

Buku Pedoman Pratikum  
**PRESTASI MESIN**



**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 JAKARTA  
JUNI 2015**

# KATA PENGANTAR

Buku intruksi praktikum ini disusun untuk menunjang mahasiswa dalam kegiatan praktikum mata kuliah Prestasi Mesin. untuk keselamatan kerja, dan proses yang benar. Mahasiswa harus mengerti tentang cara pengoperasian Motor Bakar Bensin, Diesel, Kompresor Torak, Pompa Seri Paralel dan Panel instrumen kontrol pengujian. Petunjuk pratikum ini menjelaskan intruksi dan persiapan sebelum praktikum serta parameter yang digunakan dalam penyelesaian pengolahan data hasil pratikum. Pada bagian akhir terdapat lampiran dari bagaimana mengatur parameter alat ukur. Sebelum melakukan pratikum ikuti prosedur yang ada, yakinkan menjalankan mesin dan panel kontrol .didampingi oleh teknisi laboratorium yang menguasai.

Buku intruksi pratikum ini diselesai atas kerja sama tim pengembangan laboratorium dari Universitas Tarumanagara, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta dan Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta. Isi buku intruksi pratikum ini senantiasa dilakukan perbaikan terus menerus, agar dapat lebih baik. Masukan dan saran dari pembaca sangat diharapkan.

Jakarta, 01 Juni 2015  
Tim pengembangan Laboratorium,

Rosehan, Ir., MT  
Universitas Tarumanagara

## DAFTAR ISI

|   |    |
|---|----|
| KATA PENGANTAR  | 1  |
| DAFTAR ISI  | 2  |
| PERATURAN–PERATURAN DAN KEWAJIBAN                     | 3  |
| Syarat-syarat dan Tata Tertib Penggunaan Laboratorium |    |
| Hak-hak Pengguna Laboratorium                         |    |
| Kewajiban Pengguna Laboratorium                       |    |
| Larangan-larangan terhadap Pengguna Laboratorium      |    |
| Sangsi-sangsi terhadap Tata Tertib                    |    |
| KESELAMATAN KERJA                                     | 5  |
| PENGUJIAN MOTOR BAKAR BENJIN                          | 6  |
| 1. Tujuan   |    |
| 2. Motor Bakar Bensin                                 |    |
| 3. Panel Motor Bakar Bensin                           |    |
| 4. Prosedur Pengujian                                 |    |
| 5. Petunjuk keamanan                                  |    |
| 6. Parameter yang diperlukan                          |    |
| Tabel Pengumpulan Data Pratikum Motor Bakar Bensin    |    |
| Data Awal Pengujian Motor Bakar Bensin                |    |
| Penjelasan Dalam Gambar                               |    |
| PENGUJIAN MOTOR BAKAR DIESEL                          | 14 |
| 1. Tujuan   |    |
| 2. Motor Bakar Bensin                                 |    |
| 3. Panel Motor Bakar Bensin                           |    |
| 4. Prosedur Pengujian                                 |    |
| 5. Petunjuk keamanan                                  |    |
| 6. Parameter yang diperlukan                          |    |
| Tabel Pengumpulan Data Pratikum Motor Bakar Bensin    |    |
| Data Awal Pengujian Motor Bakar Bensin                |    |
| Penjelasan Dalam Gambar                               |    |
| Mengatasi Gangguan Mesin Diesel karena Minyak Habis   |    |
| PENGUJIAN KOMPRESOR TORAK                             | 23 |
| 1. Tujuan   |    |
| 2. Dasar Teori  |    |
| 3. Karakteristik Kompresor Torak                      |    |
| 4. Spesifikasi Peralatan                              |    |
| 5. Skema Instalasi Alat Pengujian                     |    |
| 6. Rumus-rumus Perhitungan                            |    |
| 7. Prosedur Pengujian                                 |    |
| 8. Tugas  |    |

Tabel Pengumpulan Data Pratikum Kompresor Torak  
Data Aawal Pengujian Kompresor Torak  
Penjelasan Dalam Gambar

#### PENGUJIAN POMPA SERI PARALEL

32

1. Tujuan
2. Instalasi Pengujian
3. Teori Dasar Pompa
4. Perhitungan
5. Instalasi Pengujian
6. Prosedur Pengujian
7. Tugas

Tabel Pengumpulan Data Pratikum Pompa Seri Paralel  
Data Aawal Pengujian Pompa Seri Paralel  
Penjelasan Dalam Gambar

#### LAMPIRAN

36

Konversi Satuan Tekanan  
Pulse Meter MP5W  
Temperature Indicator T5WM  
Panel Meter MT4W  
Digital Pressure Sensor  
Penjelasan Panel Display

# PERATURAN–PERATURAN DAN KEWAJIBAN

## Syarat-syarat dan Tata Tertib Penggunaan Laboratorium

1. Mengajukan surat permohonan ijin penggunaan laboratorium kepada Ketua jurusan dan disetujui oleh Penanggung jawab laboratorium.
2. Sanggup mengisi dan menandatangani Surat Pernyataan yang dikeluarkan oleh Laboratorium.
3. Sanggup mentaati peraturan Universitas serta tata tertib yang dikeluarkan laboratorium.
4. Jam kerja pengguna laboratorium atau praktikum disamakan dengan karyawan.  
Senin s/d Jumat : 08.00 – 17.00  
Istirahat : 12.00 – 13.00

## Hak-hak Pengguna Laboratorium

1. Mendapat bimbingan dan pengarahan.
2. Memperoleh pelayanan peminjaman alat-alat yang digunakan
3. Memperoleh fasilitas sesuai dengan rekomendasi dari ketua jurusan.

## Kewajiban Pengguna Laboratorium

1. Pengguna laboratorium harus taat pada seluruh peraturan Universitas serta tata tertib yang dikeluarkan laboratorium
2. Berada di laboratorium sesuai dengan jadwal yang sudah diatur.
3. Berlaku sopan, jujur dan bertanggung jawab terhadap tugas-tugas yang diberikan oleh pembimbing.
4. Mengenakan pakaian yang telah ditentukan oleh jurusan mesin dengan rapi
5. Mengisi Log book yang telah tersedia.
6. Memberikan kabar bila berhalangan hadir atau hendak meninggalkan tempat (laboratorium).
7. Menggunakan sepatu yang aman selama di dalam laboratorium
8. Mentaati penggunaan alat-alat, dan bahan-bahan yang dipakai.
9. Melaporkan dengan segera kepada petugas / pembimbing yang berwenang apabila terjadi kerusakan atau kesalahan pengoperasian mesin.
10. Diharuskan menjaga ketenangan dan ketenteraman serta keharmonisan di lingkungan laboratorium.
11. Harus mentaati ketentuan P2K3/Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
12. Membersihkan tempat peralatan serta mengatur kembali dengan rapi apabila hendak meninggalkan ruang laboratorium.
13. Apabila telah selesai masa penggunaan laboratorium supaya membuat laporan ditujukan kepada Ketua jurusan mesin dan tembusan kepada Penanggung jawab laboratorium.

## Larangan-larangan terhadap Pengguna Laboratorium

1. Merokok dan membuat api di dalam lingkungan laboratorium, kecuali ditempat yang telah ditentukan.
2. Membawa senjata tajam, dan peralatan yang berbahaya.
3. Menerima tamu pribadi atau mengajak teman ke dalam laboratorium, kecuali seizin yang berwenang.
4. Menggunakan bahan/alat serta memasuki ruang lain tanpa izin yang berwenang.
5. Memaksa karyawan untuk melaksanakan sesuatu hal yang bukan merupakan wewenangnya.

6. Menangani secara langsung mesin-mesin, kecuali dibawah pengawasan/bimbingan petugas laboratorium.
7. Memperpanjang jam penggunaan laboratorium seperti yang telah ditentukan kecuali ada persetujuan Ketua jurusan mesin.
8. Berbuat Asusila di dalam lingkungan laboratorium.
9. Mencuri, memiliki barang-barang atau dokumen-dokumen laboratorium.
10. Berkelahi/bertengkar baik antara teman maupun dengan karyawan.
11. Menggunakan fasilitas lain.
12. Khusus wanita/siswi tidak diperkenankan:
  - Berpakaian longgar, terurai, karena akan mengundang resiko tinggi tentang keselamatan
  - Memakai rok atau baju mini.
  - Memakai sepatu bertumit tinggi.
  - Memakai perhiasan yang menyolok dan berharga.
  - Memakai tata rias muka yang berlebihan.

**Sangsi-sangsi terhadap Tata Tertib:**

1. Peringatan secara lisan.
2. Peringatan secara tertulis/Pengurangan nilai Pratikum bagi praktikan.
3. Dikeluarkan dari laboratorium.

Telah dibaca dan dipahami, sanggup untuk mentaati Peraturan-peraturan dan Kewajiban selama di dalam lingkungan laboratorium

Jakarta, .....

(.....)

# KESELAMATAN KERJA

Pada saat akan mulai praktikum mahasiswa diharapkan mengetahui dan memahami tentang keselamatan kerja. Hal ini agar dalam pelaksanaan kegiatan praktikum tidak terjadi kecelakaan kerja, baik pada mahasiswa atau kerusakan pada instrument dan peralatan pengujian, berikut ini hal-hal yang harus di perhatikan selama kegiatan praktikum .

Intruksi keselamatan kerja:

1. Mengerti dan memahami petunjuk keselamatan kerja
2. Mengerti dan memahami fungsi setiap tombol dan instrument yang ada pada panel intrumen pengujian,
3. Tidak menyentuh atau terlalu dekat dengan bagian yang berputar dan bertemperatur tinggi,
4. Hydro brake berisi air pada saat dioperasikan,
5. Tidak merubah instalasi panel pengujian atau memperbesar sekering utama panel,
6. Pengatur katup gas selalu pada posisi minimal, pada putaran idle,
7. Jangan menyalakan api atau merokok di dalam laboratorium terkhusus di dekat tangki bahan bakar.,
8. Keringkan bekas limpahan bahan bakar, stop mesin tekan tombol panik (emergensi) apabila terjadi kebocoran pada slang bahan bakar,
9. Selalu sediakan pemadam kebakaran di dekat pengoperasian motor bakar bensin,
10. Jangan menyentuh terminal saklar atau kontrol (instalasi perkabelan), karena panel dioperasikan dengan tegangan 12VDC dan 220 VAC,
11. Jangan memeriksa, minyak pelumas saat motor bakar sedang dioperasikan
12. Hendaklah menanyakan hal-hal yang kurang jelas pada teknisi laboratorium, agar keselamatan kerja tetap terjaga

# PENGUJIAN MOTOR BAKAR BENSIN

## 1. Tujuan

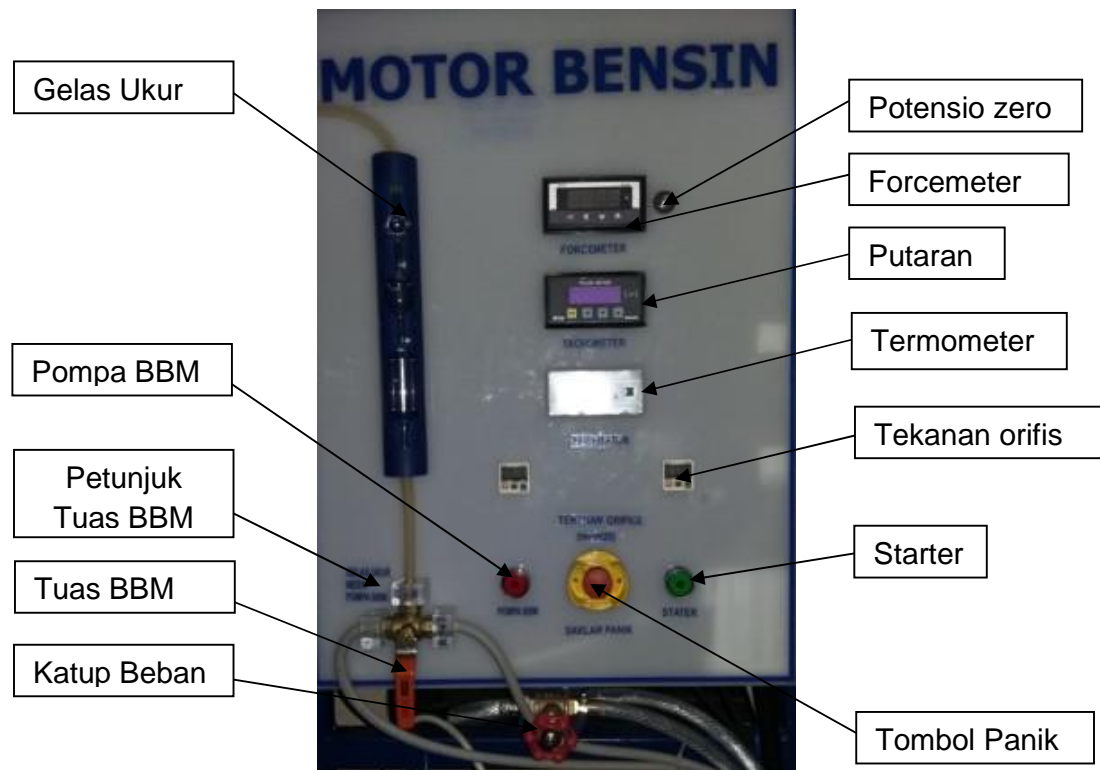
Mempelajari karakteristik dan parameter motor bakar bensin.

