

BAB II

TEKNIK PENERANGAN RUANGAN

2.1 Cahaya

Cahaya adalah salah satu jenis energi yang dipancarkan oleh objek atau sumber cahaya dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Cahaya dapat dilihat oleh mata manusia dan merupakan bentuk gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang tertentu.

Cahaya merupakan unsur penting untuk proses penglihatan manusia, terutama dalam mengenali lingkungan dan melakukan berbagai aktivitas. Oleh karena itu, cara seseorang melihat dan merespons lingkungan sangat dipengaruhi oleh jenis pencahayaan yang diterapkan. Pencahayaan itu sendiri dapat dikategorikan menjadi: [8]

A. Pencahayaan alami

Pencahayaan alami merujuk pada sumber cahaya yang berasal dari sinar matahari. Untuk memaksimalkan pencahayaan alami di dalam ruangan, diperlukan jendela yang lebar atau dinding kaca. Meskipun demikian, sumber pencahayaan alami sering dianggap kurang efisien jika dibandingkan dengan pencahayaan buatan, karena intensitas cahaya yang bervariasi serta kemampuan sinarnya yang menghasilkan panas, terutama pada siang hari. Beberapa faktor perlu diperhatikan agar pemanfaatan cahaya alami dapat memberikan keuntungan, ialah :

1. Perbedaan intensitas cahaya matahari
2. Untuk menunjukkan waktu
3. Posisi geografis dan fungsi bangunan
4. Mendukung perkembangan dan kemajuan organisme di Bumi

B. Pencahayaan buatan

Pencahayaan buatan merujuk pada cahaya yang dihasilkan oleh sumber selain cahaya alami. Pencahayaan ini sangat dibutuhkan ketika cahaya alami sulit mencapai area tertentu dalam ruangan. Tujuan utama dari pencahayaan buatan, baik digunakan secara terpisah maupun digabungkan dengan pencahayaan alami, meliputi hal-hal berikut: [9]

1. Menciptakan suasana yang mendukung penghuni untuk melihat secara jelas serta melaksanakan tugas dan aktivitas visual dengan mudah dan tepat.
2. Memfasilitasi penghuni untuk bergerak dan berjalan dengan bebas serta aman.
3. Tanpa menimbulkan kenaikan suhu udara yang terlalu tinggi di area kerja.
4. Memberikan cahaya dengan tingkat kecerahan yang stabil, tersebar secara merata, bebas dari kedipan, tidak menyilaukan, dan tidak menghasilkan bayangan.
5. Meningkatkan kualitas visual lingkungan serta mendukung peningkatan kinerja.

Selain hal-hal tersebut, dalam merencanakan pemanfaatan pencahayaan dalam lingkungan kerja, perlu juga mempertimbangkan aspek-aspek berikut:

1. Seberapa besar pemanfaatan pencahayaan buatan, baik untuk mendukung maupun melengkapi cahaya alami.
2. Tingkat penerangan yang dibutuhkan, baik untuk area kerja yang memerlukan aktivitas penglihatan tertentu maupun untuk penerangan secara umum.
3. Penyebaran dan keragaman pencahayaan yang dibutuhkan di seluruh interior, apakah merata atau terfokus ke satu arah tertentu.
4. Arah pencahayaan, apakah tujuan pencahayaan adalah untuk menonjolkan bentuk dan karakter ruang yang diterangi atau tidak.
5. Pemilihan warna yang akan diterapkan di dalam ruangan serta dampak warna cahaya.
6. Tingkat kecerahan yang dihasilkan dari objek atau lingkungan yang akan diterangi, apakah besar atau kecil.

Selain mempertimbangkan kedua aspek tersebut, hal lain yang perlu diperhatikan adalah penggunaan energi dalam sistem pencahayaan. Sistem pencahayaan yang efektif tidak hanya bertujuan untuk menciptakan kenyamanan dan estetika dalam ruangan, tetapi juga berupaya mengurangi konsumsi energi dan biaya pemeliharannya.

2.1.1 Satuan - satuan

Salah satu hal yang sangat penting untuk diterapkan dalam teknik pencahayaan, ialah :

1. Satuan dalam intensitas suatu cahaya : kandela (cd)
2. Satuan dalam flux suatu cahaya : lumen (lm)
3. Satuan dalam intensitas suatu penerangan / iluminasi : lux (lx)
4. Satuan sudut ruangan : steradian

2.1.2 Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya merujuk pada besarnya energi radiasi yang dipancarkan dalam bentuk cahaya ke suatu arah tertentu, yang dinyatakan dalam satuan kandela (cd).

