

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep pencahayaan alami

2.2.1 Pencahayaan alami

Pencahayaan alami adalah pencahayaan yang berasal dari pancaran sinar matahari atau langit perencanaan. Dalam Mangunwijaya (1988), disebutkan bahwa langit perencanaan adalah sumber penerangan berasal dari langit, yang dianggap memiliki penyebaran (*distribution*) terang yang merata dan berukuran sama (*uniform brightness distribution*). Kekuatan penerangan yang diberikan oleh langit perencanaan tersebut pada titik-titik di bidang datar suatu lapangan terbuka ditetapkan sebesar 10.000 lux.

Menurut Lippsmeier (1994), pancaran sinar matahari di suatu tempat ditentukan oleh :

A. Durasi matahari

Lama penyinaran maksimum dapat mencapai 90%, nilai 100% tidak mungkin. Durasi harian penyinaran matahari tergantung pada musim, garis lintang geografis tempat pengamatan dan densiti awan.

Salah satu ciri khas daerah tropis adalah waktu remang pagi dan senja pendek, semakin jauh sebuah tempat dari khatulistiwa, semakin panjang waktu remangnya. Cahaya siang bermula dan berakhir bila matahari berada sekitar 18° di bawah garis horizon. (Lippsmeier, 1994)

B. Intensitas matahari

Intensitas matahari ditentukan oleh energi radiasi absolut, hilangnya energi pada atmosfer, sudut jatuh pada bidang yang disinari dan penyebaran radiasi (Lippsmeier, 1994)

C. Sudut jauh

Dalam Lippsmeier (1994), sudut jatuh ditentukan oleh posisi relatif matahari dan tempat pengamatan di bumi serta tergantung pada :

- Sudut lintang geografis tempat pengamatan.
- Musim
- Lama penyinaran harian, yang ditentukan oleh garis bujur geografis tempat pengamatan

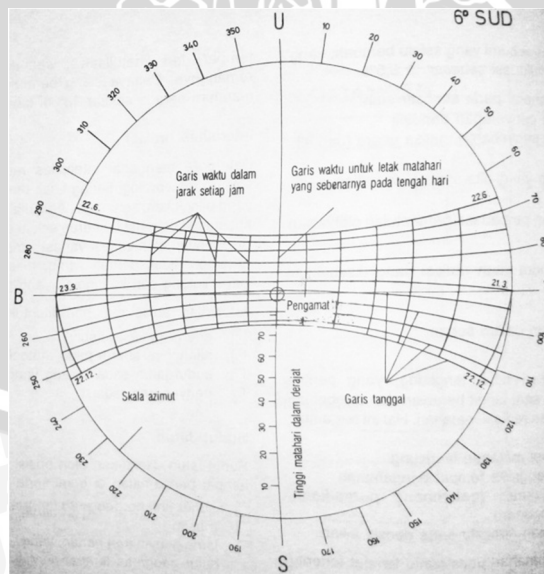
Untuk orientasi bangunan dan perlindungan terhadap cahaya matahari, berlaku aturan-aturan dasar berikut :

- Sebaiknya fasade terbuka menghadap ke selatan atau utara, agar meniadakan radiasi langsung dari cahaya matahari rendah dan konsentrasi tertentu yang menimbulkan penambahan panas.
- Di daerah iklim tropika basah diperlukan pelindung untuk semua lubang bangunan terhadap cahaya langsung dan tidak langsung, bahkan bila perlu untuk seluruh bidang bangunan, karena bila langit tertutup awan, seluruh bidang langit merupakan sumber cahaya.

Studi yang tepat menggunakan sudut jatuh sinar matahari sangat diperlukan, karena hanya dengan ini pelindung cahaya dan orientasi bangunan dapat ditentukan dengan benar dan menguntungkan.

Untuk mendapatkan pelindung cahaya matahari yang efektif, setiap fasade bangunan harus ditinjau secara terpisah. Penggunaan pelindung matahari yang sama pada keempat fasade bangunan tidaklah rasional.

Salah satu cara menentukan sudut jatuh matahari adalah dengan menggunakan metode grafis. Metode grafis menggunakan pengamatan dan perhitungan, dengan datanya terdapat dalam diagram matahari. (Lippsmeier, 1994)



Gambar 2.1 Diagram matahari pada 6° SUD.
Sumber : Lippsmeier (1994)

Dijelaskan dalam Lippsmeier (1994), diagram ini memberi informasi mengenai azimuth dan tinggi matahari pada sembarang waktu di sepanjang tahun. Perlu dijabarkan beberapa istilah berikut:

Azimuth adalah deklinasi matahari dari utara, diukur dengan derajat dari utara ke timur, selatan, barat dan kembali ke Utara. Ini tertera pada skala lingkaran diagram paling luar.

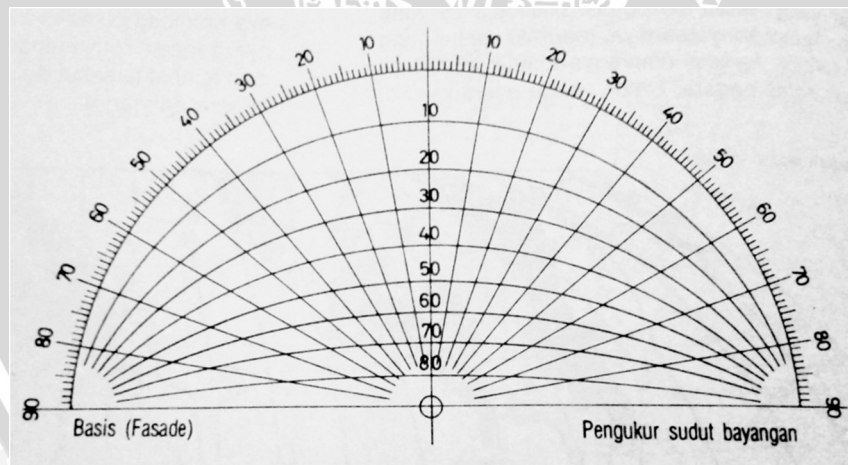
Tinggi matahari adalah sudut antara horizon dan matahari dan dicantumkan dalam skala sudut $0^{\circ} - 90^{\circ}$ pada sumbu U-S pada diagram.

