

Laser as a tool to measure the diameter of goat hair (*Capra aegagrus hircus*)

Rani Rahmawati, Widi Komariah, Helmina Pebriyanti,
Dedeh Sukmawati, Siti Rusmiati, Retno Nopita, Eko Sujarwanto*

Department of Physics Education, Universitas Siliwangi, Tasikmalaya 46115, Indonesia

*Corresponding author: eko.sujarwanto@unsil.ac.id

ABSTRACT

Measuring the diameter of objects that have dimensions less than 1/100 mm has a high degree of difficulty. The use of a micrometer is still not able to make these measurements. One way that can be used is to use the concept of diffraction. The purpose of this study was to measure the diameter of goat hair using the concept of diffraction. The tools used are a laser with a red wavelength, a screen, support, and specimens of goat hair. Measurements were taken three times with results of 13.9×10^{-5} , 11×10^{-5} , and 8×10^{-5} m. The diameter values obtained from this experiment are still within the diameter range of mammalian hair, which is on the order of 10^{-5} m. Based on this experimental activity, it can also be seen that hair can be used to demonstrate the phenomenon of diffraction due to the characteristics of hair being filamentous and has a diameter close to the wavelength of light from a laser, so that it can produce a diffraction pattern when light is passed through the laser.

Keywords: *Capra aegagrus hircus*; diffraction; goat; hair diameter; laser

Received 21-07-2023 | Revised 07-12-2023 | Accepted 08-12-2023 | Published 07-03-2024

PENDAHULUAN

Fisika adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan yang membahas terkait dengan sifat, hukum-hukum alam, serta aplikasi dalam kehidupan sehari-hari, memiliki konsep yang konkret dan juga abstrak. Banyak konsep fisika yang bersifat abstrak maka sering kali mengalami kesulitan memvisualisasikan dalam proses pembelajaran. Sehingga berdampak pada sulitnya seseorang untuk memahami materi tersebut [1].

Untuk mengatasi masalah di atas, maka diperlukan sebuah keterampilan proses sains yang dikombinasikan dengan pendekatan saintifik dan metode praktikum. Berdasarkan pernyataan Haryato et al. menyebutkan bahwa dengan menggunakan alat peraga dalam praktikum, akan meningkatkan keterampilan proses peserta didik [2]. Alat peraga praktikum digunakan dalam proses pembelajaran bertujuan supaya peserta didik mendapatkan pengalaman langsung yang berkaitan dengan materi pembelajaran, dengan kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan dengan cara

yang menarik dan aktif. Hal tersebut akan mempengaruhi tingkat pemahaman peserta didik terhadap materi pembelajaran [2].

Salah satu konsep dalam fisika adalah gelombang elektromagnetik, yang memuat fenomena difraksi dan interferensi. Difraksi cahaya terjadi karena adanya penghalang berupa celah sempit yang menyebabkan terjadinya peristiwa pembelokan atau penyebaran gelombang [3]. Gelombang tersebut dapat terdifraksi dan berinterferensi antara satu gelombang dengan gelombang lainnya. Interferensi pada gelombang menghasilkan dua keadaan, yaitu keadaan yang lebih terang (interferensi konstruktif) dan keadaan yang lebih gelap (interferensi destruktif). Untuk itu, telah dilakukan sebuah praktikum dengan alat peraga yang memanfaatkan sinar laser dan rambut kambing sebagai bahan praktikum agar dapat memahami materi tentang difraksi pada mata kuliah Gelombang Elektromagnetik.

Menurut Nuraeni et al. (2019), fenomena difraksi ini dapat ditunjukkan dengan menggunakan laser dan rambut manusia atau hewan mamalia lainnya seperti kambing [4].

Penggunaan rambut disebabkan karena rambut memiliki karakteristik berserabut. Laser (*light amplification by stimulated emission of radiation*) merupakan alat yang dapat memancarkan radiasi elektromagnetik [4]. Laser memancarkan foton dengan pancaran yang koheren dan tunggal. Sinar laser memiliki sifat yang istimewa, diantaranya yaitu monokromatik, koheren, dan sangat terarah. Cahaya yang dipancarkan oleh laser memiliki nilai panjang gelombang tertentu yang menyebabkan laser dapat menghasilkan sinar radiasi yang sempit. Pada umumnya, laser yang beredar di pasaran merupakan laser yang memiliki intensitas cahaya rendah. Namun, laser tersebut masih bisa digunakan untuk menunjukkan fenomena difraksi.

