

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1. Karakteristik Iklim Tropis

Menurut Ossen et.al. (2008), pada umumnya zona tropis didefinisikan sebagai kawasan darat dan laut terletak di antara $23,5^{\circ}$ lintang utara dan $23,5^{\circ}$ lintang selatan. Menempati sekiranya 40% dari permukaan bumi dan 90% dari zona tropis mempunyai daerah dengan iklim panas dan lembab, baik itu secara tetap ataupun musiman. 10% sisanya adalah daerah padang pasir, dan ditandai sebagai iklim panas dan kering.

Dalam perancangan bangunan dan lingkungan binaan kondisi iklim tropis memerlukan persyaratan khusus, ada beberapa faktor spesifik yang hanya dijumpai secara khusus pada iklim tersebut, sehingga teori-teori arsitektur, komposisi, bentuk, fungsi bangunan, citra bangunan serta nilai estetika bangunan yang terbentuk akan berbeda dengan kondisi yang ada di wilayah lain yang berbeda pula kondisi iklimnya.

Menurut Salmon dalam *Architectural Design for Tropical Regions* (1999) faktor-faktor utama iklim yang mempengaruhi kenyamanan manusia dalam konteks iklim tropis adalah:

1. Matahari

Faktor matahari dalam peranya menerangi bangunan dan sekitar. Sinar matahari terpendek terjadi sekitar 21 Desember (kira-kira ketika sudut 120° dari permukaan tanah selama sembilan jam), dan terpanjang pada tanggal 21 Juni (di 40° lintang utara, dengan sudut 240° dari permukaan tanah selama lima belas jam).

2. Suhu

Suhu udara rata-rata pada iklim tropis antara 20° - 23°C , di beberapa tempat tertentu dapat mencapai 30°C , dan *range* rata-rata temperatur bulanan adalah sekitar $1-3^{\circ}\text{C}$.

3. Kelembapan

Kelembaban pada iklim tropis cukup tinggi terutama di dataran rendah pesisir kurang nyaman. Kelembaban dan curah hujan tinggi hampir sepanjang tahun. *Relative humidity* berkisar sekitar 90 %.

4. Angin

Kondisi angin tahunan bila dilihat dari kecepatan rata-rata tiap bulan dalam satu tahun, cenderung rata terutama pada Bulan Januari hingga Maret hanya berkisar di antara 3.05 sampai 3.2 m/s. Pada Bulan Mei kecepatan angin bertambah dan mencapai puncaknya pada Bulan Juni, yaitu 5.45 m/s. Sedangkan kecepatan rata-rata angin yang paling rendah adalah pada Bulan November, yaitu sebesar 2.2 m/s.

2.1.1. Cahaya dan terang alami

Cahaya matahari yang masuk ke dalam bangunan dapat 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 lain

Pada kondisi iklim tropis, cahaya matahari langsung selalu dihindari karena membawa panas masuk ke dalam bangunan, dapat melalui desain bentuk bangunan dan elemen pembayangan (*shading devices*) baik yang bergerak maupun yang tetap. Komponen pencahayaan yang dapat digunakan yaitu komponen dua dan tiga. Intensitas cahaya difus dari terang langit bervariasi bergantung pada kondisi terang langit (cerah atau berawan). Cahaya difus dari pantulan tanah atau bangunan lain dapat menyebabkan masalah kesilauan karena sudut datangnya yang rendah, akan tetapi merupakan solusi paling baik untuk kawasan iklim tropis dan sub-tropis.

2.1.2. Faktor Pencahayaan Alami Siang Hari

Faktor pencahayaan alami siang hari adalah perbandingan tingkat pencahayaan pada suatu titik dari suatu bidang tertentu di dalam suatu ruangan terhadap tinggi bidang datar di lapangan terbuka yang merupakan ukuran kinerja lubang cahaya ruangan tersebut. Faktor pencahayaan alami siang hari terdiri dari 3 komponen meliputi:

1. *Sky component* (SC), yaitu komponen pencahayaan langsung dari cahaya langit;
2. *Externally reflected component* refleksi benda-benda yang berada di sekitar bangunan yang bersangkutan;
3. *Internally reflected component* refleksi permukaan-permukaan dalam ruangan

2.1.3. Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Secara Umum

Cahaya alami didistribusikan ke dalam ruangan melalui bukaan di samping (side lighting), bukaan di atas (top lighting), atau kombinasi keduanya. Strategi desain pencahayaan samping yang umum digunakan antara lain:

- a. *Bilateral lighting*, pemerataan distribusi cahaya, bergantung pada lebar dan tinggi ruang, serta letak bukaan pencahayaan.
- b. *Multilateral lighting*, mengurangi silau dan kontras, meningkatkan pemerataan distribusi cahaya pada permukaan horizontal dan vertikal, dan memberikan lebih dari satu zona utama pencahayaan alami.
- c. *Clerestories*, jendela atas dengan ketinggian 210 cm di atas lantai, merupa strategi yang baik untuk pencahayaan setempat pada permukaan horizontal atau vertikal. Perletakan bukaan cahaya tinggi di dinding dapat memberikan penetrasi cahaya yang lebih dalam ke dalam bangunan.
- d. *Light shelves*, memisahkan kaca untuk pandangan dan kaca untuk pencahayaan. Bisa berupa elemen eksternal, internal, atau kombinasi keduanya.
- e. *Single side lighting*, kuat, semakin jauh jarak dari jendela intensitasnya
- f. *Borrowed light*, bersebelahan, misalnya pencahayaan koridor yang di transparan ruang di sebelahnya.

2.1.4. Strategi Pencahayaan Alami dan Elemen Pendukung

Ruang pada sebuah bangunan memiliki fungsi yang berbeda, oleh karena itu setiap ruang memiliki tingkat kebutuhan intensitas pencahayaan yang berbeda. Pemanfaatan yang sesuai akan mengefisienkan penggunaan energi, sehingga dapat menghemat biaya dan konsumsi listrik sekitar 33% (Sukawi & Dwiyanto 2013:7). Berikut ini lima strategi perancangan pencahayaan alami matahari efektif:

A. Pengendalian (*control*)

Jumlah cahaya yang masuk ke dalam ruang diperhatikan sesuai kebutuhan ruang. Cahaya yang masuk ke dalam ruang dapat dikendalikan sesuai kebutuhan dan waktu yang diinginkan. Hal yang harus dihindari adalah terlalu banyak memasukkan cahaya ke dalam ruangan. Kecuali jika tujuan ruang tersebut dibutuhkan kelebihan suhu dan cahaya dengan mengesampingkan kondisi visual (contoh: rumah kaca).

