

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1 Pencahayaan Alami

Pencahayaan alami adalah pemanfaatan cahaya yang berasal dari benda penerang alam seperti matahari, bulan, dan bintang sebagai penerang ruang. Karena berasal dari alam, cahaya alami bersifat tidak menentu, tergantung pada iklim, musim, dan cuaca. Diantara seluruh sumber cahaya alami, matahari memiliki kuat sinar yang paling besar sehingga keberadaanya sangat bermanfaat dalam penerangan dalam ruang. Cahaya matahari yang digunakan untuk penerangan interior disebut dengan daylight. (Dora, P dan Nilasari, P, 2011)

Daylight memiliki fungsi yang sangat penting dalam karya arsitektur dan interior. Distribusi cahaya alami yang baik dalam ruang berkaitan langsung dengan konfigurasi arsitektural bangunan, orientasi bangunan, kedalaman, dan volume ruang. Oleh sebab itu daylight harus disebarakan merata dalam ruangan.

2.1.1 Faktor Pencahayaan Alami.

Menurut SNI No.03-2396-2001 Tentang tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami, Faktor pencahayaan alami siang hari adalah perbandingan tingkat pencahayaan pada suatu titik dari suatu bidang tertentu di dalam suatu ruangan terhadap tingkat pencahayaan bidang datar di lapangan terbuka yang merupakan ukuran kinerja lubang cahaya ruangan tersebut. Faktor pencahayaan alami siang hari terdiri dari 3 komponen meliputi :

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

ruangan, dari cahaya yang masuk ke dalam ruangan akibat refleksi benda-benda di luar ruangan maupun dari cahaya langit

2.1.2 Pencahayaan Alami Siang Hari.

Menurut SNI No 03-2396-2001 Tentang tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami, Pencahayaan alami siang hari dapat dikatakan baik apabila :

- a. Pada siang hari antara jam 08.00 sampai dengan jam 16.00 waktu setempat, terdapat cukup banyak cahaya yang masuk ke dalam ruangan.
- b. Distribusi cahaya di dalam ruangan cukup merata dan atau tidak menimbulkan kontras yang mengganggu.

2.1.3 Tingkat Pencahayaan Alami dalam Ruang Kelas dan Laboratorium

Menurut SNI No 03-2396-2001 Tentang tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami, Tingkat pencahayaan alami di dalam ruangan ditentukan oleh tingkat pencahayaan langit pada bidang datar di lapangan terbuka pada waktu yang sama. Standar Pencahayaan Alami untuk bangunan sekolah khususnya ruang kelas dan laboratorium adalah

Tabel 2.1 Standar Pencahayaan Bangunan Sekolah

No.	Fungsi Ruang	Tingkat Pencahayaan (Lux)	Kelompok Rendasi Warna	Keterangan
1.	Ruang Kelas	250	1 atau 2	
2.	Perpustakaan	300	1 atau 2	
3.	Laboratorium	500	1	
4.	Ruang Gambar	750	1	Gunakan pencahayaan yang setempat pada meja belajar
5.	Kantin	200	1	

Sumber: SNI No 03-2396-2001

Perbandingan tingkat pencahayaan alami di dalam ruangan dan pencahayaan alami pada bidang datar di lapangan terbuka ditentukan oleh :

a. Terang Langit

Menurut SNI No 03-2396-2001 Tentang tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami, sumber cahaya yang dipakai sebagai dasar untuk penentuan syarat-syarat penerangan alami (dalam hal ini yaitu terangnya langit).

b. Langit Perancangan

Menurut SNI No 03-2396-2001 Tentang tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami, langit dalam keadaan yang ditetapkan dan dijadikan dasar untuk perhitungan. Untuk itu ditetapkan langit biru jernih tanpa awan, atau - langit seluruhnya tertutup awan abu- abu atau putih (besarnya ditentukan 10.000 lux)

c. Faktor Langit

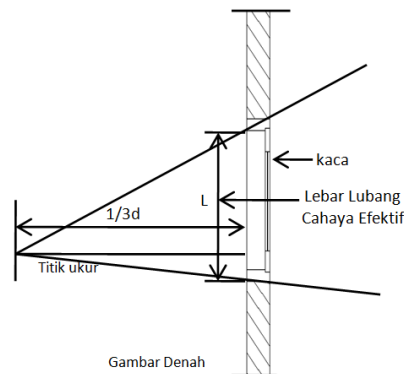
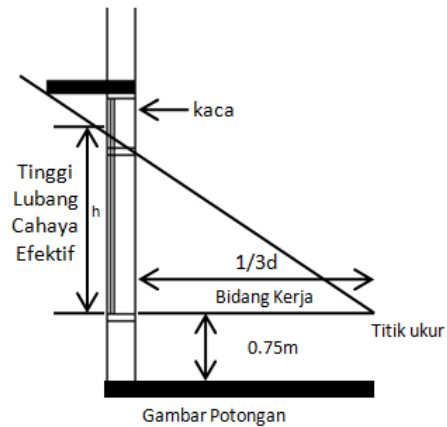
Menurut SNI No 03-2396-2001 Tentang tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami, Faktor langit (fl) suatu titik pada suatu bidang di dalam suatu ruangan adalah angka perbandingan tingkat pencahayaan langsung dari langit di titik tersebut dengan tingkat pencahayaan oleh Terang Langit pada bidang datar di lapangan terbuka. Pengukuran kedua tingkat pencahayaan tersebut dilakukan dalam keadaan sebagai berikut :

