

Meningkatkan Pemahaman Mahasiswa Pada Materi Optika Geometri Lensa Tipis

¹ Alfi Maulani, ² Hendro Waryanto, ³ Andri S. Husein

^{1,2} Program Studi Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Pamulang

³ Psi Square – Land of Ideas

E-mail: ¹ dosen02330@unpam.ac.id

ABSTRACT

This Pengabdian Kepada Masyarakat (PkM) aims to develop effective teaching materials to introduce specific concepts in the field of geometric optics, with a focus on thin lenses. The primary objectives include explaining the origin and significance of the Lens Maker Equation, the process of deriving the equation, and exploring its practical applications. Additionally, the PkM activities aim to enhance students' understanding of the physical principles in geometric optics. According to the statistical report from ResearchGate (RG) for the period of June 2-20, 2024, the chapter "Lensa Tipis: Persamaan Pembuat Lensa" attracted the interest of 351 readers. Among them, 150 individuals read the full text, while 201 others read partially. The percentage of full-text readers reached 42.7% of the total readers, which exceeds the number of students in the Executive Class at Mayora from the Industrial Engineering, Electrical Engineering, and Informatics Engineering programs, totaling 31 students. The surplus of 119 full-text readers indicates that these teaching materials also capture the attention of the general public using social media, particularly Facebook and WhatsApp.

Keywords: Geometric Optics, Thin Lenses, Convex Lenses, Teaching Materials.

ABSTRAK

Pengabdian Kepada Masyarakat ini bertujuan untuk menyusun bahan ajar yang efektif dalam mengenalkan konsep-konsep khusus di bidang optika geometri, dengan fokus pada lensa tipis. Tujuan utama mencakup penjelasan asal usul dan pentingnya Persamaan Pembuat Lensa (*Lens Maker Equation*), serta proses penurunan persamaan tersebut dan eksplorasi aplikasi praktisnya. Dengan ini, kegiatan PkM juga bertujuan untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa mengenai prinsip-prinsip fisika dalam optika geometri. Dari hasil laporan statistik ResearchGate (RG) pada periode 2-20 Juni 2024, chapter "Lensa Tipis: Persamaan Pembuat Lensa" telah menarik minat 351 pembaca. Dari jumlah tersebut, 150 orang membaca penuh (*full-text reads*) sementara 201 orang lainnya membaca sebagian. Persentase pembaca penuh mencapai 42,7% dari total pembaca, yang melebihi jumlah mahasiswa di Kelas Eksekutif Mayora dari Prodi Teknik Industri, Teknik Elektro, dan Teknik Informatika yang berjumlah 31 orang. Kelebihan 119 pembaca penuh mengindikasikan bahwa bahan ajar ini juga menarik perhatian masyarakat umum pengguna media sosial, khususnya Facebook dan WhatsApp.

Kata Kunci: Optika Geometri, Lensa Tipis, Lensa Cembung, Bahan Ajar.

PENDAHULUAN

Tim Prodi Matematika yang terdiri dari dosen dan mahasiswa berkolaborasi dengan mitra Psi Square dalam menyelenggarakan kegiatan PkM di Tangerang. Psi square merupakan mitra yang bergerak dalam dunia Pendidikan. Tim Prodi Matematika berkomitmen untuk memberikan kontribusi positif kepada mitra pendidikan, khususnya dalam mengatasi permasalahan yang terkait dengan konsep optika geometri lensa tipis. Hal ini ditujukan kepada Mahasiswa/i Kelas Eksekutif Mayora Prodi Teknik Industri, Teknik Elektro dan Teknik Informatika, Universitas Buddhi Dharma yang sedang mengambil mata kuliah Fisika 2. Satu permasalahan utama yang dihadapi oleh mitra terkait dengan konsep optika geometri lensa tipis adalah: "Bagaimana mendeskripsikan perambatan sinar di dalam lensa tipis sehingga Mahasiswa/i di Prodi Teknik Industri, Teknik Elektro dan Teknik Informatika, Kelas Eksekutif Mayora, Universitas Buddhi Dharma yang sedang mengambil mata kuliah Fisika 2 dapat menyelesaikan soal-soal pembiasan cahaya pada materi lensa tipis yang pada akhirnya dapat meningkatkan kephahaman mahasiswa?".