Nilai DF akan kecil apabila perbandingan bukaan dengan horizontal shading lebih kecil. Sedangkan nilai DF akan turun apabila perbandingan bukaan dengan vertical shading juga mengecil. Nilai DF yang mengecil akan menyebabkan keseragamana pencahayaan di dalam ruang. Sebaliknya jika nilai DF tinggi maka pencahayaan di dalam bangunan akan tidak seragam (Nurlihawanti 2005:572).

Strategi yang dilakukan untu mengurangi nilai DF adalah dengan menambah shading overhang sehingga terhindar dari glare. Strategi untuk menambah nilai DF adalah mengurangi atau menghilangkan overhang sehingga terpenuhi batas minimal standar pencahayaan (Samodra 2005:46).

B. Pengalihan (*Redirect*)

Pengalihan dan pengarhan cahaya matahari ketempat-tempat yang diperlukan. Pencahayaan yang baik adalah pembagian cahaya cukup dan sesuai deengan kebutuhan pencahayaan dalam ruang.

C. Efisiensi

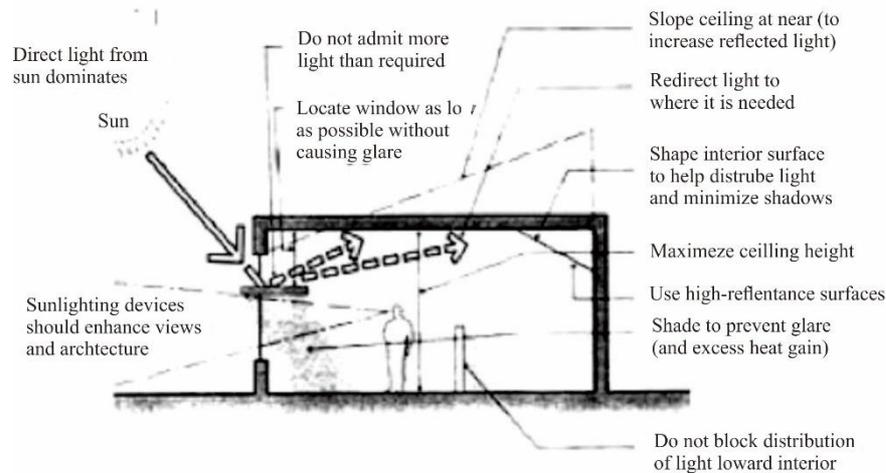
Penggunaan cahaya secara efisienm yaitu dengan pembentukan ruang sedemikian rupa sehingga terintegerasi dengan pencahayaan dan mengguaka material yang dapat disalurkan dengan lebih baik dan dapat mengurangi jumlah cahaya masuk sesuai yang diperlukan.

D. Integerasi

Integerasi bentuk pencahayaan dengan arsitektur bangunan. Fungsi utama bukaan untuk memasukan cahaya, bukaan yang menghadap keluar ruang (ruang terbuka atau teras) akan mempunyai nilai DF lebih seragam dibandingkan dengan yang memiliki orientasi ke dalam (nurlihawati 2005:572). Ruang dengan orientasi dua dinding, bidang ruang luar horizontal besar bentang tegak lurus nya ke bukaan akan menaikkan nilai DF ruang.

E. Naungan (*shade*)

Naungan pada bangunan secara umum untuk mencegah silau (*glare*) dan panas berlebih oleh cahaya langsung. Orientasi bukaan dapat diubah sehingga terhindar dari silau. Orientasi dapat menambah distribusi daylight atau menguranginya. Distribusi *daylight* dioptimalkan dengan menambah nilai transmisi jendela dan feleksi elemen ruang dan outdoor (Samodra.2005).



Gambar 2. 1 Proses pencahayaan alami

Sumber: Architectural Lighting, 1983.

Desain pada dinding bangunan memiliki potensi sebagai kontrol pasif terhadap kondisi ruangan sebuah bangunan dengan cara mengatur pemindahan suhu di luar bangunan. Bahan konstruksi seperti beton, bata, semen blok dan bahan batu padat dianggap memiliki massa termal yang tinggi. Namun, bahan dengan massa termal tinggi dianggap sangat efektif terhadap kecepatan perpindahan panas, terutama karena sifat mereka untuk menyerap panas dari radiasi matahari pada tingkat yang jauh lebih lambat dari bahan ringan dengan massa termal rendah. Elemen pendukung pada dinding sebagai perlindungan terhadap matahari pada daerah tropis sangatlah penting. Elemen ini meliputi (Lippsmeier.1994):

1. Tirai horisontal

Elemen ini sangat cocok untuk posisi matahari tinggi. Paling sesuai untuk fasade utara dan selatan. Elemen ini sering dikombinasikan dengan elemen bangunan yang menonjol keluar, salah satunya bisa menggunakan lamela. Perencanaan tirai horisontal harus diperhatikan bahwa udara panas tidak membentuk aliran panas pada fasade. Jarak elemen ini pada dinding sebesar 10cm sampai 20 cm.



Gambar 2. 2 Tiraai Horizontal

Sumber: Lippsmeier: 1994

2. Tirai vertikal

Paling efektif pada posisi matahari rendah, yaitu pada fasade barat, barat daya atau barat laut, dan fasade timur, tenggara atau timur laut. Efektivitas tinggi tercapai bila tirai ini, terhadap cahaya matahari membentuk dinding yang tertutup secara optis. Bentuk paling sederhana adalah dinding silang yang menonjol keluar, kolom struktural rapat berbentuk lamela, dan panel kayu yang dapat dilipat atau kain kanvas.



Gambar 2. 3 Tirai Vertikal

Sumber: Lippsmeier: 1994

3. Kombinasi tirai vertikal dan horisontal

Sangat tepat dipasang di tempat yang perubahan tinggi dan azimuth matahari nya besar dan dapat dirasakan dengan cepat, yaitu pada fasade yang berorientasi ke barat daya sampai barat laut atau tenggara sampai timur laut. Elemen ini lebih banyak menahan radiasi matahari, yang dapat berbentuk lamela atau blok pracetak horisontal dan vertikal dengan jarak yang rapat.

4. Kaca pelindung matahari,

Hanya dapat mengurangi radiasi matahari sangat besar, serta bangunan yang bersangkutan harus memiliki penyejuk udara penuh. Kaca pelindung matahari digunakan baik untuk kaca jendela maupun sebagai elemen vertikal atau miring.

