EKSPERIMEN OPTIKA : PEMBUKTIAN SIFAT BAYANGAN PADA LENSA CEMBUNG DAN LENSA CEKUNG

Cindy Aulia Phadila[1], Enjel Betaria Silalahi[2], Jeliana Veronika Sirait[3*]

[1,2,3]*Universitas Jambi*
E-mail : [1]cindyvee73@gmail.com, [2]enjelbetaria@gmail.com, jelianasirait@unja.ac.id[3*]

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengamati dan menganalisis sifat bayangan yang dibentuk oleh lensa cembung dan lensa cekung melalui eksperimen langsung menggunakan rangkaian optik sederhana. Kedua jenis lensa memiliki karakteristik pembiasan yang berbeda sehingga menghasilkan bayangan yang bervariasi bergantung pada posisi benda terhadap lensa. Data diperoleh melalui pengukuran jarak benda, jarak bayangan pada layar, serta pengamatan visual terhadap bentuk, ukuran, dan orientasi bayangan yang terbentuk. Hasil percobaan menunjukkan bahwa lensa cembung mampu menghasilkan bayangan nyata maupun bayangan maya sesuai dengan teori ruang pembentukan bayangan (R1–R4), di mana perubahan jarak benda memengaruhi ukuran dan posisi bayangan secara signifikan. Sementara itu, lensa cekung secara konsisten menghasilkan bayangan maya, tegak, dan diperkecil untuk berbagai posisi benda. Pengamatan juga menunjukkan bahwa lensa cekung tidak dapat membentuk fokus nyata, dan pola cahaya semakin melebar seiring bertambahnya jarak layar akibat sifat divergensi sinar. Secara keseluruhan, hasil percobaan selaras dengan teori optika geometris dan persamaan lensa tipis, serta membuktikan hubungan antara jarak benda, jarak bayangan, perbesaran, dan sifat citra, sehingga memperkuat pemahaman konsep optika dasar dan relevansinya dalam berbagai aplikasi optik sehari-hari.

Kata Kunci : *Lensa, Cembung, Cekung, Optika, Sifat Bayangan*

PENDAHULUAN

Optika geometris merupakan cabang fisika yang mempelajari bagaimana cahaya merambat dan berinteraksi dengan lensa. Interaksi ini menghasilkan bayangan dengan karakter tertentu, seperti nyata atau maya, diperbesar atau diperkecil, dan tegak atau terbalik. Lensa cembung dan lensa cekung menjadi objek kajian penting karena keduanya memiliki bentuk dan sifat pembiasan cahaya yang berbeda, sehingga menghasilkan fenomena optik yang menarik untuk dianalisis dalam kegiatan eksperimen (Wibowo & Marzuqi, 2022).

Lensa cembung memiliki kemampuan untuk mengumpulkan sinar cahaya yang datang sejajar menuju satu titik fokus. Hal ini sesuai dengan penjelasan Apriyaningtyas *et al*. (2024) yang menyatakan bahwa "lensa cembung bersifat mengumpulkan cahaya menuju fokus sehingga dapat membentuk bayangan nyata dalam berbagai kondisi." Oleh karena itu, lensa cembung banyak digunakan dalam alat optik seperti kamera, lup, dan mikroskop karena kemampuannya memperbesar dan memfokuskan bayangan.

Sebaliknya, lensa cekung memiliki sifat yang berbeda karena mampu menyebarkan sinar cahaya yang mengenainya. Herisman & Baihaqi (2023) menjelaskan bahwa "lensa cekung selalu menghasilkan bayangan maya, tegak, dan diperkecil karena berkas cahaya yang melewatinya tersebar (divergen)." Sifat divergen ini membuat lensa cekung dikenal sebagai lensa negatif dan digunakan dalam berbagai perangkat, seperti kacamata minus untuk penderita miopi.

Fenomena penyebaran cahaya pada lensa cekung berkaitan erat dengan sifat fokus yang dimilikinya. Karena bekerja sebagai lensa divergen, fokus pada lensa cekung bernilai negatif sehingga dalam persamaan lensa tipis, fokus harus dituliskan dengan tanda negatif. Karakteristik ini menjadi pembeda utama antara lensa cekung dan lensa cembung, di mana lensa cembung memiliki fokus positif dan dapat menghasilkan bayangan nyata pada kondisi tertentu (Riwayani *et al*., 2019).

Dalam kajian optika, hubungan matematis antara jarak benda, jarak bayangan, dan panjang fokus dapat dijelaskan oleh persamaan lensa tipis. Wibowo *et al*. (2021) menyatakan bahwa "hubungan antara jarak benda, jarak bayangan, dan fokus dijelaskan melalui persamaan lensa tipis, yaitu

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

Persamaan ini menjadi dasar untuk memprediksi sifat bayangan secara kuantitatif dalam eksperimen optik.

Selain itu, kajian mengenai perbesaran bayangan memiliki peranan penting dalam memahami karakter optik suatu lensa. Perbesaran bayangan bergantung pada rasio antara jarak bayangan dan jarak benda. Dengan demikian, perubahan jarak benda terhadap lensa akan secara langsung memengaruhi ukuran bayangan yang terbentuk, baik pada lensa cekung maupun lensa cembung (Wahyudi, 2021).

