

Analisis Pola Terang Dan Gelap Pada Kisi Difraksi Menggunakan Sinar Laser: Studi Eksperimen Optika Gelombang

Refan Ardiansyah^{1*}, Dina Serlyana², Alya Ramadhani³, Olivia Habibah Martha⁴, Helda Putri⁵, Rezky Rahmadani⁶

^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi, Indonesia

Email Corresponding Author: refanardiansyah984@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola difraksi yang dihasilkan oleh kisi difraksi menggunakan sumber cahaya laser. Eksperimen dilakukan dengan memvariasikan jarak layar (L) sebesar 300 mm, 400 mm, dan 500 mm menggunakan kisi difraksi dengan kerapatan 100 garis/mm ($d = 0,01$ mm). Pengukuran dilakukan pada pola terang dan pola gelap dari orde pertama difraksi. Data hasil pengukuran menunjukkan bahwa jarak pola terang dan gelap meningkat seiring bertambahnya jarak layar. Panjang gelombang laser terukur pada kisaran 625–750 nm yang mendekati nilai teoritik laser He-Ne (632,8 nm). Hasil analisis menunjukkan bahwa persamaan kisi difraksi $d \sin \theta = m\lambda$ dapat diverifikasi secara eksperimen dengan tingkat akurasi yang baik. Penelitian ini memberikan pemahaman mendalam tentang fenomena difraksi cahaya yang penting dalam pembelajaran fisika optik. Sebagai rekomendasi untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk memvariasikan spesifikasi panjang gelombang sumber cahaya serta mengintegrasikan pembacaan pola gelap-terang menggunakan sensor cahaya digital berbasis mikrokontroler (seperti Arduino) untuk meminimalisasi ralat pengamatan manual dan meningkatkan kepresisian pengukuran.

Kata-kata kunci: Kisi Difraksi, Pola difraksi, Sinar laser, Panjang gelombang, Fisika optik

PENDAHULUAN

Cahaya merupakan gelombang elektromagnetik yang memiliki sifat-sifat khas, di antaranya dapat mengalami difraksi ketika melewati celah sempit atau kisi difraksi. Difraksi cahaya adalah fenomena penyebaran gelombang cahaya ketika menemui penghalang atau bukaan sempit yang ukurannya sebanding dengan panjang gelombang cahaya tersebut. Pemahaman tentang difraksi sangat penting dalam fisika optik karena fenomena ini menjadi dasar dalam karakterisasi panjang gelombang cahaya serta berbagai aplikasi ilmiah dan teknologi modern (Alvionita *et al.*, 2025).

Kisi difraksi merupakan komponen optik yang terdiri dari sejumlah besar celah atau goresan sejajar yang berjarak sama. Ketika cahaya monokromatik seperti laser melewati kisi difraksi, cahaya akan mengalami difraksi dan membentuk pola interferensi berupa pola terang dan gelap pada layar. Pola ini terbentuk akibat superposisi gelombang cahaya dari setiap celah kisi (Fatimah *et al.*, 2024). Fenomena ini telah menjadi salah satu topik fundamental dalam pembelajaran fisika di tingkat perguruan tinggi.

Persamaan kisi difraksi yang menggambarkan hubungan antara jarak celah kisi (d), sudut difraksi (θ), orde difraksi (m), dan panjang gelombang cahaya (λ) dinyatakan sebagai:

$$d \sin \theta = m\lambda$$

Persamaan ini menjadi acuan utama dalam analisis pola difraksi kisi berdasarkan hubungan antara panjang gelombang, jarak antar terang, dan konstanta kisi (Sariyanto *et al.*, 2024). Melalui persamaan tersebut, dapat ditentukan panjang gelombang sumber cahaya yang digunakan dengan mengukur posisi pola terang atau gelap yang terbentuk pada layar.

Penggunaan sinar laser sebagai sumber cahaya dalam eksperimen kisi difraksi memberikan keunggulan karena laser bersifat monokromatik dan memiliki arah berkas yang teratur sehingga pola difraksi yang dihasilkan lebih tajam dan mudah dianalisis (Salsabila *et al.*, 2023). Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengoptimalkan penggunaan kisi difraksi dalam pembelajaran fisika, baik di laboratorium konvensional maupun virtual.

