

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pencahayaan Alami

2.1.1 Definisi Pencahayaan Alami

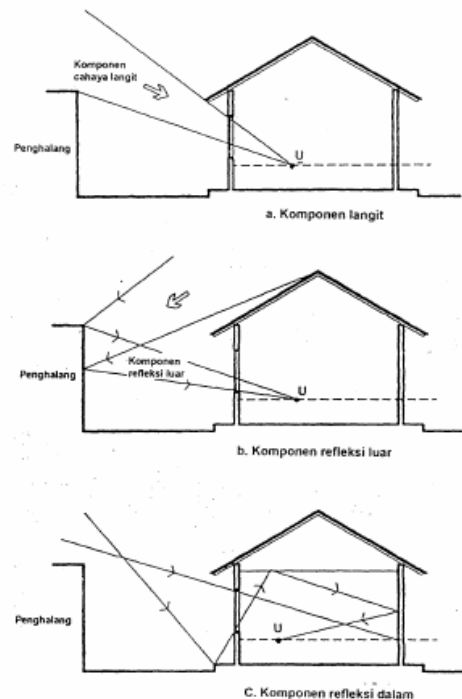
Cahaya merupakan bagian dari spektrum elektromagnetik yang sensitif bagi penglihatan mata manusia. Cahaya yang kasat mata memiliki panjang gelombang yang berkisar antara 380-750 nm. Cahaya matahari yang masuk ke dalam bangunan dibedakan menjadi tiga (Szokolay et al, 2001), yaitu:

1. Cahaya matahari langsung
2. Cahaya difus dari terang langit
3. Cahaya difus dari pantulan tanah atau bangunan

2.1.2 Faktor Pencahayaan Alami Siang Hari

Merupakan perbandingan tingkat pencahayaan pada suatu titik dari suatu bidang tertentu di dalam suatu ruangan terhadap tingkat pencahayaan bidang datar di lapangan terbuka yang merupakan ukuran kinerja lubang cahaya ruangan tersebut. Komponen-komponen faktor pencahayaan alami siang hari meliputi:

1. Komponen langit (faktor langit-fl) yakni komponen pencahayaan langsung dari cahaya langit
2. Komponen refleksi luar (faktor refleksi luar-frl) yakni komponen yang berasal dari refleksi benda-benda yang berada di sekitar bangunan yang bersangkutan
3. Komponen refleksi dalam (faktor refleksi dalam-frd) yakni komponen pencahayaan yang berasal dari refleksi permukaan-permukaan dalam ruangan.



Gambar 2.1 Komponen-komponen faktor pencahayaan alami siang hari
Sumber: SNI 03-2396-2001

(SNI 03-2396-2001, Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung)

2.1.3 Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan

Cahaya alami dapat didistribusikan ke dalam bangunan melalui beberapa cara yaitu melalui bukaan di samping (*side lighting*), bukaan di atas (*top lighting*), atau mengkombinasikan keduanya. Penggunaan *side lighting*, *top lighting*, atau keduanya tergantung pada pertimbangan-pertimbangan seperti tipe bangunan, ketinggian bangunan, rasio bangunan dan tata massa, serta keberadaan bangunan lain di sekitar bangunan (Kroelinger, 2005).

Penerapan sistem pencahayaan alami pada bangunan dipengaruhi oleh beberapa aspek strategi dasar pencahayaan alami, antara lain (Lechner, 2007):

1. Orientasi

Orientasi ke arah selatan merupakan yang terbaik dalam pencahayaan alami karena sisi selatan bangunan biasanya mendapatkan sinar matahari paling konsisten sepanjang hari dan tahun. Orientasi terbaik kedua adalah sisi utara bangunan karena cahaya pada sisi ini konstan. Sedangkan orientasi terburuk adalah barat dan timur, alasannya tidak hanya karena kedua sisi ini menerima sinar matahari hanya setengah setiap harinya, tetapi juga karena matahari di timur dan barat berada sampai posisi rendah di langit sehingga menimbulkan masalah silau dan bayangan.

