

pat
2021



RANGKUMAN
K I L A T

Fisika

KATA PENGANTAR

Halo Kilaters!

Terima kasih banyak atas dukungan kalian untuk menggunakan Rangkuman Kilat sebagai salah satu referensi belajar dalam menghadapi PTS 2021 kemarin. Kami juga ingin berterima kasih juga untuk kesabaran kalian dalam menanti Rangkuman Kilat – PAT 2021. Pada Kesempatan kali ini, kami telah menyusun Rangkuman Kilat edisi PAT 2021 sesuai dengan kisi-kisi yang diberikan dari guru.

Walaupun kami tahu bahwa halaman kata pengantar ini tidak akan dibaca kalian, kami akan tetap mengingatkan kalian boleh saja menggunakan Rangkuman Kilat sebagai referensi belajar kalian, akan tetapi jangan pasrah dengan belajar dari Rangkuman kami saja. Belajarlah dari referensi yang lain, seperti buku, latihan soal, dan internet. Seperti yang kalian tahu bahwa Rangkuman Kilat dibuat oleh Team Kilat yang merupakan sekelompok murid, sehingga dapat disimpulkan bahwa Rangkuman Kilat ini bukan dari guru.

Akhir kata, kami sekali lagi ingin berterima kasih sebanyak-banyaknya atas dukungan dan kepercayaan kalian kepada Team Kilat, dan kami doakan sukses dan yang terbaik bagi kalian untuk menghadapi PAT 2021 kali ini.



Kak Harto | Centrino
Coloid | xnyaa
Biola*_* | Jane

In collaboration with ZERO

Ada kritik, saran, dan kesalahan dalam Rangkuman ini? Kalian bisa isi link gform di bawah ini. Gform akan selalu baca hingga H-1 hari terakhir PAT 2021.

https://docs.google.com/forms/d/15KvpTscON89jG0jsVa1QvGS49-Zw1To5A_f3o7nn368/edit?usp=sharing

Dukung Team Kilat! <https://saweria.co/teamkilat>

Termodinamika

Termodinamika adalah cabang ilmu fisika yang membahas tentang hubungan antara panas (kalor) dan usaha yang dilakukan oleh kalor tersebut.

Usaha yang dilakukan oleh gas dinyatakan dengan persamaan:

$$W = p \Delta V$$

Dengan:

W = Usaha luar yang dilakukan oleh gas (J)

ΔV = Perubahan volume gas

P = Tekanan gas

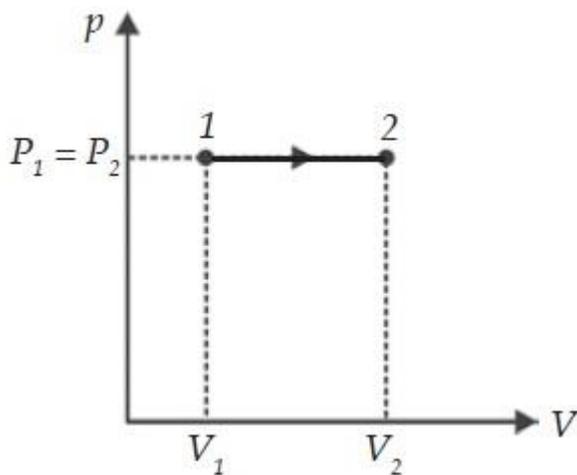
Ketentuan:

$W > 0$ (positif), maka gas melakukan usaha terhadap lingkungan

$W < 0$ (negatif), maka gas menerima usaha dari lingkungan

1.1 Usaha dalam sebuah sistem

a. Usaha pada Tekanan Tetap (**Isobarik**)



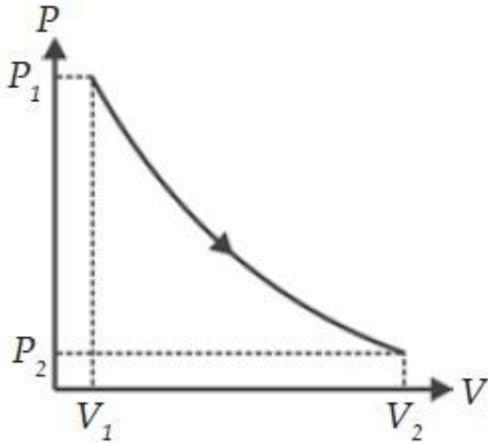
Usaha yang dilakukan oleh gas pada proses isobarik dinyatakan sebagai berikut:

$$W = p (V_2 - V_1)$$

Untuk mencari V_1 dan V_2 digunakan persamaan:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

b. Usaha pada Suhu Tetap (Isotermal)



Usaha yang dilakukan oleh gas dalam proses isotermal dinyatakan sebagai berikut:

$$W = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$$

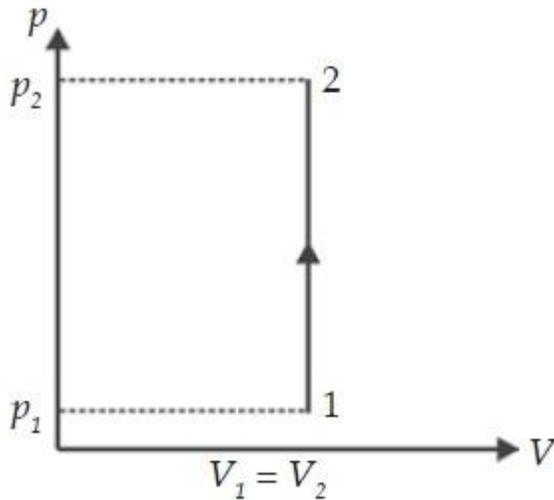
Dengan,

R (tetapan Boltzmann) = 8,31

Untuk mencari V_1 dan V_2 digunakan persamaan:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

c. Usaha Pada Volume tetap (Isokhorik)

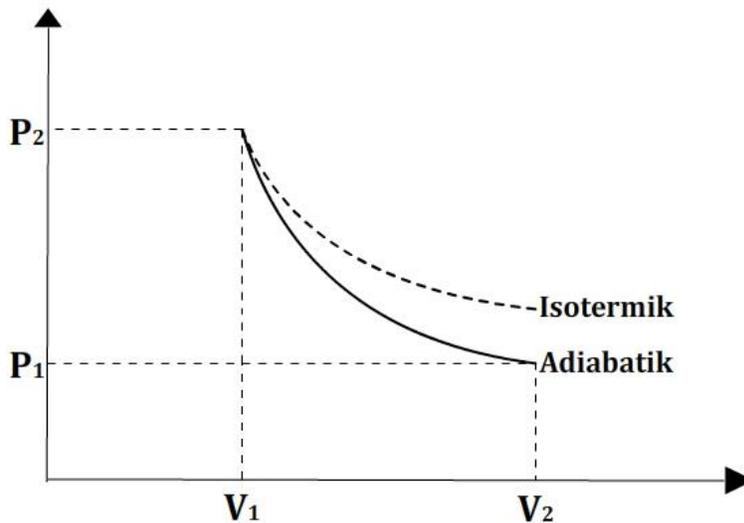


Persamaan umum proses Isokhorik:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Karena volume tetap pada proses ini ($\Delta V = 0$), maka **usahanya nol**.

d. Usaha pada Proses Adiabatik



(Grafik **lebih curam** daripada proses Isotermal)

Proses adiabatik adalah proses perubahan sistem tanpa adanya pertukaran kalor dengan lingkungannya, atau tidak ada kalor yang dilepas maupun yang diterima oleh gas, sehingga $Q = 0$.