1. Dilakukan pada saat yang sama.
2. Keadaan langit adalah keadaan Langit Perancangan dengan distribusi terang yang merata di mana-mana.
3. Semua jendela atau lubang cahaya diperhitungkan seolah-olah tidak ditutup dengan kaca.

Suatu titik pada suatu bidang tidak hanya menerima cahaya langsung dari langit tetapi juga cahaya langit yang direfleksikan oleh permukaan di luar dan di dalam ruangan.

d. Titik ukur

Titik ukur diambil pada suatu bidang datar yang letaknya pada tinggi 0,75 meter di atas lantai. Bidang datar tersebut disebut bidang kerja.



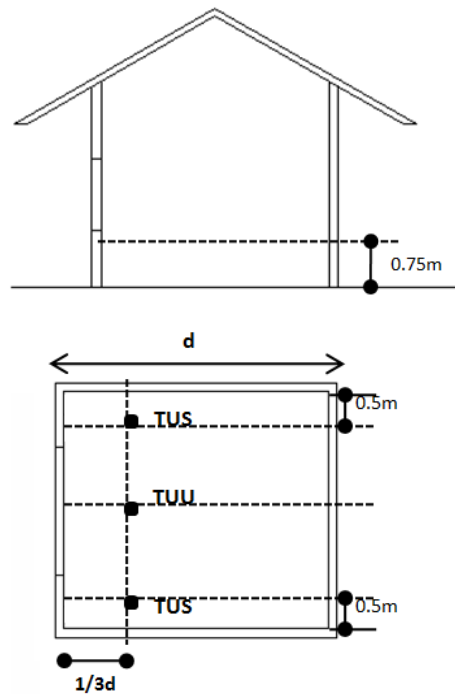
Gambar 2.1 Tinggi dan Lebar Cahaya Efektif

Sumber: SNI No 03-2396-2001 Tentang tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami,

Untuk menjamin tercapainya suatu keadaan pencahayaan yang cukup memuaskan maka Faktor Langit (f_l) titik ukur tersebut harus memenuhi suatu nilai minimum tertentu yang ditetapkan menurut fungsi dan ukuran ruangnya. Dalam perhitungan digunakan dua jenis titik ukur:

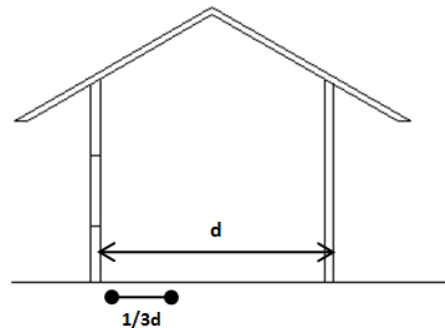
1. titik ukur utama (TUU), diambil pada tengah-tengah antar kedua dinding samping, yang berado pada jarak $1/3 d$ dari bidang lubang cahaya efektif,

2. titik ukur samping (TUS), diambil pada jarak 0,50 meter dari dinding samping yang juga berada pada jarak $1/3 d$ dari bidang lubang cahaya efektif, dengan d adalah ukuran kedalaman ruangan, diukur dari mulai bidang lubang cahaya efektif hingga pada dinding seberangnya, atau hingga pada "bidang" batas dalam ruangan yang hendak dihitung pencahayaannya itu (lihat gambar 3a dan 3b).



Gambar 2.1 Posisi Titik Ukur

Sumber: SNI No 03-2396-2001 Tentang tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami



Gambar 2.2 penjelasan jarak d

Sumber: SNI No 03-2396-2001 Tentang tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami

3. Jarak " d " pada dinding tidak sejajar

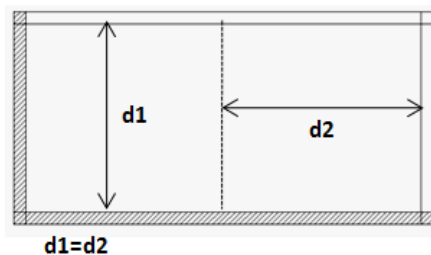
Apabila kedua dinding yang berhadapan tidak sejajar, maka untuk d diambil jarak ditengah antara kedua dinding samping tadi, atau diambil jarak rata-ratanya.

