dan perilaku yang sopan, menghormati waktu dan ruang kerja mereka, serta menghargai otoritas dan pengetahuan mereka. Dengan menjaga sikap positif dan menghargai kontribusi mereka, kita dapat membangun hubungan yang baik dan saling menguntungkan antara pengamat dan staf laboratorium. Dengan mematuhi etika observasi seperti ini, kita dapat memastikan bahwa kunjungan ke laboratorium berjalan dengan lancar, memberikan hasil yang bermanfaat, dan menjaga hubungan yang baik dengan staf laboratorium.

B. Pelaksanaan Observasi

Pelaksanaan kegiatan laboratorium merupakan bukti konkrit dari segala perencanaan kegiatan laboratorium yang telah dilakukan sebelumnya. Agar itu dapat dilaksanakan, maka pelaksanaan kegiatan laboratorium hendaknya memperhatikan hal-hal sebagai berikut ini.

- Pelaksanaan kegiatan laboratorium tidak boleh menyimpang apalagi dengan sengaja disimpangkan dari perencanaannya, kecuali penyesuaian untuk hal-hal kecil yang tidak diperhitungkan pada saat perencanaan.

- Pelaksanaa kegiatan laboratorium harus sesuai dengan jadwal kegiatan laboratorium yang telah dibuat dan disepakati pada saat perencanaannya.
- Setiap pelaksana kegiatan laboratorium harus sudah memahami betul dan mau melaksanakan kewajibannya sesuai dengan yang direncanakan.
- Setiap pelaksana kegiatan laboratorium harus memenuhi tata tertib dan prosedur laboratorium yang berlaku dan disepakati.
- Pelaksanaan kegiatan laboratorium harus tercatat datanya, misalnya dalam bentuk daftar hadir, daftar pemakaian laboratorium, daftar penggunaan alat-alat laboratorium, bahkan jika memang perlu dapat dibuat berita acara pelaksanaan kegiatan laboratorium.

Teknik yang dapat dilakukan dalam observasi laboratorium antara lain adalah wawancara dan pengamatan. Hal yang dideskripsikan pada penelitian ini adalah pengelolaan laboratorium fisika yang dilihat yakni peralatan, perabot, dan ruang laboratorium fisika, serta kegiatan praktikum siswa dalam menunjang pembelajaran fisika. Dalam melakukan observasi laboratorium kita harus membuat Lembar Observasi Pengamatan Laboratorium Sekolah yang berisi barang-barang yang harus dimiliki oleh laboratorium fisika sekolah yang diatur dalam Permendiknas No.24 Tahun 2007. (Suseno, 2020)

Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional (Permendiknas) No. 24 Tahun 2007 tentang Sarana dan Prasarana untuk Sekolah/Madrasah, laboratorium fisika di sekolah harus memenuhi beberapa kriteria dan memiliki peralatan tertentu. Lembar observasi dapat digunakan untuk memastikan bahwa semua kebutuhan ini terpenuhi. Berikut ini contoh format lembar observasi pengamatan laboratorium fisika sekolah yang bisa Anda adaptasi untuk kebutuhan pengamatan: (Kemendiknas, 2022)

Lembar Observasi Pengamatan Laboratorium Fisika Sekolah

Nama Sekolah:

Alamat Sekolah:

Tanggal Pengamatan:

Nama Pengamat:

1. Kondisi Umum

a. Lokasi dan Bangunan

- Keberadaan laboratorium (tersendiri / bersama dengan bidang studi lain):
- Kondisi bangunan (baik/cukup/buruk):
- Pencahayaan (cukup/terlalu terang/kurang):
- Ventilasi (baik/cukup/buruk):

b. Meja dan Kursi

- Jumlah meja dan kursi:
- Kondisi meja dan kursi (baik/rusak):

c. Alat Pemadam Kebakaran

- Keberadaan alat pemadam kebakaran:
- Kondisi alat pemadam kebakaran:

d. Peralatan Keselamatan

- Ketersediaan kit P3K:
- Ketersediaan sarung tangan, kacamata keselamatan, dan apron:

2. Peralatan dan Bahan

Catat jumlah dan kondisi dari setiap item berikut sesuai dengan Permendiknas No. 24 Tahun 2007.

a. Peralatan Pengukuran

- Meteran
- Timbangan
- Termometer
- Stopwatch

b. Alat Optik

- Lensa cembung dan cekung
- Cermin datar, cekung, dan cembung
- Prisma

c. Peralatan Listrik dan Magnet

- Rangkaian listrik sederhana
- Kumparan
- Magnet batang

d. Alat Mekanika

- Dinamometer
- Katrol
- Balok geser

e. Bahan Habis Pakai

- Kabel penghubung
- Baterai dan sel
- Kertas grafik

3. Kondisi Peralatan

Catat kondisi setiap peralatan (baik/rusak/butuh kalibrasi):

1. ...
2. ...
3. ...

4. Saran dan Catatan Tambahan

- Saran untuk perbaikan:
- Catatan khusus mengenai kebutuhan pelatihan atau pemeliharaan:

5. Tanda Tangan Pengamat

Nama:

Tanda tangan:

Tanggal:

Berikut ini adalah barang-barang yang harus dimiliki oleh laboratorium fisika sekolah yang diatur dalam Permendiknas No.24 Tahun 2007:

Lampiran 5

**LEMBAR OBSERVASI
KINERJA SISWA SELAMA PRAKTIKUM**

Mata Pelajaran : Fisika Pokok Bahasan : Gaya gravitasi
Kelas : X Hari/Tanggal :
Semester : 2 Pertemuan ke- : 1

PEDOMAN KINERJA PRAKTIKUM

Nomor Butir	Aspek Keterampilan	Skor					Skor Butir
		5	4	3	2	1	
Menggunakan alat dan bahan yang tepat							
1	Mengambil alat dan bahan yang tepat (sesuai dengan spesifikasi praktikum).						
2	Mencermati keadaan alat dan bahan yang akan digunakan (mengkalibrasi).						
3	Menggunakan alat dengan berhati-hati.						
Merancang percobaan sesuai dengan petunjuk pada LKS							
1	Merangkai alat sesuai dengan petunjuk pada LKS.						
2	Mengadakan pembagian tugas dalam perancangan alat.						
Mengumpulkan data hasil percobaan dengan runut dan tepat							
1	Mengadakan pembagian tugas dalam pengambilan data.						
2	Mencatat data pada LKS sesuai dengan hasil praktikum.						
3	Mengolah data hasil praktikum.						
4	Pembuatan laporan hasil praktikum						

Keterangan:

5 = amat baik

4 = baik

3 = cukup

2 = kurang

1 = sangat kurang

Nilai tiap tagihan:

$$\text{Nilai} = \frac{\sum \text{Score}}{45} \times 100$$

Gambar 7. 2 Pedoman Kinerja Praktikum

Sumber: (Sastra Milanisti, 2015)

Kemudian, dalam melakukan observasi laboratorium kita juga dapat melakukan wawancara untuk mendapatkan informasi tentang kegiatan dan prosedur yang dilakukan secara lebih detail. Kita membutuhkan instrumen sebelum melakukan wawancara, agar berjalan dengan terstruktur dan informasi yang didapat lengkap. Berikut ini contoh instrumen wawancara yang dapat digunakan:

- Inventarisasi alat

Pertanyaan dalam bagian ini bertujuan untuk mengidentifikasi alat-alat yang tersedia di laboratorium. Hal ini mencakup pemahaman tentang proses dokumentasi inventaris dan penanganan peralatan yang sering rusak, yang sangat penting untuk memastikan ketersediaan dan keberlanjutan peralatan yang digunakan dalam pendidikan.

- Penggunaan laboratorium

Bagian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa efektif dan efisien penggunaan laboratorium. Pertanyaan-pertanyaan ini mengeksplorasi frekuensi penggunaan, pihak yang berhak menggunakan laboratorium, dan prosedur pemesanan waktu, yang penting untuk manajemen dan penjadwalan laboratorium.

- Struktur Organisasi Laboratorium Keselamatan dan Keamanan

Ini mengevaluasi bagaimana struktur organisasi laboratorium diatur, termasuk peran dari masing-masing personil. Ini penting untuk memahami distribusi tanggung jawab dan koordinasi dalam operasional laboratorium

- Pemeliharaan alat

Pertanyaan di bagian ini ditujukan untuk memahami bagaimana pemeliharaan peralatan dilakukan. Ini mencakup jadwal pemeliharaan, pihak yang bertanggung jawab, dan tantangan dalam pemeliharaan, yang esensial untuk memastikan fungsi peralatan tetap optimal.

- Pengadaan alat dan bahan praktikum
Ini berfokus pada proses pengadaan alat dan bahan. Memahami proses ini penting untuk memastikan bahwa laboratorium selalu dipasok dengan peralatan dan bahan yang memenuhi standar pendidikan dan keamanan.
- Tata tertib laboratorium
Pertanyaan dalam bagian ini bertujuan untuk memahami tata tertib yang berlaku di laboratorium dan bagaimana aturan tersebut dipertahankan dan ditegakkan, yang penting untuk menjaga tatanan dan disiplin selama kegiatan laboratorium. (Yolanda, 2021).

C. Pelaporan Observasi

Laporan hasil observasi laboratorium memiliki peran yang sangat penting dalam konteks ilmiah dan penelitian. Dalam pengertian yang lebih luas, laporan ini merupakan bentuk dokumentasi yang memuat informasi penting mengenai hasil observasi yang dilakukan di laboratorium. Tujuan utama dari pendahuluan dalam laporan hasil observasi laboratorium adalah memberikan konteks yang memadai bagi pembaca untuk memahami tujuan observasi, metodologi yang digunakan, serta pentingnya temuan yang akan dipresentasikan.

Pendahuluan adalah bagian awal dari laporan yang bertujuan untuk memberikan gambaran umum tentang apa yang akan dibahas dalam laporan tersebut. Ini mencakup penjelasan tentang latar belakang observasi, tujuan dari observasi, dan metodologi yang digunakan dalam proses pengumpulan data. Pendahuluan memiliki beberapa tujuan, yaitu:

- Memberikan Konteks
Pendahuluan memberikan informasi latar belakang yang diperlukan untuk memahami konteks penelitian atau observasi.

- **Menjelaskan Tujuan**

Tujuan dari pendahuluan adalah untuk menjelaskan mengapa observasi dilakukan dan apa yang diharapkan dicapai melalui observasi tersebut.

- **Menguraikan Metodologi**

Dalam memberikan gambaran singkat tentang metodologi yang digunakan dalam observasi, termasuk alat dan bahan yang digunakan serta prosedur observasi (Khotimah, 2022).

Dalam merangkai laporan hasil observasi memiliki metode dimana metode adalah bagian dari laporan hasil observasi laboratorium yang memberikan penjelasan rinci tentang bagaimana observasi dilakukan. Ini mencakup informasi tentang alat dan bahan yang digunakan, teknik pengukuran, serta prosedur yang diikuti selama proses observasi. Tujuan utama dari bagian ini adalah untuk memastikan replikabilitas hasil, sehingga pembaca dapat mengulangi observasi dengan cara yang sama untuk memverifikasi temuan yang disajikan dalam laporan.

Bagian metode dalam laporan hasil observasi laboratorium adalah tempat di mana peneliti menjelaskan secara rinci tentang langkah-langkah yang diambil dalam melakukan observasi. Ini mencakup informasi tentang peralatan yang digunakan, teknik pengukuran, serta prosedur yang diikuti selama proses observasi. Berikut tujuan dari metode:

- **Detail Metodologi**

Bagian ini memberikan deskripsi yang sangat rinci tentang metodologi yang digunakan dalam observasi. Hal ini memungkinkan pembaca untuk memahami dengan jelas langkah-langkah yang diambil dalam melakukan observasi.

- **Replikabilitas**

Tujuan dari bagian ini adalah untuk memastikan bahwa hasil

observasi dapat direplikasi oleh peneliti lain dengan cara yang sama. Oleh karena itu, penting untuk memberikan detail yang cukup tentang alat dan bahan yang digunakan serta prosedur observasi yang diikuti.

- Menghindari Bias

Dengan memberikan deskripsi yang jelas tentang metodologi yang digunakan, peneliti dapat membantu menghindari bias dalam proses observasi dan interpretasi hasil (Anista, 2022).

Kemudian setiap laporan memiliki bagian hasil dalam laporan hasil observasi laboratorium menyajikan temuan yang diperoleh dari observasi. Ini termasuk data yang dikumpulkan selama observasi, serta analisis dan interpretasi yang diberikan oleh peneliti. Tujuan utama dari bagian ini adalah untuk menyajikan informasi dengan jelas dan terperinci sehingga pembaca dapat memahami temuan observasi dengan baik. Bagian hasil adalah tempat di mana peneliti menyajikan temuan yang diperoleh dari observasi laboratorium. Ini mencakup presentasi data secara sistematis, deskripsi naratif tentang temuan utama, serta analisis dan interpretasi data yang diberikan oleh peneliti.

Tujuan dari adanya hasil pada laporan ialah untuk menyajikan data hasil observasi secara sistematis. Ini bisa berupa tabel, grafik, atau diagram yang memperjelas temuan yang diperoleh. Selain itu, bagian hasil juga berisi deskripsi naratif tentang temuan utama yang dihasilkan dari observasi. Hal ini memungkinkan pembaca untuk memahami dengan lebih baik implikasi dari temuan yang disajikan. Terakhir, bagian hasil juga mencakup analisis dan interpretasi dari data yang diberikan oleh peneliti. Hal ini membantu pembaca untuk memahami arti dari temuan yang disajikan dan implikasinya dalam konteks penelitian yang lebih luas.

Bagian analisis dalam laporan hasil observasi laboratorium merupakan tempat di mana peneliti menafsirkan dan

menginterpretasikan data yang telah diperoleh dari observasi. Ini mencakup identifikasi pola atau tren dalam data, serta menjelaskan implikasi dari temuan tersebut. Tujuan utama dari bagian ini adalah untuk membantu pembaca memahami arti dari data yang disajikan dan relevansinya dalam konteks penelitian yang lebih luas. Bagian analisis dalam laporan hasil observasi laboratorium adalah tempat di mana peneliti menafsirkan dan menginterpretasikan data yang telah diperoleh dari observasi. Ini mencakup identifikasi pola atau tren dalam data, serta menjelaskan implikasi dari temuan tersebut.

Tujuan utama dari bagian ini adalah untuk menafsirkan temuan dari observasi dan menjelaskan artinya dalam konteks penelitian yang lebih luas. Selain itu, bagian analisis juga mencakup identifikasi pola atau tren dalam data yang diberikan oleh peneliti. Hal ini membantu pembaca untuk memahami dengan lebih baik implikasi dari temuan yang disajikan. Terakhir, bagian analisis juga dapat mencakup kesimpulan awal berdasarkan data yang telah dianalisis oleh peneliti. Hal ini membantu pembaca untuk memahami dengan lebih baik implikasi dari temuan yang disajikan dan relevansinya dalam konteks penelitian yang lebih luas (Permatasari, 2020).

Bagian diskusi dalam laporan hasil observasi laboratorium adalah tempat di mana peneliti membahas implikasi dari temuan yang telah disajikan dalam bagian sebelumnya. Ini mencakup pembahasan tentang relevansi temuan dengan literatur yang ada, perbandingan dengan penelitian sebelumnya, serta diskusi memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang signifikansi dan kontribusi temuan terhadap pengetahuan yang ada dalam bidang studi tertentu. Berikut adalah beberapa poin yang bisa disertakan dalam bagian diskusi:

Interpretasi Temuan

- Jelaskan makna dan implikasi dari temuan yang disajikan dalam bagian hasil. Apa arti dari pola atau tren yang diamati?