Proses adiabatik mengikuti persamaan Poisson, yaitu:

$$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma \text{ atau } T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$$

dengan, $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$ = konstanta Laplace.

Hukum I Termodinamika

“Jika sejumlah kalor Q yang diberikan pada sistem, kalor digunakan sebagian oleh sistem untuk melakukan usaha W , dan selisih energi $Q - W$ sama dengan perubahan energi untuk ΔU dari sistem”

Persamaan dari hukum I termodinamika:

$$Q = \Delta U + W$$

Dengan Ketentuan,

- W bertanda (+) jika sistem melakukan usaha
- W bertanda (-) jika sistem menerima usaha
- Q bertanda (+) jika sistem menerima kalor
- Q bertanda (-) jika sistem melepas kalor
- ΔU bertanda (+) jika sistem memperoleh tambahan energi dalam /mengalami kenaikan suhu
- ΔU bertanda (-) jika sistem mengalami penurunan energi dalam /mengalami penurunan suhu

Untuk gas dengan partikel – partikel **monoatomik**, berlaku:

$$U = \frac{3}{2} nRT$$
$$\Delta U = \frac{3}{2} nR(T_2 - T_1)$$

Untuk gas dengan partikel – partikel **diatomik**, berlaku:

$$U = \frac{5}{2}nRT$$
$$\Delta U = \frac{5}{2}nR(T_2 - T_1)$$

Catatan:

- Bila tidak ada penjelasan monoatomik atau diatomik, maka sistem **dianggap gas monoatomik**.

- $nRT = PV$

a. Penerapan Hukum I Termodinamika pada proses **Isobarik**

$$Q = \Delta U + W$$

b. Penerapan Hukum I Termodinamika pada proses **Isotermal**

$$\Delta U = 0$$

c. Penerapan Hukum I Termodinamika pada proses **Isokhorik**

$$Q = \Delta U$$

d. Penerapan Hukum I Termodinamika pada proses **Adiabatik**

$$\Delta U = -W$$

Kapasitas Kalor Gas Ideal

Kapasitas kalor adalah jumlah kalor yang diterima pada setiap tingkat suhu kelvin. Disimbolkan dengan C.

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \text{ atau } Q = C \cdot \Delta T$$

dengan,

C = kapasitas kalor gas (J/K)

Q = jumlah kalor yang diserap gas (J)

ΔT = perubahan suhu gas (K)

Kapasitas kalor pada proses **isokhoris**

(monoatomik)

$$Cv = \frac{3}{2}nR$$

(diatomik)

$$Cv = \frac{5}{2}nR$$

Kapasitas kalor pada proses **isobarik**

$$Cp - Cv = nR$$

(monoatomik)

$$Cp = \frac{5}{2}nR$$

(diatomik)

$$C_p = \frac{7}{2}nR$$

Tetapan Laplas

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

(persamaan)

$$\gamma = \frac{5}{3}$$

(monoatomik)

$$\gamma = \frac{7}{5}$$

(diatomik)

1.2 Mesin karnot

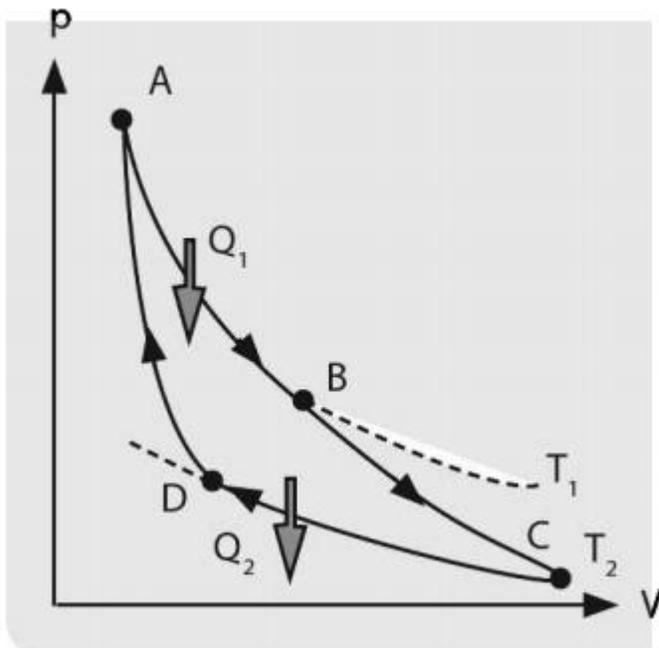
Hukum II Termodinamika

“Tidak mungkin ada suatu sistem yang dapat mengubah seluruh kalor yang diterima menjadi usaha”

Hukum kedua termodinamika menunjukkan bahwa efisiensi suatu mesin tidak akan pernah 100%.

Siklus Karnot dan efisiensi mesin

Siklus adalah suatu rangkaian proses berkelanjutan yang pada akhirnya kembali ke keadaan semula. ($\Delta U = 0$)



Siklus Carnot adalah siklus reversibel yang terdiri atas dua proses isothermal dan proses adiabatik.

Perbandingan antara besar usaha yang dilakukan sistem (W) terhadap energi kalor yang diserap disebut **efisiensi mesin** (η)

$$\eta = \frac{W}{Q_1} \times 100\% = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \times 100\% = \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1}\right) \times 100\%$$

$$\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$$

Keterangan

η = efisiensi mesin (%)

W = Usaha yang dilakukan sistem (J)

Q_1 = Energi kalor yang diserap sistem (J)

Q_2 = Energi kalor yang dilepaskan sistem (J)

T_1 = temperatur pada reservoir suhu tinggi (K)

T_2 = temperatur pada sreservoir suhu rendah (K)

1.3 Mesin Pendingin

Mesin pendingin Carnot bekerja dengan menerima usaha dari luar untuk memindahkan kalor pada reservoir bersuhu rendah menuju reservoir bersuhu tinggi. Kalor yang dilepaskan ke suhu tinggi sama dengan kerja ditambah kalor yang diserap.

$$Q_1 = Q_2 + W$$

Koefisien daya guna (performansi) dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$K_p = \frac{Q_2}{W} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} \quad \text{atau} \quad K_p = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

Gelombang Mekanik

Berdasarkan **medium** perambatannya, gelombang dibedakan menjadi 2 macam:

- **Gelombang mekanik**, yaitu gelombang yang **memerlukan medium** dalam perambatannya.
Contoh: gelombang bunyi, gelombang tali, dan tali gelombang permukaan air.
- **Gelombang elektromagnetik**, yaitu gelombang yang **tidak memerlukan medium** dalam perambatannya.
Contoh: Gelombang cahaya

Berdasarkan **arah rambatannya**, gelombang juga dibagi menjadi 2 jenis yaitu:

- **Gelombang transversal**, yaitu gelombang yang arah perambatannya **tegak lurus** dengan arah getarnya.
Contoh: Gelombang tali, gelombang air, dan gelombang elektromagnetik.
- **Gelombang longitudinal**, yaitu gelombang yang arah perambatannya **sejajar atau berimpit** dengan arah getarnya.
Contoh: Gelombang bunyi, gelombang slinki

Dalam materi gelombang,

Periode (T), adalah waktu yang dibutuhkan untuk satu kali getaran.

Frekuensi (f), adalah jumlah getaran dalam selang satu detik.

