

Uji Coba Penggunaan *Teepol* Sebagai Bahan Alternatif pada Eksperimen Viskositas di Laboratorium Fisika Dasar

Hana Susanti*, Cahyo Puji Asmoro

Universitas Pendidikan Indonesia
JL. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung
* E-mail: hanasusanti@upi.edu

Abstrak

Eksperimen Viskositas adalah salah satu materi yang diberikan pada mata kuliah eksperimen Fisika Dasar di FPMIPA UPI yang bertujuan mengukur tingkat kekentalan suatu cairan dengan metode hukum stokes atau metode viskosimetri bola. Sebelumnya oli sering digunakan sebagai bahan uji, namun warna pekatnya membuat observasi bola dalam cairan menjadi sulit, terutama saat menggunakan perangkat lunak seperti tracker yang memerlukan kejelasan visual. Tujuan dari penelitian ini adalah menguji alternatif penggunaan *teepol* sebagai bahan uji. Metode penelitian yang diterapkan adalah metode eksperimen mengganti oli dengan *teepol*. Dari hasil pengambilan data eksperimen menggunakan hukum stokes, dengan 4 bola yang berbeda diameter didapat nilai viskositas *teepol* berkisar antara 3,36 sampai dengan 4,55 kg/ms. Hasil pengukuran yang konsisten, reliabel dan valid menunjukkan bahwa *teepol* dapat diandalkan untuk keperluan eksperimen viskositas. Kesimpulan dari penelitian ini, penggunaan *teepol* sebagai bahan alternatif dalam eksperimen viskositas menawarkan solusi inovatif atas tantangan visual yang dihadapi saat menggunakan oli.

Kata kunci: viskositas, *teepol*, hukum stokes

Abstract

Viscosity experiment is one of the materials given in the Basic Physics experiment course at FPMIPA UPI which aims to measure the viscosity level of a liquid using the Stokes law method or the ball viscosimetry method. Previously, oil was often used as a test material, but its thick color made observation of the ball in the liquid difficult, especially when using software such as trackers that require visual clarity. The purpose of this study was to examine the alternative of using teepol as a test material. The research method applied is the experimental method of replacing oil with teepol. From the results of experimental data collection using Stokes' law, with 4 balls of different diameters, the viscosity value of teepol ranges from 3.36 to 4.55 kg/ms. The consistent, reliable and valid measurement results show that teepol is reliable for viscosity experiments. In conclusion, the use of teepol as an alternative material in viscosity experiments offers an innovative solution to the visual challenges faced when using oil.

Keywords: viscosity, *teepol*, stokes law

PENDAHULUAN

Laboratorium merupakan salah satu standar sarana dan prasarana penting pengembangan Pendidikan. Berdasarkan Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Negara Nomor 07 Tahun 2019 tentang tentang Jabatan Fungsional Pranata Laboratorium Pendidikan, menyebutkan "laboratorium adalah unit penunjang akademik berupa ruangan tertutup

atau terbuka yang permanen atau bergerak, yang dikelola secara sistematis untuk kegiatan pengujian, kalibrasi dan atau produksi (dalam skala terbatas) menggunakan bahan dan peralatan berdasarkan metode keilmuan tertentu dalam rangka kegiatan pendidikan, penelitian dan/atau pengabdian pada masyarakat" (Birokrasi, 2019).

Dalam rangka memenuhi peran dan tugas tersebut diharapkan sebuah Laboratorium Pendidikan terus mengembangkan ide-ide

terbarukan yang menginspirasi, alat dan bahan di laboratorium yang akan digunakan dalam eksperimen menjadi salah satu penentu keberhasilan terlaksananya pembelajaran (Marliani et al., 2015).

Salah satu materi di mata kuliah Eksperimen Fisika Dasar adalah Eksperimen Viskositas, tujuan dari eksperimen tersebut untuk menentukan koefisien zat cair dengan menggunakan hukum Stokes. Konten yang dikembangkan pada eksperimen ini selain melatih keterampilan menggunakan alat ukur fisika, juga untuk memahami konsep yang dikemukakan oleh Sir George Stokes seorang Fisikawan dan Matematikawan Irlandia, yang terkenal dengan Hukum Stokes nya.

