

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**EVALUASI DAN SIMULASI SISTEM PENERANGAN GEDUNG AMPHI 1
ITN MALANG MENGGUNAKAN SOFTWARE DIALUX EVO 3**

*Disusun Dan Diajukan Untuk Melengkapi Dan Memnuhi Syarat-Syarat Guna
Mencapai Gelar Ahli Madya Teknik Listrik Diploma Tiga*



**Disusun Oleh :
Toni Setiawan
1252012**

Diperiksa Dan Disetujui
Dosen Pembimbing I

Ir. Eko Nurcahyo, MT
NIP. Y. 1028700172

Diperiksa Dan Disetujui
Dosen Pembimbing II

(Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT)
NIP. Y. 1018800189



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Listrik DIII

Bambang Prio Hartono ST, MT
NIP. Y. 102800082



*"EVALUASI DAN SIMULASI SISTEM PENERANGAN GEDUNG AMPHI 1 ITN
MALANG MENGGUNAKAN SOFTWARE DIALUX EVO 3"*

Toni Setiawan, NIM 1252012

Dosen Pembimbing 1. Ir. Eko Nurcahyo, MT

Dosen pembimbing 2. Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT

Program Studi Teknik Listrik D-III

ABSTRAK

Dalam suatu ruangan diperlukan kelayakan atau kenyamanan penghuninya. Salah satu faktornya adalah pencahayaan. Pencahayaan dapat didefinisikan satu dari banyak factor tersebut yang dipergunakan sebagai parameter suatu keadaan lingkungan ruangan yang layak. Setelah penulis melakukan survei ruang Amphi 1 ITN Malang ternyata dalam pemasangan pencahayaan belum mengikuti standar SNI yang sesuai. Dalam pemasangan pencahayaan saat ini masih menggunakan cara lama yang tidak berdasarkan perhitungan. Selain itu masih banyak orang yang belum mengerti, kurang tahu apa software Dialux Evo itu dan bagaimana cara penggunaanya.

Maka penulis mensimulasikan suatu sistem pencahayaan yang memenuhi standar SNI yang dapat digunakan pada ruang Amphi 1 ITN Malang menggunakan software Dialux Evo dengan mengatur jumlah dan tata letak lampu agar para pengguna ruangan tidak merasa silau ataupun sebaliknya melainkan merasa nyaman. Disamping penulis melakukan simulasi penulis juga melakukan perbandingan antara simulasi yang dibuat menggunakan Dialux Evo dengan perhitungan rumus matematik. Dengan hasil perbandingan itu maka kita dapat mengetahui hasil yang lebih baik.

Kata Kunci: Software Dialux Evo 3

KATA PENGANTAR

Puji Syukur ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan berkat dan rahmat-Nya sehingga tugas akhir yang berjudul **Evaluasi Dan Simulasi Sistem Penerangan Gedung Amphi 1 ITN Malang Menggunakan Software Dialux Evo 3** dapat terselesaikan.

Laporan tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar ahli madya teknik. Ucapan terima kasih yang sebesar – sebesar penulis sampaikan pada Yth:

1. Bapak Dr.Ir. Lalu Mulyadi, MT, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Bambang Prio Hartono, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Listrik D-III.
3. Bapak Ir. Eko Nurcahyo, MT, selaku Dosen Pembimbing 1 dan Bapak Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT, selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir yang telah banyak membantu dan membimbing laporan evaluasi dan analisa
4. Kedua orang tua penulis yang penulis cintai dan hormati yang telah memberi dukungan baik moril dan materil.
5. Semua saudara – saudara yang telah memberi dukungan doa dan saran.
6. Teman – teman angkatan 2012, 2013, dan 2014 yang telah memberi dukungan untuk cepat menyelesaikan kuliah.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan dan penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan untuk perbaikan laporan ini.

Malang. Agustus 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat	3
1.6 Metodologi	3
1.7 Sistematika Penulisan	3
1.8 Tinjauan Pustaka	4
BAB II TEKNIK PENCAHAYAAN	
2.1 Pengertian Cahaya	5
2.2 Satuan-Satuan Teknik Pencahayaan	7
2.2.1 Steradian	7
2.2.2 Intensitas Cahaya (Luminous Intensity)	9
2.2.3 Fluks Cahaya	9
2.2.4 Luminasi (Luminance)	10
2.2.5 Iluminasi (Illuminance)	11
2.2.6 Efikasi	12
2.3 Sifat-Sifat Cahaya	12
2.3.1 Cahaya Merambat Lurus	12
2.3.2 Pembuktian Cahaya Merambat Lurus	13

2.3.3	Bayang-Bayang Cahaya.....	14
2.3.4	Pemantulan Cahaya	14
2.4	Tcori Dasar Mengenai Cahaya	16
2.4.1	Definisi Dan Istilah Yang Umum Digunakan	17
2.4.2	Hukum Kuadrat Terbalik.....	19
2.4.3	Suhu Warna	20
2.4.4	Perubahan Warna.....	20
2.5	Penyebaran Cahaya.....	21
2.6	Perancangan Penerangan Buatan.....	23
2.7	Penggunaan Energi Untuk Pencahayaan Buatan.....	27
2.7.1	Lampu Flouresen	29
2.7.2	Rentang Efikasi.....	31
2.7.3	Penggunaan Alat Pengendali Pada Lampu Flouresen	32
2.7.4	Penggunaan Cahaya Setempat.....	33
2.8	Lampu Sebagai Sumber Cahaya.....	33
2.8.1	Lampu Pijar	33
2.8.2	Lampu Halogen	36
2.8.3	Lampu TL	37
2.9	Pencahayaan.....	41
2.9.1	Distribusi Kepadatan Cahaya/Luminance Distribution.....	41
2.9.2	Pembatasan Agar Cahaya Tidak Menyilaukan Mata.....	42
2.9.3	Arah Pencahayaan Dan Pembentukan Bayangan.....	43
2.9.4	Warna Cahaya Dan Refleksi Warna.....	43
2.9.5	Kondisi Dan Iklim Ruangan	44
2.9.6	Reflektansi/Reflectance	46
2.9.7	Warna Ruang	47
BAB III PERENCANAAN SISTEM PENCAHAYAAN		
3.1	Gambar Perencanaan	49
3.2	Perencanaan Sistem Pencahayaan	49
3.3	Pemilihan Jenis Lampu.....	51
3.4	Metode Lumen.....	53
3.5	Algoritma Pemecahan Masalah	59

3.6	Flowchart Pemecahan Masalah	61
BAB IV ANALISA DAN SIMULASI SISTEM PENCAHAYAAN		
4.1	Analisa Pencahayaan Pada Ruang Amphi 1	62
4.2	Langkah Pembuatan Dan Kalkulasi Ruangan	64
4.2.1	Menentukan Jenis Dan Jumlah Lampu (n)	69
4.3	Hasil analisa perbandingan	70
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	71
5.2	Saran	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Daftar Efikasi Lampu	12
Tabel 2.2 Indeks Perubahan Warna.....	21
Tabel 2.3 Tingkat Pencahayaan	24
Tabel 2.4 Tingkat Pencahayaan Minimum Yang Direkomendasika Dan Rederasi Warna SNI 036575-2001	25
Tabel 2.5 Konsumsi Daya Listrik Lampu.	28
Tabel 2.6 Temperatur Warna Yang Direkomendasikan Untuk Berbagai Fungsi/Jenis Ruangan.....	29
Tabel 2.7. Fluks Cahaya Dan Efikasi Lampu.....	31
Tabel 2.8 Warna Lampu TL.....	38
Tabel 2.9 Temperatur Warna Dalam Ruangan.....	43
Tabel 2.10. Colour Rendering Dalam Ruangan	44
Tabel 2.11. Warna Ruang Dan Angka Reflektansinya	48
Tabel 3.1 Temperatur warna yang direkomendasikan untuk berbagai fungsi/jenis Bangunan	51
Tabel 3.2 Daftar Efikasi Lampu	52
Tabel 4.11 Hasil Perbandingan	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gelombang Cahaya	6
Gambar 2.2	Gelombang Elektromagnetik Yang Membentuk Radiasi Elektro.....	7
Gambar 2.3	Sudut Radian	7
Gambar 2.4	Rumus Radian	8
Gambar 2.5	Rumus Steradian.....	8
Gambar 2.6	Rumus Jumlah Steradian	8
Gambar 2.7	Lilin Menyinari Buku.....	9
Gambar 2.8	Intensitas Cahaya.....	9
Gambar 2.9	Fluks Cahaya	10
Gambar 2.10	Rumus Luminasi.....	10
Gambar 2.11	Rumus Iluminasi.....	11
Gambar 2.12	Lampu Menyinari Sudut Bidang	11
Gambar 2.13	Telau Cahaya Pada Tembok Jari-Jarinya	13
Gambar 2.14	Cahaya Merambat Lurus	13
Gambar 2.15	Bayang-Bayang Cahaya	14
Gambar 2.16	Pemantulan Teratur	15
Gambar 2.17	Pemantulan Baur	15
Gambar 2.18	Pemantulan Cahaya	16
Gambar 2.19	Radiasi Yang Tampak	17
Gambar 2.20	Jenis Pemantulan Dan Berbagai Bentuk Armatur.....	22
Gambar 2.21	Lampu Pijar Edison	33
Gambar 2.22	Konstruksi Lampu Pijar.....	34
Gambar 2.23	Warna Bohlam Lampu	35
Gambar 2.24	Kaki Lampu Bayonet (Kiri) Edison (Kanan)	35
Gambar 2.25	Lampu Halogen	36
Gambar 2.26	Lampu Flourescent (TL)	37
Gambar 2.27	Bagian Lampu TL	40
Gambar 2.28	Sudut Pandang Penglihatan Manusia	42
Gambar 2.29	Spacing Criteria Untuk Kuat Penerangan Yang Merata.....	46

Gambar 2.30 Refleksi Spekuler Dan Refleksi Diffus	47
Gambar 3.1 Denah Gedung Amphi	49
Gambar 3.2 Tampilan Menu Awal Dialux	56
Gambar 3.3 Tab Menu <i>Dialux</i>	57
Gambar 3.4 Tampilan Salah Satu Tab Menu <i>False Colour</i>	57
Gambar 3.5 Tampilan Katalog Lampu Yang Digunakan	58
Gambar 3.6 Katalog Elektronik (Dialux Plugin) PHILIPS	59
Gambar 3.7 Flowchart Analisa Menggunakan Software Dialux	61
Gambar 4.1 Pola Penyebaran Intensitas Penerangan Ruang Amphi 1	62
Gambar 4.2 Tampilan Iluminasi Ruang Amphi 1	63
Gambar 4.3 Indeks Warna	63
Gambar 4.4 Rata-Rata Intensitas Cahaya R.Amphi	64
Gambar 4.5 Denah Ruangan Amphi 1	64
Gambar 4.6 Membuat Tembok Ruangan	65
Gambar 4.7 Memberi Pintu Dan Jendela Pada Ruangan	65
Gambar 4.8 Mengisi Ruang Dengan Furnitur	66
Gambar 4.9 Mengisi Ruangan Dengan Lampu	66
Gambar 4.10 Isoline	67
Gambar 4.11 Isoline Zoom	68
Gambar 4.12 False Colour	68
Gambar 4.13 Rata-Rata Intensitas Cahaya	69
Gambar 4.14 Daftar Spesifikasi Lampu Yang Digunakan	69



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan pencahayaan dalam suatu ruang dapat diperoleh melalui system pencahayaan buatan dan sistem pencahayaan alami (sinar matahari) atau kombinasi keduanya. Pencahayaan buatan terdiri dari lampu listrik, lilin dan lampu minyak. Kombinasi antara pencahayaan alami dan pencahayaan buatan pada ruang/gedung sangat dimungkinkan. Dalam suatu ruangan diperlukan kelayakan atau kenyamanan penghuninya. Salah satu faktornya adalah pencahayaan. Pencahayaan dapat didefinisikan satu dari banyak factor tersebut yang dipergunakan sebagai parameter suatu keadaan lingkungan ruangan yang layak.

Dalam sistem pencahayaan pada ruangan diperlukan banyak faktor yang dipertimbangkan antara lain kebutuhan listrik yang digunakan dan biaya pemeliharaan, karena semakin lama listrik akan semakin mahal. Oleh karena itu sistem pencahayaan harus diperhatikan dengan cara penghematan energi listrik.

Dari penjelasan diatas , maka penelitian tentang perancangan sistem pencahayaan dengan menggunakan *software Dialux Evo 3* sangat berguna dan dapat diaplikasi pada suatu ruangan. Karena dengan penelitian ini, maka ruangan dapat diketahui juga kebutuhan listrik yang akan digunakan, seberapa besar lumen yang dibutuhkan dan dapat menghemat biaya listrik yang akan dikeluarkan agar sesuai dengan standart nasional Indonesia.

Dalam penelitian ini, dilakukan perancangan system pencahayaan di ruang Amphi 1, dalam merancangan sistem pencahayaan digunakan *software Dialux Evo 3*. *Software Dialux Evo 3* adalah perangkat lunak yang digunakan untuk mensimulasikan suatu ruangan dan sistem pencahayaan yang dibutuhkan untuk mengetahui distribusi cahaya sesuai dengan SNI 03-6575-2001 dan untuk mengetahui jumlah lampu yang akan digunakan pada ruangan tersebut. Untuk studi kasus penelitian ini dilakukan di ruang Amphi 1 di kampus 2 ITN Malang.

1.2 Rumusan Masalah :

Dari latar belakang diatas dapat diperoleh permasalahan yang timbul diantaranya :

1. Berapa lux cahaya yang dibutuhkan di ruang Amphi 1 ?
2. Bagaimana cara mendesign tata letak pencahayaan dengan software dialux ?
3. Faktor – faktor apa saja yang mendukung tata letak pencahayaan?

1.3 Tujuan :

Tujuan Tugas Akhir ini adalah menganalisa dan mensimulasikan sistem pencahayaan untuk menentukan jumlah lampu yang dibutuhkan sesuai fungsi ruang dan intensitas penerangan minimum,serta untuk mendapatkan sesuai fungsi ruang dan intensitas penerangan minimum,serta untuk mendapatkan kuat penerangan rata-rata dan kuat penerangan yang merata dari simulasi *software Dialux Evo 3*.

1.4 Batasan Masalah

Agar permasalahan mengarah sesuai dengan tujuan, maka pembahasan Tugas Akhir ini dibatasi hal – hal berikut :

1. Analisa dan simulasi dilakukan menggunakan *software Dialux Evo 3*.
2. Ruang amphi yang di evaluasi dan analisa diasumsikan sebagai ruang kelas.
3. Tidak membahas pembagian group hewan.
4. Untuk refleksi dinding,atap dan lantai digunakan standart yang ada pada *software Dialux Evo 3*.
5. Perencanaan sistem pencahayaan yang di analisis dan disimulasikan adalah Ruang Amphi 1 kampus 2 ITN Malang
6. Difokuskan pada pencahayaan dalam ruang, untuk efek pencahayaan dari luar di abaikan.

1.5 Manfaat

1. Bermanfaat bagi pihak pengelola kampus sebagai pedoman dalam mendesign pencahayaan yang sesuai SNI 03-6575-2001.
2. Bermanfaat bagi para pengguna ruangan.
3. Bermanfaat bagi mahasiswa lain untuk bahan refrensi tugas atau hal lain yang berkaitan dengan penataan cahaya menggunakan software dialux.

1.6 Metodologi

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini metode pembahasan masalah yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Studi literatur :
Yaitu mempelajari teori penunjang oercncanaan dan desain sistem pencahayaan, serta tentang *software Dialux Evo 3*.
2. Studi lapangan :
Melakukan pengumpulan data perencanaan ruang amphi 1 kampus 2 itn malang
3. Analisa data dan pemodelan :
Melakukan pemodelan dengan menggunakan *software Dialux Evo 3*
4. Mengambil suatu kesimpulan dari hasil analisa yang telah dilakukan.

1.7 Sitematika Penulisan

Untuk mempermudah dan memahami pembahasan penulisan tugas akhir ini, maka sitematika penulisan disusun sebagai berikut :

BAB I	PENDAHULUAN Berisi latar belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penulisan, Metode Penulisan dan sistematika penulisan.
BAB II	TEKNIK PENCAHAYAAN Disini akan dibahas masalah teori dasar pencahayaan, sistem pencahayaan dan jenis – jenis lampu.

BAB III	PERENCANAAN SISTEM PENCAHAYAAN
	Pada bab ini akan dibahas masalah pemilihan jenis lampu dan armatur dan solusi analisa menggunakan <i>software Dialux Evo 3</i> .
BAB IV	HASIL DAN ANALISA HASIL
	Bab ini berisi tentang data dan analisa hasil simulasi dari <i>software Dialux Evo 3</i> ..
BAB V	PENUTUP
	Merupakan bab terakhir yang berisikan kesimpulan dan saran yang dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut tentang topik terkait.

1.8 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka disini akan menerangkan secara ringkas pembahasan mengenai cara penataan cahaya menggunakan *software Dialux Evo 3*.



BAB II

TEKNIK PENCAHAYAAN

2.1 Pengertian cahaya

Cahaya adalah energi berbentuk gelombang elektromagnetik yang kasat mata dengan panjang gelombang sekitar 380–750 nm. Pada bidang fisika, cahaya adalah radiasi elektromagnetik, baik dengan panjang gelombang kasat mata maupun yang tidak. Selain itu, cahaya adalah paket partikel yang disebut foton. Kedua definisi tersebut merupakan sifat yang ditunjukkan cahaya secara bersamaan sehingga disebut "dualisme gelombang-partikel". Paket cahaya yang disebut spektrum kemudian dipersepsikan secara visual oleh indera penglihatan sebagai warna. Bidang studi cahaya dikenal dengan sebutan optika, merupakan area riset yang penting pada fisika modern.

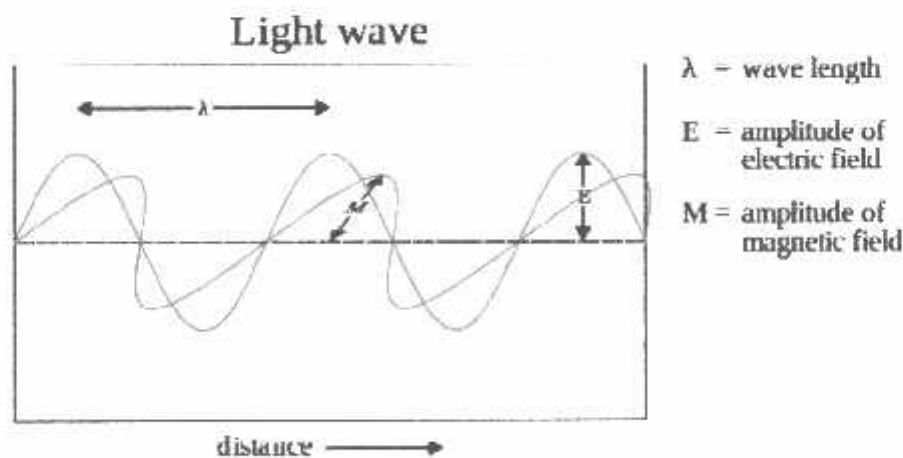
Studi mengenai cahaya dimulai dengan munculnya era optika klasik yang mempelajari besaran optik seperti: intensitas, frekuensi atau panjang gelombang, polarisasi dan fase cahaya. Sifat-sifat cahaya dan interaksinya terhadap sekitar dilakukan dengan pendekatan paraksial geometris seperti refleksi dan refraksi, dan pendekatan sifat optik fisisnya yaitu: interferensi, difraksi, dispersi, polarisasi. Masing-masing studi optika klasik ini disebut dengan optika geometris (en:*geometrical optics*) dan optika fisis (en:*physical optics*).

Pada puncak optika klasik, cahaya didefinisikan sebagai gelombang elektromagnetik dan memicu serangkaian penemuan dan pemikiran, sejak tahun 1838 oleh Michael Faraday dengan penemuan sinar katode, tahun 1859 dengan teori radiasi massa hitam oleh Gustav Kirchhoff, tahun 1877 Ludwig Boltzmann mengatakan bahwa status energi sistem fisik dapat menjadi diskrit, teori kuantum sebagai model dari teori radiasi massa hitam oleh Max Planck pada tahun 1899 dengan hipotesa bahwa energi yang teradiasi dan terserap dapat terbagi menjadi jumlahan diskrit yang disebut elemen energi, E .

Pada tahun 1905, Albert Einstein membuat percobaan efek fotoelektrik, cahaya yang menyinari atom mengeksitasi elektron untuk melejit keluar dari orbitnya. Pada tahun 1924 percobaan oleh Louis de Broglie menunjukkan elektron mempunyai sifat dualitas partikel-gelombang, hingga tercetus teori dualitas partikel-gelombang.