Garis tanggal digambarkan dalam arah T-B dan merupakan representasi jalan matahari dari matahari terbit sampai matahari terbenam, pada hari yang bersangkutan.

Garis jam adalah garis yang terletak vertikal terhadap garis tanggal, masing-masing dalam jarak satu jam. (Lippsmeier, 1994)

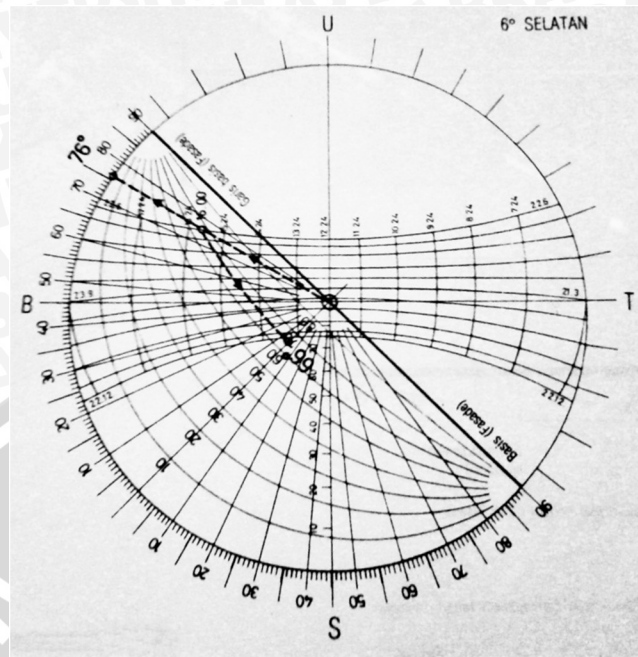
2.2.2 *Shading device*

Shading device atau disebut dengan penangkal silau didapatkan dari penggunaan pengukur sudut bayangan pada diagram matahari.



Gambar 2.2 Pengukur sudut bayangan.
Sumber : Lippsmeier (1994)

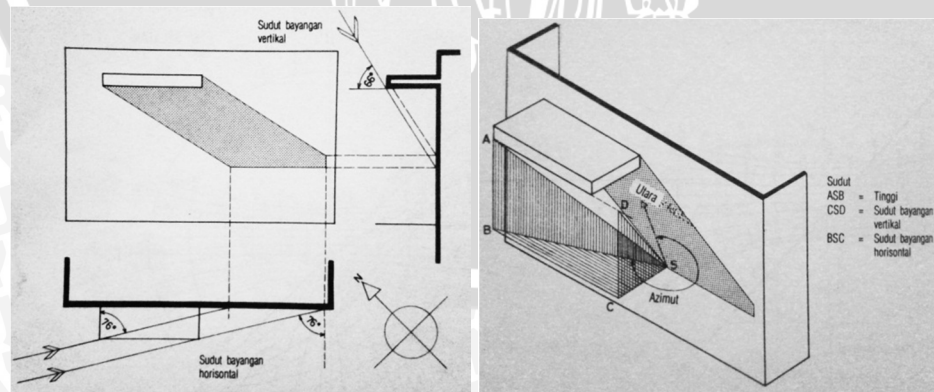
Dari penggunaan pengukur sudut bayangan ini, akan didapatkan arah penyinaran matahari pada fasade pada sembarang waktu.



Gambar 2.3 Sudut jatuh cahaya pada fasade.

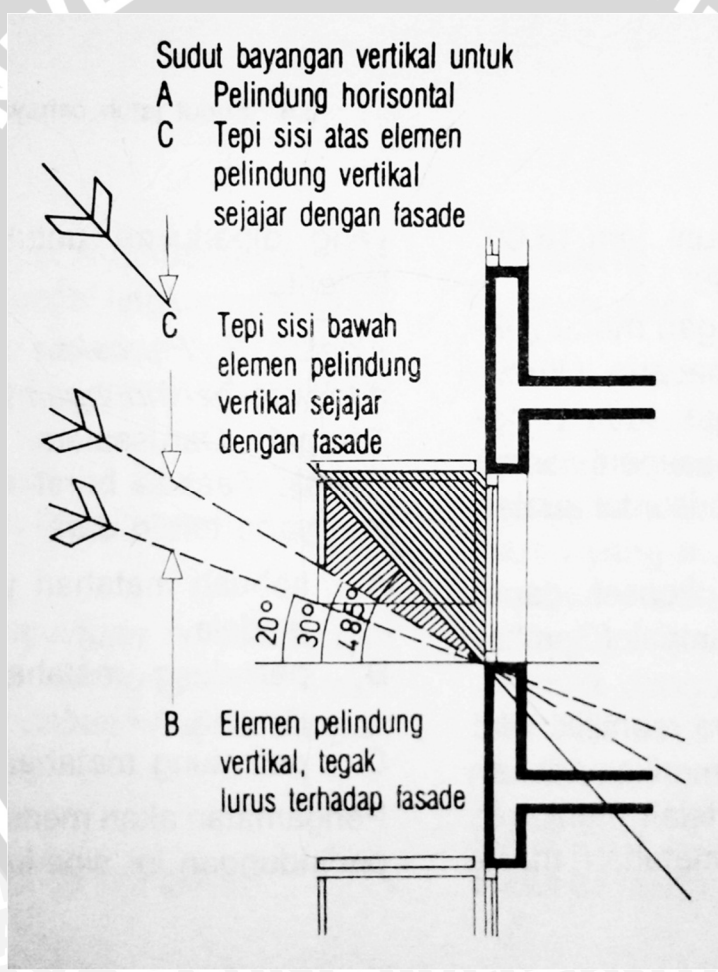
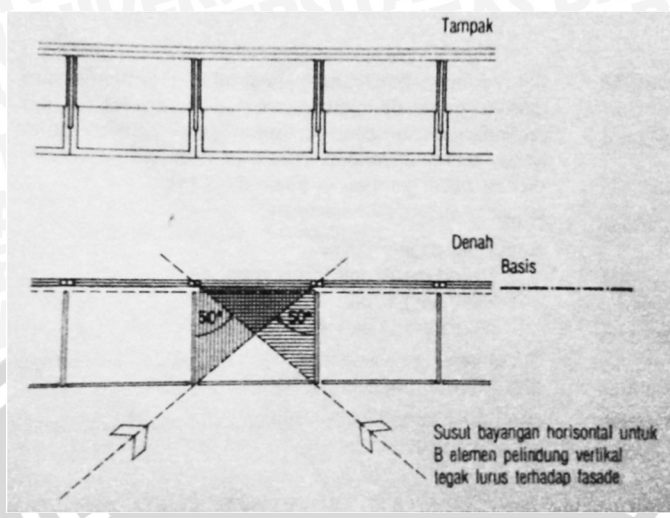
Sumber : Lippsmeier (1994)

