

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencahayaan Alami

Pencahayaan alami merupakan sumber pencahayaan yang berasal dari sinar matahari (Diorita, 2010). Secara umum radiasi matahari yang dipancarkan ke bumi, terutama di daerah tropis seperti Indonesia, intensitasnya konstan sepanjang tahun, namun radiasi tersebut banyak mengalami reduksi. Saat memasuki atmosfer bumi radiasi akan tereduksi oleh berbagai macam gas yang harus dilaluinya untuk dapat mencapai permukaan bumi. Menurut Szokolay, 2011, radiasi matahari yang jatuh pada suatu bidang permukaan dibedakan atas radiasi cahaya langsung, cahaya difus dari terang langit, dan cahaya difus dari pantulan tanah atau bangunan.

2.1.1. Sistem Pencahayaan Alami

Radiasi matahari langsung adalah radiasi matahari yang jatuh langsung pada permukaan tanpa melalui bidang lain atau pemantul. Cahaya difus yang masuk kategori cahaya baur merupakan radiasi matahari yang jatuh pada permukaan secara tidak langsung dan melalui bidang lain atau pemantul. Berdasarkan parameter-parameter yang memengaruhi intensitas radiasi matahari, lokasi dan waktu pengukuran menjadi faktor utama yang paling memengaruhi. Hal ini dikarenakan pergerakan matahari antar daerah dipermukaan bumi berbeda. Pencahayaan alami pada gedung perpustakaan akan menghemat konsumsi energi listrik. Komponen refleksi cahaya langit pada satu titik bidang kerja menurut SNI 03-2396-2001 mengenai tata cara perancangan sistem pencahayaan alami pada bangunan gedung, yakni:

1. Komponen langit (faktor langit-fl), yakni elemen pencahayaan yang berasal langsung dari cahaya matahari.
2. Komponen refleksi luar (faktor refleksi luar - flr), yaitu elemen pencahayaan matahari dari refleksi gedung maupun benda lain yang berada di sekitar gedung objek studi.
3. Komponen refleksi dalam (faktor refleksi dalam frd), yaitu elemen pencahayaan yang bersumber dari refleksi permukaan dalam ruangan, cahaya matahari yang masuk ke dalam ruang bersumber dari refleksi gedung dan benda lain di luar ruangan serta cahaya langit.

Faktor langit merupakan angka perbandingan dari tingkat pencahayaan langsung dari langit dengan tingkat pencahayaan oleh terang langit terhadap bidang datar. Nilai faktor langit minimum pada gedung umum dapat dilihat pada Tabel 2.1 yang disesuaikan dengan klasifikasi kualitas pencahayaannya.

Tabel 2.1 Nilai Faktor Langit untuk Bangunan Umum

KLASIFIKASI PENCAHAYAAN	FL _{min} TUU
A ^a	0,45.d
B ^b	0,35.d
C ^c	0,25.d
D ^d	0,15.d

Klasifikasi Pencahayaan

- Pekerjaan halus sekali secara terus menerus, seperti: menjahit, menggambar
- Pekerjaan halus, pekerjaan cermat dan tidak terus-menerus, seperti: menulis, membaca, merakit komponen-komponen kecil
- Pekerjaan sedang, tanpa konsentrasi besar, seperti: merakit komponen-komponen sedang
- Pekerjaan kasar dengan detail-detail yang besar, seperti: pekerjaan pada gudang, lorong lalu lintas manusia

Sumber: SNI 03-2396-2001, 2001

Berdasarkan SNI 03-2396-2001 mengenai tata cara perancangan sistem pencahayaan alami pada bangunan gedung, untuk memperoleh kualitas pencahayaan yang tepat maka perlu memerhatikan perbandingan luas bukaan pencahayaan alami dengan luas lantai, bentuk serta letak bukaan pencahayaan alami untuk dapat memasukkan cahaya alami dengan maksimal, faktor refleksi cahaya dari permukaan di dalam ruang dan kedudukan bukaan pencahayaan alami terhadap keadaan gedung dan lingkungan sekitar. Perbandingan luas bukaan pencahayaan alami dan luas lantai dapat memengaruhi pencahayaan alami yang dibutuhkan oleh ruang sehingga dapat terdistribusi merata ke seluruh ruang. Permukaan dinding ruang dalam sebaiknya menggunakan warna terang sehingga lebih dapat memanfaatkan masuknya cahaya alami ke dalam ruangan. Pencahayaan alami dalam ruang harus tidak menimbulkan kontras antara bagian yang terang dengan gelap, sehingga tidak mengganggu penglihatan.

2.1.2. Strategi Pencahayaan Alami

Beberapa strategi pencahayaan alami menurut Lechner, 2007, yakni:

1. Orientasi

Pada daerah tropis, orientasi gedung kearah selatan dan utara merupakan yang terbaik dalam memanfaatkan pencahayaan alami. Sisi selatan sebuah gedung akan mendapatkan sinar matahari yang paling konstan sepanjang hari. Orientasi gedung yang harus dihindari adalah timur dan barat. Orientasi tersebut cenderung menerima sinar matahari yang tidak konstan sepanjang hari, selain itu masalah lain yang timbul adalah matahari timur dan barat berada pada posisi terendah langit, sehingga akan menimbulkan silau dan bayangan.

2. Bentuk

Bentuk dari gedung tidak hanya ditentukan oleh desain bukaan horizontal dan vertikal saja, namun juga dapat ditentukan oleh luas area lantai yang memiliki akses terhadap pencahayaan alami. Cahaya pada dasar atrium dapat dipengaruhi oleh tiga faktor, diantaranya bentuk geometri, area pandang yang menerus dari atap atrium, serta pantulan dari dinding atrium.

3. Perencanaan Ruang Terbuka

Perencanaan ruang terbuka akan menguntungkan sebagai strategi untuk memasukkan pencahayaan alami ke dalam ruangan. Dinding kaca dapat dijadikan alternatif untuk dapat memasukkan pencahayaan alami ke dalam ruang.

4. Warna

Penggunaan warna ringan untuk ruang luar dan dalam akan memantulkan lebih banyak cahaya pada gedung dan juga ke dalam interior, seperti ketika penyebaran cahaya. Ruangan yang berwarna terang akan dapat menyebarkan cahaya lebih baik sehingga dapat mengurangi silau, bayangan gelap, serta intensitas tingkat terang yang berlebih. Bukaan pencahayaan alami yang berdekatan dengan dinding berwarna ringan akan menerima lebih banyak cahaya.

5. Penggunaan bukaan terpisah

Bukaan sebaiknya dipisahkan antara untuk pemandangan dengan pencahayaan alami. Bukaan pencahayaan alami dapat menggunakan jendela tinggi, *clerestory* atau *skylight*, sedangkan untuk pemandangan dapat menggunakan jendela rendah.

Strategi pencahayaan alami khusus menurut Lechner, 2001, yakni strategi yang inovatif dan potensial untuk memecahkan permasalahan pemanfaatan pencahayaan khusus, yakni:

1. Lubang cahaya.

Lubang cahaya yang baik adalah lubang cahaya yang dalam pemanfaatannya memiliki permukaan pemantul yang baik sehingga cahaya matahari dari lantai dua dapat menerus hingga lantai dasar.

2. Tubular Skylight.

Saluran melingkar seperti *tube* dengan pantulan permukaan dalam yang tinggi dan memancarkan 50% cahaya dari luar gedung melalui lantai atas.

