



Pengukuran Fluida Menggunakan Sensor Efek Hall UGN44E Berbasis Arduino Uno

Rihmah Alifah Hidayah¹, Sri Wahyuni¹, Okimustava^{1*}

¹Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia

Email: okimustava@pfis.uad.ac.id

Informasi artikel

Sejarah artikel:
 Dikirim 23/04/2024
 Revisi 03/06/2024
 Diterima 23/06/2024

Kata kunci:

Viskositas
 Sensor Efek Hall UGN44E
 Hukum Stokes
 Arduino

Keywords:

Viscosity
 Hall Effect Sensor UGN44E
 Stokes' Law
 Arduino

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur nilai viskositas minyak goreng baru menggunakan sensor Efek Hall UGN44E dengan metode bola jatuh. Pengukuran waktu dilakukan menggunakan Ms. Excel. Waktu terminal diperoleh dengan menjatuhkan bola magnetik dalam pipa sepanjang 15 cm dengan diameter 5 cm, yang secara otomatis diukur oleh Arduino Uno. Fluida yang digunakan adalah minyak goreng baru dengan suhu berkisar antara 20°C, 21°C, 25°C, 26°C, 27°C, dan 28°C. Setelah waktu terminal bola diketahui, kecepatan bola dalam fluida dihitung menggunakan Ms. Excel, dan nilai viskositas dihitung menggunakan persamaan pada hukum Stokes. Hasil yang diperoleh menunjukkan nilai viskositas sekitar $\pm 3,335 \text{ N.s/m}^2$ pada suhu 28°C, $\pm 3,389 \text{ N.s/m}^2$ pada suhu 27°C, $\pm 3,443 \text{ N.s/m}^2$ pada suhu 26°C, $\pm 4,443 \text{ N.s/m}^2$ pada suhu 25°C, $\pm 4,054 \text{ N.s/m}^2$ pada suhu 21°C, dan $\pm 4,312 \text{ N.s/m}^2$ pada suhu 20°C.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](#) license



ABSTRACT

Measurement of Fluids Using the UGN44E Hall Effect Sensor Based on Arduino Uno.

This research aims to measure the viscosity of new cooking oil using the UGN44E Hall Effect sensor and the falling ball method. The measurement of time is conducted using Ms. Excel. The terminal time is obtained by dropping a magnetic ball through a pipe with a length of 15 cm and a diameter of 5 cm, with the time being automatically measured by an Arduino Uno. The fluid used is new cooking oil, with temperatures ranging from 20°C, 21°C, 25°C, 26°C, 27°C, and 28°C. Once the terminal time of the ball is known, the speed of the ball in the fluid is calculated using Ms. Excel, and the viscosity value is determined using Stokes' law equation. The results show that the viscosity values are approximately $\pm 3.335 \text{ N.s/m}^2$ at 28°C, $\pm 3.389 \text{ N.s/m}^2$ at 27°C, $\pm 3.443 \text{ N.s/m}^2$ at 26°C, $\pm 4.443 \text{ N.s/m}^2$ at 25°C, $\pm 4.054 \text{ N.s/m}^2$ at 21°C, and $\pm 4.312 \text{ N.s/m}^2$ at 20°C.

How to Cite:

Hidayah, R. A., Wahyuni, S., & Okimustava. (2024). Pengukuran fluida menggunakan sensor efek Hall UGN44E berbasis Arduino Uno. *BASA (Barometer Sains): Jurnal Inovasi Pembelajaran IPA*, 5(1), 31-38.

Pendahuluan

Perkembangan teknologi dan informasi yang sangat cepat memiliki pengaruh besar terhadap dunia pendidikan, terutama dalam bidang fisika (Raharja dkk, 2020; Kumalasari dkk, 2023). Salah satu pengaruh terbesar dari perkembangan teknologi ini adalah dalam bidang elektronika. Kemajuan dalam pengembangan perangkat elektronik seperti sensor, komponen, dan rangkaian elektronik telah berkontribusi signifikan terhadap peningkatan alat eksperimen (Fauziah dkk, 2017; Raharja, 2024). Oleh karena itu, pemahaman konsep fisika dalam pembelajaran menjadi sangat penting, karena kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi menekankan perubahan sistem pengukuran agar lebih efisien, efektif, akurat, dan memiliki ketelitian yang mendekati 100%, termasuk dalam hal viskometer.

