BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bukaan Bangunan

2.1.1 Pengertian Bukaan Bangunan

Bukaan pada bangunan adalah cara untuk memasukkan pencahayaan alami ke dalam bangunan. Bukaan memiliki bermacam-macam jenis, ukuran, dan bentuk. Berdasarkan posisinya bukaan dibagi menjadi 2 yaitu *sidelighting* dan *toplighting* (Egan, 1983). *Sidelighting* adalah bukaan yang berada di samping bangunan yang digunakan untuk memasukkan pencahayaan alami. *Toplighting* adalah bukaan yang berada di bangunan bagian paling atas yang digunakan untuk memasukkan pencahayaan alami. *Toplighting* memiliki kelemahan yaitu tidak bisa digunakan untuk bangunan berlantai banyak dan tidak memenuhi kebutuhan view keluar sedangkan *sidelighting* dapat mendistribusikan cahaya lebih merata dan memberikan view keluar. Oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan alami pada bangunan berlantai banyak jenis bukaan *sidelighting* lebih memenuhi dibandingkan bukaan *toplighting*. *Sidelighting* yang dapat digunakan pada bangunan berlantai banyak terbagi menjadi 3 jenis yaitu ventilasi, jendela, dan *shading device*.

2.1.2 Ventilasi

Ventilasi adalah lubang dinding yang berbatasan dengan ruang luar. Ventilasi berfungsi untuk memenuhi kebutuhan sirkulasi udara dan memasukkan pencahayaan alami ke dalam ruang. Ventilasi pada bangunan terdiri atas 3 jenis yaitu ventilasi atas, ventilasi tengah, dan ventilasi bawah (Lechner, 2007).

a. Ventilasi atas

Ventilasi atas merupakan jenis bukaan yang letaknya berada di dinding sebelah atas (kurang lebih 20-40cm di atas plafon). Dengan menggunakan ventilasi atas cahaya matahari dapat masuk hingga ke sudut terdalam ruangan dan meghasilkan distribusi yang merata. Melalui ventilasi atas cahaya matahari yang masuk dapat direfleksikan ke plafon sehingga distribusi cahaya lebih merata.

b. Ventilasi tengah

Ventilasi tengah merupakan lubang dinding yang berada di tengah dinding. Lubang dinding ini selain berupa ventilasi dapat berupa pintu maupun jendela. Melalui

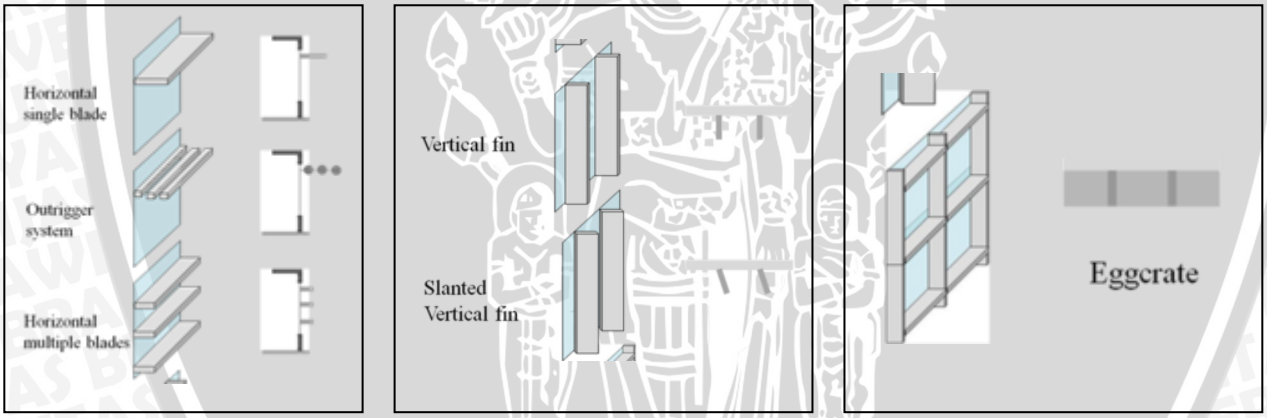
bukaan ini cahaya matahari dapat diproyeksikan lebih ke lantai sehingga membuat distribusi refleksi cahaya ke lantai lebih baik.

c. Ventilasi bawah

Ventilasi bawah merupakan salah satu bentuk ventilasi yang banyak digunakan pada bangunan hunian. Ventilasi bawah berbentuk sederatan bukaan sebesar sekitar 15x40 cm namun ukuran ini dapat menyesuaikan tergantung pada besaran ruangnya. Ketinggian ventilasi bawa terletak sekitar 20cm di atas lantai. Lubang bukaan bawah ini dapat mengurangi rasio kecerahan yang disebabkan oleh permukaan bercahaya yang berdekatan.

2.1.3 *Shading Device*

Shading device merupakan merupakan salah satu elemen yang tidak dapat terpisahkan pada bangunan, khususnya berkaitan dengan pencahayaan alami (Handayani, 2010). Pada daerah dengan iklim tropis seperti Indonesia, luas dan orientasi dari bukaan harus dirancang dengan baik. Jenis *shading device* sangat beragam dan terbagi menjadi 3 jenis utama yaitu *Horizontal*, *Vertical*, dan *Egg-crate*.

