

PERENCANAAN  
SISTIM PENERANGAN DALAM  
GEDUNG HEAVY LABORATORY  
UNIVERSITAS HASANUDDIN



UNIVERSITAS HASANUDDIN	
OLEH :	28 Agustus 1989
<b>ACHMAD SUFRI</b>	Fak. Teknik
7409062	1 (satu) esop
No. Inventaris	554 08 89
No. Res.	

DEPARTEMEN ELEKTROTEKNIK  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
UJUNG PANDANG  
1983

PERENCANAAN  
SISTEM PENERANGAN DALAM  
GEDUNG HEAVY LABORATORY  
UNIVERSITAS HASANUDDIN

OLEH

ACHMAD SUFRI BUHARI

7409062

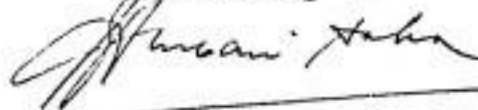
Tugas akhir ini telah diterima dan disahkan  
sebagai kolokium untuk memenuhi persyaratan  
guna memperoleh gelar SARJANA ELEKTROTEKNIK

dari

DEPARTEMEN ELEKTROTEKNIK  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
UJUNG PANDANG

Disahkan oleh

Pembimbing I



( Ir. Ramli Cambari Saka M. Eng. Sc. )

Pembimbing II

( Ir. Nadjib Dafrid )

Pembimbing III



( Ir. C. Gatot Rachmatung )



## P R A K A T A

Sesuai dengan kurikulum yang berlaku pada Departemen Elektroteknik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Hasanuddin, maka mahasiswa-mahasiswa pada tingkat terakhir diwajibkan menyelesaikan tugas sarjana sebagai syarat menyelesaikan study.

Tugas sarjana tersebut dapat meliputi pengertian-pengertian, pengetahuan-pengetahuan, teori-teori yang telah dipelajari dan juga study-study, hasil-hasil survey dan perencanaan yang dilakukan oleh si mahasiswa sesuai dengan judul kolokiumnya.

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Ir. Ramli Cambari Saka M. Eng.Sc. Juga kepada Bapak Ir. Nadjib Dafrid dan Kepada Bapak Ir. Christian Gaffar Rachmatung yang telah banyak memberikan bimbingan serta petunjuk-petunjuk yang sangat besar artinya dalam penyusunan tugas sarjana ini. Ucapan terima kasih juga tak lupa penulis sampaikan kepada semua pihak, khususnya Bapak Ir. Undap dan PT. Sangkuriang yang telah memberikan bantuan fasilitas yang tak ternilai dalam penyelesaian tugas sarjana ini.

Semoga kolokium yang masih jauh dari sempurna ini dapat bermanfaat bagi pekerjaan-pekerjaan yang berhubungan dengan perencanaan penerangan dalam ruang, serta dapat disempurnakan lebih lanjut agar dapat dirasakan kegunaannya bagi masyarakat.

Ujung Pandang, Pebruari 1983.

Penulis,

Achmad Sufri Buhari

## DAFTAR ISI

	Hal.
Prakata	iii
Daftar isi	iv
Daftar gambar	vi
Daftar tabel	viii
Daftar simbol	x
I. Pendahuluan .....	1
I.1. Umum .....	1
I.2. Definisi - definisi .....	3
I.3. Sumber - sumber cahaya .....	8
I.4. Klasifikasi sistim penerangan .....	10
I.5. Bangunan yang ditencanakan .....	13
I.6. Relevansi laboratorium dengan pendidikan teknik ....	13
II. Metode kalkulasi penerangan .....	16
II.1. Secara umum .....	16
II.1.1. Penerangan setempat .....	16
II.1.2. Penerangan terarah .....	21
II.1.3. Penerangan merata .....	22
II.2. Secara praktis .....	25
II.2.1. Metode lumen .....	25
II.2.2. Metode zonal cavity .....	29
II.2.3. Metode point by point .....	33
II.3. Standard penerangan .....	42
III. Keadaan umum Gedung Heavy Laboratory Universitas Hasanud- din. ....	45
III.1. Struktur fisik bangunan yang direncanakan .....	45

III.2. Jenis - jenis peralatan laboratorium .....	48
IV. Perencanaan penerangan dalam pada Gedung Heavy Labora- tory Universitas Hasanuddin .....	70
IV.1. Kebutuhan penerangan .....	70
IV.1.1. Jenis lampu .....	70
IV.1.2. Tata letak lampu .....	74
IV.1.3. Kalkulasi penerangan .....	76
IV.2. Instalasi daya untuk penerangan .....	84
IV.2.1. Perhitungan susut tegangan .....	84
IV.2.2. Diagram daya instalasi penerangan .....	96
IV.3. Perhitungan rencana anggaran biaya .....	107
V. Kesimpulan .....	119
Daftar kepustakaan .....	125
Daftar lampiran .....	128
Lampiran I. Perkiraan kebutuhan tenaga listrik tahun 1981 s/d tahun 2000 .....	128
Lampiran II. Illuminasi pada bidang horizontal dan bidang vertikal .....	131
Lampiran III. Coefficient of Utilization .....	135
Lampiran IV. Coefficient of Utilization .....	138
Lampiran V. Rekomendasi tingkat illuminasi .....	139
Lampiran VI. Tingkat warna cahaya .....	154

## DAFTAR GAMBAR

	Hal.
I-1. Mekanisme perubahan tenaga listrik menjadi tenaga cahaya .....	4
I-2. Distribusi flux cahaya persatuan sudut ruang .....	9
I-3. Luminasi dari permukaan sumber cahaya .....	9
I-4. Lampu .....	9
I-5. Klasifikasi distribusi penerangan .....	12
I-6. Peta Kampus Universitas Hasanuddin .....	15
II-1. Sumber cahaya terdistribusi setengah bola .....	20
II-2. Sumber cahaya berbentuk lingkaran .....	20
II-3. Sumber cahaya berbentuk empat persegi panjang .....	20
II-4. Room cavity .....	30
II-5a. Kalkulasi point by point untuk suatu titik sumber-cahaya .....	35
II-5b. Illuminasi pada bidang B. ....	35
II-5c. Illuminasi pada bidang horizontal .....	35
II-5d. Illuminasi pada bidang vertikal .....	36
II-6. Bidang sumber cahaya merupakan garis .....	40
II-7. Bidang sumber cahaya berbentuk lingkaran .....	40
II-8a. Titik P terletak pada bidang vertikal .....	41
II-8b. Titik P terletak pada bidang horizontal .....	41
II-8c. Titik P terletak di sembarang tempat .....	41
IV-1. Tata letak lampu dilihat dari arah bawah .....	74
IV-2. Tata letak lampu dilihat dari arah samping .....	74

IV-3.	Diagram daya instalasi penerangan lighting panel I.	97
IV-4.	Diagram daya instalasi penerangan lighting panel II.	98
IV-5.	Diagram daya instalasi penerangan lighting panel III.	99
IV-6.	Diagram daya instalasi penerangan lighting panel IV.	100
IV-7.	Diagram daya instalasi penerangan lighting panel V.	101
IV-8.	Diagram daya instalasi penerangan lighting panel I'.	102
IV-9.	Diagram daya instalasi penerangan lighting panel II'.	103
IV-10.	Diagram daya instalasi penerangan lighting panel III'.	104
IV-11.	Diagram daya instalasi penerangan lighting panel IV'.	105
IV-12.	Diagram daya instalasi penerangan lighting panel V'.	106
IV-13.	Data letak lampu untuk Gedung Heavy Laboratory Universitas Hasanuddin .....	126

D A F T A R T A B E L

	Hal.
I.1.   Klassifikasi distribusi penerangan .....	11
II.1.   Room Index dan Room Ratio .....	28
II.2.   Kuat penerangan berdasarkan sifat pekerjaan .....	44
III.1.   Jenis ruangan pada lantai pertama .....	45
III.2.   Jenis ruangan pada lantai kedua .....	47
III.3.   Peralatan laboratorium teknik Mesin .....	48
III.4.   Peralatan laboratorium teknik Sipil .....	50
III.5.   Peralatan laboratorium teknik Elektro .....	63
IV.1.   Lampu pijar .....	70
IV.2.   Lampu fluorescent ( TL ) .....	72
IV.3.   Lampu Mercury .....	73
IV.4.   Kondisi fisik pada tiap ruangan dan jenis lampu ..	80
IV.5.   Hasil perencanaan kebutuhan penerangan dengan meto de lumen dan zonal cavity .....	82
IV.6.   Hasil perhitungan susut tegangan pada lighting pa- nel I. ....	86
IV.7.   Hasil perhitungan susut tegangan pada lighting pa- nel II. ....	87
IV.8.   Hasil perhitungan susut tegangan pada lighting pa- nel III. ....	88
IV.9.   Hasil perhitungan susut tegangan pada lighting pa- nel IV. ....	89



IV.10.	Hasil perhitungan susut tegangan pada lighting panel V. ....	90
IV.11.	Hasil perhitungan susut tegangan pada lighting panel I'. ....	91
IV.12.	Hasil perhitungan susut tegangan pada lighting panel II'. ....	92
IV.13.	Hasil perhitungan susut tegangan pada lighting panel III'. ....	93
IV.14.	Hasil perhitungan susut tegangan pada lighting panel IV'. ....	94
IV.15.	Hasil perhitungan susut tegangan pada lighting panel V'. ....	95

DAFTAR SIMBOL

SIMBOL	ARTI SIMBOL	SATUAN
W	Tenaga cahaya	lm-h
F, $\phi$	Flux cahaya	lm
K	Kemittansi cahaya	lm ft <sup>-2</sup>
E	Illuminasi	lx
I	Kekuatan cahaya	cd
L, B	Brightness (luminasi)	cd m <sup>-2</sup>
$\alpha$	Sudut antara arah pandangan dan normal bidang	deg
A	Luas permukaan	m <sup>2</sup>
Eff	Effisiensi cahaya	
$\omega$	Sudut ruang dilihat dari bidang kerja.	sr
k, RR, RI	Room Ratio, Room Index	
p	Panjang ruangan	m
l	Lebar ruangan	m
h, H	Tinggi sumber cahaya dari bidang kerja	m
w, P	Daya listrik	watt
CU	Koefisien pemakaian	
MF	Maintenance faktor	
$h_{cc}$	Jarak lampu dari langit-langit.	m
$h_{rc}$	Tinggi lampu dari bidang kerja.	m
$h_{fc}$	Tinggi bidang kerja dari lantai.	m

SIMBOL	ARTI SIMBOL	SATUAN
$\theta$	Sudut antara berkas cahaya dan garis tegak lurus pada bidang	deg
R	Jarak horizontal	m
D	Jarak sebenarnya dari sumber cahaya ketitik	m
a	Jari-jari sumber cahaya	cm
$\phi$	Phasa	
*	Unit	
S	Set	
V	Tegangan listrik	Volt
Tdl	Tak ada daya listrik	
(R, R)	Rusak ringan	
TOL	Total lumen yang diperlukan	lm
LLP	Lumen lampu per unit	lm
JUL	Jumlah unit lampu	
$\rho_c$	Koefisien refleksi langit-langit	
$\rho_w$	Koefisien refleksi dinding	
$\rho_f$	Koefisien refleksi lantai	
Vr	Rugi tegangan pada penghantar	Volt
I	Arus yang mengalir pada penghantar	Amper
$\rho$	Tahanan jenis penghantar	ohm-m
Pf	Faktor daya (Power faktor)	

B A B I  
P E N D A H U L U A N

I.1. UMUM

Laju perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada umumnya dan teknologi industri pada khususnya, serta jumlah kebutuhan energi bagi kepentingan masyarakat, tidak dapat diabaikan lagi. Listrik adalah salah satu bentuk energi yang mempunyai banyak keunggulan dibanding dengan energi-energi lainnya. Antara lain mudah dalam pengadaan, penyaluran dan perubahannya ke bentuk energi lain.

Akhir-akhir ini negara kita giat sekali dalam melaksanakan pembangunan disegala bidang baik pembangunan industri, perluasan kota, pertanian, perhubungan dan lain - lain.

Dalam hal ini termasuk juga pembangunan dalam kota, yaitu ; berdirinya bangunan-bangunan bertingkat, kantor-kantor, gedung-gedung pertemuan, toko-toko (super market), hotel-hotel maupun rumah-rumah bertingkat lainnya, sedang penerangan adalah salah satu bagian dari suatu bangunan yang direncanakan. Perlu sekali penerangan diterapkan secara tersendiri maupun dalam kombinasi dengan penerangan alami (siang hari) supaya :

- Menciptakan lingkungan yang memungkinkan penghuni melihat detail dari tugas kegiatan visual secara mudah dan tepat.
- Memungkinkan penghuni bergerak secara mudah dan aman.

- Menciptakan lingkungan visuil yang nyaman dan berpengaruh ke pada prestasi.

Adapun penerangan adalah salah satu bentuk energi listrik yang dikonversikan kebentuk energi cahaya. Berbicara mengenai penerangan berarti sudah dibicarakan perpaduan antara seni dan ilmu (teknik). Di bidang seni dapat diperoleh hasil kreasi dari seorang perencana, dan dari segi ilmu atau teknik dapat dilihat perhitungan - perhitungan yang tepat. Jadi perencanaan penerangan dapat dikatakan baik apabila kedua perpaduan diatas dapat dipenuhi. Demikian pula sebaiknya sistim penerangan harus mengikuti perkembangan pembangunan dewasa ini, sehingga menunjang beberapa kegiatan yang bersifat konsumtif, misalnya kuat penerangan yang baik dan teratur pada beberapa ruangan yang direncanakan.

Atas dasar beberapa keuntungan yang dikemukakan diatas, penulis terdorong untuk mengambil judul tugas sarjana tentang "Perencanaan Sistim Penerangan Dalam yang mengambil lokasi pada Gedung Heavy Laboratory Universitas Hasanuddin".

Gedung Heavy Laboratory Universitas Hasanuddin sementara ini dalam penggarapan pembangunannya, sehingga memungkinkan penulis dapat mempraktekkan teori-teori yang telah diperoleh dalam perkuliahan.

Tugas sarjana ini mengambil judul "Perencanaan Sistim penerangan Dalam pada Gedung Heavy Laboratory Universitas Hasanuddin dengan maksud mencoba menerangkan suatu perencanaan penerangan

dalam beserta perhitungan-perhitungan dan analisa ekonomisnya.

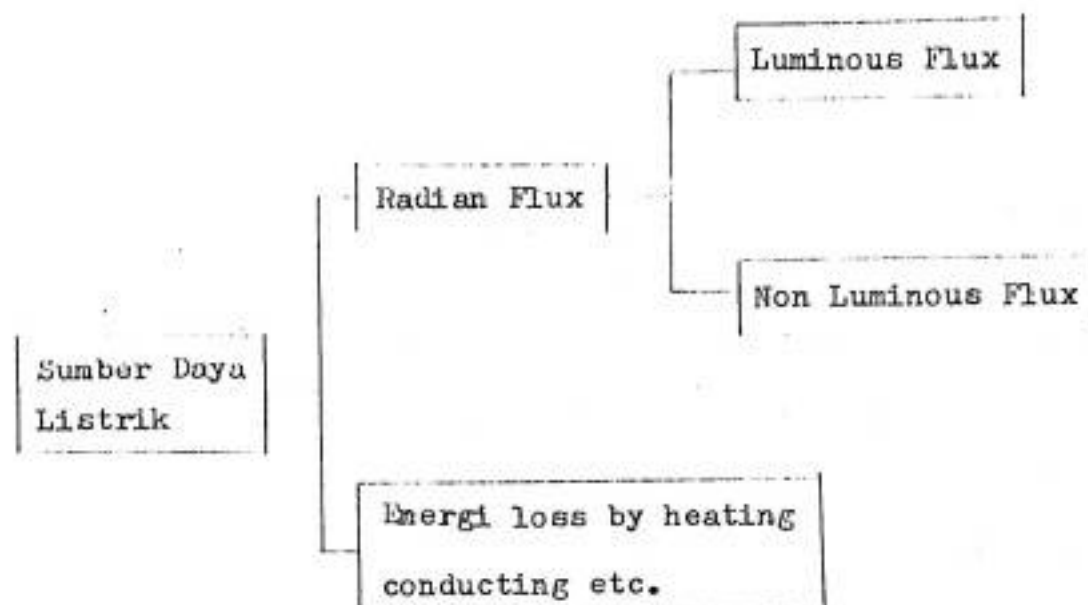
Dalam pendahuluan (Bab I) dibicarakan mengenai alasan pemilihan judul, definisi-definisi, sumber-sumber cahaya, klasifikasi sistim penerangan, bangunan yang direncanakan, relevansi laboratorium dengan pendidikan teknik, kemudian Bab II, dibicarakan mengenai teori-teori yang berhubungan dengan perencanaan penerangan. Bab III, keadaan lokasi, struktur fisik dan jenis-jenis peralatan serta standarisasi penerangan, kemudian dalam Bab IV, perencanaan penerangan, jenis lampu, tata letak lampu dan kalkulasi kebutuhan penerangan selanjutnya instalasi daya, perhitungan susut tegangan dan perhitungan rencana anggaran biaya dan pada Bab V merupakan kesimpulan.

## I.2. DEFINISI - DEFINISI

Beberapa definisi pada pasal ini diberikan sehubungan perencanaan penerangan dan sebelum itu akan dijelaskan mekanisme terjadinya perubahan tenaga listrik menjadi tenaga cahaya. Jika sejumlah tenaga listrik diberikan pada sumber cahaya akan dihasilkan flux radian. Besar flux radian ini secara dimensional lebih kecil dari tenaga listrik yang diberikan pada lampu tersebut. Hal ini disebabkan oleh beberapa tenaga yang hilang karena panas, konduksi udara dan radiasi thermal. Demikianpun flux radian yang diperoleh akan diuraikan lagi atas flux cahaya yang dapat merangsang saraf-saraf penglihatan mata dan

fluxi non cahaya yang tidak dapat terlihat.

Perubahan tenaga listrik sehingga menjadi fluxi cahaya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar I-1. Mekanisme perubahan tenaga listrik menjadi tenaga cahaya.

Jadi dapat dikatakan bahwa tenaga listrik yang diberikan untuk menyalakan lampu akan dikonversikan menjadi radian flux dan Energi loss sebagai radiasi thermal, konduksi dan konveksi kemedia sekeliling lampu penerangan tersebut.

Sebagian gelombang elektromagnet yang dapat dilihat, disebut ; Cahaya atau fluxi cahaya (luminous flux).

Definisi-definisi yang umum digunakan dalam teknik penerangan adalah sebagai berikut :

1. Luminous Energy/tenaga cahaya ( W )

Besaran yang menyatakan jumlah tenaga yang diradiasikan dari suatu sumber cahaya.

Satuannya dalam ; lumen-h, lumen second.

2. Luminous flux/flux cahaya ( F )

Besaran yang menyatakan jumlah perubahan luminous energi persatuan waktu.

$$F = dW/dt \quad (1.1)$$

Persamaan diatas dapat diartikan sebagai laju perubahan tenga cahaya dari suatu sumber dan merupakan jumlah total energi cahaya yang dapat dilihat, yang dipancarkan oleh sumber tersebut persatuan waktu.

Satuannya dalam ; Watt light, lumen.

3. Luminous flux density/kerapatan flux cahaya

Besaran yang menyatakan jumlah luminous, menuju atau meninggalkan suatu permukaan persatuan luas. Besaran ini dapat dibagi atas :

a. Luminous Emittance/Emittansi cahaya ( K )

Kerapatan flux cahaya yang dipancarkan oleh suatu sumber cahaya.

$$K = dF/dA \quad (1.2)$$

Satuannya dalam ; lumen per square foot (lm ft<sup>-2</sup>).



b. Illuminance/illuminasi ( E )

Luminous flux density yang tiba pada suatu permukaan .

$$E = dF/dA \quad (1.3)$$

Satuannya dalam ; - foot candle (fc) =  $lm\ ft^{-2}$   
 - lux (lx) =  $lm\ m^{-2}$   
 - phot (ph) =  $lm\ cm^{-2}$

4. Luminous intensity/kekuatan cahaya ( I )

Besaran yang menyatakan jumlah luminous flux yang telah di radiasikan oleh suatu sumber cahaya persatuan sudut ruang pada arah tertentu.

$$I = dF/d\omega \quad (1.4)$$

dimana ;  $\omega$  = Besaran sudut ruang pada suatu titik sumber cahaya yang dipancarkan.

$$I = \text{kekuatan cahaya [ candle ], [ lumen per steradian ]}$$

Luminous intensity dari suatu sumber cahaya pada suatu arah adalah perbandingan luminous flux yang dipancarkan oleh suatu sumber cahaya atau suatu elemen dari sumber cahaya dalam suatu sudut ruang yang sangat kecil dalam arah yang sudah ditentukan. Jadi luminous intensity dipakai hanya untuk titik sumber cahaya. (lihat gambar 1-2).

5. Brightness/Luminance/luminasi ( L )

Besaran yang menyatakan jumlah kekuatan cahaya yang diradiasikan oleh suatu permukaan sumber cahaya dalam arah tegak lurus terhadap arah rambatan cahaya. Pada suatu sumber cahay

ya yang berluas permukaan  $dA$ , memancarkan fluxi cahaya  $dF$  akan terlihat berubah-ubah terang cahayanya jika dilihat pada arah yang berbeda. Hal ini disebabkan perubahan terang cahaya, yang perumusannya sebagai berikut ; (lihat pada gambar 1-3).

$$B = L = I / (dA \cos \alpha) \quad (1.5).$$

dimana ; B = luminasi atau Brightness atau terang cahaya.

$\alpha$  = sudut antara arah pandangan dan normal dari permukaan

$dA$  = luas dari permukaan sumber cahaya.

Satuan dari besaran-besaran diatas :

Pada Sistim MKS	I	( cd )
	$dA$	( $m^2$ )
	B	( $cd/m^2$ ) = (Nit)
Pada sistim British	I	( cd )
	$dA$	( $in^2$ )
	B	( $cd/in^2$ )
Pada sistim Cgs	I	( cd ) .
	$dA$	( $cm^2$ )
	B	( $cd/cm^2$ ) = (stilb)

#### 6. Luminous Efficiency/Effesiensi cahaya ( Eff )

Besaran yang menyatakan perbandingan antara luminous flux total dan daya input total dari suatu sumber cahaya frimer.

Jika sumber cahaya adalah lampu yang mempunyai konstruksi luar seperti pada gambar I-4. maka efisiensi cahaya dapat dinyatakan sebagai berikut ;

$$\text{Eff}_1 = \frac{F' \text{ (luminous flux dari lampu)}}{P \text{ (Electrical power input)}} \quad (1.6)$$

$$\text{Eff}_2 = \frac{F \text{ (luminous flux dari armatur)}}{F' \text{ (luminous flux dari lampu)}} \quad (1.7)$$

$$\text{Eff}_{\text{total}} = \text{Eff}_1 \times \text{Eff}_2 \quad (1.8)$$

### I.3. SUMBER - SUMBER CAHAYA

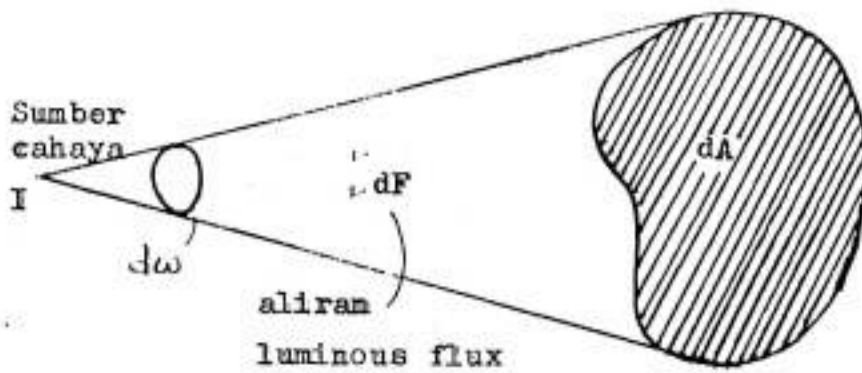
Sumber-sumber cahaya dapat dibagi atas 2(dua) golongan;

a. Sumber primer.

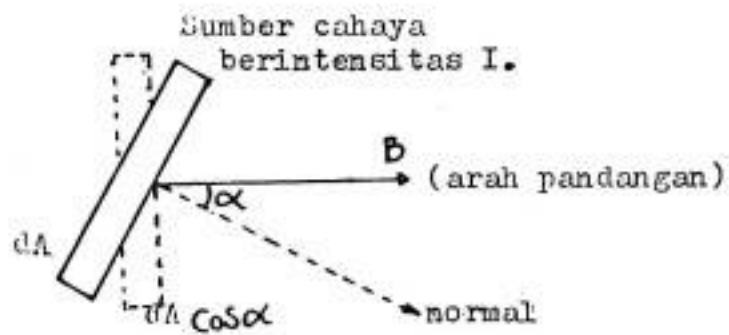
b. Sumber sekunder.

a). Sumber-sumber primer adalah sumber cahaya yang mempunyai kemampuan sendiri untuk menghasilkan cahaya, misalnya matahari, lampu dan lain-lain.

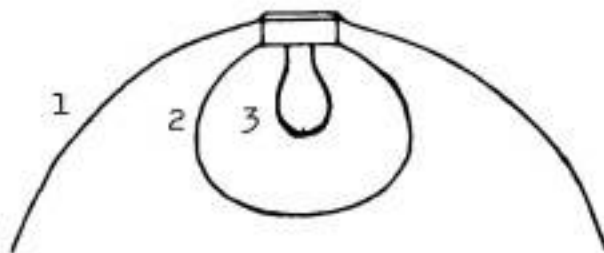
b). Sumber-sumber sekunder adalah sumber cahaya yang tidak mampu menghasilkan cahaya sendiri. Sumber-sumber ini memantulkan cahaya yang diterimanya dalam keadaan gelap. sumber sekunder ini tidak kelihatan, misalnya meja atau alat pelapis yang memantulkan cahaya dan lain-lain.



Gambar I-2. Distribusi flux cahaya persatuan sudut ruang.



Gambar I-3. Luminasi dari permukaan sumber cahaya. 2)



Gambar I-4. Lampu (1. Luminair, 2. armatur, 3. bola lampu)

#### I.4. KLASIFIKASI SISTEM PENERANGAN

Menurut The International Commission on Illumination (ICI) pembagian sistem penerangan ditinjau dari distribusi cahaya adalah sebagai berikut :

- Indirect lighting
- Semi indirect lighting
- General diffuse
- Semi direct lighting
- Direct lighting

- a. Indirect lighting (penerangan tak langsung) : 90 - 100 %  
flux dari luminair langsung keplapon dan dinding bagian atas dari ruangan. Cara ini disebut tak langsung karena dalam pemakaian (praktek) semua penerangan mencapai bidang kerja horizontal secara tak langsung yaitu melalui refleksi dari plapon dan dinding, sistem penerangan ini umumnya kurang efisien dan memberikan suatu iluminasi yang terbatas.
- b. Semi indirect lighting (penerangan setengah tak langsung) :  
60 - 90 % flux dari luminair langsung keplapon dan dinding dari ruangan. Distribusi ini seperti pada sistem tak langsung, tingkat iluminasinya lebih tinggi tanpa adanya perbedaan terang antara plapon dan ruang sekelilingnya.
- c. General diffuse (penerangan tersebar kesegala arah) :  
Sistem penerangan ini mendistribusikan cahaya sebanyak 40 - 60 % melalui luminair kebyek yang akan diterangi, sedangkan sisanya terdistribusi secara tak langsung.



d. Semi direct lighting (penerangan setengah langsung)

Suatu sistem penerangan dimana sumber cahayanya mendistribusikan cahaya sebanyak 60 - 90 % melalui luminair keobyek (bidang) yang akan diterangi, sedangkan sisanya terdistribusi secara tak langsung.

e. Direct lighting (penerangan langsung) ;

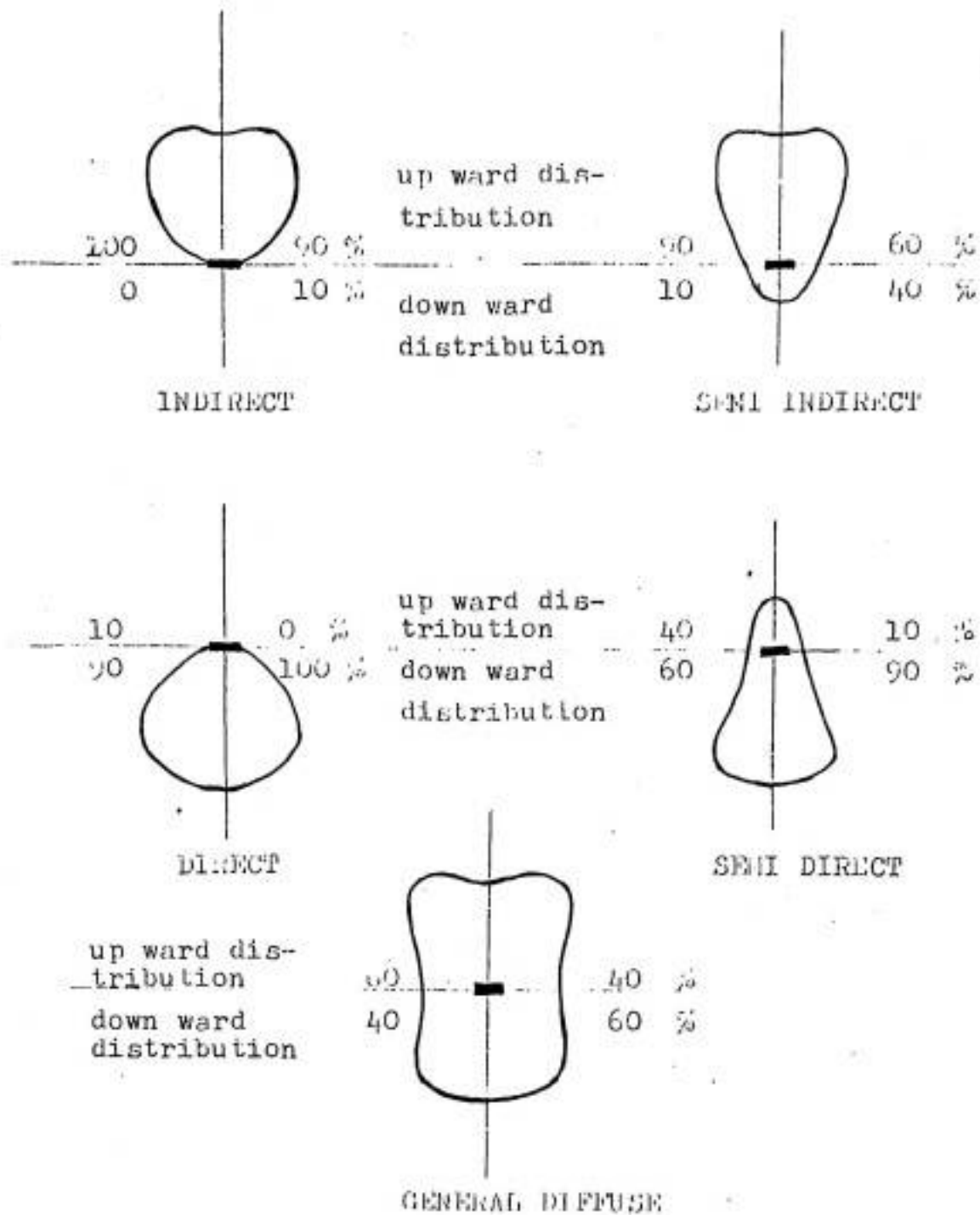
Suatu sistem penerangan dimana sumber cahayanya mendistribusikan cahaya sebanyak 90 - 100 % melalui luminair keobyek yang akan diterangi. Sistem penerangan ini sangat efisien tapi dapat menimbulkan silau dan bayangan pada bidang kerja.

Karakteristik arus cahaya dari sistem penerangan seperti yang diuraikan diatas dapat dilihat pada gambar 1-5.

Penjelasan gambar 1-5 dapat dilihat pula pada tabel berikut :

Tabel I.1.

Lighting System	Persentase illuminasi (%)	
	Up ward	Down ward
1. Indirect	100 - 90 %	0 - 10 %
2. Semi indirect	90 - 60 %	10 - 40 %
3. General diffuse	60 - 40 %	40 - 60 %
4. Semi direct	40 - 10 %	60 - 90 %
5. Direct	10 - 0 %	90 - 100 %



Gambar I-5. Klasifikasi distribusi penerangan.

### I.5. BANGUNAN YANG DIRENCANAKAN

Dalam pemilihan bangunan akan direncanakan sistim penerangan dalam dari Gedung Heavy Laboratory Universitas Hasanuddin. Adapun tempat tersebut diambil sebagai sample dengan pertimbangan bahwa, bangunan itu mempunyai peralatan yang lengkap untuk bidang ilmu - ilmu teknik. Gambar bangunan dapat dilihat pada gambar 1.6.

### I.6. RELEVANSI LABORATORIUM DENGAN PENDIDIKAN TEKNIK.

Sebagai penunjang pembangunan di Indonesia dewasa ini, Heavy Laboratory Universitas Hasanuddin merupakan salah satu laboratorium yang dapat menjadi tempat kegiatan ilmiah dan pendidikan para calon sarjana, sebagai kader-kader pembangunan. Dengan adanya laboratorium disuatu perguruan tinggi teknik, sangat menunjang kelancaran perkembangan ilmu pengetahuan dibidang teknik khususnya, disamping itu juga memberikan suatu dorongan kepada para mahasiswa lebih giat dalam mempelajari dan memahami, sekaligus mempraktekkan ilmu yang mereka peroleh selama pendidikan. Demikian pula, mahasiswa dapat merangang sendiri peralatan-peralatan yang diperlukan berdasar pada hal-hal yang sudah didapat dilaboratorium, misalnya kebutuhan alat - alat rumah tangga, alat-alat industri dan lain sebagainya.

Usaha ini mendekatkan para staf pengajar dan mahasiswa pada masyarakat, sehingga mengerti dan turut membantu memecahkan persoalan-persoalan yang bertalian dengan bidang teknik.



Disamping itu juga merupakan latihan kemahiran para staf dosen dan mahasiswa, sambil berusaha untuk menjalankan pekerjaan penelitian. Jadi dapat dikatakan laboratorium menunjang perkembangan industri di Indonesia pada umumnya.

Telah dibahas dalam konvensi nasional sarjana listrik I dalam bulan Mei 1981 di Jakarta, dengan pembagian sektor instalasi listrik sebagai berikut ;

- Sektor rumah murah dan sedang
- Sektor rumah mewah
- Sektor gedung bertingkat
- Sektor industri (lihat lampiran I).