Kerlinger berpendapat bahwa eksperimen merupakan penyelidikan ilmiah di mana peneliti mengembangkan dan mengkoordinasikan satu atau lebih variabel serta mengamati variabel terikat untuk menemukan hubungan antara variabel bebas dan variasi yang ada pada variabel terikat (Ali dkk., 2023). Definisi eksperimen menurut Arboleda adalah penelitian yang dirancang dengan sengaja, di mana peneliti memanipulasi satu atau lebih variabel dengan metode yang relevan untuk menemukan keterkaitan antara satu atau lebih variabel lain yang sedang diteliti (Solfiani dkk, 2020). Hal ini menunjukkan bahwa eksperimen melibatkan variabel yang menjadi acuan dalam pengamatan. Viskositas adalah materi fisika yang pengambilannya dilakukan melalui eksperimen.

Viskositas adalah tingkat kekentalan fluida yang menggambarkan besar atau kecilnya hambatan dalam fluida (Mulyono, 2012). Nilai viskositas yang tinggi akan mempersulit gerakan benda dalam fluida (Fruchart dkk, 2023). Oleh karena itu, viskositas dihitung berdasarkan kekuatan internal antarpartikel dalam cairan atau fluida, karena semakin besar kekuatan antarpartikel tersebut, semakin tinggi nilai viskositasnya. Hal ini dapat dibuktikan melalui persamaan berikut.

$$\eta = \frac{2 r^2 g}{9 v} (\rho_b - \rho_f) \quad (1)$$

Dalam menentukan viskositas, terdapat berbagai metode yang dapat diimplementasikan, salah satunya adalah metode bola jatuh (Gao dkk, 2022). Metode ini digunakan dengan menghitung waktu bola pejal serta menentukan variabel-variabel yang berhubungan dengan persamaan viskositas. Alat pengukur viskositas biasa disebut viskometer. Viskometer bola jatuh adalah alat pengukur viskositas yang mengukur waktu tempuh bola saat melewati cairan berdasarkan Hukum Stokes dan Hukum Newton (Elert, 2019). Nilai viskositas diperoleh dengan menjatuhkan bola pada pipa berisi fluida, lalu dihitung secara teoretis berdasarkan kecepatan bola ketika melewati jarak tertentu dalam fluida. Kecepatan bola didapatkan dari informasi waktu dan jarak tempuh bola menggunakan bantuan Arduino Uno. Waktu tempuh dihitung dengan sensor Efek Hall UGN44E, di mana jarak tempuh diukur melalui kedua sensor tersebut dan diaktifkan serta dihentikan secara digital menggunakan software Arduino Uno yang dilengkapi dengan mikrokontroler ATmega328. Perangkat keras Arduino dilengkapi dengan

prosesor mikrokontroler ATmega. Arduino dikembangkan untuk memudahkan pengguna dalam menggunakan peralatan elektronik (Erlangga, 2017).

Penelitian tentang viskositas fluida menggunakan sensor Efek Hall UGN pernah dilakukan oleh Tissos dkk (2014). Sensor yang digunakan adalah seri UGN3503. Penelitian ini menggunakan prinsip bola besi yang dijatuhkan pada fluida, kemudian melewati sensor pertama. Sensor pertama akan mendeteksi bola magnetik, menyebabkan perubahan medan magnet yang kemudian diubah menjadi tegangan listrik. Perubahan ini diproses oleh sistem Arduino yang digunakan sebagai acuan dimulainya perhitungan waktu tempuh. Ketika bola melewati sensor kedua, terjadi kembali perubahan medan magnet, dan komponen lainnya berfungsi seperti pada sensor pertama. Nilai viskositas fluida kemudian ditampilkan pada LCD. Hasil penelitian ini menunjukkan ketelitian yang akurat dengan persentase kesalahan sekitar 4,2%.