Lensa cekung tidak hanya dibahas dalam konteks teori, tetapi juga memiliki aplikasi penting dalam dunia kesehatan mata. Lensa cekung berfungsi mengoreksi rabun jauh karena mampu menyebarkan cahaya sehingga bayangan jatuh tepat pada retina. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman terhadap sifat-sifat lensa berkontribusi langsung terhadap solusi optik dalam kehidupan sehari-hari (Suwarsono *et al*., 2023).

Eksperimen lensa menjadi sarana yang efektif untuk membantu siswa memahami teori optika secara konkret dalam dunia pendidikan. Melalui pengamatan langsung terhadap pembentukan bayangan, siswa dapat melihat hubungan antara jarak benda, jarak bayangan, dan panjang fokus yang sebelumnya hanya mereka pelajari secara teoritis. Hal ini memperkuat kemampuan analitis sekaligus keterampilan praktis.

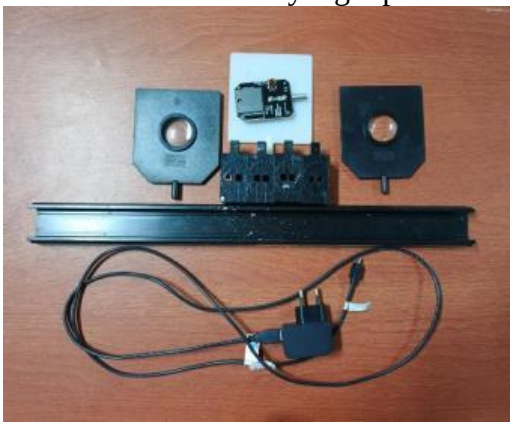
Eksperimen mengenai lensa juga memberikan peluang untuk membandingkan hasil pengukuran dengan teori optika geometris. Ketika jarak bayangan diukur menggunakan rel optik, hasilnya dapat dievaluasi terhadap prediksi persamaan lensa tipis. Ketidaksesuaian yang terjadi dapat dianalisis sebagai akibat dari kesalahan pengukuran, ketidaktepatan penyelarasan, atau ketidaksempurnaan lensa yang digunakan.

Berdasarkan uraian tersebut, maka praktikum mengenai lensa cembung dan lensa cekung memiliki beberapa tujuan utama. Tujuan tersebutlah yang menjadi fokus utama dari praktikum yang dilakukan. Pertama, menyelidiki sifat bayangan yang dibentuk oleh lensa cembung dan lensa cekung. Kedua, menentukan hubungan antara jarak benda, jarak bayangan, dan panjang fokus. Ketiga, membandingkan hasil eksperimen dengan teori optika geometris untuk melihat kesesuaiannya. Dengan landasan teori dan hasil eksperimen yang baik, kegiatan ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mendalam mengenai konsep dasar optika.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah **metode eksperimen**, karena penelitian ini bertujuan untuk membuktikan secara langsung sifat-sifat bayangan pada lensa cembung dan lensa cekung melalui pengamatan nyata di laboratorium. Metode eksperimen menuntut adanya pengamatan terhadap variabel yang diubah dan variabel yang diukur secara sistematis untuk memperoleh hubungan kuantitatif yang jelas. Menurut Sugiyono (2019), metode eksperimen merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap variabel lain dengan kondisi yang terkontrol. Berikut prosedur kerja yang dilakukan.

1. Menyiapkan seluruh alat yang diperlukan, meliputi lensa cembung dengan panjang fokus 50 mm, lensa cekung dengan panjang fokus 100 mm, laser, objek (pola cahaya), layer (layar), rel optik, dan bangku optik. Berikut alat dan bahan yang diperlukan.



Gambar 1. Alat Dan Bahan Percobaan

2. Memasang objek dan laser pada bangku optik, kemudian menempatkannya pada rel dengan jarak awal 5 cm sebagai posisi referensi benda.

3. Merakit lensa cembung pada dudukan lensa dan memasangnya di atas rel optik sehingga dapat digeser secara presisi.
4. Mengatur jarak awal antara lensa cembung dan objek menjadi 15 cm, kemudian menyalakan laser untuk memastikan berkas cahaya mengenai lensa secara tepat.
5. Memasang layer (layar) pada bangku optik dan meletakkannya di atas rel untuk mengamati bayangan yang terbentuk. Berikut visualisasi dari alat dan bahan yang telah dirakit.



Gambar 2. Alat Dan Bahan Percobaan Setelah Dirakit

6. Menggeser layer perlahan hingga diperoleh bayangan paling jelas pada layar, kemudian mencatat jarak layar–lensa sebagai nilai *s'* (jarak bayangan). Nilai *s'* ini diambil dari pengukuran langsung pada rel.
7. Mengamati sifat bayangan yang terbentuk pada berbagai posisi benda terhadap lensa untuk menentukan ruang pembentukan bayangan, yaitu *R1, R2, R3* dan *R4.*
8. Menentukan titik fokus lensa cembung dengan mengarahkan berkas cahaya sejajar dan menemukan titik terang pada layar, kemudian mengukur jaraknya dari lensa untuk verifikasi nilai fokus.
9. Melakukan variasi jarak layar dan lensa sesuai dengan *R1, R2, R3* dan *R4.*
10. Melanjutkan percobaan pada lensa cekung, dengan merakit lensa cekung pada bangku optik, menyalakan laser, dan mengamati bayangan maya yang terbentuk. Posisi divariasikan untuk menunjukkan bahwa lensa cekung selalu menghasilkan bayangan maya, tegak, dan diperkecil, terlepas dari posisi objek.
11. Mencatat seluruh hasil pengamatan berupa jarak bayangan (*s'*), serta sifat bayangan (nyata/maya, tegak/terbalik, diperbesar/diperkecil) untuk dianalisis pada tahap hasil dan pembahasan.

