

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pendidikan Nonformal

Pendidikan nonformal adalah jalur pendidikan di luar pendidikan formal yang dapat dilaksanakan secara terstruktur dan berjenjang. Lembaga pendidikan di Indonesia yang termasuk dalam pendidikan nonformal ialah

1. Balai pengembangan pendidikan luar sekolah dan pemuda (BP-PLSP)
2. Pusat kegiatan belajar masyarakat (PKBM)
3. Lembaga kursus dan pelatihan (LKP)

Lembaga pendidikan BP-PLSP dan PKBM ialah lembaga yang dikelola oleh pemerintahan, untuk LKP dikelola oleh swasta. Dalam kajian ini fokus membahas isu lembaga pendidikan yang dikelola oleh swasta yaitu LKP. Lembaga pendidikan yang termasuk dalam LKP adalah program kursus dan program bimbingan belajar.

2.1.1 Program kursus

A. Sejarah dan tujuan program kursus

Program kursus ada di Indonesia sejak bulan April tahun 1976, yaitu sejak diresmikan menjadi program pendidikan luar sekolah yang diselenggarakan masyarakat dari Direktorat Jenderal Sekolah Dasar dan Menengah kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Luar Sekolah dan Olahraga (PLSOR) Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Lembaga kursus adalah lembaga tertua di Indonesia, karena dibuka sebelum sekolah formal. Tujuan program kursus adalah untuk memberikan bekal pengetahuan, keterampilan, kecakapan hidup dan sikap untuk mengembangkan diri, mengembangkan profesi, bekerja, usaha mandiri dan/atau melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi kepada masyarakat yang membutuhkan. Manfaat program kursus adalah memberikan pembekalan pengetahuan, keterampilan, kecakapan hidup bagi masyarakat yang memerlukan kursus untuk kelangsungan hidup mandiri. (sumber: www.infokursus.net).

B. Ciri-ciri program kursus

Ciri-ciri atau karakteristik dari program kursus, antara lain:

1. Pembelajaran berorientasi langsung pada hal-hal yang berkaitan dengan kebutuhan masyarakat, untuk mengembangkan minat dan bakat, pekerjaan, potensi, usaha mandiri, karier, mempersiapkan diri menjadi masyarakat mandiri dan untuk melanjutkan ke jenjang pendidikan yang lebih tinggi.
2. Usia warga belajar tidak dibatasi atau tidak perlu sama pada suatu jenis atau jenjang pendidikan.
3. Penerimaan warga belajar bersifat terbuka, fleksibel dan langsung.
4. Syarat dan rasio minimal fasilitas, tenaga pendidik dan struktur disesuaikan dengan jenis dan tingkat kursus.
5. Hasil pendidikannya dapat langsung dimanfaatkan untuk kehidupan sehari-hari.

C. Sarana dan prasarana untuk program kursus

Dalam pelaksanaan program kursus idealnya harus memiliki sarana dan prasarana sendiri sehingga dalam proses pelaksanaan pembelajaran tidak terganggu. Berikut ini adalah bentuk sarana dan prasarana yang dibutuhkan dalam pengelolaan program kursus (Mujiman, 2011:65).

1. Kantor: ruang kepala, ruang tata usaha atau administrasi, ruang tutor
2. Tempat belajar: tanah/lapangan, ruang belajar, alat telekomunikasi memadai, sirkulasi udara, ada tempat duduk, dan memiliki tempat praktik.
3. Sarana belajar: tersedianya modul, alat peraga, dan buku bacaan.

2.1.2 Program bimbingan belajar

A. Sejarah program bimbingan belajar

Bimbingan belajar awalnya didirikan untuk membantu para lulusan SMU yang ingin melanjutkan jenjang pendidikan lebih tinggi atau perguruan tinggi, baik Perguruan Tinggi Negeri (PTN) maupun Perguruan Tinggi Swasta (PTS). Namun realitanya mereka lebih memilih ke PTN. PTN dipilih karena mempunyai kelebihan yaitu biaya pendidikan yang relatif lebih murah. Untuk dapat masuk PTN tidak mudah, persaingannya sangat ketat, karena pesaing-pesaingnya bukan hanya dari satu sekolah atau daerah saja akan tetapi lebih besar, yakni dalam skala nasional. Persaingan ketat inilah yang membuat para pendiri bimbingan belajar berinisiatif untuk mendirikan sebuah lembaga yang bertujuan untuk membantu para calon mahasiswa lolos seleksi masuk PTN. Sejak ada bimbingan belajar,

hampir semua calon mahasiswa yang ingin melanjutkan studi ke PTN mengikuti bimbingan di LBB. (sumber: ratnalumbantobing.blogspot.com)

B. Pengertian Lembaga Bimbingan Belajar (LBB)

Lembaga Bimbingan Belajar adalah sebuah lembaga yang diselenggarakan untuk membantu siswa dalam menempuh pendidikan. Lembaga bimbingan belajar termasuk lembaga pendidikan nonformal. Sebagai lembaga nonformal atau nonpemerintah, yaitu penyelenggaranya pihak swasta, segala biaya yang dibutuhkan dalam pendidikan tanpa bantuan dari pemerintah sehingga kebanyakan biaya untuk mengikuti program bimbingan belajar itu mahal. Sistem pendidikan di Lembaga Bimbingan Belajar biasanya mencakup semua aspek pendidikan meliputi pendidikan moral, akademik, sosial, agama serta kemandirian. Sedangkan sekolah berbeda dengan Lembaga Bimbingan Belajar, perbedaan tersebut meliputi daya saing siswa. Jika di sekolah jarang sekali menerapkan sistem target bagi siswanya sedangkan di sebuah Lembaga Bimbingan Belajar pasti setiap siswanya di berikan target nilai sesuai dengan kemampuannya sehingga siswa terpacu untuk menjadi lebih baik dari sebelumnya. Perbedaan lainnya yaitu pembelajaran di sekolah cenderung lama dan berbelit-belit sehingga menghabiskan banyak waktu. Sedangkan di sebuah Lembaga Bimbingan Belajar waktu belajar sangat cepat tapi berbobot, sehingga siswa tidak harus menghabiskan waktunya hanya untuk menguasai beberapa materi. (sumber: ratnalumbantobing.blogspot.com)

C. Peranan LBB sebagai penyelenggara program bimbingan belajar

Peranan orang tua dalam menjaga agar anak tetap berprestasi disekolah sangatlah penting. Namun tidak menutup kemungkinan bahwa fungsi penjagaan mereka melemah seiring dengan kesibukan pekerjaan. Hal tersebutlah diperlukan sebuah sarana yang berfungsi untuk mendampingi anak pada prestasi terbaiknya dengan bimbingan belajar tambahan pada lembaga bimbingan belajar. Program bimbingan belajar memiliki fungsi yang sangat strategis untuk menjaga dan meningkatkan prestasi siswa disekolah. Dengan alasan orang tua sibuk atau belum adanya fasilitas yang mendukung dirumah atau tidak adanya teman belajar, maka program bimbingan belajar menjawab permasalahan tersebut (sumber: educiana-learning-center.blogspot.com). Sehingga dengan kata lain, kehadiran program bimbingan belajar memiliki dampak positif untuk siswa sehingga harapan para orang tua murid yang sibuk dengan pekerjaan masing-masing, memiliki kesadaran dan perhatian untuk memfasilitasi anaknya mendapatkan bimbingan belajar dari pihak atau instansi terkait.

2.2 Tinjauan Perencanaan Bangunan Pendidikan

2.2.1 Sarana dan prasarana

Menurut rancangan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Tahun 2013 tentang standar nasional program pendidikan nonformal (SNPPNF), sarana yang harus tersedia pada bangunan pendidikan nonformal untuk menunjang proses pembelajaran adalah meubiler, peralatan pembelajaran, media pembelajaran, buku, dan sumber belajar lainnya. Prasarana yang harus disediakan pada bangunan pendidikan nonformal untuk terlaksananya proses pembelajaran adalah ruang kelas, ruang praktik ketrampilan yang disesuaikan dengan kebutuhan, dan ruang administrasi.

Adapun standar yang dijadikan acuan, yaitu standar sarana dan prasarana berdasarkan Peraturan Pemerintah Indonesia Nomor 19 tahun 2005 pasal 42-47. Standar prasarana yang harus disediakan pada satuan pendidikan, diantaranya:

1. Lahan

Lahan sebagaimana dimaksud adalah untuk bangunan satuan pendidikan, lahan praktik, lahan untuk prasarana penunjang, dan lahan pertamanan untuk menjadikan satuan pendidikan suatu lingkungan yang secara ekologis nyaman dan sehat. Adapun persyaratan untuk lahan bangunan pendidikan, diantaranya:

- a. Kebutuhan luas lahan dinyatakan dalam rasio luas lahan per peserta didik.
 - b. Letak lahan mempertimbangkan lokasi satuan pendidikan di dalam kluster lokasi pendidikan sejenis dan sejenis, serta letak lahan menjadi pengumpulan masukan peserta didik.
 - c. Letak lahan atau lokasi bangunan mempertimbangkan jarak tempuh maksimal yang harus dilalui oleh peserta didik untuk menjangkau lokasi tersebut.
 - d. Letak lahan atau lokasi bangunan mempertimbangkan keamanan, kenyamanan, dan kesehatan lingkungan.
- #### 2. Fisik bangunan pendidikan yang memiliki persyarant, diantaranya:
- a. Rasio luas bangunan dihitung per peserta didik dirumuskan oleh BSNP dan ditetapkan dengan Peraturan Menteri.
 - b. Kualitas bangunan minimal pada satuan pendidikan dasar dan menengah adalah kelas B dan kualitas bangunan minimal pada satuan pendidikan tinggi adalah kelas A.
 - c. Jika berada di daerah rawan gempa bumi atau tanahnya labil, bangunan satuan pendidikan harus memenuhi ketentuan standar bangunan tahan gempa.
 - d. Kualitas bangunan satuan pendidikan mengacu pada ketetapan menteri yang menangani urusan pemerintahan di bidang pekerjaan umum.

Ruang-ruang pada bangunan pendidikan, diantaranya:

- | | |
|--|---|
| a. Ruang kelas, standar rasio luas ruang kelas per peserta didik dirumuskan oleh BSNP dan ditetapkan dengan Peraturan Menteri. | h. Ruang unit produksi, |
| b. Ruang pimpinan satuan pendidikan, | i. Ruang kantin, |
| c. Ruang pendidik atau tutor, | j. Instalasi daya dan jasa, |
| d. Ruang tata usaha, | k. Tempat berolahraga, |
| e. Ruang perpustakaan | l. Tempat beribadah, |
| f. Ruang laboratorium, | m. Tempat bermain, |
| g. Ruang bengkel kerja, | n. Tempat berkreasi, |
| | o. dan ruang/tempat lain yang diperlukan untuk menunjang proses pembelajaran yang teratur dan berkelanjutan |

2.2.2 Perencanaan lokasi dan tapak untuk bangunan pendidikan

Tarigan (2006:78) menyebutkan bahwa tingkat aksesibilitas atau tingkat kemudahan untuk mencapai suatu lokasi ditinjau dari lokasi lain di sekitarnya. Jadi faktor yang menentukan suatu lokasi menarik untuk dikunjungi atau tidak adalah tingkat aksesibilitas. Tingkat aksesibilitas dipengaruhi oleh jarak, kondisi prasarana perhubungan, ketersediaan berbagai sarana penghubung termasuk frekuensinya dan tingkat keamanan serta kenyamanan untuk melalui jalur tersebut (Tarigan, 2006:78). Pemilihan lokasi merupakan hal penting untuk suatu kegiatan, pemilihan lokasi yang tepat, maka kegiatan yang akan direncanakan pada lokasi tersebut akan terlaksana dengan baik.

