

Analisis Panjang Gelombang Laser Monokromatik Melalui Pola Interferensi Cahaya Dari Kisi Difraksi Transmisi

Nurul Fatihah^{(1,a)*}, Fatah Ari Kusuma Wardhana^(1,b), Giovanni Krisostomos Ory Putra^(1,c) dan Rida Siti Nur'aini Mahmudah^(1,d)

¹Departemen Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia, 55281

Email : ^(a)nurulfatihah.2022@student.uny.ac.id , ^(b)fatahari.2022@student.uny.ac.id ,

^(c)giovannikrisostomos.2022@student.uny.ac.id ^(d)rida@uny.ac.id

Diterima (18 April 2024), Direvisi (22 Juni 2024)

Abstract. This study aimed to prove the concept of diffraction by determining the wavelength of green (532 ± 10) nm and purple (405 ± 10) nm laser pointers using transmission diffraction gratings of light interference patterns. The wavelength measurement results are then compared with the wavelength indicated on the laser. In this study, the distance between the grid and the screen (L) was varied by 100 cm, 75 cm, and 50 cm while the distance between the gaps (d) was varied by 100 lines/mm, 300 lines/mm, and 600 lines/mm. The method used in this study is an experimental method using a transmission diffraction grid and the interference results are displayed on the screen. The results showed data on brightspot distances of order $n-1$, 2, and 3 from the center of the pattern with variations in laser green and purple, variations in screen distance with grids (L) 100 cm, 75 cm, and 100 cm, and variations in gap width (d) 100 lines/mm, 300 lines/mm, and 600 lines/mm. The data is then analyzed using the bright-pattern constructive interference equation to determine the wavelength. Based on wavelength measurement data, at the same lattice distance with the screen (L) and lattice width (d), the green laser has a brighter distance that is farther apart than the purple laser. The conclusion of this study is that when the gap width is smaller, the distance between the brights will be farther apart or the x value is larger, the results of measuring the wavelength are appropriate on the green laser (532 ± 11) nm, and close to the purple laser (412 ± 23).

Keywords: Wavelength, Laser, Transmission grating, Diffraction, Interference.

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan konsep difraksi dengan menentukan panjang gelombang laser pointer hijau (532 ± 10) nm dan ungu (405 ± 10) nm menggunakan kisi difraksi transmisi dari pola interferensi cahaya. Hasil pengukuran panjang gelombang kemudian dibandingkan dengan panjang gelombang yang tertera pada laser. Pada penelitian ini Jarak kisi dengan layar (L) di variasi 100 cm, 75 cm, dan 50 cm sedangkan jarak antar celah (d) divariasi 100 lines/mm, 300 lines/mm, dan 600 lines/mm. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen menggunakan kisi difraksi transmisi dan hasil interferensi ditampilkan pada layar. Hasil penelitian menunjukkan data jarak titik terang orde ke $n-1$, 2, dan 3 dari pusat pola dengan variasi laser hijau dan ungu, variasi jarak layar dengan kisi (L) 100 cm, 75 cm, dan 100 cm, serta variasi lebar celah (d) 100 lines/mm, 300 lines/mm, dan 600 lines/mm. Data kemudian dianalisis menggunakan persamaan interferensi konstruktif pola terang untuk menentukan panjang gelombang. Berdasarkan data hasil pengukuran panjang gelombang, pada jarak kisi dengan layar (L) dan lebar kisi (d) yang sama, laser hijau memiliki jarak terang yang lebih berjauhan dibandingkan dengan laser ungu. Kesimpulan dari penelitian ini adalah ketika lebar celah semakin kecil, maka jarak antar terang akan semakin berjauhan atau nilai x semakin besar, Hasil pengukuran panjang gelombang sesuai pada laser hijau (532 ± 11) nm, dan mendekati pada laser ungu (412 ± 23).

Kata kunci: Panjang gelombang, Laser, Kisi transmisi, Difraksi, Interferensi.

