

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Kenyamanan Visual

Kenyamanan visual merupakan salah satu aspek penting dalam perancangan ruang yang berkaitan dengan kemampuan pengguna dalam melihat dan melakukan aktivitas secara optimal tanpa mengalami gangguan. Dalam konteks bangunan pendidikan, kenyamanan visual sangat berpengaruh terhadap efektivitas proses belajar mengajar serta tingkat konsentrasi pengguna ruang. Faktor utama yang memengaruhi kenyamanan visual meliputi tingkat iluminasi, distribusi cahaya, serta pengendalian silau yang berasal dari pencahayaan alami maupun buatan. Pencahayaan yang tidak sesuai standar dapat menyebabkan ketidaknyamanan seperti silau, bayangan berlebihan, maupun kurangnya penerangan pada area tertentu. Oleh karena itu, pemahaman mengenai kenyamanan visual menjadi dasar penting dalam menganalisis dan merancang sistem pencahayaan yang optimal pada ruang kelas.

2.1.1 Isu Terkait Kenyamanan Visual

Kenyamanan visual dalam bangunan tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan alami maupun buatan, tetapi juga oleh perilaku pengguna dalam mengontrol elemen seperti tirai dan pencahayaan. Pengguna bangunan memiliki peran aktif dalam menyesuaikan kondisi visual ruang sesuai dengan preferensi dan kebutuhannya, sehingga aspek ini tidak dapat diabaikan dalam proses perancangan. Selain itu, interaksi antara pengguna dan elemen bangunan dapat memengaruhi tingkat kenyamanan secara keseluruhan, terutama dalam merespon intensitas cahaya yang berubah-ubah sepanjang hari. Oleh karena itu, desain fasad dan perangkat peneduh (*shading device*) menjadi penting dalam mengurangi silau serta mengontrol distribusi cahaya alami ke dalam ruang. Dengan perancangan yang tepat, kualitas visual ruang dapat ditingkatkan tanpa mengorbankan efisiensi energi bangunan (Araji et al., 2007).

Kenyamanan visual tidak hanya terbatas pada ruang fisik bangunan, tetapi juga dapat dikaji melalui media visual seperti tampilan digital dan video stereoskopik. Dalam konteks tersebut, kenyamanan visual dipengaruhi secara signifikan oleh karakteristik konten, seperti kedalaman objek, pergerakan, serta perbedaan citra yang diterima oleh mata kiri dan kanan. Ketidaksesuaian dalam parameter visual tersebut dapat menyebabkan gangguan seperti kelelahan mata, ketegangan visual, hingga rasa pusing bagi pengguna. Hal ini menunjukkan bahwa sistem visual manusia sangat sensitif terhadap perubahan stimulus visual yang

kompleks dan dinamis. Oleh karena itu, pemahaman mengenai faktor-faktor yang memengaruhi kenyamanan visual menjadi penting, baik dalam konteks ruang fisik maupun media visual, sebagai dasar dalam menciptakan lingkungan yang nyaman bagi pengguna (Chang et al., 2013).

2.1.2 Manfaat Kenyamanan Visual

Dalam ruang kerja, pencahayaan alami yang memadai serta distribusi cahaya yang baik dapat meningkatkan kenyamanan visual, kepuasan kerja, dan kinerja pengguna. Faktor-faktor seperti iluminasi dan kualitas lingkungan visual terbukti berpengaruh terhadap produktivitas pekerja kantor. Selain itu, lingkungan visual yang nyaman juga mendukung fokus dan efisiensi kerja secara keseluruhan. Hal ini menunjukkan bahwa kenyamanan visual memiliki peran penting dalam menciptakan lingkungan kerja yang optimal (Tekce et al., 2021).

Kondisi pencahayaan yang tidak tepat dapat menyebabkan kelelahan mata, sakit kepala, dan ketidaknyamanan visual. Perbedaan luminansi yang tinggi, terutama pada area transisi antara ruang gelap dan terang, dapat memperburuk kondisi tersebut. Oleh karena itu, pengendalian pencahayaan melalui elemen desain seperti shading sangat diperlukan untuk menjaga kenyamanan visual pengguna. Lingkungan visual yang baik akan mendukung kesehatan dan kesejahteraan pengguna secara keseluruhan (Araji et al., 2007).