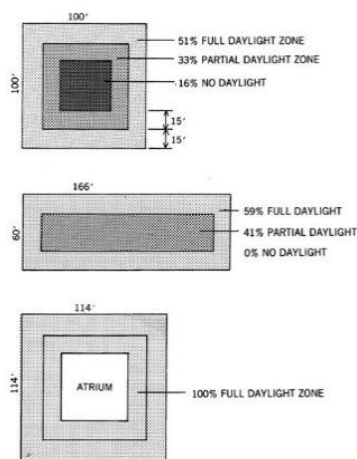
2. Pencahayaan Melalui Atap

Bukaan pada atap dapat berupa bukaan horizontal maupun vertikal. Bukaan horizontal menerima lebih banyak cahaya daripada bukaan vertikal, akan tetapi membuat pembayangan pada bukaan horizontal merupakan hal yang sulit, untuk alasan itulah bangunan sering disarankan untuk menggunakan bukaan vertikal pada atap dalam bentuk jendela *clerestory*, monitor, atau pengauran seperti gigi gergaji.

3. Bentuk

Dengan luasan yang sama, bentuk bangunan dapat diupamakan dibagi menjadi dua bentuk dasar yaitu persegi dan persegi panjang. Pada denah dengan bentuk persegi, 16% dari luasannya sama sekali tidak

mendapatkan cahaya alami, 33% mendapatkan sebagian, dan sisanya lah yang mendapatkan cahaya alami secara maksimal yaitu 51% dari luas lantai. Sedangkan denah dengan bentuk persegi panjang dapat menghilangkan area tengah yang tidak menerima cahaya tetapi tetap memiliki area yang luas yang mendapatkan cahaya sebagian. Sementara itu denah bentuk persegi dengan atrium di tengahnya dapat menerima seluruh cahaya dengan menempatkan *top lighting* di atas atrium.



Gambar 2.2 Bentuk dasar bangunan

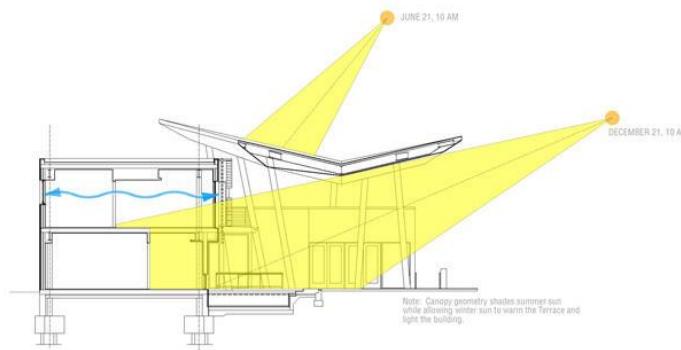
Sumber: Lechner, 2007

4. Perencanaan ruang

Aspek ini merupakan aspek yang berhubungan dengan ruang dalam, seperti penerapan partisi kaca sehingga dapat memasukkan cahaya ke dalam ruangan. Cara kerjanya yaitu meminjam cahaya dari bukaan yang berada berbatasan langsung dengan ruang luar (*borrowed lighting*).

5. Warna

Penggunaan warna terang atau ringan lebih diutamakan untuk memantulkan lebih banyak cahaya pada bangunan baik eksterior maupun interior bangunan.



Gambar 2.3 Masuknya cahaya alami ke dalam bangunan
 Sumber: <https://i.pining.com/classic-architecture-green-architecture>

Pada bulan tertentu cahaya yang masuk ke dalam bangunan juga ditentukan oleh posisi matahari seperti pada 21 Juni dan 21 Desember matahari akan berada pada posisi paling jauh dari khatulistiwa.

2.1.4 Pencahayaan Samping (*side lighting*)

Side lighting merupakan bukaan yang ada di bagian samping ruangan, yang paling umum dijumpai adalah jendela. Perencanaan jendela dilakukan dengan hati-hati agar tidak menimbulkan silau dan panas. (Ashita, 2015)

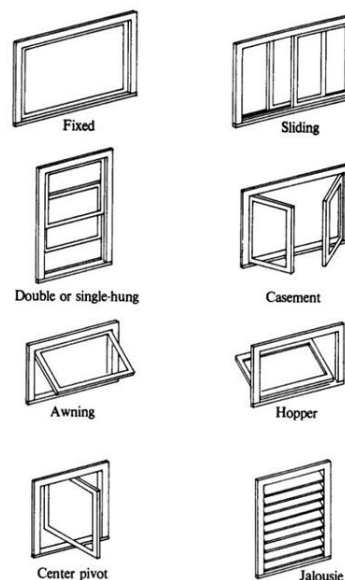
Berikut adalah beberapa strategi yang dapat diterapkan dalam perencanaan jendela yang baik (Ashita, 2015):

