

# CAHAYA

- Cahaya:

Cahaya adalah suatu bentuk radiasi energi elektromagnetik yang dipancarkan dalam bagian spektrum yang dapat dilihat.

Energi panas di radiasikan / dipancarkan pada suatu media oleh suatu benda yang lebih panas dari media disekelilingnya.

Suatu benda panas memancarkan energi panas dan bersamaan dengan itu juga memancarkan energi dalam bentuk cahaya.

# KECEPATAN DAN PANJANG GELOMBANG CAHAYA

**Kecepatan cahaya ( $v$ ) diruang bebas  $3 \times 10^8$  m / detik**

**Sesuai definisi dari IESNA ( Illuminating Engineering Society of North America )**

**Cahaya tampak mempunyai panjang gelombang ( $\lambda$ ) antara 360 sampai dengan 770 nano meter.**

**1 nano meter =  $10^{-9}$  meter.**

**Bila frekwensi adalah  $f$  , maka**

$$\lambda = v / f$$

## Spektrum warna:

360 – 420 nano meter : ungu /violet

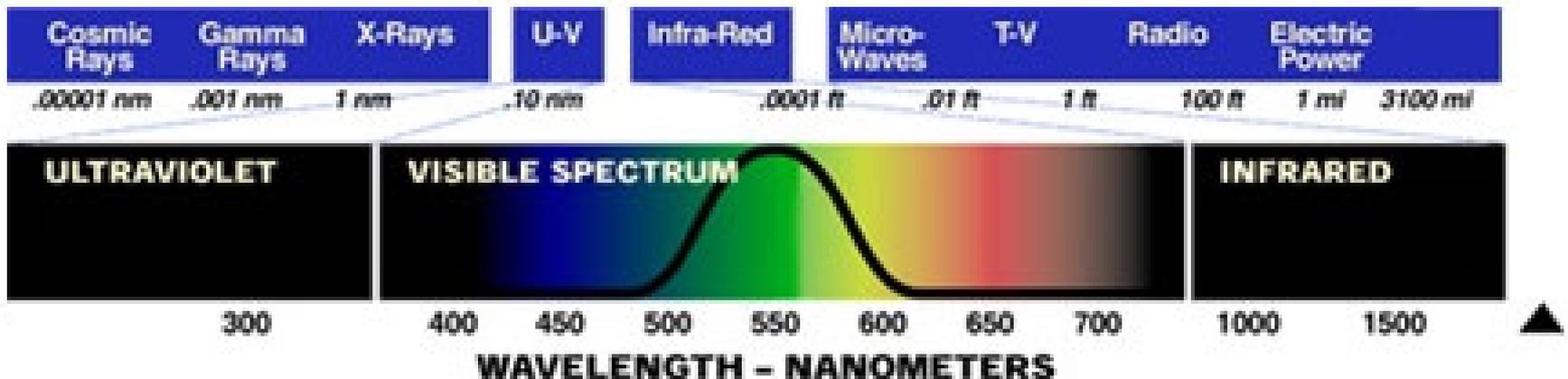