2.1.3 Flux Cahaya

Fluks cahaya adalah keseluruhan jumlah cahaya yang dipancarkan oleh suatu sumber dalam setiap detik. Jika sebuah bohlam diletakkan di dalam reflektor, cahaya akan diarahkan, namun jumlah atau flux cahayanya tidak berubah. Sebagaimana dapat diketahui bahwa unit pengukuran cahaya adalah lumen.

2.1.4 Intensitas Penerangan

Tingkat pencahayaan atau iluminasi pada suatu bidang merupakan total fluks cahaya yang diterima oleh setiap meter persegi dari bidang tersebut. Satuan yang digunakan untuk menyatakan intensitas pencahayaan adalah lux (lm), yang

dilambangkan dengan huruf E. Dengan demikian, 1 lux setara dengan 1 lumen per meter persegi (1 lumen/m²).

Rata-rata intensitas penerangan pada suatu permukaan yaitu :

$$E \text{ rata-rata} = \phi/A \text{ lux} \quad (2.1)$$

Dengan ketentuan sebagai berikut :

E = intensitas suatu penerangan (lux)

ϕ = flux dalam cahaya (lumen)

A = luas suatu permukaan (m²)

2.1.5 Luminasi

Luminasi merupakan tingkat kecerahan sebuah objek. Luminasi yang sangat tinggi dapat menyebabkan silau pada mata, seperti pada lampu pijar tanpa pelindung.

Luminansi (L) dari suatu sumber cahaya atau permukaan yang memantulkan cahaya merupakan hasil pembagian antara intensitas cahaya dengan luas tampak permukaan tersebut. Secara matematis, dapat dinyatakan dalam bentuk rumus:

$$L = I / A_s \text{ cd/cm}^2 \quad (2.2)$$

Dimana : L = luminasi (cd/cm²)

I = intensitas cahaya (cd)

A_s = luas semu permukaan (cm²)

2.2 Sistem Penerangan dan Armatur

Distribusi cahaya yang dihasilkan oleh suatu sumber sangat dipengaruhi oleh rancangan sumber cahaya itu sendiri serta perangkat penerangan yang menyertainya.

Bentuk dan karakteristik armatur ditentukan oleh :

1. Metode pemasangan di dinding maupun langit-langit
2. Metode pemasangan fitting atau fitting-fitting di dalam armatur
3. Perlindungan terhadap sumber cahaya
4. Kesesuaian desain dengan lingkungan
5. Distribusi cahayanya

Sebagian besar cahaya yang ditangkap oleh mata tidak berasal langsung dari sumber cahaya, melainkan merupakan hasil pantulan dari berbagai benda di sekelilingnya.

Karena sumber cahaya modern memiliki luminasi yang tinggi, cahaya langsung dari sumbernya sering menyebabkan silau. Dengan demikian, material armatur perlu ditentukan dengan hati-hati untuk melindungi sumber cahaya dan memastikan distribusi cahaya yang optimal.

2.2.1 Absorpsi

Absorpsi cahaya merupakan proses di mana suatu material menyerap cahaya yang melintas melaluinya.

Bagian yang diterima oleh suatu permukaan dipengaruhi oleh faktor absorpsi :

$$a = \frac{\text{flux cahaya yang diserap}}{\text{flux cahaya yang mengenai permukaan}} \quad (2.3)$$

2.2.2 Refleksi

Refleksi merupakan kejadian di mana cahaya dipantulkan ketika mengenai suatu permukaan. Proses refleksi cahaya terjadi karena adanya permukaan yang memantulkan cahaya yang masuk ke permukaan tersebut. Besaran fluks cahaya dapat dihitung dengan menggunakan faktor refleksi (r) :

$$r = \frac{\text{flux cahaya yang dipantulkan}}{\text{flux cahaya yang mengenai permukaan}} \quad (2.4)$$

2.2.3 Transmisi

Transmisi adalah salah satu karakteristik cahaya, yang memungkinkan cahaya untuk diteruskan atau didistribusikan melalui bahan yang tembus cahaya. Nilai

transmisi ini dikenal dengan sebutan transmitansi, yang mengacu pada rasio antara intensitas cahaya yang diteruskan dengan intensitas cahaya yang datang (t) :

$$t = \frac{\text{flux cahaya yang dapat menembus}}{\text{flux cahaya yang mengenai permukaan}} \quad (2.5)$$

2.2.4 Armatur

Armatur lampu bisa dikelompokkan dengan berbagai cara, antara lain :

