

## PENGEMBANGAN SET PRAKTIKUM VISKOMETER BOLA JATUH PADA MATERI FLUIDA STATIS

Riyadnita Putri Aratri\*, Martin

Pendidikan Fisika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka

Email: [2101115009@uhamka.ac.id](mailto:2101115009@uhamka.ac.id)

**Diterima:** 3 Juli 2025. **Direvisi:** 15 September 2025. **Disetujui:** 30 September 2025.

### Abstrak

Dalam memahami ilmu fisika, Mahasiswa tidak hanya belajar melalui buku bacaan ataupun artikel ilmiah saja, akan tetapi mahasiswa perlu melakukan kegiatan praktikum agar apa yang mereka baca dapat dipahami lebih mendalam saat diaplikasikan secara langsung. Penelitian ini merupakan pengembangan set praktikum viskometer bola jatuh pada materi fluida statis. Tujuan dari pengembangan set praktikum ini untuk mengetahui proses pengembangan dan menguji kelayakan produk yang dikembangkan. Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan yang mengacu pada model pengembangan MANTAP (Lima Tahap). Model ini meliputi; pertama penelitian pendahuluan yang dilakukan kepada 22 Mahasiswa Pendidikan Fisika FKIP UHAMKA untuk analisis kebutuhan dengan ketentuan telah menempuh mata kuliah Fisika Dasar I; kedua pengembangan model yang berisikan rancangan set praktikum (mulai dari alat dan modul praktikum); ketiga validasi model yang dilakukan oleh para ahli yaitu ahli materi, ahli media, dan dosen fisika; keempat uji efektivitas model yang dilakukan kepada Mahasiswa Pendidikan Fisika dan Pendidikan Biologi FKIP UHAMKA serta Pendidikan Fisika UKI; dan kelima diseminasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa set praktikum yang dikembangkan memperoleh nilai 93% “Sangat Layak” dari ahli materi, 89% “Sangat Layak” dari ahli media, 92% “Sangat Layak” dari Dosen Fisika. Dengan demikian, penelitian ini berhasil mengembangkan set praktikum viskometer bola jatuh yang mampu meminimalisir *human error* dalam pengambilan data percobaan bagi Mahasiswa dengan menggunakan sensor *infrared* dan sensor *effect hall*.

**Kata Kunci:** Fluida Statis, Viskositas, Viskometer Bola Jatuh.

### Abstract

*In understanding physics, students do not only learn through textbooks or scientific articles, but they also need to conduct practical activities so that what they read can be understood more deeply when applied directly. This research is a development in the form of a falling ball viscometer practical set specifically for static fluid material. The purpose of developing this practical set is to determine the development process and test the feasibility or validation of the product. This research uses a research and development method that refers to the MANTAP (Five Stages) development model. This model includes: first, preliminary research conducted on 22 Physics Education students at FKIP UHAMKA for needs analysis, with the requirement that they have taken Basic Physics I; second, model development containing a practical set design*

*(starting from practical tools and modules); third, model validation conducted by experts, namely subject matter experts, media experts, and Physics lecturers; fourth, testing the effectiveness of the model on Physics Education and Biology Education students at FKIP UHAMKA and Physics Education students at UKI; and fifth, dissemination. The results of the study show that the developed practicum set obtained a score of 93% "Very Suitable" from subject matter experts, 89% "Very Suitable" from media experts, and 92% "Very Suitable" from Physics Lecturers. Thus, this study successfully developed a falling ball viscometer practical set that minimizes human error in data collection for students by using infrared sensors and hall effect sensors.*

**Keywords:** *Falling Ball Viscometer, Static Fluids, Viscous.*

## PENDAHULUAN

Teknologi yang terus berkembang seiring waktu dapat memungkinkan aktivitas manusia lebih efektif dan efisien (Maritsa et al., 2021). Dalam perkembangannya telah membawa dampak yang signifikan dari berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam bidang Pendidikan. Maka dari itu, sebagai manusia perlulah mempelajari dan memahami bagaimana teknologi bekerja, terlebih lagi aplikasinya dalam bidang pendidikan.

