

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Cahaya

Cahaya adalah bagian dari elektromagnetik keadaan yang dirasakan oleh mata kita, kisaran panjang gelombang adalah antara 380 dan 780 nm (zumtobel, 2013). Cahaya adalah suatu gejala fisis Suatu sumber cahaya memancarkan energi, sebagian dari energi ini diubah menjadi cahaya tampak. Perambatan cahaya di ruang bebas dilakukan oleh gelombang-gelombang elektromagnetik. Jadi cahaya itu suatu gejala getaran, Gejala-gejala getaran yang sejenis dengan cahaya ialah gelombang-gelombang panas, radio, televisi, radar dan sebagainya. Gelombang-gelombang ini hanya berbeda frekuensi saja (Departemen Kesehatan R.I, 1992).

Kualitas cahaya yang tidak baik akan berpengaruh pada suasana atmosfer ruang, menimbulkan tekanan psikologis pada pengguna dan gangguan penglihatan yang berdampak pada kesehatan. Sistem pencahayaan juga dipengaruhi oleh fasad bangunan, Bentuk, ukuran dan lokasi bukaan memberikan efek yang penting tidak hanya pada pencahayaan interior tetapi juga pada penampilan luar bangunan. Pencahayaan yang terencana dengan baik akan mampu mendukung kebutuhan penglihatan di dalam ruang sesuai dengan jenis aktivitas yang dilakukan (Steffi Julia Soegandhi, 2015).

2.1.1 Pencahayaan

Pencahayaan didefinisikan sebagai jumlah cahaya yang jatuh pada sebuah bidang permukaan. Tingkat pencahayaan pada suatu ruangan didefinisikan sebagai tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja, dengan bidang kerja yang dimaksud adalah sebuah bidang kerja horizontal imaziner yang terletak setinggi

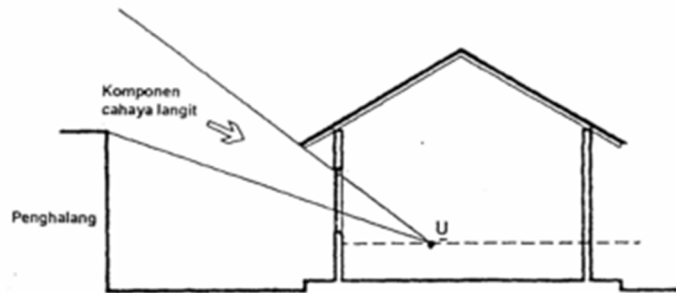
0,75 m diatas lantai pada seluruh ruangan. Pencahayaan memiliki satuan lux (lm/m^2), dimana lm adalah lumens dan m^2 adalah satuan dari luas permukaan. Pencahayaan dapat mempengaruhi keadaan lingkungan sekitar. Pencahayaan yang baik menyebabkan manusia dapat melihat objek–objek yang dikerjakannya dengan jelas.

2.1.2 Pencahayaan Alami (*Natural Lighting*)

Pencahayaan matahari adalah sumber pencahayaan yang sangat baik untuk hampir semua ruang *interior*, Jendela, *skylight* dan bentuk bukaan lain digunakan untuk membawa cahaya matahari masuk ke dalam bangunan. Cahaya matahari sangat disukai sebagai sumber cahaya karena manusia dapat bekerja dengan baik dengan pencahayaan alami tersebut (Steffi Julia Soegandhi, 2015). Cahaya yang dipancarkan matahari ke permukaan bumi menghasilkan iluminasi yang sangat besar, yaitu lebih dari 100.000 lux pada kondisi langit cerah dan 10.000 lux pada kondisi langit berawan. Pemanfaatan cahaya matahari tergantung pada letak ruangan atau gedung terhadap rotasi bumi pada matahari. Rotasi bumi yang bergerak dari arah barat menuju ke timur berpengaruh sangat baik terhadap ruangan yang mempunyai sistem pencahayaan matahari menghadap ke timur atau barat (Irianto, 2006). Jumlah cahaya matahari yang tersedia tergantung pada hari, tahun, cuaca, tingkat polusi, dan lain sebagainya.

Faktor pencahayaan alami siang hari terdiri dari 3 komponen meliputi :

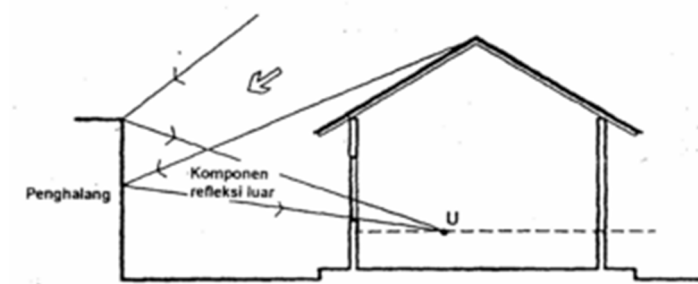
- 1) Komponen langit (faktor langit-fl) yakni komponen pencahayaan langsung dari cahaya langit.



Gambar 2. 1 Komponen Langit

(SNI 03-2396, 2001)

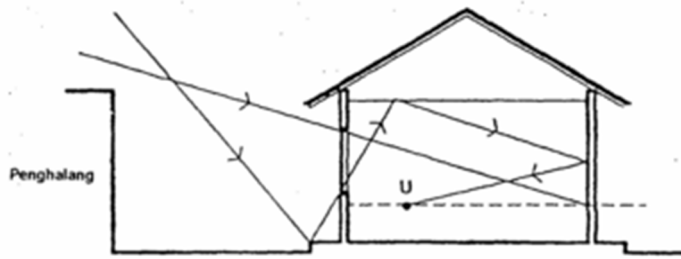
- 2) Komponen refleksi luar (faktor refleksi luar) yakni komponen pencahayaan yang berasal dari refleksi benda-benda yang berada di sekitar bangunan yang bersangkutan.