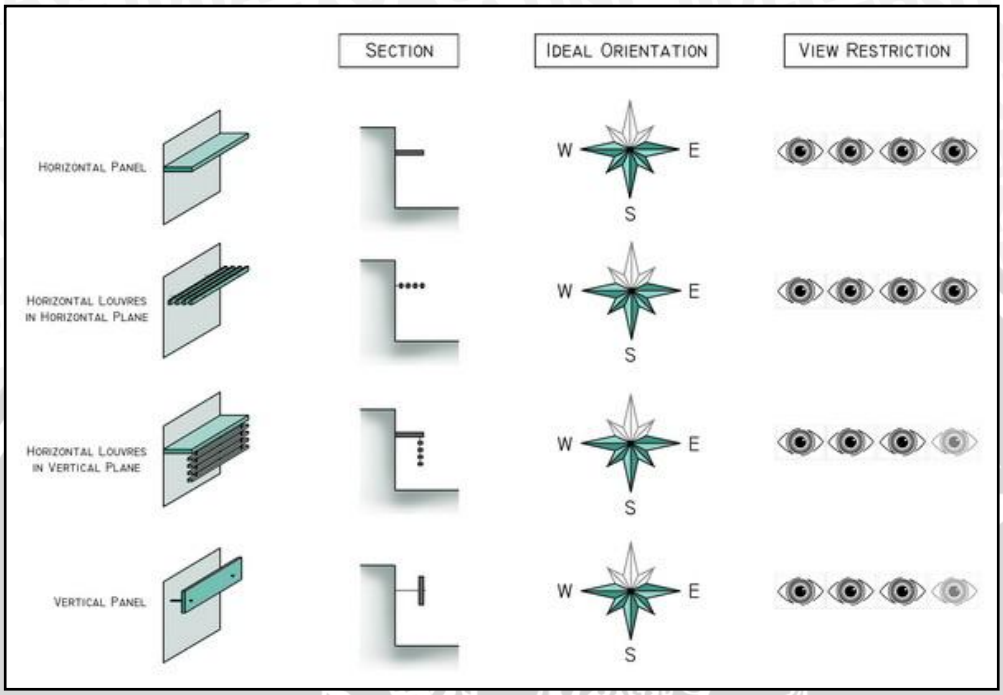


Gambar 2.1. Jenis *Shading Device* (Horizontal-Vertical-Eggcreate)
Sumber: www.tboake.com

Shading device horizontal memberikan pembayangan berdasarkan sudut ketinggian matahari. Bentuk ini paling efektif untuk bangunan yang memiliki orientasi utara dan selatan. *Shading device* horizontal membiarkan sudut sinar matahari rendah dan menghalangi sudut sinar matahari tinggi, tingkat efektivitasnya berbeda-beda tergantung pada perubahan ketinggian matahari (Olgyay, 1973).

Shading device vertikal memberikan pembayangan berdasarkan sudut datang matahari. Efektivitas bentuk ini bervariasi, tergantung pergerakan matahari terhadap cakrawala. *Shading device* vertikal mampu menghalangi sudut matahari rendah, akibatnya

bentuk ini sering digunakan pada bukaan dengan orientasi timur atau barat (Olgyay, 1957). *Shading device egg-crate* atau peti telur menggabungkan karakteristik perangkat vertikal dan horizontal untuk meningkatkan cakupan shading (Olgyay, 1957). Penggunaan bentuk *shading device* yang efektif dipengaruhi oleh orientasinya seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Jenis *Shading Device* Berdasarkan Orientasi yang Ideal
Sumber: www.tboake.com

Berdasarkan orientasi yang ideal terhadap arah mata angin, terdapat 4 *shading device* yang dapat digunakan untuk bangunan berlantai banyak. Jenis horizontal merupakan jenis yang ideal digunakan pada orientasi barat, timur, dan selatan. Jenis vertikal merupakan jenis yang ideal digunakan pada orientasi barat dan timur. Panel *shading device* horizontal dibandingkan dengan panel *shading device* kombinasi vertikal dan horizontal memiliki view yang lebih luas dan tidak terbatas sehingga distribusi cahaya matahari ke dalam ruang lebih merata.

2.1.4 Jendela

Jendela adalah bagian rumah tinggal atau bangunan yang berfungsi sebagai penghantar cahaya dan udara masuk ke dalam bangunan (Amin, 2010). Fungsi jendela adalah untuk sirkulasi cahaya dan udara dari dalam dan luar bangunan. Klasifikasi atau pemisahan jenis jendela dapat dilihat dari berbagai macam kriteria. Klasifikasi jenis jendela menurut jumlah daun jendela, bentuk, dan fungsinya seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Klasifikasi Jenis Jendela

No	Jenis	Keterangan	Gambar
1	*Casement Windows*	Jendela jenis ini merupakan bukaan dengan letak engsel berada di sisi samping. Jendela ini dapat membuka penuh sehingga memberikan aliran ventilasi udara yang baik.	
2	*Sliding Windows*	Jendela jenis ini terdiri dari dua buah jendela, yaitu jendela mati dan jendela yang bisa digeser secara horizontal. Umumnya, ketahan jendela ini lebih awet dibandingkan dengan jendela yang menggunakan engsel.	
3	*Awning Windows*	Jendela jenis ini merupakan bukaan dengan posisi engsel diatas yang bisa membuka keluar. Melalui sudut bukaan yang bisa diatur menyesuaikan kebutuhan, ventilasi pada ruangan dapat bekerja secara optimal.	
4	*Pivot Windows*	Jendela jenis ini merupakaan bukaan dengan posisi engsel di tengah. Jendela ini dapat membuka serta menutup dengan cara diputar sehingga ventilasi udara terasa lebih optimal.	
5	*Fixed Windows*	Jendela ini disebut juga dengan jendela mati karena tidak memiliki engsel jendela. Jendela ini tidak dapat membuka dan menutup hanya meneruskan cahaya matahari ke dalam ruang.	

Sumber: Amin, 2010

Pemilihan jendela yang tepat untuk sebuah bangunan perlu melalui persyaratan tertentu sehingga dapat berfungsi dengan efektif dan efisien. Beberapa hal yang harus dipenuhi dalam pembuatan jendela pada bangunan adalah sebagai berikut (Amin, 2010).

1. Ukuran dan dimensi menunjang fungsi dan kebutuhan ruang.
2. Kuat dan kokoh untuk dipergunakan.
3. Penggunaan material yang selaras dengan ruang.
4. Sesuai dengan tampilan atau gaya bangunan.
5. Indah dipandang.
6. Aman dan nyaman dipergunakan sesuai fungsi pada setiap ruang yang akan dinaungi.