1. Berdasarkan karakteristik pencahayaannya, armatur untuk pencahayaan langsung, mayoritas langsung, tersebar, dan mayoritas tidak langsung
2. Berdasarkan konstruksinya, atas armatur biasa, kedap air, kedap letupan debu, kedap letupan gas
3. Berdasarkan penggunaannya, atas armatur untuk penerangan dalam, penerangan luar, penerangan penerangan industri, penerangan dekorasi, dan armatur yang ditanam dalam dinding atau dilangit – langit, dan yang tidak ditanam
4. Berdasarkan bentuknya, atas armatur balon, pinggang, rok, gelang, armatur pancaran lebar, armatur terbatas, dan armatur jenis lainnya
5. Berdasarkan cara pemasangannya, armatur dapat dipasang di langit-langit, dinding, digantung, berdiri, digantung dengan pipa, atau menggunakan kabel.

Desain sumber cahaya dan armatur harus diatur agar tidak menyebabkan silau pada mata. Bayangan tetap diperlukan agar objek terlihat alami, namun bayangan tersebut tidak boleh terlalu tajam.

2.3 Cara Menghitung Penerangan Dalam

Pencahayaan di lingkungan kerja perlu diatur secara tepat guna mencegah terjadinya ketegangan mata yang tidak diperlukan. Selisih tingkat kecerahan yang terlalu mencolok antara area kerja dan area sekitarnya sebaiknya dihindari, karena hal tersebut dapat membuat mata bekerja lebih keras untuk menyesuaikan diri secara terus-menerus.

2.3.1 Intensitas Penerangan

Intensitas pencahayaan harus ditentukan pada area tempat pekerjaan dilakukan, seperti meja atau bangku kerja.

Intensitas pencahayaan yang diperlukan bergantung pada jenis aktivitas yang dilakukan. Sebagai contoh, pekerjaan di bidang mekanik yang membutuhkan ketelitian tinggi memerlukan pencahayaan dengan intensitas yang lebih besar.

Durasi kerja juga berpengaruh terhadap tingkat intensitas pencahayaan yang dibutuhkan. Pekerjaan yang berlangsung lama dengan penerangan buatan membutuhkan tingkat cahaya yang lebih besar.

Tabel 2.1 menetapkan tingkat intensitas cahaya yang dibutuhkan untuk pencahayaan optimal.

Intensitas pencahayaan E diukur dalam satuan lux, yang merupakan padanan dari lumen per meter persegi (lm/m^2). Dengan demikian, jumlah fluks cahaya yang dibutuhkan untuk suatu area kerja seluas A meter persegi dapat dihitung sebagai berikut:

$$\phi = E \cdot A \text{ } lm \quad (2.6)$$

Dimana : ϕ = flux dalam cahaya

E = Intensitas terkait penerangan yang dibutuhkan dalam area kerja

A = Luas bidang kerja m^2

Lm = Satuan flux dalam cahaya (lumens)

Tidak seluruh fluks cahaya yang dihasilkan oleh lampu dapat mencapai area kerja, karena sebagian di antaranya tersebar ke permukaan dinding maupun langit-langit.

Sebagian fluks cahaya yang hilang dimanfaatkan untuk menerangi ruangan atau diserap oleh permukaan seperti dinding, langit-langit, tirai, serta komponen lainnya.

2.3.2 Efisiensi Penerangan

Dalam menentukan besarnya fluks cahaya yang dibutuhkan, penting untuk mempertimbangkan tingkat efisiensi atau hasil konversi yang dicapai.

Dari

$$\eta = \phi_g / \phi_o \text{ dan } \phi_g = E \times A \text{ lm} \quad (2.7)$$

Didapat rumus flux cahaya :

$$\phi_o = E \times A / \eta \text{ lm} \quad (2.8)$$

Dimana : A = Luas bidang kerja m^2

E = Intensitas penerangan yang diperlukan di bidang kerja

2.3.3 Efisiensi Armatur

Efisiensi maupun rendeman armatur (v) yaitu :

$$v = \frac{\text{flux cahaya yang dipancarkan oleh armatur}}{\text{flux cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya}} \quad (2.9)$$

Efisiensi armatur ditentukan oleh konstruksinya dan bahan yang digunakan.

2.3.4 Faktor Refleksi

Faktor reflektansi r_w dan r_p masing-masing merepresentasikan proporsi fluks cahaya yang dipantulkan oleh permukaan dinding serta langit-langit, yang selanjutnya diteruskan hingga ke area kerja.

Pantulan tidak langsung pada area pengukuran atau ruang kerja r_m dipengaruhi oleh refleksi dari permukaan lantai serta bagian dinding yang terletak di antara lantai dan area kerja. Umumnya, nilai r_m diasumsikan sebesar 0,1.