Gambar 2. 2 Komponen Refleksi Luar

(SNI 03-2396, 2001)

- 3) Komponen refleksi dalam (faktor refleksi dalam) yakni komponen pencahayaan yang berasal dari refleksi permukaan-permukaan dalam ruangan, dari cahaya yang masuk ke dalam ruangan akibat refleksi benda-benda di luar ruangan maupun dari cahaya langit.



Gambar 2. 3 Komponen Refleksi Dalam

(SNI 03-2396, 2001)

2.1.3 Pencahayaan Buatan (*Artificial Lighting*)

Cahaya buatan ialah pencahayaan yang berasal dari buatan manusia. Lampu atau pencahayaan bisa mempunyai dua fungsi yaitu sebagai sumber cahaya untuk kegiatan sehari-hari dan untuk memberikan keindahan dalam desain suatu ruang. Pencahayaan buatan secara umum terbagi atas 4 tipe: (Steffi Julia Soegandhi, 2015)

- 1) *General Lighting* atau *ambient lighting* adalah tipe penerangan yang berasal dari sumber cahaya yang cukup besar dan sinarnya mampu menerangi keseluruhan ruangan.
- 2) *Accent Lighting* dalam sebuah ruangan biasanya digunakan untuk menampilkan unsur estetika ruangan melalui benda-benda seni yang diterangi.
- 3) *Task Lighting* merupakan penerangan yang dibutuhkan untuk mempermudah atau memperjelas pekerjaan spesifik yang dilakukan dalam suatu ruangan.
- 4) *Decorative Lighting* memiliki bentuk tertentu yang menarik dan sengaja dipilih untuk menghiasi ruang.

2.2 Sistem Pencahayaan

Menurut (SNI 03-6575-2001) Sistem pencahayaan dapat dikelompokkan menjadi 3 yaitu:

a) Sistem Pencahayaan Merata

Sistem ini memberikan tingkat pencahayaan yang merata di seluruh ruangan, digunakan jika tugas visual yang dilakukan di seluruh tempat dalam ruangan memerlukan tingkat pencahayaan yang sama. Tingkat pencahayaan yang merata diperoleh dengan memasang armatur secara merata langsung maupun tidak langsung di seluruh langit-langit.

b) Sistem Pencahayaan Setempat

Sistem ini memberikan tingkat pencahayaan pada bidang kerja yang tidak merata, di tempat yang diperlukan untuk melakukan tugas visual yang memerlukan tingkat pencahayaan yang tinggi, diberikan cahaya yang lebih banyak dibandingkan dengan sekitarnya. Hal ini diperoleh dengan mengkonsentrasikan penempatan armatur pada langit-langit diatas tempat tersebut.

c) Sistem Pencahayaan Gabungan Merata dan Setempat.

Sistem pencahayaan gabungan didapatkan dengan menambah sistem pencahayaan setempat pada sistem pencahayaan merata, dengan armatur yang dipasang di dekat tugas visual.

2.3 Satuan Pengukuran Cahaya

Pengukuran cahaya (*photometric quantity*) adalah pengukuran terhadap parameter cahaya. meliputi aspek-aspek psikofisis energi radiasi yang dapat terlihat oleh mata manusia. Besaran-besaran fotometri yang umum antara lain:

- a. Fluk cahaya/fluks luminus (ϕ), adalah laju aliran energi cahaya, atau energi radiasi yang telah dibebani dengan respon sensitivitas mata manusia per satuan waktu, Fluks luminus memiliki satuan lumen (lm).
- b. Intensitas cahaya (I) adalah fluks luminus per satuan sudut ruang (ω , dalam steradian) dalam arah tertentu. Intensitas cahaya memiliki satuan candela (cd).
- c. Iluminasi atau kuat/tingkat/intensitas pencahayaan (E), adalah fluks luminus yang datang pada suatu permukaan per satuan luas (A, dalam m^2) permukaan yang menerima cahaya tersebut. Iluminasi memiliki satuan lux atau setara dengan lumen/ m^2 .
- d. Luminasi (L), didefinisikan sebagai permukaan benda yang mengeluarkan atau memantulkan intensitas cahaya yang tampak pada satuan luas permukaan benda tersebut, dinyatakan dalam candela per meter persegi (Cd/m^2)

2.4 Perhitungan Tingkat Pencahayaan

2.4.1. 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 horizontal imajiner yang terletak 0,75 meter di atas lantai pada seluruh ruangan. Tingkat pencahayaan rata-rata $E_{rata-rata}$ (lux), dapat dihitung dengan persamaan :

$$E_{rata-rata} = \frac{F_{total} \times K_p \times K_d}{A} (\text{lux}) \dots\dots\dots (2. 1)$$

Dimana : $E_{rata-rata}$ = Tingkat pencahayaan rata-rata (lux)

F_{total} = Total lumen dari semua lampu yang
menerangi bidang kerja (lumen)

A = Luas bidang kerja (m^2)

K_p = Koefisien pengguna.

K_d = Koefisien depresi (penyusutan)

2.4.2. Koefisien Pengguna (kp)

Sebagian dari cahaya yang dipancarkan oleh lampu diserap oleh armatur, sebagian dipancarkan ke arah atas dan sebagian lagi dipancarkan ke arah bawah. Faktor penggunaan didefinisikan sebagai perbandingan antara fluks luminus yang sampai di bidang kerja terhadap keluaran cahaya yang dipancarkan oleh semua lampu.