2.1.5 Strategi Penerapan Bukaan pada Bangunan

Iluminasi terbesar bangunan tedapat pada jendela sehingga diperlukan strategi untuk mengatasi silau dan ratio intensitas terang sebagai berikut (Lechner, 2007).

1. Jendela pada bangunan harus tinggi, tersebar merata, dan berada pada area optimal.
2. Peletakkan jendela pada dua sisi dinding menggunakan pencahayaan bilateral optimal untuk penyebaran cahaya yang jauh lebih baik dan mengurangi silau.
3. Peletakan jendela yang berdekatan dengan dinding interior dapat berfungsi sebagai pemantul terang cahaya dan mengurangi cahaya langsung yang terlalu kuat.
4. Untuk mengurangi kekontrasan antara jendela dan dinding, perbesar ratio area dinding.
5. Sinar matahari dapat disaring dan diperlembut melalui pemanfaatan vegetasi pada bangunan.
6. Perlu digunakan pelindung cahaya matahari atau *shading device* dengan warna cat terang untuk menghalangi sinar matahari langsung namun masih memantulkan penyebaran cahaya yang merata ke dalam bangunan.

2.2. Kenyamanan Visual

Kenyamanan suatu bangunan dapat dikategorikan menjadi 3 yaitu kenyamanan termal, visual dan akustik. Kenyamanan tidak hanya bergantung pada temperatur dalam ruang, radiasi matahari yang masuk, kualitas udara, dan penghawaan, namun juga ditentukan oleh kualitas pencahayaan secara visual.

2.2.1. Pengertian Kenyamanan Visual

Kenyamanan visual berkaitan dengan ketentuan standar pencahyaan dan standar silau yang diijinkan. Pencahayaan berhubungan dengan penglihatan manusia yang tentu juga mempengaruhi kondisi psikis manusia. Efek pencahayaan bisa memberikan dramtisasi suasana, misalnya menenangkan, menyejukkan, suram, dan sebagainya. Faktor yang mempengaruhi kegiatan visual misalnya pencahayaan berpengaruh dalam kegiatan pencahayaan dalam kegiatan belajar-mengajar dalam ruang kelas (Lechner, 2007).

2.2.2. Faktor - Faktor Pembentuk Kenyamanan Visual

Kenyamanan visual dipengaruhi oleh 5 faktor (Darmasetiawan, 1991) yaitu:

1. Kuantitas cahaya atau tingkat kuat terang cahaya *(lighting level)*
2. Distribusi kepadatan atau luminasi cahaya *(luminance distribution)*
3. Batasan silau cahaya *(limitation of glare)*

4. Bentuk bayangan dan penyebaran cahaya
5. Kondisi iklim pada ruang
6. Refleksi warna cahaya pada ruang

2.2.3. Faktor – faktor yang Dihindari Dalam Kenyamanan Visual

Beberapa faktor yang perlu dihindari untuk mendapatkan kenyamanan penglihatan pada bidang kerja dalam standar IESNA tahun 2000 :

1. Silau (*Glare)*

   Silau terjadi apabila kecerahan suatu bagian dari interior melebihi kecerahan dari interior yang ada pada umumnya. Terdapat dua jenis silau yaitu *disability glare* serta *discomfort glare*. *Disability Glare* adalah jenis silau yang dapat menyebabkan mata tidak dapat melihat apapun akibat pancaran sinar yang terlalu besar ke arah mata. *Discomfort Glare* adalah jenis silau yang terjadi akibat pantulan dari sinar pada bidang kerja atau unsur lain disekitarnya yang mengarah langsung menuju mata. Nilai indeks kesilauan maksimum yang diijinkan ditentukan seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Nilai Indeks Kesilauan Maksimum Untuk Berbagai Tugas Visual

Jenis Tugas Visual dan Pengendalian Silau yang Diperlukan	Indeks Kesilauan Maksimum	Contoh Tugas Visual pada Interior
Tugas visual kasar atau yang tidak dilakukan terus menerus.Pengendalian silau yang diperlukan terbatas.	28	Perbekalan bahan mentah, fabrikasi rangka baja, pabrikproduksi beton, pekerjaan pengelasan.
	25	Gudang, Bangunan turbin dan boiler, *plant rooms, cold stores,* , toko mesin dan peralatan.
Tugas visual normal.	22	Koridor, penyiapan dan pemasakan makanan, ruang tangga, kantin, kafetaria,ruang makan, ruang perakitan, pemeriksaan dan pengujian (pekerjaan kasar), pekerjaan logam lembaran
Pengendalian silau yang diperlukan sangat penting.	19	Ruang kelas, perpustakaan (umum), pemeriksaan dan pengujian (pekerjaan sedang), ruang keberangkatan, ruang tunggu bandara, lobby, ruangan kantor
Tugas visual sangat teliti. Pengendalian silauyang diperlukan tingkat tinggi.	16	Industri percetakan, perkantoran, pemeriksaan dan pengujian (pekerjaan teliti), ruang gambar

Sumber: SNI 03-6197-2000

2. Bayangan *(Shadow)*

   Pembayangan terjadi karena pancaran sinar cahaya ke bidang kerja tertutupi oleh suatu obyek. Hal ini terjadi karena paparan sinar matahari yang terlalu kuat sementara tidak adanya sumber cahaya dari sisi lain yang mengurangi efek dari pembayangan tersebut.

Cara yang termudah adalah meletakkan sumber cahaya dari arah yang tidak tertutupi oleh obyek baik dari obyek tetap atau bergerak.

3. Cahaya kejut *(Flicker)*

   Cahaya kejut adalah ketidakstabilan pancaran cahaya yang dihasilkan oleh sumber cahaya sehingga menyebabkan perubahan intensitas tingkat pencahayaan dengan cepat. Hal ini mengakibatkan mata harus beradaptasi terhadap cahaya dengan cepat sehingga terjadi ketidaknyamanan visual. Beberapa sumber cahaya mempunyai kekurangan ini dan juga dapat disebabkan suplai tegangan listrik yang kurang stabil. *Flicker* dapat diminimalisasi dengan memilih sumber cahaya yang mempunyai resiko kecil terjadi *flicker*.