Baik itu Mahasiswa maupun dosen, dituntut agar bisa beradaptasi dan berintegrasi dengan perkembangan teknologi. Integrasi teknologi modern dalam pembelajaran memungkinkan terciptanya lingkungan belajar yang lebih interaktif dan efektif, mendorong partisipasi aktif dari Mahasiswa (Permana et al., 2024). Dalam konteks Pendidikan fisika,

pemanfaatan teknologi ini dapat diwujudkan melalui pengembangan alat praktikum yang inovatif.

Salah satu komponen penunjang alat praktikum yang terintegrasi dengan teknologi modern saat ini yaitu berupa sensor-sensor yang nantinya terhubung dengan Arduino (Dethan et al., 2022). Arduino sering digunakan sebagai prototipe alat pada pembelajaran di tingkat Universitas.

Pada mata kuliah Fisika Dasar I selain mempelajari teori, mahasiswa akan diajarkan juga praktikum sesuai dengan teori yang sudah dipelajari lewat alat-alat yang tersedia di laboratorium fisika. Salah satu materi yang diajarkan pada mata kuliah tersebut yakni materi fluida statis yang implementasi percobaan atau praktikumnya dengan pengujian viskositas. Praktikum viskositas ini sebagai bentuk dari penggambaran

sifat sebuah fluida (Pratiwi et al., 2023).

Fluida terdiri dari sekumpulan molekul zat yang tersusun secara acak dan saling berinteraksi (Putri et al., 2024). Ketika terdapat sebuah gaya dari luar wadahnya, cairan tersebut menyesuaikan diri dengan bentuk wadahnya (Cummings et al., 2004). Sifat mengalir ini sangat dipengaruhi oleh kekentalan atau viskositas dari fluida tersebut.

Viskositas dapat dikatakan sebagai gaya gesekan antara lapisan fluida yang berdekatan saat lapisan-lapisan tersebut bergerak melewati satu sama lain (Depari et al., 2024). Maka dari itu, persamaan viskositas dapat dijabarkan seperti pada persamaan 1.

$$\eta = \frac{2gr^2t(\rho_{benda} - \rho_{fluida})}{9d} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

d sebagai jarak jatuh benda (m),

$\rho$  sebagai massa jenis (kg/m<sup>3</sup>),

t sebagai waktu jatuh benda (s),

r sebagai jari-jari benda (m),

g sebagai gravitasi bumi (9,8 m/s<sup>2</sup>),

$\eta$  sebagai nilai viskositas (Pa.s).

Banyak metode yang bisa dilakukan untuk menentukan viskositas

pada sebuah fluida mulai dari metode pipa kapiler, metode rotasi, hingga metode bola jatuh (Viswanath et al., 2007). Namun, pada penelitian ini menggunakan metode bola jatuh. Viskometer bola jatuh merupakan alat yang memiliki prinsip kerja sederhana namun efektif untuk membantu penggunaannya dalam memahami konsep viskositas melalui pengamatan langsung terhadap gerak bola dalam fluida (Dionova et al., 2023).

Namun, melalui observasi terkait kondisi faktual pada Laboratorium Fisika FKIP UHAMKA menunjukkan bahwa alat praktikum viskometer bola jatuh yang tersedia menggunakan cara konvensional. Alat tersebut masih menggunakan stopwatch analog sebagai alat ukur dalam menghitung waktu bola jatuh. Penggunaan stopwatch analog tersebut dalam pengukuran sering kali menyebabkan human error dan kurangnya ketelitian dalam pengambilan data. Sehingga, hal tersebut memengaruhi akurasi perhitungan nilai viskositas suatu fluida.

Akan tetapi, terdapat seorang peneliti (Mahasiswa Pendidikan Fisika FKIP UHAMKA) yang

mengembangkan sebuah viskometer dengan metode serupa yakni metode bola jatuh dengan mengintegrasikan teknologi berupa penggunaan sensor *effect hall*, sensor ultra sonic, dan sensor module bluetooth (Sandjaja et al., 2020). Alat tersebut dikembangkan dengan menghubungkan aplikasi android sebagai alat bantu dalam menampilkan hasil data penelitian. Namun, bentuk visual alat tersebut berbeda dengan yang konvensional. Tabung serta bola magnet yang digunakan berukuran sangat kecil. Hal ini juga memengaruhi nilai viskositas yang diperoleh dari percobaan. Pengembangan alat tersebut difokuskan untuk membantu peserta didik tingkat Sekolah Menengah Atas dalam memahami materi viskositas.