Berdasarkan standar bangunan pendidikan tahun 2011 yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, lokasi dan tapak untuk bangunan pendidikan ditentukan dengan pertimbangan sebagai berikut;

1. Kemudahan pencapaian, yaitu berada dipinggir jalan lingkungan atau Kota atau Kabupaten, yang dapat dilalui kendaraan beroda empat
2. Tidak berada di daerah rawan banjir atau longsor
3. Tidak berdekatan dengan jalur listrik bertegangan tinggi
4. Berada di dekat perumahan
5. Tidak berdekatan dengan pusat keramaian, seperti gedung bioskop atau pasar
6. Tapak ditentukan dengan luas lahan minimal 9000 m². Untuk daerah yang belum memiliki rencana tata ruang digunakan KDB 30%, dan untuk bangunan pendidikan yang berlokasi di kota besar digunakan KDB 50%

7. Bila tidak ditemukan alternatif lokasi tapak yang sesuai dengan kriteria-kriteria tersebut, dan berdasarkan RUTR ditentukan berdekatan dengan pusat keramaian atau jalur listrik bertegangan tinggi, maka lahan yang memungkinkan terpilih tersebut diselesaikan dengan solusi penataan bangunan dan rancangan ruang terbuka.

2.3 Tinjauan Umum Pencahayaan

Mangunwijaya (2000:211) dan Satwiko (2004:79) menjelaskan bahwa cahaya adalah persyaratan mutlak untuk proses penglihatan manusia. Dalam kondisi gelap (tanpa cahaya), maka mata tidak bisa menangkap objek dan tanpa cahaya maka tidak ada arsitektur. Namun sebaliknya dalam terang yang sangat berlebih dapat menimbulkan kesilauan.

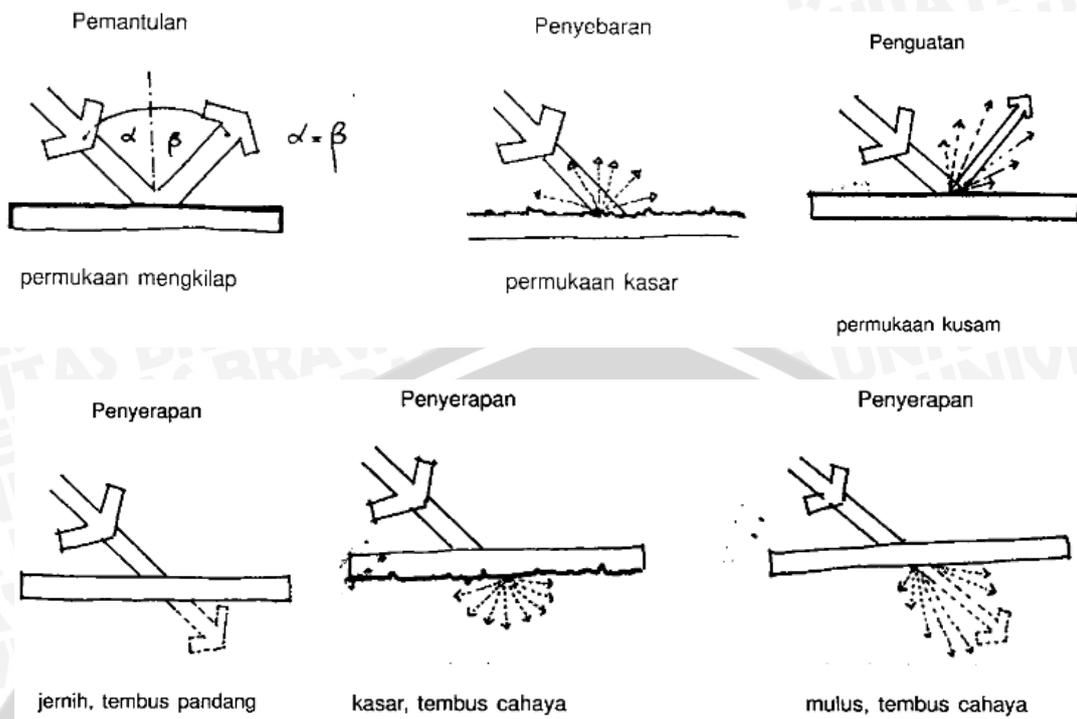
Pencahayaan optimum antara terang maksimum dan minimum merupakan ukuran terang yang dibutuhkan mata untuk bisa melihat lingkungan yang aman, sehat dan nyaman serta berkaitan dengan tingkat produktifitas manusia (Padmanaba, 2006). Kebutuhan ukuran terang yang dibutuhkan tergantung dari aktifitas yang dilakukan.

Pencahayaan dibedakan menjadi dua macam berdasarkan sumber penerangannya, yaitu

1. Cahaya yang berasal dari matahari, yang dibedakan menjadi secara langsung dan tidak langsung sebagai pantulan cahaya matahari oleh awan-awan serta benda-benda disekitar bangunan.
2. Cahaya dari lampu atau sumber-sumber cahaya buatan manusia disebut pencahayaan buatan.

2.3.1 Pencahayaan alami

Mangunwijaya (2000:214) menjelaskan bahwa cahaya alami memiliki karakteristik yang menarik sebelum sebelum ditangkap oleh mata. Sifat pancaran dan perilaku cahaya tersebut ditentukan oleh sifat-sifat permukaan benda yang dijumpai. Berikut beberapa sifat teknis sinar yang datang berdasarkan sifat permukaan bendanya, yaitu



Gambar 2.1 Sifat teknis sinar yang datang berdasarkan sifat permukaan bendanya.

Sumber: Mangunwijaya (2000)

Pencahayaan alami mempunyai banyak manfaat, yang utama yaitu menghemat energi listrik. Satwiko (2004:80) menyebutkan kelebihan cahaya dan sinar matahari, antara lain sebagai berikut:

1. Bersifat alami (natural). Pencahayaan alami matahari memiliki nilai-nilai yang baik fisik maupun spiritual, tidak dapat tergantikan oleh cahaya buatan.
2. Tersedia berlimpah, gratis, dan terbaru
3. Memiliki spektrum cahaya lengkap
4. Memiliki daya panas dan kimiawi yang diperlukan makhluk hidup di bumi
5. Dinamis, karena arah sinar matahari selalu berubah oleh rotasi dan peredaran bumi yang mengelilingi matahari. Perubahan intensitas cahaya dikarenakan adanya awan yang melintas sehingga memberikan efek gelap-terang menambah kesan dinamis.

Namun cahaya matahari juga memiliki kelemahan untuk digunakan sebagai pencahayaan ruang, antara lain sebagai berikut:

1. Pada bangunan berlantai banyak dan lebar, sulit memanfaatkan cahaya alami untuk menerangi seluruh kedalaman ruang
2. Intensitas cahayanya tidak mudah diatur, dan terkadang menyebabkan silau atau sangat redup (kurang terang), serta sering membawa panas juga masuk ke dalam ruang
3. Hanya tersedia pada pagi hari

4. Dapat memudarkan warna.

2.3.2 Pencahayaan buatan

Pencahayaan buatan adalah pencahayaan yang bersumber selain dari cahaya alami. Perencanaan pencahayaan buatan sangat diperlukan karena pencahayaan alami tidak tersedia setiap saat dan jika posisi ruang sulit menerima cahaya alami, maka cahaya buatan sangat dibutuhkan. Pencahayaan buatan yang tepat mempunyai fungsi pokok yang dikombinasikan dengan cahaya alami, yaitu sebagai berikut:

1. Menciptakan lingkungan yang aman dan nyaman sehingga memungkinkan penghuni melihat sekitarnya secara detail dan kegiatan visual secara mudah dan tepat
2. Memungkinkan penghuni melihat jalannya sehingga bergerak secara mudah dan aman
3. Tidak menimbulkan pertambahan suhu udara ruangan yang berlebihan pada tempat kerja
4. Memancarkan pencahayaan dengan intensitas yang tetap dan menyebar secara merata, tidak berkedip, tidak menyilaukan, dan tidak menimbulkan bayang-bayang
5. Meningkatkan lingkungan visual yang nyaman dan meningkatkan produktifitas penghuni.

Sumber pencahayaan buatan yang umum digunakan ialah cahaya elektrikal atau lampu elektrikal. Sampai saat ini sudah ada berbagai jenis lampu seiring berkembangnya teknologi. Berikut penjelasan perbandingan lampu yang dapat membantu dalam memilih jenis sumber cahaya terbaik untuk kebutuhan perancangan (Tabel 2.1).

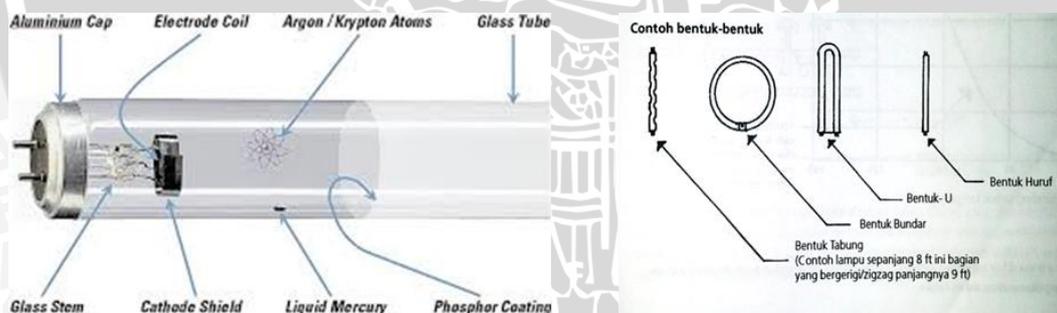
Tabel 2.1 Perbandingan Kelompok Lampu Utama

Kelompok lampu	Kelebihan	Kekurangan	Aplikasi	Efficacy (lumens/watt)	Umur (jam)
Pijar (<i>incandescen t</i>) & halogen	<ul style="list-style-type: none"> o Pengendalian optik yang sangat baik sekali o Memiliki color rendition sangat baik o Ongkos awal sangat rendah o Fleksibel o Memungkinkan fixture yang sangat kecil 	<ul style="list-style-type: none"> o <i>Efficacy</i> yang sangat rendah o Umur lampu pendek o Menambah beban panas pada bangunan 	Untuk pencahayaan spotlight, aksent, mengkilap. (rumah, restoran, lounge, museum)	10-25	750-2500
<i>Fluorescent</i>	<ul style="list-style-type: none"> o Sangat baik untuk pencahayaan yang berpendar, tingkat terang rendah, serta area yang luas o <i>Color rendition</i> baik o <i>Efficacy</i> sangat baik o Umur lampu panjang 	<ul style="list-style-type: none"> o Pengendalian optik yang terbatas o Sumber linier CFLs o <i>Sensitive</i> terhadap suhu dan dengan demikian tidak dapat digunakan 	Untuk pencahayaan yang dipendar dari sebuah area yang luas (kantor, sekolah, rumah, bangunan industri)	40-90	6000-20000

		di ruang luar pada iklim yang dingin		
Metal-halida	<ul style="list-style-type: none"> o Pengendalian <i>optic</i> yang baik o Color rendition yang sangat baik (terutama untuk hijau biru dan kuning) o <i>Efficacy</i> tinggi o Umur lampu panjang o Dapat menggunakan <i>fixture</i> yang kecil 	<ul style="list-style-type: none"> o Penundaan waktu 5-10 menit untuk menyalakan atau saat menyalakan ulang o Cukup mahal 	Untuk pencahayaan berpedar atau sinar lebar (kantor, toko, sekolah, industrial, ruang luar)	80-120 9000-20000
Sodium bertekanan tinggi	<ul style="list-style-type: none"> o Pengendalian <i>optic</i> yang baik o <i>Efficacy</i> sangat tinggi o Umur lampu sangat panjang 	<ul style="list-style-type: none"> o <i>Color rendition</i> buruk (lebih banyak orange dan kuning) o Penundaan sekitar 5 menit untuk menyalakan atau menyalakan ulang 	Untuk pencahayaan berpedar atau lebar dimana warna tidaklah penting (ruang luar, industrial, gudang, pencahayaan <i>floodlighting</i> ruang dalam dan ruang luar)	80-140 20000-24000

Sumber: Lechner (2007:472).

Dari penjelasan Tabel 2.1 diatas, kelompok lampu yang sesuai untuk bangunan pendidikan ialah lampu *Fluorescent* (TL=*Tubelair Lamp*) dan lampu atau lampu HID (*High-Intensity Discharge Lamps*).



Gambar 2.2 Lampu *Fluorescent* (TL=*Tubelair Lamp*).

Sumber: Lechner (2007)

2.3.3 Tingkat pencahayaan untuk bangunan pendidikan

Berbagai aktivitas membutuhkan tingkat pencahayaan yang tepat. Pencahayaan ruang yang tepat akan membuat penghuninya bekerja lebih optimal (Padmanaba, 2006). Adapun nilai-nilai yang direkomendasikan untuk ruang-ruang pada bangunan pendidikan berdasarkan standar nasional (Tabel 2.2).