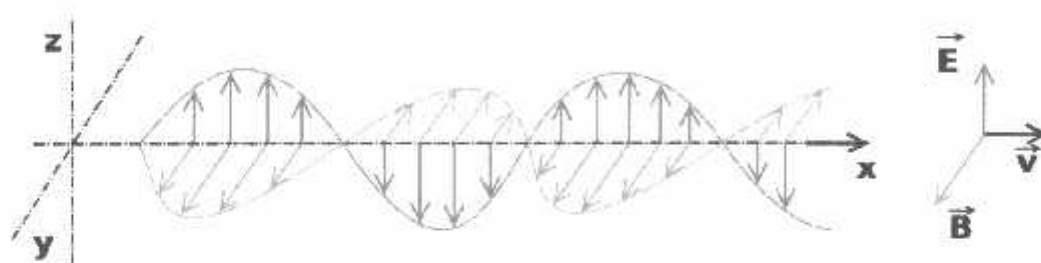
Albert Einstein kemudian pada tahun 1926 membuat postulat berdasarkan efek fotolistrik, bahwa cahaya tersusun dari kuantum yang disebut foton yang mempunyai sifat dualitas yang sama. Karya Albert Einstein dan Max Planck mendapatkan penghargaan Nobel masing-masing pada tahun 1921 dan 1918 dan menjadi dasar teori kuantum mekanik yang dikembangkan oleh banyak ilmuwan, termasuk Werner Heisenberg, Niels Bohr, Erwin Schrödinger, Max Born, John von Neumann, Paul Dirac, Wolfgang Pauli, David Hilbert, Roy J. Glauber dan lain-lain.

Era ini kemudian disebut era optika modern dan cahaya didefinisikan sebagai dualisme gelombang transversal elektromagnetik dan aliran partikel yang disebut foton. Pengembangan lebih lanjut terjadi pada tahun 1953 dengan ditemukannya sinar maser, dan sinar laser pada tahun 1960. Era optika modern tidak serta merta mengakhiri era optika klasik, tetapi memperkenalkan sifat-sifat cahaya yang lain yaitu difusi dan hamburan.



Gambar. 2.1 Gelombang cahaya ^[1]

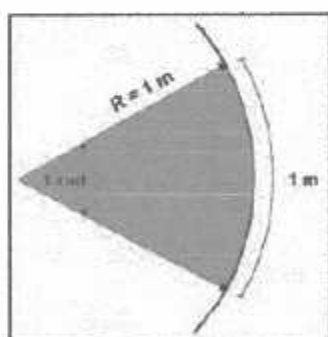
Gelombang elektromagnetik dapat digambarkan sebagai dua buah gelombang yang merambat secara transversal pada dua buah bidang tegak lurus yaitu medan magnetik dan medan listrik. Merambatnya gelombang magnet akan mendorong gelombang listrik, dan sebaliknya, saat merambat, gelombang listrik akan mendorong gelombang magnet. Diagram di atas menunjukkan gelombang cahaya yang merambat dari kiri ke kanan dengan medan listrik pada bidang vertikal dan medan magnet pada bidang horizontal.



Gambar. 2.2 Gelombang elektromagnetik yang membentuk radiasi elektromagnetik.^[1]

2.2 Satuan-satuan Teknik Pencahayaan

2.2.1 Steradian



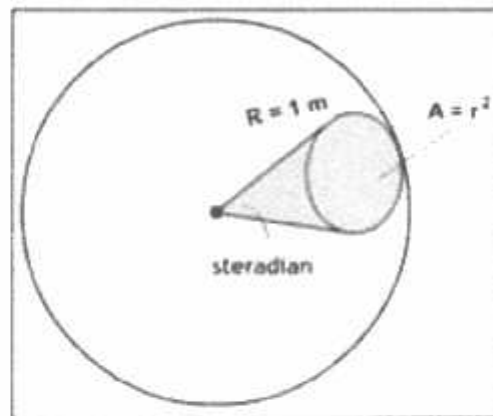
Gambar 2.3 Sudut radian^[1]

Radian adalah sudut pada titik tengah lingkaran antara dua jari-jari dimana kedua ujung busurnya jaraknya sama dengan jari-jari tersebut (misal $R = 1\text{m}$). oleh karena keliling lingkaran $= 2.22/7.R$, maka :

$$1 \text{ Radian} = \frac{360^\circ}{2\pi} = 57,3^\circ$$

Gambar. 2.4 Rumus radian ^[1]

Sedangkan steradian adalah sudut ruang pada titik tengah bola antara jari-jari terhadap batas luar permukaan bola sebesar kuadrat jari-jarinya.



Gambar. 2.5 Steradian ^[1]

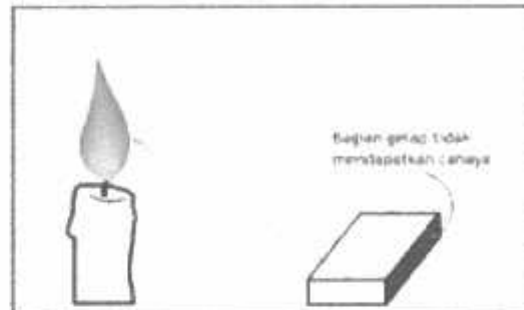
Karena luas permukaan bola = $4.22/7.R.R$, maka di sekitar titik tengah bola terdapat $4.22/7$ sudut ruang yang masing-masing = 1 steradian. Jumlah steradian suatu sudut ruang dinyatakan dengan lambang omega.

$$\omega = \frac{A}{R^2} \text{ (steradian)}$$

Gambar. 2.6 Rumus jumlah steradian ^[1]

2.2.2 Intensitas Cahaya (Luminous Intensity)

Menurut sejarah, sumber cahaya buatan adalah lilin (candela). Candela dengan singkatan Cd ini merupakan satuan Intensitas Cahaya (I) dari sebuah sumber yang memancarkan energi cahaya ke segala arah.



Gambar. 2.7 Lilin menyinari buku ^[1]

$$I = \frac{F}{\omega} \text{ (cd)}$$

Keterangan :

I = Intensitas Cahaya (cd)

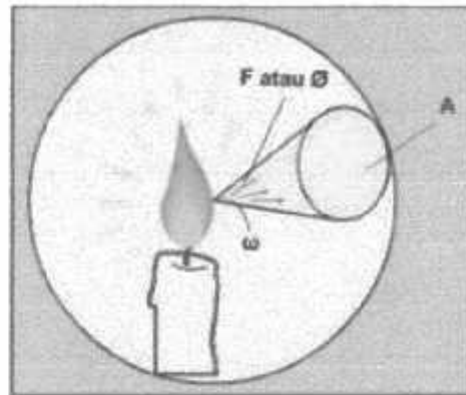
F = Fluks cahaya (lumen)

ω = Sudut ruang (steradian)

Gambar 2.8 Intensitas cahaya ^[1]

2.2.3 Fluks Cahaya (Luminous Flux)

Adalah jumlah cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya. Lambang fluks cahaya adalah F atau Φ dan satuannya dalam lumen (lm). Satu lumen adalah fluks cahaya yang dipancarkan dalam 1 steradian dari sebuah sumber cahaya 1 cd pada permukaan bola dengan jari-jari $R = 1\text{m}$.



Gambar 2.9 Fluks cahaya ^[1]

Jika fluks cahaya dikaitkan dengan daya listrik maka : Satu watt cahaya dengan panjang gelombang 555nm sama nilainya dengan 680 lumen. Jadi dengan $\lambda = 555\text{nm}$, maka 1 watt cahaya = 680 lumen.

2.2.4 Luminasi (Luminance)

Adalah suatu ukuran terangnya suatu benda baik pada sumber cahaya maupun pada suatu permukaan. Luminasi yang terlalu besar akan menyilaukan mata (contoh lampu pijar tanpa amatur). Luminasi suatu sumber cahaya dan suatu permukaan yang memantulkan cahayanya adalah intensitasnya dibagi dengan luas semua permukaan. Sedangkan luas semua permukaan adalah luas proyeksi sumber cahaya pada suatu bidang rata yang tegak lurus pada arah pandang, jadi bukan permukaan seluruhnya.

$$L = \frac{I}{A_s} \text{ (cd/m}^2\text{)}$$

Keterangan :

L = Luminasi (cd/m^2)

I = Intensitas (cd)

A_s = Luas semua permukaan (m^2)

Gambar 2.10 Rumus luminasi ^[1]

2.2.5 Iluminasi (Illuminance)

Iluminasi sering di sebut juga intensitas penerangan atau kekuatan penerangan atau dalam BSN di sebut Tingkat Pencahayaan pada suatu bidang adalah fluks cahaya yang menyinari permukaan suatu bidang. Lambang iluminasi adalah E dengan satuan lux (lx).

$$E = \frac{F}{A} \text{ (lux)}$$

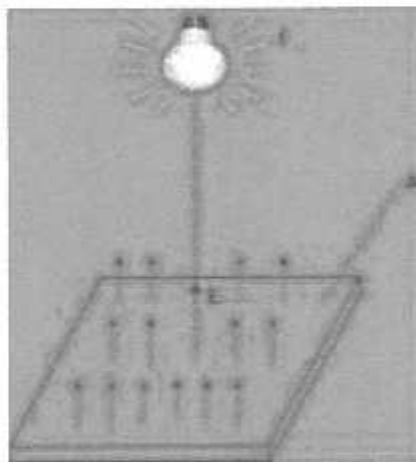
Keterangan :

E = Iluminasi / Intensitas penerangan /
kekuatan penerangan / tingkat
pencahayaan (lux)

F = fluks cahaya (lumen)

A = luas permukaan bidang (m^2)

Gambar 2.11 Rumus iluminasi ^[1]



Gambar 2.12 , lampu menyinari suatu bidang ^[1]

(https://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Onde_electromagnetique.svg)

2.2.6 Efikasi

Adalah rentang angka perbandingan antara fluks cahaya (lumen) dengan daya listrik suatu sumber cahaya (watt), dalam satuan lumen/watt. Efikasi juga disebut fluks cahaya spesifik. Tabel berikut ini menunjukkan efikasi dari macam-macam lampu. Efikasi ini biasanya didapat pada data katalog dari suatu produk lampu.

Tabel 2.1. Daftar efikasi lampu ^[1]

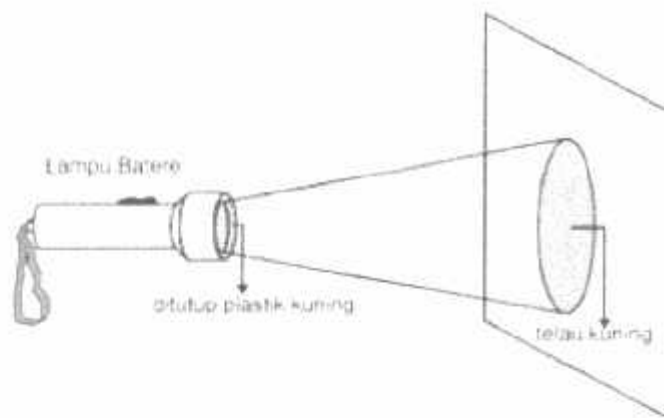
Jenis Lampu	Efikasi (lumen/watt)
pijar	14
halogen	20
TL	45 – 60
Merkuri	38 – 56
Sodium SON	100 – 120
Sodium SOX	61 - 180

2.3 Sifat-Sifat Cahaya

2.3.1 Cahaya merambat lurus

Benda gelap (tidak tembus cahaya) seperti kertas tampak oleh mata manusia karena memantulkan cahaya yang kemudian diterima mata. Benda tampak hijau karena memantulkan cahaya hijau ke mata pengamat. Benda tampak hitam karena tidak ada cahaya yang dipantulkan benda tersebut ke mata.

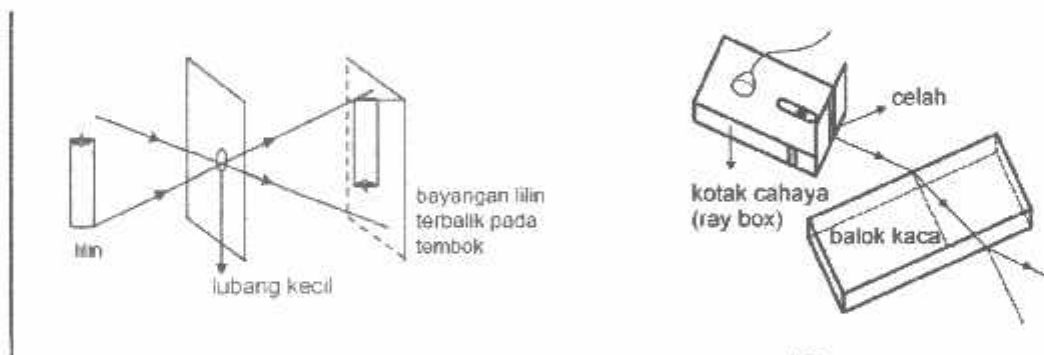
Benda tembus cahaya seperti plastik dapat dilihat mata melalui sinar pantulnya atau sinar yang diteruskannya. Benda tembus cahaya berwarna kuning, memantulkan cahaya kuning dan juga meneruskan cahaya kuning. Sehingga mata yang menerima sinar pantulnya atau sinar terusnya menerima kesan benda itu berwarna kuning.



Gambar 2.13 Telau cahaya pada tembok jari-jarinya lebih besar dari jari-jari kaca baterai ^[2]

Bila lampu baterai ditutup plastik kuning disorotkan ke tembok warna putih, maka dapat kita lihat telau yang berwarna kuning pada tembok.

2.3.2 Pembuktian Cahaya Merambat Lurus



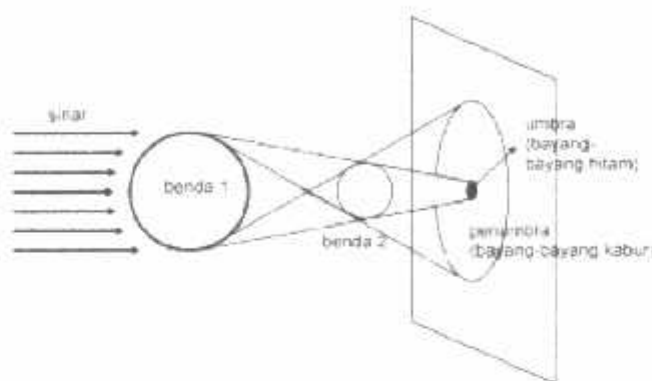
Gambar 2.14 Cahaya merambat lurus ^[2]

Bayangan lilin tampak terbalik pada tembok, bila karton digeser mendekati lilin bayangan makin besar, sebaliknya jika karton digeser mendekati tembok bayangan lilin pada tembok makin kecil. Hal ini hanya mungkin terjadi jika cahaya merambat lurus.

Jika kita lewatkan berkas cahaya/sinar melalui celah sempit kemudian diarahkan ke balok kaca/ akuarium diisi air, cahaya tampak merambat lurus.

Baik di dalam maupun di luar, balok kaca, cahaya merambat lurus. Silahkan kita coba! Jika di sekolah tidak ada kotak cahaya, gantilah dengan baterai dan celah dapat kita buat menggunakan karton.

2.3.3 Bayang-bayang Cahaya

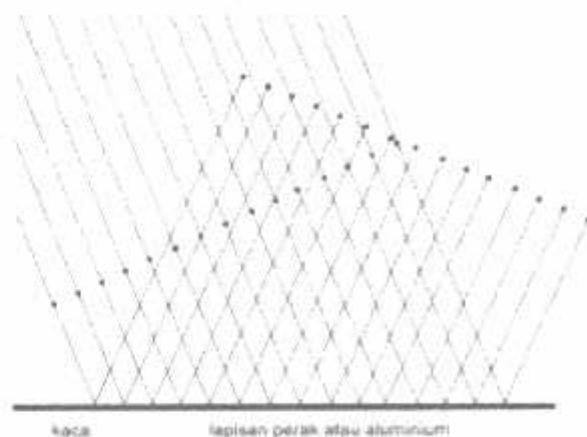


Gambar 2.15 Bayang-bayang cahaya ^[2]

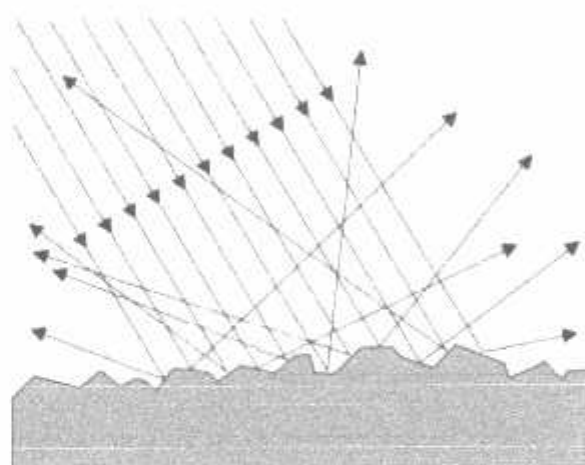
Bila sinar datang pada benda gelap, maka di belakang benda terbentuk ruang gelap yang dinamakan bayang-bayang. Bila ruang gelap itu ditangkap layar, maka bidang gelap yang terbentuk itu pun juga disebut bayang-bayang. Bayang-bayang umbra dibentuk oleh sinarsinar yang merupakan garis singgung luar benda tersebut. Bayang-bayang kabur terbentuk oleh sinar-sinar yang merupakan garis singgung dalam benda-benda tersebut.

2.3.4 Pemantulan Cahaya

Pemantulan cahaya oleh permukaan suatu benda bergantung pada keadaan permukaan benda tersebut. Benda dengan permukaan yang rata (contoh: cermin), memantulkan cahaya dengan teratur. Sedangkan, benda dengan permukaan yang tidak rata atau kasar, memantulkan cahaya dengan tidak teratur atau baur.

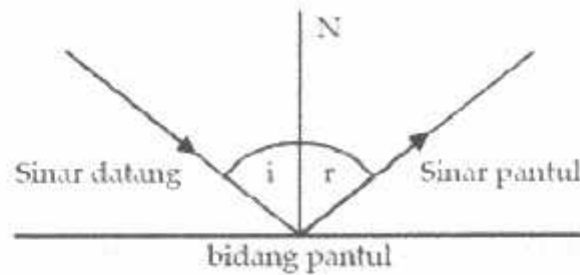


Gambar 2.16 Pemantulan Teratur^[2]



Gambar 2.17 Pemantulan Baur^[2]

Pemantulan cahaya pada permukaan rata diamati pertama kali oleh seorang ilmuwan Belanda yang bernama Willebrord Snellius. Kita dapat melakukan pengamatan serupa dengan menggunakan sumber cahaya dan cermin datar yang diletakkan di atas selembar kertas putih polos. Sinar yang keluar dari sumber cahaya disebut sinar datang, sinar yang dipantulkan oleh cermin datar disebut sinar pantul, dan garis yang tegak lurus dengan cermin disebut garis normal.



Gambar 2.18 Pemantulan Cahaya ^[2]

Dari pengamatan, kita peroleh hukum pemantulan cahaya, yaitu:

1. Sinar datang, garis normal, dan sinar pantul terletak pada satu bidang datar.
2. Sudut datang (i) sama dengan sudut pantul (r).

Untuk selanjutnya, setiap ditemukan kata ‘pemantulan’, maka yang dimaksud adalah pemantulan teratur yang memenuhi hukum pemantulan cahaya.

2.4 Teori Dasar Mengenai Cahaya

Cahaya hanya merupakan satu bagian dari berbagai jenis gelombang elektromagnetis yang terbang ke angkasa. Gelombang tersebut memiliki panjang dan frekuensi tertentu, yang nilainya dibedakan dari energi cahaya lainnya dalam spektrum elektromagnetisnya. Cahaya dipancarkan dari suatu benda dengan fenomena sebagai berikut :

- a. Pijar, benda padat dan cair memancarkan radiasi yang dapat dilihat bila dipanaskan sampai suhu tertentu. Intensitas meningkat dan penampilan menjadi semakin putih jika suhu naik.
- b. Muatan Listrik, jika arus listrik dilewatkan melalui gas, maka atom dan molekulnya akan memancarkan radiasi, dimana spektrumnya merupakan karakteristik dari elemen yang ada.
- c. Electro Luminescence, Cahaya dihasilkan jika arus listrik dilewatkan melalui padatan tertentu seperti semikonduktor atau bahan yang mengandung fosfor.
- d. Photo luminescence, radiasi pada salahsatu panjang gelombang diserap, biasanya oleh suatu padatan dan dipancarkan kembali pada

berbagai panjang gelombang. Bila radiasi yang dipancarkan kembali tersebut merupakan fenomena yang dapat terlihat, maka radiasi tersebut disebut fluorescence atau phosphorescence.

Cahaya nampak, seperti yang dapat dilihat pada spektrum elektromagnetik, diberikan dalam Gambar 1, menyatakan gelombang yang sempit diantara cahaya ultraviolet (UV) dan energi inframerah (panas). Gelombang cahaya tersebut mampu merangsang retina mata, yang menghasilkan sensasi penglihatan yang disebut pandangan. Oleh karena itu, penglihatan memerlukan mata yang berfungsi dan cahaya yang nampak.



Gambar 2.19 Radiasi yang Tampak ^[2]

2.4.1 Definisi dan Istilah yang Umum Digunakan

- Lumen*: Satuan flux cahaya; flux dipancarkan didalam satuan unit sudut padatan oleh suatu sumber dengan intensitas cahaya yang seragam satu candela. Satu lux adalah satu lumen per meter persegi. Lumen (lm) adalah kesetaraan fotometrik dari watt, yang memadukan respon mata “pengamat standar”. 1 watt = 683 lumens pada panjang gelombang 555 nm.
- Efficacy Beban Terpasang*: Merupakan iluminasi/terang rata-rata yang dicapai pada suatu bidang kerja yang datar per watt pada pencahayaan umum didalam ruangan yang dinyatakan dalam lux/W/m².
- Perbandingan Efficacy Beban Terpasang*: Merupakan perbandingan efficacy beban target dan beban terpasang.