Dari masalah keterbatasan tersebut menjadi sangat krusial mengingat pentingnya praktikum viskositas dalam materi fluida statis pada mata kuliah Fisika Dasar I. Untuk mengatasi masalah tersebut, peneliti melakukan penyebaran angket analisis kebutuhan kepada 22 Mahasiswa Pendidikan Fisika FKIP UHAMKA. Dari penyebaran angket tersebut didapatkan hasil berupa sebanyak

63,6% responden menyatakan alat praktikum yang tersedia pada laboratorium belum akurat dalam menyajikan data. Sebanyak 54,5% responden menyatakan bahwa alat praktikum yang tersedia tidak praktis saat dioperasikan. Secara signifikan, sebanyak 50% responden sangat memerlukan pembuatan desain fisik set praktikum viskometer bola jatuh yang praktis. Maka dari itu, sebanyak 90,9% responden mendukung penggunaan sensor *infrared* dan sensor *effect hall* dalam viskometer bola jatuh untuk meningkatkan akurasi dan kepraktisan. Data ini secara nyata mengindikasikan sangat penting dilakukan untuk mengembangkan set praktikum viskometer bola jatuh yang diintegrasikan dengan teknologi modern berupa sensor *infrared* dan sensor *effect hall*.

Dengan mengembangkan set praktikum viskometer bola jatuh ini diharapkan dapat memberikan data yang akurat secara otomatis dan real-time melalui tampilan digital. Setelah set praktikum berhasil dikembangkan, langkah selanjutnya yang dilakukan oleh peneliti adalah melakukan validasi untuk memastikan tingkat

kelayakan dari set praktikum tersebut. Validasi akan melibatkan penilaian dari ahli materi, media, dan dosen fisika yang memang ahli dalam bidangnya. Proses validasi ini sangat penting untuk menjamin bahwa set praktikum yang dikembangkan memenuhi standar kualitas pendidikan dan dapat memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan pengalaman belajar Mahasiswa pada materi fluida statis.

## METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (Research and Development) yang bertujuan untuk proses pengembangan dan menguji kelayakan atau validasi dari set praktikum viskometer bola jatuh pada materi fluida statis .

Penelitian ini mengacu pada model pengembangan Lima Tahap (MANTAP) yang dikembangkan oleh (Sumarni et al., 2019). Lima Tahap (MANTAP) yang dimaksud adalah sebagai berikut; penelitian pendahuluan, pengembangan model, validasi model, uji efektivitas model, serta diseminasi. Namun, pada penelitian ini hanya sampai tahap

validasi model sebagai tolak ukur kelayakan dari produk yang dikembangkan. Data yang diperoleh dari penelitian ini berasal dari penelitian terdahulu, angket analisis kebutuhan, hingga validasi para ahli untuk menentukan seberapa layak produk yang dikembangkan.

Pada tahap penelitian pendahuluan mencakup identifikasi kebutuhan pengguna melalui penyebaran angket analisis kebutuhan dan mengkaji penelitian terdahulu. Hasil dari analisis kebutuhan diketahui bahwa perlu adanya pengembangan viskometer yang dapat digunakan secara praktis dengan menggunakan sensor *infrared* dan sensor *effect hall*. Tahap pengembangan model mencakup rancangan set praktikum yang akan dikembangkan hingga bentuk realisasi yang sesuai dengan rancangan, serta tahap validasi model mencakup uji kelayakan melalui penilaian oleh beberapa ahli yakni ahli materi, ahli media, dan dosen fisika guna menentukan seberapa layak set praktikum viskometer bola jatuh yang dikembangkan.