Hukum Stokes adalah prinsip fisika yang sangat penting dalam mekanika fluida, yang menggambarkan gaya drag yang dialami oleh objek yang bergerak melalui fluida. Hukum Stokes menyatakan bahwa gaya drag (F_d) yang dialami oleh sebuah bola sferis yang bergerak dengan kecepatan konstan (v) dalam fluida dengan viskositas tertentu (η) adalah sebanding dengan diameter objek dan kecepatan fluida (Alvin Alvarez, 2024). Persamaan Hukum Stokes dirumuskan sebagai berikut:

$$F_d = 6\pi r \eta v \quad (1)$$

Di mana:

F_d = gaya drag (N)

R = jari-jari bola (m)

η = viskositas fluida (Pa·s atau N·s/m²)

v = kecepatan jatuh bola (m/s)

π = 3.14159

Eksperimen viskositas yang biasa dilakukan di Fisika Dasar adalah menggunakan bola pejal dengan fluida yang ditempatkan dalam tabung kaca. Fluida yang dicari viskositasnya adalah minyak pelumas kendaraan bermotor atau yang biasa dikenal dengan sebutan oli.

Eksperimen ini memberikan pemahaman dasar tentang interaksi antara fluida dan objek yang bergerak di dalamnya. Ini adalah dasar yang penting dalam mekanika fluida, dan konsep serta aplikasinya sangat luas, yang mencakup berbagai disiplin ilmu. Dengan pemahaman yang mendalam mengenai hukum

ini, peneliti dan insinyur dapat merancang dan menganalisis sistem dengan lebih efektif, baik di dalam laboratorium maupun dalam aplikasi industri (Nadi et al., 2022).

Telah banyak penelitian pengembangan eksperimen viskositas yang dilakukan, baik pengembangan dalam Teknik pengolahan data viskositas (Surtono & Susanto, 2012), modifikasi alat viskositas dengan berbagai metode (Putri et al., 2013), bahkan penulis sendiri pernah mencoba merekonstruksi set alat viskositas yang digunakan untuk eksperimen (Susanti & Asmoro, 2019). Pemanfaatan aplikasi arduino juga telah dilakukan pada eksperimen viskositas (Saputra et al., 2023).

Hal ini menunjukkan pentingnya eksperimen ini untuk memberikan kontribusi di bidang Pendidikan, khususnya Fisika. Metode viskosimetri bola dapat memberikan hasil yang dapat digunakan untuk menentukan viskositas relatif suatu cairan (Halliday & Resnick, 1998).

Dari hasil temuan di lapangan, Mahasiswa masih kesulitan dalam mengambil data eksperimen viskositas dengan metode Stokes dengan bahan uji oli. Warna oli yang coklat menyulitkan praktikan dalam menangkap jatuhnya bola. Walaupun Teknik pengambilan data nya sudah menggunakan kamera handphone, pengambilan data harus dilakukan beberapa kali agar bola dapat tertangkap kamera dengan jelas.

Berdasarkan masalah tersebut, maka penelitian ini akan mencoba bahan alternatif pengganti oli, yaitu Teepol. Teepol adalah merek dagang dari deterjen atau surfaktan anionik yang umumnya digunakan dalam produk pembersih, seperti sabun cuci atau deterjen laundry. Bahan ini juga dikenal sebagai Sodium Lauryl Sulfate (SLS) dan sering digunakan dalam pembuatan produk-produk pembersih karena kemampuannya untuk membentuk busa dan membersihkan kotoran (Paulausks et al., 2024).