- d. *Luminaire*: Luminaire adalah satuan cahaya yang lengkap, terdiri dari sebuah lampu atau beberapa lampu, termasuk rancangan pendistribusian cahaya, penempatan dan perlindungan lampu-lampu, dan dihubungkannya lampu ke pasokan daya.
- e. *Lux*: Merupakan satuan metrik ukuran cahaya pada suatu permukaan. Cahaya rata-rata yang dicapai adalah rata-rata tingkat lux pada berbagai titik pada area yang sudah ditentukan. Satu lux setara dengan satu lumen per meter persegi. Tinggi mounting: Merupakan tinggi peralatan atau lampu diatas bidang kerja. Efficacy cahaya terhitung: Perbandingan keluaran lumen terhitung dengan pemakaian daya terhitung dinyatakan dalam lumens per watt.
- f. *Indeks Ruang*: Merupakan perbandingan, yang berhubungan dengan ukuran bidang keseluruhan terhadap tingginya diantara tinggi bidang kerja dengan bidang titik lampu.
- g. *Efficacy Beban Target*: Nilai efficacy beban terpasang yang dicapai dengan efisiensi terbaik, dinyatakan dalam lux/W/m².
- h. *Faktor pemanfaatan (UF)*: Merupakan bagian flux cahaya yang dipancarkan oleh lampu-lampu, menjangkau bidang kerja. Ini merupakan suatu ukuran efektivitas pola pencahayaan.
- i. *Intensitas Cahaya dan Flux*: Satuan intensitas cahaya I adalah candela (cd) juga dikenal dengan international candle. Satu lumen setara dengan flux cahaya, yang jatuh pada setiap meter persegi (m²) pada lingkaran dengan radius satu meter (1m) jika sumber cahayanya isotropik 1-candela (yang bersinar sama ke seluruh arah) merupakan pusat isotropik lingkaran. Dikarenakan luas lingkaran dengan jari-jari r adalah $4\pi r^2$, maka lingkaran dengan jari-jari 1m memiliki luas $4\pi m^2$, dan oleh karena itu flux cahaya total yang dipancarkan oleh sumber 1- cd adalah $4\pi lm$. Jadi flux cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya isotropik dengan intensitas I adalah:

$$\text{Flux cahaya (lm)} = 4\pi \times \text{intensitas cahaya (cd)}$$

Perbedaan antara lux dan lumen adalah bahwa lux berkenaan dengan luas areal pada mana flux menyebar 1000 lumens, terpusat pada satu areal dengan luas satu

meter persegi, menerangi meter persegi tersebut dengan cahaya 1000 lux. Hal yang sama untuk 1000 lumens, yang menyebar kesepuluh meter persegi, hanya menghasilkan cahaya suram 100 lux.

2.4.2 Hukum Kuadrat Terbalik

Hukum kuadrat terbalik mendefinisikan hubungan antara pencahayaan dari sumber titik dan jarak. Rumus ini menyatakan bahwa intensitas cahaya per satuan luas berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dari sumbernya (pada dasarnya jari-jari).

$$E = I / d^2.....(2.1)$$

- Dimana :
- E : Emisi cahaya,
- I : Intensitas cahaya
- d : jarak

Bentuk lain dari persamaan ini yang lebih mudah adalah:

$$E1 \cdot d1^2 = E2 \cdot d2^2.....(2.2)$$

Jarak diukur dari titik uji ke permukaan yang pertama-tama kena cahaya – kawat lampu pijar jernih, atau kaca pembungkus dari lampu pijar yang permukaannya seperti es.

Contoh : Jika seseorang mengukur 10 lm/m² dari sebuah cahaya bola lampu pada jarak 1 meter, berapa kerapatan flux pada jarak setengahnya?

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} E1m &= (d2 / d1)^2 \cdot E2 \\ &= (1,0 / 0,5)^2 \cdot 10 \\ &= 40 \text{ lm/m}^2 \end{aligned}$$

2.4.3 Suhu Warna

Suhu warna, dinyatakan dalam skala Kelvin (K), adalah penampakan warna dari lampu itu sendiri dan cahaya yang dihasilkannya. Bayangkan sebuah balok baja yang dipanaskan secara terus menerus hingga berpijar, pertama-tama berwarna oranye kemudian kuning dan seterusnya hingga menjadi “putih panas”. Sewaktu-waktu selama pemanasan, kita dapat mengukur suhu logam dalam Kelvin ($\text{Celsius} + 273$) dan memberikan angka tersebut kepada warna yang dihasilkan. Hal ini merupakan dasar teori untuk suhu warna. Untuk lampu pijar, suhu warna merupakan nilai yang “sesungguhnya”; untuk lampu neon dan lampu dengan pelepasan intensitas tinggi (HID), nilainya berupa perkiraan dan disebut *korelasi suhu warna*. Di Industri, “suhu warna” dan “korelasi suhu warna” kadang-kadang digunakan secara bergantian. Suhu warna lampu membuat sumber cahaya akan nampak “hangat”, “netral” atau “sejuk”. Umumnya, makin rendah suhu, makin hangat sumber, dan sebaliknya.

2.4.4 Perubahan Warna

Kemampuan sumber cahaya merubah warna permukaan secara akurat dapat diukur dengan baik oleh indeks perubahan warna. Indeks ini didasarkan pada ketepatan dimana serangkaian uji warna dipancarkan kembali oleh lampu yang menjadi perhatian relatif terhadap lampu uji, persesuaian yang sempurna akan diberi angka 100. Indeks CIE memiliki keterbatasan, namun cara ini merupakan cara yang sudah diterima secara luas untuk sifat-sifat perubahan warna dari sumber cahaya.

Tabel 2.2 Indeks perubahan warna ^[2]

Kelompok perubahan warna	Indeks ^(Ra) umum perubahan warna CIE	Penerapan khusus
1A	$R_a > 90$	Dimana perubahan warna yang akurat diperlukan misal pemeriksaan warna cetakan
1B	$80 < R_a < 90$	Dimana pertimbangan warna yang akurat penting atau perubahan warna yang baik diperlukan untuk alasan penampilan misal cahaya peraga
2	$60 < R_a < 80$	Dimana perubahan warna yang cukup/ <i>moderate</i> diperlukan
3	$40 < R_a < 60$	Dimana perubahan warna memiliki sedikit arti namun adanya penyimpangan warna tidak dapat diterima
4	$20 < R_a < 40$	Dimana perubahan warna tidak ada penting sama sekali dan penyimpangan warna dapat diterima

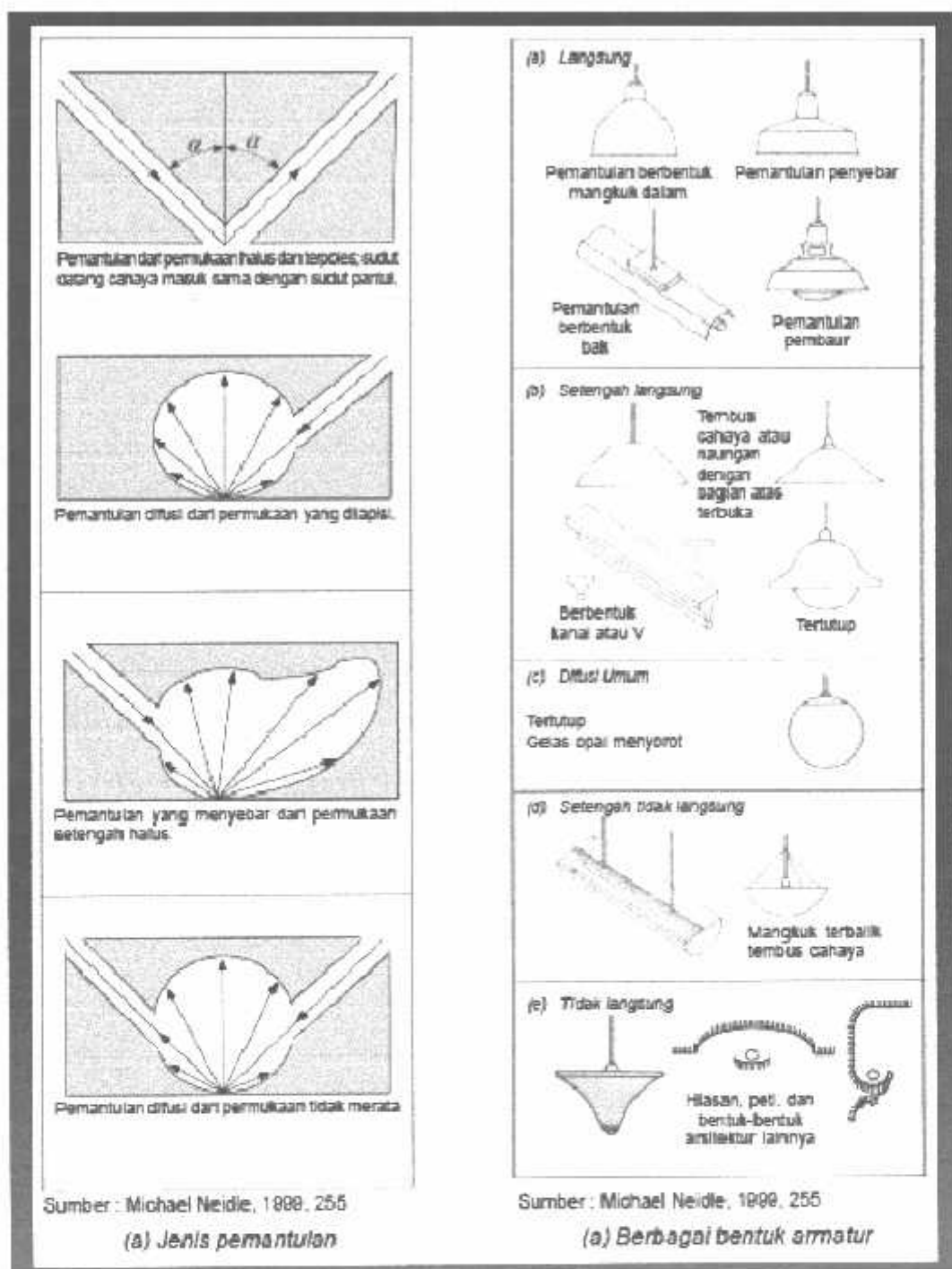
Kesalah pahaman yang umum terjadi adalah bahwa suhu warna dan perubahan warna keduanya menjelaskan sifat yang sama terhadap lampu. Selain itu, suhu warna menjelaskan penampilan warna sumber cahaya dan cahaya yang dipancarkannya. Perubahan warna menjelaskan bagaimana cahaya merubah warna suatu objek.

2.5 Penyebaran Cahaya

Penyebaran Cahaya dari suatu cahaya bergantung pada konstruksi sumber cahaya itu sendiri dan armature yang digunakan. Sebagian besar cahaya yang direspon mata tidak langsung di sumber cahaya, tetapi setelah dipantulkan atau melalui benda yang tembus cahaya. Untuk penerangan, secara garis besar penyebaran cahaya ada 3 macam yaitu penyebaran langsung, tidak langsung atau campuran.

1. Penerangan Langsung
2. Penerangan Tidak Langsung
3. Penerangan Campuran

Jika kita berada dalam suatu ruang yang ada sumber cahaya dari sebuah lampu, maka ada dua sumber cahaya, yaitu sumber cahaya primer yang berasal dari lampu tersebut dan sumber cahaya sekunder yang merupakan pantulan dari fitting lampu tersebut. Dari dinding-dinding di sekitar ruangan, gambar 2.20 (a) menunjukkan empat jenis kemungkinan pemantulan yang dapat terjadi dari lapisan penutup armatur yang berbeda. Sedangkan gambar 2.20 (b) menunjuk-I kan berbagai macam armatur.



2.6 Perancangan Penerangan Buatan

Bila penerangan alami tidak dapat memenuhi persyaratan bagi penerangan ruang (dalam bangunan), maka penerangan buatan sangat diperlukan, hal ini disebabkan oleh :

1. Ruangan yang luas
2. Lubang cahaya yang tidak efektif
3. Cuaca diluar mendung / hujan
4. Waktu malam hari, dan sebagainya

Perancangan penerangan buatan sebaiknya dilakukan sejak awal perancangan bangunan, untuk itu perlu diperhatikan :

1. Apakah penerangan buatan digunakan tersendiri atau sebagai penunjang/pelengkap penerangan alami.
2. Berapa intensitas penerangan yang diperlukan.
3. Distribusi dan variasi fluks cahaya yang diperlukan
4. Arah cahaya yang diperlukan
5. Warna-warna cahaya yang digunakan dalam gedung dan efek warna yang diinginkan
6. Derajat kesilauan brightness dari keseluruhan lingkungan visual

Intensitas penerangan yang direkomendasikan tidak boleh kurang dari intensitas penerangan dalam tabel. 3 yang diukur pada bidang kerja.

Tabel 2.3 Tingkat pencahayaan

Macam Pekerjaan	Tingkat Pencahayaan (Lux)	Contoh Penggunaan
1. Pencahayaan untuk daerah yang tidak terus-menerus diperlukan.	20	Iuminasi minimum agar bisa membedakan barang-barang.
	50	Parkir dan daerah sirkulasi di dalam ruangan.
2. Pencahayaan untuk bekerja di dalam ruangan.	100	Kamar tidur hotel memeriksa dan menghitung stok barang secara kasar, merakit barang besar.
	200	Membaca dan menulis yang tidak terus-menerus.
3. Pencahayaan setempat untuk pekerjaan teliti.	350	Pencahayaan untuk perkantoran, pertokoan, membaca, gudang, menulis.
	400	Ruang gambar.
	750	Pembacaan untuk koreksi tulisan, merakit barang-barang kecil.
	1000	Gambar yang sangat teliti.
	2000	Pekerjaan secara rinci dan presisi.

Secara rinci intensitas penerangan yang direkomendasikan untuk berbagai jenis bangunan / peruntukan dapat dilihat pada tabel 2.4

Tabel 2.4 Tingkat pencahayaan minimum yang direkomendasikan dan renderasi warna SNI 03-6575-2001

Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (lux)	Kelompok Renderasi Warna	Keterangan
Rumah Tinggal :			
Teras	60	1 atau 2	
Ruang Tamu	120 ~ 250	1 atau 2	
Ruang Makan	120 ~ 250	1 atau 2	
Ruang Kerja	120 ~ 250	1	
Ruang Tidur	120 ~ 250	1 atau 2	
Ruang Mandi	250	1 atau 2	
Dapur	250	1 atau 2	
Garasi	60	3 atau 4	
Perkantoran :			
Ruang Direktur	350	1 atau 2	
Ruang Kerja	350	1 atau 2	
Ruang Komputer	350	1 atau 2	Gunakan armatur berkisi untuk mencegah silau akibat pantulan layar monitor
Ruang Rapat	300	1 atau 2	
Ruang Gambar	750	1 atau 2	Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar.
Gudang Arsip	150	3 atau 4	
Ruang Arsip Aktif	300	1 atau 2	
Lembaga Pendidikan :			
Ruang Kelas	250	1 atau 2	
Perpustakaan	300	1 atau 2	
Laboratorium	500	1	
Ruang Gambar	750	1	
Kantin	200	1	
Hotel & Restoran :			
Lobby & koridor	100	1	Pencahayaan pada bidang vertikal sangat penting untuk menciptakan suasana / kesan ruang yang baik.
Ballroom/ruang sidang	200	1	Sistem pencahayaan harus dirancang untuk menciptakan suasana sesuai sistem pengendalian "Switching" dan "dimming" dapat digunakan untuk memperoleh berbagai efek pencahayaan.

Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (lux)	Kelompok Renderasi Warna	Keterangan
Ruang Makan	250	1	
Cafetaria	250	1	
Kamar Tidur	150	1 atau 2	Diperlukan lampu tambahan pada bagian kepala tempat tidur dan cermin.
Dapur	300	1	
Rumah Sakit / Balai Pengobatan :			
Ruang Rawat Inap	250	1 atau 2	
Ruang Operasi, ruang bersalin	300	1	Gunakan pencahayaan setempat pada tempat yang diperlukan.
Laboratorium			
Ruang rekreasi & rehabilitasi			
Pertokoan/ruang pameran :			
Ruang pameran dengan obyek berukuran besar (misalnya mobil)	500	1	Tingkat pencahayaan ini harus dipenuhi pada lantai. Untuk beberapa produk tingkat pencahayaan pada bidang vertikal juga penting.
Toko Kue dan Makanan	250	1	
Toko buku dan alat tulis / gambar	300	1	
Toko perhiasan, arloji	500	1	
Barang Kulit dan Sepatu	500	1	
Toko Pakaian	500	1	
Pasar Swalayan	500	1 atau 2	Pencahayaan pada bidang vertikal pada rak barang.
Toko Alat listrik (TV, Radio, Cassette, mesin cuci, dll.)	250	1 atau 2	
Industri Umum :			
Gudang	100	3	
Pekerjaan Kasar	100 ~ 250	2 atau 3	
Pekerjaan Sedang	200 ~ 500	1 atau 2	
Pekerjaan Halus	500 ~ 1000	1	
Pekerjaan Amat Halus	1000 ~ 2000	1	
Pemeriksaan Warna	750	1	
Rumah Ibadah :			
Mesjid	200	1 atau 2	Untuk tempat-tempat yang membutuhkan tingkat pencahayaan yang lebih tinggi dapat digunakan pencahayaan setempat
Gereja	200	1 atau 2	Untuk tempat-tempat yang

Ada 3 tipe sistem penerangan buatan, yaitu :

1. Sistem penerangan merata; Memberikan intensitas penerangan yang seragam pada seluruh ruangan, penggunaannya pada ruang-ruang yang tidak memerlukan tempat untuk mengerjakan pekerjaan visual khusus.
2. Sistem penerangan terarah; Cahaya diarahkan kejurusan tertentu dalam ruangan, digunakan untuk menerangi suatu objek tertentu agar kelihatan menonjol, misal pada panggung atau pada ruangan untuk pameran. Pada sistem ini dapat menggunakan lampu dan reflektor yang diarahkan atau "spotlight" dengan reflektor bersudut lebar.
3. Sistem penerangan setempat; Cahaya dikonsentrasikan pada tempat mengerjakan pekerjaan visual khusus. Sistem ini digunakan untuk :
 - a. pekerjaan visual yang presisi
 - b. pengamatan bentuk / susunan benda dari arah tertentu.
 - c. melengkapi penerangan umum yang mungkin terhalang
 - d. membantu menambah daya lihat.
 - e. menunjang pekerjaan visual yang mungkin pada awalnya tidak terencana pada suatu ruangan.

2.7 Penggunaan Energi Untuk Pencahayaan Buatan

Penggunaan energi untuk pencahayaan buatan dapat diperkecil dengan mengurangi daya dengan melalui pemilihan lampu yang berefikasi tinggi, serta ballast dan armatur yang lebih efisien. Berdasarkan petunjuk teknis konservasi energi bidang sistem pencahayaan ditunjukkan pada tabel.

Tabel 2.5 Konsumsi Daya Listrik Lampu.

Jenis Lampu	Konsumsi daya			
	Daya (W)	Konvensional Ballast (W)	Low lost ballast (W)	Electronic ballast (W)
Tabung Flouresen	10	20		
	15	24		
	18	28	24	20
	20	30	26	
	22	32	28	
	32	42	38	
	36	46	42	40
	40	50	46	
	58	72	67	64
	65	79	74	
Dua Tabung Flouresen kompak 2 pin/4 pin <i>Non Intergrated</i>	5	10		6,5
	7	12		8
	9	14		10
	11	16		14,5
	18	24		20
	28	31		28
	36	46		40
Empat Tabung Flouresen kompak <i>Electronic Intergrated</i>	9			9
	11			11
	15			15
	20			20
	23			23
Dua Tabung Flouresen Kompak <i>Intergrated</i>	9	9W		
	13	13W		
	18	18W		
	25	25W		
<i>Halogen Double Ended 220 V</i>	200	200W		
	300	300W		
	500	500W		
	750	750W		
	1000	1000W		
	1500	1500W		
	2000	2000W		
Tungsten Halogen 12v	20	25W		
	50	58W		
	75	85W		
Mercury Tekanan Tinggi	50	57W		
	80	90W		
	125	139W		
	250	268W		
	400	424W		
	1000	1040W		

Metal Halide Single/Double Ended (daya rendah)	70	84		
	150	167		
	250	273		
Metal Halide Double /Single Ended Tabung (T) / Ovoid (daya tinggi)	250	268		
	400	424		
	1000	1046		
	1800	1868		
	2000	2092		
Sodium tekanan tinggi Tabung (T) / Ovoid	50	60		
	70	80		
	100	114		
	150	168		
	250	274		
	400	430		
Sodium tekanan rendah	1000	1050		
	18	26		
	35	47		
	55	65		
	90	103		
	135	158		
	180	213		

2.7.1 Lampu flouresen

Lampu flouresen efikasinyaa cukup, sangat dianjurkan penggunaanya di dalam bangunan gedung karena hemat energi dan tahan lama. Durasi pemakaian lampunya mencapai 8000 jam, derta mempunyai temperatur warna dan renderasi yang bermacam-macam.Jenis temperatur warna dari lampu flouresen yang dianjurkan untuk digunakan pada berbagai fungsi ruang dalam bangunan gedung,rinciannya dapat dilihat pada tabel.