1. Penempatan jendela sebaiknya berada tinggi dari lantai dan tersebar merata (tidak hanya berada pada satu dinding saja) agar dapat mendistribusikan cahaya dengan merata
2. Jendela yang terlalu lus sering kali tidak tepat digunakan pada negara yang beriklim tropis, karena panas dan radiasi silau terlalu banyak masuk ke dalam ruangan
3. Perlindungan terhadap cahaya matahari dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pembayangan cahaya matahari dan/atau penyaringan cahaya matahari.

Pencahayaan samping (*side lighting*) dengan jendela memiliki beberapa jenis, antara lain:

1. *Fixed window* atau jendela mati. Jendela ini disebut jendela mati karena tidak bisa dibuka untuk memasukkan udara atau angin, jendela ini dirancang khusus hanya untuk memasukkan cahaya alami, biasanya jendela ini diterakan pada bangunan yang ruangan di dalamnya menggunakan sistem penghawaan buatan.

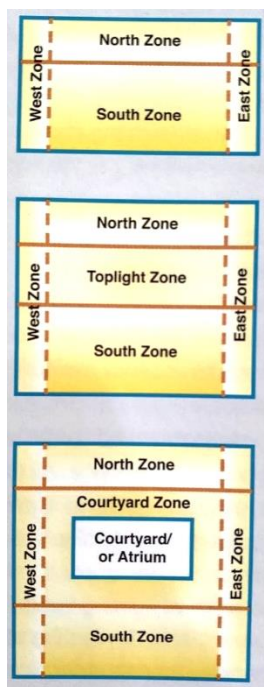
2. *Sliding window* atau jendela geser. Sistem kerja bukaan jendela ini adalah dengan cara digeser. Jendela ini menghemat tempat karena bukaannya yang menggeser ke arah samping, mirip dengan pintu geser.
3. *Double or single hung window*, atau jendela gantung. Sitem kerja jendela ini adalah menggeser ke atas dan ke bawah, sehingga secara fisik terlihat menggantung.
4. *Casement window*, jendela ini memiliki arah buka yang mirip dengan pintu kebanyakan.
5. *Awning window*, jendela yang paling sering ditemui pada kebanyakan bangunan. Engsel daun jendela berada di bagian atas, biasanya jika dibuka dapat membentuk sudut tertentu.
6. *Hopper window*, jendela ini mirip dengan *awning window*, akan tetapi engsel daun jendela berada di bagian bawah sehingga arah membukanya berlawanan dengan *awning window*.
7. *Center pivot window*, jendela yang memiliki dua engsel dibagian tengah atas dan tengah bawah, sistem kerjanya mirip dengan pintu putar, bekerja dengan satu poros di tengah.
8. *Jalousie window*, merupakan jendela yang daun jendelanya berupa kisi-kisi, biasanya diterapkan agar angin yang masuk ke dalam ruangan tidak terlalu kencang.



Gambar 2.4 Jenis-jenis jendela

Sumber: <https://seoproperti.com/>

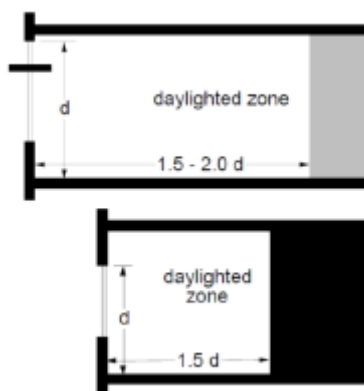
Namun sistem pencahayaan *side lighting* memiliki kelemahan yaitu jangkauan cahaya yang masuk tidak cukup dalam. Hubungannya dengan orientasi bangunan, jangkauan cahaya paling dalam adalah pencahayaan melalui sisi selatan, jangkauan kedua terdalam adalah pencahayaan melalui sisi utara, dan yang paling pendek adalah melalui sisi barat dan timur. (Hootman, 2013)