Kelebihan teepol dibanding oli adalah warnanya yang bening, mempunyai kekentalan yang baik, dan ramah lingkungan karena bisa larut dalam air. Sebagian besar surfaktan, termasuk SLS, memiliki tingkat degradasi yang baik (Biodegradabilitas), sehingga lebih ramah

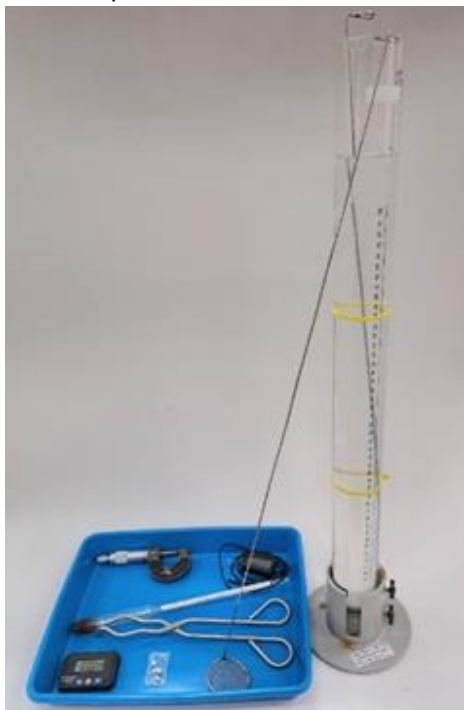
lingkungan dibandingkan dengan surfaktan sintetik yang lebih tahan lama (Luthfiyana et al., 2024).

Dari penelitian ini diharapkan dapat melihat apakah *teepol* merupakan salah satu bahan alternatif yang efektif pada bahan fluida pada eksperimen viskositas, serta untuk mengetahui nilai viskositas dari *teepol* tersebut.

METODE/EKSPERIMEN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium untuk mengukur viskositas *teepol*. Teknik yang digunakan adalah penerapan hukum *Stokes*, yaitu dengan cara mengukur laju jatuh bola di dalam cairan. Hukum *Stokes* menyatakan bahwa gaya viskositas yang dialami suatu bola yang jatuh dalam fluida sebanding dengan viskositas fluida tersebut (Arsis et al., 2017). Penerapan hukum *Stokes* ini masih menjadi standar dalam menentukan nilai viskositas suatu fluida (Yamin, 2023).

Peralatan yang diperlukan pada eksperimen ini dapat di lihat pada Gambar 1 dan untuk nama-nama serta kegunaan alat dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Set alat viskositas untuk menggunakan *teepol*

Alat Dan Bahan Yang Dibutuhkan

Tabel 1. Alat dan Bahan Eksperimen

NO	NAMA ALAT / BAHAN	KEGUNAAN	JUMLAH
1	Tabung kaca t:65 cm	Wadah fluida yang akan di ukur viskositasnya	1 unit
2	Bola Pejal berbeda ukuran	Benda/ materi yang akan diamati pergerakannya	3 buah
3	Sendok/penjepit bola	Alat untuk menjatuhkan bola	1 buah
4	Penyaring bola	Mengangkat bola yang dijatuhkan ke tabung	1 buah
5	Stopwatch	Menghitung waktu	1 buah
6	Teepol	Fluida yang akan di ukur viskositas nya	1 paket
7	Hidrometer	Mengukur massa jenis fluida	1 buah
8	Neraca digital	Mengukur massa bola pejal	1 unit
9	Mikrometer skrup	Mengukur diameter bola pejal	1 unit
10	Tali ripet	Gelang Penanda	2 buah

Berikut adalah langkah-langkah eksperimen tersebut:

1. Mengukur jari-jari bola (*r*) dan massa bola (*m*) :

Menggunakan jangka sorong dan timbangan digital, sehingga diketahui jari-jari dan massa untuk mendapatkan massa jenis bola (ρ_b).

2. Mengukur massa jenis fluida (ρ_f):

Menggunakan hydrometer untuk mengetahui massa jenis fluida.

3. Menentukan jarak lintasan (*h*):

Membuat batas atas dan bawah sebagai jarak lintasan menggunakan tali ripet.

4. Mencatat temperatur ruang dan fluida

Menggunakan temometer untuk mengetahui kondisi lingkungan dan fluida.