4. Ketentuan jarak "1/3 .d" minimum

Untuk ruang dengan ukuran d sama dengan atau kurang dari pada 6 meter, maka ketentuan jarak 1/3.d diganti dengan jarak minimum 2 meter.

e. Lubang Cahaya Efektif

Bila suatu ruangan mendapatkan pencahayaan dari langit melalui lubang-lubang cahaya di beberapa dinding, maka masing-masing dinding ini mempunyai bidang lubang cahaya efektifnya sendiri-sendiri. Umumnya lubang cahaya efektif dapat berbentuk dan berukuran lain daripada lubang cahaya itu sendiri.



Gambar 2.3 Penjelasan mengenai jarak d

Sumber: SNI No 03-2396-2001 Tentang tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami,

2.2 Berkas Cahaya

2.2.1 Definisi Berkas Cahaya

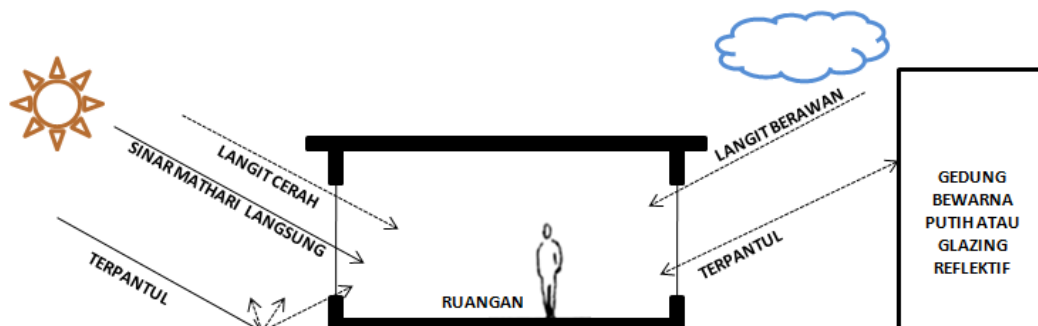
Menurut Suwarno dan Hotimah,W (2009), sifat cahaya yang merambat lurus dapat kita lihat ketika ada cahaya matahari yang masuk kedalam ruangan melewati jendela. Cahaya matahari yang melewati jendela tersebut akan memperlihatkan berkas-berkas cahaya yang merambat lurus kedalam ruangan. Cahaya biasanya tampak sebagai sekelompok sinar-sinar cahaya atau disebut

juga berkas cahaya. Perhatikanlah cahaya matahari yang masuk melalui celah kecil ke dalam ruangan gelap, atau jalannya sinar dan proyektor di bioskop, atau lampu sorot di panggung pertunjukan. Akan terlihat bahwa dalam zat antara yang serba sama, cahaya merambat menurut garis lurus berupa sinar cahaya.



Gambar 2.4 Berkas cahaya dalam ruangan
 Sumber : Lechner, Norbert. (2001)

Menurut Lechner, N (2001), cahaya alami yang masuk melalui jendela dapat berasal dari beberapa sumber sinar matahari langsung, langit cerah, awan atau pantulan permukaan bawah dan bangunan sekitarnya. Cahaya dari masing-masing sumber tersebut bervariasi tidak hanya dari jumlah dan panas yang dibawanya, tetapi juga pada kualitas lainnya, seperti warna, penyebaran dan penghematan.



Gambar 2.5 Beberapa Sumber Cahaya Alami.
 Sumber : buku Lechner, Norbert. (2001)

