

BAB II

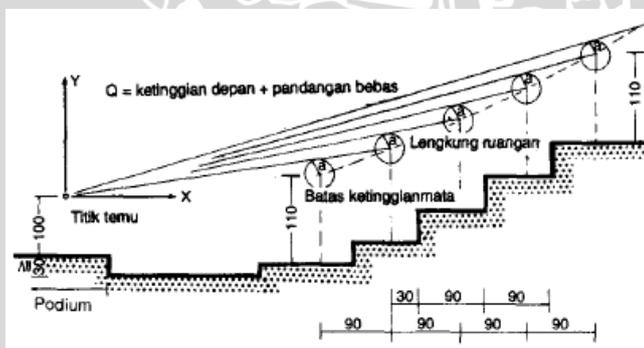
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencahayaan Pada Gedung Kuliah

Dalam Keputusan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia no.184/u/2001, gedung kuliah adalah bangunan pendidikan yang memiliki sarana prasarana seperti ruang kelas, ruang dosen, perpustakaan, laboratorium/ studio/ bengkel, ruang tata usaha, dan fasilitas umum. Ruang-ruang tersebut membutuhkan kenyamanan dalam hal visual, thermal, dan akustik agar aktivitas dalam ruang dapat berjalan dengan baik. Kenyamanan visual dicapai dengan sistem pencahayaan yang baik, melalui cahaya buatan maupun cahaya matahari. Pencahayaan yang baik dipengaruhi oleh posisi dan dimensi bukaan dalam ruang.

2.1.1 Ruang kelas

Menurut Walliman (2010), ruang kelas untuk kuliah umum biasanya disesuaikan seperti ruang auditorium atau aula kecil. Daerah *audience* dibuat bertingkat agar tidak mengganggu pandangan *audience* yang duduk dibarisan belakang.



Gambar 2.1. Standart Ketinggian Ruang Kuliah Umum
Sumber: Walliman (2010)

Dalam ruang kelas dengan pengaturan tempat duduk tetap, arah tampilan utama adalah menuju papan tulis. Meja dan tempak duduk diposisikan tegak lurus ke dinding jendela. Pencahayaan ruangan umumnya disediakan oleh lampu yang diatur sejajar dengan jendela. Semakin dalam kelas, semakin banyak baris lampu yang diperlukan (*Fordergemeinschaft Gutes Licht*, 2010).



Gambar 2.2. Pencahayaan Alami Pada Ruang Kelas
Sumber: *Forderungsgemeinschaft Gutes Licht* (2010)

2.1.2 Perpustakaan

Perpustakaan adalah suatu ruangan, bagian dari gedung / bangunan atau gedung tersendiri yang berisi buku-buku koleksi, yang diatur dan disusun demikian rupa, sehingga mudah untuk dicari dan dipergunakan apabila sewaktu-waktu diperlukan oleh pembaca (NS, 2006). Perpustakaan yang berada di Perguruan Tinggi ada untuk memberikan pelayanan informasi untuk pendidikan, penelitian dan pengabdian masyarakat (Wirantodkk, 1997).

Dalam merencanakan sistem pencahayaan pada perpustakaan, yang harus diperhatikan adalah mengatur kondisi *glare* dan refleksi cahaya bagi pengunjung perpustakaan untuk mempelajari makalah, membaca buku atau majalah atau hanya sekedar melihat sekeliling ruangan. Distribusi cahaya pada area rak buku harus merata diseluruh permukaan buku agar judul buku dapat terbaca dengan mudah oleh pengunjung. Pencahayaan alami dapat berada diatas atau dibelakang pelindung rak buku agar judul buku dapat diterangi tanpa silau. Area baca harus menjadi tempat menyenangkan untuk bekerja dan merasa nyaman untuk membaca, bahkan bacaan materi yang dicetak pada kertas *glossy* tetap terbaca dengan jelas tanpa adanya pantulan cahaya pada kertas *glossy* (*Forderungsgemeinschaft Gutes Licht*, 2010).



Gambar 2.3. Pencahayaan Alami Pada Perpustakaan
Sumber: *Forderungsgemeinschaft Gutes Licht* (2010)

2.1.3 Laboratorium

Tipe Laboratorium berdasarkan PERMENPAN No. 3 tahun 2010, terbagi dalam 4 kategori:

1. Laboratorium Tipe I

Laboratorium tipe ini dapat ditemukan di sekolah pendidikan menengah atau unit pelaksana teknis yang menyelenggarakan pendidikan dan/atau pelatihan dengan fasilitas penunjang peralatan kategori I dan II.

2. Laboratorium Tipe II

Laboratorium tipe ini adalah laboratorium ilmu dasar yang terdapat pada perguruan tinggi. Laboratorium ini digunakan untuk tingkat pengenalan atau persiapan mahasiswa tingkat pertama.

3. Laboratorium Tipe III

Laboratorium tipe ini merupakan laboratorium bidang keilmuan yang terdapat di perguruan tinggi dengan program studi tertentu. Laboratorium digunakan untuk kegiatan pendidikan dan penelitian mahasiswa dan dosen.

4. Laboratorium Tipe IV

Laboratorium tipe ini adalah laboratorium terpadu yang berada di pusat studi fakultas atau universitas. Laboratorium ini digunakan untuk melayani kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat, mahasiswa dan dosen.

Pada laboratorium, eksperimen besar dilakukan di meja dosen yang berada didepan dan mahasiswa akan mengikuti sesuai instruksi dari meja masing-masing sehingga ruang ini sangat memerlukan tingkat pencahayaan yang memadai dan distribusi cahaya yang baik ke seluruh ruang. Benda-benda penelitian yang berukuran kecil harus dapat dilihat dengan jelas. Laboratorium yang sering menggunakan bahan kimia dan peralatan teknis perlu diperhatikan sistem pencahayaannya agar bayangan yang mengganggu di atas meja dan refleksi pada kaca dan logam dapat dihindari (*Fordergemeinschaft Gutes Licht*, 2010).



Gambar 2.4. Pencahayaan Alami Pada Laboratorium
Sumber: *Fordergemeinschaft Gutes Licht* (2010)

2.1.4 Ruang atau laboratorium komputer

Pada perancangan sistem pencahayaan ruang komputer, hal yang perlu diperhatikan adalah memastikan rasio yang seimbang antara kecerahan layar komputer dan cahaya disekitarnya. Perbedaan kecerahan antara zona kerja mahasiswa sendiri dan daerah presentasi di bagian depan menyebabkan ketidaknyamanan visual karena membuat mata menjadi cepat lelah. Untuk itu pencahayaan pada area presentasi bagian depan ruangan sebaiknya dibuat lebih redup.

Layar komputer dapat menimbulkan silau yang tidak diinginkan, maka untuk menghindari refleksi, semua meja harus diposisikan tegak lurus dengan dinding jendela. Cahaya matahari yang masuk dari sisi samping ruang dapat menghindari refleksi pada layar. Bila ruangan masih memerlukan pencahayaan buatan, lampu sebaiknya dipasang sejajar dengan jendela (*Fordergemeinschaft Gutes Licht*, 2010).



Gambar 2.5. Pencahayaan Alami Pada Ruang Komputer
Sumber: *Fordergemeinschaft Gutes Licht* (2010)

2.1.5 Ruang praktek atau skill laboratorium

Ruang praktek digunakan untuk pelatihan kejuruan. Teori-teori yang sudah dipelajari pada ruang kuliah diterapkan pada saat praktikum. Kamar-kamar ruang praktek harus bebas dari silau. Warna harus dapat dilihat dengan jelas sehingga sebaiknya ruanga menggunakan lampu dengan warna render yang baik. Distribusi cahaya harus seimbang dengan pencahayaan vertikal tinggi pada area meja kerja dimana terletak banyak alat-alat berbahaya seperti pisau atau bahan keras (*Fordergemeinschaft Gutes Licht*, 2010).



Gambar 2.6. Pencahayaan Alami Pada Ruang Praktek
Sumber: *Fordergemeinschaft Gutes Licht* (2010)

2.1.6 Ruang dosen dan staff

Ruang kepala jurusan, ruang sekretaris, ruang administrasi, dan ruang dosen membentuk sebuah pusat kegiatan lembaga pendidikan. Ruang-ruang ini menjadi titik kontak bagi mahasiswa dan dosen dan pusat informasi. Ruang dosen dan ruang staff biasanya berupa ruang kerja terbuka. Kegiatan yang dilakukan dalam ruang ini adalah membaca, menulis, konsultasi, memeriksa pekerjaan mahasiswa, dan persiapan mengajar. Sistem pencahayaan dirancang untuk menghindari silau dan refleksi pada material kerja dan layar komputer (*Fordergemeinschaft Gutes Licht*, 2010).



Gambar 2.7. Pencahayaan Alami Pada Ruang Staff
Sumber: *Fordergemeinschaft Gutes Licht* (2010)

2.1.7 Kesimpulan

Bangunan akademik seperti gedung kuliah sangat membutuhkan sistem pencahayaan yang memadai, baik melalui pencahayaan alami maupun pencahayaan buatan. Ruang-ruang pada gedung kuliah memiliki aktivitas yang berbeda dan kebutuhan

intensitas cahaya yang berbeda pula, namun sama-sama membutuhkan penyebaran cahaya yang merata ke seluruh ruang.