Bagaimana temuan ini berhubungan dengan tujuan penelitian atau pertanyaan penelitian yang diajukan?

- Berikan penjelasan yang mendalam tentang faktor-faktor yang mungkin menyebabkan temuan tersebut dan bagaimana hal itu dapat dikaitkan dengan teori atau konsep yang ada.

Relevansi dengan Literatur yang Ada

- Diskusikan bagaimana temuan Anda cocok dengan atau bertentangan dengan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan dalam bidang yang sama. Apakah temuan Anda mendukung atau menantang teori yang ada?
- Identifikasi kesamaan dan perbedaan antara temuan Anda dengan studi sebelumnya dan jelaskan apa yang dapat dijelaskan oleh perbedaan tersebut.

Pembahasan Potensial Bias atau Batasan

- Transparansi adalah kunci. Jika ada potensi bias dalam metode atau prosedur, bicarakan secara terbuka tentang hal itu dan bagaimana hal itu dapat mempengaruhi validitas temuan Anda.
- Identifikasi batasan dari penelitian Anda. Misalnya, keterbatasan dalam sampel, metode pengukuran, atau lingkungan eksperimental.

Implikasi Praktis atau Teoritis

- Diskusikan bagaimana temuan Anda dapat berkontribusi pada praktik atau kebijakan dalam bidang terkait. Apakah ada implikasi praktis yang dapat diekstraksi dari temuan Anda?
- Jelaskan implikasi teoritis dari temuan Anda dan bagaimana hal itu dapat memperluas pemahaman kita tentang fenomena yang diamati.

Kesimpulan dan Perluasan Penelitian

- Ringkaslah kesimpulan utama dari diskusi Anda dan kemudian buka pintu untuk penelitian lanjutan. Apakah ada pertanyaan yang muncul dari temuan Anda yang membutuhkan lebih banyak eksplorasi?
- Sarankan arah penelitian yang lebih lanjut berdasarkan temuan Anda. Apakah ada aspek yang belum diteliti dengan baik atau area di mana temuan Anda dapat diperluas atau diverifikasi?

Pertimbangkan Perspektif Alternatif

- Jika ada hasil yang bisa diinterpretasikan dengan cara yang berbeda, sertakan perspektif alternatif dan jelaskan mengapa Anda memilih interpretasi tertentu.
- Bagian diskusi dalam laporan hasil observasi laboratorium haruslah ditulis dengan hati-hati dan berfokus pada analisis mendalam dan pemahaman yang kuat tentang temuan yang disajikan. Ini adalah tempat di mana peneliti dapat menonjolkan kontribusi unik dari penelitian mereka dan menghubungkannya dengan konteks yang lebih luas dalam bidang studi tertentu (Octarini & Noveria, 2023).

**LEMBAR OBSERVASI
KELENGKAPAN DOKUMEN ADMINISTRASI
LABORATORIUM IPA SMA/SEDERAJAT**

Nama Laboratorium : Laboratorium Kimia/Fisika/ Biologi/
IPA (**coret yang tidak perlu*)

Nama Sekolah :

Kepala Laboratorium :

Berilah cek list (√) pada isian tabel berikut.

No.	Aspek yang Dinilai	Ada	Tidak Ada	Deskripsi/ Komentar
1.	Daftar inventaris alat (Daftar alat)			
2.	Buku/kartu laporan kerusakan alat dan bahan kimia			
3.	Buku/kartu pemakaian alat			
4.	Buku/kartu perawatan alat			
5.	Daftar inventrasi bahan kimia (Daftar bahan)			
6.	Buku/kartu stok bahan kimia			
7.	Struktur Organisasi Laboratorium			
8.	Tata Tertib Laboratorium			
9.	SOP Laboratorium (SOP pemakaian alat dan lain-lain)			
10.	Sistem Periodik Unsur			
11.	Informasi resiko dan bahaya di laboratorium			
12.	Informasi penanganan resiko dan bahaya di laboratorium			
13.	Buku panduan praktikum			
14.	Jadwal pemakaian laboratorium (rencana kegiatan di laboratorium)			

Gambar 7.3 Contoh lembar observasi kelengkapan dokumen administrasi laboratorium

Sumber: (Telaumbanua, 2019)

D. Evaluasi

Laboratorium merupakan tempat pengamatan, percobaan, latihan, dan pengujian konsep pengetahuan dan teknologi. Kegiatan pengamatan dan percobaan di laboratorium diharapkan dapat membantu tercapainya tujuan pembelajaran sehingga upaya meningkatkan prestasi dan hasil belajar peserta didik semakin meningkat. Salah satu metode pembelajaran saintifik yang dapat menciptakan kondisi terwujudnya pemahaman terhadap konsep dan komponen saintifik ilmiah beserta prosesnya yaitu dengan pembelajaran dalam bentuk praktikum yang ada di laboratorium.

Dalam praktikum laboratorium, siswa diberi kesempatan untuk menerapkan konsep-konsep yang telah dipelajari dalam konteks nyata. Mereka dapat mengamati fenomena alam atau melakukan percobaan yang dirancang untuk menguji hipotesis. Selain itu, praktikum juga memungkinkan siswa untuk mengembangkan keterampilan praktis seperti pengukuran, pengamatan, dan analisis data. Dengan melakukan praktikum secara langsung, siswa dapat lebih memahami konsep-konsep yang diajarkan dalam pelajaran. Mereka dapat melihat bagaimana teori diterapkan dalam praktek, serta mengalami sendiri proses-proses yang terlibat dalam eksperimen ilmiah. Hal ini membantu memperkuat pemahaman mereka dan memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam.

Selain itu, praktikum laboratorium juga mendorong siswa untuk menjadi lebih mandiri dalam belajar. Mereka diajak untuk merencanakan eksperimen, mengumpulkan data, dan menarik kesimpulan sendiri. Proses ini mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan problem solving yang penting dalam ilmu pengetahuan. Dengan demikian, praktikum laboratorium bukan hanya sekedar kegiatan tambahan dalam pembelajaran, tetapi merupakan bagian integral dari pendekatan pembelajaran saintifik. Melalui praktikum, siswa dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam, keterampilan yang diperlukan, dan pengalaman belajar yang berharga untuk mempersiapkan mereka menjadi ilmuwan dan profesional masa depan.

Penggunaan alat-alat dan bahan laboratorium memerlukan keterampilan sehingga keberhasilan atau tujuan dari praktikum dapat tercapai. Pengelolaan dan penggunaan laboratorium pada saat praktikum yang melibatkan guru, laboran, dan peserta didik terdiri dari rencana atau jadwal penggunaan laboratorium, pelaksanaan kegiatan praktikum, serta evaluasi pasca kegiatan praktikum. Evaluasi sangat penting dalam pengelolaan laboratorium dalam rangka menilai keberhasilan suatu program. (Vrio Andris, 2022)

Pengertian dari evaluasi sendiri adalah kegiatan untuk mengumpulkan informasi tentang bekerjanya sesuatu, yang selanjutnya informasi tersebut digunakan untuk menentukan alternatif yang tepat dalam mengambil sebuah keputusan. (Hayati, 2020).

Sedangkan standardisasi sarana dan prasarana bertujuan memberi arahan teknis edukatif yang dapat dijadikan pegangan dalam penentuan dan penerapan persyaratan yang harus dipenuhi sarana dan prasarana dalam fungsinya menunjang proses pembelajaran. Diperlukan evaluasi kelayakan sarana dan prasarana di sekolah berkaitan dengan tata kelola dan pengambilan keputusan, pendanaan, manajemen, perencanaan, data dan informasi, dan akuntabilitas. Evaluasi standar sarana dan prasarana merupakan pengumpulan informasi terhadap keterpenuhan sarana dan prasarana yang sesuai dengan standar berdasarkan Permendiknas. (Filardo, 2017)

Proses evaluasi ini tidak hanya mencakup penilaian terhadap kondisi fisik sarana dan prasarana, tetapi juga aspek-aspek lain yang mempengaruhi efektivitas dan efisiensi penggunaannya. Misalnya, evaluasi dapat melibatkan penilaian terhadap keberlanjutan pemeliharaan, ketersediaan dan aksesibilitas, serta kesesuaian dengan kebutuhan pembelajaran yang ada.

Dengan melakukan evaluasi secara berkala terhadap standar sarana dan prasarana, sekolah dapat mengidentifikasi area-area yang perlu diperbaiki atau ditingkatkan untuk meningkatkan kualitas lingkungan pembelajaran. Hal ini dapat membantu dalam pengambilan keputusan terkait alokasi sumber daya dan perencanaan jangka panjang untuk meningkatkan efektivitas sistem pendidikan secara keseluruhan. (Pertiwi, 2019)

a. Langkah-Langkah Evaluasi Hasil Observasi Laboratorium

1. Perencanaan Evaluasi

Sebuah evaluasi yang efektif dimulai dengan perencanaan yang matang. Pertama, kita perlu mengidentifikasi tujuan

utama dari evaluasi hasil observasi laboratorium, apakah itu untuk menilai efektivitas pembelajaran atau untuk memastikan keamanan laboratorium. Selanjutnya, kita perlu menetapkan indikator kinerja yang akan digunakan untuk mengukur pencapaian tujuan tersebut. Misalnya, indikator kinerja bisa mencakup tingkat pemahaman siswa atau kepatuhan terhadap prosedur keselamatan. Terakhir, kita perlu memilih metode observasi yang tepat untuk mengumpulkan data, seperti pengamatan langsung atau wawancara.

2. Pelaksanaan Observasi

Setelah perencanaan, langkah berikutnya adalah melaksanakan observasi. Ini melibatkan persiapan alat dan bahan yang diperlukan, serta pelaksanaan pengamatan sesuai dengan tujuan evaluasi yang telah ditetapkan. Selama observasi, penting untuk mencatat secara rinci semua informasi yang relevan, termasuk interaksi siswa, penggunaan alat dan bahan, serta aspek-aspek lain yang dapat mempengaruhi efektivitas pembelajaran.

3. Analisis Data

Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah menganalisisnya dengan seksama. Data yang terkumpul perlu diorganisasi dengan baik dan dievaluasi untuk menentukan sejauh mana tujuan evaluasi telah tercapai. Ini melibatkan perbandingan data dengan kriteria atau standar yang telah ditetapkan sebelumnya. Berdasarkan analisis data, kita dapat mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan dari praktikum yang dilakukan, serta area-area yang perlu ditingkatkan.

4. Penyusunan Rekomendasi

Dari hasil analisis data, kita dapat menyusun rekomendasi untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran di laboratorium. Rekomendasi ini dapat berupa perbaikan

fasilitas, pengembangan metode pembelajaran, atau pelatihan untuk guru dan siswa. Penting untuk memprioritaskan rekomendasi berdasarkan urgensi dan dampaknya terhadap tujuan evaluasi. Rekomendasi tersebut kemudian dapat disampaikan kepada pihak terkait, seperti pengelola laboratorium, guru, atau staf pendidikan, dan diikuti dengan rencana tindak lanjut untuk mengimplementasikannya.

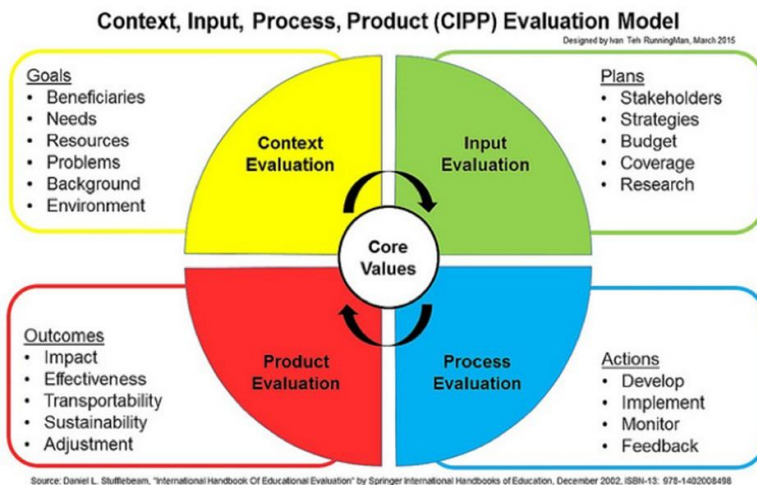
5. Tindak Lanjut

Tahap terakhir adalah melakukan tindak lanjut terhadap rekomendasi yang telah disusun. Ini melibatkan implementasi rekomendasi dan pemantauan kemajuannya. Penting untuk terus memantau kemajuan implementasi rekomendasi dan mengevaluasi dampaknya terhadap efektivitas pembelajaran di laboratorium. Jika diperlukan, penyesuaian dapat dilakukan untuk memastikan bahwa perbaikan yang dilakukan sesuai dengan yang diharapkan. Dengan demikian, siklus evaluasi hasil observasi laboratorium dapat berlanjut secara berkelanjutan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.

b. Model Evaluasi Hasil Observasi Laboratorium

Evaluasi hasil observasi laboratorium sendiri mencakup berbagai konteks dalam laboratorium itu sendiri. Jenis model yang biasa digunakan untuk melakukan evaluasi laboratorium dalam model CIPP (Context, Input, Process, Product). Pertama, aspek konteks menyoroti organisasi dan administrasi laboratorium serta lokasi dan ruang fisiknya. Ini mencakup penilaian terhadap bagaimana laboratorium diatur, dikelola, dan apakah lingkungan fisiknya memadai untuk tujuan pembelajaran yang efektif. Kedua, aspek input menilai kelengkapan alat dan bahan laboratorium dalam bidang ilmu pengetahuan alam, penyimpanan peralatan dan bahan, serta perlengkapan keseluruhan laboratorium. Evaluasi ini penting untuk memastikan bahwa siswa memiliki akses terhadap

semua yang mereka butuhkan untuk menjalankan praktikum dengan baik. Ketiga, aspek proses menyoroti pemeliharaan alat laboratorium, penggunaan laboratorium secara efisien, serta penyediaan dan penyiapan alat dan bahan yang diperlukan selama praktikum. Ini termasuk penilaian terhadap keandalan alat, kecukupan petunjuk penggunaan, dan ketersediaan fasilitas pendukung. Terakhir, aspek produk menilai hasil akhir dari praktikum, termasuk pemahaman siswa tentang keselamatan kerja dan kebersihan ruang dan peralatan laboratorium. Evaluasi ini penting untuk menentukan sejauh mana praktikum telah berhasil memenuhi tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. (Nulngafan, 2020)



Gambar 7.4 model CIPP (Context, Input, Process, Product)

Sumber: (Stufflebeam, 2002)

c. Analisis Data Dalam Evaluasi Hasil Observasi Laboratorium

Analisis data dalam evaluasi hasil observasi laboratorium merupakan tahap kunci yang memungkinkan kita untuk memahami secara mendalam efektivitas dan efisiensi dari praktikum atau kegiatan yang dilakukan di dalam

laboratorium. Proses analisis data ini melibatkan beberapa langkah penting yang bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana tujuan pembelajaran telah tercapai, mengidentifikasi tren atau pola yang muncul, serta menghasilkan temuan-temuan yang dapat digunakan sebagai dasar untuk membuat rekomendasi perbaikan. (Manlea, 2017)

Pertama-tama, langkah awal dalam analisis data adalah mengorganisasi data yang telah terkumpul dengan baik. Ini melibatkan penataan data ke dalam format yang mudah dipahami, seperti tabel, grafik, atau diagram. Dengan cara ini, kita dapat melihat data secara keseluruhan dan mengidentifikasi pola atau tren yang mungkin terjadi.