Penelitian tentang viskositas juga pernah dilakukan pada tahun 2015 oleh Surtono dan Suciwati, namun dengan menggunakan bantuan Arduino, sensor fotodiode, dan laser. Penelitian ini menggunakan mekanisme kerja dengan mengubah tegangan yang diperoleh dari fotodiode, lalu diolah menjadi waktu tempuh bola. Ketika bola jatuh dan terdeteksi oleh laser, fotodiode akan mengalami perubahan tegangan yang kemudian menghasilkan output waktu. Pengolahan data dalam penelitian ini menganalisis perbedaan perhitungan waktu. Hasil penelitian ini membandingkan sistem viskositas manual.

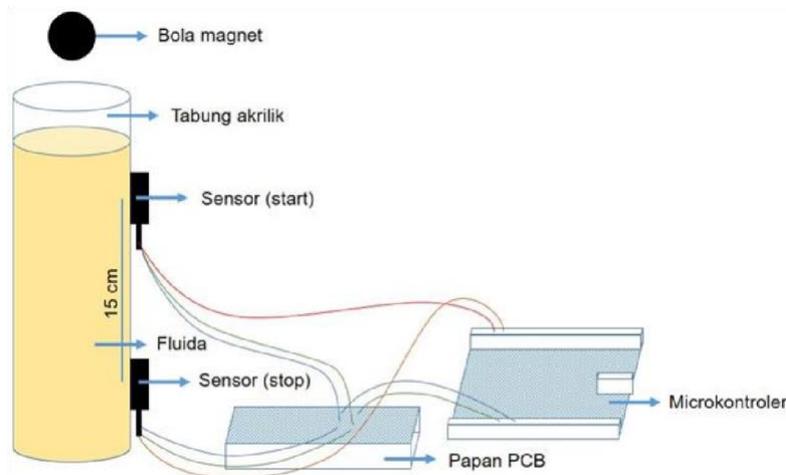
Latar belakang di atas menjelaskan tujuan penelitian ini, yaitu menentukan waktu terminal bola jatuh menggunakan Arduino Uno dan sensor Efek Hall UGN44E, serta menghitung koefisien viskositas fluida menggunakan Ms. Excel. Selain itu, penelitian ini juga memvariasikan suhu minyak goreng untuk menguji keakuratan mekanisme viskometer bola jatuh digital.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Dalam bahasa Inggris, "eksperimen" diartikan sebagai percobaan (Muh Ali, Satriawati, & Nur, 2023). Penulis mendefinisikan percobaan sebagai kegiatan yang dilakukan dengan beberapa cara untuk menghasilkan atau mengonfirmasi suatu hal (Kusdiastuti et al., 2017). Penelitian eksperimen adalah suatu pengkajian yang berupaya menghubungkan antara sebab dan akibat dari variabel bebas dan variabel terikat, di mana variabel bebas sengaja dikembangkan dan dimodifikasi (Abraham & Supriyati, 2022).

Metode eksperimen dalam penelitian ini bertujuan untuk mencari kecepatan terminal bola dalam fluida dengan mengukur waktu menggunakan dua sensor Efek Hall UGN44E yang terhubung dengan software Arduino Uno. Sensor Efek Hall UGN44E digunakan untuk mengukur waktu saat bola dijatuhkan, sehingga diperoleh data kecepatan terminal bola dalam fluida. Data tersebut diolah menggunakan persamaan tertentu untuk menentukan nilai viskositas fluida. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi software Arduino Uno, pipa sepanjang 25 cm dengan diameter 5 cm sebagai

wadah fluida, dua sensor Efek Hall UGN44E untuk mendeteksi waktu saat bola magnetik jatuh ke dalam fluida, bola magnet neodimium berdiameter 10 mm sebagai bola uji viskometer digital, termometer alkohol untuk mengukur suhu fluida, magnet untuk mengambil bola dari dasar fluida, Arduino sebagai mikrokontroler yang mengatur sensor dalam mengukur waktu, kabel sebagai penghubung antar komponen, serta fluida cair berupa minyak goreng baru sebagai alat uji viskometer. Desain alat digunakan sebagai gambaran umum alat viskometer yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rancangan viskometer