Besarnya koefisien penggunaan dipengaruhi oleh faktor :

- 1) Distribusi intensitas cahaya dari armatur.
- 2) Perbandingan antara keluaran cahaya dari armatur dengan keluaran cahaya dari lampu di dalam armatur.
- 3) Reflektansi cahaya dari langit-langit, dinding dan lantai.
- 4) Pemasangan armatur apakah menempel atau digantung pada langit-langit,
- 5) Dimensi ruangan.

Besarnya koefisien penggunaan untuk sebuah armatur diberikan dalam bentuk tabel yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat armatur yang berdasarkan hasil pengujian dari instansi terkait faktor utilisasi ini besarnya kurang dari 1 dimana nilai kerugian untuk gedung-gedung perkantoran modern pada umumnya berkisar 0,8.

2.4.3. Koefisien Depresi (kd/penyusutan)

Koefisien depresiasi atau sering disebut juga koefisien rugi-rugi cahaya atau koefisien pemeliharaan, didefinisikan sebagai perbandingan antara tingkat pencahayaan setelah jangka waktu tertentu dari instalasi pencahayaan digunakan terhadap tingkat pencahayaan pada waktu instalasi baru. Faktor kehilangan cahaya terdiri atas *non recoverable factor* dan *recoverable factor*. Besarnya koefisien depresiasi biasanya ditentukan berdasarkan estimasi untuk ruangan dan armatur dengan pemeliharaan yang baik pada umumnya koefisien depresiasi diambil sebesar 0,8 *Non recoverable*, factor terdiri atas:

- a. LAT (*Luminaire Ambient Temperature*), suhu di sekitar lumener di atas suhu 250°C lampu fluorescent akan kehilangan cahaya 1% setiap kenaikan suhu 10°C. Jika lampu beroperasi di lingkungan normal sesuai desain pabrik, maka LAT=1. Pengertian lingkungan normal adalah sesuai arahan pabrik pembuat lampu tersebut.
- b. VV (*Voltage Variation*), variasi tegangan listrik. Perubahan 1% pada tegangan listrik akan mempengaruhi lumen lampu pijar hingga 3%. Jika lampu dioperasikan pada voltase sesuai, maka VV=1.
- c. LSD (*Luminaire Surface Depreciation*), depresiasi permukaan lumener. Permukaan lumener akan mengalami penurunan kualitas, seperti penutup berubah warna, reflektor tergores, dan sebagainya yang akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas penerangan.
- d. BF (*Ballast Factor*), faktor balas. Kadang balas yang digunakan dalam lumener berbeda dengan yang tercantum dalam data teknis, hal ini sering menyebabkan kekeliruan perhitungan.

Sedangkan *Recoverable factor* meliputi:

- a. LDD (*Luminaire Dirt Depreciation*), depresiasi cahaya akibat penimbunan kotoran pada luminer. LDD dipengaruhi oleh tipe luminer, kondisi atmosfer lingkungan, dan waktu antara pembersihan luminer berkala.
- b. RSDD (*Room Surface Dirt Depreciation*), depresiasi cahaya akibat penumpukan kotoran di permukaan ruang. Pencahayaan yang memanfaatkan pemantulan akan lebih mudah terpengaruh oleh penumpukan kotoran (debu dan lain-lain) dibandingkan dengan pencahayaan yang mengutamakan cahaya langsung dari lampu. Berikut dapat digunakan sebagai pedoman bila tidak ada data yang spesifik dari lampu bersangkutan. Pada periode pembersihan 24 bulan di lingkungan wajar (tidak sangat bersih maupun kotor) dapat dilihat berdasarkan tabel dibawah ini.

Tabel 2. 1 *Room Surface Dirt Depreciation*

Jenis Penerangan	Nilai Permukaan
Pencahayaan langsung	0,92 ± 5%
Pencahayaan semi langsung	0,87 ± 8%
Pencahayaan semi tidak langsung	0,82 ± 10%
Pencahayaan tidak langsung	0,77 ± 12%

Sumber: Stein,1986

- c. LLD (*Lamp Lumen Depreciation*), faktor depresiasi lumen yang tergantung pada jenis lampu dan waktu pengantiannya. Bila tidak tersedia data yang pasti, maka dapat menggunakan tabel berikut ini.

Tabel 2. 2 Lamp Lumen Depreciation

Jenis Lampu	Penggantian Bersamaan	Penggantian Berdasarkan Lampu Mati
Lampu pijar	0,94	0,88
Tungsten-halogen	0,98	0,94
Flourescent	0,90	0,85
Mercury	0,82	0,74
Metal-halide	0,87	0,80
High-pressure sodium	0,94	0,88

Sumber: Stein,1986

- d. LBO (*Lamp Burnout*), perkiraan jumlah lampu yang mati sebelum waktu penggantian yang direncanakan. $LBO = (\text{jumlah lampu yang masih hidup}) - (\text{jumlah awal lampu yang digunakan})$. Bila lampu diganti seluruhnya secara bersamaan $LBO=1$. Bila penggantian lampu hanya pada lampu yang mati, maka $LBO=0,95$.

Dari penjelasan di atas maka rumus untuk mencari LLF/Kd yaitu:

$$LLF = (1) (RSDD \times LLD \times LBO \times LDD) \dots\dots\dots (2. 2)$$

2.4.4. Jumlah Armatur yang Diperlukan untuk Mendapatkan Tingkat Pencahayaan Tertentu

Sebelum menghitung jumlah armatur, terlebih dahulu dihitung fluks luminus total yang diperlukan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan yang direncanakan, dengan menggunakan persamaan :

$$F_{total} = \frac{E \times A}{K_p \times K_d} \text{ (lumen) } \dots\dots\dots (2. 3)$$

Dimana : F_{total} = Fluks luminous total (lumen)

E = Tingkat pencahayaan rata-rata (lux)

A = Luas bidang kerja (m^2)

K_p = Koefisien pengguna.