2.2 Pencahayaan dan Kenyamanan Visual

2.2.1 Cahaya

Cahaya adalah bagian dari spektrum elektromagnetik yang sensitif bagi penglihatan. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, cahaya adalah sinar dari sesuatu yang bersinar yang membuat mata mampu menangkap bayangan dari benda di sekitarnya. Komponen-komponen dalam cahaya, antara lain:

1. Arus cahaya

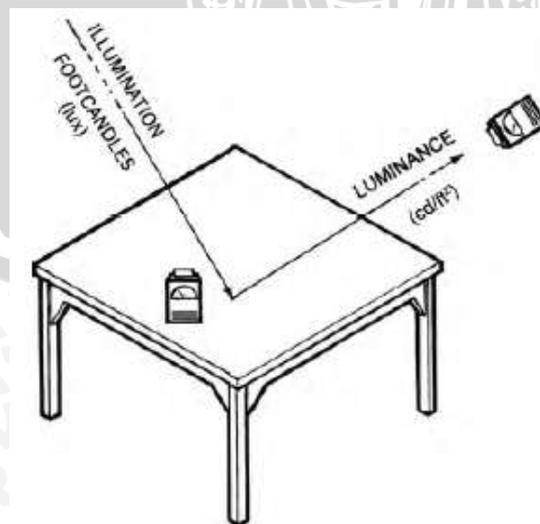
Arus cahaya adalah jumlah kekuatan cahaya yang dikeluarkan dari sumber cahaya per detik (Lechner, 2007). Satuan dari arus cahaya adalah lumen (lm).

2. Intensitas cahaya

Intensitas cahaya yaitu pancaran cahaya yang dikeluarkan oleh sumber cahaya atau pola distribusi cahaya yang dikeluarkan. Satuan dari intensitas cahaya candela (cd).

3. Iluminasi dan luminasi

Iluminasi adalah perbandingan antara besar intensitas cahaya pada suatu arah sumber cahaya dengan luas bidang sumber cahaya. Luminasi atau tingkat terang adalah jumlah cahaya yang direfleksikan oleh permukaan benda seperti yang terlihat oleh mata. Oleh karena itu aplikasi luminasi sebuah bidang penting sekali dalam perancangan sistem pencahayaan (Michel, 1996). Satuan dari iluminasi adalah lux, sedangkan satuan luminasi adalah cd/m^2



Gambar 2.8. Iluminasi dan Luminasi
Sumber: Lechner (2007)

2.2.2 Pencahayaan alami

Dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 45 Tahun 2007 tentang pedoman teknis bangunan Negara disebutkan tentang syarat-syarat pencahayaan pada bangunan, antara lain:

1. Setiap bangunan gedung negara harus memiliki pencahayaan alami dan pencahayaan buatan yang cukup dan sesuai dengan fungsi ruang dalam bangunan agar kesehatan dan kenyamanan pengguna bangunan terjamin
2. Ketentuan teknis dan besaran dari pencahayaan alami dan pencahayaan buatan harus mengikuti standar dan pedoman teknis yang berlaku.

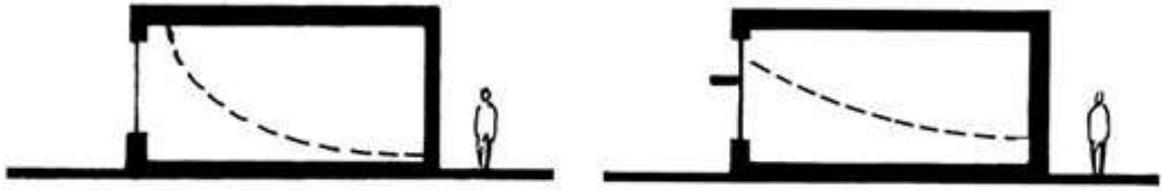
Berdasarkan Standar Nasional Indonesia no. SNI 03-2396-2001 pencahayaan alami yang baik apabila:

1. antara pukul 08.00 pagi sampai dengan jam 4.00 sore waktu setempat terdapat cahaya matahari yang cukup dalam ruang.
2. pendistribusian cahaya matahari dalam ruang merata dan tidak ada kontras yang mengganggu penglihatan.

Cahaya alami adalah cahaya yang didapatkan dari sinar matahari secara langsung dari awal matahari terbit hingga terbenam (Satwiko, 2004). Cahaya matahari yang masuk kedalam bangunan dibedakan menjadi tiga kategori yaitu cahaya matahari langsung, cahaya difus dari terang langit, dan cahaya difus dari pantulan tanah atau bangunan lainnya (Szokolay dkk, 2001). Sinar matahari langsung pada daerah yang berada pada iklim tropis seperti Indonesia akan lebih baik bila dihindari karena membawa panas matahari masuk kedalam ruangan dan menyebabkan silau. Pada sistem cahaya difus, 40-60% cahaya diarahkan pada benda yang perlu disinari, sedangkan sisanya dipantulkan ke plafond dan dinding. Intensitas cahaya difus dari terang langit bermacam-macam bergantung pada kondisi terang langit (cerah atau berawan), sedangkan cahaya difus dari pantulan tanah atau bangunan lain dapat menyebabkan silau karena sudut datangnya yang rendah.

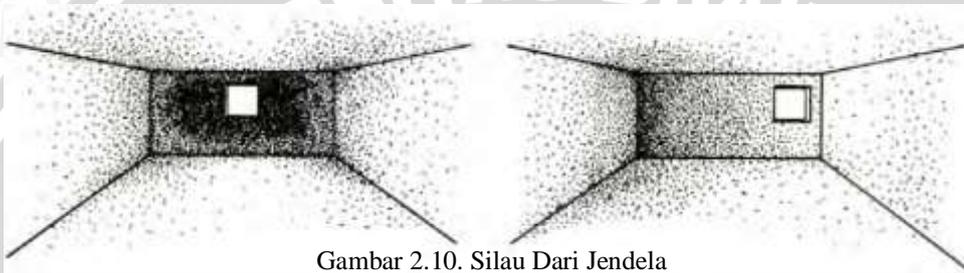
Tujuan dari pencahayaan alami menurut Lehner (2007) adalah:

1. Membuat cahaya matahari masuk lebih dalam ke bangunan dengan cara menaikkan tingkat iluminasi dan mengurangi gradien iluminasi yang masuk kedalam ruang.



Gambar 2.9. Tujuan dari Pencahayaan Alami
Sumber: Lechner (2007)

2. Mengurangi silau dari bukaan yang tidak baik bagi penglihatan mata. Silau akan bertambah buruk bila dinding dekat jendela tidak teriluminasi karena itu akan terlihat menjadi gelap



Gambar 2.10. Silau Dari Jendela
Sumber: Lechner (2007)

3. Mencegah terjadinya rasio tingkat terang yang berlebih yang disebabkan oleh sinar matahari langsung



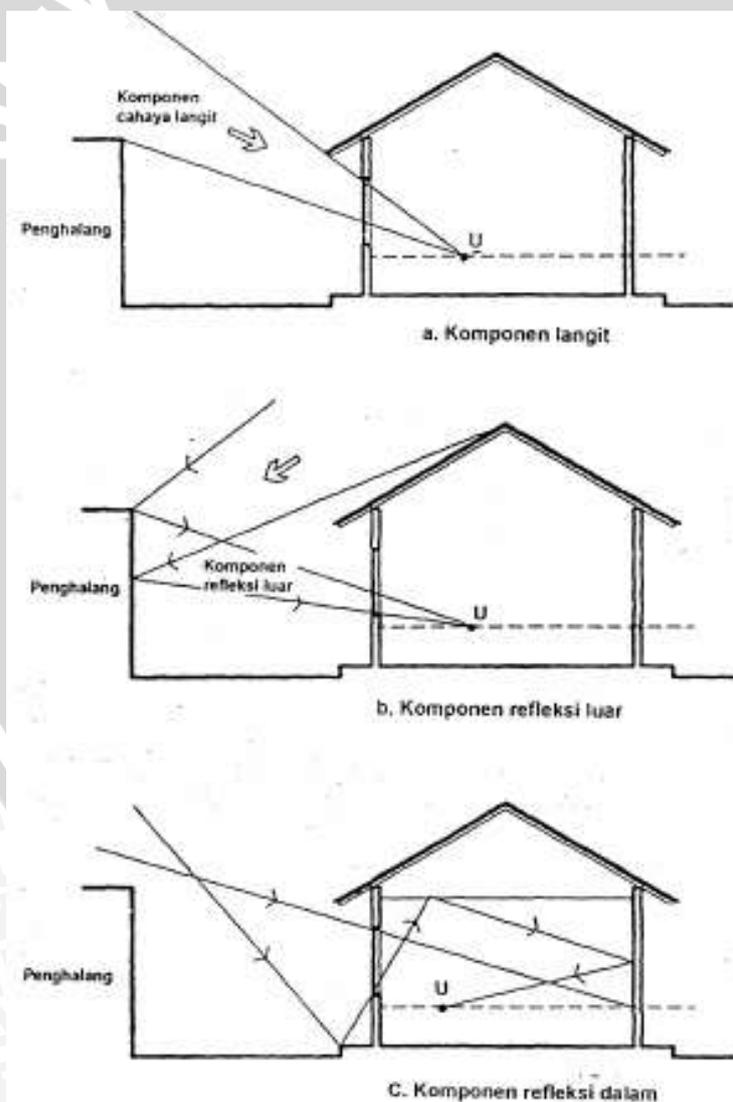
Gambar 2.11. Akibat Tingkat Terang Berlebih
Sumber: Lechner (2007)