Tabel 2.2 Tingkat Pencahayaan yang direkomendasikan untuk Bangunan Pendidikan

No	Ruang	Standar Pencahayaan		
		Rata-rata illuminasi cahaya (lux)	UGR _L	Renderasi warna (R _a)
1	Ruang kelas umum	250-300	19	80
2	Ruang multimedia laboratorium bahasa	250-300	19	80
3	Ruang komputer	350-500	19	80
4	Ruang kelas kursus kecantikan	500	22	80
5	Ruang musik	300	19	80
6	Ruang belajar bersama	200	22	80
7	Perpustakaan			
	Ruang rak buku	200	19	80
	Ruang baca	500	19	80
8	Atrium	400	19	
9	Resepsionis	250	19	
8	Main lobby atau entrance hall	200	22	80
9	Kafetaria atau foodcourt	200	22	80
10	Ruang-ruang tutor dan pengelola	300	19	80
	Area Sirkulasi			
11	Koridor	100	25	80
	Tangga	150	25	80

Sumber: SNI 03-6575-2001 dan *Good Lighting for School and Educational Establishments* (1994).

2.4 Tinjauan Rancangan Bangunan dengan Pemanfaatan Cahaya Alami

Rancangan bangunan dikatakan berhasil jika dapat memanfaatkan potensi alam dalam rancangan. Salah satu potensi alam di Indonesia adalah menerima cahaya matahari sepanjang tahun. Pemanfaatan cahaya alami dalam bangunan memiliki banyak kelebihan selain untuk memenuhi kebutuhan visual dalam beraktifitas. Kelebihan pemanfaatan cahaya alami, antara lain;

1. Mereduksi penggunaan energi listrik
2. Menjaga kesehatan penghuni bangunan. Cahaya alami mempengaruhi kerja tubuh manusia, yaitu pertama kerja retina mata yang mempengaruhi sistem metabolisme dan sistem endokrin dan hormon, kedua interaksi dengan kulit untuk memproduksi vitamin D (Boubekri, 2008).
3. Menciptakan rasa aman bagi pengguna bangunan karena berada pada ruang yang berinteraksi dengan ruang luar.

Dalam rancangan bangunan yang memanfaatkan cahaya alami, dibutuhkan strategi untuk mengatur masuknya cahaya matahari tanpa panasnya. Strategi dasar perancangan pencahayaan alami menurut Lechner (2007, 423-426) dan Manurung (2012, 55-103) dipaparkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Teori Strategi dalam Perancangan Pencahayaan Alami.

No.	Lechner (2007, 423-426)	Manurung (2012, 55-103)
1.	Orientasi	Orientasi bangunan
2.	Pencahayaan melalui atap	Bentuk bangunan
3.	Bentuk	Memasukkan cahaya
4.	Perencanaan ruang	Mendistribusikan cahaya
5.	Warna	Mengontrol cahaya
6.	Memisahkan bukaan untuk pemandangan dan pencahayaan alami	

Kedua teori diatas memiliki kesamaan, hanya saja berbeda dalam prioritas urutan strategi. Landasan teori dalam proses perancangan *Malang Learning Center* mengacu pada strategi-strategi tersebut.

2.4.1 Orientasi bangunan

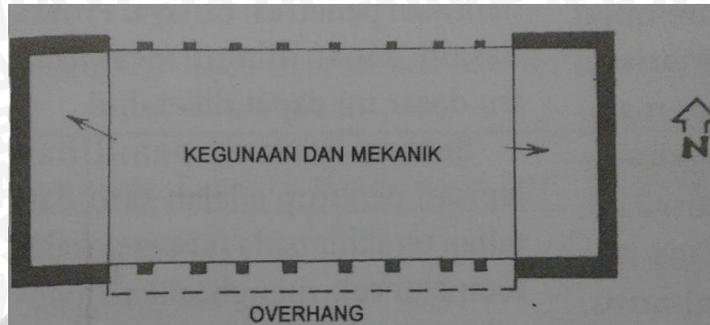
Orientasi bangunan memiliki peran penting dalam rancangan pencahayaan alami. Bumi berputar mengelilingi matahari, sehingga posisi datangnya sinar matahari berubah setiap periode mengikuti garis edar. Posisi datangnya sinar matahari menjadi pertimbangan dalam menentukan orientasi bangunan dan posisi bukaan sebagai masuknya cahaya ke bangunan. Perencanaan orientasi bangunan berdasarkan letak geografis merupakan usaha pertimbangan rancangan yang signifikan untuk mengontrol radiasi matahari yang diterima bangunan dan mengurangi kebutuhan energi bangunan (*Sustainable Building Design for Tropical Climates*, UN-Habitat, 2014:49).

Pertimbangan-pertimbangan lain yang menentukan orientasi bangunan, yaitu tujuan perancangan dan kondisi eksisting tapak. Tujuan perancangan pencahayaan alami untuk memenuhi kebutuhan visual ruang, sehingga posisi ruang-ruang membutuhkan cahaya alami menentukan orientasi bangunan. Kondisi eksisting tapak yang menjadi pertimbangan, yaitu bangunan di sekitar tapak, pepohonan, bukit, dan kontur, serta kondisi lain yang menghalangi akses cahaya matahari ke tapak.

Permasalahan yang sering dijumpai, yaitu tapak yang berada di kawasan perkotaan, cenderung lingkungannya padat bangunan dan berada di antara bangunan tinggi. Kondisi tersebut membatasi akses masuknya cahaya matahari ke tapak. Solusi untuk permasalahan ini adalah mempertimbangan orientasi bukaan tetap menghadap kearah datangnya sinar matahari terbaik (Manurung, 2012:57), meskipun orientasi bangunan mengikuti kondisi lingkungan.

Orientasi bukaan ke arah selatan dan utara merupakan yang terbaik, karena cahaya yang datang dari orientasi tersebut paling konsisten sepanjang hari dan tahun (Lechner, 2007:424).

Orientasi bukaan terburuk ialah timur dan barat, karena sinar matahari yang datang dari orientasi tersebut hanya setengah hari (Lechner, 2007:424). Selain itu cahaya yang datang memiliki intensitas maksimal, sehingga cenderung menyebabkan masalah silau dan bayangan.

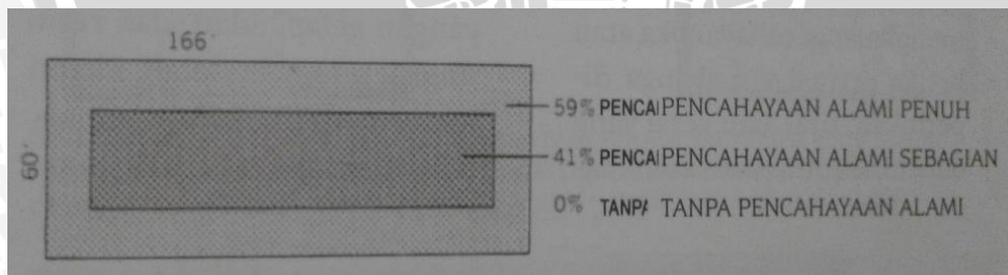


Gambar 2.3 Perencanaan orientasi bangunan dan bukaan ideal.

Sumber: Lechner (2007: 424)

2.4.2 Bentuk bangunan

Geometri bangunan merupakan salah satu solusi untuk rancangan pencahayaan alami untuk mengatasi keterbatasan orientasi (Manurung, 2012:59). Tapak yang berada di lahan perkotaan dan sempit, memerlukan strategi bangunan yang ramping. Bangunan yang ramping lebih mengoptimalkan cahaya alami masuk ke dalam bangunan dari berbagai sisi. Bentuk bangunan ramping dapat dilakukan dengan permainan geometri bentuk huruf I, L, T, H dan U (Manurung, 2012:60). Bentuk denah ramping yang merupakan permainan geometri persegi panjang dengan panjang minimal 2.76 kali lebarnya, dapat menghilangkan area pusat yang tidak menerima cahaya (Lechner, 2007:425).

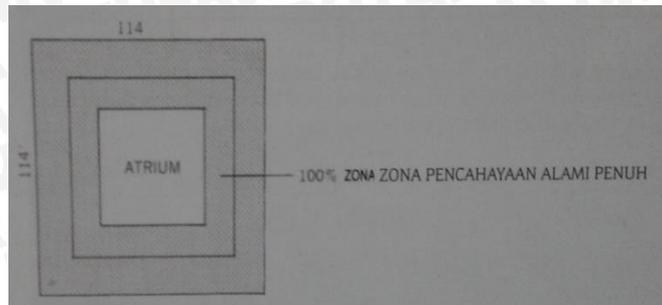


Gambar 2.4 Denah persegi panjang.

Sumber: Lechner (2007:425).

Bangunan publik yang cenderung memiliki volume besar, dan ingin memanfaatkan cahaya matahari, maka konsep atrium perlu diterapkan. Konsep atrium adalah menciptakan ruang terbuka pada bagian tengah bangunan, sehingga memberi akses masuknya sinar matahari. Denah dengan atrium dapat menciptakan 100% area menerima cahaya, namun

harus dengan perencanaan perimeter yang tepat (Lechner, 2007:425). Bangunan yang besar membutuhkan area atrium besar juga.



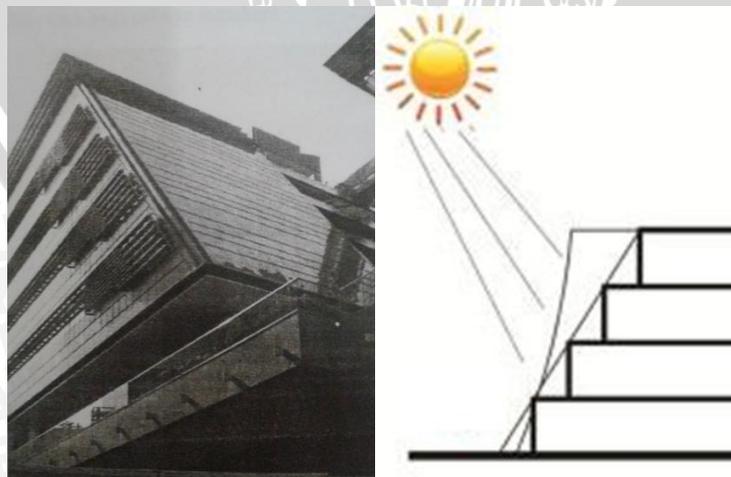
Gambar 2.5 Denah dengan atrium.

Sumber: Lechner (2007:425).

Variasi strategi bentuk bangunan lain yang dapat diterapkan untuk rancangan pencahayaan alami, ialah rancangan fasad bangunan. Perancangan fasad bangunan perlu memperhatikan arah datangnya cahaya dan sudut cahayanya. Rancangan fasad ada berbagai cara, antara lain;

1. Memiringkan fasad

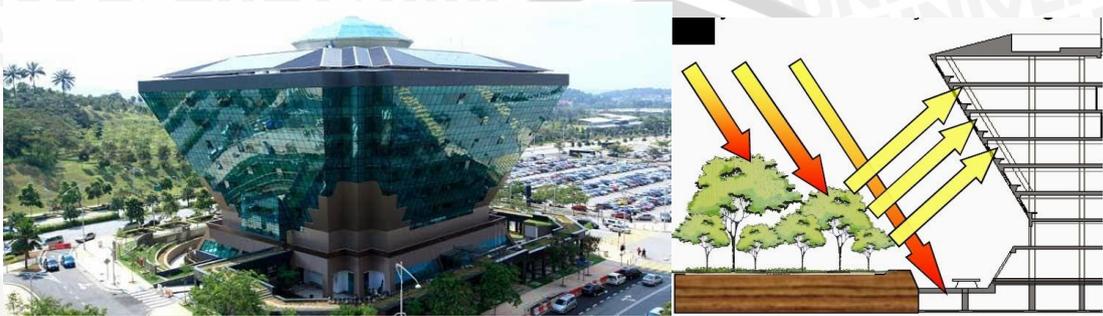
Memiringkan fasad bangunan merupakan salah satu strategi untuk bangunan yang memiliki site sempit dan berada pada lingkungan padat atau untuk bangunan yang orientasi utama menghadap arah yang menerima cahaya dengan intensitas tinggi. Lingkungan yang padat bangunan mempersempit jarak antara bangunan, sehingga sudut cahaya matahari yang mengenai fasad vertikal semakin kecil. Dengan memiringkan fasad bangunan ke arah dalam maka sudut yang mengenai fasad lebih besar didapat. Sudut cahaya yang lebih besar memungkinkan bangunan menerima cahaya pada waktu yang lebih lama, dan cahaya dapat menjangkau setiap lantai bangunan.