Halmana memberikan gambaran akan perkembangan kebutuhan daya listrik dalam gedung sampai kepada tahun 2000. <sup>4)</sup>

Dengan gambaran akan kebutuhan daya listrik tersebut, maka hubungan pendidikan teknik (khususnya teknik elektro) dan laboratorium tak dapat dipisahkan.

nghasil  
atu bi  
sikan o  
se dan  
g dibe  
apabila  
ah da

pengu  
ang ker  
pungan  
sum

umber ca

2.1)

Jl. Ling. Sumatera

KAMPUS BARU  
UNIVERSITAS HASANUDDIN

CONFERENCE  
CENTRE

STUDENT UNION

CP 1

PESANTIRAN

ARTS, SOCIAL  
SCIENCE & LAW

STUDENT HOUSING

KOMPLEK KODAM XIV MR  
JBN KAWALETR

RECTORS  
& GUEST



## B A B II

### METODE KALKULASI PENERANGAN

#### II.1. SECARA UMUM

##### II.1.1. PENERANGAN SETEMPAT

Tujuan utama penerangan setempat adalah untuk menghasilkan penerangan dengan tingkat iluminasi merata pada suatu bidang horizontal didalam suatu ruangan. Cahaya yang dihasilkan oleh lampu-lampu sangat dipengaruhi oleh refleksi, diffusi dan absorpsi pada bidang yang disinari. Jadi penerangan yang diberikan oleh suatu sumber cahaya dapat dikatakan merata apabila mendistribusikan flux cahaya secara merata kesegala arah dalam ruangan.

Luminasi dari sumber cahaya dapat diketahui dari pengukuran iluminasi bidang kerja, sedangkan iluminasi bidang kerja, dapat diukur dengan illuminometer. Jadi terdapat hubungan matematis antara iluminasi bidang kerja dengan luminasi sumber cahaya.

Hubungan antara luminasi dan iluminasi dari beberapa sumber cahaya terdistribusi merata dijelaskan dibawah ini :

##### 1. Sumber cahaya berbentuk hemisfer :

Dari persamaan ; (1.3) & (1.4)

$$E = dF / dA$$

$$I = dF / d\omega$$

$$\text{diperoleh ; } dE = B \cos \theta d\omega \quad (2.1)$$

dimana ;  $d\omega$  = sudut ruang dilihat dari bidang kerja.

$$d\omega = 2\pi \sin \theta d\theta$$

Illuminasi pada titik P.

$$dE = B \cos \theta d\omega$$

$$dE = B \cos \theta \cdot 2\pi \sin \theta d\theta$$

$$E = 2\pi B \int_0^{\pi/2} \sin \theta \cos \theta d\theta$$

$$E = 2\pi B \int_0^{\pi/2} \sin \theta d\sin \theta$$

$$E = 2\pi B \left[ \frac{1}{2} \sin^2 \theta \right]_0^{\pi/2}$$

$$E = 2\pi B \cdot \frac{1}{2}(1 - 0)$$

$$E = \pi B \quad (2.2)$$

Dengan arah yang sama diperoleh illuminasi pada setiap titik pada bidang kerja (lihat gambar II-1).

$$E = \pi B.$$

dimana ;  $E$  = illuminasi pada titik P. (lux)

$B$  = luminasi dari sumber cahaya. ( $\text{cd/m}^2$ )

## 2. Sumber cahaya berbentuk lingkaran.

Sebuah lingkaran berjari-jari  $a$ , sebagai sumber cahaya dan sebuah titik P, berjarak  $d$ , dari sumber cahaya seperti pada gambar II-2. Kuat penerangan dititik P, dapat dihitung sebagai berikut ;

$$dE_p = (B dA \cos \theta \cos \rho) / r^2 \quad (2.3)$$

dimana ;  $dA = 2\pi x dx$

$$x = d \tan \theta$$

$$dx = d/\cos^2\theta \, d\theta$$

$$dA = 2\pi d \tan \theta \cdot d/\cos^2\theta \, d\theta$$

$$r = d/\cos \theta$$

$$dA = 2\pi r^2 \tan \theta \, d\theta$$

$$dE_p = (2\pi B r^2 \tan \theta \cos \beta) / (r^2) \cdot d\theta$$

dimana ;  $\theta = \beta$

$$dE_p = 2\pi B \sin \theta \cos \theta \, d\theta$$

$$\sin \theta = x/\sqrt{x^2 + d^2}$$

$$\cos \theta = d/\sqrt{x^2 + d^2}$$

Differensiasi dari  $\cos \theta$  terhadap  $x$  menghasilkan ;

$$-\sin \theta \, d\theta = -d \cdot x / \sqrt{(x^2 + d^2)^3} \, dx$$

$$-x/\sqrt{x^2 + d^2} \, d\theta = -d \cdot x / \sqrt{(x^2 + d^2)^3} \, dx$$

$$d\theta = d / (x^2 + d^2) \, dx$$

$$dE_p = 2\pi B (x/\sqrt{x^2 + d^2}) \cdot (d/\sqrt{x^2 + d^2}) \cdot (d/x^2 + d^2) \, dx$$

$$= 2\pi B x d^2 / (x^2 + d^2)^2 \, dx$$

$$E_p = 2\pi B d^2 \int_0^a x / (x^2 + d^2)^2 \, dx$$

$$= 2\pi B d^2 \int_0^a d(x^2 + d^2) / (x^2 + d^2)^2$$

$$= 2\pi B d^2 \left[ -1/(x^2 + d^2) \right]_0^a$$

$$= 2\pi B d^2 ( 1/d^2 - 1/a^2 + d^2 )$$

$$E_p = a^2 / (a^2 + d^2)$$

(2.4)

maka perbandingan antara illuminasi  $E_p$  pada titik P, dan lumina nasi B adalah :

$$E_p / B = \pi a^2 / (a^2 + d^2) \quad (2.5)$$

### 3. Sumber cahaya berbentuk empat persegi panjang.

Bidang empat persegi panjang dengan ukuran  $h \times w$  sebagai permukaan luminair (gambar II-3).

Illuminasi pada titik P, akibat penerangan elemen  $dA$  dalam arah vertikal adalah ;

$$dE_v = (B/r^2) \cos \alpha \cos \beta \, dA \quad (2.6)$$

$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

$$r = D / \cos \alpha$$

$$\cos \beta = \sin \alpha$$

$$dA = w \, dh$$

$$h/D = \tan \alpha$$

$$h = D \tan \alpha$$

$$dh = D / \cos^2 \alpha \, d\alpha$$

$$dE_v = B w (\cos \alpha \sin \alpha \cos^2 \alpha / D^2) \cdot (D / \cos^2 \alpha) \, d\alpha$$

$$E_v = Bw/D \int_0^\alpha \cos \alpha \sin \alpha \, d\alpha$$

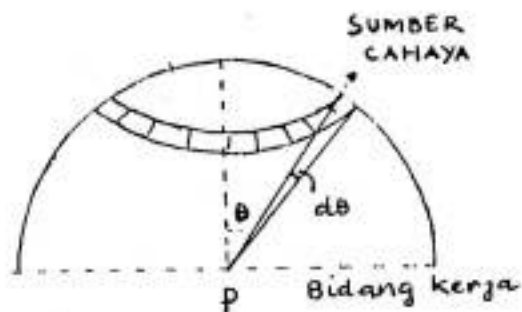
$$= Bw/D \int_0^\alpha \sin \alpha \, d\sin \alpha$$

$$= Bw/D \left( \frac{1}{2} \sin^2 \alpha \right)_0^\alpha = \text{arc Sin } H / \sqrt{D^2 + H^2}$$

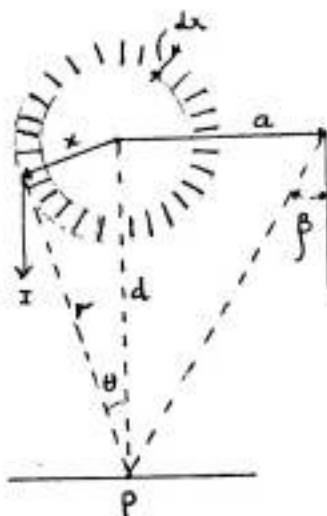
$$= \frac{1}{2} Bw/D \cdot (H^2/H^2 + D^2). \quad (2.7)$$

Illuminasi pada titik P, akibat penerangan elemen  $dA$  dalam arah horizontal adalah :

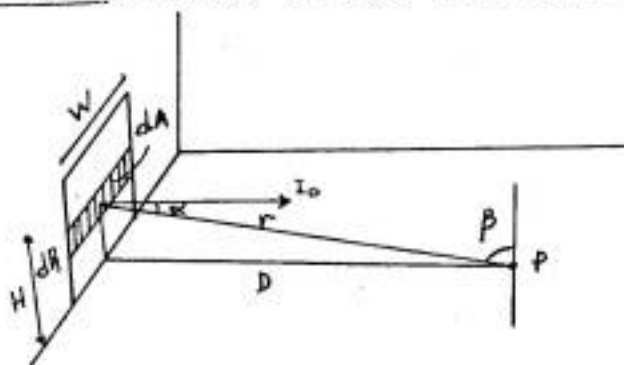
$$dE_h = (B/r^2) \cos \alpha \cos \beta \, d\alpha \quad (2.8)$$



Gambar II-1. Sumber cahaya terdistribusi setengah bola.



Gambar II-2. Sumber cahaya berbentuk lingkaran.



Gambar II-3. Sumber cahaya berbentuk empat persegi panjang.



dimana  $\alpha = \beta$  dengan cara yang sama diperoleh ;

$$\begin{aligned}
 E_n &= Bw/D \int_0^\alpha \cos \alpha \cos \alpha \, d\alpha \\
 &= Bw/D \int_0^\alpha \cos^2 \alpha \, d\alpha \\
 &= Bw/D \int_0^\alpha \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2\alpha \right) d\alpha \\
 &= \frac{1}{2} Bw/D \left[ \alpha + \frac{1}{2} \sin 2\alpha \right]_0^\alpha = \text{arc Sin } H/\sqrt{D^2+H^2} \\
 &= \frac{1}{2} Bw/D \left[ \text{arc Sin } H/\sqrt{D^2+H^2} + \frac{1}{2} \cdot 2 H/\sqrt{D^2+H^2} \right] \\
 &\dots(2.9)
 \end{aligned}$$

Hasil akhir dari tiap-tiap besaran dapat dilihat pada lampiran II.

### II.1.2. PENERANGAN TERARAH

Dalam hal ini seluruh ruangan memperoleh cahaya dari satu jurusan tertentu. Penerangan terarah cocok untuk pameran atau penonjolan suatu obyek, untuk menciptakan bayangan-bayangan supaya lebih tampak bentuk dan susunannya atau untuk menyoroti permukaan tertentu yang kemudian menjadi sumber cahaya sekunder, dengan cara memantulkan cahaya. Juga biasanya digunakan pada taman-taman, galangan kapal, jalan kereta api, penyelesaian konstruksi khusus, tempat olah raga/rekreasi dan penerangan dekoratif dari monumen-monumen, juga bangunan-bangunan tertentu dan lain-lain.

Jumlah lampu yang dibutuhkan untuk penerangan terarah dapat dirumuskan sebagai berikut ;

$E$  = Illuminasi yang dibutuhkan oleh suatu obyek.

$A$  = Luas permukaan obyek yang diterangi

$Eff$  = faktor efisiensi

$F$  = lumen cahaya yang dikeluarkan oleh setiap lampu

$E \times A$  = flux cahaya yang diperlukan untuk penerangan obyek

$E \times A / Eff$  = flux cahaya yang harus dikeluarkan oleh lampu

$E \times A / F \times Eff$  = jumlah lampu.

Efisiensi faktor merupakan faktor pengurangan flux cahaya dari lampu, yang seharusnya dibutuhkan untuk menerangi suatu obyek. Pengurangan flux cahaya tersebut disebabkan, antara lain debu, kabut, dan sebagainya.

### II.1.3. PENERANGAN MERATA

Penerangan merata memberikan illuminasi yang tersebar secara cukup seragam diseluruh ruangan. Dengan demikian terciptalah kondisi visuil yang merata untuk seluruh ruangan. Keadaan ini cocok bagi ruangan yang tidak mempunyai tempat untuk pelaksanaan tugas-tugas visuil yang khusus. Pada sistim penerangan merata ini sejumlah armatur ditempatkan secara teratur diseluruh langit-langit.

Langkah-langkah perhitungan adalah sebagai berikut ; 2)

1. Tentukan kuat penerangan  $E$  yang diperlukan
2. Tentukan ukuran ruangan dan bidang kerja, ukuran ruangan dapat dinyatakan oleh panjang  $p$ , dan lebar  $l$ , dan tinggi  $h$ .
3. Tentukan room index  $k$ , yang dapat dinyatakan dengan persamaan empiris ; 1)

$$k = (2p + 8l)/10h \quad (2.10)$$

dimana ;  
 k = Room index  
 p = panjang ruangan  
 l = lebar ruangan  
 h = jarak antara sumber cahaya dengan bidang yang disinari (bidang kerja).

Secara umum tinggi bidang kerja dari lantai ;

70 - 75 cm keadaan bekerja sambil duduk

80 - 85 cm keadaan bekerja sambil berdiri.

4. Tentukan koefisien refleksi dinding dan langit-langit 6) :

Untuk langit-langit warna putih 70 - 80 %

  warna muda 50 - 70 %

  warna gelap 30 - 50 %

Untuk dinding warna putih/muda 50 %

  warna sedang 30 %

  warna gelap 10 %

Koefisien ini masih relatif, mengingat jumlah pintu, perabot, jendela dan lantai mempengaruhi pemantulan cahaya dan biasanya diambil 20 %<sup>1)</sup> untuk bangunan yang masih baru.

5. Tentukan efisiensi penerangan dengan memperhatikan room index dan koefisien refleksi, serta distribusi cahaya, lampu yang akan digunakan. Untuk menentukan nilai efisiensi penerangan secara tepat dapat digunakan rumus interpolasi, bila nilai room index tidak tertetak pada nilai yang tercantum dalam tabel tersebut.

6. Tentukan efisiensi luminair dari lampu sehingga efisiensi penerangan total dapat dihitung:

$$\text{Eff}_{\text{total}} = \text{Eff}_{\text{penerangan}} \times \text{Eff}_{\text{luminair}}$$

7. Tentukan fluxi cahaya total dari bidang kerja.

$$F = E \times A \quad \text{dimana ;}$$

$F$  = fluxi cahaya pada bidang kerja  
 $E$  = iluminasi bidang kerja  
 $A$  = luas bidang kerja

8. Tentukan fluxi cahaya output dari lampu.

$$\phi = F / \text{Eff}_{\text{total}}$$

9. Tentukan daya total dari lampu yang diperlukan untuk penerangan ini.

$$P = \phi / \text{Eff} \quad \text{dimana ;}$$

$\text{Eff}$  = Efisiensi lampu dalam lm/watt.  
 $P$  = daya total dari lampu (watt).

10. Tentukan jumlah lampu yang diperoleh dari hasil bagi antara daya total dari lampu dan daya tiap-tiap lampu yang digunakan. Hal ini ditentukan oleh kemampuan konsumen dalam menyediakan peralatan penerangan yang diperlukan. Namun demikian jika konsumen tidak dapat memenuhi hasil perencanaan kebutuhan penerangan maka nilai iluminasi dapat direduksi sedemikian sehingga hasil akhir masih tetap dalam batas-batas diizinkan.

11. Penentuan penempatan lampu dengan memperhatikan beberapa se

gi (faktor) antara lain ; keindahan, kemudahan pemasangan, pemeliharaan sebagai tahap akhir dalam suatu perencanaan ruang dalam.

## II.2. SECARA PRAKTIS

### II.2.1. METODE LUMEN

Sistem kalkulasi yang paling sering digunakan untuk memperkirakan jumlah dan type lampu yang akan memberikan level iluminasi rata-rata bagi suatu kebutuhan pemerangan adalah metode lumen. Metode ini didasarkan pada hasil percobaan Barricon dan Anderson, <sup>11)</sup> tentang hubungan karakteristik distribusi tenaga cahaya dari luminair, tinggih lampu, ukuran ruangan dan lain sebagainya.

Konsep dasar dari metode lumen dinyatakan dengan definisi, Foot Candle sebagai suatu lumen per  $ft^2$  yaitu :

$$E = F/A \quad \text{dimana :}$$

E = Illuminasi

F = Jumlah lumen pada bidang yang diterangi

A = luas bidang yang diterangi.

Tidak semua lumen lampu sampai pada bidang kerja. Lumen lampu harus diperbanyak dengan coefficient of utilization yang menghasilkannya jumlah rambatan lumen yang mencapai bidang kerja.

Maintenance faktor juga harus digunakan untuk memperkirakan perbandingan rata-rata dalam pemakaian terhadap level permukaan, jadi persamaan dasar menjadi :

$$E_{rata2} = (F \times CU \times MF) / A \quad (2.11)$$

dimana ; F = lumen lampu

CU = Coeffisien of utilization (koef. Pemakaian)

MF = Maintenance faktor

A = luas bidang yang diterangi

Rumus ini dapat dinyatakan dalam bentuk lain :

$$F = (E \times A) / (CU \times MF) \quad (2.12)$$

- Coeffisien of Utilization (koefisien pemakaian)

Faktor ini merupakan efisiensi permukaan keseluruhan dari sistem penyaluran, termasuk didalamnya kerugian-kerugian disebabkan :

- a. Penyerapan cahaya dari luminair
- b. Efek dari ukuran ruangan
- c. Penyerapan dari berbagai bidang ruang.

Ini merupakan bagian dari lumen lampu yang merambat, yang mula-mula sampai pada bidang kerja tertentu dan oleh interrefleksi. Koefisien pemakaian dapat dilihat pada lampiran III.

- Room Index ( index ruangan)

Efek dari ukuran ruangan terhadap koefisien pemakaian diberikan oleh suatu faktor perbandingan yang dinamakan index ruangan atau room index. Ini ditentukan oleh ukuran ruangan dan tinggi lampu atau langit-langit, tergantung dari jenis pencahayaan. Index ruangan ini dinyatakan dengan huruf-huruf di klasifikasikan dalam 10 kelas dan ditandai dengan huruf-huruf dari A sampai J. Sedangkan room ratio dinyatakan dengan angka.

Room Index atau Room Ratio dapat juga dihitung menurut rumus - rumus sebagai berikut :

- Menurut Phillips : Room Ratio (RR). 11)

$$k = (2p + 8l)/10h \quad (2.13)$$

dimana : RR = k = Room index atau room ratio

p = panjang ruangan

l = lebar ruangan

h = tinggi sumber cahaya dari bidang kerja.

- Menurut UGA.

Untuk Direct, Semi direct dan General diffuse :

$$k = (p \times l) / \text{tinggi sumber cahaya diatas bidang kerja} (p + 1). \quad \dots\dots\dots(2.14)$$

Untuk luminair-luminair semi indirect dan indirect :

$$k = \frac{3 (p \times l)}{2 \times \text{tinggi langit} \times \text{tinggi diatas} \times (p + 1) \text{ bidang kerja.}} \quad (2.15)$$

Room Index dan Room Ratio dapat dilihat pada tabel II-1.

- Maintenance faktor (faktor pemeliharaan)

Faktor-faktor pemeliharaan tergantung pada :

- a. lumen output lampu yang berkurang sebanding dengan usia lampu.
- b. pengotoran armatur lampu.
- c. koefisien refleksi dinding dan ceiling menurun karena debu.

Tabel II-I. Room Index dan Room Ratio.

ROOM INDEX	ROOM RATIO
J	$< 0,7$
I	$0,7 - 0,9$
H	$0,9 - 1,12$
G	$1,12 - 1,38$
F	$1,38 - 1,75$
E	$1,75 - 2,25$
D	$2,25 - 2,75$
C	$2,75 - 3,5$
B	$3,5 - 4,5$
A	$4,5 <$



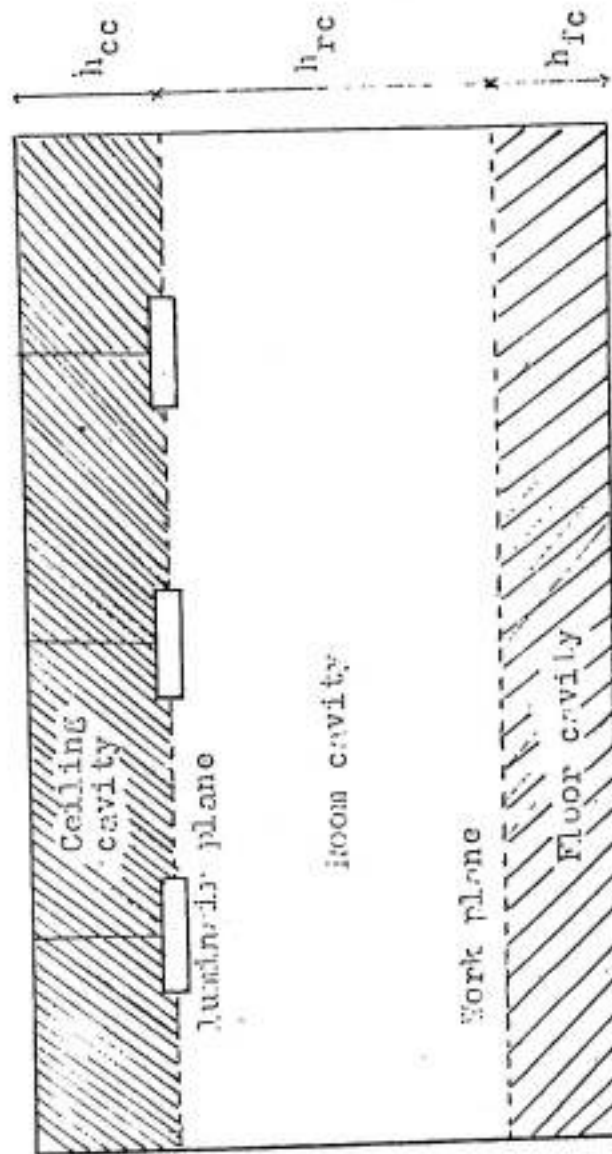
Faktor-faktor ini diklasifikasikan menurut 3 kondisi : 3)

1. Baik (0,7 - 0,8) : dalam hal ini ruangan bersih, udara tidak mengandung asap atau debu, dengan pembersihan luminaire yang sering dilakukan, dan penggantian lampu-lampu secara teratur.
2. Sedang (0,65 - 0,7) : dalam hal ini udara dalam ruangan kurang baik, luminaire kurang dibersihkan dan lampu-lampu diganti hanya bila sudah putus.
3. Jelek (0,55 - 0,65) : dalam hal ini ruangan agak kotor pemeliharaan sangat kurang diperhatikan.

#### II.2.2. METODE ZONAL CAVITY

Sebelum tahun 1964, metode lumen adalah metode standard untuk perhitungan pemerangan dalam, tapi setelah tahun 1964 metode zonal cavity yang berbeda dengan metode lumen lebih banyak dipergunakan. Dalam hal ini disesuaikan dengan perhitungan reflektansi dari ruangan. Dalam metode lumen harga-harga yang diambil untuk reflektansi, ceiling, dinding dan lantai adalah ruangan dianggap satu unit. Sedangkan metode zonal cavity, ruangan dibagi atas tiga cavity yaitu ; Ceiling, room dan floor.

Reflektansi efektif dari tiap cavity dapat dihitung berdasarkan gambar II-4.



Gambar II-4. Room cavity.

Ruangan dibagi 3 bagian cavity :

- Ceiling cavity adalah ruangan antara garis pusat luminair dengan ceiling.
- Room cavity adalah ruangan diantaranya, yaitu antara bidang kerja dengan garis pusat luminair.
- Floor cavity adalah ruangan antara lantai dan bidang kerja.

Hubungan antara ketigunya dinyatakan dalam "Cavity Ratio" yang dapat dipergunakan untuk menentukan reflektansi efektif dari lantai, ceiling dan dinding, kemudian dihitung efisiensi pencahayaan.

Langkah-langkah dasar untuk perhitungan kebutuhan penerangan rata-rata dengan metode ini adalah sebagai berikut :

a. Tentukan cavity ratio :

$$\text{- Ceiling cavity ratio (CCR)} = 5h_{cc} \cdot (p + 1) / (p \times l) \quad \dots (2.16)$$

$$\text{- Room cavity ratio (RCR)} = 5h_{rc} \cdot (p + 1) / (p \times l) \quad \dots (2.17)$$

$$\text{- Floor cavity ratio (FCR)} = 5h_{fc} \cdot (p + 1) / (p \times l) \quad \dots (2.18)$$

dimana ; p = panjang ruangan

l = lebar ruangan

$h_{cc}$  = jarak lampu dari langit-langit

$h_{rc}$  = tinggi lampu dari bidang kerja

$h_{fc}$  = tinggi bidang kerja dari lantai.

(semua satuan diatas dalam meter).

- b. Tentukan koefisien pemakaian/Coeffisien of Utilization (CU) (lihat lampiran III).

dimana :  $\rho_c$  = adalah ceiling cavity ratio (CCR)

$\rho_w$  = adalah floor/wall cavity ratio (FCR)

- c. Tentukan maintenance faktor (MF) pada kondisi : baik, sedang dan jelek.

- d. Tentukan jumlah lumen yang diperlukan :

$$(P = l \times E) / (MF \times CU). \text{ lumen} \quad (2.19)$$

dimana :

p = panjang ruangan

l = lebar ruangan

E = illuminasi yang dibutuhkan

MF = maintenance faktor

CU = Coeffisien of Utilization

- e. Tentukan lumen output dari lampu per unit :

Efisiensi cahaya dari lampu dikalikan dengan lumen lampu per unit.

- f. Tentukan jumlah unit lampu, yaitu total lumen yang diperlukan dibagi dengan lumen lampu per unit.

- g. Tentukan daya yang diperlukan yaitu jumlah unit lampu dikalikan dengan daya lampu per unit.

- h. Tentukan daya perluas daerah yang diterangi.



### II.2.3. POINT BY POINT METHOD

Metode-metode yang digunakan untuk menentukan iluminasi rata-rata dari wilayah yang luas, tidak dapat digunakan untuk memperoleh nilai iluminasi secara akurat untuk titik tertentu. Maka kalkulasi pada titik tertentu dilakukan dengan metode point by point.

Berikut ini ada 3 type sumber yang kuat penerangannya ditentukan dengan metode point by point :

1. Perhitungan untuk menentukan iluminasi pada titik tertentu dalam suatu instalasi (didalam atau diluar ruangan) bagi sumber cahaya berbentuk titik adalah :

Iluminasi pada bidang tegak lurus arah cahaya : adalah luminous flux dari sumber atau arah cahaya dibagi kwadrat jarak sumber cahaya kebidang kerja.

Dari gambar II-5a, diperoleh iluminasi  $E = F/l^2 \dots(2.20)$

Bila bidang diputar pada sumbu horizontal hingga cahaya tidak tegak lurus pada bidang, maka iluminasi akan berkurang dalam perbandingan luas bidang A terhadap luas bidang B, seperti pada gambar II-5b, sehingga diperoleh persamaan :

$$E = (F/A) \cos \theta \quad (2.21)$$

Perbandingan ini dipengaruhi oleh sudut datang atau sudut perputaran jadi :

$$\text{Iluminasi pada suatu titik } E = (F/l^2) \times \cos \theta \quad (2.22)$$

dimana ;  $F$  = luminous flux yang dipancarkan oleh sumber cahaya.

$l$  = jarak dari sumber ketitik pada bidang

$\theta$  = sudut antara berkas cahaya dan garis tegak lurus pada bidang.

Juga dalam gambar II-5c, illuminasi pada bidang horizontal diperoleh :

$$E = F/D^2 \cos \theta$$

$$\cos \theta = H/D$$

$$\sin \theta = R/D$$

maka ; 
$$E_h = (F \times H)/D^3$$

$$= (F/H^2) \times \cos^3 \theta$$

$$= (F/D^2) \times \cos \theta \quad (2.23)$$

Dengan cara yang sama diperoleh persamaan illuminasi pada bidang vertikal (gambar II-5d) :

$$E_v = (F/D^2) \times \sin \theta$$

$$= (F \times R)/D^3$$

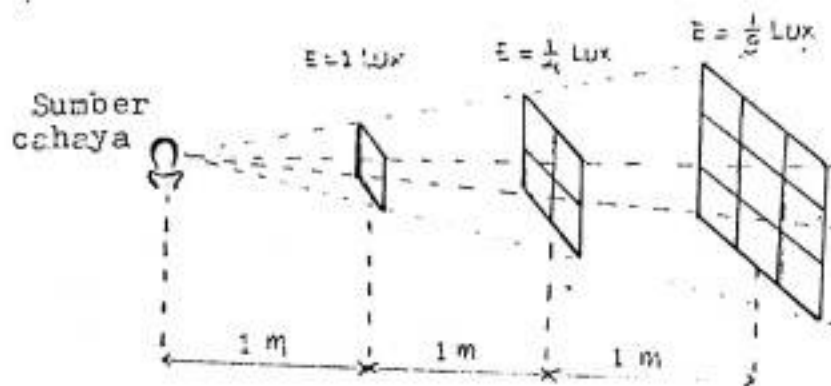
$$= (F/H^2) \times \cos^2 \theta \sin \theta \quad (2.24)$$

dimana ;  $H$  = Tinggi sumber cahaya diatas bidang kerja.

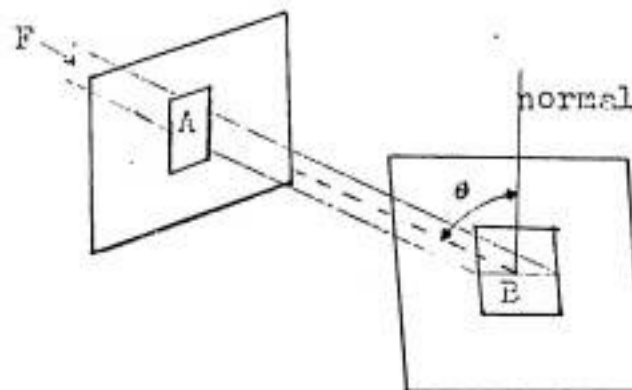
$R$  = jarak horizontal dari sumber cahaya ketitik yang illuminasinya akan dihitung.

$D$  = jarak sebenarnya dari sumber cahaya ketitik.

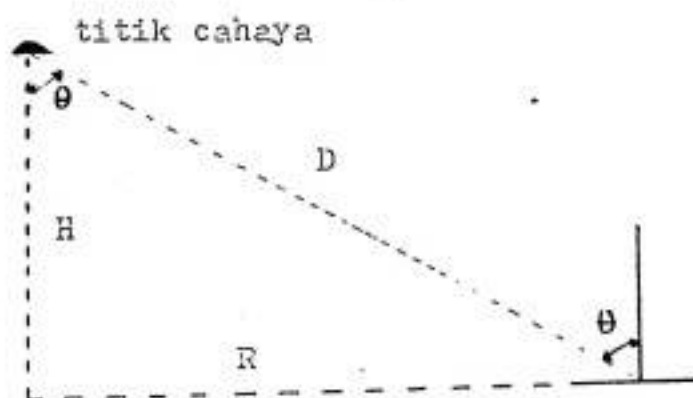
Jika sumber cahaya lebih dari satu titik, maka illuminasi pada titik tersebut dijumlahkan secara aljabar.



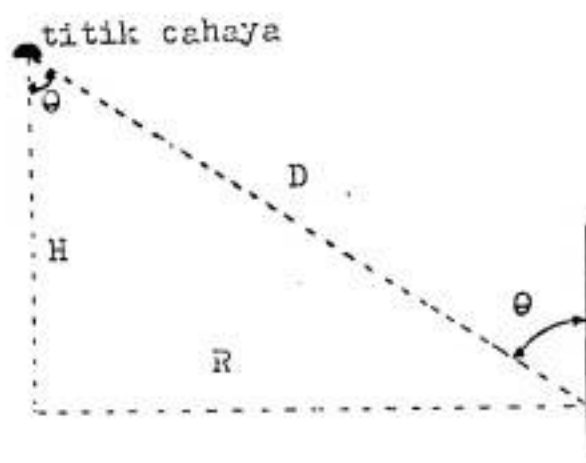
Gambar II-5a. Kalkulasi point by point untuk suatu titik sumber cahaya.



Gambar II-5b. Illuminasi pada bidang B.



Gambar II-5c. Illuminasi pada bidang horizontal.



Gambar II-5d. Illuminasi pada bidang vertikal.



2. Perhitungan untuk sumber cahaya berbentuk garis.

Dari gambar II-6, dimana sumber cahaya merupakan garis memanjang yang karakteristik intensitasnya adalah suatu Cosinus (hukum Lambert)<sup>1)</sup>, maka dapat digunakan persamaan sederhana dibawah ini, guna menghitung iluminasi pada titik P, - yang terletak sepanjang garis A,B.

$$E_p = (1,713 \times B \times l)/D \quad (2.25)$$

dimana :

$E_p$  = iluminasi pada titik P

B = Brightness sumber

l = lebar sumber

D = Jarak dari sumber ketitik P.

$p_1$  dan  $p_2$  = panjang sumber cahaya.

Persamaan tersebut hanya eksak untuk suatu sumber yang sangat panjang dengan derajat kesalahan sampai 10 % bila  $p_1$  dan  $p_2$  kedua-duanya lebih besar dari 1,5D dan lebih baik lagi campai 5 % bila  $p_1$  dan  $p_2$  lebih besar dari 2D.

Iluminasi dari sumber cahaya dengan penorangan yang lebih panjang berbanding terbalik dengan jarak pangkat dua seperti halnya dengan titik sumber cahaya.

3. Perhitungan sumber cahaya berbentuk bidang ;

a. Untuk bidang sumber cahaya berbentuk lingkaran yang brightnessnya uniform maka iluminasi sepanjang titik-titik pada jarak D dari sumber cahaya dapat ditentukan dari rumus berikut ini ; (gambar II-7)

$$E_p = (B \times A \times \cos \theta \cos \beta) / r^2$$

$$= (\pi B \cdot a^2 / a^2 + D^2) \times \cos \theta \cos \beta \quad (2.26)$$

dimana ;  $\theta = \beta$  jika  $a \ll D$ ,  
maka iluminasi dititik P, adalah ;

$$E_p = \pi B (a^2 / a^2 + D^2) \quad (2.27)$$

dimana ; B = brightness sumber

$E_p$  = iluminasi pada titik P.

A = luas sumber cahaya

a = jari-jari sumber cahaya

D = tinggi sumber dari lantai atau bidang kerja.

b. Untuk sumber cahaya berbentuk empat persegi panjang dengan brightness uniform, iluminasi dapat dihitung sebagai berikut : (gambar II-8a).