PENDAHULUAN

Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) memiliki banyak manfaat di era modern ini baik dalam bidang medis, kecantikan, dan bidang lainnya. Laser merupakan jenis cahaya sehingga dapat dipantulkan, dua cara yaitu metode difraksi menggunakan kisi difraksi dan interferensi. Beberapa penelitian melakukan pengukuran panjang gelombang laser menggunakan interferometer michelson [1], Fiber optik [2], Eksperimen interferensi tiga celah [3], metode beat frequency antara laser yang standar dan laser yang diukur [4], dan metode kisi difraksi pada kasus panjang gelombang cahaya tampak [5].

Kisi difraksi ada dua jenis yaitu kisi difraksi transmisi dan refleksi yang dibedakan oleh pola difraksi yang dihasilkan [6]. Pengukuran panjang gelombang menggunakan kisi difraksi transmisi mempunyai kesalahan lebih sedikit dibandingkan dengan pengukuran panjang gelombang menggunakan kisi difraksi refleksi [7]. Melalui penelitian tentang berbagai metode pengukuran panjang gelombang, penelitian ini menggunakan metode kisi difraksi transmisi dari pola interferensi cahaya.

Interferensi cahaya merupakan paduan dua gelombang cahaya atau lebih sehingga diperoleh gelombang yang berbeda dibandingkan dengan sebelumnya. [8]. Apabila dua gelombang atau lebih bertemu dan saling menguatkan, maka akan terjadi interferensi konstruktif dan membentuk pola terang. Jika kedua gelombang atau lebih tidak bertemu akan terjadi interferensi destruktif membentuk pola garis gelap [9]. Cahaya mempunyai sifat sebagai gelombang sehingga dapat menciptakan prinsip superposisi dengan turunannya berupa difraksi dan interferensi [10]. Difraksi dan interferensi dapat terjadi secara bersamaan

yaitu ketika cahaya melalui objek tipis atau celah sempit kemudian mengalami penggabungan dan membentuk pola gelombang cahaya yang baru [11].

Laser mempunyai sifat yang tidak dimiliki oleh sumber cahaya lain karena bersifat searah, intensitas, koherensi, dan monokromatis [12]. Monokromatik artinya hanya mengandung satu panjang gelombang yang ditentukan oleh jumlah energi yang dilepaskan saat elektron dari tingkat orbit lebih tinggi ke tingkat orbit yang lebih rendah [13]. Koheren artinya setiap foton yang menghasilkan sinar laser bergerak bersama secara teratur dan terorganisir [14]. Panjang gelombang laser ungu berkisar (405 ± 10) nm, laser merah sebesar ($652,5 \pm 17,7$) nm, dan panjang gelombang laser hijau sebesar (532 ± 10) nm [15].

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini bertujuan untuk membuktikan konsep difraksi dengan menentukan panjang gelombang laser menggunakan kisi difraksi transmisi dari pola interferensi cahaya. Pada penelitian ini menggunakan dua jenis laser berwarna hijau dengan panjang gelombang (532 ± 10) nm dan laser ungu dengan panjang gelombang (405 ± 10) nm. Jarak kisi dengan layar divariasi 100 cm, 75 cm, dan 50 cm sedangkan jarak antar celah divariasi 100 lines/mm, 300 lines/mm, dan 600 lines/mm. Hasil pengukuran panjang gelombang kedua laser kemudian dibandingkan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2023 – November 2023. Tempat dilakukan penelitian ini adalah Laboratorium Fisika Dasar FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu mengukur panjang gelombang laser hijau (532 ± 10) nm dan ungu (405 ± 10) nm menggunakan kisi difraksi transmisi dari pola interferensi cahaya. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kisi transmisi, meteran, layar tampilan, HP

untuk mengambil gambar, dan laser. Kisi yang digunakan memiliki lebar celah 100 lines/mm, 300 lines/mm, dan 600 lines/mm. Jenis laser yang digunakan adalah laser pointer.



(a)



(b)



(c)

Gambar 1. Alat dalam percobaan (a) kisi transmisi, (b) laser hijau, (c) laser ungu.