Setelah data terorganisir, langkah selanjutnya adalah melakukan evaluasi terhadap data tersebut. Evaluasi ini melibatkan peninjauan data secara seksama untuk mengevaluasi sejauh mana tujuan evaluasi telah tercapai. Misalnya, jika tujuan pembelajaran adalah untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep-konsep ilmiah, maka kita perlu mengevaluasi seberapa baik siswa telah memahami konsep-konsep tersebut berdasarkan data yang terkumpul selama observasi.

Selain itu, dalam analisis data juga perlu dilakukan perbandingan antara data yang terkumpul dengan kriteria atau standar yang telah ditetapkan sebelumnya. Ini membantu kita untuk menilai sejauh mana praktikum yang dilakukan telah memenuhi harapan atau standar yang telah ditetapkan. Misalnya, jika ada standar keselamatan yang harus dipenuhi dalam praktikum laboratorium, kita perlu mengevaluasi sejauh mana praktikum telah memenuhi standar tersebut.

Setelah data dievaluasi, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi temuan atau hasil analisis yang signifikan.

Temuan ini bisa berupa kekuatan dan kelemahan dari praktikum yang dilakukan, pola atau tren yang muncul dari data, atau perbedaan antara hasil yang diharapkan dengan hasil yang sebenarnya. Identifikasi temuan ini penting karena menjadi dasar untuk menyusun rekomendasi perbaikan atau peningkatan di masa mendatang.

Dengan melakukan analisis data yang cermat dan sistematis, kita dapat memahami dengan lebih baik efektivitas dan efisiensi dari praktikum yang dilakukan di laboratorium. Analisis data ini memberikan wawasan yang berharga yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di laboratorium, serta memastikan bahwa tujuan pembelajaran tercapai secara optimal.

d. Menyusun Rekomendasi Dalam Evaluasi Hasil Observasi Laboratorium

Penyusunan saran atau rekomendasi dalam evaluasi hasil observasi laboratorium merupakan tahap penting yang memungkinkan untuk mengidentifikasi area-area yang perlu diperbaiki atau ditingkatkan. Langkah pertama adalah merujuk kembali kepada temuan atau hasil analisis yang telah diidentifikasi dari data observasi. Ini melibatkan peninjauan kembali semua informasi yang terkumpul, baik itu kekuatan maupun kelemahan dari praktikum yang dilakukan, serta pola atau tren yang muncul dari data. Berdasarkan temuan tersebut, rekomendasi konkret dapat disusun, haruslah spesifik, terukur, dan relevan dengan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan sebelumnya. Selanjutnya, rekomendasi juga harus mempertimbangkan faktor-faktor implementasi seperti ketersediaan sumber daya, dukungan dari pihak terkait, dan waktu yang diperlukan untuk menerapkan perubahan.

Dengan menyusun rekomendasi secara sistematis, diharapkan dapat tercipta perbaikan yang signifikan dalam

kualitas pembelajaran di laboratorium, dan memberikan pengalaman belajar yang lebih optimal bagi siswa. Adapun langkah dalam menyusun rekomendasi yang sistematis sebagai berikut:

1. Analisis Temuan

- Mulailah dengan meninjau kembali semua temuan atau hasil analisis yang telah diidentifikasi dari data observasi. Ini mencakup kekuatan, kelemahan, pola atau tren yang muncul dari data, serta perbedaan antara hasil yang diharapkan dengan hasil yang sebenarnya.
- Identifikasi area-area yang memerlukan perbaikan atau peningkatan. Fokus pada temuan yang paling signifikan atau kritis yang mempengaruhi efektivitas pembelajaran di laboratorium

2. Prioritaskan Temuan

Tentukan prioritas untuk setiap temuan berdasarkan urgensi dan dampaknya terhadap tujuan evaluasi. Temuan yang memiliki dampak yang lebih besar atau urgensi yang lebih tinggi harus diberi prioritas lebih tinggi dalam penyusunan rekomendasi.

3. Rekomendasi yang Spesifik

- Susun rekomendasi yang spesifik, terukur, dan terarah. Rekomendasi haruslah jelas dan memuat langkah-langkah konkret yang harus diambil untuk memperbaiki atau meningkatkan situasi yang diidentifikasi.
- Pastikan setiap rekomendasi mencakup deskripsi yang jelas tentang apa yang perlu dilakukan, siapa yang bertanggung jawab, kapan harus dilaksanakan, dan bagaimana kemajuannya akan dimonitor.

4. Perhatikan Faktor Implementasi

- Pertimbangkan berbagai faktor yang dapat mempengaruhi implementasi rekomendasi, seperti ketersediaan sumber daya, dukungan dari pihak terkait, dan waktu yang diperlukan untuk menerapkan perubahan.
- Pastikan rekomendasi yang disusun dapat diimplementasikan dengan efektif dan memperhitungkan kendala-kendala yang mungkin muncul selama proses implementasi.

5. Rencana Tindak Lanjut

- Sertakan rencana tindak lanjut yang menguraikan langkah-langkah konkret yang akan diambil untuk mengimplementasikan setiap rekomendasi.
- Tentukan siapa yang bertanggung jawab untuk melaksanakan setiap langkah, kapan harus dilaksanakan, dan bagaimana kemajuannya akan dimonitor dan dievaluasi.

Laboratorium adalah tempat untuk melakukan kegiatan percobaan, pengukuran, hingga penelitian ilmiah. Laboratorium merupakan salah satu komponen penting untuk menunjang proses pembelajaran. Laboratorium menjadi tempat belajar bagi peserta didik untuk lebih leluasa mengeksplorasi ilmu pengetahuan dengan berbasis eksperimen sehingga pengalaman belajar dapat diperoleh melalui bersinggungan langsung dengan objek yang dipelajari. (Mulyono, 2023)

Peraturan Pemerintah No: 19 Tahun 2005 pada bab VII pasal 42 ayat 2 mencantumkan bahwa (PP No. 19, 2005) : “Setiap satuan pendidikan wajib memiliki prasarana yang meliputi lahan ruang kelas, ruang pimpinan satuan pendidikan, ruang pendidik, ruang tata usaha, ruang perpustakaan, ruang laboratorium, ruang bengkel kerja tempat berolahraga, tempat

beribadah, tempat bermain, tempat berkreasi dan ruang/tempat lain yang diperlukan untuk menunjang proses pembelajaran yang teratur dan berkelanjutan (Pitriani, 2023).

Penyusunan peralatan merupakan bagian kecil dari fungsi manajemen laboratorium. Untuk memahami bagaimana alat-alat diatur di laboratorium, penting bagi kita untuk memiliki pemahaman yang kuat tentang fungsi dan struktur laboratorium, serta berbagai aspek terkait manajemen laboratorium. Di sini, sistem manajemen laboratorium di suatu lembaga digunakan sebagai sumber pembelajaran. Penyusunan alat, yang juga dikenal sebagai penataan, melibatkan proses pengaturan alat di laboratorium agar tertata dengan baik. Menyusun alat ini berkaitan erat dengan tata letak penyimpanan serta kemudahan perawatan alat tersebut. Tata letak penyimpanan dan pemeliharaan alat memerlukan pendekatan khusus agar petugas laboratorium (baik teknisi maupun juru laboratorium) dapat dengan mudah dan cepat mengakses alat-alat yang diperlukan dan menjaga kualitas serta kuantitasnya. Dengan demikian, penyusunan alat laboratorium bertujuan untuk menyusun alat-alat tersebut secara teratur, memberikan tampilan yang estetik, memudahkan akses, menjaga identitas dan presisi alat, serta mengontrol jumlahnya untuk mencegah kehilangan. Untuk memahami dengan baik tentang penyusunan peralatan laboratorium, penting untuk mempelajari pengenalan dan penggunaan alat laboratorium terlebih dahulu.

Beberapa hal yang harus dipertimbangkan di dalam penataan alat terutama cara penyimpanannya, di antaranya adalah:

1. Fungsi alat
2. kualitas alat
3. keperangkatan
4. nilai atau harga ala

5. kuantitas alat termasuk kelangkaannya
6. sifat alat termasuk kepekaan terhadap lingkungan
7. bahan dasar penyusunan alat
8. bentuk dan ukuran alat
9. bobot atau berat alat

Pengelolaan laboratorium yang baik meliputi aspek perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan dan evaluasi serta beberapa persyaratan tata letak, kelengkapan sarana dan administrasi oleh karena itu harus dikelola oleh tenaga profesional terlatih, serta dukungan dari sistem manajemen laboratorium agar dapat berfungsi dengan baik (Gusmanto 2023).

Kegiatan inventaris laboratorium merupakan sistem informasi yang berbasis web dan penggunaan labelling QR Code ini menghasilkan laporan pengelolaan data dan transaksi alat laboratorium berupa penerimaan alat baru, peminjaman alat, permintaan peminjaman alat, kerusakan dan perbaikan alat secara akurat.

Kegiatan inventarisasi bertujuan untuk mengurangi terjadinya kehilangan dan penyalahgunaan, menekan biaya operasional, mengoptimalkan proses pekerjaan dan hasil, meningkatkan kualitas kerja, meminimalkan resiko kehilangan, rusak, pecah, mencegah pemakaian berlebihan, meningkatkan kerjasama laboratorium, mendukung terciptanya kondisi yang aman oleh karenanya perlu pengaturan penggunaan, penyimpanan, pendataan, dan pengamanan peralatan di laboratorium (Mukhsalmina 2022).

Laporan observasi merupakan laporan pengamatan suatu objek yang dideskripsikan dalam bentuk teks atau tulisan. Dalam pembelajaran laporan observasi siswa tidak hanya dituntut untuk mampu mengidentifikasi dan

menginterpretasikan laporan observasi, namun siswa juga dituntut harus mampu menulis teks laporan observasi tersebut secara objektif (Erlina, 2023).

Pelaksanaan pembelajaran di laboratorium harus didukung oleh fasilitas yang memadai, sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP). Laboratorium sains memberikan dampak besar bagi siswa dalam memahami konsep secara praktis, sehingga ketersediaan sarana dan prasarana yang baik sangat penting untuk optimalisasi pelaksanaan praktikum di sekolah. Selain itu, bahan ajar yang mendukung proses pembelajaran juga perlu disediakan agar siswa dapat mencapai standar kompetensi yang telah ditentukan.

Keterlaksanaan kegiatan praktikum menjadi kunci dalam pencapaian pembelajaran psikomotorik yang efektif. Praktikum yang lancar membantu peserta didik dalam menerapkan ilmu dan konsep teori yang diperoleh secara langsung. Dengan demikian, peserta didik dapat memahami konsep materi secara menyeluruh dan dapat menguasainya dengan baik.

Pelaksanaan pembelajaran di laboratorium merupakan proses yang esensial bagi peserta didik karena memungkinkan mereka untuk menerapkan konsep yang dipelajari secara langsung. Dengan adanya praktikum, peserta didik dapat memahami konsep atau teori yang baru melalui pengalaman langsung. Oleh karena itu, penting untuk menyediakan sarana dan prasarana yang memadai agar peserta didik dapat melaksanakan praktikum dengan baik. (Santih, 2021)



Gambar 7. 5 Laboratorium Fisika saat Melakukan Praktikum

Sumber: (Padmanaba, 2020)

E. Studi Kasus

1. Studi Kasus 1

Judul: File Lbaoratorium Fisika SMA Negeri 1 Sumenep

Link Youtube: <https://youtu.be/INYbgEuaOwo?si=LOD2koKbm-d83rpH>

a. Latar Belakang

Laboratorium merupakan suatu tempat dimana suatu percobaan dan penelitian dilakukan dengan tujuan untuk meneliti sesuatu yang baru atau penelitian untuk membuktikan teori yang sudah ada. Dalam arti sempit, laboratorium sering diartikan sebagai tempat yang berupa gedung yang dibatasi oleh dinding dan atap yang didalamnya terdapat sejumlah alat dan bahan praktikum.

b. Input Masalah

- 1) Apakah tata letak dan tata ruang laboratorium fisika SMA Negeri 1 Sumenep sudah memenuhi standar SOP?
- 2) Bagaimana keamanan dan kelengkapan kerja laboratorium fisika SMA Negeri 1 Sumenep?

- 3) Bagaimana pengelolaan manajemen laboratorium dan inventarisasi laboratorium SMA Negeri 1 Sumenep?

c. Penyelesaian Masalah

- 1) Berdasarkan standar nasional tata ruang di sini meliputi ruang praktikum, ruang persiapan, ruang guru, dan ruang penyimpanan (gudang) yang dirancang untuk memudahkan akses antar-ruang. Tata letaknya mencakup penempatan meja, bangku, lemari, dan perlengkapan lainnya, serta lokasi bak cuci, peralatan air, listrik dan gas, lemari, alat pengaman, dan Kotak P3K. Maka setiap sekolah harus menganut standar tersebut.
- 2) Dalam menjalankan laboratorium fisika, langkah-langkah keselamatan esensial termasuk identifikasi risiko potensial, pengembangan SOP yang jelas, dan pelatihan terkait penggunaan peralatan pelindung pribadi. Proses ini dilengkapi dengan pemantauan rutin, penanganan limbah yang tepat, dan evaluasi insiden untuk memastikan keamanan dan kualitas lingkungan kerja yang terjaga.
- 3) Dalam manajemen laboratorium dan inventarisasi, fokus utama adalah pada pengaturan, pemantauan inventaris, dan pengelolaan sumber daya laboratorium. Ini melibatkan pengembangan sistem manajemen inventaris, pelabelan peralatan dan bahan, serta pemeliharaan catatan yang akurat untuk efisiensi dan ketersediaan optimal sumber daya. 1 2 3 Output/Ha

d. Output Masalah

- 1) Berdasarkan hasil tinjauan laboratorium fisika SMA Negeri 1 Sumenep sudah memenuhi standar SOP. Dimana dalam laboratorium tersedia ruang praktikum, ruang persiapan, ruang guru, dan ruang penyimpanan (gudang) yang dirancang untuk memudahkan akses antar-ruang,

pada bagian tata letak penempatan meja, bangku, lemari, dan perlengkapan lainnya, serta lokasi bak cuci, peralatan air, listrik dan gas, lemari, alat pengaman, dan Kotak P3K sudah tersedia lengkap dan sesuai standar.