Iluminasi pada titik P pada bidang sejajar sumber, dapat dihitung dengan rumus :

Titik P terletak pada bidang vertikal ;

$$E_{\perp} = E_y$$

$$E_y/L = 1/2 \pi \times (\beta_1 \sin \delta + \delta_1 \sin \beta) \quad (2.28)$$

dimana ;

$$\sin \delta = H / \sqrt{D^2 + H^2}$$

$$\sin \beta = W / \sqrt{D^2 + W^2}$$

$$\sin^{-1} W/r_1 = \beta_1$$

$$\sin^{-1} H/r_1 = \delta_1$$

$$L = \Pi B.$$

Untuk kedua keadaan seperti pada gambar II-8a dan II-8b berla  
ku :

$$\beta_1 = \sin^{-1} \left( \tan \beta / \sqrt{\tan^2 \beta + \sec^2 \delta} \right) \dots(2.29)$$

$$\delta_1 = \sin^{-1} \left( \tan \delta / \sqrt{\tan^2 \delta + \sec^2 \beta} \right) \dots(2.30)$$

Disamping menggunakan rumus-rumus diatas , iluminasi dari sua  
tu bidang dapat pula diperoleh dengan menggunakan tabel pada,  
lampiran I.

Bila bidang sumber cahaya ditempatkan sedemikian seperti :  
(gambar II-8c), iluminasi dapat ditentukan dengan menghitung  
iluminasi yang dihasilkan oleh bidang 5794 dikurangi dengan  
iluminasi yang dihasilkan oleh bidang 5781 dan bidang 6793 ,  
kemudian ditambahkan iluminasi dari bidang 6782 berikut ini  
dalam bentuk rumus :

$$E_p' = E_{5794} - E_{5781} - E_{6793} + E_{6782} \quad (2.31)$$

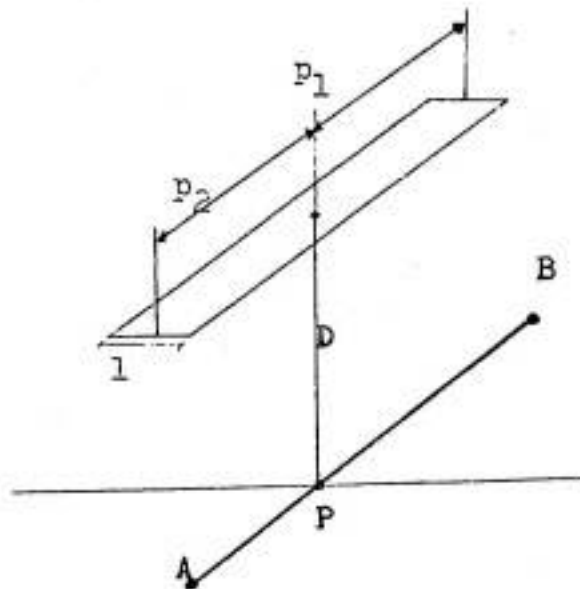
dimana :  $E_p$  = kuat penerangan dititik P.

$E_{5794}$  = kuat penerangan pada bidang 5794

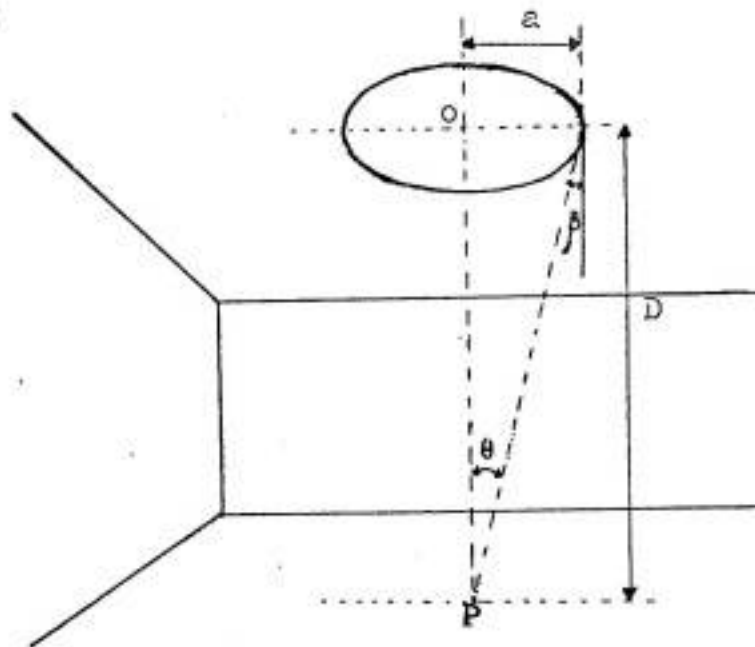
$E_{5781}$  = kuat penerangan pada bidang 5781

$E_{6793}$  = kuat penerangan pada bidang 6793

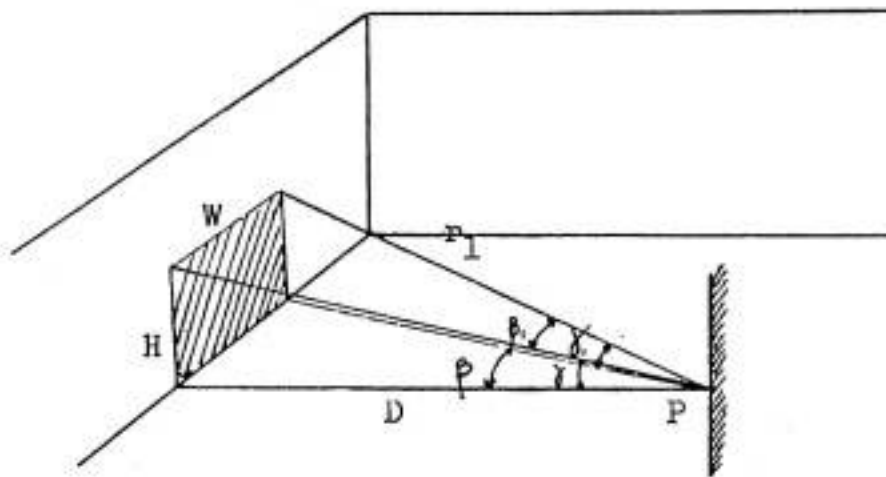
$E_{6782}$  = kuat penerangan pada bidang 6782.



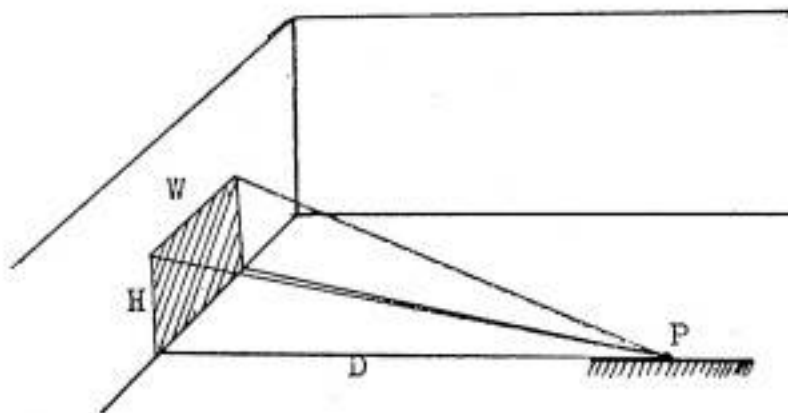
Gambar II-6. Bidang sumber cahaya merupakan garis.



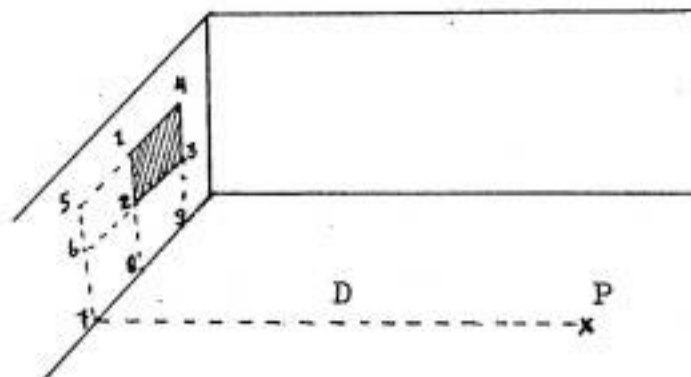
Gambar II-7. Bidang sumber cahaya berbentuk lingkaran.



Gambar II-8a. Titik P terletak pada bidang vertikal.



Gambar II-8b. Titik P terletak pada bidang horizontal.



Gambar II-8c. Titik P terletak disembarang tempat.

### II.3. STANDARD PENERANGAN

Penerangan dapat dianggap berhasil baik, jika tercipta kondisi visuil yang nyaman. Tetapi keberhasilan suatu perencanaan penerangan tidak terjamin dengan tersedianya iluminasi yang cukup tinggi. Iluminasi yang disesuaikan dalam standarisasi merupakan nilai nominal untuk penerangan ruangan tempat mengerjakan tugas visuil tertentu.

Jika kita menyesuaikan daya lihat kepada nilai rata-rata luminasi dalam ruang pandang, dan dalam ruang pandang itu terdapat bagian-bagian yang sangat kontras terhadap luminasi rata-rata, timbullah ketidaknyamanan dan pengurangan kemampuan melihat. Maka kontras yang tinggi harus dikurangi dengan jalan menambah luminasi dari bagian yang kurang terang.

Definisi kontras adalah ; perbandingan antara luminasi yang paling terang ( $B_{max}$ ) dan luminasi yang paling gelap ( $B_{min}$ )

$$\text{atau Kontras} = B_{max} / B_{min} \quad (2.32)$$

Kontras yang kurang baik = 10 sampai 12.

Kontras yang cukup baik = 2 sampai 3.

6)

Pekerjaan dalam laboratorium dapat berupa membaca, menulis ataupun tugas visuil lainnya. Mulai dari yang sederhana dengan detail-detail yang berukuran sedang hingga yang cukup rumit, misalnya membaca angka-angka pada skala pengukur yang sangat kecil, membedakan zat-zat dengan mengamati warna dan corak ragamnya, menguraikan bahan, mengidentifikasikan obyek - obyek

Yang bergerak cepat dan lain-lain. Kadang-kadang ada pekerjaan ilmiah yang pelaksanaannya akan lebih lancar kalau diberi penerangan yang lebih menonjolkan bentuk-bentuk. Ini dapat dicapai dengan penambahan armatur lokal yang dapat diatur. Penerangan umum yang merata dalam laboratorium mempunyai iluminasi 300 lux atau lebih <sup>6)</sup>. Cahaya lampu dipilih warna sejuk atau sedang, untuk keperluan tugas-tugas visuil yang penting, ditambahkan penerangan lokal. Langit-langit, dinding dan lantai serta permukaan-permukaan bidang kerja yang luas sebaiknya diberikan warna yang terang.

Iluminasi yang diperlukan tergantung kepada sipat - sipat pekerjaan dan dapat diklasifikasikan dalam :

- Kasar                   misalnya : digudang-gudang, gang-gang dan lain-lain.
- Halus                   misalnya : pekerjaan tukang kayu, membaca, menulis dan lain-lain.
- Sangat halus       misalnya : menggambar, menjahit, mencukur , dan lain-lain.

Sifat-sifat pekerjaan tergantung kepada konsentrasi mata yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan tersebut. Bidang kerja biasanya 75 cm (30 inch) diatas lantai dan penerangan pada bidang kerja sebaiknya uniform.

Kuat penerangan pada setiap ruangan yang disesuaikan dengan fungsi ruangan tersebut dan dapat dilihat pada tabel II-2.

Tabel II-2. Kuat penerangan berdasarkan sipat pekerjaan.

SIPAT PEKERJAAN	PENERANGAN UMUM		PENERANGAN UMUM & SETEMPAT	
	Dianjurkan [Lux]	Minimum [Lux]	Umum [Lux]	Setempat [Lux]
Kasar	40	20	20	50 - 100
Sedang	80	40	30	100 - 300
Halus	100	75	40	300 - 1000
Sangat halus	300	150	50	1000

6).



### B A B III

#### K E A D A A N U M U M

##### GEDUNG HEAVY LABORATORY UNIVERSITAS HASANUDDIN

###### III.1. STRUKTUR FISIK BANGUNAN YANG DIRENCANAKAN

Gedung Heavy Laboratory Universitas Hasanuddin terletak dalam kampus baru Universitas Hasanuddin, kurang lebih 10 km sebelah timur kota Ujung Pandang. Termasuk kecamatan Biring Kanyaya kota Madya Ujung pandang. Lokasi dari bangunan dapat dilihat pada gambar I-6.

Letak bangunan diatas areal tanah kurang lebih 1,ha, dan dibangun berlantai 2(dua). Pada lantai pertama(bawah) terdiri dari ruangan-ruangan yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel III-1. JENIS RUANGAN PADA LANTAI PERTAMA.

No	JENIS RUANGAN	UKURAN ( m <sup>2</sup> )
1.	Studio & Critique Space	36 x 15,6
2.	Model Shop	14,4 x 14,4
3.	Storage	9,7 x 7,2
4.	Dark Room	5 x 2,5
5.	Blue print room	7,2 x 5
6.	Female toilet	4,5 x 3,6
7.	Staf toilet	3,5 x 2,4
8.	Reception	16,9 x 7,2

No	JENIS RUANGAN	UKURAN ( m <sup>2</sup> )
9	Model shop/Towing tank	40,8 :: 21,6
10	Test Area	7,6 x 7,2
11	Fluid Engines & Mech.E.T.	40,8 x 21,6
12	Mech.Mechinery Engines lab & Soil Preparation, Foundry & Welding shop, Engines Demonstration area, Bulk storage, Hydraulics/Hydrology irrigation.	43,2 x 36
13	Conc. Curing	7,2 x 7,2
14	Storage	4 (7,2 x 4,5)
15	Ovens Area	7,2 x 4,5
16	Testing Area	7,2 x 4,5
17	High Voltage lab & Electrical Mechinery Control Lab.	36 x 14,4
18	Ship Building's Dept Cluster	9,5 x 8,5
19	Dep Head & Secretary	9,7 x 7,2
20	Conference room	7 x 7
21	Class room	8,5 x 8,5
22	LV, MV, Trafo room dan Bin centre	14,5 x 9,5

Pada lantai kedua (atas) terdiri dari ruangan-ruangan sebagai berikut :

Tabel III-2. JENIS RUANGAN PADA LANTAI KEDUA

No	JENIS RUANGAN	UKURAN ( m <sup>2</sup> )
1	Studio & Critique Space	36 x 15,6
2	Architectural Dept. Cluster	8,5 x 7,2
3	Secretary & Dep Head	9,5 x 7,2
4	Comference room	7 x 7
5	Faculty Office	34(4,8 x 3,5)
6	Female toilet	2(4,5 x 3,6)
7	Staf toilet	2(3,5 x 2,4)
8	Ship Building's Design Studio	32,4 x 9,5
9	First Year Drawing room	2(21,6 x 7,5)

Untuk korridor (Gang) pada lantai pertama terdiri dari :

No.	Ukuran ( m <sup>2</sup> )
1.	129,6 x 2,4
2.	43,2 x 2,4
3.	43,2 x 2,5
4.	14,4 x 7,2
5.	16,9 x 7,2

Untuk korridor (Gang) pada lantai kedua terdiri dari :

1.	2(36 x 2,4)	4.	19(7,2 x 2,4)
2.	7,2 x 7,2	5.	2(7,2 x 2,4)
3.	7,2 x 7,2		

### III.2. JENIS - JENIS PERALATAN LABORATORIUM

#### III.2.1. LABORATORIUM TEKNIK MESIN



No	Jenis Alat	Data-data Kelistrikan			Jumlah	Keadaan
		Daya	Tegangan	Ø		
1	Mesin bubut Horrison	3 Pk	220 V	3	1	Baik
2	Mesin bubut Horrison	-	220 V	1	1	R,R
3	Mesin bubut Horrison	2,2KW	220/380V	1	6	Baik
4	Mesin bubut Cina	3 Pk	220/380V	3	1	R,R
5	Mesin Drill Union	1 Pk	220/380V	1	1	Baik
6	Mesin Drill Kavitasi	2,2KW	220/380V	1	2	Baik
7	Mesin Drill Hitachi	1 Pk	115 V	1	1	Baik
8	Alat gunting pahat	-	-	-	1	R,R
9	Alat potong besi	-	-	-	1	Baik
10	Metal testing Ms	-	-	-	3	R,R
11	Trafo las listrik	3,3KW	220 V	1	1	R,R
12	Trafo las listrik AEG	50 KW	220/110V	1	3	Baik
13	Unit las karbit	-	-	-	4	Baik
14	Dapur tompa	-	-	-	1	R,R
15	Mesin gergaji toz	2,8KW	220/380V	1	1	R,R
16	Unit kompressor Boge	1,5KW	380/220V	1	1*	Baik
17	Mesin Las titi AEG	2,8KW	220 V	1	3	Baik
18	Milling Machine	1,5KW	220 V	1	1	Baik
19	Mesin Gurinda(2 Batu)	0,3KW	220/380V	1	3	Baik
20	Mesin Gurinda(4 Batu)	0,09KW	220/380V	1	1	R,R
21	Mesin alat lipat pasti	-	220 V	1	2	Baik

No	Jenis Alat	Data-data Kelistrikan			Jumlah	Keada an.
		Daya	Tegangan	Ø		
22	Mesin Drill listrik	1,4 KW	220 V	1	1	Baik
23	Mesin Roam pasti	-	220 V	1	2	Baik
24	Mesin Gergaji Vieban	0,31KW	220 V	1	1	Baik
25	Mesin Gergaji kayu	0,51KW	110 V	1	1	Baik
26	Flint pipe flow and nozzle test Appara- tus Plagmonometer TE 50/57	-	-	-	1*	Baik
27	Laminar turbulent pi pe flow App. H7/H7a.	-	-	-	1*	Baik
28	Laminar turbulent pi pe flow App. H1	-	-	-	1*	Baik
29	Tuter pelton test set H19	-	-	-	1*	Baik
30	Tuter pelton test set H1	-	-	-	1*	Baik
31	Tuter pelton test set H6	-	-	-	1*	Baik
32	Water hammer App. C7	-	-	-	1*	Baik
33	Subsonic Wind Tunnel	-	-	-	1*	Baik

## III.2.2. LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

No	Jenis Alat	Jumlah	Keadaan	Keterangan
1	Part of demonstration flume S3	2*	Baik	Tdl
2	Tubing valve assbly table mometed panel open water Container, Water pump, manual	1*	Baik	Tdl
3	Flow visualisation channel aeg	1*	Baik	Tdl
4	Reynold tank	1*	Baik	Tdl
5	Infiltration tank	1*	Baik	Tdl
6	TE 53 Flint surge tower oscilating liquit App.	3*	Baik	Tdl
7	TE 86 Flint water Hammer App. TE/4685	1*	Baik	Tdl
8	Part of volume (SP) AIR FIELD.	1*	Baik	Tdl
9	Part of volume (S4) AIR FIELD.	1*	Baik	Tdl
10	Ventureimeter with Hydraulica Bench H1 TEQUIPMENT 365/H1	1*	Baik	Tdl
11	Jet Reaction Research, Equipment H8 + H 19 Tequitment 223/H8	1*	Baik	Tdl

No	Jenis Alat	Jumlah	Kondaan	Keterangan
12	Experimentil tank for ori fices and restricted sec- tion H <sub>4</sub> , Tequitment 253/H <sub>4</sub>	1*	Baik	Tdl
13	Experimentil tank for ori fices and restricted sec- tion H <sub>1</sub> + 21607 + 21605 + 21612 Tequitment 327/H <sub>1</sub>	1*	Baik	Tdl
14	Pilot static tube Common type	1*	Baik	Tdl
15	Pilot tube with attache- ment for monometer	1*	Baik	Tdl
16	Venturemeter short type	1*	Baik	Tdl
17	Venturemeter Dall type	1*	Baik	Tdl
18	Small current meter pro- peller type smal zise	1*	Baik	Tdl
19	Universal current meter propeller type <del>whik</del> hori zontal axis	1*	Baik	Tdl
20	Direct reading current meter propeller type ho- rizontal axis	1*	Baik	Tdl
21	Pressure Gauges	1*	Baik	Tdl

No	Jenis Alat	Jumlah	Keadaan	Keterangan
22	Differensial pressure instrument(gauge) universal type.	1*	Baik	Tdl
23	Point gauge Mechanical type	1*	Baik	Tdl
24	Point gauge precise electrical type	1*	Baik	Tdl
25	Wind measuring system Composed of JV-730 Cup anemometer 3 cups	1*	Baik	Tdl
26	Wind measuring system JV730 B Wendage counter.	1*	Baik	Tdl
27	Windage recorder JV 751 windage recorder event record.	1*	Baik	Tdl
28	Tripod for portable combination anemometer JV 755	1*	Baik	Tdl
29	Pipe suspending currentmeter JV 861	1*	Baik	Tdl
30	Compression testing machine part EL 3201D et seg.	1*	Baik	Tdl
31	Testing screw(gibson) SP80 - 020/D et seg.	1*	Baik	Tdl
32	Drying ovens ML22-138/02	1*	Baik	Tdl



No	Jenis Alat	Jumlah	Kondisi	Keterangan
33	Constrate micrometer SP9005	1	Baik	Tdl
34	Drafting machine part SP029			
	01 QS	9	Baik	Tdl
35	Steel tape SP 02901014	5	Baik	Tdl
36	Calculator SP 02901014 (1	5	Baik	Tdl
37	Testing equipment cloock	1s	Baik	Tdl
38	Botol percobaan	1	Baik	Tdl
39	Driying oven	1*	Baik	Tdl
40	Triple beam balance	2	Baik	Tdl
41	Weight for Consolidation	2s	Baik	Tdl
42	Consolidation for cutting	2s	Baik	Tdl
43	Complite liquit limit set	2s	Baik	Tdl
44	Quart porafin wermer	1	Baik	Tdl
45	Hidrome ter Yar	1	Baik	Tdl
46	Bottle for specific gravity - determination	1	Baik	Tdl
47	Aceressories	1s	Baik	Tdl
48	Gelas arlommeyer	1	Baik	Tdl
49	Plastik limit set	2	Baik	Tdl
50	4" Flexible bland spatula	2	Baik	Tdl
51	Plastik permeatur	1	Baik	Tdl
52	Moustore can	6s	Baik	Tdl
53	Dyameter cossocrade consuli. dation meter	3	Baik	Tdl

No	Jenis Alat	Jumlah	Keadaan	Keterangan
54	Consolidation Dais	2	Baik	Tdl
55	Metrial Solution balance	2	Baik	Tdl
56	Baki percobaan	2	Baik	Tdl
57	Termometer suhu	2	Baik	Tdl
58	Wink listrik.	1	Baik	Tdl
59	Obeng besar	1s	Baik	Tdl
60	Obeng kecil	1s	Baik	Tdl
61	Pompa gesuk	2	Baik	Tdl
62	Pompa angin pakai tabung	1	Baik	Tdl
63	Roll meter 2 m	2	Baik	Tdl
64	Roll meter 5 m	2	Baik	Tdl
65	Roll meter 50 m	2	Baik	Tdl
66	Gergaji potong biasa	3	Baik	Tdl
67	Kunci inggris	2	Baik	Tdl
68	Obeng bunga	1s	Baik	Tdl
69	Stang bor kayu	1	Baik	Tdl
70	Tang biasa	3	Baik	Tdl
71	Pahat sedang/besar	4	Baik	Tdl
72	Pisau	2	Baik	Tdl
73	Ketam kayu biasa	3	Baik	Tdl
74	Pemotong kaca	2	Baik	Tdl
75	Kunci sok 3/8" - 1 1/4"	1s	Baik	Tdl
76	Abrasive resistance	1s	Baik	Tdl
77	Polcesion Concreta air	1s	Baik	Tdl

No	Jenis Alat	Jumlah	Kondisi	Keterangan
78	Mesin pompa air 1½"	4	Baik	0,5KW 1Ø 115/220V
79	Mesin pompa air 4"	2	Baik	1,2KW 1Ø 220/380V
80	Isopad isometrie	1s	Baik	Tdl
81	Strain gauge	1s	Baik	Tdl
82	Specific gravityset	1s	Baik	Tdl
83	Electromagnetic blood	1s	Baik	Tdl
84	Floweren	1	Baik	Tdl
85	Approtis for astinang	4s	Baik	Tdl
86	Mosesture our oil part	1	Baik	Tdl
87	Tag closes cup testerport	4s	Baik	Tdl
88	Asphalt penetweter part	4s	Baik	Tdl
89	Marshal test apparatus	1s	Baik	Tdl
90	King & Hall type softening point tester	4s	Baik	Tdl
91	Compreium testing mechine	1s	Baik	Tdl
92	Speerdy absorbent material	1s	Baik	Tdl
93	Experimental tank	3s	Baik	Tdl
94	Topcon	3	Baik	Tdl
95	Kalkulator texas instrument programmatis italis	1	Baik	Tdl
96	Mesin bubut	5	Baik	1 Pk 1Ø 220 V.

No	Jenis Alat	Jumlah	Keadaan	Keterangan
97	Laboratory conceta	1	Baik	Tdl
98	Ashing furnace	1	Baik	Tdl
99	Pompa Hidrolid	1	Baik	Tdl
100	Shrikage limit lat part	1	Baik	Tdl
101	Chimécal les aquipment	1s	Baik	Tdl
102	Soil test (bor tanah)	1s	Baik	Tdl
103	Dongkrak	1s	Baik	Tdl
104	Meja setengah biro	3	Baik	Tdl
105	Meja biasa	1	Baik	Tdl
106	Meja gambar	6	Baik	Tdl
107	lemari	5	Baik	Tdl
108	lemari rak	1	Baik	Tdl
109	Meja laboratorium	5	Baik	Tdl
110	Bangku bundar	10	Baik	Tdl
111	Pompa ban oto	1	Baik	Tdl
112	Skop	2	Baik	Tdl
113	Linggis	2	Baik	Tdl
114	Palu 5 Kg	1	Baik	Tdl
115	Sondir	1s	Baik	Tdl
116	Anak timbangan	6	Baik	Tdl
117	Panci kecil tempat masak	2	Baik	Tdl
118	Obeng besar	2	Baik	Tdl
119	Palu	1	Baik	Tdl
120	Meja gambar	6	Baik	Tdl

No	Jenis Alat	Jumlah	Keadaan	Keterangan
121	Ayakan pasir	4	Baik	Tdl
122	Besi pipa biasa $\frac{1}{4}$ "	3	Baik	Tdl
123	Besi pipa biasa $\frac{3}{4}$ "	3	Baik	Tdl
124	Besi pipa biasa $\frac{5}{6}$ "	3	Baik	Tdl
125	Besi pipa biasa $\frac{1}{2}$ "	5	Baik	Tdl
126	Ember plastik	2	Baik	Tdl
127	Timba air	2	Baik	Tdl
128	Kompas	2	Baik	Tdl
129	Boring	1s	Baik	Tdl
130	Tank kombinasi besar	2	Baik	Tdl
131	Tang kombinasi sedang	2	Baik	Tdl
132	Tang pengupas kabel	2	Baik	Tdl
133	Water pas kayu	2	Baik	Tdl
134	Mata bor kayu 3 s/d 8"	1s	Baik	Tdl
135	Pahat kayu $\frac{3}{4}$ s/d $\frac{5}{8}$ "	2s	Baik	Tdl
136	Gunting seng 10"	2	Baik	Tdl
137	Palu-palu supit besi	2	Baik	Tdl
138	Kundi inggeris	2	Baik	Tdl
139	Linggis kecil cabut paku	2	Baik	Tdl
140	Auto geodetik level SPD 2901QE	3	Baik	Tdl
141	Planimeter SPD 2901QE	2	Baik	Tdl
142	Pantograph SPD 2901QE	1	Baik	Tdl
143	Stereoscope SPD 2901 QJ	3	Baik	Tdl
144	Compasses SPD 2901 QJ	10	Baik	Tdl

No	Jenis Alat	Jumlah	Kondasi	Keterangan
145	Lens stereoscope SPD 2901 GP	15	Baik	Tdl
146	Los angles abrasi on machine SP 42-530/D	1	Baik	Tdl
147	Laboratory Vibratos SP34622/D	1	Baik	Tdl
148	Laboratory Concrete mixer	1	Baik	Tdl
149	Flow table complete unit would EL36-600 et seg	1	Baik	Tdl
150	Slump test set EL34-011	2	Baik	Tdl
151	Analytical balance	1	Baik	Tdl
152	Counter platform scale	1	Baik	Tdl
153	Field & Laboratory scale	1	Baik	Tdl
154	Twin beam scale	1	Baik	Tdl
155	Specific gravity	2	Baik	Tdl
156	Ashing furnace	1	Baik	Tdl
157	Staring gauge	1	Baik	Tdl
158	Organic test det	1	Baik	Tdl
159	Soil sampling angur set EL 56- 548.	2	Baik	Tdl
160	Seedy moisture tester	1	Baik	Tdl
161	Trisxial Apparatus	2	Baik	Tdl
162	Unconvined compression test	1	Baik	Tdl
163	US Standard sieves(8" diameter)	1	Baik	Tdl

No	Jenis Alat	Jumlah	Kondasi	Ketawangan
145	Lens stereoscope SPD 2901 GP	15	Baik	Tdl
146	Los angles abrasi on mechine SP 42-530/D	1	Baik	Tdl
147	Laboratory Vibratos SP34622/D	1	Baik	Tdl
148	Laboratory Concrete mixer	1	Baik	Tdl
149	Flow table complete unit would EL36-600 et seg	1	Baik	Tdl
150	Slump test set EL34-011	2	Baik	Tdl
151	Analical balance	1	Baik	Tdl
152	Counter platform scale	1	Baik	Tdl
153	Field & Laboratory scale	1	Baik	Tdl
154	Twin beam scale	1	Baik	Tdl
155	Specific gravity	2	Baik	Tdl
156	Ashing furnace	1	Baik	Tdl
157	Staring gauge	1	Baik	Tdl
158	Organic test det	1	Baik	Tdl
159	Soil sampling anger set EL 56- 548.	2	Baik	Tdl
160	Seedy moisture tester	1	Baik	Tdl
161	Trisxial Apparatus	2	Baik	Tdl
162	Unconvined compression test	1	Baik	Tdl
163	US Standard sieves(8" diameter)	1	Baik	Tdl

No	Jenis Alat	Jumlah	Kondaan	Keterangan
145	Lens stereoscope SPD 2901 GP	15	Baik	Tdl
146	Los angles abrasi on mechine SP 42-530/D	1	Baik	Tdl
147	Laboratory Vibratos SP34622/D	1	Baik	Tdl
148	Laboratory Concrete mixer	1	Baik	Tdl
149	Flow table complete unit would EL36-600 et seg	1	Baik	Tdl
150	Slump test set EL34-011	2	Baik	Tdl
151	Analical balance	1	Baik	Tdl
152	Counter platform scale	1	Baik	Tdl
153	Field & Laboratory scale	1	Baik	Tdl
154	Twin beam scale	1	Baik	Tdl
155	Spesific gravity	2	Baik	Tdl
156	Ashing furnace	1	Baik	Tdl
157	Staring gauge	1	Baik	Tdl
158	Organic test det	1	Baik	Tdl
159	Soil sampling anger set EL 56- 548.	2	Baik	Tdl
160	Seedy moisture tester	1	Baik	Tdl
161	Trisxial Apparatus	2	Baik	Tdl
162	Unconvined compression test	1	Baik	Tdl
163	US Standard sieves(8" diameter)	1	Baik	Tdl



No	Jenis Alat	Jumlah	Kondasi	Keterangan
164	Mporised dynamic sieve shaker SP 80-010/D	1	Baik	Tdl
165	Balance EL 22-612	1	Baik	Tdl
166	Balance EL 22-710 + HL	1	Baik	Tdl
167	Balance EL 22-750	1	Baik	Tdl
168	Laboratory oven SP23-133	2	Baik	Tdl
169	Liquit limit set EL23-790	21	Baik	Tdl
170	Shrinkage limit set part EL 24-150	1	Baik	Tdl
171	Laboratory compaction set	1	Baik	Tdl
172	Manual kneading kompaktor	21	Baik	Tdl
173	Film strip for soil laboratory work EL 89-240	1	Baik	Tdl
174	Moisture	1	Baik	Tdl
175	Lab air compressor	1	Baik	Tdl
176	Mechanical compgetor	1	Baik	Tdl
177	Speedy moisture tester part EL23-745 + EL23-755(Calsium - Carbide)	2	Baik	Tdl
178	Shirincage limit set part EL 24 - 50 (mercury)	1	Baik	Tdl
179	Manual kneading kompaktor	1	Baik	Tdl
180	Compression testing mechine	3	Baik	Tdl
181	Testing scream (gibson)	1	Baik	Tdl

No	Jenis Alat	Jumlah	Kondisi	Keterangan
182	Drying oven EL 22-138	1	Baik	Tdl
183	Concrete micrometer	1	Baik	Tdl
184	Drafting machine part SPO2901	18	Baik	Tdl
185	Steel tape SPO2901014	5	Baik	Tdl
186	Calculator SPO2901 QI	5	Baik	Tdl
187	Part of I Gear pump test rig	2	Baik	Tdl
188	Part of tute francis set	2	Baik	Tdl
189	Multi selinder diesel engine lig TD 4R with hidrolis dina- mometer	2	Baik	Tdl
190	Lettering set	1s	Baik	Tdl
191	Journal bearing demonstration Apparatus TM 25	1	Baik	Tdl
192	Precision driver giascope	1	Baik	Tdl
193	Stroboscope E 21	1*	Baik	Tdl
194	Balancing of reciprocating masses	1*	Baik	Tdl
195	Can analysis machine TM 21	1*	Baik	Tdl
196	Torsion testing Machine SM $\frac{1}{2}$ "	1*	Baik	Tdl
197	Strut apparatus SMS	1*	Baik	Tdl
198	Universal governor apparatus TM 27 + E3	1*	Baik	Tdl

No	Jenis Alat	Jumlah	Kondisi	Keterangan
199	Universal beam apparatus SM4	1*	Baik	Tdl
200	Dankel engine test bed	1*	Baik	Tdl
201	Model wankel engine TD 20	1*	Baik	Tdl
202	Model petrol engine TD 22	1	Baik	Tdl
203	Model two strok engine Td23	1	Baik	Tdl
204	Model diesel pump	1	Baik	Tdl
205	Balancing of reciprokating masses E31 + elektrik control box E5	1*	Baik	Tdl
206	Static and dinamic balancing machine TM 2	1*	Baik	Tdl
207	Torsion testing machine	1*	Baik	Tdl
208	Universal governor apparatus TM 27 abc	1*	Baik	Tdl
209	Wankel engine test bed electro nic indicating equipment E32-Tcg	1*	Baik	Tdl
210	Model diesel engine	1*	Baik	Tdl
211	Model axle and differential	1*	Baik	Tdl
212	Model gear box and clutch TD25	1*	Baik	Tdl
213	Petrol engine test bed TD4	1*	Baik	Tdl