Pelaksanaan metode eksperimen dalam topik optika, khususnya pada lensa, memerlukan pengukuran jarak benda, jarak bayangan, dan panjang fokus untuk kemudian dianalisis menggunakan persamaan lensa tipis. Hubungan antara jarak benda, jarak bayangan, dan panjang fokus dirumuskan dalam persamaan

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

Peneliti dapat membandingkan hasil eksperimen dengan teori optika geometris untuk menguji kebenaran sifat pembentukan bayangan pada lensa berdasarkan rumus tersebut. Tahap eksperimen dilakukan melalui serangkaian langkah mulai dari mempersiapkan alat, melakukan pengamatan bayangan pada layar, mencatat jarak benda dan bayangan, hingga melakukan

pengulangan untuk memperoleh data yang akurat. Hasil pengukuran kemudian dianalisis dengan metode perhitungan teoritis dan perbandingan antar data. Pengulangan pengukuran merupakan teknik penting untuk meminimalkan kesalahan acak sehingga hasil penelitian lebih meyakinkan. Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran jarak bayangan (*s'*) dengan nilai teoritis berdasarkan persamaan lensa, serta mengidentifikasi penyimpangan yang terjadi selama eksperimen. Data juga dianalisis dengan mengamati sifat-sifat bayangan yang terbentuk, seperti terbalik/tegak, diperbesar/diperkecil, nyata/maya.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil pengamatan pembentukan bayangan pada lensa cembung dan cekung. Data ditampilkan untuk memperlihatkan hubungan antara jarak benda, jarak bayangan, dan sifat bayangan yang terbentuk. Adapun hasil percobaan pada lensa cembung adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Bayangan Oleh Lensa Cembung

d	***s***	***s'***	**Sifat Bayangan**
f	15 cm	8 cm	Berupa titik bulat kecil
R1	15 cm	5 cm	Bayangan maya, tegak, dan diperbesar
R2	15 cm	13 cm	Bayangan nyata, terbalik, dan diperkecil
R3	15 cm	22 cm	Bayangan nyata, terbalik, dan diperbesar
R4	15 cm	4 cm	Bayangan maya, tegak, dan diperbesar

Adapun hasil percobaan pada lensa cekung adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Bayangan oleh Lensa Cekung

Jarak Laser dan Objek	**Jarak Layar dan Lensa**	**Keterangan**
5 cm	3 cm	Bayangan tegak, diperbesar dan maya
5 cm	6 cm	Bayangan tegak, diperbesar dan maya
5 cm	12 cm	Bayangan tegak, diperbesar dan maya
5 cm	17 cm	Bayangan tegak, diperbesar dan maya
5 cm	3 cm di depan lensa	Bayangan tegak, diperbesar dan maya

Lensa merupakan komponen optik yang terbuat dari bahan tembus cahaya dan memiliki permukaan melengkung sehingga mampu membiaskan berkas cahaya yang melewatinya. Berdasarkan bentuk dan sifat pembiasannya, lensa dibedakan menjadi dua jenis utama, yaitu lensa cembung (konvergen) dan lensa cekung (divergen). Lensa cembung memiliki bagian tengah yang lebih tebal dibandingkan tepinya dan berfungsi mengumpulkan sinar cahaya menuju titik fokus. Sebaliknya, lensa cekung memiliki bentuk lebih tipis 1 di bagian tengah dan lebih tebal pada bagian tepi sehingga bersifat menyebarkan cahaya. Pada lensa cekung, pembiasan selalu menghasilkan bayangan maya, tegak, dan diperkecil karena sinar-sinar yang keluar tidak pernah berpotongan, tetapi hanya terlihat berpotongan jika diperpanjang ke belakang lensa (Livanos *et al*., 2022).

Menurut Herisman dan Baihaqi (2023), secara geometris, pembentukan bayangan pada kedua jenis lensa mengikuti tiga sinar istimewa yaitu sebagai berikut

1) sinar datang sejajar sumbu utama yang dibiaskan melalui (atau seolah-olah dari) titik fokus,
2) sinar datang menuju fokus yang dibiaskan sejajar sumbu utama,
3) sinar yang melalui pusat optik akan diteruskan tanpa pembiasan.