Kisi difraksi memiliki celah dengan jarak yang sama. Cahaya yang melewati celah tersebut akan membentuk pola interferensi gelap terang. Titik terang terjadi ketika beda lintasan kedua berkas sinar merupakan hasil kali bilangan bulat dengan panjang gelombang laser yang digunakan [7]. Ketika cahaya monokromatik dikirim melalui celah tersebut, maka akan terbentuk interferensi yang dapat dianalisis untuk menentukan panjang gelombang cahaya menggunakan persamaan (1), (2), dan (3).

$$d \sin(\theta) = n\lambda, \quad (1)$$

$$\sin \theta = x/L, \quad (2)$$

$$d=1/\text{lines} \quad (3)$$

Dengan λ = panjang gelombang cahaya, n = urutan titik terang ke n dari titik terang 0, d = jumlah celah/lebar kisi difraksi, $\sin(\theta)$ = jarak celah ke layar/ jarak cahaya ke layar ke titik terang n , L = jarak layar dari kisi, dan x = jarak titik terang orde ke n dari pusat pola.



Gambar 2. Skema percobaan.

Gambar 2 menunjukkan skema percobaan pengukuran panjang gelombang menggunakan kisi difraksi transmisi. Kisi difraksi ditempatkan pada jarak sejauh 100 cm, 75 cm dan 50 cm dari layar. Kemudian sinar laser ditembakkan pada kisi difraksi yang menghasilkan pola cahaya menyebar. Kemudian dilakukan pengukuran panjang jarak antara titik terang utama dan titik terang ke-1,2,3 menggunakan meteran. Titik terang utama adalah titik terang yang terletak di tengah dan memancarkan intensitas yang lebih kuat dibandingkan titik terang ke $n-1, 2$, dan 3.

HASIL & PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan data jarak titik terang orde ke $n-1, 2$, dan 3 dari pusat pola dengan variasi laser hijau dan ungu, variasi jarak layar dengan kisi (L) 100 cm, 75 cm, dan 100 cm, serta variasi lebar celah (d) 100 lines/mm, 300 lines/mm, dan 600 lines/mm.

Fatihah dkk : Analisis Panjang Gelombang Laser Monokromatik Melalui Pola Interferensi Cahaya Dari Kisi Difraksi Transmisi

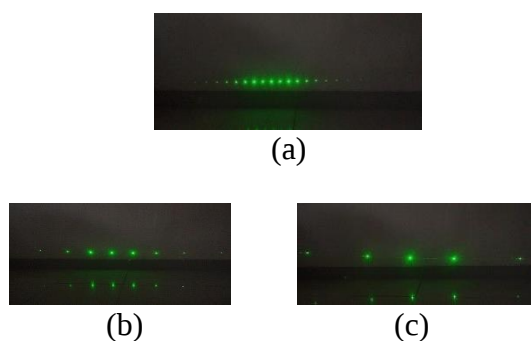
Tabel 1. pengukuran panjang gelombang laser hijau

Laser	L (cm)	d (lines/mm)	nilai x dari n_1 (cm)	nilai x dari n_2 (cm)	nilai x dari n_3 (cm)
Hijau	100	100	5,3	11	16,5
			5,3	11	16,5
			5,5	11	16,5
		300	16	33,5	53,5
			16	33,5	53,5
			16,1	33,5	53,5
		600	33	79,5	-
			32,5	79	-
			33,5	80,5	-
Hijau	75	100	4	8	12,2
			3,9	8,1	12,1
			4	8	12,1
		300	11,9	25	40
			12	24,8	39,8
			12	24,8	39,8
		600	25,4	63	-
			25,3	62,9	-
			25,1	62,9	-
Hijau	50	100	2,9	5,5	7,8
			2,8	5,5	7,8
			2,8	5,6	8
		300	8,1	16,5	26,5
			8	16,4	26,5
			8,1	16,5	26,6
		600	17	43,5	-
			17,1	43,4	-
			16,9	43,3	-