Langit-langit dan dinding yang memiliki warna cerah mampu memantulkan cahaya sebesar 50 hingga 70 persen, sementara permukaan dengan warna gelap hanya mampu memantulkan sekitar 10 sampai 20 persen cahaya.

2.3.5 Indeks Ruangan

Indeks ruangan, yang juga dikenal sebagai indeks bentuk (k), merupakan perbandingan proporsional antara dimensi suatu ruang berbentuk persegi panjang.

$$k = p.l / h (p+l) \quad (2.10)$$

Dimana : p = Panjang ruangan (m)

l = Lebar ruangan (m)

h = Tinggi sumber cahaya di atas bidang kerja (m)

2.3.6 Faktor Penyusutan atau Faktor Depresiasi

Faktor penyusutan atau faktor depresiasi (d) adalah:

$$d = \frac{E \text{ dalam keadaan pakai}}{E \text{ dalam keadaan baru}} \quad (2.11)$$

Intensitas penerangan E saat digunakan adalah tingkat penerangan rata-rata suatu instalasi yang menggunakan lampu dan armatur, di mana efisiensinya telah menurun akibat faktor-faktor seperti kotoran, pemakaian yang lama, atau alasan lainnya.

Jika faktor depresinya 0,8, sebuah instalasi yang baru menghasilkan 250 lux, akan menghasilkan hanya 200 lux setelah digunakan.

Oleh karena itu, untuk mencapai efisiensi penerangan saat digunakan, nilai rendeman yang tercantum dalam tabel perlu dikalikan dengan faktor depresiasi.

Faktor depresiasi ini terbagi dalam tiga kategori, ialah :

- a. Kontaminasi ringan ;
Peristiwa ini terjadi di toko, kantor, dan sekolah yang berada di kawasan dengan kadar debu yang sangat rendah.
- b. Kontaminasi biasa ;
Hal ini juga berlaku di berbagai perusahaan lain, di mana jika tingkat pengotorannya tidak dapat diketahui, maka digunakan faktor depresi sebesar 0,8.
- c. Kontaminasi berat ;
Terjadi di area yang penuh dengan debu atau zat kotor lainnya, seperti pada sektor industri pengecoran, pertambangan, pemintalan, dan sejenisnya.

Selanjutnya, efisiensi pencahayaan dipengaruhi oleh posisi sumber cahaya dalam ruangan. Jarak antara sumber cahaya sebaiknya simetris ke kedua arah. Jarak antara sumber cahaya paling luar dan dinding hendaknya 0,5 meter. Disarankan agar jarak ini disesuaikan dengan ketinggian sumber cahaya dari permukaan area kerja.

Apabila ketentuan terkait penempatan sumber cahaya tersebut dipatuhi, maka nilai-nilai yang diperoleh dapat dimanfaatkan untuk mencapai efisiensi dalam

pencahayaannya.

Selain dampak dari pengotoran, faktor depresiasi juga mempertimbangkan pengaruh usia lampu. Pengaruh ini bergantung pada jumlah jam penggunaan. Setiap jenis lampu memiliki perhitungan jam menyala yang berbeda-beda setiap tahunnya.

Apabila intensitas cahaya berkurang hingga 20% di bawah standar yang ditentukan, lampu harus diganti atau dibersihkan. Sebaiknya penggantian lampu dilakukan secara bertahap per kelompok untuk menghindari gangguan terhadap kegiatan sehari-hari di rumah.

2.3.7 Tabel Penerangan

Berikut ini dikutip dari buku PUIL 2000 :

Tabel 2.1. Tabel Penerangan

Penggunaan	Nama Ruang	Intensitas Pencahayaan (Lux)
1. Perumahan	Tangga	60
	Teras depan	60
	Ruang makan	120-250
	Ruang kerja	120-250
	Kamar tidur anak	120-250
	Kamar Tidur Ortu	120-250
	Kamar mandi	250
	Dapur	250
	Gudang	60
	Ruang samping	60
	Ruang Keluarga	250
Ruang Tamu	120 – 250	

2.4 Energi

Berbagai satuan digunakan untuk mengukur jumlah energi, seperti joule, kWh, BTU, dan sebagainya. Joule merupakan satuan yang termasuk dalam Sistem

Satuan Internasional (SI) dan sering dipakai untuk semua jenis energi.