2.2.2 Pengaruh Berkas Cahaya Terhadap Perabot

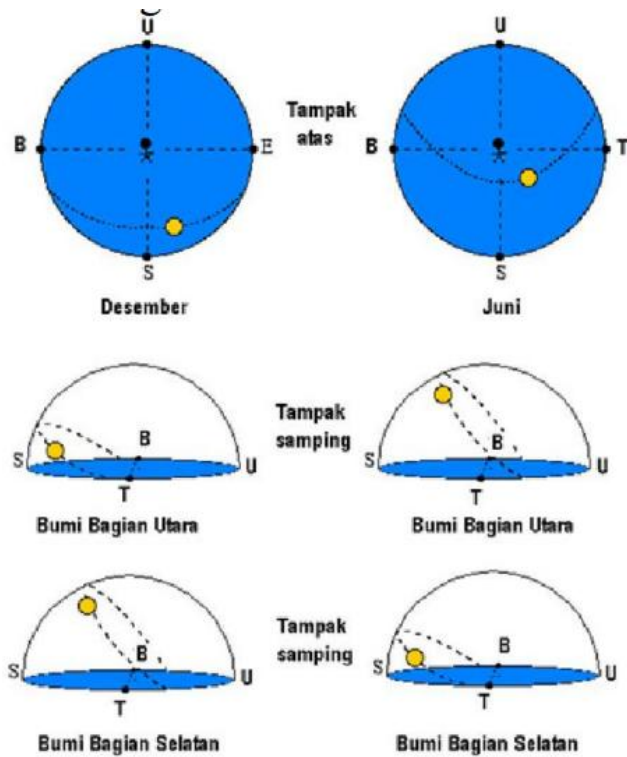
Menurut Suwanto, H (2006), Efek dari cahaya matahari pada ruangan salah satunya yaitu cahaya matahari langsung dapat menimbulkan peningkatan suhu pada ruangan, dan perubahan warna pada perabotan, misalnya warna menjadi luntur dan permukaan menjadi silau, maka sebaiknya cahaya langsung dari matahari sedikit dihindarkan agar tidak terlalu banyak masuk ke dalam ruangan, sedangkan cahaya masuk yang dikehendaki adalah cahaya terang langit, sebagai sumber cahaya alami yang ideal. Benda yang permukaannya kasar akan memantulkan cahaya ke segala arah dengan tidak merata, jadi tingkat terang pantulannya cenderung lebih kecil dibanding bidang pantulan yang halus.

2.2.3 Faktor Pembentukan Berkas Cahaya

Dari pengertian berkas cahaya diatas, ada beberapa faktor yang mempengaruhi pembentukan berkas cahaya dalam ruangan yaitu:

2.2.3.1 Posisi Matahari

Keadaan terang atau gelap di Bumi tergantung kepada posisi Matahari. Kita akan menyebut fajar saat cahaya matahari masih malu-malu menerangi Bumi kita. Demikian juga sebutan siang hari untuk keadaan saat Matahari bersinar terang di langit. Di malam hari saat gelap gulita, Matahari tentunya sudah tidak tampak di langit. Keteraturan muncul dan menghilangnya Matahari ini menjadi acuan manusia untuk menentukan hitungan waktu dalam satu hari. Matahari bergeser dari waktu ke waktu. Tanam sebatang tongkat di tanah, perhatikan arah bayangan pada pagi hari di bulan Juni dan Desember. Pada bulan Juni, tampak arah bayangan condong ke Selatan, artinya Matahari sedang berada di Utara. Sedangkan pada bulan Desember, arah bayangan miring ke arah Selatan, yang berarti Matahari sedang berada di titik Selatan. (Lukman,A dan Puspita,E, 2010)

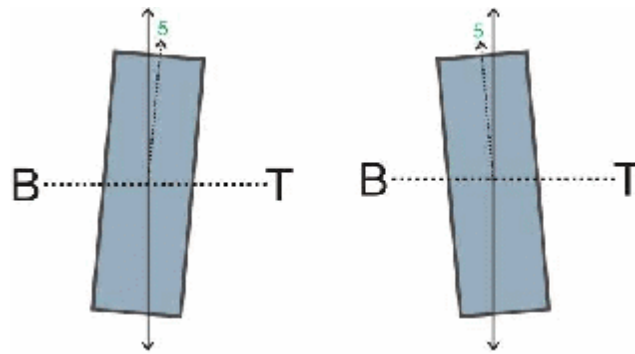


Gambar 2.6 Garis edar Matahari

Sumber : Lukman,A dan Puspita,E (2010)

Kemiringan sumbu rotasi Bumi menyebabkan terjadinya perbedaan musim di Bumi. Saat Matahari berada di utara, maka Bumi Bagian Utara mengalami musim panas. Puncak musim panas di Bumi Bagian Utara terjadi pada bulan Juni. Kemudian Matahari akan bergerak ke Selatan dan berada di garis ekuator pada tanggal 21 Maret. Sudut deklinasi Matahari 0° , saat itu Matahari berada di titik musim gugur. Pada tanggal 21 Desember Matahari berada di titik musim dingin, artinya Matahari berada di titik paling Selatan. (Lukman,A dan Puspita,E, 2010)

Daerah beriklim tropis merupakan daerah yang bermandikan sinar matahari, sedangkan sinar matahari didalamnya selalu membawa panas, maka aspek orientasi bangunan menjadi sorotan utama dalam proses desain agar pengantisipasi pengaruh buruk sinar matahari dapat dihindari.



