BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ruang Kelas

Ruang kelas adalah salah satu sarana pendidikan yang digunakan untuk menunjang proses pendidikan. Terdapat beberapa definisi mengenai ruang kelas. Menurut Hamiseno (2009), kelas merupakan ruangan yang berfungsi sebagai tempat proses belajar mengajar yang efektif dan menguntungkan serta dapat memotivasi siswa untuk dapat belajar dengan baik sesuai kemampuan. Menurut Karwati (2014), kelas adalah ruangan sebagai tempat terjadinya proses belajar mengajar yang merupakan salah satu penunjang belajar yang berpengaruh terhadap kegiatan dan keberhasilan belajar. Dengan kata lain , kelas dapat diartikan sebagai tempat berlangsungnya kegiatan belajar mengajar dalam sebuah proses pendidikan yang mempengaruhi kegiatan dan keberhasilan belajar.

Kelas sebagai tempat belajar dapat dikatakan baik apabila dapat menciptakan kondisi yang kondusif. Kondisi kondusif pada ruang kelas yang dimaksud adalah kondisi saat tempat tersebut tenang dan tidak ada hal yang dapat menganggu perhatian (Karwati,2014). Kondisi kondusif ini diperlukan agar siswa maupun guru dapat betah saat berada di dalam kelas dan dapat menunjang proses belajar mengajar karena sebagian besar waktu siswa dan guru selama berada di sekolah digunakan di dalam ruang kelas.

Terdapat hal-hal yang perlu dipertimbangkan agar ruang kelas dapat memenuhi persyaratan mampu menunjang kegiatan belajar mengajar :

1. Ukuran kelas

   Ruang kelas hendaknya dirancang dengan luas yang meungkinkan murid yang duduk paling belakang sekalipun masih dapat mendengarkan suara guru dengan baikn dan jelas serta dapat membaca tulisan di papan tulis.
2. Penerangan

   Ruang kelas dikatakan baik apabila memiliki penerangan yang cukup, tidak berlebih ataupun kurang sehingga siswa dapat menulis dan membaca dengan baik tanpa menimbulkan kelelahan mata.

3. Sirkulasi Udara

   Sirkulasi udara perlu diperhatikan agar udara di dalam ruangan kelas dapat mengalir dengan baik sehingga didapatkan kenyamanan termal agar kegiatan belajar mengajar tidak terganggu.

4. Perlengkapan belajar

   Ruang kelas harus menyediakan perlengkapan belajar mengajar diantaranya meja, kursi, dan papan tulis yang nyaman untuk siswa.

Ruang kelas sebagai salah satu bagian bagian dari prasarana sekolah mempunyai beberapa standar yang harus dipenuhi. Dalam Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No. 40 tahun 2008 tentang Standar Sarana dan Prasarana Sekolah Menengah, ruang kelas memiliki ketentuan sebagai berikut:

1. Ruang kelas memiliki fungsi sebagai wadah berlangsungnya proses kegiatan pembelajaran teori dan praktik yang tidak memerlukan alat khusus atau dengan alat khusus yang mudah dihadirkan
2. Jumlah minimum ruang kelas dalam suatu lingkup sekolah adalah 60% dari jumlah seluruh rombongan belajar.
3. Ruang kelas berkapasitas makdimum 32 peserta didik
4. Luas ruang kelas memiliki rasio minimun 2 m^2/peserta didik
5. Ruang kelas harus memiliki syarat dan ketentuan untuk menunjang aktivitas di dalamnya. Kenyamanan yang harus dimiliki dalam ruang kelas mencakup kenyaman pencahayaan, penghawaan, kebisingan, dan sirkulasi.

2.2 Pencahayaan Alami

2.2.1 Pengertian pencahayaan alami

Pencahayaan alami merupakan pencahayaan yang bersumber dari energi maupun material alam, salah satunya diperoleh dari cahaya matahari. Cahaya alami memiliki beberapa kelebihan yang tidak dimiliki cahaya buatan diantara mencegah kelembaban berlebih dalam ruang, menghemat energi, dan sinar UV yang dapet membunuh kuman dalam ruang. Oleh karena itu desain bangunan atau ruang dengan pemenfaatan pencahayan lami sebagai pencahayaan utama harus dikembangkan (Lechner, 2007)

Pencahayaan alami dalam suatu perancangan arsitektur lebih optimal dibutuhkan pada siang hari. Terdapat beberapa elemen arsitektektur yang diperlukan untuk mengelola pencahayaan alami agar dapat memenuhi kebutuhan bangunan dan ruang di dalamnya. Bukaan bangunan berupa jendela, pintu, bahan kaca, dan bukaan lain diatur dengan baik

agar ruang mendapatkan pencahayaan sesuai dengan kebutuhan dan fungsinya (Irvansyah, 2013).

Menurut Szokolay (2004) terdapat tiga jenis cahaya matahari yang masuk ke dalam bangunan, yaitu:

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

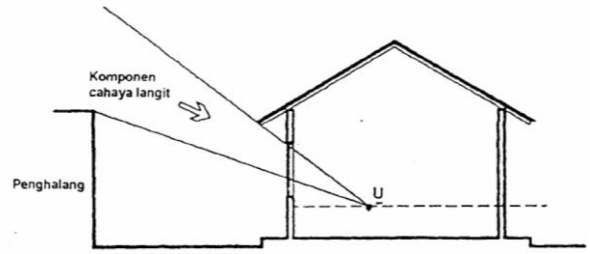
Cahaya matahari langsung pada iklim tropis sebaiknya dihindari karena juga membawa panas juga silau yang masuk ke dalam ruangan pada suatu bangunan. Cara menghindari cahaya matahari langsung adalah melalui desain bentuk bangunan atau elemen pembayang matahari (*shading device)* . Cahaya matahari yang dapat digunakan pada daerah iklim tropis adalah cahaya difus dari terang langit atau dari pantulan tanah/bangunan lainnya. Cahaya difus dari terang langit memiliki intensitas yang bervariasi tergantung pada kondisi terang lagit. Cahaya difus dari pantulan tanah atau bangunan lain mempunyai sudut datang yang rendah sehingga dapat menyebabkan masalah kesilauan.

2.2.2 Faktor pencahayaan alami

Faktor pencahayaan alami merupakan suatu perbandingan antara tingkat pencahayaan atau iluminasi pada titik dari bidang kerja tertentu di dalam suatu ruangan terhadap tingkat pencahayaan pada bidang datar di ruang luar atau lapangan terbuka yang menjadi ukuran kinerja lubang cahaya pada ruang tersebut. Faktor pencahayaan alami terdiri dari tiga komponen yakni komponen langit, komponen refleksi luar, dan komponen refleksi dalam (Szokolay, 2004).

1. Komponen langit (faktor langit-fl)

Komponen langit atau *sky component(SC)* adalah kompenen pencahayaan langsung dari cahaya langit. Besarnya komponen langit dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu ukuran lubang cahaya, pemghalang benda di luar bangunan, penghalang yang berupa bagian bangunan (peneduh, dll). Komponen langit tidak dipengaruhi oleh reflektansi cahaya dari permukaan di dalam dan di luar ruangan, serta posisi titik tersebut pada bidang kerja.