Gambar 2.5 Jangkauan cahaya pada bangunan berdasar orientasi

Sumber: Hootman, 2013

Semakin tinggi jendela, maka semakin dalam jangkauan cahaya yang masuk ke dalam ruangan. Biasanya kedalaman jangkauan cahaya berkisar antara 1,5 kali hingga 2 kali dari tinggi jendela, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.6 di bawah ini (Lawrence, 2013):



Gambar 2.6 Jangkauan cahaya pada bangunan berdasar ketinggian jendela

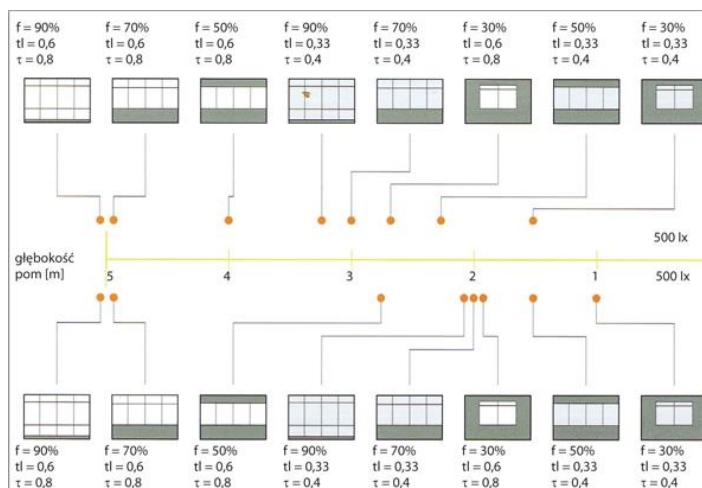
Sumber: Lawrence, 2013

Dikutip dari Ibrahim & Hayman (2005) diketahui beberapa sumber yang memaparkan batas maksimum kedalaman ruangan yang dapat dijangkau oleh cahaya alami yang masuk ke dalam ruangan:

1. Kedalaman maksimum ruangan kira-kira 8 meter dengan tinggi langit-langit 2,7 meter untuk pencahayaan dan ventilasi yang memadai (Willis, 1995), referensi dari *1930's New York skyscrapers*
2. Kedalaman maksimum ruangan 6 meter dari referensi Frank Lloyd Wright (Schiller, 1992), *British planning legislation* (HMSO, 1964)
3. Kedalaman ruangan 5 meter untuk ruangan dengan jendela atau pencahayaan atas dari satu sisi (Ruck, 1995)
4. Untuk pencahayaan penuh kedalaman hingga 4,5 meter (Manning, 1965) dan pencahayaan sebagian kedalaman hingga 9 meter (Lechner, 2001)
5. Kedalaman 3,6 meter untuk pencahayaan penuh dan efektif (Manasseh dan Cunliffe, 1962).

Referensi tersebut digunakan dengan tetap mempertimbangkan karakteristik bangunan dan kondisi sekitarnya.

2.1.5 Rasio Bukaannya atau Jendela



Gambar 2.7 Rasio bukaan (jendela)

Sumber: Hausladen, 2006

Terdapat beberapa konfigurasi proporsi bukaan atau jendela untuk memaksimalkan pencahayaan alami yang masuk ke dalam bangunan mulai dari 30% dari luas dinding hingga 90% dari luas dinding (Hausladen et al, 2006). Rasio jendela biasanya berhubungan dengan kenyamanan visual (silau) dan panas yang masuk ke dalam ruangnya, rata-rata rasio jendela yang masih dalam batas baik adalah 30-50% (Ibrahim dan Hayman, 2005). Tentunya rasio bukaan/jendela tersebut disesuaikan dengan kebutuhan standar pencahayaan masing-masing ruang dan juga kondisi eksisting ruangan. Rasio bukaan berhubungan dengan variabel

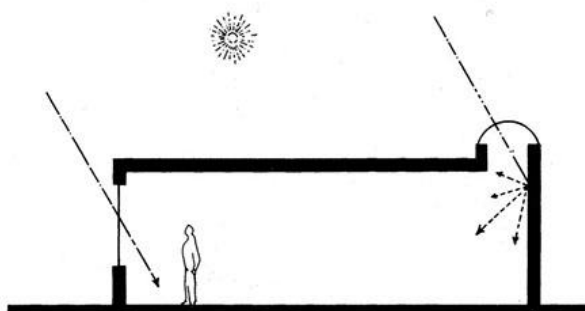
bebas dalam penelitian yaitu bukaan pencahayaan berupa dimensi dari bukaan yang sesuai dengan kebutuhan ruangan.