- 2) Setelah ditinjau untuk keamanan dan keselamatan sudah cukup baik dikarenakan tersedianya P3K, alat pengaman dan ruangan khusus limbah untuk menghindari resiko insiden yang diakibatkan oleh limbah. Namun, perlu dilakukan tinjauan lebih mendalam terkait pelatihan penggunaan peralatan pelindung pribadi bagi para siswa maupun guru.
- 3) Pada laboratorium fisika SMA 1 Negeri Sumenep terdapat buku peminjaman setiap alat dan buku catatan keadaan semua alat. Hal ini membuktikan bahwa manajemen dan inventarisasi laboratorium terlaksana dengan baik.

e. Feedback

- 1) Untuk tata letak dan tata ruang pada laboratorium fisika SMA Negeri 1 Sumenep memang sudah lengkap. Akan tetapi bisa ditingkatkan lagi, penting untuk terus memperbarui dan meningkatkan fasilitas dan peralatan laboratorium sesuai dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan pembelajaran, serta memastikan ketersediaan alat-alat keselamatan seperti pemadam kebakaran, alat pelindung diri, dan Kotak P3K
- 2) Untuk meningkatkan keamanan dan keselamatan di laboratorium SMA Negeri 1 Sumenep, disarankan untuk melakukan evaluasi rutin terhadap SOP yang ada dan memastikan bahwa prosedur-prosedur tersebut terus dipatuhi secara konsisten oleh semua pengguna laboratorium.

- 3) Saran untuk manajemen laboratorium dan inventarisasi meliputi pengembangan sistem manajemen inventaris terstruktur, pelaksanaan pelatihan reguler bagi staf laboratorium, dan audit rutin inventaris untuk memastikan keakuratan dan ketersediaan sumber daya yang tepat. Kolaborasi dengan pihak terkait juga penting untuk pengalokasian anggaran yang sesuai untuk perbaikan dan pengembangan fasilitas laboratorium.

2. Studi Kasus 2

Judul: Senior Recalls High School Science Experiment Accident

Link Youtube: <https://youtu.be/UOOKazNcA3Q?si=fFSElRgzaWBIHq6D>

a. Latar Belakang

Sebuah eksperimen sains di Merrill Hyde Magnet High School di Tennessee mengalami insiden ketika ledakan kecil terjadi, menyebabkan luka bakar tingkat dua pada 11 siswa dan seorang guru. Meskipun ada yang menyalahkan guru yang memimpin eksperimen, yang lain membela tindakannya sebagai respons terhadap situasi darurat. Guru senior, Sophia Sisler, membela dirinya dengan mengatakan bahwa ia membantu para siswa dan mengeluarkan mereka dari ruangan dengan cepat. Administrasi sekolah juga menyatakan bahwa kejadian tersebut hanya merupakan kecelakaan, bukan akibat dari kelalaian prosedur. Semua pasien telah keluar dari rumah sakit. Kabar terbaru dari sekolah diharapkan akan memberikan informasi lebih lanjut tentang tindakan yang akan diambil untuk mencegah kejadian serupa di masa depan.

b. Input Masalah

- 1) Apa yang menjadi penyebab terjadinya ledakan selama eksperimen sains di Merrill Hyde Magnet High School?
- 2) Bagaimana komunikasi dan transparansi terkait insiden ini kepada para orang tua dan masyarakat sekolah?

- 3) Bagaimana peningkatan pengelolaan risiko dapat diimplementasikan dalam kegiatan eksperimen di sekolah?

c. Penyelesaian Masalah

- 1) Melakukan penyelidikan menyeluruh untuk mengidentifikasi penyebab pasti terjadinya ledakan selama eksperimen. Evaluasi ulang terhadap semua protokol keselamatan yang ada untuk memastikan ketepatan dan kecukupannya.
- 2) Memastikan komunikasi yang terbuka dan jelas kepada para orang tua dan masyarakat sekolah mengenai insiden tersebut. Menyampaikan langkah-langkah yang telah diambil untuk meningkatkan keselamatan di sekolah dan mencegah kejadian serupa.
- 3) Menyelenggarakan pelatihan tambahan untuk guru dan staf sekolah tentang protokol keselamatan yang diperlukan dalam kegiatan eksperimen. Meningkatkan kesadaran keselamatan siswa melalui edukasi yang lebih intensif tentang bahaya dan tindakan pencegahan selama eksperimen.

d. Output Masalah

- 1) Sekolah harus melakukan evaluasi menyeluruh terhadap protokol keselamatan yang ada untuk memastikan bahwa prosedur yang ketat telah diimplementasikan dalam setiap eksperimen yang melibatkan bahan-bahan kimia berpotensi berbahaya seperti asam borat dan etil alkohol.
- 2) Sekolah harus memastikan komunikasi yang jelas dan transparan kepada para orang tua dan masyarakat sekolah mengenai insiden ini. Mereka harus memberikan informasi yang akurat tentang penyebab insiden, langkah-langkah yang telah diambil untuk mencegah kejadian serupa di masa depan, dan dampak jangka panjang terhadap kegiatan sains di sekolah.

- 3) Penting untuk melakukan investigasi menyeluruh terhadap insiden ini untuk menentukan penyebab pasti dan mengidentifikasi langkah-langkah konkret yang dapat diambil untuk mencegah kejadian serupa di masa depan. Sekolah juga harus menyediakan konseling dan dukungan kepada siswa, guru, dan staf yang terpengaruh oleh insiden ini. Hal ini dapat membantu mereka mengatasi dampak emosional dan psikologis dari kejadian tersebut.

e. Feedback

- 1) Menjadikan kejadian ini sebagai peluang untuk belajar dan meningkatkan kesadaran akan keamanan dalam melakukan eksperimen sains, serta pentingnya pengawasan dan kesiapan dalam menghadapi situasi darurat. Pastikan bahwa semua eksperimen sains di sekolah dilakukan dengan pengawasan yang ketat dan diawasi oleh staf yang terlatih dengan baik.
- 2) Memberikan informasi yang jelas dan transparan kepada orang tua, siswa, dan masyarakat tentang apa yang terjadi, langkah-langkah yang diambil untuk mencegah kejadian serupa, dan rencana pemulihan untuk siswa dan guru yang terluka. Melibatkan orang tua dan masyarakat dalam proses penyelidikan, pembaruan prosedur keamanan, dan langkah-langkah pemulihan, sehingga mereka merasa lebih terlibat dan memiliki kepercayaan terhadap tindakan yang diambil oleh pihak sekolah.
- 3) Memperbaharui prosedur keamanan untuk eksperimen kimia dan pastikan bahwa setiap prosedur diikuti dengan ketat oleh staf dan siswa. Pelatihan Tambahan kepada guru dan staf sekolah dalam hal keamanan laboratorium dan penanganan bahan kimia yang berbahaya.

F. Latihan Soal

1. Apa yang termasuk dalam tahapan observasi laboratorium?
 - a. Observasi, Pelaksanaan, Pelaporan
 - b. Perencanaan, Pelaksanaan, Pelaporan
 - c. Observasi, Pelaksanaan, Evaluasi
 - d. Perencanaan, Pelaksanaan, Evaluasi
 - e. Observasi, Pelaporan, Evaluasi
 - f. Perencanaan, Pelaporan, Evaluasi
2. Apa yang harus dimiliki oleh laboratorium fisika sekolah sesuai Permendiknas No.24 Tahun 2007?
 - a. Perlengkapan olahraga
 - b. Alat music
 - c. Buku pelajaran
 - d. Barang elektronik
 - e. Alat alat laboratorium fisika
 - f. Tanaman hias
3. Apa yang disarankan dalam mengatasi alat-alat yang rusak?
 - a. Membuang alat yang rusak
 - b. Memperbaiki sendiri alat yang rusak
 - c. Memperbaiki alat yang rusak oleh ahli
 - d. Menggantikan alat yang rusak dengan yang baru
 - e. Tidak melakukan apa-apa terhadap alat yang rusak
 - f. Mengabaikan alat tersebut
4. Mengapa penting untuk melakukan perizinan sebelum melakukan observasi laboratorium?
 - a. Agar bisa mengakses ruang laboratorium
 - b. Untuk mengetahui jadwal observasi
 - c. Karena aturan sekolah melarang observasi tanpa izin
 - d. Karena aturan pemerintah meminta izin observasi
 - e. Untuk menentukan tanggal observasi
 - f. Agar bisa membuat laporan observasi

5. Apa yang menjadi fokus utama dalam manajemen laboratorium dan inventarisasi?
 - a. Pengembangan sistem manajemen inventaris
 - b. Pelabelan peralatan dan bahan
 - c. Pemeliharaan catatan yang akurat
 - d. Pengaturan, pemantauan inventaris, dan pengelolaan sumber daya laboratorium
 - e. Pelatihan terkait penggunaan peralatan pelindung pribadi
 - f. Evaluasi insiden untuk keamanan
6. Apa yang harus diperhatikan dalam menyusun laporan hasil observasi?
 - a. Ketersediaan instrumen observasi
 - b. Penggunaan bahasa yang asal-asalan
 - c. Penjabaran hasil pengamatan secara tidak sistematis
 - d. Kaidah kebahasaan yang baik dan benar
 - e. Jumlah halaman laporan
 - f. Data-data factual
7. Dalam perencanaan observasi laboratorium, langkah yang paling krusial adalah:
 - a. Menentukan hipotesis
 - b. Memilih alat yang sesuai
 - c. Menetapkan tujuan yang jelas
 - d. Membuat skenario eksperimen
 - e. Mengidentifikasi variabel kontrol
 - f. Menganalisis risiko
8. Salah satu tantangan dalam membuat laporan observasi laboratorium adalah:
 - a. Menemukan data yang tidak konsisten
 - b. Menyederhanakan interpretasi hasil
 - c. Tidak menyajikan data terlalu rinci
 - d. Mencantumkan variabel yang terlalu banyak
 - e. Menyajikan data tanpa analisis
 - f. Tidak memberikan kesimpulan yang jelas

9. Tujuan dari menyediakan modul atau panduan untuk siswa dalam melaksanakan praktikum adalah...
 - a. Meningkatkan kebingungan siswa
 - b. Menyulitkan proses belajar siswa
 - c. Menyediakan hiburan tambahan
 - d. Memandu siswa langkah-demi-langkah
 - e. Mengurangi minat siswa dalam fisika
 - f. Meningkatkan kekacauan dalam laboratorium
10. Saat melaksanakan observasi laboratorium, aspek yang sering dilewatkan adalah:
 - a. Verifikasi keakuratan alat
 - b. Pemantauan kondisi lingkungan
 - c. Pemilihan sampel secara acak
 - d. Mencatat data yang tidak bias
 - e. Mengevaluasi relevansi data dengan tujuan
 - f. Menyusun rencana darurat
11. Saat melaksanakan observasi laboratorium, penting untuk memperhatikan:
 - a. Keselamatan yang ekstrim
 - b. Faktor-faktor yang bersifat non-signifikan
 - c. Detail-detail yang tidak relevan
 - d. Variabel tergantung yang minim
 - e. Lingkungan yang tidak berpengaruh
 - f. Potensi gangguan eksternal
12. Salah satu kesalahan umum dalam melaporkan observasi laboratorium adalah...
 - a. Tidak menyertakan catatan kesalahan
 - b. Tidak mengklarifikasi variabel kontrol
 - c. Mengabaikan perbedaan data yang signifikan
 - d. Membuat kesimpulan tanpa data yang valid
 - e. Menyajikan hasil tanpa analisis
 - f. Tidak mencantumkan sumber informasi

13. Teknik apa yang dapat dilakukan untuk melakukan observasi laboratorium?
- a. wawancara dan pengamatan
 - b. penelitian dan musyawarah
 - c. wawancara dan penelitian
 - d. observasi dan komunikasi
 - e. tanya jawab dan pengolahan
 - f. kunjungan dan pemaparan
14. Apa yang perlu dilakukan agar administrasi laboratorium dan penataan terjaga secara optimal?
- a. Melakukan penataan secara acak
 - b. Melakukan pemeliharaan kebersihan ruangan secara berkala
 - c. Tidak melakukan evaluasi terhadap kondisi laboratorium
 - d. Menambah jumlah alat tanpa perencanaan
 - e. Meniadakan tenaga laboran
 - f. Tidak menyediakan modul panduan untuk siswa
15. Dalam melakukan observasi laboratorium kita harus membuat Lembar Observasi Pengamatan Laboratorium Sekolah yang berisi barang-barang yang harus dimiliki oleh laboratorium fisika sekolah yang diatur dalam...
- a. UUD Pasal 7 No 2
 - b. Permendiknas No. 12 Tahun 2007
 - c. Permendiknas No. 24 Tahun 2007
 - d. Permendiknas No. 24 Tahun 2004
 - e. UUD Pasal 1 ayat 1
 - f. Permendiknas No. 8 Tahun 2002
16. Barang-barang apa saja yang harus dimiliki oleh laboratorium fisika sekolah yang diatur dalam Permendiknas No. 24 Tahun 2007?
- a. Kursi, kompor, Mistar
 - b. Sendok, meja, osiloskop

- c. meja, Multimedia, Milimeter
- d. Bak cuci, sabun, plat
- e. Lemari alat, jangka Sorong, neraca
- f. Lemari, pegas, timbangan

17. Berikut beberapa contoh instrumen wawancara yang dapat dilakukan saat melakukan observasi laboratorium

- (1) inventarisasi alat
- (2) keselamatan dan keamanan
- (3) Pengadaan alat dan bahan praktikum
- (4) Penelitian alat
- (5) Pendataan laboran

Manakah yang benar?

- a. (1), (2), (3)
- b. (1) & (3)
- c. (2), (4), (5)
- d. (3) Saja
- e. Semua benar
- f. Tidak ada yang benar

18. Bagaimana cara mencegah supaya alat-alat laboratorium tidak rusak?

- a. Dilihat saja
- b. Sengaja di rusak supaya ganti baru
- c. Digunakan tanpa mengikuti prosedur
- d. Melakukan pemeliharaan rutin dan perawatan
- e. Melakukan pemeliharaan 1 tahun sekali
- f. Tidak dikemas lagi setelah melakukan praktikum

19. Apa manfaat dari menyediakan tenaga laboran di laboratorium fisika sekolah?

- a. Mengurangi biaya operasional
- b. Membantu siswa dalam memahami konsep-konsep fisika
- c. Menjadikan laboratorium lebih ramai
- d. Meningkatkan tingkat kekacauan

- e. Tidak memiliki efek apa pun
 - f. Menyulitkan siswa dalam melaksanakan praktikum
20. Pernyataan manakah yang merupakan saran untuk meningkatkan kualitas laboratorium fisika sekolah?
- a. Memperluas ruangan laboratorium
 - b. Menambah jumlah mata pelajaran fisika
 - c. Membeli peralatan baru setiap tahun
 - d. Melakukan evaluasi rutin terhadap tenaga laboran
 - e. Menjaga kekacauan dalam administrasi laboratorium
 - f. Menghapus modul panduan untuk siswa
21. Bagaimana cara klasifikasi umum dilakukan dalam laporan hasil observasi laboratorium?
- a. Dengan menyusun data berdasarkan abjad
 - b. Dengan mengelompokkan data berdasarkan warna
 - c. Dengan mengidentifikasi ciri-ciri umum dari hasil observasi
 - d. Dengan menganalisis data secara kuantitatif
 - e. Dengan memisahkan data berdasarkan tempat asalnya
 - f. Dengan menghitung jumlah kata dalam setiap deskripsi
22. Mengapa penggunaan adjektiva penting dalam laporan hasil observasi laboratorium?
- a. Untuk menjelaskan langkah-langkah observasi yang dilakukan
 - b. Untuk memberikan gambaran umum tentang hasil observasi
 - c. Untuk memperjelas kesimpulan yang diperoleh dari observasi
 - d. Untuk mendeskripsikan karakteristik atau sifat dari objek yang diamati
 - e. Untuk menyusun struktur laporan secara kronologi
 - f. Untuk mengidentifikasi masalah yang mungkin terjadi selama observasi

23. Mengapa administrasi laboratorium perlu dilakukan secara rutin dan optimal?
- Untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan alat dan bahan di laboratorium.
 - Agar siswa lebih tertib dalam menggunakan fasilitas laboratorium.
 - Untuk memastikan keamanan dan keteraturan di laboratorium.
 - Demi mendukung pencapaian tujuan pembelajaran praktikum.
 - Agar laboratorium menjadi tempat yang menyenangkan bagi siswa.
 - Untuk memenuhi persyaratan administratif dari pihak sekolah.
24. Apa yang dimaksud dengan deskripsi bagian dalam konteks laporan hasil observasi laboratorium?
- Rangkuman singkat dari hasil observasi
 - Penjelasan tentang prosedur pengamatan yang digunakan
 - Gambaran umum tentang tujuan dari observasi
 - Analisis mendalam tentang data yang diperoleh dari observasi
 - Identifikasi dan penjelasan tentang setiap bagian dari objek yang diamati
 - Evaluasi terhadap keakuratan hasil observasi yang diperoleh
25. Apa yang dapat dilakukan oleh seorang observator untuk memastikan kepatuhan terhadap aturan yang berlaku?
- Mematuhi aturan hanya jika dianggap penting.
 - Mengabaikan aturan yang dianggap tidak relevan.
 - Berkomunikasi dengan pihak yang berwenang untuk klarifikasi aturan.
 - Melanggar aturan jika dianggap tidak mengganggu proses observasi.
 - Menjalankan observasi tanpa memperhatikan aturan yang berlaku.
 - Mematuhi semua aturan yang berlaku tanpa pengecualian.