K_d = Koefisien depresi (penyusutan)

$$N_{total} = \frac{F_{total}}{F_1 \times n} \dots\dots\dots (2. 4)$$

Dimana : N_{total} = Jumlah armatur

F_{total} = Fluks luminous total (lumen)

F_1 = Fluks luminus satu buah lampu (lumen)

n = Jumlah lampu dalam satu armatur

2.4.5. Kebutuhan Daya

Daya listrik yang dibutuhkan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan rata-rata tertentu pada bidang kerja dapat dihitung mulai dengan persamaan 2.1 yang digunakan untuk menghitung armatur. Setelah itu dihitung jumlah lampu yang dibutuhkan dengan persamaan:

$$N_{lampu} = N_{armatur} \times n \dots\dots\dots (2. 5)$$

Daya yang dibutuhkan untuk semua armatur dapat dihitung dengan persamaan :

$$W_{total} = N_{lampu} \times W_1 \dots\dots\dots (2. 6)$$

Dimana: W_1 = Daya setiap lampu termasuk balast (watt)

Dengan membagi daya total dengan luas bidang kerja, didapatkan kepadatan daya (Watt/m²) yang dibutuhkan untuk sistem pencahayaan tersebut. Kepadatan daya ini kemudian dapat dibandingkan dengan kepadatan daya maksimum yang direkomendasikan dalam usaha konservasi energi, misalnya untuk ruangan kantor 15 Watt/m².

2.5 Tingkat Pencahayaan Minimum yang Direkomendasikan

Tingkat pencahayaan minimum dan renderasi warna yang direkomendasikan untuk berbagai fungsi ruangan ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2.1 Tingkat Pencahayaan Minimum dan Renderasi Warna Yang Direkomendasikan.

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	
Kamar tidur	120 ~ 250	1 atau 2	
Kamar 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	Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar.
Kantin	200	1	
Hotel dan Restaurant			

<i>Lobby, koridor.</i>	100	1	Pencahayaan pada bidang vertikal sangat penting untuk menciptakan suasana/kesan ruang yang baik.
<i>Ballroom/ruang sidang</i>	200	1	Sistem pencahayaan harus di rancang untuk menciptakan suasana yang sesuai. Sistem pengendalian “switching” dan “dimming” dapat digunakan untuk memperoleh berbagai efek pencahayaan.
Ruang makan.	250	1	
<i>Cafetaria.</i>	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	Gunakan pencahayaan setempat pada tempat yang diperlukan.
Ruang operasi, ruang bersalin.	300	1	
Laboratorium	500	1 atau 2	
Ruang rekreasi dan rehabilitasi.	250	1	
Pertokoan/Ruang Pamer			
Ruang pamer dengan obyek berukuran besar (misalnya mobil).	500	1	Tingkat pencahayaan ini harus di- penuhi 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	
Toko 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/tape, mesin cuci, dan lain-lain).	250	1 atau 2	
Industri (umum)			
Ruang Parkir	50	3	
Gudang	100	3	
Pekerjaan kasar.	100 ~ 200	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	Idem
Vihara	200	1 atau 2	Idem

Sumber : (SNI 03-6575, 2001)

2.5.1. Kualitas Warna Cahaya

Kualitas warna suatu lampu mempunyai dua karakteristik yang berbeda sifatnya, yaitu :

- Tampak warna yang dinyatakan dalam temperatur warna.
- Renderasi warna yang dapat mempengaruhi penampilan objek yang diberikan cahaya suatu lampu.

Sumber cahaya yang mempunyai tampak warna yang sama dapat mempunyai renderasi warna yang berbeda.

2.5.2. Tampak Warna

Sumber cahaya putih dapat dikelompokkan dalam 3 (tiga) kelompok menurut tampak warnanya:

Tabel 2.2 Tampak Warna Terhadap Temperatur Warna

Temperatur Warna k (kelvin)	Tampak Warna
> 5300	- Dingin
3300~ 5300	- Sedang
< 3300	- Hangat

Sumber : SNI 03-6575-2001

Pemilihan warna lampu bergantung kepada tingkat pencahayaan yang diperlukan agar diperoleh pencahayaan yang nyaman. Dari pengalaman secara umum, makin tinggi tingkat pencahayaan yang diperlukan, makin sejuk tampak warna yang dipilih sehingga tercipta pencahayaan yang nyaman. Kesan umum yang berhubungan dengan tingkat pencahayaan yang bermacam-macam dan tampak warna yang berbeda dengan lampu fluoresen dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Hubungan Tingkat Pencahayaan Dengan Tampak Warna Lampu

Tingkat Pencahayaan Lux	Tampak Warna Lampu		
	Hangat	Sedang	Dingin
500	Nyaman	Netral	Dingin
500 ~ 1000	-	-	-
1000 ~ 2000	Stimulasi	Nyaman	Netral
2000 ~ 3000	-	-	-
μ 3000	Tidak alami	Stimulasi	Nyaman

Sumber : SNI 03-6575-2001

2.5.3. Renderasi Warna

Renderasi warna dibawah perlu diketahui tampak warna suatu lampu, juga dipergunakan suatu indeks yang menyatakan apakah warna obyek tampak alami apabila diberi cahaya lampu tersebut. Nilai maksimum secara teoritis dari indeks renderasi warna adalah 100, untuk aplikasi ada 4 kelompok renderasi warna yang dipakai dapat dilihat pada tabel 2.4