## 2. Motor Bakar Bensin

Motor bakar Bensin adalah motor pembakaran dalam menggunakan busi penyala untuk membakar campuran bahan bakar-udara (gas). Pada motor bakar bensin modern bahan bakar diinjeksikan langsung ke dalam ruang bakar, sehingga bahan bakar-udara bercampur di dalam ruang silinder. Motor bensin yang juga dikenal dengan nama Mesin Otto ini dirancang dengan proses empat langkah dan dua langkah. Namun proses dua langkah menghasilkan pembakaran kurang sempurna, sehingga penggunaan mesin jenis ini telah dikurangi

## 3. Panel Motor Bakar Bensin

Panel Kontrol ini dilengkapi untuk memenuhi kebutuhan praktikum pengujian Prestasi Motor Bakar Bensin yang terdiri dari



Gambar 1 Panel Motor Bakar



- a. Gelas ukur dengan kapasitas 8ml, 16ml dan 32ml tidak boleh kosong pada saat mesin beroperasi. Batas minimum yang masih terlihat pada slang transfaran. Pada bagian bawah dilengkapi dengan katup tiga cabang untuk mengatur aliran BBM dari Pompa ke Gelas ukur dan ke Mesin (lihat petunjuk aliran). Pengisian BBM dengan menekan tombol Pompa BBM sambil memperhatikan posisi BBM dalam tabung. Hindari BBM kepenuhan pada slang transfaran atas.
- b. Tombol Panik, untuk mengatasi kepanikan bila mengalami kegagalan yang membahayakan. Selalu posisi tertutup (OFF) bila mesin tidak beroperasi untuk keamanan.
- c. Tombol Starter, untuk menjalankan mesin.
- d. Display Tekanan orifis pada saluran masuk dan keluar orifis. Perbedaan tekanan terjadi adalah selisi dari kedua tekanan pada display. Satuan digunakan mmH<sub>2</sub>O vakum.
- e. Forcemeter dalam satuan Newton ini hasil pengukuran pada hydrobrake dengan jari-jari gaya terjadi pada 130mm dari titik putar
- f. Tachometer mengukur putaran motor dalam putaran per-menit
- g. Temperatur (°C) terdiri dari lima channel dimana: channel 1. Udara masuk orifis, 2. Saluran buang I, 3. Saluran buang II, 4. Minyak pelumas dan 5. Air untuk hydrobrake.
- h. Katup Beban, mengatur pengisian air pada hydrobrake, penutupan maksimum tidak disarankan (untuk keamanan hydrobrake)
- i. Potensio zero, untuk mengatur penunjukan 0 pada forcemeter

#### 4. Prosedur Pengujian:

- a. Persiapan sebelum menjalankan
  - 1) Periksa air untuk hydrobrake dalam bak penampung terisi  $\frac{1}{2}$  sampai  $\frac{2}{3}$  bagian dari bak penampungan
  - 2) Periksa minyak pelumas pada tongkat ukur
  - 3) Tombol Panik dalam keadaan tertutup
  - 4) Posisi bukaan katup gas pada kondisi putaran rendah
  - 5) Isi bahan bakar minyak pada tangki bahan bakar
  - 6) Pasang kabel baterai
  - 7) Yakinkan tidak ada yang mengganggu bagian yang bergerak atau berputar
  - 8) Hubungkan listrik panel ke sumber listrik 220VAC
- b. Menjalankan Peralatan Pengujian
  - 1) Buka tombol emergensi (putar ke kanan)
  - 2) Putar kunci saklar mesin pada posisi ON, instrumen dan pompa air akan aktif
  - 3) Tekan tombol pompa BBM, jika diperlukan pengisian gelas ukur, posisi tuas pada P>>G,M.

- 4) Posisi aliran kran BBM, Gelas ukur ke Mesin (G>>M)
  - 5) Tunggu sampai air keluar dari drainase hydrobrake, kemudian
  - 6) Tekan tombol stater, sampai mesin jalan
  - 7) Tarik tuas *cock*, jika mesin sulit hidup dan tekan kembali bila sudah jalan
  - 8) Biarkan mesin jalan sampai stabil (normal) pada putaran 1300 rpm
  - 9) Jaga gelas ukur tidak kosong, tekan tombol pompa BBM bila diperlukan pada posisi kran P>>G,M
- c. Pengujian
- 1) Periksa apakah semua instrument berfungsi dengan baik.
  - 2) Pengujian dilakukan pada beban tetap, buka katup air sesuai dengan beban diperlukan (perhatikan Forcemeter)
  - 3) Atur putaran mesin dengan menggeser tuas bukaan katup gas (perhatikan Putaran)
  - 4) Naikkan putaran mesin sesuai dengan instruksi data diperlukan
  - 5) Tahan kondisi (hold) mesin, pindahkan katup (kran) bahan bakar pada posisi aliran Gelas ukur ke Mesin (G>>M) dan Timer di aktifkan
  - 6) Pengamatan atau pengukuran data volume bahan bakar yang diperlukan, perhatikan Timer sambil melihat gelas ukur.
  - 7) Setelah dilakukan penahan (hold) beban beberapa saat, atur putaran dan tuas beban ke minimum.
  - 8) Selama mesin dijalankan gelas ukur harus selalu terisi bahan bakar.
  - 9) Ulangi dari item 5 sampai 8 sampai data diperoleh tercukupi
  - 10) Matikan Mesin
- d. Menghentikan Peralatan pengujian
- 1) Putar Kunci Saklar Mesin ke posisi OFF, mesin dan semua intrumen serta pompa air akan berhenti
  - 2) Tekan tombol panik
  - 3) Lepaskan Bateri
  - 4) Kosongkan bahan bakar pada tabung dan tangki
  - 5) Kosongkan air hydrobrake pada bak penampungan

## 5. Petunjuk keamanan

- a. Tekan tombol emergensi dalam keadaan di luar kendali
- b. Hindari putaran mesin melampaui putaran maksimum
- c. Air hydrobrake selalu mengalir saat mesin dioperasikan, untuk menghindari kerusakan hydrobrake
- d. Hindari pengisian penuh bahan bakar pada tangki dan gelas ukur
- e. Hindari kekosongan BBM pada slang transaran di bawah Gelas Ukur
- f. Kosongkan bahan bakar pada tangki dan gelas ukur, bila tidak dioperasikan
- g. Melepaskan hubungan listrik panel terhadap sumber listrik 220VAC
- h. Melepaskan hubungan batteri, bila tidak digunakan
- i. Tidak diperkenankan merubah instalasi instrument baik kabel maupun selang

- j. Membuka tutup belakang panel instrumen
- k. Tidak mengoperasikan mesin sendirian
- l. Tidak Merokok atau menyalakan api
- m. Selalu sediakan pemadam api

## 6. Parameter yang diperlukan

- a. Momen Puntir ( $M_t$ ), Gaya pengukuran dapat dilihat pada panel dengan pembacaan (F). Panjang lengan torsi meter ( $L$ ) = 0,13 m

$$M_t = F \times L \quad (\text{Nm})$$

- b. Pemakaian bahan bakar ( $B_e$ ), dihitung dari persamaan:

$$B_e = m_f / N_e \quad (\text{kg/jam Kw})$$

dimana:

$m_f$  : pemakaian bahan bakar tiap jam ( $\text{kg/jam}$ )

$$m_f = (X / t) \times \text{spgr}_{bb} \times \text{air} \times 3600 \quad (\text{kg/jam})$$

$t$  : waktu yang dipakai untuk menghabiskan sejumlah X (detik)

X: jumlah minyak yang digunakan (mL)

$\text{spgr}_{bb}$  : spesifik gravitasi bahan bakar, gasoline 0,739

$\text{air}$  : massa jenis udara ( $\text{kg/m}^3$ )

$N_e$ : daya efektif mesin (kW)

$$N_e = 1,047 \times 10^{-4} \times M_t \times n \quad (\text{kW})$$

$M_t$  : momen puntir (Nm)

$n$  : putaran mesin (rpm)

- c. Tekanan efektif rata-rata ( $P_e$ )

$$P_e = (0,06 \times N_e) / (V_\ell \times a \times n) \quad (\text{MPa})$$

dimana:

$V_\ell$  : volume langkah total ( $\text{mm}^3$ )

$a$  : jumlah siklus tiap langkah =  $\frac{1}{2}$  untuk empat langkah

- d. Temperatur

### 1) Temperatur Mesin

$T_1$  : temperatur udara masuk venturi meter /karburator ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_2$  : temperatur gas buang silinder 1 ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_3$  : temperatur gas buang silinder 2 ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_4$  : temperatur minyak pelumas ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_5$  : temperatur air bak hydrobrake ( $^{\circ}\text{C}$ )

- e. Tekanan

$P_{iv}$  : tekanan masuk venturi (mm-H<sub>2</sub>O)

$P_{ov}$  : tekanan keluar venturi (mm-H<sub>2</sub>O)

f. Effisiensi volumemetri

$$v = m_a / m_{ai}$$

dimana:

$m_a$  : jumlah udara sesungguhnya dibutuhkan

$$m_a = Q \times 60 \times \rho_{ud}$$

$\rho_{ud}$  : massa jenis udara (kg/m<sup>3</sup>)

Q : laju aliran udara (m<sup>3</sup>/s)

$$Q = C \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} \frac{A_a}{\sqrt{\left(\frac{A_a}{A_b}\right)^2 - 1}}$$

$\rho_{ud}$  : massa jenis udara (kg/m<sup>3</sup>)

$D_a$  : diameter masuk orifice (m)

$D_b$  : diameter orifice (m)

C : koefisien discharge, C = 0,6

p : penurunan tekanan (Pa)

$$p = P_{iv} - P_{ov}$$

$P_{ud}$  : tekanan udara luar (Pa)

$P_{iv}$  : tekanan udara venturi (Pa)

$T_{ud}$  : temperature udara (°K)

$m_{ai}$  : jumlah udara ideal yang dibutuhkan

$$m_{ai} = V_\ell \times 60 \times n \times \rho_{ud} \quad (\text{kg/jam})$$

$\rho_{ud}$  : massa jenis udara (kg/m<sup>3</sup>)

$V_\ell$  : volume langkah total (m<sup>3</sup>)

g. Effisiensi termis

$$\eta_{th} = (3,6 \times 10^6 \times N_e) / (m_f \times \text{LHV})$$

dimana

LHV : panas pembakaran rendah dari bahan bakar

## LEMBAR PENGAMBILAN DATA PRAKTIKUM PRESTASI MOTOR BAKAR BENJIN

Hari : .....

Tanggal : .....

Modul Praktikum : Prestasi Motor Bakar Bensin

| No | Putaran | Hydro brske |                     | Vol. BBM ..... ml<br>t (dtk) | Tek. Orifis, mmH <sub>2</sub> O |                 | Udara Masuk<br>T <sub>ud</sub> °C | Pelumas<br>Mesin T <sub>oil</sub> °C | Gas buang             |                        |
|----|---------|-------------|---------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|------------------------|
|    |         | Gaya (N)    | T <sub>air</sub> °C |                              | P <sub>iv</sub>                 | P <sub>ov</sub> |                                   |                                      | T <sub>gmk I</sub> °C | T <sub>gmk II</sub> °C |
| 1  |         |             |                     |                              |                                 |                 |                                   |                                      |                       |                        |
| 2  |         |             |                     |                              |                                 |                 |                                   |                                      |                       |                        |
| 3  |         |             |                     |                              |                                 |                 |                                   |                                      |                       |                        |
| 4  |         |             |                     |                              |                                 |                 |                                   |                                      |                       |                        |
| 5  |         |             |                     |                              |                                 |                 |                                   |                                      |                       |                        |
| 6  |         |             |                     |                              |                                 |                 |                                   |                                      |                       |                        |

## DATA AWAL PENGUJIAN MOTOR BAKAR BENSIN

### Data-data diperlukan

#### Lingkungan

Temperatur sekitar :  $T_{ud} =$

Tekanan sekitar :  $P_{ud} = 1 \text{ atm}$

#### Mesin

Mesin : Loncin 2V78F-1

2 silinder segaris 4 katup

Diameter silinder :  $d_{sm} = 78 \text{ mm}$

Langkah torak :  $L_{sm} = 71 \text{ mm}$

Volume langkah :  $V_{sm} = 678 \text{ mL}$  (2 silinder)

Putaran maksimum :  $n_{max} = 3.600 \text{ rpm}$

Putaran minimum :  $n_{min} = 1.500 \text{ rpm}$

Ratio kompresi: = 8,5 : 1

#### Bahan bakar

Jenis bahan bakar : Gasoline fuel

Density Gasoline

Spesifik gravity bahan bakar :  $spgr_{bb} = 0,739$

LHV Bensin : 40 – 43 Mjoule/kg

#### Gelas Ukur

Tersdiri dari tiga labu terhubung seri,

Volume labu I: 8mL

Volume labu II: 16mL

Volume labu III: 32mL

#### Flow meter

Jenis flow meter :

Koefisien discharge edge orifice :  $K = 0,6$

Diameter orifice :  $D_a = 25 \text{ mm}$

$D_b = 17.5 \text{ mm}$

#### Hydro brake

Jenis : Drag Impeller

media brake dan pendingin : air

Sensor : load cell full bridge strain gage

Panjang lengan :  $L = 130 \text{ mm} = 0.13 \text{ m}$

#### Panel Kontrol

Tegangan kerja : 12VDC dan 220VAC

Merk Intrumen: Autonic (lihat lampiran)

## PEMELIHARAAN BATERI

Mesin digunakan dua semester sekali ada kecenderungan selama satu tahun batteri akan mengalami kerusakan karena tidak dilakukan pengisian ulang. Untuk memperpanjang umur batteri dilakukan pengisian ulang dengan menghubungkan kabel suplai daya 220VAC ke jala listrik dengan posisi tombol panic tertekan (off) dan kontak dalam keadaan off. Pengisian dapat dilakukan satu minggu sekali selama 3 jam.