Penelitian ini menggunakan Skala Likert 1-4 sebagai analisis data seperti

ditunjukkan pada Tabel 1. Dengan menggunakan skala tersebut, peneliti secara tidak langsung mendorong responden untuk mengambil sikap tegas terhadap pernyataan setuju atau tidak setuju. Skala Likert 1-4 dari CFQ (Cognitive Failures Questionnaire) valid dan reliabel untuk menilai kegagalan kognitif pada suatu

kelompok (ESER et al., 2020). Penilaian ini dijabarkan dalam persamaan 2 dan Tabel 2.

$$Ns = \frac{\sum p}{\sum m} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

Ns = Nilai keseluruhan

$\sum p$  = Total skor yang diperoleh

$\sum m$  = Total skor maksimum

**Tabel 1.** Bobot Skor Skala Likert

Deskripsi	Skor
Sangat Setuju	4
Setuju	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

**Tabel 2.** Interpretasi Skala Likert

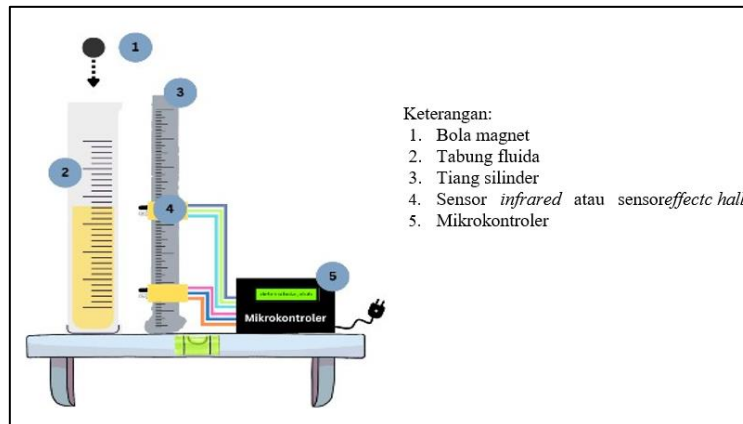
Presentase	Interpretasi
$x \geq 80\%$	Sangat Layak
$60\% \geq 80\%$	Layak
$40\% \geq 60\%$	Cukup Layak
$20\% \geq 40\%$	Tidak Layak

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tahap pengembangan model, membuat flowchart rancangan model yang berisikan cara kerja dari set praktikum viskometer bola jatuh yang dikembangkan. Kemudian, peneliti

melakukan perancangan set praktikum viskometer bola jatuh (terdiri dari alat dan modul praktikum).

Rancangan Set Praktikum Viskometer Bola Jatuh dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Rancangan Set Praktikum Viskometer Bola Jatuh

Tahap validasi model, peneliti melakukan validasi set praktikum viskometer bola jatuh yang telah dikembangkan kepada para ahli. Validasi ini dilakukan kepada dosen Pendidikan Fisika FKIP UHAMKA.

Pemilihan ahli materi, ahli media, serta Dosen Fisika, berdasarkan rekomendasi dan diskusi oleh dosen pembimbing yang berkompeten dan

linear pada bidangnya. Adapun detail dari tahapan validasi para ahli dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3, menjabarkan perolehan nilai validasi ahli materi pada setiap aspek yang mendapatkan interpretasi dari ahli materi 1 dan 2 mengenai set praktikum viskometer bola jatuh dengan kategori “Sangat Layak” digunakan.

**Tabel 3.** Rekapitulasi Ahli Materi

Aspek	Ahli 1	Ahli 2
Kesesuaian	100	88
Kelengkapan	98	85
$\bar{N}_s$ per Ahli (%)	<b>99</b>	<b>87</b>
$\bar{N}_s$ per Tahap (%)	<b>93</b>	

Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa hasil rata-rata penilaian berdasarkan dari ahli materi

1 dan 2 mengenai set praktikum viskometer bola jatuh yang dikembangkan mendapatkan nilai

sebesar 93% dengan kategori intrepetasi “Sangat Layak”. Hal ini menunjukkan secara jelas bahwa set praktikum yang dikembangkan semakin sempurna dan memenuhi standar kelayakan materi yang tinggi sesuai dengan saran dan masukan yang diberikan.