Praktikum fisika optik, khususnya yang berkaitan dengan kisi difraksi, memiliki peran penting dalam mengembangkan keterampilan ilmiah mahasiswa. Melalui kegiatan praktikum, mahasiswa dapat memverifikasi teori secara langsung, meningkatkan kemampuan pengukuran, dan mengolah data secara ilmiah. Namun, tidak jarang terdapat perbedaan antara nilai teoritis dengan nilai eksperimen yang perlu dianalisis lebih lanjut.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengamati dan menganalisis pola difraksi yang terbentuk pada layar akibat kisi difraksi dengan kerapatan 100 garis/mm menggunakan sinar laser, (2) menentukan panjang gelombang cahaya laser berdasarkan data pengukuran pola terang dan pola gelap, dan (3) memverifikasi persamaan kisi difraksi secara eksperimen. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pemahaman konsep difraksi cahaya serta penguatan pembelajaran fisika optik.

Lebih jauh, pendekatan pembelajaran berbasis eksperimen sangat berpengaruh terhadap peningkatan pemahaman konsep fisika (Fitriana & Yuberti, 2019). Penerapan model scientific inquiry, misalnya, terbukti secara signifikan mampu meningkatkan keterampilan proses sains fisika (Aritonang *et al.*, 2024). Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan mengamati pola difraksi bukan sekadar rutinitas pembuktian matematis, melainkan sarana krusial untuk melatih mahasiswa dalam merancang, mengeksekusi, dan menganalisis fenomena alam. Berbekal pengalaman praktik dan observasi langsung, mahasiswa dibekali kompetensi untuk menyikapi dinamika pembelajaran sains di sekolah-sekolah yang sering kali membutuhkan adaptasi kreatif terhadap fasilitas laboratorium.

Dalam praktiknya, pelaksanaan eksperimen fisika kerap menuntut inovasi ketersediaan alat. Berbagai modifikasi telah dikembangkan, seperti pemanfaatan sinar laser mainan sebagai alternatif sumber cahaya monokromatik pada praktikum kisi difraksi (Kholifudin, 2017). Bahkan, material alam seperti eceng gondok telah diuji coba sebagai alternatif kisi difraksi sederhana (Marwoto *et al.*, 2022). Meskipun menggunakan berbagai alternatif peralatan, mahasiswa dituntut untuk menyusun prosedur pengumpulan data yang terstruktur guna menguji hubungan sebab-akibat antar variabel penelitian (Dermawan & Hasibuan, 2025).

Seiring kemajuan teknologi, eksperimen optika juga berpeluang besar diintegrasikan dengan sistem mikrokontroler. Pengembangan alat praktikum untuk pembelajaran konsep interferensi cahaya kini telah mulai menggunakan bantuan sensor kamera ESP-32 guna melatih keterampilan proses sains. Otomatisasi pembacaan intensitas pita terang-gelap menggunakan modul sensor cahaya maupun papan sirkuit terprogram menawarkan solusi modern untuk

meminimalisasi ralat paralaks dari pengukuran manual penggaris. Pemahaman dasar yang kuat pada eksperimen konvensional ini menjadi jembatan penting sebelum mahasiswa bereksplorasi menciptakan instrumentasi pendidikan fisika yang lebih canggih.

Penggunaan kisi difraksi dengan konstanta 100 garis/mm, 300 garis/mm, maupun 600 garis/mm telah secara konsisten digunakan untuk menentukan panjang gelombang laser merah sebagai sumber cahaya monokromatik. Terdapat fenomena di mana semakin besar jarak layar, maka semakin besar pula jarak antar pola difraksi yang terbentuk, mengindikasikan adanya hubungan linear antara keduanya sesuai dengan prediksi teori.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium yang dilakukan secara kuantitatif. metode eksperimen digunakan untuk memberikan pengalaman langsung kepada dalam menguji konsep melalui kegiatan praktikum sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir ilmiah (Sutrisno & Jazuli, 2022). Kegiatan laboratorium merupakan bagian penting dalam pembelajaran sains karena memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melakukan eksperimen secara langsung dalam rangka memahami konsep ilmiah (A. A. Putri *et al.*, 2022). Pendekatan eksperimen dipilih karena tujuan utama penelitian adalah memverifikasi persamaan kisi difraksi berdasarkan data pengukuran langsung (Mendrofa & Harefa, 2025).