420 – 495 nano meter : biru

495 – 566 nano meter : hijau

566 – 589 nano meter : kuning

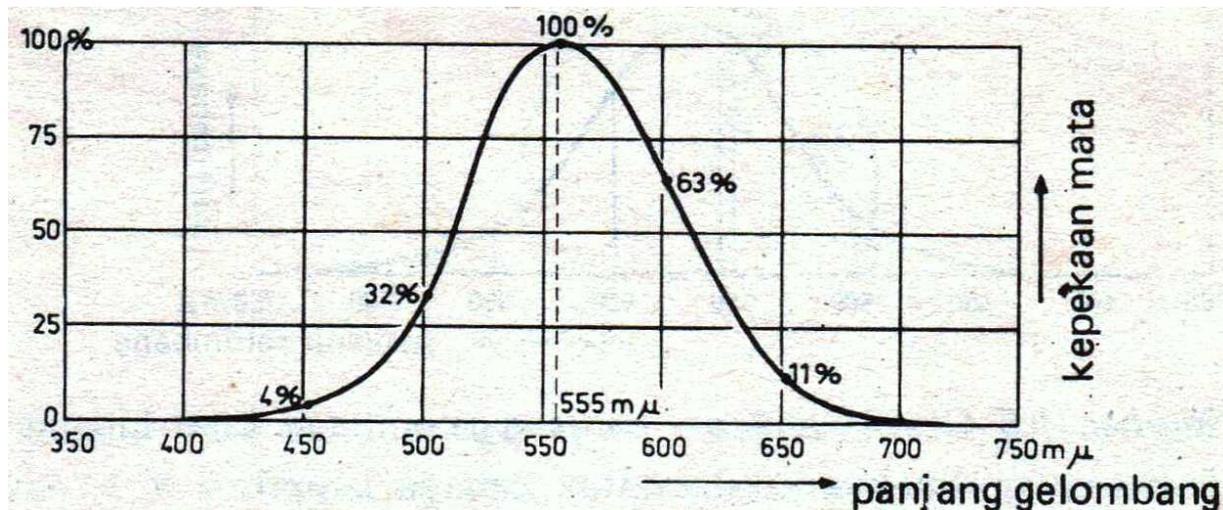
589 - 627 nano meter : jingga

627 - 770 nano meter : merah



# KEPEKAAN MATA

Selain memiliki warna tertentu, setiap panjang gelombang juga memberi kesan intensitas tertentu. Mata manusia paling peka akan cahaya dengan panjang gelombang 555 nano meter, yaitu cahaya berwarna kuning-hijau

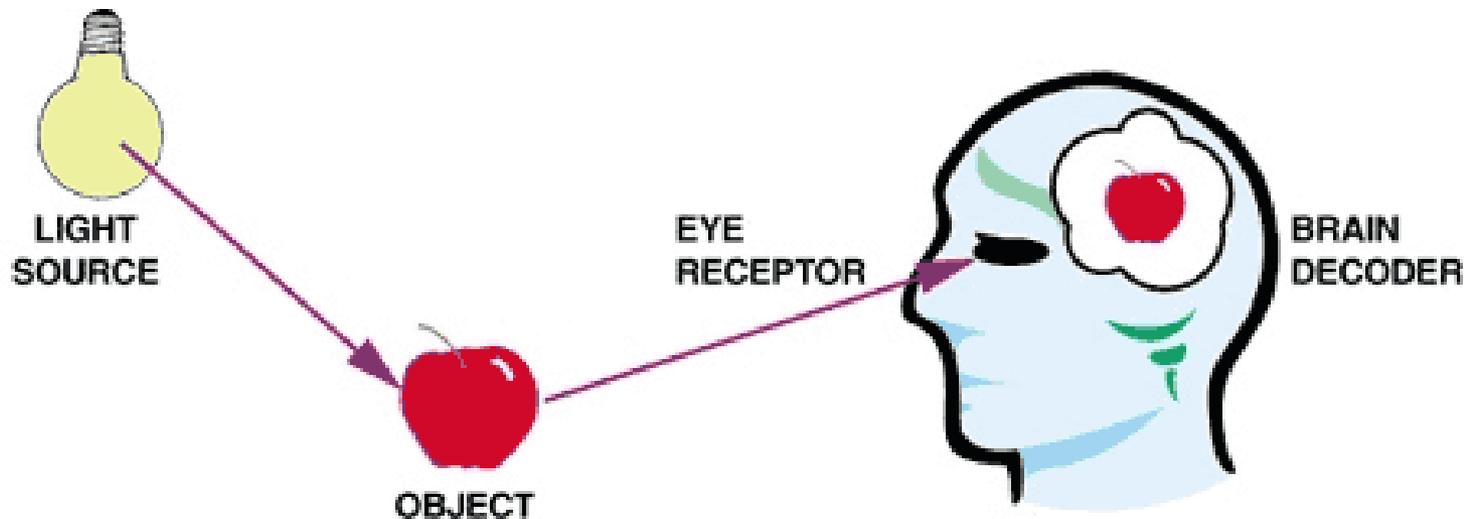


# PROSES MELIHAT

Agar dapat melihat harus ada cahaya, object, penerima ( mata) dan pemroses (otak).

Sinar cahaya dipantulkan atau diteruskan dari suatu object yang mempunyai ke"terang"an yang dapat kita lihat, menstimulasi "electro-chemical" penerima dalam mata, mengirimkan sinyal ke otak yang mengakibatkan suatu sensasi penglihatan.

Otak dan mata bekerja sama mengubah energi radiasi menjadi suatu sensasi penglihatan.