Tabel 2.6 Temperatur warna yang direkomendasikan untuk berbagai fungsi/jenis ruangan

Fungsi / Jenis Ruangan	Temperatur Warna		
	Warm White	Cool White	Day Light
Rumah tinggal :			
Teras	●	●	
Ruang tamu		●	
Ruang makan	●		
Ruang kerja		●	●
Ruang tidur	●	●	●
Ruang mandi		●	●

Dapur	•	•	•
Garasi		•	•
Perkantoran :			
Ruang direktur		•	•
Ruang kerja		•	•
Ruang komputer		•	•
Ruang rapat	•	•	
Ruang gambar		•	•
Lembaga pendidikan :			
Ruang kelas		•	•
Perpustakaan		•	•
Laboratorium		•	•
Ruang gambar		•	•
Kantin	•		
Hotel & restoran :			
Lobby,koridor	•	•	
Ballroom/ Ruang sidang	•	•	
Ruang makan	•		
Cafetaria	•	•	
Kamar tidur	•		
Dapur	•	•	
Pertokoan :			
Barang antik / seni	•	•	
Toko kue dan makanan	•	•	
Toko bunga	•	•	
Toko buku dan alat tulis/gambar	•	•	
Toko perhiasan, arloji	•	•	•
Barang kulit dan sepatu	•	•	
Toko pakaian	•	•	
Pasar swalayan		•	
Toko mainan	•	•	
Toko alat listrik (TV, radio,casette ,mesin cuci, dll.)		•	•
Toko alat musik dan olahraga	•	•	
Industri umum :			
Gudang		•	•
Ruang cuci, ruang mesin		•	
Kantin	•		
Laboratorium		•	•
Olahraga :			
Lapangan olahraga serbaguna		•	•
Jalur bowling	•		
Ruang bowling	•		

2.7.2 Rentang Efikasi

Pada tabel fitunjukkan fluks cahaya dan beberapa jenis lampu serta efikasinya (lumen/watt)

Tabel 2.7. Fluks cahaya dan efikasi lampu

No	Tipe Dan Daya Lampu (W)	Fluks Cahaya (Lumen)	Efikasi (lumen/watt) Tanpa rugi-rugi ballast	Efikasi (lumen/watt) dengan rugi-rugi Ballast Konvensional
I	Flouresen			
a.	Tabung flouresen warna standart			
	18	1050	58	38
	18	1150	64	42
	36	2500	69	54
	36	2800	78	61
	Warna super (CRI 85)			
	18	1350	75	48
	16	3300	92	72
b.	Kompak flouresen 2 pin – 2 tabung			
	5	250	50	24
	7	400	57	33
	9	600	67	43
	11	900	82	56
	4 tabung – PL-C			
	10	600	60	38
	13	100	69	50
	18	1200	67	50
	26	1800	69	54
C	2 tabung/flouresen kompak			
	9	400		44
	13	600		46
	18	900		50
	25	1200		48
II	Mercury tekanan tinggi			
	50	1800	36	30
	80	3700	46	41
	125	6200	50	45
	250	12700	51	47
	400	22000	55	52
III	Halide metal			
	Daya rendah			
	70	5100	73	60
	150	11000	73	66
	250	20500	82	75
	Daya tinggi			

	250	17000	68	63
	400	30500	76	72
	1000	81000	81	77
IV	Sodium tekanan tinggi			
	Standar			
	50	3500	70	58
	70	5600	80	67
	150	14500	97	86
	250	27000	108	99
	400	48000	120	112
	CR-83			
	35	1300	37	32
	50	1300	46	48
	100	4800	48	42
V	Sodium tekanan rendah			
	18	1770	99	68
	35	4550	123	99
	55	7800	140	114
	90	13000	146	114
	135	20800	161	132
	180	32500	179	161
	400	30500	76	72
	1000	81000	81	77

2.7.3 Penggunaan Alat Pengendali Pada Lampu Flouresen Dan Lampu Pelepasan Gas

Pada instalasi listrik penerangan di butuhkan peralatan yang disebut alat pengendalo (ballast starter) yang mempunyai fungsi :

1. Membuat tegangan starter yang lebih tinggi untuk menyalakan lampu
2. Mestabilkan tegangan lampu agar tetap menyala
3. Mengurangi gangguan gelombang radio (radio referensi) yang mungkin dihasilkan oleh sistem pencahayaan (ballast elektronik)

Di samping itu perkembangan sistem dalam teknik pencahayaan juga menuntut supaya agar alat pengendali mempunyai dimensi yang lompak, mempunyai tingkat kebisingan operasi yang rendah, daya tahan dan durasi pemakaian yang panjang, tidak memakai energi yang besar pada waktu dibebani dengan lampu dan mempunyai faktor daya yang tinggi.

2.7.4 Penggunaan Cahaya Setempat

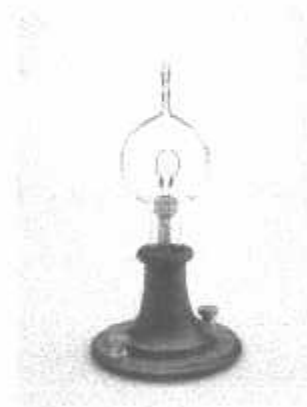
Penggunaan cahaya setempat disamping pencahayaan umum dengan intensitas penerangan yang lebih rendah akan lebih efisien dibandingkan pencahayaan umum

2.8 Lampu sebagai sumber cahaya

2.8.1 Lampu Pijar

Lampu pijar merupakan tipe lampu pertama yang berhasil ditemukan oleh ilmuwan. Sejak abad ke 19 lampu listrik mengalami kemajuan pesat. Banyak ilmuwan yang berhasil menemukan lampu pijar namun setelah digunakan ternyata hanya mampu hidup selama 12 jam, seperti yang dibuat oleh seorang ilmuwan asal Rusia Lodyguine pada tahun 1872.

Lampu pijar pertama yang dianggap paling berhasil adalah lampu penemuan Edison dan Swan secara terpisah. Tetapi lampu milik Edison lah yang lebih dikenal karena penggunaan listrik untuk lampu penemuannya dapat digunakan secara maksimal. Tepat tanggal 21 Oktober 1879, Edison berhasil mempraktekkan lampunya dan sanggup menyala selama 45 jam secara terus menerus.

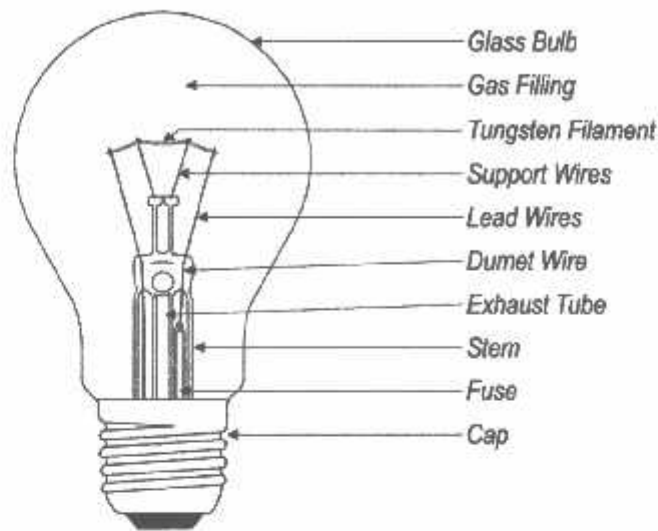


Gambar 2.21 Lampu pijar Edison ^[3]

1. Prinsip Kerja

Lampu pijar mengeluarkan cahaya berdasarkan prinsip pemijaran. Dengan memijar berarti mengeluarkan panas juga. Oleh karen prinsip inilah maka lampu ini dinamakan lampu pijar. Karena

filamen lampu harus bekerja dalam temperatur yang tinggi maka umur lampu ini cukup pendek, hanya kira-kira 1000 jam.



Gambar 2.22 Konstruksi lampu pijar ^[3]

2. Konstruksi

a. Filamen Lampu

Pada umumnya filamen lampu terbuat dari bahan tungsten. Filamen tungsten mempunyai kelebihan yaitu titik leburnya lebih tinggi dan distribusi spektrisnya lebih baik sehingga menghasilkan cahaya terang. Filamen tungsten mampu dipanasi hingga di atas 500°C dimana cahaya yang dipancarkan terdiri dari cahaya tampak dan inframerah.

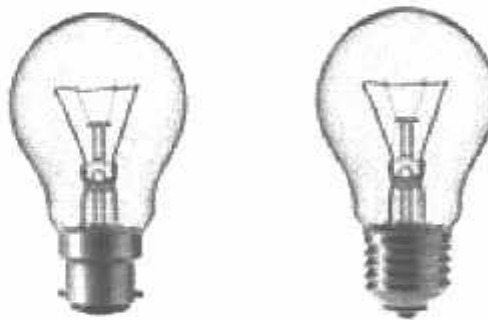
Untuk mempertinggi nilai *efficacy*, filamen dibuat berbentuk kumparan karena dengan berbentuk kumparan ukuran panjang total filamen dapat dibuat seoptimal mungkin yang memberikan cahaya lebih terang. Selain itu bentuk kumparan ini juga mengurangi besar fisik lampu karena panjang filamen secara fisik dapat diperkecil.

b. Bohlam lampu

Bohlam lampu pijar terbuat dari gelas kaca tertutup yang dibentuk sedemikian rupa dan tidak berhubungan dengan udara luar, sehingga oksigen tidak dapat masuk ke dalam bohlam yang dapat menyebabkan filamen bisa terbakar dan putus. Warna bohlam bermacam-macam, antara lain bening, berwarna (biru, hijau, merah), berwarna susu, buram dst.



Gambar 2.23 Warna bohlam lampu ^[3]



Gambar 2.24 Kaki lampu bayonet (kiri) edison (kanan) ^[2]

c. Gas yang diisikan

Gas yang diisikan ke dalam bohlam adalah gas argon dan nitrogen dengan presentase 93% argon dan 7% nitrogen. Fungsi gas argon untuk mengurangi evaporasi filamen sedangkan nitrogen berfungsi untuk mencegah terjadinya nyala api di dalam bohlam

3. Kelebihan dan kekurangan lampu pijar

Kelebihan lampu ini adalah memiliki bentuk fisik yang sederhana, pemasangannya praktis dan harganya lebih murah. Sedangkan kekurangannya adalah umur lampu yang pendek hanya 1000 jam dan biaya operasinya mahal karena penggantian lampu yang putus lebih tinggi dan pemakaian energi lebih besar.

2.8.2 Lampu Halogen



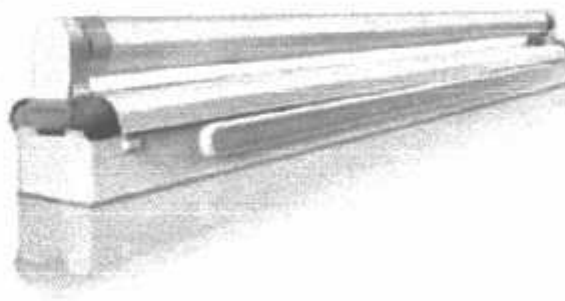
Gambar 2.25 Lampu halogen ^[3]

Lampu Halogen dibuat untuk mengatasi masalah ukuran fisik dan struktur pada lampu pijar dalam penggunaannya sebagai lampu sorot, lampu projector, lampu projector film. Dalam bidang-bidang ini diperlukan ukuran lampu yang kecil sehingga sistem pengendalian arah dan fokus cahaya dapat dilakukan lebih presisi. Lampu halogen bekerja pada suhu 2.800 C jauh lebih tinggi dari kerja

lampu pijar yang hanya 400 C, karena adanya tambahan gas halogen, seperti iodium oleh karena itu, walaupun lampu halogen termasuk jenis lampu pijar tetapi mempunyai efikasi sekitar 22 lumen/watt

Cahaya lampu halogen dapat memunculkan warna asli obyek yang terkena cahaya, karena cahaya yang dihasilkan lampu halogen umumnya lebih terang dan lebih putih dibanding cahaya lampu pijar (pada daya yang sama) lampu halogen pada umumnya ukuran fisiknya kecil, rumit pembuatannya sehingga harganya relatif lebih mahal dibanding lampu pijar dan neon.

2.8.3 Lampu Fluorescent (TL)



Gambar 2.26 Lampu fluorescent (TL) ^[3]

Lampu fluorescent atau di Indonesia lebih dikenal dengan sebutan lampu TL (Tube Lamp) adalah jenis lampu yang di dalam tabungnya terdapat sedikit mercury dan gas argon dengan tekanan rendah, serbuk phosphor yang melapisi seluruh permukaan bagian dalam kaca tabung lampu tersebut. Tabung ini mempunyai dua elektroda pada masing-masing ujungnya.

Lampu Fluorescent saat ini sudah sangat luas penggunaannya baik untuk penerangan rumah tinggal maupun industri dan perkantoran. Lampu jenis ini termasuk dalam kategori Lampu Hemat Energi (LHE) faktor utamanya yaitu intensitas cahaya yang dikeluarkan lebih tinggi daripada lampu pijar (Incandescent Lamp) dalam hitungan watt yang sama.

Warna dari lampu TL ini banyak juga macamnya. Istilah yang biasa kita temukan pada bungkus lampu yang kita beli menentukan warna dan warna yang

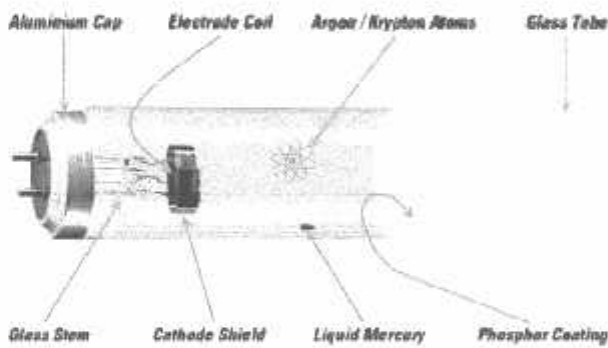
dikeluarkan oleh produsen lampu. Berikut kami sajikan contoh warna lampu TL, antara lain :

Tabel 2.8 Warna lampu TL

Color Code		Color Temperature (Kelvin)	Color
827	82	2700	Warm
830	83	3500	Warm white
840	33	4100	Cool white
860	54	6500	Daylight

Karakteristik Dan Prinsip Kerja Lampu TL (Fluorescent Lamp).

Karakteristik dari lampu TL ini, adalah mampu menghasilkan cahaya output per watt daya yang digunakan lebih tinggi daripada lampu bolam biasa (incandescent lamp).



Gambar 2.27 Bagian lampu TL ^[4]

Sebagai contoh, sebuah penelitian menunjukkan bahwa 32 watt lampu TL akan menghasilkan cahaya sebesar 1700 lumens pada jarak 1 meter sedangkan 75 watt lampu bolam biasa (lampu bolam dengan filamen tungsten) menghasilkan 1200 lumens. Atau dengan kata lain perbandingan efisiensi lampu TL dan lampu bolam adalah 53 : 16. Efisiensi disini didefinisikan sebagai intensitas cahaya yang Dihasilkan dibagi dengan daya listrik yang digunakan.

Prinsip Kerja Lampu TL (Fluorescent Lamp).

Ketika tegangan AC 220 volt di hubungkan ke satu set lampu TL maka tegangan diujung-ujung starter sudah cukup untuk menyebabkan gas neon didalam tabung starter untuk panas (terionisasi) sehingga menyebabkan starter yang kondisi normalnya adalah normally open ini akan ‘closed’ sehingga gas neon di dalamnya dingin (deionisasi) dan dalam kondisi starter ‘closed’ ini terdapat aliran arus yang memanaskan filamen tabung lampu TL sehingga gas yang terdapat didalam tabung lampu TL ini terionisasi. Pada saat gas neon di dalam tabung starter sudah cukup dingin maka bimetal di dalam tabung starter tersebut akan ‘open’ kembali sehingga ballast akan menghasilkan spike tegangan tinggi yang akan menyebabkan terdapat lompatan elektron dari kedua elektroda dan memendarkan lapisan fluorescent pada tabung lampu TL tersebut. Peristiwa ini akan berulang ketika gas di dalam tabung lampu TL tidak terionisasi penuh sehingga tidak terdapat cukup arus yang melewati filamen lampu neon tersebut. Lampu neon akan tampak berkedip. Selain itu jika tegangan induksi dari ballast tidak cukup besar maka walaupun tabung neon TL tersebut sudah terionisasi penuh tetap tidak akan menyebabkan lompatan elektron dari salah satu elektroda tersebut.

Besarnya tegangan spike yang dihasilkan oleh trafo ballast dapat ditentukan oleh rumus berikut :

$$V = L \, di/dt.....(2.3)$$

Jika proses ‘starting up’ yang pertama tidak berhasil maka tegangan diujung-ujung starter akan cukup untuk menyebabkan gas neon di dalamnya untuk terionisasi (panas) sehingga starter ‘closed’. Dan seterusnya sampai lampu TL ini masuk pada kondisi steady state yaitu pada saat impedansinya turun menjadi ratusan ohm . Impedansi dari tabung akan turun dari ratusan megaohm menjadi ratusan ohm saja pada saat kondisi ‘steady state’. Arus yang ditarik oleh lampu TL tergantung dari impedansi trafo ballast seri dengan impedansi tabung lampu TL. Selain itu karena tidak ada sinkronisasi dengan tegangan input maka

ada kemungkinan pada saat starter berubah kondisi dari 'closed' ke 'open' terjadi pada saat tegangan AC turun mendekati nol sehingga tegangan yang dihasilkan oleh ballast tidak cukup untuk menyebabkan lompatan elektron pada tabung lampu TL.

Untuk keuntungan lampu TL adalah sebagai berikut :

1. Efikasi (lumen per watt) tinggi.
2. Awet, umur lampu bisa sampai 20.000 jam (dengan asumsi lampu menyala 3 jam setiap penyalaan) Makin sering dihidup matikan, makin pendek umur lampu.
3. Bentuk lampu yang memanjang menerangi area lebih luas dengan cahaya baur.
4. Warna cahaya yang cenderung putih dingin menguntungkan untuk daerah tropis lembab karena secara psikologis akan menyejukkan ruangan.
5. Temperatur lampu lebih rendah.
6. Produknya bermacam-macam jenis, bentuk dan warnanya.

Untuk kelemahan lampu TL sebagai berikut :

1. Cahaya lampu terpengaruh frekuensi jala-jala listrik.
2. Memerlukan waktu saat penyalaan lebih lama daripada lampu pijar.

Untuk jenis-jenis lampu fluorescent yang dibedakan dari bentuknya, antara lain:

1. Linear fluorescent.

Lampu TL panjang itulah sebagian besar orang menyebut lampu ini. Ini adalah lampu fluorescent klasik dan menurut sejarahnya, lampu ini diperkenalkan sejak tahun 1950.

2. Non-Linear fluorescent.

Jenis yang satu ini bentuknya ada yang lingkaran, letter "U", dan ada juga yang berbentuk panel modul seperti papan.

3. Compact Fluorescent (CFL).

Lampu ini dibagi dua jenis lagi yakni self-ballasted atau ballast yang sudah terinstall di dalam rangkaian lampu sehingga tinggal pakai seperti yang sekarang banyak kita jumpai sebagai lampu SL yang dapat langsung dipasang pada fitting ulir biasa. Satu lagi lampu CFL yang

harus memasangkan dengan ballast sendiri dan fitting khusus seperti linear fluorescent / TL namun yang satu ini bentuknya sangat ringkas dan kecil.

2.9 Pencahaya

Dalam merencanakan atau melakukan penelitian terhadap kualitas pencahayaan suatu ruangan, harus diperhatikan beberapa kriteria dasar agar didapatkan tingkat pencahayaan yang baik dan mata dapat melihat dengan jelas dan nyaman.kriteria-kriteria ini daling mempengaruhi dan tidak dapat berdiri sendiri karena masing-masing saling mempengaruhi dalam menghasilkan kualitas pencahayaan yang optimal.kriteria-kriteria yang harus dipenuhi adalah :

- 1. Kuantitas atau jumlah jumlah suatu permukaan tertentu atau tingkat pencahayaan
- 2. Distribusi kepadatan cahaya
- 3. Pembatasan agar cahaya tidak menyilaukan mata
- 4. Arah pencahayaan dan pembentukan bayangan
- 5. Warna cahaya dan reflrkd warnanya
- 6. Kondisi dan iklim ruangan

 Khusus ruang kelas yang akan dijadikan tempat penelitian,standar tingkat pencahayaan yang sirekomendasikan adalah 250 lux.

2.9.1 Distribusi Kepadatan Cahaya / Luminance Distribution

Kepadatan cahaya atau luminasi (L) adalah kepadatan radiasi cahaya yang jatuh pada suatu bidang dan dipancarkan kearah mata sehingga mata mwndaatkan kesan bright.dengan kata lain, kepadatan cahaya adalah intenditas cahaya dari bidang tertentu (cd) dibagi dengan luas bidang (m2).