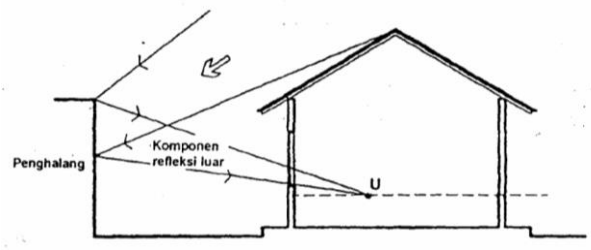


Gambar 2.1 Komponen langit
Sumber: SNI 2396-2001 (Badan Standarisasi Nasional, 2001)

2. Komponen refleksi luar (faktor refleksi luar-frl)

Komponen refleksi luar atau *externally reflected component (ERC)* adalah kompenen pencahayaan yang dihasilkan oleh refleksi objek di sekitar bangunan. Komponen reflesi luar tersebut meurpakan perbandinhgan antara tingkat pencahayaan yang ditimbulkan oleh kompenen cahaya yang datang pada titik tersebut melalui pantulan dari penghalang yang berada di luar bangunan terhadap tingkat pencahayaan pada bidang horizontal di tempat terbuka pada waktu yang sama.

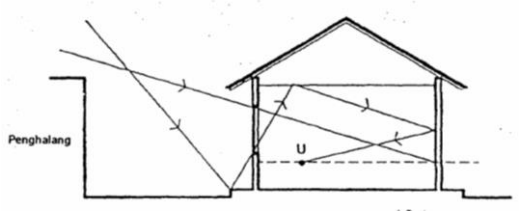
Besarnya KRL diperngaruhi oleh ukuran lubang cahay, kuran penghalang, reflektasi cahaya dari permukaan penghalang, poisis titik tersebut pada bidang kerja. KRL tidak dipengaruhi oleh reflektansi cahaya drai permukaan di dalam ruangan



Gambar 2.2 Komponen refleksi luar
Sumber: SNI 2396-2001 (Badan Standarisasi Nasional, 2001)

3. Komponen refleksi dalam (faktor rekfleksi dalam-frd).

Komponen refleksi dalam atau *internally reflected component (IRC)* adalah komponen pencahayaan yang dihasilkan oleh refeksi bidang-bidang permukaan dalam suatu ruangan, baik oleh cahaya yang masuk ke dalam ruangan karena refleksi benda-benda di luar ruang maupun dari cahaya langit. Besarnya KRD dipengaruhi oleh reflektansi cahaya dari semua permukaan dalam dari ruangan, ukuran ruangan dan ukuran lubang cahaya.



Gambar 2.3 Komponen refleksi dalam
Sumber: SNI 2396-2001 (Badan Standarisasi Nasional, 2001)

2.2.3 Kinerja dan kualitas pencahayaan alami

Kinerja adalah setiap pelaksanaan atau tindakan yang diarahkan untuk mencapai tujuan atau target tertentu (Kusnadi, 2003). Penggunaan pencahayaan alami dalam dalam sebuah bangunan akan mengurangi pencahayaan buatan, sehingga menghemat konsumsi energi. Tujuan penggunaan pencahayaan alami adalah untuk menghasilkan cahaya yang berkualitas yang efisien dan dapat meminimalkan silau. Berdasarkan penjelasan diatas, dapat disimpulkan bahwa kinerja pencahayaan alami adalah suatu kegiatan pencahayan pencahayaan alami yang dapat menghemat konsumsi energi serta menghasilkan cahaya yang berkualitas.

Kinerja kualitas pencahayaan dalam suatu ruang dapat dikatakan baik apabila cahaya matahari masuk ke dalam ruangan secara optimal pada pukul 08.00-16.00 dengan ditribusi cahaya yang merata yaitu tidak adanya kontras yang terlalu tinggi antara bagian yang terang dan gelap (SNI 03-2396-2001). Dengan kata lain tingkat pencahayaan dan distribusi cahaya dalam ruang adalah hal yang mempengaruhi kalitas cahaya dalam ruang.

1. Tingkat Pencahayaan

Tingkat pencahayaan atau intensitas pencahayaan adalah jumlah cahaya yang jatuh pada permukaan tertentu. Intensitas pencahayaan dimanfaatkan untuk memberikan penerangan pada suatu objek maupun lingkungan tertentu. Pada setiap ruang, terdapat kebutuhan intensitas pencahayaan yang berbeda-beda. Hal tersebut disesuaikan dengan fungsi dan aktivitas dalam ruang. Standar kebutuhan intensitas pencahayaan tercantum dala SNI 03-6197-2000 tentang Konservasi Energi Sistem Pencahayaan pada Bangunan Gedung.

Tabel 2.1: Tingkat Pencahayaan Ruang pada Lembaga Pendidikan

Ruang	Standar Pencahayaan (Lux)
Lembaga Pendidikan	
Ruang kelas	250
Perpustakaan	300
Laboratorium	500
Ruang gambar	750
Kantin	200

Sumber : SNI 03-6197-2000 (Badan Standarisasi Nasional,2000)

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa standar intensitas pencahayaan pada ruang kelas adalah 250 lux. Standar ini menjadi acuan dasar dalam evaluasi dan rekomendasi suatu ruang kelas.

2. Distribusi cahaya

Berdasarkan SNI 03-2396-2001 distribusi pencahayaan alami merupakan salah satu faktor penentu kualitas pencahayaan alami dalam ruang. Distribusi cahaya dalam ruang dapat dikatakan baik apabila tidak ada kontras antara bagian yang terlalu gekap dan terlalu terang di dalam ruang.

2.2.4 Strategi pencahayaan alami

Tantangan dalam setiap strategi pencahayaan alami adalah dengan mengoptimalkan pencahayaan alami dan sistem distibusi cahaya. Strategi pencahayaan alami dikatakan sukses apabila dapat memaksimalkan pemanfaatan cahaya alami di dalam gedung namun tetap mengoptimalkan kualitas pencahayaan untuk kenyamanan penghuni. Kata kunci dalam desain pencahayaan alami adalah kontrol, bukan hanya tingkat pencahayaan namun juga distribusi cahaya. Menurut Boubekri (2008) terdapat dua kelompok stategi pencahayaan alami yaitu *side lighting* dan *top lighting*. Jendela merupakan contoh yang paling sederhana dari *side lighting* dan *skylight* merupakan contoh yang paling sederhana dari *top lgihting*.

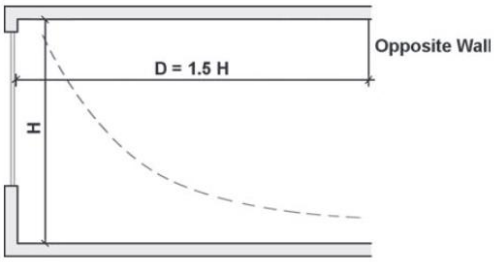
1. *Side lighting*

Side lighting adalah salah satu strategi pencahayaan alami yang memasukkan cahaya ke dalam ruang melalui bukaan samping. Sebagian besar *side lighting* dirancang untuk mengatasi masalah distribusi cahaya yang tidak merata. Sistem *side lighting* dapat dikatakan efektif bila dapat mengurangi tingkat pencahayaan alami yang berlebihan di dekat bukaan dan meningkatkan tingkat pencahayaan alami yang jauh dari jendela sehingga dapat menciptakan distribusi cahaya yang merata di seluruh ruangan. Untuk menciptakan distribusi cahaya yang merata pada ruang dapat menambahkan perangkat pada jendela seperti *lightshelves* karena memiliki kemapuan untuk membelokkan cahaya lebih jauh dari jendela pada dinding dan ke arah belakang ruang.