Pemanfaatan pencahayaan alami yang optimal dapat mengurangi ketergantungan terhadap pencahayaan buatan, sehingga berkontribusi pada efisiensi energi bangunan. Pengendalian cahaya melalui desain fasad dan perangkat peneduh memungkinkan distribusi cahaya yang lebih merata tanpa meningkatkan beban energi. Selain itu, integrasi antara pencahayaan alami dan buatan dapat menciptakan lingkungan yang nyaman sekaligus hemat energi. Hal ini menjadi salah satu strategi penting dalam desain bangunan berkelanjutan. (Tekce et al., 2021)

Kenyamanan visual juga dipengaruhi oleh karakteristik stimulus visual yang diterima oleh mata, seperti kedalaman, kontras, dan pergerakan objek. Ketidaksesuaian parameter tersebut dapat menyebabkan kelelahan mata dan ketidaknyamanan saat melihat. Oleh karena itu, pengaturan visual yang tepat sangat penting untuk meningkatkan pengalaman pengguna. Hal ini juga berlaku pada media visual seperti video stereoskopik yang memerlukan pengendalian elemen visual secara optimal (Chang et al., 2013).

2.2 Iklim Tropis dan Pengaruhnya terhadap Bangunan

Iklim tropis merupakan kondisi iklim yang ditandai oleh suhu udara yang relatif tinggi, tingkat kelembapan yang besar, serta intensitas radiasi matahari yang tinggi sepanjang tahun. Kondisi ini memberikan pengaruh yang signifikan terhadap performa bangunan, baik dari aspek termal maupun visual. Bangunan yang berada di wilayah tropis harus mampu merespons kondisi lingkungan tersebut agar dapat menciptakan kenyamanan bagi penggunaannya. Salah satu faktor yang paling berpengaruh adalah paparan radiasi matahari yang diterima oleh selubung bangunan, terutama pada area fasad dan bukaan. Oleh karena itu, pemahaman mengenai karakteristik iklim tropis menjadi dasar penting dalam perancangan bangunan yang responsif terhadap lingkungan dan mampu mengoptimalkan kenyamanan pengguna secara pasif.

2.2.1 Karakteristik Iklim Tropis Indonesia

Indonesia merupakan negara yang terletak di wilayah khatulistiwa sehingga memiliki karakteristik iklim tropis dengan suhu udara yang relatif tinggi sepanjang tahun. Selain itu, wilayah tropis juga ditandai dengan tingkat kelembapan udara yang tinggi, curah hujan yang cukup besar, serta intensitas radiasi matahari yang relatif konstan sepanjang tahun. Kondisi tersebut menyebabkan bangunan di daerah tropis menerima paparan energi matahari yang signifikan melalui atap, dinding, maupun bukaan bangunan. Menurut Koenigsberger et al. (1974), karakteristik iklim tropis menuntut bangunan untuk mampu mengendalikan panas dan cahaya matahari agar kenyamanan penghuni tetap terjaga. Oleh karena itu, perancangan bangunan di wilayah tropis perlu mempertimbangkan orientasi bangunan, bentuk massa, desain fasad, dan elemen pelindung matahari sebagai bagian dari strategi desain pasif.

2.2.2 Pengaruh Radiasi Matahari terhadap Bangunan

Radiasi matahari merupakan salah satu faktor lingkungan yang memiliki pengaruh besar terhadap performa bangunan. Energi matahari yang diterima oleh selubung bangunan dapat meningkatkan suhu permukaan dinding, kaca, dan elemen bangunan lainnya sehingga memengaruhi kondisi termal ruang dalam. Selain memberikan kontribusi terhadap peningkatan temperatur, radiasi matahari juga berperan sebagai sumber utama pencahayaan alami yang dibutuhkan untuk aktivitas penghuni bangunan. Menurut Lechner (2015), pencahayaan alami yang memadai dapat meningkatkan kualitas lingkungan dalam ruang dan mengurangi ketergantungan terhadap pencahayaan buatan. Namun, apabila tidak dikendalikan dengan baik, radiasi matahari yang masuk melalui bukaan dapat menyebabkan panas berlebih dan distribusi cahaya yang tidak merata. Oleh karena itu, pengendalian radiasi matahari menjadi salah satu aspek penting dalam perancangan bangunan berkelanjutan.