Rumus :

$$L = \frac{I}{A}.....(2.4)$$

Dimana :

 L = kepadatan cahaya

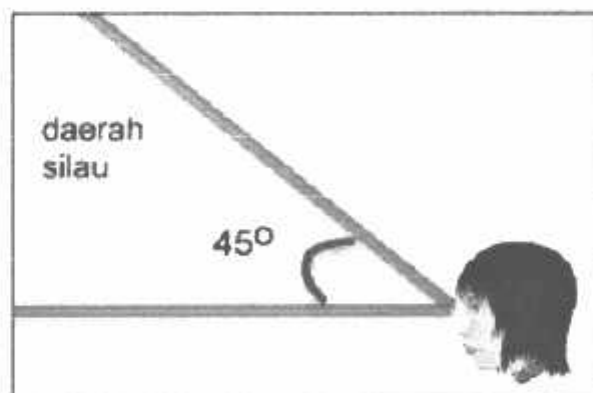
 I = intensitas cahaya per satuan sudut ruang (cd)

 A= luas bidang (m2)

Semakin tinggi kepadatan cahaya suatu permukaan maka semakin terang pula permukaan itu tampak oleh mata. Walaupun tingkat kepadatan cahaya suatu permukaan sudah sesuai dengan rekomendasi yang diminta, tetapi bila distribusi cahayanya tidak merata akan menimbulkan kontras terlalu besar. Perbandingan yang ideal antara kepadatan cahaya langit-langit, dinding dan lantai adalah tidak lebih besar dari 3 : 1, dari angka kepadatan cahayanya, supaya didapatkan distribusi cahaya dalam ruangan yang merata. Dalam hal ini perlu memilih armatur lampu yang tepat sehingga kombinasinya dalam merefleksikan cahaya dalam ruangan juga memenuhi standart.

2.9.2 Pembatasan agar cahaya tidak menyilaukan mata

Silau terutama disebabkan oleh distributos cahaya yang tidak merata pada suatu permukaan, misalnya penempatan lampu yang terlalu dekat dengan bidang kerja akan menimbulkan refleksi permukaan bidang kerja yag cukup tinggi akibatnya mata menjadi silau. Efek ini juga disebabkan olehnya besarnya sumber cahaya, kepadatan cahaya, semua sumber cahaya yang terdapat di depan sudut penglihatan mata, dan perbedaan yang kontras antara permukaan yang gelap dan terang, misalnya jendela. Silau akan mengakibatkan daya penglihatan berkurang, dapat menyebabkan kelelahan pada mata, dan menurunkan semangat belajar atau bekerja. Silau yang langsung diakibatkan oleh sumber cahaya buatan dapat dihindari dengan memasang armatur pada lampu yang dilengkapi dengan pelindung berupa optical mirror. Semua lampu yang berada dalam sudut pandang mata sebesar 45 derajat, akan menimbulkan silau seperti gambar :



Gambar 2.28 Sudut pandang penglihatan manusia ^[5]

2.9.3 Arah Pencahayaan Dan Pembentukan Bayangan

Arah pencahayaan dan pembentukan bayangan pada suatu benda dapat memberikan kesan yang berbeda bila dilihat oleh mata karena informasi informasi yang diteruskan ke otak tergantung pada arah sumber cahaya yang mengenai benda itu, dan bayangan yang ditimbulkannya. Distribusi pencahayaan dan susunan armatur lampu yang tepat akan berpengaruh pada bayangan yang ditimbulkan dimana akan sedikit bayangan yang timbul. Di dalam ruangan untuk tempat kerja dan belajar, sebaiknya intensitas bayangan itu cukup. Tidak terlalu berbayang-bayang karena akan mempengaruhi penglihatan, dan sebaiknya juga tidak menghilangkan bayangan dalam ruang karena akan menimbulkan kesan monoton dan membosankan, selain juga turut mempersulit penglihatan.

2.9.4 Warna Cahaya Dan Refleksi Warna

Warna dari suatu benda yang kita lihat adalah relatif, tergantung pada jenis warna dan pencahayaan. Warna cahaya yang dimaksudkan disini adalah cahaya yang dipancarkan oleh suatu sumber cahaya yang memberikan kesan tertentu pada kita. Misalnya memberikan kesan putih dan dingin (*cool white*), atau memberi kesan hangat (*warm*). Kesan ini timbul oleh karena sumber cahaya memancarkan cahaya dengan suhu tertentu pada permukaan benda dan dipantulkan kembali oleh benda dan mata, sehingga kita mendapatkan kesan warna yang berbeda-beda. Warna cahaya dari suatu sumber untuk pencahayaan didalam ruangan dibagi atas tiga kelompok :

Tabel 2.9 Temperatur warna dalam ruang ^[6]

Warna Cahaya	Temperatur
Putih Siang Hari (<i>daylight</i>)	6000 Kelvin
Putih Netral (<i>cool white</i>)	4000 Kelvin
Putih Hangat (<i>warm white</i>)	3000 Kelvin

Colour rendering (Ra) atau refleksi warna menunjukka apakah suatu sumber cahaya bisa menampilkan warna sesuai dengan aslinya. Colour rendering mempunyai skala mulai dari 0% - 100%. Semakin Colour rendering suatu sumber cahaya maka objek atau benda juga semakin mendekati warna aslinya.

Salah satu sumber cahaya yang Colour renderingnya paling tinggi adalah matahari ($R_a = 100\%$), karena matahari dapat menampilkan warna asli dari suatu objek atau benda.

Tabel 2.10 *Colour Rendering* dalam ruangan ^[7]

<i>Colour Rendering</i>	Digunakan pada
> 90	Museum <i>art</i> , pameran lukisan
80-90	Rumah, hotel, restoran, industri tekstil
60-80	Kantor, sekolah, industri ringan
40-60	Industri berat
20-40	<i>Outdoor</i>

Untuk menghasilkan iklim ruangan yang diinginkan, harus diperhatikan fungsi dan tujuan dari ruangan tersebut. Misalnya untuk ruangan perkantoran dibutuhkan warna cahaya yang netral maka dipasang lampu yang memancarkan warna cahaya cool daylight. Sedangkan untuk ruang kamar hotel, biasanya dibutuhkan warna yang hangat maka dipakai lampu yang memancarkan warna cahaya warm.

2.9.5 Kondisi Dan Iklim Ruangan

Kondisi dan iklim ruangan turut berpengaruh pada kuat pencahayaan namun hal tersebut tergantung kepada keinginan pemilik ruangan. Kondisi ruangan disini maksudnya lampu dapat menciptakan suasana ruangan yang sesuai dengan keinginan, memberikan atmosfer yang menyenangkan kepada seluruh interior ruangan misalnya warna cahaya, serta menciptakan kondisi kerja yang nikmat dan aman. Pencahayaan masa kini harus memenuhi fungsi sebagai penerangan yang baik, meningkatkan kualitas dekorasi ruangan, memperhatikan segi keamanan bagi pengguna ruangan, dan memperhatikan segi ekonomis jangka panjang, dan juga fleksibel untuk perubahan tata letak sumber cahaya dimasa yang akan datang. Tingkat pencahayaan yang merata (uniformity of illuminance)
Oleh Cyless & Marsden (1983), dinyatakan bahwa tingkat pencahayaan yang merata adalah penting karena tiga hal, yaitu :

1. Dapat mengurangi perbedaan variasi tingkat pencahayaan dalam ruang dengan aktifitas sejenis misalnya kegiatan belajar dalam ruang kelas.
2. Kepadatan cahaya yang terlalu terkonsentrasi dapat mempengaruhi kinerja dan kenyamanan visual dalam ruangan.
3. Pencahayaan yang tidak merata membuat ruangan kelihatan suram dan tidak nyaman membuat orang yang berada didalam ruangan kelihatan suram dan tidak betah untuk tinggal.

Perencanaan teknik pencahayaan atau penerangan dalam praktik pada umumnya bertujuan untuk tercapainya tingkat pencahayaan yang merata pada seluruh bidang kerja. Pencahayaan yang sepenuhnya merata memang tidak mungkin dalam praktik, tetapi menurut Pritchard (1986) standar yang dapat diterima adalah tingkat pencahayaan minimum serendah-rendahnya adalah 80% dari rata-rata tingkat pencahayaan dalam ruang. Artinya, bila tingkat pencahayaan rata-ratanya 100 lux, maka tingkat pencahayaan dari semua titik didalam ruangan harus 80 lux.

Besarnya tingkat pencahayaan dalam ruangan untuk siang dan malam hari adalah sama. Yang berbeda adalah jumlah lumen dari lampu yang dibutuhkan, karena siang hari cahaya buatan dibantu oleh cahaya matahari sedang pada waktu malam tidak ada cahaya matahari.

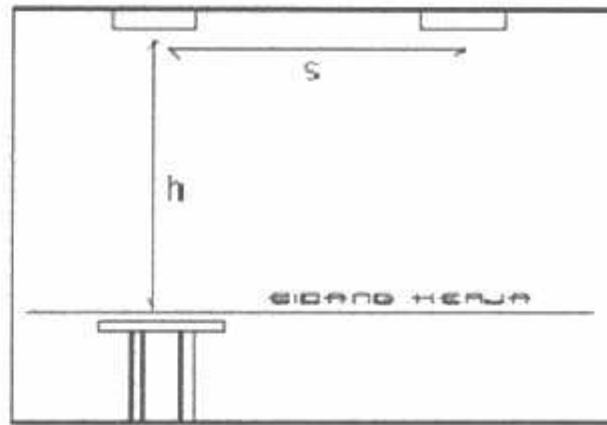
Kuat penerangan yang merata dapat dicapai jika memenuhi ketentuan pemasangan beberapa buah lampu, berupa penentuan *spacing criteria (SC)*, yaitu perbandingan jarak antar dua buah pusat lampu yang berdekatan terhadap jarak lampu ke bidang kerja. Angka perbandingan untuk *spacing criteria (SC)* adalah 1,5. atau dituliskan dalam rumus :

$$S = hm \times 1,5 \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

S = jarak antar lampu yang tersekat

Hm = tinggi bidang kerja ke lampu



Gambar 2.29 *Spacing Criteria* untuk kuat penerangan yang merata ^[4]

2.9.6 Reflektansi / *Reflectance*

Dalam IES Lighting Handbook (1984) dinyatakan bahwa setiap objek memantulkan sebagian dari cahaya yang mengenainya, tergantung pada susunan geometris obyek tersebut baik bahan penyusunannya maupun warna objek yang dikenai cahaya. Reflektansi dalam ruangan sangat mempengaruhi kinerja dari ruangan tersebut. Semakin tinggi angka reflektansi ruang maka semakin terang pula ruangan yang ditempati, demikian pula sebaliknya. Skala reflektansi cahaya adalah antara 0 dan 100% dari hitam ke putih.

Reflektansi (*reflectance, reflection factor, or reflectance coefficient*) adalah perbandingan rasio cahaya yang dipantulkan oleh suatu permukaan terhadap cahaya yang mengenainya atau cahaya yang datan gpada bidang. Adapun rumus yang menentukan angka reflektansi rata-rata bidang adalah :

$$\text{Angka reflektansi (p)} = \frac{E \text{ rata-rata sinar pantul}}{E \text{ rata-rata sinar langsung}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.6)$$

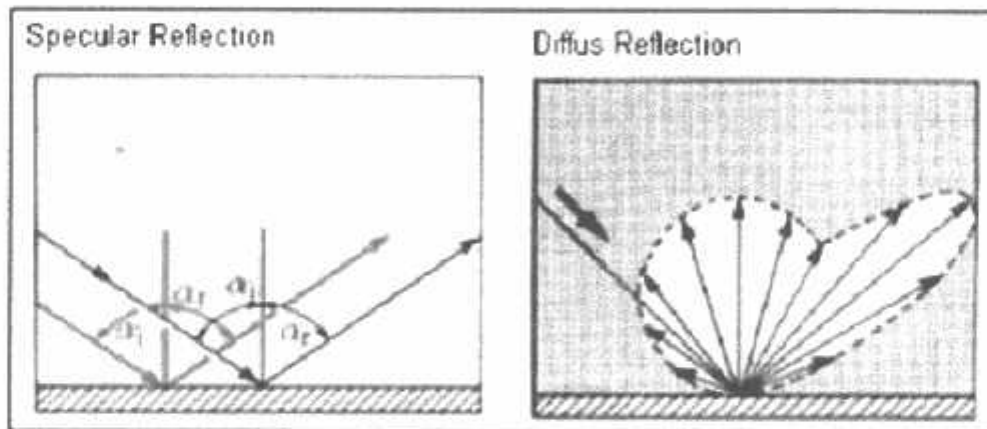
Nilai maksimum dari angka tersebut adalah 100% yaitu spektrum warna putih terang, dan minimum adalah 0% yaitu warna hitam pekat. Angka reflektansi ini termasuk dalam kategori *coefficient of utilization*, yang berpengaruh terhadap tingkat pencahayaan /iluminasi.

Reflektansi cahaya yang timbul bisa specular, diffus ataupun kombinasi dari keduanya. Reflektansi specular adalah jenis reflektansi yang terjadi pada

suatu ceermin. Ditandai dengan sudut pantul sama dengan sudut datang. Reflektansi diffus adalah jenis reflektansi dimana pantulan cahaya menyebar ke segala arah, sehingga permukaan pantulan terlihat sama terangnya dilihat dari segala sudut penglihatan.

Untuk ruangan kelas, faktor reflektansi harus diperhatikan supaya didapatkan pencahayaan yang cukup untuk proses belajar mengajar. Bila faktor reflektansi kurang maka ruang kelas akan terkesan suram. Adapun rekomendasi angka reflektansi untuk ruang kelas adalah ;

1. Angka reflektansi dinding : 50 – 70%
2. Angka reflektansi lantai : 20 – 40%
3. Angka reflektansi langit – langit : 70 – 90%



Gambar 2.30 Refleksi spekuler dan refleksi diffus ^[8]

2.9.7 Warna ruang

Warna ruang yang dimaksud disini adalah warna bidang dan objek yang terdapat pada seluruh ruangan baik itu warna dinding, lantai maupun perabot dalam ruangan. Warna pada benda bisa terlihat oleh manusia karena adanya pemantulan spektrum cahaya tertentu dari benda yang ditangkap oleh mata. Akibat perbedaan panjang gelombang warna yang masuk kemata maka kita bisa melihat berbagai macam warna mulai dari hitam, merah sampai putih.

Warna ruang berpengaruh pada reflektansi, dimana semakin mendekati spektrum putih maka faktor pemantulan atau angka reflektansinya juga besar,

demikian juga sebaliknya. Oleh sebab itu dalam ruangan kelas dan ruang belajar dipilih warna-warna yang terang seperti putih,merah muda dan hijau.

Tabel 2.11 Warna ruang dan angka reflektansinya ^[9]

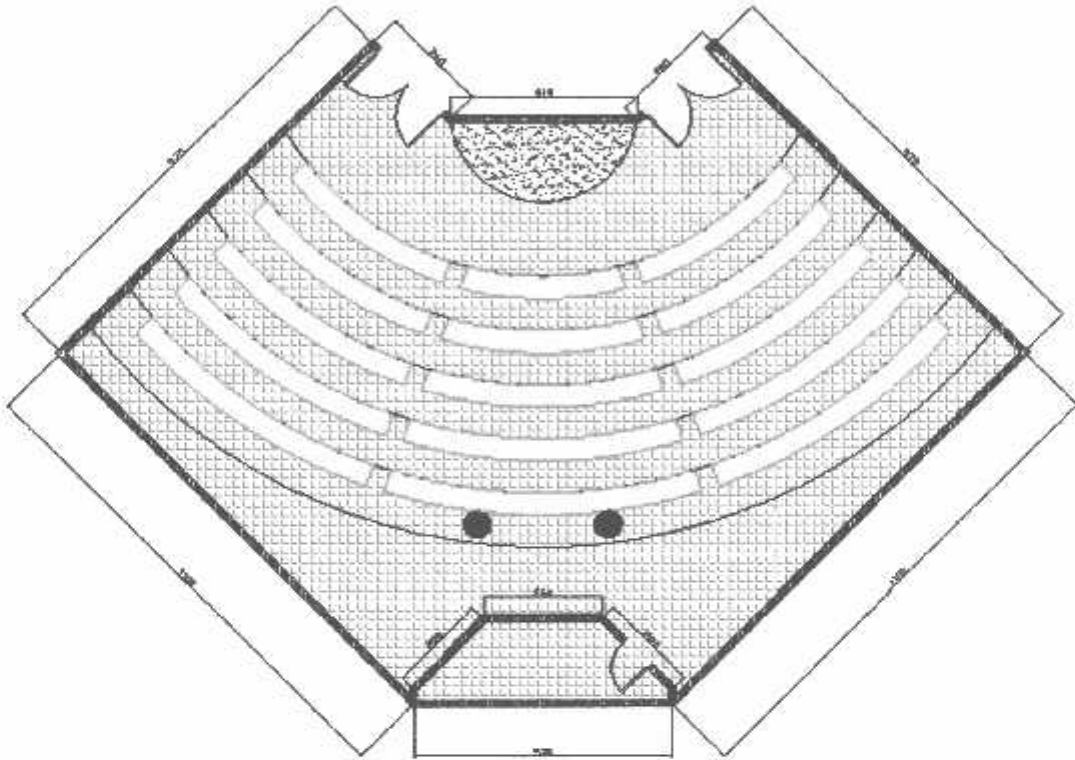
Warna Ruang	Angka Reflektansi
Hijau Tua	0,07
Biru Tua	0,08
Abu-abu Gelap	0,14
Merah Tua	0,21
Oranye Gelap	0,35
Kuning Tua	0,54
Abu-abu Terang	0,65
Oranye Muda	0,68
Biru Muda	0,68
Merah Muda	0,70
Hijau Muda	0,73
Kuning Terang	0,82



BAB III

PERENCANAAN SISTEM PENCAHAYAAN

3.1 Gambar Perencanaan



Gambar 3.1 Denah gedung amphi

3.2 Perencanaan Sistem Pencahayaan

Pencahayaan yang baik menghasilkan kerja yang baik pula. Lingkungan dan suasana yang nyaman untuk bekerja akan meningkatkan cara kerja dalam segi kualitas serta mutunya. Untuk itu peranan pencahayaan untuk menerangi fasilitas yang ada serta pada tempat bekerja yang memberikan sudut pandang penglihatan yang baik dengan arti lainnya pencahayaan memberikan keselamatan dalam bekerja, mengurangi rasa lelah yang bisa mengakibatkan kecelakaan, mengurangi tindakan kesalahan yang mengakibatkan cacat produksi serta meningkatkan produktifitas. Sebagai tambahan pencahayaan memberikan rasa bangga terhadap lingkungan tempat bekerja. Untuk menghasilkan kualitas yang tinggi,

pencahayaannya sangat penting peranannya dalam meningkatkan produktifitas. Pencahayaannya yang baik berarti cukup sinar yang di butuhkan pada tempat kerja termasuk pada penyebaran cahaya yang merata dan kemampuan cahaya untuk merenderasi warna disamping itu tidak menimbulkan silau. Dalam merencanakan suatu sistem pencahayaannya setidaknya ada beberapa faktor yang perlu diprhatikan, diantaranya :

1. Faktor kenyamanan

Diusahakan supaya kuat penerangan yang ada sesuai dengan besarnya kebutuhan penerangan dalam suatu ruangan sehingga mata terasa nyaman karena tidak berakomodasi secara berlebihan.

2. Faktor teknis

Pemasangan instalasi harus sesuai standarisasi.

3. Faktor estetika

Peletakan komponen atau peralatan listrik diusahakan tidak merusak keindahan ruangan, bahkan diusahakan dapat menambah keindahan ruangan.

4. Faktor ekonomis

Diusahakan dalam pembelian barang-barang yang akan dipakai dalam sistem pencahayaannya tidak berlebihan atau tidak membeli hal-hal yang sekiranya tidak di perlukan.

5. Faktor keamanan

Diwajibkan bagi para pemasang instalasi penerangan harus mengutamakan keamanan bagi para pengguna ruangan.