Alat dan Bahan

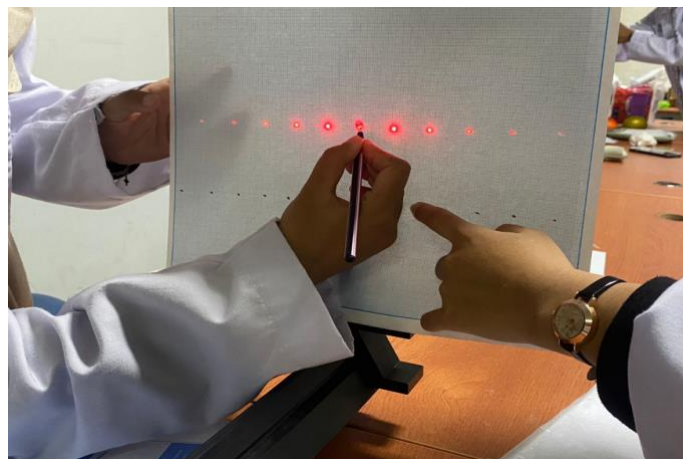
Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: (1) rel optik dan kisi difraksi dengan kerapatan $N = 100$ garis/mm, (2) sumber cahaya laser, (3) layar pengamatan berwarna putih, (4) penggaris dan meteran untuk mengukur jarak layar dan jarak pola difraksi, serta (5) statif atau penyangga optik untuk menjaga kestabilan peralatan.



Gambar 1. Alat dan bahan yang digunakan
(Sumber: Dokumentasi, 2026)

Prosedur Eksperimen

penelitian eksperimen mencakup tahapan sistematis mulai dari perancangan eksperimen, pengumpulan data, hingga analisis hasil untuk menguji hubungan sebab-akibat antar variabel penelitian (Dermawan & Hasibuan, 2025). Prosedur eksperimen dijelaskan sebagai rangkaian langkah yang terstruktur dalam pelaksanaan eksperimen, mencakup penentuan variabel, penggunaan instrumen, serta pengambilan data yang harus dapat direplikasi untuk menjaga validitas penelitian (Saraswati *et al.*, 2026). Prosedur eksperimen dilakukan dengan langkah-langkah berikut. Pertama, kisi difraksi dipasang tegak lurus terhadap berkas sinar laser. Kedua, layar pengamatan ditempatkan pada jarak $L = 300$ mm dari kisi difraksi. Ketiga, sinar laser dinyalakan dan pola difraksi yang terbentuk pada layar diamati. Keempat, posisi pola terang (bright fringe) dan pola gelap (dark fringe) pada orde pertama diukur dari titik tengah pola difraksi. Kelima, langkah yang sama diulangi untuk jarak layar $L = 400$ mm dan $L = 500$ mm. Terakhir, dilakukan penggambaran sesuai dengan pancaran sinar laser yang terpancar pada layar (kertas milimeter blok) seperti yang tertera pada dokumentasi berikut.



Gambar 2. Proses penggambaran pola terang
(Sumber: Dokumentasi, 2026)

Teknik Analisis Data

Data hasil pengukuran dianalisis menggunakan persamaan kisi difraksi. Panjang gelombang cahaya laser dihitung berdasarkan pengukuran jarak pola terang (P) dan jarak layar (L) dengan menggunakan pendekatan sudut kecil:

$$\lambda = (d \times P) / (m \times L)$$

di mana d adalah jarak antar celah kisi (mm), P adalah jarak pola dari pusat (mm), m adalah orde difraksi, dan L adalah jarak layar dari kisi (mm). Perhitungan dilakukan untuk pola terang ($m = 1$) dan pola gelap ($m = 1/2$) secara terpisah, kemudian hasil dibandingkan dengan nilai referensi panjang gelombang laser.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Eksperimen

Tabel 1. Jarak pola terang dengan sinar cahaya laser

No	N (Garis/mm)	d (mm)	L (mm)	λ (nm)	P (mm)
1.	100	0,01	300	660	20
2.	100	0,01	400	625	25
3.	100	0,01	500	660	33

Tabel 2. Jarak pada pola gelap dengan sinar cahaya laser

No	N (Garis/mm)	d (mm)	L (mm)	λ (nm)	P (mm)
1.	100	0,01	300	660	10
2.	100	0,01	400	750	15
3.	100	0,01	500	660	16,5