2.2.3 Dampak Paparan Matahari terhadap Kenyamanan Visual

Paparan cahaya matahari secara langsung memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kenyamanan visual pengguna bangunan. Cahaya alami yang masuk ke dalam ruang dapat meningkatkan kualitas visual, membantu aktivitas belajar maupun bekerja, serta mengurangi penggunaan energi listrik pada siang hari. Akan tetapi, intensitas cahaya yang terlalu tinggi dapat menyebabkan silau (glare), yaitu kondisi ketika mata mengalami ketidaknyamanan akibat perbedaan tingkat luminansi yang terlalu besar. Menurut Boyce (2014), silau dapat mengurangi kemampuan visual pengguna dan menurunkan produktivitas dalam melakukan aktivitas. Pada bangunan pendidikan, kondisi silau dapat mengganggu konsentrasi siswa saat membaca, menulis, maupun menggunakan perangkat pembelajaran. Oleh karena itu, diperlukan strategi desain seperti pengaturan bukaan, penggunaan shading device, dan desain fasad yang tepat untuk mengendalikan masuknya cahaya matahari serta meningkatkan kenyamanan visual di dalam ruang.

2.3 Standar Kenyamanan Visual

Standar kenyamanan visual merupakan acuan yang digunakan untuk menentukan kualitas pencahayaan yang sesuai dengan kebutuhan aktivitas di dalam ruang. Dalam bangunan pendidikan, standar ini diperlukan untuk memastikan bahwa tingkat iluminasi, distribusi cahaya, serta pengendalian silau telah memenuhi kriteria yang mendukung proses belajar mengajar. Beberapa parameter utama dalam standar kenyamanan visual meliputi nilai iluminasi (lux), keseragaman pencahayaan, serta batas toleransi terhadap silau. Standar tersebut umumnya mengacu pada pedoman nasional maupun internasional yang telah ditetapkan untuk ruang pendidikan. Dengan adanya standar ini, evaluasi pencahayaan dapat dilakukan secara objektif dan terukur sehingga menghasilkan kondisi visual yang nyaman dan optimal bagi pengguna ruang.

2.3.1 Standar Kenyamanan Visual Pada Bangunan Pendidikan

Kenyamanan visual pada bangunan pendidikan sangat penting karena berpengaruh langsung terhadap proses belajar, konsentrasi, serta kesehatan visual pengguna ruang. Faktor utama yang mempengaruhi meliputi tingkat iluminasi, distribusi cahaya, serta pengendalian silau agar tidak mengganggu aktivitas belajar. Bangunan pendidikan yang tidak memenuhi standar pencahayaan seringkali menyebabkan kelelahan mata dan penurunan performa siswa. Oleh karena itu, evaluasi kondisi pencahayaan menjadi hal penting dalam meningkatkan kualitas lingkungan belajar. Selain itu, pencahayaan yang baik juga mampu meningkatkan kenyamanan

psikologis serta motivasi belajar siswa. Lingkungan visual yang optimal akan mendukung proses pembelajaran yang lebih efektif dan efisien (Moschella et al., 2023).

Pencahayaan alami sangat dianjurkan dalam ruang pendidikan karena dapat meningkatkan efisiensi energi serta memberikan kualitas visual yang lebih baik. Namun demikian, distribusi cahaya yang tidak merata dan potensi silau masih menjadi permasalahan utama pada banyak bangunan pendidikan. Kondisi ini sering ditemukan pada bangunan lama atau desain yang kurang optimal terhadap orientasi matahari. Oleh karena itu, diperlukan strategi desain yang mampu mengoptimalkan daylighting sekaligus mengontrol silau. Selain itu, penggunaan elemen desain seperti shading device juga dapat membantu mengurangi intensitas cahaya berlebih. Dengan demikian, pencahayaan alami dapat dimanfaatkan secara maksimal tanpa menurunkan kenyamanan visual (Michael, 2012).