Beberapa tahapan dan pengulangan dilakukan dalam penelitian ini. Langkah pertama adalah memasang kedua sensor pada jarak 15 cm kemudian mengukur suhu minyak goreng pada suhu ruangan. Setelah suhu terukur, bola magnetik dijatuhkan ke dalam pipa/tabung akrilik percobaan. Saat bola magnetik terdeteksi oleh sensor pertama, terjadi perubahan tegangan yang menyebabkan Arduino mulai menghitung waktu. Ketika bola magnet terdeteksi oleh sensor kedua, perubahan tegangan pada fotodiode sensor memicu Arduino untuk menghentikan pengukuran waktu. Jika bola tidak terdeteksi oleh salah satu atau kedua sensor, maka bola dijatuhkan kembali ke dalam minyak sampai terdeteksi oleh sensor. Percobaan diulang sebanyak 20 kali untuk memperoleh data yang akurat, kemudian data yang diperoleh diproses menggunakan Ms. Excel untuk mendapatkan nilai viskositas.

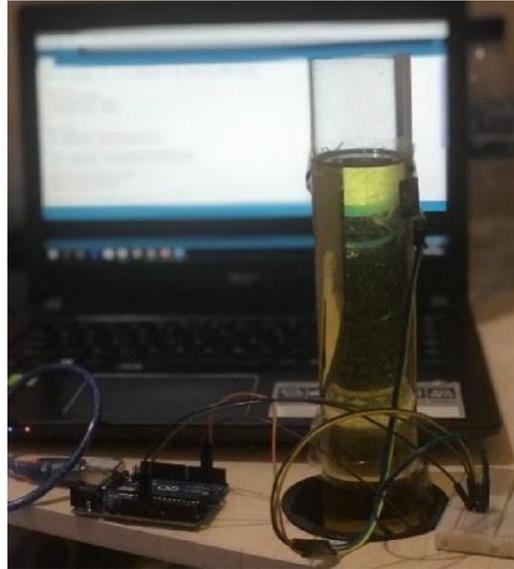
Hasil dan Pembahasan

Sebelum menganalisis kecepatan terminal dari viskositas menggunakan arduino, dilakukan pengukuran untuk mengetahui karakteristik instrument percobaan yang ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik instrument percobaan

Keterangan	Spesifikasi
Diameter bola	0,01 m
Jari-jari bola	0,005 m
Massa jenis bola	7500 kg/m ³
Gravitasi bumi	9,78 m/s ²
Jarak sensor	0,15 m
Massa jenis minyak goreng	800 kg/m ³

Parameter performansi dari struktur ini berupa klasifikasi tentang peran komponen penyusun sistem. Sistem pengukuran koefisien viskositas fluida secara digital ini menggunakan sensor Efek Hall UGN44E sebagai pendeteksi bola besi yang melewati fluida di dalam tabung. Mekanisme bola yang jatuh digunakan sebagai tanda waktu on-off ketika bola melewati fluida. Struktur viskositas ini dilakukan pada pipa yang panjangnya 20 cm berdiameter 5 cm. Desain rancangan viskometer dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rancangan sistem viskometer

Penentuan waktu penelitian ini dilakukan dalam lima tahapan, yaitu pengukuran pertama dilakukan pada suhu 21 , kedua dilakukan pada suhu 25 , pengukuran ketiga dilakukan pada suhu 26 , keempat dilakukan pada suhu 27 , dan pengukran kelima dilakukan pada suhu 28 . Nilai viskositas maksimum minya goreng yang diukur dilakukan dengan mengukur waktu tempuh dengan jarak sejauh 15 cm. Hasil penelitian ini kemudian di bandingkan dengan teori. Data hasil percobaan ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Data hasil percobaan

Pengukuran	Waktu (s)	Kecepatan (m/s ²)	Viskositas (Ns/m ²)	Ralat relative (%)	Suhu (°C)
1	0,727728	0,1091592	3,334884584	15%	28 ⁰
2	0,727546	0,1091319	3,335718826	15%	28 ⁰
3	0,723066	0,1084599	3,356386497	14%	27 ⁰
4	0,722057	0,1083085	3,361076603	14%	27 ⁰
5	0,720683	0,1081024	3,367484579	14%	27 ⁰
6	0,716038	0,1074057	3,389329741	13%	26 ⁰
7	0,710366	0,1065549	3,416392238	13%	26 ⁰
8	0,710177	0,1065265	3,417301446	13%	25 ⁰
9	0,704837	0,1057255	3,443191673	12%	25 ⁰
10	0,703125	0,1054687	3,451575309	12%	26 ⁰