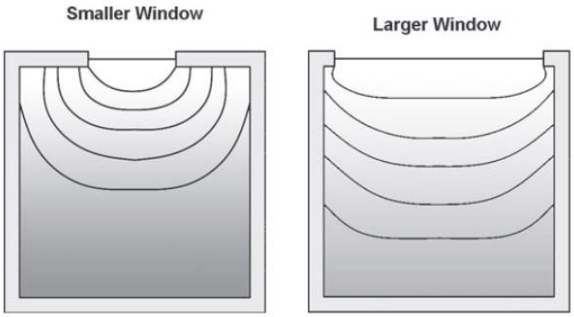
a. *Side window*

Side window memiliki dua jenis yaitu *side window* dengan view keluar dan *side window* tanpa view ke luar, yang disebut jendela dan *clerestory*. Jendela cenderung menghasilkan area yang terlalu terang di dekat jendela dan kondisi yang redup d tempat lain terutama jika ruangan itu cukup dalam (memiliki lebar atau panjang yang besar).

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi distribusi cahaya dengan penggunaan jendela sebagai tempat masuknya cahaya yaitu kondisi langit, orientasi jendela, lokasi jendela , tinggi efektif jendela, dan lebar jendela. Kedalaman pencahayaan alami berkisar anatara 1,5 dan 2 kali tinggi jendela. Jendela pada satu sisi ruang (*single side window*) dapat menyebabkan ketidaknyamanan karena kontras antara area dekat jendela dan area di belakang yang jah dari jendela. Untuk mencapai tingkat pencahayaan yang lebih seimbang, sebaiknya menggunakan jendela pada dua sisi ruang (*double side window*) yang dapat memberikan distribusi cahaya ke dalam ruang yang lebih merata.



Gambar 2.4 Kedalaman cahaya efektif hasil penetrasi cahaya manatahari berdasarkan ketinggian bukaan
Sumber: Boubekri, 2008



Gambar 2.5 Distribusi cahaya pada *side window*
Sumber: Boubekri, 2008

b. *Clerestory system*

Clerestory juga merupakan jendela samping dengan penempatan yang lebih tinggi pada dinding. Umunya , *clerestory* tidak memberikan view untuk keluar ruangan tetapi memungkinkan penetrasi cahaya alami yang lebih dalam ke dalam ruangan jika dibandingkan dengan *side window* juga mengurangi silau yang masuk ke dalam ruangan. Kedalaman cahaya matahari yang masuk ke dalam ruangan tergantung dengan ketinggian *clerestory* dan lebar serta panjang *clerestory* itu sendiri. Semakin tinggi letak *clerestory* maka semakin dalam zona ruang yang mendapatkan pencahayaan alami.

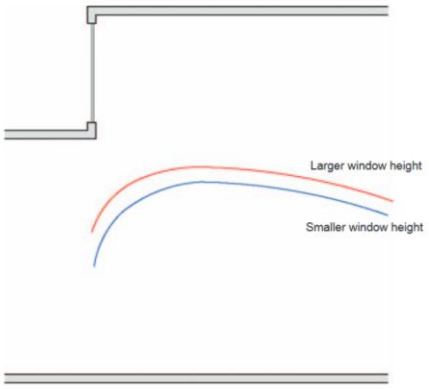


Figure 6.5 Daylight penetration pattern with a clerestory window.

Gambar 2.6 *Clerestory system*
Sumber: Boubekri, 2008

c. Combined side system

Gabungan antara *side window* dan *clerestory window* memberikan distribusi cahaya matahri yang lebih merata jika dibandingkan dengan masing-masing sistem tersebut saat berdiri sendiri. *Combined side-system* menggabungkan antara distribusi pencahayaan pada *side window* dengan distribusi cahaya pada *clerestory system.*

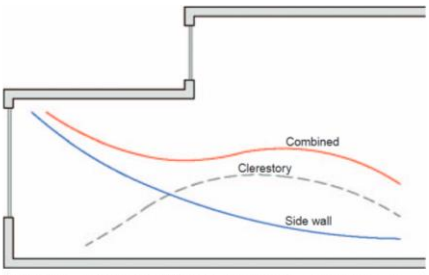


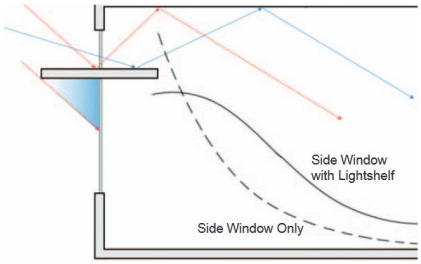
Figure 6.6 Daylight penetration resulting from the combination of a vertical clerestory and a side window.

Gambar 2.7 *Combined side system*
Sumber: Boubekri, 2008

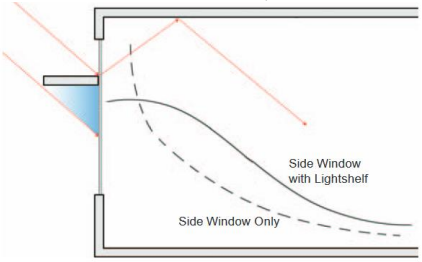
d. Lightshelves system

Lightshelves dirancang untuk menangkap cahaya matahari kemudian mengarahkannya ke bagian belakang ruangan yang jauh dari jendela melalui pemantulan cahaya ke langit-langit ruang. Stategi ini dapat menghasilkan distribusi cahaya yang lebih merata di seluruh ruangan jika dibandingkan dengan hanya menggunakan *side window* saja. Sebuah *lightshelves* membagi jendela menjadi dua bagian, yaitu bagian jendela bawah untuk *view* ke luar ruang dan jendela atas yang berfungsi untuk penetrasi cahaya ke bagian ruang yang lebih dalam. *Lightshelves* juga dapat digunakan sebagai peneduh dari sinar matahari langsung dan mengurangi silau yang masuk ke dalam ruang. Permukaan *lightselves* sebaiknya terbuat dari material yang reflektif untuk memaksimalkan refleksi

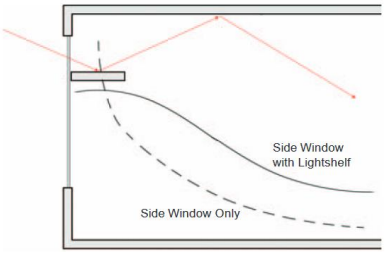
dan dengan permakaan yang halus. Ukuran dan kedalaman *lightshelves* bergantung pada ukuran jendela dan orientasi fasad. Terdapat beberapa jenis *lightshelves* yaitu *lightshelves* eksterior, *lightshelves* interior atau gabungan antara keduanya. *Lightshelves* eksterior dapat memberikan peneduhan yang baik dibandingkan dengan *lightshelves* interior, namun kurang dalam memantulkan cahaya ke bagian belakang ruangan.