Sudut jatuh pada fasade terbagi menjadi dua, yakni sudut bayangan horizontal dan sudut bayangan vertikal. Menurut Badan Standardisasi Nasional (2000), sudut bayangan horizontal adalah sudut proyeksi dari sirip vertikal terhadap orientasi dinding dimana positif bila di sebelah kanan dinding dan negatif bila di sebelah kiri dinding. Sedangkan sudut bayangan vertikal adalah sudut proyeksi dari sirip horizontal terhadap bidang horizontal dan selalu dianggap positif.



Gambar 2.4 Bayangan dari sebuah plat konsol pada fasade.

Sumber : Lippsmeier (1994)



Gambar 2.5 Denah, tampak dan potongan dari sebuah fasade dengan pelindung.

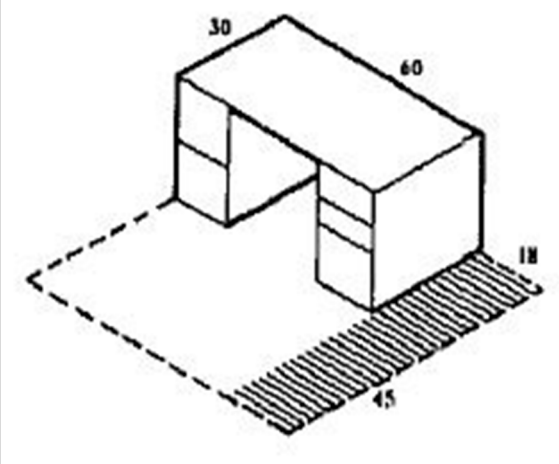
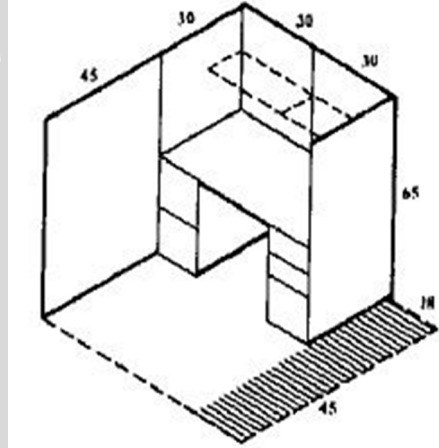
Sumber : Lippsmeier (1994)

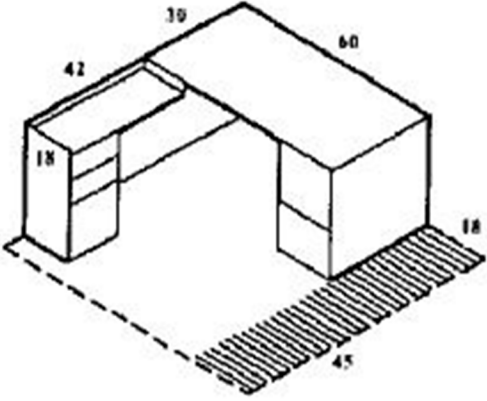
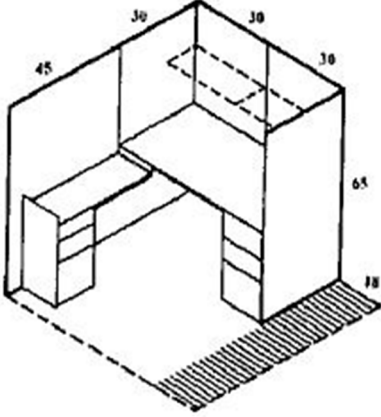
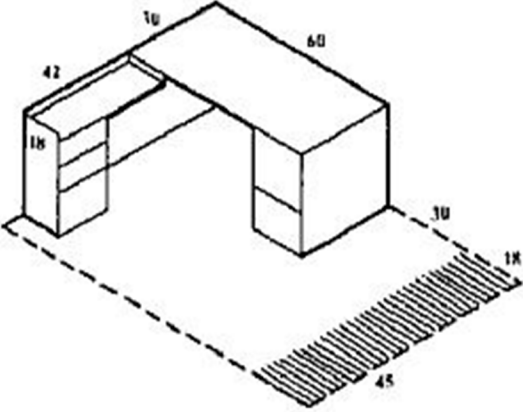
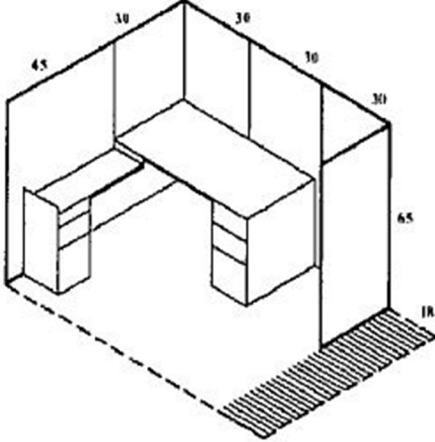
2.2 Interior kantor