2.1.6 Pencahayaan Atas (*top lighting*)

Terdapat beberapa metode pencahayaan atas antara lain *skylight*, *monitor*, dan *clerestory*. Keuntungan utama pencahayaan atas adalah memungkinkan adanya keseragaman dan iluminasi tinggi. (Lechner, 2007)

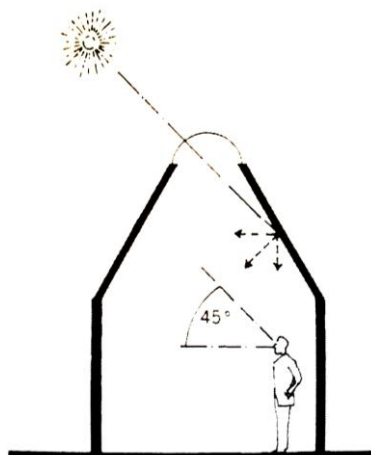
Apabila dibandingkan dengan *side lighting*, *top lighting* merupakan sistem pencahayaan yang cukup fleksibel, yaitu dapat menjangkau kedalaman ruang yang lebih dalam. Jika dihubungkan dengan bentuk bangunan, *top lighting* yang paling optimal adalah *top lighting* melalui atrium dimana cahaya dapat masuk secara vertikal dan horizontal. (Hootman, 2013)

Skylight merupakan bukaan berlapis kaca horizontal atau miring pada atap. Sistem pencahayaan dengan *skylight* merupakan yang paling optimal untuk memasukkan cahaya ke dalam ruangan dibandingkan metode pencahayaan atas lainnya. Namun metode ini memiliki kekurangan yaitu dari bukaan dapat terlihat bagian langit yang tidak terbatas sehingga memancarkan iluminasi yang cukup tinggi yang berakibat muncul kesilauan. Untuk menghindari hal tersebut dapat dilakukan pemasangan *skylight* dengan beberapa strategi seperti menempatkan *skylight* pada tempat yang tinggi dalam ruangan, menempatkan *skylight* pada dekat dengan dinding (khususnya di bagian utara), ataupun strategi lainnya seperti penempatan *skylight* yang tidak langsung berada pada atap ruangan.



Gambar 2.8 *Skylight* dekat dengan dinding

Sumber: Lechner, 2007



Gambar 2.9 *Skylight* pada tempat yang tinggi

Sumber: Lechner, 2007

2.1.7 Silau dan Indeks Silau

Silau menurut KBBI adalah berkilau-kilau pandangnya, tidak dapat melihat nyata karena terlampau terang cahayanya, sehingga silau dapat diartikan sebagai suatu kondisi dimana mata tidak dapat melihat dengan nyaman dikarenakan cahaya yang diterima oleh mata dari bidang kerja berlebihan (sangat terang). Silau terjadi apabila kecerahan dari suatu bagian dari interior jauh melebihi kecerahan dari interior tersebut pada umumnya. Silau biasanya berhubungan dengan luminasi, yaitu suatu ukuran terangnya suatu benda baik pada sumber cahaya maupun pada suatu permukaan, nilai luminasi yang terlalu besar akan menyilaukan pandangan (mata). Angka yang menunjukkan tingkat kesilauan dari suatu sistem pencahayaan disebut indeks kesilauan, dimana semakin besar nilainya maka semakin tinggi nilai pengaruh penyilauannya. Berikut adalah gambar berupa tabel yang menunjukkan rekomendasi nilai indeks kesilauan maksimum untuk berbagai tugas visual atau jenis interior (SNI 03-6575-2001).