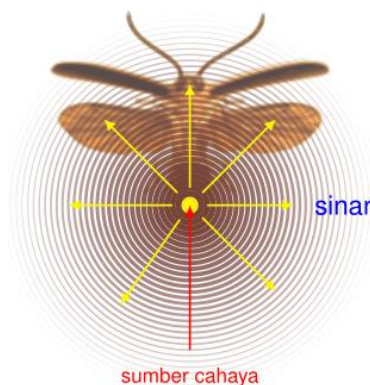
Berdasarkan rumusan masalah di atas, dapat disusun tujuan pengabdian kepada masyarakat antara lain: (1) Menyusun bahan ajar yang sesuai untuk mengenalkan konsep-konsep khusus, yang dalam hal ini, tentang optika geometri lensa tipis, (2) Menjelaskan asal usul dan pentingnya Persamaan Pembuat Lensa, (3) Menjelaskan proses penurunan Persamaan Pembuat Lensa dan menjelajahi aplikasi praktisnya, (4) Meningkatkan kedalaman pemahaman mahasiswa tentang prinsip-prinsip fisika dalam optika geometri.

Berdasarkan tujuan di atas, dapat disusun manfaat pengabdian kepada masyarakat antara lain: (1) Penyusunan bahan ajar yang sesuai dapat memastikan bahwa materi yang disampaikan terstruktur dengan baik dan sesuai dengan tingkat pemahaman mahasiswa. Ini membantu mahasiswa memahami konsep optika geometri lensa tipis secara lebih jelas dan mendalam, (2) Menjelaskan asal usul dan pentingnya Persamaan Pembuat Lensa memberikan konteks historis dan teoretis yang membantu mahasiswa memahami mengapa persamaan ini penting dalam bidang optika, (3) Menjelaskan proses penurunan persamaan memberikan mahasiswa pemahaman yang lebih mendalam tentang prinsip-prinsip matematika dan fisika yang mendasari persamaan tersebut, (4) Dengan meningkatkan kedalaman pemahaman tentang prinsip-prinsip fisika, mahasiswa dapat mengembangkan keterampilan analitis dan kritis yang lebih baik.

TINJAUAN PUSTAKA

Konsep Dasar Optika Geometri

Optika geometri adalah cabang optika yang berasumsi bahwa cahaya terdiri dari garis-garis arah yang disebut berkas sinar. Contoh berkas sinar dari titik sumber cahaya dapat dilihat pada Gambar 1. Dalam optika geometri, perambatan cahaya dianggap sebagai pergerakan sinar dalam garis lurus ketika berada di medium yang seragam.

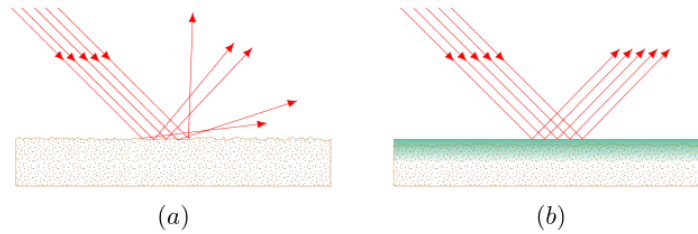


Gambar 1. Berkas sinar dari seekor kunang-kunang.
Gambar kunang-kunang diadaptasi dari (Davis, n.d.)

Jika sinar melewati antarmuka antara dua medium yang berbeda, arah pergerakannya dapat berubah sesuai dengan hukum pemantulan dan pembiasan. Berdasarkan pengertian ini, hukum alam yang menjadi dasar dalam optika geometri adalah **hukum pemantulan** dan **hukum pembiasan**.

Pemantulan

Ketika cahaya jatuh pada permukaan suatu benda, sebagian energinya akan terpantul (Stark, 11 Juni, 2024). Ada dua jenis pemantulan cahaya: pemantulan baur dan pemantulan teratur. Pemantulan baur terjadi ketika cahaya jatuh pada permukaan kasar, sehingga cahaya tersebut dipantulkan ke berbagai arah. Gambar 2 (a) menunjukkan berkas sinar yang mengalami pemantulan baur setelah mengenai permukaan kasar yang memiliki tekstur berlekuk pada tingkat mikroskopis. Contoh permukaan kasar termasuk selembar kertas dan jalan beraspal.