2.2.3. Standar Kenyamanan Visual

Standar kenyamanan visual pada ruang ditaur pada SNI 03-6197-2000 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan. Tingkat kenyamanan visual disesuaikan terhadap kebutuhan dan aktivitas bangunannya seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Tingkat Pencahayaan Rata-rata yang Direkomendasikan Lembaga Pendidikan

No	Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (Lux)	Kelompok Renderasi Warna	Temperatur warna		
				Warm white (<3300 K)	Cool white (3300 K-5300 K)	Daylight (>5300 K)
1	Ruang kelas	250	1 atau 2		•	•
2	Perpustakaan	300	1 atau 2		•	•
3	Laboratorium	500	1		•	•
4	Ruang gambar	750	1		•	•
5	Kantin	200	1	•	•	

Sumber: SNI 03-6197-2000

2.2.4. Kenyamanan Visual Pada Bidang Kerja

Berkaitan dengan kualitas kenyamanan visual melalui pencahayaan pada bidang kerja terdapat aspek-aspek yang harus diperhatikan pada sebuah ruang (Satwiko, 2004), yaitu:

1. Kontras Terang (*Brightness Contrast*)

   Kontras terang adalah perbandingan antara tingkat iluminasi yang dihasilkan pada bidang kerja dengan daerah di sekitar bidang kerja. Dengan pengendalian kontras yang tepat dapat mengurangi pengaruh dari silau dan kelelahan pada mata. Kontras terang yang baik dapat menghasilkan *color ambience* (suasana warna) yang berkualitas. Secara umum tingkat kontras area kurang lebih sepertiga dari pencahayaan bidang kerja.

2. Reflektansi Ruang (*Room Reflectance*)

Reflektansi ruang adalah pengaruh material pembatas ruang sebagai elemen pemantul cahaya yang berfungsi mengarahkan cahaya menuju bidang kerja atau bagian ruang lainnya yang dapat mempengaruhi kondisi pencahayaan pada ruang. Pengaruh dari reflektansi ruang ini sangat besar terutama pada ruang-ruang yang terbatas. Reflektansi ruang ini juga dipengaruhi oleh penggunaan warna dan material pembatas seperti pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Reflektansi Material Pembatas

Material	Reflektansi (%)
Logam	55-58
Bata	35-40
Kaca	5-10
Cat	70-90
Kayu	35-50

Sumber: Satwiko (2004)

3. Kombinasi Pencahayaan (*Combined Ilumination*)

Beberapa luminer yang disusun demikian rupa akan bekerjasama menghasilkan pencahayaan yang membentuk *combined ilumination*. *Combined ilumination* ini juga akan sangat menguntungkan (efisiensi) dan membantu mengatasi masalah silau. Rumus yang berkaitan pencahayaan bidang kerja, berdasarkan kepada sudut yang jatuh pada titik kerja dari beberapa luminer seperti pada Gambar 2.3.

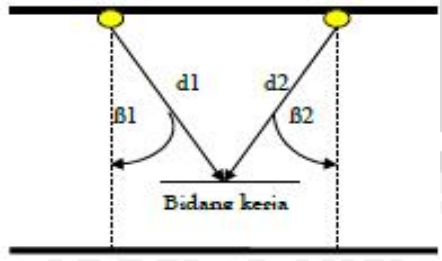
ET = I1/d1 2Cosß + …+ In/dn 2Cosß lux (2.1)

ET = Iluminasi total, lux (lumen/m2)

I1…In = Intensitas Sumber Cahaya ke suatu titik

d1…dn = Jarak dari Sumber Cahaya ke suatu titik

ß1…ß2 = Sudut datang cahaya



Gambar 2.3. Keterangan Rumus Iluminasi Total
Sumber: Satwiko (2004)

2.3. Pencahayaan Alami

Pencahayaan alami berkaitan erat dengan proses merancang sebuah bangunan. Pemanfaatan pencahayaan alami sebagai pencahayaan utama bangunan pada siang hari dapat mengurangi konsumsi energi listrik pada bangunan.

2.3.1. Pengertian Pencahayaan Alami

Pencahayaan alami adalah cahaya yang bersumber dari sinar matahari. Pencahayaan alami dibutuhkan karena perlunya manusia akan kualitas cahaya alami. Fungsi dari pencahayaan alami yaitu meminimalisir atau mengurangi penggunaan energi listrik. Oleh karena itu desain yang memanfaatan pencahayaan alami sebagai pencahayaaan utama harus dikembangkan (Lechner, 2007). Cahaya yang bersumber dari matahari berhubungan erat dengan proses dalam mendesain bangunan, misalnya: orientasi bangunan untuk mendapatkan cahaya alami yang optimal; bentuk massa bangunan, menempatkan letak bukaan seperti pintu dan jendela yang berada di sisi utara atau selatan agar tidak terkena paparan sinar matahari langsung; melindungi fasad bangunan dari radiasi sinar matahari yang berlebih; menambahkan pelindung sinar matahari yang tepat serta dapat diatur, seperti tirai sebagai kontrol cahaya yang masuk ke dalam ruang (Karlen,2007).

2.3.2. Pencahayaan Alami Pada Ruang Perkuliahan

Ruang perkuliahan adalah ruang yang memiliki fungsi sebagai tempat berlangsungnya kegiatan belajar mengajar. Ruang perkuliahan terdiri dari meja dan kursi untuk siswa dan guru atau dosen, papan tulis, dan furnitur tambahan lainnya yang disesuaikan kebutuhan. Pencahayaan pada ruang kelas merupakan masalah utama dari desain pencahayaan gedung sekolah atau gedung kuliah. Ruang kelas memiliki kebutuhan tingkat pencahayaan yang berbeda-beda. Banyaknya penggunaan elektronik juga menjadi tantangan dalam mendesain pencahayaan alami yang berkualitas serta hemat dari segi energi maupun biaya. Pemanfaatan pencahayaan alami yang tepat sesuai dengan standar ruang kelas dapat mendukung kegiatan belajar mengajar menjadi lebih baik (Karlen, 2007).