Selaras dengan temuan penelitian serupa yang dilakukan oleh Pramuda et al., (2023) menjelaskan bahwa hasil nilai rata- rata validasi ahli materi sebesar 95% dengan kategori “Sangat Layak”. Dari hasil validasi ahli materi yang dilakukan oleh peneliti dengan hasil validasi penelitian relevan tersebut menunjukkan bahwa produk

yang dikembangkan memiliki kategori yang sama yakni “Sangat Layak” untuk digunakan dalam pembelajaran. Maka, dapat dikatakan bahwa dengan adanya umpan balik yang terstruktur dari seorang ahli kepada peneliti mampu meningkatkan kualitas produk yang dikembangkan (pada penelitian ini adalah viskometer).

Tabel 4, menjabarkan perolehan nilai validasi ahli media pada setiap aspek yang mendapatkan interpretasi dari ahli media 1 dan 2 mengenai set praktikum viskometer bola jatuh dengan kategori “Sangat Layak” digunakan.

**Tabel 4.** Rekapitulasi Ahli Media

Aspek	Ahli 1	Ahli 2
Efektif dan Efisien	81	100
Akurasi	75	100
Tampilan	75	100
$\bar{N}_s$ per Ahli (%)	77	100
$\bar{N}_s$ per Tahap (%)	89	

Pada Tabel 4 dijelaskan bahwa hasil rata-rata penilaian berdasarkan dari ahli media 1 dan 2 mengenai set praktikum viskometer bola jatuh yang dikembangkan mendapatkan nilai sebesar 89% dengan kategori

intrepetasi “Sangat Layak”. Sebagai perbandingan dengan temuan penelitian serupa yang dilakukan oleh Sapitri et al., (2023) yang menjelaskan bahwa hasil nilai rata-rata validasi ahli media yang telah dilakukan untuk alat

peraga yang dikembangkan mendapatkan nilai sebesar 96% dengan kategori “Sangat Layak” dan valid untuk digunakan. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yakni cakupan aspek yang dinilai dan skala penilaian yang digunakan. Akan tetapi, hasil dari kedua penelitian ini mendapatkan kategori interpretasi yang “Sangat Layak”. Dengan demikian, validasi

oleh ahli media sangat penting untuk meningkatkan kualitas produk yang dikembangkan dan disesuaikan dengan kebutuhan pengguna serta tujuan pembelajaran.

Tabel 5, menjabarkan perolehan nilai validasi dosen fisika pada setiap aspek yang mendapatkan interpretasi mengenai set praktikum viskometer bola jatuh dengan kategori “Sangat Layak” digunakan.

**Tabel 5.** Rekapitulasi Dosen Fisika

Aspek	Penilaian
Kesesuaian	86
Kelengkapan	88
Efektif dan Efisien	97
Akurasi	90
Tampilan	96
$\bar{N}_s$ per Tahap (%)	<b>92</b>

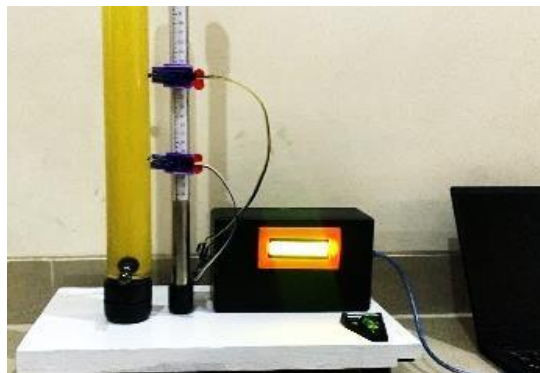
Pada Tabel 5 tersebut menjelaskan bahwa hasil rata-rata penilaian dari dosen fisika mendapatkan nilai sebesar 92% dengan kategori intrepetasi “Sangat Layak”. Implementasi saran dan masukan dari ahli telah berkontribusi untuk meningkatkan kualitas set praktikum viskometer bola jatuh. Sebagai perbandingan dengan temuan penelitian serupa yang dilakukan oleh Depari et al., (2024)

menyatakan bahwa hasil nilai rata-rata validasi dari aspek materi dan media sebesar 83% dengan kategori “Sangat Layak” Perbedaan ini memperjelas bahwa terdapat proses validasi yang dilakukan secara kompleks memungkinkan adanya peningkatan kualitas yang berkelanjutan dan menghasilkan produk final yang lebih baik.