Gambar 2.8 *Lightshelves eksterior-interior*
Sumber: Boubekri, 2008



Gambar 2.9 *Lightshelves eksterior*
Sumber: Boubekri, 2008



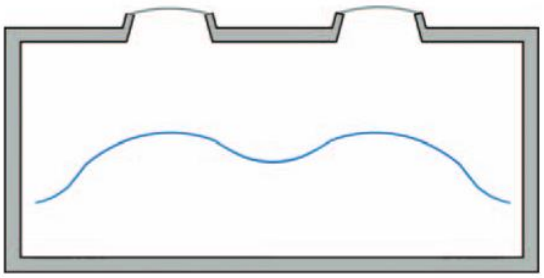
Gambar 2.10 *Lightshelves interior*
Sumber: Boubekri, 2008

2. *Top lighting*

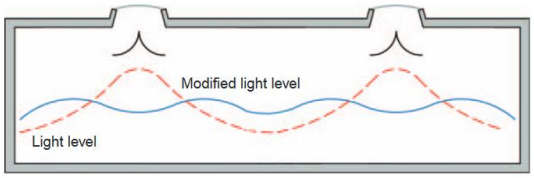
   a. *Skylight sytem*

Skylight system merupakan adalah satu stategi *top lighting* paling sederhana. *Skylight* biasanya menggunakan bukaan horizontal atau miring pada atap bangunan yang idrancang untk menangkap sinar matahari. *Skylight* hanya dapat digunakan pada lantai teratas bangunan bertingkat atau pada bangunan berlantai satu. Beberapa *skylight* terdistribusi secara merata pada plafon sehingga memberikan distribusi pencahayaan alami yang merata. Sebuah *skylight* memberikan distribusi cahaya dengan bentuk V terbalik

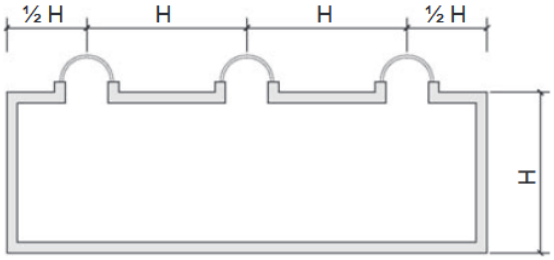
(Gambar 2.11), dimana cahaya maksimal berada di bawah *skylight* dan semakin berkurang edari daerah tersebut. Reflektor cahaya dapat digunakan (Gambar 2.12) untuk membelokkan cahaya dari area bawah *skylight* agar mendapatkan distribusi cahaya yang lebih merata ke seluruh ruangan. Ketika digunakan beberpa *skylight*, disarankan antara dua *skylight* diberikan jarak yang sama dengan tinggi pemasangannya untuk mendapatkan distribusi cahaya matahari yang merata di seluruh ruangan.



Gambar 2.11 Distribusi cahaya pada *skylight*
Sumber: Boubekri, 2008



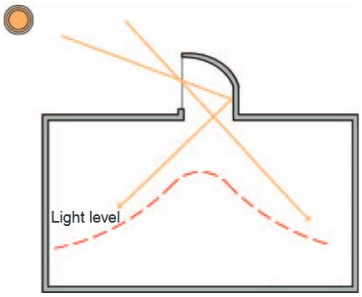
Gambar 2.12 Penggunaan reflektor cahayan pada *skylight*
Sumber: Boubekri, 2008



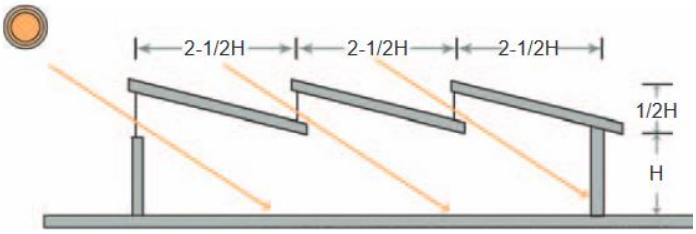
Gambar 2.13 Penggunakan multiple *skylight*
Sumber: Boubekri, 2008

b. *Roof Monitor and Sawtooth system*

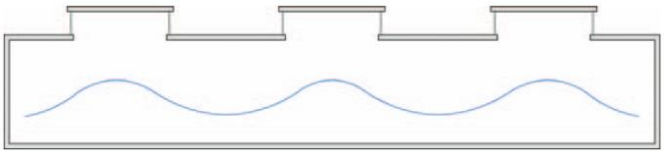
Roof monitor and sawtooth system adalah dua stategi *top lighting* yang berbeda terutama dalam bentuknya. Pada sistem ini cahaya ditangkap melalui bukaan vertikal atau miring pada atap. *Roof monitor* dapat dirancang dengan dua cara yaitu pada satu sisi atau dua sisi. *Roof monitor* satu sisi dan *sawtooth system* akan memberikan pengaruh arah cahaya dalam ruangan, sedangkan *roof monitor* dua sisi dapat memberikan distribusi pencahayaan alami yang lebih seragam.



Gambar 2.14 *Roof monitor satu sisi*
Sumber: Boubekri, 2008



Gambar 2.15 *Sawtooth system* satu sisi
Sumber: Boubekri, 2008



Gambar 2.16 *Roof monitor* dua sisi
Sumber: Boubekri, 2008

2.2.5 Persyaratan pencahayaan bangunan

Persyaratan sistem pencahayaan pada bangunan tercantum dalam Peraturan Mentri PU No. 29 tahun 2006 tentang pedoman persyaratan teknis bangunan gedung. Persyaratan-persyaratan tersebut antara lain:

1. Setiap bangunan gedung untuk memenuhi persyaratan sistem pencahayaan harus mempunyai pencahayaan alami dan/atau pencahayaan buatan
2. Bangunan gedung tempat tinggal, pelayanan kesehatan, pemdidikan, dan bangunan pelayanan umum harus mempunyai bukaan untuk pencahayaan alami.
3. Pencahayaan alami harus optimal, disesuaikan dengan fungsi bangunan gedung dan fungsi masing-masing ruang di dalam bangunan gedung.
4. Pencahayaan buatan harus direncanakan berdasarkan tingkat iluminasi yang dipersyaratkan sesuai dengan fungsi ruang dalam bangunan gedung dengan

mempertimbangkan efisiensi, penghemanatan energi yang digunakan, dan penempatannya tidak menimbulkan efek silau atau pantulan.

5. Pencahayaan buatan yang dugunakan untuk pencahayaan darurat harus dipasang pada bangunan gedung dengan fungsi tertentu, serta dapat bekerja secara otomatis dan mempunyai tingkat pencahayaan yang cukup untuk evakuasi yang sama
6. Semua sistem pencahayaan buatan, kecuali yang diperlukan untuk pencahayaan darurat, harus dilengkapi dengan pengendali manual, dan/atau otomatis, serta ditempatkan pada tempat yang mudah dicapai/dibaca oleh pengguna ruang.
7. Pencahayaan alami dan buatan diterapkan pada ruangan baik di dalam maupun di luar bangunan gedung.