# PENGUKURAN CAHAYA

Output cahaya disebut juga sebagai FLUX cahaya  $\Phi$  dan diukur dalam LUMEN.

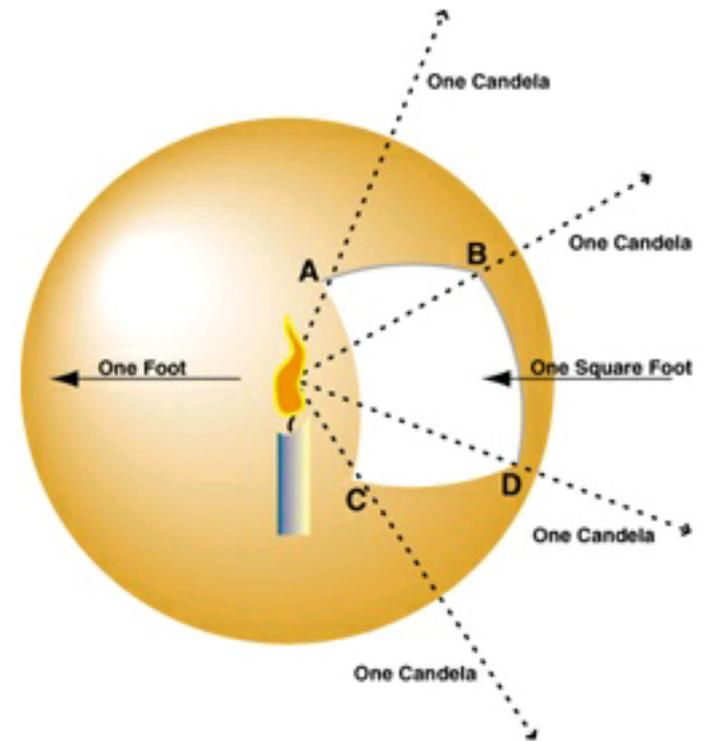
Intensitas cahaya ialah Flux cahaya per satuan sudut ruang yang dipancarkan kesuatu arah tertentu diukur dalam CANDELA ( cd).

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad \text{lumen per steradian}$$

1 candela = 1 lumen per steradian

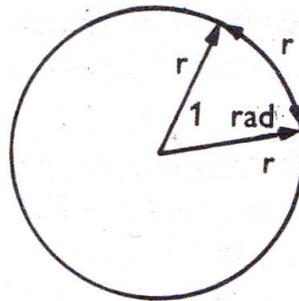
Flux cahaya spesifik ( efficacy) dinyatakan dalam satuan

$$\frac{\text{lumen}}{\text{watt}}$$



# RADIAN dan STERADIAN

- Radian:
- Misalkan panjang busur suatu lingkaran sama dengan jari jarinya. Kalau kedua ujung busur itu dihubungkan dengan titik tengah lingkaran, maka sudut antara dua jari jari itu disebut satu radian, disingkat rad



- Banyaknya radian dalam satu lingkaran =  $\frac{2\pi r}{r} = 2\pi$
- Karena keliling lingkaran sama dengan  $2\pi$  x jari jarinya, maka  
1 radian =  $\frac{360^{\circ}}{2\pi} = 57,3^{\circ}$

# STERADIAN

Misalkan dari permukaan sebuah bola dengan jari jari  $r$  ditentukan suatu bidang dengan luas  $r^2$ . Kalau ujung suatu jari jari kemudian menjalani tepi bidang itu, maka sudut ruang yang dipotong dari bola oleh jari jari ini, disebut satu steradian.

Karena luas permukaan bola sama dengan  $4\pi r^2$ , maka disekitar titik tengah bola dapat diletakkan  $\frac{4\pi r^2}{r^2} = 4\pi$

sudut ruang yang masing masing sama dengan satu steradian



Figure 3.2 – A 1-steradian solid angle removed from a sphere.



Figure 3.3 – For a solid angle that measures 1 steradian,  $A = r^2$ .

# ILUMINANSI ( INTENSITAS PENERANGAN)

Ketika cahaya mengenai suatu permukaan, disebut sebagai iluminansi ( Intensitas penerangan ) dan diukur dalam footcandles ( fc) atau dalam Lux.

$$E_{rata^2} = \phi / A$$

Foot candle = Lumen / foot<sup>2</sup>

Lux = Lumen / m<sup>2</sup>

Rumus kuadrat Intensitas Penerangan.