No	Jenis Alat	Jumlah	Keadaan	Keterangan
214	Model steering TD 51	1*	Baik	Tdl
215	Model steam engine TD60	1*	Baik	Tdl
216	Balancing of reciprocating masses TM 22 A	1*	Baik	Tdl
217	Wankel engine test bed TD 14	1*	Baik	Tdl
218	Universal vibration apparatus complete TM 16 E21	1*	Baik	Tdl
219	Multi purpose air duct TM9a	1*	Baik	Tdl
220	Paper searing machine T 500 knipa inc	1*	Baik	Tdl
221	Paralel unit medium drafting machine	1*	Baik	Tdl
222	Tulor air compressor (CT-102) set of instruction tin of up point tin of minometer fluid	1*	Baik	Tdl
223	Paralel series centripucal - pump test set	1*	Baik	Tdl
224	Piston pump test set	1*	Baik	Tdl
225	Turbin reuner dispaly panel	1*	Baik	Tdl
226	Pump hupellor dispaly stand	1*	Baik	Tdl

## III.2.3. LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRO

No	Jenis Alat	Data-data kelistrikan			Jumlah	Kondisi
		Daya	Tegangan	$\phi$		
1	Wheatston Bridge	-	-	-	1	Baik
2	Thomson Bridge	-	-	-	1	Baik
3	Impedance Bridge	-	-	-	1	Baik
4	Movin iron ammeter	-	-	-	6	Baik
5	Movin iron voltmeter	-	0 - 600V	-	6	Baik
6	Movin coil ammeter	-	-	-	1	Baik
7	Movin coil voltmeter	-	-	-	1	Baik
8	Electrodinamic watt meter	1 KW	220 V	1	1	Baik
9	Current transformer	-	-	-	2	Baik
10	Standard Cell	-	-	-	1	Baik
11	Standard resistance	-	-	-	3	Baik
12	Reflecting galvanometer	-	-	-	1	Baik
13	Electrodinamic Ammeter	-	-	-	1	Baik
14	Moving coil ammeter	-	-	-	1	Baik
15	Moving iron ammeter	-	-	-	1	Baik
16	Electrostatic Voltmeter	-	-	-	1	Baik

No	Jenis Alat	Data-data kelistrikan			Jumlah	Keadaan
		Daya	Tegangan	$\phi$		
17	Stop Watch	-	-	-	1	Baik
18	Frekwensimeter	-	220 V	-	1a	Baik
19	Current transformer	-	-	-	2	Baik
20	Electrodynamic watt meter	1 KW	220 V	1	2	Baik
21	Electrodynamic Watt meter	4,5KW	380 V	3	1	Baik
22	KWh meter	-	220 V	1	1	Baik
23	KWh meter	-	380 V	3	1	Baik
24	Sliding resistor	-	-	-	5	Baik
25	Sliding resistor	-	-	-	5	Baik
26	Sliding resistor	-	-	-	3	Baik
27	Double beam oscilloscope	-	-	-	1	Baik
28	Impedance load	3 KVA	220 V	1	2	Baik
29	Impedance load	5 KVA	380 V	3	1	Baik
30	Dinamometer	2 KW	220 V	-	1	Baik
31	Dinamometer	5 KW	220 V	-	1	Baik
32	DC - Mechine	1 KW	220 V	-	1	Baik
33	DC - Mechine	1,2KW	220 V	-	1	Baik
34	Wound Rotor Mechine	2,2KW	220/380V	3	1	Baik
35	Squirrel Cage motor	1,5KW	220/380V	3	1	Baik
36	Stator for DC Mechine	-	-	-	1	Baik

No	Jenis Alat	Data-data kelistrikan			Jumlah	Kondisi
		Daya	Tegangan	Ø		
37	DC - Motor	-	-	-	2	Baik
38	AC - Motor	-	-	-	2	Baik
39	Single phase motor	0,55KW	220 V	1	1	Baik
40	Single phase motor	0,75KW	220 V	1	1	Baik
41	Split phase motor	0,2 KW	220 V	1	1	Baik
42	Universal motor	0,5 KW	60 V	1	1	Baik
43	Shunt wound motor	-	-	-	1	Baik
44	Static converter	-	250 V	-	1	Baik
45	Moving Coil ammeter	-	-	-	6	Baik
46	Moving coil Voltmeter	-	500 V	-	6	Baik
47	Moving iron ammeter	-	-	-	6	Baik
48	Moving iron voltmeter	-	600 V	-	6	Baik
49	Single phase wattmeter	1 KW	220 V	1	3	Baik
50	Wattmeter	4,5KW	380 V	3	4	Baik
51	Synchrosopes	-	100-500V	3	1	Baik
52	Tachometer	-	-	-	1	Baik
53	Power factormeter	-	220 V	1	1	Baik
54	Power factormeter	-	380 V	3	2	Baik
55	Double beam oscilloscope	-	-	-	1	Baik

No	Jenis Alat	Data-data Kelistrikan			Jumlah	Keada an
		Daya	Tegangan	Ø		
56	Stop watch	-	-	-	1	Baik
57	Single phase transformer	1KVA	220/55 V	1	3	Baik
58	Three phase transformer	2KVA	220/63 V	3	2	Baik
59	Resistor load unit	3,3KVA	220 V	3	1	Baik
60	Resistor load unit	-	-	-	3	Baik
61	Inductor load unit	2,5KVAR	380 V	3	1	Baik
62	Capasitor load unit	2,8KVAR	380 V	3	1	Baik
63	Power pack	-	380/220V	3	1	Baik
64	Variable transformer	2KVA	220 V	1	1	Baik
65	Variable transformer	6KVA	380/220V	3	1	Baik
66	Squence meter	-	-	-	1	Baik
67	Frekwensimeter	-	220 V	-	10	Baik
68	Sliding resistor	-	-	-	10	Baik
69	Current transformer	-	-	-	4	Baik
70	Electromagnetic contac- tor	-	-	-	2	Baik
71	Thermal over load riley	-	-	-	1	-



No	Jenis Alat	Data-data Kelistrikan			Jumlah	Keada- an	
		Daya	Tegangan	Ø			
56	Stop watch	-	-	-	1	Baik	
57	Single phase transformer	1KVA	220/55 V	1	3	Baik	
58	Three phase transformer	2KVA	220/63 V	3	2	Baik	
59	Resistor load unit	3,3KVA	220 V	3	1	Baik	
60	Resistor load unit	-	-	-	3	Baik	
61	Inductor load unit	2,5KVAR	380 V	3	1	Baik	
62	Capasitor load unit	2,8KVAR	380 V	3	1	Baik	
63	Power pack	-	380/220V	3	1	Baik	
64	Variable transformer	2KVA	220 V	1	1	Baik	
65	Variable transformer	6KVA	380/220V	3	1	Baik	
66	Squence meter	-	-	-	10	Baik	
67	Frekwensimeter	-	220 V	-	10	Baik	
68	Sliding resistor	-	-	-	4	Baik	
69	Current transformer	-	-	-	-	2	Baik
70	Electromagnetic contac- tor	-	-	-	-	1	-
71	Thermal over load riley	-	-	-	-	-	

No	Jenis Alat	Data-data kelistrikan			Jumlah	Kondisi
		Daya	Tegangan	Ø		
56	Stop watch	-	-	-	1	Baik
57	Single phase transformer	1KVA	220/55 V	1	3	Baik
58	Three phase transformer	2KVA	220/63 V	3	2	Baik
59	Resistor load unit	3,3KVA	220 V	3	1	Baik
60	Resistor load unit	-	-	-	3	Baik
61	Inductor load unit	2,5KVAR	380 V	3	1	Baik
62	Capasitor load unit	2,8KVAR	380 V	3	1	Baik
63	Power pack	-	380/220V	3	1	Baik
64	Variable transformer	2KVA	220 V	1	1	Baik
65	Variable transformer	6KVA	380/220V	3	1	Baik
66	Squence meter	-	-	-	1	Baik
67	Frekwensimeter	-	220 V	-	10	Baik
68	Sliding resistor	-	-	-	10	Baik
69	Current transformer	-	-	-	4	Baik
70	Electromagnetic contactor	-	-	-	2	Baik
71	Thermal over load riley	-	-	-	1	-

No	Jenis Alat	Data-data kelistrikan			Jumlah	Keada an
		Daya	Tegangan	Ø		
72	Time relay	-	-	-	2	Baik
73	Pneumatic Time relay	-	-	-	1	Baik
74	Star Delta switch	-	-	-	2	Baik
75	Push Button	-	-	-	2	Baik
76	Star delta switch	-	500 V	3	2	Baik
77	Single throw switch	-	500 V	3	2	Baik
78	Double throw switch	-	500 V	3	2	Baik
79	Thermocopel voltmeter	-	-	-	1	Baik
80	Portable recorder	-	-	-	1	Baik
81	Tacho Generator	-	-	-	1	Baik
82	Battery	-	-	-	1	Baik
83	Logger	-	-	-	2	Baik
84	Ground resistance meter	-	-	-	1	Baik
85	Cable faull locator	-	-	-	1	Baik
86	Invers time relais	-	-	-	2	Baik
87	Constant time relais	-	-	-	2	Baik
88	Directional Earth Fault relais	23 VA	110 V	-	1	Baik
89	Differential rileis	-	110 V	-	1	Baik

No	Jenis Alat	Data-data kelistrikan			Jumlah	Kondisi
		Daya	Tegangan	$\phi$		
90	Timer	-	-	-	1	Baik
91	Complete modular servo system	-	-	-	1	Baik
92	Impedance bridge	-	-	-	1	Baik
93	Double beam oscilloscope	-	-	-	1	Baik
94	AM/FM - Generator	-	-	-	1	Baik
95	AM/FM - Receiver	-	-	-	1	Baik
96	Amperemeters	-	-	-	8	Baik
97	Voltmeters	-	150 V	-	4	Baik
98	Multimeter	-	-	-	4	Baik
99	Electronic Voltmeter	-	-	-	6	Baik
100	Signal generators	-	-	-	2	Baik
101	Power supply unit	-	220 V	-	5	Baik
102	Power supply unit	-	0-30V	-	8	Baik
103	20 H Oscilloscope	-	-	-	1	Baik
104	Four channel electro switch	-	-	-	1	Baik
105	Oscilloscope	-	-	-	1	Baik
106	Impedance bridge	-	-	-	1	Baik
107	Amperemeters	-	-	-	4	Baik
108	Voltmeters	-	150 mV	-	1	Baik
109	Moltmeters	-	150 V	-	1	Baik

No	Jenis Alat	Data-data kelistrikan			Jum. lah	Konda an
		Daya	Tegangan	$\phi$		
110	Multimeters	-	-	-	2	Baik
111	Electronic Voltmeter	-	-	-	1	Baik
112	Signal Generator	-	-	-	1	Baik
113	AM/FM Generator	-	-	-	1	Baik
114	Power Supply	-	220 V	-	4	Baik
115	Power supply	-	500 V	-	2	Baik
116	Oscilloscope	-	-	-	2	Baik
117	Transistor tester	-	-	-	1	Baik
118	IC - tester	-	-	-	1	Baik

Keterangan :

$\phi$  = Phasa

\* = Unit

s = set

V = Volt

Tdl = Tak ada daya listrik

K<sub>R</sub> = rusak ringan

KW = Kilowatt

KVA = Kilo Volt Amper

Pk = Daya kuda

No	Jenis Alat	Data-data kelistrikan			Jum. lah	Kondisi
		Daya	Tegangan	Ø		
110	Multimeters	-	-	-	2	Baik
111	Electronic Voltmeter	-	-	-	4	Baik
112	Signal Generator	-	-	-	1	Baik
113	AM/FM Generator	-	-	-	1	Baik
114	Power Supply	-	220 V	-	4	Baik
115	Power supply	-	500 V	-	2	Baik
116	Oscilloscope	-	-	-	2	Baik
117	Transistor tester	-	-	-	1	Baik
118	IC - tester	-	-	-	1	Baik

Keterangan :

Ø = Phasa

\* = Unit

s = set

V = Volt

Tdl = Tak ada daya listrik

K<sub>p</sub>R = rusak ringan

KW = Kilowatt

KVA = Kilo Volt Amper

Pk = Daya kuda

No	Jenis Alat	Data-data kelistrikan			Jumlah	Kondisi
		Daya	Tegangan	Ø		
90	Timer	-	-	-	1	Baik
91	Complete modular servo system	-	-	-	1	Baik
92	Impedance bridge	-	-	-	1	Baik
93	Double beam oscilloscope	-	-	-	1	Baik
94	AM/FM - Generator	-	-	-	1	Baik
95	AM/FM - Receiver	-	-	-	1	Baik
96	Amperemeters	-	-	-	8	Baik
97	Voltmeters	-	150 V	-	4	Baik
98	Multimeter	-	-	-	4	Baik
99	Electronic Voltmeter	-	-	-	6	Baik
100	Signal generators	-	-	-	2	Baik
101	Power supply unit	-	220 V	-	5	Baik
102	Power supply unit	-	0-30V	-	8	Baik
103	20 H Oscilloscope	-	-	-	1	Baik
104	Four channel electro switch	-	-	-	1	Baik
105	Oscilloscope	-	-	-	1	Baik
106	Impedance bridge	-	-	-	1	Baik
107	Amperemeters	-	-	-	4	Baik
108	Voltmeters	-	150 mV	-	1	Baik
109	Moltmeters	-	150 V	-	1	Baik

No	Jenis Alat	Data-data kelistrikan			Jum. lah	Kondisi
		Daya	Tegangan	$\phi$		
110	Multimeters	-	-	-	2	Baik
111	Electronic Voltmeter	-	-	-	4	Baik
112	Signal Generator	-	-	-	1	Baik
113	AM/FM Generator	-	-	-	1	Baik
114	Power Supply	-	220 V	-	4	Baik
115	Power supply	-	500 V	-	2	Baik
116	Oscilloscope	-	-	-	2	Baik
117	Transistor tester	-	-	-	1	Baik
118	IC - tester	-	-	-	1	Baik

Keterangan :

$\phi$  = Phasa

\* = Unit

s = set

V = Volt

Tdl = Tak ada daya listrik

R = rusak ringan

KW = Kilowatt

KVA = Kilo Volt Amper

Pk = Daya kuda



No	Jenis Alat	Data-data kelistrikan			Jumlah	Kondisi
		Daya	Tegangan	Ø		
90	Timer	-	-	-	1	Baik
91	Complete modular servo system	-	-	-	1	Baik
92	Impedance bridge	-	-	-	1	Baik
93	Double beam oscilloscope	-	-	-	1	Baik
94	AM/FM - Generator	-	-	-	1	Baik
95	AM/FM - Receiver	-	-	-	1	Baik
96	Amperemeters	-	-	-	8	Baik
97	Voltmeters	-	150 V	-	4	Baik
98	Multimeter	-	-	-	4	Baik
99	Electronic Voltmeter	-	-	-	6	Baik
100	Signal generators	-	-	-	2	Baik
101	Power supply unit	-	220 V	-	5	Baik
102	Power supply unit	-	0-30V	-	8	Baik
103	20 H Oscilloscope	-	-	-	1	Baik
104	Four channel electro switch	-	-	-	1	Baik
105	Oscilloscope	-	-	-	1	Baik
106	Impedance bridge	-	-	-	1	Baik
107	Amperemeters	-	-	-	4	Baik
108	Voltmeters	-	150 mV	-	1	Baik
109	Moltmeters	-	150 V	-	1	Baik

No	Jenis Alat	Data-data kelistrikan			Jum. lah	Kondisi
		Daya	Tegangan	$\phi$		
110	Multimeters	-	-	-	2	Baik
111	Electronic Voltmeter	-	-	-	4	Baik
112	Signal Generator	-	-	-	1	Baik
113	AM/FM Generator	-	-	-	1	Baik
114	Power Supply	-	220 V	-	4	Baik
115	Power supply	-	500 V	-	2	Baik
116	Oscilloscope	-	-	-	2	Baik
117	Transistor tester	-	-	-	1	Baik
118	IC - tester	-	-	-	1	Baik

Keterangan :

$\phi$  = Phasa

\* = Unit

s = set

V = Volt

Tdl = Tak ada daya listrik

R = rusak ringan

KW = Kilowatt

KVA = Kilo Volt Amper

Pk = Daya kuda

## B A B IV

### PERENCANAAN PEKERANGAN DALAM PADA GEDUNG HEAVY LABORATORY UNIVERSITAS HASANUDDIN.

#### IV.1. KEBUTUHAN PEKERANGAN

##### IV.1.1. JMNIS LAMPU

Beberapa jenis lampu beserta karakteristiknya adalah sebagai berikut :

1. Lampu Pijar, dengan karakteristik efisiensinya sebagai berikut :

Tabel IV-1. Karakteristik lampu pijar.

Wattage W	Luminaire Dia. in						
	115 V	120 V	125-130	220 V	220-230 V	240 V	240-250 V
15	135	135	135	120	120	115	115
25	265	265	260	230	230	225	225
40	500	495	490	430	430	420	415
60	840	830	820	730	730	710	700
75	1000	1000	1070	960	960	940	930
100	1500	1500	1500	1300	1300	1300	1340
150	2400	2400	2440	2140	2220	2100	2100
200	3450	3450	3400	3150	3150	3050	3050
300	5300	5250	5200	4850	4850	4800	4800
500	9400	9300	9300	8400	8400	8300	8200
1000	20300	20300	20300	18300	18300	18400	18400
2000	43000	43000	43000	40000	40000	39500	39000

Watt.	Volt.	Dia.	Max. length			Ordering number for base				
			E27	E22	E40	E27	E22	E40		
15		60	107,5	106	-	9201 055	.....	9201 050	.....	-
25		80	107,5	106	-	9200 010	.....	9200 000	.....	-
40	115	80	107,5	106	-	9200 110	.....	9200 100	.....	-
60	120	60	107,5	106	-	9200 210	.....	9200 200	.....	-
75	125-130	60	107,5	106	-	9200 310	.....	9200 300	.....	-
100	220	60	107,5	106	-	9201 410	.....	9200 400	.....	-
150	220-230	65	123,5	122	-	9200 618	.....	9200 615	.....	-
200	240	80	107,5	105	-	9200 725	.....	9200 720	.....	-
300	240-250	88	180	175,5	186	9201 405	.....	9201 400	.....	9201 410
500		110	-	-	239	-	-	-	-	9201 505
1000		130	-	-	274	-	-	-	-	9201 705
2000		200	-	-	358	-	-	-	-	9201 900

Angka-angka tersebut hanya menunjukkan orde kebesaran, namun cukup membuktikan bahwa efisiensi perubahan listrik menjadi cahaya (dinyatakan dalam lumen per watt) bertambah baik pada daya lampu yang lebih tinggi. Efisiensinya, lampu bervariasi antara 7,5 lumen per watt untuk lampu pijar 10 watt dan 22 lm/watt untuk lampu 1500 watt. Efisiensi ini juga tergantung pada tegangan nominal. Lampu-lampu yang direncanakan untuk tegangan rendah (seperti untuk kereta api dan pesawat terbang) efisiensinya lebih tinggi. Sedangkan lampu-lampu yang bertegangan lebih tinggi agak rendah efisiensinya.

Lampu-lampu untuk penerangan bangunan lazim direncanakan untuk 750 - 1000 jam pijar, artinya ialah bahwa rata-rata umurnya mencapai 750 sampai 1000 jam dengan probabilitas kira-kira 55 %. Dalam jangka waktu itu flux cahaya yang dipancarkan akan menurun sampai kira-kira 82 % dan daya yang dikonsumsi menurun sampai kira-kira 95 %.

## 2. Lampu fluorescent.

Lampu fluorescent efisiensinya bermacam-macam, tergantung warna yang dipancarkan. Sedangkan yang sering digunakan untuk penerangan ruangan adalah warna putih "Day Light" dan umurnya nominalnya 7500 jam nyala.

Karakteristik efisiensinya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel IV-2. Karakteristik lampu TL

Type	Length	Weight	Colour	Luminous flux (lm)	Ordering number
TL 20 W	800	156	Natural/25	990	9280 035 025 ..
			Warm white special de luxe/27	680	9280 035 027 ..
			Warm white/29	1200	9280 035 029 ..
			Warm white de luxe/32	770	9280 035 032 ..
			White/33	1200	9280 035 033 ..
			White de luxe/34	850	9280 035 034 ..
			White special de luxe/37	700	9280 035 037 ..
			White 5000 K/47	710	9280 035 047 ..
			Cool daylight/54	1030	9280 035 054 ..
			Daylight/55	790	9280 035 055 ..
			Red/15	60	9280 035 015 ..
			Yellow/16	900	9280 035 016 ..
			Green/17	1450	9280 035 017 ..
Blue/18	250	9280 035 018 ..			
TL 40 W	1200	292	Natural/25	2470	9280 060 025 ..
			Warm white special de luxe/27	1750	9280 060 027 ..
			Warm white/29	3100	9280 060 029 ..
			Warm white de luxe/32	2000	9280 060 032 ..
			White/33	3100	9280 060 033 ..
			White de luxe/34	2120	9280 060 034 ..
			White special de luxe/37	1820	9280 060 037 ..
			White 5000 K/47	1850	9280 060 047 ..
			Cool daylight/54	2600	9280 060 054 ..
			Daylight/55	2000	9280 060 055 ..
			Daylight 7400 K/57	1800	9280 060 057 ..
			Red/15	160	9280 060 015 ..
			Yellow/16	2300	9280 060 016 ..
Green/17	3800	9280 060 017 ..			
Blue/18	650	9280 060 018 ..			
TL 65 W	1500	360	Natural/25	3650	9280 085 025 ..
			Warm white special de luxe/27	2800	9280 085 027 ..
			Warm white/29	4950	9280 085 029 ..
			Warm white de luxe/32	3150	9280 085 032 ..
			White/33	4950	9280 085 033 ..
			White de luxe/34	3420	9280 085 034 ..
			White special de luxe/37	2880	9280 085 037 ..
			Cool daylight/54	4120	9280 085 054 ..
			Daylight/55	3200	9280 085 055 ..
			Daylight 7400 K/57	3200	9280 085 057 ..
TL 42 W (P)	1060	253	Natural/25	2540	9280 079 025 ..
			White/33	3080	9280 079 033 ..
			White de luxe/34	2200	9280 079 034 ..

### 3. Lampu Mercury.

Lampu mercury memancarkan cahaya dengan tingkat illuminasi yang tinggi, sehingga cocok dipakai pada tempat parkir, penerangan jalan, pelabuhan, pabrik, laboratorium dan lain-lain.

Karakteristik efisiensi untuk lampu mercury adalah sebagai berikut :

Tabel IV-3. Karakteristik lampu mercury.

Type	Base	Luminous flux (lm <sup>1</sup> )	Max. length	Max. dia.	Weight	Ordering number
HPL-N 50 W	E27	2000	129	56	48	9280 505 073..
HPL-N 50 W	B22	2000	125	56	48	9280 506 073..
HPL-N 60 W	E27	3000	156	72	55	9280 510 073..
HPL-N 60 W	B22	3000	152	72	55	9280 511 073..
HPL-N 125 W	E27	6000	177	77	90	9280 520 073..
HPL-N 125 W	B22	6000	173	77	90	9280 521 073..
HPL-N 125 W	E40	6000	186	77	110	9280 523 073..
HPL-N 125 W <sup>2</sup> )	E27	6000	177	77	90	9280 520 074..
HPL-N 125 W <sup>2</sup> )	B22	6000	173	77	90	9280 521 074..
HPL-N 125 W <sup>2</sup> )	E40	6000	186	77	110	9280 523 074..
HPL-N 175 W <sup>2</sup> )	E40	8000	227	92	170	9280 525 074..
HPL-N 250 W <sup>2</sup> )	E40	13500	227	92	170	9280 530 074..
HPL-N 400 W <sup>2</sup> )	E40	24000	222	122	260	9280 535 074..
HPL-N 1000 W <sup>2</sup> )	E40	42000	329	142	300	9280 540 074..
HPL-N 1000 W <sup>2</sup> )	E40	80000	400	168	550	9280 545 074..
HPL-N 2000 W <sup>2</sup> )	E40	125000	445	185	650	9280 555 074..

<sup>1</sup>) After 100 burning hours.

<sup>2</sup>) Hardglass.

#### HPL DE LUXE

With its warm and pleasant colour appearance, the HPL de luxe high-pressure mercury vapour fluorescent lamp finds particular use in public buildings, schools and commercial premises.

Type	Base	Luminous flux (lm <sup>1</sup> )	Max. length	Max. dia.	Weight	Ordering number
HPL de luxe 50 W	E27	2000	129	56	48	9280 505 068..
HPL de luxe 50 W	B22	2000	125	56	48	9280 506 068..
HPL de luxe 60 W	E27	3000	156	72	55	9280 510 068..
HPL de luxe 60 W	B22	3000	152	72	55	9280 512 068..
HPL de luxe 125 W	E27	6000	177	77	90	9280 520 068..
HPL de luxe 125 W	B22	6000	173	77	90	9280 521 068..
HPL de luxe 125 W	E40	6000	186	77	90	9280 523 068..
HPL de luxe 250 W <sup>2</sup> )	E40	14000	227	92	170	9280 530 068..
HPL de luxe 400 W <sup>2</sup> )	E40	24000	222	122	260	9280 535 068..

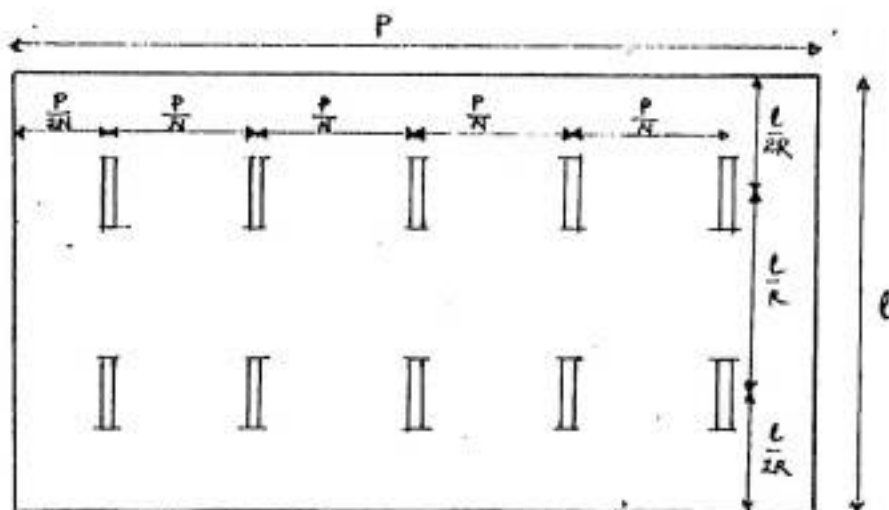


#### IV.1.2. TATA LETAK LAMPU

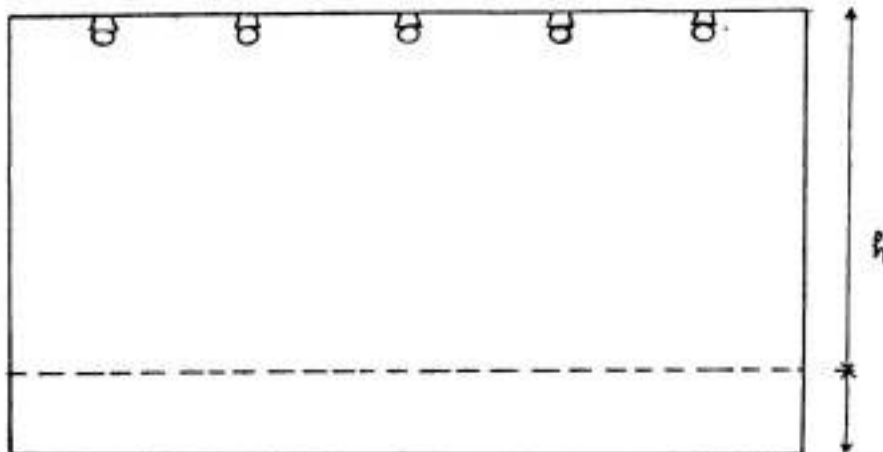
Tiap-tiap ruangan memberikan suatu persoalan pencahayaan yang unik, sehingga dari segi tata letak lampu harus dipelajari dengan beberapa pertimbangan yaitu sifat-sifat fisik dari ruangan tersebut, kemampuan untuk ditempati dan kegunaan ruangan.

Setelah mengetahui persoalan tersebut, maka dapatlah ditentukan tata letak lampu.

Misal sebuah ruangan seperti dibawah ini :



Gambar IV.1. Tata letak lampu dilihat dari arah bawah.



Gambar IV.2. Tata letak lampu dilihat dari arah samping.

dimana : p = panjang ruangan

l = lebar ruangan

N = jumlah armatur perbaris

R = jumlah baris lampu

h = tinggi lampu dari bidang kerja.

Jumlah lampu dalam suatu ruangan adalah jumlah lampu perbaris dikalikan dengan jumlah baris lampu.



#### IV.1.3. KALKULASI PENERANGAN

Didalam perhitungan ini, digunakan 2 metode, sebagai suatu pertimbangan baik dari segi teknik maupun dari segi ekonomis untuk perhitungan kebutuhan daya dan jumlah lampu pada beberapa ruangan.

Metode yang digunakan adalah metode lumen dan metode zonal cavity.

##### a. Metode lumen

Untuk Class room dengan kondisi ruangan yang diketahui sebagai berikut :

Panjang ruangan  $p = 8,5 \text{ m}$

lebar ruangan  $l = 8,5 \text{ m}$

Koefisien refleksi langit-langit = 70 %

Koefisien refleksi dinding = 50 %

Koefisien refleksi lantai (bidang kerja) = 10 - 20 %

Oleh karena bangunan masih baru, langit-langit, dinding dan lantai berwarna muda. Bidang kerja pada ketinggian 0,75 m dari lantai dengan penerangan Direct, cahaya jatuh kebidang yang diterangi 75 % (lamp III) iluminasi yang diperlukan 200 lux (lamp V) tinggi pemerangan dari bidang kerja adalah  $= 4 - 0,75 \text{ m} = 3,25 \text{ m}$  dengan menggunakan lampu TL 2 x 40 watt tiap unit (tabel IV-2).

##### Perhitungan :

Dari persamaan (2.14) diperoleh ;

$$\text{Room Ratio (RR)} = k = (p \times l) / (h \times p)(h \times l)$$

$$= (8,5 \times 8,5) / 3,25 (8,5 + 8,5) = 1,307$$

Room index (RI) = G (tabel II-1)

Koefisien pemakaian (CU) = 0,56 (lamp IV)

Misalkan maintenance faktor MF  $\frac{1}{2}$  0,75 (lihat Maintenance faktor)

Dari persamaan (2.12)

$$\begin{aligned} \text{Total lumen yang diperlukan} &= (A \times E) / (MF \times CU) \\ &= (8,5 \times 8,5 \times 200) / (0,75 \times 0,56) \\ &= 34405 \text{ lumen} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lumen lampu per unit} &= 0,75 \times 2 \times 2120 \text{ lumen} \\ &= 3180 \text{ lumen} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah unit lampu} &= 34405 / 3180 \text{ unit lampu} \\ &= 11 \text{ unit lampu} \end{aligned}$$

Daya total yang diperlukan adalah ;

$$= 11 \times 2 \times 40 \text{ watt} = 880 \text{ watt}$$

Daya total dibagi luas yang diterangi adalah ;

$$= 880 / (8,5 \times 8,5) = 12,2 \text{ watt/m}^2$$

#### b. Metode Zonal Cavity

Untuk Class room dengan kondisi ruangan yang diketahui adalah sebagai berikut ;

$$p = 8,5 \text{ m}$$

$$l = 8,5 \text{ m}$$

$$h = 3,25 \text{ m}$$

$$h_{cc} = 0 \text{ m}$$

$$h_{rc} = 3,25 \text{ m}$$

$$h_{fc} = 0,75 \text{ m}$$

Perhitungan :

Dari persamaan (2.16), (2.17), dan (2.18)

$$\begin{aligned} \text{Ceiling Cavity Ratio (CCR)} &= 5 h_{cc} (p + 1)/(p \times l) \\ &= (5 \times 0)(8,5 + 8,5)/(8,5 \times 8,5) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Room Cavity ratio (RCR)} &= (5 \times 3,25)(8,5+8,5)/(8,5 \times 8,5) \\ &= 3,82 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Floor Cavity ratio (FCR)} &= \text{RCR} \times (h_{fc}/h_{rc}) \\ &= 3,82 \times (0,75/0,25) = 0,88 \end{aligned}$$

Koefisien pemakaian (CU), lihat lampiran III (luminair ke 25) di peroleh CU diantara 0,65 dan 0,58. Dengan menggunakan rumus interpolasi maka ;

$$\text{CU} = 0,58 + (0,82/1) \times (0,65 - 0,58) = 0,6374$$

Misalkan Maintenance faktor MF = 0,75

Dari persamaan (2.19).

$$\begin{aligned} \text{Total lumen yang diperlukan} &= (p \times l \times E)/(MF \times CU) \\ &= (8,5 \times 8,5 \times 200)/(0,75 \times 0,6374) \\ &= 30227 \text{ lumen} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lumen lampu per unit} &= 0,75 \times 2 \times 2120 \text{ lumen} \\ &= 3180 \text{ lumen} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah unit lampu} = 30227/3180 = 9 \text{ unit lampu}$$

$$\text{Daya total yang diperlukan} = 9 \times 2 \times 40 \text{ watt} = 720 \text{ watt}$$

$$\text{Daya total perluas ruangan} = 720/(8,5 \times 8,5) = 10 \text{ watt/m}^2.$$

dimana : TOL = Total lumen yang diperlukan  
 LLP = Lumen lampu perunit  
 JUL = jumlah unit lampu  
 W = Daya total yang diperlukan  
 $W/m^2$  = Watt perluas ruangan  
 E = Illuminasi

Untuk semua jenis ruangan berlaku sebagai berikut :

$\rho_c$	= Koefisien refleksi langit-langit	70 %
$\rho_w$	= Koefisien refleksi dinding	50 %
$\rho_f$	= Koefisien refleksi lantai	20 %
MF	= Maintenance faktor	0,75 (baik)

Dengan cara yang sama, diperoleh kebutuhan daya dan jumlah lampu untuk ruangan-ruangan yang lain.