Selain itu, berdasarkan SNI 6197:2020, kenyamanan visual pada bangunan pendidikan harus memenuhi tingkat iluminasi minimum serta keseragaman pencahayaan sesuai fungsi ruang. Standar ini menekankan pemanfaatan pencahayaan alami secara optimal dengan tetap mengendalikan potensi silau yang dapat mengganggu aktivitas belajar. Pengaturan bukaan, orientasi bangunan, serta elemen peneduh menjadi bagian penting dalam mencapai kondisi tersebut. Selain itu, distribusi cahaya harus mampu menjangkau seluruh area aktivitas secara merata. Dengan demikian, penerapan standar ini menjadi dasar dalam menciptakan lingkungan belajar yang nyaman dan efektif.

2.3.2 Standar Pencahayaan Ruang Kelas

Pencahayaan ruang kelas harus memenuhi standar iluminasi tertentu untuk mendukung aktivitas membaca, menulis, dan belajar. Secara umum, tingkat iluminasi yang direkomendasikan berada pada kisaran 300–500 lux sesuai standar pencahayaan internasional. Selain itu, distribusi cahaya harus merata agar tidak menimbulkan kontras berlebihan yang dapat mengganggu kenyamanan visual. Kegagalan dalam memenuhi standar ini dapat menyebabkan penurunan konsentrasi dan kelelahan visual pada siswa. Oleh karena itu, perancangan pencahayaan harus mempertimbangkan kebutuhan visual pengguna secara menyeluruh. Pencahayaan yang optimal juga dapat meningkatkan efektivitas proses pembelajaran di dalam kelas (Hegde et al., 2025).

Banyak ruang kelas masih belum memenuhi standar pencahayaan yang optimal, baik dari segi iluminasi maupun kualitas distribusi cahaya. Permasalahan seperti pencahayaan horizontal yang rendah dan ketidakseimbangan pencahayaan sering ditemukan di berbagai institusi

pendidikan. Selain itu, kontrol pencahayaan yang tidak optimal juga dapat memperburuk kondisi visual dalam ruang. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan desain yang lebih adaptif terhadap kebutuhan pengguna. Penggunaan teknologi pencahayaan modern dapat menjadi solusi untuk meningkatkan kualitas visual ruang kelas. Dengan demikian, standar pencahayaan dapat tercapai secara lebih efektif (Hao et al., 2024).

Menurut SNI 6197:2020, ruang kelas direkomendasikan memiliki tingkat iluminasi sekitar 350 lux pada bidang kerja dengan distribusi cahaya yang merata. Standar ini juga menekankan pentingnya pengendalian silau, khususnya pada area papan tulis dan meja siswa. Selain itu, rasio keseragaman pencahayaan perlu dijaga agar tidak terjadi perbedaan terang yang signifikan dalam ruang. Pemanfaatan cahaya alami harus disesuaikan dengan orientasi bangunan dan waktu pencahayaan. Dengan memenuhi ketentuan tersebut, kualitas visual ruang kelas dapat mendukung proses pembelajaran secara optimal.

2.3.3 Standar Pencahayaan Ruang Laboratorium Komputer

Ruang laboratorium komputer memerlukan pencahayaan yang mampu mendukung aktivitas visual berbasis layar tanpa menyebabkan silau atau refleksi berlebih. Tingkat iluminasi yang disarankan umumnya berada pada kisaran 300–500 lux dengan distribusi cahaya yang merata. Pengendalian glare menjadi aspek penting karena layar komputer sangat sensitif terhadap pantulan cahaya. Oleh karena itu, desain pencahayaan harus mempertimbangkan posisi sumber cahaya dan arah pandang pengguna. Selain itu, penggunaan material interior juga dapat mempengaruhi tingkat refleksi cahaya dalam ruang. Dengan perancangan yang tepat, kenyamanan visual pengguna dapat tetap terjaga selama penggunaan perangkat digital (Radzada et al., 2025).

Selain itu, penggunaan teknologi pencahayaan cerdas dan sistem kontrol pengguna dapat meningkatkan efisiensi energi sekaligus kenyamanan visual. Integrasi antara pencahayaan alami dan buatan juga menjadi strategi penting dalam menciptakan lingkungan laboratorium yang optimal. Pendekatan berbasis simulasi seperti DIALux sering digunakan untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan desain pencahayaan. Hal ini menunjukkan bahwa perancangan pencahayaan laboratorium memerlukan pendekatan yang komprehensif. Selain itu, hasil simulasi dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan desain. Dengan demikian, kualitas pencahayaan dapat direncanakan secara lebih akurat (Radzada et al., 2025).