Sading Devices (Syam, 2013) terbagi atas dua tipe, yaitu:

- a. Tipe vertikal (*vertical shading devices*), yaitu alat yang memberikan naungan dengan bentuk vertikal atau berdiri. *Vertical devices* mengatur sudut rendah jatuh cahaya dengan menutup area yang “bermasalah” apabila terkena cahaya. Alat ini sederhana dan akan sangat bermanfaat apabila digunakan untuk mendukung fungsi horizontal *shading devices*. Secara umum, dapat dikatakan bahwa shading devices jenis ini kurang baik dalam memantulkan cahaya. Elemen vertikal seperti dinding dan kolom seharusnya saling

berkaitan dengan elemen horisontal sehingga membentuk pola kubus. Penyudutan sisi timur dan barat ke arah selatan dan utara meningkatkan ketidakfungsian *vertical devices* untuk melindungi bangunan dari cahaya matahari, dan tidak efektif dalam memberikan sudut arah timur dan barat.

- b. Tipe horizontal (*horizontal shading devices*), yaitu alat yang memberikan naungan dengan bentuk horisontal. *Horizontal devices* atau dapat dikatakan sebagai overhang diperlukan untuk control silau dan pembuat naungan yang berfungsi menurut musim iklimnya. Pada umumnya overhang disambungkan dengan atap. Pada iklim tropis biasanya overhang mempunyai ukuran yang lebih lebar untuk membuat naungan yang besar. Naungan yang cukup merupakan syarat utama keberhasilan perancangan pencahayaan alami bangunan. beberapa ada yang merancang cahaya dengan sistem overhang tidak berbentuk solid untuk *shading devices*, karena overhangs ini dapat mengatur efek cahaya yang masuk dengan melipat atau terbuka.

Klasifikasi Buka-an Jendela

Menurut Baker et al, 1993, bukaan jendela dikelompokkan berdasarkan posisi, tipe, ukuran, bentuk dan orientasi.

A. Posisi Jendela

Bukaan samping yang umum digunakan adalah jendela. Bukaan samping merupakan yang paling praktis dan dapat terhindar dari pengaruh hujan. Penempatan jendela yang tidak tepat dapat menimbulkan silau dan meningkatnya suhu ruangan. Tiga posisi jendela yang dapat memengaruhi sistem pencahayaan alami:

1. Jendela rendah

Jendela rendah merupakan lokasi terbaik pada prinsip pemantulan sumber cahaya karena jarak yang dekat dekat pemantul cahaya. Kekurangannya adalah terjadinya silau dari elemen pemantul permukaan tanah.

2. Jendela tinggi

Jendela tinggi dapat menerangi lebih jauh ke dalam ruangan karena cahaya yang dihasilkan berasal dari cahaya diffuse. Kekurangannya adalah kurangnya penerangan di bagian dekat jendela. Saat kubah langit mendung, jendela tinggi dapat meningkatkan penyebaran

cahaya matahari dengan baik. Keuntungan lain dari jendela tinggi adalah kenyamanan yang tinggi karena pantulan cahaya jatuh di atas garis pandang.

3. Jendela sedang

Jendela sedang tidak sebaik jendela rendah dalam meneruskan pantulan cahaya dan tidak sebaik jendela tinggi untuk menyebarkan cahaya. Beberapa strategi saat merancang jendela pada suatu ruang :

1. Penempatan jendela berada lebih tinggi dari lantai dan tersebar merata (tidak hanya pada satu dinding saja) agar distribusi cahaya merata.
2. Hindari pencahayaan unilateral (jendela hanya pada satu dinding) dan gunakan pencahayaan bilateral (jendela pada dua sisi dinding) agar persebaran cahaya keseluruhan ruang dan mencegah silau.
4. Penempatan bukaan di tepi dinding atau di sudut ruangan akan menambah tingkat cahaya ruang, karena cahaya yang masuk akan mengenai permukaan dinding di sebelahnya dan cahaya tersebut akan dipantulkan oleh dinding.
5. Jendela yang terlalu luas tidak tepat digunakan pada negara beriklim tropis, karena panas dan radiasi silau terlalu banyak masuk ke dalam ruang. Hal ini berlaku terutama pada ruang pertemuan yang memiliki ketentuan tertentu atas banyaknya cahaya dalam ruang.
6. Perlindungan terhadap cahaya matahari dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pembayangan cahaya matahari dan penyaringan cahaya matahari. Pemilihan jenis perlindungan terhadap cahaya matahari memerhatikan efek yang dihasilkan pada ruang, karena pembayangan dan penyaringan dapat menghasilkan efek yang berbeda-beda dalam ruang, bergantung pada jenis perlindungan yang digunakan.

Bangunan sebagai elemen pemantul berfungsi baik pada saat matahari di posisi rendah hingga sedang (pukul 07.00-10.00 dan pukul 14.00-16.00). Penggunaan bangunan sebagai elemen pemantul dianjurkan untuk memakai jendela tinggi. Sementara penggunaan elemen pemantul berupa fasade lebih cocok untuk daerah dengan sinar matahari dengan intensitas tinggi. Maka, bentuk dan permukaan fasade menjadi penentu kualitas cahaya pada ruangan (Thojib 1992:52).

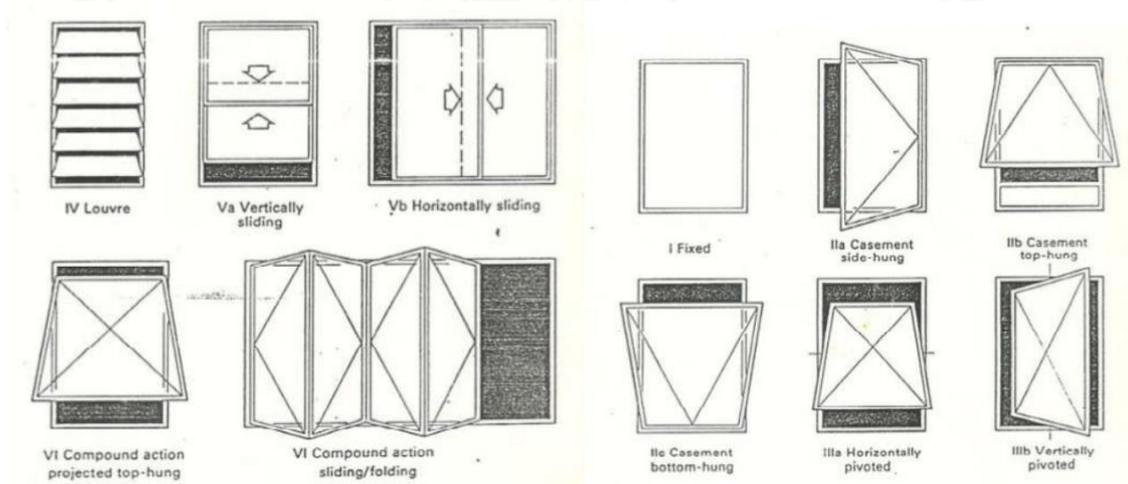
B. Tipe Jendela

Untuk mengelompokan tipenya, terdapat beberapa kriteria dari sifat utama jendela berikut dapat digunakan, yaitu:

1. Jendela untuk pencahayaan alami
2. Jendela untuk penghawaan alami
3. Jendela untuk pencahayaan alami dan view keluar
4. Jendela untuk pencahayaan alami dan penghawaan alami
5. Jendela untuk pencahayaan alami, penghawaan alami dan vie keluar

Maka berdasarkan 5 sifat utama bukaan jendela tersebut, maka dijabarkan jenis-jenis jendela sesuai dengan fungsi masing-masing, yaitu:

1. Jendela tingkap (*Casement windows*)
 - a. *Top-hung*
 - b. *Side-hung*
 - c. *Bottom-hung*
2. Jendela mati dalam kusen (*fixed windows*)
3. Jendela putar (*Pivoted windows*)
4. Jendela geser (*Sliding windows*)
 - a. Jendela geser vertikal
 - b. Jendela geser horisontal
5. Jendela kisi-kisi (*Louvre windows*)
6. Jendela lipat-geser (*Compound-action windows*)



Gambar 2. 4 Tipe Jendela
Sumber: Lippsmeier: 1994

C. Ukuran

Terdapat perbedaan antara fenestrasi (fenestration) dengan permukaan mutlak (absolute surface). Permukaan mutlak jendela hanya akan berdampak pada penghawaan dan pandangan keluar, sedangkan fenestrasi akan mempengaruhi jumlah dan distribusi cahaya dalam ruangan. Permukaan mutlak (m^2) jendela dikelompokkan berdasarkan ukuran:

- a. Kecil : permukaan $< 0,5 m^2$
- b. Sedang : permukaan $< 0,5 - 2 m^2$
- c. Besar : permukaan $> 2 m^2$

Fenestrasi diklasifikasikan berdasarkan jumlah jendela yang berhubungan dengan ruang yang diterangi cahaya yang masuk melalui jendela, digambarkan dengan persentase:

- a. Fenestrasi sangat rendah : $< 1\%$
- b. Fenestrasi rendah : $1-4\%$
- c. Fenestrasi sedang : $4-10\%$
- d. Fenestrasi tinggi : $10-25\%$
- e. Fenestrasi sangat tinggi : $> 25\%$

Tingkat fenestrasi pada level tinggi dan sangat tinggi akan menimbulkan gangguan pencahayaan berupa silau. Bentuk jendela sangat beragam. Bentuk inilah yang mempengaruhi distribusi cahaya pada ruangan yang ingin diterangi. Jendela dapat diklasifikasikan berdasarkan perbedaan tinggi dan lebar, sebagai berikut:

- a. Jendela horizontal : koefisien bentuk $\frac{1}{2}$
- b. Jendela vertikal : koefisien bentuk 2
- c. Jendela menengah : koefisien bentuk $\frac{1}{2} - 2$

Orientasi jendela akan menjadi acuan yang akan dibuat berdasarkan orientasi geografis karena garis edar matahari yang akan berpengaruh terhadap pencahayaan alami.

- a. Jendela menghadap Utara

Memiliki tingkat penerangan rendah dengan tingkat cahaya yang cenderung stabil sepanjang hari.

b. Jendela menghadap Timur-Barat

Kedua orientasi ini memberikan tingkat penerangan sedang namun menghasilkan cahaya yang sangat baik. Orientasi timur menghasilkan cahaya berintensitas tinggi pada pagi hari, sementara jendela dengan orientasi barat menghasilkan intensitas tinggi pada siang dan sore hari.

c. Jendela menghadap Selatan

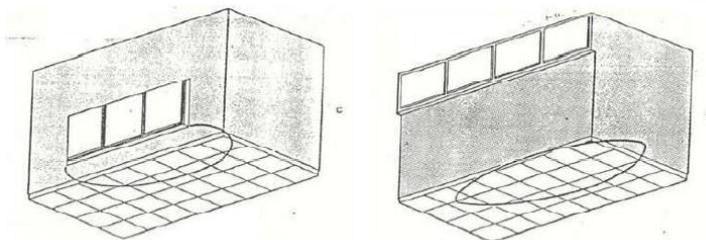
Memiliki tingkat penerangan yang tinggi dengan sedikit variabel cahaya. Persyaratan jendela meliputi beberapa hal yang harus dipenuhi dalam pembuatan jendela sehingga keberadaan jendela pada bangunan tersebut dapat berfungsi dengan efektif dan efisien. Persyaratan jendela adalah sebagai berikut:

1. Ukuran dan dimensi yang dapat menunjang fungsinya sesuai kebutuhan runang.
2. Kokoh dan kuat sehingga tidak dikhawatirkan saat dipergunakan.
3. Penggunaan material yang cocok untuk menyesuaikan ruang.
4. Sesuai dan selaras dengan tampilan atau gaya bangunan.
5. Indah dipandang.
6. Aman dan nyaman untuk dipergunakan sesuai fungsinya pada tiap ruang yang menaunginya.

2.2 Distribusi Cahaya Alami Terkait Dengan Posisi dan Bentuk Jendela Kontur Cahaya

Dari kontur cahaya tersebut dapat ditarik kesimpulan mengenai distribusi cahaya matahari pada bidang kerja, dalam hal ini mengenai posisi dan bentuk masing-masing jendela. Kontur cahaya mengindikasi area yang tidak mendapat cahaya matahari yang cukup dan menandakan persebaran cahaya yang kurang merata, hal ini ditandai dengan perbedaan gradasi warna kontur yang terlalu jauh.

A. Jendela Horizontal

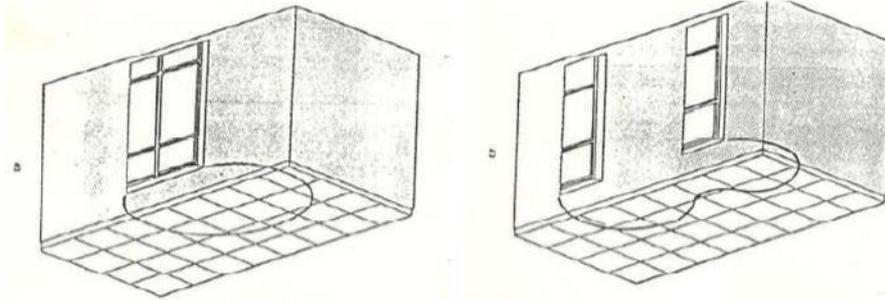


Gambar 2. 5 jendela Horizontal

Sumber: Beckett et al, 1974

Memberikan penetrasi cahaya yang lebih sedikit dibandingkan dengan jendela vertical. Mampu memberi batas cahaya langsung dan persebaran cahaya cenderung melebar sehingga distribusi cahaya tidak merata pada area lantai yang jauh dari jendela.