2.3.3. Elemen Pencahayaan Alami

Elemen yang mendukung efektivitas penerapan pencahayaan alami pada bangunan terdiri dari orientasi, pencahayaan melalui atap, bentuk, perencananaan ruang, dan warna (Lechner, 2007).

1. Orientasi

   Orientasi bangunan yang paling baik yaitu orientasi utara dan selatan. Orientasi ke arah selatan mendapat sinar matahari yang paling konsisten sepanjang hari dan tahun. Orientasi yang paling baik kedua adalah pada utara karena cahaya yang konstan. Walaupun penyinaran dalam jumlah sedikit kualitas cahayanya tetap baik. Orientasi yang buruk pada arah timur dan barat karena kedua orientasi menerima sinar matahari hanya setengah setiap harinya dan matahari pada bagian timur dan barat berada pada posisi rendah dilangit dapat menyebabkan silau dan pembayangan.

2. Pencahayaan melalui atap

   Bukaan pada bidang horizontal memberikan keuntungan yaitu memasukan iluminasi yang tidak seragam secara adil pada area interior yang sangat luas, sementara cahaya alami dari jendela terbatas pada kedalaman 15 kaki dan lebih banyak menerima cahaya daripada bukaan vertikal. Untuk mengatur intensitas cahaya yang lebih besar pada waktu-waktu tertentu bukaan vertikal pada atap dalam bentuk jendela *clerestory*, monitor, atau pengaturan seperti gigi gergaji. Keuntungan dari tipe pencahayaan atas adalah penyebaran cahaya alami yang dihasilkan karena banyak cahaya yang masuk dipantulkan ke plafon.

3. Bentuk

   Bentuk massa bangunan tidak ditentukan oleh bukaan secara horizontal maupun vertikal saja, namun juga oleh banyaknya lantai pada bangunan yang memiliki akses terhadap pencahayaan alami. Orientasi dan bentuk bangunan penting untuk mendapatkan skema pencahayaan alami. Cara alami untuk penerapan pencahayaan alami dengan 1 ½ kali tinggi jendela biasa dan 2 kali tinggi jendela dengan *light shelvers*.

2.3.4. Strategi Pencahayaan Alami

Untuk menerapkan pencahayaan alami pada bangunan, maka dibutuhkan strategi pencahayaan alami yang terdiri dari 7 jenis (Ander, 2003), antara lain:

1. Meningkatkan keliling zona pencahayaan alami:

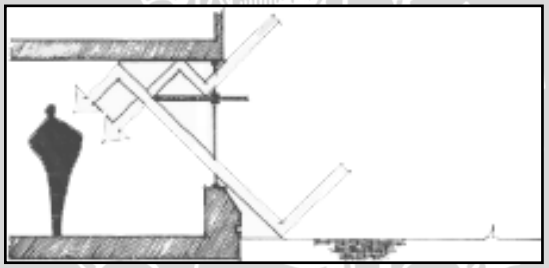
   Meningkatkan panjang keliling bangunan dapat meningkatkan kinerja bangunan melalui peningkatan total luas pencahayaan alami.

2. Penetrasi pencahayaan alami pada sisi atas ruang:

   Melalui peletakan lubang tinggi pada dinding, akan dihasilkan penetrasi cahaya yang lebih dalam. Hal ini memungkinkan adanya tingkat kecerahan pada bidang kerja yang

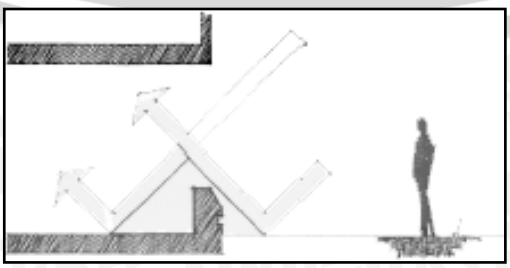
berlebih dengan pemantulan dan penyebaran cahaya pada tingkat pekerjaan yang belum mencapai bidang kerja (*task level*).

3. Penggunaan bukaan efektif sebagai perkiraan awal area kaca yang optimal:
   Bukaan efektif yaitu rasio antara jendela ke dinding serta transmitansi kaca sekitar 0,18 maka saturasi pencahayaan alami akan tercapai. Cahaya pada area kaca akan menjadi kontraproduktif sehingga beban pendinginan akan meningkat lebih banyak dibandingkan beban pencahayaan yang akan berkurang.
4. Pemantulan cahaya alami ke dalam ruang untuk meningkatkan terang ruang:
   Sumber cahaya alami utama adalah matahari, namun permukaan dari benda dalam ruang akan memantulkan dan menyebarkan cahaya alami ke dalam ruang. Peningkatan kenyamanan melihat dapat dicapai melalui peningkatan tingkat kecerahan ruang melalui penyebaran pola kecerahan. Sebuah rak cahaya, apabila didesain dengan baik, memiliki potensi meningkatkan intensitas kecerahan ruang dan jendela seperti pada Gambar 2.4.



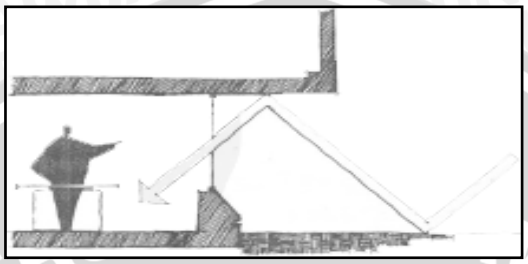
Gambar 2.4. Contoh Perancangan Rak Cahaya Tipikal
Sumber: Ander (2003)

5. Penghindaran sorot langsung dari cahaya alami pada area dengan tugas visual kritis:
   Ketidaknyamanan visual akan terjadi jika perbedaan tingkat kecerahan yang berlebihan terjadi pada daerah dengan tugas visual yang tinggi. Hal ini diyakini bahwa rancangan pencahayaan alami yang baik hanya memerlukan tambahan bukaan kaca besar pada bangunan. Kontrol bukaan juga harus dipertimbangkan apabila sorot cahaya matahari langsung tidak diinginkan seperti pada Gambar 2.5.