Tabel 3. Jarak Pada Pola Terang

No	N (Garis/mm)	d (mm)	L (mm)	λ (nm)	P (mm)
1.	100	0,01	300	660	19,8
2.	100	0,01	400	625	25
3.	100	0,01	500	660	33

Tabel 4. Jarak Pada Pola Gelap

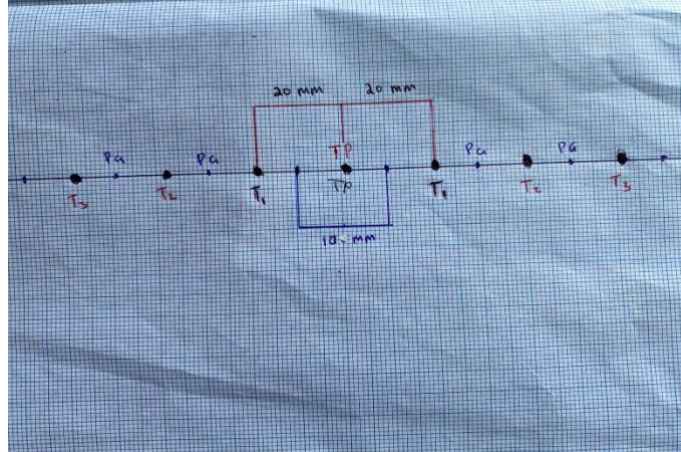
No	N (Garis/mm)	d (mm)	L (mm)	λ (nm)	P (mm)
1.	100	0,01	300	660	9,9
2.	100	0,01	400	625	15
3.	100	0,01	500	660	16,5

Pembahasan

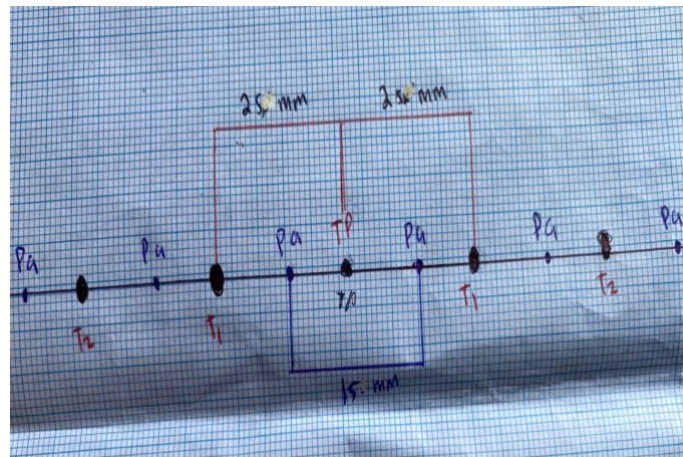
Berdasarkan data yang diperoleh dari Tabel 1 dan Tabel 2, dilakukan perhitungan panjang gelombang cahaya laser menggunakan persamaan kisi difraksi. Nilai λ dihitung untuk masing-masing variasi jarak layar pada pola terang dan pola gelap orde pertama. Pola terang orde pertama menggunakan $m = 1$, sedangkan pola gelap orde pertama menggunakan $m = 1$ dalam konteks interferensi destruktif kisi (Marwoto *et al.*, 2022). pola interferensi terbentuk karena perbedaan lintasan dua gelombang koheren, menghasilkan maksimum (terang) dan minimum

DOI: <https://doi.org/10.63976/kuantum.v7i1.1479>

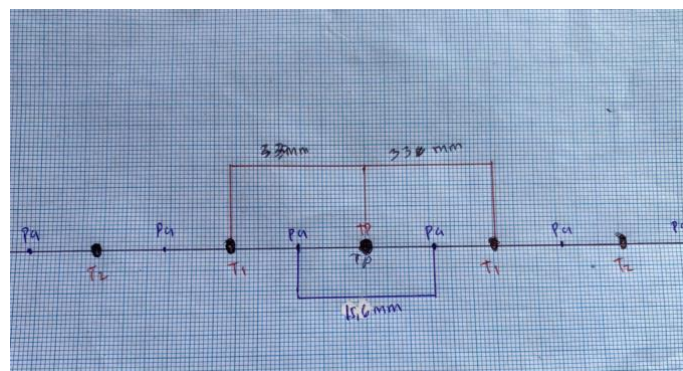
(gelap) yang dapat dinyatakan dalam orde interferensi (m), termasuk orde pertama ($m = 1$) (Gulo *et al.*, 2025). Berikut disajikan hasil tangkapan saat dilakukan percobaan yang dituangkan menggunakan kertas milimeter blok