2.3 Bukaan

Menurut Handayani (2010), bukaan adalah elemen yang tidak dapat dipisahkan pada bangunan karena berkaitan dengan penghawaan dan pencahayaan alami pada bangunan. Letak dan ukuran bukaan harus direncanakan dengan baik dan disesuaikan dengan kebutuhan dan fungsi ruang dalam bangunan. Perencanaan bukaan yang baik dapat mengoptimalkan pencahayaan alami pada bangunan. Sebaliknya, jika perencanaan bukaan kurang begitu memperhatikan kebutuhan fungsi ruang pada bangunan maka dapat menganggu kenyamanan visual pengguna misalnya ruangan yang terlalu gelap atau terlalu terang sehingga menimbulkan efek silau.

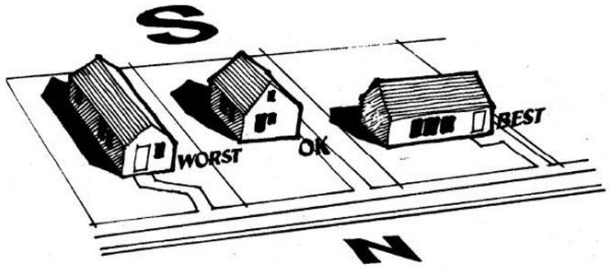
Salah satu bukaan yang paling sering digunakan untuk masuknya cahaya adalah jendela. Terdapat beberapa persyaratan agar jendela dapat berfungsi secara efektif dan efisien. Menurut Amin (2010) persyaratan dalam perancangan jendela pada suatu bangunan yaitu:

1. Ukuran dan dimensi jendela disesuaikan dengan fungsi dan kebutuhan ruang
2. Kuat dan kokoh
3. Menggunakan material yang sesuai dengan fungsi ruang
4. Selaras dengan gaya bangunan
5. Indah untuk dipandang
6. Aman dan nyaman

Dalam perancangan bukaan, terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan. Berdasarkan Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta (2012) faktor-faktor dalam perancangan bukaan yaitu:

1. Orientasi bukaan

Orientasi bangunan yang baik adalah memanjang dan memaksimalkan bukaan di sisi utara-selatan serta meminimalkan bukaan di sisi timur dan barat. Pemaksimalan bukaan di sisi utara dan selatan dimaksudkan agar ruangan tidak terpapar sinar matahari langsung, yang selain memasukkan cahaya juga dapat memasukkan panas dan silau ke dalam bangunan.



Gambar 2.17 Orientasi bangunan dan bukaan
Sumber: Loisos, 2000.

2. Ukuran dan ketinggian bukaan

Ukuran bukaan berbanding lurus dengan tingkat pencahayaan yang masuk ke dalam ruangan. Semakin besar dimensi jendela, maka cahaya yang masuk ke dalam ruangan semakin besar. Terdapat beberapa pengaturan yang mngatur tentang ukuran bukaan agar cahaya yang masuk ke dalam ruangan dapat optimal. Menurut ASHRAE 90.1-2007, standar *Windows Wall Ratio (WWR)* adalah 20-30%. WWR adalah perbandingan anatara luas bukaan terhadap dinding pada sisi perletakan bukaan. Menurut SNI 03-6197-2001, sebuah ruang sebaiknya memiliki rasio angtara luas bukaan dengan luas ruang minimal 20%.

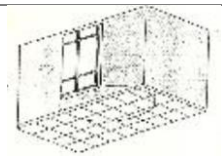
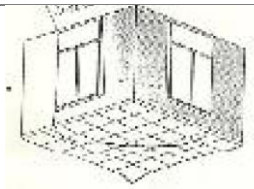
Ketinggian bukaan mempengaruhi penetrasi cahaya yang masuk ke dalam ruangan. Berdasarkan Pandua Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta (2012), rekomendasi kedalaman penetrasi cahaya alami adalah 1,5 kali ketinggian kusen jendela atas untuk mendapatkan pencahayaan yang optimal. Bukaan dengan ketinggian kurang dari 80 cm kurang memberikan kontribusi pada kinerja pencahayaan alami.

3. Jenis bukaan/jendela

Jenis bukaan/jendela mempengaruhi cahaya yang masuk ke dalam ruang. Terdapat beberapa jenis bukaan jendela sebagai berikut :

a. Jenis bukaan berdasarkan bentuk jendela

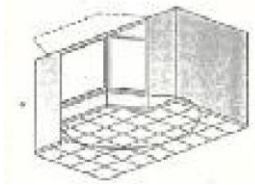
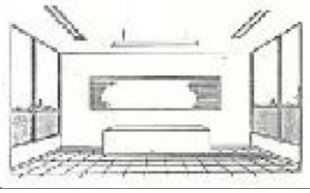
Tabel 2.2 Jenis bukaan berdasarkan bentuk jendela

	Bentuk Jendela		
			
	Jendela vertikal	Jendela horizontal	Jendela sudut
Kelebihan	Penetrasi cahaya lebih baik	Menghasilkan kesilauan lebih rendah dari jendela vertikal	Penetrasi cahaya kebih baik dan mengurangi silau
Kekurangan	Distribusi cahaya matahari tidak merata pada area sampingnya	Distribusi cahaya tidak merata pada area lantai pada dinsing sejajar	

Sumber : Beckett, et.al, 1974

b. Jenis bukaan berdasarkan posisi jendela

Tabel 2.3 Jenis bukaan berdasarkan posisi jendela

	Posisi jendela	
		
	Bay windows	Jendela Multisisi
Kelebihan		Persebaran cahaya mencakup ke semua area lantai di ruangan
Kekurangan	Distribusi cahaya matahari hanya pada ara yang dijangkau oleh jendela	

Sumber : Beckett, et.al, 1974

4. Material kaca

Pemilihan spesifikasi material kaca diperlukan untuk mengoptimalkan pencahayaan alami sekaligus sebagai kontrol cahaya yang masuk ke dalam ruang.Menurut Dora (2011) masing-masing jenis kaca memiliki kelebihan dan kekurangan sebagai berikut:

a. Kaca bening memaksimalkan masuknya cahaya dan pandangan yang lebih luas. Namun, kaca ini mengakibatkan panas radiasi sinar matahari dapat masuk sebagian ke dalam ruang
b. Kaca buran mengurangi panas radiasi matahari, tetapi tidak memaksimalkan masuknya sinar ke dalam ruang serta tidak dapat memasukkan *vies* de dalam rumah.