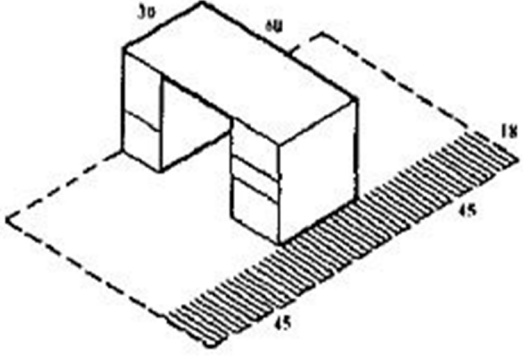
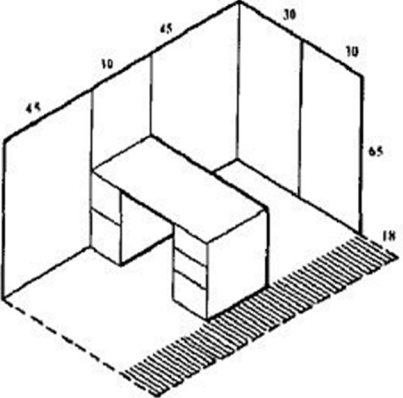
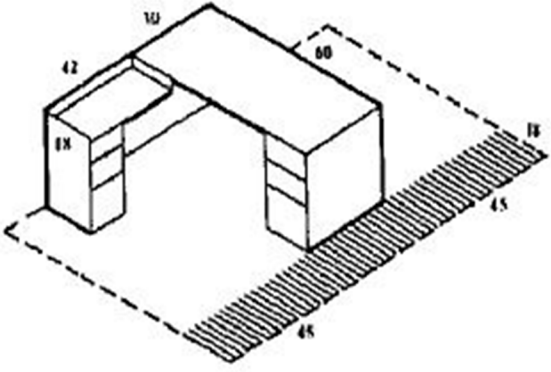
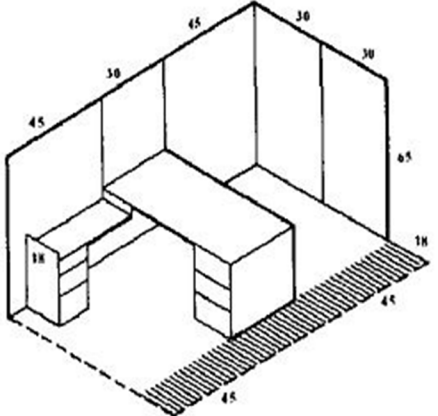
2.2.1 Desain *workstation*

Pemilihan desain *workstation* perlu mempertimbangkan jenis pekerjaan yang dilakukan oleh pegawai kantor. Chiara *et al.* (1992), menyebutkan setidaknya ada enam dasar *workstation*, yakni :

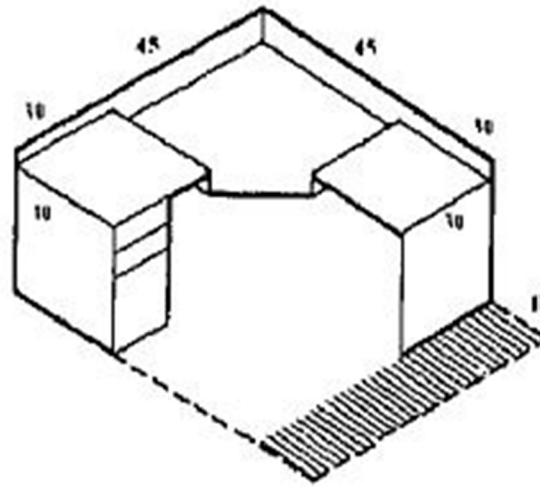
Tabel 2.1 Standar luasan minimal untuk ruang kerja terbuka dan bersekat

No.	Tugas	Tertutup Tidak memerlukan perlengkapan atau tugas untuk privasi dan konsentrasi.	Tertutup Memerlukan privasi untuk membaca, bekerja, berpikir, menghitung, rapat, telepon rahasia, menyisihkan gangguan visual maupun akustik.
1.	Jenis Tugas: Memproses data pada bidang kerja dengan alur cepat <ul style="list-style-type: none"> • Arus material data terjadi terus menerus dimana akan diproses saat tiba di bidang kerja dan diteruskan kepada bagian lain/ruang penyimpanan grup • Kebutuhan untuk ruang penyimpanan file permanen dan bahan referensi adalah minimal • Akses terhadap bahan referensi tidak sering terjadi. Tugas menelpon mungkin membutuhkan konsentrasi 	 <p>Gambar 2.6 Standar <i>workstation</i> tipe satu. Sumber : Chiara <i>et al.</i> (1992)</p>	 <p>Gambar 2.7 Standar <i>workstation</i> tipe dua. Sumber : Chiara <i>et al.</i> (1992)</p>