Gambar 3. Pola Terang Gelap Pada $L = 300$ mm
(Sumber : Dokumentasi, 2026)



Gambar 4. Pola Terang Gelap Pada $L = 400$ mm
(Sumber : Dokumentasi, 2026)



Gambar 5. Pola Terang Gelap Pada $L = 500$ mm
(Sumber : Dokumentasi, 2026)

Dari data Tabel 1 (pola terang), dengan $L = 300$ mm, $P = 20$ mm, dan $d = 0,01$ mm, diperoleh:

$$\lambda = \frac{(0,01 \times 20)}{(1 \times 300)} = 0,000667 \text{ mm} = 667 \text{ nm}$$

Dengan $L = 400$ mm, $P = 25$ mm, diperoleh $\lambda = \frac{(0,01 \times 25)}{(1 \times 400)} = 0,000625 \text{ mm} = 625 \text{ nm}$.

Dengan $L = 500$ mm, $P = 33$ mm, diperoleh $\lambda = \frac{(0,01 \times 33)}{(1 \times 500)} = 0,000660 \text{ mm} = 660 \text{ nm}$. Rata-rata panjang gelombang dari pola terang adalah sekitar 650,67 nm.

Sementara itu, dari data Tabel 2 (pola gelap), dengan $L = 300$ mm, $P = 10$ mm, diperoleh:

$$\lambda = \frac{(0,01 \times 10)}{(0,5 \times 300)} = 0,000667 \text{ mm} = 667 \text{ nm}$$

Dengan $L = 400$ mm, $P = 15$ mm, diperoleh $\lambda = \frac{(0,01 \times 15)}{(0,5 \times 400)} = 0,000750 \text{ mm} = 750 \text{ nm}$.

Dengan $L = 500$ mm, $P = 16,5$ mm, diperoleh $\lambda = \frac{(0,01 \times 16,5)}{(0,5 \times 500)} = 0,000660 \text{ mm} = 660 \text{ nm}$. Nilai rata-rata panjang gelombang dari pola gelap adalah sekitar 692,33 nm.

Nilai panjang gelombang yang terukur berkisar antara 625 nm hingga 750 nm. Rentang ini mendekati spektrum cahaya merah (620–750 nm), yang sesuai dengan karakteristik umum laser dioda merah atau laser He-Ne dengan panjang gelombang 632,8 nm (Purwaningsih *et al.*, 2024). Perbedaan antara nilai teoritis dan eksperimen dapat disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya ketidaktepatan dalam penentuan posisi titik terang dan gelap, paralaks saat pembacaan skala, serta getaran pada peralatan eksperimen. Laser He-Ne dan laser dioda merah menghasilkan pola interferensi yang tidak berbeda secara signifikan meskipun menggunakan jumlah celah yang berbeda (Handayani, 2024).

Perbandingan data Tabel 1 dan Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai P pada Tabel 3 (19,8 mm pada $L = 300$ mm) lebih kecil 0,2 mm dibandingkan Tabel 1 (20 mm pada $L = 300$ mm). Perbedaan nilai yang diperoleh dari hasil eksperimen dengan nilai teori menunjukkan adanya pengaruh ketidaktepatan pengukuran serta kondisi eksperimen yang tidak ideal (Sulistri & Masturi, 2023). Secara keseluruhan, kedua set data menunjukkan konsistensi yang baik.

Hasil penelitian ini konsisten dengan temuan berbagai studi sebelumnya yang menyatakan bahwa Difraksi grating dengan konstanta 100 lines/mm, 300 lines/mm, dan 600 lines/mm digunakan untuk menentukan panjang gelombang laser merah sebagai sumber cahaya monokromatik (Purwaningsih *et al.*, 2023). Semakin besar jarak layar L , semakin besar pula jarak antar pola difraksi P , yang menunjukkan hubungan linear antara keduanya sesuai dengan prediksi teori (Kholifudin, 2017).