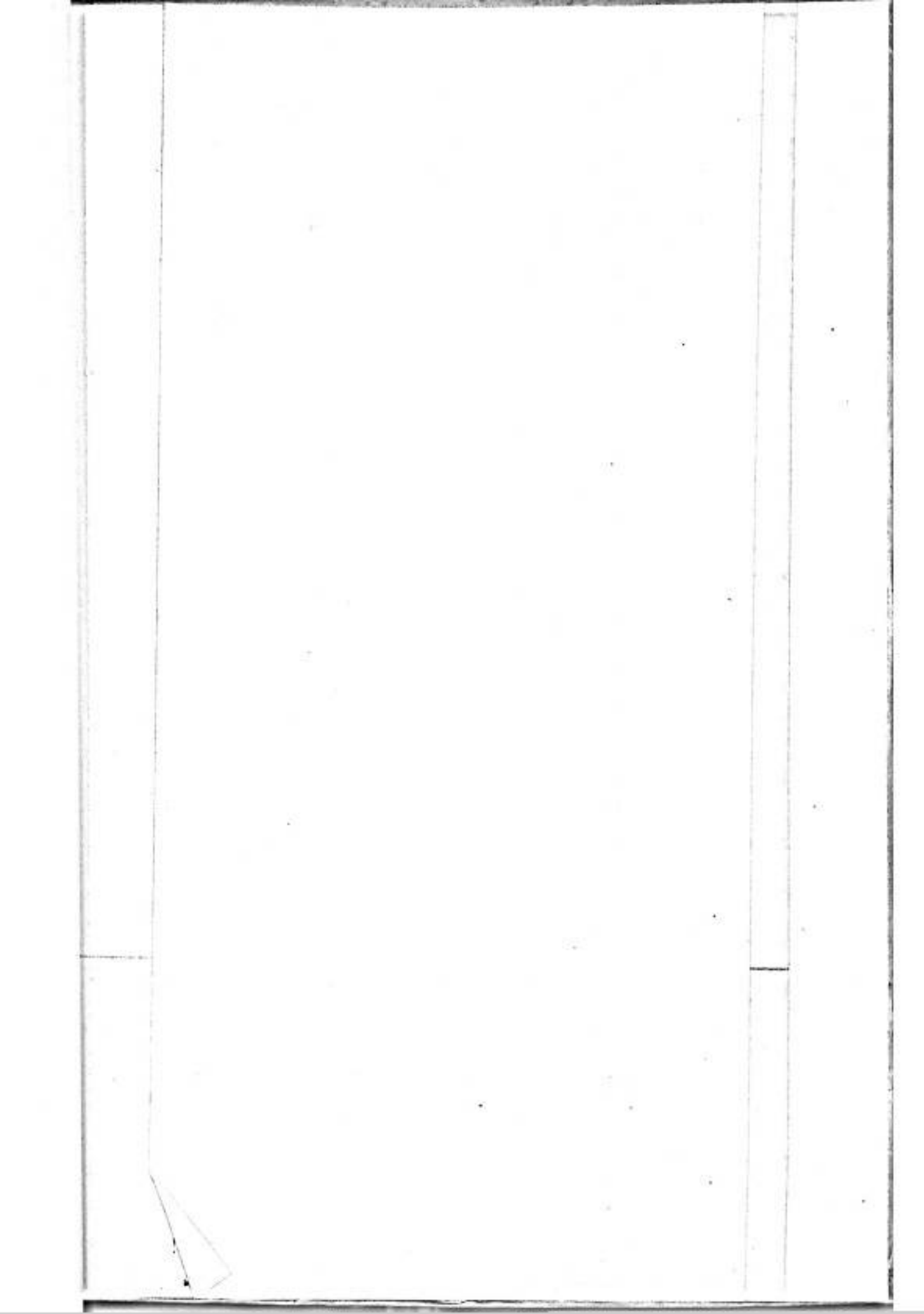
Hasil perencanaan kebutuhan penerangan pada tiap-tiap ruangan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel IV-4. Kondisi fisik pada tiap ruangan dan jenis lampu.

No.	Jenis ruangan	p [m]	l [m]	h [m]	k [lx]	Tl [Watt]	Mercury [Watt]
1	4x Glass room	8,5	6,5	3,25	200	2 x 40	-
2	LV room, MV & Trafo room	14,5	9,5	3,25	50	2 x 20	-
3	Conference room	7	7	3,25	100	2 x 40	-
4	2x Secretary & Dep. Head	9,5	7,2	3,25	100	2 x 40	-
5	Ship Building's Dep. - Cluster	5,5	6,5	3,25	100	2 x 40	-
6	3x Storage	7,2	4,5	4	50	2 x 20	-
7	Testing area	7,2	4,5	3,25	100	2 x 40	-
8	Ovens area	7,2	4,5	3,25	100	2 x 40	-
9	Con. Curring	7,2	7,2	3,25	100	2 x 40	-
10	Test area	9,6	7,2	3,25	100	2 x 40	-
11	Reception	26,3	7,2	3,25	100	3 x 40	-
12	4x Staf toilet	3,5	2,4	4	100	2 x 20	-
13	4x Femali toilet	4,5	3,6	4	100	2 x 20	-
14	Blue print room	7,2	5	3,25	100	2 x 40	-
15	Dark room	5	2,5	3,25	50	2 x 20	-
16	Storage	9,7	7,2	4	50	2 x 20	-
17	Studio & Critique - space 2x	36	15,6	3,15	500	3 x 40	-
18	Architectural	6,5	7,2	3,15	300	3 x 40	-
19	Conference room	10	4,0	3,25	100	2 x 40	-
20	34x Faculty office	4,8	3,6	3,25	200	2 x 40	-

Sambungan...

No.	Jenis Ruangan	p [m]	l [m]	h [m]	E [lx]	TL [Watt]	Mercury [Watt]
21	Snip building's design studio	57,6	9,5	3,15	500	3 x 40	-
22	First year drawingroom	14,4	9,5	3,15	500	3 x 40	-
23	First year drawing room	14,4	9,5	3,15	500	3 x 40	-
24	Model shop	14,4	14,4	6,2	500	-	1000
25	Towing tank	40,8	21,6	6,2	500	-	1000
26	Fluid engines lab & mechanical mechanical engines Tech	40,8	21,6	6,2	500	-	1000
27	Electrical machinery Control lab & High - Voltage	36	14,4	6,2	500	-	1000
28	Machine machinery - engines lab & Soil pre- paration	43,2	36	6,2	500	-	1000
29	Korridor (biasa) 2x	12,0	2,4	4	50	2 x 20	-
30	" -	43,2	2,4	4	50	2 x 20	-
31	" -	43,2	2,5	4	50	2 x 20	-
32	" - 2x	14,4	7,2	4	50	2 x 20	-
33	" - 2x	7,2	7,2	4	50	2 x 20	-
34	" -	10,8	7,2	4	50	2 x 20	-
35	" - 2x	36	2,4	4	50	2 x 20	-
36	" - 2x	7,2	2,4	4	50	2 x 20	-



Tabel 17-5. Hasil perencanaan kelengkapan peralatan dengan metode lumen dan local cavity

No.	Jenis Bangunan	Metode Lumen						Metode Local Cavity					
		CU	TOL [lm]	LIP [lm]	JUL [unit]	W [watt]	W/m <sup>2</sup>	CU	TOL [lm]	LIP [lm]	JUL [unit]	W [watt]	W/m <sup>2</sup>
1	4x Class room	0,56	34405	3100	44	880	12,2	0,54	30209	3100	36	2660	10
2	UV, MV room & Trafo	0,81	15055	1320	12	400	4	0,52	17000	1320	13	220	4
3	Conference room	0,5	15353	2332	5	400	8	0,41	16100	2332	7	560	11
4	2x Secretary & Dep. Rm	0,53	10240	2332	8	320	6	0,47	13015	2332	12	400	7
5	Ship building's Dep.- cluster	0,56	15226	2332	9	720	9	0,73	14005	2332	6	480	6
6	3x Storage	0,57	3830	1320	12	380	10	0,3	7000	1320	15	600	6
7	Meeting area	0,25	16000	2332	7	560	17	0,30	11400	2332	5	400	12
8	Urns area	0,25	16000	2332	7	560	17	0,30	11400	2332	5	400	12
9	Con. Jarring	0,5	6996	2332	3	240	5	0,4	6040	2332	4	320	6
10	Test area	0,55	17389	2332	8	640	9	0,47	19713	2332	0	640	9
11	Reception	0,56	28971	3498	8	360	8	0,44	55302	3498	16	1900	10
12	4x Staf toilet	0,57	3027	1320	8	320	10	0,37	3027	1320	8	320	10
13	4x Fasilit toilet	0,37	3830	1320	16	640	10	0,37	3830	1320	16	640	10
14	Blue print room	0,5	9790	2332	4	320	10	0,36	13300	2332	5	400	11
15	Dark room	0,37	2252	1320	2	80	6	0,37	2252	1320	2	80	6
16	Storage	0,5	19004	2332	8	640	9	0,41	22005	2332	9	720	10
17	Studio & Critique - space 2x	0,72	520000	7537	166	16560	15	0,75	49800	7535	162	1920	14
18	Architectural	0,61	40131	3498	12	1320	20	0,36	64151	3498	9	2160	30
19	Conference room	0,5	15081	2332	5	400	8	0,36	16642	2332	7	560	12
20	5x Faculty office	0,57	9061	3835	60	160	10	0,28	17065	3835	00	320	10



Sambungan ... Hasil perencanaan kebutuhan penerangan cahaya metode Kuben dan Zenal Cavity

No.	Jenis Bangunan	Metode Kuben						Metode Zenal Cavity					
		CU	TOL [lm <sup>2</sup> ]	MLP [lm <sup>2</sup> ]	JUL [unit]	W [watt]	W/m <sup>2</sup>	CU	TOL [lm <sup>2</sup> ]	MLP [lm <sup>2</sup> ]	JUL [unit]	W [watt]	W/m <sup>2</sup>
21	Ship Building's Design studio	0,66	130182	7537	34	6400	16	0,66	130182	7537	34	6400	16
22	First year drawin room	0,66	130182	7537	18	2160	16	0,66	130182	7537	18	2160	16
23	first year drawin room	0,66	130182	7537	18	2160	16	0,66	130182	7537	18	2160	16
24	Model shop	0,53	200030	46000	5	5000	14	0,67	207002	46000	4	4000	19
25	Towing tank	0,07	476096	46000	18	18000	20	0,76	771024	48000	16	16000	18
26	Fluid Engines lab dan Mech.Engines Technical	0,67	876696	40000	18	18000	20	0,76	771024	48000	16	16000	18
27	Electrical Mech.Control lab & High Voltage	0,56	61743	40000	12	12000	23	0,71	489172	48000	10	10000	19
28	Mech.Machinery Engines lab & Soil Preparation	0,67	154763	40000	32	32000	20	0,84	1242153	48000	26	26000	17
29	2x Korridor (siswa)	0,37	80005	1430	116	2360	8	0,57	62200	1430	56	1760	6
30	Korridor	0,45	30400	1430	27	1080	6	0,63	27498	1430	20	800	5
31	- * -	0,37	29189	1430	20	800	7	0,5	21669	1430	16	640	6
32	2x Korridor	0,53	19562	1430	14	560	5	0,66	13745	1430	11	440	4
33	3x Korridor	0,5	1058	1430	21	280	5	0,63	8177	1430	6	240	5
34	Korridor	0,56	21729	1430	15	600	5	0,73	16668	1430	12	480	4
35	2x Korridor	0,37	25551	1430	30	640	7	0,48	18113	1430	20	520	6
36	2x Korridor	0,37	4070	1430	6	120	7	0,45	3040	1430	6	120	7

## IV.2. INSTALASI DAYA UNTUK PENERANGAN

### IV.2.1. PERHITUNGAN SUSUT TEGANGAN

Perencanaan instalasi yang baik memberikan pelayanan aliran listrik kepada konsumen yang baik pula. Oleh karena itu maka instalasi direncanakan sedemikian rupa supaya rugi tegangan sekecil mungkin. Untuk memperoleh tegangan yang sesuai dengan ukuran normalnya maka digunakan pendekatan ; Untuk instalasi penerangan rugi tegangan yang diperkenankan adalah 1 - 2 % dari tegangan phase. (8,9)

Tegangan yang digunakan 220 Volt, maka rugi tegangan yang diperkenankan adalah ;  $V_r = 2,2 - 4,4$  Volt.

Untuk perhitungan panjang penghantar digunakan rumus sebagai berikut : dalam hal ini dilihat dari pusat beban. (3)

$$P = \frac{W_1 P_1 + W_2 P_2 + W_3 P_3 + \dots + W_n P_n}{W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n} \quad (4.1)$$

Rugi tegangan (jatuh tegangan) pada penghantar dengan rumus berikut :

$$V_r = \rho \times I \times (P/A) \quad [\text{Volt}] \quad (4.2)$$

dimana :

$V_r$  = jatuh tegangan yang diperkenankan pada penghantar

$I$  = Arus yang mengalir pada penghantar [Amper]

$\rho$  = 1/56 (tembaga) tahanan jenis penghantar [Ohm mm<sup>2</sup>/m]

$A$  = luas penampang penghantar [mm<sup>2</sup>]

$p$	= panjang penghantar dilihat dari pusat beban	[ m ]
$p_1$	= panjang penghantar pada beban pertama	[ m ]
$p_2$	= panjang penghantar pada beban kedua	[ m ]
$p_3$	= panjang penghantar pada beban ketiga	[ m ]
$p_n$	= panjang penghantar pada beban ke n	[ m ]
$w_1$	= Beban pertama	[ watt ]
$w_2$	= beban kedua	[ watt ]
$w_3$	= beban ketiga	[ watt ]
$w_n$	= beban ke n	[ watt ]

Perhitungan :

Pada lighting panel I dihitung ukuran panjang penghantar sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Untuk Grup 1. Panjang penghantar } p &= (2 \times 20)(8 + 10 + 14 + 19 \\ &+ 24 + 28 + 33 + 38,5 \text{ di-} \\ &\text{bagi } (8 \times 2 \times 20). \\ &= 22 \text{ meter.} \end{aligned}$$

$$\text{Daya total} = 8 \times 2 \times 20 \text{ watt} = 320 \text{ watt}$$

$$\text{Pf} = 0,95 \text{ (lampu TL memakai kondensor)}$$

$$\begin{aligned} I &= W / (V \cos \theta) \\ &= 320 / (220 \times 0,95) = 1,53 \text{ Amper} \end{aligned}$$

Bila diambil NYA dengan penampang  $1,5 \text{ mm}^2$  maka,

$$V_r = (2 \times 22 \times 1,53) / (1,5 \times 56) = 0,80 \text{ Volt.}$$

maka penampang penghantar NYA  $1,5 \text{ mm}^2$  dan jatuh tegangan  $0,80 \text{ V}$  memenuhi syarat.

Untuk perhitungan selanjutnya dari masing-masing kelompok beban untuk tiap lighting panel dapat dilihat pada tabel berikut ini;

Tabel IV-6. Hasil perhitungan susut tegangan pada lighting panel I dari masing-masing kelompok beban (Grup).

No. Grup	W [ watt ]	I [ Amper ]	p [ m ]	A [ mm <sup>2</sup> ]	Vr [ Volt ]
1	320	1,53	22 ✓	1,5	0,80
2	320	1,53	20	1,5	0,79
3	320	1,53	16	1,5	0,60
4	320	1,53	13	1,5	0,50
5	400	2,00	14	1,5	0,70
6	400	2,00	16	1,5	0,80
7	480	2,40	13	1,5	0,74
8	480	2,40	12	1,5	0,70
9	480	2,40	8	1,5	0,50
10	400	1,80	13	1,5	0,60
11	400	1,80	15	1,5	0,64
12	400	1,80	13	1,5	0,60

Tabel IV-7. Hasil perhitungan Susut tegangan pada lighting panel II dari masing-masing kelompok beban (Grup).

No. Grup	W [ watt ]	I [ Ampere ]	p [ m ]	A [ mm <sup>2</sup> ]	Vr [ Volt ]
1	460	2,2	45	1,5	2,4
2	460	2,2	43	1,5	2,2
3	460	2,2	31	1,5	1,6
4	460	2,2	23	1,8	1,2
5	460	2,2	19	1,5	1,0
6	700	3,2	46	1,5	2,5
7	720	3,6	42	2,5	2,3
8	720	3,6	45	2,5	2,4
9	720	3,6	46	2,5	2,4
10	720	3,6	16	1,5	1,4
11	720	3,6	20	1,5	1,7
12	720	3,6	25	1,5	2,1
13	360	1,7	34	1,5	1,4
14	360	1,7	68	1,5	2,7
15	360	1,7	59	1,5	2,4

Tabel IV-8. Hasil perhitungan susut tegangan pada ligating panel III dari masing-masing kelompok beban (grup).

No. Grup	W [watt]	I [Amper]	p [ m ]	A [mm <sup>2</sup> ]	Vr [Volt]
1	720	3,6	41	2,5	2,1
2	720	3,6	38	2,5	1,9
3	720	3,6	32	2,5	1,6
4	720	3,6	30	1,5	2,5
5	720	3,6	22	1,5	1,9
6	720	3,6	20	1,5	1,8
7	720	3,6	12	1,5	1,0
8	720	3,6	10	1,5	0,8
9	720	3,6	31	1,5	2,6
10	720	3,6	29	1,5	2,4
11	720	3,6	25	1,5	2,1
12	720	3,6	22	1,5	1,8
13	720	3,6	17	1,5	1,4
14	720	3,6	12	1,5	1,0
15	720	3,6	27	1,5	2,2
16	560	2,8	46	2,5	1,8
17	560	2,8	49	2,5	2,0
18	560	2,8	47	2,5	1,9

Tabel IV-9. Hasil perhitungan susut tegangan pada lighting pa  
nel IV dari masing-masing kelompok beban(Grup).

No. Grup	W [watt]	I [Amper]	p [m]	A [mm <sup>2</sup> ]	Vr [Volt]
1	440	1,8	31	1,5	1,3
2	440	1,8	27	1,5	1,1
3	460	1,9	25	1,5	1,0
4	360	1,7	48	1,5	2,0
5	360	1,7	25	1,5	1,0
6	360	1,7	49	1,5	2,1
7	900	4,1	53	2,5	3,1
8	900	4,1	53	2,5	3,1
9	900	4,1	53	2,5	3,1
10	900	4,1	53	2,5	3,1
11	900	4,1	53	2,5	3,1
12	900	4,1	53	2,5	3,1



Tabel IV-10. Hasil perhitungan susut tegangan pada lighting panel V dari masing-masing kelompok beban (Grup).

No. Grup	W [watt]	I [Ampere]	p [m]	A [mm <sup>2</sup> ]	Vr [Volt]
1	520	2,6	39	1,5	2,4
2	520	2,6	17	1,5	1,1
3	520	2,6	16	1,5	1,0
4	2000	10,7	65	4,0	3,1
5	2000	10,7	70	4,0	3,3
6	2000	10,7	40	4,0	2,0
7	2000	10,7	57	4,0	2,7
8	2000	10,7	57	4,0	2,7
9	2000	10,7	48	4,0	2,3
10	2000	10,7	65	4,0	3,1
11	2000	10,7	70	4,0	3,3
12	2000	10,7	54	4,0	2,5
13	3000	16,0	55	4,0	3,9
14	3000	16,0	57	4,0	4,1
15	3000	16,0	57	4,0	4,1
16	2000	10,7	57	4,0	2,7
17	2000	10,7	36	4,0	1,7
18	2000	10,7	43	4,0	2,1



Tabel IV-11. Hasil perhitungan susut tegangan pada lighting panel I' dari masing-masing kelompok beban(Grup).

No. Grup	W [ watt ]	I [ Amper ]	p [ m ]	A [ mm <sup>2</sup> ]	Vr [ Volt ]
1	720	3,6	24	1,5	2,0
2	720	3,6	27	1,5	2,2
3	720	3,6	29	1,5	2,3
4	720	3,6	24	1,5	2,0
5	720	3,6	27	1,5	2,2
6	720	3,6	29	1,5	2,3
7	720	3,6	38	2,5	2,9
8	720	3,6	42	2,5	2,2
9	720	3,6	43	2,5	2,3
10	480	2,4	24	1,5	1,4
11	480	2,4	38	1,5	2,2
12	480	2,4	45	1,5	2,6
13	600	2,7	27	1,5	1,5
14	600	2,7	31	1,5	1,5
15	600	2,7	49	1,5	3,9
16	320	1,5	28	1,5	1,0
17	320	1,5	38	1,5	1,4
18	320	1,5	31	1,5	1,1

Tabel IV-12. Hasil perhitungan susut tegangan pada lighting panel II' dari masing-masing kelompok beban(Grup).

No. Grup	W [watt]	I [Amper]	P [ m ]	A [mm <sup>2</sup> ]	Vr [Volt]
1	720	3,6	37	2,5	1,9
2	720	3,6	30	2,5	1,5
3	720	3,6	33	2,5	1,7
4	720	3,6	21	1,5	1,8
5	720	3,6	24	1,5	2,0
6	720	3,6	26	1,5	2,2
7	880	3,4	26	1,5	2,1
8	880	3,4	19	1,5	1,5
9	880	3,4	31	1,5	2,5
10	880	3,4	52	2,5	2,5
11	880	3,4	50	2,5	2,4
12	880	3,4	29	2,5	1,4
13	920	4,5	57	2,5	2,7
14	920	4,5	56	2,5	2,6
15	920	4,5	43	2,5	2,0
16	360	1,7	31	1,5	1,3
17	360	1,7	28	1,5	1,1
18	360	1,8	17	1,5	0,7

Tabel IV-13. Hasil perhitungan susut tegangan pada lighting panel III' dari masing-masing kelompok beban (Grup).

No. Grup	W [ watt ]	I [ Amper ]	p [ m ]	A [ mm <sup>2</sup> ]	Vr [ Volt ]
1	720	3,6	54	2,5	2,7
2	720	3,6	51	2,5	2,6
3	720	3,6	46	2,5	2,4
4	720	3,6	44	2,5	2,3
5	720	3,6	37	2,5	1,9
6	720	3,6	27	2,5	1,4
7	720	3,6	25	2,5	1,3
8	720	3,6	45	2,5	2,3
9	720	3,6	43	2,5	2,2
10	720	3,6	40	2,5	2,0
11	720	3,6	37	2,5	1,9
12	720	3,6	20	2,5	1,0
13	720	3,6	20	1,5	1,7
14	640	3,2	16	1,5	1,4
15	640	3,2	15	1,5	1,3

Tabel IV-14. Hasil perhitungan susut tegangan pada lighting pa  
nel IV' dari masing-masing kelompok beban(Grup).

No. Grup	W [watt]	I [Amper]	p [m]	A [mm <sup>2</sup> ]	Vr [Volt]
1	360	1,7	51	1,5	2,1
2	360	1,7	51	1,5	2,1
3	360	1,7	17	1,5	0,7
4	600	3,0	29	1,5	2,1
5	600	3,0	10	1,5	0,7
6	600	3,0	35	1,5	2,5
7	600	3,0	40	1,5	2,6
8	600	3,0	28	1,5	1,8
9	600	3,0	15	1,5	0,9
10	2000	10,7	36	4,0	1,7
11	2000	10,7	46	4,0	2,2
12	2000	10,7	29	4,0	1,4
13	2000	10,7	43	4,0	2,0
14	2000	10,7	50	4,0	2,4
15	2000	10,7	57	4,0	2,7
16	2000	10,7	61	4,0	2,9
17	2000	10,7	61	4,0	2,9
18	2000	10,7	49	4,0	2,3

Tabel IV-15. Hasil perhitungan susut tegangan pada lighting panel V' dari masing-masing kelompok beban (Grup).

No. Grup	W [watt]	I [Amper]	P [ m ]	A [ mm <sup>2</sup> ]	Vr [ Volt ]
1	2000	10,7	31	4,0	2,5
2	2000	10,7	31	4,0	1,5
3	2000	10,7	41	4,0	1,9
4	2000	10,7	46	4,0	2,2
5	2000	10,7	49	4,0	2,3
6	2000	10,7	39	4,0	1,8
7	2000	10,7	43	4,0	2,1
8	2000	10,7	43	4,0	2,1
9	2000	10,7	53	4,0	2,6
10	2000	10,7	53	4,0	2,6
11	2000	10,7	62	4,0	3,0
12	2000	10,7	62	4,0	3,0
13	720	3,6	40	2,5	2,0
14	720	3,6	28	2,5	1,4
15	720	3,6	16	2,5	0,8
16	600	2,7	19	2,5	0,9
17	600	2,7	30	2,5	1,5
18	600	2,7	37	2,5	1,9
19	280	1,4	32	2,5	1,6
20	280	1,4	32	2,5	1,6
21	280	1,4	16	2,5	0,8

#### IV.2.2. Diagram daya instalasi penerangan

\*Dalam hal ini penulis membatasi diri pada perencanaan instalasi rangkaian cabang saja, yaitu dari lighting panel ke beban. Pada rangkaian cabang tersebut direncanakan 10 lighting panel yang masing-masing panel mempunyai beberapa kelompok beban (lampu dan kotak kontak).

Letak lighting panel disesuaikan dengan pembagian kelompok beban dimana beban tidak mempengaruhi kejatuhan tegangan yang terlalu besar, juga diperhatikan keamanan, mudah dilihat serta tidak mempengaruhi tempat orang bekerja. Tinggi lighting panel dari lantai 1,5 meter dan peralatan lighting panel terdiri dari busbar, kotak bagi, MCB dan saklar.

Rating dari Busbar adalah  $= 1,1 \times \text{jumlah arus beban}$  8)

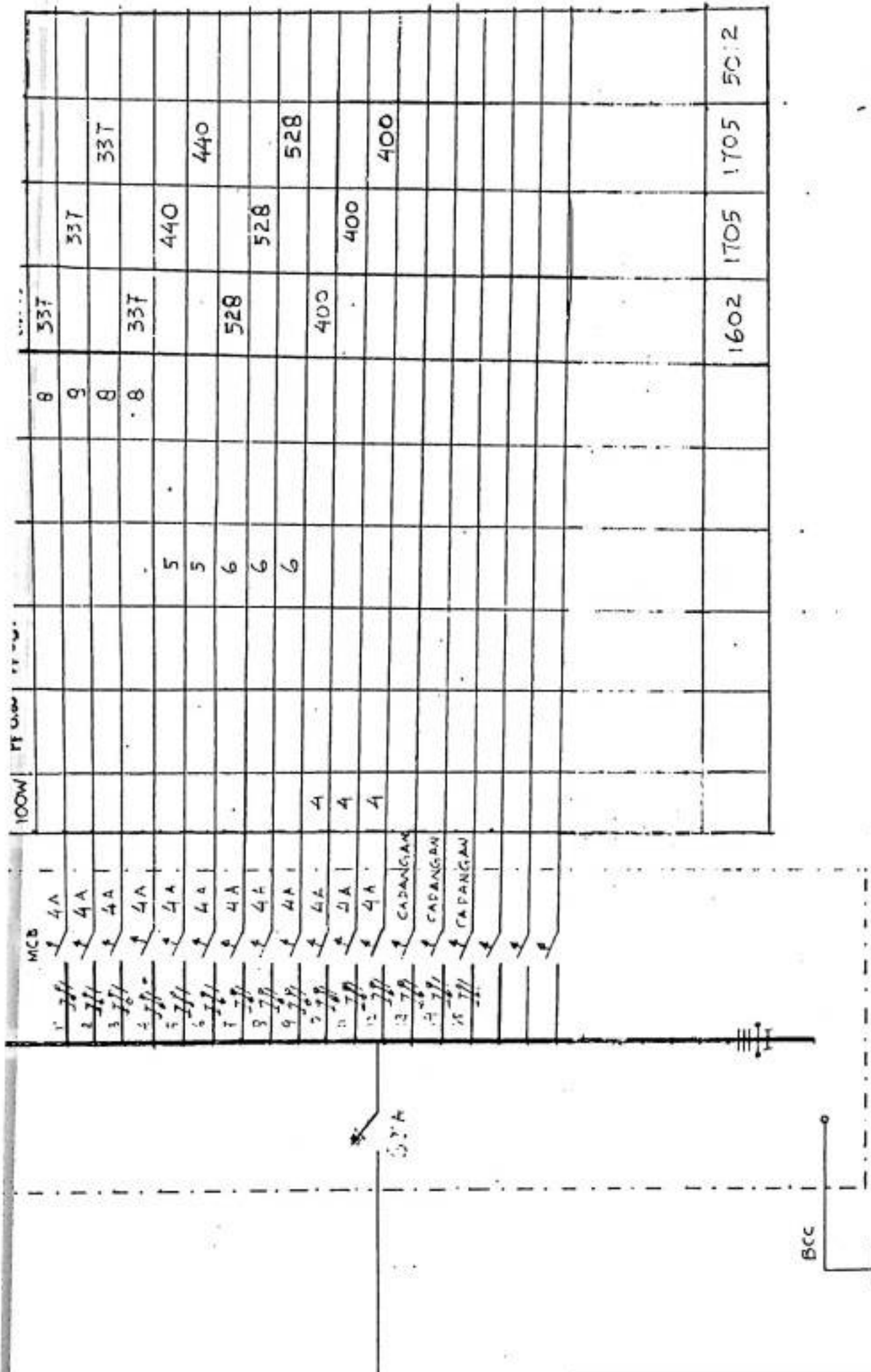
Rating dari kapasitas pemutus  $= 1,15 \times \text{jumlah arus beban}$  8)

Rating dari MCB dan Saklar dapat dilihat pada diagram daya.

Rating dari kabel pentanahan adalah  $KHA_{\min} = \frac{1}{2}$  dari KHA pengantar utama.

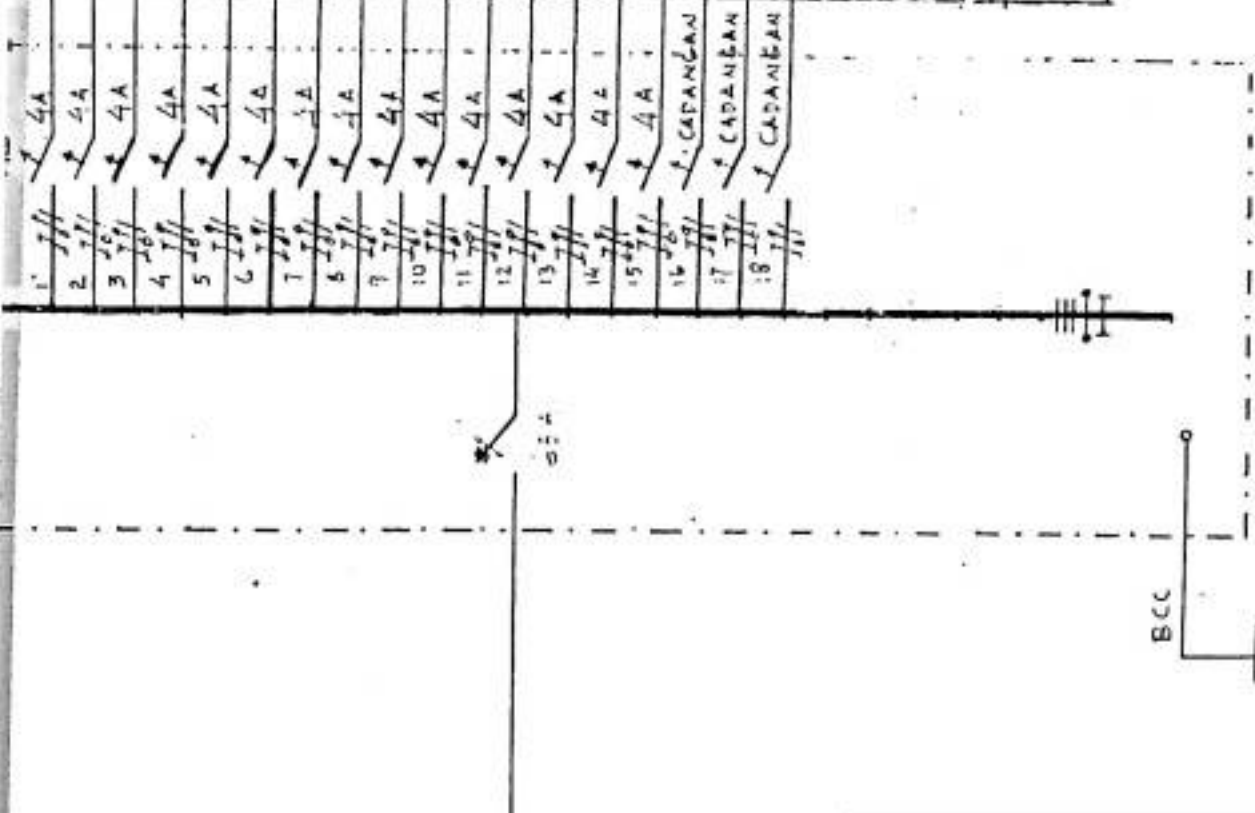
Untuk jelasnya dapat dilihat pada diagram berikut ini :

LIGHTING PANEL 1.



LIGHTING PANEL II.

No	Spesifikasi	Jumlah	Watt	Total Watt
1	1 4A	1	496	496
2	1 4A	1		
3	1 4A	1	496	496
4	1 4A	1		
5	1 4A	1	496	496
6	1 4A	1	496	496
7	6 4A	6	600	600
8	1 4A	1		
9	1 4A	1	528	528
10	1 4A	1		
11	1 4A	1	528	528
12	1 4A	1		
13	1 4A	1	528	528
14	1 4A	1		
15	1 4A	1	396	396
16	1 4A	1		
17	1 CADANGAN	1		
18	1 CADANGAN	1		
19	1 CADANGAN	1		
		2444	2444	2444
		2548	2548	2548
		7436	7436	7436



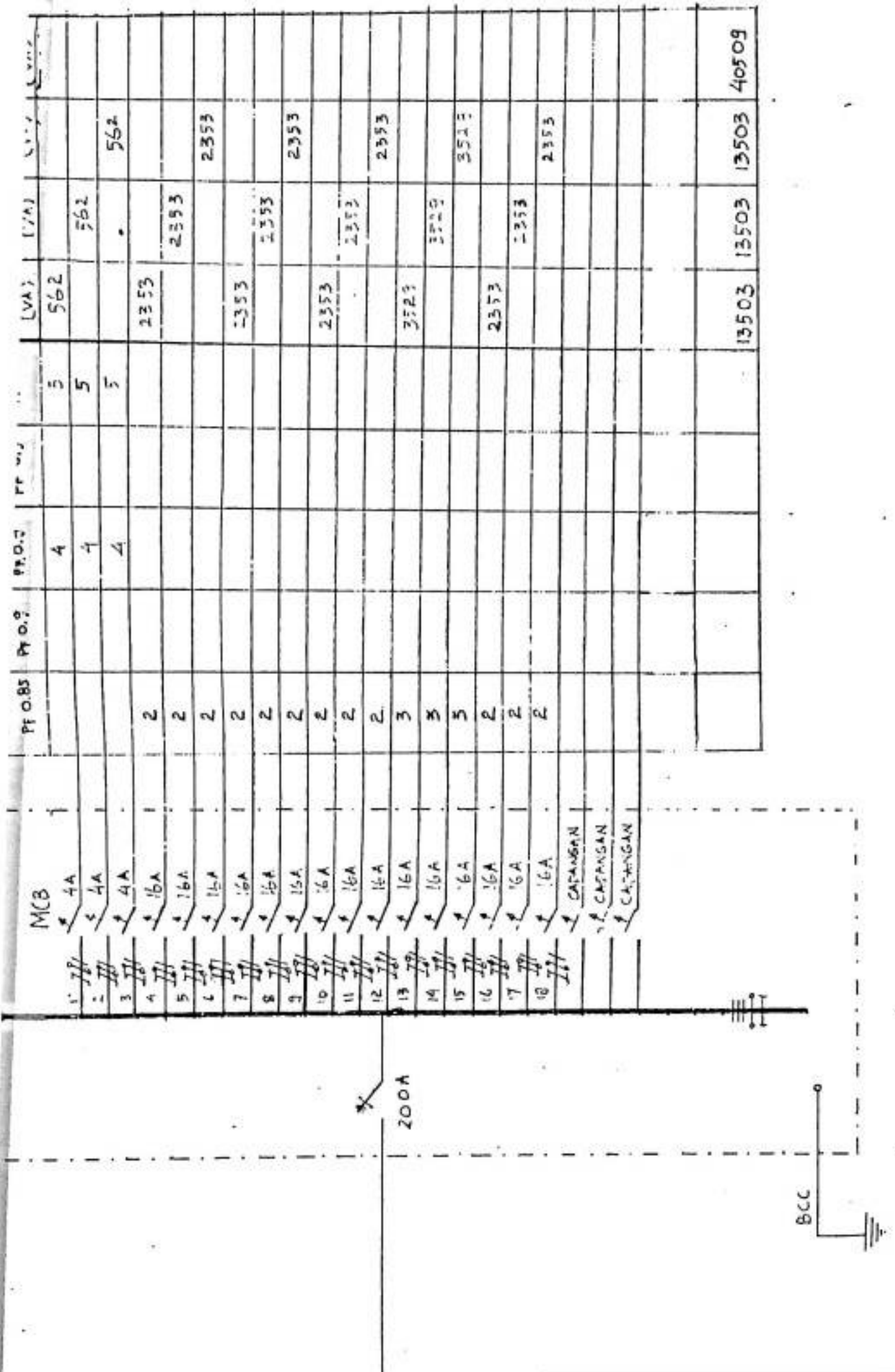


LIGHTING PANEL III.