Cepat Rambat (v), adalah kecepatan getaran.

Hubungan antara T, f, dan v:

- $T = \frac{t}{n}$
- $f = \frac{1}{T} = \frac{n}{t}$
- $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$

dengan,

v = cepat rambat gelombang (m/s)

T = periode gelombang (s)

λ = panjang gelombang (m)

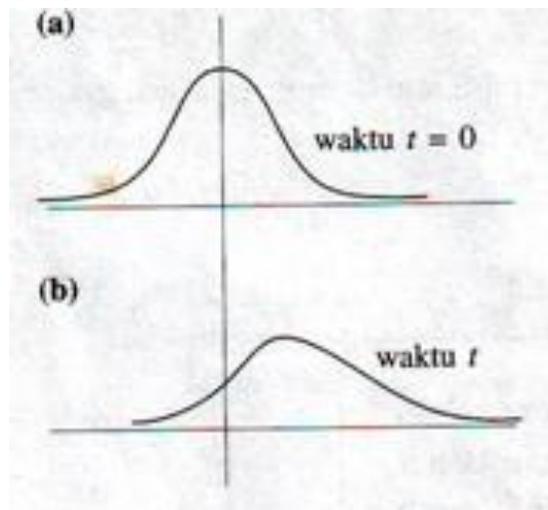
f = frekuensi gelombang (Hz)

t = selang waktu (s)

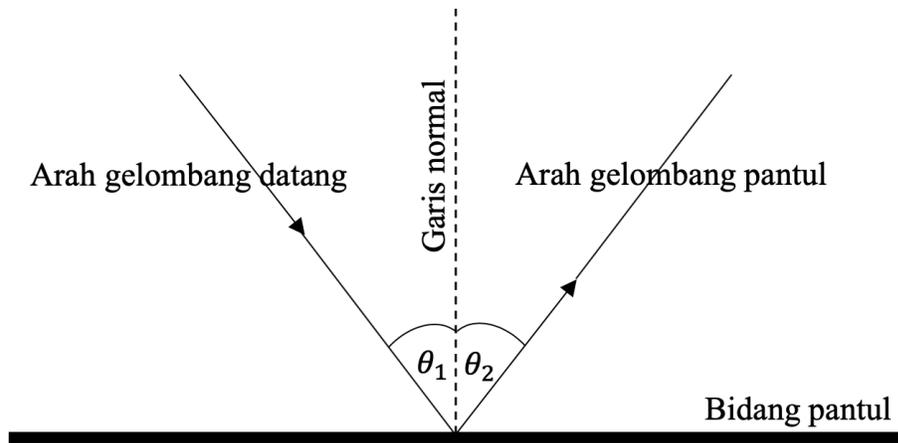
n = banyaknya gelombang

Sifat – sifat gelombang:

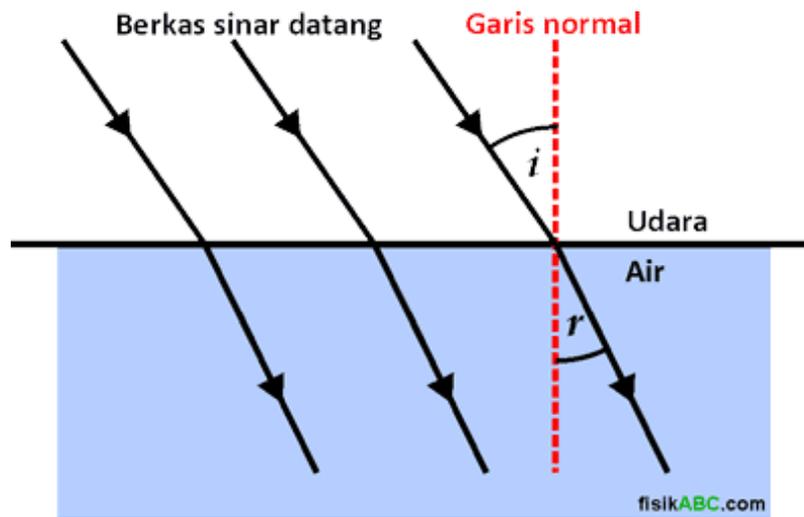
1. Dispersi / perubahan bentuk



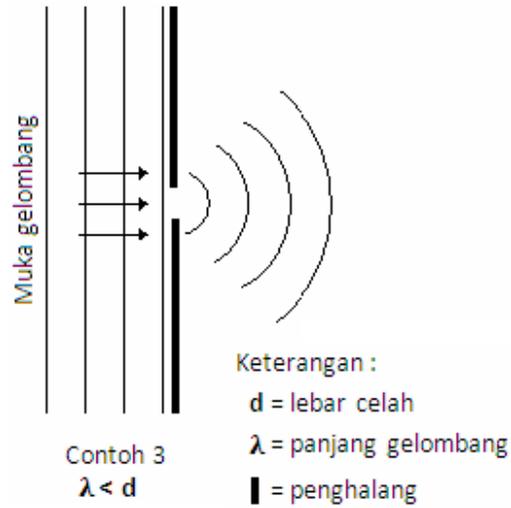
2. Pemantulan



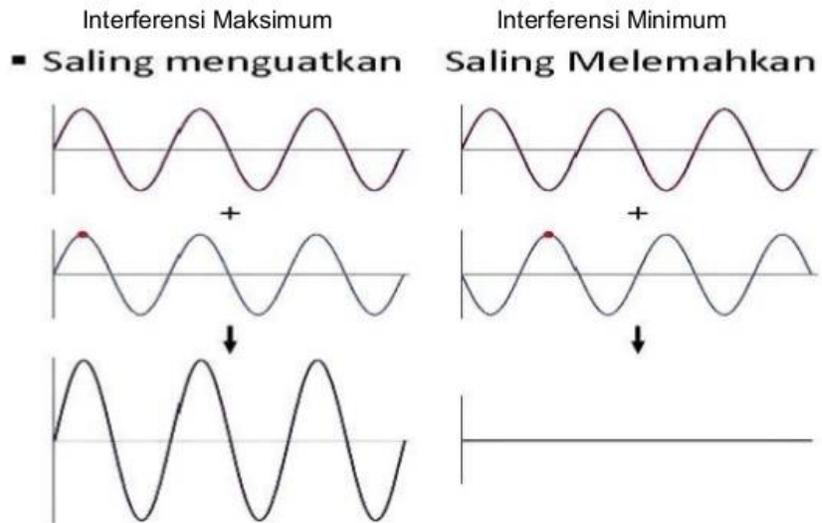
3. Pembiasan / pembelokan



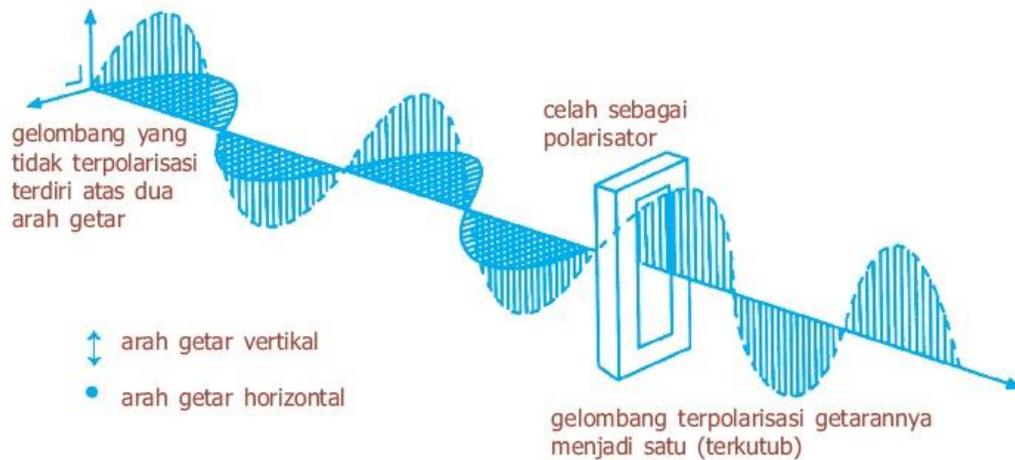
4. Difraksi / lenturan



5. Interferensi / penggabungan



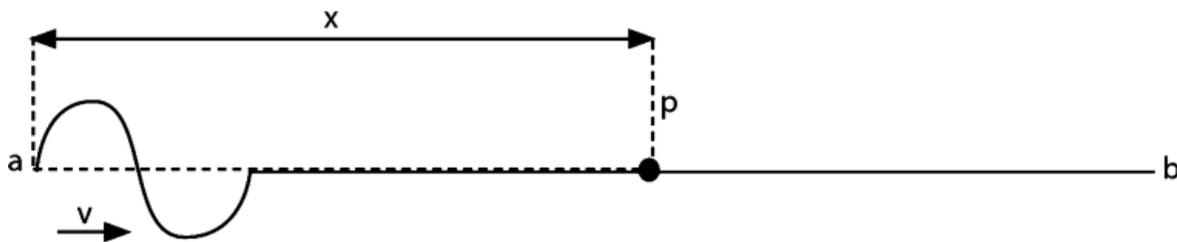
6. Polarisasi



Gelombang Berjalan dan Stasioner

3.1 Gelombang berjalan

Gelombang berjalan adalah gelombang yang memiliki amplitudo tetap. Artinya, titik-titik yang dilalui gelombang mengalami getaran harmonik dengan amplitudo tetap.



Memiliki persamaan simpangan

$$Y_p = \pm A \sin(\omega t \mp kx)$$

atau

$$Y_p = \pm A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

dengan,

Y_p = simpangan (m)

A = amplitudo gelombang, dengan ketentuan:

- bernilai positif, sumber gelombang bergerak ke atas pada saat pertama kali bergerak.
- bernilai negatif, sumber gelombang bergerak ke bawah pada saat pertama kali bergerak.

ω = $2\pi f = 2\pi/T$ = kecepatan sudut (rad/s)

k = $2\pi/\lambda$ = bilangan gelombang (/m)

λ = panjang gelombang (m)

x = jarak titik p dari titik a (m)

t = selang waktu gelombang merambat dari a ke p.

f = frekuensi (Hz)

Tanda fase gelombang : $\omega t \pm kx$ adalah:

- bernilai positif, jika gelombang merambat ke arah kiri.
- bernilai negatif, jika gelombang merambat ke arah kanan.

Dengan rumus kecepatan dan percepatan sebagai berikut:

$$V = A\omega \cos(\omega t - kx)$$

dan

$$a = -A\omega^2 \sin(\omega t - kx)$$

Sudut fase:

$$\theta = \omega t \pm kx = 2\pi \left(\frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda} \right)$$

Dengan,

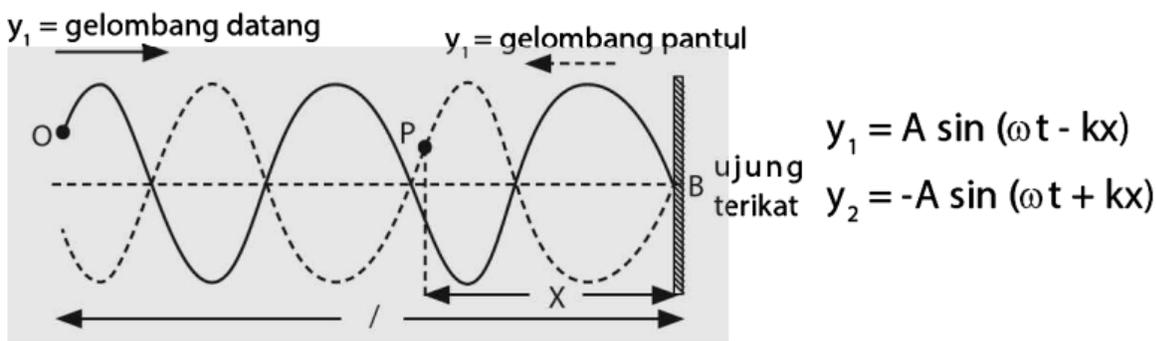
$$\text{fase, } \phi = \left(\frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda} \right)$$

$$\text{beda fase, } \Delta\phi = \phi_p - \phi_o = \frac{x_o - x_p}{\lambda}$$

3.2. Gelombang stasioner ujung bebas dan terikat (arti fisis persamaan gelombang ujung bebas dan ujung terikat)

Gelombang stasioner merupakan hasil superposisi dari dua gelombang yang koheren dengan arah rambat yang berlawanan, yang bertemu di satu titik.

Gelombang stasioner pada **ujung terikat**



Persamaan simpangan:

$$Y = 2A \sin kx \cos \omega t$$

Letak simpul ($2A \sin kx = 0$):

$$x = (n - 1) \left(\frac{1}{2} \lambda \right)$$

dengan,

x = jarak simpul dari ujung terikat

$n = 1, 2, 3, 4, \dots$

λ = panjang gelombang stasioner (m)

Letak perut ($2A \sin kx = 1$):

$$x = (2n - 1) \left(\frac{1}{4} \lambda \right)$$

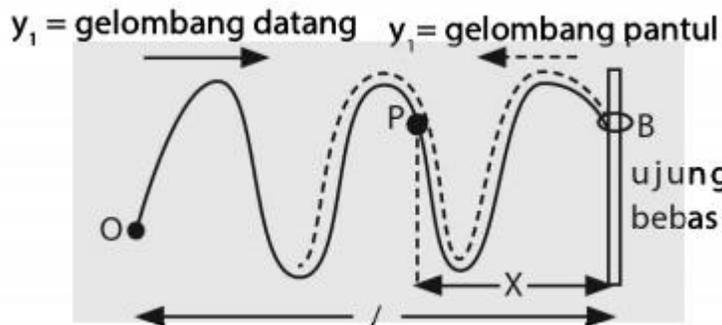
dengan,

x = jarak perut dari ujung terikat

$n = 1, 2, 3, 4, \dots$

λ = panjang gelombang stasioner (m)

Gelombang stasioner pada **ujung bebas**



$$y_1 = A \sin (\omega t - kx)$$

$$y_2 = -A \sin (\omega t + kx)$$

Persamaan simpangan:

$$Y = 2A \cos kx \sin \omega t$$

Letak simpul ($2A \sin kx = 0$):

$$x = (2n - 1) \left(\frac{1}{4} \lambda \right)$$

Letak perut ($2A \sin kx = 1$):

$$x = (n - 1) \left(\frac{1}{2} \lambda \right)$$

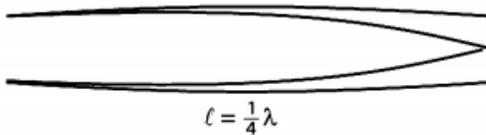
Bunyi Dan Cahaya

4.1 Pipa Organa

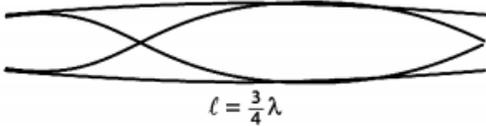
Pipa organa dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

a. Pipa organa terbuka:

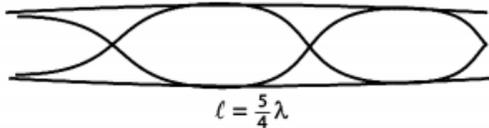
a. Nada Dasar



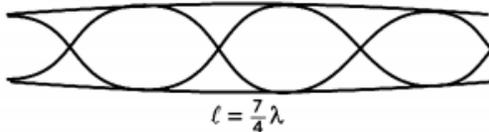
b. Nada Atas 1



c. Nada Atas 2



d. Nada Atas 3



$$f_0 : f_1 : f_3 : \dots = \frac{v}{2l} : 2 \left(\frac{v}{2l} \right) : 3 \left(\frac{v}{2l} \right) : \dots$$

$$= 1 : 2 : 3 : \dots$$

$$f_n = \frac{(n+1)v}{2l}$$

Dengan,

$n = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$

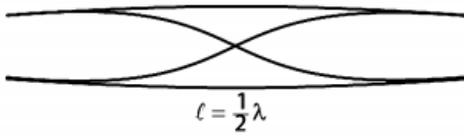
$f_n =$ frekuensi nada ke- n (Hz)

$l =$ panjang pipa organa (m)

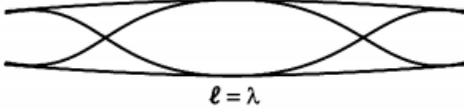
$v =$ cepat rambat gelombang (m/s)

b. Pipa organa tertutup:

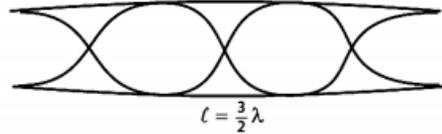
a. Nada Dasar



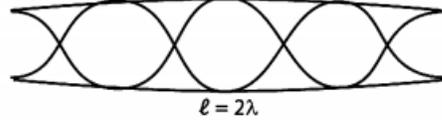
b. Nada Atas 1



c. Nada Atas 2



d. Nada Atas 3

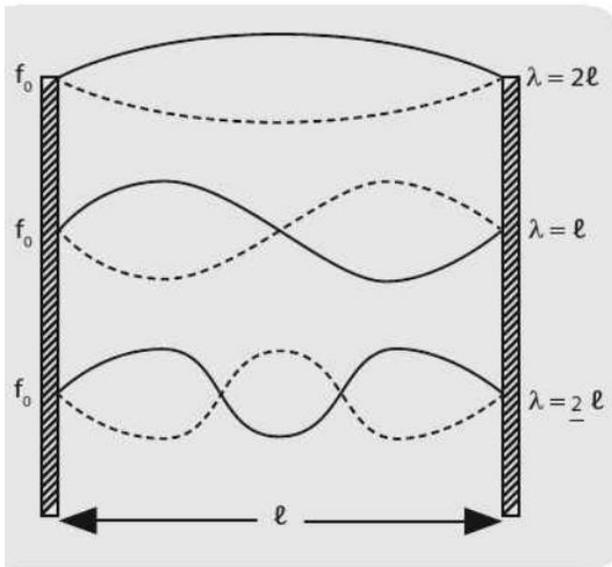


$$f_0 : f_1 : f_3 : \dots = \frac{v}{4l} : 3\left(\frac{v}{4l}\right) : 5\left(\frac{v}{4l}\right) : \dots$$

$$= 1 : 3 : 5 : \dots$$

$$f_n = \frac{(2n+1)v}{4l}$$

4.2 Dawai



(Menggunakan rumus yang sama dengan Pipa Organa Terbuka)

4.3 Asas Doppler

Persamaan umum efek Doppler adalah:

$$f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} \cdot f_s$$

dengan,

f_p = frekuensi yang didengar oleh pendengar (Hz)

f_s = frekuensi sumber bunyi (Hz)

v = cepat rambat bunyi (m/s)

v_p = kecepatan gerak pendengar (m/s)

v_s = kecepatan gerak sumber bunyi (m/s)

Ketentuan yang berlaku:

- untuk v_p
 - bertanda positif (+), bila pendengar bergerak mendekati sumber bunyi
 - bertanda negatif (-), bila pendengar bergerak menjauhi sumber bunyi
- untuk v_s
 - bertanda positif (+), bila sumber bergerak menjauhi pendengar
 - bertanda negatif (-), bila sumber bergerak mendekati pendengar

4.4 Intensitas Bunyi

Intensitas bunyi menyatakan energi bunyi tiap detik yang menembus bidang setiap satuan luas.

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

Dengan,

I = intensitas bunyi (watt / m²)

P = daya (watt)

A = luas permukaan bola (m²)

4.5 Taraf Intensitas Bunyi

Taraf intensitas bunyi merupakan perbandingan nilai log antara intensitas bunyi yang diukur dengan intensitas ambang pendengaran.

$$TI = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

Persamaan taraf intensitas bunyi jika terdapat n buah sumber bunyi yang sama, menjadi:

$$TI_n = TI_1 + \log n$$

Jika diketahui pada jarak r_1 dan r_2 , persamaan menjadi:

$$TI_n = TI_1 + \log \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2$$

dengan,

TI = taraf intensitas bunyi (dB)

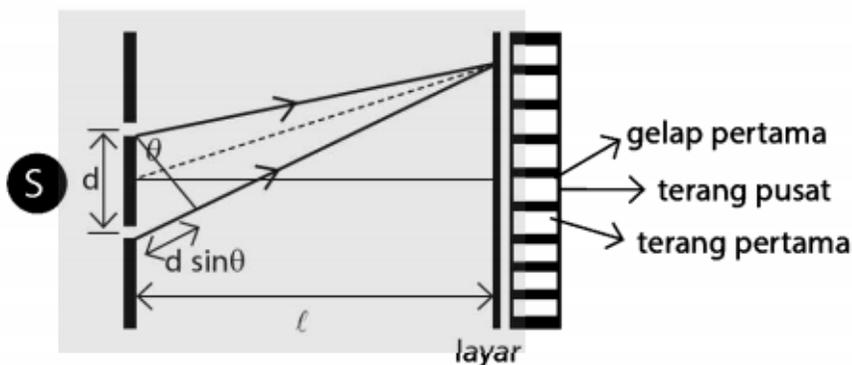
I_0 = intensitas ambang pendengaran = $10^{-12} \text{ W m}^{-2}$

I = intensitas bunyi (Wm^{-2})

4.6 Interferensi Young

Interferensi adalah perpaduan antara dua gelombang atau lebih gelombang cahaya.

Interferensi celah ganda Young



Sumber cahaya harus monokromatik.

Interferensi **maksimum** menghasilkan **pola terang**, sedangkan interferensi **minimum** menghasilkan **pola gelap**.