5. Menjatuhkan Bola:

Lepaskan bola ke dalam larutan secara perlahan tanpa mengganggu aliran larutan. Pastikan bahwa bola diposisikan tepat di atas permukaan larutan.

6. Mencatat Waktu (t):

- Menggunakan stopwatch, catat waktu yang dibutuhkan bola untuk jatuh dari posisi awal sampai ke titik tertentu (misalnya, dari awal sampai setengah tinggi tabung).
- Lakukan pengulangan sebanyak 3 kali untuk mendapatkan data yang lebih akurat dan catat waktu yang diperoleh.
- Dari data waktu akan mendapatkan kecepatan (v)

7. Hitung Viskositas:

Dengan menggunakan Hukum Stokes, viskositas dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\eta = \frac{2 g r^2 (\rho_f - \rho_b)}{9 v} \tag{2}$$

di mana:

- η = viskositas (Pa·s atau kg/(m·s))
- r = jari-jari bola (m)
- ρ_b = densitas bola (kg/m³)
- ρ_f = densitas fluida (kg/m³)
- g = percepatan gravitasi (m/s², ~9.81 m/s²)
- v = kecepatan jatuh bola (m/s), yang dapat dihitung dari jarak dan waktu yang dicatat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Eksperimen yang dilakukan menggunakan 4 bola dengan berbagai ukuran serta fluida Teepol yang menjadi objek penelitian ini. Fluida teepol di tempatkan pada tabung ang memiliki ketinggian 65 cm dan jarak lintasan yang dibuat adalah 20 cm, hasil pengukuran suhu ruangan dan fulida adalah 25.9°C dan 25.2°C, adapun variabel bola tersebut dapat dilihat pada tabel 2 berikut :

Tabel 2. Data Bola dan Fluida

Bola No.	Jari-Jari Bola (r)	Massa jenis bola (ρ_b)	Massa jenis fluida (ρ_f)	jarak (h)
1	0,003502	2659,21	1040	0,2
2	0,002988	2450,45	1040	0,2
3	0,002486	2496,28	1040	0,2
4	0,001479	2666,66	1040	0,2

HASIL

Eksperimen dilakukan oleh 4 tim yang berbeda, hal ini berguna untuk menjaga reliabilitas dan validitas dari proses hingga hasil yang didapat. Melalui desain eksperimen ini diharapkan membantu membuat keputusan yang didasarkan pada data empiris yang stabil. Dengan menerapkan prinsip-prinsip ini dapat meningkatkan efektivitas, efisiensi, dan inovasi (Djamaris et al., 2024).

Data dari 4 tim tersebut disajikan pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Tim Eksperimen I

Bola No.	Waktu Tempuh (t)	Kecepatan terminal (v)	Viskositas (η)
1	21,01	0,0095	4,55
2	31,13	0,0064	4,27
3	35,36	0,0057	3,47
4	95,35	0,0021	3,70

Tabel 4. Hasil Tim Eksperimen II

Bola No.	Waktu Tempuh (t)	Kecepatan terminal (v)	Viskositas (η)
1	19,28	0,0104	4,17
2	28,04	0,0071	3,85
3	35,01	0,0057	3,43
4	91,91	0,0022	3,56

Tabel 5. Hasil Tim Eksperimen III

Bola No.	Waktu Tempuh (t)	Kecepatan terminal (v)	Viskositas (η)
1	19,57	0,0102	4,24
2	28,15	0,0071	3,86
3	34,94	0,0057	3,43
4	88,12	0,0023	3,42

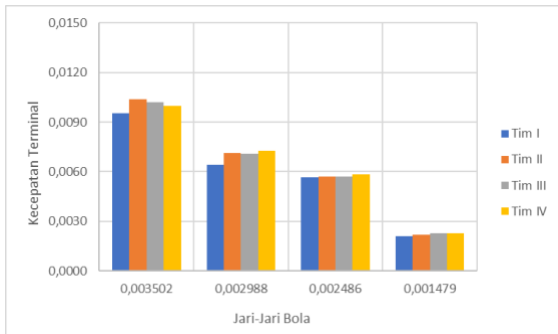
Tabel 6. Hasil Tim Eksperimen IV

Bola No.	Waktu Tempuh (t)	Kecepatan terminal (v)	Viskositas (η)
1	20,02	0,0099	4,33
2	27,58	0,0073	3,79
3	34,23	0,0058	3,36
4	86,99	0,0023	3,37