DAFTAR PUSTAKA

Agus Rahmantiyoko, Sri Sunarmi, Fataty Kurnia Rahmah, Sopet, dan Slamet, 2019. *Keselamatan dan Keamanan Kerja Laboratorium*. IPTEK Journal of Proceedings Series No. (4) (2019), ISSN (2354-6026) Seminar Nasional Kimia (SENAKI) XV 2019 Juli 24 2019, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir Badan Tenaga Nuklir Nasional Pedoman Keselamatan Kerja di Laboratorium Kimia

Agustina, P., Saputra, A., Qonitat, L. M., Utami, R. D., & Yohana, Y. (2017). Kesesuaian Laboratorium Biologi sebagai Penunjang Pembelajaran Biologi di SMA Muhammadiyah se-Surakarta dengan Standar Laboratorium Biologi. In *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning* (Vol. 15, No. 1, pp. 559-564).

Akhsan, H., Pasaribu, A., Murniati, M., Andriani, N., Sudirman, S., Kistiono, K., Muslim, M., & Ariska, M. (2022). Pelatihan manajemen laboratorium fisika untuk guru fisika di mgmp fisika kabupaten ogan komering ulu. *Bubungan Tinggi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(4), 1331-1341.

Alatas, F., & Muhtadi, D. (2013). Pengelolaan Laboratorium dan Sistem Evaluasi Kegiatan Praktikum Fisika dalam Proses Pembelajaran (Studi Kasus pada SMA Negeri di Kabupaten Tangerang). *Edusains*, 5(1), 82-88.

- Amalatus, R. B., Alifha, R. N., Ningsih, I. S., Hartono, A., & Ikbal, M. (2021). Analisis studi kelayakan laboratorium ilmu pengetahuan alam di SMPN 2 Tempurejo. *VEKTOR: Jurnal Pendidikan IPA*, 2(1), 49-55.
- American Chemical Society. (2020). *ACS Guidelines for Chemical Laboratory Safety in Academic Institutions*.
- Amien, Mohammad. 2010. "Laboratorium Biologi: Panduan Praktis untuk Guru dan Siswa." Jakarta: Grasindo.
- Aminah, Siti., B.S Susetyo., S.S, Adhitya. (2019). Desain dan Implementasi Aplikasi Inventaris Alat Praktikum Pada Laboratorium Berbasis Android dan QR Code. Cimahi: Prosiding Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian kepada Masyarakat Unjani Expo (UNEX), 91-95.
- Albab, U. (2021). Perencanaan Pendidikan dalam Manajemen Mutu Terpadu Pendidikan Islam. *Jurnal Pancar (Pendidik Anak cerdas dan Pintar)*, 5(1), 119-126.
- Ananda, R., & Banurea, O. K. (2017). Manajemen sarana dan prasarana pendidikan.
- Anggraeni, A., Retnoningsih, A., & Herlina, L. (2013). Pengelolaan laboratorium biologi untuk menunjang kinerja pengguna dan pengelola laboratorium biologi SMA Negeri 2 Wonogiri. *Journal of Biology Education*, 2(3).
- Anies Emilia, Subiki, Trapsilo Prihandono. 2019. Pengelolaan Laboratorium Fisika Dasar Dalam Menunjang Kinerja dan Kepuasan Pengguna Laboratorium Fisika FKIP Universitas Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, Vol 6 No. 1, hal 75-82.

- Anisa, K. (2019). Perancangan Aplikasi Pelayanan Peminjaman Peralatan Praktikum di Laboratorium Terpadu IAIN Bukittinggi. *Jurnal Sains, Informatika, dan Ekonomi*, 2(2), 69–78.
- Anista, E. (2022). Pengembangan Bahan Ajar (Modul) Teks Laporan Hasil Observasi Berbasis Problem Based Learning Untuk Siswa SMA Kelas X. *Jurnal Universitas Lampung*.
- Anna Fitri Hindriana, A. (2023). Pengembangan Lembar Kerja Praktikum Berbasis VIPSTA.
- Anwar, Edi Daenuri. 2019. Pelatihan Pembuatan Alat-Alat Praktikum IPA Fisika Bagi Guru IPA SMP/MTs Swasta Sekecamatan Winong, Kab. Pati. *Dimas* Vol. 14 No. 1.
- Astuti, Reni. (2020). *Manajemen Laboratorium yang Cerdas, Cermat, dan Selamat*. Bojong Genteng: CV. Jejak, Anggota IKAPI.
- Ardiatma, D., & Ariyanto, A. (2019). Kajian Sistem Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun Di PT. Tokai Rubber Auto Hose Indonesia. *Jurnal Teknologi dan pengelolaan lingkungan*, 6(02), 7-20.
- Arif, dkk. (2019). Perancangan Sistem Informasi Inventaris Barang Di Laboratorium Fakultas Teknik Uniska Kediri. *Generation Journal*. Vol.3 No.1.
- Azkiyani, R. N., Wiyani, N. A., & Sahnan, A. (2023). Manajemen Kelas Unggulan di MTs Negeri 3 Pemalang. *Leader: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 1(1), 1–13. <https://doi.org/10.32939/ljmpi.v1i1.2250>.
- Albab, U. (2021). Perencanaan Pendidikan dalam Manajemen Mutu Terpadu Pendidikan Islam. *Jurnal Pancar (Pendidik Anak cerdas dan Pintar)*, 5(1), 119-126.

- Anista, E. (2022). Pengembangan Bhaan Ajar (Modul) Teks Laporan Hasil Observasi Berbasis Problem Based Learning Untuk Siswa SMA Kelas X. *Jurnal Universitas Lampung*.
- Berutu, N. J., Aurora, D., Amalia, R., Amelza, R., Siregar, T. A., & Lubis, N. A. (2023). Analisis Standardisasi Laboratorium Dalam Proses Pembelajaran Fisika (Studi Kasus Di SMA 4 Langsa). *Inspirasi Dunia: Jurnal Riset Pendidikan dan Bahasa*, 2(3), 75-83.
- Bore, N. T. (2023). Analisis Sumber Daya dan Manajemen Laboratorium Fisika Pada SMA Negeri di Kota Kupang. *Jurnal Kolaborasi*, 1(1), 76-84.
- CDC. (2020). Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (BMBL). Centers for Disease Control and Prevention.
- Cahyaningrum, D. (2020). Program Keselamatan dan Kesehatan Kerja Di Laboratorium Pendidikan. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 2 (1), 35-39.
- Chen, S., Zhang, L., & Li, M. (2019). "Optimization of Physics Laboratory Layout Considering Workflow Efficiency.
- Dais Iswanto., & Mulyono. H. B. (2021). Analisis Manajemen Laboratorium Terpadu Mikroskopis Di Fakultas Kedokteran Universitas Cenderawasih Jayapura Papua (Studi Kasus). *Indonesian Journal of Laboratory*.
- Daryono, Retno Novvitasari Hery. (2021). Pengelolaan Inventarisasi dan Peminjaman Alat Laboratorium Menggunakan Booklit. *Integrated Lab Journal*. Vol. 9 No. 2.
- Depdikbud. *Petunjuk Pengelolaan Laboratorium IPA*. Bandung: CV. Rosda. 1979. Dikmenum. (1999). *Departemen Pendidikan dan Kebudayaan*. Direktorat Jendral Sudirman.

- DEWI, M. (2021). Perangkat Pembelajaran Mata Kuliah Pengelolaan Laboratorium Mahasiswa Pendidikan Biologi (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung).
- Direktorat Menengah Umum. (2015). *Pendidikan Dasar dan Menengah*. Direktorat Menengah Umum Sekolah Menengah Umum Diklat Teknisi Jakarta.
- Ekasari, L. E. (2017). Analisis Faktor Yang Memengaruhi Kecelakaan Kerja Pada Pengoperasian Container Crane Di Pt X Surabaya Tahun 2013–2015. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 6(1), 124-133.
- Emda, A. (2017). Laboratorium sebagai sarana pembelajaran kimia dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan kerja ilmiah. *Lantanida journal*, 5(1), 83-92.
- Emha, Saleh H., et al. 2002. *Pedoman Penggunaan Laboratorium Sekolah*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Endraswara, S. (2021). *Filsafat Ilmu*. Media Pressindo.
- Environmental Protection Agency. (2016). *Chemical Safety Handbook for Managers*. EPA Publication.
- Eriya, dkk. (2020). Sistem Manajemen Inventaris Laboratorium Otomatis Menggunakan Barcode. *Jurnal Multinetics*. Vol. 6 No. 2.
- Erlina, L. (2023). Analisis Struktur Teks Laporan Observasi Siswa Kelas X SMA Negeri 2 Susua Tahun Pelajaran 2021/2022. *Jurnal Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia*, Vol. 3 No. 2

Ernada, S., Ibrahim, S. M., Hidayat, E. Y., Rohmadhani, M., & Radianto, D. O. (2023). Pengukuran dan Evaluasi Ventilasi Udara Berdasarkan SNI pada Laboratorium Motor Bakar Instansi Pendidikan di Surabaya. *Journal of Student Research*, 1(4), 90-103.

Fidiantara, F., Fuadi, H., Ilahi, W. B., & Jamaluddin, J. (2021). *Karakteristik/Spesifikasi Alat Laboratorium Fisika dan Cara Penggunaannya pada Mahasiswa S1 Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Mataram*. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(2), 0-6.

Filardo, V. (2017). Adequate & Equitable U.S. PK-12 Infrastructure: Priority Actions for Systemic Reform. *PK-12 School Infrastructure National Initiative*.

Garner, Willa and Barge, Maureen. *Good Laboratory Practices*. Washington: American Chemical Society. 1987.

Gea. A. P., Vina. Z. N., Era. C., Amalia. R. I., Lailatul. N., Alex. H. (2023). Analisis Pengelolaan Standar Organisasi dan Personalian Laboratorium di SMAN 1 Genteng Banyuwangi. *Jurnal Fisika dan Pembelajarannya*.

Gunawan dan Waluyo. 2015. *Risk Based Behavioral Safety Membangun Kebersamaan Untuk Mewujudkan Keunggulan Operasi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Gunawan. K. S., Rahardjo. J. (2022). Perancangan Dokumen SNI ISO 17025:2017 untuk Laboratorium Beton dan Konstruksi di Universitas Kristen Petra. *Jurnal Tirta*.

Gunawan, I. (2019). Manajemen pengelolaan alat dan bahan di laboratorium mikrobiologi. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 1(1), 19-25.

- Guo, Y., Lee, H. J., Lu, Y., & Hou, Y. (2023). "Design and Optimization of Physics Laboratory Layout Based on User Experience." *International Journal of Industrial Ergonomics*, 83, 103349.
- Gustini, N. &. (2020). Manajemen Laboratorium Sains untuk Meningkatkan Mutu Pembelajaran. *Jurnal Islamic Education Manajemen*.
- Gusmanto, Rizki. 2023. "Manajemen Pengelolaan Alat Dan Bahan Di Laboratorium Fakultas Tarbiyah Dan Ilmu Keguruan (FTIK) IAIN Kerinci." *Leader: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam* 1(2): 112–21.
- Hadi, A. (2000). *Sistem Manajemen Mutu Laboratorium*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hamid, Ahmad Abu. *Sistem Manajemen Laboratorium MIPA*. Yogyakarta: UNY. 2011. Jiang, W., Wang, L., & Guan, Z. (2021). "A Comprehensive Evaluation Framework for Physics Laboratory Layout Design." *Journal of Engineering Design*, 32(5), 226-244.
- Hapsari, D. R., & Olvianti, A. P. (2022). Evaluasi Kebijakan Pengelolaan Limbah B3 Medis Rumah Sakit Pada Masa Pandemi di Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur.
- Harefa, dkk. (2021). Pemanfaatan Laboratorium IPA di SMA Negeri 1 Lahusa. *Edumatsains*.
- Haryanti, Ninis Hadi. 2016. *Pengantar Laboratorium*. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press.
- Hayati, A. (2020). Evaluasi Standar Sarana Dan Prasarana Laboratorium IPA Di Sekolah Model SMA Negeri 7 Bengkulu Selatan. *Manajer Pendidikan: Jurnal Ilmiah Manajemen Pendidikan Program Pascasarjana*, 61.

- Hastuti, P. W.: (2019). Penataan, Pemeliharaan, dan Penggunaan Alat Laboratorium IPA. Retrieved from Staff New UNY: <https://staffnew.uny.ac.id/upload/198307302008122004/pengabdian/pelatihan-kalab-ipa.pdf>
- Hermanto, Dhony dkk. (2021). Pelatihan Dan Pendampingan Demo Instrumentasi Bagi Mahasiswa Sebagai Bagian Good Laboratory Practice. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 5 (1), 1-2.
- Hill Jr., R. H., & Finster, D. C. (2000). *Laboratory Safety for Chemistry Students* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Huda, N., & Rahayu, A. (2022). Implementasi Sistem Informasi Inventaris Barang pada PT. PLN (Persero) Palembang. Implementasi Sistem Informasi Inventaris Barang pada PT. PLN (Persero) Palembang.
- Indra, G. (2019). Manajemen Pengelolaan Alat dan Bahan di Laboratorium Mikrobiologi. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*.
- Irjus., Indrawan., Safita Reny., Novalyan., Devie., dkk. (n.d.). Manajemen Laboratorium Pendidikan. 2020, 32-34.
- Ismalizah, N., Mufarrihah, A. T., Harareta, S., Dinurrohmah, S., & Sulaeman, N. F. (2023). Analisis keamanan percobaan fisika pada laboratorium fisika di sma kota samarinda. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika (JLPF)*, 4(1), 1-8.
- Istinganah, Y. F., & Syam, M. (2021). Pemanfaatan Laboratorium Fisika dan Kontribusinya dalam Pembelajaran Fisika, Studi Kasus di SMA Negeri 1 Sendawar dan SMA Negeri 1 Liggang Bigung Kabupaten Kutai Barat. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika (JLPF)*, 2(1), 23-33.