Gambar 2.6 Contoh fasad miring ke arah dalam bangunan.

Sumber: Manurung (2012:62)

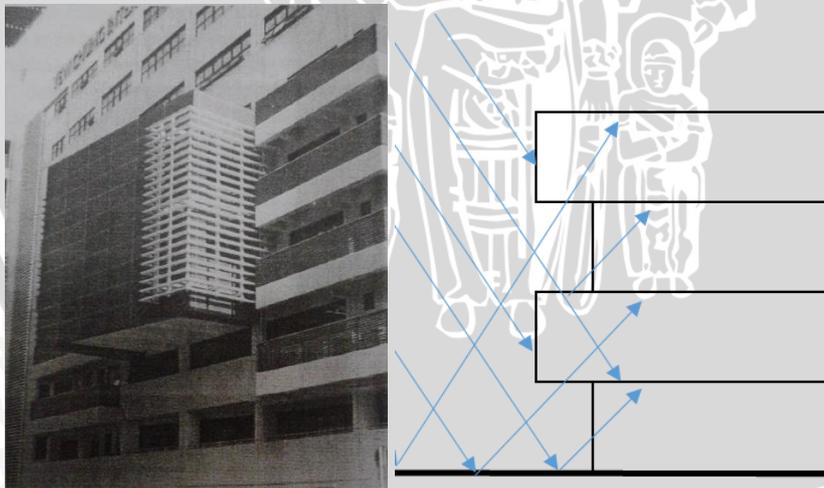
Memiringkan fasad ke arah luar bangunan untuk sisi bangunan yang menerima cahaya dengan intensitas tinggi merupakan strategi *self-shading*. Bentuk fasad miring ke arah luar menghasilkan cahaya pantulan yang masuk ke dalam bangunan. Hal ini karena bentuk fasad yang miring memungkinkan cahaya di pantulkan ke *landscape* terlebih dahulu kemudian diteruskan ke dalam bangunan. Contoh bangunan yang mengimplikasikan ialah *St Diamond Building Malaysia*.



Gambar 2.7 Contoh fasad miring ke arah luar bangunan – *St Diamond Building, Malaysia*.

2. Memajukan fasad

Upaya lain yang dapat dilakukan adalah memajukan fasad. Memajukan fasad akan menciptakan empat bidang yang dapat dijadikan sebagai jalan masuk cahaya, bagian bawah dapat berperan sebagai reflektor bagi cahaya alami. Bidang fasad yang dimajukan dapat sebagai ruang mereduksi panas dan silau yang dibawah sinar matahari.



Gambar 2.8 Contoh memajukan fasad.

Sumber: Manurung (2012:63).

3. Bentuk segitiga

Bentuk segitiga merupakan bentuk yang sangat sesuai untuk iklim tropis lembab. Pada umumnya bentuk segitiga menjadi elemen atap, sedangkan badan bangunan tetap terdiri dari bidang vertikal (Manurung, 2012:64). Bentuk segitiga juga dapat dikembangkan untuk

bentuk keseluruhan bangunan. Bentuk segitiga memberikan sudut yang besar bagi masuknya cahaya matahari ke bangunan.

2.4.3 Posisi bukaan cahaya

Secara umum jalan masuk cahaya dalam bangunan melalui tiga bagian, yaitu bagian samping, atas, dan bawah (Manurung, 2012:65). Ketiga bagian tersebut memiliki pendekatan yang berbeda dalam perencanaannya.

A. Memasukkan cahaya dari samping

Memasukkan cahaya dari samping, memiliki kelebihan lebih mudah terkoordinasi dengan kulit bangunan. Selain itu memasukkan cahaya dari samping memberikan akses visual untuk penghuni dalam bangunan melihat pemandangan diluar bangunan, sehingga terdapat interaksi dengan lingkungan luar. Strategi memasukkan cahaya dari samping yaitu pada sisi vertikal bangunan melalui bukaan ataupun bidang transparan pada kulit bangunan atau pelingkup bangunan. Berbagai variasi strategi dalam upaya memasukkan cahaya dari samping, antara lain;

1. Penggunaan bidang transparan sebagai elemen pelingkup bangunan
2. Meletakkan jendela pada elemen vertikal atau dinding.

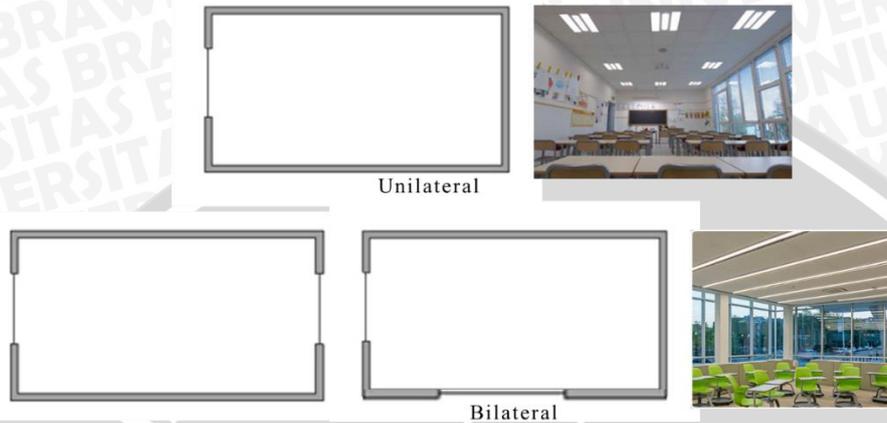
Jendela selain untuk memasukkan cahaya alami dan menciptakan akses visual dari dan ke dalam bangunan, juga dapat difungsikan untuk sirkulasi udara (Manurung, 2012:67). Peran-peran jendela dapat dimainkan secara bersamaan, sesuai dengan kebutuhan dan tujuan perancangan. Adanya jendela juga memberi pengaruh terhadap tampilan bangunan. Berdasarkan peran-peran jendela, jendela dibagi berdasarkan beberapa tipe (Manurung, 2012:69), antara lain;

- a. Jendela untuk pencahayaan alami
- b. Jendela untuk penghawaan alami
- c. Jendela untuk pencahayaan alami dan pandangan keluar
- d. Jendela untuk pencahayaan dan penghawaan alami
- e. Jendela untuk pencahayaan, pandangan keluar dan penghawaan alami.

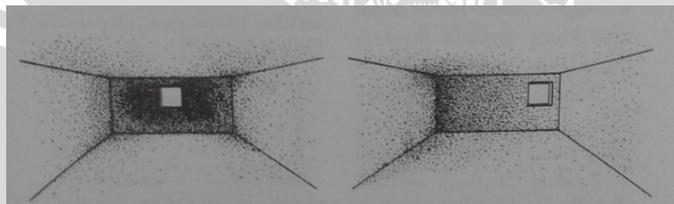
Menurut Lechner (2007:426), untuk mengurangi akibat negatif memasukkan cahaya alami dari jendela, dibutuhkan strategi dasar perencanaan jendela, yaitu

- a. Jendela dinding harus tinggi, agar cahaya tersebar merata dan optimal menerangi ruang. Kedalaman yang memungkinkan pencahayaan alami optimal menerangi ruang ialah 1.5 kali tinggi atas jendela.

- b. Usahakan menempatkan jendela pada lebih dari satu dinding. Penyebaran pencahayaan bilateral (jendela pada dua sisi dinding) jauh lebih baik dan mengurangi silau. Jendela terdekat dengan dinding interior sangat efektif mengurangi silau, karena memberikan cahaya pada dinding terdekat, sehingga mengurangi kontras antara setiap jendela dan dinding yang mengelilingi ruang.



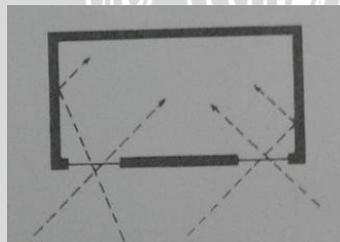
Gambar 2.9 Macam-macam tipe pencahayaan samping (denah) dan contoh aplikasinya.



Gambar 2.10 Silau dan kontras yang dihasilkan dari posisi jendela.

Sumber: Lechner (2007:428).

- c. Tempatkan jendela dekat dengan dinding interior. Dinding interior terdekat dengan jendela berfungsi sebagai pemantul cahaya dan mengurangi cahaya langsung yang memiliki intensitas tinggi.



Gambar 2.11 Distribusi cahaya dan peningkatan kualitas cahaya karena pemantulan oleh dinding.

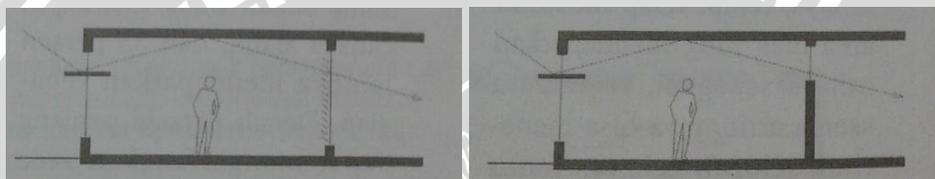
Sumber: Lechner (2007:428).

- d. Menyaring cahaya alami yang masuk, yaitu menggunakan teralis dan pembatas tembus pandang.

- e. Melindungi jendela dari sinar matahari berlebih. *Overhang* pada jendela dapat melindungi dari sinar matahari berlebih, sinar matahari langsung, dan mengurangi silau. Penjelasan lebih lanjut pada strategi pembayangan matahari.

Dari penjelasan di atas, strategi ini dapat diterapkan disetiap lantai bangunan yang memiliki akses bagian samping bangunan. Lain halnya dengan strategi memasukkan cahaya dari bagian atas dan bawah. Selain itu masih terdapat beberapa alternatif perencanaan ruang menurut Lechner (2007:426), untuk mendistribusikan cahaya sampai ke dalam bangunan bila menggunakan bukaan dari bagian samping, yaitu

- menggunakan partisi kaca sebagai pembatas ruang, dengan penyelesaian akustik dan tirai atau kerai untuk menjaga privasi ruang
- menggunakan partisi kaca pada ketinggian mata manusia



Gambar 2.12 Alternatif perencanaan menggunakan partisi kaca penuh atau sebagian.

Sumber: Lechner (2007:426).

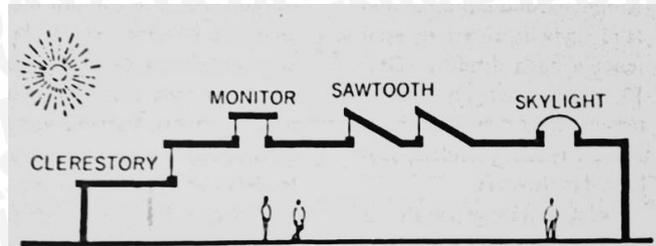
Pertimbangan pemilihan jenis partisi yang digunakan dapat disesuaikan dengan fungsi dan kegiatan yang diwadahi dalam setiap ruang.

B. Memasukkan cahaya dari atas

Jika upaya memasukkan cahaya dari samping tidak memungkinkan untuk dilakukan maka salah satu strategi yang dapat dilakukan ialah memasukkan cahaya dari atas. Strategi ini untuk bangunan publik yang berskala besar. Perencanaan memasukkan cahaya dari atas memiliki pendekatan yang lebih kompleks, karena dibutuhkan rancangan, struktur dan material yang tepat agar kenyamanan dalam ruang dapat tercapai (Manurung, 2012:74). Cahaya yang masuk dari bagian atas umumnya memiliki kuantitas cahaya yang tinggi, namun lebih stabil dibanding dengan cahaya yang masuk dari bagian samping. Keuntungan utama pencahayaan dari bagian atas ialah kemungkinan keseragaman iluminasi, sedangkan kerugiannya ialah tidak memenuhi kebutuhan pemandangan dan orientasi, serta berpotensi menyebabkan silau (Lechner, 2007:435).