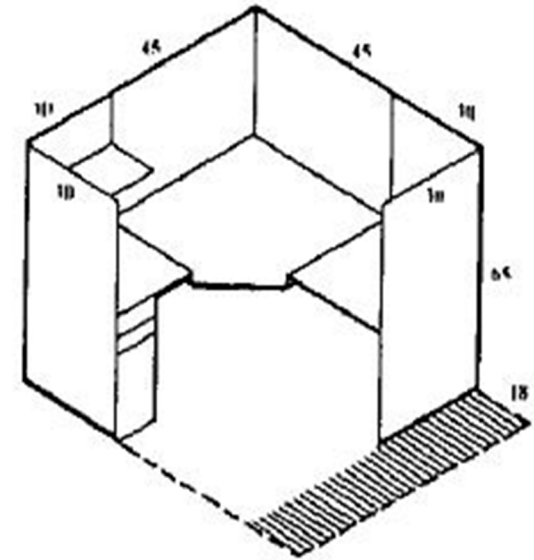
<p>2. Jenis Tugas: Komputer adalah alat utama untuk memproses data</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arus material data terjadi terus menerus dimana akan diproses saat tiba di bidang kerja dan diteruskan kepada bagian lain/ruang penyimpanan grup • Kebutuhan untuk ruang penyimpanan file permanen dan bahan referensi adalah minimal • Akses terhadap bahan referensi sering terjadi. Tugas mungkin membutuhkan konsentrasi. 	 <p>Gambar 2.8 Standar workstation tipe tiga. Sumber : Chiara <i>et al.</i> (1992)</p>	 <p>Gambar 2.9 Standar workstation tipe empat. Sumber : Chiara <i>et al.</i> (1992)</p>
<p>3. Jenis Tugas: Komputer adalah alat utama untuk memproses data</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arus material data terjadi terus menerus dimana akan diproses saat tiba di bidang kerja dan diteruskan kepada bagian lain/ruang penyimpanan grup • Kebutuhan untuk ruang penyimpanan file permanen dan bahan referensi adalah minimal • Akses terhadap bahan referensi sering terjadi. Tugas mungkin membutuhkan konsentrasi. Rapat terbatas diperlukan pada ruang kerja. • Butuh untuk melihat dan mendengar rekan kerja dan bawahan sebagai prioritas kedua. 	 <p>Gambar 2.10 Standar workstation tipe lima. Sumber : Chiara <i>et al.</i> (1992)</p>	 <p>Gambar 2.11 Standar workstation tipe enam. Sumber : Chiara <i>et al.</i> (1992)</p>

<p>4. Jenis Tugas: Memproses data pada bidang kerja dengan alur cepat</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arus material data terjadi terus menerus dimana akan diproses saat tiba di bidang kerja dan diteruskan kepada bagian lain/ruang penyimpanan grup • Kebutuhan untuk ruang penyimpanan file permanen dan bahan referensi adalah minimal • Akses terhadap bahan referensi tidak sering terjadi. Tugas menelpon mungkin membutuhkan konsentrasi • Memerlukan penambahan ruang rapat pada ruang kerja pribadi 		
<p>5. Jenis Tugas: Komputer adalah alat utama untuk memproses data</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arus material data terjadi terus menerus dimana akan diproses saat tiba di bidang kerja dan diteruskan kepada bagian lain/ruang penyimpanan grup • Kebutuhan untuk ruang penyimpanan file permanen dan bahan referensi adalah minimal • Akses terhadap bahan referensi sering terjadi. Tugas mungkin membutuhkan konsentrasi. Rapat terbatas diperlukan pada ruang kerja. • Butuh untuk melihat dan mendengar rekan kerja dan bawahan sebagai prioritas kedua. • Memerlukan penambahan ruang rapat pada ruang kerja pribadi 		
<p>Gambar 2.12 Standar workstation tipe tujuh. Sumber : Chiara <i>et al.</i> (1992)</p>	<p>Gambar 2.13 Standar workstation tipe delapan. Sumber : Chiara <i>et al.</i> (1992)</p>	
<p>Gambar 2.14 Standar workstation tipe sembilan. Sumber : Chiara <i>et al.</i> (1992)</p>	<p>Gambar 2.15 Standar workstation tipe sepuluh. Sumber : Chiara <i>et al.</i> (1992)</p>	

6. **Jenis Tugas:** Memasukkan data
- Dokumen, bahan, atau memproses dan/atau mengurus informasi
 - Beberapa sumber referensi mungkin menjadi salah satu tugas
 - Bahan referensi sering digunakan
 - Persediaan dalam volume terbatas dan rekaman permanen disimpan pada ruang kerja
 - Peralatan elektronik digunakan untuk menyimpan rekaman terkini, informasi yang masuk, dan mengurus data dan rekaman
 - Memerlukan kemampuan untuk melihat dan mendengar rekan kerja mungkin
 - Tugas juga memerlukan penyaringan untuk berkonsentrasi



Gambar 2.16 Standar *workstation* tipe sebelas
Sumber : Chiara *et al.* (1992)



Gambar 2.17 Standar *workstation* tipe duabelas
Sumber : Chiara *et al.* (1992)

Sumber : Chiara *et al.* (1992)

Pemilihan desain *workstation* juga akan mempengaruhi distribusi pencahayaan alami di dalam ruang.



Low panels allow for daylight penetration.



High panels impede daylight penetration.

Gambar 2.18 Desain panel ruang kerja.