Jufriyah, Mar'ah, I., & Isharyudono, K. (2019). Pemeliharaan dan Penyimpanan Peralatan Laboratorium Kimia. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 1(1), 26–32.

Journal of Construction Engineering and Management, 145(6), 04019034.

Kancono. *Manajemen Laboratorium IPA*. Bengkulu: FKIP UNIB. 2010.

Kartikasari, S. N. (2019). Peran laboratorium sebagai pusat riset untuk meningkatkan mutu dari lembaga pendidikan pada jurusan THP_FTP_UNEJ. *Jurnal Temapela*, 2(1), 17-27.

Kemendiknas, (2022). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Pendidikan. Novianti, N.R. 2011. Kontribusi Pengelolaan Laboratorium dan Motivasi Belajar Siswa terhadap Efektivitas Proses Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan MIPA. Edisi khusus*. No. 1, halaman: 158 –166.

Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi. (2019). *Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 7 Tahun 2019 tentang Jabatan Fungsional Pranata Laboratorium Pendidikan*. Jakarta: Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi.

Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi. (2019). *Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 41 Tahun 2019 tentang Nomenklatur Jabatan Fungsional Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kerja di Bidang Laboratorium Pendidikan*. Jakarta: Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi.

Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi. (2010). *Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 3 Tahun 2010 tentang Jabatan Fungsional Pranata Laboratorium Pendidikan dan Angka Kreditnya*. Jakarta: Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi.

Kertiasih, N. L. P. (2016). Peranan laboratorium pendidikan untuk menunjang proses perkuliahan Jurusan Keperawatan Gigi Poltekkes Denpasar. *Jurnal Kesehatan Gigi (Dental Health Journal)*, 4(2), 59-66.

Kertiasa, Nyoman. *Laboratorium Sekolah dan Pengelolaannya*. Bandung: Pustaka Scientific. 2013.

Khasanah, Nur. 2019. Khasanah, Nur. 2019. *Pemanfaatan Alat Praktikum Dalam Studi Kelengkapan Kurikulum*. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.

Khotimah, D. H. (2022). *Teks Laporan Hasil Observasi & Teks Eksposisi*. Medan: Guepedia.

Klasifikasi dan Standard Operating Procedure (SOP) Pengoperasian Peralatan Laboratorium Fisika Dasar Berbasis Quick Response (QR)-Code. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 6(2), 72-81.

Kuncoro, A. P., Kusuma, B. A., & Purnomo, A. (2018). Pengembangan Sistem Informasi Berbasis Website sebagai Media Pengelolaan Peminjaman dan Pengembalian Alat Laboratorium Fikes UMP. *Sains dan Teknologi Informasi*, 4(2), 24-29.

Kurniawati, Dewi. (26 September 2022). Mengenal laboratorium sekolah. (92). Aksarra Sinergi Media PT.

- Kusuma, Y. A., & Bima, A. C. A. (2022). Pengelolaan Laboratorium dengan Menerapkan Analisis Manajemen Risiko. *Jurnal SENOPATI: Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering*, 3(2), 95-101.
- Kusumowardhani, D. (2021). Analisis pengaruh nilai pelanggan, kepuasan dan loyalitas pelanggan terhadap pendapatan perusahaan pada pelayanan laboratorium kesehatan. *Jurnal Ekonomi, Bisnis, dan Akuntansi*, 23(1), 74-91.
- Laila, N. N. (2021). *Manajemen Laboratorium dalam Aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Laboratorium Pendidikan*. Penerbit NEM.
- Lunin, Alexander., & Glock, Christoph. H. (2021). Systematic Review of Kinect-Based Solutions for Physical Risk Assessment In Manual Materials Handling In Industrial and Laboratory Environments. *Computers and Engineering*, 162, 2.
- Lubis. (1994). *Pengelolaan Laboratorium IPA*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Menengah Umum.
- Lubis, M. (1997). *Pengelolaan Laboratorium IPA*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Machali, I. (2021). Metode penelitian kuantitatif (panduan praktis merencanakan, melaksanakan, dan analisis dalam penelitian kuantitatif).
- Maknun, D. (2016). Evaluasi keterampilan laboratorium mahasiswa menggunakan asesmen kegiatan laboratorium berbasis kompetensi pada pelaksanaan praktek pengalaman lapangan. *Jurnal Tarbiyah*, 22(1).

- Manlea, H. (2017). Evaluasi Pengelolaan Laboratorium IPA SMP dan SMA di Kabupaten Belu, TTU, TTS dan Malaka. *BIO-EDU: Jurnal Pendidikan Biologi*.
- Masrikhiyah, R. (2019). Peningkatan Mutu Pengetahuan Siswa Mengenai Natural Science di MI Ikhsaniyah Kupu: Pengenalan dan Praktik Penggunaan Mikroskop. *Randang Tana-Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 39-45.
- Maukuliah. (2024). *Teknisi Laboratorium*. Retrieved from <https://maukuliah.id/jobs/teknisi-laboratorium>.
- Mochammad Ricky Rifa'I, dkk. 2021. *Analisis Pengelolaan Laboratorium IPA SMP Negeri Sukodono Lumajang*. Edulab: Majalah Ilmiah Laboratorium Pendidikan, Vol. 6, No. 1, Juni 2021/1442 E-ISSN: 2527-7200.
- MORITA, N., SHIMIZU, M., ARISAWA, M., & KOSHI, M. (1974). Studies on the medicinal resources. XXXVI. The constituents of the leaves of *Saxifraga stolonifera* Meerburg (Saxifragaceae). *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 22(7), 1487-1489.
- Muarif Islamiah., Neneng Triyunita., Didit Haryadi., M. Fuadi J., Retno Dwi. W.,. (2023). Manajemen Laboratorium IPA Sekolah Menengah Atas di Kabupaten Dompu. *Jurnal Inovasi Pembelajaran IPA*.
- Muhith, Abdul, et al. 2022. *Educational Laboratory Management*. Yogyakarta: Bildung.
- Muldayanti, N. D. (2021). Manajemen Laboratorium sebagai Pendukung Kegiatan Belajar Mengajar IPA Biologi. *Jurnal Widya Laksana*.

- Musfah, Jejen. 2016. *Analisis Kebijakan Pendidikan*. Jakarta: Prenamedia Group.
- Mustofa, H., Ali, T. N., & Fauzan, R. (2021). Perancangan Sistem Informasi Reservasi Laboratorium TI UIN Walisongo Berbasis Web. *Walisongo Journal of Information Technology*, 3(1), 19-28.
- Mukhsalmina. 2022. "Penerapan QR Code Untuk Perekaman Pemeliharaan Peralatan Di Laboratorium." Berkala Penelitian Teknologi Kulit, Sepatu, dan Produk Kulit 21(1): 47–55.
- Mulyono, R, & Pratiwi, A.Y. (2023). Implementasi Pola POAC Dalam Manajemen Laboratorium di SMA Kesatuan Bangsa. *Jurnal Ilmiah PGSD FKIP Universitas Mandiri*, 707-716.
- Muna, I. A. (2016). Optimalisasi fungsi laboratorium IPA melalui kegiatan praktikum pada prodi PGMI jurusan tarbiyah STAIN Ponorogo. *Kodifikasi*, 10(1), 109-131.
- Mustari, M., & Rahman, M. T. (2012). Pengantar Metode Penelitian. Yogyakarta: LaksBang Pressindo.
- Nadillah, S., Nuraeni, S., & Oktorida, R. (2022). Pentingnya Memahami Bahaya Bahan Kimia Serta Hubungannya Dengan Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Di Laboratorium. *Jurnal Analis Laboratorium Medik*, 7(1), 15-22.
- Nafrin, I. A., & Hudaidah, H. (2021). Perkembangan pendidikan Indonesia di masa pandemi COVID-19. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(2), 456-462.
- Nahdiyaturrahmah, & Pujani, N. M. (2020). Pengelolaan Laboratorium Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) SMP Negeri 2 Singaraja. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sains Indonesia (JPPSI)*.

National Institutes of Health. (2008). *NIH Guidelines for Research Involving Recombinant or Synthetic Nucleic Acid Molecules*.

National Research Council. (2011). *Prudent Practices in the Laboratory: Handling and Disposal of Chemicals*.

Nurun Nayiroh., & Kusairi. (2019). Studi Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Laboratorium Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Pengelolaan Laboratorium (Temapela)*.

Nugraha, I.P., & Sugiantari, A.A. (2022). Fungsi Laboratorium Forensik Dalam Pembuatan Tindak Pidana Narkotika Menurut Undang-Undang Nomor 35 Tahun 2009. *Jurnal Hukum Saraswati (JHS)*.

Nulngafan & Ahmad Khoiri. 2021. Analisis Kesiapan dan Evaluasi Pengelolaan Laboratorium IPA Berbasis Teknologi di Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ, Vol.8 No.1, 10-17*.

Nuryani, R. 2005. *Strategi Belajar Mengajar Biologi*. Malang: Universitas Negeri Malang.

Natalia Erna Ningsih, dkk. (2024). Katalog Klasifikasi dan Standard Operating Procedure (SOP) Pengoperasian Peralatan Laboratorium Fisika Dasar Berbasis Quick Response (QR)-Code. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan, 6(2): 72-81*.

Ngo, T. (2015). *Laboratory Management Principles and Processes*. Academic Press.

NIOSH. (2008). Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards. National Institute for Occupational Safety and Health.

- OSHA. (2018). OSHA Laboratory Standard (29 CFR 1910.1450). Occupational Safety and Health Administration.
- OSHA. (2019). *Ergonomics in the Laboratory*. Occupational Safety and Health Administration.
- Octarini, D., & Noveria, E. (2023). Struktur dan Diksi Teks Laporan Hasil Observasi Siswa Kelas X SMA Negeri 12 Kerinci. *Jurnal Penelitian Pendidikan dan Bahasa*.
- Padmanaba. (Selasa, 19 Mei 2020). Laboratorium Fisika. <https://sma3jogja.sch.id/fasilitas/laboratorium-fisika/>
- Permatasari, I. A. (2020). *Modul Pembelajaran SMA*. Jakarta.
- Parera, L. M., Tupan, H. K., & Puturuhi, V. (2018). Analisis Pengaruh Intensitas Penerangan Pada Laboratorium Dan Bengkel Jurusan Teknik Elektro. *Jurnal simetrik*, 8(1).
- Pertiwi, F. N. (2019). Sistem Pengelolaan (Perencanaan, Pelaksanaan, Evaluasi). *Kodifikasi: Jurnal Penelitian Islam, Volume, 13 No. 1, 72-73*.
- Pitriani, H. (2023). Efektivitas Pengelolaan Laboratorium Komputer dalam Meningkatkan Kompetensi Peserta Didik di MAN 1 Pangandaran. *Jurnal Global Futuristik: Kajian Ilmu Sosial Multidisipliner*, Vol. 1. No. 1. Maret 2023 Hal. 44-53.
- Prasojo, Nugroho Dwi. (2023). Manajemen Pengelolaan Alat dan Bahan di Laboratorium. *Indonesian Journal of Laboratory*. Vol 6 No 2.
- Prasojo, Nugroho Dwi. (2023). Manajemen Pengelolaan Alat dan Bahan di Laboratorium. *Indonesian Journal of Laboratory*. Vol 6 No 2.

- Pratama, F. R. (2020). *Simulasi dan Pemodelan Fisika dengan Unity3D*. Penerbit NEM.
- Pratiwi, A., Sukmandari, E. A., Rejeki, D. S., & Saputra, I. A. (2022). Edukasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Laboratorium Pada Siswa Jurusan Farmasi di SMK Harapan Bersama Kota Tegal. *JABI: Jurnal Abdimas Bhakti Indonesia*, Vol. 3, No. 2, 41-43.
- Pudak Scientific. (2013). *Furnitur Laboratorium*. Furniture Indonesia. Jakarta Pusat.
- Putra, R., Pasaribu, M. H., Dongoran, J., & Saputra, R. R. (2023). Building A Strong Culture with Safety and Security Management Education in The Science Laboratory of SMAN 4 Palangka Raya: Membangun Budaya yang Kuat dengan Pendidikan Manajemen Keselamatan dan Keamanan di Laboratorium Sains SMAN 4 Palangka Raya. Nawasena: *Journal of Community Service*, 1(01), 26-32.
- Putri, Nugrahany, dkk. 2018. *Buku Panduan Fisika Dasar 1*. UNESA.
- Putri, M. G. A., Nafisah, N., Nafilla, V. Z., Cahayati, E., Indriyani, A. R., Nuraini, L., & Harijanto, A. (2023). Analisis Pengelolaan Standar Organisasi dan Personalia Laboratorium di SMAN 1 Genteng Banyuwangi. *Paedagogic: Jurnal Fisika dan Pembelajarannya*, 6(1), 59-62.
- Raharjo, R. (2017). Pengelolaan alat bahan dan laboratorium kimia. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 20(2), 99-104.
- Rahmantiyoko, A., Sunarmi, S., Rahmah, F. K., Sopet, & Slamet. (2019). Keselamatan dan Keamanan Kerja Laboratorium. *IPTEK Journal of Proceedings Series No. (4)*, 37-38.

- Ramadhan. T., & Suryanto. S. (2020). Biology Science Practicum Learning: An Evaluation Study in Junior High School of Ngemplak-Indonesia. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 361-366.
- Ramadhani, S.P. (2020). *Pengelolaan Laboratorium*. Depok: Yayasan Yiesa Rich.
- Riandi. (2012). Bahan Kuliah: Pengelolaan Laboratorium. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Richtberg, Stefan., & Girwidz, Raimund. (2019). Learning Physics with Interactive Videos- Possibilities, Perception, and Challenges. *Journal of Physics: Conference Series*, 1287 (1), 2.
- Rizki Gusmanto. (2023). Manajemen Pengelolaan Alat dan Bahan di Laboratorium Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan (FTIK) IAIN Kerinci. *Leader: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 1(2), 112-121.
- Sani, R. A. (2021). *Pengelolaan laboratorium ipa sekolah*. Bumi Aksara.
- Santah A, dkk. (2021). Analisis Ketersediaan Peralatan Bahan Ajar, Administrasi Laboratorium, Keterlaksanaan Kegiatan Praktikum di Laboratorium Fisika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika* vol 5 No 3 hal 414 - 423
- Sari. A. H., dkk. (2023). Analisis Standarisasi Sarana dan Prasarana Laboratorium Biologi. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran IPA Indonesia*.
- Sastra Milanisti.2015. <https://id.scribd.com/document/270347105/ Penilaian-Kinerja-Praktikum> . Diakses pada Jumat, 19 April 2024 pukul 09.45.