Tingginya tingkat kelayakan yang diperoleh dari validator tidak hanya mengonfirmasikan kevalidan alat dari segi materi dan media, akan tetapi juga membuka potensi untuk pembelajaran fisika yang lebih modern lagi. Berdasarkan langkah- langkah atau tahapan yang telah dilakukan untuk mengembangkan set praktikum, set praktikum ini memiliki potensi yang cukup baik dalam meningkatkan kualitas pembelajaran fisika khususnya pada materi fluida statis. Hal ini dikarenakan set praktikum yang dikembangkan oleh peneliti mampu mengimplementasikan konsep teori yang telah dipelajari oleh Mahasiswa- Mahasiswi dan mampu menyajikan data secara real-time dan akurat melalui integrasi sensor yang

digunakan, yaitu *infrared* dan *effect hall*.

Set praktikum yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 2. Set praktikum ini menawarkan inovasi spesifik dan keunggulan komparatif yang tidak umum ditemukan pada penelitian lain, terutama jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Depari et al., (2024). Keunggulannya terletak pada dual-sensor yang digunakan oleh peneliti. Sensor mini reed switch yang digunakan oleh Depari et al., (2024) beroperasi secara mekanis (kontak logam menyatu saat medan magnet mendekat), yang berpotensi mengalami gangguan sinyal dan keausan fisik dalam jangka panjang.



**Gambar 2.** Set Praktikum Viskometer Bola Jatuh

Pada set praktikum ini mengadopsi pendekatan non-kontak. Sensor

*infrared* yang digunakan bekerja dengan cara memancarkan dan

menerima cahaya infra merah untuk mendeteksi bola tanpa sentuhan fisik, menghilangkan gesekan, serta gangguan mekanis dalam penggunaannya. Begitupun dengan sensor *effect hall* yang memiliki cara kerja mendeteksi medan magnet bola melalui perubahan tegangan listrik.

Kombinasi kedua sensor tersebut tidak hanya meminimalisir human error, tetapi juga meningkatkan akurasi serta konsistensi data karena tidak ada bagian bergerak yang dapat memengaruhi pengukuran. Dengan demikian, alat ini tidak hanya "layak", tetapi juga menawarkan solusi yang lebih tahan lama, andal, dan fleksibel untuk kebutuhan praktikum fisika modern.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Bedasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil mengembangkan set praktikum viskometer bola jatuh pada materi fluida statis yang terintegrasi dengan teknologi berupa sensor *infrared* dan sensor *effect hall* dan dinyatakan "Sangat Layak" oleh tim validator.

Hal ini dibuktikan melalui penilaian ahli materi dengan rata-rata sebesar 93% setelah adanya perbaikan dari saran dan masukan oleh ahli. Lalu, penilaian ahli media dengan rata-rata sebesar 89% setelah adanya perbaikan dari saran dan masukan oleh ahli. Hingga penilaian Dosen Fisika dengan rata-rata sebesar 92% setelah adanya perbaikan dari saran dan masukan oleh ahli. Dari hasil validasi ini menjadi indikator penting bahwa set praktikum yang dikembangkan memenuhi standar dan dapat dipertanggung jawabkan kelayakannya untuk digunakan kepada Mahasiswa. Khususnya pada kegiatan praktikum viskositas menggunakan viskometer bola jatuh.