Interferensi maksimum / Pola Terang:

$$d \sin\theta = m\lambda \quad \text{atau} \quad \frac{dy}{L} = m\lambda$$

Interferensi minimum / Pola gelap:

$$d \sin\theta = (m - 1/2)\lambda \quad \text{atau} \quad \frac{dy}{L} = (m - 1/2)\lambda$$

Jarak antara garis terang dan garis gelap yang berdekatan:

$$\Delta y = \frac{dy}{2L}$$

Dengan,

y = jarak dari terang pusat

d = jarak kedua celah

L = jarak layar ke sumber cahaya

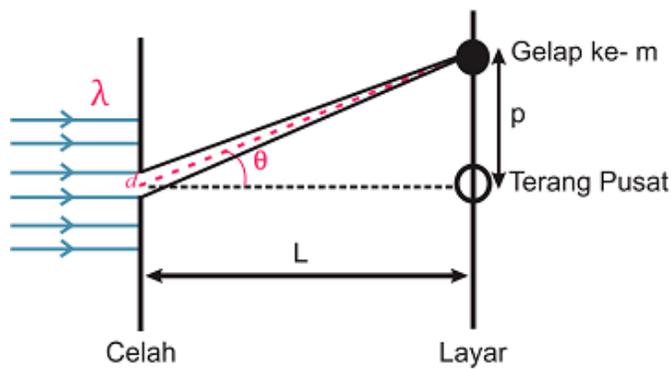
m = orde (m = 1, 2, 3, ...)

terang pusat = terang orde nol

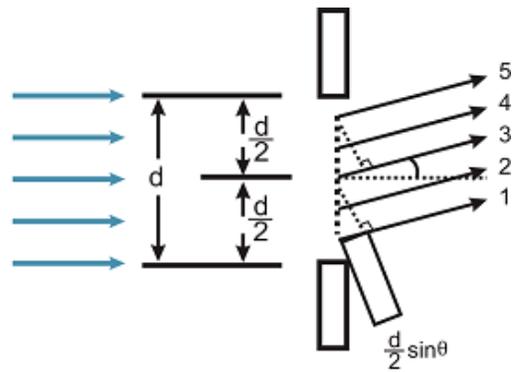
4.7 Difraksi

Difraksi **celah tunggal**

jika muka gelombang melalui celah sempit, maka gelombang ini akan **mengalami lenturan (difraksi)**. Pembelokan cahaya (difraksi) dapat terjadi ketika cahaya melewati suatu celah tunggal dan akan menghasilkan **pola garis terang dan gelap**.



(a)



(b)

Difraksi maksimum / Pola terang:

$$d \sin\theta = (m + 1/2)\lambda \quad \text{atau} \quad \frac{dy}{L} = (m + 1/2)\lambda$$

Difraksi minimum / Pola gelap:

$$d \sin\theta = m\lambda \quad \text{atau} \quad \frac{dy}{L} = m\lambda$$

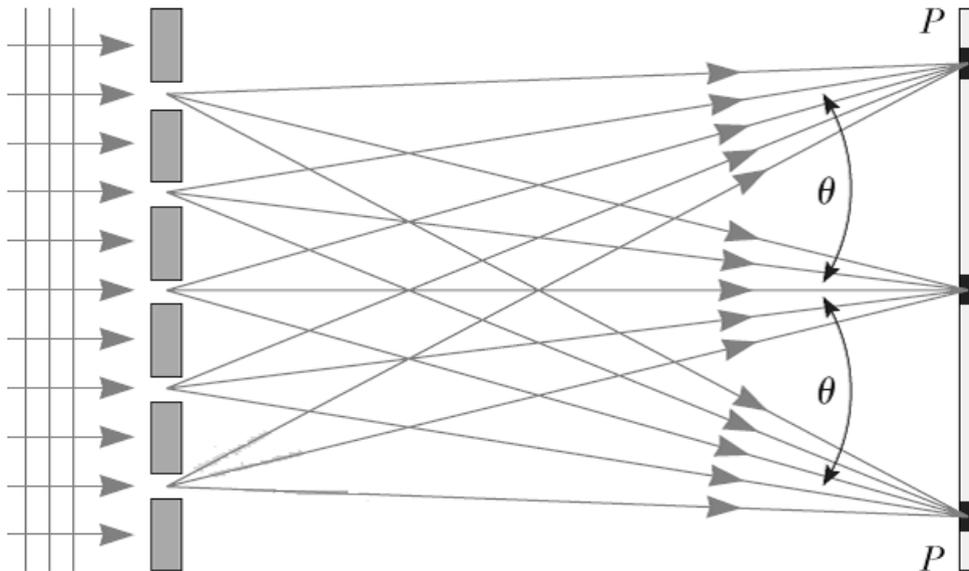
Dengan,

$$m = 1, 2, 3, \dots$$

Catatan:

- Perhatikan satuan, cara pengerjaan bisa dibawa ke SI maupun dibiarkan dalam satuan awal untuk mempermudah penghitungan.

Difraksi celah majemuk (kisi)



Sama seperti difraksi celah tunggal, jika muka gelombang melalui celah sempit, maka gelombang ini akan mengalami lenturan (difraksi).

Jika cahaya melewati celah majemuk (kisi), maka cahaya akan mengalami difraksi, disini cahaya putih melewati kisi difraksi sehingga mengalami difraksi dan terurai menurut panjang gelombang masing-masing.

Difraksi maksimum / Pola Terang:

$$d \sin\theta = m\lambda \quad \text{atau} \quad \frac{dy}{L} = m\lambda$$

Difraksi minimum / Pola gelap:

$$d \sin\theta = (m - 1/2)\lambda \quad \text{atau} \quad \frac{dy}{L} = (m - 1/2)\lambda$$

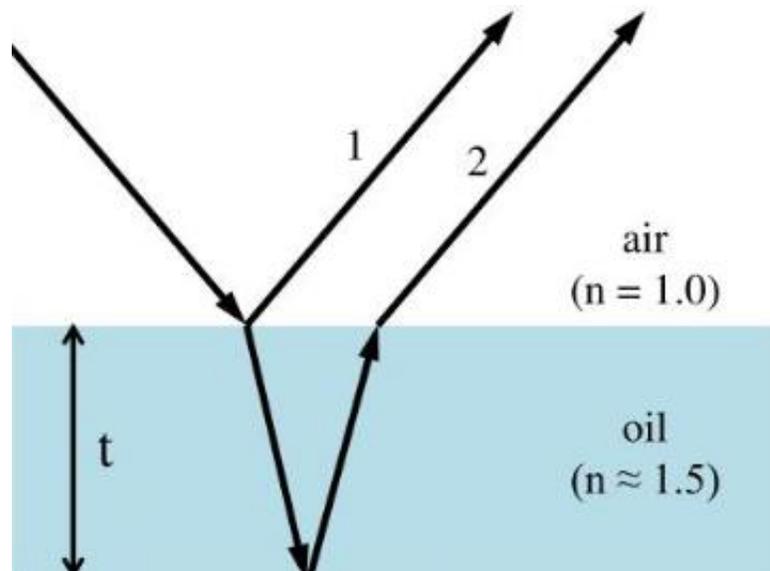
Dengan,

$$d = \frac{1}{N}$$

D = jarak antara celah pada kisi

N = jumlah garis per cm kisi

4.8 Interferensi Cahaya lapisan tipis



Interferensi maksimum / Pola Terang:

$$2 \cdot n \cdot d \cos r = (m - 1/2)\lambda$$

Interferensi minimum / Pola gelap:

$$2 \cdot n \cdot d \cos r = m\lambda$$

Keterangan:

n = indeks bias lapisan tipis

d = tebal lapisan

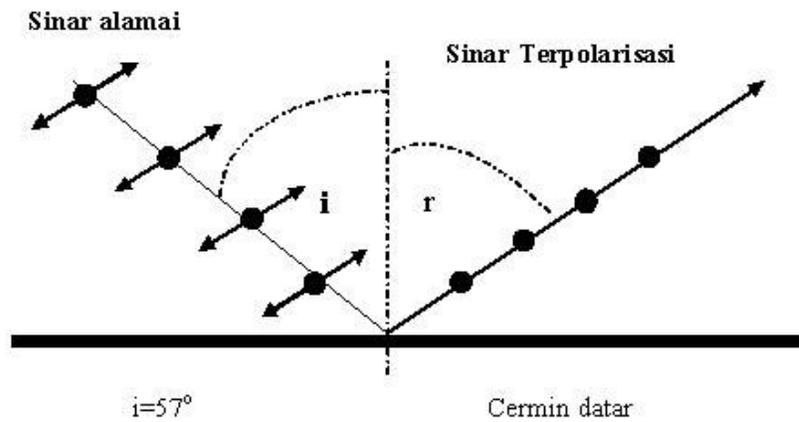
r = sudut sinar bias

4.9 Polarisasi Cahaya

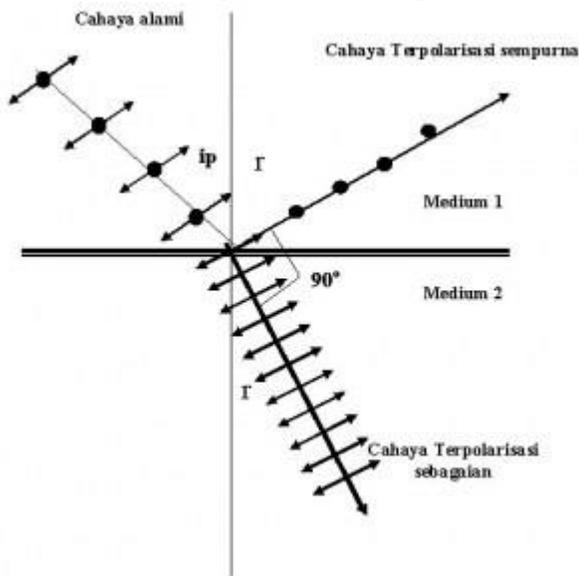
Polarisasi adalah terserapnya sebagian arah getar gelombang cahaya, sehingga tinggal satu arah getarnya.

Berdasarkan penyebabnya polarisasi dibagi menjadi:

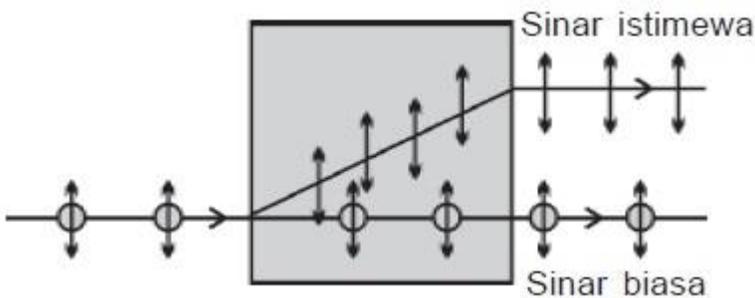
- Polarisasi karena pemantulan



- Polarisasi karena pembiasan dan pemantulan



- Polarisasi karena pembiasan ganda



- Polarisasi karena absorpsi selektif
Polarisator melewati sinar terpolarisasi dengan intensitas

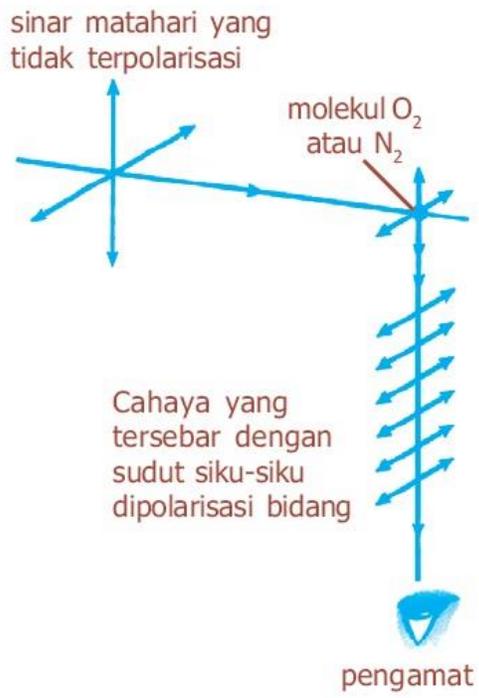
$$I_1 = \frac{1}{2} I_0$$

Analisisator berfungsi menganalisis sinar yang dilewatkan polarisator, mata melihat sinar paling terang, selanjutnya sinar meredup pada saat polarisator dan analisisator saling tegak lurus, maka tampak gelap.

Intensitas cahaya yang keluar dari analisisator memenuhi persamaan

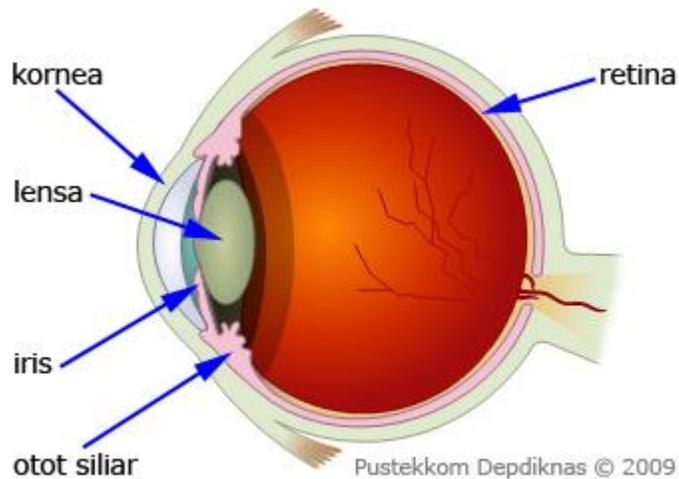
$$I_2 = I_1 \cos^2 \theta = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \theta$$

- Polarisasi karena hamburan



Alat – Alat Optik

5.1 Fungsi setiap bagian dari Mata



Anatomi mata normal

Retina berfungsi untuk menangkap bayangan benda.

Kornea berfungsi sebagai tempat masuknya cahaya pertama kali.

Iris berfungsi memberi warna pada mata.

Lensa berfungsi untuk mengumpulkan dan memfokuskan cahaya agar bayangan suatu benda dapat jatuh di tempat yang tepat.

Otot seliari berfungsi untuk memipihkan atau membesarkan lensa dengan berkontraksi atau berelaksasi.

Di bagian belakang retina juga terdapat bagian yang memfokuskan cahaya yang disebut **bintik kuning**.

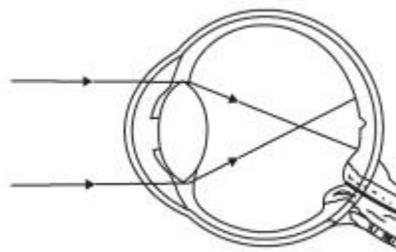
5.2 Rabun dekat dan Jauh

Miopi (rabun jauh)

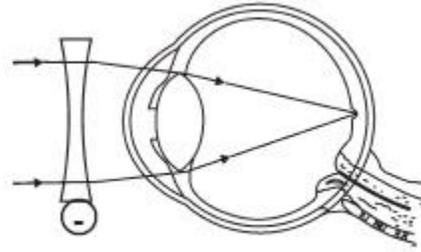
Harus menggunakan kacamata **lensa negatif (cekung)** untuk dapat melihat benda pada jarak tak hingga (sangat jauh). Lensa negatif menghasilkan bayangan yang sama dengan titik terjauh penderita ($s' = PR$). Dalam kasus miopi, **bayangan jatuh didepan retina**.