- Sedarmayanti. 2011. *Tata Kerja dan Produktivitas Kerja*. Bandung: CV. Mandar Maj Setyaningsih, N. E., Nu'man, A., Muttaqin, R., & Ratnasari, F. D. (2024). *Katalog*
- Sekarlangit, S., Sedyono, E., & Widodo, A. P. (2023). Identifikasi Penerapan ERP Pada UPT Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Kota Palangka Raya. *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, 8(1), 39-43.
- Setia, L., Muhyi, R., & Husaini, H. (2016). Pengaruh Mutu Pelayanan Terhadap Persepsi Kepuasan Pasien Di Laboratorium Puskesmas Kota Banjarbaru Tahun 2016. *Jurnal berkala kesehatan*, 3(1), 9-17.
- Setiawan, A., & Zaenuddin. (2019). Sistem Peminjaman Barang Inventaris Media Perkuliahan berbasis QRCode sebagai Pendamping Sistem Konvensional untuk Pengelolaan Barang. *Technologia*, 10(3), 134–139.
- Setyaningsih, Natalia Erna dkk. (2024). Katalog Klasifikasi dan Standard Operating Procedure (SOP) Pengoperasian Peralatan Laboratorium Fisika Dasar Berbasis Quick Response (QR)-Code. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 6 (2), 2-3.
- Sholikhah, R. &. (2020). Pengembangan SOP (Standart Operational Procedure) Laboratorium Dalam Rangka Optimalisasi Fungsi Laboratorium Pada Program Studi Pendidikan Tata Busana UNNES. *Jurnal Teknologi Busana dan Boga*.
- Silvia, S., & Aryanti, F. I. (2022). Analisis Penerapan Manajemen Laboratorium Prodi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen*, 20(2), 103–108.
- Silva, J. P., & Vieira, R. (2020). "Using Virtual Reality for Physics Laboratory Design: A Case Study." *Journal of Educational Technology & Society*, 23(2), 15-26.

Sisunandar, S. (2015). Perencanaan, pengembangan, dan safety Laboratorium IPA SMA Negeri 1 Prambon. (2024). Daftar Gambar Alat (Katalog) Inventaris Laboratorium IPA UPTD SMA Negeri 1 Prambon.

Soetrisno. (2010). *Laboratorium Kimia Dasar* (Edisi ke-2). Penerbit Erlangga.

Stufflebeam, D. L. (2002). International Handbook of Educational Evaluation. *Springer International Handbooks of Education*.

Supriyanto, A., Suciwati, S.W., Marjunus, R and Surtono, A. (2020), "Pelatihan Pengelolaan Laboratorium Bagi Guru IPA SMP/MTs Kabupaten Lampung Timur" Prosiding PKM-CSR 3, No.3, pp.784-789.

Susanti, R., Herlina, Lina., Sasi, F.A. (2021). *Teknik Pengelolaan Laboratorium*. Yogyakarta: ANDI.

Suseno, N., & Riswanto, R. (2017). Sistem pengelolaan laboratorium fisika untuk mewujudkan pelaksanaan praktikum yang efisien. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 5(1), 76-86.

Suwindra, I. N. P., Suswandi, I., Wahyuni, I. G. S., & Mahedy, K. S. (2023). Pengembangan Sistem Informasi Inventaris Alat-Alat Laboratorium Jurusan Pendidikan Fisika Berbasis Web. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 13(2), 343-351.

Suyanta, O.: (2010). *Manajemen Laboratorium*.

Sukarso. 2010. *Manajemen Laboratorium*. Bogor: Ghalia Indonesia.

Suryanti, E., Fitriani, A., Redjeki, S., & Riandi, R. (2019). Persepsi mahasiswa terhadap penggunaan virtual laboratory dalam pembelajaran biologi molekuler. *Journal of Natural Science and Integration*, 2(2), 153-162.

Suranto, S., Swadesi, B., & Asmorowati, D. (2020). *Manajemen Laboratorium*.

Sukarta. *Pelatihan Keterampilan Khusus (Reparasi, Modifikasi, dan Duplikasi) Alat- Alat Laboratorium Fisika*. Buleleng: UNDIKSHA Press. 2013.

Suma'mur, PK, 2009, *Hidgiene Perusahaan Dan Kesehatan Kerja (Hiperkes)*, CV. Sagung Seto, Jakarta

Susanti, R., Herlina, L., & Sasi, F. A. (2021). *Teknik pengelolaan laboratorium*. Penerbit Andi.

Sutrisno. (2010). *Modul Laboratorium Fisika Sekolah*. FMIPA Universitas Pendidikan Indonesia.

Suyanta. *Manajemen Operasional Laboratorium*. Yogyakarta: UNY. 2010.

Subamia, D. P., Wahyuni, G. A., & Wideasih, N. N. (2021). Efektivitas Video Panduan Menggunakan Bahan Kimia Untuk Meningkatkan Kesehatan Dan Keselamatan Kerja di Laboratorium. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia Volume 5, Number 1, 2*.

Subramanian, V., & Kapoor, K. (2006). *Laboratory Organization and Management*. New Age International.

Sumada, Ketut. (2012). *Work Instruction (Instruksi Kerja) Peralatan Laboratorium*. Universitas Pembangunan Nasional (UPN) "Veteran" Jawa Timur.

Sultan, M. (2023). *Buku Ajar Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (SMK3) Implementasi SMK3 di Indonesia*. Deepublish.

- Syarifuddin, (2019). Instruksi Kerja Alat AAS Laboratorium. Universitas Hasanuddin Gowa.
- Timberlake, K. C. (2019). *Laboratory Manual for General, Organic, and Biological Chemistry* (4th ed.). Pearson.
- Universitas Airlangga. (2019). Alat Pelindung Diri di Laboratorium, Pentingkah?.
- Universitas Muhammadiyah Surabaya. (2020). Standard Operational Procedure (SOP) Peminjaman Alat dan Penggunaan Laboratorium.
- Universitas Pendidikan Ganesha. (2018). Inventarisasi Peralatan Laboratorium Fisika Dasar Prodi S1 Pendidikan Fisika.
- Universitas Trunojoyo Madura. (2023). Struktur Organisasi UPT Laboratorium Terpadu.
- Vendamawan, R. (2015). Pengelolaan laboratorium kimia. *Metana*, 11(02).
- Vrio Andris, E. D. (2022). Evaluasi Program Laboratorium Dalam Pembelajaran IPA di Madrasah Tsanawiyah Negeri 15 Jakarta Utara. *Jurnal Penelitian dan Penilaian Pendidikan (JPPP)*, 31-32.
- Wahyudin, H. U. R., & MM, M. P. (2021). *Manajemen Pembiayaan Pendidikan (Pendekatan Prinsip Efisiensi, Efektivitas, Transparansi Dan Akuntabilitas)*. Deepublish.
- Wang, Q., Liu, Y., & Zhang, H. (2022). "Integration of Safety Considerations into Physics Laboratory Design: A Case Study." *Safety Science*, 145, 105499.

- Wakidi. (2022). Pengelolaan Laboratorium Ilmu Pengetahuan Alam Dalam Upaya Meningkatkan Mutu Sekolah di SMP Negeri 2 Kuala Tungkal Kabupaten Tanjung Jabung Barat. *Jurnal Penelitian Pendidikan dan Sosial Keagamaan*.
- Wangsa, W., & Prastyo, P. (2019). Implementasi Quick Response (QR) Code Pada Dokumen Instruksi Kerja Alat Laboratorium Kimia. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 1(2), 48-53.
- Wati, C. R. (2020). Analisis Kendala Dan Alternatif Solusi Terhadap Pelaksanaan Praktikum Kimia Di Sma Negeri Se-Kabupaten Nagan Raya (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry).
- Wulandari, F. E. (2020). Organisasi Laboratorium. Sidoarjo: UMSIDA Press.
- WHO. (2008). Laboratory biosafety manual. World Health Organization.
- Yamin, M., & Faridah (2023). Peningkatan Keterampilan Menemukan Pokok Pikiran Paragraf Profetik melalui Pendekatan Konstruktivisme Menggunakan LKPD. *Jurnal Pembelajaran Bahasa dan Sastra*.
- Yamin. (2019). *Penuntun Praktikum Analisis Farmasi*. Kendari: Universitas Halu Oleo.
- Yanti, D. E. B., Subiki, S., & Yushardi, Y. (2017). Analisis sarana prasarana laboratorium fisika dan intensitas kegiatan praktikum fisika dalam mendukung pelaksanaan pembelajaran fisika sma negeri di kabupaten jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(1), 41-46.

- Yolanda, Berti, Tapillow, Fransisca S. & Wulan, Anaratna. (2021). Implementasi Pembelajaran Berbasis Praktikum pada Pembelajaran Konsep Metabolisme untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan MIPA*, Vol. 12 No. 1, halaman: 59 – 66.
- Yuni, G. (2019). Controlling Pengelolaan Laboratorium IPA di Madrasah Tsanawiyah Negeri 1 Pontianak.
- Yudiono, 2015, *Alat Keselamatan Kerja di Laboratorium Kimia*. Jakarta: PT Gunung Agung.
- Yuliani, H. R. (2019). E-Learning Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Deepublish.
- Yulirohyami, S. S., Kuntari, S. S., Kurniawati, P., Si, S. P., Anugrahwati, M., & Yanti, I. (2023). *Pengenalan Kompetensi Analisis Kimia Bagi Siswa SMK*. Deepublish.
- Yunita. (2009). Panduan Pengelolaan Laboratorium Kimia. Bandung: CV Insan Mandiri.
- Zhou, Qingqing., & Zhang, Chengzhi. (2021). Impacts Towards a Comprehensive Assessment of The Book Impact by Integrating Multiple Evaluation Sources. *Journal Informetrics*, 15 (3), 1–31.

GLOSARIUM

- ***Acid Sensitive Substances***: Zat atau senyawa yang sensitif terhadap asam dan rentan terhadap penurunan pH atau degradasi ketika terpapar asam.
- **Administratif**: merujuk pada segala sesuatu yang berkaitan dengan administrasi atau pengolahan urusan dan kegiatan tertentu, mencakup berbagai proses, kebijakan, dan tindakan yang terkait dengan pengaturan dan pengelolaan suatu organisasi, instansi, atau entitas lainnya.
- **Aksesibilitas**: Kemudahan akses laboratorium bagi semua pihak, termasuk siswa dengan kebutuhan khusus, serta transportasi peralatan dan bahan ke laboratorium.
- **Aksesibilitas Jalur Evakuasi Darurat**: Aksesibilitas darurat dan jalur evakuasi yang jelas untuk memastikan bahwa laboratorium dapat diakses dengan cepat dalam situasi darurat.
- **Akses Informasi**: Kemampuan untuk mendapatkan informasi yang relevan dan diperlukan untuk memahami dan menggunakan peralatan laboratorium dengan baik.
- **Alat Pelindung Diri (APD)**: Alat yang berfungsi untuk mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh dari potensi bahaya di tempat kerja.
- **APAR (Alat Pemadam Api Ringan)**: Alat pemadam kebakaran portable yang bisa dibawa/diinjing dan dioperasikan oleh satu orang dengan berisi bahan kimia atau gas yang digunakan untuk memadamkan api skala kecil.

- **Autoklaf:** Alat pemanas tertutup yang digunakan untuk mensterilisasi suatu benda menggunakan uap bersuhu dan bertekanan tinggi.
- **Bahan Beracun (*Toxic*):** Zat atau senyawa kimia yang dapat membahayakan kesehatan manusia jika terpapar secara langsung atau tidak langsung.
- **Bahan Berbahaya:** Zat-zat kimia atau material yang memiliki sifat beracun, korosif, mudah terbakar, atau mudah meledak, dan memerlukan perlakuan khusus dalam penyimpanan dan penanganannya.
- **Bahan Korosif (*Corrosive*):** Zat atau senyawa yang dapat menyebabkan kerusakan pada kulit, mata, atau jaringan tubuh lainnya melalui reaksi kimia yang kuat.
- **Catu Daya:** Alat yang digunakan untuk memberikan daya ke komponen- komponen dalam sebuah rangkaian elektronika dengan tegangan keluaran 5 Volt DC dan 12 Volt DC.
- ***Compressed Gases*:** Gas-gas yang disimpan dalam keadaan tertekan untuk memfasilitasi transportasi atau penggunaan lebih lanjut.
- **Denah Laboratorium Fisika:** Gambaran visual yang menyajikan tata letak ruang, peralatan, dan elemen penting lainnya di dalam suatu laboratorium fisika.
- **Efisien:** merujuk pada kemampuan untuk melakukan suatu tugas atau mencapai suatu tujuan dengan menggunakan sumber daya yang tersedia secara optimal. Ini berarti mencapai hasil yang diinginkan dengan biaya, waktu, atau upaya yang minimal.

- **Explosive:** Bahan atau zat kimia yang dapat mengalami reaksi eksotermis yang cepat dan kuat, menyebabkan pelepasan energi dalam bentuk panas dan gas secara tiba-tiba.
- **Fasilitas pemadam kebakaran:** Fasilitas untuk memadamkan kebakaran jika terjadi di laboratorium.
- **Flammable:** Zat atau senyawa yang mudah terbakar dalam keadaan normal atau ketika terpapar panas atau api.
- **Gas bertekanan tinggi:** Gas-gas yang disimpan dalam keadaan tertekan untuk memfasilitasi transportasi atau penggunaan lebih lanjut.
- **Instruksi:** Panduan atau petunjuk yang terperinci yang diberikan kepada individu atau kelompok untuk melakukan suatu tugas atau aktivitas dengan benar, efisien, dan aman.
- **Integratif:** Penyatuan atau penggabungan, pembaharuan hingga menjadi kesatuan yang utuh.
- **Intelektual:** Cerdas, berakal, dan berpikir jernih berdasarkan ilmu pengetahuan.
- **Jalur Evakuasi:** Rute yang harus diikuti oleh pengguna laboratorium untuk keluar dari bangunan dalam situasi darurat seperti kebakaran.
- **Jangka Sorong:** Alat ukur yang digunakan untuk mengukur panjang, diameter, dan kedalaman dengan tingkat ketelitian tinggi hingga seperseratus mm.
- **Jas Lab:** Pakaian khusus yang dikenakan di laboratorium untuk melindungi tubuh dari kontaminasi bahan kimia atau fisika.

- **K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja):** Upaya untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, sehat, dan bebas dari pencemaran lingkungan, untuk mengurangi kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja.
- **Kaca Mata Keselamatan:** Kacamata khusus yang tahan terhadap percikan bahan kimia atau panas dan digunakan untuk melindungi mata.
- **Kaitan dengan Lingkungan:** Memilih lokasi yang tidak hanya memenuhi kebutuhan laboratorium tetapi juga meminimalkan dampak lingkungan negatif, seperti penggunaan bahan kimia yang ramah lingkungan.
- **Kalibrasi:** Tahapan yang digunakan untuk memverifikasi jika alat ukur sudah sesuai dengan rancangan, fungsi, dan spesifikasinya.
- **Kaos Tangan:** Sarung tangan khusus yang digunakan untuk melindungi tangan dari kontak langsung dengan bahan kimia atau panas.
- **Keamanan Listrik:** Sistem listrik yang aman untuk mencegah risiko kecelakaan listrik, termasuk pemilihan peralatan listrik yang sesuai dan penempatan stop kontak yang aman.
- **Kesehatan Kerja:** Upaya untuk menjaga kesehatan fisik dan mental pekerja selama bekerja.
- **Keselamatan Kerja:** Upaya untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman dan bebas dari risiko kecelakaan atau cedera bagi pekerja.
- **Keterampilan Afektif:** Aspek emosional, motivasi, sikap, dan interaksi sosial siswa yang membentuk lingkungan belajar yang positif dan bertanggung jawab secara sosial.