### Saran

Saran peneliti untuk penelitian peneliti selanjutnya yaitu mencari bola magnet dengan variasi diameter yang lebih beragam lagi. Kemudian, menambahkan komponen pendamping untuk sensor *infrared* dan *effect hall* seperti menambahkan penghalang berupa kaca atau kertas saat menggunakan sensor *infrared* dan menambahkan benda dengan kemagnetan yang lebih tinggi saat

menggunakan sensor *effect hall*. Selain itu, peneliti selanjutnya dapat menambahkan bahasa pemrograman baru untuk memunculkan nilai viskositas secara langsung melalui LCD yang ada pada mikrokontroler.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Belva Saskia Permana, Lutvia Ainun Hazizah, & Yusuf Tri Herlambang. (2024). Teknologi Pendidikan: Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Di Era Digitalisasi. *Khatulistiwa: Jurnal Pendidikan Dan Sosial Humaniora*, 4(1), 19–28. <https://doi.org/10.55606/Khatulistiwa.V4i1.2702>
- Depari, S. S. B., Hamdani, D., & Medriati, R. (2024). Pengembangan Alat Peraga Viskositas Menggunakan Sensor Mini Reed Switch Magnetic Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 15(1), 18-30.
- Dionova, B. W., Supriyono, E., Hutagalung, N., Vresdian, D. J., Pratama, L. P., & Hapsari, A. A. (2023, November). Rancang Bangun Alat Pengukuran Viskositas Menggunakan Sensor UGN3503 pada Oli Berbasis Android. *In Seminar Nasional Teknik Elektro* (Vol. 3, No. 1).
- Eser, H., İnan, M., Kucuker, M., Kilçiksiz, C., Yilmaz, S., Dinçer, N., Kiliç, Ö., Ercan, A., & Aydemir, Ö. (2020). Development, Validity And Reliability Of The 4-Point Likert Turkish Version Of Cognitive Failures Questionnaire. *Annals Of Medical Research*, 27(5), 1.
- Dethan, J. F., Daniawan, B., Rino, R., Abidin, A., Wijaya, H., Safitri, R. D., ... & Noviany, C. (2022). Peningkatan Minat Pelajar untuk Mempelajari Sistem Otomasi Berbasis Arduino. *Jurnal Abdi Dharma*, 2(2), 73-77.
- Cummings, K., Laws, P. W., Redish, E. F., Cooney, P. J., & Christman, J. R. (2004). *Student Solutions Manual to accompany Understanding Physics*. Student Solutions Manual to accompany Understanding Physics, 240.
- Maritsa, A., Salsabila, U. H., Wafiq, M., Anindya, P. R., & Ma'shum, M. A. (2021). Pengaruh teknologi dalam dunia pendidikan. *Al-Mutharahah: Jurnal Penelitian Dan Kajian Sosial Keagamaan*, 18(2), 91-100.
- Pramuda, A., Hadiati, S., & Safitri, W. (2023). Developing A Viscometer Educational Aid Using Arduino Uno to Increase Scientific Attitude. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 9711-9717.
- Pratiwi, U., & Luthfia, A. (2023). Pengukuran viskositas oli dan minyak goreng menggunakan sensor mini reed switch magnetic berbasis Arduino. *ORBITA: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 9(2), 277-283.
- Putri, M. K., Asshaumi, R. U., Rahmadani, N. F., Kurnia, S. I., Mayasari, S., Martatino, R., ... & Dewi, N. M. (2024). Analisis Nilai Kecepatan Terhadap Viskositas Pada Fluida. *OPTIKA:*

- Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 89-96.
- Sandjaja, D. P., Roza, L., Hidayat, M. N., Rosyid, F. A., & Makdiani, N. (2020, March). The development of viscosity practice tools based on information and communication technology using Arduino and Android on static fluid material for grade XI senior high school. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1491, No. 1, p. 012042). IOP Publishing.
- Sapitri, W., Hadiati, S., & Assegaf, S. L. H. (2023). Pengembangan Alat Peraga Viskometer Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno pada Materi Fluida Kelas XI SMA Negeri 1 Kuala Mandor B. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Aplikasinya*, 6(2), 1-6.
- Sumarni, Istiningsih, Nugraheni. (2019). *Model Penelitian Dan Pengembangan (R&D) Lima Tahap (Mantap)*. Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Viswanath, D. S., Ghosh, T. K., Prasad, D. H. L., Dutt, N. V. K., & Rani, K. Y. (2007). *Viscosity Of Liquids : Theory, Estimation, Experiment, And Data*. Springer.