

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Prinsip Desain Pencahayaan Alami

Prinsip desain pencahayaan alami sangat dipengaruhi oleh orientasi dan tata letak bangunan terhadap pergerakan matahari, karena arah bukaan menentukan kualitas dan kuantitas cahaya yang masuk ke dalam ruang. Menurut penelitian Setiawan dkk. (2024), faktor utama yang memengaruhi intensitas pencahayaan alami meliputi orientasi bangunan terhadap matahari, refleksi eksternal, ukuran bukaan, serta kedalaman ruang. Orientasi yang tepat dapat meningkatkan distribusi cahaya alami secara merata sekaligus mengurangi kontras berlebihan di dalam ruang. Wu (2021) juga menegaskan bahwa penentuan orientasi bangunan harus mempertimbangkan kondisi iklim dan lingkungan sekitar karena arah bukaan memiliki dampak besar terhadap kualitas lingkungan cahaya dalam ruang. Dengan demikian, orientasi dan tata letak bangunan merupakan strategi awal yang menentukan keberhasilan desain pencahayaan alami yang efisien dan nyaman.

Selain orientasi, desain dan penempatan jendela memiliki peranan penting dalam distribusi pencahayaan alami di dalam ruang. Setiawan dkk. (2024) menjelaskan bahwa ukuran jendela yang tidak memadai dan keberadaan hambatan bangunan dapat menyebabkan tingkat iluminasi tidak memenuhi standar SNI. Wu (2021) menyebutkan bahwa tinggi ambang jendela yang ideal berkisar antara 0,9–1,1 meter dari lantai agar cahaya dapat menjangkau bagian ruang yang lebih dalam serta tetap menjaga kenyamanan visual. Selain itu, rasio luas jendela terhadap luas lantai (*window-to-ground ratio*) menjadi indikator penting dalam memperkirakan kecukupan cahaya alami dalam ruang. Dengan pengaturan ukuran, posisi, dan bentuk jendela yang tepat, distribusi cahaya dapat lebih merata sehingga mendukung efisiensi energi dan kualitas ruang yang lebih baik.

Penggunaan perangkat peneduh luar juga merupakan bagian dari strategi desain pencahayaan alami untuk mengendalikan intensitas cahaya matahari langsung. Kurniasih dan Saputra (2019) menunjukkan bahwa penerapan *shading devices* seperti overhang dan *vertical fin* efektif dalam mengurangi kelebihan iluminasi sekaligus mempertahankan tingkat pencahayaan alami yang memadai. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa intensitas rata-rata pencahayaan sebesar 663 lux dapat melebihi standar dan memerlukan pengendalian

melalui desain peneduh . Penggunaan peneduh eksternal memungkinkan pengurangan radiasi langsung tanpa menghilangkan manfaat pencahayaan alami secara keseluruhan. Oleh karena itu, integrasi orientasi bangunan, desain jendela, dan perangkat peneduh luar menjadi strategi komprehensif dalam mewujudkan sistem pencahayaan alami yang optimal dan sesuai standar.

2.2 Standar Pencahayaan Alami

Berdasarkan SNI 2020, tingkat pencahayaan alami minimum yang disarankan untuk ruang hunian berada pada kisaran 250 lux, tergantung fungsi ruang. Selain tingkat iluminansi, distribusi cahaya dan kondisi visual pengguna juga perlu diperhatikan agar pencahayaan tidak menyebabkan silau.

Kualitas pencahayaan alami yang baik dicapai bila memenuhi tiga aspek utama:

1. Kuantitas cahaya – jumlah cahaya cukup untuk aktivitas visual.
2. Kualitas cahaya – cahaya merata dan tidak menimbulkan bayangan tajam.
3. Kenyamanan visual – tidak menimbulkan silau yang mengganggu pandangan.

Standar pencahayaan di Indonesia mengacu pada **SNI 03-6575-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan pada Bangunan Gedung**, yang menetapkan tingkat iluminasi minimum (lux) berdasarkan fungsi ruang. Dalam penelitian Nurrohman et al. (2021), disebutkan bahwa kebutuhan iluminasi ruang kelas dan studio arsitektur harus memenuhi ketentuan SNI 03-6575-2001 agar tercapai kenyamanan visual dan efisiensi energi . Pada standar tersebut, ruang kelas umumnya membutuhkan iluminasi sekitar 250 lux, sedangkan ruang gambar atau aktivitas detail dapat mencapai 750 lux . Standar ini menjadi acuan utama dalam mengevaluasi apakah pencahayaan alami yang masuk ke dalam ruang telah mencukupi atau masih memerlukan dukungan pencahayaan buatan.