Intensitas penerangan disuatu bidang karena sumber cahaya dengan intensitas I, berkurang dengan kuadrat jarak antara sumber cahaya dan bidang itu

$$E_P = I / r^2 \text{ Lux}$$

# HUKUM COSINUS

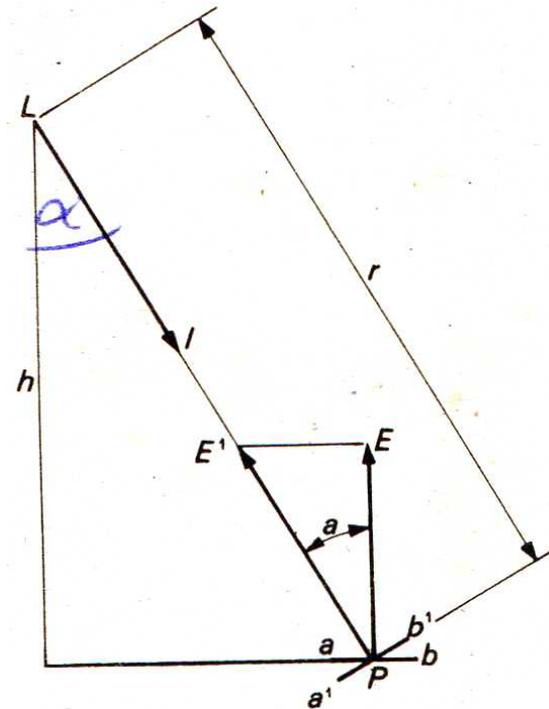
Pada gambar dibawah ini, intensitas penerangan  $E^1$  dibidang  $a^1 - b^1$  tegak lurus pada arah  $I$ , menurut hukum kuadrat akan sama dengan

$$E^1 = I / r^2$$

Intensitas penerangan  $E$  dibidang horisontal  $a-b$ , ialah proyeksi dari  $E^1$  pada garis tegak lurus pada bidang  $a-b$  dititik  $P$ , jadi

$$E = E^1 \cos \alpha$$

dimana  $\alpha$  = sudut antara sinar cahaya dan garis tegak lurus pada bidang  $a-b$  dititik  $P$



Dari dua rumus tadi, didapat

$$E = \frac{I}{r^2} \cos \alpha \text{ lux}$$

kalau jarak titik cahaya diatas bidang horisontal sama dengan h, didapat

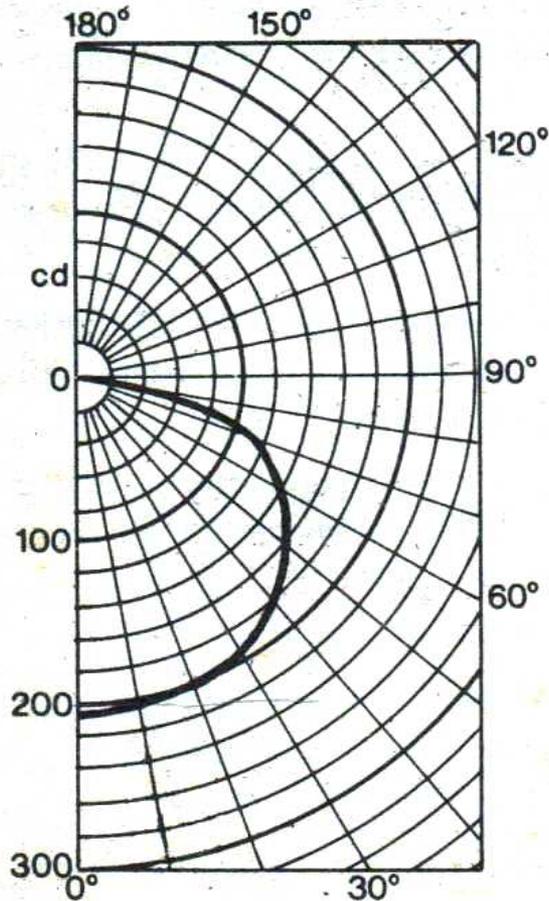
$$\cos \alpha = \frac{h}{r} \text{ atau } \frac{1}{r} = \frac{\cos \alpha}{h}$$

Substitusikan dalam rumus E , menghasilkan

$$E = \frac{I}{h^2} \cos^3 \alpha$$

Jadi kalau tinggi h diketahui, intensitas penerangannya dapat juga dihitung dengan rumus ini.