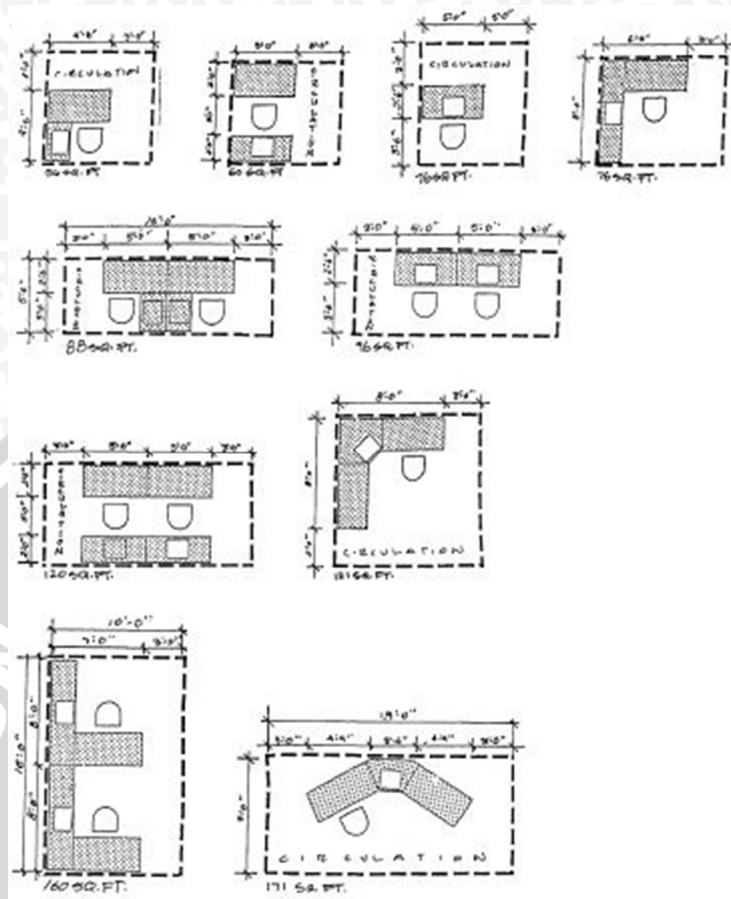
Sumber : *Advanced Lighting Guidelines*

2.2.2 Tata ruang kantor

Menurut Sukoco (2007) tata ruang kantor adalah penggunaan ruang secara efektif serta mampu memberikan kepuasan kepada pegawai terhadap pekerjaan yang dilakukan, maupun memberikan kesan yang mendalam bagi pegawai.

Dalam penataan ruang kantor, harus diperhatikan arah datang cahaya terhadap bidang kerja, dikarenakan arah datang cahaya yang berasal dari arah depan pengguna akan menyebabkan silau. Selain itu, penggunaan tangan dominan pengguna juga berpengaruh terhadap darimana arah datang cahaya terhadap bidang kerja.

Terdapat beberapa macam penataan *workstation* yang memungkinkan untuk digabungkan yakni:



Gambar 2.19 *Multiple workstation.*

Sumber : Chiara *et al.* (1992)

2.2.3 Lapisan *furnishing* elemen ruang

Penyelesaian pada bidang interior berkaitan dengan pemantulan dan penyerapan bahan. Menurut Lippsmeier (1994), intensitas cahaya matahari dan pantulan cahaya matahari yang kuat merupakan gejala dari iklim tropis. Cahaya yang terlalu kuat, juga kontras yang terlalu besar dalam nilai keterangan (*brightness*) pada umumnya dirasakan tidak menyenangkan. Pada daerah tropika basah, tingginya kelembapan udara dapat menimbulkan efek silau pada langit.

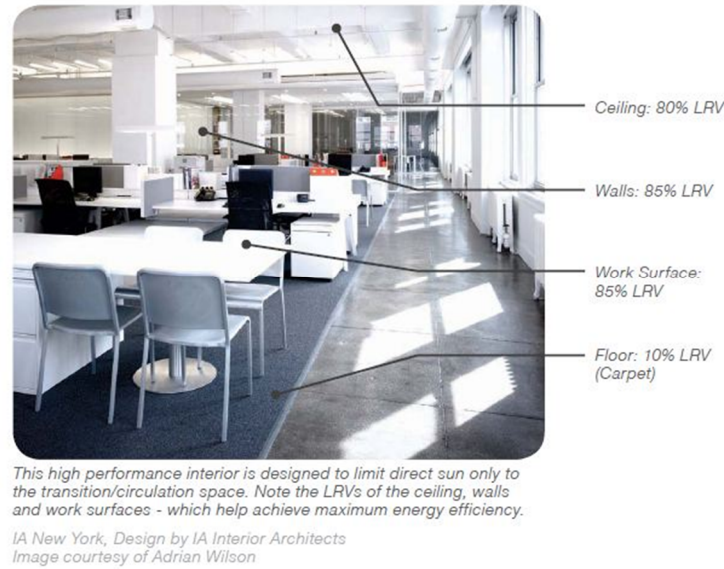
Tabel nilai-nilai pemantulan dan penyerapan berbagai bahan dan jenis permukaan adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2 Nilai-nilai pemantulan dan penyerapan

Bahan dan Kondisi Permukaan		% Penyerapan	% Pemantulan
Aluminium	Dipoles	10-30	90-70
	Foil	35-40	65-60
	Dioksida	40-65	60-35
Cat	perunggu	50-55	50-45
	Alumunium	25-55	75-45
	Kuning	50	50
	Abu-abu muda	70-80	30-20
	Hijau muda	50-60	50-40
	Merah muda	65-75	35-25
	Hitam	85-95	15-5
	Putih berkilat	20-30	80-70
	Putih kapus	10-20	90-80
	Kayu	Pinus atau baru	40-60
Kayu keras		85	15
Marmmer	Putih	40-50	60-50
Batu	Batu karang	80-85	20-15
Besi Galvanisasi	Baru	65-70	35-30
	Pudar	90-95	10-5
Bata	Merah	60-75	40-25

Sumber : Lippsmeier (1994)

Dengan mengetahui nilai-nilai tersebut, pemilihan bahan akan dapat disesuaikan dengan standar yang dibutuhkan pada lapisan *furnishing* elemen ruang. Menurut CIBSE (1994), standar angka pemantulan untuk lantai adalah berkisar pada 20%-70%, untuk dinding adalah 30%-70% sedangkan untuk plafon adalah berkisar pada 40%-90%.



Gambar 2.20 Lapisan *furnishing* pada elemen ruang.