## PENJELASAN DALAM GAMBAR

|   |  |  |   |   |  |                                 |   |
|---|--|--|---|---|--|---------------------------------|---|
|  | <p>Pengatur bukaan katup gas. Berfungsi untuk mengatur putaran mesin</p> |  | <p>Kunci mesin atau kunci kontak, posisi "off" semua sistem di mesin dan panel dalam kondisi tidak aktif. Posisi "on" mesin dan panel aktif</p> |  | <p>Petunjuk posisi tuas katup aliran bahan bakar</p> | <p>katup aliran bahan bakar</p> | <p>Slang transferan sebagai batas minimum BBM untuk diisi ulang</p> |
|---|--|--|---|---|--|---------------------------------|---|

|  |   |   |   |  |                  |                   |                |                 |  |
|--|---|---|---|--|------------------|-------------------|----------------|-----------------|--|
|  | <p>Tombol Stater, led hijau menyala</p> | <p>Tuas cock, diperlukan jika mesin sulit running</p> |  |  | <p>Pompa air</p> | <p>Hydrobrake</p> | <p>Bak Air</p> | <p>Drainase</p> |  |
|--|---|---|---|--|------------------|-------------------|----------------|-----------------|--|

# PENGUJIAN MOTOR BAKAR DIESEL

## 1. Tujuan

Mempelajari karakteristik dan parameter motor bakar Diesel.

## 2. Motor Bakar Diesel

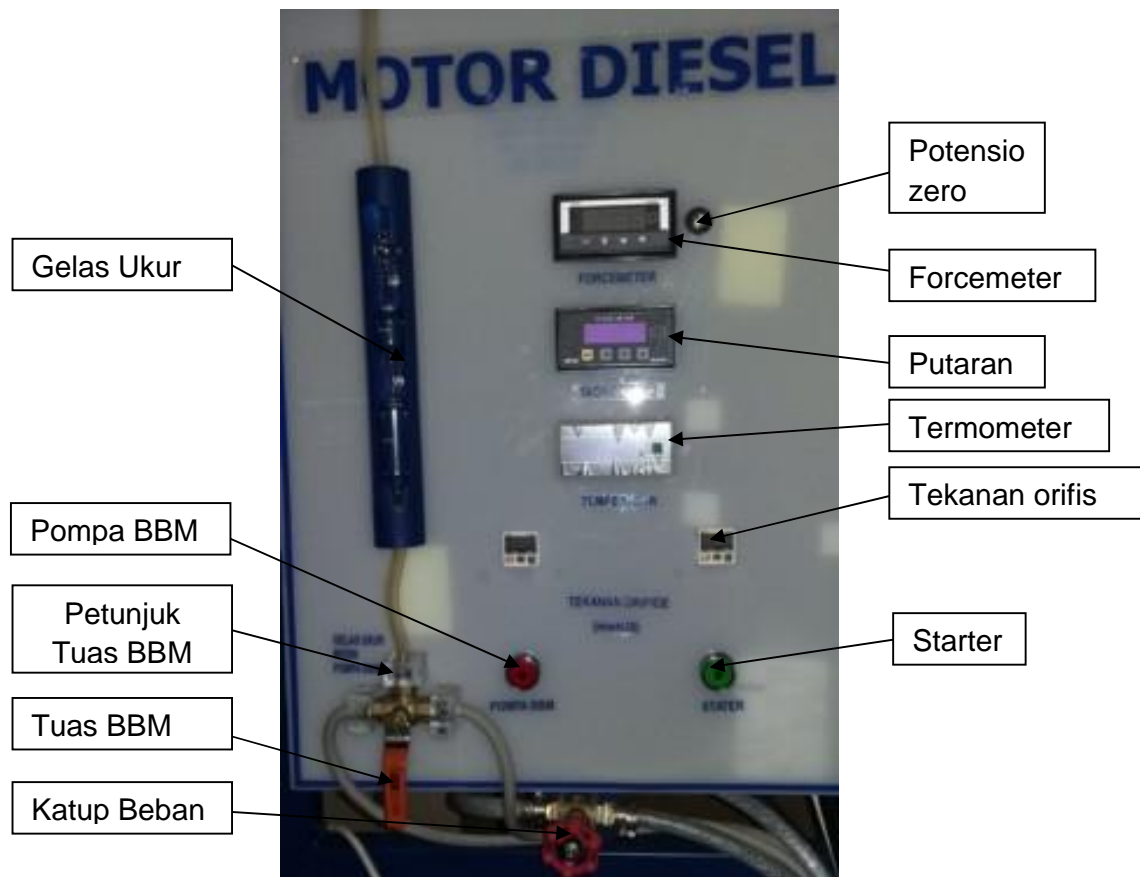
Motor bakar Diesel atau Mesin Diesel adalah mesin pembakaran dalam menggunakan panas kompresi untuk penyalaan bahan bakar yang diinjeksikan melalui alat pengabut bahan bakar ke dalam ruang bakar. Mesin Diesel dirancang dengan rasio kompresi yang tinggi, sehingga memiliki efisiensi thermal yang tinggi dibandingkan dengan motor pembakaran lain. Berdasarkan proses siklus kerja mesin dikembangkan mesin dua langkah dan mesin empat langkah.

## 3. Panel Motor Diesel

Panel Kontrol ini dilengkapi untuk memenuhi kebutuhan praktikum pengujian Prestasi Motor Bakar Diesel yang terdiri dari

- a. Gelas ukur dengan kapasitas 8ml, 16ml dan 32ml tidak boleh kosong pada saat mesin beroperasi. Batas minimum yang masih terlihat pada slang transfaran. Pada bagian bawah dilengkapi dengan katup tiga cabang untuk mengatur aliran BBM dari Pompa ke Gelas ukur dan ke Mesin (lihat petunjuk aliran). Pengisian BBM dengan menekan tombol Pompa BBM sambil memperhatikan posisi BBM dalam tabung. Hindari BBM kepenuhan pada slang transfaran atas. (Sangat dihindari sampai kehabisan bahan bakar)
- b. Tombol Starter, untuk menjalankan mesin.
- c. Display Tekanan orifis pada saluran masuk dan keluar orifis. Perbedaan tekanan terjadi adalah selisi dari kedua tekanan pada display. Satuan menggunakan mmH<sub>2</sub>O vakum.
- d. Forcemeter dalam satuan Newton ini hasil pengukuran pada hydrobrake dengan jari-jari gaya terjadi pada 130mm dari titik putar
- e. Tachometer mengukur putaran motor dalam putaran per-menit
- f. Temperatur (°C) terdiri dari lima channel dimana: channel 1. Udara masuk Orifis, 2. Saluran buang , 3 Minyak pelumas., 4Udara pendingin keluar. dan 5. Air untuk hydrobrake.
- g. Katup Beban, mengatur pengisian air pada hydrobrake, penutupan kran maksimum tidak disarankan (untuk keamanan hydrobrake)
- h. Potensio zero, untuk mengatur penunjukan 0 pada forcemeter





Gambar 1. Panel Motor Bakar Diesel

#### 4. Prosedur Pengujian:

- a. Persiapan sebelum menjalankan
  - 1) Periksa air untuk hydrobrake dalam bak penampung terisi  $\frac{1}{2}$  sampai  $\frac{2}{3}$  bagian dari bak penampungan
  - 2) Periksa minyak pelumas pada tongkat ukur
  - 3) Isi bahan bakar minyak pada tangki bahan bakar
  - 4) Pasang Kabel baterai
  - 5) Yakinkan tidak ada yang mengganggu bagian yang bergerak atau berputar
  - 6) Hubungkan listrik panel ke sumber listrik 220VAC
  - 7) Geser tuas regulator bahan bakar pada posisi Start
- b. Menjalan Peralatan Pengujian
  - 1) Putar kunci saklar pada posisi on, instrumen dan pompa air akan aktif
  - 2) Tekan tombol pompa BBM, jika diperlukan pengisian gelas ukur
  - 3) Posisikan aliran kran BBM, Gelas ukur ke Mesin ( $G \gg M$ )
  - 4) Tunggu sampai air keluar dari drainase hydrobrake, kemudian
  - 5) Tekan tombol stater sampai mesin running, (ulangi jika belum jalan)
  - 6) Biarkan mesin jalan sampai stabil (normal) pada putaran 1300 rpm

- 7) Jaga gelas ukur tidak kosong, tekan tombol pompa BBM bila diperlukan pada posisi kran P>>G,M

c. Pengujian

- 1) Periksa apakah semua instrument berfungsi dengan baik.
- 2) Pengujian dilakukan pada beban tetap, buka katup air sesuai dengan beban diperlukan (perhatikan Forcemeter)
- 3) Atur putaran mesin dengan menggeser tuas regulator bahan bakar (perhatikan Putaran)
- 4) Naikkan putaran mesin sesuai dengan instruksi data diperlukan
- 5) Tahan kondisi (hold) mesin, pindahkan kran bahan bakar pada posisi aliran Gelas ukur ke Mesin (G>>M) dan timer di aktifkan
- 6) Pengamatan atau pengukuran data yang diperlukan, perhatikan timer sambil melihat gelas ukur.
- 7) Setelah dilakukan penahanan (hold) beban beberapa saat, atur putaran dan tuas beban ke minimum untuk melepas beban dan putaran mesin 1300 rpm
- 8) Selama mesin beroperasi pertahankan bahan bakar di dalam gelas ukur
- 9) Ulangi dari item 5 sampai 8 sampai data diperoleh tercukupi
- 10) Matikan Motor bakar Diesel

d. Menghentikan Peralatan pengujian

- 1) Matikan semua instrumen dan pompa air yang digunakan, dengan memutar kunci kontak pada posisi OFF
- 2) Lepaskan Bateri
- 3) Lepaskan listrik panel terhadap sumber listrik 220VAC
- 4) Kosongkan bahan bakar pada tangki dan tangki
- 5) Kosongkan air hydrobrake pada bak penampungan

## 5. Petunjuk keamanan

- a. Hindari putaran mesin melampaui putaran maksimum
- b. Air hydrobrake selalu mengalir saat mesin dioperasikan, untuk menghindari kerusakan hydro brake
- c. Hindari pengisian penuh bahan bakar pada tangki dan gelas ukur
- d. Hindari kekosongan BBM pada slang transparan di bawah Gelas Ukur
- e. Kosongkan bahan bakar pada tangki dan gelas ukur, bila tidak dioperasikan
- f. Melepaskan hubungan listrik panel terhadap sumber listrik 220VAC
- g. Melepaskan hubungan batteri, bila tidak digunakan
- h. Tidak diperkenankan merubah instalasi instrument baik kabel maupun selang
- i. Membuka tutup belakang panel instrumen
- j. Tidak mengoperasikan mesin sendirian
- k. Tidak Merokok atau menyalakan api
- l. Selalu sediakan pemadam api

## 6. Parameter yang diperlukan

- a. Momen Puntir ( $M_t$ ), Gaya pengukuran dapat dilihat pada panel dengan pembacaan (F). Panjang lengan torsi meter ( $L$ ) = 0,13 m

$$M_t = F \times L \quad (\text{Nm})$$

- b. Pemakaian bahan bakar ( $B_e$ ), dihitung dari persamaan:

$$B_e = m_f / N_e \quad (\text{kg/jam Kw})$$

dimana:

$m_f$  : pemakaian bahan bakar tiap jam ( $\text{kg/jam}$ )

$$m_f = (X / t) \times \text{spgr}_{bb} \times \text{air} \times 3,6 \times 10^{-3} \quad (\text{kg/jam})$$

$t$  : waktu yang dipakai untuk menghabiskan sejumlah X (detik)

X: jumlah minyak yang digunakan (mL)

$\text{spgr}_{bb}$  : spesifik gravitasi bahan bakar, bensin 0,7329

$\text{air}$  : massa jenis air ( $\text{kg/m}^3$ )

$N_e$ : daya efektif mesin (kW)

$$N_e = 1,047 \times 10^{-4} \times M_t \times n \quad (\text{kW})$$

$M_t$  : momen puntir (Nm)

$n$  : putaran mesin (rpm)

- c. Tekanan efektif rata-rata ( $P_e$ )

$$P_e = (0,06 \times N_e) / (V_\ell \times a \times n) \quad (\text{MPa})$$

dimana:

$V_\ell$  : volume langkah total ( $\text{mm}^3$ )