Ketiga aturan ini menjadi dasar penjelasan seluruh pola pembentukan bayangan. Resnick *et al.* (2014) menjelaskan secara matematis, hubungan antara jarak benda, jarak bayangan, dan panjang fokus dijelaskan melalui persamaan lensa tipis

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

Dengan s adalah jarak benda, *s'* adalah jarak bayangan, dan f adalah panjang fokus. Sedangkan orientasi dan ukuran bayangan ditentukan oleh persamaan perbesaran sebagai brikut.

$$M = \frac{s'}{s}$$

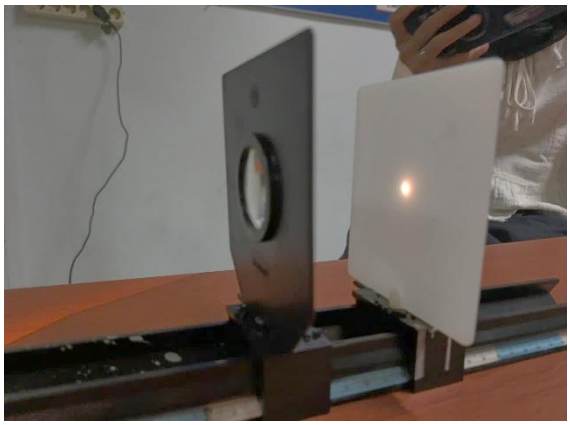
Dengan M adalah ukuran bayangan, s adalah jarak benda dan *s'* adalah jarak bayangan.

Tanda magnifikasi menentukan orientasi bayangan (positif = tegak, negatif = terbalik), sedangkan nilai absolutnya menentukan ukuran bayangan ($M > 1$ diperbesar, $M < 1$ diperkecil). Pada lensa cembung, posisi benda terhadap fokus membentuk empat ruang bayangan: Ruang 1 untuk $d < f$, Ruang 2 untuk $d > 2f$, Ruang 3 untuk $f < d < 2f$, dan Ruang 4 untuk rentang $d < f$ tetapi sangat dekat dengan lensa. Keempat ruang ini memprediksi sifat bayangan yang berbeda-beda dan menjadi dasar analisis percobaan (Suwarna, 2010).

Dalam percobaan ini, lensa cembung dengan panjang fokus 50 mm dan lensa cekung dengan fokus 100 mm digunakan untuk mengamati variasi sifat bayangan. Jarak bayangan *(s′)* tidak dihitung, tetapi ditentukan melalui pengukuran langsung dengan menggeser layar hingga bayangan tampak paling jelas. Dengan demikian, nilai s′ mencerminkan titik perpotongan nyata berkas cahaya dalam kondisi laboratorium. Lensa cembung yang digunakan pada percobaan ini bertipe bikonveks. Taqwim *et al.* (2021) menjelaskan bahwa lensa bikonveks merupakan lensa yang kedua permukaannya melengkung ke luar dan bersifat mengumpulkan (mengonvergensikan) berkas cahaya sejajar ke suatu titik fokus, yang memungkinkan terbentuknya bayangan nyata pada layer.

Hasil pengamatan pembentukan bayangan pada lensa cembung menunjukkan adanya kesesuaian yang kuat dengan teori optika geometris. Secara eksperimen, variasi jarak layar terhadap lensa terbukti menentukan sifat bayangan yang terbentuk pada setiap ruang pembentukan bayangan (*R1–R4*). Pada seluruh proses pengamatan, nilai s'diperoleh melalui pengukuran langsung, yaitu dengan menggeser layar hingga bayangan tampak paling jelas. Dengan demikian, nilai-nilai yang diperoleh merupakan data eksperimental nyata, bukan hasil perhitungan teoritis ideal. Hal ini penting karena kondisi laboratorium melibatkan berbagai faktor seperti ketidaksempurnaan lensa, intensitas cahaya, serta keselarasan optik, yang semuanya dapat memengaruhi posisi bayangan yang terukur.

Ketika tepat pada titik fokus (f = 8 cm), bayangan yang dihasilkan hanya tampak sebagai titik kecil yang tidak jelas. Berdasarkan persamaan lensa tipis, ketika $s = f$, maka $1/s' = 0$, sehingga $s' \to \infty$. Secara fisis, sinar-sinar yang melalui lensa keluar dalam keadaan sejajar sehingga tidak berpotongan dan tidak membentuk bayangan nyata pada layar. Pengamatan ini menjadi validasi awal bahwa lensa bekerja sesuai teori optika konvergen. Berikut gambaran dari percobaan yang dilakukan pada titik fokus.



Gambar 3. Bayangan Pada Titik Fokus

Pada Ruang 1 (*R1* = 5 cm), layar ditempatkan pada posisi $s < f$, yaitu lebih dekat dari titik fokus. Secara teoritis, ketika berada di wilayah ini, sinar istimewa, yaitu sinar sejajar sumbu optik, sinar melalui pusat optik, dan sinar menuju focus akan keluar dalam keadaan divergen. Karena tidak ada perpotongan nyata, bayangan tidak terbentuk pada layar. Namun, bila garis sinar diperpanjang ke belakang lensa, sinar-sinar tersebut akan bertemu pada suatu titik sehingga membentuk bayangan maya, tegak, dan diperbesar. Inilah prinsip dasar kerja lup (magnifying glass), di mana objek yang sangat dekat dengan lensa tampak membesar meskipun tidak terproyeksi pada layar. Dalam eksperimen, walaupun jarak *s'* tetap dicatat sebagai referensi, layar tidak pernah menunjukkan bayangan; bayangan hanya tampak ketika diamati langsung melalui lensa. Hal ini sepenuhnya sesuai dengan teori, karena dalam kondisi ruang 1 nilai *s'* secara teoritis negatif, menandai letaknya yang berada di belakang lensa. Eksperimen ini menunjukkan kecocokan absolut antara teori pembentukan bayangan maya dan hasil laboratorium. Berikut gambaran dari percobaan yang dilakukan pada ruang 1.