4. Mengurangi selubung pemantul
5. Mendistribusikan cahaya dengan membuat lebih banyak pantulan dari plafon dan dinding
6. Memanfaatkan potensi estetis pencahayaan alami dan sinar matahari

Dalam SNI 03-2396-2001 disebutkan bahwa faktor pencahayaan alami adalah perbandingan tingkat pencahayaan pada suatu titik dari suatu bidang tertentu dalam ruangan terhadap tingkat pencahayaan bidang datar di area terbuka yang merupakan

ukuran kinerja bukaan ruangan tersebut. Faktor pencahayaan alami siang hari terbagi menjadi tiga, yaitu :

1. Komponen langit (*Sky Component*), yaitu komponen pencahayaan langsung dari langit. Peningkatan komponen ini dapat dilakukan melalui perletakan jendela.
2. Komponen refleksi luar (*Externally Reflected Component*), adalah komponen pencahayaan yang terjadi karena refleksi benda-benda di sekitar bangunan. Komponen refleksi luar dapat ditingkatkan dengan menggunakan warna putih pada bangunan.
3. Komponen refleksi dalam (*Internally Reflected Component*), merupakan komponen pencahayaan yang masuk melalui bukaan yang berasal dari refleksi permukaan-permukaan dalam ruangan. Penggunaan warna-warna terang pada interior ruang dapat meningkatkan komponen ini.



Gambar 2.12. Faktor Cahaya Langit

Sumber: SNI 03-2396-2001

2.2.3 Kenyamanan Visual

Kenyamanan visual dapat dikatakan tercapai jika benda dapat terlihat dengan jelas. Kenyamanan visual dinilai berdasarkan kualitas, kuantitas, dan distribusi cahaya yang merata. Hal ini berkaitan dengan kontras cahaya, intensitas cahaya, dan indeks kesilauan. Semakin besar kontras cahaya pada sebuah ruang yang disesuaikan dengan aktivitas pengguna, maka semakin nyaman ruang tersebut secara visual. Intensitas cahaya setiap ruangan memiliki kebutuhan yang berbeda sesuai fungsi dan aktivitas didalamnya. Standar kebutuhan intensitas cahaya terdapat pada SNI 03-6197-2000 tentang konservasi energi pada sistem pencahayaan dan beberapa standar lainnya. Sedangkan silau adalah hal yang harus dihindari karena dapat membuat benda tidak terlalu jelas terlihat dan mata menjadi cepat lelah karena intensitas cahaya yang berlebihan. Standar nilai indeks kesilauan dapat dilihat pada SNI 03-6675-2001.

Tabel 2.1. Standar Kebutuhan Intensitas Cahaya

Fungsi Ruang	Tingkat pencahayaan (lux)
Ruang kelas	250
Kantor	350
Laboratorium	500
Perpustakaan	300
Kantin	200

Sumber: SNI 03-6197-2000

Tabel 2.2. Standar Kebutuhan Intensitas Cahaya untuk Ruang Komputer

Keadaan Pekerja	Tingkat Pencahayaan (lux)
Kegiatan Komputer dengan sumber dokumen yang terbaca jelas	300
Kegiatan Komputer dengan sumber dokumen yang tidak terbaca jelas	400-500
Tugas memasukan data	500-700

Sumber: Keputusan Menteri Kesehatan No. 1405/MENKES/SK/XI/2002

Tabel 2.3 Nilai Indeks Kesilauan Maksimum Berdasarkan Tugas Visual

Jenis Tugas Visual dan Pengendalian Silau	Indeks Kesilauan Maksimum	Contoh Tugas Visual dan Interior
Tugas visual kasar dan dilakukan secara terus-menerus	28	Perbekalan bahan mentah, pabrik produksi beton, fabrikasi rangka baja, pekerjaan pengelasan
Pengendalian silau yang diperlukan secara terbatas	25	Gudang, <i>cold stores</i> , bangunan turbin dan boiler, toko mesin dan peralatan, <i>plant rooms</i>
Tugas visual dan interior normal	22	Koridor, ruang tangga, penyiapan dan pemasakan makanan, kantin, kafetaria, ruang makan, pemeriksaan dan pengujian (pekerjaan kasar), ruang perakitan, pekerjaan logam lembaran
Pengendalian silau sangat penting	19	Ruang kelas, perpustakaan (umum), ruang keberangkatan dan ruang tunggu di bandara, pemeriksaan dan pengujian (pekerjaan sedang), lobi, ruangan kantor
Tugas visual sangat teliti, pengendalian silau tingkat tinggi sangat diperlukan	16	Industri percetakan, ruang gambar, perkantoran, pemeriksaan dan pengujian (pekerjaan teliti)

Sumber: SNI 03-6675-2001

Menurut Darmasetiawan dan Puspakesuma (1991), faktor-faktor yang mempengaruhi kenyamanan visual bagi pengguna ruang, antara lain:

1. Kuantitas cahaya (*lighting level*) atau tingkat kuat penerangan
2. Distribusi kepadatan cahaya (*luminance distribution*)
3. Pembatasan agar cahaya tidak menyilaukan (*limitation of glare*)
4. Arah pencahayaan dan pembentukan bayangan (*light directionality and shadows*)
5. Kondisi dan iklim ruang
6. Warna cahaya dan refleksi warna (*light colour and colour rendering*)

Faktor-faktor yang harus dihindari untuk mencapai kenyamanan visual pada suatu bidang kerja dalam *IESNA* (2000), yaitu :

1. Silau (*Glare*)

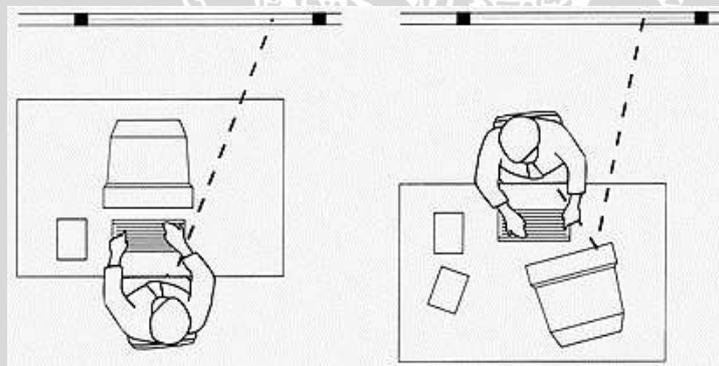
Intensitas cahaya yang terlalu besar akan menimbulkan silau yang dapat mengganggu penglihatan terhadap sebuah benda. Melihat dalam keadaan silau bisa membuat mata rusak. Pencapaian kenyamanan visual untuk silau tergantung pada hubungan antara kecerahan dan ukuran sumber cahaya, posisi objek pada bidang visual, dan adaptasi mata dari pengamat benda (Egan, 1983).

Dalam SNI 03-2396-2001 mengenai tata cara perancangan sistem pencahayaan alami pada bangunan, faktor-faktor yang mempengaruhi silau atau *glare* adalah intensitas sumber cahaya, posisi sumber pencahayaan terhadap objek penglihatan pengamat, serta kontras pada permukaan bidang kerja pengamat.

Jenis silau dilihat dari psikologi persepsi visual menurut Michel (1996) yaitu:

- a. *Blinding glare*, Silau terjadi karena jumlah cahaya sangat besar dan datang dari sudut yang dekat sudut pandang mata, sehingga dapat menghilangkan kemampuan melihat untuk sementara waktu
- b. *Disability glare*, Silau mengakibatkan mata hampir tidak mampu melihat objek dan fungsi penglihatan berkurang cukup besar.
- c. *Discomfort glare*, Silau cukup mengganggu pengamat namun tidak sampai menghalangi penglihatan.

Jenis silau menurut Egan (1983) yaitu silau langsung dan silau tidak langsung. Silau langsung yaitu silau yang disebabkan karena sumber cahaya menerangi mata secara langsung. Silau tidak langsung disebabkan karena mata terkena pantulan cahaya dari sebuah permukaan.



Gambar 2.13. Direct Glare dan Indirect Glare
Sumber: www.ab.ust.hk

2. Bayangan (*Shadow*)

Bayangan terjadi karena sinar cahaya menuju sebuah bidang kerja tertutupi oleh sebuah obyek. Hal ini terjadi karena pancaran sinar terlalu kuat sedangkan tidak terdapat sumber cahaya dari arah lain yang mampu mengurangi efek pembayangan tersebut. Efek pembayangan yang mengganggu pengamat bisa diatasi dengan meletakkan sumber cahaya dari arah yang tidak tertutupi oleh obyek baik dari obyek tetap atau bergerak.

3. Cahaya kejut (*Flicker*)

Cahaya kejut terjadi karena adanya ketidakstabilan cahaya yang dihasilkan oleh sumber cahaya sehingga menyebabkan perubahan intensitas cahaya secara cepat. Hal ini memaksa mata harus beradaptasi dengan cepat pula sehingga terjadi ketidaknyamanan dalam melihat benda. Sumber cahaya yang menimbulkan cahaya kejut dapat disebabkan karena penyediaan tegangan listrik yang tidak stabil.