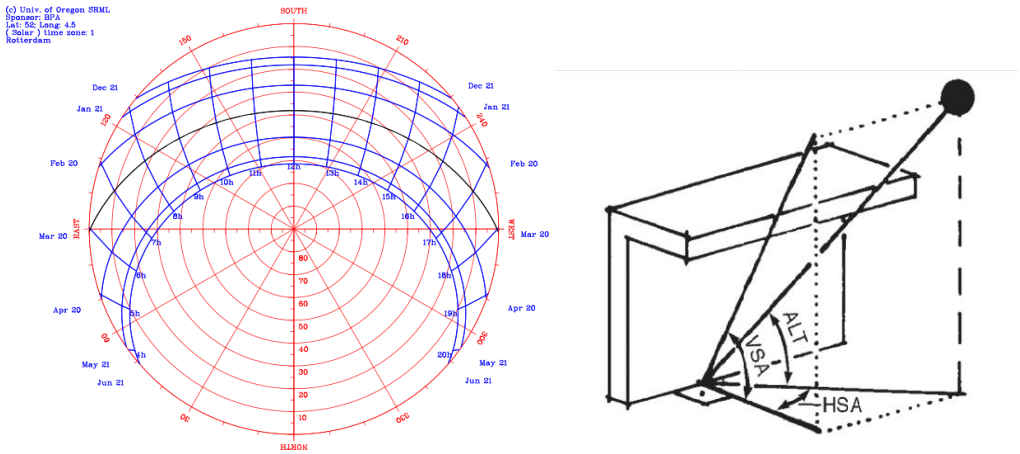
c. Kaca patri lebih berfungsi estetis karena mengaburkan warna cahaya yang masuk.

2.4 Pembayang Matahari

Pembayang matahari merupakan salah satu upaya untuk mengontrol pencahayaan alami yang masuk ke dalam ruang. Fungsi pembayang matahari adalah untuk menghalau penyinaran matahari langsung serta melindungi bukaan dari intensitas matahari yang berlebih. Menurut Baiche dan Walliman (2010) pembayang matahari harus mampu mencegah silau dari cahaya matahari, namun tetap memasukkan cahaya bias matahari ke dalam ruangan

2.4.1 Prinsip dasar pembayang matahari

Salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam perancangan pembayang matahari adalah sudut datang cahaya matahari. Cahaya memiliki sudut datang tertentu yang dapat ditentukan dengan mengetahui *logitude* dan *altitude* matahari pada suatu waktu dan lokasi tertentu. Sudut pembayangan matahari dapat digunakan untuk menentukan posisi, jenis, dan sudut pembayang matahari. Penentuan sudut pembayangan matahari dapat dilakukan menggunakan *sunpath* diagram. Terdapat dua jenis sudut pembayang matahari yaitu sudut pembayang matahari horizontal (SBH) atau *horizontal shadow angle* (HSA) dan sudut pembayang matahari vertikal (SBV) atau *vertical shadow angel* (VSA). SBH adalah sudut proyeksi dari sirip vertikal terhadap orientasi dinding dimana positif bila berada di sebelah kanan dinding dan negatif bila berada di sebelah kiri dinding. SBV adalah sutu proyeksi dari sirip horizontal terhadap bidang horizontal dan selalu dianggap positif. (SNI 03-6389-2000).



Gambar 2.18 *Sunpath diagram, diagram vsa* dan *hsa*
Sumber: Szokolay, 2004

Pembayang matahari di desain dengan mempertimbangkan orientasi matahari dan *shadow angle*. Orientasi matahari digunakan untuk mementukan jenis pembayang matahari, sedangkan *shadow angle* digunakan untuk menentukan besar dan panjang bentangan pembayang matahari. Untuk mendapatkan *shadow angle* terdapat beberapa perimeter yang harus diketahui terlebih dahulu.

1. Mengetahui letak geografis pada tapak (*latitude* dan *longitude*).
   Letak geografis dapat menentukan letak dan orientasi matahari.
2. Mengetahui posisi patahari pada tapak.
3. Menentukan *solar window* pada tapak.
   Menurut Lechner,2001, *solar window* merupakan suatu rentan waktu ketika sinar matahari mengenai bangunan tanpa terhalang objek apapun atau saat posisi matahari cukup tinggi sehingga tidak ada pembayang pada bangunan.

2.4.2 Jenis pembayang matahari

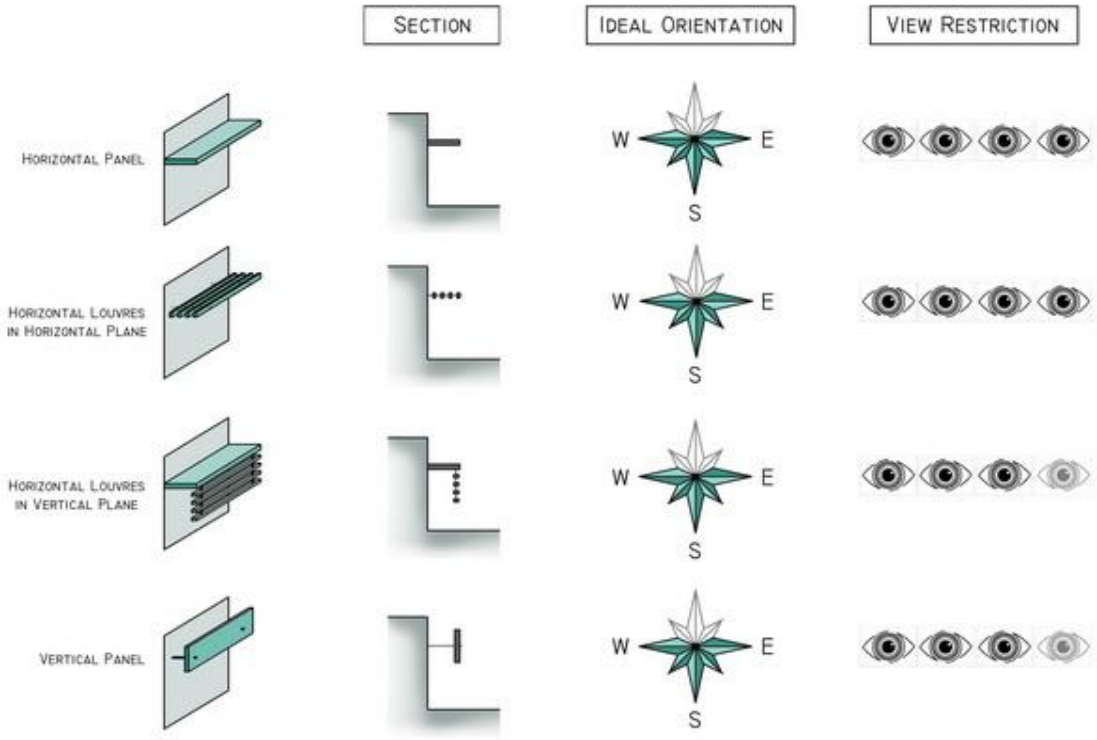
Pembayang matahari memiliki jenis yang beragam dan terbagi menjadi beberapa klasifikasi. Menurut Wall & Hube (2003), pmbayang matahari berdasarkan posisinya dibagi menjadi tiga yaitu pembayang matahari eksternal, interpane, dan internal. Dari ketiga jenis pembayang matahari tersebut, hasil analisis mengatakan bahwa yang paling baik adalah pembayang matahari eksternal. Pembayang matahari eksternal merupakan pembayang matahari yang paling efektif pada musim panas. Mengingat Indonesia adalah negara dnegan iklim tropis dimana memiliki suhu rata-rata yang tinggi, maka peletakan pembayang matahari pada luar ruangan adalah yang paling efektif.

Pembayang matahari eksternal dapat dibagi menjadi tiga jenis (NZEB, 2016) yaitu pembayang matahari horizontal, pembayang matahari vertikal, dan kombinasi pembayang matahari vertikal dam horizontal (*eggcrate*).