Fenomena difraksi yang ditunjukkan oleh alat peraga yang terdiri dari laser dan rambut disebabkan karena cahaya laser melewati celah sempit pada rambut. Hal tersebut menyebabkan terbentuknya pola difraksi pada layar, yaitu pola yang terdiri pita terang dan pita gelap [4]. Pada percobaan yang telah dilakukan, objek yang digunakan dalam pengukuran diameter adalah rambut kambing. Percobaan ini dilakukan dengan tujuan untuk menunjukkan fenomena difraksi dengan menggunakan alat sederhana yang ada di kehidupan sehari-hari dan mendapatkan nilai diameter dari rambut kambing melalui fenomena difraksi ini.

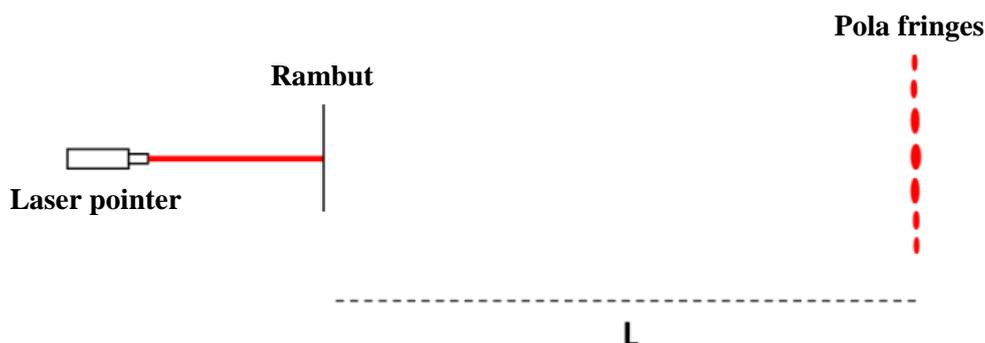
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan menggunakan difraksi sinar laser. Laser yang digunakan adalah laser monokromatis berwarna merah dengan panjang

gelombang 650 nm atau $6,5 \times 10^{-7}$ m. Alat dan bahan yang digunakan adalah laser merah dengan panjang gelombang 650 nm sebagai sumber cahaya, kertas HVS sebagai layar untuk melihat hasil difraksi, penggaris untuk mengukur jarak dari layar ke rambut dan jarak antar celah terang gelap, spidol Untuk menandai setiap perpindahan jarak dari layar ke rambut dan jarak antar celah terang gelap, lakban bening untuk merekatkan laser dengan bulu kambing, tripod sebagai penyangga laser, dan bulu kambing sebagai objek pengamatan. Rambut kambing berasal dari dua kambing yang berbeda.

Prosedur percobaan pada pengukuran diameter bulu kambing menggunakan laser adalah sebagai berikut:

1. Menempelkan kertas HVS ke dinding sebagai layar.
2. Menempelkan bulu kambing pada laser menggunakan lakban bening.
3. Memasang laser yang sudah ditempelkan dengan bulu kambing pada tripod sebagai alat penyangga laser.
4. Mengatur jarak laser dengan layar sejauh 1,6 m.
5. Menyalakan dan menembakkan sinar laser tepat jatuh pada layar.
6. Menandai terang pusat dan ukur jarak antara pola terang pusat ke pola terang di kedua sisi kanan dan kiri pada layar.
7. Mengulangi langkah 2 – 6 pada 2 bulu kambing yang berbeda, dengan setiap helai bulu kambing dilakukan 2 kali pengulangan sehingga data yang diperoleh $2 \times 2 \times 2 = 8$ percobaan.



Gambar 1. Skema alat untuk mengukur diameter rambut kambing (*Capra aegagrus hircus*).

