



FISIKA 2

(Optik, Magnet dan Listrik)

Drs. Endang Hardi, M.Pd.
Romdah Romansyah, M.Pd., M.Si.

FISIKA 2

(Optik, Magnet dan Listrik)

FISIKA 2

(Optik, Magnet dan Listrik)

Drs. Endang Hardi, M.Pd.

Romdah Romansyah, M.Pd., M.Si.



FISIKA 2

(Optik, Magnet dan Listrik)

© Penerbit Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia (PRCI)

Penulis:

Drs. Endang Hardi, M.Pd.
Romdah Romansyah, M.Pd., M.Si.

Editor: Rusli

Cetakan Pertama: September 2023

Cover: Tim Penyusun

Tata Letak: Tim Kreatif PRCI

Hak Cipta 2023, pada Penulis. Diterbitkan pertama kali oleh:

Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
ANGGOTA IKAPI JAWA BARAT

Pondok Karisma Residence Jalan Raflesia VI D.151
Panglayungan, Cipedes Tasikmalaya – 085223186009

Website: www.rcipress.rcipublisher.org
E-mail: rumahcemerlangindonesia@gmail.com

Copyright © 2023 by Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
All Right Reserved

- Cet. I –: Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia, 2023
Dimensi : 14,8 x 21 cm

ISBN: 978-623-448-644-5

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk dan dengan
cara apapun tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang
Hak Cipta Pasal 72

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta
Pasal 72

Barang siapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling sedikit 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp.1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).

Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta terkait sebagai dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada kami sehingga kami berhasil menyelesaikan Buku dengan judul Fisika 2 (Optik, Magnet dan Listrik) sesuai yang ditargetkan. Buku ini berisikan tentang ilmu alam yang mempelajari materi beserta gerak dan perilakunya dalam lingkup ruang dan waktu, bersamaan dengan konsep yang berkaitan seperti energi dan gaya, buku ini membahas tiga materi inti yakni Optik, Magnet dan Listrik. Kami menyadari bahwa Buku ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun selalu kami harapkan demi kesempurnaan buku ini.

Akhir kata, kami sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penyusunan. Buku ini dari awal sampai akhir. Semoga Allah SWT senantiasa meridhoi segala usaha kita. Amin.

September 2023
Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
BAB 1 OPTIK.....	1
A. Optik Fisik.....	1
1. Warna Cahaya	3
2. Dispersi Cahaya.....	4
3. Warna Benda.....	7
4. Warna-Warna Komplementer Dan Warna Primer	7
5. Aberasi Pada Cermin dan Lensa.....	8
6. Catatan Tambahan	12
7. Interferensi dan Difraksi	13
8. Polarisasi Cahaya (Pengkutuban).....	22
9. Pemutaran Bidang Getar	27
10. Hamburan Cahaya.....	28
B. Alat-Alat Optik.....	31
1. Mata.....	33
2. Kamera.....	39
3. Lup.....	40
4. Mikroskop.....	46
5. Teropong.....	51
C. Rangkuman	62
BAB 2 MAGNET	63

A. Penggolongan Benda Berdasarkan Sifat Magnetnya.....	64
B. Medan Magnet	65
C. Sifat-Sifat Magnet.....	66
D. Kutub Magnet.....	67
E. Cara Membuat Magnet	68
F. Cara Menghilangkan Kemagnetan.....	70
G. Kegunaan Magnet Dalam Kehidupan Sehari-Hari	70
H. Magnet Menimbulkan Medan Magnetik di Sekitarnya.....	72
1. Sifat Garis-Garis Gaya Magnetik.....	73
2. Bumi Memiliki Sifat Magnetik.....	73
3. Sudut Deklinasi dan Inklinasi.....	74
I. Medan Magnet Di Sekitar Arus Listrik.....	75
1. Garis-garis Gaya Magnetik di Sekitar Penghantar Lurus.....	75
2. Garis-garis gaya magnetik pada kumparan melingkar berarus	76
3. Garis-garis Gaya Magnetik pada Kumparan Berarus (Solenoida).....	77
J. Elektromagnet	77
1. Besarnya Medan Magnet dari Magnet Listrik Ditentukan oleh Faktor – Faktor.....	78
2. Penggunaan Elektromagnetik.....	78
BAB 3 LISTRIK.....	79
A. Pengertian Listrik.....	79
B. Muatan Listrik.....	80
C. Medan Listrik	84