B. Jendela Vertikal

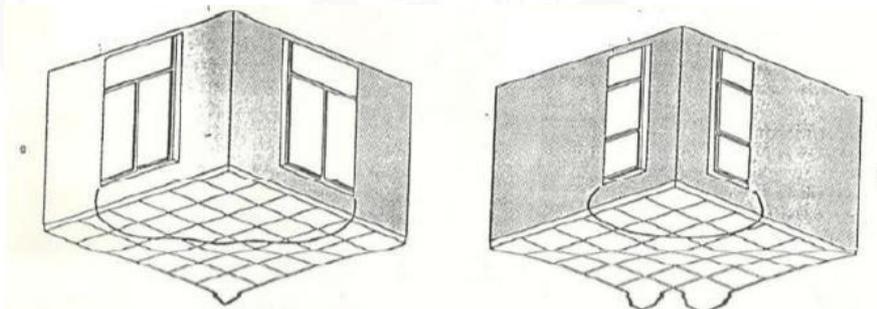


Gambar 2. 6 Jendela Vertikal

Sumber: Beckett et al, 1974

Tipe jendela vertikal memberikan penetrasi cahaya yang lebih dibandingkan dengan jendela horizontal, tidak mampu menyebarkan cahaya secara merata sam dengan area sampingnya.

C. Jendela Pojok

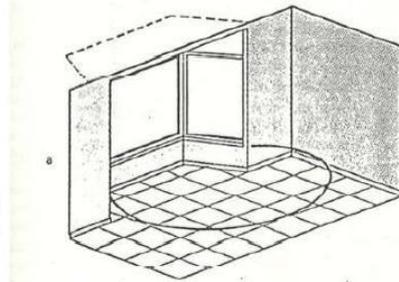


Gambar 2. 7 Jendela Pojok

Sumber: Beckett et al, 1974

Jendela pojok dapat memberikan penetrasi cahaya yang baik, hal ini dapat lebih maksimal apabila jendela diletakkan berdekatan disudut dinding, Jendis jendela sudut ini dapat mengurangi silau.

D. Jendela Menjorok Keluar (Bay Windows)

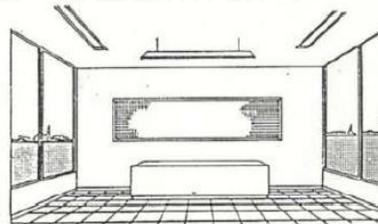


Gambar 2. 8 Jendela Menjorok Keluar

Sumber: Beckett et al, 1974

Jendela ini hanya mampu menyediakan cahaya matahari pada area yang dijangkau oleh permukaan jendela sehingga penetrasi tidak merata.

E. Jendela Multisisi



Gambar 2. 9 Jendela Multi Sisi

Sumber: Beckett et al, 1974

Penempatan jendela ini sangat baik dalam mendistribusikan cahaya karena persebaran cahaya mencakup ke segala arah dan ke semua area lantai di ruangan.

2.3 Elemen Peneduh (*shading device*)

Elemen peneduh atau biasa disebut elemen pembayang. Bayangan yang dihasilkan oleh *shading device* bertujuan memfilter cahaya yang berlebihan atau mengurangi kuat cahaya yang masuk ke dalam bangunan, mengendikan kuat intensitas cahaya yang masuk ke dalam ruangan sehingga tercipta kenyamanan visual. Elemen peneduh biasanya dibutuhkan untuk mengendalikan panas yang berlebihan pada saat musim panas dan modifikasi pada beberapa desain dapat diterapkan pada musim semi dan musim gugur. Perangkat elemen peneduh dapat dianggap sebagai sebuah sistem karena berhubungan

dengan kinerja kegiatan pada gedung, sistem ventilasi dan massa gedung. Berikut adalah manfaat penggunaan elemen peneduh pada bangunan:

1. Dapat mengurangi panas di dalam ruangan karena panas yang dihasilkan oleh cahaya matahari dan panas lampu.
2. Dapat mengurangi penggunaan listrik. Dengan adanya pencahayaan alami, maka pencahayaan buatan semakin sedikit digunakan.
3. Dapat mengutangi beban pendinginan (AC). Panas yang diterima dari luar turun, sehingga mengurangi beban termal bangunan dan mengakibatkan pendingin ruangan tidak banyak dibutuhkan.
4. Dapat melindungi ruang dari silau. Cahaya matahari yang masuk ke dalam ruangan terhalangi oleh elemen peneduh.
5. Dapat menghemat energi hingga 30%. Energi listrik yang dapat dihemat dengan optimalisasi pencahayaan alami dan tidak banyak menggunakan pendingin ruangan.
6. Dapat memberikan pemandangan ke luar bangunan. Adanya bukaan sebagai tempat masuk cahaya alami yang dapat menciptakan pemandangan ke luar bangunan.
7. Dapat melindungi dari sinar matahari langsung. Sinar yang datang langsung dari matahari akan dibiaskan atau dipantulkan oleh bidang elemen peneduh (*shading device*).
8. Dapat menciptakan privasi pada ruangan. Penggunaan bukaan yang besar baik untuk memaksimalkan pencahayaan alami tentu akan mengurangi tingkat privasi pengguna dalam ruangan, sehingga penggunaan elemen peneduh menjadi salah satu solusi untuk mengatasinya.

Jenis elemen peneduh (*shading device*) berdasarkan cara peletakan pada bangunan, yaitu sebagai berikut:

Elemen yang ingin dibayangi pada umumnya disesuaikan dengan pergerakan elemen peneduh. Pembayangan bertujuan mengurangi atau mereduksi kuat cahaya yang akan masuk ke dalam ruangan. Elemen peneduh yang dapat digerakkan adalah jendela, tirai internal maupun eksternal dan lain sebagainya. Elemen peneduh ini ditutup saat cahaya matahari yang datang terlalu banyak dan dapat dibuka ketika membutuhkan cahaya matahari.

Retractable shading pada umumnya merupakan internal elemen peneduh yang berada di dalam bangunan.