3. Serat optik dan pipa cahaya.

Serat optik dan pipa cahaya dapat digunakan sebagai pengumpul cahaya. Serat optik dan pipa cahaya lebih banyak difungsikan sebagai fenomena efisien total pemantulan cahaya.

4. Sistem prismatic.

Sistem prismatic digunakan untuk mendapatkan kualitas cahaya yang masuk ke dalam interior gedung melalui dinding jendela. Prisma kaca dapat ditempatkan di atas jendela untuk merefraksi cahaya ke plafon seperti *light shelves*.

5. Lantai kaca difungsikan untuk meneruskan cahaya masuk sampai ke ruang bawah tanah.

2.1.3 Pencahayaan Alami pada Gedung Perpustakaan

Aktivitas utama pengunjung perpustakaan yakni membaca dan menulis. Aktivitas utama tersebut tentunya membutuhkan kenyamanan visual yang dapat dicapai dengan sistem pencahayaan yang optimum. Menurut SNI 03-2396-2001 mengenai tata cara perancangan sistem pencahayaan alami pada bangunan, intensitas cahaya minimum yang dianjurkan pada gedung perpustakaan sebesar 300 lux. Pencahayaan dalam gedung perpustakaan harus didistribusikan secara merata dan tidak silau.

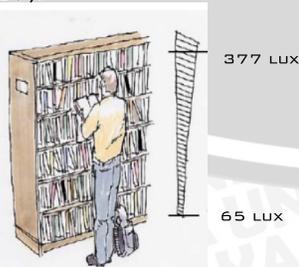
Besar tingkat pencahayaan disesuaikan dengan standar agar dapat mencapai kenyamanan visual yang tepat. Standar kenyamanan visual dapat dilihat dari standar yang dikeluarkan oleh *The Illuminating Engineering Society* (IES). IES menerbitkan standar pencahayaan pada gedung perpustakaan, dapat dilihat dalam Tabel 2.2.

2.2 Tabel Tingkat Pencahayaan Ruang Dalam Gedung Perpustakaan Menurut

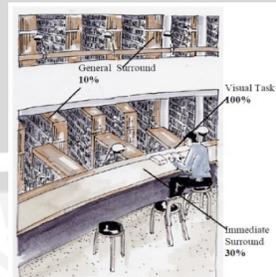
RUANG	MINIMUM LUX ^a	RATA-RATA LUX ^b
Rak buku aktif (pengunjung mengambil buku sendiri)	Lihat <i>footnote c</i>	Lihat <i>footnote c</i>
Rak buku pasif (buku diambilkan penjaga perpustakaan)	54	81
Perbaikan buku	215	323
Katalog daftar nama buku	215	323
Area sirkulasi dan meja	215	323
Area audiovisual	215	323
Area mendengarkan audio	215	323
Area baca (koran, majalah, <i>keyboard</i>)	215	323
Area baca (benda yang detail, cetakan kecil)	538	807

Sumber: Edward, 2010

Pencahayaan pada area rak buku dalam gedung perpustakaan harus merata diseluruh permukaan buku agar judul buku dapat dengan mudah terbaca. Tingkat pencahayaan minimal 65 lux diukur vertikal di permukaan buku pada ketinggian 30 cm di atas lantai, dan maksimum 377 lux pada ketinggian apapun, sehingga tidak lebih dari 6 : 1 hasil rasio melintasi seluruh rak buku secara vertikal. Pencahayaan alami diperbolehkan berada di atas dan di belakang pelindung rak buku, sehingga judul buku dapat diterangi tanpa silau. Pencahayaan yang baik dalam ruang baca gedung perpustakaan adalah pencahayaan dapat terdistribusi secara merata. Berdasarkan Gambar 2.1 dan Gambar 2.2 dapat dilihat bahwa rasio tingkat kecerahan dalam bidang pandang yakni 10 : 3 : 1, dengan perbandingan intensitas cahaya tugas visual : intensitas cahaya langsung : intensitas cahaya umum (Edward, 2010).



Gambar 2.1 Distribusi Pencahayaan Ideal pada Rak Buku
Sumber: Edward, 2010



Gambar 2.2 Distribusi Pencahayaan Ideal pada Area Ruang Baca
Sumber: Edward, 2010

- Bagi pengunjung muda, persyaratan minimum akurasi dan kontras dari latar belakang
- Bagi pengunjung usia rata-rata, akurasi tugas dan kontras dari latar belakang
- Bagi rak buku, penggunaan pencahayaan dengan lux secara vertikal.

Pemanfaatan pencahayaan alami pada gedung perpustakaan perlu didesain dengan memerhatikan standar kenyamanan visual pengunjung gedung. Menurut Edward, 2010, mendesain pencahayaan alami dalam gedung perpustakaan dihadapkan pada tiga permasalahan dasar, yakni:

1. Kontrol cahaya, untuk mengurangi setiap peningkatan beban pendinginan dan untuk mengontrol silau langsung dari cahaya matahari.
2. Kontrol silau, untuk menciptakan dan memelihara distribusi kecerahan cahaya yang nyaman, tidak berasal dari cahaya matahari secara langsung.
3. Kontrol variasi, untuk menyamakan cahaya matahari secara umum ke dalam gedung perpustakaan agar pengguna gedung perpustakaan dapat nyaman secara visual.

Bukaan pencahayaan alami yang ada pada dinding maupun atap harus mengatasi tiga permasalahan pokok tersebut. Bukaan pencahayaan alami harus dapat meredakan silau sehingga dapat melayani aktivitas visual pengunjung secara tepat. Bukaan pencahayaan alami pada gedung perpustakaan yang efektif untuk dapat memasukkan cahaya matahari yakni kurang lebih 6 meter dari dinding eksterior dengan menggunakan jendela dan *clerestories* (jendela tinggi). Semakin tinggi letak *clerestories* maka akan semakin jauh cahaya matahari dapat masuk ke dalam ruang.

2.2. Kenyamanan Visual

Fokus utama pada kenyamanan visual adalah kualitas, kuantitas, dan distribusi cahaya. Hal tersebut berkaitan dengan intensitas cahaya, kontras cahaya, dan silau. Intensitas cahaya yang dibutuhkan pada setiap ruang berbeda, dipengaruhi oleh tugas ataupun aktivitas yang dilakukan pengguna ruang tersebut. Semakin besar kontras cahaya pada sebuah ruang yang disesuaikan dengan aktivitas pengguna, maka akan semakin nyaman ruang tersebut secara visual. Silau dari efek pemanfaatan pencahayaan alami dapat mengganggu fokus pengguna dalam melakukan aktivitas, sehingga silau yang timbul harus dihilangkan. Kenyamanan visual dikategorikan tercapai apabila benda dapat terlihat dengan jelas, tanpa silau yang menyebabkan mata mudah lelah.