2.2.4 Kesimpulan

Kenyamanan visual dapat dicapai melalui intensitas cahaya yang cukup dan distribusi cahaya yang merata. Pada daerah iklim tropis seperti Indonesia, intensitas cahaya matahari lebih banyak dibandingkan pada daerah iklim sub tropis dan iklim sedang sehingga sebaiknya cahaya yang masuk kedalam ruangan bukan berupa cahaya matahari langsung, melainkan cahaya dari pantulan agar panas matahari tidak masuk kedalam ruangan dan menambah beban pendingin.

2.3 Desain Pasif Pada Iklim Tropis

Indonesia berada pada wilayah iklim tropis sehingga dilimpahi sinar matahari sepanjang tahun. Oleh karena itu, bangunan-bangunan di Indonesia dapat menerapkan desain pasif. Desain pasif adalah desain yang memanfaatkan faktor alam dalam bangunannya, seperti memanfaatkan angin untuk penghawaan dan memanfaatkan sinar matahari untuk pencahayaan.

2.3.1 Strategi Desain Pencahayaan Alami Dasar

Menurut Lechner (2007), elemen yang mempengaruhi dalam strategi desain pencahayaan alami adalah:

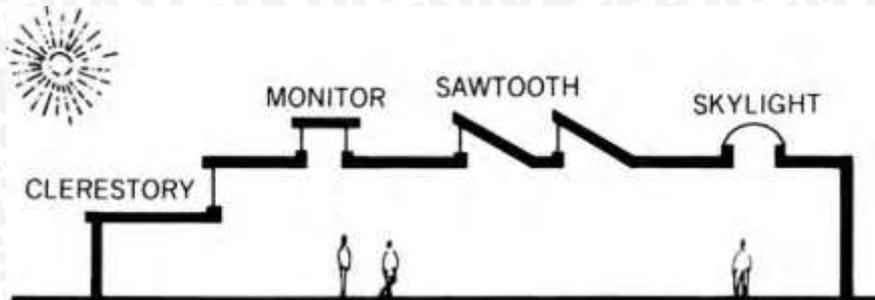
1. Orientasi bangunan

Besarnya cahaya matahari yang bisa dimanfaatkan sebagai pencahayaan pada bangunan dapat dipengaruhi oleh orientasi bukaan terhadap lintasan matahari (Lechner, 1991). Bangunan yang baik memiliki orientasi bukaan arah utara dan selatan karena mendapatkan sinar matahari yang paling konsisten di sepanjang tahun. Orientasi bukaan ke arah barat dan timur menyebabkan cahaya matahari yang masuk ke ruangan dapat memberikan panas dan silau.

2. Pencahayaan dari atap

Bukaan horizontal (skylight) memiliki 2 keunggulan yaitu memungkinkan penyebaran cahaya yang merata dan memberikan cahaya yang lebih banyak

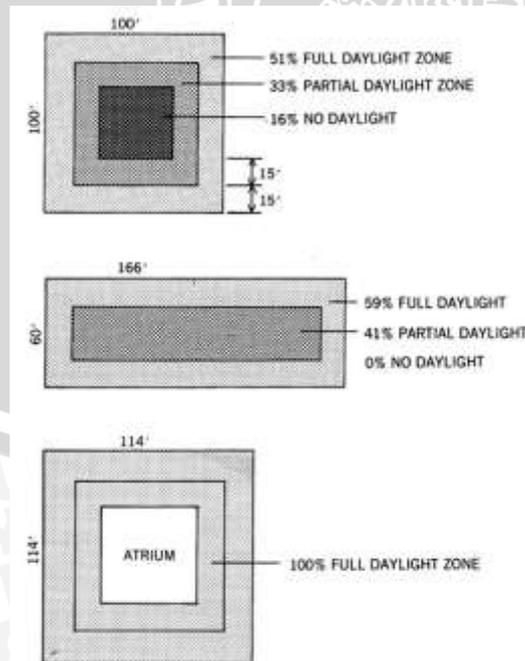
dibandingkan bukaan vertikal. Namun pada musim panas, intensitas cahaya yang masuk dalam ruang dapat berlebihan sehingga sebaiknya gunakan bentuk jendela *clerestory*, *monitor*, atau *sawtooth*.



Gambar 2.14. Jendela Atas
Sumber: Lechner (2007)

3. Bentuk

Bentuk bangunan tidak hanya ditentukan oleh bukaan horizontal dan vertikal saja, tetapi juga oleh luas area lantai yang memiliki akses terhadap pencahayaan alami. Pada ruangan dengan bentuk denah persegi, 16% luasnya sama sekali tidak mendapat cahaya matahari dan 33% hanya mendapat sebagian. Denah persegi panjang dapat menghilangkan area pusat yang tidak menerima cahaya, namun tetap terdapat area yang hanya mendapat sebagian cahaya.

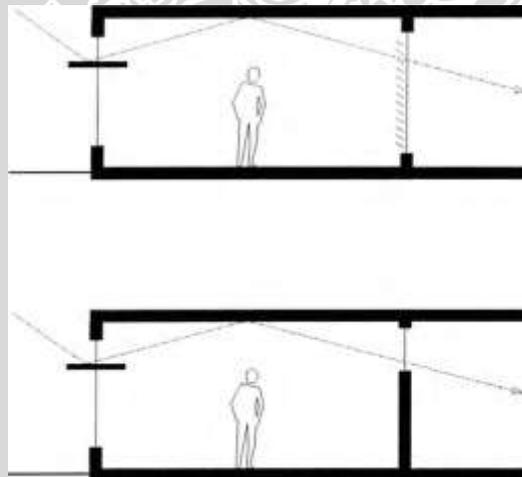


Gambar 2.15. Kepadatan Cahaya Dalam Bentuk Ruang
Sumber: Lechner (2007)

Egan (1983) mengatakan bentuk bangunan memiliki efek signifikan pada distribusi cahaya matahari, misalnya bangunan sempit (dengan lebar kurang dari 30 kaki) memungkinkan cahaya masuk secara maksimal; bangunan dengan model kemunduran tiap lantai dan permukaan atap yang reflektif dapat memproyeksikan cahaya sampai ke tingkat atas; dan bangunan yang memiliki atrium atau sumur cahaya pada bagian tengahnya memungkinkan cahaya matahari masuk menembus sampai ke kedalaman bangunan.

4. Perencanaan ruang

Perencanaan ruang terbuka akan menguntungkan untuk memasukkan cahaya matahari kedalam ruangan. Dinding kaca dapat dijadikan alternatif untuk dapat memasukan pencahayaan alami ke dalam ruang melalui *borrowed light* (cahaya yang dipinjam). Partisi kaca dapat diberi penyelesaian akustik untuk mendapatkan privasi ruang tanpa manghalangi masuknya cahaya. Untuk ruangan yang memerlukan privasi visual dapat menggunakan partisi dengan kaca berada diatas ketinggian mata.



Gambar 2.16. Perencanaan Ruang dengan Partisi Kaca
Sumber: Lechner (2007)

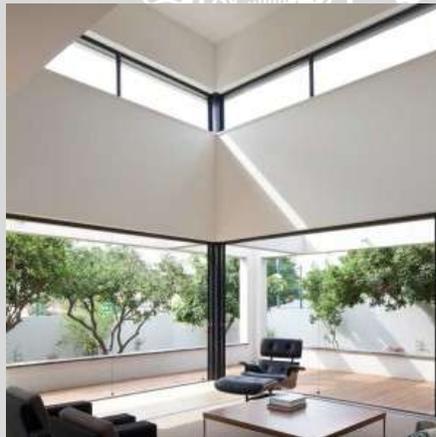
5. Warna

Penggunaan warna ringan untuk ruang luar dan ruang dalam berguna untuk memantulkan lebih banyak cahaya pada bangunan dan kedalam interior, seperti dalam penyebaran cahaya. Ruang yang berwarna terang dapat mendistribusikan cahaya lebih baik sehingga mengurangi bayangan gelap, silau, dan intensitas tingkat terang yang berlebih. Tingkatan pentingnya permukaan pantulan adalah plafon, dinding belakang, dinding samping, lantai, dan perabot kecil. Plafon harus mempunyai faktor pemantul

semaksimal mungkin. Bukaannya pencahayaan alami yang berdekatan atau berlawanan dengan dinding berwarna ringan akan menerima lebih banyak cahaya matahari. Interior berwarna terang dapat memantulkan cahaya lebih jauh ke dalam ruang dan mengurangi bayangan gelap. Atap dengan warna ringan dapat meningkatkan cahaya yang dikumpulkan oleh *clerestory*. Fasad dengan warna ringan penting untuk meningkatkan pencahayaan alami pada lantai bawah.

6. Bukaannya *view* dan bukaannya cahaya

Bukaan untuk pandangan ke area luar dan bukaan untuk pencahayaan alami sebaiknya dipisah. Bukaan untuk pemandangan dapat berupa jendela rendah, sedangkan bukaan untuk pencahayaan alami dapat berupa jendela tinggi, *clerestory*, atau *skylight*. Kaca pada jendela tinggi sebaiknya bening dan selektif terhadap spektrum yang masuk. Kaca pada jendela rendah harus dilapisi untuk mengendalikan silau.