Strategi memasukkan cahaya dari bagian atas akan menjadi lebih efektif jika ada perencanaan ruang terbuka dalam bangunan bertingkat. Lechner (2007:426) menyatakan bahwa perencanaan ruang terbuka sangat menguntungkan untuk mendistribusikan cahaya ke

interior bangunan. Jadi strategi ini sangat sesuai untuk ruang atrium atau *void* pada bangunan publik. Upaya memasukkan cahaya dari atas yang sering dilakukan yaitu dengan menggunakan *skylight*. Selain *skylight*, bentuk bukaan pada bagian atas lainnya, yaitu *clesrestory*, *monitor*, dan *sawtooth* (Lechner, 2007:425).

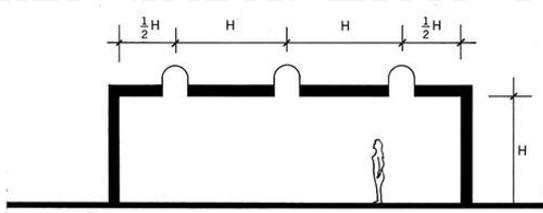


Gambar 2.13 Berbagai macam bentuk bukaan pada bagian atas bangunan.

Sumber: Lechner (2007:425)

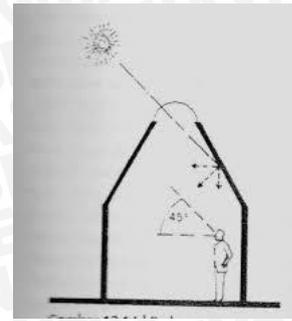
Masing-masing tipe bentuk bukaan pada bagian atas bangunan memberikan karakter cahaya yang berbeda. Berikut penjelasannya;

1. *Skylight* merupakan jalan cahaya yang disediakan melalui bagian atas bangunan dengan menggunakan bidang transparan, baik berupa kaca, plastik, polikarbonat, maupun material transparan lainnya, berbentuk horizontal atau miring (Manurung, 2012:75 & Lechner, 2007:436). Keuntungan menggunakan *skylight* ialah dapat melihat langit dengan tidak terbatas. Namun kerugian yang ditimbulkan ialah kualitas cahaya terlalu tinggi, sehingga dapat membuat ketidaknyamanan visual bagi penghuni bangunan karena silau langsung tidak dapat dihindari. *Skylight* untuk bangunan yang berada pada iklim tropis, dibutuhkan pendekatan rancangan yang kompleks, agar menghasilkan cahaya yang membawa karakter baik bagi pengguna bangunan (Manurung, 2012:75-81). Berikut beberapa strategi perencanaan *skylight* umum menurut Lechner (2007:436-438);
 - a. *Skylight* untuk keseragaman cahaya dalam ruang, dengan perencanaan bukaan *skylight* ditempatkan jauh dari perimeter. (Gambar 2.14)
 - b. Gunakan dinding miring untuk distribusi cahaya yang lebih baik dan mengurangi silau
 - c. Tempatkan *skylight* tinggi dalam ruang untuk mencegah silau langsung (Gambar 2.15)



Gambar 2.14 Perencanaan jarak antara yang disarankan.

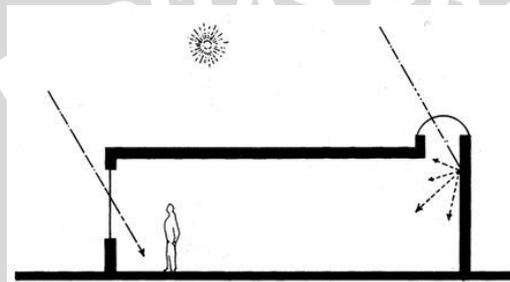
Sumber: Lechner (2007:437).



Gambar 2.15 Skylight diletakkan pada ruang yang tinggi.

Sumber: Lechner (2007:437).

- d. Tempatkan skylight dekat dinding, dinding sebagai penyebaran pantulan cahaya



Gambar 2.16 Tempatkan skylight dekat dinding.

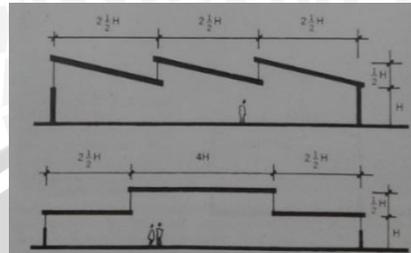
Sumber: Lechner (2007:437).

- e. Gunakan pemantul interior untuk penyebaran cahaya
 - f. Gunakan pelindung interior dan pemantul untuk memperbaiki keseimbangan cahaya pada musim panas dan dingin
 - g. Gunakan skylight dengan kemiringan curam untuk memperbaiki keseimbangan cahaya
 - h. Gunakan skylight untuk efek dramatis pada area-area publik pada bangunan seperti pada lobby, lounge dan ruang-ruang lain yang tidak terdapat objek visual kritis.
2. Clerestory, monitor dan sawtooth merupakan bagian ruangan yang diangkat ke atas atap untuk memasukkan cahaya secara vertikal ke pusat ruang (Lechner, 2007:440). Jenis monitor (*double clerestory*) digunakan untuk bukaan vertikal pada bagian atas bangunan yang menghadap ke lebih dari satu arah (arah yang berlawanan). Jenis sawtooth digunakan untuk bukaan vertikal yang menghadap hanya pada satu arah dan berlawanan dengan sisi melengkung yang berfungsi sebagai reflektor cahaya ke bagian bawah. Keuntungan menggunakan bukaan ini ialah penyebaran cahaya alami yang dihasilkan ialah pantulan dari plafon. Kerugiannya ialah lebih sedikit melihat langit, sehingga

intensitas cahaya yang dihasilkan tidak sebanyak *skylight*. Beberapa strategi utama dalam perencanaan bukaan ini, sebagai berikut:

- Perencanaan pembentukan ruang

Agar menghasilkan distribusi cahaya yang lebih terarah, maka dibutuhkan perencanaan pembentukan ruang yang tepat.

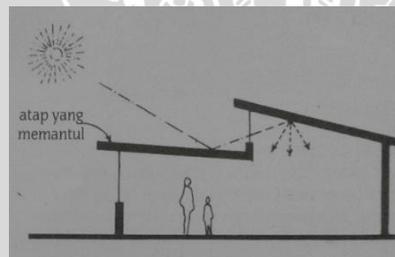


Gambar 2.17 Perencanaan jarak bukaan vertikal pada bagian atas bangunan.

Sumber: Lechner (2007:442).

- Atap yang memantul

Menggunakan atap yang dapat memantulkan secara maksimal penyebaran cahaya ke dalam bangunan



Gambar 2.18 Atap yang memantulkan cahaya.

Sumber: Lechner (2007:442).

C. Memasukkan cahaya dari bawah

Memasukkan cahaya dari bawah merupakan upaya memasukkan cahaya tidak langsung. Strategi ini masih jarang diterapkan. Cahaya yang masuk melalui bagian bawah mengalami pantulan dari bidang bawah bangunan. Cahaya pantulan tidak memberikan intensitas cahaya setinggi cahaya langsung, sehingga relatif tidak menyebabkan silau dan cahaya pantulan juga bersifat merata. Untuk mengoptimalkan cahaya pantulan dari bawah diperlukan pendekatan dengan menggunakan elemen pemantul. Penggunaan perkerasan berbahan relatif mengkilat atau berwarna terang, memberikan pantulan yang relatif baik, namun faktor silau perlu diperhitungkan dalam perencanaan. Strategi ini hanya bisa diterapkan pada lantai atas bangunan, jadi lebih sesuai diterapkan pada bangunan berlantai banyak. Bangunan modern yang sudah menerapkan strategi ini ialah *HSBC Bank, Hong Kong*.

2.4.4 Perencanaan *shading device* sebagai usaha mengontrol cahaya alami

Cahaya alami memiliki peran untuk menciptakan kenyamanan, keamanan dan kesehatan manusia, namun cahaya alami memiliki karakter yang berbeda dengan cahaya buatan. Jika cahaya buatan intensitas cahayanya bisa diatur, cahaya alami tidak. Untuk itu dalam rancangan pencahayaan alami diperlukan upaya pengontrolan cahaya matahari yang akan dimasukkan ke dalam bangunan dengan perencanaan *shading device*. Hal ini dilakukan agar cahaya yang masuk sesuai dengan kebutuhan ruang, dalam artian tidak berlebih.

Teknologi dan gaya arsitektur bangunan yang berkembang menghasilkan variasi jenis *shading device*. Manurung (2012:94) mengklasifikasi *shading device* berdasarkan peletakaannya, yaitu:

1. Kontrol eksternal
2. Kontrol internal

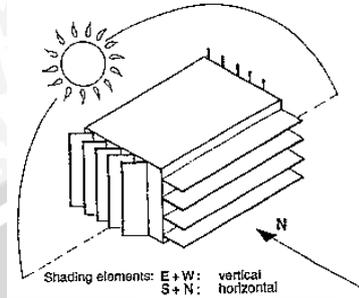
Penggunaan *shading* eksterior lebih efektif dalam mengontrol radiasi matahari daripada *shading* interior (*Sustainable Building Design for Tropical Climates*, UN-Habitat, 2014:101). Berdasarkan posisinya, dibedakan menjadi vertikal dan horizontal. Berdasarkan keberadaannya pada bangunan, dikategorikan dalam dua kelompok, yaitu: (Manurung, 2012:94)

1. Permanen (*fixed*), menempel pada bangunan dan menyatu secara struktur
2. Dapat digerakkan (*retractable*).

Dalam upaya perencanaan *shading device*, banyak faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan. Faktor paling utama yang mempengaruhi rancangan ialah tampilan bangunan, baik eksterior maupun interior. Oleh karena itulah kehadiran *shading device* secara fungsional dan estetika juga harus dipertimbangkan sejak proses awal perancangan. Keberadaan *shading device* akan ideal, apabila dapat memblokir radiasi matahari secara maksimum, dan tetap memungkinkan cahaya dan angin memasuki jendela serta tidak menghalangi *view* keluar bangunan (*Sustainable Building Design for Tropical Climates*, UN-Habitat, 2014:90).

Kebutuhan *shading device* suatu bangunan tergantung pada kondisi iklim dan lingkungannya (Lechner, 2007:241). Untuk bangunan yang berada pada daerah iklim tropis, *shading device* horizontal lebih efektif digunakan pada bukaan yang berorientasi ke utara dan selatan. *Horizontal shading devices* pada bukaan yang berorientasi ke timur dan barat membutuhkan perlindungan lebih di pagi dan sore hari, sehingga tidak direkomendasikan. Bukaan yang berorientasi ke timur dan barat membutuhkan perlindungan lebih daripada arah

lain, karena posisi matahari sangat rendah pada pagi dan sore hari. Sirip vertikal sangat direkomendasikan untuk orientasi timur dan barat. Perangkat *shading device* yang sesuai untuk timur dan barat adalah tipe *eggcrate*. (*Sustainable Building Design for Tropical Climates*, UN-Habitat, 2014:98)

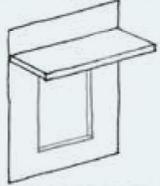
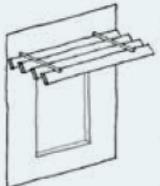
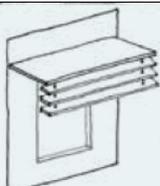


Gambar 2.19 Kebutuhan jenis *shading device* disetiap orientasi.

Sumber: www.nzdl.org

Terdapat banyak berbagai variasi tipe *shading device* seiring berkembangnya teknologi dan berbagai gaya arsitektur. Berikut ini (Tabel 2.4) menunjukkan beberapa tipe *shading device* eksterior permanen (*fixed*) yang biasa digunakan.

Tabel 2.4 Berbagai Macam Tipe *Shading Device* dan Karakternya.