3.3 Pemilihan Jenis Lampu

Dalam pemilihan jenis lampu, lampu flouresen dan lampu pelepasan gas lainnya yang mempunyai efikasi yang tinggi, harus lebih banyak digunakan. Lampu pijar memiliki efikasi yang rendah, sehingga penggunaanya dibatasi. Pada tabel 3.1 ditunjukkan jenis lampu yang dianjurkan untuk berbagai fungsi/jenis bangunan. Sedangkan untuk mengetahui daftar efikasi lampu (lumen/watt) dapat ditunjukkan pada tabel 3.2

Tabel 3.1 Temperatur warna yang direkomendasikan untuk berbagai fungsi/jenis bangunan

Fungsi / Jenis Bangunan	Lampu pijar		Lampu flouresen		mercuri	sodium
	standart	halogen	Standart	Super		
Rumah tinggal :						
Teras	❖		❖			
Ruang tamu	❖	❖				
Ruang makan	❖		❖			
Ruang kerja			❖			
Ruang tidur	❖					
Ruang mandi	❖					
Dapur	❖		❖			
Garasi			❖			
Perkantoran :						
Ruang direktur	❖	❖				
Ruang kerja				❖		
Ruang komputer				❖		
Ruang rapat	❖	❖		❖		
Ruang gambar			❖	❖		
Lembaga pendidikan :						
Ruang kelas			❖			
Perpustakaan			❖			
Laboratorium			❖			
Ruang gambar			❖			
Kantin	❖					
Hotel & restoran :						
Lobby,koridor	❖			❖		
Ballroom/ Ruang sidang	❖				❖	
Ruang makan	❖					
Cafetaria	❖			❖		
Kamar tidur	❖	❖				
Dapur			❖			
Pertokoan :						

Barang antik / seni	❖	❖				
Toko kue dan makanan			❖			
Toko bunga	❖	❖		❖		
Toko buku dan alat tulis/gambar						
Toko perhiasan, arloji	❖	❖		❖		
Barang kulit dan sepatu	❖	❖		❖		
Toko pakaian	❖	❖		❖		
Pasar swalayan				❖	❖	
Toko mainan	❖					
Toko alat listrik (TV, radio,casette ,mesin cuci, dll.)	❖		❖			
Toko alat musik dan olahraga	❖		❖			
Industri umum :					❖	❖
Gudang					❖	
Ruang cuci, ruang mesin					❖	
Kantin			❖			
Laboratorium			❖			
Olahraga :						
Lapangan olahraga serbaguna				❖	❖	
Jalur bowling	❖			❖		
Ruang bowling	❖			❖		

Tabel 3.2 Daftar Efikasi Lampu

Jenis lampu	Efikasi (lumen/watt)
Pijar	14
Halogen	20
TL	45-60
Merkuri	38-56
Sodium SON	100-120
Sodium SOX	61-180

3.4 Metode Lumen

Metode lumen adalah metode yang dipakai untuk menghitung penerangan rata-rata pada bidang kerja. Fluks cahaya diukur pada bidang kerja, yang secara umum mempunyai tinggi antara 75-95 cm di atas lantai. Besarnya intensitas penerangan (E) bergantung pada jumlah fluks cahaya dari luas bidang kerja yang dinyatakan dalam lux (lx).

$$E = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(3.1)$$

keterangan :

E : intensitas penerangan (lux)

F : fluks cahaya (lumen)

A : luas bidang kerja (m^2)

Tidak semua cahaya dari lampu mencapai bidang kerja, karena ada yang dipantulkan (faktor refleksi = r), dan diserap (faktor absorpsi = a) oleh dinding, plafon dan lantai. Faktor refleksi dinding (r_w) dan faktor refleksi plafon (r_p) merupakan bagian cahaya yang dipantulkan oleh dinding dan langit-langit/plafon yang kemudian mencapai bidang kerja. Faktor refleksi bidang kerja (r_m) ditentukan oleh refleksi lantai dan refleksi dinding antara bidang kerja dan lantai secara umum, nilai $r_m = 0,10$ (jika r_m tidak diketahui, maka diambil nilai $r_m 0,10$.

Faktor refleksi dinding/langit-langit untuk warna :

- | | |
|----------------------|--------|
| 1. Warna putih | = 0,80 |
| 2. Warna sangat muda | = 0,70 |
| 3. Warna muda | = 0,50 |
| 4. Warna sedang | = 0,30 |
| 5. Warna gelap | = 0,10 |

Indeks Ruang (K)

$$K = \frac{p \cdot l}{tb (p + l)} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan :

p = panjang ruangan (m)

l = lebar ruangan (m)

tb = tinggi sumber cahaya diatas bidang kerja (m)

indeks dihitung berdasarkan dimensi ruangan yang akan diberi penerangan cahaya lampu. Nilai k hasil perhitungan digunakan untuk menentukan nilai efisiensi penerangan lampu. Bila k nilainya tidak ada (tidak tepat) pada tabel,maka untuk menghitung efisiensi (k_p) dengan interpolasi :

$$k_p= k_{p1}+ \frac{k-k_1}{k_2-k_1} (k_{p1} - k_{p2}).....(3.3)$$

Faktor penyusutan/faktor depresiasi (k_d) menentukan hasil perhitungan intensitas penerangan. Hal ini disebabkan karena umur lampu, kotoran/debu,dinding yang sudah lama,adanya pengaruh akibat susut tegangan.

$$k_d = + \frac{E \text{ dalam keadaan dipakai}}{E \text{ dalam keadaan baru}}.....(3.4)$$

Untuk memperoleh efisiensi penerangan dalam keadaan dipakai,nilai yang didapat dari tabel, masih harus dikalikan drngan d. Faktor depresiasi ini di bagi menjadi tiga golongan utama yaitu :

1. Pengotoran ringan (daerah yang hampir tidak berdebu)
2. Pengotoran biasa.
3. Pengotoran berat (daerah banyak debu).

Oleh karena pengaruh efisiensi lampu (k_p) dan pengaruh faktor depresiasi (k_d), maka besarnya fluks cahaya yang sampai bidang kerja adalah :

$$F = F \cdot k_p \cdot k_d(3.5)$$

Maka besarnya intensitas penerangan menjadi :

$$E = + \frac{F \cdot k_p}{k_d \cdot A}.....(3.6)$$

Besarnya fluks (F) total merupakan perkalian antara jumlah armatur atau lampu dengan fluks cahaya tiap armatur atau lampu.

$$\text{Jadi } F = n_a \cdot F_a \text{ atau } F = n_L \cdot F_L(3.7)$$

Keterangan :

- F = fluks cahaya total (lumen).
- F_a = fluks cahaya tiap armatur.
- F_L = fluks cahaya tiap lampu.
- n_a = jumlah armatur.
- n_L = jumlah lampu.

Dengan demikian untuk menentukan jumlah armatur atau jumlah lampu dari suatu ruangan yang akan diberi penerangan buatan dapat dihitung dengan rumus :

$$n_a = \frac{E \cdot p \cdot l}{Fl \cdot Kp \cdot Kd} \dots\dots\dots(3.8)$$

Keterangan :

- E = intensitas penerangan (lumen/m² atau lux).
- P = panjang ruangan (m).
- l = lebar ruangan (m).
- Fl = fluks cahaya tiap lampu (lumen).
- k_p = efisiensi penerangan.
- k_d = faktor depresiasi.
- n_l = jumlah lampu.

Tingkat Pencahayaan Rata-rata (*E_{rata-rata}*)

Tingkat pencahayaan pada suatu ruangan pada umumnya didefinisikan sebagai tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja. Yang dimaksud dengan bidang kerja ialah bidang horisontal imajiner yang terletak 0,75 – 0,9 meter diatas lantai pada seluruh ruangan. Tingkat pencahayaan rata-rata *E_{rata-rata}* (lux), dapat dihitung dengan persamaan :

- 1. Penempatan luminare secara individu atau kelompok.
- 2. Instalasi yang simetris dengan satu kali langkah.
- 3. Pengaturan dan pengarahannya arah cahaya dari luminare secara grafis.
- 4. Grid kalkulasi yang fleksibel.
- 5. Pilihan untuk switching model.
- 6. Kalkulasi dengan faktor pengaturan cahaya
- 7. Melihat desain pencahayaan langsung ke layar monitor.
- 8. Menawarkan laporan-laporan yang profesional.

Beberapa inputan pada dialux diantaranya :

- 1. Dimensi ruangan yang akan diberi ruangan.
- 2. Texture ruang yang akan diterangi
- 3. Merk,jenis,kuat penerangan dan daya lampu yang akan digunakan untuk melakukan penerangan.

4. Letak,tinggi dan arah penyinaran lampu.

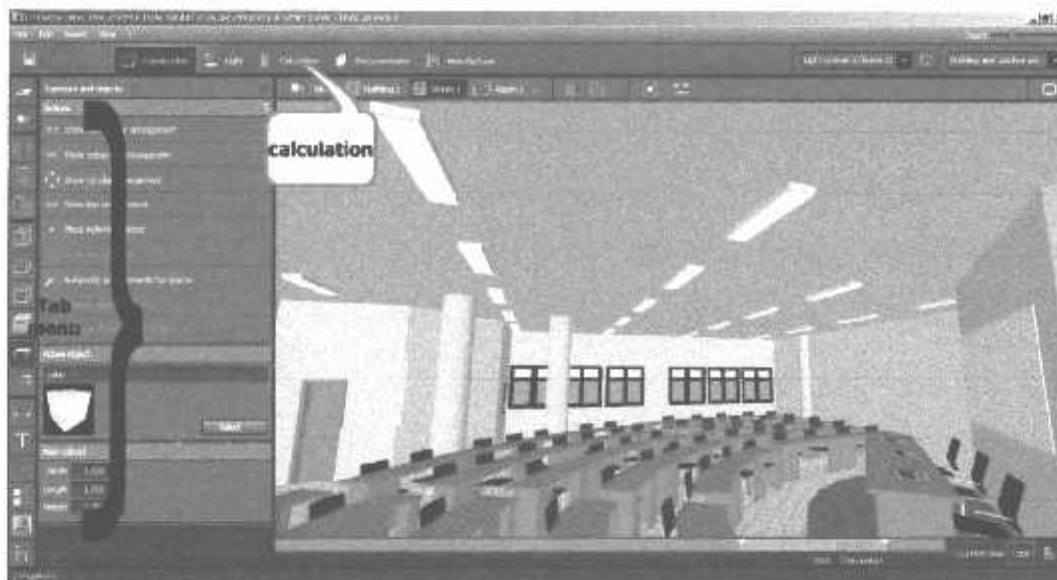
Setelah inputan diatas dimasukkan ke dalam dialux maka kita dapat mensimulasikan penerangan,dari simulasi tersebut kita dapat mendapat outputan diantaranya :

1. Iluminasi ruang yang diterangi.
2. Pola penyebaran pencahayaan.
3. Kuat penerangan rata-rata.



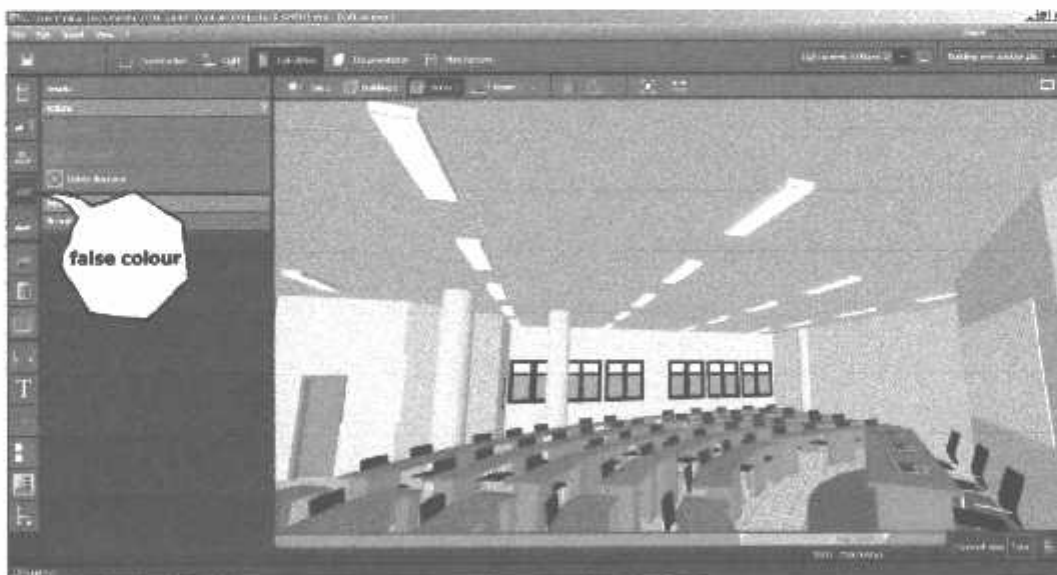
Gambar 3.2 tampilan menu awal Dialux

Welcome screen : dalam menu ini kita dapat menentukan dimensi ruang yang akan kita terangi, apakah dalam ruangan atau luar ruangan maupun penerangan jalan.



Gambar 3.3 tab menu *Dialux*

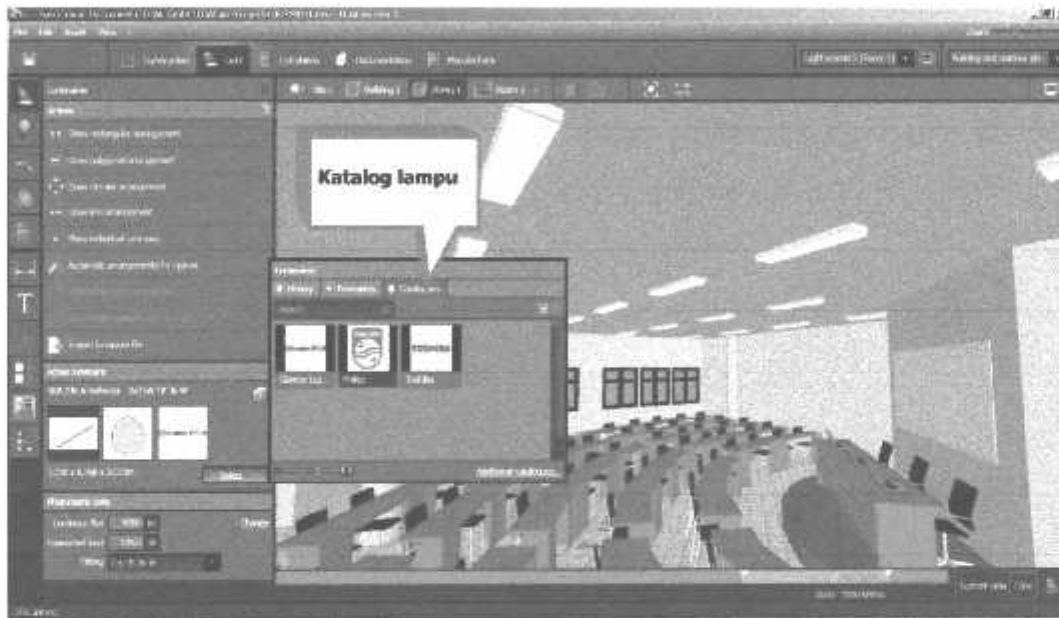
- Calculation* : dengan menggunakan menu *calculation* kita dapat mensimulasikan penerangan yang kita rencanakan, tentunya semua inputan harus dimasukkan terlebih dahulu.
- Tab menu* : pada *tab menu* kita bisa memilih menu-menu yang di sediakan Dialux. Menu tersebut antara lain *room element, roof, material dll.*



Gambar 3.4 tampilan salah satu tab menu *false colour*

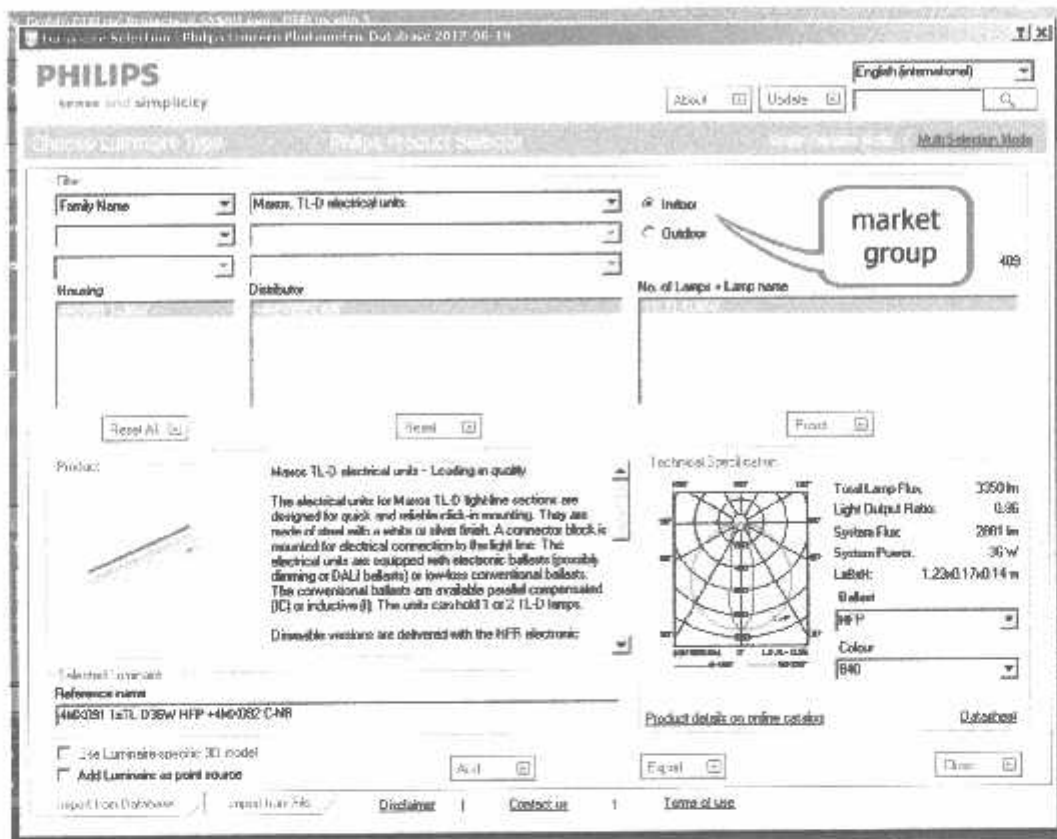
False colour : dengan menggunakan *false colour* kita bisa melihat pola penyebaran penyinaran lampu.

Dialux bekerja dengan format data internasional dari semua produsen. Dialux menawarkan katalog elektronik (Dialux Plugin) yang akan memudahkan dalam pemilihan jenis lampu. Seperti terlihat pada gambar 3.6 beberapa katalog elektronik yang ada pada dialux.



Gambar 3.5 Tampilan katalog lampu yang digunakan

Pada tab menu *luminare selection* kita bisa menentukan katalog lampu yang nantinya akan kita pakai dalam melakukan suatu penerangan pada ruangan tertentu. Dari situ kita dapat memilih berbagai merk lampu, diantaranya Philips, Glamox, Osram, Thosiba dll.tentunya sebelum sebelum kita menggunakan lampu tersebut, kita harus meng-install terlebih dahulu katalog elektronik lampu tersebut kedalam Dialux. Pada gambar 3.6 terlihat katalog elektronik (Dialux plugin) dari PHILIPS yang sudah ter-install.



Gambar 3.6 Katalog elektronik (Dialux plugin) PHILIPS

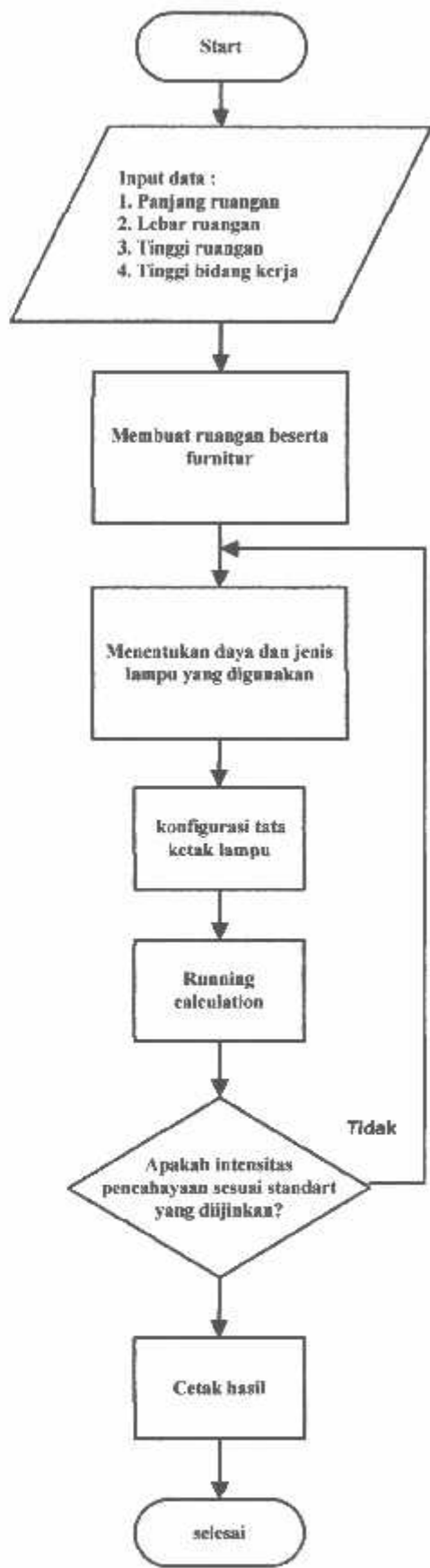
Market group : pada menu ini kita bisa menentukan jenis lampu yang akan digunakan apakah untuk luar ruangan atau untuk dalam ruangan. Selain itu pada menu ini kita juga bisa menentukan jenis lampu yang akan dipilih untuk penerangan.

3.7 Algoritma Pemecahan Masalah

1. Start
2. Masukan data :
 - Panjang ruangan
 - Lebar ruangan
 - Tinggi ruangan
 - Tinggi bidang kerja

3. Membuat ruangan beserta furniture.
4. Menentukan daya dan jenis lampu yang digunakan.
5. Menentukan konfigurasi tata letak lampu.
6. Running calculation.
7. Mengecek apakah intensitas pencahayaan sesuai standart :
 - I. "Ya" : proses selanjutnya (langkah 8).
 - II. "Tidak" : kembali ke langkah 4.
8. Cetak hasil.
9. Selesai.