PEMBAHASAN

Bola yang digunakan pada eksperimen ini menggunakan 4 ukuran yang berbeda, hal ini berkaitan dengan jari-jari dan massa bola. Bola nomor 1 memiliki ukuran paling besar dan menurun ukurannya berturut-turut hingga bola nomor 4. Dari nilai massa jenis bola yang di dapat dari perbandingan massa dengan volume bola yang terlihat pada Tabel 1, bola nomor 1 dan nomor 4 memiliki nilai yang hampir sama begitu juga bola nomor 2 dan nomor 3.

Pada gambar 2 menampilkan grafik jari-jari bola terhadap kecepatan terminal bola pada medium fluida teepol, terlihat untuk semua tim pada berbagai jari-jari bola memiliki rata-rata nilai kecepatan yang tidak jauh berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa pengukuran waktu yang di amati oleh semua tim relatif sama, sekaligus mengindikasikan bahwa penggunaan fluida teepol mampu memberikan visulitas yang baik pagi para observer tim dalam mengamati pergerakan bola.



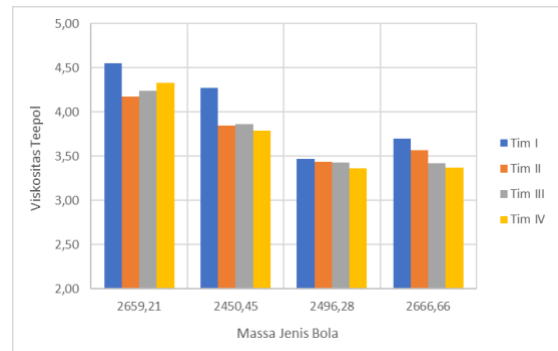
Gambar 2. Grafik jari-jari bola terhadap nilai kecepatan terminal bola.

Dari tabel 3 hingga tabel 6 terlihat pola yang sama yaitu semakin cepat bola bergerak turun pada fluida teepol maka akan semakin besar nilai viskositasnya. Seperti pada kasus bola nomor 1, dari ke empat tim berturut-turut memiliki nilai kecepatannya 0,0095; 0,0104; 0,0102; dan 0,0099 menghasilkan nilai viskositas 4,55; 4,17; 4,24; dan 4,33.

Perbedaan yang cukup menarik adalah pada bola nomor 4, dimana nilai kecepatan lebih kecil dari bola nomor 3 akan tetapi nilai viskositas yang dihasilkan dari perhitungan menunjukan nilai yang tidak jauh berbeda. Hal tersebut konsekuensi dari massa bola yang

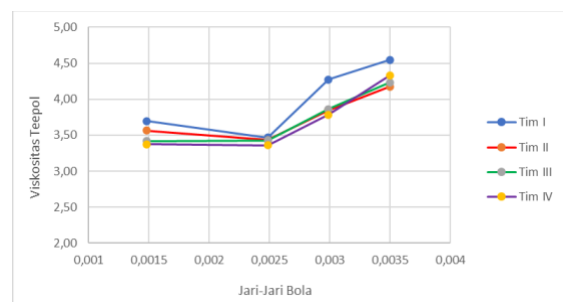
berbeda, seperti yang terlihat pada Tabel 1 nilai massa jenis bola nomor 4 lebih besar dibanding bola nomor 3.

Berdasarkan persamaan hukum Stoke diketahui bahwa nilai massa jenis bola akan sebanding dengan kenaikan nilai viskositasnya. Eksperimen yang dilakukan 4 tim berbeda menunjukkan hal yang sejalan hal tersebut, terlihat pada Gambar3. Semakin besar massa jenis bola maka akan memiliki nilai viskositas yang besar, trend penurunan nilai viskositas terlihat ketika nilai massa jenis lebih kecil.