Tabel 2.4 Pengelompokan Renderasi Warna

Kelompok Renderasi Warna	Rentang Indeks Renderasi warna (Ra).	Tampak Warna
1	$Ra > 85$	Dingin
		Sedang
		Hangat
2	$75 < Ra < 85$	Dingin
		Sedang
		Hangat
3	$40 < Ra < 70$	
4	$Ra < 40$	

Sumber : SNI 03-6575-2001

Tabel 2.5 Contoh Harga Ra dan Temperatur Warna untuk Beberapa Jenis Lampu

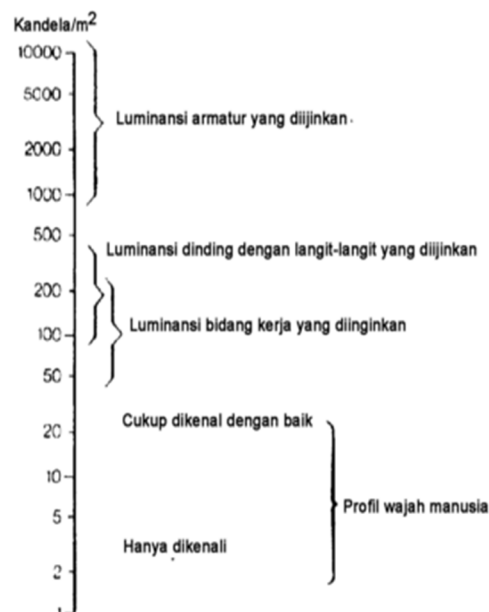
Lampu	Temperatur Warna (K)	Ra
Fluoresen standar		
<i>White</i>	4200	60
<i>Cool Daylight</i>	6200	70
Fluoresen Super		
<i>Warm white</i>	3500	85
<i>Cool white</i>	4000	85
<i>Cool Daylight</i>	6500	85
Merkuri tekanan tinggi	4100	50
Natrium tekanan tinggi	1950	25
Halida Metal	4300	65

Sumber : SNI 03-6575-2001

2.6 Distribusi Luminasi

Distribusi luminasi didalam medan penglihatan harus diperhatikan sebagai pelengkap keberadaan nilai tingkat pencahayaan di dalam ruangan. Hal penting yang harus diperhatikan pada distribusi luminasi adalah sebagai berikut :

- Rentang luminasi permukaan langit-langit dan dinding.
- Distribusi luminansi bidang kerja.
- Nilai maksimum luminasi armatur (untuk menghindari kesilauan).
- Skala luminasi untuk pencahayaan *interior* dapat dilihat pada gambar.



Gambar 2. 4 Skala Luminasi untuk Pencahayaan Interior

(SNI 03-6575, 2001)

2.7 Jenis Lampu

- Lampu Pijar

Lampu pijar menghasilkan cahayanya dengan pemanasan listrik dari kawat filamennya pada temperatur yang tinggi, temperatur ini memberi radiasi dalam

daerah tampak dari spektrum radiasi yang dihasilkan. Komponen utama lampu pijar terdiri dari filamen, bola lampu, gas pengisi dan kaki lampu (fitting).



Gambar 2. 5 Lampu Pijar

(Widharma & Sunaya, 2019)

b) Lampu Fluoresen

Lampu fluoresen tabung dimana sebagian besar cahayanya dihasilkan oleh bubuk fluoresen pada dinding bola lampu yang diaktifkan oleh energi ultraviolet dari pelepasan energi elektron. Umumnya lampu ini berbentuk panjang yang mempunyai elektroda pada kedua ujungnya, berisi uap merkuri pada tekanan rendah dengan gas inert untuk penyalanya. Jenis fosfor pada permukaan bagian dalam tabung lampu menentukan jumlah dan warna cahaya yang dihasilkan.

Lampu fluoresen menggunakan prinsip dari proses berpindahnya mineral fluoresen dimana bahan mineral diexpos terhadap sinar ultraviolet kemudian bereaksi dengan gas di dalam lampu, yang menghasilkan cahaya ultraviolet. Cahaya ultraviolet kemudian beraksi dengan fosfor, yang merupakan campuran mineral yang melapisi bagian dalam dari bola lampu.



Gambar 2. 6 Lampu Fluoresen

(Widharma & Sunaya, 2019)

c) Lampu Halogen

Lampu halogen adalah lampu pijar biasa yang mempunyai filamen temperatur tinggi dan menyebabkan partikel tungsten akan menguap serta berkondensasi pada dinding bola lampu yang selanjutnya mengakibatkan penghitaman, lampu halogen berisi gas halogen (iodine, chlorine, chromine) yang dapat mencegah penghitaman lampu. Cara kerja dari lampu halogen yaitu adanya yodium dalam lampu akan terjadi suatu reaksi kimia, yang mengembalikan *wolfram* yang telah menguap ke kawat pijar lampu.



Gambar 2. 7 Lampu Halogen

(Widharma & Sunaya, 2019)

d) Lampu LED

Cahaya pada LED adalah energi elektromagnetik yang dipancarkan dalam bagian spektrum yang dapat dilihat, cahaya yang tampak merupakan hasil kombinasi panjang-panjang gelombang yang berbeda dari energi yang dapat terlihat, mata bereaksi melihat pada panjang-panjang gelombang energi elektromagnetik dalam daerah antara radiasi ultraviolet dan inframerah.

Cahaya terbentuk dari hasil pergerakan elektron pada sebuah atom, dimana pada sebuah atom, elektron bergerak pada suatu orbit yang mengelilingi sebuah inti atom. Elektron pada orbit yang berbeda memiliki jumlah energi yang berbeda, elektron yang berpindah dari orbit dengan tingkat energi lebih tinggi ke orbit dengan tingkat energi lebih rendah perlu melepas energi yang dimilikinya.