# DIAGRAM POLAR INTENSITAS CAHAYA



*Gambar 1.15.*  
Diagram polar intensitas cahaya  
(1000 lm) dan armatur.



Gambar diatas memperlihatkan diagram polar intensitas cahaya sebuah armatur lampu. Intensitas cahaya lampu pijar memiliki simetri ruang terhadap garis vertikal melalui pusat lampu. Karena itu pembagian intensitas cahayanya diberikan dalam satu bidang rata melalui sumbu simetri. Diagramnya tidak perlu digambar seluruhnya. Cukup separuhnya saja.

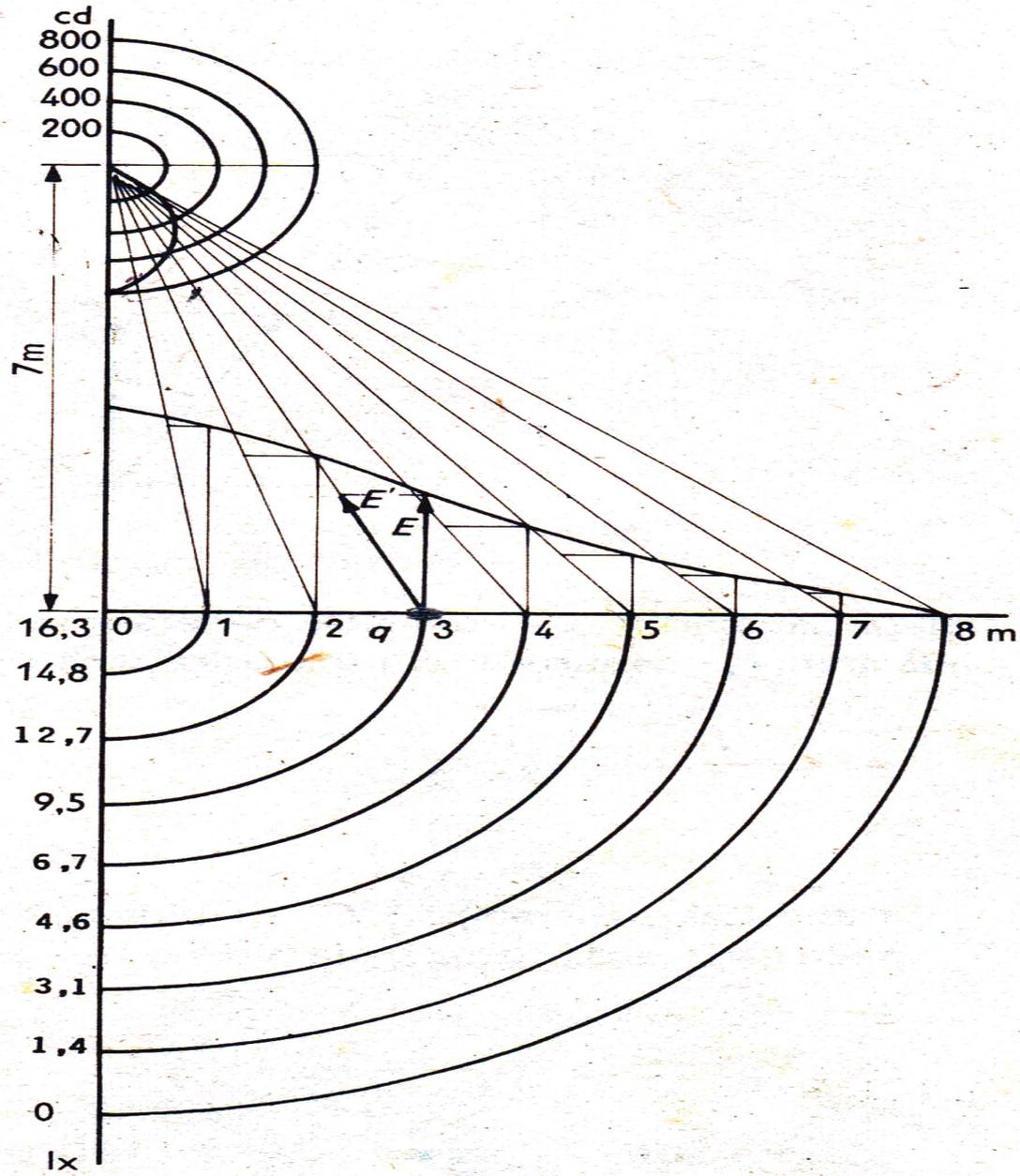
Pengukurannya dilakukan pada jarak yang relatif jauh. Karena itu sumber cahayanya dapat dianggap sebagai suatu sumber cahaya berbentuk titik.