PP = Punctum Proksimum

PR = Punctum Remotum



titik tangkap mata miopi



lensa penolong mata miopi

Menggunakan persamaan:

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

dengan,

s = titik terjauh mata normal, yaitu ∞

s' = titik terjauh penderita (bernilai -, sebab bayangan yang terlihat maya (m))

P = Kekuatan lensa (dioptri)

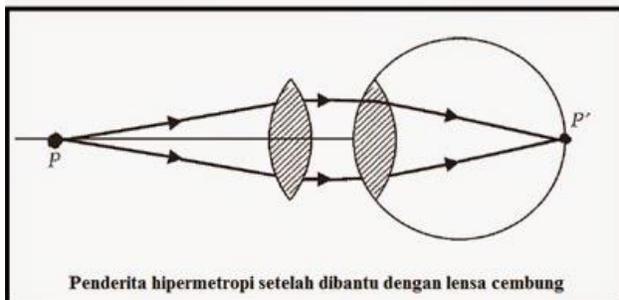
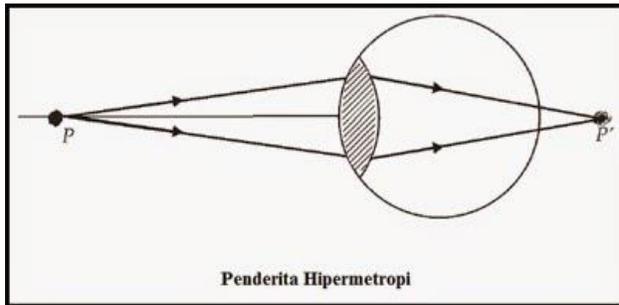
$$P = \frac{1}{f}$$

(Satuan meter)

$$P = \frac{100}{f}$$

(Satuan centimeter)

Hipermetropi (rabun dekat)



Penderita hipermetropi tidak dapat melihat dengan jelas benda yang berada pada jarak dekat, bahkan bila berakomodasi maksimum. Dalam kasus hipermetropi, bayangan jatuh di belakang retina.

Penderita hipermetropi membutuhkan bantuan kacamata dengan lensa positif (cembung) untuk menghasilkan bayangan di depan lensa yang sama dengan titik terdekat penderita. ($S' = PP$)

Menggunakan Persamaan:

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

Dengan,

S = titik dekat mata normal atau S_n (biasanya 25cm atau 30cm)

S' = Titik terdekat penderita (bernilai negatif, karena bayangan maya)

P = Kekuatan lensa (dioptri)

Bila titik terdekat (PP) dianggap 25 cm, maka bisa persamaan bisa diganti menjadi:

$$P = 4 + \frac{100}{-PP}$$

5.3 Perbesaran Lup



Lup menggunakan **lensa positif (cembung)** dan menghasilkan bayangan dengan sifat **maya, tegak, dan diperbesar.**

Perbesaran anguler lup dengan **mata tak berakomodasi** ($s = f, s' = \infty$) adalah:

$$M_a = \frac{S_n}{f}$$

dengan,

M = perbesaran sudut lup

s_n = jarak titik dekat pengamat

f = jarak fokus

Perbesaran anguler lup dengan **mata berakomodasi maksimum** ($S' = -S_n$) adalah:

$$M_a = \frac{S_n}{f} + 1$$

Perbesaran anguler lup dengan **mata berakomodasi pada jarak x** ($S' = -x$) adalah:

$$M_a = \frac{S_n}{f} + \frac{S_n}{x}$$

5.4 Perbesaran Mirooskop

Mikroskop merupakan peralatan optik yang digunakan untuk melihat benda – benda yang berukuran sangat kecil dan **terdiri atas dua lensa cembung**, yaitu **lensa objektif** dan **lensa okuler**.

(Pada dasarnya, persamaan dari mikroskop sama dengan lup yaitu $M = \frac{S_n}{f} + \frac{S_n}{x}$)

Pengamatan mikroskop **tanpa akomodasi** ($x = tak\ hingga$)

- Perbesaran bayangan oleh lensa obyektif adalah:

$$M_{OB} = \left| -\frac{S'_{OB}}{S_{OB}} \right|$$

- Perbesaran oleh lensa okuler adalah:

$$M_{OK} = \frac{S_n}{f_{OK}}$$

- Perbesaran mikroskop adalah:

$$M_{total} = |M_{OB} \times M_{OK}| = \left| \frac{S'_{OB}}{S_{OB}} \times \frac{S_n}{f_{OK}} \right|$$

- Panjang mikroskop

$$d = S'_{OB} + S_{OK} = S'_{OB} + f_{OK}$$

Pengamatan mikroskop **akomodasi maksimum** ($x = S_n$)

- Perbesaran bayangan oleh lensa obyektif adalah:

$$M_{OB} = \left| -\frac{S'_{OB}}{S_{OB}} \right|$$

- Perbesaran oleh lensa okuler adalah:

$$M_{OK} = \frac{S_n}{f_{OK}} + 1$$

- Perbesaran mikroskop adalah:

$$M_{total} = |M_{OB} \times M_{OK}| = \left| \frac{S'_{OB}}{S_{OB}} \times \left(\frac{S_n}{f_{OK}} + 1 \right) \right|$$

- Panjang mikroskop

$$d = S'_{OB} + S_{OK}$$

5.5 Perbesaran Teropong bintang

Pengamatan teropong bintang dengan **mata tak berakomodasi**

$$M = \frac{f_{OB}}{f_{OK}} \qquad d = f_{OB} + f_{OK}$$

Pengamatan teropong bintang dengan **mata berakomodasi maksimum** ($f_{OK} = S_{OK}$)

$$M = \frac{f_{OB}}{S_{OK}} \qquad d = f_{OB} + S_{OK}$$

5.6 Perbesaran Teropong Bumi

Teropong bumi menggunakan 3 lensa yaitu lensa okuler, lensa obyektif, dan lensa pembalik.

Pengamatan teropong bintang dengan **mata tak berakomodasi**

$$M = \frac{f_{OB}}{f_{OK}}$$

$$d = f_{OB} + 4f_p + f_{OK}$$

Pengamatan teropong bintang dengan mata berakomodasi maksimum ($f_{OK} = S_{OK}$)

$$M = \frac{f_{OB}}{S_{OK}}$$

$$d = f_{OB} + 4f_p + S_{OK}$$

Pemanasan Global

6.1 Dampak Pemanasan Global

- Iklim tidak stabil
- Peningkatan permukaan laut karena melelehnya es kutub
- Beberapa daerah menjadi tidak dapat ditanami
- Migrasi dan kepunahan hewan liar dan tumbuhan
- Dampak terhadap kesehatan manusia

6.2 Upaya menanggulangi Pemanasan Global

- Menghilangkan karbon dioksida di udara dengan menanam pohon
- Pengurangan emisi karbon dioksida
- Pengurangan emisi gas rumah kaca seperti nitrogen oksida dengan regulasi industri – industri negara.