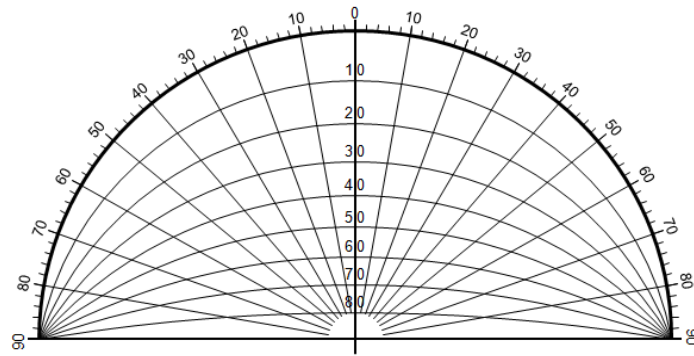
Gambar. 2.7 orientasi bangunan
sumber : Wijanarko,A , 2014

Panas matahari pagi sangatlah baik untuk kesehatan, maka bagian timur cenderung dibuka untuk memasukan sinar matahari, akan tetapi dibatasi hanya sampai jam 09.00 selebihnya dari itu sifatnya terik dan menyengat, sedangkan sinar matahari di barat membawa pengaruh buruk untuk bangunan, sebaiknya diantisipasi, dengan tritisan atau double layer (titik puncak panas 14.00 jam 2 siang)

Sudut jatuh. Sudut jatuh ditentukan oleh posisi relatif matahari dan tempat pengamatan di bumi serta tergantung pada: sudut lintang geografis tempat pengamatan, musim serta lama penyinaran harian, yang ditentukan oleh garis bujur geografis tempat pengamatan. Sudut jatuh matahari dapat ditentukan melalui: (Lippsmeier, G, 1994)

1. pengamatan langsung dengan bantuan sekstan yang juga biasa dipakai dalam navigasi
2. perhitungan matematis, dengan tingkat yang relatif rumit tetapi akurat
3. penggambaran grafis, yang dilakukan dengan menggunakan diagram matahari.

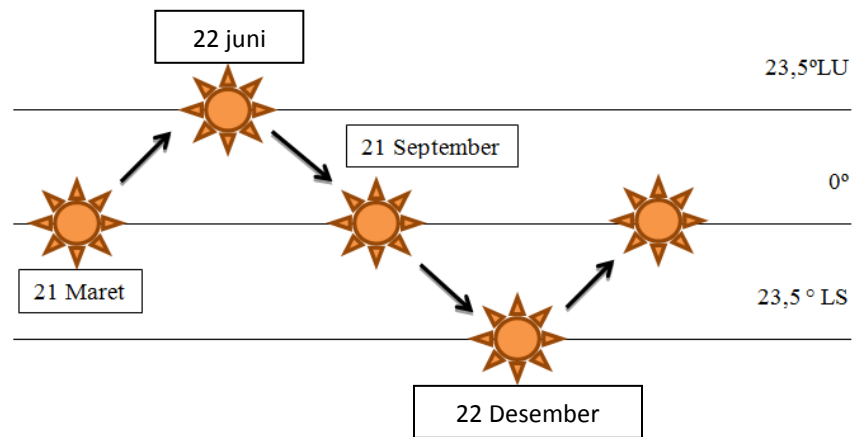
Penanganannya bisa dengan solar chart Dengan menggunakan solar chart dapat ditentukan sudut altitude dan azimuth posisi matahari sehingga ukuran sun shading maupun parapet dapat ditentukan ukuran idealnya.



Gambar 2.8 Pengukur sudut bayangan

Sumber: Lippsmaier , G, (1994)

Gambar dibawah menjelaskan bahwa akan didapatkan tanggal dan bulan penting dimana matahari berada pada *equator* dan titik terjauh. Pada tanggal dan bulan inilah yang kemudian akan dianalisa dengan software *Ecotect* dan *Sketch-up* pada massa bangunan.



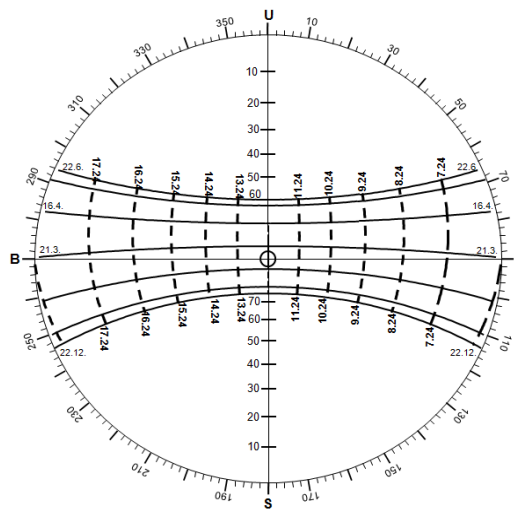
Gambar 2.9 Pergerakan matahari di Indonesia

Sumber: Lechner, N, 2001

Sudut jatuh ditentukan oleh posisi relatif matahari dan tempat pengamatan di bumi serta tergantung pada: sudut lintang geografis tempat pengamatan, musim serta lama penyinaran harian, yang ditentukan oleh garis bujur geografis tempat pengamatan. Sudut jatuh matahari dapat ditentukan melalui: (Lippsmeier, N, 1994)

1. pengamatan langsung dengan bantuan sekstan yang juga biasa dipakai dalam navigasi
2. perhitungan matematis, dengan tingkat yang relatif rumit tetapi akurat
3. penggambaran grafis, yang dilakukan dengan menggunakan diagram matahari.