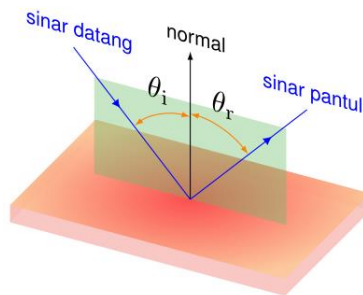
Gambar 2. Pemantulan baur oleh permukaan benda yang kasar,
(b) Pemantulan teratur oleh permukaan benda yang mulus

Selanjutnya, jika cahaya jatuh pada permukaan yang mulus, maka cahaya akan terpantul secara teratur. Permukaan yang mulus tidak hanya mencakup cermin, kaca, atau permukaan air kolam yang tenang, tetapi juga permukaan aspal yang kasar dapat menjadi mulus jika basah, misalnya oleh air hujan. Hal ini menjadi salah satu alasan mengapa pengemudi kendaraan sulit melihat jalan saat berkendara pada malam hari yang hujan. Gambar 2 (b) menunjukkan berkas sinar yang terpantul secara teratur oleh permukaan mulus, seperti aspal basah.

Pada dua macam pemantulan cahaya tersebut berlaku hukum pemantulan. Hukum pemantulan menyatakan bahwa sudut sinar pantul besarnya sama dengan sudut sinar datang, atau

$$\theta_r = \theta_i \quad (1)$$

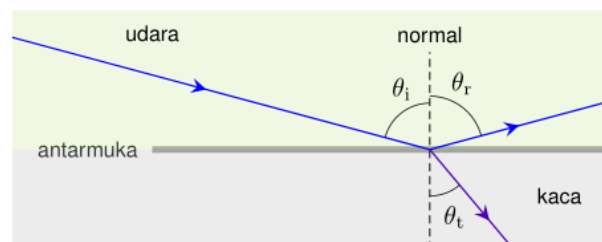
dengan, θ_r adalah sudut sinar pantul dan θ_i adalah sudut sinar datang. Gambar 3 memperlihatkan seberkas sinar jatuh pada permukaan cermin.



Gambar 3. Ilustrasi hukum pemantulan, $\theta_r = \theta_i$. Sinar datang, sinar pantul dan sumbu normal berada dalam satu bidang.

Pembiasan

Ketika cahaya mengenai permukaan benda transparan, sebagian energinya akan terpantul dan sebagian lainnya akan terbias (Britannica, 19 Mei, 2024). Contoh benda transparan adalah udara, kaca, dan air jernih. Gambar 4 menunjukkan berkas sinar yang bergerak dari udara menuju kaca. Bagian dari sinar yang merambat dalam kaca disebut sinar bias.



Gambar 4. Perambatan sinar dari udara ke kaca

Besarnya sudut sinar bias (θ_t) bergantung pada sudut sinar datang (θ_i) dan kerapatan optik dari masing-masing medium. Kerapatan optik suatu medium berkaitan dengan kecepatan cahaya dalam medium tersebut. Kecepatan perambatan cahaya berbeda-beda antara satu medium dan

medium lainnya. Secara umum, kecepatan cahaya dalam suatu medium selalu lebih rendah daripada kecepatan cahaya dalam ruang vakum, karena kecepatan cahaya dalam ruang vakum adalah yang tertinggi.

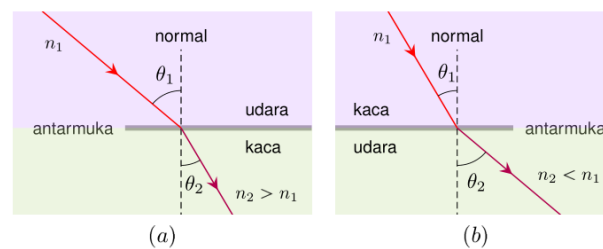
"Kerapatan optik" berbeda dengan kerapatan material (massa jenis) yang didefinisikan sebagai massa/volum. Kerapatan optik suatu medium dinyatakan dengan besaran fisika yang disebut indeks bias, dilambangkan dengan n . Indeks bias suatu medium didefinisikan sebagai:

$$n = \frac{\text{kelajuan cahaya dalam ruang vakum}}{\text{kelajuan cahaya dalam sebuah medium}} = \frac{c}{v} \quad (2)$$

Berdasarkan definisi ini, jelas bahwa indeks bias adalah besaran fisika tanpa satuan, dan karena nilai v selalu kurang dari atau sama dengan nilai c , indeks bias suatu medium dinyatakan dengan angka yang lebih besar atau sama dengan satu. Sebagai contoh, indeks bias ruang vakum adalah $n = 1$, sedangkan sepotong kaca yang dibahas di atas memiliki indeks bias $n = 1,5$.