<i>Shading device</i>	Orientasi terbaik	Keterangan
 Standard horizontal overhang	Utara, Selatan	Menghalangi udara panas
 Overhang Louvers horizontal	Utara, Selatan	<ul style="list-style-type: none"> - Memberi jalan pergerakan udara bebas - Merupakan pilihan terbaik untuk digunakan (<i>recommended</i>)
 Overhang Panel horizontal dan Louvers vertikal	Selatan, Timur, dan Barat	<ul style="list-style-type: none"> - Memperkecil kebutuhan panjang <i>sun-shading</i> - Pemandangan terbatas

		<p>Selatan, Timur, dan Barat</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Memberi jalan pergerakan udara bebas - Membatasi pandangan keluar bangunan
<p><i>Overhang</i> Panel vertikal</p>			
		<p>Utara, Selatan, Timur dan Barat</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Menangkap udara panas - Memperkecil kebutuhan panjang <i>sun-shading</i>
<p><i>Louvers horizontal</i></p>			
		<p>Dekat Timur dan dekat Barat</p>	<p>Membatasi pemandangan</p>
<p><i>Sirip vertikal</i></p>			
		<p>Timur dan barat</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Menghalangi pemandangan - Miring ke arah utara
<p><i>Sirip vertikal miring</i></p>			
		<p>Timur dan barat</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sangat membatasi pemandangan - Menangkap udara panas
<p><i>Eggcrate</i></p>			
		<p>Timur dan barat</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pemandangan sangat terbatas - Menangkap udara panas - Miring ke arah utara
<p><i>Eggcrate dengan sirip miring</i></p>			
		<p>Timur dan barat</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pemandangan sangat terbatas - Menangkap udara panas
<p><i>Eggcrate dengan Louvers vertikal</i></p>			

Sumber: Lechner (2007:242) dan *Sustainable Building Design for Tropical Climates*, UN-Habitat (2014:99-100)

2.5 Tinjauan Rancangan Pencahayaan Buatan

Dalam rancangan dengan optimasi pencahayaan, faktor penting yang diutamakan ialah menjaga kualitas dan kuantitas cahaya. Pencahayaan alami sangat tergantung dari keadaan alam atau posisi bangunan terhadap sumber cahaya alami (matahari), sehingga pemanfaatan cahaya matahari umumnya hanya bisa sampai dengan siang hari. Untuk itu dibutuhkan pencahayaan buatan saat kuantitas dan kualitas pencahayaan alami kurang memenuhi syarat.

Adapun standar yang dijadikan acuan adalah SNI 03-6575-2001 tentang tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung. Aspek-aspek dalam proses perancangan pencahayaan buatan agar memperoleh hasil yang sesuai dengan yang direncanakan menurut Karlen & Benya (2010:66-71)

1. Menentukan kriteria rancangan penerangan, fungsional pencahayaan buatan digunakan tersendiri atau sebagai penunjang/pelengkap pencahayaan alami
2. Menentukan arah cahaya yang dibutuhkan berdasarkan kegiatan dan fungsi visual yang dilakukan (sistem pencahayaan)
3. Kebutuhan intensitas pencahayaan/tingkat pencahayaan
4. Menentukan aspek-aspek yang mempengaruhi distribusi luminasi
5. Warna-warna cahaya yang digunakan dan efek warna yang diinginkan
6. Derajat kesilauan *brightness* dari keseluruhan visual

Dalam proses perancangan pencahayaan buatan *Malang Learning Center* ini dibatasi yang berkaitan dengan aspek fisik arsitektural yaitu poin 1-4. Poin 1 mengacu pada tingkat pencahayaan yang direkomendasikan untuk bangunan pendidikan pada Tabel 2.3.

Dalam perancangan pencahayaan buatan, tidak sekedar memasang lampu pada semua titik. Namun dibutuhkan perencanaan agar kehadiran pencahayaan buatan dapat bersinergi dengan pencahayaan alami atau dapat disebut dengan kata lain kehadiran pencahayaan buatan dapat mendukung pencahayaan alami. Untuk itu dibutuhkan pengaturan untuk mengendalikan sistem pencahayaan buatan berupa sistem kontrol cahaya.

2.5.1 Sistem pencahayaan

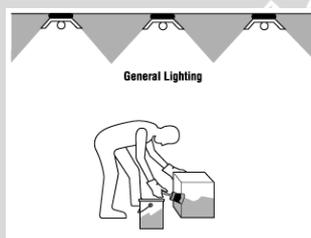
Sistem pencahayaan adalah cara pengarahan cahaya kepada bidang kerja. Untuk mendapatkan kondisi pencahayaan yang sesuai dalam kebutuhan suatu ruang, maka diperlukan sistem pencahayaan yang tepat sesuai dengan kebutuhannya. Sistem pencahayaan dalam ruangan dapat dibedakan menjadi enam tipe, yaitu (Lechner, 2007:475-479)

1. Pencahayaan umum (*general lighting*)

Sistem pencahayaan ini merupakan sistem yang paling sering digunakan, karena fleksibilitasnya dalam mengatur ulang ruang kerja. *Fixture* pencahayaan umum langsung pada plafon (Gambar 2.20) dan secara pengamatan kasar iluminasi seluruh bidang yang diterangi sama besar. Efisiensi energi dalam penggunaan sistem ini biasanya lebih rendah. Permasalahan menggunakan sistem ini adalah pada kualitas cahayanya khususnya pada lapisan pematulnya, karena sulit mencari bidang yang diterangi yang tidak memiliki *fixture* cahaya pada zona aktif.

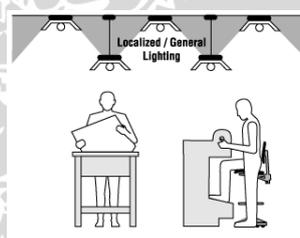
2. Pencahayaan yang dilokalisasi (*localized lighting*)

Pada sistem ini pencahayaan dilokalisasi pada area kerja tertentu (Gambar 2.21), jadi pengaturan *fixture* cahayanya tidak seragam. Efisiensi penggunaan sistem ini dimungkinkan lebih tinggi, karena derajat iluminasi pada area nonkerja lebih rendah daripada area kerja. Keunggulan sistem ini silau langsung dapat diminimalis, karena memiliki kebebasan dalam penempatan *fixture*. Kelemahan sistem ini, fleksibilitas pengaturan ulang *layout* ruang menjadi lebih sulit, kecuali menggunakan sistem yang dapat disesuaikan dengan kondisi perubahan *layout* ruang.



Gambar 2.20 *General lighting*.

Sumber: www.ccohs.ca



Gambar 2.21 *Localized lighting*.

Sumber: www.ccohs.ca

3. Pencahayaan ambien

Sistem ini merupakan sistem pencahayaan tidak langsung, karena dipantulkan plafon dan dinding. Penyebaran pencahayaan pada sistem ini dengan tingkat iluminasi rendah sesuai untuk kegiatan visual mudah dan sirkulasi. Sistem ini biasanya digunakan untuk dalam hubungan dengan pencahayaan setempat. Permasalahan silau langsung dapat dihindari sepenuhnya dengan sistem ini. Luminer yang menciptakan pencahayaan dapat digantung pada dinding, didukung oleh pedestal, atau menyatu dengan perabot. Untuk mencegah adanya area panas, *fixture* cahaya tidak langsung berada di bawah plafon (kurang lebih 12 inci di bawah plafon), dan untuk mencegah silau langsung, *fixture* cahaya diletakkan di atas titik pandang mata. Tingkat iluminasi sistem ini harus sekitar sepertiga sistem level pencahayaan setempat.

4. Pencahayaan setempat (*task lighting*)

Pencahayaan setempat digunakan terkait dengan atau terletak pada perabot (Gambar 2.22), sehingga fleksibilitas, kualitas dan efisiensi energi sistem ini terbesar. Permasalahan silau langsung dapat dicegah pada penggunaan sistem ini karena perencanaan peletakkan *fixture* cahaya dipikirkan dengan baik (sesuai kebutuhan). *Fixture* cahaya pada sistem ini pada tempat dan area disekelilingnya yang teriluminasi, sehingga efisiensi energinya menjadi tinggi. Sistem ini dapat dikendalikan penggunaannya sehingga memiliki keuntungan psikologis yang signifikan. Untuk menghindari adanya area gelap dan rasio tingkat terang berlebihan, beberapa iluminasi latar belakang diperlukan.

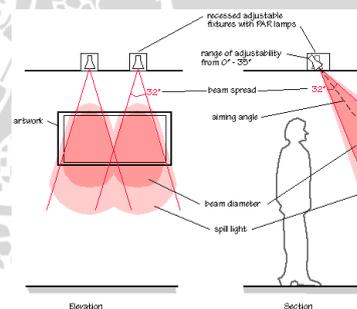
5. Pencahayaan aksent (*accent lighting*)

Pencahayaan aksent dibutuhkan saat sebuah benda atau bagian bangunan perlu lebih ditonjolkan dengan sebuah penerangan cahaya (Gambar 2.23). Tingkat iluminasi untuk sistem ini sebaiknya sepuluh kali lebih tinggi dibanding dengan pencahayaan di sekitarnya. Perancangan sistem pencahayaan ini harus lebih diperhatikan karena sistem ini memiliki beragam tipe dan mampu memberi pengalaman visual.



Gambar 2.22 *Task lighting*.

Sumber: www.ccohs.ca



Gambar 2.23 *Accent lighting*.

Sumber: oikos.com

6. Pencahayaan dekoratif

Sistem pencahayaan ini tidak sama dengan sistem pencahayaan lainnya, karena lampu dan *fixture* cahaya yang dihasilkan merupakan obyek untuk dilihat, misalnya lampu *chandelier*. Silau yang diakibatkan sistem pencahayaan ini disebut kilauan, dan kadang menjadi gangguan jika terlalu terang. Sistem ini menyediakan beberapa pencahayaan fungsional pada beberapa kebutuhan.

Dalam beberapa aplikasi dapat dilakukan kombinasi sistem pencahayaan. Gabungan sistem pencahayaan direkomendasikan digunakan untuk kebutuhan visual, antara lain;

- Tugas visual yang membutuhkan tingkat pencahayaan tinggi
- Memperlihatkan bentuk dan tekstur yang membutuhkan cahaya datang dari arah tertentu

- Pencahayaan merata yang terhalang, sehingga dibutuhkan pencahayaan tambahan pada area yang terhalang
- Orang tua atau yang memiliki penglihatan kurang baik sehingga dibutuhkan tingkat pencahayaan lebih tinggi

2.5.2 Perhitungan kebutuhan tingkat cahaya

Tingkat pencahayaan minimum ($E_{rata-rata}$) yang direkomendasikan pada Tabel 2.3 merupakan dasar perhitungan kebutuhan cahaya (F_{total}) dalam setiap jenis ruang pada *Malang Learning Center*. Berikut persamaan-persamaan yang digunakan dalam proses perhitungan kebutuhan tingkat cahaya sampai dengan perhitungan daya yang digunakan;

$$E_{rata-rata} = \frac{F_{total} \times kp \times kd}{A} \text{ lux} \dots\dots\dots(2-1)$$

Dari persamaan (2-1) didapat persamaan (2-2) digunakan untuk menghitung fluks luminous total yang dibutuhkan agar mendapat tingkat pencahayaan sesuai dengan yang direncanakan:

$$F_{total} = \frac{E \times A}{kp \times kd} \text{ (lumen)} \dots\dots\dots (2-2)$$

Setelah mengetahui fluks total yang dibutuhkan, maka dapat dicari jumlah armatur yang diperlukan untuk mendapat tingkat pencahayaan yang ditentukan dengan persamaan (2-3).

$$N_{total} = \frac{F_{total}}{F_1 \times n} \dots\dots\dots (2-3)$$

Untuk mengetahui kebutuhan daya listrik agar tingkat pencahayaan yang ditentukan tercapai, maka terlebih dahulu menghitung jumlah lampu yang diperlukan dengan persamaan (2-4). Setelah itu daya yang dibutuhkan semua armatur dapat dihitung dengan persamaan (2-5).

$$N_{lampu} = N_{armatur} \times n \dots\dots\dots(2-4)$$

$$W_{total} = N_{lampu} \times W_1 \dots\dots\dots(2-5)$$

Keterangan:

$E_{rata-rata}$ = tingkat pencahayaan rata-rata (lux)

F_{total} = fluks luminous total yang dibutuhkan dari semua lampu yang menerangi bidang kerja (lumen)

A = luas bidang kerja (m^2)

k_p = koefisien penggunaan

k_d = koefisien depresiasi (penyusutan); umumnya koefisien depresiasi untuk ruangan dan armatur dengan pemeliharaan baik nilainya sebesar 0.8

N_{lampu} = Jumlah lampu

F_1 = Fluks luminous satu buah lampu (lumen)

n = Jumlah lampu dalam satu armature

W_{total} = daya total yang dibutuhkan (Watt)

W_1 = daya setiap lampu (Watt)

2.5.3 Aspek-aspek yang mempengaruhi distribusi luminasi

Distribusi suatu sumber cahaya bergantung pada konstruksi sumber cahaya tersebut dan armatur yang digunakan. Cahaya buatan yang menyebar pada ruangan ada dua sumber, yaitu sumber primer berasal dari lampu dan sekunder pantulan dari fitting lampu dan elemen-elemen interior ruang.