Berdasarkan SNI 6197:2020, ruang dengan aktivitas berbasis layar seperti laboratorium komputer harus memiliki pencahayaan yang cukup tanpa menimbulkan refleksi pada layar.

Standar ini menekankan pengendalian glare melalui pengaturan posisi bukaan dan sumber cahaya. Selain itu, keseragaman pencahayaan perlu diperhatikan untuk menjaga kenyamanan visual dalam penggunaan jangka panjang. Penggunaan elemen peneduh atau pengatur cahaya dianjurkan untuk mengurangi intensitas cahaya langsung. Dengan demikian, standar ini membantu menciptakan kondisi visual yang nyaman dan aman bagi pengguna.

2.3.4 Standar Pencahayaan Ruang Rapat

Ruang rapat memerlukan pencahayaan yang mampu mendukung komunikasi visual, diskusi, serta aktivitas presentasi secara optimal. Tingkat iluminasi yang disarankan umumnya berada pada kisaran 300–500 lux agar peserta dapat melihat dengan jelas tanpa mengalami kelelahan visual. Selain itu, distribusi cahaya harus merata untuk menghindari bayangan dan kontras berlebih yang dapat mengganggu kenyamanan. Pengendalian silau juga menjadi faktor penting, terutama pada penggunaan layar proyektor atau perangkat digital lainnya. Oleh karena itu, desain pencahayaan ruang rapat harus mempertimbangkan keseimbangan antara pencahayaan alami dan buatan. Selain itu, pengaturan posisi lampu juga perlu diperhatikan agar tidak mengganggu pandangan peserta. Dengan desain yang tepat, efektivitas komunikasi dalam ruang rapat dapat meningkat (Tservatidis et al., 2022).

Selain aspek teknis, pencahayaan ruang rapat juga harus mendukung aspek non-visual seperti kenyamanan psikologis dan produktivitas pengguna. Penggunaan sistem pencahayaan yang fleksibel, seperti dimmable lighting, memungkinkan penyesuaian intensitas cahaya sesuai kebutuhan kegiatan. Integrasi teknologi pencahayaan cerdas juga dapat membantu meningkatkan efisiensi energi sekaligus kenyamanan pengguna. Selain itu, pemilihan temperatur warna yang sesuai dapat mempengaruhi suasana ruang dan tingkat konsentrasi peserta rapat. Pencahayaan dengan temperatur warna yang tepat dapat menciptakan suasana yang lebih fokus dan profesional. Dengan demikian, perancangan pencahayaan ruang rapat harus dilakukan secara komprehensif agar dapat mendukung berbagai jenis aktivitas secara optimal (Tekce et al., 2021).

Menurut SNI 6197:2020, ruang rapat harus memiliki tingkat pencahayaan yang mendukung aktivitas komunikasi visual secara jelas dan nyaman. Standar ini menekankan distribusi cahaya yang merata serta pengendalian silau pada area pandang peserta. Selain itu, pencahayaan pada area presentasi perlu dikontrol agar tidak mengganggu visibilitas layar. Intensitas cahaya juga dapat disesuaikan dengan jenis aktivitas yang berlangsung. Dengan

penerapan standar ini, ruang rapat dapat berfungsi secara optimal dalam mendukung interaksi dan diskusi.

2.3.5 Standar Pencahayaan Ruang Kantor

Ruang kantor memerlukan pencahayaan yang mampu mendukung kenyamanan visual sekaligus efisiensi energi. Standar pencahayaan seperti EN 12464-1 dan WELL Building Standard menekankan pentingnya tingkat iluminasi, pengendalian silau, serta pencahayaan sirkadian. Selain itu, kualitas pencahayaan juga harus mendukung produktivitas dan kesehatan pengguna dalam jangka panjang. Oleh karena itu, desain pencahayaan kantor harus mempertimbangkan berbagai aspek visual dan non-visual. Pencahayaan yang baik juga dapat mengurangi tingkat stres dan meningkatkan kenyamanan kerja. Dengan demikian, lingkungan kerja yang optimal dapat tercapai melalui pencahayaan yang tepat (Tservatidis et al., 2022).