Gambar 5 memperlihatkan pembiasan sinar dari udara ke kaca dan dari kaca ke udara. Pembiasan dari udara ke kaca dalam Gambar 5 (a) menunjukkan bahwa sudut sinar bias (θ_2) lebih kecil dari sudut sinar datang (θ_1), atau $\theta_2 < \theta_1$. Sedangkan pembiasan dari kaca ke udara dalam Gambar 5 (b) menunjukkan bahwa sudut sinar bias (θ_2) lebih besar dari sudut sinar datang (θ_1), atau $\theta_2 > \theta_1$.

Artinya, ketika sinar merambat dari medium dengan kerapatan optik rendah (indeks bias kecil) menuju medium dengan kerapatan optik lebih tinggi (indeks bias lebih besar), sinar akan dibiaskan mendekati sumbu normal. Sebaliknya, ketika sinar merambat dari medium dengan kerapatan optik tinggi (indeks bias besar) menuju medium dengan kerapatan optik lebih rendah (indeks bias lebih kecil), sinar akan dibiaskan menjauhi sumbu normal.



Gambar 5. (a) Perambatan sinar dari udara ke kaca, (b) Perambatan sinar dari kaca ke udara.

Besarnya sudut sinar bias mematuhi hukum pembiasan, yang dikenal sebagai Hukum Snell-Descartes. Hukum ini menyatakan bahwa ketergantungan sudut sinar bias (θ_2) terhadap sudut sinar datang (θ_1) dan indeks bias dari masing-masing medium mengikuti hubungan berikut:

$$n_2 \sin(\theta_2) = n_1 \sin(\theta_1) \quad (3)$$

Indeks bias (n) sejumlah zat tampak dalam Tabel 1 sbb:

Tabel 1. Indeks bias zat

Nama	n	Referensi
Hampa udara	1	eksak
Udara (0° C, 1 atm)	1,000293	(Hecht & Zajac, 2003)
Helium (0° C, 1 atm)	1,000036	(Hecht & Zajac, 2003)
Karbon dioksida (0° C, 1 atm)	1,00045	(Pedrotti & Pedrotti, 2007)
Es (air 0° C)	1,31	-
Air (20° C)	1,3330	(Hecht & Zajac, 2003)
Kaca	1,485 – 1,755	-
Kaca optik (glass crown)	1,50 – 1,54	-

METODE

Pengenalan konsep-konsep khusus dapat menjadi hal yang rumit, terutama di tingkat mahasiswa. Salah satu konsep krusial dalam sains adalah konsep optika geometri lensa tipis yang sering kali diajarkan secara keliru dan ini menciptakan sejumlah permasalahan. Adapun solusi yang telah diusulkan untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi mitra adalah sbb:

Pengembangan Materi Pembelajaran yang Sesuai

Mitra dapat mengatasi kurangnya materi dan sumber belajar yang sesuai dengan mengembangkan materi pembelajaran khusus. Materi ini harus dirancang dengan bahasa yang sederhana, kontekstual, dan berfokus pada konsep optika geometri dalam kehidupan sehari-hari.

Penggunaan Metode Naratif

Dalam menjelaskan optika geometri lensa tipis menggunakan metode naratif, kita akan merangkai cerita yang menggambarkan proses pembentukan gambar oleh lensa tipis secara kronologis dan mendalam. Kita akan mulai dengan pengenalan tentang apa itu lensa tipis dan strukturnya, mencakup permukaan cembung dan cekung. Selanjutnya, narasi akan memperkenalkan prinsip pembiasan cahaya oleh lensa tipis dan bagaimana cahaya difokuskan atau dibiaskan saat melewati lensa.