$a$  : jumlah siklus tiap langkah =  $\frac{1}{2}$  untuk empat langkah

- d. Temperatur

### 2) Temperatur Mesin

$T_1$  : temperatur udara masuk venturi meter /karburator ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_2$  : temperatur gas buang silinder 1 ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_3$  : temperatur minyak pelumas ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_4$  : temperatur udara pendingin keluar ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_5$  : temperatur air bak hydrobrake ( $^{\circ}\text{C}$ )

- e. Tekanan

$P_{iv}$  : tekanan masuk venturi (mm-H<sub>2</sub>O)

$P_{ov}$ : tekanan keluar venturi (mm-H<sub>2</sub>O)

- f. Efisiensi volumetri

$$v = m_a / m_{ai}$$

dimana:

$m_a$  : jumlah udara sesungguhnya dibutuhkan

$$m_a = Q \times 60 \times \text{ud}$$

$\rho_{ud}$  : massa jenis udara (kg/m<sup>3</sup>)  
 Q : laju aliran udara (m<sup>3</sup>/s)

$$Q = C \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} \frac{A_a}{\sqrt{\left(\frac{A_a}{A_b}\right)^2 - 1}}$$

$\rho$  : massa jenis udara (kg/m<sup>3</sup>)  
 D<sub>a</sub> : diameter masuk orifice (m)  
 D<sub>b</sub> : diameter orifice (m)  
 C : koefisien discharge, C = 0,6  
 p : penurunan tekanan (Pa)  
 $p = P_{iv} - P_{ov}$   
 P<sub>ud</sub> : tekanan udara luar (Pa)  
 P<sub>iv</sub> : tekanan udara venturi (Pa)  
 T<sub>ud</sub> : temperature udara (°K)

m<sub>ai</sub> : jumlah udara ideal yang dibutuhkan

$$m_{ai} = V_\ell \times 60 \times n \times a \times \rho_{ud} \quad (\text{kg/jam})$$

$\rho_{ud}$  : massa jenis udara (kg/m<sup>3</sup>)

V<sub>ℓ</sub> : volume langkah total (m<sup>3</sup>)

g. Effisiensi termis

$$\eta_{th} = (3,6 \times 10^6 \times N_e) / (m_f \times \text{LHV})$$

dimana

LHV : panas pembakaran rendah dari bahan bakar

## LEMBAR PENGAMBILAN DATA PRAKTIKUM PRESTASI MOTOR DIESEL

Hari : .....

Tanggal : .....

Modul Praktikum : Prestasi Motor Diesel

| No | Putaran | Hydrobrake |                     | Vol BBM ..... ml<br>t (dtk) | Orifis (mmH <sub>2</sub> O) |                 | Udara Masuk<br>T <sub>ud</sub> °C | Pelumas Mesin<br>T <sub>oil</sub> °C | Gas buang<br>T <sub>gmk</sub> °C |
|----|---------|------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
|    |         | Gaya (N)   | T <sub>air</sub> °C |                             | P <sub>iv</sub>             | P <sub>ov</sub> |                                   |                                      |                                  |
| 1  |         |            |                     |                             |                             |                 |                                   |                                      |                                  |
| 2  |         |            |                     |                             |                             |                 |                                   |                                      |                                  |
| 3  |         |            |                     |                             |                             |                 |                                   |                                      |                                  |
| 4  |         |            |                     |                             |                             |                 |                                   |                                      |                                  |
| 5  |         |            |                     |                             |                             |                 |                                   |                                      |                                  |
| 6  |         |            |                     |                             |                             |                 |                                   |                                      |                                  |

## DATA AWAL PENGUJIAN MOTOR BAKAR DIESEL

### Data-data diperlukan

#### Lingkungan

Temperatur sekitar :  $T_{ud} =$

Tekanan sekitar :  $P_{ud} = 1 \text{ atm}$

#### Mesin

Mesin : Loncin Diesel 186FD

1 silinder vertikal 2 katup

Diameter silinder :  $d_{sm} = 86 \text{ mm}$

Langkah torak :  $L_{sm} = 76 \text{ mm}$

Volume langkah :  $V_{sm} = 441 \text{ mL}$

Putaran maksimum :  $n_{max} = 3.600 \text{ rpm}$

Putaran minimum :  $n_{min} = 1.300 \text{ rpm}$

Ratio kompresi: = 21 : 1

#### Bahan bakar

Jenis bahan bakar : Diesel fuel

Spesifik gravity bahan bakar :  $spgr_{bb} = 0,893$

LHV = 43MJ/kg

#### Gelas Ukur

Tersdiri dari tiga labu terhubung seri,

Volume labu I: 8mL

Volume labu II: 16mL

Volume labu III: 32mL

#### Flow meter

Jenis flow meter :

Koefisien discharge edge orifice :  $K = 0,6$

Diameter orifice :  $D_a = 28 \text{ mm}$

$D_b = 19 \text{ mm}$

#### Hydro brake

Jenis : Drag Impeller

media brake dan pendingin : air

Sensor : load cell full bridge strain gage

Panjang lengan :  $L = 130 \text{ mm} = 0.13 \text{ m}$

#### Panel Kontrol

Tegangan kerja : 12VDC dan 220VAC

Merk Intrumen: Autonic (lihat lampiran)

## PENJELASAN DALAM GAMBAR

|  |  |  |  |  |   |  |   |                                    |  |
|--|--|--|--|--|---|--|---|------------------------------------|--|
|   | <p>Kunci mesin atau kunci saklar mesin,</p>          |  | <p>Pengatur bukaan katup gas. Berfungsi untuk mengatur putaran mesin</p> |   | <p>Injektor BBM</p> <p>Baut nivel pipa saluran BBM tekanan tinggi</p> |  |   |                                    |  |
|  | <p>Petunjuk posisi tuas katup aliran bahan bakar</p> | <p>katup aliran bahan bakar</p>  | <p>Slang trans-faran sebagai batas minimum BBM untuk</p>                 | <p><b>PEMELIHARAAN BATTERI</b></p> <p>Mesin digunakan dua semester sekali ada kecenderungan selama satu tahun batteri akan mengalami kerusakan karena tidak dilakukan pengisian ulang. Untuk memperpanjang umur batteri dilakukan pengisian ulang dengan menghubungkan kabel suplai daya 220VAC ke jala listrik dengan posisi tombol panic tertekan (off) dan kontak dalam keadaan off. Pengisian dapat dilakukan satu minggu sekali selama 3 jam.</p> |   |  | <p>Saluran limpahan BBM dari injektor</p> | <p>Saluran BBM dari Gelas Ukur</p> | <p>Reservoir berfungsi untuk menghindari gelembung udara masuk ke injection pump dan menampung limpahan dari injector.</p> |

## Mengatasi gangguan Mesin Diesel karena minyak habis

1. Isi minyak di tangki persediaan
2. Putar kunci saklar mesin pada posisi ON, lihat gambar
3. Isi bahan bakar pada gelas ukur sampai penuh dengan menekan tombol Pompa BBM sambil memperhatikan gelas ukur
4. Arahkan tuas katup BBM Gelas ukur ke Mesin (G>>M), biarkan beberapa saat, perhatikan Gelas ukur, lihat gambar
5. Lepaskan secara pelahan pipa saluran limpahan BBM dari injector. Jika BBM sudah merembes keluar (sambil memperhatikan Gelas ukur, isi jika mulai berkurang) segera pipa saluran dipasang kembali. lihat gambar
6. Kendurkan mur nevel pipa saluran tekanan tinggi pada injector  $\frac{1}{2}$  sampai 1 putaran saja dengan kunci 17mm
7. Atur atau geser tuas BBM pada posisi Start, lihat gambar
8. Tekan tombol starter sambil memperhatikan rembesan BBM pada mur nevel, segera dieratkan kembali jika rembesan tidak berbui lagi
9. Tekan tombol starter ditekan. Bila mesin berhasil dijalankan, cepat atur putaran ke posisi idle.
10. Ulangi beberapa kali starter bila masih gagal.
11. Bila mesin tetap gagal ulangi dari item 5 sampai 11.

Catatan:

MT4W 50mV 3000 10 - 5 1.0 – 5

MP5W F1 0.6000 10 – 02 0.05



# KOMPRESOR TORAK

## 1. Tujuan

Mengetahui dan memahami jenis-jenis, cara kerja dan karakteristik kompresor torak.

## 2. Dasar Teori

### a. Pendahuluan

Kompresor merupakan mesin pemampat gas atau udara yang bekerja dari daya poros (daya mekanik). Secara umum kompresor bekerja dengan menghisap udara atmosfer. Jenis kompresor berdasarkan tekanan terdiri dari:

- 1) Kompresor bekerja pada tekanan yang lebih tinggi dari tekanan atmosfer disebut sebagai penguat (*booster*),
- 2) Kompresor bekerja di bawah tekanan atmosfer maka disebut kompresor vakum

Kompresor berdasarkan konstruksi pada system pemrosesan terdiri dari:

- 1) Jumlah tingkat kompresi, satu tingkat atau lebih
- 2) Cara pendinginan, pendingin air dan atau udara
- 3) Penggerak transmisi, kopling, langsung (satu poros dengan penggerak), sabuk V dan roda gigi
- 4) Penempatan, permanen dan portable
- 5) Cara kompresi, torak, rotary, sentripugal, screw, scroll

### b. Cara kerja kompresor torak:

Kompresor jenis positif displacement yaitu kompresor torak, cara kerja adalah sebagai berikut;

- 1) Torak bergerak ke bawah, volume udara di bawah torak akan mengecil dan tekanan akan naik, katup isap akan terbuka.
- 2) Torak bergerak ke atas, tekanan di bawah torak akan menjadi negatif (lebih kecil dari tekanan atmosfer), sehingga udara akan masuk melalui celah katup isap. Katup isap akan menutup dengan merapatkan celah antara torak dan dinding silinder. Jika torak ditekan terus volume akan semakin kecil dan tekanan didalam silinder akan naik.

Gerak torak ke atas dan ke bawah menghasilkan siklus aliran tersebut berlangsung secara berulang-ulang, metode ini disebut juga sebagai kompresor aliran terputus-putus

### c. Penggerak kompresor

Sebagai penggerak kompresor digunakan motor listrik atau motor bakar dengan transmisi daya seperti sabuk atau roda gigi. Besar kerja mekanik yang dilakukan oleh motor dapat ditentukan dengan mengukur torsi meter dan putaran motor diukur dengan tachometer.

### d. Proses Kompresi Gas

- 1) Cara Kompresi

Kompresi dapat dilakukan dengan : Isotermal, Isentropik (adiabatik), dan politropik:

- Kompresi Isotermal
- Kompresi Adiabatik
- Kompresi politropik

## 2) Perubahan Temperatur

Pada waktu kompresi, temperatur gas dapat berubah tergantung pada jenis proses yang dialami. Hubungan temperatur dan tekanan untuk masing-masing proses :

- Proses Isotermal, dimana proses ini temperatur dijaga tetap.
- Proses Adiabatik.

Dalam kompresi adiabatik tidak ada panas yang dibuang keluar atau dimasukkan ke silinder sehingga seluruh kerja mekanis yang diberikan dalam proses ini akan dipakai untuk menaikkan temperatur gas.

- Proses Politropik

Jika selama proses kompresi udara didinginkan, misalnya dengan memakai air pendingin untuk silinder, maka sebagian panas yang timbul akan dikeluarkan.

## 3) Perhitungan

### a) Hubungan tekanan dan volume

Jika gas dikompresikan (atau diexpansikan) pada temperatur tetap maka tekanan akan berbanding terbalik dengan volume (Hukum Boyle).