Jenis Tugas Visual atau Interior dan Pengendalian Silau yang Dibutuhkan	Indeks Kesilauan Maksimum	Contoh Tugas Visual dan Interior
Tugas visual kasar atau tugas yang tidak dilakukan secara terus menerus - Pengendalian silau diperlukan secara terbatas	28	Perbekalan bahan mentah, pabrik produksi beton, fabrikasi rangka baja, pekerjaan pengelasan.
	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), lobby, ruangan kantor
Tugas visual sangat teliti - Pengendalian silau tingkat tinggi sangat diperlukan	16	industri percetakan, ruang gambar, perkantoran, pemeriksaan dan pengujian (pekerjaan teliti)

Gambar 2.10 Tabel indeks kesilauan

Sumber: SNI 03-6575-2001

Indeks silau dapat dihitung dengan menghitung UGR (*unified glare rating*). *Unified glare rating* adalah metode menghitung silau dari lampu maupun sumber cahaya terang lainnya seperti cahaya alami yang masuk melalui jendela atau bukaan pencahayaan lainnya. Nilai indeks silau biasanya berkisar antara 5 hingga 40. UGR dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$UGR = 8 \log \left[\frac{0.25}{L_b} \sum \left(\frac{L^2 \omega}{p^2} \right) \right]$$

Gambar 2.11 Persamaan UGR

Sumber: <http://www.northgatelighting.co.uk/what-is-ugr/>

UGR juga dapat dihitung dengan simulasi DiaLux sehingga tidak perlu menggunakan persamaan seperti di atas, cukup dengan membuat model ruangan yang akan diteliti lengkap dengan orientasi, lokasi, dan informasi mengenai bukaan pencahayaan yang ada. Standar UGR pada DiaLux adalah ≤ 19 , angka tersebut menunjukkan tingkat silau rendah (*low glare*) sehingga apabila dari hasil simulasi didapatkan angka >19 maka objek yang diteliti memiliki tingkat silau yang cukup tinggi.

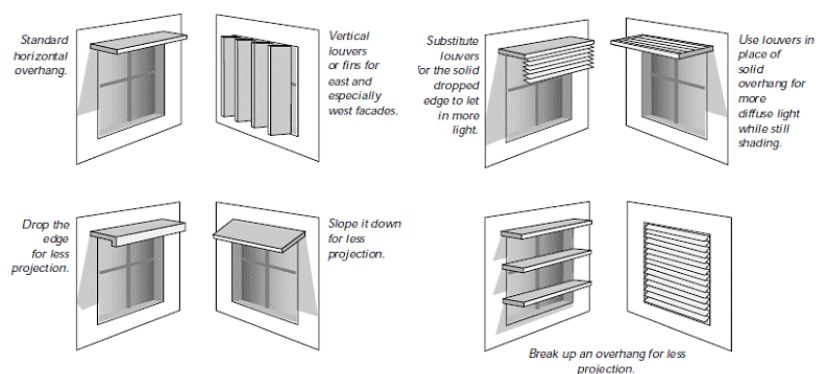
2.1.8 Kemerataan Cahaya (*Uniformity*)

Selain indeks silau, pencahayaan alami pada bangunan juga meliputi pemerataan distribusi cahaya yang masuk pada ruangan/objek studi. Kemerataan cahaya tersebut dapat dihitung dengan *uniformity* yang mengacu pada nilai *daylight factor* (DF) dengan ketentuan sebagai berikut (BREEAM dalam *Daylight Calculations in Practice*), apabila:

- Nilai DF_{min}/DF_{mean} = minimum 0,4 atau
- Nilai DF_{min}/DF_{max} = minimum 0,08

2.1.9 Pembayang (*Shading Device*)

Penerapan pembayang atau *shading device* merupakan salah satu cara perlindungan terhadap panas matahari masuk ke dalam suatu ruangan. Berdasarkan bentuknya, pembayang memiliki dua jenis yaitu pembayang vertikal dan pembayang horizontal.



Gambar 2.12 Jenis-jenis shading device

Sumber: <http://windows.lbl.gov/pub/designguide/default.htm>

2.2 Ruang Tunggu Terminal

2.2.1 Definisi Terminal

Terminal bus adalah sebuah prasarana transportasi jalan untuk keperluan menurunkan dan menaikkan penumpang, perpindahan intra dan/atau antar moda transportasi serta mengatur kedatangan dan pemberangkatan kendaraan umum (Wikipedia Bahasa Indonesia). Terminal memiliki peran penting sebagai tempat berinteraksi dan bersosialisasi antar individu.