Berkaitan dengan sudut jatuh, akan berpengaruh terhadap jumlah panas yang diterima suatu tempat di permukaan bumi di samping lama tempat tersebut terkena sinar matahari.



Gambar 2.10 Penentuan Sudut jatuh matahari

Sumber: Lippsmeier, G, 1994

Faktor letak geografis akan menentukan posisi (*azimuth*) dan ketinggian (*altitude*) matahari pada suatu waktu terhadap pengamat. *Azimuth* adalah letak matahari terhadap pengamat di bumi terhadap arah utara, sedangkan *altitude* adalah ketinggian matahari terhadap cakrawala. *Azimuth* dan *altitude* tersebut dapat diketahui dengan menggunakan diagram matahari (solar chart). Berdasarkan *azimuth* dan *altitude* dapat ditentukan berapa sudut bayangan yang terjadi pada sebuah bidang, melalui diagram sudut bayangan (*shadow angle protactor*). (Lippsmeier, G, 1994)

2.2.3.2 Orientasi

Orientasi bangunan terhadap mata angin mempengaruhi perletakan lubang - lubang permukaan dinding, perencanaan yang tepat dapat menghindari masuknya sinar dan panas matahari tapi dapat menggunakan sky light sebagai pencahayaan alami dan aliran udara sebagai penetralisir kelembaban udara.

Sedangkan Ronny, A, (1999) menjelaskan, orientasi bangunan bisa diadaptasikan untuk menghasilkan penerangan yang baik dalam ruangan, orientasi bangunan jugaberkaitan dengan geometri gerakan matahari, oleh karena itu ruang-ruang dalam bangunan diorientasikan ke arah utara, selatan, barat, atau timur tergantung dari intensitas kontribusi cahaya yang ingin dicapai dari masing-masing ruang tersebut. Sedangkan menurut Akmal I, (2006), bangunan yang berorientasi ke arah barat akan mendapatkan cahaya matahari sore yang kuat dan keras, maka biasanya akan lebih menghindari sinar matahari sore. Oleh karena itu pada bangunan yang berorientasi ke arah barat menggunakan filter seperti *sun shading* yang digunakan untuk menghindari paparan langsung sinar matahari.

2.2.3.3 Lubang Cahaya

Menurut SNI No 03-2396-2001 Tentang tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami, Faktor pencahayaan alami siang hari adalah perbandingan tingkat pencahayaan pada suatu titik dari suatu bidang tertentu di dalam suatu ruangan terhadap tingkat pencahayaan bidang datar di lapangan terbuka yang merupakan ukuran kinerja lubang cahaya ruangan tersebut. Menurut Heinz , F ,(1998), Lubang cahaya dalam gedung bisa berupa jendela. Jendela ini berfungsi sebagai lubang cahaya dan lubang ventilasi yang member perlindungan terhadap angin, hujan, kebisingan, udara panas atau dingin. Penempatan jendela dan dimensi jendela ditentukan pada fungsi kebutuhan cahaya didalam ruangan Menurut Pedoman Standarisasi Bangunan Dan Perabot Sekolah oleh Kementerian Pendidikan Dan

Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan (2011). Luas lubang cahaya sebaiknya berkisar antara 20-50% dari luas lantai.

2.2.3.4 Shading

Shading atau pembayangan adalah upaya mematahkan sinar matahari, karna sinar matahari membawa panas yang tidak baik untuk thermal bangunan. *Shading Device* yaitu alat pengontrol terhadap panas karena sinar matahari dan penghalau sinar matahari yang masuk ke bangunan serta memberikan pembayangan yang dapat mengurangi panas. (Heinz , F, 1998).

2.3 Sun Shading

2.3.1 Definisi Sun Shading

Pemahaman *sun shading* adalah bentuk penghalang sinar matahari dan curah hujan yang terpasang pada dinding dan berada disekitar pelobangan dinding (jendela). Pada disain-disain konvensional *sun shading* membentuk sudut kemiringan, alasan diantaranya pertimbangan karekter bahan genteng. Kini trend bentuk dari *sun shading* bermaterial beton tipis yang dipengaruhi konsep minimalis. (Slamet,dkk, 2011).