1000W PF 0.85	3x40W PF 0.91	2x40W PF 0.91	PROG5	IN (VA)	(VA)	(VA)	DATA (VA)
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
			6	791			
			6		791		
			6			791	
		</					



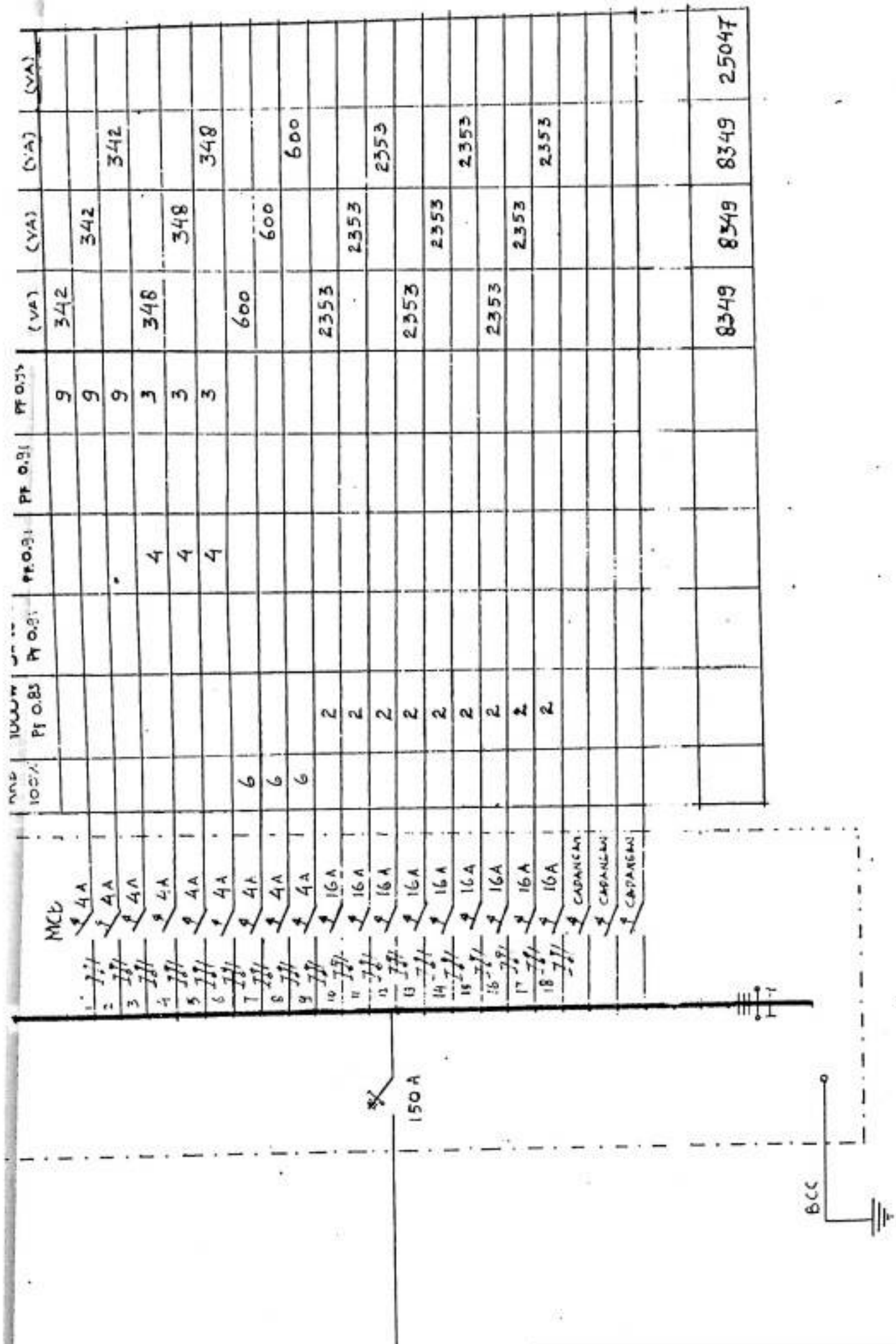
LIGHTING PANEL V











NO	100W	Pf 0.85	Pf 0.91	Pf 0.91	Pf 0.91	(VA)	(VA)	(VA)	(VA)
1									
2					9	342			
3					9		342		
4					9			342	
5				4	3	348			
6				4	3		348		
7				4	3			348	
8	6					600			
9	6						600		
10	6							600	
11		2				2353			
12		2					2353		
13		2						2353	
14		2				2353			
15		2					2353		
16		2				2353			
17		2						2353	
18		2				2353			
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
59									
60									
61									
62									
63									
64									
65									
66									
67									
68									
69									
70									
71									
72									
73									
74									
75									
76									
77									
78									
79									
80									
81									
82									
83									
84									
85									
86									
87									
88									
89									
90									
91									
92									
93									
94									
95									
96									
97									
98									
99									
100									
101									
102									
103									
104									
105									
106									
107									
108									
109									
110									
111									
112									
113									
114									
115									
116									
117									
118									
119									
120									
121									
122									
123									
124									
125									
126									
127									
128									
129									
130									
131									
132									
133									
134									
135									
136									
137									
138									
139									
140									
141									
142									
143									
144									
145									
146									
147									
148									
149									
150									
151									
152									
153									
154									
155									
156									
157									
158									
159									
160									
161									
162									
163									
164									
165									
166									
167									
168									
169									
170									
171									
172									
173									
174									
175									
176									
177									
178									
179									
180									
181									
182									
183									
184									
185									
186									
187									
188									
189									
190									
191									
192									
193									
194									
195									
196									
197									
198									
199									
200									
201									
202									
203									
204									
205									
206									
207									
208									
209									
210									
211									
212									
213									
214									
215									
216									
217									
218									
219									
220									
221									
222									
223									
224									
225									
226									
227									
228									
229									
230									
231									
232									
233									
234									
235									
236									
237									
238									
239									
240									
241									
242									
243									
244									
245									
246									





#### IV.3. PERHITUNGAN RENCANA ANGGARAN BIAYA

Untuk menentukan besarnya anggaran biaya dari suatu instalasi penerangan sehubungan dengan pemakaian tenaga listrik adalah sebagai berikut :

Initial investment yang terdiri dari :

1. Lampu
2. Armatur (reflektor)
3. Kotak kontak
4. Saklar (Switch)
5. MCB dan kabel
6. Panel
7. Pemasngan dan lain-lain.

Adapun perhitungan initial investment untuk jenis ruangan sebagai berikut :

##### 1. Untuk Class room

- 9 titik lampu	Rp 180 000 ,-
- 2 KKB + 3 Saklar	Rp 75 000 ,-
	<hr/>
jumlah	Rp 255 000 ,-

##### 2. LV, MV dan Trafo Room

- 13 titik lampu	Rp 260 000 ,-
- 4 KKB + 5 Saklar	Rp 135 000 ,-
	<hr/>
jumlah	Rp 395 000 ,-

3. Conference room	
- 9 titik lampu	Rp 100 000 ,-
- 2 KKB + 2 Saklar	Rp 60 000 ,-
	<hr/>
jumlah	Rp 160 000 ,-
4. Ship Building Dept. Cluster	
- 9 titik lampu	Rp 180 000 ,-
- 3 KKB + 4 Saklar	Rp 105 000 ,-
	<hr/>
jumlah	Rp 285 000 ,-
5. Storage	
- 4 titik lampu	Rp 80 000 ,-
- 1 Saklar	Rp 15 000 ,-
	<hr/>
jumlah	Rp 95 000 ,-
6. Testing Area	
- 5 titik lampu	Rp 100 000 ,-
- 2 KKB + 2 Saklar	Rp 60 000 ,-
	<hr/>
jumlah	Rp 160 000 ,-
7. Ovens Area	
- 5 titik lampu	Rp 100 000 ,-
- 2 KKB + 2 Saklar	Rp 60 000 ,-
	<hr/>
jumlah	Rp 160 000 ,-
8. Test Area	
- 8 titik lampu	Rp 160 000 ,-
- 1 KKB + 3 Saklar	Rp 60 000 ,-
	<hr/>
jumlah	Rp 220 000 ,-

## 9. Reception

- 8 titik lampu	Rp 160 000 ,-
- 2 KKB + 4 Saklar	Rp 90 000 ,-
jumlah	<u>Rp 250 000 ,-</u>

## 10. Studio &amp; Critique space

- 81 titik lampu	Rp 1620 000 ,-
- 27 KKB : 14 Saklar	Rp 615 000 ,-
jumlah	<u>Rp 2235 000 ,-</u>

## 11. Architectural

- 9 titik lampu	Rp 130 000 ,-
- 4 KKB + 3 Saklar	Rp 105 000 ,-
jumlah	<u>Rp 285 000 ,-</u>

## 12. Faculty Office

- 2 titik lampu	Rp 40 000 ,-
- 2 KKB + 1 Saklar	Rp 45 000 ,-
jumlah	<u>Rp 85 000 ,-</u>

## 13. Ship Building's Design Studio

- 18 titik lampu	Rp 360 000 ,-
- 6 KKB + 6 Saklar	Rp 180 000 ,-
jumlah	<u>Rp 540 000 ,-</u>

## 14. First Year Drawin room

- 18 titik lampu	Rp 360 000 ,-
- 6 KKB + 6 Saklar	Rp 180 000 ,-
jumlah	<u>Rp 540 000 ,-</u>

## 15. Model Shop

- 4 titik lampu	Rp 400 000 ,-
- 2 saklar	Rp 30 000 ,-
	<hr/>
jumlah	Rp 430 000 ,-

## 16. Towing tank

- 16 titik lampu	Rp 1600 000 ,-
- 8 Saklar	Rp 120 000 ,-
	<hr/>
jumlah	Rp 1720 000 ,-

## 17. Fluid Engines lab &amp; Mechine Engines technical

- 16 titik lampu	Rp 1600 000 ,-
- 8 Saklar	Rp 120 000 ,-
	<hr/>
jumlah	Rp 1720 000 ,-

## 18. Electrical Mechinery Control lab &amp; Hight Voltage

- 10 titik lampu	Rp 1000 000 ,-
- 5 Saklar	Rp 75 000 ,-
	<hr/>
jumlah	Rp 1075 000 ,-

## 19. Mechine Mechinery Engines lab &amp; Soil Preparation

- 29 titik lampu	Rp 2900 000 ,-
- 13 Saklar	Rp 195 000 ,-
	<hr/>
jumlah	Rp 3095 000 ,-

## 20. Staf toilet dan Femali toilet

- 5 titik lampu	Rp 100 000 ,-
- 4 saklar	Rp 60 000 ,-
	<hr/>
jumlah	Rp 160 000 ,-

## 21. Blue Print room

- 4 titik lampu

Rp 80 000 ,-

- 2 KKB + 2 Saklar

Rp 60 000 ,-

---

jumlah Rp 140 000 ,-

## 22. Dark room

- 2 titik lampu

Rp 40 000 ,-

- 1 KKB + 1 Saklar

Rp 30 000 ,-

---

jumlah Rp 70 000 ,-

## 23. Secretary &amp; Dep. Head

- 4 titik lampu

Rp 80 000 ,-

- 2 KKB + 2 Saklar

Rp 60 000 ,-

---

jumlah Rp 140 000 ,-

## 24. Korridor (Gang)

- 182 titik lampu

Rp 3640 000 ,-

- 44 saklar

Rp 660 000 ,-

---

jumlah Rp 4300 000 ,-

Perhitungan initial investment untuk 10 lighting panel sebagai berikut :

1. Untuk lighting panel I.

- Kas	Rp	50 000 ,-
- 12 MCB	Rp	37 200 ,-
- Switch	Rp	16 000 ,-
- Rel	Rp	15 000 ,-
- lain-lain	Rp	25 000 ,-
		<hr/>
jumlah	Rp	143 200 ,-

2. Untuk lighting panel II.

- Kas	Rp	50 000 ,-
- 15 MCB	Rp	46 500 ,-
- Switch	Rp	25 000 ,-
- Rel	Rp	15 000 ,-
- lain-lain	Rp	25 000 ,-
		<hr/>
jumlah	Rp	161 000 ,-

3. Untuk lighting panel III.

- Kas	Rp	50 000 ,-
- 15 MCB	Rp	46 500 ,-
- Switch	Rp	32 000 ,-
-- Rel	Rp	15 000 ,-
- lain-lain	Rp	25 000 ,-
		<hr/>
jumlah	Rp	168 000 ,-

• Untuk lighting panel IV.

- Kas	Rp 50 000 ,-
- 12 MCB	Rp 37 200 ,-
- Switch	Rp 25 000 ,-
- Rel	Rp 15 000 ,-
- lain-lain	Rp 25 000 ,-
	<hr/>
jumlah	Rp 152 000 ,-

• Untuk lighting panel V.

- Kas	Rp 50 000 ,-
- 18 MCB	Rp 48 800 ,-
- Switch	Rp 45 000 ,-
- Rel	Rp 15 000 ,-
- lain-lain	Rp 25 000 ,-
	<hr/>
jumlah	Rp 133 800 ,-

• Untuk lighting panel I'.

- Kas	Rp 50 000 ,-
- 18 MCB	Rp 55 800 ,-
- Switch	Rp 32 000 ,-
- Rel	Rp 15 000 ,-
- lain-lain	Rp 25 000 ,-
	<hr/>
jumlah	Rp 177 800 ,-

## 7. Untuk lighting panel II'.

- Kas	Rp	50 000 ,-
- 18 MCB	Rp	55 800 ,-
- Switch	Rp	32 000 ,-
- Rel	Rp	15 000 ,-
- lain-lain	Rp	25 000 ,-

---

jumlah Rp 177 800 ,-

## 8. Untuk lighting panel III'.

- Kas	Rp	50 000 ,-
- 15 MCB	Rp	46 500 ,-
- Switch	Rp	25 000 ,-
- Rel	Rp	15 000 ,-
- lain-lain	Rp	25 000 ,-

---

jumlah Rp 161 800 ,-

## 9. Untuk lighting panel IV'.

- Kas	Rp	50 000 ,-
- 18 MCB	Rp	57 600 ,-
- Switch	Rp	42 500 ,-
- Rel	Rp	15 000 ,-
- lain-lain	Rp	25 000 ,-

---

jumlah Rp 190 100 ,-



## 10. Untuk lighting panel V'.

- Kase	Rp	50 000	,-
- 21 MCB	Rp	67 500	,-
- Switch	Rp	42 500	,-
- Rel	Rp	15 000	,-
- lain-lain	Rp	25 000	,-

---

jumlah	Rp	200 000	,-
--------	----	---------	----

## Daftar Rekapitulasi

No.	Jenis Ruangan	Initial investment ( Rp )
1.	4 x Class room	1010 000
2.	LV, MV & Trafo room	395 000
3.	2 x Conference room	320 000
4.	Ship Building's Dep. Cluster	285 000
5.	3 x Storage	285 000
6.	Testing Area	160 000
7.	Ovens Area	160 000
8.	Test Area	220 000
9.	Reception	250 000
10.	Studio & Critique space	4470 000
11.	Architectural	285 000
12.	37 x Faculty office	2890 000
13.	3 x Ship Building's Design studio	1620 000
14.	2 x First Year Drawin room	1080 000
15.	Model Shop	430 000
16.	Towing tank	1720 000
17.	Fluid Engines Lab & Mechine engines Technical	1720 000
18.	Electrical Mechinery Control Lab & Hight Voltage	1075 000

ftar Rekapitulasi dari jenis lighting panel.

Jenis lighting panel	initial investment ( Rp )
Lighting panel I	143 200
Lighting panel II	161 000
Lighting panel III	168 000
Lighting panel IV	152 000
Lighting panel V	133 800
Lighting panel I'	177 800
Lighting panel II'	177 800
Lighting panel III'	161 500
Lighting panel IV'	190 000
Lighting panel V'	200 000
<b>total Initial Investment</b>	<b>Rp 1.665.100 ,-</b>

sil perhitungan anggaran biaya adalah :

tal initial investment untuk jenis ruangan Rp 26.900.000 ,-

tal initial investment untuk lighting panel Rp 1.665.100 ,-

jumlah Rp 28.565.100 ,-

Keuntungan + 20 % Rp 5.713.020 ,-

Jumlah Rp 34.278.120 ,-

\*\*\*\*\*

B A B V  
K E S I M P U L A N

A. Dari hasil perhitungan kebutuhan penerangan dari jenis ruangan maka sistim penerangan dalam Gedung Heavy Laboratory Universitas Hasanuddin diperoleh data-data sebagai berikut :

1. Untuk C lass room

- a. Type lampu TL 2 x 40 watt      Pf = 0,91
- b. Luas ruangan 8,5 x 8,5 m<sup>2</sup>, tinggi ruangan 4 m.
- c. Jumlah lampu 9 unit
- d. Tata letak lampu lihat gambar IV -6.

2. LV, MV & Trafo room

- a. Type lampu TL 2 x 20 watt,      Pf = 0,95
- b. luas ruangan 14,5 x 9,5 m<sup>2</sup>, tinggi ruangan 4 m.
- c. jumlah lampu 13 unit.
- d. Tata letak lampu lihat gambar IV-6.

3. Conference room

- a. Type lampu TL 2 x 40 watt,      Pf = 0,91
- b. luas ruangan 7 x 7 m<sup>2</sup>,      tinggi ruangan 4 m.
- c. jumlah lampu 9 unit.
- d. Tata letak lampu lihat gambar IV-6.

4. Ship building dep.Cluster.

- a. Type lampu TL 2 x 40 watt,      Pf = 0,91
- b. luas ruangan 9,5 x 8,5 m<sup>2</sup>, tinggi ruangan 4 m.
- c. jumlah lampu 9 unit.
- d. Tata letak lampu lihat gambar IV-6.

## 6. Storage

- a. Type lampu 2 x 20 watt, Pf = 0,75
- b. luas ruangan 7,2 x 4,5 m<sup>2</sup>, tinggi ruangan 4 m.
- c. jumlah lampu 4 unit
- d. Tata letak lampu lihat gambar IV-6.

## 7. Testing Area

- a. Type lampu TL 2 x 40 watt, Rf = 0,91
- b. luas ruangan 7,2 x 4,5 m<sup>2</sup>, tinggi ruangan 4 m.
- c. jumlah lampu 5 unit
- d. Tata letak lampu lihat gambar IV-6.

## 7. Test Area

- a. Type lampu TL 2 x 40 watt, Pf = 0,91
- b. luas ruangan 9,6 x 7,2 m<sup>2</sup>, tinggi ruangan 4 m.
- c. jumlah lampu 8 unit
- d. Tata letak lampu lihat gambar IV-6.

## 8. Reception

- a. Type lampu TL 3 x 40 watt, Pf = 0,91
- b. luas ruangan 26 9 x 7,2 m<sup>2</sup>, tinggi ruangan 4 m
- c. jumlah lampu 16 unit
- d. Tata letak lampu lihat gambar IV-6.

## 9. Studio &amp; Critique space

- a. Type lampu TL 3 x 40 watt, Pf = 0,91
- b. luas ruangan 36 x 15,6 m<sup>2</sup>, tinggi ruangan 4 m.
- c. jumlah lampu 81 unit.
- d. Tata letak lampu lihat gambar IV-6.

## 0. Architectural

- a. Type lampu TL 3 x 40 watt, Pf = 0,91
- b. luas ruangan 8,5 x 7,2 m<sup>2</sup>, tinggi ruangan 4 m.
- c. jumlah lampu 9 unit
- d. Tata letak lampu lihat gambar IV-6.

## 1. Faculty office

- a. Type lampu TL 2 x 40 watt, Pf = 0,91
- b. luas ruangan 4,8 x 3,6 m<sup>2</sup>, tinggi ruangan 4 m.
- c. jumlah lampu 2 unit
- d. Tata letak lampu lihat gambar IV-6.

## 2. Ship building Design studio

- a. Type lampu TL 3 x 40 watt, Pf = 0,91
- b. luas ruangan 14,4 x 9,5 m<sup>2</sup>, tinggi ruangan 4 m.
- c. jumlah lampu 18 unit.
- d. Tata letak lampu lihat gambar IV-6.

## 3. First Year Drawin room

- a. Type lampu TL 3 x 40 watt, Pf = 0,91
- b. luas ruangan 14,4 x 9,5 m<sup>2</sup>, tinggi ruangan 4 m.
- c. jumlah lampu 18 unit.
- d. Tata letak lampu lihat gambar IV-6.

## 4. Model Shop

- a. Type lampu Mercury HPL.N 1000 watt, Pf = 0,85
- b. luas ruangan 14,4 x 14,4 m<sup>2</sup>, tinggi ruangan 8 m.
- c. jumlah lampu 4 buah
- d. Tata letak lampu lihat gambar IV-6.

- i. Towing tank
  - a. Type lampu Mercury HPL.N 1000 watt, Pf = 0,85
  - b. luas ruangan 40,8 x 21,6 m<sup>2</sup>, tinggi ruangan 8 m.
  - c. jumlah lampu 16 buah
  - d. Tata letak lampu lihat gambar IV-6.
- .. Fluid Engines lab & Mechinery Engines Technical
  - a. Type lampu Mercury HPL.N 1000 watt, Pf = 0,85
  - b. luas ruangan 40,8 x 21,6 m<sup>2</sup>, tinggi ruangan 8 m.
  - c. jumlah lampu 16 buah.
  - d. Tata letak lampu lihat gambar IV-6.
- .. Electrical Mechinery Control lab & Hight Voltage
  - a. Typa lampu Mercury HPL.N 1000 watt, Pf = 0,85
  - b. luas ruangan 36 x 14,4 m<sup>2</sup>, tinggi ruangan 8 m.
  - c. jumlah lampu 10 buah
  - d. Tata letak lampu lihat gambar IV-6.
- i. Mechine Mechinery Engines lab & Soil Preparation.
  - a. Type lampu Mercury HPL.N 1000 watt, Pf = 0,85
  - b. luas ruangan 43,2 x 36 m<sup>2</sup>, tinggi ruangan 8 m.
  - c. jumlah lampu 26 buah
  - d. Tata letak lampu lihat gambar IV-6.
- i. Staf toilet & Femali toilet
  - a. Type lampu TL 2 x 20 watt, Pf = 0,95
  - b. luas ruangan 8 x 3,6 m<sup>2</sup>, tinggi ruangan 4 m.
  - c. jumlah lampu 5 unit
  - d. Tata letak lampu lihat gambar IV-6.

1. Blue Print room

- a. Type lampu TL 2 x 40 watt,  $Pf = 0,91$
- b. luas ruangan  $7,2 \times 5 \text{ m}^2$ , tinggi ruangan 4 m
- c. jumlah lampu 4 unit
- d. Tata letak lampu lihat gambar IV-6.

l. Dark room

- a. Type lampu TL 2 x 20 watt,  $PF = 0,95$
- b. luas ruangan  $5 \times 2,5 \text{ m}^2$ , tinggi ruangan 4 m.
- c. jumlah lampu 2 unit
- d. Tata letak lampu lihat gambar IV-6.

dengan pertimbangan ekonomis dan tata letak lampu maka hasil perhitungan jumlah lampu untuk ruangan yang berukuran kecil digunakan metode lumen, sedang untuk ruangan yang berukuran besar digunakan metode zonal cavity.

Berisi segi konsumsi tenaga listrik yang harus disediakan untuk penerangan Gedung Heavy Laboratory Universitas Hasanuddin (tidak termasuk rugi-rugi energi karena kejatuhan tegangan pada jaringan distribusi kepanel hubung bagi).

Consumsi tenaga listrik yang harus disediakan sebesar = 165 619 VA atau = 165,619 KVA atau = 152,560 Kw untuk penerangan saja. Sedangkan biaya yang harus disediakan untuk bahan-bahan kebutuhan penerangan termasuk pemasangan sebesar atau kurang lebih = Rp 35.juta (tepatnya = Rp 34.278.120 ,-).

Rencana anggaran biaya tersebut diatas sewaktu-waktu berubah sesuai perubahan harga kebutuhan penerangan.



Segala hasil akhir yang telah diuraikan dapat menjadi harapan penulis semoga data-data perencanaan diatas dapat diterapkan dengan tujuan menjamin keselamatan kerja (pengamanan) atau tugas visuil dapat terlaksana dengan baik, cepat dan tepat, keindahan, kenyamanan, mudah bergerak dan faktor-faktor lain yang ditunjang oleh adanya penerangan dalam, yang kesemuanya berpengaruh baik kepada prestasi.

ftar Kepustakaan:

IES LIGHTING Handbook, The Standard Lighting Guide, Illuminating Engineering Society (IES), New York 1966.

Rachmatung D.Gaffar, Perencanaan Sistem Penerangan Jalan, Tugas Sarjana Dep. Electroteknik Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Hasanuddin Ujung pandang, 1980.

Bhatia S.L. Handbook of Electrical Engineering, Khanna Publisher, New Delhi, 1976.

Hutahruk T.S Menuju kemandirian dalam pembangunan Kelistrikan di Indonesia, Konvensi Nasional Sarjana listrik I, Jakarta, 1981.

Theraja B.L A Text-Book of Electrical Technology (in SI unit). S.Chand and Company, Ltd, New Delhi, 1977.

D.P.U. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Standard Penerangan buatan didalam Gedung-gedung. Jakarta, 1978.

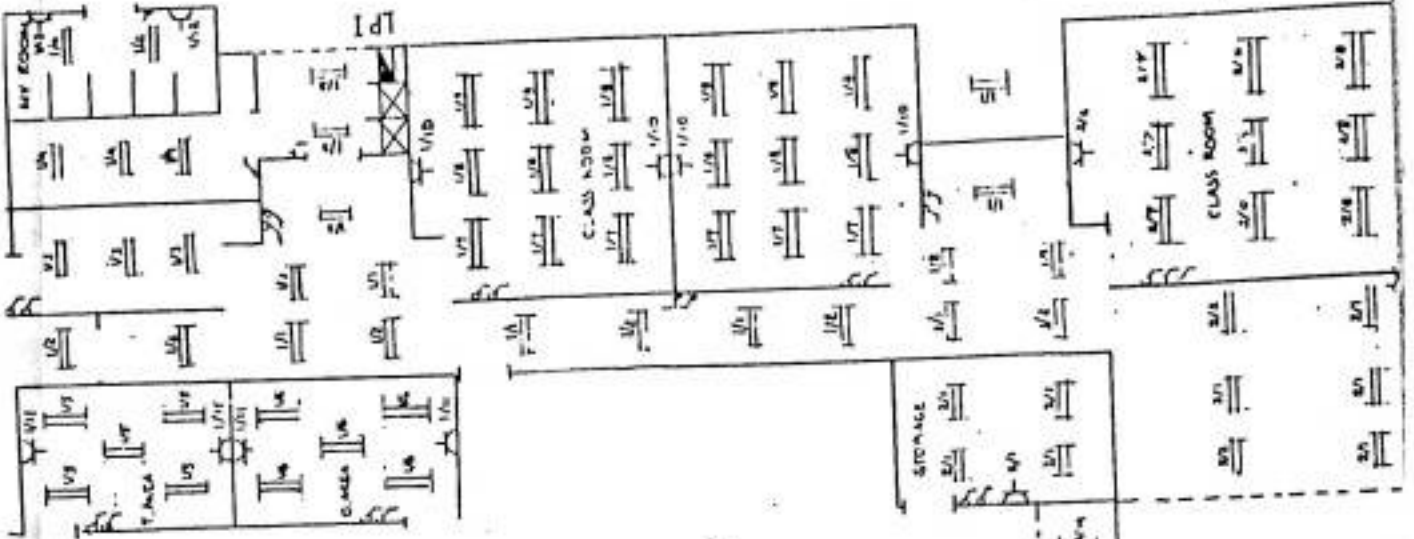
Pender, Harold, Electrical Engineer's Handbook (Electrical communication and Electronic), New York, 1950.

Puil. Peraturan Umum Instalasi listrik di Indonesia, Jakarta, 1977.

Ridaisnu.AW & Soeparman, Instalasi Cahaya dan Tenaga, Jakarta, 1979.

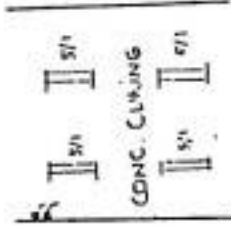
Phillips, lighting Catalogue, Eindhoven, Nederland.

Marwan Jamil, Perencanaan Sistem Penerangan, Tugas Sarjana Electroteknik, ITB, Bandung, 1974.