Rekomendasi desain pencahayaan kantor meliputi penggunaan lampu LED dengan temperatur warna yang sesuai serta integrasi sistem kontrol pintar. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan visual, tetapi juga mengoptimalkan penggunaan energi. Selain itu, pencahayaan yang baik dapat meningkatkan kesejahteraan dan performa kerja pengguna. Penggunaan sistem otomatis juga memungkinkan penyesuaian pencahayaan secara real-time sesuai kondisi lingkungan. Dengan demikian, efisiensi energi dan kenyamanan visual dapat dicapai secara bersamaan. Oleh karena itu, standar pencahayaan menjadi acuan penting dalam perancangan ruang kantor modern (Tservatidis et al., 2022).

Selain itu, SNI 6197:2020 memberikan pedoman bahwa ruang kerja harus memiliki pencahayaan yang mendukung kenyamanan visual sekaligus efisiensi energi. Standar ini menekankan tingkat iluminasi yang sesuai dengan jenis pekerjaan serta pengendalian silau pada area kerja utama. Selain itu, pencahayaan alami dianjurkan untuk dimanfaatkan secara optimal dengan dukungan sistem pengendalian cahaya. Distribusi cahaya yang merata menjadi faktor penting untuk menghindari kelelahan visual. Dengan demikian, penerapan standar ini dapat meningkatkan kenyamanan dan produktivitas pengguna ruang kantor.

2.4 Respon Desain Terhadap Kenyamanan Visual

Respon desain terhadap kenyamanan visual merupakan upaya perancangan yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan yang optimal dalam suatu ruang. Dalam konteks bangunan pendidikan, desain harus mampu mengatur masuknya cahaya alami agar sesuai dengan standar iluminasi tanpa menimbulkan gangguan seperti silau atau kontras berlebihan. Beberapa strategi yang dapat diterapkan meliputi pengaturan orientasi bangunan, desain

bukaan, serta penggunaan elemen peneduh seperti shading device. Selain itu, pemilihan material dan warna permukaan juga berpengaruh terhadap distribusi cahaya di dalam ruang. Dengan menerapkan respon desain yang tepat, kualitas kenyamanan visual dapat ditingkatkan sehingga mendukung aktivitas pengguna secara optimal.

2.4.1 Pengaplikasian Shading Device

Shading device merupakan elemen penting dalam desain bangunan yang berfungsi untuk mengontrol masuknya cahaya alami ke dalam ruang. Penggunaan shading device dapat mengurangi intensitas radiasi matahari langsung sehingga mampu meminimalkan terjadinya silau dan meningkatkan kenyamanan visual pengguna. Berbagai jenis shading seperti horizontal, vertikal, dan eggcrate memiliki karakteristik performa yang berbeda tergantung orientasi bangunan. Penelitian menunjukkan bahwa penerapan shading device yang tepat dapat menurunkan tingkat iluminasi berlebih sekaligus menjaga kualitas pencahayaan alami. Selain itu, shading device juga berkontribusi terhadap efisiensi energi dengan mengurangi kebutuhan pencahayaan buatan. Dengan demikian, integrasi shading device menjadi strategi penting dalam desain bangunan modern (Hasan M.I. et al., 2025).

Efektivitas shading device juga dipengaruhi oleh desain, material, serta sistem pengoperasiannya, baik statis maupun dinamis. Sistem shading dinamis seperti blinds otomatis mampu beradaptasi terhadap perubahan kondisi cahaya sepanjang hari. Studi menunjukkan bahwa sistem ini lebih efektif dibandingkan shading statis dalam menjaga kenyamanan visual dan kualitas daylighting. Selain itu, penggunaan shading eksternal terbukti lebih efektif dalam mengurangi panas dan silau dibandingkan shading internal. Simulasi pencahayaan sering digunakan untuk mengevaluasi performa shading dalam berbagai kondisi. Oleh karena itu, pendekatan berbasis simulasi sangat penting dalam menentukan desain shading yang optimal (Dolníková et al., 2025).