Realisasi Pemecahan Masalah

Realisasi pemecahan masalah dalam pengenalan optika geometri lensa tipis dapat dibagi menjadi 4 tahapan:

1. LaTeX: Typesetting
 - Perencanaan
 - Pengenalan LaTeX & TikZ
 - Struktur dokumen LaTeX sederhana dan bibliography
 - Perintah-perintah utama: tikzstyle, minipage, dll
 - Template LaTeX *Chapter*
2. TikZ: Optika Geometri Lensa Tipis
 - Menggambar dengan TikZ
 - Perintah-perintah utama: pgfmathsetmacro, foreach, dll
 - Implementasi Hukum Snell-Descartes dan Trigonometri pada Lensa Tipis
 - Diagram Sinar pada Lensa Cembung Tipis
3. Penulisan *Chapter* tentang Lensa Tipis
 - Penurunan rumus "*lens maker*" & contoh kasus yang diselesaikan
 - *Chapter* "Optika Geometri Lensa Tipis"
4. Publikasi Chapter
 - Submit ke Perpustakaan Online/Research-Gate/Google Drive dll
 - Dibaca lebih dari 100x dalam 10 hari

Tempat dan Waktu

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan secara tatap muka (*offline*) dan daring (*online*) di Tangerang. Waktu kegiatan adalah 60 menit setiap akhir pekan dari 03 Mei 2024 - 20 Juni 2024.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengenalan LaTeX dan TikZ

LaTeX adalah sistem persiapan dokumen yang digunakan terutama untuk dokumen teknis dan ilmiah. Hal ini memungkinkan pengguna untuk fokus pada konten daripada memformat dengan menggunakan tag markup untuk menentukan struktur dan presentasi dokumen. LaTeX terkenal dengan kemampuan penyusunan hurufnya yang berkualitas tinggi, sehingga ideal untuk makalah akademis, laporan, dan buku.

PGF/TikZ adalah sepasang bahasa untuk menghasilkan grafik vektor (seperti ilustrasi teknis dan gambar) dari deskripsi geometris/aljabar, dengan fitur standar termasuk menggambar titik, garis, panah, lintasan, lingkaran, elips, dan poligon. PGF adalah bahasa tingkat lebih rendah, sementara TikZ adalah kumpulan makro tingkat lebih tinggi yang menggunakan PGF. Perintah PGF dan TikZ tingkat atas dijalankan sebagai makro TeX. Till Tantau adalah perancang bahasa PGF dan TikZ. Dia juga adalah pengembang utama satu-satunya interpreter yang dikenal untuk PGF dan TikZ, yang ditulis dalam TeX. Informasi lebih terperinci dapat diperoleh dari: TikZ & PGF Manual v.1.18 (Tantau, 2013).



Gambar 6. Tim PKM Prodi Matematika, Unpam berdiskusi dengan Founder Psi Square - Sdr. Andri S. Husein

Penulisan *Chapter Lensa Tipis*

Adapun daftar isi *chapter lensa tipis* adalah sebagai berikut:

DAFTAR ISI

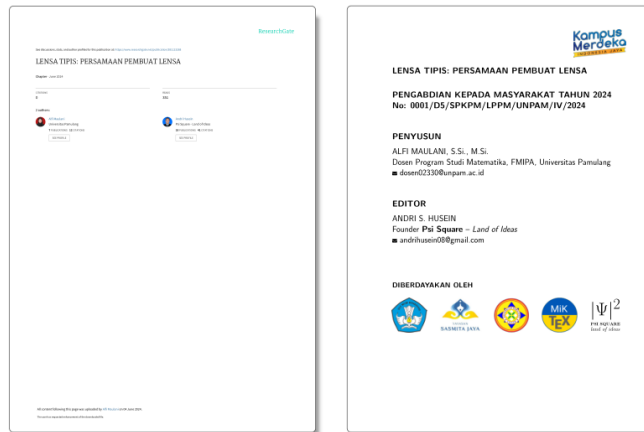
1 Lensa Tipis	2
2 Lensa Cembung Tipis	4
2.1 Pembiasan oleh Permukaan Satu	5
2.2 Pembiasan oleh Permukaan Dua	10
2.3 Pembiasan Gabungan	15
3 Tipe Permukaan Lensa	18
4 Contoh Soal	19

Gambar 7. Daftar isi *chapter lensa tipis*: persamaan pembuat lensa.