1. Pemilihan material armatur

Armatur dalam pencahayaan buatan berfungsi sebagai alat penopang lampu. Armatur juga berfungsi untuk menyebar dan membiaskan cahaya yang berasal dari sumber cahaya buatan. Artinya material armatur dapat berupa reflektor-reflektor dan alat-alat pengatur arah sinar lampu untuk membantu kekuatan cahaya. Armatur yang memiliki daya pantul/reflektor paling baik adalah permukaan cermin khroom pada kaca yang terarah, dan yang memiliki daya pantul sama baiknya adalah email putih, nekel, dan perak. Aluminium baik tetapi seperti nekel, kuningan dan sebagainya mudah dioksidasi oleh udara. Kap-kap lampu dari kertas jepang, plastik-plastik transparan, gelas-gelas kristal dan sebagainya lebih berfungsi sebagai pelembut kecerlangan atau demi penciptaan suasana. Armatur paling bagus ialah kaca dengan lapisan kaca opal atau lapisan kaca susu. Selain untuk menyebar dan membiaskan cahaya dalam ruangan, armatur saat ini juga dipertimbangkan dalam segi keindahannya/estetikanya, agar penciptaan suasana nyaman dan indah dalam penyebarluasan cahaya. Penggunaan armatur yang mempertimbangan segi estetika merupakan pengorbanan ekonomi cahaya yang bertanggung jawab untuk menciptakan suasana penerangan yang dicita-citakan benar-benar memadai. (Mangunwijaya, 2000)

2. Elemen-elemen ruang

Warna elemen-elemen interior dalam ruang memiliki pengaruh terhadap penerangan ruangan. Umumnya semakin muda warna bidang ruangan (dinding, lantai, langit-langit, perabot, dan sebagainya) ataupun mendekati putih, maka penerangan ruangan semakin baik. Permukaan berwarna putih memiliki RF (*reflectance factor*) sekitar 0,85, sementara permukaan warna hitam memiliki RF sebesar 0,05 (Lechner, 2007:374). Hal ini yang menyebabkan warna muda memantulkan cahaya lebih banyak daripada warna tua/gelap. Bidang-bidang yang halus dan berkilau merupakan reflektor yang bagus, tetapi sering tidak memberi kenikmatan mata yaitu membuat silau. Warna lantai ruang sebaiknya tidak berwarna putih jika penerangan dalam ruangan sudah cukup, karena jika warna lantai ruangan putih membuat mata penat. Bidang lantai yang mengkilat memang representatif,

tetapi sering mengganggu mata. Warna lantai yang agak gelap lebih menyejukkan mata (Mangunwijaya, 2000).

Warna putih merupakan pemantul yang paling baik, akan tetapi berkesan dingin atau steril (tidak punya watak). Warna kuning gading lebih berkesan hangat dan akrab. Kombinasi warna dan hiasan pada dinding memerlukan perencanaan yang disesuaikan untuk fungsi ruang dan citra rasa yang ingin diungkapkan berkaitan dengan budaya. Kaca-kaca pada jendela biasanya lebih mengganggu daripada menolong pencahayaan di ruangan. Selain meneruskan cahaya, tetapi juga memberi bayangan-bayangan refleksi yang mengganggu/membawa silau (Mangunwijaya, 2000). Namun saat ini, sudah ada teknologi kaca yang meneruskan cahaya tanpa membawa silau masuk kedalam ruang. Misalnya jenis *low-e glass*, kaca jenis ini dapat meruskan cahaya tanpa membawa panasnya. Grondzik *et al.* (2007) merekomendasikan elemen interior ruang kelas memiliki nilai reflektansi, sebagai berikut;

- Dinding: 50 – 70 %
- Lantai: 20 – 40 %
- Langit-langit: 70 – 90 %
- Perabot: 25 – 45 %
- Papan tulis : >20%

2.5.4 Sistem kontrol cahaya

Dalam rancangan dengan optimasi pencahayaan yang efektif faktor yang perlu dipertimbangkan, salah satunya ialah pemilihan sistem kontrol yang tepat (Hermawan, 2005). Perencanaan penempat alat kontrol harus mudah dijangkau dan mudah terlihat. Pengendalian atau sistem kontrol cahaya dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Manual atau otomatis
- b. Pemasangan partisi yang membentuk ruangan harus dilengkapi minimal satu sakelar
- c. Dalam jangkauan area luas ruang 30 m² harus dilengkapi dengan satu sakelar
- d. Pengendalian cahaya luar dengan timer, *photo cell*
- e. *Presence detector*
- f. Pengendalian yang diprogram

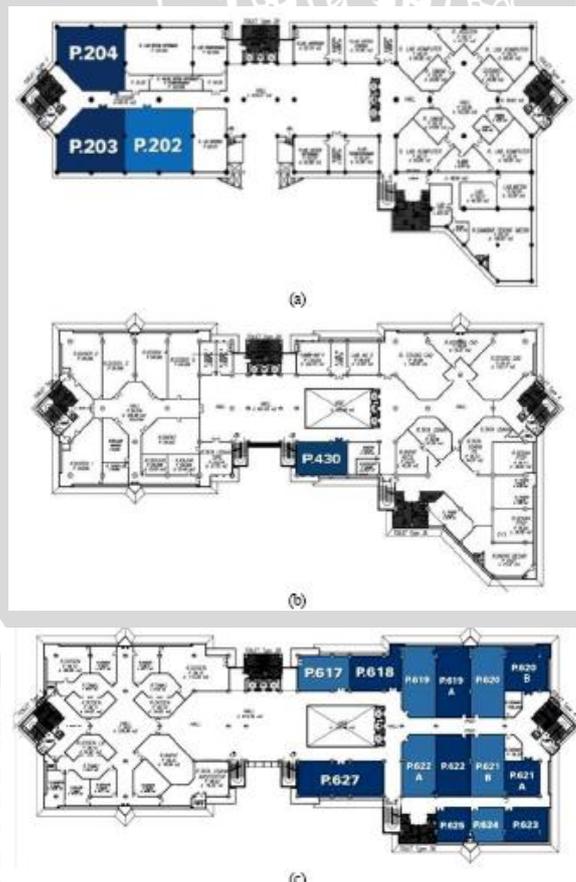
Dalam pemilihan cara pengendalian cahaya diatas memiliki pertimbangan yang harus disesuaikan dengan fungsi dan kriteria kegiatan yang diwadahi di ruangan.

2.6 Tinjauan Studi Terdahulu

2.6.1 Optimasi sistem pencahayaan ruang kuliah terkait usaha konservasi energi

Kajian penelitian ini berlatar belakang permasalahan penggunaan sistem pencahayaan yang tidak efektif dan efisien dapat mempengaruhi kenyamanan sehingga menurunkan produktifitas dan dapat menyebabkan pemborosan energi. Objek penelitian terpilih ruang kuliah gedung P Universitas Kristen Surabaya, berdasarkan pertimbangan sistem pencahayaan ruang kuliahnya belum mengacu pada standar konservasi energi gedung di Indonesia (SNI).

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan dari 18 ruang kuliah, 12 ruang kuliah sistem pencahayaannya belum memenuhi standar, memiliki kondisi pencahayaan yang tidak merata, hanya pada area dekat dengan jendela yang memenuhi standar minimal illuminasi. Hasil pengukuran lapangan juga didukung dengan verifikasi menggunakan *software Dialux v.4.9*. Seluruh ruang kuliah di gedung P hampir memiliki spesifikasi elemen-elemen interior yang sama, yaitu dinding dan plafon berwarna putih (75%), lantai keramik *glossy* warna putih (45%) dan perabot berbahan multipleks rangka besi (30%).



Gambar 2. 24 Denah Gedung P Universitas Petra Surabaya
(a) Denah Lantai 2, (b) Denah Lantai 4, (c) Denah Lantai 6.

Sumber: Dewi (2011)

Selanjutnya dilakukan rencana optimasi pencahayaan untuk memberi solusi permasalahan sistem pencahayaan tersebut. Dalam proses rancangan optimasi ditetapkan variabel tetapnya ialah elemen-elemen interior yang memiliki spesifikasi sama, yaitu dinding, plafon, lantai dan perabot. Variabel bebasnya jumlah dan jenis lampu yang dibutuhkan. Beberapa alternatif yang diujikan untuk menghasilkan sistem pencahayaan yang tepat, sebagai berikut;

Alternatif 1 : posisi titik lampu tetap, jenis lampu diubah menggunakan lampu dengan armatur lampu berkisi-kisi yang mampu membantu menyebarkan cahaya. Jenis lampu yang digunakan Philips dengan tipe TBS160 2xTL-D 36W/840 HFP C6-1000.

Alternatif 2 : balok beton ekspos ditutup oleh plafon warna putih, jenis lampu yang digunakan jenis lampu tanpa armatur yang ada pada data lapangan (TLD 2x38W/54 lifemax).

Alternatif 3 : balok beton ekspos ditutup oleh plafon warna putih, jenis lampu yang digunakan jenis lampu dengan armatur yang ada pada data lapangan (TLD 2x38W/54 lifemax).

Alternatif 4 : balok beton ekspos ditutup oleh plafon warna putih, kaca jendela diberi lapisan kaca film yang mampu mereduksi sinar matahari sampai 50%, dan jenis lampu yang digunakan lampu Philips dengan tipe TBS160 2xTL-D 36W/840 HFP C6-1000.

Alternatif 5 : balok beton ekspos ditutup oleh plafon warna putih dan jenis lampu yang digunakan lampu Philips dengan tipe TBS160 2xTL-D 36W/840 HFP C6-1000.

Hasil rancangan optimasi menunjukkan 1 ruang sistem pencahayaannya optimal dengan menggunakan alternatif -3, 7 ruang dengan alternatif-5, dan 10 ruang dengan alternatif-4. Hasil rancangan optimasi juga menunjukkan ruangan yang sebelumnya memiliki langit-langit beton ekspos memiliki sistem pencahayaan lebih optimal bila balok beton ditutup dengan plafond warna putih. Kaca jendela yang sebelumnya mendapat sinar matahari berlebih untuk menghasilkan pencahayaan optimal bila ditutup dengan kaca film yang dapat mereduksi panas sampai 50%. Pengaturan titik lampu dalam ruangan dibuat lebih teratur dan menggunakan armatur yang mampu menyebarkan cahaya lebih baik.