Berikut beberapa kelebihan *retractable* shading:

1. Mudah disesuaikan dengan kebutuhan dan geraknya dapat merespon dengan mudah.
2. Terlindungi dari lingkungan luar dan dengan begitu maka tidak perlu menahan elemen.
3. Lebih murah dibandingkan elemen peneduh permanen.
4. Dapat mengurangi panas pada malam hari melalui jendela.
5. Memberikan keuntungan tambahan dalam regulasi privasi, silau, cahaya alami, tingkat isolasi jendela dan estetika interior.

B. Permanen (*fixed*)

Elemen peneduh permanen pada umumnya menyatu secara struktur atau menempel pada bangunan. Contoh biasanya berupa *overhang*, yang mana sistem pembalokan elemen peneduh menjadi satu dengan struktur bangunan.



Gambar 2. 10 Contoh Elemen Peneduh

Sumber: Evans, 1981

Berikut adalah jenis elemen peneduh berdasarkan letaknya:

A. Elemen Peneduh Natural (Natural Shading Device)

Elemen peneduh natural pembayangan yang tercipta secara natural dengan memanfaatkan orientasi bangunan serta vegetasi yang ada di sekitar bangunan. Dengan arah orientasi bangunan yang tepat, maka dapat memanfaatkan bayangan bangunan sekitar sebagai elemen pembayang. Kelemahan dari pemanfaatan bayangan bangunan sekitar yaitu tidak dapat mengatur titik jatuh bayangan di dalam ruangan dan intensitas bayangan karena bangunan sekitar bersifat permanen dan tidak berintegrasi pada bangunan di dalam tapak.

Vegetasi yang digunakan biasanya vegetasi bertajuk tinggi atau lebar serta benda alami (vegetasi) atau bangunan sekitar yang digunakan untuk pembayangan.

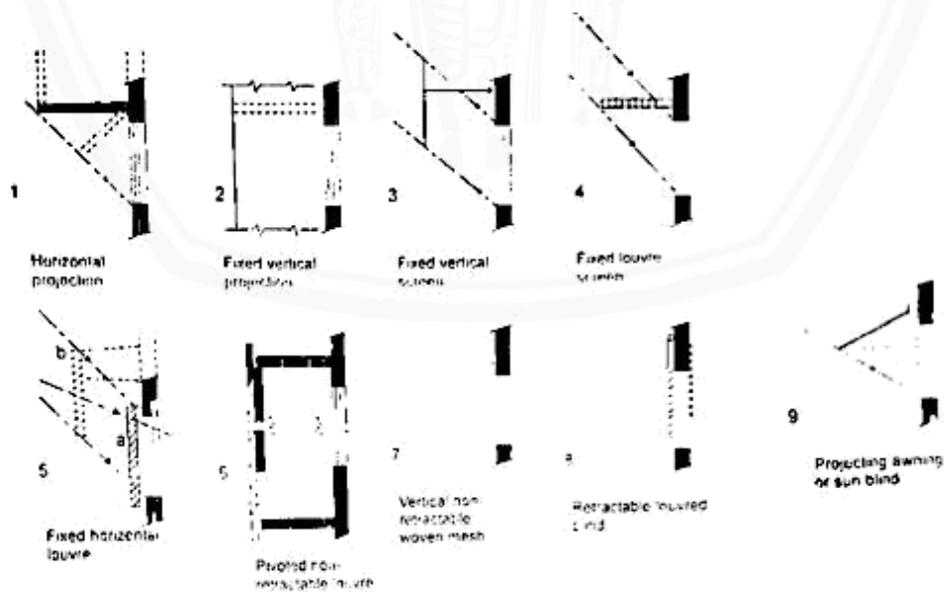


Gambar 2. 11 Elemen Peneduh Natural

Sumber: <https://www.wbdg.org/images/suncontrol>

B. Elemen Peneduh Eksternal

Elemen peneduh eksternal adalah elemen pembayangan yang berada pada bagian luar bangunan. Elemen peneduh ini lebih efektif dalam mereduksi panas yang di terima bangunan.



Gambar 2. 12. Macam jenis elemen peneduh

Sumber: Chartered Institution of Building Services Engineers, 1999

Pada wilayah iklim tropis matahari menyinari dari timur dan barat, maka matahari akan menyinari dari timur ke barat. Elemen peneduh vertikal berada pada bagian selatan dan utara bangunan, sedangkan elemen peneduh horizontal berada pada bagian barat dan timur bangunan. Pada hal ini sinar yang datang terlebih dahulu akan direduksi oleh elemen peneduh horizontal, dan kemudian elemen peneduh vertikal akan membantu pembayangan pada bagian utara dan selatan bangunan yang mendapat pendaran dari cahaya matahari.

Apabila ingin memantulkan cahaya difus maka dapat diaplikasikan warna pada eksterior peneduh yaitu berupa warna terang dan aplikasi warna gelap pada elemen peneduh apabila ingin memaksimalkan reduksi panas dan sinar matahari.

2.4 Standar Kebutuhan Pencahayaan Ruang

Tabel 2. 1. Standar kebutuhan cahaya

Fungsi Ruang	Tingkat Pencahayaan
Ruang Kerja	350
Ruang Rapat	300
Ruang Kelas	250

Sumber: SNI 03-6917-2000

2.5 Standar Nasional Pengukuran Intensitas Cahaya

Dalam pengukuran intensitas cahaya tentunya memiliki standar khusus dan terukur. Tata cara pengukuran intensitas cahaya menggunakan standar nasional Indonesia. Yaitu dengan Standar Nasional Indonesia no. 16-7062-2004 tentang “Penenrangan Intensitas Penenrangan di Tempat kerja” oleh Badan Standar Nasional.

1. Metode pengukuran

Pengukuran intensitas penerangan ini memakai alat luxmeter yang hasilnya dapat langsung dibaca. Alat ini mengubah energi cahaya menjadi energi listrik, kemudian energi listrik dalam bentuk arus digunakan untuk menggerakkan jarum skala. Untuk alat digital, energi listrik diubah menjadi angka yang dapat dibaca pada layar monitor.

2. Peralatan kerja

Peralatan kerja menggunakan *luxmeter*.

3. Prosedur pekerjaan

Berikut merupakan tahapan pekerjaan pengukuran intensitas penerangan:

a. Persiapan

Luxmeter dikalibrasi oleh laboratoirum kalibrasi yang terakreditasi.

b. Penentuan titik pengukuran

- 1) Penerangan setempat: obyek kerja, berupa meja kerja maupun peralatan. Bila merupakan meja kerja, pengukuran dapat dilakukan di atas meja yang ada.