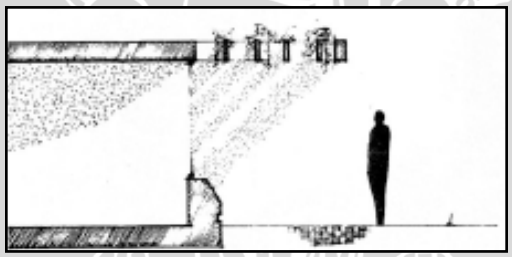
Gambar 2.5. Contoh Bukaan yang Tidak Terkontrol
Sumber: Ander (2003)

6. Penggunaan cahaya langsung secara tepat pada area dengan kebutuhan visual tertentu:
   Pola cahaya dan pembayangan matahari dapat menambahkan kesan menarik dan dinamis pada ruang. Kesan waktu dan orientasi juga sering berdampak pada perasaan penghuni. Namun, apabila terintegrasi buruk, penghuni akan mungkin memiliki kesulitan dalam melihat, di samping itu, juga dapat menghasilkan tingkat panas yang tidak diinginkan seperti pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Contoh Overhang untuk Mengkontrol Cahaya Langsung
Sumber: Ander (2003)

7. Penyaringan pencahayaan alami:
   Masalah yang potensial adalah ketika adanya cahaya langsung yang menyebabkan kenyamanan visual memburuk, penyaringan cahaya dapat dilakukan melalui pemanfaatan vegetasi dan tirai atau kisi-kisi. Hal ini akan membantu mendistribusikan cahaya lebih optimal. Contoh vegetasi dan penyaring cahaya seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Contoh Vegetasi dan Kisi-Kisi Penyaring Cahaya Alami
Sumber: Ander (2003)

2.4. Ruang Perkuliahan

Ruang perkuliahan mengakomodasi kegiatan belajar dan mengajar pada jenjang perguruan tinggi. Ruang perkuliahan memiliki aktivitas visual yang tinggi dengan aktivitas utama yaitu membaca, menulis, menggambar, dan melihat bidang kerja.

2.4.1. Pengertian Ruang Perkuliahan

Ruang perkuliahan terdiri dari 2 suku kata yaitu ruang dan perkuliahan. Pengertian ruang yang tercantum pada Kamus Besar Bahasa Indonesia memiliki arti rongga yang

terbatas atau terlingkung oleh sebuah bidang. Pengertian perkuliahan dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia yaitu pelajaran atau ceramah yang diberikan. Istilah perkuliahan sendiri sering dipahami sebagai salah satu kegiatan belajar dan mengajar pada jenjang pendidikan tinggi. Pendidikan tinggi merupakan satuan pendidikan penyelenggara yang terdiri dari sebuah kompleks atau daerah tertutup. Berdasarkan pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa ruang perkuliahan adalah ruang yang berfungsi sebagai tempat aktivitas belajar-mengajar di jenjang pendidikan tinggi.

2.4.2. Sarana dan Prasarana pada Ruang Perkuliahan

Ruang perkuliahan memiliki sarana dan prasarana akademik yang dikelompokkan menjadi 2 jenis yaitu akademik umum dan akademik khusus. Akademik umum merupakan ruang kuliah, perpustakaan, sarana teknologi informasi dan komunikasi, ruang dosen, dan ruang bersama. Akademik khusus meliputi laboratotium, studio, bengkel, dan tempat praktik. (Standar Nasional Rancangan Sarana dan Prasarana Pada Pendidikan Tinggi, 2011).

2.4.3. Faktor-faktor Lingkungan Fisik Ruang Perkuliahan

Faktor-faktor lingkungan kerja fisik pada ruang pekuliahan diantaranya adalah sebagai berikut (Nuraida, 2007):

1. Cahaya

   Cahaya atau penerangan adalah faktor yang penting untuk meningkatkan produktivitas pengguna bangunan. Cahaya dapat mempengaruhi kinerja aktivitas di dalam ruang khusunya aktivitas yang memiliki visual tinggi seperti membaca, menulis dan melihat. Kebutuhan tingkat pencahayaan pada setiap ruang di dalam bangunan berbeda-beda tergantung pada aktivitas yang ada di dalamnya seperti pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Standar Tingkat Pencahayaan Gedung Perkuliahan

Fungsi Ruang	Tingkat Pencahayaan (lux)
Ruang kelas	350
Perpustakaan	300
Laboratorium	500
Ruang komputer	500
Ruang dosen	300
Ruang gambar	750

Sumber: SNI 03-6197-2011

Standar pencahayaan bertujuan agar diperoleh sistem pencahayaan yang sesuai dengan syarat-syarat bangunan yaitu syarat kesehatan, kemanan, dan sesuai dengan

ketentuang yang tercantum pada SNI 03-2396-2001 yang mengatur Standar Sarana Dan Prasarana Bangunan Pendidikan. Kebutuhan tingkat pencahayaan juga dibedakan berdasarkan aktivitas pada ruang-ruang khusus seperti pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6. Kebutuhan Tingkat Pencahayaan Ruang Pada Kegiatan Khusus

Jenis Kegiatan	Tingkat Pencahayaan (lux)	Keterangan
Pekerjaan kasar dan tidak terus-menerus	100	Ruang penyimpanan dan ruang peralatan yang memerlukan pekerjaan yang continue
Pekerjaan kasar dan terus-menerus	200	Pekerjaan dengan mesin dan perakitan kasar
Pekerjaan rutin	300	Ruang administrasi, ruang kontrol, pekerjaan mesin dan perakitan
Pekerjaan agak halus	500	Pembuatan gambar atau bekerja dengan mesin kanotr, pekerjaan pemeriksaan atau pekerjaan dengan mesin
Pekerjaan halus	1000	Pemilihan warna, pemrosesan tekstil, pekerjaan mesin halus
Pekerjaan sangat halus	1500	Mengukir dengan tangan, pemeriksaan pekerjaan mesin, perakitan yang sangat halus
Pekerjaan terperinci	3000	Pemeriksaan pekerjaan, pekerjaan sangat halus