3.8 Flow Chart Pemecahan Masalah



Gambar 3.7 flowchart analisa menggunakan software Dialux Evo



BAB IV

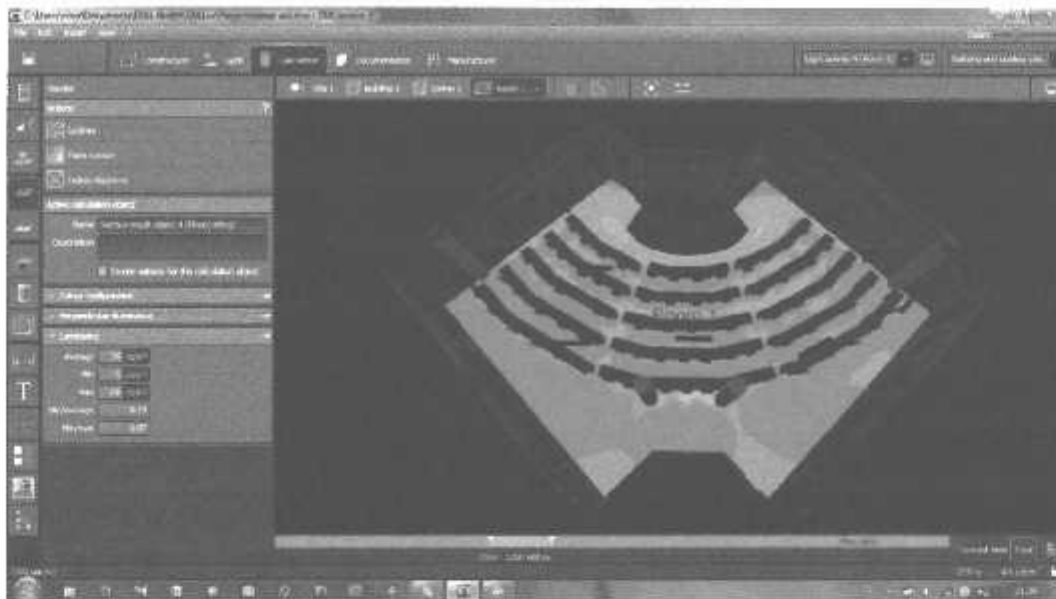
ANALISA DAN SIMULASI SISTEM PENCAHAYAAN

4.1 Analisa Pencahayaan Pada Ruang Amphi 1

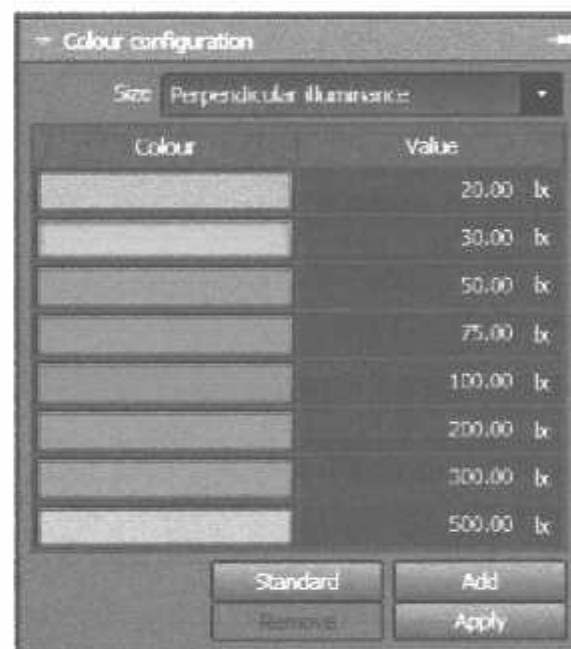


Gambar 4.1 Pola penyebaran intensitas penerangan ruang Amphi 1

Dari gambar diatas menunjukkan jumlah titik lampu dan pola penyebaran intensitas penerangan pada Ruang Amphi 1. Jumlah titik lampu yang terpasang di Ruang Amphi 1 adalah 15 buah dan lampu yang digunakan sebanyak 30 buah terlihat bahwa intensitas penerangan Ruang Amphi 1 berkisar antara 100 sampai 200 lux.



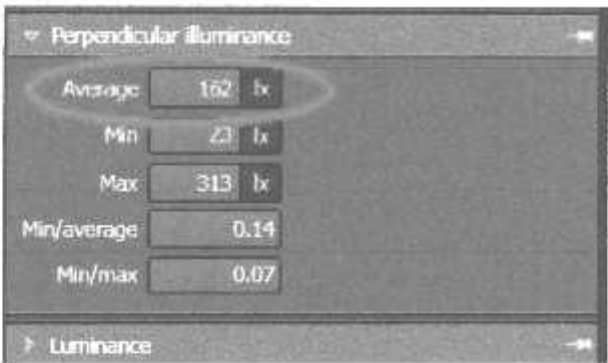
Gambar 4.2 Tampilan iluminasi ruang Amphi 1



Gambar 4.3 Indeks warna

Pada gambar 4.2 menunjukkan penyebaran iluminasi di Ruang Amphi 1, terlihat iluminasi Ruang Amphi 1 terdapat beberapa warna yang mendominasi, dari perbedaan warna diatas dapat diketahui besarnya kuat iluminasi pada ruangnya dengan melihat indeks warna pada gambar 4.3. untuk warna biru pada indeks sebesar 75 lux, warna hijau 100 lux dan kuning adalah 200 lux. Dan didapati rata-

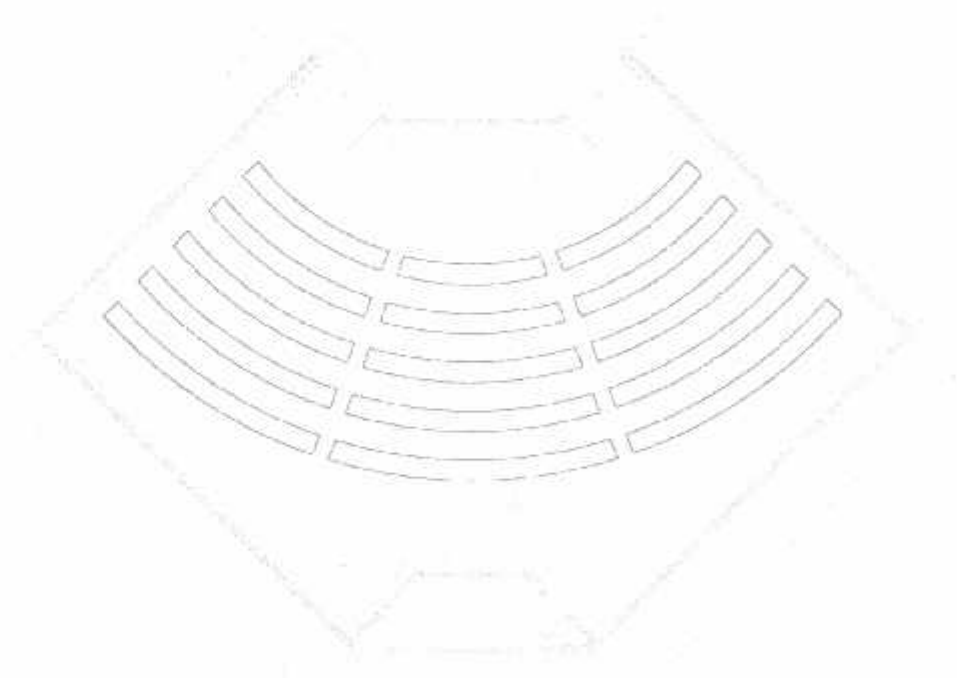
rata intensitaas cahaya dari ruangan tersebut sebesar 162 lux yang dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 rata-rata intensitas cahaya R.Amphi

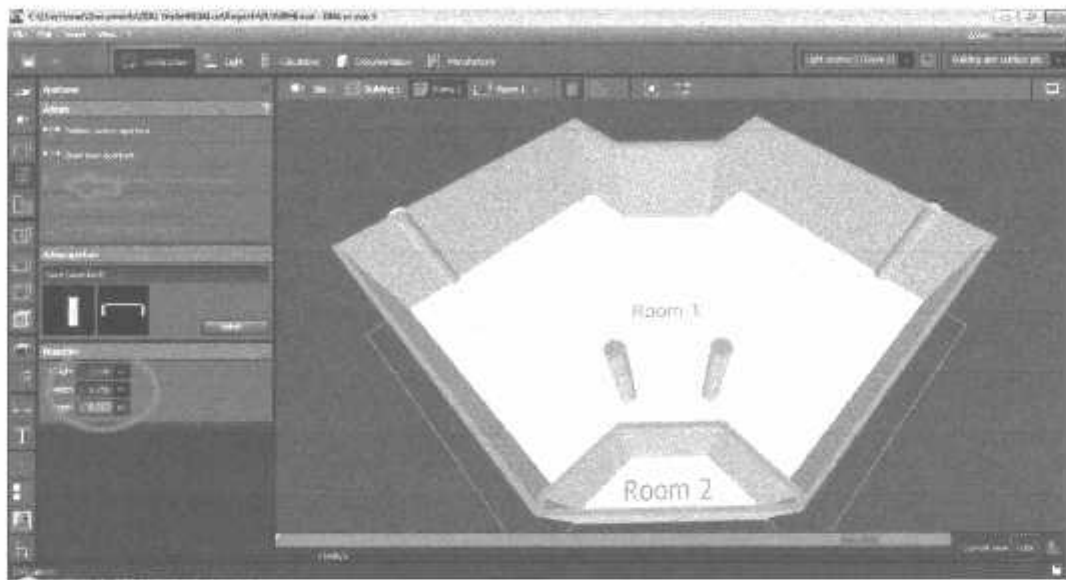
4.2 Langkah Pembuatan dan Kalkulasi Ruangan Dengan Software Dialux Evo 3

Untuk denah ruangan yang digunakan menggunakan software dialux evo yang di import dari autocad yang ukuran dimensi ruangan sudah disesuaikan dengan yang ada dilapangan, lalu dari autocad 2d di ubah ke dialux evo untuk dijadikan 3D



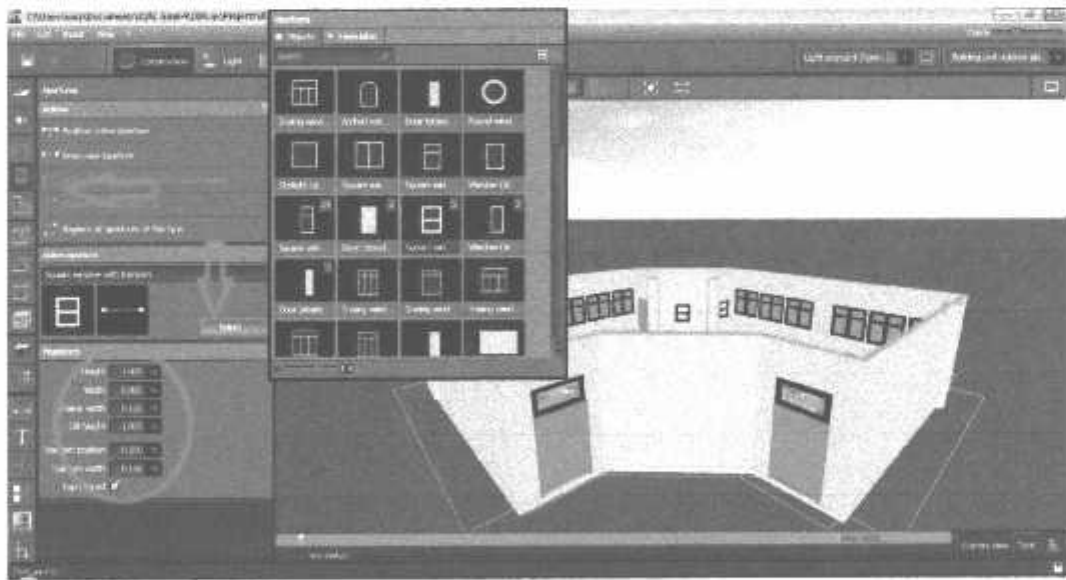
Gambar 4.5 Denah Ruangan Amphi 1

Gambar diatas adalah denah ruangan Amphi 1 yang dibuat dengan software Autocad dan ukuran dimensi ruangan sudah disesuaikan dengan aslinya atau dilapangan yang mana nantinya akan diimport ke software Dialux Evo dan akan dijadikan tampilan bentuk 3D.



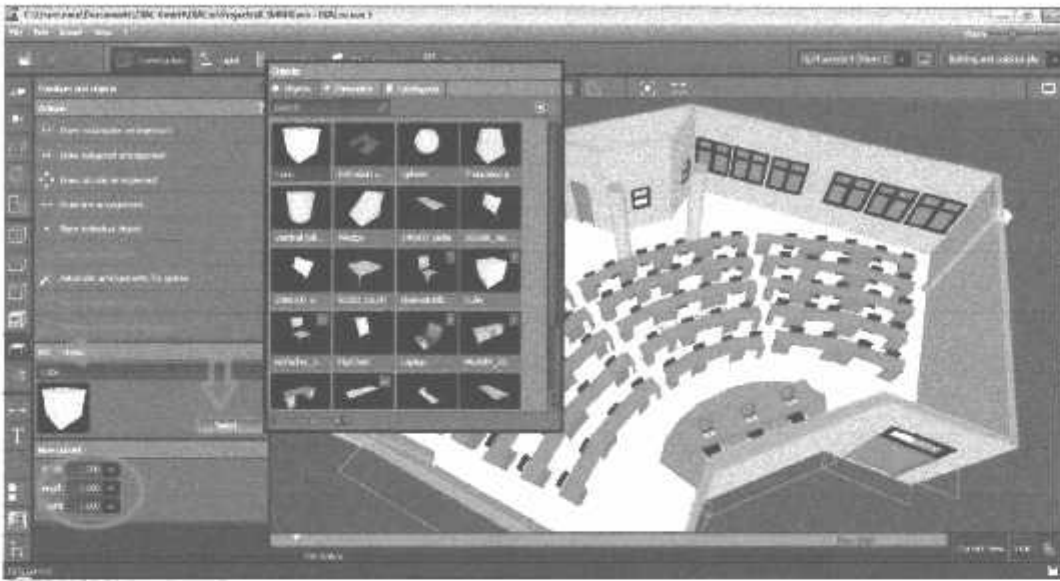
Gambar 4.6 Membuat tembok ruangan

Gambar diatas menunjukkan dalam membuat tembok dengan menggunakan software *dialux evo* dan juga mengatur ukuran tembok yang akan digunakan.



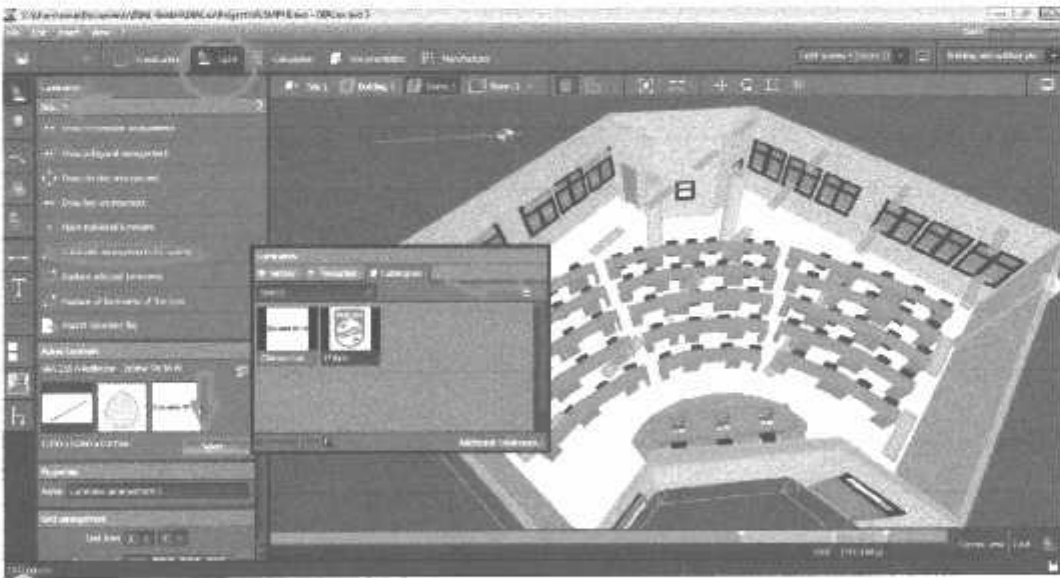
Gambar 4.7 Memberi pintu dan jendela pada ruangan

Gambar diatas menunjukkan bagaimana cara kita memberikan jendela ataupun pintu untuk fasilitas ruang.



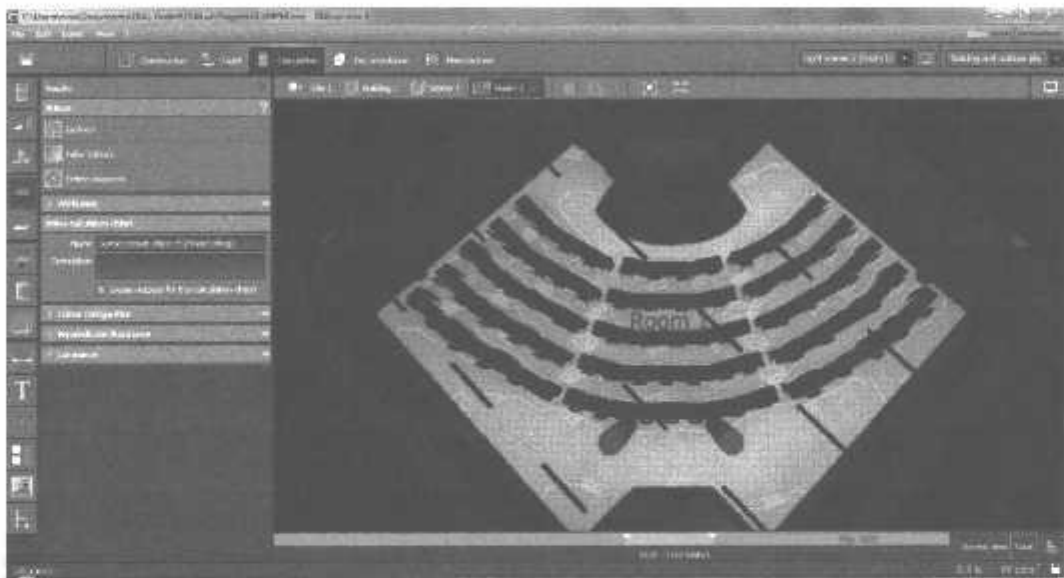
Gambar 4.8 Mengisi ruang dengan furnitur

Gambar diatas menunjukkan bagaimana kita memberi furniture pada ruangan yang kita buat yaitu dengan cara kita klik *furniture and object* yang ada anak panah hijau disebelah kiri lalu klik tombol *select* dan muncul berbagai gambar furniture yang dibutuhkan dan jangan lupa untuk mengatur ukuran yang ingin dimasukkan yang berada pada lingkaran hijau.



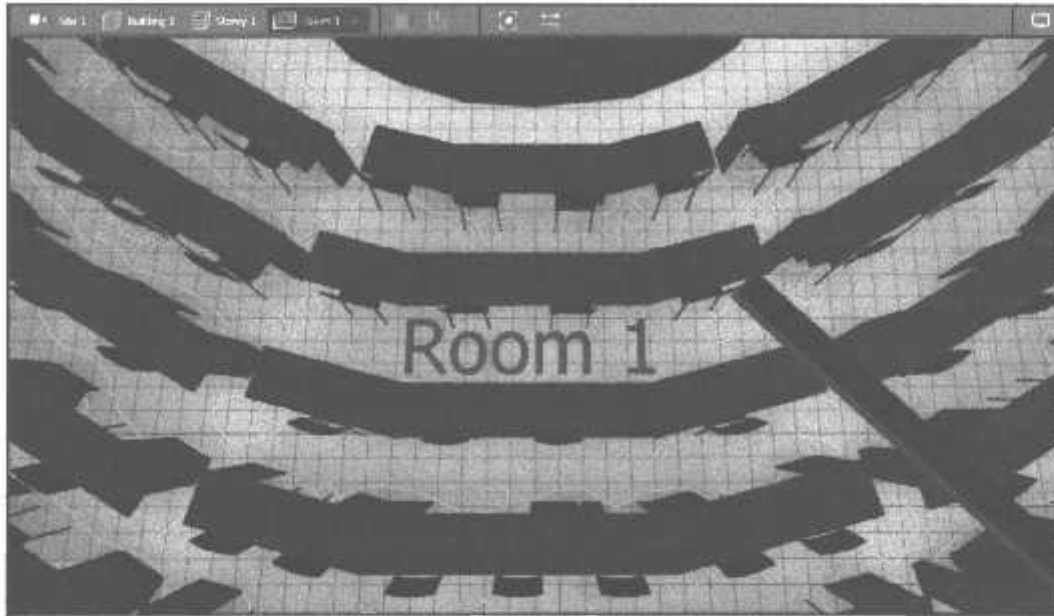
Gambar 4.9 Mengisi ruangan dengan lampu

Gambar diatas menunjukkan bagaimana cara memilih lampu untuk ruangan yang kita gunakan yaitu klik menu *light* yang berada di lingkaran hijau yang terletak diatas lalu klik *select* dan terbuka submenu yang berisi plugin merk lampu yang ingin kita gunakan. Setelah kita memilih lampu yang akan digunakan kita bisa meletakkan lampu secara manual maupun otomatis gambar diatas menggunakan *automatic arrangement for space* untuk meletakkan lampu caranya dengan mengklik lingkaran merah disebelah kiri.