D. Potensial Listrik.....	86
E. Rangkaian Listrik.....	88
F. Tenaga Listrik.....	89
G. Berkawan Listrik.....	90
H. Rumus-rumus Listrik	92
DAFTAR PUSTAKA.....	96

BAB 1

OPTIK

A. Optik Fisik

Optika fisik atau **optika gelombang** (en:*physical optics*) adalah cabang studi cahaya yang mempelajari sifat-sifat cahaya yang tidak terdefinisikan oleh optik geometris dengan pendekatan sinarnya. Definisi sifat cahaya dalam optik fisis dilakukan dengan pendekatan frekuensi tinggi (Inggris:*high frequency approximation* atau *short wave approximation*). Teori pertama dicetuskan oleh Robert Hooke pada sekitar tahun 1660. Christiaan Huygens menyusul dengan *Treatise on light* pada tahun 1690 yang dikerjakannya semenjak tahun 1678. **Cahaya** didefinisikan sebagai emisi deret gelombang ke segala arah dalam medium yang disebut *Luminiferous ether*. Karena gelombang tidak terpengaruh oleh medan gravitasi, cahaya diasumsikan bergerak lebih lambat ketika merambat melalui medium yang lebih padat.

Pada tahun 1746, Leonhard Euler dengan *Nova theoria lucis et colorum* mengatakan bahwa difraksi dapat dijelaskan dengan lebih mudah secara teori gelombang.

Pada sekitar tahun 1800, Thomas Young menyatakan bahwa gelombang cahaya dapat saling berinterferensi, dapat dipolarisasi, mempunyai warna sesuai dengan panjang gelombangnya dan menjelaskan *color vision* dalam konteks reseptor tiga warna pada mata. Pada tahun 1817, Augustin Jean Fresnel membuat presentasi teori gelombang dengan perhitungan matematis di *Académie des Sciences* yang

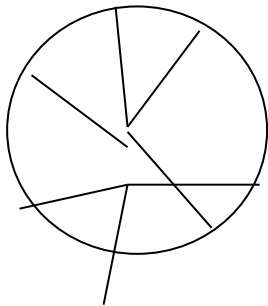
kemudian dikenal dengan persamaan Fresnel. Simeon Denis Poisson menambahkan perhitungan matematis yang melemahkan teori partikel Newton. Pada tahun 1821, Fresnel menunjukkan metode matematis bahwa polarisasi hanya dapat dijelaskan oleh teori gelombang, karena gelombang merambat tanpa vibrasi longitudinal. Kelemahan teori gelombang hanya karena gelombang membutuhkan medium untuk merambat, hipotesa substansi *Luminiferous ether* diajukan, namun digugurkan oleh percobaan Michelson-Morley. Pada saat Léon Foucault berhasil mengukur kecepatan cahaya dengan cukup akurat pada tahun 1850^[1], hasil percobaannya menggugurkan teori partikel cahaya yang menyatakan bahwa partikel cahaya mempunyai kecepatan lebih tinggi dalam medium yang lebih padat, dan mengukuhkan teori gelombang cahaya yang menyatakan sebaliknya.

Pada tahun 1845, Michael Faraday menemukan bukti relasi antara cahaya dengan medan elektromagnetik pada percobaan rotasi Faraday.^[2] Serangkaian percobaan Faraday berikutnya menginspirasi James Clerk Maxwell dengan *On Physical Lines of Force* pada tahun 1862, *A Treatise on Electricity and Magnetism* pada tahun 1873 dengan penjabaran matematis yang disebut persamaan Maxwell. Segera setelah itu, Heinrich Hertz mengukuhkan teori Maxwell dengan serangkaian percobaan pada gelombang radio. Penemuan kedua tokoh tersebut mengakhiri era optika klasik dan membuka lembaran baru pengembangan radio modern, radar, televisi, citra elektromagnetik, komunikasi nirkabel dll.