Gambar 4. Bayangan Pada Ruang 1

Pada Ruang 2 (*R2* = 13 cm), layar berada pada posisi $s > 2f$. Secara teori, sinar sejajar yang masuk akan dibiaskan menuju fokus, dan sinar menuju fokus akan keluar sejajar, kedua sinar ini berpotongan pada suatu titik yang lebih dekat ke lensa daripada posisi layar, membentuk bayangan nyata, terbalik, dan diperkecil. Ketika layar berada jauh dari lensa, nilai 1/s pada persamaan lensa menjadi kecil sehingga nilai 1/*s'* mendekati 1/f, menyebabkan *s'* menjadi lebih kecil dibandingkan s. Kondisi ini menjelaskan mengapa bayangan terlihat lebih kecil dari objek. Dalam eksperimen, layar menangkap bayangan nyata yang stabil, menunjukkan bahwa berkas

cahaya benar-benar berkumpul pada titik tertentu. Perilaku ini sepenuhnya konsisten dengan diagram sinar ruang 2 yang dijelaskan dalam literatur optika dasar, di mana pembentukan bayangan selalu terjadi di antara f dan 2f dan selalu berukuran lebih kecil. Berikut gambaran dari percobaan yang dilakukan pada ruang 2.



Gambar 5. Bayangan Pada Ruang 2

Pada Ruang 3 (R3 = 22 cm), kedudukan layar berada antara titik fokus dan dua kali fokus (f < s < 2f). Pada posisi ini, teori optika menyatakan bahwa sinar-sinar setelah pembiasan akan berpotongan pada posisi yang berada lebih jauh dari 2f, sehingga bayangan yang terbentuk menjadi nyata, terbalik, dan diperbesar. Hal ini dapat dijelaskan melalui rasio perbesaran sebagai berikut.

$$M = \frac{s'}{s},$$

Di mana $s' > s$ sehingga $M > 1$. Dalam eksperimen, layar menunjukkan bayangan nyata yang berukuran lebih besar dan tampak sangat jelas, menandakan bahwa pembiasan sinar terjadi sesuai dengan prediksi diagram sinar ruang 3. Kondisi ini menggambarkan perilaku khas lensa cembung dalam memfokuskan cahaya ketika objek tidak terlalu dekat ataupun terlalu jauh dari fokus. Kecocokan antara perhitungan teori, diagram sinar, dan hasil bayangan pada layar memperkuat validitas percobaan ruang 3 sebagai representasi lensa konvergen ideal. Berikut gambaran dari percobaan yang dilakukan pada ruang 3.



Gambar 6. Bayangan Pada Ruang 3

Pada Ruang 4 (R4 = 4 cm), layar kembali ditempatkan lebih dekat dari fokus, sehingga berada pada daerah yang sama seperti R1 (d < f). Secara teori, wilayah ini selalu menghasilkan bayangan maya, tegak, dan diperbesar. Walaupun *s'* tetap dicatat dalam tabel, pengukuran tersebut

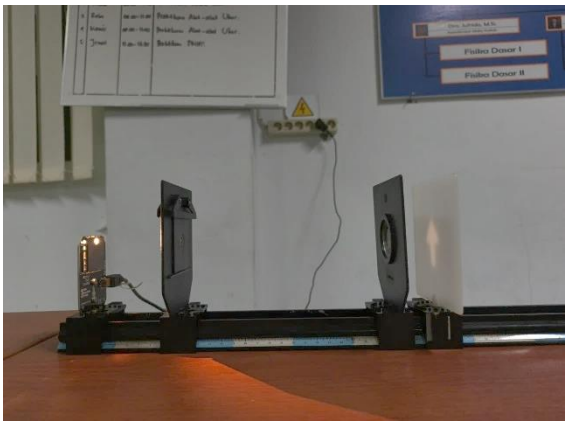
bukan menunjukkan posisi bayangan nyata, tetapi hanya sebagai referensi posisi layar atau jarak pengamatan. Secara matematis, substitusi $s < f$ ke persamaan lensa menghasilkan nilai *s'* negatif, menandai bahwa bayangan terletak di belakang lensa. Hasil eksperimen yang menunjukkan bayangan tegak dan diperbesar saat dilihat melalui lensa sepenuhnya konsisten dengan teori pembentukan bayangan maya. Konsistensi ini memperkuat pemahaman bahwa lensa cembung tidak dapat membentuk bayangan nyata ketika objek berada lebih dekat daripada fokus, terlepas dari nilai *s'* yang dicatat secara praktis dalam pengukuran. Berikut gambaran dari percobaan yang dilakukan pada ruang 4.