Selain itu, dalam konteks bangunan hijau, pemanfaatan pencahayaan alami juga dikaitkan dengan persentase luas area yang mendapatkan iluminasi alami yang memadai, sehingga konsumsi energi listrik dapat ditekan . Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan SNI 03-6575-2001 sebagai dasar evaluasi tingkat iluminasi (lux), serta membandingkan hasil simulasi DIALux terhadap standar tersebut untuk memastikan kesesuaian dengan ketentuan nasional yang berlaku.

2.3 Silau (Glare)

Silau (glare) adalah kondisi ketika cahaya terlalu kuat sehingga menimbulkan rasa kurang nyaman atau mengurangi kemampuan penglihatan. Menurut CIE (Commission Internationale de l'Éclairage), silau dapat dibedakan menjadi dua jenis utama:

1. Discomfort Glare – menyebabkan ketidaknyamanan visual tanpa menurunkan kemampuan melihat secara signifikan.
2. Disability Glare – mengganggu fungsi penglihatan sehingga objek menjadi sulit terlihat.

Faktor-faktor yang mempengaruhi timbulnya silau meliputi:

- Tingkat luminansi sumber cahaya.
- Perbedaan kontras antara sumber cahaya dan lingkungan sekitarnya.
- Posisi relatif antara mata pengamat dan sumber cahaya.
- Luas area sumber cahaya dalam bidang pandang.

Silau (*glare*) dalam pencahayaan alami merupakan kondisi ketidaknyamanan visual yang timbul akibat distribusi luminansi yang tidak seimbang dalam bidang pandang pengguna. Tingkat silau dipengaruhi oleh beberapa parameter fisik utama, yaitu luminansi sumber cahaya (L_s), sudut padat sumber (*solid angle*, ω_s), posisi sumber terhadap garis pandang (*position index*, P), serta luminansi latar belakang (L_b) (Wienold & Christoffersen, 2006). Berbagai model silau yang dikembangkan sebelumnya umumnya berasal dari eksperimen dengan sumber cahaya buatan berukuran kecil sehingga kurang representatif untuk kondisi pencahayaan alami dari jendela yang memiliki sudut padat besar (Wienold & Christoffersen, 2006). Dalam bangunan dengan bukaan lebar, distribusi luminansi yang kompleks pada fasad dan sistem peneduh dapat meningkatkan potensi silau apabila tidak dikendalikan secara tepat. Oleh karena itu, pemahaman terhadap parameter fisik silau menjadi dasar penting dalam evaluasi kenyamanan visual pada bangunan yang mengandalkan pencahayaan alami.

2.4 Perangkat Lunak DIALux untuk Simulasi Pencahayaan Alami

Perangkat lunak DIALux digunakan sebagai alat simulasi untuk menganalisis distribusi pencahayaan alami dan buatan dalam ruang secara kuantitatif. Hangga et al. (2020) menjelaskan bahwa DIALux dapat digunakan untuk mensimulasikan manajemen pencahayaan ruang berdasarkan standar nasional, khususnya mengacu pada SNI 6197:2011, dengan parameter tingkat iluminasi dalam satuan lux. Dalam penelitian tersebut, simulasi dilakukan dengan memasukkan variabel jenis pencahayaan (alami dan buatan), daya lampu, serta titik ukur iluminasi pada ketinggian 1 meter dari lantai sesuai standar pengukuran. Hasil simulasi DIALux mampu menunjukkan distribusi intensitas cahaya dalam bentuk visual tiga dimensi dan kontur sebaran lux sehingga memudahkan evaluasi kesesuaian terhadap standar yang berlaku. Oleh karena itu, dalam penelitian ini DIALux digunakan sebagai alat analisis untuk mengevaluasi pencahayaan alami pada bangunan Rumah Susun Kejaksaan Tinggi Jawa Tengah serta membandingkannya dengan standar iluminasi yang ditetapkan dalam SNI 03-6575-2001 dan SNI 6197:2020.

Perangkat lunak DIALux merupakan aplikasi simulasi pencahayaan yang digunakan untuk menganalisis distribusi iluminasi dalam ruang secara kuantitatif dan tiga dimensi. DIALux memungkinkan pengguna untuk memodelkan geometri ruang, menentukan material dengan nilai reflektansi tertentu, memasukkan data bukaan, serta mengatur orientasi bangunan terhadap matahari untuk mensimulasikan pencahayaan alami. Output utama dari simulasi ini berupa nilai iluminasi dalam satuan lux yang ditampilkan dalam bentuk titik ukur (*calculation points*) maupun peta sebaran cahaya (*false colour rendering*). Dalam konteks penelitian pencahayaan alami, DIALux digunakan untuk mengevaluasi apakah distribusi cahaya yang masuk ke dalam ruang telah memenuhi standar iluminasi yang dipersyaratkan dalam SNI 03-6575-2001 dan SNI 6197:2020. Keunggulan DIALux terletak pada kemampuannya menghasilkan analisis kuantitatif yang sistematis dan terukur sehingga dapat digunakan sebagai dasar evaluasi desain serta rekomendasi optimalisasi fasad bangunan. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk:

1. Memasukkan data geografis, waktu, dan kondisi langit.
2. Menghitung nilai iluminansi dan luminansi berdasarkan geometri bangunan.