Gambar 3. Grafik Massa Jenis Bola terhadap Viskositas Fluida.

Melihat hubungan variabel jari-jari bola dengan nilai viskositas pun menunjukan pola yang sama, semakin besar jari-jari bola maka nilai viskositasnya semakin besar seperti pada Gambar 3. Hal ini berlaku bagi jenis bola yang sama, karena berdasarkan analisa sebelumnya selain nilai jari-jari saja tetapi massa jenisnya juga.



Gambar 4. Grafik Jari-Jari Bola terhadap Viskositas Fluida.

Dari Gambar 4 memberikan gambaran bahwa penggunaan Teepool sebagai fluida bahan pengganti oli dalam eksperimen viskositas menggunakan hukum Stoke dapat diterapkan

dengan baik. Hal ini terlihat dari nilai viskositas yang di dapat pada rentang 3,36 sampai dengan 4,55.

Setidaknya ada 1 titik yaitu pada bola nomor 3 yang menunjukkan kesamaan dari 4 tim dan 2 titik yaitu pada bola nomor 1 serta nomor 2 yang menunjukkan kesamaan dari 3 tim dalam mendapatkan nilai viskositas yang hampir sama. Adapun adanya perbedaan yang tidak terlalu besar, kemungkinan diakibatkan oleh kesalahan pengukuran waktu atau perbedaan teknik melakukan eksperimen atau adanya kekeliruan dalam mendokumentasikan data.

Implikasi dari diketahuinya nilai viskositas teepol sangat diperlukan di dunia industri, karena setiap fluida secara fisik dipengaruhi oleh viskositasnya (SENA, 2015), (Putri et al., 2024). Viskositas yang tepat membantu dalam formulasi produk pembersih dan deterjen agar memiliki daya sebar dan pembasahan yang optimal. Ini penting untuk memastikan efektivitas pembersihan tanpa meninggalkan residu berlebih. Selain itu data viskositas dibutuhkan dalam pengembangan formula baru serta dalam pengendalian proses produksi yang lebih efisien (Sulistiyawan et al., 2024).

PENUTUP

Penggunaan *teepol* sebagai bahan alternatif dalam praktikum viskositas menawarkan solusi inovatif atas tantangan visual yang dihadapi saat menggunakan oli. Dengan karakteristiknya yang bening dan kekentalannya yang cukup tinggi, *teepol* memungkinkan pengamatan yang lebih mudah terhadap bola uji. Hasil pengukuran viskositas yang konsisten, reliabel dan valid menunjukkan bahwa *teepol* dapat diandalkan untuk keperluan eksperimen.

Pemanfaatan *teepol* tidak hanya meningkatkan akurasi data, tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang lebih efisien bagi mahasiswa. Ke depannya, alternatif seperti ini dapat terus dieksplorasi untuk mengoptimalkan proses pengajaran dalam eksperimen fisika dasar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memberikan dana hibah penelitian dengan nomor surat kontrak penelitian : 5560/UN40.A4/PT.01.03/2024, dan tim dosen Eksperimen Fisika Dasar, sehingga penelitian ini bisa terlaksana.

REFERENSI

- Alvin Alvarez, A. V. N. (2024). *Pengaruh Kebulatan (Ψ) Terhadap Akurasi Nilai Viskositas Bola Jatuh: Membandingkan Simulasi Numerik Dengan Data Eksperimental*. Politeknik Caltex Riau.
- Arsis, A. N., Dahlan, D., Harmadi, H., & Suari, M. (2017). Rancang Bangun Alat Ukur Kekentalan Oli Sae 10-30 Menggunakan Metode Falling Ball Viscometer (FBV). *Jurnal Ilmu Fisika*, 9(2), 76–86.
- Birokrasi, K. P. A. N. dan R. (2019). *Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 7 Tahun 2019 tentang Jabatan Fungsional Pranata Laboratorium Pendidikan*.
- Djamaris, A., Ardiansyah, D. A. P. S., & Novianti, M. D. (2024). *Desain Percobaan: Teori dan Aplikasi*. Universitas Bakrie Press.
- Halliday, D., & Resnick, R. (1998). *Fisika Edisi Ketiga Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Luthfiyana, N., Asikin, N., Khoirunnisa, M., & Hidayat, T. (2024). Formulasi Dan Karakterisasi Paper Soap Antibakteri Dengan Penambahan Nanokitosan Dari Cangkang Kepiting Bakau. *Indonesian Fisheries Processing Journal/Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(8).
<https://doi.org/10.17844/jphpi.v27i8.5604>
6
- Marliani, F., Wulandari, S., Fauziyah, M., & Nugraha, M. G. (2015). Penerapan analisis video tracker dalam pembelajaran fisika sma untuk