Dalam gambar diatas, panjang jari jari dari O kesuatu titik dari grafik menyatakan intensitas cahayanya kearah itu dalam satuan candela. Umumnya diagram diagram ini diberikan untuk lampu yang memberikan 1000 lumen. Intensitas cahaya sebuah lampu sebanding dengan flux cahayanya. Karena itu untuk lampu dengan flux cahaya lain, nilai nilai yang diberikan dalam diagram masih harus dikalikan dengan jumlah ribuan lumen lampu tersebut.

# GRAFIK INTENSITAS PENERANGAN

- Grafik intensitas penerangan suatu sumber cahaya dapat dihitung dari diagram polar intensitas cahayanya. Grafik tersebut menggambarkan intensitas penerangan di suatu bidang datar, dinyatakan dalam satuan lux
- Gambar berikut memperlihatkan cara memperoleh grafik intensitas penerangan sebuah lampu jalan yang digantung dan diagram polar intensitas cahayanya.
- Hitungannya diberikan dalam tabel dibawah ini

Jarak (m)	$r^2$	$I$ (cd)	$E^1 = I / r^2$ (lx)	$E = E^1 \cos \alpha$ (lx)
0	49	800	16,3	16,3
1	50	750	15,0	14,8
2	53	700	13,2	12,7
3	58	600	10,3	9,5
4	65	500	7,7	6,7
5	74	420	5,7	4,6
6	85	350	4,1	3,1
7	98	200	2,0	1,4
8	113	0	0	0



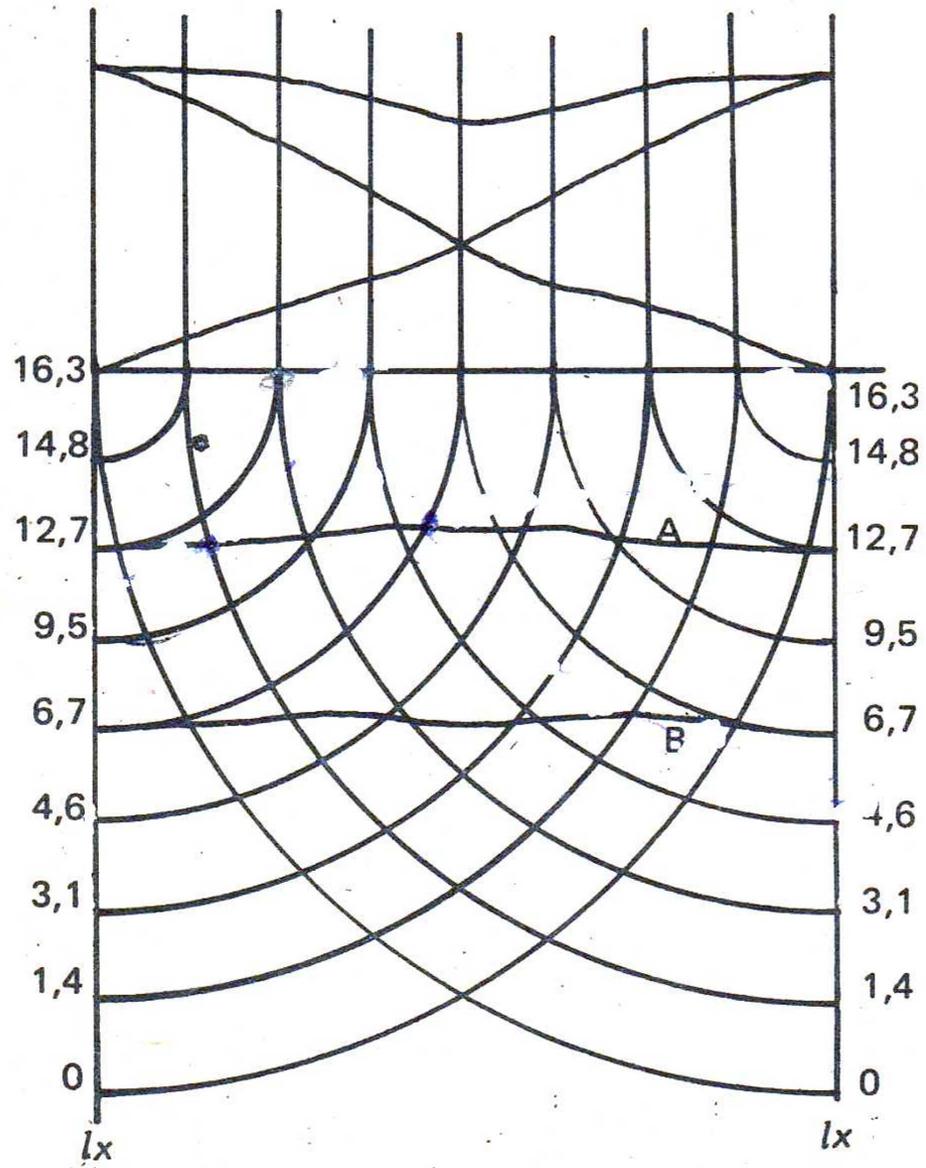
# Grafik Intensitas Penerangan dengan sumber cahaya lebih dari satu.