Keunggulan DIALux evo terletak pada visualisasi tiga dimensi yang akurat serta kemampuan integrasi dengan model arsitektur dari perangkat CAD seperti AutoCAD atau SketchUp. Dalam konteks penelitian ini, DIALux digunakan untuk menganalisis perbandingan intensitas cahaya antar orientasi ruang di bangunan Rumah Susun Kejaksaan Tinggi Jawa Tengah.

2.5 Penelitian Terdahulu

Berbagai penelitian terkait pencahayaan alami telah dilakukan pada bangunan pendidikan dan perkantoran dengan pendekatan simulasi maupun pengukuran langsung. Penelitian oleh Wu (2021) menganalisis strategi optimalisasi pencahayaan alami pada bangunan perkantoran dengan mengacu pada *Building Lighting Design Standard (GB50033-2013)* serta melakukan verifikasi melalui simulasi perangkat lunak untuk mengevaluasi koefisien pencahayaan alami dan orientasi bangunan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa orientasi bangunan dan desain bukaan memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan kualitas pencahayaan alami dan efisiensi energi.

Penelitian Kurniasih dan Saputra (2019) meneliti sistem pencahayaan alami pada ruang baca perpustakaan dan menemukan bahwa rata-rata intensitas pencahayaan alami mencapai 663 lux, melebihi standar SNI untuk ruang perpustakaan sebesar 300 lux. Penelitian tersebut menekankan pentingnya penggunaan perangkat peneduh untuk mengontrol intensitas cahaya agar tercapai kenyamanan visual tanpa mengurangi pemanfaatan cahaya alami. Hal ini menunjukkan bahwa kuantitas cahaya yang tinggi belum tentu menghasilkan kenyamanan visual apabila tidak dikendalikan dengan baik.

Setiawan et al. (2024) melakukan kajian desain pencahayaan alami pada bangunan pendidikan berkelanjutan dan menemukan bahwa sebagian besar ruang yang diteliti belum memenuhi standar SNI 03-6575-2001 karena ukuran jendela yang kurang memadai, adanya hambatan bangunan, serta penggunaan material kaca gelap. Penelitian tersebut menegaskan bahwa faktor orientasi bangunan, refleksi eksternal, serta tata letak ruang sangat menentukan distribusi cahaya alami di dalam bangunan.

Liu et al. (2020) menggunakan pendekatan BIM dan simulasi untuk menganalisis pengaruh rasio jendela terhadap lantai (*window-to-ground ratio*) terhadap peningkatan koefisien pencahayaan alami. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan rasio bukaan dapat meningkatkan nilai koefisien pencahayaan alami secara signifikan, namun terdapat titik jenuh dimana peningkatan luas bukaan tidak lagi memberikan peningkatan yang berarti.

Nurrohman et al. (2021) menggunakan DIALux Evo untuk mengevaluasi efisiensi pencahayaan pada ruang studio arsitektur dengan mengacu pada SNI 03-6575-2001 dan standar bangunan hijau . Penelitian tersebut menunjukkan bahwa simulasi pencahayaan dapat membantu menentukan pengelompokan lampu dan optimasi sistem pencahayaan agar memenuhi standar iluminasi sekaligus menghemat energi.

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu tersebut, dapat disimpulkan bahwa evaluasi pencahayaan alami melalui simulasi perangkat lunak dan perbandingan terhadap standar nasional menjadi pendekatan yang efektif dalam menilai kualitas pencahayaan bangunan. Namun, penelitian terkait pencahayaan alami pada bangunan rumah susun, khususnya dengan pendekatan simulasi DIALux berbasis standar SNI 03-6575-2001 dan SNI 6197:2020, masih terbatas sehingga penelitian ini memiliki kontribusi dalam mengisi kesenjangan tersebut.

2.6 Pengertian Lux

Lux merupakan satuan internasional (SI) untuk mengukur tingkat iluminasi atau intensitas cahaya yang jatuh pada suatu bidang. Secara definisi, satu lux setara dengan satu lumen per meter persegi ($1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$), yang menunjukkan jumlah fluks cahaya yang diterima oleh suatu permukaan. Dalam konteks pencahayaan bangunan, nilai lux digunakan untuk menentukan apakah suatu ruang telah memenuhi standar kenyamanan visual sesuai fungsi aktivitasnya.