1. Pembayang matahari horizontal

Pembayang matahari horizontal membeerikan perlindungan terhadap bukaan dengan bentuk horizontal. Tipe horizontal membiarkan sudut rendah sinar matahari dan menghalagi sudut tinggi sinar matahari. Efektivitas pembayang matahari horizotal tergantung pada perubahan ketinggian matahari. Tipe pembayang matahari ini cocok

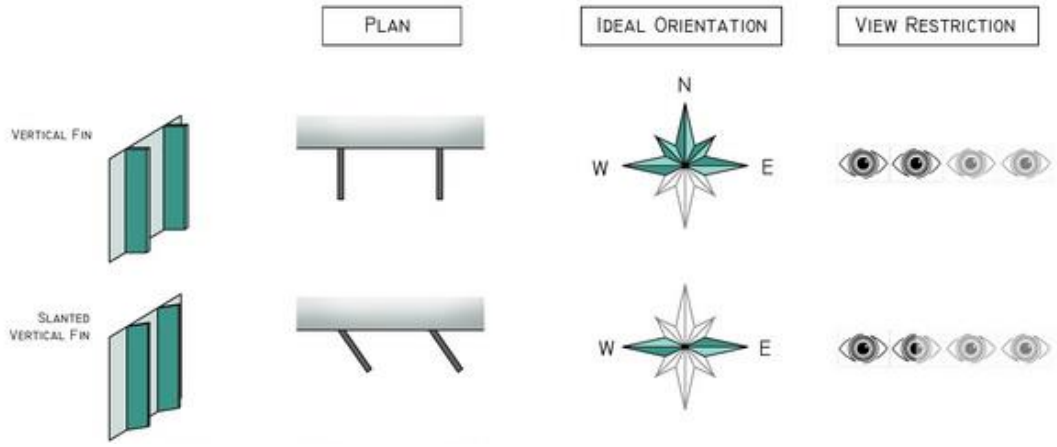
digunakan pada iklim tropis dan biasanya diletakkan ada sisi utara dan selatan. Berikut ini merupakan beberapa tipe pembayang matahari horizontal (Gambar 2.9)



Gambar 2.19 Tipe pembayang matahari horizontal
Sumber: De Luca, 2015

2. Pembayang matahari vertikal

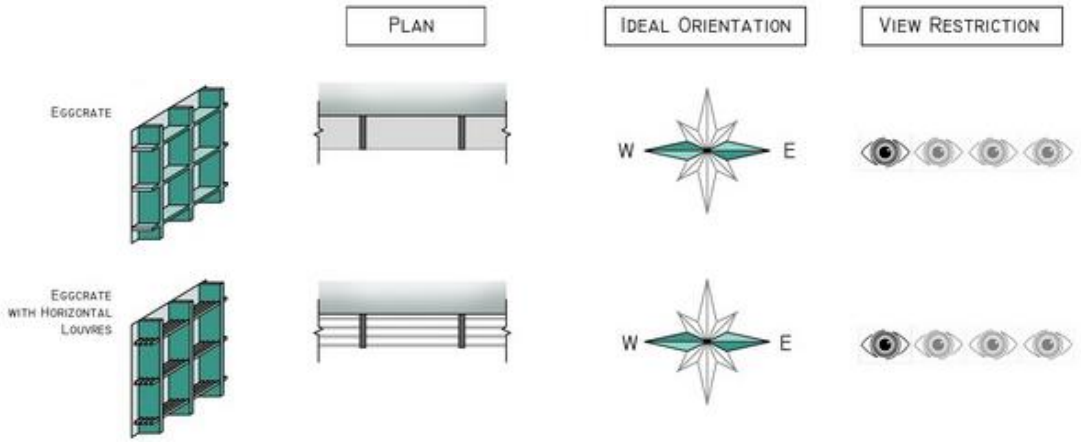
Pembayang matahari ini memberikan perlindungan pada bukaan dengan bentuk vertikal yang mengatur sudut rendah jatuh cahaya dengan menutup area yang bermasalah apabila terkena cahaya. Biasanya, pembayang matahari ini dugunakan untuk bukaan dengan orientasi menghadap timur atau barat.Terdapat beberapa macam tipe pembayang matahari vertikal seperti pada Gambar 2.10



Gambar 2.20 Tipe pembayang matahari vertikal
Sumber: De Luca, 2015

3. Pembayang matahari *eggcrate*

Pembayang matahari tipe *eggcrate* merupakan gabungan antara pembayang matahari vertikal dan horizontal. Efektivitas pembayang matahari ini sangat tinggi namun kelemahan pembayang matahari ini adalah pandangan keluar ruang yang lebih terbatas.Tipe pembayang matahari *eggcrate* dapat dilihat pada Gambar 2.11