11	0,692538	0,1038807	3,504340396	10%	26 ⁰
12	0,562748	0,0844122	4,312567773	10%	20 ⁰
13	0,690958	0,1036437	3,512353702	10%	28 ⁰
14	0,657012	0,0985518	3,693827341	6%	27 ⁰
15	0,597144	0,0895716	4,064160217	4%	21 ⁰
16	0,695735	0,1081024	3,367484579	14%	27 ⁰
17	0,598002	0,0897003	4,058329051	4%	21 ⁰
18	0,639275	0,0958912	3,796314401	3%	25 ⁰
19	0,633748	0,0950622	3,829422561	2%	25 ⁰
20	0,613027	0,0919540	3,958861337	1%	25 ⁰
Nilai rata-rata			3,598550138	8%	-

Nilai rata-rata viskositas minyak goreng yang diperoleh dari tabel di atas adalah $\pm 3,598 \text{ Ns/m}^2$ dengan kesalahan relatif sebesar 8%. Penelitian ini mengacu pada teori yang menyatakan viskositas minyak goreng sebesar $3,91 \times 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$, yang dilakukan oleh Sutiah et al. (2008). Kesalahan relatif dihitung menggunakan persamaan tertentu.

Hasil pengukuran viskositas minyak goreng menggunakan viskometer ini adalah $\pm 3,335 \text{ Ns/m}^2$ pada suhu 28°C, $\pm 3,389 \text{ Ns/m}^2$ pada suhu 27°C, $\pm 3,443 \text{ Ns/m}^2$ pada suhu 26°C, $\pm 4,443 \text{ Ns/m}^2$ pada suhu 25°C, $\pm 4,054 \text{ Ns/m}^2$ pada suhu 21°C, dan $\pm 4,312 \text{ Ns/m}^2$ pada suhu 20°C. Kesalahan relatif dari percobaan ini adalah 8% dibandingkan dengan nilai viskositas teori atau referensi. Kesalahan ini disebabkan oleh kemampuan deteksi magnet yang rendah, sehingga jarak antara bola magnet dan dinding tabung cukup dekat. Percobaan ini juga mengamati pengaruh suhu terhadap viskositas fluida, di mana viskositas cenderung menurun dengan meningkatnya suhu fluida, dan sebaliknya.

Simpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan viskometer dengan metode bola jatuh untuk menghitung waktu tempuh bola magnetik saat melewati dua sensor magnet. Hasil pengukuran viskositas minyak goreng menggunakan viskometer ini adalah $\pm 3,335 \text{ Ns/m}^2$ pada suhu 28°C, $\pm 3,389 \text{ Ns/m}^2$ pada suhu 27°C, $\pm 3,443 \text{ Ns/m}^2$ pada suhu 26°C, $\pm 4,443 \text{ Ns/m}^2$ pada suhu 25°C, $\pm 4,054 \text{ Ns/m}^2$ pada suhu 21°C, dan $\pm 4,312 \text{ Ns/m}^2$ pada suhu 20°C. Kesalahan relatif dari percobaan ini adalah 8% dibandingkan dengan nilai viskositas teori atau referensi. Kesalahan ini disebabkan oleh kemampuan deteksi magnet yang rendah, sehingga jarak antara bola magnet dan dinding tabung cukup dekat. Percobaan ini juga mengamati pengaruh suhu terhadap viskositas fluida, di mana viskositas cenderung menurun dengan meningkatnya suhu fluida, dan sebaliknya. Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan agar penelitian selanjutnya dapat melakukan uji validitas baik oleh pengguna maupun pakar yang kompeten dibidangnya. Sebisa mungkin alat yang sejenis dalam penelitian ini dapat dikembangkan agar tidak hanya mengukur waktu dan suhu.

Ucapan terima kasih

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada pihak Laboratorium Teknologi Pembelajaran Sains (LTPS) dan semua pihak yang berperan dalam penelitian Pengukuran Fluida menggunakan Sensor Efek Hall UGN44E Berbasis Arduino. Terima kasih kami ucapkan kepada pihak Bimawa Universitas Ahmad Dahlan baik dosen, mentor, dan laboran yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini. Bimbingan dari para dosen telah memberikan wawasan berharga, sementara bantuan teknis dari laboran dan mentor sangat membantu dalam pelaksanaan dan perancangan penelitian.