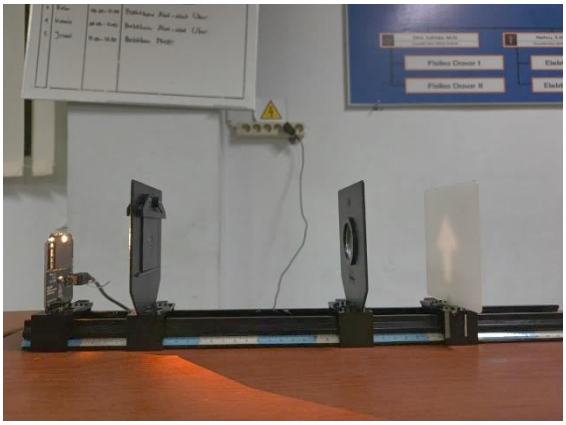
Gambar 7. Bayangan Pada Ruang 4

Secara keseluruhan, hasil eksperimen lensa cembung pada seluruh ruang pembentukan bayangan menunjukkan kesesuaian yang sangat kuat dengan teori optika geometris. Pola perubahan sifat bayangan dari maya ke nyata, dari tegak ke terbalik, serta dari diperkecil ke diperbesar secara akurat mengikuti prediksi ruang R1 hingga R4. Ketepatan ini menunjukkan bahwa prinsip dasar lensa cembung, seperti pembiasan sinar istimewa, penggunaan persamaan lensa tipis, dan hubungan antara s dan *s'* dapat diamati secara langsung melalui eksperimen sederhana. Dengan demikian, eksperimen ini tidak hanya memvalidasi teori optika geometris tetapi juga memberikan pemahaman empiris mengenai perilaku cahaya pada lensa konvergen.

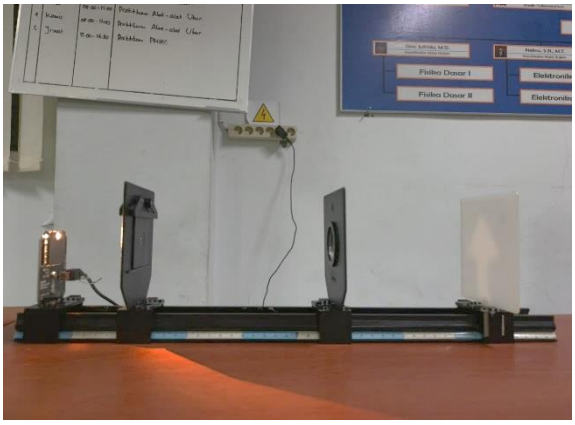
Lensa cekung yang digunakan pada percobaan ini bertipe bikonkaf. Menurut Mukmin (2017), lensa bikonkaf merupakan lensa yang kedua permukaannya melengkung ke dalam dan bersifat divergen sehingga menyebabkan berkas cahaya menyebar setelah melewati lensa. Hasil pengamatan pada percobaan lensa cekung menunjukkan bahwa seluruh variasi jarak layar terhadap lensa yakni 3 cm, 6 cm, 12 cm, 17 cm, serta pengamatan ketika objek ditempatkan 3 cm di depan lensa, seluruhnya menghasilkan citra yang tampak tegak, maya, dan seolah-olah diperbesar. Berikut gambar dari percobaan pada lensa cekung.



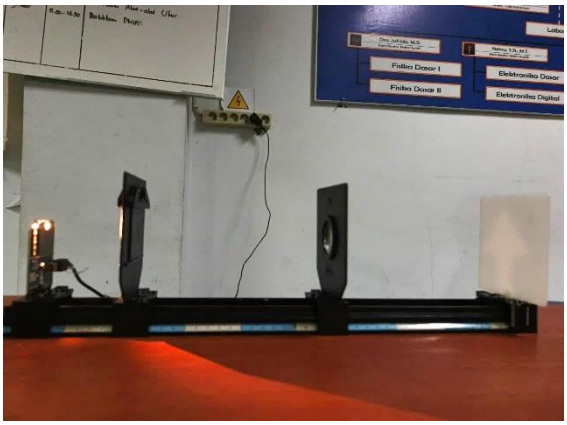
Gambar 8. Layar 3 Cm Di Belakang Lensa



Gambar 9. Layar 6 Cm Di Belakang Lensa



Gambar 10. Layar 12 Cm Di Belakang Lensa



Gambar 11. Layar 17 Cm Di Belakang Lensa



Gambar 12. Layar 3 Cm Di Depan Lensa

Temuan ini sepenuhnya sejalan dengan teori optika geometris, yang menyatakan bahwa lensa cekung merupakan lensa bersifat divergen. Penyebaran berkas cahaya yang terjadi setelah melewati lensa cekung membuat sinar-sinar tersebut tidak pernah berpotongan di depan lensa untuk membentuk citra nyata, sehingga layar tidak dapat menangkap bayangan optis sesungguhnya. Karena itu, citra yang tampak pada layar bukan merupakan citra bayangan, tetapi berupa pola cahaya yang melebar akibat divergensi sinar (Riwayani *et al*., 2019).

Ketika cahaya dari objek memasuki lensa cekung, sinar-sinar yang datang sejajar sumbu utama dibiaskan seolah-olah berasal dari titik fokus maya yang terletak di belakang lensa. Sinar yang menuju fokus pasif dibiaskan sejajar sumbu utama, dan sinar melalui pusat optik diteruskan tanpa pembiasan. Kombinasi ketiga sifat pembiasan ini menyebabkan sinar-sinar yang keluar tidak pernah saling bertemu pada sisi depan lensa, melainkan hanya terlihat seolah-olah berasal dari suatu titik di belakang lensa. Oleh karena itu, bayangan lensa cekung bersifat maya, tegak, dan diperkecil, serta hanya dapat diamati secara langsung dengan melihat melalui lensa, bukan dengan memproyeksikannya ke layar. Ketika layar digunakan, yang terekam bukan citra benda melainkan persebaran luas berkas cahaya setelah mengalami divergensi.