Sumber: SNI 03-6197-2000

2. Warna

Warna adalah salah satu elemen dalam lingkungan bangunan yang memiliki dampak secara psikologis. Warna merupakan faktor penting untuk meningkatkan kinerja aktivitas di dalam ruang. Bangunan dapat memilih menggunakan warna yang cocok disesuaikan berdasarkan tema serta kesan ruang yang ingin dicapai. Pada gedung perkuliahan warna yang baik adalah warna dengan intensitas rendah yang akan menimbulkan kesan psikologis menenangkan serta dapat efisien dalam penerangan.

3. Udara

Tata udara meliputi suhu, temperatur, kelembaban, sirkulasi atau ventilasi, dan kebersihan lingkungan. Pada bangunan gedung perkuliahan lebih dominan menggunakan tata udara buatan berupa AC dengan pertimbangan khusus. AC atau *air conditioner* mengatur keadaan udara dengan mengawasi suhu, peredaran, kelembaban, dan kebersihan.

4. Suara

Faktor suara dapat mempengaruhi kinerja aktivitas di dalam ruang. Hal ini terjadi karena intensitas tinggi rendah suara yang kurang tepat dapat mengganggu efektivitas

kerja di dalam ruang. Pada bangunan perkuliahan tata suara harus dihindari adanya gaung dan kebisingan.

Bangunan yang memenuhi persyaratan kenyamanan yaitu bangunan yang dapat meredam kebisingan yang dapat mengganggu aktivitas pembelajaran, masing-masing ruang memiliki penghawaan yang baik, dilengkapi jendela menggunakan atau tidak menggunakan lampu penerangan dalam ruangan tersebut sehingga dapat memberikan tingkat pencahayaan yang memadai untuk melakukan kegiatan belajar-mengajar (Badan Standar Nasional Pendidikan, 2011).

2.5. Tinjauan Terdahulu

Tinjauan terdahlu berupa jurnal penelitian dengan topik yang serupa digunakan sebagai salah satu referensi penelitian. Jurnal yang ditinjau yaitu jurnal yang memiliki variabel yang serupa dan menggunakan objek yang sejenis.

2.5.1. Studi Tinjauan Terdahulu

1. Optimasi Sistem Pencahayaan Ruang Kuliah Terkait Usaha Konservasi Energi (Dewi, 2011).

   Ruang kuliah harus memperhatikan sistem pencahayaan serta pengoptimalan energi. Penggunaan sistem pencahayaan yang kurang efektif dan efisien akan menurunkan kenyamanan, produktifitas, serta mengakibatkan pemborosan energi. Metode pengamatan menggunakan simulasi eksperimental dengan program *software* DIALux v.4.9. Tahapan yang dilakukan penulis dalam melakukan penelitian ini yaitu dengan membagi zona-zona pada ruang yang ingin distudi. Penelitian tahap pertama dilakukan dengan mengukur iluminasi setiap zona-zona tersebut. Setelah ditemukan hasinya, dilakukan simulasi melalui program DIALux 4.9. Pada proses simulasi, jenis material dan warna yang digunakan pada pemodelan dibuat semirip mungkin menyerupai kondisi di lapangan. Setelah hasil verifikasi selesai dibuat pola penyebaran cahaya dan hasil perhitungan luminasi rata-rata pada proses verifikasi disandingkan dengan SNI bangunan gedung di Indonesia.

   Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini yaitu sistem pencahayaan pada ruang objek studi masih belum sesuai dengan konservasi energi sistem pencahayan bangunan di Indonesia. Hasil penelitian menunjukkan pola penyebaran cahaya yang kurang merata dan belum sesuai intensitasnya dengan standar yang ada. Rekomendasi yang diajukan penulis yaitu untuk mendapatkan

hasil sistem pencahayaan yang tepat melalui perubahan pada plafon ruang kuliah yang sebelumnya menggunakan balok ekspos diganti dengan jenis plafon warna putih, kaca jendela pada ruang dengaan sinar matahari berlebih ditutup dengan kaca film yang dapat mereduksi sinar matahari mencapai 50%. Titik lampu diletakkan tidak sejajar dengan arah pandang pengguna didalam ruang, dengan menggunakan lampu bereflektansi tinggi yang membantu menyebarkan cahaya.

2. Kajian Optimasi Pencahayaan Alami Pada Ruang Perkuliahan Studi Kasus Ruang Kuliah FT UNDIP (Sukawi, 2013).

Pencahayaan merupakan faktor penting dalam merancang sebuah ruang. Pencahayaan pada sebuah ruang memungkinkan penghuninya dapat melihat benda-benda didalamnya. Apabila tidak dapat melihat benda secara jelas maka aktivitas penghuni di dalam ruang juga akan terganggu. Sebaliknya, penggunaan cahaya yang terlalu terang dapat mengganggu penglihatan. Oleh karena itu, intensitas cahaya perlu diatur agar dapat menghasilkan kesesuaian antara kebutuhan visual di dalam ruang berdasarkan jenis aktivitasnya.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian kuantitatif dimana peneliti mengukur tingkat kenyamanan visual pada ruang kuliah dan hasilnya disesuaikan dengan standar kenyamanan visual dalam proses belajar mengajar. Tahap-tahapan yang dilakukan dalam proses penelitian ini yaitu melakukan pengukuran pada ruang-ruang yang sudah dibedakan zonasinya. Untuk menentukan titik pengukuran di daerah ukur dilakukan dengan membagi daerah pengukuran menjadi beberapa titik sesuai dengan lebar masing-masing daerah pengukuran.