Sebuah lingkungan dengan kenyamanan visual yang memadai akan mendukung kesejahteraan dan produktivitas pengguna ruang. Sebaliknya, pencahayaan pada ruang yang terlalu remang maupun terlalu terang akan mengakibatkan kelelahan pengguna dalam melakukan aktivitas melihat hingga menyebabkan perasaan tidak nyaman sehingga kinerja visual dapat berkurang. Selain dari faktor fisik berupa intensitas cahaya, kecerahan cahaya, dan silau; hal lain yang dapat memengaruhi kenyamanan visual juga dapat berupa faktor fisiologis dan psikis. Faktor fisiologis dan psikis merupakan faktor yang berasal dari masing-masing individu pengguna ruang yang dapat memengaruhi dalam mencapai kenyamanan visual, diantaranya usia dan ketajaman visual.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan agar pengguna ruang dapat mencapai kenyamanan secara visual, yakni:

1. Silau

Silau adalah efek yang diakibatkan dari kualitas pencahayaan yang terlalu terang. Ketidaknyamanan yang menyebabkan terjadinya gangguan dalam produktivitas kerja merupakan akibat dari terjadinya silau pada ruang. Sebuah objek terang tidak selalu menyebabkan silau, tetapi benda terang di depan latar belakang gelap, akan menyebabkan silau sehingga perlu memperhatikan kontras yang terjadi dalam ruang. Kontras adalah hubungan antara pencahayaan dari sebuah objek dengan latar belakang. Meskipun tugas visual yang umumnya menjadi lebih mudah dengan peningkatan kontras, namun terlalu tinggi intensitas dari kontras dalam ruang dapat menyebabkan silau dan membuat tugas visual menjadi lebih sulit U.S. EPA (*United States Environmental Protection Agency*), 1995.

Faktor-faktor yang mempengaruhi silau berdasarkan SNI 03-2396-2001 mengenai tata cara perancangan sistem pencahayaan alami pada bangunan, diantaranya intensitas sumber cahaya, posisi sumber pencahayaan terhadap objek penglihatan pengamat dan kontras pada permukaan bidang kerja pengamat. SNI 03-2396-2001 juga menyebutkan nilai indeks kesilauan maksimum untuk berbagai aktivitas visual.

Tabel 2.3 Nilai Indeks Kesilauan Maksimum untuk Berbagai Tugas Visual

Jenis Tugas Visual dan Pengendalian Silau	Indeks Kesilauan Maksimum	Contoh Tugas Visual dan Interior
Tugas visual kasar dengan intensitas kerja secara terus-menerus	28	Perbekalan bahan mentah, fabrikasi rangka baja, pabrik produksi beton, pekerjaan pengelasan.
Pengendalian silau secara terbatas	25	Gudang, toko mesin dan peralatan, plant room, bangunan turbin dan boiler, cold stores.
Tugas visual dan interior yang dilakukan secara normal	22	Koridor, kafeteria, ruang tangga, kantin, ruang makan, pemeriksaan dan pengujian (pekerjaan kasar), penyiapan dan pemasakan makanan, ruang perakitan, pekerjaan logam lembaran.
Pengendalian silau yang dibutuhkan sangat penting	19	Ruang kelas, ruang keberangkatan dan ruang tunggu di bandara, lobby, ruangan kantor, perpustakaan (umum), pemeriksaan dan pengujian (pekerjaan sedang).
Tugas visual yang sangat teliti, sangat diperlukan pengendalian silau tingkat tinggi	16	Industri percetakan, pemeriksaan dan pengujian (pekerjaan teliti), ruang gambar, perkantoran.

Sumber: SNI 03-6675-2001

2. Keseragaman Pencahayaan

Menurut U.S. EPA, 1995, keseragaman pencahayaan merupakan kualitas penyebaran cahaya secara merata pada objek kerja. Keseragaman merupakan faktor penting dari pencahayaan di lingkungan kerja. Meskipun penting untuk mencapai keseragaman di daerah objek kerja/*visual task*, penelitian terbaru menunjukkan bahwa lingkungan dengan pencahayaan yang terlalu seragam akan mengurangi kewaspadaan serta fokus dan menyebabkan pengguna ruang menjadi lebih cepat lelah. Akan sangat berguna untuk membuat beberapa kontras di dinding yang membentuk fokus bidang pandang seketika setelah pengguna ruang selesai dari tugas melihat. Keseragaman biasanya didefinisikan sebagai rasio dari pencahayaan minimal di atas area rata-rata pencahayaan, dengan rumus:

$$u = E_{\min} / E_{\text{average}} \dots \dots \dots (1)$$

E_{\min} = Intensitas penerangan terendah

E_{av} = $(E_1 + E_2 + \dots + E_n) / n$; n - jumlah titik-titik pengukuran; intensitas penerangan rata-rata

$E_1 \div E_n$ - hasil pengukuran pada titik-titik yang berurutan.

Sumber: Lena Lighting S.A., 2005

Kegiatan yang berkelanjutan atau terus-menerus diasumsikan membutuhkan indeks keseragaman pencahayaan dari bidang kerja minimal 0,65. Sedangkan kegiatan yang tidak teratur atau tidak dilakukan secara terus-menerus, diasumsikan membutuhkan indeks keseragaman pencahayaan minimal 0,4.

3. Renderasi Warna

Kemampuan untuk melihat warna merupakan aspek lain dari kualitas pencahayaan. Sumber cahaya bervariasi dalam kemampuan visual pengguna untuk dapat secara akurat melihat warna sebenarnya dari benda-benda dan objek lain. Indeks renderasi warna (CRI) yakni skala yang digunakan untuk membandingkan efek dari sumber cahaya terhadap penampilan warna sekitarnya. Skala dalam mendefinisikan jenis CRI yakni dengan angka 0 sampai 100. Sebuah CRI lebih tinggi berarti renderasi warna akan lebih baik, atau berkurangnya terjadi pergeseran warna.

Skala CRI yang ditetapkan oleh U.S. EPA, yakni:

1. 75-100 kategori sangat baik
2. 65-75 kategori baik
3. 55-65 kategori sedang
4. 0-55 kategori rendah

Di bawah sumber CRI tinggi, warna permukaan terlihat lebih terang sehingga dapat meningkatkan estetika ruang. Terkadang, sumber CRI tinggi menciptakan ilusi tingkat pencahayaan yang lebih tinggi juga.

4. *Veiling reflections*

Veiling reflections adalah refleksi spekular yang muncul pada objek melihat yang dapat mengurangi kinerja tugas visual pengguna ruang (CIE, 1987). Faktor-faktor yang menentukan terjadinya *veiling reflections* adalah refleksi spekular dari permukaan dan geometri antar permukaan, serta pengamat dengan sumber pencahayaan yang tinggi (misalnya lampu, jendela, dan dinding dengan warna cerah). Dengan desain pencahayaan yang tepat, yaitu posisi lumener yang berkesinambungan dengan area kerja atau *visual task* maka akan memungkinkan untuk mencapai efisiensi penggunaan energi dibandingkan dengan posisi lumener yang dapat menyebabkan terjadinya *veiling reflections* pada area kerja.