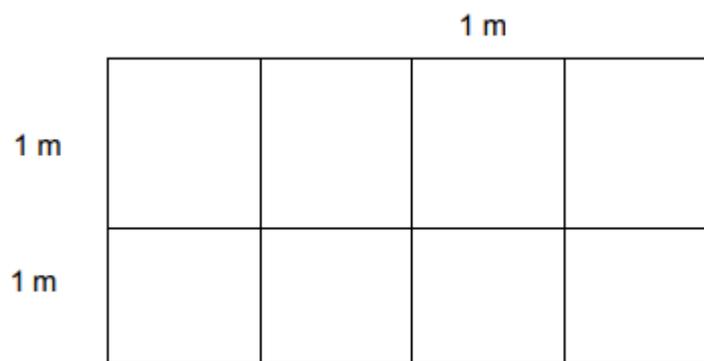
Denah pengukuran intensitas penerangan setempat seperti pada Lampiran A. SNI 16-7062-2004.

- 2) Penerangan umum: titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruangan pada setiap jarak tertentu setinggi satu meter dari lantai.

Jarak tertentu tersebut dibedakan berdasarkan luas ruangan sebagai berikut:

- a) Luas ruangan kurang dari 10 meter persegi: titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruangan adalah pada jarak setiap satu meter.

Contoh denah pengukuran intensitas penerangan umum untuk luas ruangan kurang dari 10 meter persegi seperti Gambar 2.13.

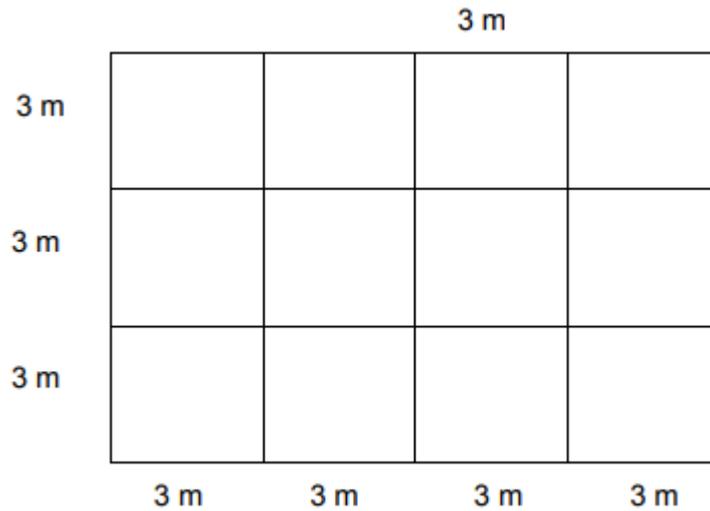


Gambar 2. 13. Penentuan titik penerangan umum dengan luas ruangan kurang dari 10 m²

Sumber: SNI 16-7062-2004

- b) Luas ruangan antara 10 meter persegi sampai 100 meter persegi: titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruangan adalah pada jarak setiap 3 (tiga) meter.

Contoh denah pengukuran intensitas penerangan umum untuk luas ruangan antara 10 meter sampai 100 meter persegi seperti Gambar 2.5.

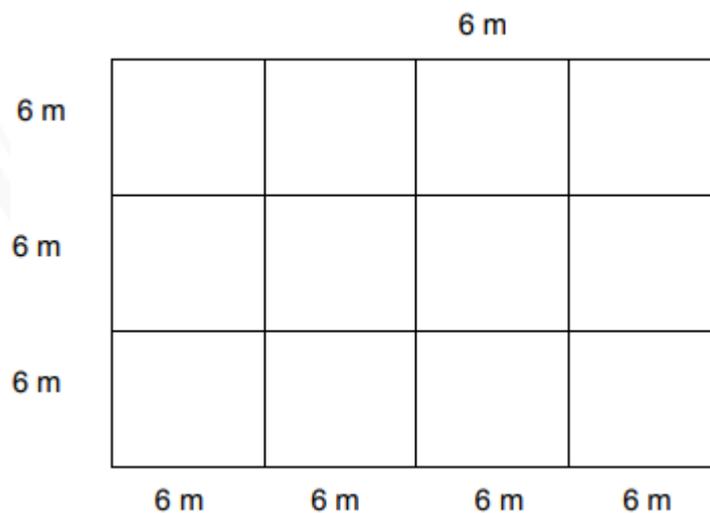


Gambar 2. 14. Penentuan titik pengukuran penerangan umum dengan luas

Sumber: SNI 16-7062-2004

- c) Luas ruangan lebih dari 100 meter persegi: titik potong horizontal panjang dan lebar ruangan adalah pada jarak 6 meter.

Contoh denah pengukuran intensitas penerangan umum untuk ruangan dengan luas lebih dari 100 meter persegi seperti Gambar 2.6.



Gambar 2. 15. Penentuan titik pengukuran penerangan umum dengan luas lebih dari 100 m²

Sumber: SNI 16-7062-2004

- c. Persyaratan pengukuran

- 1) Pintu ruangan dalam keadaan sesuai dengan kondisi tempat pekerjaan dilakukan.
 - 2) Lampu ruangan dalam keadaan dinyalakan sesuai dengan kondisi pekerjaan.
- d. Tata cara pengukuran
- 1) Hidupkan luxmeter yang telah dikalibrasi dengan membuka penutup sensor.
 - 2) Bawa alat ke tempat titik pengukuran yang telah ditentukan, baik pengukuran untuk intensitas penerangan setempat atau umum.
 - 3) Baca hasil pengukuran pada layar monitor setelah menunggu beberapa saat sehingga didapat nilai angka yang stabil.
 - 4) Catat hasil pengukuran pada lembar hasil pencatatan untuk intensitas penerangan setempat seperti pada Lampiran C, dan untuk intensitas penerangan umum seperti pada Lampiran D.
 - 5) Matikan luxmeter setelah selesai dilakukan pengukuran intensitas penerangan.

2.6. Studi Terdahulu dan Objek Komparasi

Studi terdahulu dilakukan dengan mencari studi serupa yang telah menerapkan rancangan bandara dengan fokus kenyamanan pengguna dan permainan pencahayaan. Hal tersebut berguna untuk menambah gagasan penggunaan bukaan secara tepat.