Gambar 2.17. Pemisahan Fungsi Bukaan
Sumber: www.decoradvisor.net

Karlen dan Benya (2008) berpendapat bahwa prinsip dasar desain pencahayaan alami dan hal-hal yang harus diperhatikan yaitu:

1. Merencanakan bangunan dengan ruang-ruang yang memiliki jendela, *skylight*, atau bukaan yang memungkinkan masuknya sumber cahaya alami lainnya. Jendela untuk memberikan pandangan ke ruang luar dijadikan sebagai prioritas. Jarak cahaya matahari efektif yang masuk ke dalam bangunan adalah sekitar 2 kali lebar bukaan dan sekitar 2 sampai 2,5 kali dari tinggi bukaan.
2. Dimensi bukaan yang menghadap ke timur dan barat harus diminimalkan. Sebaliknya, bukaan bangunan yang menghadap sisi utara dan selatan sebaiknya dimaksimalkan.

Cahaya yang berubah-ubah sesuai dengan jalannya matahari membuat sulit desain bukaan yang menghadap sisi timur dan sisi barat. Bukaan di sisi utara bangunan memasukkan cahaya tanpa panas matahari, dan bukaan disisi selatan dapat dilindungi dengan elemen desain pasif seperti *overhang*, *awning*, dan *light shelf*.

3. Bila ada area luas dalam bangunan yang tidak terletak dekat jendela, perhatikan toplight pada bangunan satu lantai atau atap pada tingkat paling atas dari bangunan bertingkat. *Skylight* sederhana mampu memasukkan cahaya matahari 3% sampai 5% dari luas atap untuk memberikan tingkat penerangan ruang yang cukup.
4. Lindungi ruang dari cahaya alami yang berlebihn (2,5 kali atau lebih tinggi dari tingkat pencahayaan listrik biasa) dengan menggunakan kaca bukaan yang sesuai, peralatan pelindung ruang luar, peralatan pelindung ruang dalam, atau perpaduan dari ketiganya.
5. Siapkan sistem pencahayaan dan/atau kontrol pencahayaan otomatis untuk melakukan penghematan energi. Cara yang paling baik yaitu dengan membuat pencahayaan lampu menjadi lebih redup daripada memadamkan atau menyalakannya.

Strategi perancangan pencahayaan alami yang efektif menurut Egan dan Olgyay (2002) adalah:

1. Naungan
Memberikan naungan pada bukaan pencahayaan alami. Ini diperlukan untuk menghindari *glare* dan mengurangi panas dari sinar matahari langsung.
2. Pengalihan
Mengalihkan atau mengarahkan sinar matahari ke area-area yang membutuhkan. Pencahayaan yang baik artinya pembagian cahaya yang cukup dan sesuai dengan kebutuhan.
3. Pengendalian
Mengendalikan jumlah cahaya yang masuk kedalam ruang sesuai dengan kebutuhan dari fungsi ruang dan pada waktu yang diinginkan. Cahaya yang masuk kedalam ruang diusahakan tidak terlalu banyak, kecuali bila ruang tersebut tidak memerlukan kenyamanan visual atau ruang tersebut memang membutuhkan suhu dan cahaya yang lebih, misalnya rumah kaca.
4. Efisiensi
Menggunakan cahaya secara efisien dengan membentuk ruang dalam terintegrasi dengan pencahayaan. Material yang digunakan harus bisa memantulkan cahaya

dengan baik agar cahaya dapat disalurkan dengan lebih baik dan dapat mengurangi jumlah cahaya masuk yang diperlukan.

5. Integrasi

Mengintegrasikan bentuk pencahayaan dengan arsitektur bangunan tersebut.

2.3.2 Strategi Desain Pencahayaan Alami Khusus

Strategi pencahayaan alami khusus adalah strategi yang inovatif dan potensial untuk memecahkan permasalahan pemanfaatan pencahayaan (Lechner, 2007). Strategi desain ini antara lain:

1. Lubang cahaya

Lubang cahaya yang baik memiliki permukaan yang dapat memantulkan cahaya dengan baik sehingga cahaya matahari dari lantai atas dapat menerus sampai ke lantai dasar.



Gambar 2.18. Lubang Cahaya
Sumber: www.ideaonline.co.id

2. Tubular Skylight

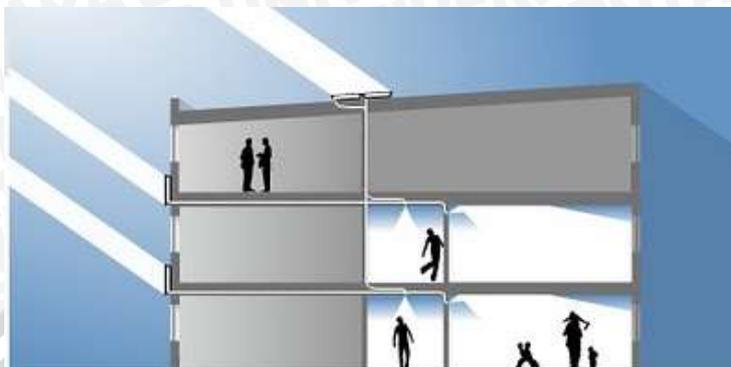
Tubular skylight adalah saluran melingkar yang berbentuk seperti tabung dengan pantulan permukaan dalam yang tinggi dan mampu memancarkan 50% cahaya dari luar bangunan melalui lantai atas.



Gambar 2.19. Tubular Skylight
Sumber: www.windowsandsiding.net

3. Serat optik dan pipa cahaya

Serat optik dan pipa cahaya digunakan untuk mengumpulkan cahaya. Serat optik dan pipa cahaya lebih banyak berfungsi sebagai fenomena efisien total pemantulan cahaya.



Gambar 2.20. Pipa Cahaya
Sumber: www.aia.org

4. Sistem prismatic

Sistem prismatic bertujuan untuk mendapatkan kualitas cahaya alami yang masuk ke dalam interior melalui dinding jendela. Prisma kaca dapat diletakkan diatas jendela untuk merefraksi cahaya ke plafon seperti *light shelves*.

5. Lantai kaca

Lantai kaca berfungsi untuk meneruskan cahaya matahari masuk sampai ke ruang bawah tanah.



Gambar 2.21. Lantai Kaca
Sumber: www.vatgia.com

2.3.3 Bukan Pencahayaan Alami

Cahaya matahari masuk kedalam ruang dapat melalui bukaan samping (*side lighting*) dan/ atau bukaan atas (*top lighting*). Pencahayaan dengan *side lighting* paling umum digunakan pada bangunan karena kebutuhan pandangan ke ruang luar dan dapat diterapkan pada bangunan berlantai banyak. Pencahayaan melalui *side lighting* adalah

memasukkan cahaya matahari dari bukaan vertikal yang biasanya berupa jendela dan lubang ventilasi.

Bentuk dan posisi jendela yang mempengaruhi pendistribusian cahaya dalam ruang menurut Beckett dan Godfrey (1974) adalah:

1. Jendela tinggi sempit

Jendela ini umumnya memasukkan cahaya lebih baik sampai ke area belakang ruang daripada jendela panjang yang rendah. Namun jika jendela jenis ini diletakkan dengan diberi jarak secara seri, maka distribusi cahaya menjadi tidak merata dan menimbulkan area yang agak gelap diantara jendela, kecuali ada bukaan cahaya lagi pada dinding yang berseberangan.



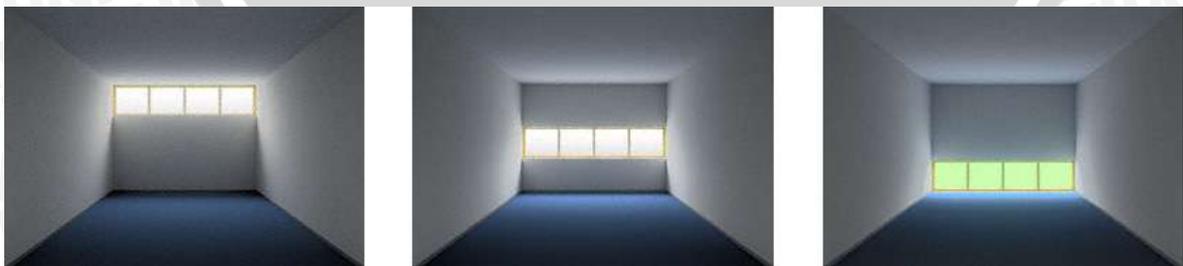
Gambar 2.22. Jendela Tinggi Sempit
Sumber: <http://brothershomeimp.com>



Gambar 2.23. Jendela Tinggi Sempit Dengan Jarak
Sumber: <http://drawhome.com>

2. Jendela panjang horizontal

Jendela panjang horizontal kurang dapat mendistribusikan cahaya secara merata. Cahaya dari jendela ini membentuk kontur elips panjang yang sejajar dengan dinding jendela. Jika jendela ini diletakkan dibagian atas dinding, cahaya akan sampai pada bagian belakang ruang, namun bila jendela hanya berada pada 1 sisi, area dinding dibawah jendela akan kurang diterangi.