5. Bayangan

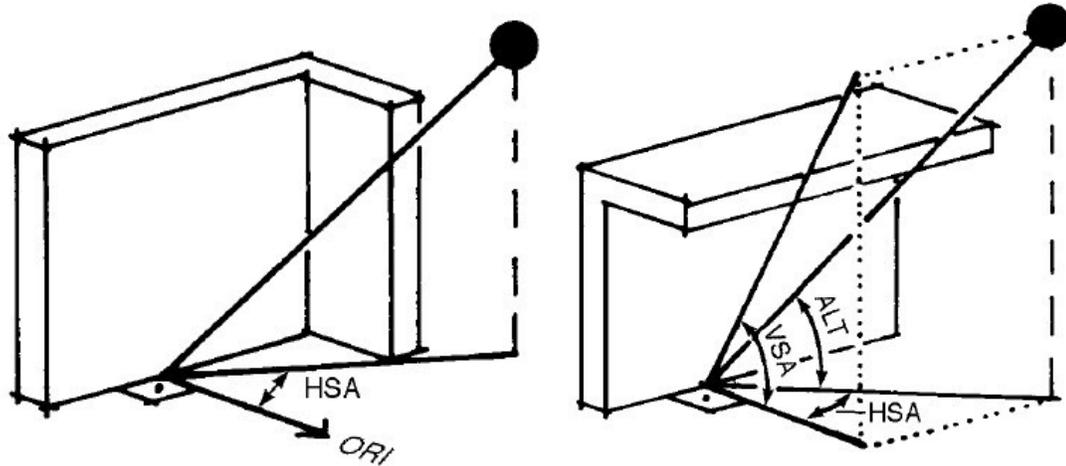
Bayangan di suatu ruang mungkin dikategorikan hal negatif dalam menghalangi visibilitas unsur-unsur tertentu, tetapi bayangan juga dapat menjadi hal positif dalam menciptakan lingkungan visual yang lebih menarik. Keberadaan bayangan dapat menjadi hal yang negatif berkaitan dengan intensitas bayangan dalam ruang yang dapat memberikan rasa tidak nyaman. Keseimbangan yang baik antara cahaya langsung dan cahaya tidak langsung sangat penting untuk dapat melihat sudut jatuhnya cahaya, sehingga dapat lebih mempelajari pencahayaan secara ilmiah maupun estetika. Pembayangan perlu untuk lebih diperhatikan untuk dapat mencapai kenyamanan visual pada ruang. Hal yang dapat dilakukan untuk dapat menghindari pembayangan yang bersifat negatif adalah dengan meletakkan sumber cahaya pada posisi yang tidak tertutupi oleh objek lain.

6. *Flicker*

Flicker terjadi akibat fluktuasi cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya dimana menyebabkan terjadinya kerlip cahaya atau perubahan intensitas cahaya secara cepat. Kerlip cahaya merupakan penyebab terjadinya ketidaknyamanan secara visual, kecuali kerlip cahaya yang disengaja dan biasanya ada di beberapa tujuan hiburan. *Flicker* dari sumber cahaya dapat diminimalkan dengan tegangan suplai yang stabil.

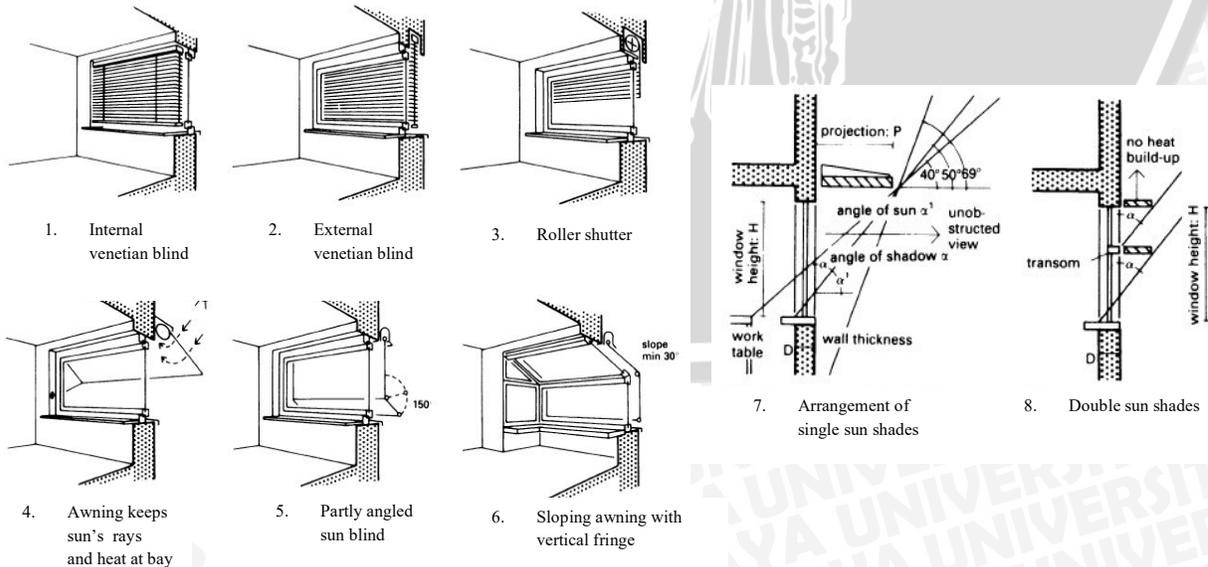
2.3. Pembayang Matahari

Pada bangunan terdapat berbagai sumber bukaan yang umumnya bukaan lebih difokuskan pada memasukkan cahaya dan terdapat pada dinding bangunan (sisi vertikal), tetapi bisa juga ditemukan pada atap (bagian horizontal) bangunan. Cahaya memiliki sudut datang tertentu dan cara untuk menentukannya adalah dengan mengetahui *longitude* dan *altitude* dari matahari yang dipengaruhi oleh waktu saat pengukuran dan lokasi pengukuran. Terdapat 2 sudut pembayangan yang dapat membantu menentukan jenis dan sudut pembayang matahari yang optimal seperti pada Gambar 2.3, yaitu *horizontal shading angle* (*hsa*) dan *vertical shading angle* (*vsa*). Semakin kecil sudut *hsa*, semakin panjang sirip yang harus digunakan, serta semakin kecil sudut *vsa* akan semakin panjang *overhang* yang harus digunakan (Watson dkk, 1999).



Gambar 2.3 HSA (kiri) dan VSA (kanan)
 Sumber: Watson dkk, 1999

Menurut Baiche dan Walliman, 2010, dalam *Nuefert Architects' Data Third Edition* pembayang matahari haruslah dapat menghilangkan silau dari cahaya matahari, namun tetap masih dapat memasukkan cahaya bias dari matahari. Pembayang matahari yang digunakan dapat disesuaikan dengan arah orientasi bangunan. Tiap sisi bangunan memiliki sudut datang matahari yang berbeda sehingga memiliki kriteria pembayang matahari yang berbeda. Beberapa jenis pembayang matahari menurut Baiche dan Walliman, 2010, yakni pembayang matahari dalam ruang, pembayang matahari luar ruang, pembayang matahari tunggal, dan pembayang matahari ganda. Berdasarkan Gambar 2.4 dapat dilihat bahwa terdapat 8 jenis pembayang matahari yang dapat digunakan, pembayang matahari nomor 7 dan 8 merupakan jenis pembayang matahari yang paling sering digunakan pada bangunan di Indonesia.



Gambar 2.4 Jenis Pembayang Matahari
 Sumber: Walliman, 2010

Edward, 2010, dalam *Daylighting Design in Library* menyebutkan bahwa pembayang matahari pada bangunan bertujuan untuk mengurangi intensitas radiasi matahari langsung yang masuk dalam bangunan. Elemen yang dapat dijadikan pembayang matahari diantaranya adalah vegetasi, kaca pelindung sinar matahari, sirip vertikal, sirip horizontal. Peletakan jenis pembayang matahari pada bangunan berbeda-beda tergantung dari letak atau orientasi pembayang matahari tersebut.