Tabel 2. Pengukuran panjang gelombang laser ungu

Laser	L (cm)	d (lines/mm)	nilai x dari n_1 (cm)	nilai x dari n_2 (cm)	nilai x dari n_3 (cm)
Ungu	100	100	5,1	8,2	12,2
			5,2	8,2	12,3
			5,1	8,2	12,3
		300	12,4	25	38,5
			12,6	24,9	38,5
			12,4	24,9	38,4
		600	24,8	57,3	-
			24,8	57,3	-
			24,7	57,3	-
Ungu	75	100	3,3	6,3	9
			3,3	6,2	9
			3,3	6,3	9
		300	9	18,5	29
			9,1	18,3	29
			9,1	18,3	29
		600	18,5	43,6	-
			18,5	43,7	-
			18,5	43,5	-
Ungu	50	100	2,1	4,1	6,1
			2,1	4,2	6
			2,3	4,2	6,1
		300	6	12,5	19,4
			6	12,4	19,3
			5,9	12,5	19,2
		600	13	29	-
			13,2	28,8	-
			13	29	-

Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran panjang gelombang pada laser hijau sedangkan tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran panjang gelombang pada laser ungu. Nilai x dari n ke-3 untuk d 600 lines/mm baik laser hijau maupun laser ungu tidak teramati dikarenakan tampilan pada layar hanya sampai n ke-2. Berdasarkan data hasil pengukuran panjang gelombang, pada jarak kisi dengan layar (L) dan lebar kisi (d) yang sama, laser hijau memiliki jarak terang yang lebih berjauhan dibandingkan dengan laser ungu. Pada semua kasus, nilai x untuk n_3 akan lebih besar dari n_2 dan nilai x untuk n_2 lebih besar dari n_1 .



Gambar 3. Tampilan gelap terang pada layar (a) 100 lines/mm (b) 300 lines/mm (c) 600 lines/mm dengan L 50 cm.

Gambar 3 menunjukkan bahwa ketika lebar celah semakin kecil maka jarak antar terang akan semakin berjauhan atau nilai x semakin besar. Hal ini ditunjukkan pada jarak antar terang lines 600 ($d = 1/600$ mm) memiliki jarak antar terang lebih berjauhan dibandingkan pada d dengan lines 300 ($d = 1/300$ mm) dan lines 100 ($d = 1/100$ mm). Hal ini juga berlaku untuk kasus L pada jarak 100 cm dan 50 cm. Data pada tabel 1 dan tabel 2 kemudian dianalisis untuk menentukan panjang gelombang laser menggunakan persamaan (1), (2), dan (3) dan dibandingkan dengan panjang gelombang laser sesungguhnya (yang tertera pada laser). Ketidakpastian pengukuran ditentukan melalui standar deviasi pada excel.

sTabel 3. Hasil analisis perhitungan panjang gelombang

Jenis Laser	λ (nm)	
	λ sesungguhnya (nm)	λ hasil analisis perhitungan (nm)
Laser hijau	(532 ± 10)	(532 ± 11)
Laser ungu	(405 ± 10)	(412 ± 23)

Tabel 3 menunjukkan hasil analisis pengukuran panjang gelombang laser hijau (532 ± 10) nm dan laser ungu (405 ± 10) nm. Berdasarkan analisis perhitungan yang telah dilakukan, hasil menunjukkan kesesuaian dengan panjang gelombang sesungguhnya. Pada laser hijau panjang gelombang sesungguhnya hasilnya sama dengan panjang gelombang berdasarkan hasil analisis perhitungan. Sedangkan pada laser ungu terdapat sedikit perbedaan antara panjang gelombang sesungguhnya dan panjang gelombang berdasarkan analisis perhitungan. Perbedaan ini dikarenakan pengukuran dibutuhkan ketelitian pengukuran dan penempatan alat yang sesuai agar hasil yang diperoleh lebih mendekati panjang gelombang sesungguhnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa konsep difraksi terbukti. Hasil menunjukkan kesesuaian dengan teori bahwa ketika lebar celah semakin kecil maka jarak antar terang akan semakin berjauhan atau nilai x semakin besar. Hasil pengukuran panjang gelombang laser sesuai pada laser hijau (532 ± 11) dan mendekati pada laser ungu (412 ± 23).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Fadri, "Analisis Pola Interferensi Terhadap Perubahan Suhu Menggunakan Interferometer Michelson (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin)," 2020.