Shading Device yaitu alat pengontrol terhadap panas karena sinar matahari dan penghalau sinar matahari yang masuk ke bangunan serta memberikan pembayangan yang dapat mengurangi panas. (HeinzFrick, 1998). Menurut Handayani, T, (2010), bukaan merupakan suatu elemen yang tidak terpisahkan dalam bangunan, khususnya terkait dengan pencahayaan dan penghawaan alami. Pada area tropis seperti Indonesia, letak dan ukuran dari suatu bukaan harus direncanakan dengan baik. Bukaan yang terlalu besar dapat menimbulkan efek silau dan pemanasan ruang akibat radiasi matahari secara langsung. Untuk mengatasi hal tersebut, penggunaan *sun shading* pada bukaan diperlukan.

Menurut Lechner, N, (2001), *Sun shading* merupakan salah satu strategi dan langkah pertama untuk mencapai kenyamanan thermal didalam

bangunan, akan tetapi untuk mencapai kenyamanan thermal terdapat aspek lain yang harus diperhitungkan

To use sunlight as a source of ambient illumination, the opening must be shaded to control glare and heat gain. Untuk menggunakan sinar matahari sebagai sumber pencahayaan, bukaan harus di beri penangkal untuk mengontrol silau dan panas (Olgyay, NJ, 1957.).

2.3.2 Jenis dan Bentuk Sun Shading

Jenis *sun shading* sangat beragam dan terbagi menjadi beberapa klasifikasi, pada penelitian yang dilakukan oleh Wall , M & Bulow, H, (2003), *sun shading* dibagi menjadi 3(tiga), yaitu *External*, *Interpane*, dan *Internal*. Dan berdasarkan dari ketiga jenis diatas, sun shading yang paling baik adalah *External sun shading*.

Menurut Wall , M & Bulow, H, (2003), *External sun shading* adalah *sun shading* yang efektif saat musim panas. Mengingat iklim Indonesia beriklim tropis dimana suhu rata-rata yang tinggi, peletakan *sun shading* pada luar bangunan adalah yang efektif. Ada 3 jenis *external sun shading*, yaitu:

a. *Sun Shading Horizontal*

Horizontal device provide shade based on the altitude angle of the sun. Most commonly seen in the form of overhangs, they are particulary effective for shading north and south building elevation. Horizontal devices let in low-angle sunlight and block high-angle sunlight; their effectiveness varies seasonally with the changing solar altitude (Olgyay, NJ, 1957.)

Perangkat Horizontal memberikan keteduhan berdasarkan sudut ketinggian matahari. Paling sering terlihat dalam bentuk overhang, khususnya efektif untuk shading bangunan yang memiliki elevasi utara dan selatan. Perangkat Horizontal membiarkan rendah sudut sinar matahari dan memblokir tinggi-sudut sinar matahari, efektivitasnya bervariasi tergantung dengan perubahan ketinggian matahari. (Olgyay, NJ, 1957.)



Gambar 2.11 Horizontal Sun Shading
Sumber: www.betterbricks.com , 2015

b. Sun Shading Vertical

Vertical devices provide shade based on the bearing angle of the sun. Their effectiveness varies diurnally, as the sun moves around the horizon. Vertical devices have the ability to block low-angle sun, and consequently they are often used o openings facing east or west. Blocking low-angle sun also block views, and since the sun bearing changes about 15 degrees per hour, a substansial amount of view may be blocked. Adjustable vertical devices can be responsive to the changes in sun angle (Olgyay, NJ, 1957.)

Perangkat vertikal memberikan keteduhan berdasarkan sudut bantalan dari matahari. Efektivitas mereka bervariasi, saat matahari bergerak mengelilingi cakrawala. Perangkat vertikal memiliki kemampuan untuk memblokir rendah sudut matahari, dan akibatnya mereka sering digunakan untuk bukaan menghadap ke timur atau barat. Memblokir rendah sudut matahari juga menghalangi pandangan, dan karena perubahan bantalan matahari sekitar 15 derajat per jam, sejumlah pandangangan dapat diblokir. Perangkat vertikal dapat menjadi responsif disesuaikan terhadap perubahan sudut matahari. (Olgyay, NJ, 1957.)



Gambar 2.12 Vertical Sun Shading
Sumber: www.crl-arch.com, 2015

c. *Sun Shading Egg-crate*

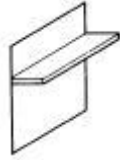
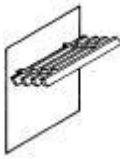
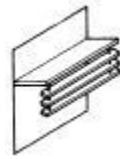
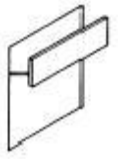

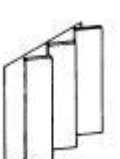

Perangkat shading peti telur menggabungkan karakteristik perangkat vertikal dan horizontal untuk meningkatkan cakupan shading. Perangkat *Egg-crate* memiliki kemampuan untuk memblokir rendah sudut matahari, dan akibatnya mereka sering digunakan untuk bukaan menghadap ke timur atau barat (Olgyay, NJ, 1957.)