Pembayang matahari horizontal akan meneduhkan dari sinar matahari langsung. Pembayang matahari dengan tipe padat akan menghalangi cahaya matahari langsung secara penuh, namun tipe pembayang matahari yang terbuka seperti jalusi juga tetap dapat menghalangi cahaya matahari langsung. Tipe pembayang matahari terbuka dapat dilihat pada Gambar 2.5. Pembayang matahari vertikal adalah pembayang matahari dengan bentuk sirip. Pembayang matahari dengan bentuk sirip perlu diperhatikan terutama pada sore hari, sehingga elemen vertikal tetap memadai untuk mengontrol jenis silau langsung tersebut. Contoh pembayang matahari vertikal dapat dilihat pada Gambar 2.6. Pencahayaan alami akan baik bila matahari berada di sisi berlawanan dari bangunan. Jika matahari sedang berada sejajar pada gedung perpustakaan maka dibutuhkan *clerestories*, atau bukaan jendela yang ditempatkan tinggi di dinding di atas lokasi bukaan pencahayaan alami, dan membentuk langit-langit seperti pada Gambar 2.8.



Gambar 2.5 Pembayang Matahari Horizontal Tipe Terbuka di Daerah Berklim Tropis
Sumber: Edward, 2010



Gambar 2.6 Contoh Desain Pembayang Matahari Vertikal di Daerah Berklim Tropis
Sumber: Edward, 2010



Gambar 2.7 Contoh *Clerestories* Pada Ruang Rak Buku Gedung Perpustakaan di Daerah Beriklim Tropis
Sumber: Edward, 2010

2.6. Tinjauan Studi Sejenis

Pada studi sejenis berjudul “*Perpustakaan Umum di Yogyakarta dengan Pendalaman Desain Pencahayaan*” (Saputra, 2012) membahas pencahayaan alami dan buatan, namun lebih difokuskan ke pencahayaan alami. Hal tersebut dilakukan karena objek penelitian berada di daerah tropis yang kaya akan sinar matahari. Pencahayaan alami dalam perpustakaan harus diatur agar tidak merusak koleksi buku yang ada namun tetap dapat memperkuat kesan ruang yang diinginkan, sedangkan pencahayaan buatan diperlukan untuk memenuhi kebutuhan visual pengunjung untuk membaca. Pencahayaan buatan berupa lampu dibutuhkan untuk menerangi area yang kurang mendapatkan sinar matahari serta diperlukan saat keadaan langit mendung dan penerangan alami tidak mencukupi. Pencahayaan alami dimasukkan ke dalam bangunan melalui *side lighting* (dinding kaca dilengkapi dengan *secondary skin*) serta *top lighting* (*skylight*). *Top lighting* yakni dengan memasukkan cahaya matahari ke bagian dalam bangunan melalui bagian atas, berupa *skylight*. Cahaya yang masuk dengan sistem *skylight* melalui lubang kaca dibagi menjadi dua, yaitu bagian cahaya yang masuk dari atas diteruskan secara lurus hingga ke lantai terbawah dan bagian cahaya yang dipantulkan oleh *reflector* berupa kisi-kisi saat mengenai sisi samping. Memasukkan cahaya melalui samping (*side lighting*) pada perpustakaan yakni dengan desain dinding kaca yang dilengkapi dengan lapisan kisi-kisi luar sebagai dinding ke dua bangunan (*secondary skin*). Pemilihan dinding menggunakan material kaca adalah untuk memaksimalkan cahaya matahari yang masuk ke dalam bangunan.

Studi sejenis dengan judul “*Perpustakaan Daerah Kabupaten Malang dengan Pendekatan Pencahayaan*” (Hanief, 2012) hanya membahas pencahayaan alami saja. Desain perpustakaan fokus pada pencahayaan alami dengan mempertimbangkan kebutuhan pencahayaan pada perpustakaan berdasarkan aktivitas di dalamnya. Penerapan pencahayaan alami menyesuaikan sudut jatuh matahari dan waktu kebutuhan cahaya paling maksimal. Kegiatan utama pada perpustakaan adalah membaca. Berdasarkan SNI besar pencahayaan pada perpustakaan yakni sebesar 300 lux. Cahaya matahari dapat dimanfaatkan sebagai sumber pencahayaan alami, namun cahaya matahari juga mengandung sinar ultra violet yang dapat merusak dan merubah warna kertas.

Studi sejenis dengan judul “*Optimalisasi Pencahayaan Alami dalam Efisiensi Energi di Perpustakaan UGM*” (Milaningrum, 2015) memfokuskan bahasan pada pemanfaatan pencahayaan alami, terutama pada siang hari di gedung perpustakaan. Studi tersebut juga membahas bentuk dan dimensi bukaan berupa jendela yang tepat untuk menunjang pemanfaatan pencahayaan alami tersebut. Faktor pencahayaan alami pada siang hari merupakan perbandingan tingkat pencahayaan pada satu titik dari suatu bidang di dalam ruangan terhadap tingkat pencahayaan bidang datar di lapangan terbuka. Cahaya alami dapat didistribusikan dalam ruang melalui bukaan samping (*side lighting*), bukaan atas (*top lighting*), serta kombinasi keduanya. Sistem pencahayaan samping (*side lighting*) dalam memasukkan cahaya juga dapat memberikan keleluasaan *view*, konektivitas di luar dengan dalam bangunan, dan ventilasi udara. Posisi jendela pada dinding dibedakan menjadi rendah, sedang, dan tinggi.

Desain pencahayaan samping yang biasanya digunakan, diantaranya:

1. *Single side lighting*, bukaan satu sisi dengan intensitas cahaya searah kuat, jarak jendela dengan intensitas cahaya berbanding terbalik.
2. *Bilateral lighting*, bukaan pada dua sisi bangunan, meningkatkan pemerataan distribusi cahaya yang bergantung pada lebar, tinggi ruang, dan letak bukaan pencahayaan.
3. *Multilateral lighting*, bukaan pada beberapa sisi bangunan (lebih dari dua), mengurangi silau dan kontras, meningkatkan pemerataan distribusi cahaya pada permukaan horizontal dan vertikal, serta memberi lebih dari satu zona utama pencahayaan alami.
4. *Clerestories*, jendela atas dengan ketinggian 210 cm di atas lantai, bukaan cahaya tinggi di dinding memberikan penetrasi cahaya yang lebih dalam pada bangunan.
5. *Light shelves*, memberikan pembayangan pada posisi jendela sedang, memisahkan kaca untuk pandangan dan kaca untuk pencahayaan.
6. *Borrowed light*, konsep pencahayaan bersama antara dua ruang yang bersebelahan.

Studi dengan judul “*Sistem Pencahayaan Sebagai Salah Satu Penunjang Kegiatan Membaca pada Perpustakaan*” (Diorita, 2010) memakai 2 objek studi yakni Perpustakaan Nasional Republik Indonesia dan Perpustakaan Soeman HS Provinsi Riau. Penulis memfokuskan penelitian yakni hanya meneliti pencahayaan alami pada ruang rak buku, ruang baca, dan ruang digital. Hasil pada Perpustakaan Indonesia yakni pencahayaan alami belum dimanfaatkan secara maksimal, sehingga pencahayaan buatan terlihat lebih dominan digunakan. Ruang-ruang pada gedung perpustakaan menggunakan *vertical blind* pada setiap bukaan pencahayaan alami yang ada, *vertical blind* tersebut dimanfaatkan sebagai filter untuk mereduksi cahaya matahari langsung yang masuk ke dalam ruang. Pada Perpustakaan Soeman HS Provinsi Riau, ruang-ruang rak buku diletakkan di antara ruang lain di sisi barat dan timur sehingga ruang tersebut dapat terhindar dari sinar matahari langsung. Sinar matahari mengandung sinar *ultraviolet* yang dapat merusak buku.