Skema eksperimen ditunjukkan Gambar 1. Data berupa hasil pengukuran jarak antara pola terang pusat ke tepi pola terang di kedua sisi kanan dan kiri pada layar terbentuk karena fenomena difraksi. Diameter rambut ditentukan dengan menggunakan Persamaan (1):

$$d = \frac{n\lambda}{\sin \theta} \quad (1)$$

dimana $\sin \theta = y/L$, y = jarak terang ke- n terang pusat, dan L = jarak objek dengan layar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kambing yang diukur rambutnya sejumlah dua ekor. Berdasarkan Tabel 1, didapatkan bahwa percobaan pada kambing pertama dengan dua rambut yang berbeda menghasilkan rata-rata diameter rambut sebesar $13,9 \times 10^{-5}$ m. Sementara pada Tabel 2, percobaan pada kambing kedua dengan dua rambut yang berbeda juga, menghasilkan rata-rata diameter rambut sebesar 11×10^{-5} m dan 8×10^{-5} m.

Tabel 1. Hasil perhitungan diameter rambut kambing pertama.

Rambut ke-n	Ulangan ke-n	y_1 (m)	d (m)	Rata-rata (m)
1	1	8×10^{-5}	13×10^{-5}	$13,9 \times 10^{-5}$
	2	7×10^{-5}	$14,9 \times 10^{-5}$	
2	1	7×10^{-5}	$14,9 \times 10^{-5}$	$13,9 \times 10^{-5}$
	2	8×10^{-5}	13×10^{-5}	

Tabel 2. Hasil perhitungan diameter rambut kambing kedua.

Rambut ke-n	Ulangan ke-n	y_1 (m)	d (m)	Rata-rata (m)
1	1	9×10^{-5}	$11,6 \times 10^{-5}$	11×10^{-5}
	2	10×10^{-5}	$10,4 \times 10^{-5}$	
2	1	13×10^{-5}	8×10^{-5}	8×10^{-5}
	2	13×10^{-5}	8×10^{-5}	

Percobaan dari kedua kambing menghasilkan diameter rambut yang berbeda-beda, hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan jarak ke pola gelap pertama di setiap percobaannya. Hal tersebut ditunjukkan oleh persamaan matematis dari Persamaan 1 yang berkaitan dengan difraksi. Pola difraksi yang teramati ditunjukkan Gambar 2.

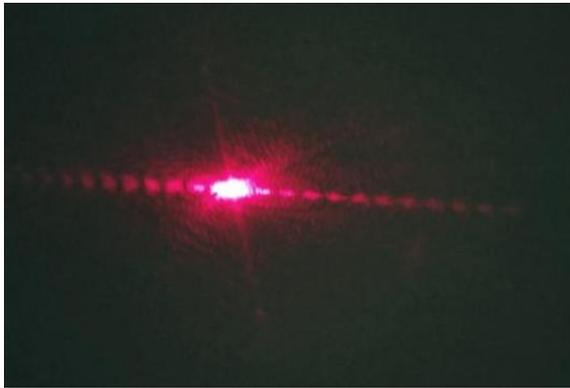
Percobaan yang dilakukan bertujuan untuk mengukur diameter rambut kambing, menggunakan prinsip difraksi. Percobaan dilakukan dengan menggunakan rambut kambing dan laser. Proses pengambilan data dilakukan di ruangan dengan pencahayaan yang rendah, hal ini bertujuan supaya pola difraksi yang dihasilkan oleh cahaya laser yang mengenai rambut kambing dapat terbentuk dan terlihat dengan jelas.

Sinar laser merupakan cahaya monokromatik [5]. Laser yang digunakan pada

percobaan ini merupakan laser yang memiliki sinar berwarna merah, dengan spesifikasi panjang gelombang sebesar 630 – 650 nm. Pada percobaan ini, sumber cahaya monokromatik dari sinar laser yang berwarna merah dihalangi oleh rambut kambing. Hal tersebut menyebabkan sinar laser menyebar pada rambut, sehingga menciptakan pola difraksi yang terdiri dari pola gelap dan pola terang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2, dapat diketahui bahwa pancaran sinar laser yang mengenai rambut menghasilkan intensitas cahaya yang berbeda-beda pada layar. Intensitas cahaya di bagian pusat memiliki intensitas yang paling tinggi, sementara semakin ke samping kiri dan samping kanan intensitas cahaya yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini dapat disebabkan karena cahaya dari sinar laser yang melewati rambut sebagai celah tunggal,

menghasilkan pola difraksi dengan intensitas yang lebih besar pada pusat maksimum (terang pusat) dan intensitas yang lebih rendah pada kedua sisinya [6]. Hubungan antara Gambar dengan intensitas pola difraksi celah tunggal ditunjukkan oleh Gambar 3.