2.2.2 Ruang Tunggu

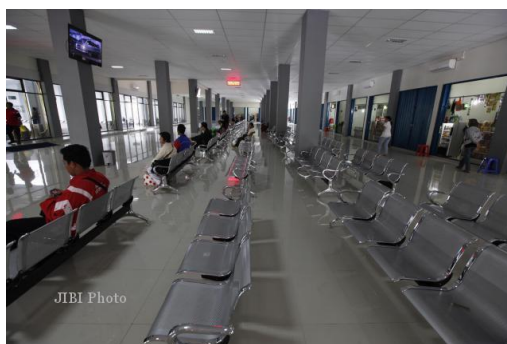
Definisi ruang tunggu menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah ruang tempat menunggu. Sedangkan aktivitas yang biasanya dilakukan pada ruang tunggu adalah duduk.

Sesuai dengan aktivitas yang dilakukan di dalamnya, ruang tunggu dapat disejajarkan dengan lobby yang memiliki fungsi ruang sejenis. Sehingga standar yang digunakan dapat menggunakan standar lobby. Dalam SNI 03-6197-2000, tingkat pencahayaan minimum lobby adalah 100 lux.

2.2.3 Ruang Tunggu Terminal

Ruang tunggu pada terminal adalah ruang dimana calon penumpang menunggu bus atau kendaraan umum yang akan mereka gunakan untuk bepergian. Ruang tersebut dibuat nyaman mungkin agar pengguna di dalamnya tidak merasa jenuh saat menunggu, sehingga semua aspek yang menunjang seperti aspek pencahayaan dan penghawaan harus baik.

Kriteria tentang pencahayaan pada ruang tunggu terminal bus belum diatur dalam suatu peraturan atau standar tertentu, sehingga penggunaan pencahayaan pada ruang tunggu terminal untuk saat ini dapat disesuaikan dengan standar kebutuhan ruang tunggu dan kegiatan di dalamnya. Untuk kebutuhan visual calon penumpang pada ruang tunggu, pencahayaan yang baik memudahkan untuk mengetahui datangnya bus yang akan mereka naiki, selain itu kebutuhan pencahayaan dalam ruang tunggu juga untuk kenyamanan visual kegiatan di dalamnya seperti memudahkan calon penumpang untuk mengawasi barang bawaannya sehingga dalam proses menunggu tidak terganggu oleh rasa tidak aman.



Gambar 2.13 Ruang tunggu terminal Tirtonadi

Sumber: <https://kompasiana.com/>

2.3 Arsitektur Hemat Energi

Arsitektur yang berlandaskan pada pemikiran “meminimalkan penggunaan energi tanpa membatasi atau merubah fungsi bangunan, kenyamanan maupun produktivitas penghuninya” dengan memanfaatkan sains dan teknologi mutakhir secara aktif. Mengoptimalkan sistem tata udara – tata cahaya, integrasi antara sistem tata udara buatan-alamiah, sistem tata cahaya buatan-alamiah serta sinergi antara metode pasif dan aktif dengan material dan instrumen hemat energi.

Pada bangunan di negara dengan kelimpahan sinar matahari, penggunaan pencahayaan alami bagi ruang-ruang dalam bangunan sangat memungkinkan, salah satunya adalah di Indonesia. Dengan teknik penempatan bidang bukaan cahaya alami yang tepat, maka cahaya alami dapat dimanfaatkan di dalam ruangan selama kurang lebih setengah hari (pada siang hari), sehingga bangunan menjadi lebih hemat energi. (Mediastika, 2013)