1. Warna Cahaya

Cahaya terdiri dari bermacam-macam warna, hal ini dapat dibuktikan dengan piringan Newton (Newton's Disc) yang terdiri dari 7 macam warna yaitu : merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila dan ungu. (cara menghafal : MEJIKUHI BINIU) yang diputar dengan cepat akan tampak berwarna putih.

Gambar piringan Newton.



Merah

Jingga

Kuning

Hijau

Biru

Nila

Ungu

Dapat disimpulkan bahwa :

1. Ketujuh komponen warna disebut sebagai spektrum warna dari sinar putih.
2. Sinar-sinar yang dapat diuraikan atas beberapa komponen warna seperti sinar putih disebut **SINAR POLIKROMATIK**.
3. Sinar-sinar yang tidak dapat diuraikan lagi atas beberapa komponen, disebut **SINAR MONOKROMATIK**.
4. Dalam ruang hampa, cahaya mempunyai :
 - Kecepatan perambatan sama.
 - Frekuensi masing-masing warna berbeda.

- Panjang gelombang masing-masing warna berbeda.

5. Rumus kecepatan perambatan cahaya (c)

$c = f \cdot \lambda$

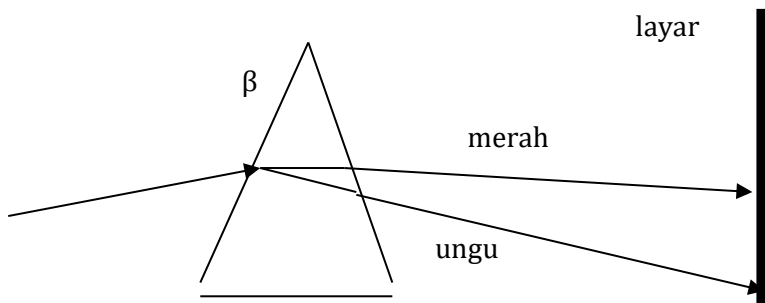
c = Kecepatan perambatan cahaya
 f = Frekuensi
 λ = Panjang gelombang

Karena harga c tetap, bila frekuensi kecil maka panjang gelombang besar atau sebaliknya.

6. Cahaya warna merah mempunyai f kecil maka λ besar.

2. Dispersi Cahaya

Bila seberkas sinar putih (Polikromatik) mengenai batas antara dua media bening yang mempunyai indeks bias berbeda, maka selain dibiaskan, berkas sinar inipun akan diuraikan menjadi berbagai warna, hal ini secara sederhana dapat digunakan prisma sebagai media bening.



Jika ditinjau dari susunan spektrumnya, maka :

.. Indeks bias (n) : Ungu terbesar sedang merah terkecil.

Deviasi (δ) : Ungu terbesar sedang merah terkecil.

Frekuensi (f) : Ungu terbesar sedang merah terkecil.

Energi photon (E_{ph}) : Ungu terbesar sedang merah terkecil.

Panjang gelombang (λ) : Ungu terkecil sedang merah terbesar.

Kecepatan (v) : Ungu terkecil sedang merah terbesar.

Deviasi sinar merah :

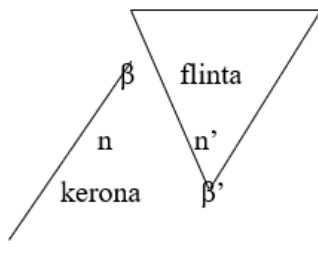
$$m = (n_m - 1)$$

n_m = index bias sinar merah.

$$u = (n_u - 1)$$

n_u = Index bias sinar ungu.