Fenomena difraksi yang teramati dalam eksperimen ini merupakan bukti nyata dari sifat gelombang cahaya. Ketika cahaya laser yang koheren dan monokromatik melewati kisi difraksi, setiap celah kisi bertindak sebagai sumber gelombang Huygens yang baru. Interferensi konstruktif dari gelombang-gelombang ini menghasilkan pola terang, sedangkan interferensi destruktif menghasilkan pola gelap (D. S. Putri *et al.*, 2024).

Dari sisi pedagogis, eksperimen kisi difraksi memiliki nilai yang sangat tinggi dalam pembelajaran fisika. Mahasiswa dapat langsung mengamati fenomena gelombang cahaya dan memverifikasi persamaan fisika secara eksperimen. Hal ini sejalan dengan pendapat yang menyatakan bahwa Terdapat peningkatan yang signifikan hasil belajar aspek kognitif dan keterampilan proses sains melalui metode eksperimen (Subekti & Ariswan, 2025). Pembelajaran berbasis eksperimen berpengaruh terhadap peningkatan pemahaman konsep fisika siswa (Fitriana & Yuberti, 2019). Model pembelajaran scientific inquiry meningkatkan keterampilan proses sains fisika siswa secara signifikan (Aritonang *et al.*, 2024).

Persentase kesalahan (error) antara nilai panjang gelombang eksperimen dengan nilai teoritik laser He-Ne (632,8 nm) berkisar antara 1,1% hingga 18,5%. Tingkat kesalahan ini masih dalam batas yang dapat diterima untuk eksperimen fisika dasar tingkat perguruan tinggi, mengingat keterbatasan peralatan dan kondisi lingkungan pengukuran. Untuk meningkatkan akurasi hasil, diperlukan pengulangan pengukuran yang lebih banyak dan penggunaan alat ukur yang lebih presisi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut. Pertama, eksperimen kisi difraksi dengan menggunakan sinar laser dan kisi difraksi 100 garis/mm berhasil menghasilkan pola terang dan gelap yang dapat diamati dan diukur pada tiga variasi jarak layar (300 mm, 400 mm, dan 500 mm). Kedua, nilai panjang gelombang cahaya laser yang terukur berkisar antara 625 nm hingga 750 nm, yang mendekati nilai teoritis laser merah (632,8 nm) dengan persentase kesalahan yang masih dapat diterima. Ketiga, persamaan kisi difraksi $d \sin \theta = m\lambda$ berhasil diverifikasi secara eksperimen, dan terbukti bahwa jarak pola difraksi berbanding lurus dengan jarak layar. Keempat, perbedaan nilai antara pola terang dan gelap serta antar pengulangan pengukuran masih dalam batas ketidakpastian yang wajar untuk eksperimen fisika dasar. Penelitian ini menegaskan bahwa praktikum kisi difraksi merupakan metode pembelajaran yang efektif untuk memahami fenomena gelombang cahaya secara empiris.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih diucapkan kepada Laboratorium Fisika Dasar Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan yang telah memberikan ruang kepada mahasiswa agar dapat melakukan eksperimen kisi difraksi. Eksperimen tidak akan berjalan dengan lancar tanpa adanya asisten laboratorium pada mata kuliah Fisika Dasar II. Selain itu, terima kasih juga diucapkan kepada rekan-rekan seperjuangan serta tim penulis yang sudah membantu terciptanya artikel ini.

REFERENSI

- Alvionita, S., Purwaningsih, S., & Lestari, N. (2025). Pengembangan Penuntun Praktikum Fisika Modern Untuk Menghitung Panjang Gelombang Laser He - Ne Dengan Difraksi Celah GandA. *Jurnal Pendidikan Kreatif*, VI(1), 95–108.
- Aritonang, S., Hasibuan, I. S., & Nasirsah. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Scientific Inquiry Terhadap Keterampilan Proses Sains Fisika Siswa. *Optika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 19–27.