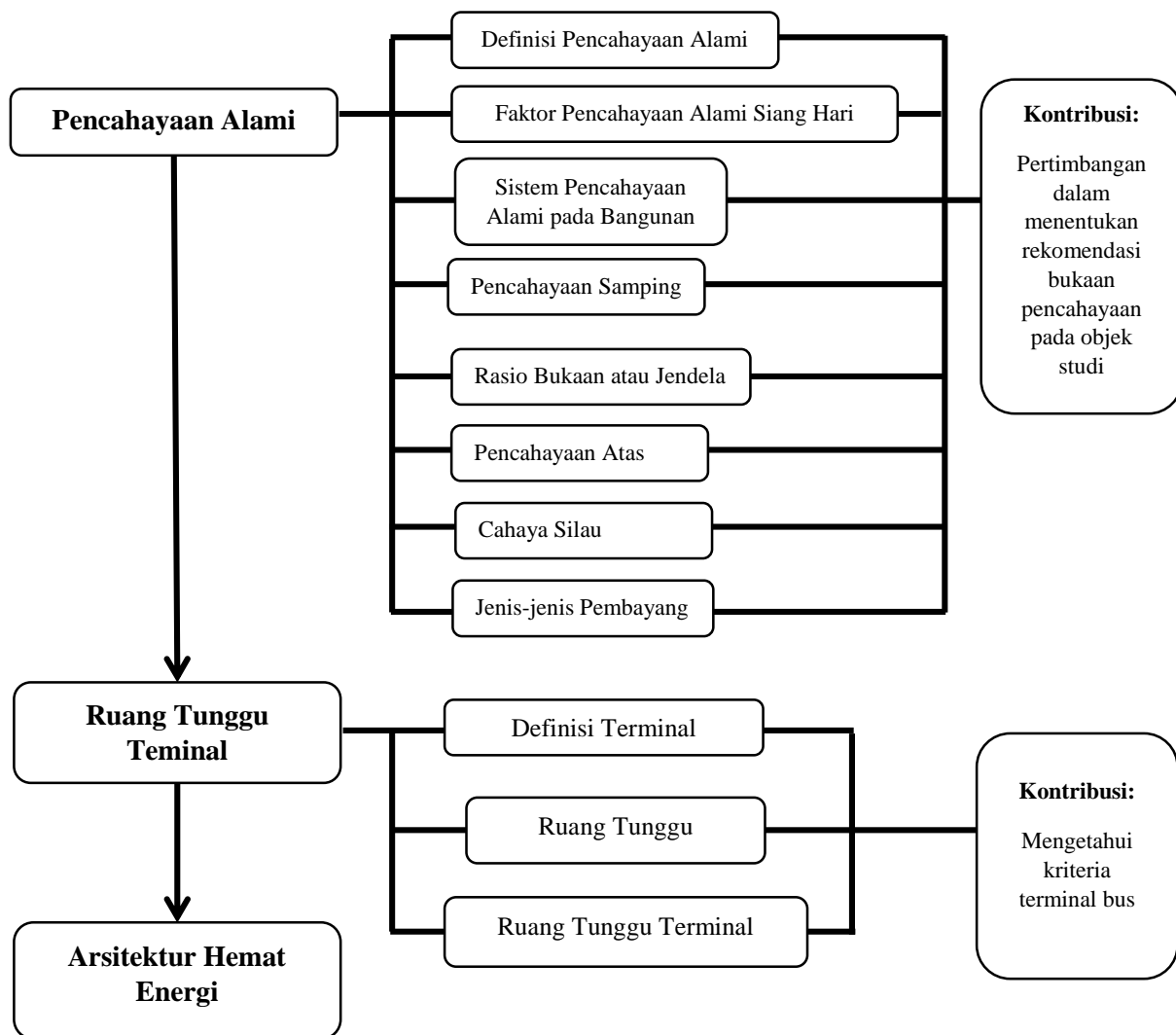
2.4 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Tinjauan penelitian terdahulu diambil dari beberapa jurnal yang memiliki topik sejenis yaitu tentang pencahayaan alami. Dari jurnal-jurnal tersebut diambil beberapa teori yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan kemudian dimasukkan ke dalam kajian pustaka.

Tabel 2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Peneliti	Tahun
1.	Dominasi Pencahayaan Alami sebagai Dasar Rancangan Galeri Kerajinan Kalimantan Timur di Samarinda	Ashita, N, Thojib, J, dan Asikin, D	2015
2.	Optimalisasi Pencahayaan Alami dalam Efisiensi Energi di Perpustakaan UGM	Milaningrum, T.H.	2015
3.	Pengaruh Orientasi dan Luas Bukaan Terhadap Intensitas Pencahayaan pada Ruang Laboratorium	Juddah, S, Rahim, R, dan Wikantari, R	2012
4.	Pengolahan <i>Side Lighting</i> sebagai Strategi Optimasi Pencahayaan Alami pada Ruang Pamer Museum Brawijaya Malang	Putri, R.A, Tojib, J, dan Mustikawati, T	2015

2.5 Kerangka Pustaka



Gambar 2.11 Kerangka Pustaka