Tabel 2.4 Hasil Pembahasan Ke-Lima Perpustakaan Ditinjau dari Variabel yang Telah Ditetapkan

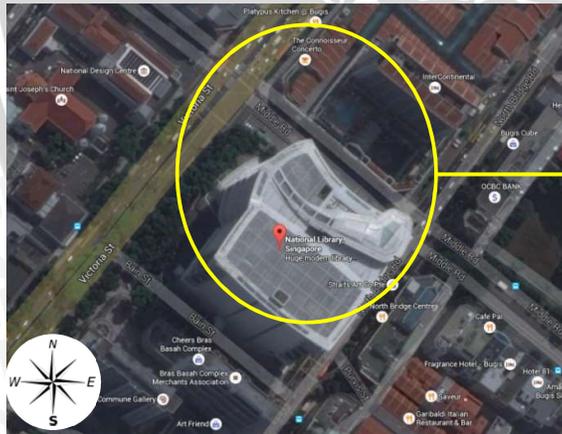
JUDUL VARIABEL	Perpustakaan Umum di Yogyakarta dengan Pendalaman Desain Pencahayaan	Perpustakaan Daerah Kabupaten Malang dengan Pendekatan Pencahayaan Alami	Optimalisasi Pencahayaan Alami dalam Efisiensi Energi di Perpustakaan UGM	Sistem Pencahayaan Sebagai Salah Satu Penunjang Kegiatan Membaca pada Perpustakaan Nasional	Sistem Pencahayaan Sebagai Salah Satu Penunjang Kegiatan Membaca pada Perpustakaan Soeman HS Provinsi Riau	Kesimpulan
BANGUNAN	<ul style="list-style-type: none"> Orientasi gedung perpustakaan menghadap barat Bentuk massa kotak dengan void di tengah gedung 	<ul style="list-style-type: none"> Orientasi gedung perpustakaan menghadap utara Bentuk massa kotak dengan void di tengah gedung 	<ul style="list-style-type: none"> Orientasi gedung perpustakaan menghadap utara Bentuk massa kotak tanpa void 	<ul style="list-style-type: none"> Orientasi gedung perpustakaan menghadap tenggara Bentuk massa persegi panjang tanpa void 	<ul style="list-style-type: none"> Orientasi gedung perpustakaan menghadap utara Bentuk massa persegi panjang 	<ul style="list-style-type: none"> Orientasi gedung memanjang dari barat ke timur dengan fungsi ruang penyimpanan buku tidak berada pada sisi barat ataupun timur Massa bangunan yang efektif yakni pipih dengan bentuk persegi panjang ataupun kotak dengan void
PENCAHAYAAN ALAMI	<ul style="list-style-type: none"> <i>Top lighting (skylight)</i> <i>Side lighting</i> (dinding kaca yang dilengkapi <i>secondary skin</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Top lighting (skylight)</i> <i>Side lighting</i> 	<i>Side lighting</i> (bukaan berupa dinding kaca yang dilengkapi <i>vertical blind</i>)	<i>Side lighting</i> (bukaan pencahayaan alami berupa jendela kaca yang dilengkapi <i>vertical blind</i>)	<i>Side lighting</i> (dinding kaca/ <i>curtain wall</i>)	Pencahayaan alami dapat berupa <i>side lighting</i> maupun <i>top lighting</i> jika terdapat void
PEMBAYANG MATAHARI	Kisi-kisi pada <i>side lighting</i>	<ul style="list-style-type: none"> Pembayang matahari horizontal pada sisi selatan Pembayang matahari sirip vertical pada sisi utara Selubung bangunan bentuk sirip vertikal yang dapat digerakan di sisi barat dan timur 	Tidak dibahas oleh penulis	Pembayang matahari horizontal dengan peletakkan diagonal 30 ⁰ pada sisi tenggara dan barat laut	<i>Overstek</i> atap gedung perpustakaan	Pembayang matahari pada gedung berbeda di setiap sisi

2.6 Komparasi Gedung Perpustakaan

Komparasi dilakukan untuk membandingkan beberapa gedung perpustakaan nasional lainnya yang berada di negara tropis. Perbandingan ini dilakukan agar mengetahui sejauh mana gedung-gedung perpustakaan nasional di negara tropis lainnya dalam memanfaatkan pencahayaan alami. Gedung perpustakaan yang dipilih menjadi objek komparasi yakni *Singapore National Library* dan *National Library of Public Information Taichun*.

2.5.1 Singapore National Library

Singapore National Library atau Perpustakaan Nasional Singapura terletak di Jalan Victoria. Koordinat lokasi yakni 1°17'51"N 103°51'15"E. Gedung perpustakaan tersebut merupakan gedung perpustakaan skala nasional di Singapura dengan jumlah lantai sebanyak 16 lantai. Gedung *Singapore National Library* di desain oleh arsitek yakni Ken Yeang. Gedung perpustakaan tersebut didesain agar efisien terhadap energi dengan cara pengoptimalan ventilasi alami dan pencahayaan alami. Singapura merupakan negara yang berdekatan dengan Indonesia dan memiliki iklim tropis yang serupa dengan Indonesia, sehingga pengoptimalan ventilasi alami dan pencahayaan alami pada *Singapore National Library* merupakan hal yang tepat.



Gambar 2.8 Denah Lokasi *Singapore National Library*

Sumber:

<https://www.google.co.id/maps/place/National+Library,+Singapore/>

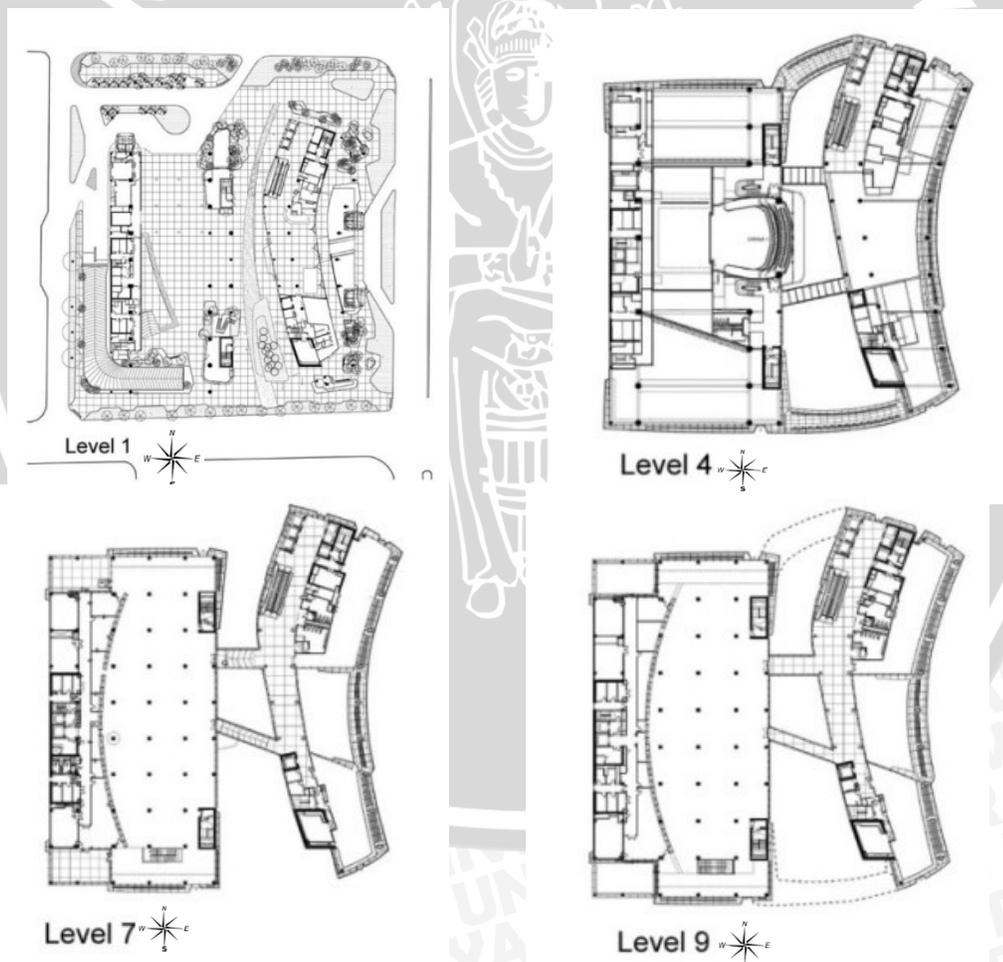


Gambar 2.9 Gedung *Singapore National Library*

Sumber:

https://en.wikipedia.org/wiki/National_Library,_Singapore

Orientasi *Singapore National Library* menghadap ke barat laut dengan sisi barat gedung perpustakaan terdapat *secondary skin* sebagai penghalang sinar matahari langsung ke dalam gedung. Efisiensi energi pada gedung terlihat dengan adanya sensor cahaya pada *automatic blinds* yang diletakkan pada fasad, serta sensor lampu otomatis pada gedung perpustakaan. Terdapat juga plaza dengan konsep terbuka yang terletak di tengah gedung dan difungsikan sebagai area ventilasi alami serta untuk memaksimalkan masuknya pencahayaan alami. Pada *Singapore National Library* juga terdapat *rooftop* dengan sistem irigasi yang digunakan sudah otomatis menggunakan sensor hujan. Penggunaan sensor pada keran-keran air yang digunakan juga sebagai salah satu upaya *Singapore National Library* untuk penghematan energi. Pembayang matahari yang digunakan adalah tipe *vsa/teritisan* dengan dimensi 1 meter mengelilingi gedung perpustakaan.



Gambar 2.10 Denah Gedung *Singapore National Library* Lantai 1, Lantai 4, Lantai 7, dan Lantai 9

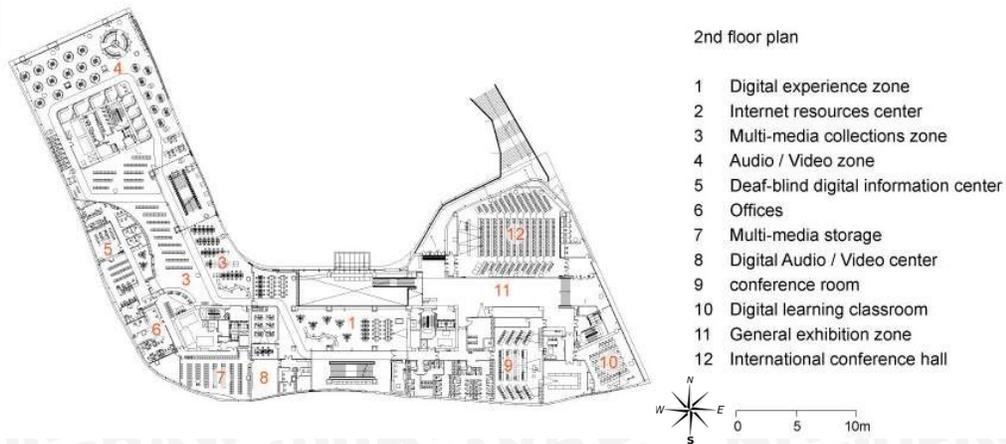
Sumber: https://en.wikipedia.org/wiki/National_Library,_Singapore

2.5.2. *National Library of Public Information Taichung*

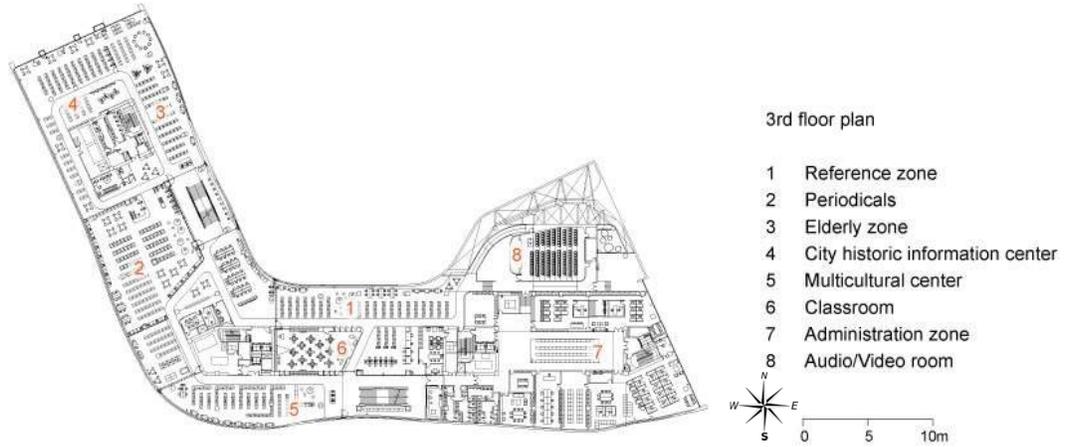
National Library of Public Information Taichung berlokasi di Jalan Wuquan S, South District, Kota Taichung, Taiwan. Koordinat lokasi gedung perpustakaan yakni 24°07'37.6"N 120°40'13.8"E. Negara Taiwan juga merupakan salah satu negara di Asia yang juga beriklim tropis. Bentuk gedung perpustakaan yang dinamis menggambarkan filosofi dari ilmu pengetahuan dari media sosial saat ini yang berlangsung dinamis. Orientasi gedung *National Library of Public Information Taichung* menghadap ke selatan dengan bukaan pencahayaan alami berupa jendela mati yang ada disekeliling gedung. Massa gedung perpustakaan dibuat memipih dan memanjang agar lebih memaksimalkan pencahayaan alami, seperti pada Gambar 2.11.