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 = \text{konstan}$$

### b) Hubungan temperatur dan volume.

Hukum Charles menyatakan : semua gas apabila dinaikkan temperaturnya sebesar  $1^\circ\text{C}$  pada tekanan tetap, akan mengalami pertambahan volume sebesar  $1/273$  dari volumenya pada  $0^\circ\text{C}$  dan apabila diturunkan temperatur sebesar  $1^\circ\text{C}$  akan mengalami jumlah yang sama

### c) Persamaan keadaan.

Hukum Boyle-Charles merupakan gabungan dari hukum Charles dan hukum Boyle yang digunakan untuk gas ideal yang dinyatakan dengan :

$$P \times V = m \times R \times T$$

Keterangan:

|                 |   |
|-----------------|---|
| $P \rightarrow$ | Tekanan mutlak ( $\text{kgf/m}^2$ ) atau Pa                         |
| $V \rightarrow$ | Volume ( $\text{m}^3$ )   |
| $m \rightarrow$ | Berat gas (1,2 Kg) untuk udara                                      |
| $R \rightarrow$ | Temperatur mutlak ( $^{\circ}\text{K}$ )                            |
| $T \rightarrow$ | Konstanta gas ( $287 \text{ J/ Kg } ^{\circ}\text{K}$ ) untuk udara |

### 3. Karakteristik Kompresor Torak

Kompresor torak memerlukan beberapa pengujian untuk mengetahui karakteristik antara lain:

Laju aliran massa

Daya polytropik

Daya mekanis

Efisiensi mekanis

Daya isothermal

Efisiensi isothermal

Daya adiabatic

Efisiensi volumetric

### 4. Spesifikasi Peralatan

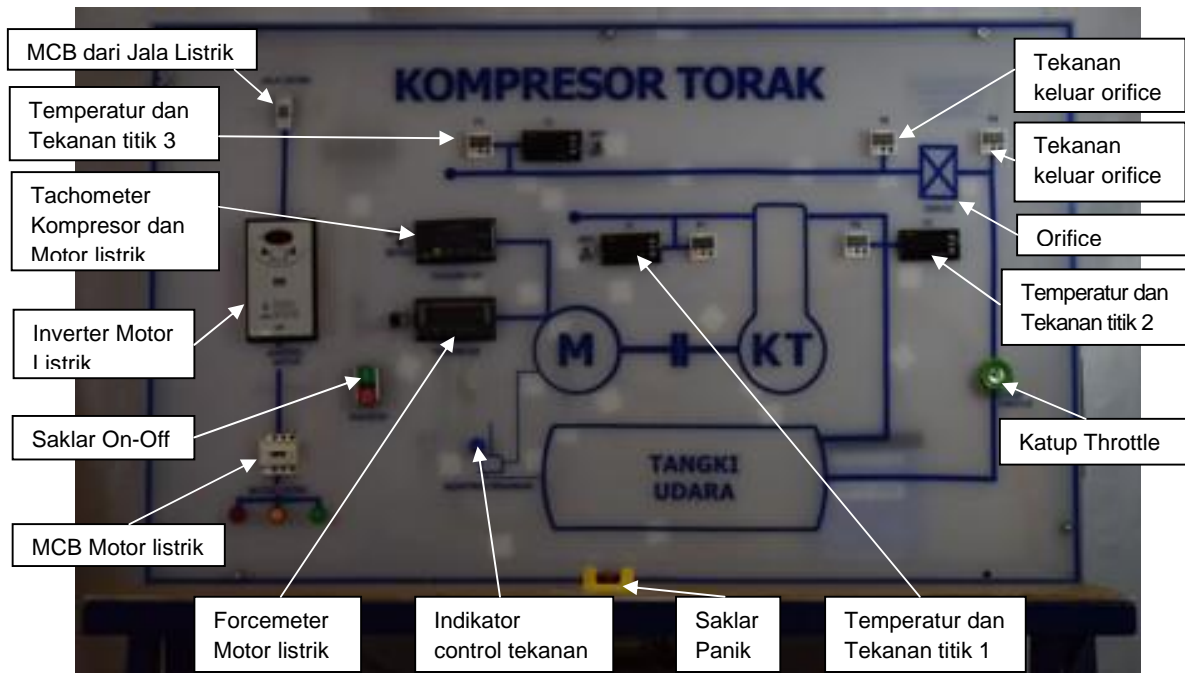
Spesifikasi alat uji kompresor torak seperti berikut:

- a. Kompresor torak
  - Jumlah silinder: 1 buah
  - Tekanan maksimum kompresor:  $7 \text{ kg/cm}^2$
  - Bore: 50,8 mm
  - Stroke: 38 mm
  - Jarak clearance?????
  - Volume isap
  - Diameter pulley
- b. Tangki udara
  - Kapasitas tangki udara: 36 liter
  - Tekanan maksimum:  $11,7 \text{ kg/cm}^2$
  - Safety control:  $4 \text{ kg/cm}^2$
- c. Motor penggerak
  - Jenis motor: motor induksi 3 phase 220V/380V
  - Daya: 0,5 HP
  - Putaran: 1420 rpm
  - Kontrol putaran: Inverter 1 HP
- d. Torsimeter
  - Loadcell: mini loadcell
  - Beban maksimum 400 Newton
  - Lengan torsi: 62,5 mm
- e. Orifice
  - Diameter pipa: 13 mm
  - Diameter orifice: 3,5 mm

- f. Katup throttle
  - Jenis katup: glow valve
  - Diameter: ¼ inchi

### 5. Skema Instalasi Alat Pengujian

Kondisi-kondisi udara pada stasion-stasion yang penting dapat diketahui dengan pengukuran tekanan dan temperatur (bola basah dan bola kering). Laju aliran udara diukur dengan menggunakan orifis. Putaran motor listrik dan kompresor diukur dengan tachometer, sedangkan torsi motor listrik diukur dengan forcemeter. Panel Kompresor Torak seperi di bawah ini:



Gambar 1. Panel Pengujian Kompresor Torak

### 6. Rumus-rumus Perhitungan

- a. Laju aliran udara melalui orifice

$$Q = v_2 \times A_2$$

$$Q = \frac{C_d \times A_2}{\sqrt{1 - \beta^4}} \times \sqrt{\frac{2g}{\gamma} (\Delta P)}$$

Keterangan:

- $\Delta P = P_4 - P_5 \rightarrow$  Beda tekanan masuk dan keluar orifice
- $P_4 \rightarrow$  Tekanan masuk
- $P_5 \rightarrow$  Tekanan keluar
- $g \rightarrow$  gravitas
- $\gamma \rightarrow$  density udara
- $\beta \rightarrow$  Rasio diameter masuk dan keluar

$$\beta = (d_2/d_1)$$

$A_2 \rightarrow$

Luas lubang plat orifice

$C_d \rightarrow$

Koefisien discharge = 5 (diambil)

b. Ratio kompresi

Perbandingan antara tekanan udara keluar dan masuk pada kompresor

$$R_p = \frac{P_2}{P_1}$$

c. Daya politropik

$$P_{pol} = \frac{W_{pol} \times n_k}{4500}$$

$$W_{pol} = \left\{ \frac{n}{n-1} \right\} \times P_1 \times V_1 \times \left[ \left( \frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{n}{n-1}} - 1 \right]$$

Keterangan:

$n \rightarrow$  indeks politropik

Dari data pengujian:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left\{ \frac{P_2}{P_1} \right\}^{\frac{n-1}{n}}$$

Indeks politropik didapat dengan persamaan:

$$\ln \frac{T_2}{T_1} = \frac{n-1}{n} \times \ln \frac{P_2}{P_1}$$

d. Daya mekanik

Daya motor listrik diukur dengan Torzimeter dan putaran diukur dengan Tachometer. Kompresor yang diukur adalah putaran poros, sehingga torsi kompresor dapat diukur.

$$T_m \times n_m = T_k \times n_k$$

Keterangan:

$T_m \rightarrow$

Torsi motor listrik

$$T_m = F \times a$$

$F \rightarrow$  Force pada lengan loadcell motor listrik

$a \rightarrow$  Panjang lengan loadcell motor listrik

$n_m \rightarrow$

putaran motor listrik

$T_k \rightarrow$

Torsi kompresor

$n_k \rightarrow$

putaran kompresor

maka Daya mekanik:

$$P_m = \frac{2 \times \pi \times T_k \times n_k}{3300}$$

Efisiensi mekanis

$$\eta_m = \frac{P_{pol}}{P_k} \times 100\%$$

e. Daya isothermal

Daya dibutuhkan menekan udara secara isometric dari suhu dan tekanan awal hingga mencapai kondisi akhir

$$P_{ist} = \frac{W_{ist} \times n_k}{4500}$$

Kerja isothermal

$$W_{ist} = P_1 \times V_1 \times \ln \frac{V_2}{V_1}$$

Keterangan:

$n_k \rightarrow$  putaran kompresor

Volume masuk:

$$V_1 = V_{tot} \times 2$$

$$V_{tot} = (V_{cl} + V_{st}) \times 2$$

Keterangan

$V_{cl} \rightarrow$  volume clearance

$V_{st} \rightarrow$  volume stroke

Volume keluar:

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

Effisiensi isothermal

$$\eta_{ist} = \frac{P_{ist}}{P_k} \times 100\%$$

f. Daya adiabatik

$$P_{ad} = \frac{W_{ad} \times n_k}{4500}$$

Kerja adiabatic

$$W_{ad} = \left\{ \frac{k}{k-1} \right\} \times P_1 \times V_1 \left[ \left\{ \frac{P_1}{P_2} \right\}^{\frac{k}{k-1}} - 1 \right]$$

Effisiensi adiabatic

$$\eta_{ad} = \frac{P_{ad}}{P_k} \times 100\%$$

g. Efisiensi volumetric

$$\eta_v = \frac{Q_s}{Q_{th}}$$

Keterangan:

$Q_s \rightarrow$  Volume gas yang dihasilkan, pada kondisi tekanan dan temperatur isap (m<sup>3</sup> /min)

$Q_{th} \rightarrow$  Perpindahan torak (m<sup>3</sup> /min)

## 7. Prosedur Pengujian

a. Pemeriksaan sebelum pengujian

- 1) Periksa kondisi peralatan, harus dalam keadaan baik.
- 2) Periksa kondisi air pembasah pada thermometer bola basah.

- 3) Periksa keadaan minyak pelumas kompresor. (Pelumas yang dipakai adalah oli SAE 30 atau yang sejenis).
  - 4) Periksa tegangan listrik yang diminta, apakah sesuai dengan tegangan motor yang akan digunakan.
  - 5) Periksa dan atur tampilan Forcemeter sama dengan nol, setelah sumber listrik aktif.
- b. Menjalankan kompresor
- 1) Periksa apakah tekanan udara pada tangki penampung menunjukkan angka nol.
  - 2) Tutup katup throttle, jika tekanan uji menunjukkan angka nol.
  - 3) Tekan tombol Run-Stop, panel akan aktif (perhatikan semua menunjukkan nol)
  - 4) Tekan Start dan putar potensiometer pada inverter ke kanan perlahan-lahan sambil memperhatikan tampilan Tachometer, terdiri dari putaran motor listrik dan kompresor, satuan rpm
  - 5) Pada saat tekanan keluar kompresor ( $P_2$ ) mencapai nilai yang dikehendaki (200 - 300 kPa), buka katup throttle perlahan-lahan, hingga tekanan konstan.
  - 6) Untuk beberapa saat (minimal 5 menit), biarkan semua alat pada kondisi idle untuk pemanasan atau penyusuaian dalam keadaan tekanan tersebut.
  - 7) Perhatikan dan catat tampilan Forcemeter pada lengan torsi motor listrik, satuan Newton
  - 8) Ukur tekanan dan temperatur pada setiap stasion. Satuan temperatur deg Celsius, satuan untuk tekanan  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_5$  adalah kilo Paskal (kPa) dan satuan untuk tekanan  $P_1$  mmH<sub>2</sub>O. Temperatur  $T_1$  dan  $T_3$  menggunakan saklar pilih untuk membaca thermometer bola basah dan kering.
  - 9) Lakukan kembali pengujian untuk putaran yang berbeda.
- c. Menghentikan operasi kompresor
- 1) Putar potensiometer pada inverter ke kiri, hingga motor berhenti. Tekan stop pada tombol Run-Stop.
  - 2) Geser MCB pada posisi Off.
  - 3) Hubungan dari sumber listrik dilepaskan.
  - 4) Jika telah selesai dengan percobaan, buang udara penampung dengan membuka maximum katup throttle.

## 8. Tugas

- a. Jelas mengenai Mesin kompresor torak
- b. Buat diagram kurva untuk positive displacement kompresor
- c. Jelaskan perbedaan reciprocating dan centrifugal compresor
- d. Buat diagram P vs V untuk kompresor torak dengan penjelasan

## LEMBAR PENGAMBILAN DATA PRAKTIKUM KOMPRESOR TORAK

Hari : .....

Tanggal : .....

| No. | Put. Motor (rpm) | Gaya (N) | P <sub>1</sub> kPa (mmH <sub>2</sub> O) | T <sub>d1</sub> (°C) | T <sub>w1</sub> (°C) | P <sub>2</sub> kPa | T <sub>2</sub> (°C) | P <sub>3</sub> (kPa) | T <sub>d3</sub> (°C) | T <sub>d3</sub> (°C) | P <sub>4</sub> (kPa) | P <sub>5</sub> (kPa) |
|-----|------------------|----------|---|----------------------|----------------------|--------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1   | 650              |          |   |                      |                      |                    |                     |                      |                      |                      |                      |                      |
| 2   | 800              |          |   |                      |                      |                    |                     |                      |                      |                      |                      |                      |
| 3   | 950              |          |   |                      |                      |                    |                     |                      |                      |                      |                      |                      |
| 4   | 1100             |          |   |                      |                      |                    |                     |                      |                      |                      |                      |                      |
| 5   | 1250             |          |   |                      |                      |                    |                     |                      |                      |                      |                      |                      |
| 6   | 1400             |          |   |                      |                      |                    |                     |                      |                      |                      |                      |                      |



# POMPA SENTRIPUGAL

## 1. Tujuan

- Memperoleh diagram Head (H) versus Debit (Q) pada putaran tetap untuk pompa bekerja tunggal
- Menentukan garis-garis iso-efisiensi
- Menentukan karakteristik pompa seri dan parallel

## 2. Teori Dasar Pompa

Pompa adalah suatu alat atau mesin yang digunakan untuk memindahkan fluida cair dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui suatu media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada fluida cair yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus.

Pompa mempunyai karakteristik tersendiri sesuai dengan perancangan pompa tersebut, beroperasi dengan prinsip perbedaan tekanan antara bagian masuk (suction) dengan bagian keluar (discharge). Dengan kata lain, pompa berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran. Salah satu jenis pompa pemindah non positif adalah pompa sentrifugal yang prinsip kerjanya mengubah energi kinetis (kecepatan) cairan menjadi energi potensial (dinamis) melalui suatu impeller yang berputar dalam casing.