Nurrohman et al. (2021) menjelaskan bahwa tingkat iluminasi ruang studio dan ruang kelas harus memenuhi standar SNI 03-6575-2001, yaitu sekitar 250 lux untuk ruang kelas dan 750 lux untuk ruang gambar, guna menjamin kenyamanan visual pengguna . Hal ini menunjukkan bahwa lux menjadi parameter utama dalam evaluasi performa pencahayaan ruang berdasarkan standar nasional. Selain itu, Hangga et al. (2020) menyatakan bahwa standar iluminasi ruang kelas berdasarkan SNI 6197:2011 adalah 350 lux, yang digunakan sebagai acuan dalam simulasi optimasi pencahayaan menggunakan perangkat lunak DIALux . Dengan demikian, pengukuran dan simulasi nilai lux menjadi indikator kuantitatif yang penting dalam menilai kecukupan pencahayaan alami maupun buatan pada bangunan.

2.6.1 Fungsi dan Kegunaan Lux dalam Penelitian Bangunan

Dalam konteks arsitektur dan desain bangunan, nilai lux digunakan untuk mengukur tingkat pencahayaan di dalam ruangan, baik yang berasal dari cahaya alami (daylight) maupun buatan (artificial lighting). Pengukuran lux sangat penting untuk:

1. Menilai kenyamanan visual penghuni.
2. Menentukan kebutuhan energi listrik untuk pencahayaan buatan.
3. Menganalisis efisiensi desain pencahayaan alami.
4. Membandingkan hasil simulasi dengan standar pencahayaan nasional atau internasional.

Table 1 Lux Standar Nasional Indonesia 2020

Fungsi Ruang / Aktivitas	Tingkat Pencahayaan Rata-Rata (Lux) *	Keterangan / Catatan
Hunian / Rumah tinggal		
Teras	60	Pencahayaan ringan
Ruang tamu	120 – 150	Aktivitas umum dan relaksasi
Ruang makan	120 – 250	Aktivitas makan, interaksi sosial
Ruang kerja / belajar dalam rumah	120 – 250	Aktivitas visual ringan-sedang
Kamar tidur	120 – 250	Aktivitas dasar dan relaksasi
Kamar mandi	250	Aktivitas memerlukan detail (mandi, kebersihan)
Dapur	250	Aktivitas memasak, memerlukan penerangan cukup
Garasi	60	Aktivitas ringan / penggunaan umum
Perkantoran & Ruang Kerja Umum		
Resepsionis / ruang tunggu	300	Penerimaan pengunjung, aktivitas ringan
Ruang direktur	350	Ruang kerja pimpinan dengan kebutuhan visual lebih tinggi
Ruang kerja / kantor biasa	350	Aktivitas kerja administratif / komputerisasi
Ruang komputer / IT	350	Kebutuhan pencahayaan tinggi tanpa silau
Ruang rapat	300	Diskusi, presentasi, interaksi visual
Ruang gambar / perancangan	750	Kegiatan dengan kebutuhan visual detail tinggi
Gudang arsip / ruang arsip aktif	150 – 300	Penyimpanan / pengambilan dokumen
Pendidikan / Lembaga Akademik		
Ruang kelas	250 – 350	Kegiatan belajar mengajar

Perpustakaan	300	Aktivitas membaca dan pencarian buku
Laboratorium / ruang praktikum	500	Kegiatan yang memerlukan presisi & visual tinggi
Ruang gambar / studio	750	Aktivitas desain, gambar, detail visual tinggi
Ruang Dagang / Pameran / Retail		
Ruang pameran (ukuran obyek besar)	500	Menampilkan produk besar seperti kendaraan atau furnitur
Toko pakaian / fashion	500	Menampilkan pakaian, detail tekstur
Toko buku / alat tulis	300	Menampilkan buku, alat tulis
Toko barang elektronik / perhiasan	500	Menonjolkan produk dan detail kecil
Kantor / Restoran / Hotel		
Lobby / koridor hotel	100	Sirkulasi, estetika
Ruang makan restoran / kafe	200 – 250	Aktivitas makan & interaksi
Ruang serba guna (hotel)	200	Aktivitas publik fleksibel
Industri / Produksi		
Gudang umum	100	Aktivitas ringan / pergerakan barang
Pekerjaan menengah	200 – 500	Aktivitas rutin produksi / inspeksi
Pekerjaan halus / presisi	500 – 1.000	Aktivitas perakitan, kontrol kualitas
Pemeriksaan warna / detail visual sangat halus	750	Kegiatan membutuhkan akurasi warna / detail