Kalau pada jarak 8 m dari lampu tersebut diatas digantung lampu lain dengan intensitas cahaya sama seperti lampu pertama, maka akan didapat situasi seperti dilukis pada gambar dibawah ini. Nilai lux dari masing masing lampu di suatu titik dapat dijumlahkan

garis yang menghubungkan semua titik dengan nilai lux sama, disebut garis isolux.

gambar berikut ini memperlihatkan lingkaran lingkaran isolux dari masing masing lampu jika ditinjau secara terpisah.

Selain itu juga digambar dua garis isolux, masing masing garis A untuk 12,7 lux dan garis B untuk 6,7 lux



Grafik grafik intensitas penerangan digunakan untuk merencanakan penerangan yang serata mungkin. Dengan grafik grafik ini dapat ditentukan tinggi dan jarak antar masing masing titik lampu yang paling tepat.

Untuk menyusun grafik intensitas penerangan dengan cara menjumlahkan nilai nilai lux dari dua atau lebih banyak titik lampu diperlukan banyak latihan. Sering juga digunakan tabel tabel intensitas penerangan.

Dalam praktek untuk meneliti apakah pembagian intensitas penerangannya rata atau tidak, digunakan LUXMETER. Pembagian yang kurang rata kadang kadang dapat diperbaiki dengan mengatur ketinggian lampu lampunya.

Kesalahan ukur sebuah luxmeter dapat mencapai 10% bahkan lebih. Karena itu, untuk memperoleh hasil yang dapat dipercaya, alat ukur ini harus ditera secara teratur.

Sebuah luxmeter tidak dapat dipergunakan untuk mengukur cahaya berwarna.

# LUMINANSI dan BRGHTNESS yang dilihat mata,

Kita tidak melihat iluminansi ( lux atau footcandles), kita melihat “brightness” yang dihasilkan dari cahaya yang diteruskan atau dipantulkan oleh suatu permukaan object.

“Brightness” disebut sebagai Luminansi dan diukur dalam Candelas per squaremeter ( cd/sqm). Selalu ada interaksi pengurangan antara suatu permukaan object dan cahaya yang tiba pada permukaan itu, sejumlah cahaya hilang karena penyerapan ( absorpsi).

Dibedakan antara Luminansi yang kita ukur, dan “brightness” yang kita rasakan / lihat. “ Brightness” adalah subjectif dan tergantung pada kondisi pandangan sekitar object tersebut.

Luminansi adalah jumlah cahaya yang dipantulkan atau diteruskan oleh suatu object. Permukaan yang lebih gelap akan memantulkan cahaya lebih sedikit dari pada permukaan yang lebih terang. Karena itu dibutuhkan iluminansi yang lebih besar pada permukaan yang lebih gelap untuk menghasilkan Luminansi yang sama dengan permukaan yang lebih terang

$$L = \frac{I}{A_s}$$

L = Luminansi dalam satuan cd/m<sup>2</sup>

I = Intensitas cahaya dalam satuan candela

A = Luas semu permukaan dalam satuan m<sup>2</sup>