Gambar 2.24. Jendela Panjang Horizontal Berdasarkan Letaknya
Sumber: <http://arcdaylight.blogspot.com>

3. Jendela pada dinding berdekatan

Jendela yang diletakkan pada dinding yang berdekatan bila digunakan pada ruangan berbentuk persegi dapat mendistribusikan cahaya matahari kedalam ruang dengan baik, kecuali ukuran jendela relatif sempit dan ditempatkan dekat dengan sudut ruangan.



Gambar 2.25. Jendela Pada Dinding Berdekatan
Sumber: <http://sf.curbed.com>

4. Jendela teluk

Jendela ini memberikan kolam cahaya yang bagus pada area teluk jendela sendiri, namun distribusi cahaya dapat memadai jika jendela dibuat sangat tinggi.



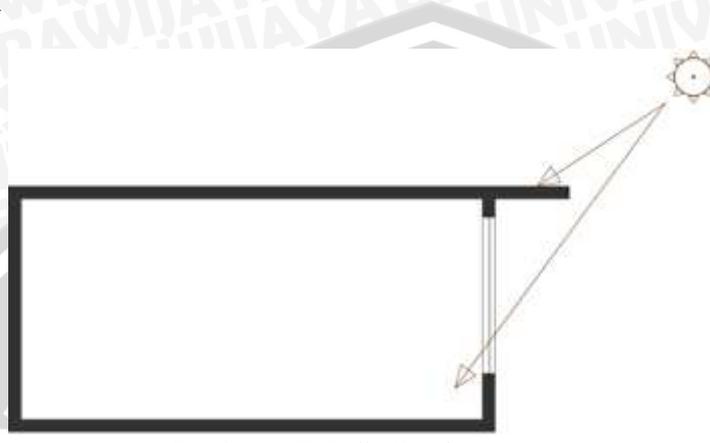
Gambar 2.26. Jendela Teluk
Sumber: <http://ths.gardenweb.com>

5. Jendela pada dinding berseberangan

Jendela pada dinding yang berseberangan akan saling melemparkan cahaya ke dinding yang berada disebaliknya sehingga hal ini dapat mengurangi kontras cahaya, namun pada beberapa kasus seperti ruang belajar dimana pengguna ruang butuh fokus melihat kearah depan, pupil mata akan terganggu dari dua area sumber cahaya ini.

Jendela yang tinggi dapat meningkatkan pemanfaatan cahaya matahari kedalam ruangan, namun dapat menimbulkan silau. Oleh karena itu pada jendela dibutuhkan pelindung atau elemen pembayang matahari untuk menahan silau dan panas dari radiasi matahari yang masuk kedalam ruang. Konsep pencahayaan *side lighting* menurut Karlen dan Benya (2008) adalah:

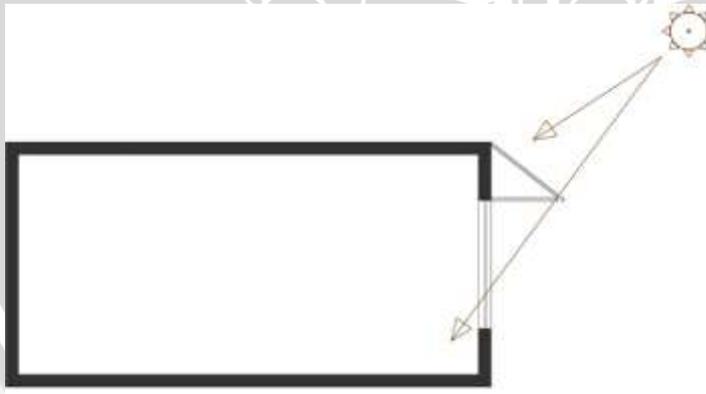
1. *Soffit overhang*



Gambar 2.27. *Soffit Overhang*
Sumber: Karlen dan Benya (2008)

Jendela diberi pelindung berupa dak beton yang cocok digunakan pada bukaan di sisi selatan dan utara bangunan karena *soffit overhang* memberikan perlindungan secara terbatas.

2. *Awning*



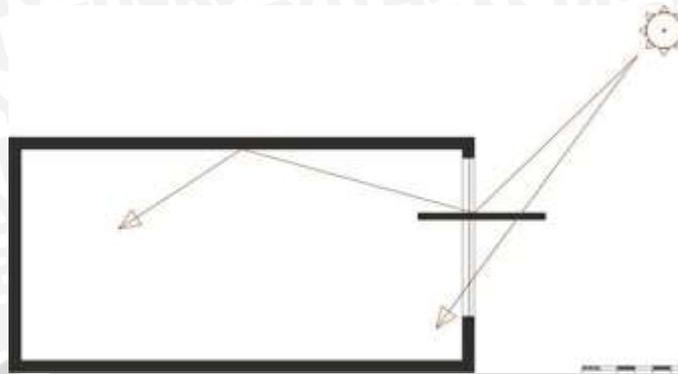
Gambar 2.28. *Awning*
Sumber: Karlen dan Benya (2008)

Awning yang berbentuk menyerupai tenda adalah pelindung tambahan yang biasanya digunakan pada sisi barat dan timur bangunan untuk mengurangi panas matahari.

3. *Light shelf*

Light shelf bertujuan untuk memberikan perlindungan dan memasukkan cahaya tidak langsung kedalam ruang dengan memantulkan sinar matahari pada plafon. Jenis

cahaya ini adalah yang terbaik untuk kenyamanan visual. *Light shelf* efektif digunakan pada sisi barat, timur, utara, maupun selatan bangunan.

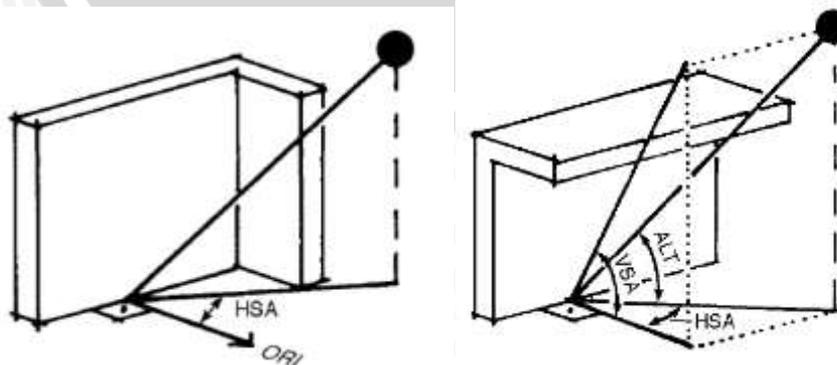


Gambar 2.29. *Light Shelf*
Sumber: Karlen dan Benya (2008)

2.3.4 Elemen pembayang matahari (*shading device*)

Shading device diperlukan untuk melindungi bukaan dari intensitas matahari yang berlebih. Jenis dan lebar pembayang matahari harus dipikirkan secara matang untuk bangunan iklim tropis. Menurut Baiche dan Walliman (2010) pembayang matahari harus dapat mencegah silau dari cahaya matahari, namun tetap dapat memasukkan cahaya bias dari matahari.

Cahaya memiliki sudut datang tertentu dan dapat ditentukan dengan mengetahui *longitude* dan *altitude* dari matahari pada waktu dan lokasi tertentu. Sudut pembayangan yang dapat membantu menentukan jenis dan sudut pembayang matahari yang optimal, yaitu *horizontal shading angle (HSA)* dan *vertical shading angle (VSA)*. *HSA* adalah sudut horizontal matahari terhadap orientasi dinding. Semakin kecil sudut *HSA*, semakin panjang sirip-sirip yang dibutuhkan. *VSA* adalah sudut antara orientasi dinding dengan garis vertikal yang diambil tegak lurus dari tangen *altitude*. Semakin kecil sudut *vsa*, semakin panjang *overhang* yang dibutuhkan (Watson dkk, 1999).

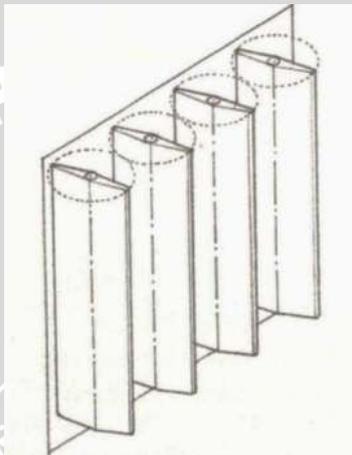


Gambar 2.30. *HSA dan VSA*
Sumber: Watson dkk (1999)

Jenis *shading device* menurut Mc Lam (1986) yaitu:

1. Tipe vertikal

Vertical device memberikan perlindungan untuk bukaan dengan bentuk vertikal dengan mengatur sudut rendah jatuh cahaya dengan menutup area yang bermasalah apabila terkena cahaya. Tipe vertikal kurang efektif dalam memantulkan cahaya. Tipe ini digunakan untuk menghalangi sudut rendah matahari. Oleh karena itu mereka lebih sering diterapkan untuk melindungi bukaan yang menghadap ke timur atau barat (Olgay, 1957).