Gambar 2.13 Egg-crate Sun Shading
Sumber: www.archiexpo.com, 2015

Menurut Lechner, N, (2001), *External sun shading* dibagi menjadi 3 jenis utama, yaitu *Overhang*, *Vertical Fin*, dan *eggcrate*. Berikut pengelompokan yang dilakukan oleh Lechner. N, (2001):

Tabel 2.2 Jenis-jenis external Sun Shading

	Descriptive Name	Comments
	Overhang Horizontal Panel	Traps hot air Can be loaded by snow and wind
	Overhang Horizontal louvres in horizontal plane	Free air movement Snow or wind load is small
	Overhang Horizontal louvers in vertical plane	Reduces length of overhang View restricted
	Overhang Vertical plane	Free air movement No snow load View restricted
	Vertical fin	Restrict View For north facade in hot climates only
	Vertical fin slanted	Slant toward north Restrict view significantly
	Eggcrate	For very hot climates View very restricted Traps hot air

Sumber: Lechner, N, 2001

2.3.3. Prinsip desain *Sun shading*

Pada tabel 2.2, Lechner, N, (2001) telah mengklasifikasikan bentuk *sun shading* dan modifikasi terhadap bentuknya. Bentuk ini dibuat dengan orientasi matahari sebagai acuannya, akan tetapi untuk mengetahui tentang besar bentangan dan panjang dari *sun shading*, ditentukan oleh *shadow angle*. Untuk mendapatkan *shadow angle*, terdapat beberapa perimeter yang harus didapat terlebih dahulu.

Mencari letak geografis pada tapak (*latitude* dan *longitude*). Letak geografis tapak merupakan krusial, dikarenakan letak geografis ini yang akan menentukan letak matahari dan orientasinya. Dan kedua yaitu mencari posisi matahari pada tapak.

a. Teori tentang *Shadow angle*

Desain dari setiap bentuk *sun shading* bergantung pada lintasan matahari di langit, dengan memperhitungkan juga orientasi bukaan pada bangunan. Untuk mempermudah dalam mendesain, menurut Wei, R, (2009) dalam *master thesisnya* menggunakan *Shadow angle/sudut* pembayangandalam mendesain selubung bangunan. Terdapat dua jenis *shadow angle*, yaitu HSA (*Horizontal Shadow Angle*) dan VSA (*Vertical Shadow Angle*). Untuk lebih jelasnya, akan dijelaskan pada berikut ini:

1. HSA (*Horizontal Shadow Angle*)

Horizontal Shadow Angle adalah perbedaan antara *azimuth* matahari dengan orientasi pada sisi bangunan yang dapat diukur pada titik tepi bayangan jatuh. Semakin kecil sudut nya, semakin panjang dimensi horisontal sun shadingnya. (Gunawan R, 2011).

2. VSA (*Vertical Shadow Angle*)

Vertical Shadow Angle adalah sudut pembayangan vertikal yang diukur saat ketinggian matahari sejajar dengan sisi bangunan (*fasade*). Semakin kecil sudutnya semakin panjang dimensi sun shading yang dibutuhkan (Gunawan R, 2011).

2.4 Penataan Perabot pada Ruang Kelas dan Laboratorium Komputer

Menurut Pedoman Standarisasi Bangunan Dan Perabot Sekolah oleh Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan (2011). Luas lubang cahaya sebaiknya berkisar antara 20-50% dari luas lantai. Syarat-syarat minimum Pedoman Standarisasi Bangunan Dan Perabot Sekolah oleh Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan seperti inilah untuk memenuhi fungsi bukaan untuk kesehatan. Oleh sebab itu, apabila persyaratan tersebut tidak terpenuhi, maka dampak-dampak negatif yang mengancam kesehatan seperti sesak nafas, rasa pengap dan bau dalam ruangan yang tidak diinginkan senantiasa mengganggu hidung akan dialami oleh penghuninya. Pedoman perencanaan ini berisi mengenai ketentuan-ketentuan yang harus diperhatikan saat melakukan penataan perabot dalam ruang kelas dan laboratorium komputer di bangunan pendidikan.

1. Perletakkan lubang cahaya harus di bawah langit-langit dan dijamin tidak memasukkan cahaya matahari secara langsung yang dapat memanaskan ruang dan menimbulkan silau.
2. Memperhatikan jarak satu perabot dengan perabot lainnya.
3. Memperhatikan jarak deret perabot (meja-kursi) terdepan dengan papan tulis
4. Arah menghadapnya perabot agar tidak menimbulkan silau
5. Standar tingkat pencahayaan alami untuk ruang kelas yaitu 250lux dan ruang lab.komputer 500lux.