Sudut yang dibentuk antara deviasi sinar merah (deviasi terkecil) dan sudut deviasi sinar ungu (deviasi terbesar) dinamakan sudut dispersi (θ)



$$\theta = u - m \text{ atau } = (n_u - n_m) \cdot B$$

Untuk meniadakan dispersi digunakan prisma akhromatik dengan susunan seperti pada gambar berikut :

$$C_m = C_u \longrightarrow C_B = C_B'$$

$$(n_u - n_m) B = (n_u - n_m) B$$

Untuk membuat deviasi total suatu warna = 0, misal untuk warna hijau digunakan susunan prisma pandang lurus. Berlaku :

$$(n_h - 1) B = (n_h - 1) B$$

Lensa akromatik

Lensa akromatik juga bertujuan sama seperti pada prisma akromatik yaitu susunan dua buah lensa yang mampu menghilangkan peruraian warna (dispersi)

$$\frac{1}{f_{gab\text{merah}}} = \frac{1}{f_{gab\text{biru}}}$$

$$\begin{array}{ccccccc} (n_m-1)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right) & + & (n'_m-1)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right) & = & (n_u-1)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right) & + & (n'_u-1)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right) \\ \hline \text{kerona} & & \text{flinta} & & \text{kerona} & & \text{flinta} \end{array}$$

3. Warna Benda

Warna benda tergantung dari :

1. Warna cahaya yang jatuh pada benda.
2. Warna-warna yang dipantulkan atau diterima benda.
 - Benda-benda yang disinari oleh cahaya matahari atau sumber cahaya lain, akan memantulkan warna cahaya yang sesuai dengan warna benda ini, sedang warna cahaya lainnya diserap.

Contoh : Daun tumbuhan disinari sinar matahari (Cahaya Polikhromatik), maka daun akan memantulkan warna hijau sedangkan warna lain diserap.

- Warna benda juga tergantung dari warna cahaya yang dipantulkan atau yang diterima.

Contoh : Benda berwarna biru bila disinari lampu warna merah maka benda tampak berwarna hitam.

4. Warna-Warna Komplementer Dan Warna Primer

Warna komplementer adalah : Pasangan warna yang jika digabungkan menghasilkan cahaya putih.

Contoh : Warna pada Newton's Disc (Piringan Newton).

Kuning (merah + hijau) + biru = putih

Cyan (hijau + biru) + merah = putih

Magenta (merah + biru) + hijau = putih.

Warna sekunder : Pasangan warna yang jika digabungkan menghasilkan warna lain (bukan putih).

Contoh : warna kuning = merah + hijau

warna Cyan = hijau + biru

warna Magenta = merah + biru.

Warna primer : Adalah warna yang tidak dapat dibuat dengan menggabungkan warna lain.

Yang termasuk warna primer : merah, hijau dan biru.

Ketiga warna tersebut dapat digabung untuk membuat semua warna.

Jika ketiganya digabung akan membentuk warna putih.

5. Aberasi Pada Cermin dan Lensa

Sinar-sinar yang membuat sudut terkecil dengan sumbu utama disebut sinar paraxial. Namun pada umumnya, sinar-sinar itu tidak seperti pendekatan (definisi) di atas biasa disebut sinar non paraxial.

Sinar-sinar non paraxial tersebut, setelah dibiaskan oleh lensa, tidak berpotongan pada satu titik. Akibatnya, bayangan yang dibentuk tidak hanya sebuah.

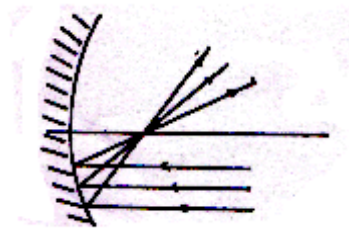
Tidak hanya sinar non paraxial saja yang menyebabkan bayangan yang dibentuk tidak hanya sebuah, tetapi juga karena jarak titik api lensa tergantung pada index bias lensa, sedang index bias tersebut berbeda-beda untuk panjang gelombang yang berbeda. Sehingga jika sinar tidak monokhromatik (Polikhromatik), lensa akan membentuk sejumlah bayangan yang berbeda-beda posisinya dan juga ukurannya, meskipun sinarnya itu paraxial.

Adanya kenyataan bahwa bayangan yang dibentuk tidak sesuai dengan perkiraan yang didasarkan pada persamaan sederhana (Gauss) disebut ABERASI.