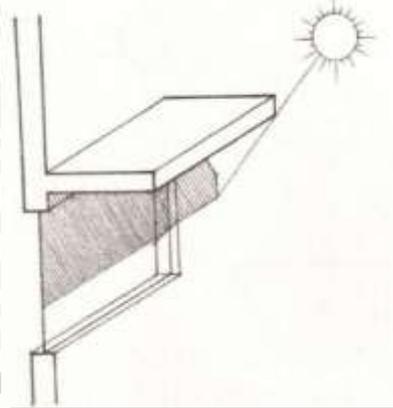


Gambar 2.31. *Vertical Shading Device*
Sumber: <http://arch.ttu.edu>

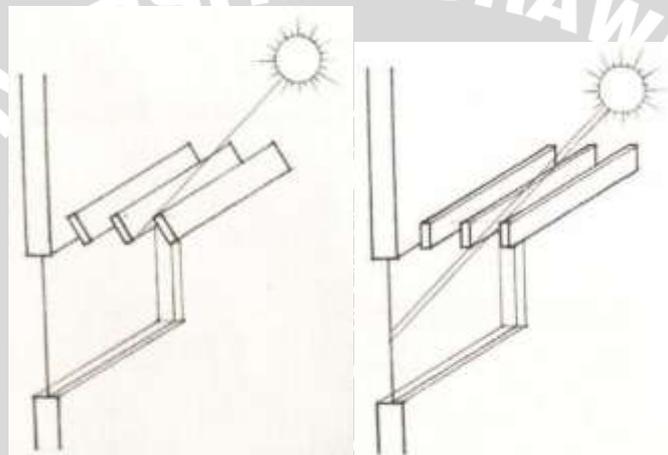
2. Tipe horizontal

Horizontal device atau sering disebut juga *overhang* memberikan perlindungan dengan bentuk horizontal. Tipe Horizontal membiarkan sudut rendah sinar matahari dan menghalangi sudut tinggi sinar matahari, efektivitasnya bermacam-macam tergantung pada perubahan ketinggian matahari (Olgay, 1957). Pada iklim tropis biasanya *overhang* mempunyai ukuran yang lebih lebar untuk membuat naungan yang besar dan diletakkan di sisi timur dan sisi barat.

Overhang terdiri dari 3 jenis yaitu *overhang* dengan bentuk solid, *overhang* dengan bentuk tidak solid, dan *louvers overhang*. Sistem *overhang* dengan bentuk solid lebih efektif mengurangi radiasi matahari dibanding jenis lainnya. Sistem *Overhang* tidak berbentuk solid dapat mengatur efek cahaya yang masuk dengan melipat atau terbuka. Sistem *louvers overhang* cocok digunakan pada iklim tropis dan diletakkan pada sisi utara dan selatan.



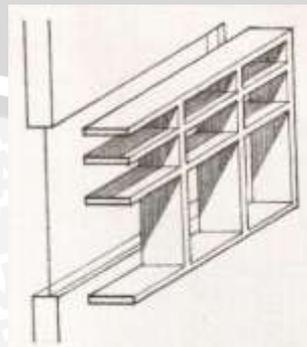
Gambar 2.32. *Overhang*
 Sumber: <http://arch.ttu.edu>



Gambar 2.33. *Overhang Louvers*
 Sumber: <http://arch.ttu.edu>

3. *Egg-crate*

Shading device egg-crate atau biasa disebut juga peti telur merupakan penggabungan dari bentuk elemen pembayang tipe vertikal dan pembayang tipe horizontal untuk meningkatkan cakupan pembayangan (Olgay, 1957). Kelemahan dari pembayang matahari tipe ini adalah membuat pandangan ke ruang luar menjadi lebih terbatas.



Gambar 2.34. *Egg-Crate*
 Sumber: <http://arch.ttu.edu>

2.3.5 Kesimpulan

Indonesia berada pada daerah beriklim tropis sehingga matahari cenderung tegak lurus. Oleh karena itu bentuk bangunan yang cocok adalah bentuk pipih dengan sisi terpanjang menghadap utara dan selatan. Orientasi bangunan objek studi baik karena memiliki orientasi menghadap selatan.

Pencahayaan melalui toplighting kurang efektif digunakan pada bangunan di Indonesia karena cahaya matahari di Indonesia memiliki intensitas yang cukup tinggi. Hal ini dapat menyebabkan silau pada ruangan. Untuk distribusi cahaya yang merata, pencahayaan *toplighting* bisa diganti dengan penggunaan jendela atas dan *lightselves*.

2.4 Studi Terdahulu

2.4.1 Optimasi Sistem Pencahayaan dengan Memanfaatkan Cahaya Alami Studi Kasus Laboratorium Elektronika dan Mikroprosesor UNTAD (Amin, Nurhaeni, 2011)

Manusia memerlukan penerangan yang baik untuk mengenali suatu objek secara visual. Bangunan komersil dan industri saat ini mulai menggunakan sistem pencahayaan alami yang efisien agar dapat mengurangi biaya pengeluaran untuk kebutuhan penerangan yang menghabiskan kira-kira 30% dari seluruh konsumsi energi suatu bangunan.

Faktor-faktor yang harus selalu diperhatikan dalam perancangan sistem pencahayaan alami adalah variasi intensitas cahaya matahari, distribusi terang cahaya matahari, dampak dari lokasi bangunan, pemantulan cahaya, jarak antar bangunan sekitar, dan letak geografis dan fungsi bangunan. Penghitungan iluminasi pencahayaan dilakukan untuk mendapatkan hasil yang akurat dan bisa dipakai sebagai perbandingan dengan hasil pengukuran secara langsung sehingga diperoleh instalasi pencahayaan yang paling optimal.

Efisiensi pencahayaan pada bangunan juga dipengaruhi oleh tata letak sumber cahaya pada ruangan dan umur lampu-lampu yang digunakan. Jika intensitas terang lampu menurun hingga 20% dibawahnya maka lampu harus diganti atau dibersihkan. Oleh karena itu diperlukan strategi desain pencahayaan dengan cara memanfaatkan cahaya matahari secara optimal. Desain pencahayaan yang optimal meliputi: optimasi kuantitas cahaya langit, menjaga kenyamanan visual dan menjaga kesejukan, serta menghemat energi (Harten P.Van, Setiawan E, 1985: 36-42)

Jenis penelitian adalah deskriptif yang bersifat *ex post facto*. Teknik pengumpulan data yaitu melalui wawancara dan observasi langsung di lapangan. Data yang diperoleh

dianalisis dengan cara mengukur intensitas cahaya pada laboratorium Elektronika dan Mikroprocessor, menghitung biaya pengeluaran energi bangunan, merencanakan kembali instalasi pencahayaan dengan memanfaatkan sinar matahari, menghitung intensitas cahaya setelah dioptimasi dan menghitung biaya konsumsi energi listrik, dan membandingkan intensitas cahaya ruang sebelum dan sesudah dilakukannya optimasi instalasi pencahayaan.

Melalui hasil perhitungan didapatkan nilai dari intensitas pencahayaan sebesar 273,81 lux, angka ini sudah termasuk dalam kategori intensitas pencahayaan yang baik, namun pemanfaatan sinar matahari masih belum dipertimbangkan ketika merancang instalasi pencahayaan. Setelah diperoleh nilai intensitas pencahayaan ruang, tahap selanjutnya adalah menentukan biaya konsumsi energi listrik selama satu tahun. Data-data yang diperlukan dalam menghitung biaya tersebut adalah biaya daya listrik per kWh, pemakaian daya listrik dalam satu hari satu jamnya, penggunaan dalam masa 22 hari kuliah, dan masa perkuliahan pertahunnya. Jika diasumsikan waktu aktif perkuliahan delapan bulan per tahun maka penggunaan energi listrik (kWh) adalah sebesar 352 kWh dengan biaya pengeluaran Rp 265.760.

Pengurangan penggunaan lampu dapat dilakukan dengan memaksimalkan bukaan untuk pencahayaan alami. Perancangan instalasi pencahayaan optimasi alternatif dilakukan dengan melakukan penambahan dua sakelar yang berfungsi untuk pengelompokan titik-titik lampu sehingga sistem penyalaan lampu terhadap sakelar diatur secara per kolom.

2.4.2 Studi Evaluasi Pencahayaan Alami Pada Gedung Kuliah Bersama III Universitas Muhammadiyah Malang (Gw dan Kusumo, 2011)

Pada bangunan tinggi perkantoran saat ini penggunaan energi sudah melebihi dari yang seharusnya. Oleh karena itu diperlukan tindakan konservasi energi untuk menghemat biaya secara signifikan. Arsitek mempunyai peran besar dalam menciptakan bangunan yang bisa menghemat penggunaan energi.

Pendekatan bioklimatik pada proses desain bangunan harus mempertimbangkan hubungan antara iklim dengan kehidupan. Indonesia memiliki iklim tropis lembab sehingga pendekatan bioklimatik menekankan pada pemanfaatan potensi dari iklim daerah tersebut untuk mencapai kenyamanan termal dan visual semaksimal mungkin.

Meningkatkan penerangan alami untuk mengganti sistem tata lampu pada siang hari dapat dijadikan contoh dalam perencanaan bangunan yang hemat energi. Dengan melakukan pengamatan perilaku cahaya pada waktu tertentu pada suatu bangunan akan

menghasilkan kajian dari bentuk dan strategi pencahayaan pada bangunan tersebut. Dalam memenuhi fungsi dan kenyamanan dibutuhkan sumber cahaya yang berpengaruh pada ruang dan bangunan. Perancangan pencahayaan alami yang benar adalah dengan memasukkan sinar matahari berupa pantulan cahaya kedalam ruangan dengan jumlah dan proporsi yang tepat dalam standar kenyamanan visual. Terang dari cahaya matahari dipengaruhi bidang edar matahari yang menjadi sumber cahaya yang memiliki dampak pada kondisi terang.