Energi yang dilepaskan ini merupakan bentuk dari foton sehingga menghasilkan cahaya, semakin besar energi yang dilepaskan, semakin besar energi yang terkandung dalam foton. Dari mana kita tahu sebuah produk memiliki kualitas yang baik tentunya dari hasil pengujian yang dilakukannya, hal yang sama juga berlaku untuk LED. Sebelum dipasarkan lampu–lampu LED melalui tahap pengujian, untuk memastikan kualitasnya. Tahap pengujian tersebut dinamakan *binning process*, pada LED ada empat hal yang harus dibuktikan melalui proses *binning*, yaitu konsistensi warna, colour rendering, usia pakai (*lifetime*), dan efikasi (jumlah cahaya per daya) yang dinyatakan dalam satuan lumen perwatt (LPW). Fungsi *binning* adalah memastikan setiap LED yang dihasilkan memenuhi standar tersebut.



Gambar 2. 8 Lampu Led

(Anisah, 2015)

2.8 Armatur

Armatur adalah rumah lampu yang digunakan untuk mengendalikan dan mendistribusikan cahaya yang dipancarkan oleh lampu yang dipasang didalamnya, dilengkapi dengan peralatan untuk melindungi lampu dan peralatan pengendalian listrik.

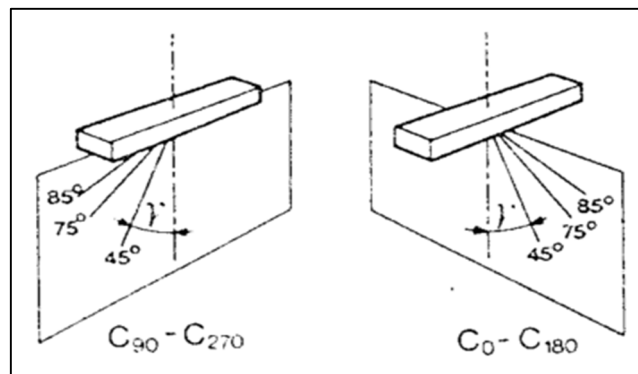
2.8.1 Pemilihan Armatur

Pemilih armatur yang akan digunakan, perlu dipertimbangkan faktor-faktor yang berhubungan dengan pencahayaan sebagai berikut :

- 1) Distribusi intensitas cahaya.
- 2) Efisiensi cahaya.
- 3) Koefisien penggunaan.
- 4) Perlindungan terhadap kejutan listrik.
- 5) Ketahanan terhadap masuknya air dan debu.
- 6) Ketahanan terhadap timbulnya ledakan dan kebakaran.
- 7) Kebisingan yang ditimbulkan.

2.8.2 Distribusi Intensitas Cahaya

Data distribusi intensitas cahaya pada umumnya dinyatakan dalam suatu diagram polar yang berupa kurva-kurva yang memberikan hubungan antara besarnya intensitas terhadap arah dari intensitas tersebut. Armatur yang memancarkan distribusi cahaya yang simetris hanya diperlukan diagram polar pada satu bidang vertikal yang memotong armatur melalui sumbu armatur, untuk armatur yang tidak simetris, misalnya armatur lampu Fluoresen (TL), paling sedikit diperlukan 2 diagram polar, masing-masing pada bidang vertikal yang terletak memanjang melalui sumbu armatur dan bidang vertikal yang tegak lurus pada sumbu tersebut .



Gambar 2. 9 Diagram Polar untuk Armatur pada Bidang Vertikal

(SNI 03-6575, 2001)

2.8.3 Klasifikasi Armatur

1) Klasifikasi Berdasarkan Arah dari Distribusi Cahaya

Berdasarkan distribusi intensitas cahayanya, armatur dapat dikelompokkan menurut prosentase dari jumlah cahaya yang dipancarkan ke arah atas dan ke arah bawah bidang horizontal yang melewati titik tengah armatur, sebagai berikut :

Tabel 2.6 Klasifikasi Armatur

Kelas Armatur	Jumlah Cahaya	
	Ke Arah Atas (%)	Ke Arah Bawah (%)
Langsung	0 ~ 10	90 ~ 100
Semi langsung	10 ~ 40	60 ~ 90
Difus	40 ~ 60	40 ~ 60
Langsung-tidak langsung	40 ~ 60	40 ~ 60
Semi tidak langsung	60 ~ 90	10 ~ 40
Tidak langsung	90 ~ 100	0 ~ 10

Sumber : (SNI 03-6575, 2001)

2) Klasifikasi Berdasarkan Proteksi Terhadap Debu dan Air

Kemampuan proteksi menurut klasifikasi SNI 04-0202-1987 dinyatakan dengan IP ditambah dua angka. Angka pertama menyatakan perlindungan terhadap debu dan angka kedua terhadap air. Contoh IP 55 menyatakan armatur dilindungi terhadap debu dan semburan air.