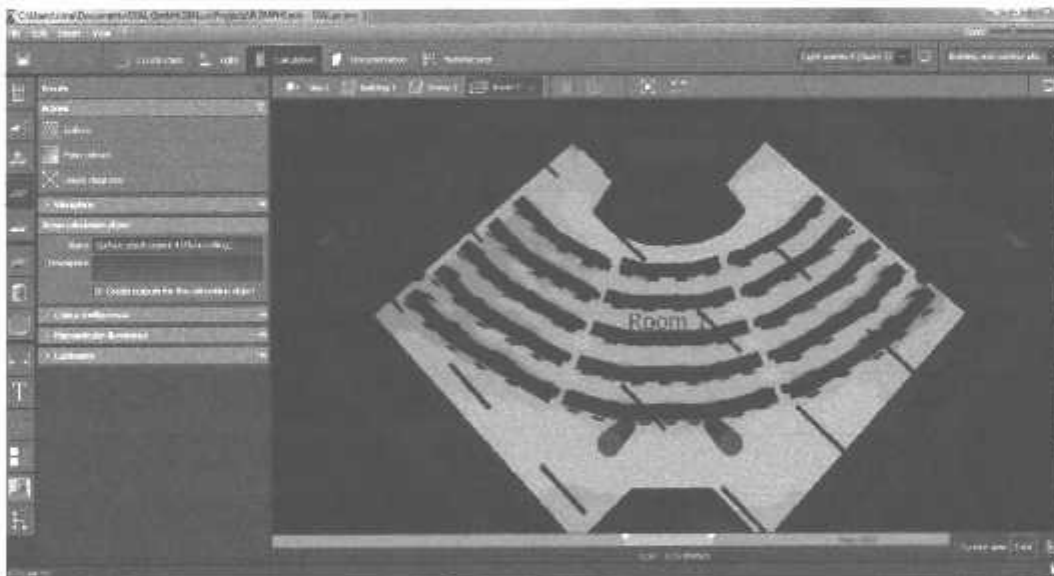
Gambar 4.10 Isoline

Pada gambar 4.10 menunjukkan penyebaran iluminasi di Ruang Amphi 1. Terlihat iluminasi Ruang Amphi 1 terdapat beberapa warna diatas dapat diketahui besarnya kuat iluminasi jika pada gambar diatas diperbesar maka akan tampak nilai – nilai yang menunjukkan besarnya intensitas penerangan. Seperti yang terlihat digambar dibawah ini.



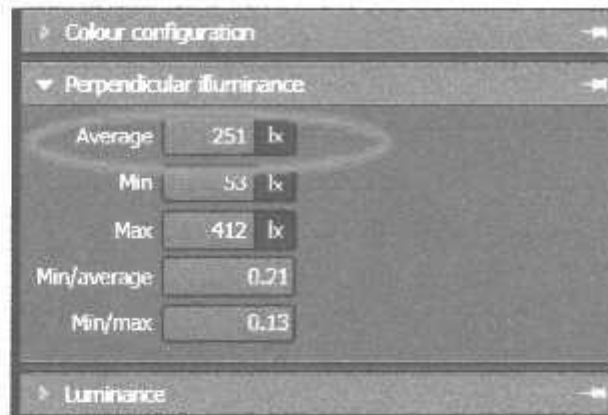
Gambar 4.11 isoline zoom

Jika gambar 4.10 di zoom maka akan tampak goresan – goresan nilai pada lantai seperti gambar 4.11 yang menunjukkan besar intensitas cahaya yang menyebar.



Gambar 4.12 False colour

Pada gambar 4.12 menunjukkan penyebaran iluminasi di Ruang Amphi 1. Terlihat iluminasi Ruang Amphi 1 terdapat beberapa warna hijau, kuning dan biru muda yang mendominasi.,.



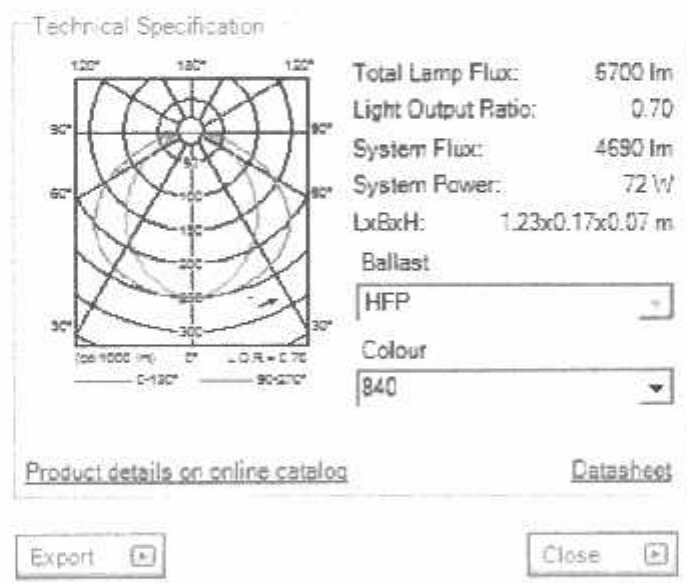
Gambar 4.13 rata-rata intensitas cahaya

Rata-rata nilai intensitas cahaya pada Ruang Amphi yaitu 238 lux. Dari acuan yang saya pakai yaitu dari SNI 03-6575-2001 untuk ruang kelas besar intensitas penerangan yang dibutuhkan sebesar 250 lux.

4.2.1 Menentukan Jenis Lampu (n)

Dengan menggunakan lampu Philips dengan jenis :

- TMS028 2xTL-D36W HFP +GMS028L



Gambar 4.14 Daftar spesifikasi lampu yang digunakan

4.3 Hasil Analisa Pebandingan

Tabel 4.11 Hasil perbandingan

Perhitungan	Jumlah lampu (n)	Intensitas cahaya (lux)
Lapangan	30	167,7
Software Dialux Evo 3	34	251

Jadi hasil perhitungan yang mendekati nilai SNI yang rata-rata nilai intensitasnya 250 lux adalah menggunakan software *Dialux Evo 3* dengan jumlah lampu 34 dan rata-rata intensitas cahaya 251 lux.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari evaluasi dan analisa diatas dapat disimpulkan :

- Intensitas cahaya yang ada pada Ruang Amphi 1 sebesar 167 lux tidak sesuai standar SNI 03-6575-2001 yang standartnya 250 lux
- Besar intensitas cahaya yang dihasilkan dari kalkulasi menggunakan software Dialux Evo 3 adalah 251 lux dengan jumlah lampu 34 buah dan dengan jenis lampu TMS028 2xTL-D36W HFP +GMS028L
- Hasil simulasi menggunakan software Dialux evo lebih mendekati standar SNI 03-6575-2001 dibandingkan dilapangan.

5.2 Saran

- Saran yang diberikan yaitu menggunakan standart SNI 03-6575-2001 dalam setiap perencanaan pencahayaan khususnya Ruang Amphi 1 yang masih dibawah standar SNI dan menggunakan jumlah lampu yang telah disimulasikan dengan sftware Dialux Evo.



DAFTAR PUSTAKA

1. <https://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Light-wave.svg>
 2. <http://fisikazone.com/cahaya/>
 3. http://www.academia.edu/7104638/Lampu_pijar
 4. <http://riza-electrical.blogspot.co.uk/2012/07/lampu-pijar.html>
 5. Darmasetiawan dan Puspakesuma, Teknik Pencahayaan Dan Tata Letak Lampu, Jakarta: Gramedia, 1991, p 8.
 6. Darmasetiawan dan Puspakesuma, Teknik Pencahayaan Dan Tata Letak Lampu, Jakarta: Gramedia, 1991, p 6.
 7. NDLight, Lamps, 2006
<http://www.ndLight,lamps,2006>
 8. *Philips Lighting, Light and Radiation*, 17 September 2008
 9. Paschal John M PE, *Step By Step Guide To Lighting*, Overland Park: Primedia inertec, 1998, p 81
-



LAMPIRAN



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

NAMA : TONI SETIAWAN
NIM : 1252012
JURUSAN : TEKNIK LISTRIK D3
JUDUL : EVALUASI DAN SIMULASI SISTEM PENERANGAN
GEDUNG AMPHI 1 ITN MALANG MENGGUNAKAN
SOFTWARE DIALUX EVO 3

NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	05-06-2017	BAB I, Batasan masalah	Eut
2	11-06-2017	BAB II, Keterangan gambar	Eut
		Sumber gambar ?	Eut
3	20-06-2017	BAB III, BAB IV	Eut
4	10-07-2017	BAB III, Flowchart ?	Eut
5	07-08-2017	BAB IV, spesifikasi lampu	Eut
6	08-08-2017	V, Kesimpulan ?	Eut
7	10-08-2017	May T.A	Eut

Dosen Pembimbing I

Ir. Eko Nurcahyo, MT
NIP. Y. 1028700172



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG
BANK NICA MALANG

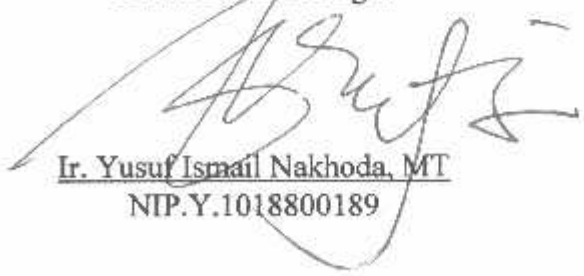
Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

NAMA : TONI SETIAWAN
NIM : 1252012
JURUSAN : TEKNIK LISTRIK D3
JUDUL : EVALUASI DAN SIMULASI SISTEM PENERANGAN
GEDUNG AMPHI 1 ITN MALANG MENGGUNAKAN
SOFTWARE DIALUX EVO 3

NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	07-06-2015	Abstrak 1 space	Fuy
2	07-06-2015	BAB I, BAB II	Fuy
3	07-06-2015	BAB II, Tabel 1 space	Fuy
		+ keterangan gambar	Fuy
4	07-07-2015	BAB III, Flowchart ?	Fuy
5	07-07-2015	BAB IV, Hasil perbandingan	Fuy
6	08-08-2015	BAB IV Gambar di tambah	Fuy
7	10-08-2015	BAB V.	Fuy
8	10-08-2015	Maju T. A	Fuy

Dosen Pembimbing II


Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP.Y.1018800189



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Toni Setiawan
N.I.M : 12.52.012
Jurusan/Prodi : Teknik Listrik D-III
JUDUL : EVALUASI DAN SIMULASI SISTEM PENERANGAN
GEDUNG AMPHI 1 ITN MALANG MENGGUNAKAN
SOFTWARE DIALUX EVO 3

Dipertahankan di hadapan Majelis Penguji Tugas Akhir Jenjang Diploma Tiga pada :

Hari : Sabtu
Tanggal : 22 Agustus 2015
Nilai : 80,00 (A) *ef*

Panitia Ujian Tugas Akhir :

Ketua Majelis Penguji

(Bambang Prio Hartono, ST, MT)
NIP. Y. 1028400082

Sekretaris Majelis Penguji

(Ir. Eko Nurcahyo, MT)
NIP. Y. 1028700172

Anggota Penguji :

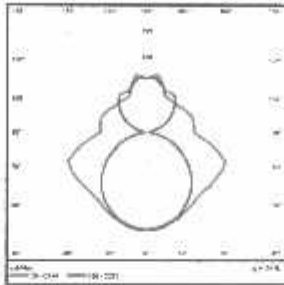
Penguji Pertama

(Ir. Abdul Hamid, MT)
NIP. Y. 1018800188

Penguji Kedua

(Bambang Prio Hartono, ST, MT)
NIP. Y. 1028400082

1PHI / Luminaire parts list

Quantity		
17	Philips TMS022 2xTL-D58W HFS Light output ratio: 93.63%	

minus flux: 178160 lm, Total Load: 1870 W

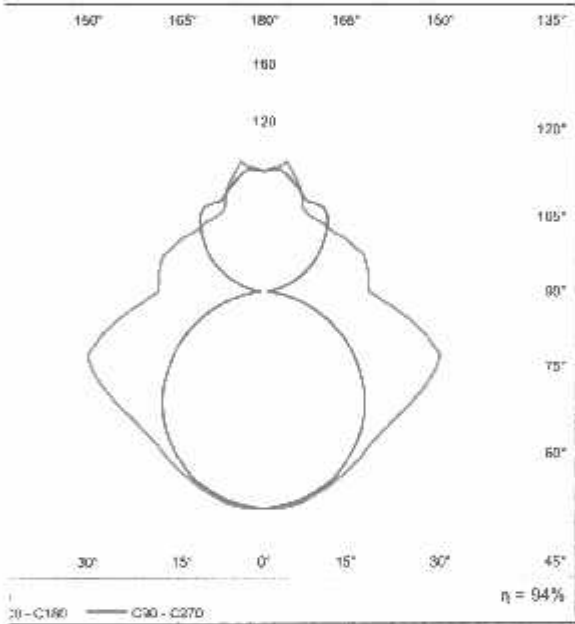
ips TMS022 2xTL-D58W HFS / Luminaire data sheet

Lineco TMS022 – an economical choice

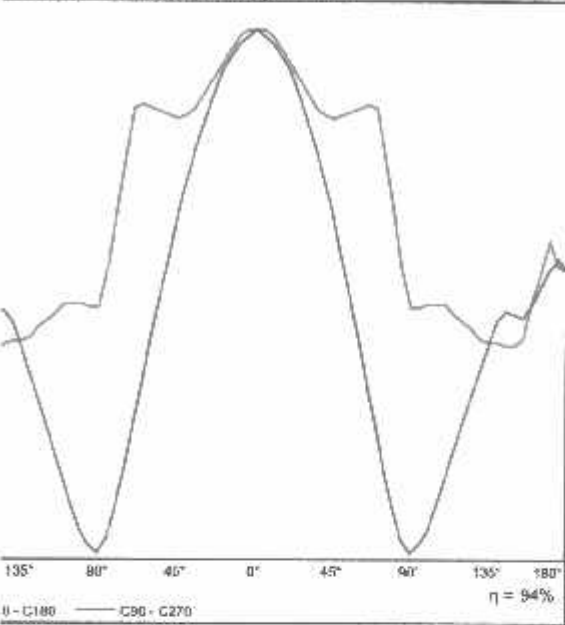
Lineco TMS022 is a functional and economical surface-mounted batten for 1 or 2 TL-D fluorescent lamps. It offers a choice of two optics, for symmetrical and asymmetrical lighting. Installation is quick and tool-less and can be carried out single-handedly. The repositionable contact block enables flexible connection (with cable entry centrally or via the end caps). A wide range of snap-on attachments is available.



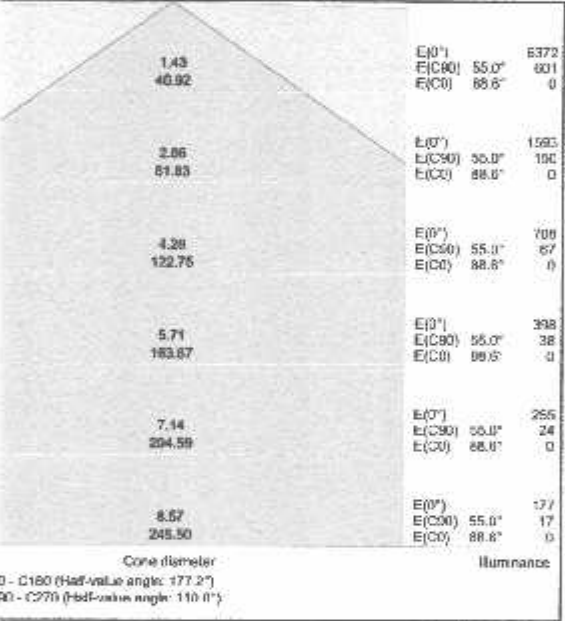
nous emittance 1 / Polar LDC



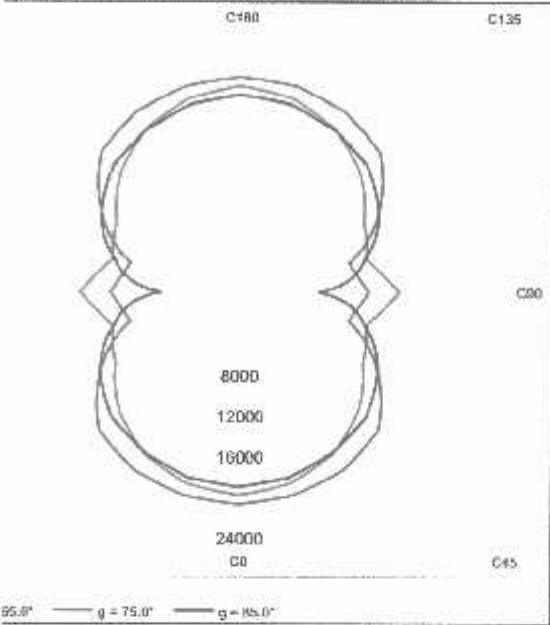
nous emittance 1 / Linear LDC



nous emittance 1 / Cone diagram



ous emittance 1 / Luminance diagram



ous emittance 1 / UGR diagram

evaluation according to UGR										
Size V	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis					
2H	20.8	21.9	21.6	22.8	23.5	18.6	19.7	19.4	20.4	21.4
3H	23.6	24.6	24.4	25.4	26.3	20.1	21.0	20.8	21.8	22.8
4H	24.9	25.6	25.7	26.8	27.6	20.6	21.5	21.4	22.3	23.3
6H	26.0	26.8	26.8	27.7	28.7	21.1	21.9	21.9	22.7	23.7
8H	26.5	27.3	27.3	28.1	29.1	21.2	22.0	22.0	22.8	23.8
12H	26.9	27.7	27.8	28.5	29.5	21.3	22.0	22.1	22.9	23.9
2H	21.4	22.3	22.2	23.1	24.0	19.8	20.7	20.6	21.5	22.4
3H	24.4	25.2	25.3	26.0	27.1	21.5	22.2	22.3	23.1	24.1
4H	25.9	26.6	26.7	27.4	28.5	22.2	22.9	23.1	23.8	24.8
6H	27.2	27.8	28.0	28.6	29.7	22.8	23.4	23.7	24.3	25.3
8H	27.8	28.3	28.6	29.2	30.3	23.0	23.6	23.9	24.4	25.5
12H	28.3	28.8	29.2	29.7	30.8	23.2	23.7	24.6	24.6	25.7
4H	26.2	26.8	27.1	27.6	28.7	23.3	23.9	24.2	24.8	25.8
6H	27.7	28.2	28.6	29.1	30.2	24.3	24.7	25.2	25.6	26.7
8H	28.4	28.8	29.3	29.8	30.9	24.8	25.0	25.5	25.9	27.1
12H	29.1	29.5	30.0	30.4	31.6	24.9	25.3	25.8	26.2	27.3
4H	26.2	26.7	27.1	27.6	28.7	23.5	24.0	24.4	24.9	26.0
6H	27.8	28.2	28.7	29.1	30.3	24.6	25.0	25.8	26.0	27.1
8H	28.6	28.9	29.5	29.9	31.0	25.1	25.5	26.1	26.4	27.6
if the observer position for the luminaire distances B										
H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
H	+0.2 / -0.2					+0.1 / -0.2				
H	+0.2 / -0.3					+0.2 / -0.4				
able	BK11					BK13				
rimand	13.6					9.0				
y are indices referring to 10480lm Total luminous flux										
! values are calculated in acc. with CIE Publ. 117. Spacing- -Ratio = 0.25										

1PHI / Control group commissioning

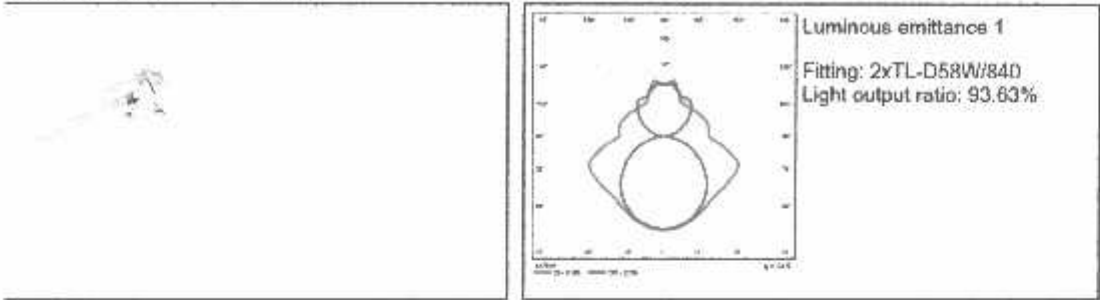
Control group	Luminaire
Control group 67	16 x Philips TMS022 2xTL-D58W HFS
Control group 68	1 x Philips TMS022 2xTL D58W HFS

scenes 5 (Room 1)

l group	Dimming values	Control group	Dimming values
l group 67	100%	Control group 68	100%

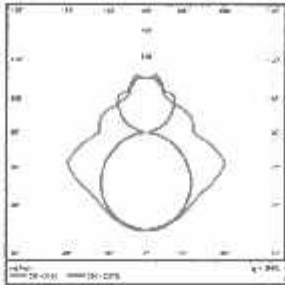
1 / Luminaire data

Philips TMS022 2xTL-D58W HFS



ninous flux: 178160 lm, Total Load: 1870 W

1 / Luminaire parts list

Quantity		
17	Philips TMS022 2xTL-D58W HFS Light output ratio: 93.63%	

ninous flux: 178160 lm, Total Load: 1870 W

1 2 / Room summary

if room: 3.800 m, Reflection factors: Ceiling 55,4%, Walls 55,4%, Floor 75,6%, Maintenance factor: in acc. with EN12464

ut results have been found.
the available results have not been selected for the summary.