Fenomena yang diamati dalam percobaan, yaitu semakin jauhnya layar dari lensa menghasilkan bercak cahaya yang semakin besar, merupakan konsekuensi langsung dari geometri penyebaran sinar tersebut. Setelah melewati lensa cekung, cahaya membentuk suatu kerucut divergensi. Layar yang ditempatkan pada jarak tertentu dari lensa hanya menangkap irisan dari

kerucut sinar ini. Semakin jauh layar ditempatkan dari lensa, semakin luas irisan kerucut yang ditangkap, sehingga bercak cahaya pada layar tampak semakin besar. Bercak yang membesar ini sering keliru dianggap sebagai "bayangan yang diperbesar", padahal secara optis bukan merupakan pembesaran citra, melainkan pelebaran distribusi cahaya akibat divergensi. Dengan demikian, pola yang diamati pada layar tidak dapat diinterpretasikan sebagai perubahan sifat bayangan, melainkan sebagai manifestasi peningkatan luas penampang berkas divergen (Riwayani *et al*., 2019).

Meskipun pengamatan dilakukan dengan mencoba melihat langsung melalui lensa, citra maya tetap sulit diamati. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor praktis yang umum terjadi dalam percobaan optika, seperti ukuran citra yang sangat kecil, intensitas cahaya yang rendah, kualitas lensa yang terbatas, serta kemampuan akomodasi mata yang tidak selalu optimal pada jarak citra maya yang sangat dekat. Pada kondisi seperti ini, citra maya sering kali berada pada jarak yang sangat pendek di belakang lensa sehingga tidak mudah ditemukan oleh mata tanpa penyesuaian yang tepat. Meskipun citra maya tidak teramati secara jelas secara visual, pola divergensi sinar yang konsisten pada percobaan tetap membuktikan bahwa lensa cekung berperilaku sesuai dengan teori.

Tantangan utama dalam percobaan ini muncul pada pengamatan menggunakan lensa cekung. Berbeda dengan lensa cembung yang menghasilkan bayangan nyata dan dapat ditangkap oleh layar, lensa cekung hanya membentuk bayangan maya yang tidak dapat diproyeksikan ke layar. Akibatnya, metode pengukuran jarak bayangan dengan menggeser layar hingga bayangan tampak paling jelas tidak dapat diterapkan. Dalam praktiknya, bayangan seolah-olah sudah terbentuk di dalam atau sangat dekat dengan lensa, sehingga jarak bayangan yang sebenarnya tidak dapat diukur secara langsung seperti pada lensa cembung.

Sebagai solusi, keterbatasan ini disikapi dengan membatasi pengukuran jarak bayangan hanya pada lensa cembung, sedangkan hasil pengamatan pada lensa cekung dianalisis secara kualitatif berdasarkan sifat bayangannya (maya, tegak, dan diperkecil) serta pola penyebaran sinar setelah melewati lensa. Dengan kata lain, tidak adanya data kuantitatif jarak bayangan pada lensa cekung bukan dianggap sebagai kegagalan percobaan, melainkan sebagai karakteristik fisis dari lensa itu sendiri yang justru menegaskan perbedaan mendasar antara lensa cembung dan lensa cekung dalam pembentukan bayangan.

Dengan mempertimbangkan seluruh hasil percobaan, dapat ditegaskan bahwa lensa cekung tidak pernah membentuk bayangan nyata pada layar, karena fokusnya bersifat maya dan seluruh sinarnya menyebar setelah pembiasan. Seluruh percobaan yang dilakukan memperlihatkan sifat divergensi yang konsisten: apa pun jarak layar terhadap lensa, bercak cahaya yang tertangkap layar semakin melebar seiring bertambahnya jarak, sementara sifat bayangan yang sebenarnya (maya, tegak, dan diperkecil) tidak pernah dapat diproyeksikan. Temuan-temuan ini sepenuhnya sesuai dengan teori optika geometris yang menjelaskan bahwa lensa cekung hanya dapat menghasilkan bayangan maya yang terbentuk di belakang lensa, dan bahwa metode proyeksi layar tidak dapat digunakan untuk menampilkan citra optik dari lensa cekung.

Secara keseluruhan, hasil percobaan pada lensa cembung dan lensa cekung menunjukkan konsistensi yang sangat kuat dengan teori optika geometris mengenai sifat pembentukan bayangan. Variasi posisi layar menghasilkan pola pembiasan cahaya yang sesuai dengan prediksi persamaan lensa tipis, baik pada pembentukan bayangan nyata oleh lensa cembung maupun pembentukan citra maya oleh lensa cekung. Dengan demikian, seluruh temuan dalam percobaan ini tidak hanya mendukung konsep dasar pembiasan pada lensa, tetapi juga memperkuat pemahaman mengenai

perbedaan fundamental antara lensa konvergen dan divergen dalam menghasilkan bayangan pada kondisi eksperimen nyata.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa lensa cembung dan lensa cekung memiliki karakteristik pembentukan bayangan yang berbeda dan konsisten dengan teori optika geometris. Lensa cembung mampu menghasilkan bayangan nyata maupun bayangan maya, bergantung pada posisi layar terhadap titik fokus. Variasi jarak layar membentuk empat ruang pembentukan bayangan (R1–R4) yang menghasilkan sifat bayangan berbeda, mulai dari bayangan maya, tegak, dan diperbesar hingga bayangan nyata, terbalik, dan diperkecil maupun diperbesar. Seluruh perubahan sifat bayangan yang diamati menunjukkan kesesuaian yang kuat dengan persamaan lensa tipis dan prinsip sinar istimewa pada lensa konvergen.