Tabel 2.7 Klasifikasi Proteksi Terhadap Debu dan Air Sesuai SNI No.04-0202-1987

Angka Pertama	Tingkat Proteksi		Angka Kedua
	Keterangan	Keterangan	
0	Tidak ada pengamanan terhadap sentuhan dengan bagian yang bertegangan atau bergerak di dalam selungkup peralatan. Tidak ada pengamanan terhadap peralatan terhadap masuknya benda padat	Tidak ada pengamanan	0
1	Pengamanan terhadap sentuhan secara tidak disengaja oleh bagian tubuh manusia yang permukaannya cukup luas misalnya tangan,	Pengamanan terhadap tetesan air Kondensasi : Tetesan air kondensasi yang jatuh pada selungkup	1

	dengan bagian yang bertegangan atau bergerak di dalam selungkup peralatan. Pengamanan terhadap masuknya benda padat yang cukup besar. Pengamanan	peralatan tidak merusak peralatan tersebut.	
2	Pengamanan terhadap sentuhan jari tangan dengan bagian bertegangan atau bergerak di dalam selungkup peralatan. Pengamanan terhadap masuknya benda padat yang cukup.	Pengamanan terhadap tetesan air Cairan yang menetes tidak membawa akibat buruk walaupun selungkup peralatan berada dalam kedudukan miring 15° segala arah, terhadap sumbu vertikal.	2
3	Pengamanan terhadap masuknya alat, kawat atau sejenis dengan tebal lebih dari 2,5 mm. Pengamanan terhadap masuknya benda padat ukuran kecil.	Pengamanan terhadap hujan. Jatuhnya air hujan dengan arah sampai dengan 60° terhadap vertikal tidak merusak.	3
4	Pengamanan terhadap masuknya alat, kawat atau sejenis dengan tebal lebih dari 1 mm. Pengamanan terhadap masuknya benda padat ukuran kecil.	Pengamanan terhadap percikan : Percikan cairan yang datang dari segala arah tidak merusak.	4
5	Pengamanan secara sempurna terhadap sentuhan dengan bagian yang bertegangan atau bergerak di dalam selungkup peralatan.	Pengamanan terhadap semprotan air : Air yang disemprotkan dari segala arah tidak merusak.	5

	Pengamanan terhadap endapan debu yang bisa membahayakan dalam hal ini debu masih bisa masuk tapi tidak sedemikian banyak sehingga dapat mengganggu keadaan kerja peralatan.		
6	Pengamanan secara sempurna terhadap sentuhan dengan bagian yang bertegangan atau bergerak di dalam selungkup peralatan.	Pengamanan terhadap keadaan di geladak kapal (peralatan Kedap air geladak kapal) : Air badai laut tidak masuk ke dalam selungkup peralatan.	6
		Pengamanan terhadap rendaman air: Air tidak masuk ke dalam selungkup-selungkup peralatan dengan kondisi tekanan dan waktu tertentu.	7
		Pengamanan terhadap rendaman air. Air tidak dapat masuk ke dalam selungkup peralatan dalam waktu yang terbatas, sesuai dengan perjanjian antara pemakai dan pembuat	8

Sumber : (SNI 03-6575, 2001)

3) Klasifikasi Berdasarkan Proteksi Terhadap Kejut Listrik.

Tabel 2.8 Klasifikasi Menurut C.E.E Terhadap Jenis Proteksi Listrik.

Kelas Armatur	Pengamanan Listrik
0	Armatur dengan insulasi fungsional, tanpa pentanahan,
I	Paling tidak mempunyai insulasi fungsional, terminal untuk pembumian
II	Mempunyai insulasi rangkap, tanpa pentanahan.
III	Armatur yang direncanakan untuk jaringan listrik tegangan rendah.

Catatan : CEE = International Commission for Comformity Certification of Electrical Equipment.

4) Klasifikasi Berdasarkan Cara Pemasangan

Berdasarkan cara pemasangan, armatur dapat dikelompokkan menjadi:

- Armatur yang dipasang masuk ke dalam langit-langit.
- Armatur yang dipasang menempel pada langit-langit.
- Armatur yang digantung pada langit-langit.
- Armatur yang dipasang pada dinding dan lain-lain.

2.8.4 Jenis-Jenis Armatur

1. Armatur tipe TBS 300

Armatur dengan kode TBS 300 digunakan untuk penerangan dalam di kantor-kantor dan gedung-gedung pertemuan, bentuknya sangat dekoratif dan terdiri dari berbagai model. Rumah lampu ini terbuat dari *galvanises sheet steel*, reflektor terbuat dari *glass-fibre reinforced polyester*, disamping itu armatur ini dilengkapi cermin. Adapun bentuk konstruksi armatur tipe TBS 300 dapat dilihat gambar berikut.



Gambar 2. 10 Armatur Tipe TBS 300

(Adil Maulana Iksan, Andik Bintoro, 2018)

2. Armatur Tipe TCS

Armatur tipe TCS dapat digunakan untuk kantor dengan lampu TLD, TLDHF (lampu TL hemat energi dengan ballast elektronik) dengan bermacam-macam daya. Rumah armatur terbuat dari *glass-fibre reinforced polyester*, reflektor terbuat dari bahan *white glass-fibre reinforced polyester*. Adapun bentuk konstruksi armatur ini dapat dilihat dari gambar.



Gambar 2. 11 Armatur Tipe TCS

(Adil Maulana Iksan, Andik Bintoro, 2018)

3. Armatur Tipe TCW

Armatur tipe ini juga digunakan untuk penerangan dalam di industri-industri, Lampu yang digunakan pada armatur adalah TLD. Rumah-rumah armatur terbuat dari *glass fibre reinforced pressed polyester*, konstruksi armatur dapat dilihat seperti gambar.



Gambar 2. 12 Armatur Tipe TCW

(Adil Maulana Iksan, Andik Bintoro, 2018)

4. Armatur Tipe SDK

Armatur ini umumnya digunakan untuk penerangan dalam di industri, bentuknya hampir sama dengan armatur tipe MDK dan HDK. Lampu yang dipakai pada armatur ini adalah lampu sodium dan lampu mercury, rumahnya terbuat dari bahan *phenal formaldehyde*, reflektor armatur dari *vitrous enamelled*, bentuk konstruksi armatur ini dapat dilihat seperti gambar.