BULK STORAGE

MATERIAL TESTING LAB



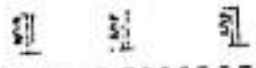
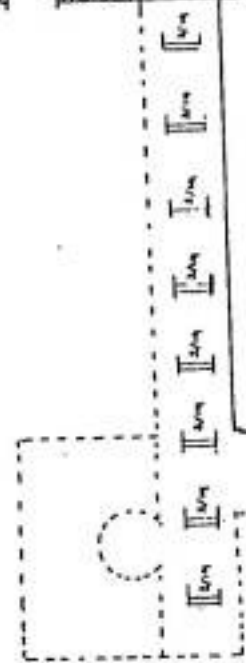
WELDING SHOP

CONC. CURING

SOIL PREPARATION

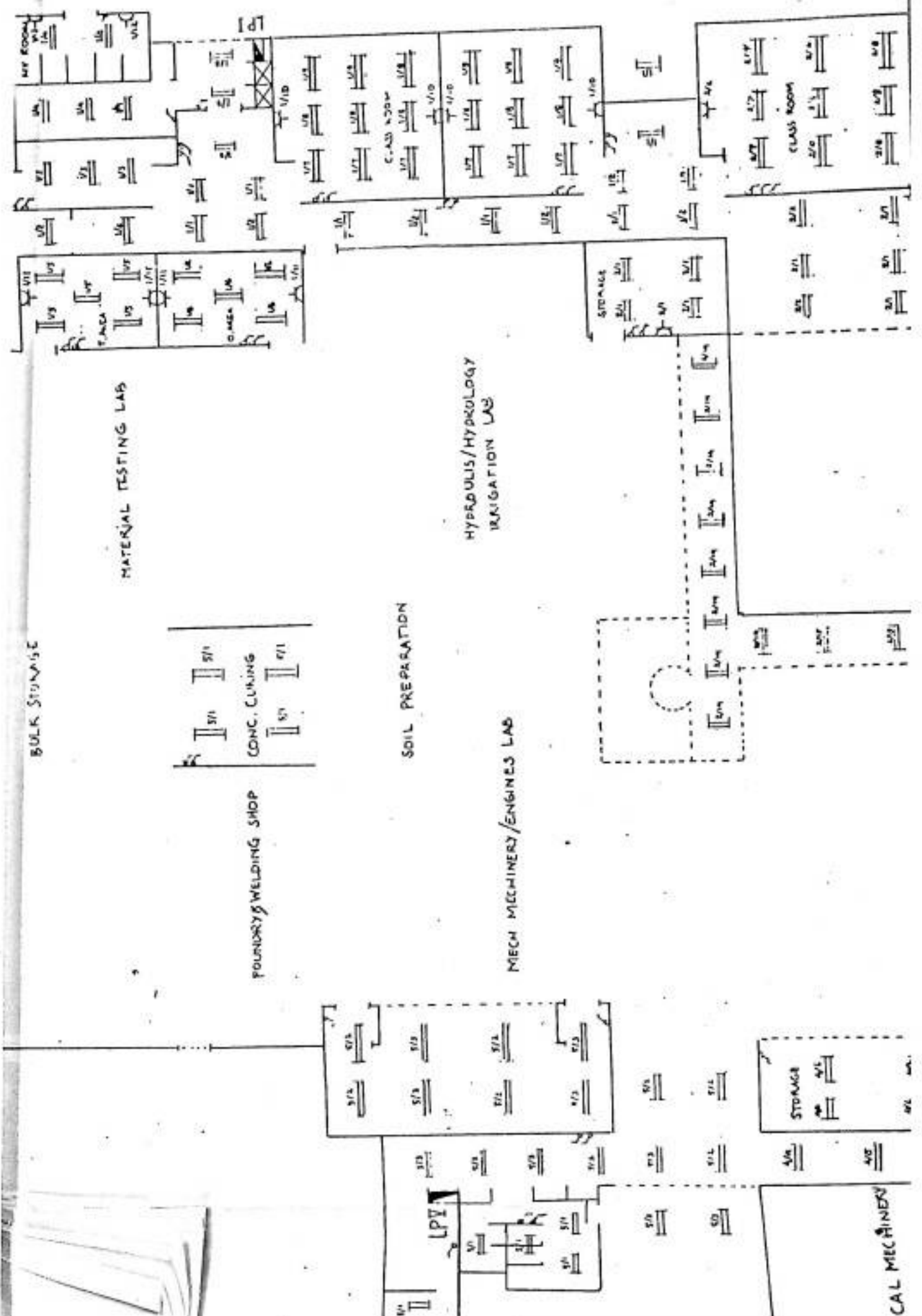
HYDRAULICS/HYDROLOGY  
IRRIGATION LAB

ENGINES LAB



OFFICE

OFFICE



BULK STORAGE

MATERIAL TESTING LAB

FOUNDRY/WELDING SHOP

CONC. CURING

SOIL PREPARATION

HYDRAULIC/HYDROLOGY IRRIGATION LAB

MECH. MECHANICAL/ENGINES LAB

MECH. MECHANICAL

STORAGE

STORAGE

CLASS ROOM

C. LAB 4200W

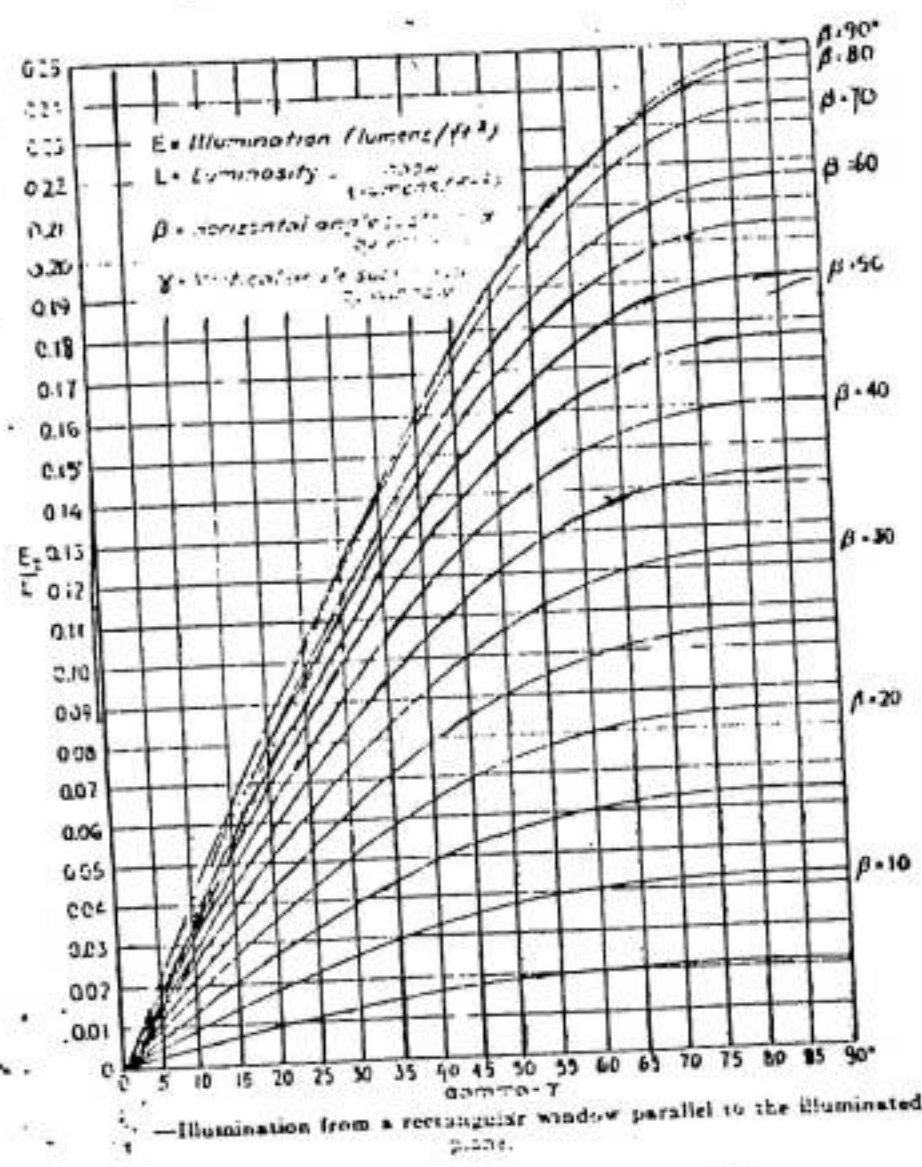
LPV

TAHUN	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
JENIS KONSTRUKSI										
PEMBANGKIT ( MW )	705,7	405	713,35	769	1176	836	336	1066	1301	1866
G.I. 500 KV ( MVA )	-	-	1500	1150	800	1500	750	-	500	2375
TRANSMISI 500 KV (SUTET) (Kms)	-	200	300	233	250	196	100	-	-	-
G.I. 70 & 150 KV ( MVA )	790	760	2784	2075	1865	2715	1665	1655	2315	4665
TRANSMISI 70 & 150 KV ( Kms )	1623	1831	3470	2330	2093	3047	1870	1870	2598	5235
GARDU DISTRIBUSI ( MVA )	922	1131	1342	861	774	1127	691	691	961	1936
S.U.T.M. ( Kms )	2660	2015	3280	2461	2213	3222	1975	1975	2747	5534
KABEL T.H. ( Kms )	2365	1790	2911	2183	1962	2857	1752	1752	2436	4908
S.U.T.R. ( Kms )	9169	10553	11792	9609	8638	12578	7712	7712	10725	21607
SEKTOR RUMAH RUMAH & SEDANG ( MVA )	177	241	302	161	134	237	106	106	191	481
SEKTOR RUMAH RUMAH ( MVA )	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
SEKTOR GEDUNG BERTINGKAT (MVA)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
SEKTOR INDUSTRI ( MVA )	645	790	940	600	540	790	485	485	670	1355

JENIS KONSTRUKSI	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
TALIUN										
PENBAHANGKIT ( MW )	1176	1771	2136	1536	1936	2236	3836	3036	1636	2936
G.I. 500 KV ( MVA )	1500	2200	4000	2000	4000	4000	8500	6500	3250	6500
TRANSISI 500 KV (SUTET) (Kms)	-	150	150	200	200	150	-	-	-	-
G.I. 70 & 150 KV ( MVA )	2940	4440	5340	3840	4915	5590	9590	7590	4090	7340
TRANSISI 70 & 150 KV ( S.U.T.T. )	3255	4983	5993	4310	5516	6274	10763	8520	4590	8235
GARDU DISTRIBUSI ( MVA )	1220	1842	2216	1593	2039	2319	3979	3145	1697	3045
S.U.T.M. ( Kms )	3847	5266	6335	4554	5629	6620	11470	9002	4851	8990
KABEL T.M. ( Kms )	3093	4669	5618	4038	5169	5880	9992	7983	4302	7973
S.U.T.R. ( Kms )	13616	20558	24732	17779	22757	25802	44408	35145	18940	33984
SEKTOR RUMAH MURAH & SEDANG ( MVA )	266	452	560	378	1509	599	1094	845	407	815
SEKTOR RUMAH NEMAH ( MVA )	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
SEKTOR GEDUNG BERTINGKAT (MVA)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
SEKTOR INDUSTRI ( MVA )	854	1290	1550	1115	1430	1620	2785	2200	1190	2130

# LAMP LAMBA II

## ILLUMINASI PADA BIDANG HORIZONTAL



I  
L  
L  
U  
M  
I  
N  
A  
T  
I  
O  
N  
S

ILLUMINATION FROM RECTANGULAR SOURCE

ILLUMINATION FROM RECTANGULAR SOURCE OF UNIFORM LUMINOSITY  
On Plane Parallel to Source

$\gamma$	$\beta = 5^\circ$	$10^\circ$	$15^\circ$	$20^\circ$	$25^\circ$	$30^\circ$	$35^\circ$	$40^\circ$	$45^\circ$
5°	2412	4787	7091	9290	1135	1326	1498	1650	1782
10	4787	9503	1408	1845	2256	2635	2978	3282	3545
15	7091	1408	2086	2735	3346	3910	4422	4877	5271
20	9290	1845	2735	3588	4361	5136	5813	6416	6941
25	1135	2256	3346	4391	5379	6297	7134	7883	8537
30	1326	2635	3910	5136	6297	7379	8371	9261	0.1004
35	1498	2978	4422	5813	7134	8371	9508	0.1053	0.1144
40	1650	3282	4877	6416	7883	9261	0.1053	0.1169	0.1271
45	1782	3545	5271	6941	8537	0.1004	0.1144	0.1271	0.1385
50	1893	3767	5604	7385	9092	0.1071	0.1222	0.1360	0.1485
55	1983	3947	5875	7748	9548	0.1126	0.1286	0.1434	0.1568
60	2053	4088	6087	8033	9908	0.1169	0.1338	0.1494	0.1636
65	2105	4192	6244	8245	0.1018	0.1202	0.1377	0.1530	0.1688
70	2140	4264	6353	8391	0.1036	0.1225	0.1404	0.1571	0.1726
75	2162	4308	6420	8482	0.1048	0.1239	0.1421	0.1592	0.1749
80	2174	4331	6455	8530	0.1054	0.1247	0.1430	0.1602	0.1762
85	2178	4340	6469	8548	0.1056	0.1250	0.1433	0.1606	0.1767
90	2179	4341	6470	8551	0.1057	0.1250	0.1434	0.1607	0.1768

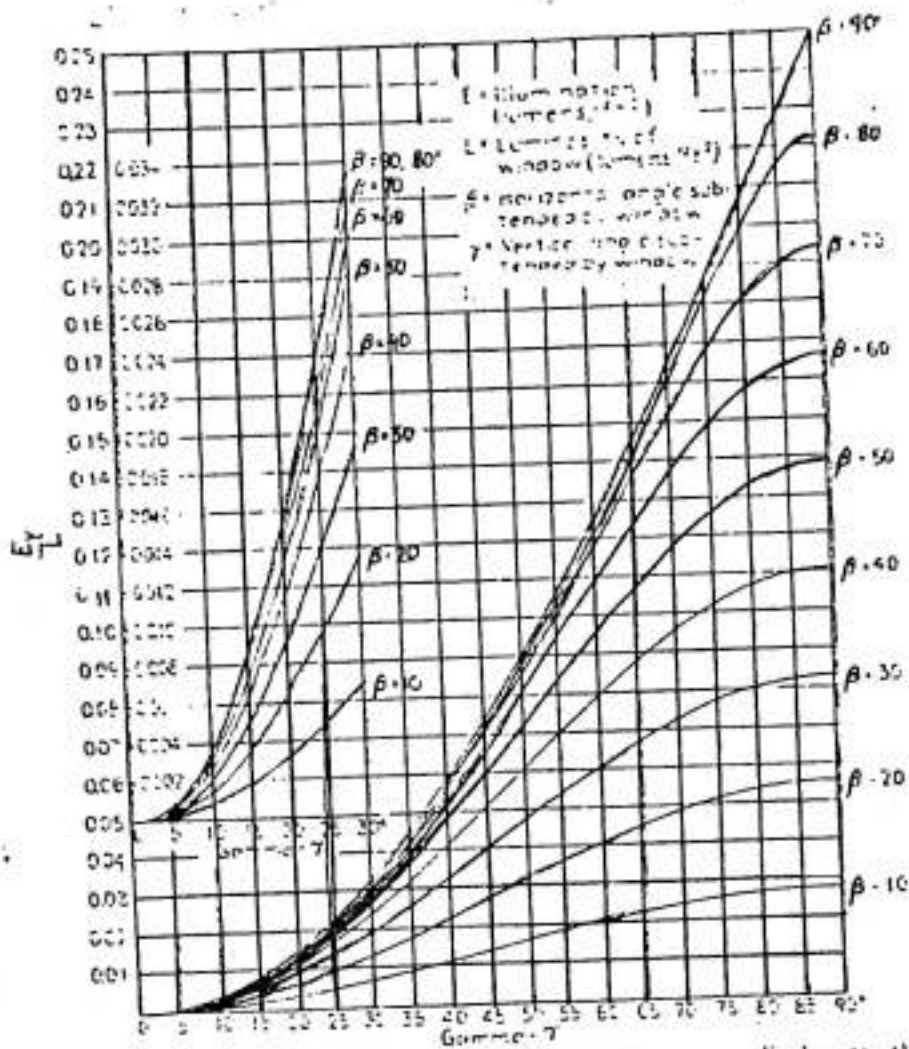
$\gamma$	$\beta = 50^\circ$	$55^\circ$	$60^\circ$	$65^\circ$	$70^\circ$	$75^\circ$	$80^\circ$	$85^\circ$	$90^\circ$
5°	1893	1983	2053	2105	2140	2162	2174	2178	2179
10	3767	3947	4088	4192	4264	4308	4331	4340	4341
15	5604	5875	6087	6244	6353	6420	6455	6469	6470
20	7385	7748	8033	8245	8391	8482	8530	8548	8551
25	9092	9548	9908	0.1018	0.1036	0.1048	0.1054	0.1056	0.1057
30	0.1071	0.1126	0.1169	0.1202	0.1225	0.1239	0.1247	0.1250	0.1250
35	0.1222	0.1286	0.1338	0.1377	0.1404	0.1421	0.1430	0.1433	0.1434
40	0.1360	0.1434	0.1494	0.1530	0.1571	0.1592	0.1602	0.1606	0.1607
45	0.1485	0.1568	0.1636	0.1688	0.1726	0.1749	0.1762	0.1767	0.1768
50	0.1594	0.1687	0.1764	0.1823	0.1866	0.1894	0.1909	0.1914	0.1915
55	0.1687	0.1790	0.1874	0.1941	0.1990	0.2022	0.2040	0.2047	0.2048
60	0.1764	0.1874	0.1967	0.2042	0.2098	0.2135	0.2156	0.2164	0.2165
65	0.1823	0.1941	0.2042	0.2142	0.2187	0.2230	0.2254	0.2264	0.2266
70	0.1866	0.1990	0.2098	0.2187	0.2256	0.2306	0.2335	0.2347	0.2349
75	0.1894	0.2022	0.2135	0.2230	0.2306	0.2362	0.2397	0.2412	0.2415
80	0.1909	0.2040	0.2156	0.2254	0.2335	0.2397	0.2438	0.2458	0.2462
85	0.1914	0.2047	0.2164	0.2264	0.2347	0.2412	0.2458	0.2484	0.2490
90	0.1915	0.2048	0.2165	0.2266	0.2349	0.2415	0.2462	0.2490	0.2500

NOTE.—Superscript indicates number of zeros after the decimal point.



# LAMPIRAN II

## ILLUMINASI PADA BIDANG VERTIKAL



—Illumination from a rectangular window perpendicular to the illuminated plane.

## L A M P A M A S II

## ILLUMINATION FROM RECTANGULAR SOURCE OF UNIFORM LUMINORITY

On Plane Perpendicular to Source  
 $E_v/L$

$\gamma$	$\beta = 5^\circ$	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
5°	.11	.21	.31	.41	.50	.58	.65	.72	.78
10	.42	.83	1.23	1.61	1.97	2.30	2.60	2.87	3.10
15	.93	1.84	2.73	3.58	4.38	5.13	5.80	6.40	7.02
20	1.62	3.22	4.78	6.27	7.68	8.99	10.19	11.25	12.10
25	2.48	4.92	7.30	9.60	11.77	13.80	15.66	17.33	18.80
30	3.47	6.89	10.24	13.47	16.54	19.43	22.09	24.50	26.63
35	4.56	9.08	13.50	17.78	21.84	25.74	29.33	32.00	35.52
40	5.73	11.41	16.98	22.40	27.62	32.56	37.20	41.46	45.30
45	6.94	13.82	20.59	27.21	33.60	39.71	45.48	50.85	55.73
50	8.14	16.23	24.22	32.04	39.65	46.98	53.96	60.51	66.56
55	9.31	18.58	27.75	36.77	45.59	54.14	62.36	70.10	77.46
60	10.41	20.78	31.07	41.23	51.22	60.97	70.42	79.50	88.10
65	11.40	22.77	34.08	45.29	56.36	67.24	77.87	88.19	98.11
70	12.26	24.50	36.69	48.81	60.84	72.72	84.43	95.90	107.1
75	12.96	25.90	38.81	51.69	64.50	77.22	89.84	102.3	114.6
80	13.47	26.93	40.38	53.81	67.21	80.57	93.88	107.1	120.2
85	13.78	27.56	41.34	55.12	68.88	82.64	96.38	110.1	123.8
90	13.89	27.78	41.67	55.56	69.44	83.33	97.22	111.1	125.0

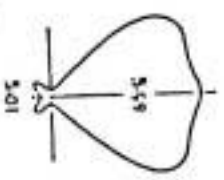
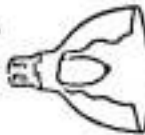
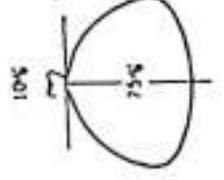

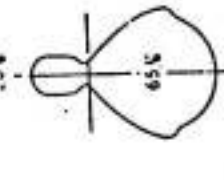

 $E_v/L$ 

$\gamma$	$\beta = 50^\circ$	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
5°	.83	.87	.90	.92	.93	.94	.95	.95	.95
10	3.29	3.45	3.57	3.67	3.73	3.77	3.79	3.80	3.80
15	7.36	7.72	8.01	8.22	8.36	8.45	8.50	8.52	8.52
20	12.08	13.63	14.14	14.52	14.79	14.96	15.04	15.07	15.08
25	20.05	21.08	21.91	22.52	22.95	23.22	23.36	23.42	23.42
30	28.46	29.90	31.21	32.13	32.76	33.18	33.40	33.48	33.49
35	38.06	40.29	41.92	43.24	44.17	44.76	45.08	45.19	45.21
40	48.68	51.55	53.00	55.71	57.01	57.85	58.29	58.46	58.49
45	60.08	63.84	66.95	69.69	71.16	72.32	72.95	73.19	73.22
50	72.01	76.86	80.84	84.06	86.46	88.04	88.91	89.25	89.30
55	84.15	90.13	95.27	99.47	102.7	104.8	106.1	106.5	106.6
60	96.13	103.4	109.9	115.3	119.5	122.5	124.2	124.9	125.0
65	107.5	116.3	124.2	131.0	136.6	140.7	143.2	144.2	144.3
70	117.8	128.0	137.6	146.1	153.1	158.0	162.6	164.2	164.5
75	126.6	138.2	149.3	159.7	169.0	176.7	182.2	184.8	185.3
80	133.2	146.1	156.6	170.7	182.1	192.4	200.7	205.6	206.6
85	137.5	151.1	164.6	178.0	191.2	204.0	215.9	225.2	228.2
90	138.9	152.8	166.7	180.6	194.4	208.3	222.2	230.1	250.0

Note. Superscript 0 denotes number of zeros after the decimal point.

# LAMP IRAN III

## COEFFICIENT OF UTILIZATION FOR TYPICAL LUMINAIRES

Typical Distribution and Maximum Spacing	Pvc. $\mu$	Coefficients of Utilization for 20 Foot-out Pressure Floor Ceiling Reflectance, Pvc												Typical Luminaires						
		80			70			50			30				10			0		
		50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10		50	30	10	50	30	10
24  Max. S. Mill. <sub>sp</sub> = 1.4	1	.81	.79	.77	.77	.76	.74	.73	.71	.70	.68	.67	.66	.63	.62	.60				
	2	.74	.71	.68	.72	.69	.66	.67	.65	.63	.63	.62	.60	.58	.57	.55		.53		
	3	.68	.64	.61	.66	.63	.59	.63	.60	.57	.55	.54	.52	.50	.48	.46		.44		
	4	.63	.58	.54	.61	.57	.53	.58	.54	.51	.49	.47	.45	.43	.41	.39		.37		
	5	.57	.52	.49	.56	.51	.48	.51	.49	.45	.42	.41	.38	.36	.34	.32		.31		
	6	.53	.48	.44	.52	.47	.41	.49	.45	.41	.38	.37	.34	.32	.30	.28		.27		
	7	.48	.43	.40	.47	.42	.39	.45	.41	.38	.36	.33	.31	.29	.27	.25		.24		
	8	.44	.39	.36	.43	.38	.35	.41	.37	.34	.31	.30	.27	.25	.23	.22		.21		
	9	.41	.35	.32	.40	.35	.31	.38	.34	.31	.28	.26	.24	.22	.20	.18		.17		
	10	.35	.30	.27	.35	.30	.26	.33	.29	.26	.23	.21	.19	.17	.15	.14		.13		
25  Max. S. Mill. <sub>sp</sub> = 1.3	1	.87	.84	.81	.84	.81	.78	.79	.76	.74	.74	.72	.70	.69	.68	.66				
	2	.76	.71	.66	.74	.69	.65	.69	.65	.62	.62	.60	.58	.56	.54	.52		.50		
	3	.67	.61	.56	.65	.59	.55	.61	.56	.52	.50	.48	.46	.44	.42	.41		.39		
	4	.60	.52	.47	.58	.51	.46	.55	.49	.44	.43	.40	.36	.35	.33	.31		.29		
	5	.52	.45	.39	.51	.44	.39	.48	.42	.38	.36	.33	.31	.28	.26	.24		.23		
	6	.47	.39	.34	.45	.38	.33	.43	.37	.32	.30	.27	.25	.23	.21	.20		.18		
	7	.42	.34	.29	.40	.33	.29	.38	.32	.28	.26	.23	.21	.19	.17	.15		.14		
	8	.37	.30	.25	.36	.29	.25	.34	.28	.24	.22	.20	.18	.16	.14	.13		.12		
	9	.33	.26	.21	.32	.26	.21	.31	.25	.20	.18	.16	.14	.12	.11	.10		.09		
	10	.30	.23	.19	.29	.23	.18	.28	.22	.18	.16	.14	.12	.10	.09	.08		.07		
26  Max. S. Mill. <sub>sp</sub> = 1.3	1	.86	.83	.80	.82	.79	.77	.75	.72	.70	.68	.66	.65	.62	.61	.60				
	2	.76	.71	.67	.73	.68	.65	.67	.63	.60	.60	.58	.56	.54	.52	.50		.49		
	3	.68	.62	.57	.65	.60	.56	.60	.56	.52	.49	.46	.42	.40	.38	.36		.35		
	4	.61	.54	.49	.58	.52	.48	.54	.49	.45	.44	.40	.37	.35	.33	.31		.29		
	5	.54	.47	.42	.52	.46	.41	.48	.43	.39	.36	.32	.28	.27	.25	.23		.22		
	6	.49	.42	.37	.47	.40	.36	.43	.38	.34	.30	.26	.22	.21	.19	.18		.17		
	7	.44	.37	.32	.42	.36	.31	.39	.34	.30	.26	.22	.18	.17	.15	.14		.13		
	8	.39	.32	.27	.38	.31	.27	.35	.30	.26	.22	.18	.14	.13	.11	.10		.09		
	9	.35	.29	.24	.34	.28	.23	.31	.26	.22	.18	.14	.10	.09	.07	.06		.05		
	10	.32	.26	.21	.31	.25	.21	.28	.23	.19	.15	.11	.07	.06	.04	.03		.02		

### L A M P I R A N III

## COEFFICIENT OF UTILIZATION FOR TYPICAL LUMINAIRES



21	 0% 70%	Max. S. M.I.L. <sub>90</sub> = 1.5																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
.78	.77	.74	.76	.75	.73	.74	.72	.70	.71	.69	.65	.74	.72	.71	.70	.68	.68	.67	.66	.65
.72	.68	.60	.71	.67	.65	.67	.63	.61	.64	.62	.54	.62	.60	.58	.60	.58	.60	.58	.61	.59
.60	.62	.59	.65	.61	.58	.59	.55	.53	.59	.55	.52	.57	.54	.51	.55	.53	.50	.47	.55	.44
.60	.56	.52	.59	.55	.52	.54	.49	.46	.53	.49	.46	.52	.48	.45	.50	.47	.45	.48	.45	.44
.55	.50	.47	.54	.50	.46	.49	.45	.41	.49	.45	.41	.47	.43	.40	.46	.42	.40	.43	.41	.40
.51	.45	.42	.49	.45	.42	.45	.40	.37	.45	.40	.37	.44	.40	.37	.43	.39	.36	.43	.36	.35
.46	.41	.37	.46	.41	.37	.41	.36	.33	.41	.36	.33	.40	.36	.33	.39	.35	.32	.39	.32	.28
.42	.37	.33	.42	.37	.33	.38	.33	.30	.37	.33	.30	.37	.32	.29	.36	.32	.29	.36	.32	.29
.39	.33	.30	.38	.33	.30	.35	.30	.25	.32	.28	.25	.32	.28	.24	.31	.27	.24	.31	.27	.24
.33	.28	.25	.33	.28	.25	.30	.25	.22	.30	.25	.22	.29	.25	.22	.29	.25	.22	.29	.24	.21
.30	.25	.22	.30	.25	.22	.28	.23	.20	.28	.23	.20	.27	.23	.20	.27	.23	.20	.27	.23	.20

22	 0% 70%	Max. S. M.I.L. <sub>90</sub> = 1.2																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
.75	.73	.71	.74	.72	.70	.71	.69	.65	.71	.69	.65	.73	.71	.68	.67	.66	.65	.64	.62	.61
.68	.64	.61	.67	.63	.61	.64	.62	.54	.64	.62	.54	.62	.60	.58	.60	.58	.61	.57	.61	.55
.62	.57	.54	.60	.56	.53	.59	.55	.52	.59	.55	.52	.57	.54	.51	.55	.53	.50	.47	.55	.44
.56	.52	.47	.55	.51	.47	.53	.49	.46	.53	.49	.46	.52	.48	.45	.50	.47	.45	.48	.45	.44
.50	.45	.41	.49	.44	.41	.48	.44	.40	.48	.44	.40	.47	.43	.40	.46	.42	.40	.43	.41	.40
.45	.40	.36	.45	.40	.36	.43	.39	.36	.43	.39	.36	.42	.38	.35	.41	.38	.35	.41	.38	.34
.41	.36	.32	.41	.35	.32	.40	.35	.31	.39	.34	.31	.38	.34	.31	.38	.34	.31	.38	.34	.30
.37	.32	.28	.37	.32	.28	.36	.31	.28	.35	.31	.28	.34	.30	.28	.34	.30	.28	.34	.30	.26
.33	.28	.24	.33	.28	.24	.32	.28	.24	.32	.28	.24	.31	.27	.24	.31	.27	.24	.31	.27	.23
.30	.25	.22	.30	.25	.22	.29	.25	.22	.29	.25	.22	.29	.25	.22	.29	.25	.22	.29	.24	.21

23	 0% 80%	Max. S. M.I.L. <sub>90</sub> = 0.0																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
.89	.87	.85	.87	.85	.84	.84	.82	.81	.84	.82	.81	.81	.80	.79	.81	.79	.78	.77	.77	.75
.82	.79	.76	.81	.78	.76	.76	.76	.74	.78	.76	.74	.76	.74	.72	.74	.72	.74	.72	.71	.69
.76	.72	.69	.75	.71	.69	.69	.67	.65	.71	.69	.67	.67	.64	.61	.69	.67	.65	.64	.63	.61
.71	.66	.63	.70	.66	.62	.62	.60	.58	.66	.62	.62	.62	.59	.56	.65	.61	.58	.55	.54	.52
.66	.61	.57	.65	.61	.57	.57	.55	.52	.63	.59	.56	.57	.55	.52	.61	.57	.54	.52	.50	.46
.61	.56	.53	.61	.56	.53	.53	.51	.48	.59	.55	.52	.54	.51	.48	.58	.54	.51	.47	.46	.42
.57	.52	.48	.56	.52	.48	.48	.46	.44	.55	.51	.48	.51	.48	.44	.54	.50	.46	.43	.42	.38
.53	.48	.44	.52	.48	.44	.44	.42	.40	.51	.47	.44	.47	.44	.40	.50	.46	.42	.39	.38	.35
.49	.43	.40	.48	.43	.40	.40	.38	.36	.47	.43	.40	.43	.40	.36	.46	.42	.38	.36	.34	.30
.45	.40	.37	.45	.40	.37	.37	.35	.32	.43	.39	.36	.39	.36	.32	.43	.39	.36	.34	.33	.29
.41	.36	.32	.41	.36	.32	.32	.30	.28	.39	.35	.32	.35	.32	.28	.39	.35	.32	.31	.27	.24
.37	.32	.28	.37	.32	.28	.28	.26	.24	.35	.31	.28	.31	.28	.24	.35	.31	.28	.27	.24	.21
.33	.28	.24	.33	.28	.24	.24	.22	.20	.31	.27	.24	.27	.24	.20	.31	.27	.24	.24	.21	.18
.30	.25	.22	.30	.25	.22	.22	.20	.18	.29	.25	.22	.25	.22	.18	.29	.25	.22	.21	.18	.15

Max. S. M.I.L.<sub>90</sub> = 1.5

Max. S. M.I.L.<sub>90</sub> = 1.2

Max. S. M.I.L.<sub>90</sub> = 0.0

# LAMP IRAN III






## EFFICIENT OF UTILIZATION FOR TYPICAL LUMINAIRES

9		Max. S. MH <sub>1-7</sub> = 1.1													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
		.59	.57	.56	.58	.56	.55	.54	.53	.53	.52	.51	.51	.50	.49
		.53	.50	.47	.52	.49	.47	.45	.48	.46	.45	.44	.43	.44	.43
		.48	.44	.41	.47	.43	.40	.41	.38	.35	.34	.33	.32	.33	.32
		.43	.39	.36	.42	.39	.36	.37	.33	.31	.30	.29	.28	.29	.28
		.39	.34	.31	.38	.34	.31	.32	.30	.27	.27	.26	.25	.26	.25
		.35	.31	.28	.35	.31	.28	.31	.27	.25	.24	.23	.22	.23	.22
		.32	.28	.25	.32	.28	.25	.28	.24	.22	.21	.20	.19	.20	.19
		.29	.25	.22	.29	.25	.22	.26	.22	.20	.19	.18	.17	.18	.17
		.26	.22	.19	.26	.22	.19	.23	.20	.18	.17	.16	.15	.16	.15
		.24	.20	.17	.24	.20	.17	.21	.18	.16	.15	.14	.13	.14	.13
		Max. S. MH <sub>1-7</sub> = 1.1													
10		Max. S. MH <sub>1-7</sub> = 0.9													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
		.49	.47	.46	.45	.46	.45	.44	.43	.42	.41	.40	.41	.40	.39
		.44	.42	.40	.43	.41	.39	.42	.40	.38	.38	.37	.36	.37	.36
		.40	.37	.35	.39	.37	.35	.38	.36	.34	.34	.33	.32	.33	.32
		.37	.33	.31	.36	.33	.31	.35	.32	.30	.29	.28	.27	.28	.27
		.33	.30	.27	.33	.29	.27	.32	.29	.27	.26	.24	.23	.24	.23
		.30	.27	.25	.30	.27	.24	.29	.26	.24	.22	.21	.20	.21	.20
		.28	.25	.22	.28	.24	.22	.27	.24	.22	.21	.19	.18	.19	.18
		.25	.22	.21	.25	.22	.21	.25	.22	.21	.19	.17	.16	.17	.16
		.23	.19	.18	.23	.19	.18	.22	.19	.18	.17	.16	.15	.16	.15
		.21	.18	.16	.21	.18	.16	.20	.18	.16	.15	.14	.13	.14	.13
		Max. S. MH <sub>1-7</sub> = 0.9													
11		Max. S. MH <sub>1-7</sub> = 1.2													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
		.66	.65	.63	.64	.63	.62	.62	.61	.60	.59	.58	.57	.57	.55
		.61	.59	.56	.61	.58	.56	.58	.56	.54	.53	.52	.51	.52	.51
		.57	.54	.51	.56	.53	.51	.55	.52	.50	.49	.48	.47	.48	.46
		.53	.49	.46	.52	.49	.46	.51	.48	.45	.44	.43	.42	.43	.41
		.49	.45	.42	.48	.45	.42	.47	.44	.42	.40	.38	.37	.38	.36
		.45	.42	.39	.45	.41	.39	.44	.41	.38	.35	.34	.33	.34	.32
		.42	.38	.36	.42	.38	.35	.41	.38	.35	.32	.31	.30	.31	.29
		.39	.34	.31	.39	.35	.32	.38	.35	.32	.29	.28	.27	.28	.26
		.36	.32	.30	.36	.32	.29	.35	.32	.29	.26	.25	.24	.25	.23
		.32	.28	.25	.32	.28	.25	.31	.28	.25	.22	.21	.20	.21	.19
		.30	.26	.24	.30	.26	.24	.29	.26	.24	.21	.19	.18	.19	.17
		.28	.24	.22	.28	.24	.22	.27	.24	.22	.19	.17	.16	.17	.15
		.26	.22	.20	.26	.22	.20	.25	.22	.20	.18	.16	.15	.16	.14
		.24	.20	.17	.24	.20	.17	.21	.18	.16	.15	.14	.13	.14	.12
		Max. S. MH <sub>1-7</sub> = 1.2													

EFFICIENT OF UTILIZATION FOR TYPICAL LUMINAIRES

LIGHTING SYSTEMS

Utilization Factors for Typical Luminaires of the Five Classifications of Lighting Systems

Luminaire Type	Light Distribution	Ceiling	70%		50%		30%			
			Walls	10°	30°	10°	30°	10°	30°	
			Room Index	Utilization Factors						
Direct Maintenance Factor Good..... 0.75 Average..... 0.65 Poor..... 0.55		J	0.37	0.31	0.27	0.36	0.31	0.27	0.31	0.27
		I	0.45	0.41	0.35	0.45	0.40	0.37	0.40	0.37
		II	0.49	0.45	0.42	0.49	0.45	0.42	0.45	0.42
		CI	0.53	0.49	0.46	0.53	0.49	0.46	0.48	0.46
		F	0.56	0.53	0.49	0.55	0.52	0.49	0.51	0.49
		I'	0.61	0.58	0.55	0.60	0.57	0.55	0.56	0.55
		II'	0.66	0.61	0.60	0.64	0.62	0.60	0.61	0.60
		C'	0.67	0.65	0.62	0.66	0.64	0.62	0.63	0.61
		II	0.71	0.65	0.66	0.69	0.67	0.65	0.66	0.64
		A	0.72	0.70	0.67	0.71	0.68	0.67	0.67	0.66
		Semi-direct Maintenance Factor Good..... 0.75 Average..... 0.65 Poor..... 0.55		J	0.27	0.25	0.19	0.26	0.22	0.19
I	0.35			0.29	0.26	0.35	0.28	0.25	0.27	0.24
II	0.38			0.34	0.30	0.36	0.32	0.29	0.30	0.25
CI	0.43			0.38	0.34	0.40	0.36	0.32	0.33	0.31
F	0.46			0.41	0.37	0.43	0.39	0.35	0.37	0.33
I'	0.50			0.46	0.42	0.47	0.43	0.40	0.40	0.36
II'	0.55			0.50	0.46	0.51	0.47	0.44	0.44	0.42
C'	0.58			0.53	0.49	0.53	0.49	0.46	0.46	0.44
II	0.62			0.57	0.53	0.57	0.53	0.51	0.50	0.48
A	0.64			0.60	0.56	0.59	0.55	0.52	0.51	0.49
General Diffuse Maintenance Factor Good..... 0.75 Average..... 0.70 Poor..... 0.65				J	0.24	0.19	0.16	0.22	0.18	0.15
		I	0.29	0.25	0.22	0.27	0.23	0.20	0.21	0.19
		II	0.33	0.28	0.26	0.30	0.26	0.24	0.24	0.21
		CI	0.37	0.32	0.29	0.35	0.29	0.26	0.26	0.24
		F	0.40	0.36	0.31	0.36	0.32	0.29	0.29	0.26
		I'	0.45	0.40	0.36	0.40	0.36	0.33	0.32	0.29
		II'	0.48	0.43	0.39	0.43	0.39	0.36	0.34	0.31
		C'	0.51	0.46	0.42	0.45	0.41	0.37	0.37	0.34
		II	0.55	0.50	0.47	0.49	0.45	0.42	0.40	0.38
		A	0.57	0.53	0.49	0.51	0.47	0.44	0.41	0.40
		Semi-indirect Maintenance Factor Good..... 0.70 Average..... 0.65 Poor..... 0.60		J	0.20	0.16	0.13	0.16	0.13	0.11
I	0.24			0.20	0.18	0.20	0.17	0.15	0.13	0.12
II	0.28			0.24	0.21	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13
CI	0.31			0.27	0.24	0.26	0.22	0.20	0.17	0.15
F	0.34			0.30	0.27	0.28	0.24	0.22	0.19	0.17
I'	0.38			0.34	0.31	0.31	0.27	0.25	0.21	0.19
II'	0.42			0.38	0.35	0.34	0.30	0.28	0.23	0.22
C'	0.45			0.41	0.37	0.36	0.32	0.30	0.25	0.23
II	0.49			0.45	0.42	0.39	0.35	0.34	0.27	0.23
A	0.51			0.47	0.44	0.41	0.38	0.36	0.28	0.27
Indirect Maintenance Factor Good..... 0.60 Average..... 0.50 Poor..... 0.40				J	0.15	0.11	0.10	0.09	0.05	0.06
		I	0.19	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.06	0.04
		II	0.22	0.19	0.16	0.14	0.12	0.10	0.07	0.05
		CI	0.26	0.22	0.19	0.17	0.14	0.13	0.08	0.07
		F	0.28	0.24	0.21	0.19	0.16	0.14	0.09	0.08
		I'	0.32	0.28	0.25	0.21	0.18	0.17	0.11	0.10
		II'	0.35	0.31	0.29	0.23	0.21	0.19	0.12	0.11
		C'	0.38	0.34	0.31	0.25	0.22	0.21	0.13	0.12
		II	0.42	0.39	0.36	0.27	0.25	0.24	0.15	0.14
		A	0.43	0.41	0.38	0.29	0.27	0.25	0.16	0.15

## L A M P I R A N V.

## LEVELS OF ILLUMINATION CURRENTLY RECOMMENDED

Interior Lighting			
	Footcandles on Tasks*	Area	Footcandles on Tasks*
<b>Manufacturing</b>		<b>Auditoriums</b>	
<b>arts</b>		Assembly only.....	15
<b>production</b> .....	100	Exhibitions.....	30
<b>inspection</b> .....	200	Social activities.....	5
<b>manufacturing</b>		<b>Automobile showrooms (see Stores)</b>	
<b>drilling, riveting, screw fastening</b> .....	70	<b>Automobile manufacturing</b>	
<b>gray booths</b> .....	100	Frame assembly.....	50
<b>sheet aluminum layout and template</b>		Chassis assembly line.....	100
<b>work, shaping, and smoothing of</b>		Final assembly, inspection line.....	200
<b>small parts for fuselage, wing sec-</b>		Body manufacturing	
<b>tions, cowling, etc.</b> .....	100†	Parts.....	70
<b>General illumination</b> .....	50	Assembly.....	100
<b>precision manual arc welding</b> .....	1000*	Finishing and inspecting.....	200
<b>assembly</b>		<b>Bakeries</b>	
<b>landing gear, fuselage, wing sections,</b>		Mixing room.....	50
<b>cowling, and other large units</b> ....	100	Face of shelves (vertical illumination)..	30
<b>assembly</b>		Inside of mixing bowl (vertical mixers)..	50
<b>blacing of motors, propellers, wing</b>		Fermentation room.....	30
<b>sections, landing gear</b> .....	100	Make-up room	
<b>tion of assembled ship and its equip-</b>		Bread.....	30
<b>ment</b> .....	100	Sweet yeast-raised products.....	50
<b>no tool repairs</b> .....	100	Proofing room.....	30
<b>Warehouses</b>		Oven room.....	30
<b>for service only</b> .....	100	Fillings and other ingredients.....	50
.....	20	Decorating and icing	
<b>stations</b> .....	30	Mechanical.....	50
<b>Stores</b>		Hand.....	100
<b>general</b> .....	30	Scales and thermometers.....	50
<b>displayings (supplementary)</b> .....	30*	Wrapping room.....	30
<b>statuary and other displays</b> .....	100*	<b>Banks</b>	
<b>for easy seeing</b> .....	30	Lobby	
<b>for difficult seeing</b> .....	50	General.....	50
<b>illumination</b> .....	100	Writing areas.....	70
<b>for fine</b> .....	500*	Tellers' stations.....	150
<b>for fine</b> .....	1000*	Posting and keypunch.....	150
		<b>Barber shops and beauty parlors</b> .....	100

\* on the task at any time. For general notes see beginning of tabulation. For other notes see end of tabulation.