## 3. Perhitungan

### a. Head total

Total head pompa adalah kemampuan tekanan maksimum pada titik kerja pompa, sehingga pompa tersebut mampu mengalirkan fluida dari satu tempat ke tempat lain. Beberapa parameter yang diperlukan dalam menentukan total head pompa, antara lain; rugi gesek pipa, sambungan-sambungan, katup-katup dan rugi geodetik (ketinggian vertical dari titik tertinggi pipa suction ke titik tertinggi pipa discharge)

Untuk menghitung total head pompa dipergunakan persamaan berikut:

$$H_{TOTAL} = H_{f_{pipa}} + H_{f_{fitting}} + H_{sf} + H_g + H_s$$

Keterangan:

|                   |   |                                  |
|-------------------|---|----------------------------------|
| $H_{TOTAL}$       | → | <i>total head</i>                |
| $H_{f_{pipa}}$    | → | <i>friction loss piping head</i> |
| $H_{f_{fitting}}$ | → | <i>vapor head</i>                |
| $H_{sf}$          | → | <i>safety factor head</i>        |
| $H_g$             | → | <i>gedetic head</i>              |
| $H_s$             | → | <i>suction head</i>              |

b. Daya hidrolik

Daya hidrolik (daya pompa teoritis) adalah daya yang dibutuhkan untuk mengalirkan sejumlah zat cair. Daya ini dapat dihitung dengan persamaan :

$$P_h = \rho \times g \times Q \times H_{TOTAL}$$

Keterangan:

|                    |  |
|--------------------|--|
| $P_h \rightarrow$  | daya hidrolik                                |
| $\rho \rightarrow$ | density fluida kerja ( $\text{kg/m}^3$ )     |
| $g \rightarrow$    | gravitasi ( $10\text{m/s}^2$ )               |
| $Q \rightarrow$    | kapasitas aliran ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ) |

c. Daya pompa

Daya dibutuhkan pompa dihitung dengan persamaan berikut

$$P_p = \frac{Q \times H_p}{367 \times \eta_p}$$

Keterangan:

|                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| $P_p \rightarrow$    | daya pompa (kWatt) |
| $H_p \rightarrow$    | head pompa (m)     |
| $\eta_p \rightarrow$ | efisiensi pompa    |

d. Efisiensi pompa

Effisiensi didefinisikan sebagai perbandingan antara output dan input. Effisiensi pompa merupakan perkalian dari beberapa efisiensi, yaitu:

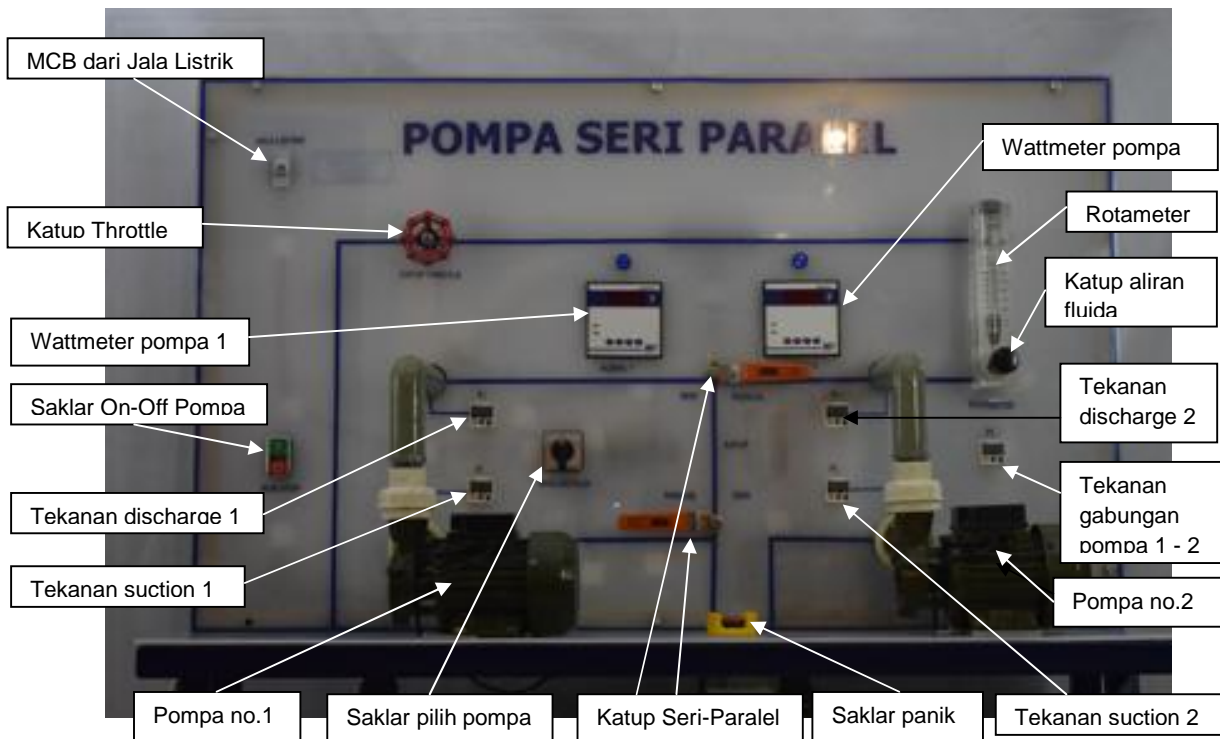
$$\eta_p = \eta_h + \eta_v + \eta_m$$

Keterangan:

|                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| $\eta_h \rightarrow$ | efisiensi hidrolis   |
| $\eta_v \rightarrow$ | efisiensi volumetris |
| $\eta_m \rightarrow$ | efisiensi mekanis    |

#### 4. Instalasi Pengujian

Pompa digunakan adalah pompa sentripugal yang dapat dikonfigurasi aliran menjadi seri dan parallel. Pompa satu dan dua dapat bekerja tunggal dan atau bekerja serentak. Daya pompa diukur dengan Wattmeter, sedangkan aliran suction dan discharge dipasang pressuremeter. Kapasitas aliran pompa diukur menggunakan rotameter. Aliran total pompa dapat diatur dengan katup throttle pada bagian ujung pipa aliran.



Gambar 1. Panel Pengujian Pompa Seri Paralel

## 5. Prosedur Pengujian

### a. Persiapan

- 1) Isi air bak dengan air bersih kira-kira 2/3 dari tinggi bak
- 2) Isi air pancingan di bagian suction (bila diperlukan)
- 3) Hubungan dengan terminal listrik 220VAC
- 4) On-kan master contact breaker (MCB)
- 5) Pilih pompa 1 atau pompa 2 untuk mengisi semua aliran pipa
- 6) Tekan tombol on, salah satu pompa akan bekerja, perhatikan tekanan pompa.
- 7) Pindahkan saklar ke posisi pompa yang lain, bila pompa yang lain sudah bekerja sempurna akan terlihat tekanan dan aliran pada alat ukur.
- 8) Perhatikan semua alat ukur berfungsi dengan baik.
- 9) Matikan pompa dengan menekan tombol off.
- 10) Bila pompa belum bekerja sempurna, ulangi tahapan 2) sampai 7)

### b. Pengujian

- 1) Pastikan tidak ada udara dalam aliran pipa system
- 2) Atur pressure gauge digital pada angka 0, atau dicatat penunjukan angka awal.
- 3) Periksa rotameter pada penunjukan 0
- 4) Buka katup throttle maksimum
- 5) Sistem siap bekerja

### c. Pengamatan

Perhatikan pompa yang bekerja Pompa 1 atau Pompa 2 dan atau Pompa 1–2 yang terhubung seri atau parallel. Pengamatan dilakukan untuk pompa tunggal, pompa seri dan pompa parallel pada variasi bukaan katup throttle.

- 1) Tekanan isap (suction)
- 2) Tekanan keluar (discharge)
- 3) Tekanan gabungan, sebelum katup throttle atau sesudah rotameter
- 4) Panel daya listrik, Wattmeter

## 6. Tugas

- a. Jelaskan cara kerja pompa
- b. Sebutkan jenis Impeller
- c. Buat grafik
  - 1) Grafik Q versus  $P_p$
  - 2) Grafik Q versus bukaan katup throttle
  - 3) Grafik Q versus  $H_{TOTAL}$
  - 4) Grafik Q versus  $P_h$
  - 5) Kurva iso-efisiensi
- d. Buat analisis dari grafik di atas
- e. Buat kesimpulan

### Tabel Pengumpulan Data

Ambil data dengan menggunakan table di bawah ini untuk pompa tunggal, pompa parallel dan pompa seri.

**LEMBAR PENGAMBILAN DATA**  
**PRAKTIKUM POMPA SERI PARALEL**

Hari : .....

Tanggal : .....

Modul Praktikum : Pompa Seri Paralel

| No. | Debit (Q L/mnt) | Daya (kWatt) | P1 (kPa) | P2 (kPa) | P3 (kPa) | P4 (kPa) | P1 (kPa) |
|-----|-----------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1   |                 |              |          |          |          |          |          |
| 2   |                 |              |          |          |          |          |          |
| 3   |                 |              |          |          |          |          |          |
| 4   |                 |              |          |          |          |          |          |
| 5   |                 |              |          |          |          |          |          |
| 6   |                 |              |          |          |          |          |          |
| 7   |                 |              |          |          |          |          |          |
| 8   |                 |              |          |          |          |          |          |
| 9   |                 |              |          |          |          |          |          |
| 10  |                 |              |          |          |          |          |          |

## KONVERSI SATUAN TEKANAN

### ■ Pressure and Max. pressure display range

| Type              | kPa                                 | kgf/cm <sup>2</sup>                   | bar                                  | psi                                  | mmHg                           | inHg                             | mmH <sub>2</sub> O                 |
|-------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Vacuum pressure   | <b>0 ~ -101.3</b><br>(5.0 ~ -101.3) | <b>0 ~ -1.034</b><br>(0.051 ~ -1.034) | <b>0 ~ -1.034</b><br>(0.05 ~ -1.034) | <b>0 ~ -14.70</b><br>(0.72 ~ -14.70) | <b>0 ~ -760</b><br>(38 ~ -760) | <b>0 ~ -29.9</b><br>(1.5 ~ 29.9) | <b>0 ~ -103.4</b><br>(5.1 ~ 103.4) |
| Standard pressure | <b>0 ~ 100.0</b><br>(-5.0 ~ 110.0)  | <b>0 ~ 1.020</b><br>(-0.051 ~ 1.122)  | <b>0 ~ 1.020</b><br>(-0.050 ~ 1.100) | <b>0 ~ 14.50</b><br>(-0.72 ~ 15.90)  | -                              | -                                | -                                  |
|                   | <b>0 ~ 1000</b><br>(-50 ~ 1013)     | <b>0 ~ 10.20</b><br>(-0.51 ~ 11.22)   | <b>0 ~ 10.20</b><br>(-0.50 ~ 11.00)  | <b>0 ~ 145.0</b><br>(-7.2 ~ 159.0)   | -                              | -                                | -                                  |

※ ( ) is Max. pressure display range.

※ When using a unit mmH<sub>2</sub>O, please multiply display value by 100.

### ■ Pressure conversion chart

| From \ To            | Pa       | kPa      | MPa      | kgf/cm <sup>2</sup> | mmHg      | mmH <sub>2</sub> O | psi      | bar      | inHg     |
|----------------------|----------|----------|----------|---------------------|-----------|--------------------|----------|----------|----------|
| 1kPa                 | 1000.000 | 1        | 0.001000 | 0.010197            | 7.500616  | 101.9689           | 0.145038 | 0.010000 | 0.2953   |
| 1kgf/cm <sup>2</sup> | 98069.10 | 98.06910 | 0.098069 | 1                   | 735.5787  | 10000.20           | 14.22334 | 0.980691 | 28.95979 |
| 1mmHg                | 133.3220 | 0.133322 | 0.000133 | 0.001359            | 1         | 13.5954            | 0.019336 | 0.001333 | 0.039370 |
| 1mmH <sub>2</sub> O  | 9.80665  | 0.00980  | -        | 0.000099            | 0.0735578 | 1                  | 0.00142  | 0.000098 | 0.002895 |
| 1psi                 | 6894.939 | 6.89493  | 0.00689  | 0.070307            | 51.71630  | 703.07             | 1        | 0.068947 | 2.036074 |
| 1Pa                  | 100000.0 | 100.0000 | 0.100000 | 1.019689            | 750.062   | 10196.89           | 14.50339 | 1        | 29.52998 |
| 1inHg                | 3386.388 | 3.386388 | 0.003386 | 0.034530            | 25.40000  | 345.3240           | 0.491141 | 0.033863 | 1        |

Ex) When need to calculate 760mmHg as Pa unit.

: According to above chart, 1mmHg is 0.133322kPa, therefore 760mmHg will be  $760 \times 0.133322 \text{kPa} = 101.32472 \text{kPa}$ .