2.4.2 Strategi Desain Kenyamanan Visual

Strategi desain kenyamanan visual mencakup pengaturan pencahayaan alami dan buatan untuk menciptakan kondisi visual yang optimal bagi pengguna. Pendekatan desain yang baik harus mempertimbangkan faktor seperti intensitas cahaya, distribusi, warna, serta pengendalian silau. Selain itu, desain yang responsif terhadap kondisi lingkungan dapat meningkatkan performa visual dan kenyamanan pengguna. Penggunaan teknologi seperti façade adaptif memungkinkan bangunan merespon perubahan intensitas cahaya secara real-time. Hal ini terbukti mampu mengurangi discomfort glare dan meningkatkan kualitas lingkungan dalam

ruang. Dengan demikian, strategi desain yang adaptif menjadi kunci dalam menciptakan kenyamanan visual yang berkelanjutan (Matin et al., 2025).

Selain itu, pendekatan berbasis pengguna juga menjadi faktor penting dalam strategi desain kenyamanan visual. Preferensi pengguna terhadap pencahayaan dapat berbeda tergantung aktivitas dan kondisi ruang. Penelitian menunjukkan bahwa pencahayaan yang disesuaikan dengan kebutuhan pengguna dapat meningkatkan produktivitas dan kepuasan. Integrasi antara daylighting dan desain interior juga berperan penting dalam menciptakan kenyamanan visual. Oleh karena itu, desain harus mempertimbangkan interaksi antara manusia, ruang, dan cahaya. Pendekatan ini menghasilkan lingkungan yang lebih responsif dan nyaman secara visual (Mahgoub et al., 2025).

2.4.3 Desain Fasad

Desain fasad memiliki peran utama dalam mengontrol masuknya cahaya alami ke dalam bangunan. Fasad tidak hanya berfungsi sebagai elemen estetika, tetapi juga sebagai pengatur performa pencahayaan dan kenyamanan visual. Variasi desain fasad dapat menghasilkan perbedaan signifikan dalam distribusi iluminasi di dalam ruang. Penelitian menunjukkan bahwa model fasad tertentu mampu meningkatkan kualitas pencahayaan alami secara optimal. Selain itu, fasad juga berpengaruh terhadap hubungan visual antara interior dan eksterior bangunan. Dengan demikian, desain fasad harus dirancang secara cermat untuk mencapai keseimbangan antara estetika dan performa visual (Jamala N. et al., 2020).

Selain itu, desain fasad juga berkaitan erat dengan kenyamanan termal dan efisiensi energi bangunan. Penggunaan elemen seperti shading, material transparan, dan bukaan dapat mempengaruhi performa pencahayaan secara signifikan. Studi menunjukkan bahwa desain fasad yang baik dapat mengurangi kebutuhan pencahayaan buatan sekaligus meningkatkan kenyamanan visual pengguna. Integrasi antara fasad dan sistem pencahayaan menjadi penting dalam menciptakan bangunan yang berkelanjutan. Oleh karena itu, pendekatan desain fasad harus mempertimbangkan berbagai aspek performa bangunan secara menyeluruh (Torky et al., 2020).

2.4.4 Zona Bangunan

Pembagian zona dalam bangunan merupakan strategi penting dalam mengoptimalkan kenyamanan visual. Setiap zona memiliki kebutuhan pencahayaan yang berbeda tergantung pada fungsi dan aktivitas yang dilakukan. Zona yang berada dekat dengan bukaan biasanya mendapatkan pencahayaan alami yang lebih tinggi dibandingkan zona dalam. Oleh karena itu,

perencanaan zonasi ruang harus mempertimbangkan distribusi cahaya secara optimal. Pendekatan ini dapat membantu mengurangi ketergantungan terhadap pencahayaan buatan. Dengan demikian, efisiensi energi dan kenyamanan visual dapat dicapai secara bersamaan (Hu, 2024).