Footcandles on Tasks*	Area	Footcandles on Tasks*
welding, josting, etc.....		70
unching, stitching.....		70
and inspection.....		200
.....		30
d keg washing.....		30
ttion, cans, kegs).....		50
.....		50
ment.....		50
department		
king, winnowing, fat extraction, crushing and refining, feeding.....		50
n cleaning, sorting, slipping, packing, wrapping.....		50
ing.....		100
king		
ing, cooking, molding.....		50
s and jellied forms.....		50
orating.....		100
ly		
ing, cooking, molding.....		50
cutting and sorting.....		100
ing and wrapping.....		100
preserving		
ading raw material samples.....		50
antors.....		100
or grading (cutting rooms).....		200*
on		
liminary sorting		
Apricots and peaches.....		50
Tomatoes.....		100
Olives.....		150
tting and pitting.....		100
al sorting.....		100
ntinuous-belt canning.....		100
ck canning.....		100
nd packing.....		50
Olives.....		100
tion of canned samples.....		200*
r handling		
pection.....		300*
in unscramblers.....		70
sheling and cartoning.....		30
on		
litioning equipment, air preheater and n floor, ash sluicing.....		10
ies, battery rooms, boiler feed pumps, aks, compressors, gauge area.....		20
latforms.....		10
latforms.....		20
ooms, circulator, or pump bay.....		10
al laboratory.....		50
iveyor, crusher, feeder, scale areas, ilverizor, fan area, transfer tower.....		10
ers, decantor floor, evaporator floor, ater floors.....		10
	Control rooms	
	Vertical face of switchboards	
	Simplex or section of duplex facing operator:	
	Type A—Large centralized control room 66 inches above floor.....	50
	Type B—Ordinary control room 66 inches above floor.....	30
	Section of duplex facing away from operator.....	30
	Bench boards (horizontal level).....	50
	Area inside duplex switchboards.....	10
	Rear of all switchboard panels (vertical).....	10
	Emergency lighting, all areas.....	3
	Dispatch boards	
	Horizontal plane (desk level).....	50
	Vertical face of board (48 inches above floor, facing operator):	
	System load dispatch room.....	50
	Secondary dispatch room.....	30
	Hydrogen and carbon dioxide manifold area.....	20
	Precipitators.....	10
	Screen house.....	20
	Soot or slag blower platform.....	10
	Steam headers and throttles.....	10
	Switchgear, power.....	20
	Telephone equipment room.....	20
	Tunnels or galleries, piping.....	10
	Turbine bay sub-basement.....	20
	Turbine room.....	30
	Visitor's gallery.....	20
	Water treating area.....	20
	Chemical works	
	Hand furnaces, boiling tanks, stationary driers, stationary and gravity crystallizers.....	30
	Mechanical furnaces, generators and stills, mechanical driers, evaporators, filtra- tion, mechanical crystallizers, bleaching.....	30
	Tanks for cooking, extractors, percolators, nitators, electrolytic cells.....	30
	Churches and synagogues	
	Altar, ark, reredos.....	100*
	Choir <sup>†</sup> and chancel.....	30*
	Classrooms.....	30
	Pulpit, rostrum (supplementary illumination).....	50*
	Main worship area <sup>‡</sup>	
	Light and medium interior finishes.....	15*
	For churches with special zeal.....	30*
	Art glass windows (test recommended)	
	Light color.....	50
	Medium color.....	100
	Dark color.....	500
	Especially dense windows.....	1000
	Clay products and cements	
	Grinding, filter presses, kiln rooms.....	30
	Molding, pressing, cleaning, trimming.....	30
	Enameling.....	100

\* the task at any time. For general notes see beginning of tabulation. For other notes see end of tabulation.



	Footcandles sq. ft.	Area	Footcandles on Task*
Etching—rough work	100	Storage refrigerator	30
Etching—fine work	300	Tanks, vats	20
measuring industry		Light interiors	150
Etching	50	Dark interiors	50
Wet cleaning and steaming	50	Victrola (see loss)	50
Wet and spitting	500	Weighting room	50
		Sealer	75
			6
	150	Dance halls	
	150		
and alteration	300	Depots, terminals, and stations	
		Waiting room	300
		Ticket office	
	2000*	General	150
	300*	Ticket rack and counters	100
	500*	Rest rooms and smoking room	50
	300*	Baggage checking	50
		Concessions	50
		Platforms	50
		Toilets and washrooms	50
Manufacture (men's)		Dispatch boards (see Central station)	
Cutting, opening, storing, shipping	30	Drafting	
Pressing (perching)	2000*	Electrical (see starting)	
Pressing, decating, winding, measuring	30	Insulation	50
Pressing and marking	100	Insulation	100
Pressing	300*	Testing	100
Pressing, making, preparation of trimming,		Elevators, freight	20
Pressing, canvas and shoulder pads	50	Engraving (see)	
Pressing, bundling, shading, stitching	30	Explosives	
Pressing	100	Hand (see)	
Pressing	500*	Mechanical (see)	
Pressing	300*	Mechanical (see)	
Pressing	500*	Mechanical (see)	
Pressing		Tanks for cooking, extractors, percolators,	
Pressing		nitration	30
Pressing			
Pressing		Farms—dairy	
Pressing		Milking operation area (milking parlor and	
Pressing		stall barn)	
Pressing	30	General	20
Pressing	70	Cow's udder	50
Pressing		Milk handling equipment and storage area	
Pressing		(milk house or milk room)	
Pressing	30	General	20
Pressing	30	Washing area	100
Pressing	50	Bulk tank interior	100
Pressing		Loading platform	20
Pressing	30	Feeding area (stall barn feed alley, pens,	
Pressing	30	loose housing feed area)	20
Pressing	100	Fuel storage area—(forage)	
Pressing	50	Haymow	3
Pressing	100	Hay inspection area	20
Pressing	50	Ladders and stairs	20
Pressing	30	Silo	3
Pressing	30	Silo room	20
Pressing	30		

\* on the task at any time. For general notes see beginning of tabulation. For other notes see end of tabulation.

	Footcandles on Tasks*	Area	Footcandles on Tasks*
go area—grain and concentrate		<b>Glass works</b>	
n bin.....	3	Mix and furnace rooms, pressing and Lehr,	
entrate storage area.....	10	glassblowing machines.....	30
wing area.....	10	Grinding, cutting glass to size, silvering.....	50
housing area (community, water-		Fine grinding, beveling, polishing.....	100
, individual calf pens, and loose		Inspection, etching and decorating.....	200'
sing holding and resting areas).....	7	<b>Glove manufacturing</b>	
storage area (garage and machine		Pressing.....	300*
J).....	5	Knitting.....	100
p area		Sorting.....	100
ive storage area.....	10	Cutting.....	300*
eral shop area (machinery repair,		Sewing and inspection.....	500*
rough sawing).....	30	<b>Hangers (see Aircraft hangers)</b>	
ugh bench and machine work (paint-		<b>Hat manufacturing</b>	
ing, fine storage, ordinary sheet		Dyeing, stiffening, braiding, cleaning, refining.....	100
metal work, welding, medium		Forming, sizing, pouncing, flanging, finishing,	
benchwork).....	50	ironing.....	200
edium bench and machine work (fine		Sewing.....	500*
woodworking, drill press, metal		<b>Homes (see Residences)</b>	
lathe, grinder).....	100	<b>Hospitals</b>	
neous areas		Anesthetizing and preparation room.....	30
arm office.....	70	Autopsy and morgue	
extrooms.....	30	Autopsy room.....	100
umphouse.....	20	Autopsy table.....	1000
<b>o Municipal buildings)</b>		Museum.....	50
t, sifting, purifying.....	50	Morgue, general.....	20
k.....	30	Central sterile supply	
t control.....	100	General, work room.....	30
ng, screens, man lifts, sideways and		Work tables.....	50
walkways, bin checking.....	30	Glove room.....	50
.....	50	Syringe room.....	150
ding (furnaces).....	30	Needle sharpening.....	150
ding.....	30	Storage areas.....	30
making		Issuing sterile supplies.....	50
Fine.....	100	<b>Corridor</b>	
Medium.....	50	General in nursing areas—daytime.....	20
ding and clipping.....	100	General in nursing areas—night (rest	
ection		period).....	3
Fine.....	500*	Operating, delivery, recovery, and	
Medium.....	100	laboratory suites and service	
ding		areas.....	30
Medium.....	100	<b>Cystoscopic room</b>	
Large.....	50	General.....	100
ring.....	50	Cystoscopic table.....	2500
ting.....	50	<b>Dental suite</b>	
ols.....	20	Operatory, general.....	70
keout.....	30	Instrument cabinet.....	150
-automobile and truck		Dental entrance to oral cavity.....	1000
vice garages		Prosthetic laboratory bench.....	10
Repairs.....	100	Recovery room, general.....	
Active traffic areas.....	20	Recovery room, local for observation... ..	7
rking garages		<b>Electromyographic suite</b>	
Entrance.....	50	General.....	3
Traffic lanes.....	10	Local for insertion of needle electrodes..	100
Storage.....	5	<b>Encephalographic suite</b>	
e station (see Service station)		Office (see Offices)	
		Work room, general.....	

	Footcandles on Tasks*	Area	Footcandles on Tasks*
desk or table	100	Obstetrical suite	
room	30	Labor room, general	20
rooms, general	30	Labor room, local	100
rooms, local	50	Scrub-up area	30
boards, charts	30	Delivery room, general	100
waiting room		Substerilizing room	30
	100	Delivery table	2500
	2000	Clean-up room	30
specimen room		Recovery room, general	30
	30	Recovery room, local	100
table	50	Patients' rooms (private and wards)	
bench	50	General	10
child treatment room		Reading	30
	50	Observation (by nurse)	2
g table	100	Night light, at floor (variable)	0.5-1.5
	5	Examining light	100
hand and throat suite		Toilets	30
examination (variable)	0-10	Pediatric nursing unit	
examination and treatment	50	General, crib room	20
examination, throat room	50	General, bedroom	10
	10	Reading	30
examination	30	Playroom	30
examination and filling	50	Treatment room, general	50
	50	Treatment room, local	100
	50	Pharmacy	
table	200	Compounding and dispensing	100
basinet	50	Manufacturing	50
sink	50	Parenteral solution room	50
nursing areas		Active storage	30
local	30	Alcohol vault	10
	100	Radioisotope facilities	
local	50	Radiochemical laboratory, general	30
work areas	100	Uptake or scanning room	20
(unattended)		Examining table	50
g soiled linen	30	Retiring room	
g (clean) linen room	30	General	10
g room, general	30	Local for reading	30
g room, work area	100	Solarium	
closet	10	General	20
entrance foyer		Local for reading	30
g day	50	Stairways	20
g night	20	Surgical suite	
boards	20	Instrument and sterile supply room	30
boards room	100	Clean-up room, instrument	100
board		Scrub-up area	30
board—day	70	Operating room, general	100
board—night	30	Operating table	2500
board for records and charting	70	Recovery room, general	30
board for doctor's making or viewing reports	70	Recovery room, local	100
board counter	100	Anesthesia storage	20
board room		Substerilizing room	30
board	30	Therapy, physical	
board for grooming	50	General	20
board infant	30	Exercise room	30
board	30	Treatment cubicles, local	30
board, local at basinet	100	Whirlpool	20
board and treatment table	100	Lip reading	100
board station and work space (see Nurse Station)		Office (see Offices)	
		Therapy, occupational	
		Work area, general	
		Work tables or benches, adjustable	
		Work tables or benches, fixed	

be task at any time. For general notes see beginning of tabulation. For other notes see end of tabulation.

	Footcandles on Tasks*	Area	Footcandles on Tasks*
.....	30	Checker cellar.....	10
.....	20	Buggy and door repair.....	30
.....	50	Stripping yard.....	20
nter.....	20	Scrap stockyard.....	10
or areas.....	20	Mixer building.....	30
reading.....	30	Calcining building.....	10
.....	10	Skull cracker.....	10
.....	10	Rolling mills	
.....	0-10	Blooming, slabbing, hot strip, hot sheet.....	30
.....	10	Cold strip, plate.....	30
.....	10	Pipe, rod, tube, wire drawing.....	50
.....	30	Merchant and sheared plate.....	30
.....	30	Tin plate mills	
.....	10	Tinning and galvanizing.....	50
.....	30	Cold strip rolling.....	50
.....	30	Motor room, machine room.....	30
.....	10	Inspection	
.....	10	Black plate, bloom and billet chipping.....	100
.....	30*	Tin plate and other bright surfaces.....	200*
.....	10	Jewelry and watch manufacturing.....	500*
.....	30	Kitchens (see Restaurants or Residences)	
.....	30*	Laundries	
.....	30*	Washing.....	30
.....	10	Flat work ironing, weighing, listing, marking.....	50
.....	20	Machine and press finishing, sorting.....	70
.....	30	Fine hand ironing.....	100
.....	50	Leather manufacturing	
.....	100	Cleaning, tanning and stretching, vats.....	30
.....	20	Cutting, fleshing and stuffing.....	50
.....	10	Finishing and scarfing.....	100
.....	30	Leather working	
.....	30	Pressing, winding, glazing.....	200
.....	30	Grading, matching, cutting, scarfing, sewing.....	300*
.....	30	Library	
.....	50	Reading room	
.....	100	Study and notes.....	70
.....	200	Ordinary reading.....	30
.....	500*	Stacks.....	30
.....	1000*	Book repair and binding.....	50
.....		Cataloging.....	70
.....		Card files.....	70
.....		Check-in and check-out desks.....	70
.....		Locker rooms.....	20
.....		Machine shops	
.....		Rough bench and machine work.....	50
.....		Medium bench and machine work, ordinary automatic machines, rough grinding, medium buffing and polishing.....	100
.....		Fine bench and machine work, fine automatic machines, medium grinding, fine buffing and polishing.....	500*
.....		Extra-fine bench and machine work, grinding, fine work.....	1000*

\* the task at any time. For general notes see beginning of tabulation. For other notes see end of tabulation.

	Footcandles on Tasks*	Area	Footcandles on Tasks*
staging, blocking.....	50	<b>Rubber goods—mechanical</b>	
finishing, proofing.....	100	Stock preparation	
ing, masking.....	100	Plasticating, milling, Banbury.....	30
(see Hospitals)		Calendering.....	50
		Fabric preparation, stock cutting, hose looms.	50
		Extruded products.....	50
		Molded products and curing.....	50
		Inspection.....	200*
ping (see Materials handling)		<b>Rubber tire and tube manufacturing</b>	
		Stock preparation	
tasks <sup>1</sup>		Plasticating, milling, Banbury.....	30
times.....	30	Calendering.....	50
activities		Fabric preparation	
ink.....	70	Stock cutting, braid building.....	50
angle and work surfaces.....	50	Tube and tread tubing machines.....	50
y, trays, ironing board, ironer...	50	Tire building	
g and writing, including studying		Solid tires.....	30
books, magazines, newspapers....	30	Pneumatic tires.....	50
handwriting, reproduction and		Curing department	
poor copies.....	70	Tube and casing.....	70
Desks, study.....	70	Final inspection	
ig music scores <sup>2</sup>		Tube, casing.....	200*
Simple scores.....	30	Wrapping.....	50
Advanced scores.....	70	<b>Sawmills</b>	
t		Grading redwood lumber.....	300*
Dark fabrics (fine detail, low		<b>Schools</b>	
contrast).....	200	Tasks	
Prolonged periods (light to me-		Reading printed material.....	30
dium fabrics).....	100	Reading pencil writing.....	70
Occasional periods (light fabrics).	50	Spirit duplicated material	
Occasional periods (coarse thread,		Good.....	30
large stitches, high con-		Poor.....	100
trast thread to fabric)....	30	Drafting, benchwork.....	100*
ing, make-up, grooming; on the		Lip reading, chalkboards, sewing.....	150*
face at mirror locations.....	50	<b>Classrooms</b>	
hting		Art rooms.....	70
safety in passage areas.....	10**	Drafting rooms.....	100*
s primarily for relaxation, recrea-		Home economics rooms	
tion, and conversation.....	10**	Sewing.....	150*
s involving visual task.....	30	Cooking.....	50
		Ironing.....	50
uch rooms, cafeterias		Sink activities.....	70
as		Note-taking areas.....	70
hier.....	50	Laboratories.....	100
mate type		Lecture rooms	
Light environment.....	10	Audience area.....	70
Subdued environment.....	3	Demonstration area.....	150*
cleaning.....	20	<b>Music rooms</b>	
sure type		Simple scores.....	30
Light environment.....	30	Advanced scores.....	70*
Subdued environment.....	15	<b>Shops.....</b>	100*
ck service type		Sight-saving rooms.....	150*
Bright surroundings <sup>3</sup> .....	100	Study halls.....	70
Normal surroundings <sup>3</sup> .....	50	Typing.....	70
plays—twice the general levels but		Corridors and stairways.....	20
under.....	50	<b>Dormitories</b>	
ommercial		General.....	10
pection, checking, preparation, and		Reading books, magazines, newspapers..	30
pricing.....	70	Study desk.....	70
her areas.....	30		

\*the task at any time. For general notes see beginning of tabulation. For other notes see end of tabulation.

	Footcandles on Tasks*	Area	Footcandles on Tasks*
<b>Woolen and worsted</b>			
Woolen and synthetics		Gray-goods room	150
Dyeing		Burling.....	300*
Dyeing, fugitive tinting, and conditioning or setting of twist.....	30	Sewing.....	70
Twisting, rewinding and coning, fling, slashing		Folding.....	60
Light thread.....	50	Wet finishing, fulling, scouring, crabbing, drying.....	100*
Dark thread.....	200	Dyeing.....	70
(milk or cotton system)		Dry finishing, napping, conditioning, pressing..	100
on reel, on running ends, on reel, on beam, on warp at beaming.....	100	Dry finishing, shearing.....	2000*
on beddles and reel.....	200	Inspecting (perching).....	70
	100	Folding.....	70
<b>Woolen and worsted</b>			
Blending, pinking.....	30	<b>Theatres and motion picture houses</b>	
Combing, recombining and gilling.....	100*	Auditoriums	
Dyeing		During intermission.....	5
White.....	50	During picture.....	0.1
Colored.....	100	Foyer.....	5
Wool (franso)		Lobby.....	20
White.....	50	<b>Tobacco products</b>	
Colored.....	100	Drying, stripping, general.....	30
Wool (mule)		Grading and sorting.....	200*
White.....	50	<b>Toilets and wash rooms.....</b>	
Colored.....	100	<b>Upholstering--automobile, coach, furniture.....</b>	
Wool		<b>Warehouse (see Storage rooms)</b>	
White.....	50	<b>Welding</b>	
Colored.....	100	General illumination.....	50
Wool		Precision manual arc welding.....	1000
White.....	30	<b>Woolworking</b>	
Colored.....	50	Rough sawing and bench work.....	30
Wool		Sizing, planing, rough sanding, medium quality machine and bench work, gluing, veneering, cooperage.....	50
White.....	100	Fine bench and machine work, fine sanding and finishing.....	100
White (at reel).....	100		
Colored.....	100		
Colored (at reel).....	300*		
Wool			
White.....	100		
Colored.....	200		

Exterior Lighting

(construction)		Dark surroundings	
General construction.....	10	Light surfaces.....	1
Aviation work.....	2	Medium light surfaces.....	1
Exteriors		Medium dark surfaces.....	1
Entrances*		Dark surfaces.....	2
Active (pedestrian and/or conveyance).....	5	<b>Bulletin and poster boards</b>	
Inactive (normally locked, infrequently used).....	1	Bright surroundings	
Industrial locations or structures.....	5	Light surfaces.....	1
Adding surrounds.....	1	Dark surfaces.....	10
Signs and monuments, floodlighted		Dark surroundings	
Light surroundings		Light surfaces.....	1
Light surfaces.....	15	Dark surfaces.....	1
Medium light surfaces.....	20	<b>Central station</b>	
Medium dark surfaces.....	30	Catwalks.....	1
Dark surfaces.....	50	Cinder dumps.....	1
		Coal storage area.....	1

\*Number on the task at any time. For general notes see beginning of tabulation. For other notes see end of tabulation.



Area	Footcandles on Tasks*	Area	Footcandle on Tasks*
------	--------------------------	------	-------------------------

## Sports Lighting

Area	Footcandles on Tasks*	Area	Footcandle on Tasks*
<b>Sports Lighting</b>			
<b>Archery</b>	<i>Indoor</i>	<i>Outdoor</i>	
Target, tournament.....	50*	10*	
Target, recreational.....	30*	5*	
Shooting line, tournament.....	20	10	
Shooting line, recreational.....	10	5	
<b>Badminton</b>			
Tournament.....		30	
Club.....		20	
Recreational.....		10	
<b>Baseball</b>	<i>In field</i>	<i>Out field</i>	
Major league.....	150	100	
AA and AAA league.....	70	50	
A and B league.....	50	30	
C and D league.....	30	20	
Semi-pro and municipal league.....	20	15	
Recreational.....	15	10	
Junior league (Class I and Class II).....	30	20	
On seats during game.....		2	
On seats before and after game.....		5	
<b>Basketball</b>			
College and professional.....		50	
College intramural and high school.....		30	
Recreational (outdoor).....		10	
<b>Bathing beaches</b>			
On land.....		1	
150 feet from shore.....		3*	
<b>Bicycle racing (outdoor)</b>			
Tournament.....		20	
Competitive.....		10	
Recreational.....		5	
<b>Billiards (on table)</b>			
Tournament.....		50	
Recreational.....		30	
<b>Bowling*</b>			
	<i>Approaches</i>	<i>Lanes</i>	<i>Pins</i>
Tournament.....	10	20	50*
Recreational.....	10	10	30*
<b>Bowling on the green</b>			
Tournament.....		10	
Recreational.....		5	
<b>Boxing or wrestling (ring)</b>			
Championship.....		500	
Professional.....		200	
Amateur.....		100	
Seats during bout.....		2	
Seats before and after bout.....		5	
<b>Canoeing</b>			
	<i>Five or six</i>	<i>Target</i>	
Bait, dry fly, wet fly.....	10	5*	
<b>Croquet</b>			
Tournament.....		10	
Recreational.....		5	
<b>Curling</b>		<i>Tea</i>	<i>Rink</i>
Tournament.....		50	30
Recreational.....		20	10
<b>Drag strips</b>			
First one-half mile.....			20
Remaining runout.....			10
Staging area.....			10
<b>Fencing</b>			
Exhibitions.....			50
Recreational.....			30
<b>Football</b>			
Distance from nearest sideline to the farthest row of spectators			
Class I Over 100 feet.....			100
Class II 50 feet to 100 feet.....			50
Class III 30 feet to 50 feet.....			30
Class IV Under 30 feet.....			20
Class V No fixed seating facilities.....			10
It is generally conceded that the distance between 11 spectators and the play is the first consideration in deter- mining the class and lighting requirements. However, 11 potential seating capacity of the stands should also 1 considered and the following ratio is suggested: Class for over 30,000 spectators; Class II for 10,000 to 30,00 Class III for 5000 to 10,000; and Class IV for under 50 spectators.			
<b>Football, Canadian—rugby (see Football)</b>			
<b>Football, six-man</b>			
High school or college.....			20
Jr. high and recreational.....			10
<b>Golf driving</b>			
General on the tees.....			10
At 200 yards.....			5*
Practice and putting green.....			10
<b>Gymnasiums (refer to individual sports listed)</b>			
Exhibitions, matches.....			50
General exercising and recreation.....			30
Assemblies.....			10
Diners.....			5
Lockers and shower rooms.....			20
<b>Handball</b>			
Tournament.....			50
Club.....			30
Recreational.....			20



Area	Footcandles on Tasks*		Area	Footcandles on Tasks*	
<b>Horse shoes</b>			<b>Shooting</b>		
Tournament.....	10		<b>Trap</b>		
Recreational.....	5		Target.....	30'	
			Normal to all shooting positions from trap to boundary post		
<b>Hockey, field.....</b>		20	<b>Ski slope.....</b>		1
<b>Hockey, ice</b>			<b>Soccer (see Football)</b>		
College or professional.....	50	100	<b>Softball</b>		
Amateur league.....	20	50	Infield		
Recreational.....	10	20	Outfield		
<b>Jai-alai</b>			Professional and championship.....	50	30
Professional.....		100	Semi pro.....	30	20
Amateur.....		70	Industrial league.....	20	15
<b>Lacrosse.....</b>		20	Recreational.....	10	7
<b>Playgrounds.....</b>		5	<b>Squash</b>		
<b>Quilts.....</b>		5	Tournament.....		50
<b>Racing</b>			Club.....		30
Motor and horse.....		20	Recreational.....		20
Dog.....		30	<b>Swimming pools</b>		
<b>Rifle and pistol range</b>			Exhibitions.....	20	50
On target.....		100'	Recreational.....	10	30
Firing point.....		20	Underwater		
Range.....		10	Outdoors—60 lamp lumens/square-foot of surface area		
<b>Roller</b>			Indoors—100 lamp lumens/square-foot of surface area		
Professional.....		50	<b>Tennis, lawn</b>		
College.....		30	Outdoor		
Recreational.....		10	Indoor		
<b>Roque</b>			Tournament.....	30	50
Tournament.....		20	Club.....	20	30
Recreational.....		10	Recreational.....	10	20
<b>Shuffle board</b>			<b>Tennis, table</b>		
Outdoor			Tournament.....		50
Indoor			Club.....		30
Tournament.....	10	30	Recreational.....		20
Recreational.....	5	20	<b>Trap shoot (at 100 feet from trap)</b>		
<b>Skating</b>			Tournament.....		30'
Roller rink.....		10	Club.....		10'
Ice rink, indoor.....		10	Recreational.....		5'
Ice rink, outdoor.....		5	<b>Volley ball</b>		
Lagoon, pond, or flooded area.....		1	Tournament.....		20
			Recreational.....		10

#### Transportation Lighting

<b>Aircraft</b>			<b>Automobiles</b>		
Passenger compartment			License plates.....		0.5
General.....		5	<b>Motor coaches</b>		
Rending (nt seat).....		20	City driving.....		30
<b>Airports</b>			Country driving.....		15
Hangar apron.....		1	<b>Trolley coaches and street cars</b>		30
Terminal building apron			<b>Rapid transit cars</b>		30
Parking area.....		0.5			
Loading area.....		2'			

\* Minimum on the task at any time. For general notes see beginning of tabulation. For other notes see end of tabulation.

Area	Footcandles on Tasks*	Area	Footcandle on Tasks*
<b>Railway passenger cars</b>			
Reading and writing		Dental room.....	30*
General.....	20	Dispensary.....	30*
Detail.....	50	Wards.....	5*
Washroom section		Doctor's office.....	20*
General.....	15	Waiting room.....	10*
Mirror.....	30	Radio room, passenger foyer.....	10*
Toilet section.....	5	Passenger counter, purser's office.....	20
Dining car.....	15	<b>Navigating areas</b>	
Taverns.....	10	Wheelhouse (not used underway).....	5
Social areas.....	20	Chart room.....	10
Steps and vestibules.....	10	On chart table.....	50
		Radar room.....	5
		Gyro room.....	5
		Radio room.....	10*
		Ship's offices.....	20
		On desks and work tables.....	50
		For bookkeeping and auditing.....	50
		Log room.....	10
		On desk.....	50
		<b>Service areas</b>	
		Galley.....	20*
		Laundry.....	15*
		Pantry.....	15*
		Sculleries.....	15*
		Food preparation.....	20*
		Food storage (non-refrigeration).....	5
		Refrigerated spaces (ship's stores).....	5
		Butcher shop.....	15*
		Print shop.....	30*
		Tailor shop.....	50*
		Post offices.....	20*
		Lockers.....	3
		Telephone exchange.....	10*
		Store rooms.....	5
		<b>Operating areas</b>	
		Engine rooms (working areas).....	10*
		Boiler rooms (working areas).....	10*
		Fan rooms.....	5
		Motor generator rooms (cargo handling).....	5
		Generator and switchboard rooms.....	10
		Windlass rooms.....	5
		Switchboards, vertical illumination	
		At top.....	30
		Three feet above deck.....	10
		Steering gear rooms.....	5
		Pump room.....	1
		Gauge and control boards (vertical illumination)	
		On gauges.....	30
		Shaft alley.....	3
		Dry cargo holds (permanent fixtures).....	1*
		Refrigerated cargo loading and unloading.....	3*
		Wreck stores.....	20
			50
<b>Railway mail cars</b>			
Mail bag racks and letter cases.....	30		
Mail storage.....	15		
<b>Ships</b>			
<b>Living areas</b>			
<b>Staterooms</b>			
Crew.....	5*		
Officers.....	5*		
Passengers.....	5*		
Berth, on reading plane.....	15		
Mirrors, at face.....	50		
<b>Baths</b>			
Crew.....	5		
Public.....	5		
Officers.....	5		
Passengers.....	5		
Mirrors, at face.....	50		
Passageways.....	5		
Stair foyers, passenger.....	10		
<b>Stairs</b>			
Passenger.....	10		
Crew.....	5		
Entrance, passenger.....	10*		
Lounges, passenger and officers.....	10*		
Recreation rooms, crew	20		
On tables.....	30		
Dining room, passengers.....	10*		
Meal room, officers and crew.....	10		
On tables.....	15		
Libraries.....	10		
For reading.....	30		
Smoking rooms.....	5*		
Enclosed promenades, along inboard bulkhead for reading.....	10		
Barber shop and beauty parlor.....	20		
On subject.....	50		
Bars and cocktail lounges.....	5*		
Hall rooms.....	5*		
Swimming pools, indoor benches.....	10*		
Shopping areas.....	20*		
<b>Theaters</b>			
During show.....	0.1		
Intermission.....	5		
Gymnasiums.....	20		
<b>Hospital</b>			
Operating room.....	10*		

\* Minimum on the task at any time. For general notes see beginning of section.

\* Obtained with a combination of general lighting plus specialized lighting.