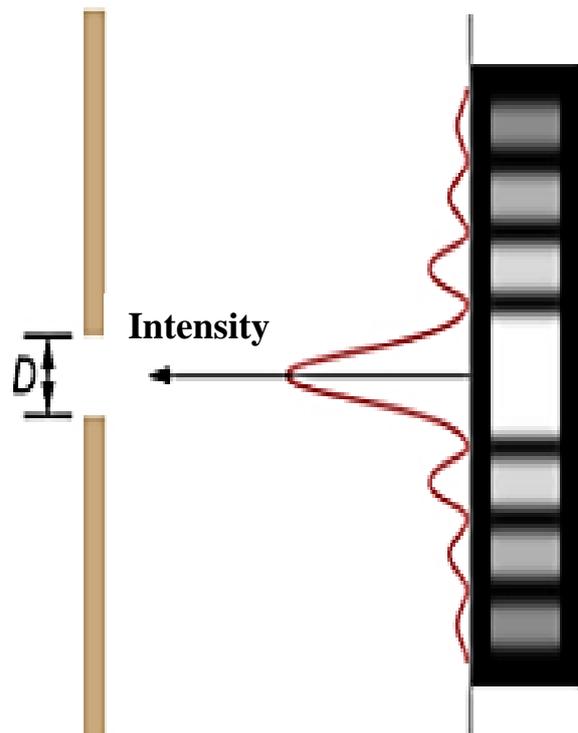


Gambar 2. Pola gelap terang difraksi pada layar yang dihasilkan saat laser mengenai rambut kambing.

Diameter dari rambut kambing diukur dengan menggunakan empat sampel rambut dari dua kambing, dengan masing-masing kambing terdiri dari dua sampel rambut yang berbeda. Percobaan dilakukan sebanyak delapan kali, dengan masing-masing rambut dilakukan dua kali percobaan. Rambut diletakkan tepat di bagian depan laser, sehingga jarak antara layar dengan laser dan jarak antara layar dengan rambut memiliki jarak yang sama, yaitu 1,6 m.

Hasil perhitungan dengan menggunakan Persamaan 1, ditunjukkan pada Tabel 1, dengan nilai rata-rata diameter rambut terdiri dari $13,9 \times 10^{-5}$, 11×10^{-5} , dan 8×10^{-5} m. Berdasarkan Nuraeni *et al.* (2019), pengukuran diameter manusia dengan menggunakan prinsip difraksi menghasilkan kisaran diameter rambut 6×10^{-5} m sampai 18×10^{-5} m [4]. Selain itu, hasil pengukuran yang dilakukan oleh Greenslade (2000) menghasilkan diameter kumis kucing pada ujung tipis sebesar $7,6 \times 10^{-5}$ m [7]. Percobaan yang dilakukan oleh Dichtel *et al.* (2023) dalam pengukuran diameter rambut manusia menghasilkan diameter sebesar $5,15 \times 10^{-5}$ m [8]. Messer (2018) juga melakukan percobaan serupa pada rambut manusia,

memperoleh rata-rata diameter rambut pada kisaran 7×10^{-5} m [9]. Sementara, Yogaswara *et al.* (2018) melakukan percobaan dengan metode difraksi berbasis citra digital memperoleh diameter rambut manusia pada orde 10^{-5} m [10]. Berdasarkan hasil penelitian-penelitian sebelumnya, dapat diketahui bahwa hasil percobaan yang telah dilakukan untuk mendapatkan nilai diameter rambut kambing masih dalam rentang diameter rambut-rambut makhluk mamalia.



Gambar 3. Intensitas pola difraksi celah tunggal [6].

Dalam proses mendapatkan nilai diameter rambut kambing, peneliti mengalami kendala saat proses percobaan berlangsung. Kendala-kendala tersebut berasal dari faktor alat yang digunakan dan faktor yang berasal dari pengamat. Kendala pada faktor alat, yaitu laser yang harus selalu ditekan untuk memancarkan cahaya sehingga mempengaruhi posisi pola difraksi pada layar yang kurang stabil. Selain itu, sinar yang dipancarkan laser pada layar tidak menghasilkan cahaya laser yang terpusat, tapi menyebar membentuk titik yang besar. Hal ini menyebabkan pola difraksi tidak dapat terlihat dengan jelas. Kendala pada faktor

pengamat adalah karena kurangnya ketelitian tentang percobaan ini menyebabkan proses pelaksanaan percobaan terhambat dan harus melakukan percobaan ulang untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