Tabel 2. 1 Studi Terdahulu

Jenis data	Penelitian 1	Penelitian 2	Penelitian 3
	Pengaruh Window-To-Wall Ratio Terhadap Kenyamanan Visual pada Apartemen Mahasiswa di Surabaya	Studi Tata Pencahayaan Alami Pada Bukaan Gedung fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya	Kenyamanan Visual Melalui Pencahayaan Alami Pada Kantor
Nama peneliti dan tahun	Deasy Lastya Sari, Agung Murti Nugroho, Beta	Belda Avissa Dewanti, Jusuf Thojib,	Jusuf Thojib, Muhammad Satya Adhitama, 2013

Suryokusumo,
2017

Fokus studi	Pengaruh luas bukaan terhadap intensitas pencahayaan	Evaluasi bukaan pada gedung fakultas perikanan dan ilmu kelautan Universitas Brawijaya sesuai dengan standar kenyamanan pada fungsi bangunan kantor dan perkuliahan.	Evaluasi karakter dan hubungan bukaan pencahayaan alami dengan pengguna bangunan kantor
parameter		Intensitas cahaya yang dibutuhkan pada ruang fungsi kantor 300 lux	1. Pesyaratan tingkat intensitas pencahayaan fungsi kantor 2. Respon pengguna bangunan.
Objek penelitian	Hunian apartemen tipikal yang memiliki bukaan alami pada ruang luar. Masing masing pada sisi utara dan selatan.	Ruang fungsi kantor pada lantai 2, 4, dan 6.	Ruang sampel pada bukaan sisi utara bangunan.
Waktu penelitian			Pengambilan data lapangan pada 12-19 juni 2012, pukul 08.00 – 16.00

Hasil dan pembahasan

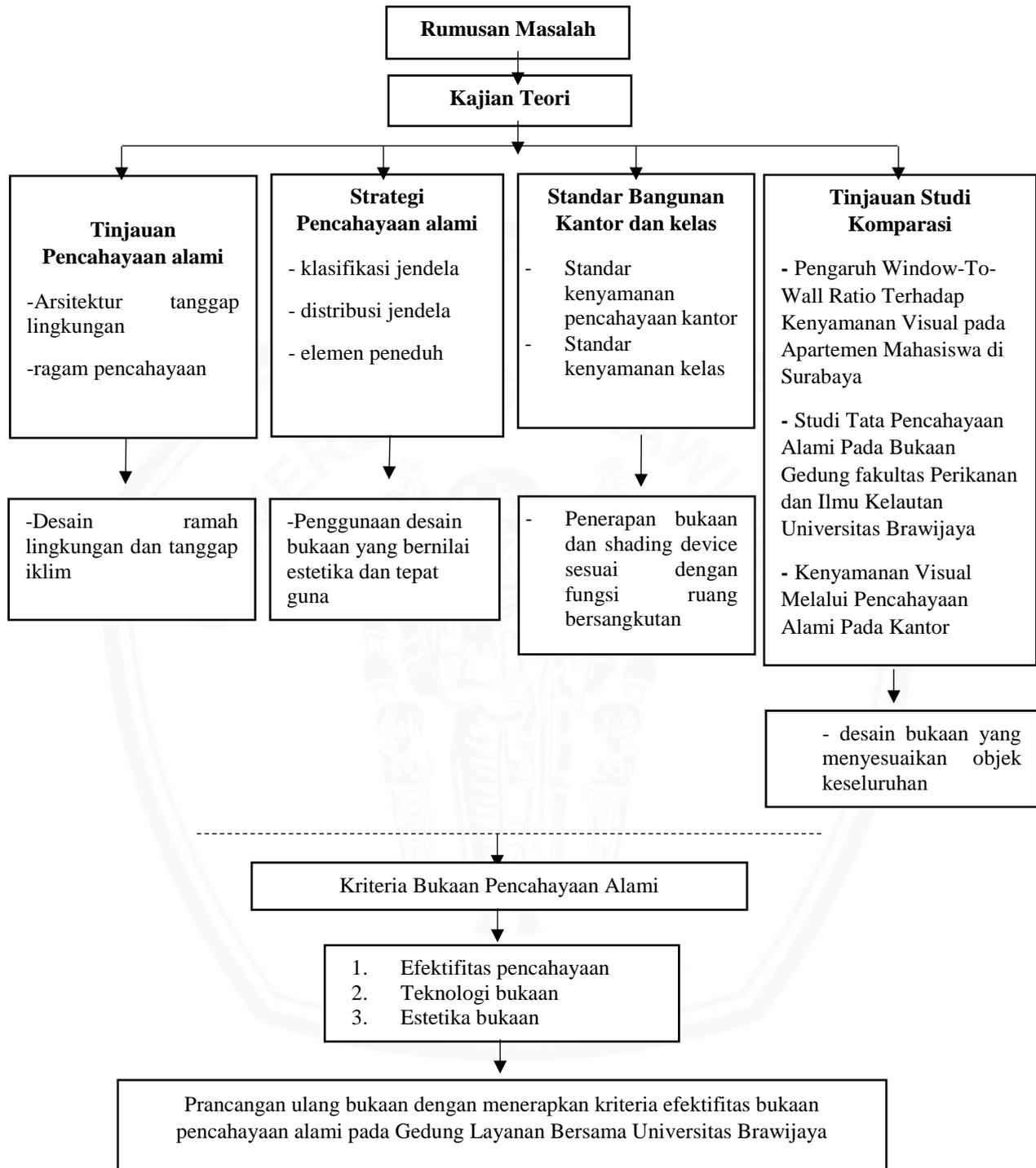
Terdapat pengaruh orientasi dan luas bukaan bangunan terhadap kenyamanan visual ruang unit hunian. Untuk rekomendasi mendukung kenyamanan visual dapat berupa perubahan interior maupun eksterior. Interior dapat dilakukan dengan penataan layout perabot. Sedangkan eksterior dapat dilakukan dengan mengkaji shading device.

Hasil kinerja bukaan pada gedung FPIK didapat bahwa kurang memenuhi standar pencahayaan untuk ruang kantor dan kelas. Untuk mencapai kinerja maksimal maka rekomendasi berupa perubahan ukuran serta posisi bukaan pencahayaan dan menambah jumlah bukaan. Window to wall ratio paling tidak 20%. Menggunakan light self, serta menggunakan shading device dua layer dengan sudut yang telah ditentukan.

Hasil pengamatan lapangan menunjukkan kondisi pencahayaan alami beragam antara kurang – cukup disebabkan iluminasi yang dibawah standar iluminasi SNI 03-2000 tentang konservasi energy system pencahayaan pada bangunan gedung. Dan juga dikarenakan bukaan cahaya alami tidak dilengkapi dengan elemen shading device dan kurang terang cahaya dikarenakan pembayangan bangunan sekitar. Respon terhadap kenyamanan visual beragam, dari positif hingga negative, dengan mayoritas memberikan nilai sedang atau cukupsesuai kenyamananresponden.

2.7. Kerangka Teori

Berikut merupakan kerangka teori:



Gambar 2. 16. Kerangka alur kajian teori

Blank page