- Dermawan, H., & Hasibuan, A. (2025). Metode Penelitian Eksperimen: Prinsip, Prosedur, dan Aplikasi dalam Penelitian Ilmiah. *Jurnal Industri, Manajemen Dan Rekayasa Sistem Industri*, 3(2), 4–7.
- Fatihah, N., Wardhana, F. A. K., Putra, G. K. O., & Mahmudah, R. S. N. (2024). Analisis Panjang Gelombang Laser Monokromatik Melalui Pola Interferensi Cahaya Dari Kisi Difraksi Transmisi. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 12(02), 15–20.
- Fitriana, A. W., & Yuberti. (2019). Pembelajaran Fisika Berbasis Poe (Predict-Observe-Explain) Menggunakan Metode Eksperimen Ditinjau Dari Pemahaman Konsep Fisika. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 254–261.
- Gulo, P. A., Afriani, D., Lubis, R. A., & Masyhurah, D. (2025). Analysis Of Light Diffraction Interference Patterns In Young ' S Double Slit Experiment. *Journal of Frontier Research in Science and Engineering*, 3(2), 11–18.
- Handayani, S. L. (2024). Analisis Pola Interferensi Celah Banyak Untuk Menentukan Panjang Gelombang Laser He-Ne Dan Laser Dioda. *Jurnal Fisika*, 4(1), 26–31.
- Kholifudin, M. Y. (2017). Sinar Laser Mainan Sebagai Alternatif Sumber cahaya Monokromatik Praktikum Kisi Difraksi Cahaya. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 8(2), 129–134.
- Marwoto, P., Hakim, L., Wahyuni, S., Astuti, B., Mutiarani, A., & Nafisah, D. (2022). Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Sebagai Alternatif Kisi Difraksi Sederhana Berbahan Alam. *Unnes Physics Education Journal*, 11(2), 35–45.
- Mendrofa, V. K., & Harefa, M. (2025). Analisisliteratur tentang difraksi dan interferensi dalam teknologi optik. *IDENTIK: Jurnal Ilmu Ekonomi, Pendidikan Dan Teknik*, 02(03), 29–36.
- Purwaningsih, S., Falah, H. S., Lestari, N., Sitinjak, H., & Mousa, A. (2024). *Wavelength Of The He-Ne Laser By Using Two Types Of Diaphragm Methods*. 8(1), 231–239.
- Purwaningsih, S., Lestari, N., Yuversa, E., & Riantoni, C. (2023). Using a Diffraction Grid to Measure the Wavelength of a POF Laser. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 8(2), 130–136.
- Putri, A. A., Nurdian, D., Rohmatulloh, G., Supriatno, B., & Anggraeni, S. (2022). Analisis dan Rekonstruksi Kegiatan Laboratorium Alternatif: Meningkatkan Keterampilan Literasi Kuantitatif melalui Praktikum Ingenhousz Adelia. *Jurnal Basicedu*, 6(4), 7396–7407.
- Putri, D. S., Herlina, K., Anggreini, & Universitas. (2024). Development of Practicum Tools for Learning the Concept of Light Interference Assisted by the ESP-32 Camera Sensor to Practice Science Process Skills. *Radiasi: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, 17(2), 92–101.
- Salsabila, A., Rahmah, N. E., Yusuf, E. J., Febriyanti, R., Suryadi, A., & Kusumah, F. H. (2023). Laser Pointer Light As An Alternative Monochromatic Light Source In Diffraction Grating. (*JOUMI*):*Jurnal Multidisiplin Indonesia*, 1(4), 176–191.
- Saraswati, R. D., Purwanto, L., & Muljadinata, A. S. (2026). Tinjauan Literatur Protokol Eksperimen Penelitian Arsitektur: Variabel, Instrumentasi, Dan Prosedur Pengambilan Data. *Jurnal Arsitekta*, 8(1), 28–42.
- Sariyanto, E., Suciwati, S. W., Junaidi, G. A. P., & Jurusan. (2024). Pengukuran Panjang Gelombang Sumber Lampu Monokromatis dari Pola Difraksi Cahaya Berbasis Webcam dan Borland Delphi. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 02(02), 199–204.
- Subekti, Y., & Ariswan, A. (2025). Pembelajaran Fisika dengan Metode Eksperimen untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif dan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 252–261.
- Sulistri, E., & Masturi. (2023). Analisis Interferensi Cahaya Laser Terhambur Meng Gunakan Cermin Datar “ Berdebu ” Untuk Menentukan Indeks Bias Kaca. 3(1), 1–8.

Sutrisno, & Jazuli, A. (2022). Pembelajaran Eksperimen terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif dan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4(5), 523–532.