Sebagai sumber cahaya, keberadaan matahari di Indonesia yang beriklim tropis sangat mempengaruhi bukaan, karakter ruang, bentuk bangunan dan tipologi bangunan. Kajian strategi peningkatan sistem pencahayaan alami juga dapat diterapkan pada bangunan publik seperti bangunan perkuliahan, misalnya bangunan GKB III Universitas Muhammadiyah Malang. Berdasarkan analisis visual, pencahayaan alami pada bangunan belum mampu memenuhi kebutuhan kenyamanan visual dalam ruang-ruangnya.

Poin-poin penting yang perlu diketahui dalam memilih kondisi yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Analisis Software *Ecotech v.520* menggunakan *full-daylight analysis only*
2. Presisi yang dipakai adalah *high* dengan keadaan kaca dari rata-rata
3. Keadaan langit yang digunakan dalam simulasi adalah *overcast*
4. *Design sky illuminance* atau penerangan langit dasar yang dipakai adalah 10000 lux.

Dari hasil penelitian ditemukan bahwa tingkat pencahayaan pada lantai 1 paling kecil diantara lantai lainnya. Sebaiknya lantai 1 digunakan untuk ruang rapat atau ruang audiovisual yang tidak terlalu membutuhkan tingkat pencahayaan tinggi. Tingkat intensitas cahaya pada lantai 2 sudah memenuhi kebutuhan untuk ruang kantor. Intensitas pencahayaan pada lantai 3 dan 4 sangat tinggi sehingga melebihi kebutuhan untuk kenyamanan visual pengguna ruang. Oleh karena itu perlu adanya tambahan shading device pada bukaan.

2.4.3 Kesimpulan studi terdahulu

Berdasarkan jurnal-jurnal yang sudah dikaji dapat disimpulkan sebagai berikut:

Tabel 2.4 Kesimpulan Studi Terdahulu

	Optimasi Sistem Pencahayaan dengan Memanfaatkan Cahaya Alami Studi Kasus Laboratorium UNTAD	Studi Evaluasi Pencahayaan Alami Pada Gedung Kuliah Bersama III Universitas Muhammadiyah Malang	Kesimpulan
Isu	Kebutuhan kenyamanan visual	Konservasi energi dan kenyamanan visual	Bangunan dengan banyak aktivitas membutuhkan kenyamanan visual
Tinjauan Pustaka	Pengertian cahaya, sistem pencahayaan alami dan pencahayaan buatan, perhitungan iluminasi pencahayaan	Pengaruh iklim, pendekatan bioklimatik pada proses desain, sistem distribusi cahaya	
Metode Penelitian	Metode <i>ex post facto</i> , teknik pengumpulan data dengan wawancara dan observasi (pengukuran luxmeter)	Pengukuran luxmeter, simulasi <i>ecotect v.5.20</i> , <i>design sky illuminance</i>	Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif
Karakteristik bangunan	Bentuk bangunan memanjang, orientasi utara-selatan	Denah persegi panjang dengan selasar dikelilinginya, orientasi barat-laut-tenggara	Gedung kuliah sering ditemui dengan bentuk persegi panjang untuk memaksimalkan pencahayaan alami pada ruang dalam.
Hasil Evaluasi	Bangunan belum dapat memenuhi kenyamanan visual melalui pencahayaan alami sehingga masih menggunakan lampu sepanjang hari	Lantai 1 kurang mendapat sinar matahari yang cukup, tingkat pencahayaan lantai 3 dan 4 terlalu tinggi, distribusi cahaya tidak merata	Banyak bangunan yang belum memenuhi kenyamanan visual melalui pencahayaan alami
Kesimpulan dari penelitian	Dengan memaksimalkan pencahayaan alami, dapat meminimalkan lampu sebesar 36%, perletakan sumber cahaya berpengaruh pada kualitas dan kuantitas cahaya pada bidang kerja	Perlu adanya <i>shading device</i> untuk mengurangi panas matahari dan membuat bidang baur atas cahaya yang datang dengan penyesuaian desain agar rasio tingkat pencahayaan dalam ruang dapat memenuhi standar	Perancangan sistem pencahayaan alami harus memperhatikan posisi bukaan dan <i>shading device</i>

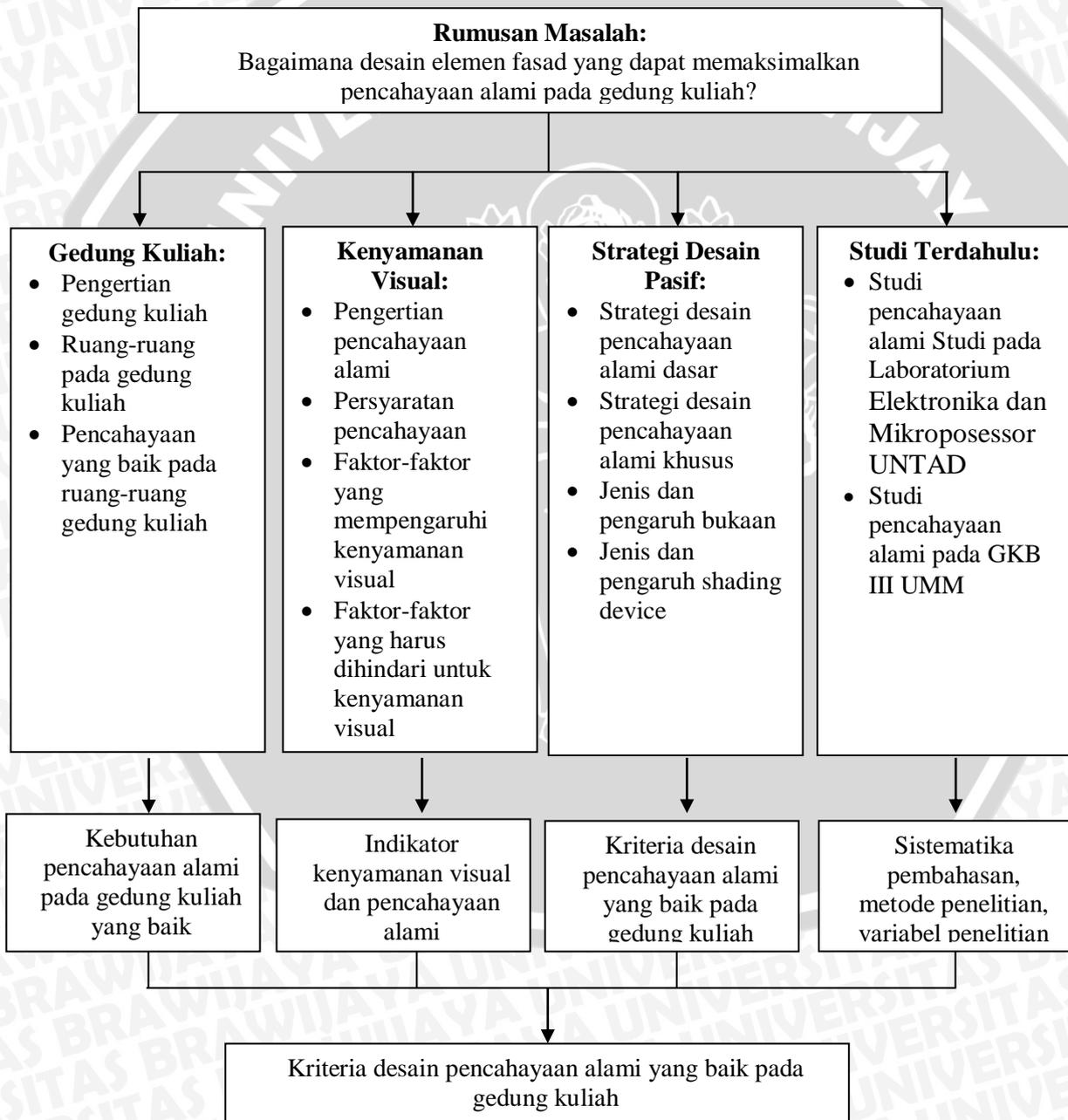
2.5 Kesimpulan

Dari tinjauan pustaka dapat disimpulkan bahwa kriteria-kriteria desain pencahayaan alami, antara lain:

1. Dimensi dan letak bukaan mampu memasukkan cahaya matahari sesuai dengan standart acuan intensitas cahaya

2. Bukaannya mampu menyebarkan cahaya ke seluruh area kerja dalam dengan merata
3. Cahaya yang masuk ke dalam ruang bukan berupa cahaya matahari langsung, tetapi merupakan pantulan dari cahaya matahari
4. Bukaannya diminimalkan pada sisi barat dan sisi timur
5. Lebar *shading device* tipe horizontal disesuaikan dengan sudut pembayangan vertikal
6. Lebar *shading device* tipe vertikal disesuaikan dengan sudut pembayangan horizontal

2.7 Kerangka Pemikiran



Gambar 2.35. Kerangka Teori