- [2] M. A. Riswanto, M. Junus, and Y. H. P. Isnomo, "Analisis Perubahan Suhu Terhadap Panjang Gelombang Pada Media Fiber Optik Berstruktur Singlemode-Multimode," *J. Jartel J. Jar. Telekomun.*, vol. 10, no. 3, pp. 129–135, 2020, doi: 10.33795/jartel.v10i3.103.
- [3] A. H. Panuluh, E. D. Atmajati, and S. A. Sulandari, "Otomatisasi Eksperimen Interferensi Tiga Celah," *J. Fis. Flux J. Ilm. Fis. FMIPA Univ. Lambung Mangkurat*, vol. 17, no. 2, p. 119, 2020, doi: 10.20527/flux.v17i2.8332.
- [4] W. K. Perangin-angin, "Sistem Pengukuran Panjang Gelombang Laser 633 nm di Puslit KIM LIPI," *Puslit KIM LIPI*, no. November, 2017.
- [5] R. HERDIANA, "Pengembangan Alat Peraga Fisika Berbasis Arduino Uno Untuk Menentukan Panjang Gelombang Cahaya Dengan Metode Kisi Difraksi (Studi Kasus Panjang Gelombang Cahaya Tampak)," *Univ. Siliwangi*, no. 2011, pp. 1–23, 2022.
- [6] B. Alam, P. Frekuensi, and A. A. Usman, "PENYERAP GELOMBANG RADAR MIKROKOMPOSIT rGO-Fe 3 O 4 BERBASIS MIKROKOMPOSIT rGO-Fe 3 O 4 BERBASIS," 2019.
- [7] Minarni, Saktioto, and G. Lestari, "Pengukuran Panjang Gelombang Cahaya Laser Dioda Menggunakan Kisi Difraksi Refleksi dan Transmisi Laser He - Ne Laser Hijau Laser Merah," *Pros. Semirata FMIPA Univ. Lampung*, pp. 167–171, 2013.
- [8] D. P. Putra, *Analisis Kemampuan Scientific Explanation Siswa SMA IT Yapira Pada Materi Gelombang Cahaya (Bachelor's thesis, Jakarta: FITK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta)*. 2023.
- [9] Sujoko, *Gelombang Berjalan & Gelombang Stasioner*. Jakarta: Direktorat SMA, 2020.
- [10] U. Sari, N. A. Siddiq, M. Khoiro, A. S. Hidayat, and D. Julianitasari, "Analisis Jumlah Laser Dioda Terhadap Amplifikasi Daya Intensity Tunable Laser Pada Aplikasi Sumber Cahaya Pandu Gelombang Optik Berbasis Material Nonlinear," *Pros. SNFA (Seminar Nas. Fis. dan Apl.*, vol. 2, p. 250, 2017, doi: 10.20961/prosidingsnfa.v2i0.16406.
- [11] A. Firmansyah, D. F. Yulianto, R. M. Fahmi, and F. A. Darmawan, *Fenomena Difraksi Dan Interferensi Cahaya Dalam Pengukuran Diameter Objek Tipis*. 2022.
- [12] M. Shiddiq and R. Fitriani, "Membandingkan kinerja laser dan led dalam pencitraan fluoresensi buah berondolan kelapa sawit," *J. Penelit. Sains*, vol. 19, no. 2, pp. 55–61, 2017.
- [13] M. Susilayati, "Difraksi pada Laser: Tafsir atas 'Cahaya di atas Cahaya'?", *SHAHIH J. Islam. Multidiscip.*, vol. 1, no. 2, pp. 193–205, 2016, doi: 10.22515/shahih.v1i2.332.
- [14] S. F. Sandra, S. R. U. A. Sherwin, and A. E. Kendek, "Rancang Bangun Alat Simulasi Latihan Menembak Berbasis Arduino Uno," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 7, no. 2, pp. 183–188, 2018.
- [15] A. W. Nurcahyo, R. D. Handayani, and A. D. Lesmono, "Variasi Indeks Bias Air Pada Suhu 5 0 C-50 0 C Dengan Panjang Gelombang Sinar Ungu," *J. Pendidik. Fis.*, vol. 3, no. 2, pp. 137–144, 2014.