- menentukan nilai koefisien viskositas fluida. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi Dan Pembelajaran Sains, 2015*, 333–336.
- Nadi, M. R. G., Ruskandi, C., Siswanto, A., & Koswara, E. (2022). Pendekatan Hukum Stokes Pada Proses Terjadinya Slag Untuk Meningkatkan Efektifitas Pembersihan Cairan Logam Pada Proses Peleburan Besi Cor. *INDONESIAN JOURNAL OF APPLIED PHYSICS*, 12(2), 188–196.
<https://doi.org/10.13057/ijap.v12i2.57997>
- Paulausks, A., Mazurs, A., & Mohylyuk, V. (2024). A Method for the Colorimetric Quantification of Sodium Lauryl Sulphate in Tablets: A Proof of Concept. *Pharmaceutics*, 16(8), 1100.
<https://doi.org/10.3390/pharmaceutics16081100>
- Putri, B. M. L., Putri, S. O., Muchtadi, F. I., & Mukhlis, F. (2013). Pembuatan Prototipe Viskometer Bola Jatuh Menggunakan Sensor Magnet dan Bola Magnet. *Jurnal Otomasi Kontrol Dan Instrumentasi*, 5(2), 485762.
<https://doi.org/10.5614/joki.2013.5.2.6>
- 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.
<https://doi.org/10.37478/optika.v8i1.3488>
- Saputra, D., Suhendra, S., Nopriandy, F., & Rahmadanti, R. (2023). Pembuatan Alat Ukur Kekentalan Madu Lebah Trigona (*Trigona Sp.*) Berbasis Arduino dengan Metode Bola Jatuh. *Mekanisasi: Jurnal Teknik Mesin Pertanian*, 1(2), 57–63.
<https://doi.org/10.47767/mekanisasi.v1i2.734>
- Sena, Boni. (2015). PENGARUH DENSITAS DAN VISKOSITAS TERHADAP PROFIL KECEPATAN PADA ALIRAN FLUIDA LAMINAR DI DALAM PIPA HORIZONTAL. *Exacta Factor*. 5. 192-201.
<http://dx.doi.org/10.30998/faktorexacta.v5i3.196>
- Sulistiyawan, V. N., Kusumaningrum, M., Rochim, F. P., Winaningsih, I., Utomo, L. S., Abas, F. G., ... & Muntashir, M. A. N. (2024). *Inovasi Detergen Cair Alami: Metode Konvensional dan Hot Stirrer-IoT*. MEGA PRESS NUSANTARA.
- Surtono, A., & Susanto, E. (2012). APLIKASI SENSOR FOTODIODA PADA VISKOMETER METODE BOLA JATUH BERBANTUKAN KOMPUTER. *Jurnal Sains MIPA Universitas Lampung*, 12(1).
- Susanti, H., & Asmoro, C. P. (2019). Rekonstruksi Set Alat Percobaan Viskositas. *Jurnal Wahana Pendidikan Fisika*, 4(1), 31–36.
<https://doi.org/10.17509/wapfi.v4i1.15812>
- Yamin, A. (2023). *Rancang Bangun Alat Uji Viskositas Dengan Metode Bola Jatuh Skala Laboratorium*. 021008 Universitas Tridinanti.