Referensi

- Abraham, I., & Supriyati, Y. (2022). Desain kuasi eksperimen dalam pendidikan: Literatur review. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 8(3). <https://ejournal.mandalanursa.org/index.php/JIME/article/view/3800>
- Agus Mulyono, E. S. A. (2012). Otomatisasi pengukuran koefisien viskositas zat cair menggunakan gelombang ultrasonik. *Jurnal Neutrino*. <http://ejournal.uin-malang.ac.id/index.php/NEUTRINO/article/view/1640>
- Elert, G. (2019). Viscosity. *Physics.info*. <https://physics.info/viscosity/> (diakses 15 Mei 2019).
- Erlangga, I. S. (2017). *Pembuatan alat ukur medan magnet pada kumparan Helmholtz menggunakan sensor UGN3503 yang dilengkapi dengan interface digital* (Tesis). Universitas Brawijaya.
- Fauziah, R., Abdullah, A. G., & Hakim, D. L. (2017). Pembelajaran saintifik elektronika dasar berorientasi pembelajaran berbasis masalah. *Innovation of Vocational Technology Education*, 9(2). <http://ejournal.upi.edu/index.php/invotec/article/view/4878>
- Fruchart, M., Scheibner, C., & Vitelli, V. (2023). Odd viscosity and odd elasticity. *Annual Review of Condensed Matter Physics*, 14(1), 471–510. <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-conmatphys-040821-125506>
- Gao, B., et al. (2022). Magnetic field effects in an octupolar quantum spin liquid candidate. *Physical Review B*, 106(9), 094425. <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevB.106.094425>
- Kumalasari, L., Suhadi, S., & Mahanal, S. (2023). Avipedia: An electronic encyclopedia of bird diversity in Baluran National Park - Indonesia. *Research and Development in Education (RaDEn)*, 3(1), 26-36. <https://doi.org/10.22219/raden.v3i1.23939>
- Kusdiastuti, M., Harjono, A., Sahidu, H., & Gunawan, G. (2017). Pengaruh model pembelajaran inkuiri berbantuan laboratorium virtual terhadap penguasaan konsep fisika peserta didik. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 2(3), 116–122. <https://jurnalfkip.unram.ac.id/index.php/JPFT/article/view/298>
- Muh Ali, A., Satriawati, S., & Nur, R. (2023). Meningkatkan hasil belajar IPA menggunakan metode eksperimen kelas VI sekolah dasar. *PTK: Jurnal Tindakan Kelas*, 3(2), 114–121. <https://jurnal.ciptamediaharmoni.id/index.php/ptk/article/view/150>
- Raharja, E. P., Ishafit, & Kusiana, R. (2020). Pengembangan modul praktikum gerak melingkar untuk siswa kelas X SMA Muhammadiyah 4 Yogyakarta. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 5(2), 151-157. <http://ojs.uho.ac.id/index.php/JIPFI>
- Raharja, E. P., Irianti, M., Lestari, R. D., Londong, C. M., & Mudumi, S. (2023). Analyzing physics experiment using sensor smartphone in traveling carnival. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(3), 1247-1254. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10n3.2900>

- Surtono, A., & Suciyati, S. W. (2010). Sistem pengukur kecepatan pada viskometer bola jatuh berbasis mikrokontroler ATmega 8535. *Proseding SATEK 3*, Universitas Lampung, 19 Oktober 2010.
- Tissos, N. P., Yulkifli, & Kamus, Z. (2014). Pembuatan sistem pengukuran viskositas fluida secara digital menggunakan sensor efek Hall UGN3503 berbasis Arduino Uno 328. *Jurnal Sainstek*, 6, 18-73.
- Unfa Solfiani, Purwanto Gendroyono, & Raharjo, I. A. (2020). Pengaruh distorsi harmonisa terhadap kinerja trip miniature circuit breaker tipe C 2A, 4A, dan 6A dengan sumber tegangan PLN dan genset. *Journal of Electrical Vocational Education and Technology*, 4(1), 28–34.
<http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/jevet/article/view/15052>