Sumber : *Advanced Lighting Guidelines*

2.3 Pengujian

Menurut Badan Standardisasi Nasional (2001), pengujian pencahayaan alami siang hari dimaksudkan menguji dan atau menilai/memeriksa kondisi pencahayaan alami siang hari. Pengujian dilakukan dengan mengukur atau memeriksa:

2.3.1 Tingkat pencahayaan / intensitas pencahayaan

Tabel 2.3 Tingkat pencahayaan pada kantor

No	Fungsi Ruang	Tingkat pencahayaan (lux)
1.	Ruang direktur	350
2.	Ruang kerja	350
3.	Ruang komputer	350
4.	Ruang rapat	300
5.	Ruang gambar	750
6.	Gudang arsip	150
7.	Ruang arsip aktif	300

Sumber : Badan Standardisasi Nasional (2000)

2.3.2 Indeks kesilauan

Menurut Badan Standardisasi Nasional (2001), silau terjadi diakibatkan oleh masuknya cahaya matahari langsung atau adanya pantulan dari benda-benda reflektif. Faktor-faktor yang mempengaruhi silau adalah luminasi sumber cahaya, posisi sumber cahaya terhadap penglihatan pengamat dan adanya kontras pada permukaan bidang kerja.

Sedangkan menurut Szokolay (2004), silau disebabkan oleh kontras, dan jika rasio tingkat pencahayaan (L_{\max}/L_{\min}) pada bidang visual adalah lebih besar dari 15 (beberapa sumber menyarankan 10), efisiensi visual akan tereduksi dan ketidaknyaman mungkin akan terjadi. Respon subjektif yang mungkin dihasilkan oleh indeks kesilauan adalah.

Tabel 2.4 Respon indeks kesilauan

No	Nilai indeks kesilauan	Respon
1.	0-10	Tidak terlihat
2.	10-16	Tampak/jelas terlihat
3.	16-22	Dapat diterima
4.	22-28	Tidak nyaman
5.	>28	Tidak dapan ditolerir

Sumber : Szokolay (2004)

Nilai indeks kesilauan maksimum yang direkomendasikan untuk berbagai tugas visual dijelaskan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.5 Nilai indeks kesilauan maksimum untuk berbagai tugas visual dan interior

No	Jenis tugas visual atau interior dan pengendalian silau yang dibutuhkan	Indeks kesilauan maksimum	Contoh tugas visual dan interior
1.	Tugas visual kasar atau tugas yang tidak dilakukan secara terus menerus	28	Pembekalan bahan mentah, pabrik produksi beton, fabrikasi rangka baja, pekerjaan pengelasan
2.	Pengendalian silau diperlukan secara terbatas	25	Gudang, <i>cold stores</i> , bangunan turbin dan <i>boiler</i> , toko mesin dan peralatan, <i>plant rooms</i>
3.	Tugas visual dan interior normal	22	Koridor, ruang tangga, penyiapan dan pemasakan makanan, kantin, kafetaria, ruang makan, pemeriksaan dan pengujian (pekerjaan kasar), ruang perakitan, pekerjaan logam lembaran
4.	Pengendalian silau sangat penting	19	Ruang kelas, perpustakaan (umum), ruang keberangkatan dan ruang tunggu di bandara, pemeriksaan dan pengujian (pekerjaan sedang), lobby, ruangan kantor
5.	Tugas visual sangat teliti dan pengendalian silau tingkat tinggi sangat diperlukan	16	Industri percetakan, ruang gambar, perkantoran, pemeriksaan dan pengujian (pekerjaan teliti)

Sumber : Badan Standardisasi Nasional (2001)

Apabila fungsi bangunan adalah ruang kantor, maka indeks kesilauan maksimum adalah 19. Jika indeks kesilauan yang disarankan adalah 10-16 maka indeks kesilauan yang disarankan adalah 10-19.

2.4 Metode simulasi eksperimental

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), metode simulasi eksperimental adalah cara kerja yang meragakan sesuatu dalam bentuk tiruan yg mirip dengan keadaan yang sesungguhnya dan dilakukan secara sistem dan berencana untuk memudahkan pelaksanaan suatu kegiatan guna mencapai tujuan yang ditentukan.

Keunggulan dari metode ini lebih banyak hasil yang akan diperoleh dari eksperimen yang dilakukan, sehingga akan dapat dilakukan perbandingan untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Kelemahan dari metode ini adalah perlunya penguasaan *software* dan banyaknya eksperimen yang akan dilakukan untuk mendapatkan hasil yang terbaik.

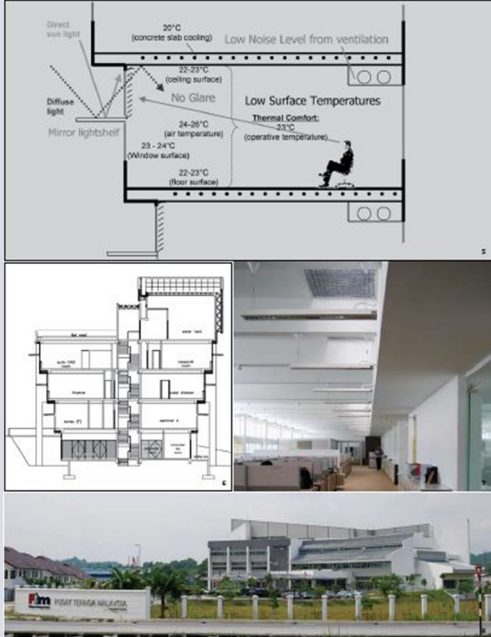
Metode simulasi eksperimental telah banyak digunakan, sebagai contoh Indrani (2008) menggunakan *software* SUPERLITE v.2.0 dan Indrani & Santosa (2009), menggunakan *software* DIALux v.4.6.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