- **Keterampilan Kognitif:** Kemampuan seperti pengamatan, analisis data, penalaran, dan komunikasi, serta kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kreativitas.
- **Keterampilan Psikomotorik:** Kemampuan fisik seperti manipulasi alat, motorik halus, koordinasi mata-tangan, persepsi visual, keterampilan spasial, dan sensorik.
- **Ketersediaan Ruang:** Memiliki ruang yang cukup untuk kegiatan eksperimen yang melibatkan peralatan dan bahan kimia, serta aksesibilitasnya bagi siswa dan staf.
- **Klasifikasi Alat Laboratorium:** Proses pengelompokkan alat-alat laboratorium berdasarkan berbagai kriteria seperti bahan pembuatan, massa, bentuk, volume, pabrik pembuat, usia pakai, konsep fisika, dan fungsi atau kegunaan.
- **Kotak P3K:** Kotak pertolongan pertama yang berisi peralatan medis dasar untuk penanganan pertolongan pertama pada kecelakaan.
- **Kursi Praktikum:** Kursi yang digunakan oleh siswa untuk melakukan praktikum di laboratorium.
- **Korosif:** Bahan yang menyebabkan pengikisan; mampu merusak sesuatu secara progresif dengan proses kimiawi.
- **Kultur:** pandangan hidup yang diakui bersama oleh suatu kelompok masyarakat, yang mencakup cara berpikir, perilaku, sikap, nilai yang tercermin baik dalam wujud fisik maupun abstrak.
- **Label:** Tanda atau penanda yang ditempatkan pada botol atau wadah penyimpanan untuk memberikan informasi mengenai sifat dan identitas bahan yang disimpan.

- **Laboratorium Basah:** Laboratorium yang dapat diakses langsung dari luar dan biasanya digunakan untuk penyimpanan tumbuhan yang berlumuran tanah.
- **Laboratorium Kering:** Laboratorium yang harus steril dan aksesnya dari dalam bangunan.
- **Laboratorium Pelayanan Jasa:** Fasilitas untuk merancang, menguji, dan meningkatkan layanan jasa dengan fokus pada peningkatan kualitas layanan dan identifikasi kebutuhan pelanggan.
- **Laboratorium Pendidikan:** Ruang khusus yang dirancang untuk memfasilitasi pengalaman praktis siswa dalam memperkuat pemahaman konsep, mengembangkan keterampilan praktis, dan mendorong eksplorasi ilmiah.
- **Laboratorium Penelitian:** Tempat di mana peneliti melakukan eksperimen, analisis, dan pengamatan untuk menemukan pengetahuan baru, memecahkan masalah kompleks, dan mendukung pengembangan teknologi.
- **Laboratorium Pengembangan Produk:** Berperan dalam merancang, menguji, dan meningkatkan produk baru atau yang sudah ada untuk menghasilkan produk inovatif yang berkualitas.
- **Laboratorium Pengendalian Proses:** Fasilitas yang digunakan untuk eksperimen, simulasi, dan analisis guna memahami serta meningkatkan sistem pengendalian proses industri.
- **Laboratorium Terbuka:** Tempat seperti lab alam atau hutan yang berada di luar ruangan.
- **Laboratorium Tertutup:** Ruangan seperti lab sekolah atau rumah kaca yang berada di dalam bangunan.

- **Laboratorium:** Tempat atau kamar tertentu yang dilengkapi dengan peralatan untuk melakukan percobaan, penelitian, atau riset ilmiah.
- **Logam:** Material yang sering digunakan dalam pembuatan alat laboratorium karena kekuatan dan keawetannya, seperti besi, aluminium, atau tembaga.
- **Manajemen:** Proses pengorganisasian, pengaturan, pengelolaan SDM, sampai dengan pengendalian agar bisa mencapai tujuan dari suatu kegiatan.
- **Morfologi:** Cabang ilmu biologi yang mempelajari struktur dan bentuk eksternal organisme dan bagaimana hal itu berkaitan dengan fungsi dan evolusi.
- **Masker Gas:** Masker yang digunakan untuk melindungi pernapasan dari gas berbahaya di tempat kerja.
- **Mebeler:** peralatan mebel seperti meja, kursi, lemari, rak dan sebagainya.
- **Meja Praktikum:** Meja yang digunakan oleh siswa untuk melakukan praktikum di laboratorium.
- **Mikrometer Sekrup:** Alat pengukur yang digunakan untuk mengukur panjang atau ketebalan dengan tingkat kepresisian 0,01 mm.
- **Multimeter:** Alat ukur listrik yang dapat digunakan untuk mengukur resistansi, kapasitansi, arus listrik, dan tegangan AC atau DC.
- **Neraca Ohaus:** Alat ukur massa yang sering digunakan dalam laboratorium dengan tingkat ketelitian hingga 0,01 gram.

- **Oksidasi (*Oxidation*):** Proses atau reaksi kimia di mana suatu bahan atau zat bereaksi dengan oksigen atau menyebabkan oksidasi pada bahan lainnya.
- **Osiloskop:** Sebuah alat laboratorium yang digunakan untuk mengamati dan menganalisis sinyal listrik dalam domain waktu. Osiloskop menampilkan sinyal sebagai grafik yang berubah seiring waktu, memungkinkan pengguna untuk memeriksa gelombang, frekuensi, amplitudo, dan bentuk gelombang yang berbeda.
- **Pengoperasian:** Proses, cara, perbuatan mengoperasikan dan pengaryaan.
- **Pelindung Muka:** Alat yang digunakan untuk melindungi muka dari percikan bahan kimia, panas, atau partikel berbahaya.
- **Pemadam Kebakaran:** Alat yang digunakan untuk memadamkan kebakaran, biasanya tersedia dalam bentuk tabung yang berisi bahan pemadam seperti air atau bahan kimia khusus.
- **Pemahaman Praktis:** Pemahaman yang diperoleh melalui pengalaman langsung dalam menggunakan konsep-konsep fisika dalam situasi praktis, seperti dalam pengoperasian peralatan laboratorium.
- **Pencahayaan:** Pencahayaan yang memadai untuk pengamatan yang jelas selama eksperimen, termasuk penempatan jendela dan sumber cahaya alami.
- **Pengaturan Ruang:** Pengaturan ruang yang efisien untuk memungkinkan penggunaan optimal dari setiap bagian ruangan, termasuk zonasi yang jelas untuk memisahkan area dengan kebutuhan yang berbeda.

- **Pengoperasian Peralatan:** Keterampilan dan pengetahuan dalam menggunakan peralatan laboratorium secara efektif dan aman.
- **Peralatan Perlindungan Diri:** Peralatan yang digunakan untuk melindungi tubuh dari bahaya potensial di tempat kerja, seperti kacamata pelindung, masker, sarung tangan, dan jas lab.
- **Perlindungan terhadap Kebakaran:** Sistem pemadam kebakaran dan alarm untuk memitigasi risiko kebakaran yang mungkin terjadi akibat penyalaaan bahan kimia atau kerusakan peralatan listrik.
- **Pipet:** Alat laboratorium yang digunakan untuk memindahkan volume cairan terukur dari satu wadah ke wadah lain.
- **Porselen:** Bahan keramik yang sering digunakan dalam pembuatan alat laboratorium karena tahan terhadap suhu tinggi dan reaktif terhadap sebagian besar bahan kimia.
- **Prosedur:** langkah-langkah atau aturan yang ditetapkan untuk melakukan suatu tindakan mencapai suatu tujuan tertentu.
- **Rak:** lemari tanpa dinding, yang digunakan untuk menyimpan alat-alat.
- **Reaktivitas:** Kemampuan suatu bahan untuk bereaksi dengan bahan kimia lainnya, yang perlu dipertimbangkan dalam proses penyimpanan dan penanganannya.
- **Resistor:** salah satu komponen pasif yang memiliki fungsi untuk mengatur arus listrik.
- **Ruang guru:** tempat kerja bagi penanggung jawab laboratorium dan guru yang melaksanakan proses pembelajaran di laboratorium.

- **Ruang Istirahat:** Ruang yang disediakan bagi pengguna laboratorium untuk beristirahat sejenak dari aktivitas kerja.
- **Ruang penyimpanan:** ruang yang disediakan khusus untuk menyimpan alat-alat yang sedang tidak digunakan.
- **Ruang Persiapan:** Ruang yang digunakan untuk menyiapkan peralatan atau bahan yang akan digunakan dalam eksperimen atau penelitian di laboratorium.
- **Ruang praktikum:** ruang tempat berlangsungnya proses pembelajaran fisika di dalam ruang praktikum dapat berupa peraga atau demonstrasi, praktikum perorangan atau kelompok, dan penelitian.
- **Sensitif terhadap Asam:** Zat atau senyawa yang rentan terhadap reaksi asam atau penurunan pH yang dapat menyebabkan degradasi atau kerusakan.
- **Sepatu Keselamatan:** Sepatu khusus yang dirancang untuk melindungi kaki dari cedera di tempat kerja.
- **Sifat Fisik:** Karakteristik fisik suatu bahan, seperti warna, bentuk, massa jenis, titik leleh, dan titik didih, yang mempengaruhi penyimpanan dan penanganannya.
- **Sifat Kimia:** Karakteristik kimia suatu bahan, termasuk sifat-sifat seperti toksisitas, reaktivitas, kestabilan, dan kelarutan, yang mempengaruhi cara penyimpanan dan penanganannya.
- **Sintetis:** Bahan yang diuji nyata kemampuan dalam menggunakan dan mengendalikan reaksi kimia.
- **Standar Operasional Prosedur (SOP):** Sebuah panduan yang mengatur langkah-langkah suatu proses atau tugas yang dilakukan secara teratur dan konsisten di dalam suatu organisasi.

- **Sterilisasi:** upaya untuk membunuh mikroorganisme termasuk dalam bentuk spora.
- **Sumber Daya Informasi:** Informasi yang mudah diakses dan dapat digunakan untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran di laboratorium fisika.
- **Tanda- tanda Keselamatan:** Tanda yang dipasang di laboratorium untuk memberikan informasi tentang bahaya potensial, larangan, dan petunjuk keselamatan lainnya kepada pengguna.
- **Tanur:** Suatu alat sejenis oven berukuran besar, berupa ruangan dengan penyekat termal yang dapat dipanaskan hingga mencapai suhu tertentu.
- **Terminologi:** Merujuk pada kumpulan istilah atau kata-kata yang digunakan dalam suatu bidang ilmu, profesi, atau subjek tertentu.
- **Termometer:** Sebuah alat pengukur suhu yang digunakan dalam laboratorium fisika untuk mengukur suhu benda atau lingkungan. Ada berbagai jenis termometer, termasuk termometer raksa tradisional, termometer digital, dan termometer inframerah. Mereka berperan penting dalam pengukuran suhu dalam percobaan dan penelitian.
- **Tingkat Penggunaan:** Pengelompokan alat dan bahan berdasarkan seberapa sering mereka digunakan dalam praktikum atau eksperimen, untuk memudahkan penataan dan aksesibilitasnya.
- **Toxic:** Zat atau senyawa kimia yang dapat membahayakan kesehatan manusia jika terpapar secara langsung atau tidak langsung.

- **Ventilasi Udara:** Sistem yang mengatur sirkulasi udara di dalam laboratorium untuk menjaga suhu dan kelembaban yang sesuai serta menghindari penumpukan gas atau uap yang berbahaya.
- ***Video Safety Induction:*** Sebuah video tentang aspek-aspek keselamatan yang harus dianut pada suatu tempat kerja yang memiliki resiko.
- **Voltmeter:** Sebuah alat pengukur yang digunakan untuk mengukur tegangan listrik atau perbedaan potensial antara dua titik dalam sebuah rangkaian listrik. Voltmeter umumnya terhubung secara paralel dengan komponen atau rangkaian yang ingin diukur tegangannya. Mereka penting dalam percobaan fisika untuk memahami sifat-sifat listrik dan karakteristik rangkaian listrik yang berbeda.

KUNCI JAWABAN

BAB I

1. C
2. C
3. E
4. D
5. D
6. C
7. A
8. B
9. C
10. C
11. B
12. B
13. D
14. D
15. B
16. A
17. C
18. B
19. D
20. C
21. E
22. C
23. C
24. B
25. D

BAB II

1. D
2. D
3. C
4. C
5. F

6. E
7. C
8. B
9. E
10. C
11. D
12. C
13. B
14. A
15. B
16. A
17. B
18. C
19. E
20. D
21. B
22. E
23. D
24. B
25. B

BAB III

1. D
2. C
3. B
4. D
5. B
6. B
7. D
8. E
9. A
10. C
11. B

12. C
13. A
14. C
15. A
16. C
17. F
18. D
19. A
20. B
21. D
22. D
23. B
24. D
25. C
26. D
27. C
28. D
29. D
30. A
- 31.

BAB IV

1. E
2. C
3. C
4. B
5. C
6. E
7. B
8. C
9. D
10. D
11. A
12. C
13. B
14. B
15. A
16. C

17. E
18. F
19. B
20. F
21. E
22. E
23. C
24. D
25. C

BAB V

1. E
2. E
3. D
4. C
5. C
6. B
7. C
8. C
9. F
10. F
11. D
12. B
13. E
14. A
15. C
16. C
17. B
18. C
19. D
20. B
21. D
22. C
23. B
24. A
25. D

BAB VI

1. A
2. C
3. B
4. D
5. C
6. C
7. C
8. C
9. D
10. C
11. C
12. D
13. B
14. A
15. F
16. A
17. D
18. B
19. A
20. E
21. C
22. D
23. C
24. C
25. C

BAB V

1. A
2. E
3. C
4. D
5. D
6. D
7. C
8. A
9. D
10. B
11. F
12. D
13. A
14. B
15. C
16. E
17. A
18. D
19. B
20. D
21. C
22. D
23. A
24. E
25. C

MANAJEMEN LABORATORIUM

UNTUK TINGKAT SARJANA DAN MAGISTER

Buku berjudul Manajemen Laboratorium untuk Tingkat Sarjana dan Magister memberi pemahaman secara teknis mengenai tata cara pengelolaan dan manajemen laboratorium untuk pendidikan tinggi. Buku ini juga mengulas hal-hal mendasar dari proses tersebut secara mendasar terkait peran, fungsi, dan klasifikasi laboratorium.

Selain itu juga terdapat pembahasan mengenai perangkat administrasi dan inventaris laboratorium yang mendetilkan ulasan mengenai struktur organisasi laboratorium fisika, struktur, fungsi dan manfaat organisasi laboratorium, manajemen operasional laboratorium serta pemahaman mengenai studi kasus untuk memberikan pemahaman yang bermakna dalam memahami buku ini.

Serta pembahasan mengenai standar laboraortium fisika, pengeritan peralatan penunjang, tata cara keselamatan kerja, pembuatan perangkat administrasi, serta observasi laboratorium yang merupakan keterampilan operasional penting bagi pembaca yang memiliki minat terhadap standar prosedur operasional pelaksanaan laboratorium.

Diharapkan buku ini dapat menjadi rujukan dan refeerensi bagi para pegiat laboran yang ingin memiliki fokus mengembangkan pengetahuan memngnenai tata kelola dan kerja laboratorium yang lebih bijak dan memberikan dampak keamanan bagi para pengguna dan tenaga laboratorium.



Penerbit UNJ Press

Gd. Ki Hajar Dewantara, Lantai 5, Kampus A
Universitas Negeri Jakarta

Jl. Rawamangun Muka, Rt. 11/ RW. 14

Rawamangun, Pulo Gadung, Jakarta Timur 13220

Email: edura.unj@unj.ac.id atau unj.press@unj.ac.id

CP: 081296964182