Publikasi Chapter

Chapter lensa tipis yang telah selesai ditulis dipublikasikan di ResearchGate dengan link: https://www.researchgate.net/publication/381123268_LENSA_TIPIS_PERSAMAAN_PEMBUAT_LENSA

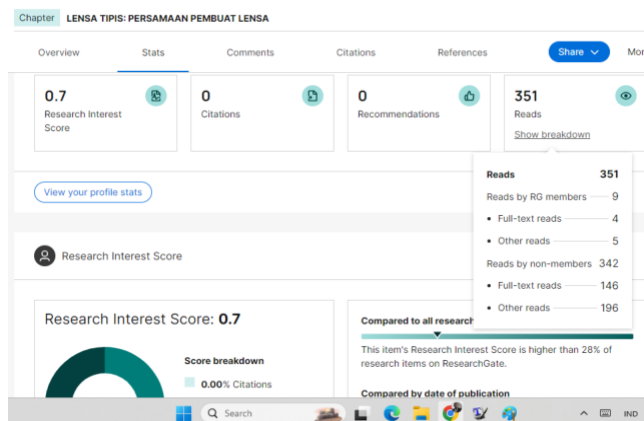
Sampul chapter tampak pada gambar di bawah ini:



Gambar 8. Sampul luar dan sampul dalam chapter lensa tipis

Chapter yang telah dipublikasikan selanjutnya dibagikan ke mahasiswa/i sasaran Pengabdian Kepada Masyarakat yaitu Kelas Eksekutif Mayora, Universitas Buddhi Dharma, antara lain: Mahasiswa/i Prodi Teknik Industri sebanyak 18 orang, Mahasiswa/i Prodi Teknik Elektro sebanyak 10 orang dan Mahasiswa/i Prodi Teknik Informatika sebanyak 3 orang. Sebagai tambahan, Sasaran Pengabdian Kepada Masyarakat selanjutnya adalah Pelajar, Pengajar atau Masyarakat Umum yang ada di media sosial facebook dan WAG, antara lain: Grup Facebook Ikatan Dosen Republik Indonesia (IDRI), Grup Facebook Komunitas Pengguna LaTeX Indonesia, dan wall Facebook pribadi.

Gambar 9 memperlihatkan laporan statistik dari ReserchGate tentang chapter yang dipublikasikan.



Gambar 9. Laporan statistik dari ReserachGate setelah lebih dari dua pekan publikasi.

Tampak bahwa sampai tanggal 20 Juni 2024 pukul 23.00 tercatat total reads mencapai 351 orang dengan distribusi antara lain:

- Dibaca oleh anggota RG, 9 orang, terdiri dari 4 orang membaca penuh, sisanya 5 orang tidak membaca penuh.
- Dibaca oleh bukan anggota RG, 342 orang, terdiri dari 146 orang membaca penuh, sisanya 196 orang tidak membaca penuh

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Pengabdian Kepada Masyarakat yang telah dilaksanakan dan laporan statistik dari ReserchGate (RG) mengenai *chapter* "Lensa Tipis: Persamaan Pembuat Lensa, pada interval 2 - 20 Juni 2024, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Chapter telah dibaca oleh 351 orang dengan rincian telah dibaca penuh (*fulltext reads*) oleh 150 orang, selebihnya 201 orang tidak membaca penuh.
2. Jumlah *full-text reads chapter* mencapai 42,7 % dari seluruh pembaca.
3. Jumlah *full-text reads chapter* melebihi jumlah total mahasiswa/i Kelas Eksekutif Mayora, Prodi Teknik Industri, Prodi Teknik Elektro dan Prodi Teknik Informatika sebanyak 31 orang.
4. Kelebihan *full-text reads chapter* sebanyak 119 orang mengindikasikan pembacaan oleh masyarakat umum pengguna media sosial khususnya Facebook dan WhatsApp.

DAFTAR PUSTAKA

- Britannica, T. E. E. (19 Mei, 2024). refractive index. encyclopedia britannica. Diperoleh dari <https://www.britannica.com/science/refractive-index>
- Davis, D. A. (n.d.). Fireflies. Diperoleh dari <https://id.pinterest.com/pin/179932947589720381/>
- Hecht, E., & Zajac, A. (2003). Optics, fourth edition. Pearson Higher Education
- Pedrotti, F. L., & Pedrotti, L. M. (2007). Introduction to optics, third edition. Pearson Prentice Hall
- Stark, G. (11 Juni, 2024). light. encyclopedia britannica. Diperoleh dari <https://www.britannica.com/science/light>
- Tantau, T. (2013). The tikz and pgf packages [Computer software manual]. Diperoleh dari <http://sourceforge.net/projects/pgf/>.