Gambar 2.21 Tipe pembayang matahari *eggcrate*
Sumber: De Luca, 2015

2.5 Tinjauan Penelitian Terdahulu

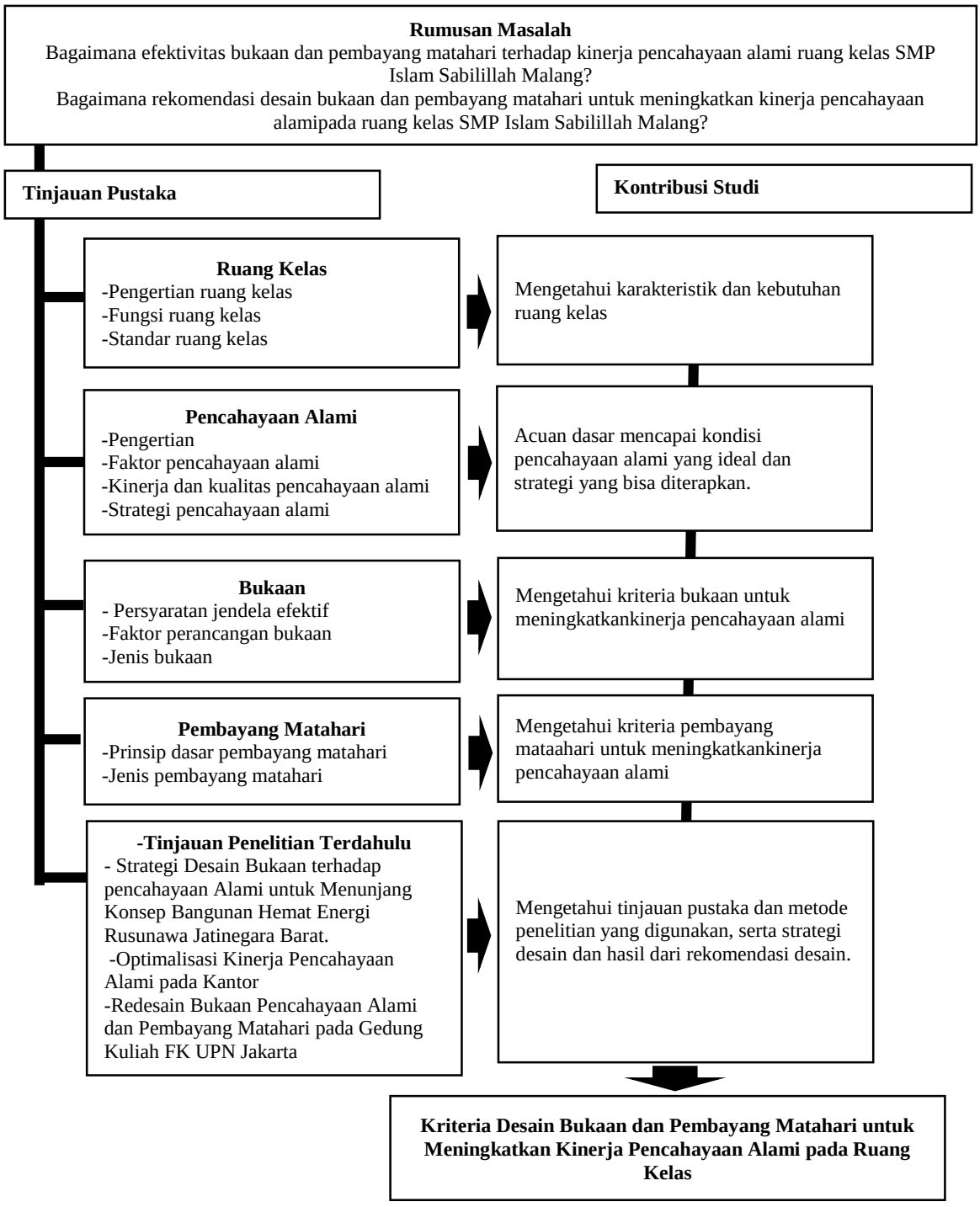
Terdapat beberapa penelitian sejenis yang sesuai dengan topik penelitian yaitu terkait dengan pencahayaan alami yang dapat diambil ilmunya untuk penelitian ini. Penjelasan mengenai beberapa penelitian terdahulu serta kontribusi terhadap penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Tinjauan Penelitian Terdahulu			
Penelitian	Avesta R,dkk. 2017. *Strategi Desain Bukaan terhadap pencahayaan Alami untuk Menunjang Konsep Bangunan Hemat Energi Rusunawa Jatinegara Barat.* Jurnal Rekayasa Hijau ISSN 2550-1070 Vol. 1 No.2	Rahmadiina, F. 2017. Optimalisasi Kinerja Pencahayaan Alami pada Kantor (Studi Kasus : Plasa Telkom Blimbing Malang. Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Arsitektur. Volume 5 No. 1 2017.	Oktavita. Grace Marlas. 2017. Redesain Bukaan Pencahayaan Alami dan Pembayang Matahari pada Gedung Kuliah FK UPN Jakarta. Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Arsitektur, Volume 1 No.5 2017.
Topik	Bukaan pencahayaan alami untuk konsep bangunan hemat energi	Kinerja pencahayaan alami	Bukaan pencahayaan alami dan pembayang matahari
	Kesimpulan (Kontribusi terhadap penelitian)		
	Bukaan dan pembayang matahari mempengaruhi kinerja pencahayaan alami dan kenyamanan visual		
Objek Studi	Rusunawa	Kantor	Gedung kuliah
	Kesimpulan (Kontribusi terhadap penelitian)		
	Setiap ruang memiliki kebutuhan pencahayaan alami sesuai dengan fungsi dan kegiatan di dalamnya		
Tinjauan Pustaka	1.Bukaan cahaya 2.Strategi pencahayaan alami 3.Pencahayaan alami 4. Bangunan Kemat Energi 5. Rusunawa	1.Kantor 2.Pencahayaan alami	1.Gedung kuliah 2.Kenyamanan visual 3.Strategi Desain pasif
	Kesimpulan (Kontribusi terhadap penelitian)		
	Tinjauan pustaka yang digunakan adalah mengenai 1.Objek studi (Ruang kelas) 2. Kata kunci pada judul (pencahayaan alami, bukaan, *shading device*)		
Metode Penelitian	1. Metode penelitian eksperimental 2. Tahapan penelitian a. Pengumpulan data b. Analisis data c. Sintesis data untuk rekomendasi -Rekomendasi bukaan -Rekomendasi pembayang matahari -Rekomendasi bukaan dan pembayang matahari	1.Metode penelitian eksperimental 2.Tahapan penelitian : a. Pengumpulan data b. Analisis data c. Sintesis data untuk rekomendasi -Rekomendasi eksterior (bukaan-shading device) -Rekomendasi eksterior-interior (shading device dan *lightshelves*) - Rekomendasi eksterior-interior (shading device dan warna & material) Rekoemendasi interior (*lightshelves* dan warna & material)	1. Metode penelitian eksperimental 2. Tahapan penelitian a. Pengumpulan data b. Analisis data c. Sintesis data untuk rekomendasi -Rekomendasi bukaan -Rekomendasi bukaan-pembayang matahari -Rekomendasi bukaan, pembayang matahari, dan pembayang matahari internal -Rekomendasi bukaan, pembayang matahari, pembayang matahari internal, dan tata letak perabot.
	Kesimpulan (Kontribusi terhadap penelitian)		
	1. Menggunakan metode eksperimental 2. Tahap penelitian : pengumpulan data, analisis data, sintesis 3. Sintesis untuk menghasilkan rekoemendasi dilakukan dengan beberapa tahap (rekomendasi eksterior dan interior)		
Hasil Evaluasi Kondisi Eksisting	Unit hunian membutuhkan *shading* atau memperkecil bukan cahaya karena memiliki pencahayaan alami yang melebihi standar rumah tinggal	Kinerja pencahayaan kondisi eksisting 63%	Ruang hanya menggunakan bukaan atas sehingga pencahayaan alami kurang optmal, luas bukaan kurang dari 20% luas ruang, material kaca tidak sesuai karena hanya

			meneruskan cahaya matahari 49% ke dalam ruangan, *shading device* tidak sesuai sbv, warna oembayang matahari coklat kurang baik untuk merefleksikan cahaya.
	Kesimpulan (Kontribusi terhadap penelitian)		
	Evaluasi kondisi eksiting membandingkan antara kondisi eksisting dengan standar pencahayaan alami sesuai fungs dan aktivitas dalam ruang.		
Kesimpulan Peneliti	Rekomendasi dengan memperkecil luas bukaan dan memberi sirip penangkal sinar matahari dapat mengurangi iluminan cahaya yang masuk ke dalam ruang sehingga pada siang hari tidak perlu menggunakan pencahayaan buat sehingga menghemat biaya listrik dan mendukung konsep keberlanjutan.	Menggunakan rekomendasi interior (*lightshelves* dan warna & material) meningkatkan kinerja pencahayaan alami menjadi 83%.	Kinerja pencahayaan alami pada ruang dipengaruhi oleh perubahan luas bukaan, material kaca, pembayang matahari eksternal dan internal, serta tata letak perabot.
	Kesimpulan (Kontribusi terhadap penelitian)		
	Peningkatan kinerja pencahayaan alami dapat dicapai dengan modifikasi berbagai variabel penelitian yang telah ditentukan contohnya bukaan, pembayang matahari, dan *lightshelves.*		

2.7 Kerangka Pemikiran



Gambar 2.22 Diagram Kerangka Pustaka