Solusi dari kendala-kendala yang dialami, yaitu pada kendala pertama peneliti menggunakan cara merekatkan bagian tumbol laser dengan kuat dan menempatkan laser pada alat tripod sehingga hasil pola difraksi pada layar yang didapatkan lebih stabil dan jelas. Pada kendala kedua, peneliti menempatkan rambut pada bagian yang tepat pada alat laser, peneliti juga merekatkan rambut dengan kuat karena masalah tersebut disebabkan oleh rambut yang tidak menempel secara tepat pada laser. Sementara, pada kendala yang berasal dari faktor pengamat, peneliti melakukan pencarian referensi-referensi yang berkaitan dengan percobaan ini untuk meningkatkan ketelitian dan meminimalisasi terjadinya kesalahan selama proses percobaan. Selain terjadinya kendala-kendala selama proses percobaan, cara percobaan yang dilakukan juga mengalami kelemahan, yaitu jika tidak menempatkan rambut pada posisi yang tepat, maka pola difraksi yang didapatkan juga kurang baik. Selain itu, cara percobaan ini rawan terjadi kesalahan dalam menentukan pola gelap terang pada layar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan dan pengamatan dapat disimpulkan bahwa, diameter dari rambut kambing memiliki rata-rata $13,9 \times 10^{-5}$, 11×10^{-5} , dan 8×10^{-5} m. Nilai diameter yang didapatkan dari percobaan ini masih terdapat dalam kisaran diameter yang dimiliki oleh rambut mamalia, yaitu berkisar pada orde 10^{-5} m. Berdasarkan kegiatan percobaan ini juga, dapat diketahui bahwa rambut dapat digunakan untuk menunjukkan fenomena difraksi karena rambut memiliki diameter yang seorde dengan panjang gelombang sinar laser merah. Percobaan ini telah menunjukkan bahwa fenomena difraksi dapat ditunjukkan dengan

alat yang sederhana dan dapat dijadikan alternatif dalam media pembelajaran di kelas.

REFERENSI

1. Amanda, F. D., Purwaningsih, S., & Dani, R. (2022). Pengembangan media virtual laboratory menggunakan Adobe Flash CS5.5 pada materi difraksi laser. *Jurnal Pendidikan Fisika*, **10**(1), 123–140.
2. Haryanto, F. A. O. D., Shiddiq, M., & Setiadi, R. N. (2020). Pengembangan kit praktikum gelombang elektromagnetik untuk meningkatkan keterampilan proses siswa SMA. *Jurnal Edu Sains*, **3**(1), 9–18.
3. Susilayati, M. (2016). Difraksi pada laser: Tafsir atas “Cahaya di atas cahaya”?. *SHAHIH: Journal of Islamicate Multidisciplinary*, **1**(2), 193–205.
4. Nuraeni, A., Nurfa, N. N., Nisa, P. A., Azzahra, U. H., & Sujarwanto, E. (2019). Penentuan diameter rambut menggunakan laser sebagai fenomena difraksi pada biomaterial. *Diffraction*, **1**(2), 29–33.
5. Kholifudin, M. Y. (2017). Sinar laser mainan sebagai alternatif sumber cahaya monokromatik praktikum kisi difraksi cahaya. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, **8**(2), 129–134.
6. Ling, S. J., Sanny, J., & Moebis, W. (2018). *University Physics Volume 3*. Texas: OpenStax.
7. Greenslade Jr, T. B. (2000). Diffraction by a cat’s whisker. *The Physics Teacher*, **38**(7), 422–422.
8. Dichtel, C. R., Dichtel, J. R., & Dichtel, W. R. (2023). Experimental measurement of the diameter of a human hair via two-color light diffraction. *Psychiatry*, **86**(3), 267–270.
9. Messer, R. (2018). Single slit interference made easy with a strand of hair and a laser.

- The Physics Teacher*, **56**(1), 58–59.
10. Yogaswara, Y., Nurzaman, I., Aimon, A. H., & Kurniasih, N. (2018). Perhitungan

diameter dan modulus elastisitas rambut dengan metode difraksi berbasis citra digital. *Prosiding SNIPS*, 262–268.



Artikel ini menggunakan lisensi
[Creative Commons Attribution
4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)