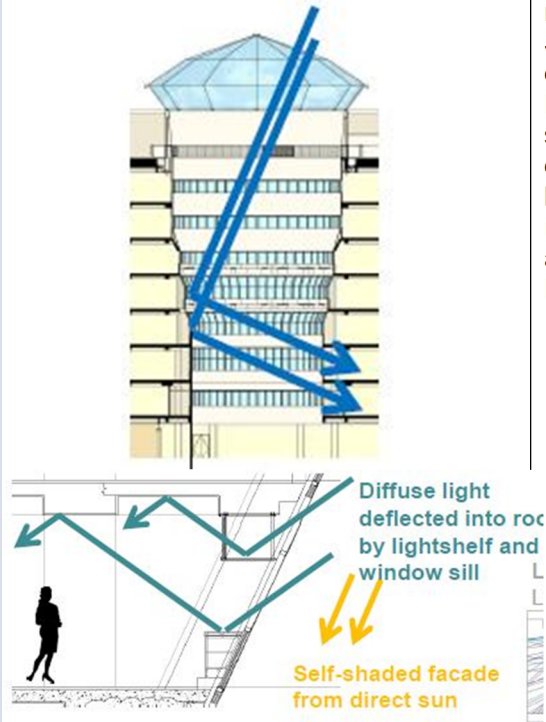


2.5 Tinjauan komparasi

Tabel 2.6 Tinjauan komparasi

No.	Keterangan Bangunan	Perancangan pencahayaan Alami		Interior	
		Lubang cahaya	Shading device	Tata ruang kantor dan workstation	Lapisan <i>furnishing</i> elemen ruang
1.	<p>Pusat Tenaga Malaysia, Malaysia Iklim : Tropis</p>  <p>Gambar 2.21 Gedung PTM, Malaysia. Sumber : FutureArc</p>	<p>Penggunaan <i>skylight</i> pada ruangan-ruangan seperti atrium, dan ruang baca. Pada ruang kerja, kantor ini menggunakan desain <i>sidelighting</i> yakni, <i>split window design</i>.</p>	<p><i>Shading device</i> jenis <i>lightshef</i> untuk memantulkan cahaya langsung ke arah plafond sehingga tidak menimbulkan silau pada meja kerja. Desain bangunan dengan <i>selfshading</i> membuat bangunan meminimalisir cahaya langsung masuk ke dalam ruangan.</p>	<p>Penataan <i>workstation</i> tegak lurus dengan lubang cahaya, Sehingga dapat memaksimalkan performa pencahayaan alami. <i>Workstation</i> mempertimbangkan ketinggian lubang cahaya sehingga distribusi cahaya dapat maksimal.</p>	<p>Penggunaan bahan lantai yang meminimalisir refleksi dalam ruang, dinding yang dicat putih untuk mendistribusikan pencahayaan lebih merata ke dalam ruang dan plafon yang berfungsi untuk memantulkan sinar dari <i>lightshef</i></p>

2. ST Diamond Building, Malaysia
Iklim : Tropis



Gambar 2.22 Gedung ST Diamond, Malaysia.
Sumber : Reimann (2010)

Skylight pada atrium dan *sidelight* pada ruang kerja. Desain *skylight* pada atrium ditambah dengan luas lantai yang semakin mengecil dari bagian lantai bawahnya, menyebabkan adanya refleksi dari lantai dihadapannya.

Penggunaan desain *selfshading* membuat cahaya matahari tidak dapat langsung masuk ke dalam ruangan. *Lightshelf* dan *window sill* merefleksikan cahaya yang masuk ke dalam ruangan ke arah plafond.

Penataan *workstation* tegak lurus dengan lubang cahaya, Sehingga dapat memaksimalkan performa pencahayaan alami. *Workstation* mempertimbangkan ketinggian lubang cahaya sehingga distribusi cahaya dapat maksimal.

Penggunaan bahan lantai yang meminimalisir refleksi dalam ruang, dinding yang dicat putih untuk mendistribusikan pencahayaan lebih merata ke dalam ruang dan plafon yang berfungsi untuk memantulkan sinar dari *lightshelf*

Dari tinjauan komparasi ini didapatkan kesimpulan bahwa beberapa hal yang dilakukan untuk memadukan pencahayaan alami dengan desain interior adalah :

Tabel 2.7 Kesimpulan dari tinjauan komparasi

No.	Parameter	Pusat Tenaga Malaysia	ST Diamond Building
1.	Pencahayaan alami	Lubang cahaya : Menggunakan <i>skylight</i> dan <i>sidelight</i> tipe <i>window design</i>	Lubang cahaya : Menggunakan <i>skylight</i> dan <i>sidelight</i>
		<i>Shading device</i> : <i>Lightshelf</i> dengan desain bangunan <i>selfshading</i>	<i>Shading device</i> : <i>Lightshelf</i> dan <i>window sill</i> dengan desain bangunan <i>selfshading</i>
2.	Desain interior	Tata ruang kantor dan <i>workstation</i> : Penataan yang tegak lurus terhadap lubang cahaya	Tata ruang kantor : Penataan yang tegak lurus terhadap lubang cahaya <i>Workstation</i> : mempertimbangkan ketinggian lubang cahaya sehingga distribusi cahaya dapat maksimal.
		Lapisan <i>furnishing</i> elemen ruang : Meminimalkan refleksi di dalam ruang	Lapisan <i>furnishing</i> elemen ruang : Meminimalkan refleksi di dalam ruang

Menunjukkan optimalisasi kinerja pencahayaan alami melalui penggunaan lubang cahaya, perancangan *shading device* dan interior kantor yakni, desain *workstation*, tata ruang kantor, dan lapisan *furnishing* pada elemen ruang seperti lantai, dinding dan plafon.

2.6 Kerangka teori

Diagram 2.1 Kerangka teori