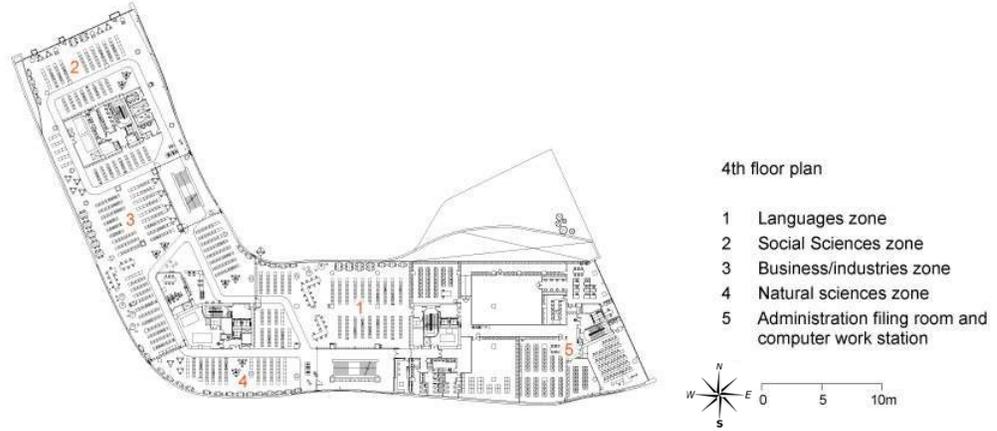
Gambar 2.11 Layout Plan *National Library of Public Information Taichung*
 Sumber: <http://www.archdaily.com/215527/national-library-of-public-information-j-j-pan-partners>



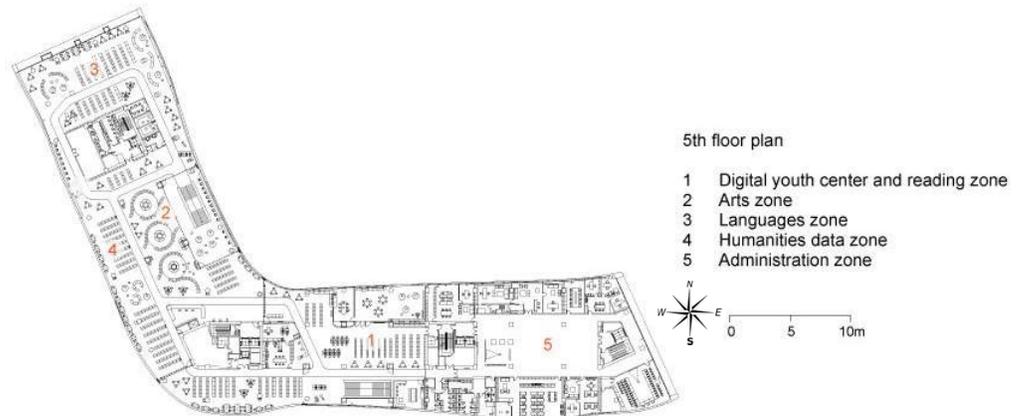
Gambar 2.12 Denah Lantai 2 *National Library of Public Information Taichung*
 Sumber: <http://www.archdaily.com/215527/national-library-of-public-information-j-j-pan-partners>



Gambar 2.13 Denah Lantai 3 *National Library of Public Information Taichung*
 Sumber: <http://www.archdaily.com/215527/national-library-of-public-information-j-j-pan-partners>

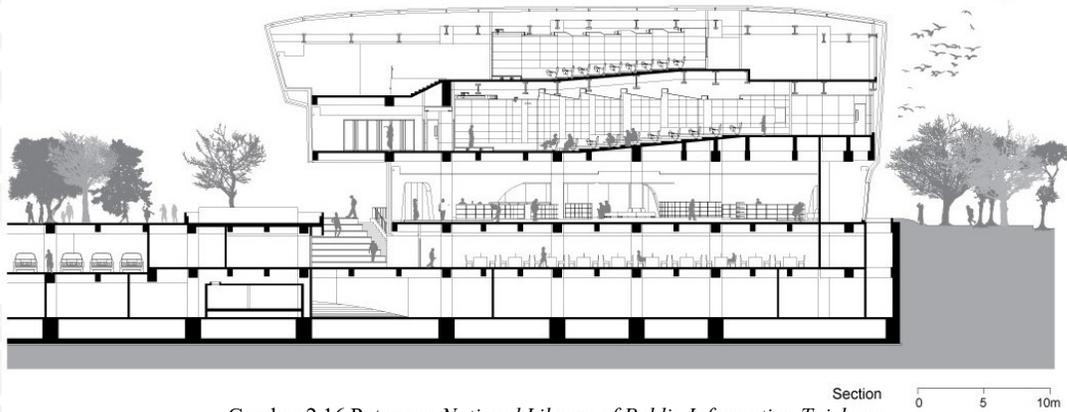


Gambar 2.14 Denah Lantai 4 *National Library of Public Information Taichung*
 Sumber: <http://www.archdaily.com/215527/national-library-of-public-information-j-j-pan-partners>



Gambar 2.15 Denah Lantai 5 *National Library of Public Information Taichung*
 Sumber: <http://www.archdaily.com/215527/national-library-of-public-information-j-j-pan-partners>

Pada Gambar 2.13, Gambar 2.14, dan Gambar 2.15 dapat dilihat bahwa sirkulasi diletakkan ditengah dan ruang-ruang fungsional diletakkan dipinggir agar mendapatkan pencahayaan alami secara maksimal.



Gambar 2.16 Potongan *National Library of Public Information Taichung*

Sumber: <http://www.archdaily.com/215527/national-library-of-public-information-j-j-pan-partners>

National Library of Public Information Taichung memang lebih menonjolkan aspek estetika bangunan. Namun dapat dilihat bahwa gedung perpustakaan juga diupayakan untuk dapat memaksimalkan pencahayaan alami, terlihat pada beberapa sisi gedung menggunakan dinding kaca. Dinding kaca yang digunakan tersebut sangat efektif untuk memasukkan pencahayaan matahari. Keberadaan dinding kaca diletakkan pada sisi timur dan barat laut, disesuaikan dengan fungsi ruang pada sisi timur dan barat laut yakni ruang administrasi. Keberadaan ruang tersebut diletakkan pada area dengan dinding kaca difungsikan agar aktivitas di dalamnya lebih dapat memanfaatkan pencahayaan alami dimana ruang-ruang tersebut cenderung digunakan sepanjang hari. Pembayang matahari yang ada berupa pemunduran dinding kaca dari dinding beton yang ada sejauh 2 meter sehingga pembayang matahari yang terbentuk berupa teritisan dan pembayang matahari dengan jenis sirip, seperti pada Gambar 2.16 dan Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Dinding Kaca Pada Sisi Barat Laut

Sumber: <http://www.archdaily.com/215527/national-library-of-public-information-j-j-pan-partners>

Tabel 2.5 Hasil Pembahasan Komparasi Gedung Perpustakaan

Indikator Objek	Lokasi	Data Fisik	Orientasi	Bukaan Pencahaya-an Alami	Pembayang Matahari	Kesimpulan
<i>Singapore National Library</i>	Jalan Victoria, Singapura Koordinat lokasi: 1°17'51"N 103°51'15"E	Arsitek: T.R. Hamzah & Ken Yeang Luas : 58.783 m2 Tinggi gedung: 3 lantai basement dan 16 lantai Dibangun tahun: 2012	Barat laut	<i>Side lighting</i> (bukaan pencahaya-an alami berupa dinding kaca)	<i>Vertical Shading Angle</i> menyelubungi gedung perpustakaan	Cahaya matahari yang masuk berlebih diatasi dengan adanya <i>automatic blind</i> , sehingga dapat mengatasi silau yang masuk, karena keberadaan pembayang matahari masih belum maksimal
<i>National Library of Public Information Taichung</i>	Jalan Wuquan S, South District, Kota Taichung, Taiwan Koordinat lokasi: 24°07'37.6"N 120°40'13.8"E	Arsitek: J.J. Pan & Partners Tinggi gedung: 5 lantai Dibangun tahun: 1923	Selatan	<i>Side lighting</i> (bukaan pencahaya-an alami berupa jendela dan dinding kaca)	<i>Overstek</i> atap gedung perpustakaan serta sirip horizontal dari pemunduran dinding kaca	Pembayang matahari yang ada masih kurang, mengingat sisi yang menggunakan dinding kaca yakni sisi timur