Sebaliknya, lensa cekung terbukti selalu menghasilkan bayangan maya, tegak, dan diperkecil. Bayangan tersebut tidak dapat ditangkap pada layar karena sinar yang melewati lensa menyebar (divergen), sehingga yang terlihat pada layar hanyalah pola cahaya yang semakin melebar seiring bertambahnya jarak layar. Fenomena ini menegaskan bahwa lensa cekung tidak mampu membentuk bayangan nyata. Dengan demikian, hasil penelitian ini berhasil membuktikan secara eksperimental perbedaan mendasar antara lensa konvergen dan divergen serta memperkuat pemahaman konsep hubungan antara jarak benda, jarak bayangan, fokus lensa, dan sifat citra dalam optika geometris. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa praktikum sederhana mampu menjadi metode efektif untuk memvalidasi teori sekaligus meningkatkan pemahaman konseptual dalam pembelajaran optika.

DAFTAR PUSTAKA

Apriyaningtyas, M., Suparmi, S., & Sunarno, W. (2024). Kaidah Interaksi Sosial dan Keterampilan Berpikir Kreatif Pemahaman Konsep Siswa Terhadap Pencapaian Materi Optik Geometri. *JPIK: Jurnal Pendidikan IPA Dan Keilmuan*, *4*(1), 11–19. https://doi.org/10.37471/jpik.v4i1.912

Herisman, I., & Baihaqi, K. (2023). Kajian Jari-Jari Kelengkungan Pada Lensa Cekung. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, *6*(2023), 757–761. https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/view/66687

Livanos, F., Komalasari, I. M., & Simanjuntak, S. (2022). Pengaruh Penggunaan Lensa Bluechromic Terhadap Kenyamanan di Optik Sarimbit Bobor Tahun 2022. *Jurnal Optometri*, *1*(1), 33–42. https://ejournal.aroleprindo.ac.id/index.php/jro/article/view/5

Mukmin, A. (2017). Penggunaan Lensa Divergen Serta Konvergen Terhadap Daya Keluaran Panel Surya. *Jurnal Risenologi*, *2*(2), 79–89. https://media.neliti.com/media/publications/308732-penggunaan-lensa-divergen-serta-konverge-f8b83349.pdf

Resnick, R., Halliday, D., & Walker, J. (2014). *Fisika Dasar (Terjemahan)*. Jakarta: Erlangga.

Riwayani, R., Perdana, R., & Sari, R. (2019). Analisis Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa Pada Materi Optik : Problem-Based Learning Berbantuan Edu-Media Simulation Based Learning Berbantuan Edu-Media Simulation Analyzing Students Scientific Argumentation

Skill In Optik. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA Volume*, *5*(1), 45–53. https://doi.org/10.21831/jipi.v5i1.22548

Suwarna, I. P., (2010). *OPTIK*. Bogor: Duta Grafika.

Suwarsono, A. D., Hadi, K., & Solikha, M. M. (2023). Pengenalan Konsep IPA Pembiasan Cahaya dan Pencerminan dengan menggunakan Cermin dan Lensa. *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *4*(3), 1877–1885. https://doi.org/10.31949/jb.v4i3.5279

Taqwim, M. A., Sucahyo, I., & Yantidewi, M. (2021). Rancang Bangun Alat Penentu Panjang Fokus Pada Lensa Bikonveks Menggunakan Sensor Temt6000 Dan Motor Stepper. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, *10*(2), 81–86. https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/inovasi-fisika-indonesia/article/view/40917

Wahyudi. (2021). Pengembangan LKS Berbasis Model Discovery Learning Pada Pembelajaran Materi Lensa Siswa SMP Negeri 4 Bontang. *PAEDAGOGY : Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Psikologi*, *1*(2), 190–202. https://doi.org/10.31949/jb.v4i3.5279

Wibowo, A., Agung, J. S., Jogorogo, K., Ngawi, K., Timur, J., Jurnal, J., & Sains, P. (2021). Penggunaan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Struktural Think Pair Share pada Materi Pembentukan Bayangan Benda pada Lensa Cembung. *JPSP: Jurnal Penelitian Sains Dan Pendidikan*, *1*(2), 164–170. https://e-journal.iain-palangkaraya.ac.id/index.php/mipa/%0Apendidikan

Wibowo, A. T., & Marzuqi, A. (2022). Pengembangan Kit Optik sebagai Media Praktikum Cahaya dan Optik untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Edutrained : Jurnal Pendidikan Dan Pelatihan*, *6*(1), 18–28. https://doi.org/10.37730/edutrained.v6i1.153