Gambar 2. 13 Armatur Tipe SDK

(Adil Maulana Iksan, Andik Bintoro, 2018)

2.9 Uji Validitas dan Reliabilitas

Salah satu ciri penelitian kuantitatif adalah menggunakan statistik, kegunaan statistik dalam penelitian salah satunya yaitu pengujian validitas dan reliabilitas.

2.9.1 Uji Validitas

Validitas adalah tingkat keandalan dan kesahihan alat ukur yang digunakan. Instrumen dikatakan valid berarti menunjukkan alat ukur yang dipergunakan untuk mendapatkan data itu valid atau dapat digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya di ukur (Vinet & Zhedanov, 2011). Validitas merupakan derajat ketepatan/kelayakan instrumen yang digunakan untuk mengukur apa yang akan diukur (Zainal Ariffin.2012) sedangkan menurut azwar (2000) validitas adalah sejauhmana ketepatan dan kecermatan suatu alat ukur dapat melakukan fungsinya. Dari ketiga pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa validitas adalah tingkat keandalan/kelayakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur apa yang akan diukur serta sejauh mana alat ukur tersebut menjalankan fungsi pengukurannya.

Pengujian ini menggunakan korelasi *Pearson product moment*, Cara analisisnya dengan menghitung koefisien korelasi antara masing-masing nilai hasil pengukuran dengan nilai total dari pengukuran tersebut. Selanjutnya koefisien korelasi yang diperoleh r masih harus diuji signifikansinya bisa menggunakan uji t atau membandingkannya dengan r tabel. Bila t hitung > dari t tabel atau r hitung > dari r tabel, maka nomor pertanyaan tersebut valid. Berikut ini merupakan persamaan matematik untuk teknik korelasi *pearson product moment*.

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \dots\dots\dots (2. 7)$$

Dimana :

r_{xy} = koefisien korelasi

n = jumlah titik pengukuran satu ruangan

x = pengukuran ke x

y = total seluruh pengukuran

Tabel 2. 3 Nilai-Nilai r Product Moment

Nilai-nilai r product moment merupakan sebuah tabel angka yang bisa digunakan untuk menguji hasil uji validitas suatu instrument penelitian.

N	Taraf Signifikan		N	Taraf Signifikan		N	Taraf Signifikan	
	5%	1%		5%	1%		5%	1%
3	0,997	0,999	27	0,381	0,487	55	0,266	0,345
4	0,950	0,990	28	0,374	0,478	60	0,254	0,330
5	0,878	0,959	29	0,367	0,470	65	0,244	0,317
6	0,811	0,917	30	0,361	0,463	70	0,235	0,306
7	0,754	0,874	31	0,355	0,456	75	0,227	0,296
8	0,707	0,834	32	0,349	0,449	80	0,220	0,286
9	0,666	0,798	33	0,344	0,442	85	0,213	0,278
10	0,632	0,765	34	0,339	0,436	90	0,207	0,270
11	0,602	0,735	35	0,334	0,430	95	0,202	0,263
12	0,576	0,708	36	0,329	0,424	100	0,195	0,256
13	0,553	0,684	37	0,325	0,418	125	0,176	0,230
14	0,532	0,661	38	0,320	0,413	150	0,159	0,210
15	0,514	0,641	39	0,316	0,408	175	0,148	0,194
16	0,497	0,623	40	0,312	0,403	200	0,138	0,181
17	0,482	0,606	41	0,308	0,398	300	0,113	0,148
18	0,468	0,590	42	0,304	0,393	400	0,098	0,128
19	0,456	0,575	43	0,301	0,389	500	0,088	0,115
20	0,444	0,561	44	0,297	0,384	600	0,080	0,105
21	0,433	0,549	45	0,294	0,380	700	0,074	0,097
22	0,423	0,537	46	0,291	0,376	800	0,070	0,091
23	0,413	0,526	47	0,288	0,372	900	0,065	0,086
24	0,404	0,515	48	0,284	0,368	1000	0,062	0,081
25	0,396	0,505	49	0,281	0,364			
26	0,388	0,496	50	0,279	0,361			

Sumber : (Vinet & Zhedanov, 2011)

2.9.2 Reliabilitas

Menurut Sugiyono (2017:130) menyatakan bahwa uji reliabilitas adalah sejauh mana hasil pengukuran dengan menggunakan objek yang sama, akan menghasilkan data yang sama. Uji reliabilitas digunakan untuk mengetahui konsistensi alat ukur, apakah alat ukur yang digunakan dapat diandalkan dan tetap konsisten jika pengukuran tersebut diulang. Ada beberapa metode pengujian reliabilitas salah satunya menggunakan uji cronbach's alfa, dalam bukunya (v.wiratna sujarweni.2014) menjelaskan bahwa uji reliabilitas dapat dilakukan secara bersama-sama terhadap seluruh nilai hasil pengukuran. Adapun dasar pengambilan keputusan dalam uji reliabilitas adalah sebagai berikut:

- 1) Jika nilai cronbach's alfa $> 0,70$ maka hasil pengukuran dinyatakan reliabel atau konsisten.
- 2) Jika nilai Cronbach's Alfa $< 0,70$ maka hasil pengukuran dinyatakan tidak reliabel atau tidak konsisten.

Berikut ini merupakan persamaan matematik untuk teknik uji reliabilitas

$$r_i = \frac{k}{(k-1)} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right] \dots\dots\dots (2. 8)$$

Dimana:

r_i = nilai reliabilitas

k = banyaknya titik pengukuran dalam satu ruangan

$\sum s_i$ = jumlah pengukuran ke i

s_t = total semua pengukuran