## Pulse Meter 01

| MD press 3sec.    | Menu and Parameter display  | Parameter  | Setting range   | Setting key   |
|-------------------|---|--|---|---|
| <p><b>RUN</b></p> | <p>After displaying <b>PRr.1</b> for 2sec, then advance to <b>nEñE</b> automatically. Pressing <b>MD</b> key before 1sec. It will move to <b>nEñE</b>.</p> <p><b>PRr.1</b> → <b>nEñE</b> → <b>In-A</b> → <b>In-b</b> → <b>out-t</b> → <b>hYS</b> → <b>GuAr.d</b> → <b>Auto.A</b> → <b>Auto.b</b> → <b>nEño</b></p> <p>From <b>GuAr.d</b>, pressing <b>MD</b> leads to <b>F.dEFY</b> and <b>StAr.t</b>. From <b>StAr.t</b>, pressing <b>MD</b> leads to <b>StAr.t 999</b>.</p> | <p>This is parameter 1 group.</p> <p>Select operation mode.</p> <p>Set the sensor type of input A.</p> <p>Set the sensor type of input B.</p> <p>Select the output mode. ※1</p> <p>Set the hysteresis for the output. ※2</p> <p>Select the start compensating timer function or comparative output(L, LL) limit function. ※3</p> <p>Set the Auto-zero time of INA input.</p> <p>Set the Auto-zero of INB input.</p> <p>It sets the memory retention. The measuring value will be memorized when the power off. (Mode F13 only)</p> | <p><b>F1 to F13</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PNP transistor output type : <b>PnPhF</b></li> <li>• Contact output type(L output) : <b>PnPLF</b></li> <li>• NPN transistor output type : <b>nPnhF</b></li> <li>• Contact output type(H output) : <b>nPnLF</b></li> </ul> <p><b>StAr.d / out-h / out-L</b><br/><b>out-b / out-l / out-F</b></p> <p><b>0 to 9999</b>(If decimal point is set in <b>0000.0</b>, the range will be <b>0 to 9999</b>.)</p> <p>① <b>F.dEFY / StAr.t</b><br/>② When select <b>StAr.t</b><br/>When <b>StAr.t</b> is flickering by 1sec. cycle, set the starting correction time <b>0.0 to 999</b>.</p> <p><b>0.1 to 99999</b></p> <p><b>0.1 to 99999</b></p> <p><b>on</b> : Memory retention<br/><b>oFF</b> : No memory retention</p> | <p>Change the setting mode → <b>F1</b> → <b>F2</b> to <b>F13</b><br/>MD : Fix and move to the next parameter</p> <p>Change the sensor type<br/>MD : Fix and move to the next parameter</p> <p>Change the setting mode<br/>MD : Fix and move to the next parameter</p> <p>Move the setting digit<br/>Change the setting value<br/>MD : Fix and move to the next parameter</p> <p>Change the setting mode<br/>MD : Fix and move to the next parameter</p> <p>Move the setting digit<br/>Change the setting value<br/>MD : Fix and move to the next parameter</p> <p>Change the setting mode<br/>MD : Fix and move to the next parameter</p> |

※ If press **MD** key for 3 sec. in **RUN**, it will enter into parameter 1 group.



## Pulse Meter 02

| Menu and Parameter display  | Parameter   | Setting range  | Setting key |     |            |            |            |            |              |                |                    |               |          |          |   |
|---|---|--|-------------|-----|------------|------------|------------|------------|--------------|----------------|--------------------|---------------|----------|----------|---|
| <p><b>RUN</b> Press <b>MD</b> for 4sec.</p> <p>After displaying <b>PR-R2</b> for 2sec, then advance to <b>PbAnE</b> automatically. Pressing <b>MD</b> key before 1sec, it will move to <b>PbAnE</b>.</p> <p><b>PR-R2</b> → <b>PbAnE</b> → <b>dot</b> → <b>t.unE</b> → <b>t.SEC</b> → <b>t.nIn</b></p> <p><b>PbAnE</b> → <b>PbAnE</b> (1)</p> <p><b>dot</b> → <b>dot</b> (00000)</p> <p><b>t.unE</b> → <b>t.SEC</b> (999.99) → <b>t.nIn</b> (999.99)</p> <p><b>t.SEC</b> → <b>t.SEC</b> (999.99) → <b>t.nIn</b> (999.99)</p> <p><b>PSt.hh</b> → <b>PSt.hh</b> (9999)</p> <p><b>PSt.h</b> → <b>PSt.h</b> (9999)</p> <p><b>PSt.L</b> → <b>PSt.L</b> (0000)</p> <p><b>PSt.LL</b> → <b>PSt.LL</b> (0000)</p> <p><b>PSCRH</b> → <b>PSCRH</b> (6000)</p> <p><b>PSCRY</b> → <b>PSCRY</b> (10 01)</p> <p><b>PSCbH</b> → <b>PSCbH</b> (6000)</p> <p><b>PSCbY</b> → <b>PSCbY</b> (10 01)</p> <p><b>dI SPt</b> → <b>dI SPt</b> (0.05)</p> | <p>This is parameter 2 group.</p> <p>Select Data bank.</p> <p>Set decimal point position of display value</p> <p>It will be displayed in F3, F4, F5, F6 operation mode and set the time unit. (*1)</p> <p>① Select the time unit<br/>② Select the time range</p> <p>Set the comparative value HH.</p> <p>Set the comparative value H.</p> <p>Set the comparative value L.</p> <p>Set the comparative value LL.</p> <p>Set the prescale value of input A mantissa(X).</p> <p>Set the prescale value of input A an exponent(Y).</p> <p>Set the prescale value of input B mantissa(X).</p> <p>Set the prescale value of input B an exponent(Y).</p> <p>Select the display cycle.</p> | <p>1 : Data bank 1<br/>2 : Data bank 2</p> <p>00000 00000<br/>00000 00000<br/>00000 00000</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>SEC</th> <th>MIN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>999.99sec.</td> <td>999.99min.</td> </tr> <tr> <td>9999.9sec.</td> <td>9999.9min.</td> </tr> <tr> <td>99min.99sec.</td> <td>99hour99.9min.</td> </tr> <tr> <td>9hour 59min.99sec.</td> <td>999hour99min.</td> </tr> <tr> <td>9999sec.</td> <td>9999min.</td> </tr> </tbody> </table> <p>999.99 → 999.99 → 99.99 → 9.99 → 0.99 → 0.09 → 0.009</p> <p>99999 → 99999 → 9999.9 → 999.99 → 99.99 → 9.99 → 0.99 → 0.09 → 0.009</p> <p>00000 to 99999</p> <p>10 - 9 to 10 9 (10<sup>-1</sup> to 10<sup>1</sup>)</p> <p>00000 to 99999</p> <p>10 - 9 to 10 9 (10<sup>-1</sup> to 10<sup>1</sup>)</p> <p>0.05 0.5 1 2 4 8</p> | SEC         | MIN | 999.99sec. | 999.99min. | 9999.9sec. | 9999.9min. | 99min.99sec. | 99hour99.9min. | 9hour 59min.99sec. | 999hour99min. | 9999sec. | 9999min. | <p>Change the setting value [↑][↓]</p> <p>Fix and move to the next parameter [MD]</p> <p>Move the decimal point [←]</p> <p>Fix and move to the next parameter [MD]</p> <p>Change the setting mode [↑][↓]</p> <p>Save [MD]</p> <p>Change the setting value [↑][↓]</p> <p>Fix and move to the next parameter [MD]</p> <p>Move the setting digit [←]</p> <p>Change the setting value [↑][↓]</p> <p>Fix and move to the next parameter [MD]</p> <p>Move the setting digit [←]</p> <p>Change the setting value [↑][↓]</p> <p>Fix and move to the next parameter [MD]</p> <p>Move the setting digit [←]</p> <p>Change the setting value [↑][↓]</p> <p>Fix and move to the next parameter [MD]</p> <p>Change setting value [↑][↓]</p> <p>Fix and move to the next parameter [MD]</p> |
| SEC   | MIN   |  |             |     |            |            |            |            |              |                |                    |               |          |          |   |
| 999.99sec.  | 999.99min.  |  |             |     |            |            |            |            |              |                |                    |               |          |          |   |
| 9999.9sec.  | 9999.9min.  |  |             |     |            |            |            |            |              |                |                    |               |          |          |   |
| 99min.99sec.  | 99hour99.9min.  |  |             |     |            |            |            |            |              |                |                    |               |          |          |   |
| 9hour 59min.99sec.  | 999hour99min.   |  |             |     |            |            |            |            |              |                |                    |               |          |          |   |
| 9999sec.  | 9999min.  |  |             |     |            |            |            |            |              |                |                    |               |          |          |   |

\*It will enter into parameter 2 if pressing **MD** key for 4sec in RUN mode

①(\*1)It will be displayed in F3, F4, F5, F6 operation mode only and enable to select the time until as sec. [t.SEC] or min. [t.nIn] in t.unE parameter.

Select the time range after selecting the time unit as sec. [t.SEC] or min. [t.nIn].

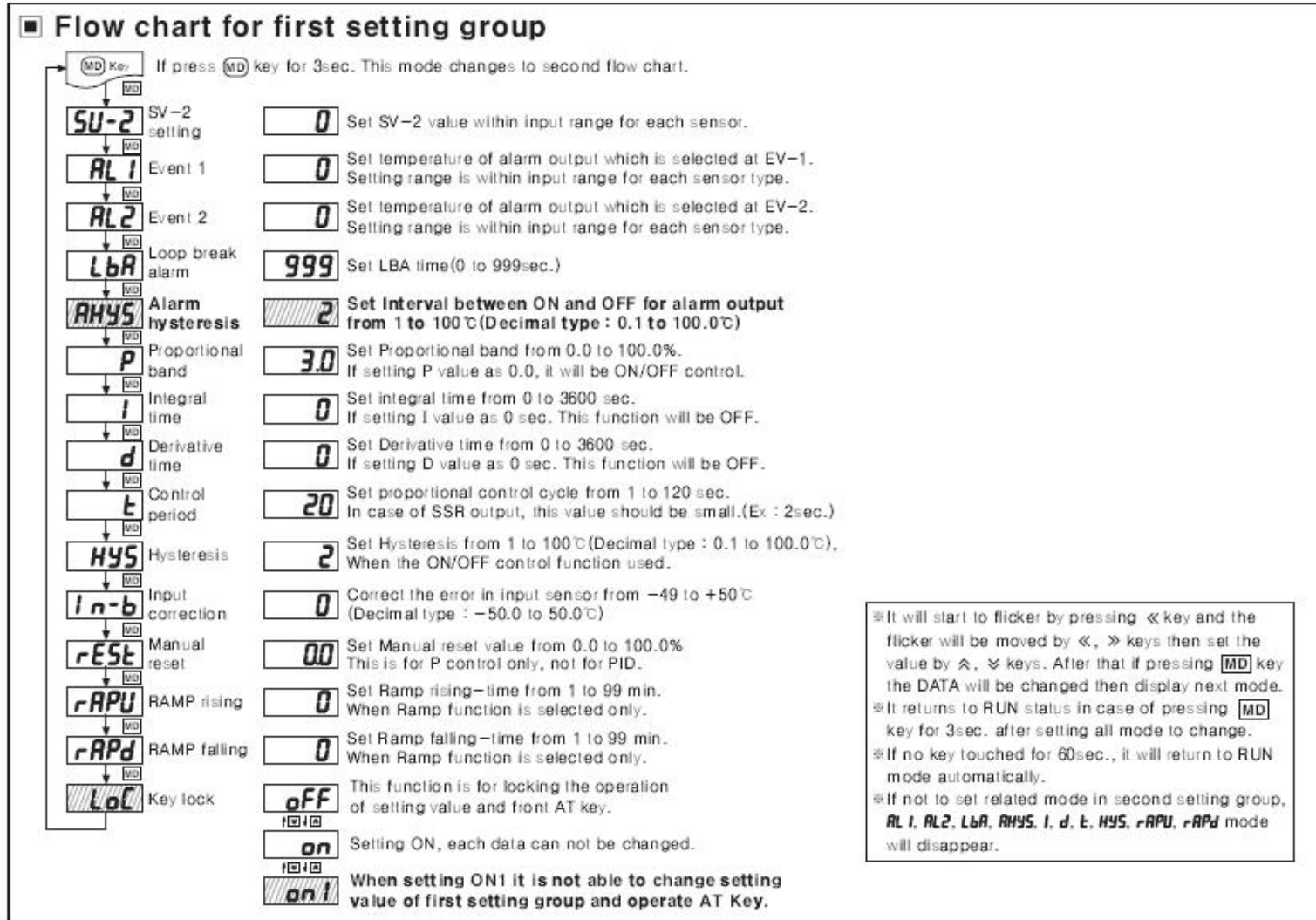
\*If press **MD** key for over 2 sec. in every setting mode, data will be set and return to RUN.

\*When enter into the parameter 2 group, the parameter name and data value will flicker by cycle(1sec.). Then to move the setting digit by [←] key and change the setting value by [↑][↓] key.

\*The fixed data value set by user in each parameter will flicker by cycle(1sec.) and move to the next parameter by pressing **MD** key.



## Temperatur Control 01



## Temperatur Control 02

**■ Flow chart for second setting group**

MD +  $\Delta$  Key If press MD &  $\Delta$  key for 3sec. at once in RUN state, it will go to second setting group.