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian ini yaitu prioritas utama dalam desain adalah efisiensi energi, hal ini karena kesalahan pada desain yang mengakibatkan pemborosan energi akan berdampak pada biaya opersional bangunan selama beroperasi. Berdasarkan hasil pengukuran terlihat bahwa intensitas cahaya yang baik disebabkan oleh letak kedalaman ruang yang tinggi. Salah satu penyebab intensitas cahaya rendah yaitu adanya vegetasi yang menghaalngi cahaya serta jarak antar bangunan yang cukup dekat.

3. Pengaruh Fasade Bangunan Terhadap Pencahayaan Alami Pada Laboratorium (Sushanti, 2014).

Penelitian bertujuan untuk menghasilkan rekomendasi desain fasade bangunan melalui pencahayaan alami pada laboratorium dengan menggunakan metode kuantitatif dan analisis untuk mengolah data sesuai kondisi eksiting. Metode penelitian menetapkan 2 data yaitu data primer dan sekunder. Data primer yang digunakan berupa observasi atau survey awal, pengukuran melalui simulasi laboratorium cahaya, perhitungan intensitas cahaya berdasarkan SNI 03-2396-2001 dan pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan simulasi software.

Langkah-langkah yang dilakukan peneliti dimulai dengan menentukan posisi site terhadap lintang dan azimut. Setelah itu peneliti melakukan studi kondisi umum mengenai objek kajian yang meliputi kondisi eksisting, evaluasi kondisi eksisting sesuai standar pencahayaan, dan analisis pencahayaan pada ruang-ruang yang dituju. Setelah hasil analisis diketahui, penulis menyimpulkan kondisi bangunan dan merancang rekomendasi desain yang disesuaikan dengan studi hasil studi literatur sebelumnya.

Kesimpulan pada penelitian ini berupa rekomendasi desain fasade bangunan yaitu dengan mengganti letak lubang cahaya lebih tinggi sehingga cahaya dapat tersebar secara merata dan tidak terjadi silau pada area-area sekitar jendela. Penambahan jendela pada area atap berupa clerestory atau skylight pyramid juga dapat membantu memasukkan cahaya ke melalui koridor. Penggunaan jendela pada 2 sisi juga dapat menyebarkan cahaya jauh lebih baik. Penggunaan penghalang cahaya dapat membiaskan cahaya ke arah plafon sehingga cahaya matahari masuk lebih dalam dan meningkatkan kualitas pencahayan interior.

2.5.2. Kesimpulan Tinjauan

Tinjauan pustaka pada penelitian terdiri dari 2 tinjauan, yaitu tinjauan melalui studi literatur dan tinjauan melalui studi komparasi penelitian terdahulu. Tinjauan melalui studi literatur terbagi menjadi tinjauan bukaan, ruang perkuliahan, kenyamanan visual, dan pencahayaan alami, sedangkan tinjauan penelitian terdahulu digunakan penelitian dengan topik yang serupa. Berdasarkan tinjauan studi literatur dan studi komparasi, dapat ditarik kesimpulan seperti pada Tabel 2.7. dan Tabel 2.8.

Tabel 2.7. Kesimpulan Tinjauan Teori

No	Tinjauan	Kesimpulan
1	Tinjauan Ruang Perkuliahan	Faktor-faktor yang mempengaruhi lingkungan kerja berupa cahaya, warna, udara, suara (Nuraida, 2007). Bangunan yang memenuhi persyaratan keamanan yaitu setiap ruang dilengkapi jendela dan dapat memberikan tingkat pencahayaan yang memadai untuk kegiatan belajar mengajar (SNI Pendidikan, 2011). Standar tingkat pencahayaan ruang kelas 350 lux, ruang gambar 750 lux, ruang komputer 500 lux (SNI 6197-2011).
2	Tinjauan Bukaan Bangunan	Bukaan terbagi menjadi 2 jenis yaitu *sidelighting* dan *toplighting*. *Sidelighting* terbagi menjadi 3 yaitu ventilasi, jendela, dan shading device (Egan, 1983). *Shading device* merupakan merupakan suatu elemen yang tidak terpisahkan dalam bangunan, khususnya terkait dengan pencahayaan alami (Handayani, 2010). Jendela adalah bagian rumah tinggal atau bangunan yang berfungsi sebagai penghantar cahaya dan udara masuk ke dalam bangunan (Amin, 2010).
3	Tinjauan Kenyamanan Visual	Kenyamanan visual berkaitan dengan ketentuan standar pencahyaan dan standar silau yang diijinkan (Lechner, 2007). Kenyamanan visual dipengaruhi 5 faktor: kuantitas cahaya, distribusi kepadatan cahaya, arah pembayangan, kondisi iklim, refleksi warna (Darmasetiawan, 1991). Faktor yang perlu dihindari untuk mendapatkan kenyamanan visual: silau, bayangan, cahaya kejut (IESNA, 2000) Aspek yang perlu diperhatikan untuk menghasilkan kenyamanan visual yaitu: kontras terang, reflektasi ruang, dan kombinasi pencahayaan (Satwiko, 2004).
4	Tinjauan Pencahayaan Alami	Fungsi pencahayaan alami dapat meminimalisir penggunaan energi listrik (Lechner, 2007). Elemen yang mendukung efektivitas penerapan pencahayaan alami pada bangunan terdiri dari orientasi, pencahayaan melalui atap, bentuk, perencananaan ruang, dan warna (Lechner, 2007). Terdapat 7 strategi pencahayaan alami: peningkatan keliling zona, penetrasi pencahayaan alami, bukaan efektif, pemantulan pencahayaan alami, penghindaran sorotan dan cahaya langsung, penyaringan pencahayaan (Ander, 2003).

Tabel 2.8. Kesimpulan Tinjauan Terdahulu

No	Sumber	Variabel
1	Dewi, 2011	Luas bukaan Material Proporsi ruang
2	Sukawi, 2013	Orientasi bangunan Luas bukaan Proporsi ruang Material
3	Sushanti, 2014	Orientasi bangunan Orientasi fasad bangunan Material Luas bukaan Aktivitas pengguna