Selain itu, zonasi juga memungkinkan pengaturan pencahayaan yang lebih fleksibel sesuai kebutuhan pengguna. Ruang dengan aktivitas intensif seperti kerja atau belajar memerlukan tingkat iluminasi yang lebih tinggi dibandingkan ruang santai. Penggunaan sistem pencahayaan yang berbeda pada tiap zona dapat meningkatkan kualitas visual secara keseluruhan. Integrasi antara desain zonasi dan pencahayaan juga dapat meningkatkan pengalaman ruang pengguna. Oleh karena itu, zonasi menjadi bagian penting dalam strategi desain kenyamanan visual. (Hu, 2024)

2.5 Perhitungan Kenyamanan Visual

Perhitungan kenyamanan visual dilakukan untuk mengetahui tingkat pencahayaan dalam ruang secara kuantitatif berdasarkan parameter yang terukur. Dalam penelitian ini, perhitungan difokuskan pada nilai iluminasi (lux) sebagai indikator utama kualitas pencahayaan alami pada ruang kelas. Pengukuran dilakukan secara langsung di lapangan menggunakan lux meter pada titik-titik tertentu yang telah ditentukan, kemudian dibandingkan dengan hasil simulasi digital. Selain itu, analisis juga mempertimbangkan distribusi cahaya dan keseragaman pencahayaan dalam ruang. Dengan melakukan perhitungan ini, tingkat kenyamanan visual dapat dievaluasi secara objektif dan menjadi dasar dalam menentukan rekomendasi desain yang lebih optimal.

2.5.1 Perhitungan Manual

Perhitungan kenyamanan visual secara manual umumnya dilakukan dengan mengacu pada parameter iluminasi dan tingkat silau. Salah satu metode yang sering digunakan adalah Unified Glare Rating (UGR) untuk mengukur tingkat ketidaknyamanan akibat silau. Nilai UGR dihitung berdasarkan luminansi sumber cahaya, posisi, serta kondisi lingkungan sekitarnya. Selain itu, Visual Comfort Probability (VCP) juga digunakan untuk mengevaluasi kemungkinan kenyamanan visual pengguna. Metode ini memberikan pendekatan kuantitatif dalam menilai kualitas pencahayaan. Dengan demikian, perhitungan manual menjadi dasar dalam evaluasi awal desain pencahayaan. (Bangali, 2018)

Namun, perhitungan manual memiliki keterbatasan dalam menggambarkan kondisi nyata yang kompleks. Faktor seperti distribusi cahaya dan refleksi material sering sulit dianalisis secara akurat dengan metode manual. Oleh karena itu, metode ini biasanya

digunakan sebagai pendekatan awal sebelum dilakukan simulasi lanjutan. Meskipun demikian, perhitungan manual tetap penting sebagai dasar pemahaman konsep pencahayaan. Selain itu, metode ini juga membantu dalam validasi hasil simulasi. Dengan kombinasi kedua pendekatan, hasil analisis menjadi lebih akurat dan komprehensif (Bangali, 2018).

2.5.2 Simulasi Dialux, Velux, Revit Lighting Analysis

Simulasi pencahayaan menggunakan perangkat lunak seperti Dialux, Velux, dan Revit Lighting Analysis menjadi metode yang umum digunakan dalam evaluasi kenyamanan visual. Software ini memungkinkan analisis distribusi cahaya secara detail berdasarkan kondisi nyata bangunan. Dengan simulasi, desainer dapat mengetahui tingkat iluminasi, distribusi cahaya, serta potensi silau dalam ruang. Selain itu, simulasi juga memungkinkan evaluasi berbagai skenario desain secara efisien. Hal ini sangat membantu dalam proses pengambilan keputusan desain. Dengan demikian, simulasi menjadi alat penting dalam perancangan pencahayaan modern (Hasan M.I. et al., 2025).

Selain itu, penggunaan simulasi memungkinkan integrasi berbagai parameter seperti orientasi bangunan, material, dan kondisi lingkungan. Software seperti Velux Daylight Visualizer mampu menganalisis daylighting secara lebih spesifik. Sementara itu, Dialux banyak digunakan untuk perencanaan pencahayaan buatan dan evaluasi standar iluminasi. Revit Lighting Analysis juga memungkinkan integrasi langsung dengan model BIM sehingga analisis menjadi lebih komprehensif. Dengan bantuan simulasi, desain pencahayaan dapat dioptimalkan sebelum tahap konstruksi. Oleh karena itu, simulasi menjadi metode yang sangat penting dalam mencapai kenyamanan visual yang optimal (Dolníková et al., 2025).