Di sisi lain, kWh merupakan satuan yang sering dipakai untuk menggambarkan energi listrik. Salah satu metode yang paling efisien dan mudah untuk mentransmisikan energi adalah dengan menggunakan energi listrik. Pada pembangkit listrik, sumber daya utama seperti bahan bakar fosil (seperti minyak, gas alam, dan batubara), energi air, panas bumi, serta nuklir, diubah menjadi energi listrik.

2.5 Konservasi Energi

Konservasi energi merujuk pada penggunaan energi secara efisien dan bijaksana tanpa mengurangi kebutuhan energi yang diperlukan. Langkah-langkah konservasi energi diterapkan di setiap tahap pemanfaatan, mulai dari penggunaan sumber daya energi hingga penggunaan akhir, dengan memanfaatkan teknologi yang hemat energi dan pola hidup yang mendukung efisiensi energi.

Pengurangan penggunaan energi dapat mengurangi pengeluaran, meningkatkan produktivitas, serta meningkatkan laba. Artikel ini membahas tentang besaran arus pengaman, ukuran penghantar, serta kehilangan energi atau penurunan tegangan (Drop Voltage).

2.6 Intensitas Konsumsi Energi

Intensitas Penggunaan Energi (Energy Use Intensity) atau IKE (EUI) listrik adalah istilah yang digunakan untuk mengukur tingkat penggunaan energi dalam suatu sistem (bangunan). Secara prinsip, Intensitas Penggunaan Energi diperoleh dengan membagi total konsumsi energi dalam periode tertentu (seperti satu bulan atau satu tahun) dengan luas bangunan. Satuan IKE diukur dalam kWh/m² per bulan.

Tabel 2.2 Kriteria Dan Penggunaan Energi di Ruangan Tanpa AC

Persyaratan	Penggunaan Energi Spesifik (kWh/m ² /Bulan) Ruangan Tanpa AC
Sangat hemat energi	0,84 – 1,67
Relatif efisien	1,67 – 2,5
Tidak efisien	2,5 – 3,34
Ekstrem tidak efisien	3,34 – 4,17

Rumus menghitung nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) :

$$IKE = \frac{kwh \text{ total (kwh perbulan)}}{luas \text{ total (m}^2\text{)}} \quad (2.12)$$

Nilai IKE sangat dipengaruhi oleh tingkat konsumsi energi di gedung tersebut. Tanpa adanya upaya untuk menghemat energi, pemborosan energi akan terjadi.

2.7 Lux Meter

Perangkat yang digunakan untuk mengukur tingkat intensitas cahaya di suatu lokasi. Pengukuran intensitas cahaya ini penting karena pada dasarnya manusia memerlukan penerangan yang memadai.



Gambar 2.1 Lux Meter

Adapun rumus perhitungan pada lux meter ini :

$$N = E \times L \times W / \emptyset \times LLF \times Cu \times n \quad (2.13)$$

Keterangan :

N = Jumlah titik lampu

E = Kuat penerangan (Lux), rumah atau apartemen standar 100 lux – 250 lux

L = Panjang (Length) ruangan dalam satuan meter

W = Lebar (Width) ruangan dalam satuan meter

\emptyset = Total nilai pencahayaan lampu dalam satuan lumen

LLF = (Light Loss Factor) atau faktor kehilangan atau kerugian cahaya, biasa nilainya antara 0,7 – 0,8

Cu = (Coeffesien of Utilization)

n = Jumlah lampu dalam 1 titik

2.8 Masa Pemakaian Lampu

Mengetahui berapa lama masa pakai (life time) lampu menggunakan rumus persamaan sebagai berikut :

$$life\ time\ (Tahun) = \frac{umur\ lampu\ (jam)}{12\ jam\ menyala\ x\ 365\ hari} \quad (2.14)$$

2.9 Penentuan Titik Pengukuran

Penetapan tempat pengukuran didasarkan pada Standar Nasional Indonesia - 16-7062-2004, yang mencakup:

- a) Penerangan setempat : benda yang dikerjakan, seperti meja kerja atau peralatan. Jika berupa meja kerja, pengukuran dapat dilakukan langsung di atas meja yang tersedia.
- b) Penerangan umum : titik pertemuan antara garis horizontal panjang dan lebar pada setiap jarak tertentu yang terletak satu meter dari permukaan lantai.

Jarak tertentu tersebut dibedakan berdasarkan ukuran area tersebut :

- 1) Ruang dengan luas kurang dari 10 meter persegi: titik perpotongan antara garis horizontal panjang dan lebar ruangan terletak pada jarak setiap 1 meter.
- 2) Ruang dengan luas antara 10 meter persegi hingga 100 meter persegi: titik potong dari garis horizontal panjang dan lebar ruangan berada pada jarak setiap 3 meter.