1. *Aberasi Sferis*

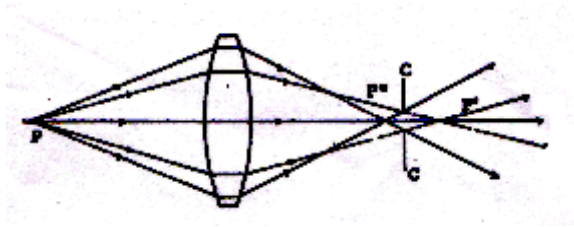
Adalah *kelainan-kelainan* pada bayangan yang dibentuk karena pemantulan atau pembiasan oleh permukaan sferis. Hal ini tidak disebabkan karena adanya kesalahan konstruksi daripada lensa atau cermin (misalnya, kesalahan pada pembuatan permukaan sferis), tetapi *kelainan-kelainan* itu semata-mata merupakan konsekwensi dari pengetrapan hukum pemantulan atau pembiasan pada permukaan sferis.

a. *Aberasi Sferis pada Cermin*



Sinar-sinar pantul saling berpotongan membentuk bidang lengkung yang meruncing dengan titik puncaknya di titik api f cermin, bidang lengkung ini disebut bidang kaustik.

b. Aberasi Sferis pada Lensa



Sinar-sinar paraxial membentuk bayangan dari P (terletak pada sumbu utama) di P' . Sedang sinar-sinar yang dekat tepi lensa membentuk bayangan di P'' . Sinar-sinar yang ditengah lensa akan membentuk bayangan antara P' dan P'' .

Jika sebuah layar ditempatkan tegak lurus sumbu utama, akan terlihat bayangan yang berbentuk lingkaran pada layar itu.

Lingkaran terkecil bila layar pada "c c" (Circle of least confusion) dan pada tempat inilah diperoleh bayangan terbaik.

Jenis aberasi ini dapat dihilangkan dengan memasang diaphragma.

2. Aberasi Koma

Aberasi ini sama halnya dengan aberasi sferis. Hanya saja, kalau aberasi sferis untuk benda-benda yang terletak pada sumbu utama, sedang aberasi koma untuk benda-benda yang tidak terletak pada sumbu utama. Sehingga, kalau pada aberasi sferis bayangan berbentuk pada layar merupakan lingkaran, tetapi pada aberasi koma, bentuk bayangan pada layar berbentuk "koma" dan sebab itu disebut ABERASI KOMA.

3. Aberasi Distorsi

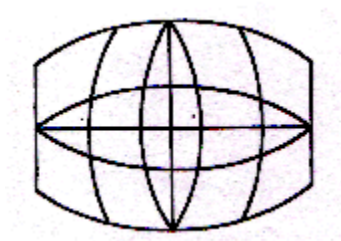
Aberasi ini justru terjadi pada lensa tunggal berdiaphragma.

Ada dua macam distorsi :

- a. ***Distorsi bantal jarum (Pinchusion)***, dengan pembesaran seperti gambar dibawah ini.

Distorsi ini terjadi bila diaphragma terletak di belakang lensa.

- b. ***Distorsi tong Anggur (barrel)***, dengan kelainan perbesaran bayangan seperti gambar dibawah ini.



Distorsi ini terjadi bila bayangan diletakkan di depan lensa. Distorsi ini dihilangkan dengan meletakkan diaphragma ditengah-tengah di antara dua lensa tersebut.

4. Aberasi Khromatik.

Adalah : Pembiasan cahaya yang berbeda panjang gelombang pada titik fokus yang berbeda.

Cahaya polychromatik sejajar sumbu utama yang datang pada sebuah lensa akan diuraikan menjadi berbagai warna. Tiap warna cahaya memotong sumbu utama pada titik-titik yang berlainan.

Hal ini disebabkan tiap-tiap warna mempunyai fokus sendiri-sendiri. Titik fokus warna merah (f_m) paling jauh dari lensa sedangkan titik fokus untuk cahaya ungu (f_u) paling dekat ke lensa.