Temp. Sensor mode Event 1 (Note) Event 2 Alarm mode Auto-tuning PID control mode Heating & Cooling mode Unit mode Scale (High-limit) Scale (Low-limit) (\*) Decimal point: (Note) Retransmission output (High-limit) (Note) Retransmission output (Low-limit) Ramp function Set communication speed (Note) Set communication address Lock mode Temp. Sensor mode

|      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| In-t | EU-1 | EU-2 | AL-t | AL-t | PI dt | o-Ft | Unit | H-SC | L-SC | dot  | FS-H | FS-L | rANP | bPS  | AdrS | LoC | In-t |
| PCAH | LbA  | LbA  | AL-A | tun1 | PI dS | HEAT | °C   | 1300 | -100 | 0    | 1300 | -100 | OFF  | 2400 | 01   | OFF |      |
| PCAL | SbA  | SbA  | AL-b | tun2 | PI dF | COOL | °F   |      |      | 00   |      |      | on   | 4800 |      | on  |      |
| JICH | AL-0 | AL-0 | AL-C |      |       |      |      |      |      | 000  |      |      |      | 9600 |      |     |      |
| JICL | AL-1 | AL-1 | AL-d |      |       |      |      |      |      | 0000 |      |      |      |      |      |     |      |
| rPr  | AL-2 | AL-2 |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
| ECrH | AL-3 | AL-3 |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
| ECrL | AL-4 | AL-4 |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
| ECCH | AL-5 | AL-5 |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
| ECCL | AL-6 | AL-6 |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
| SPr  |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
| nan  |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
| Utt  |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
| JPLH |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
| JPEL |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
| dPLH |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
| dPEL |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
| A--1 |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
| A--2 |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
| A--3 |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |

|       |   |      |  |
|-------|---|------|--|
| In-t  | Input sensor : Select from 19 kinds.              | dot  | Select decimal point position for Analog input.                              |
| EU-1  | Event 1 : Select from 9 kinds.                    | FS-H | Set the high-limit scale value when retransmission output is applied. (20mA) |
| EU-2  | Event 2 : Select from 9 kinds.                    | FS-L | Set the low-limit scale value when retransmission output is applied. (4mA)   |
| AL-t  | Alarm output : Select from 4 kinds.               |      |  |
| AL-t  | Auto-tuning : Selectable tun1 or tun2.            |      |  |
| PI dt | PID : Selectable PIDF or PIDS.                    | rANP | Able to set ON and OFF of Ramp function.                                     |
| o-Ft  | Selectable heat-function or cool-function.        | bPS  | Set communication speed  |
| Unit  | Temperature unit: °C or °F                        | AdrS | Set communication address  |
| H-SC  | Set high-limit scale value(Include analog output) | LoC  | The data cannot be changed when the lock key is ON.                          |
| L-SC  | Set low-limit scale value(Include analog output)  |      |  |

\*It will start to flicker by pressing  $\Delta$  key then select each mode by  $\Delta$ ,  $\nabla$  keys.  
After that if press MD key, the DATA will be changed then display next mode.

\*The setting will be completed by pressing MD key for 3 sec. then it will return to RUN mode.  
\*If no key touched for 60sec. in each mode, it will return to RUN mode automatically.  
\*'(\*)' might not be displayed according to the selection of input Sensor/Voltage/Current S/W.  
\*'(Note)' might not be displayed according to the selection of option.

# Panel Meter

### Parameter setting

\* If press **[MD]** key for 3sec. in RUN mode PA 1 is displayed.  
 \* If press **[MD]** key for 4sec. in RUN mode, PA 2 will be displayed after PA 1. In case of pressing **[MD]** key continually, indication is stopped at PA 2.  
 \* When it pulled out from **[MD]** key at PA1 or PA2, it will be entered into indicating parameter.  
 \* It will be returned to RUN when **[MD]** key is pressed for 3 second at each parameter.  
 \* After returning to RUN, if **[MD]** key is pressed within about 2 seconds again, it is entered into PA1 or PA2 again. (Refer to the below each parameter setting description.)

### Parameter 0

**HSEL** Set preset High-limit value. (When set the preset only)  
 \* Change to set with **[←]** **[→]** **[↻]** keys.  
**LSEL** Set preset Low-limit value. (When set the preset only)  
 \* Change to set with **[←]** **[→]** **[↻]** keys.  
**HPEK** It shows High-limit monitoring value (High Peak) in RUN mode. It will be initialized by pressing **[←]** **[→]** **[↻]** key.  
**LPEK** It shows Low-limit monitoring value (Low Peak) in RUN mode. It will be initialized by pressing **[←]** **[→]** **[↻]** key.  
 \* When PEK.t of Parameter2 is set as '0', monitoring function is not displayed.

### Parameter 1

Select measuring input specification. (Refer to measuring input specification and range chart.)  
 Set indication method for measuring input. Setting type is **Stnd-SCAL-FrEQ**. **FrEQ** is only displayed when it is AC.  
 Select measuring method when it is AC input. Selectable **rMS → RUG**.  
 When **DISP** is **Stnd** It shows max. display value of standard specification. Display value has been fixed.  
 When **DISP** is **SCAL** Set **dot** position. **0-00-000-0000**  
**H-SC** Set indication value for max. input of measuring input  
**L-SC** Set indication value for min. input of measuring input  
**InbH** Gradient adjustment setting range of the upper indication value for max. input **0-100-5000**  
**InbL** Variation adjustment setting range of the lower indication for min. input **-99-99**  
 When **DISP** is **FrEQ** Set frequency measuring range. (Refer to AC frequency measuring function part.)  
**InbH** Gradient adjustment setting range of the upper indication value for max. input: **0-100-9999**  
**InbE** Set index for frequency indication **10-2-10-1-10-0-10 1**

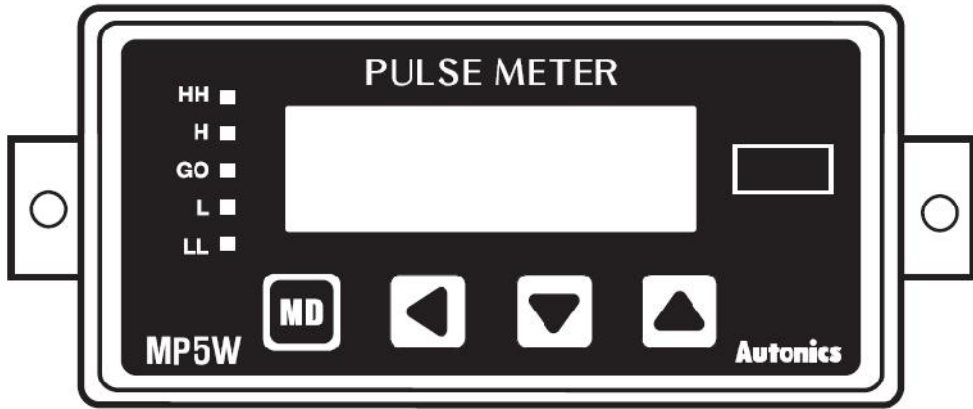
(Specification chart of measuring input by each item)

| Item    | Range of measuring input   |
|---------|--|
| MT4W-DV | 500 $\mu$ → 100 $\mu$ → 50 $\mu$ → 10 $\mu$ → 5 $\mu$ → 1 $\mu$ → 0.25 $\mu$ → 50n → 500n          |
| MT4W-DA | 5A → 2A → 0.5A → 0.2A → 50mA → 4-20mA → 5mA → 2mA → 5A   |
| MT4W-AV | 500 $\mu$ → 250 $\mu$ → 100 $\mu$ → 50 $\mu$ → 20 $\mu$ → 10 $\mu$ → 2 $\mu$ → 1 $\mu$ → 500 $\mu$ |
| MT4W-AA | 5A → 2.5A → 1A → 0.5A → 0.25A → 0.1A → 50mA → 5A   |

\* (☆)110P is standard specification of 440/110P.T.

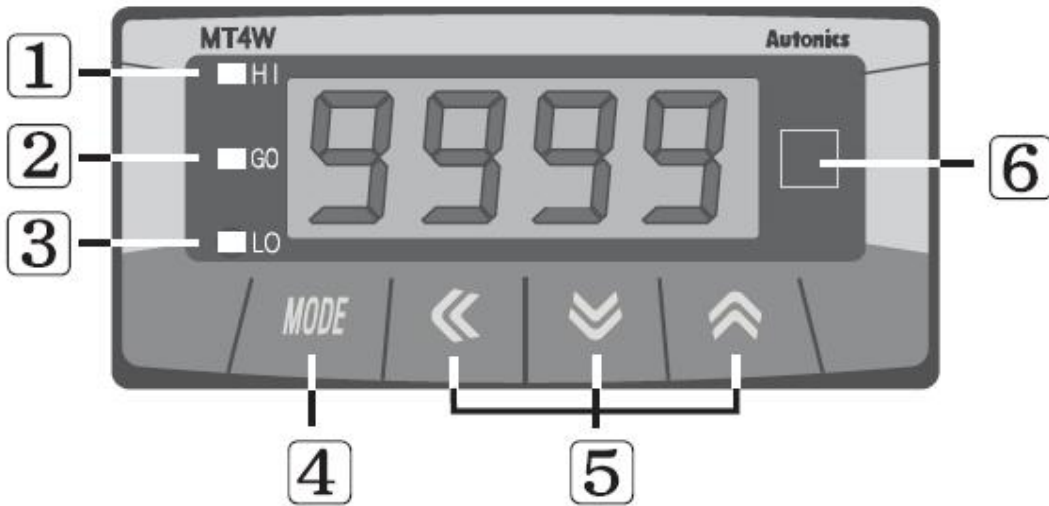






Catatan:

MP5W      F1      0.6000      10 – 02      0.05 (Motor Bakar)



Led 1, mengindikasikan keluar melampaui batasan atas

Led 2, mengindikasikan keluar berjalan normal

Led 3, mengindikasikan keluar melampaui batasan bawah

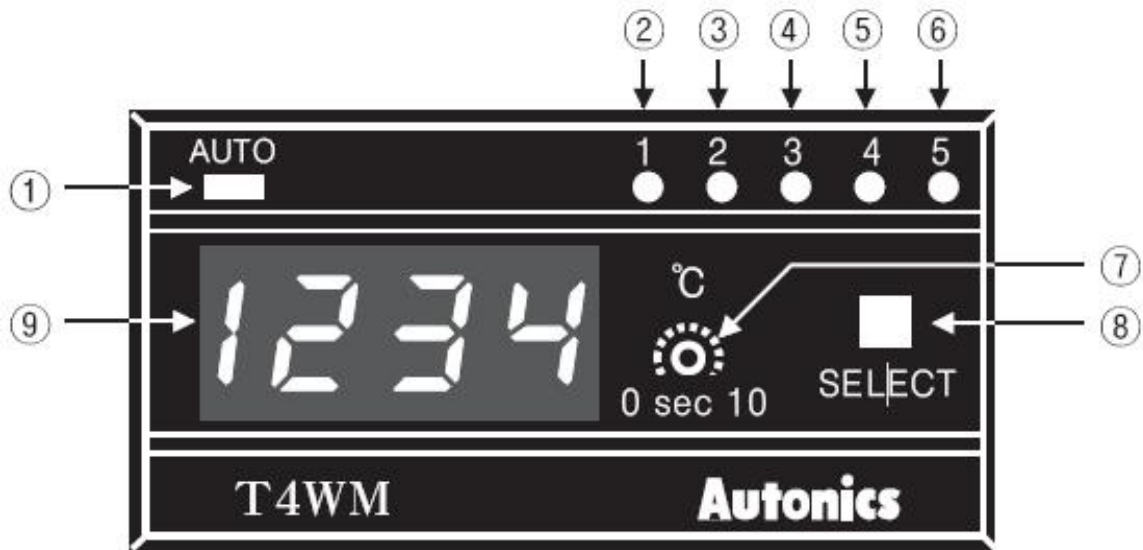
Tombol 4, digunakan untuk membuka dan menutup pengaturan 0 dan 1

Tombol 5 digunakan untuk mengatur angka digital

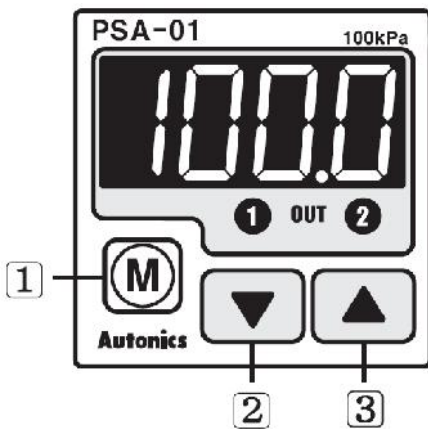
Stiker 6, menunjukan unit pembacaan

Catatan:

MT4W      50mV 3000      10 - 5      1.0 – 5 (Motor Bakar)



Led 1 on pembacaan otomatis, Led 1 off pembacaan manual  
 Led 2, 3, 4, 5, 6, on posisi sensor temperatur yang sedang dibaca  
 Petension (7), pengaturan interval pembacaan sensor (0 – 10 detik)  
 Tombol (8), pemilihan manual ke auto dan auto ke manual tekan beberapa saat (3 detik)  
 Tombol (8) digunakan untuk memilih titik pengukuran sensor  
 Led (9), penunjukan besaran yang terukur



Tekan tombol 2 dan 3 secara bersamaan untuk me-reset 000 penunjukan  
 Tombol 1 tidak untuk digunakan