Tabel 2.5 Hasil Perhitungan Penghematan Energi Listrik

Ruang	Jmlh titik awal (2 lampu /titik)	Jmlh titik optimasi (2 lampu/titik)	Daya Awal (@38W/lampu)	Armatur Tipe Lampu	Daya Optimasi (@36W/lampu)	Armatur Tipe Lampu
P.621A	3	3	228 W	Tanpa armatur 2xIL-D 38W/54	216 W	TMX204 2xIL-D 36W/840
P.202	18	8	1368 W	Tanpa armatur 2xIL-D 38W/54	576 W	TMX204 2xIL-D 36W/840
P.203	18	8	1368 W	Tanpa armatur 2xIL-D 38W/54	576 W	TMX204 2xIL-D 36W/840
P.204	16	10	1216 W	Tanpa armatur 2xIL-D 38W/54	720 W	TMX204 2xIL-D 36W/840
P.430	5	4	380 W	Tanpa armatur 2xIL-D 38W/54	288 W	TMX204 2xIL-D 36W/840
P.622	7	7	532 W	Tanpa armatur 2xIL-D 38W/54	504 W	TMX204 2xIL-D 36W/840
P.621B	7	7	532 W	Tanpa armatur 2xIL-D 38W/54	504 W	TMX204 2xIL-D 36W/840
P.622A	7	7	532 W	Tanpa armatur 2xIL-D 38W/54	504 W	TMX204 2xIL-D 36W/840
P.617	5	4	380 W	Tanpa armatur 2xIL-D 38W/54	288 W	TMX204 2xIL-D 36W/840
P.618	5	4	P.617	Tanpa armatur 2xIL-D 38W/54	288 W	TMX204 2xIL-D 36W/840
P.619	9	6	684 W	Tanpa armatur 2xIL-D 38W/54	432 W	TMX204 2xIL-D 36W/840
P.619A	9	6	684 W	Tanpa armatur 2xIL-D 38W/54	432 W	TMX204 2xIL-D 36W/840
P.620A	9	6	684 W	Tanpa armatur 2xIL-D 38W/54	432 W	TMX204 2xIL-D 36W/840
P.620B	5	4	380 W	Tanpa armatur 2xIL-D 38W/54	288 W	TMX204 2xIL-D 36W/840
P.627	10	5	760 W	Tanpa armatur 2xIL-D 38W/54	360 W	TMX204 2xIL-D 36W/840
P.623	5	3	380 W	Tanpa armatur 2xIL-D 38W/54	216 W	TMX204 2xIL-D 36W/840
P.624	4	3	304 W	Tanpa armatur 2xIL-D 38W/54	216 W	TMX204 2xIL-D 36W/840
P.625	4	3	304 W	Tanpa armatur 2xIL-D 38W/54	216 W	TMX204 2xIL-D 36W/840
TOTAL	146	98	11.096 W		7.056 W	
HEMAT		48		4.040 W		

Sumber: Dewi (2011)

Kajian ini menghasilkan kesimpulan bahwa sistem pencahayaan buatan untuk lampu yang digunakan di ruang kuliah gedung P sudah sesuai dengan SNI yaitu lampu *fluorescent* tapi penggunaan/pemilihan material armatur lampu masih belum tepat. Hasil optimasi pencahayaan dengan pembagian *grouping* sistem pencahayaan berdasarkan waktu dan media ajar yang digunakan menghasilkan penghematan energi listrik 4040 W sekitar 36.4% dari total energi awal yang biasa digunakan bangunan.

2.6.2 Optimasi Desain Pencahayaan pada ruang kelas SMA Santa Maria Surabaya

Penelitian ini ditentukan variabel tetapnya yaitu jenis lantai, bentuk dinding, pintu, dan finishing pada mebel kayu. Penetapan variabel tetap ini berdasarkan peraturan sekolah, karena SMA Santa Maria Surabaya menjadi bangunan cagar budaya, jadi sebisa mungkin perubahan secara fisik pada bangunan tidak merubah struktur dan bentuk.

Hasil pengukuran peneliti di lapangan (observasi) menunjukkan bahwa seluruh kelas di SMA Santa Maria Surabaya (19 kelas) memiliki masalah pencahayaan. Hasil pengukuran secara umum pada kisaran 40-120 lux dan 340-470 lux, sedangkan standar

pencahayaan ruang kelas 250-300 lux. Oleh sebab itu dilakukan penelitian untuk menghasilkan desain optimasi pencahayaan yang sesuai standar.

Pada penelitian ini menggunakan empat sampel kelas yang mewakili berbagai masalah pencahayaan di ruang kelas SMA Santa Maria Surabaya. Keempat kelas tersebut memiliki ukuran ruang yang sama dan identik ($p \times l \times t$) 7.8 x 7.25 x 3.5 m, namun memiliki orientasi yang berbeda-beda terhadap sumber cahaya. Keempat kelas yang digunakan sebagai sampel tersebut, memiliki kondisi sebagai berikut:

Tabel 2.6 Kondisi Kelas SMA Santa Maria yang menjadi Objek Penelitian.

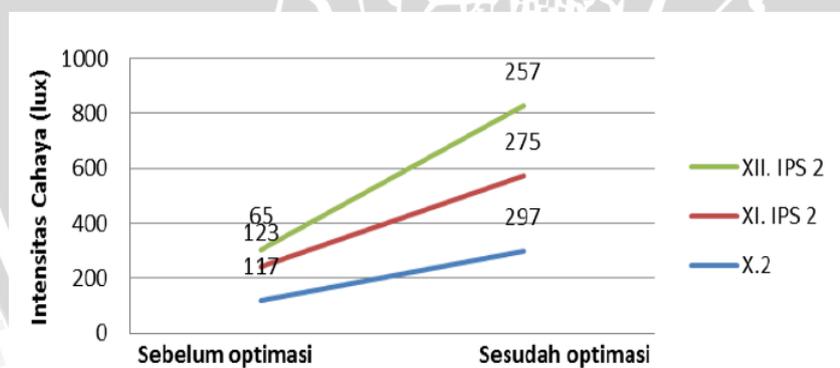
No.	Kelas	Orientasi bukaan	Kondisi elemen interior	Permasalahan
1	X-2	Utara - selatan	Lantai: abu-abu <i>doff</i> Dinding: plaster cat hijau muda dengan border keramik hijau muda dan krem pucat Plafond: gypsum putih Kaca jendela: rayband ($\pm 40\%$) dan bening Furnitur: kayu jati (diplitur) dan pipa besi dicat hijau <i>doff</i>	Sumber cahaya alami terhalang oleh ruang lain, sehingga kondisi pencahayaannya terlalu gelap. Pencahayaan saat lampu mati 20-50 lux, saat lampu dinyalakan 60-140 lux
2	X-6	Utara - selatan	Lantai: abu-abu <i>doff</i> Dinding: plaster cat hijau muda dengan border keramik hijau muda dan krem pucat Plafond: gypsum putih Kaca jendela: kaca nako dan kaca bening Furnitur: kayu jati (diplitur) dan pipa besi dicat hijau <i>doff</i>	Menghadap ke taman tengah sekolah (selatan), dan kondisi pencahayaan terlalu terang (<i>glare</i>)
3	XI IPS 2	Barat	Lantai: ubin terazzo krem <i>doff</i> dengan border terazzo merah <i>doff</i> Dinding: plaster cat hijau muda dengan border keramik hijau muda dan krem pucat Plafond: gypsum putih Kaca jendela: kaca bening Furnitur: kayu jati (diplitur) dan pipa besi dicat hijau <i>doff</i>	Kondisi pencahayaannya kurang terang, karena letak jendela terlalu tinggi dan bukaan cahaya hanya pada satu sisi dinding.
4	XII IPS 2	Timur	Lantai: ubin terazzo krem <i>doff</i> dengan border terazzo merah <i>doff</i> Dinding: plaster cat hijau muda dengan border keramik hijau muda dan krem pucat Plafond: gypsum putih Kaca jendela: kaca <i>reyband</i> dan kaca bening Furnitur: kayu jati (diplitur) dan pipa besi dicat hijau <i>doff</i>	Menghadap ke taman biara, dan pencahayaan kurang terang. Pencahayaan saat lampu mati 18-27 lux, dan saat lampu nyala 40-70 lux. ketinggian ruang mencapai 5 m sehingga menyulitkan pengaturan cahaya. Sumber cahaya dari 2 lampu unit dengan teknik pencahayaan <i>sidelighting</i> .

Identifikasi permasalahan masing-masing kelas diverifikasi menggunakan *software Dialux v.4.7* dengan membuat model simulasi yang kondisinya dibuat semirip mungkin dengan kondisi lapangan. Selanjutnya dilakukan desain optimasi pencahayaan.

Tabel 2.7 Hasil Desain Optimasi Pencahayaan

No.	Kelas	Desain optimasi
1	X-2	Perubahan warna pada dinding, jenis kaca diubah menjadi kaca bening Lampu diubah dengan intensitas lebih tinggi
2	X-6	Solusi: 1. Menggunakan tirai untuk mengurangi atau menghalangi intensitas cahaya yang berlebihan. 2. Kaca diubah menjadi kaca <i>reyband</i> 40%
3	XI IPS 2	Warna dinding yang memiliki faktor reflektor lebih tinggi, kaca diubah menjadi kaca bening biasa, dan perubahan jenis lampu dengan intensitas lebih tinggi.
4	XII IPS 2	Warna dinding yang memiliki faktor reflektor lebih tinggi, kaca diubah menjadi kaca bening biasa, dan perubahan jenis lampu dengan intensitas lebih tinggi. Merubah teknik pencahayaan <i>sidelighting</i> menjadi <i>pendant light</i> (lampu gantung) 2 m dari plafond.

Dari hasil desain optimasi pencahayaan pada SMA Santa Maria, menunjukkan bahwa elemen interior berpengaruh untuk permasalahan kurangnya intensitas cahaya, yaitu dinding, jenis kaca, dan perubahan jenis lampu. Hasil optimasi pencahayaan yang dicapai naiknya intensitas rata-rata cukup tinggi (Gambar 2.25).



Gambar 2.25 Hasil optimasi pencahayaan SMA Santa Maria.

Sumber: Dora (2010)

2.6.3 Desain pencahayaan pada ruang kelas SMA Negeri 9 Surabaya

Kajian penelitian ini dilakukan berlatar belakang ruang kelas sebagai tempat belajar mengajar harus memiliki kualitas pencahayaan yang optimal sesuai standar, agar proses belajar yang berlangsung bisa berjalan optimal juga. Objek kajian SMA Negeri 9 Surabaya dipilih karena pada penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa SMA ini termasuk Sekolah yang memiliki pencahayaan tidak sesuai dengan standar. Hal ini karena SMA Negeri 9 memiliki 2 gaya bangunan yaitu bangunan gaya kolonial Belanda dan gaya modern.

Pada penelitian ini digunakan 2 metode yaitu (1) metode pengamatan/observasi lapangan, dan (2) metode eksperimental menggunakan *software DIALux v.4.9*. Hasil dari pengamatan lapangan yang disimulasi dan diverifikasi menggunakan *software DIALux v.4.9* menunjukkan bahwa 5 kelas yang menjadi sampel memiliki masalah pencahayaan yang tidak memenuhi standar (Tabel 2.8). Proses simulasi dan verifikasi dilakukan dengan kondisi semirip mungkin dengan lapangan, yaitu kondisi bentuk dan ukuran ruang, serta material dan warna elemen-elemen interiornya.

Tabel 2.8 Hasil Simulasi dan Verifikasi pada Objek Penelitian

Ruang	Rata-rata Pencahayaan (Lux)	Jenis Lampu	Besar Cahaya (watt)
Kelas 2	166	fluorescent	54
Kelas 10	45	fluorescent	28
Kelas 11	211	fluorescent	150
Kelas 13	597	fluorescent	28
Kelas 22	201	fluorescent	54

Sumber: Budiman dan Indrani (2012)

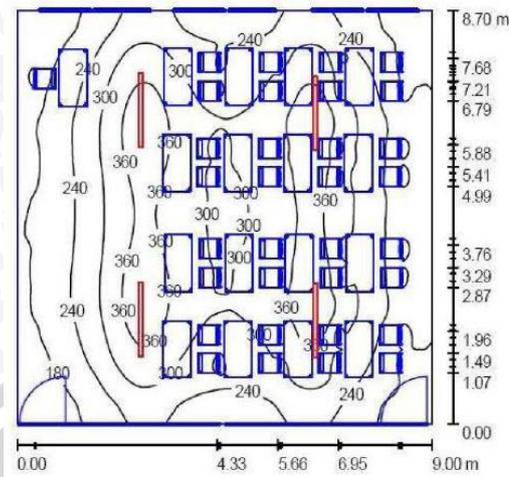
Pada proses penelitian selanjutnya dilakukan simulasi optimasi dengan beberapa alternatif perubahan, yaitu perubahan jenis lampu, posisi lampu, dan elemen interior. Pada proses ini (simulasi optimasi) dilakukan sampai menemukan hasil pencahayaan yang optimal untuk ruang-ang tersebut, dan hasilnya pencahayaan kelima sampel kelas tersebut optimal memenuhi standar (Tabel 2.9).

Tabel 2.9 Hasil Simulasi Optimasi pada Objek Penelitian dengan Beberapa Perubahan

Ruang	Dinding (cat)	Dinding (keramik)	Jendela	Lampu	Rata-rata Pencahayaan (Lux)
Kelas 2	v		v	v	271
Kelas 10	v	v	v	v	251
Kelas 11	v	v	v	v	260
Kelas 13	v	v	v	v	251
Kelas 22	v		v	v	251

Sumber: Budiman dan Indrani (2012)

Berikut salah satu gambar sampel hasil optimasi objek penelitian:



Gambar 2.26 Hasil optimasi 2D kelas 2 dengan *software DIALux v.4.9*.

Sumber: Budiman dan Indrani (2012)



Gambar 2.27 Hasil optimasi 3D kelas 2 dengan *software DIALux v.4.9*.

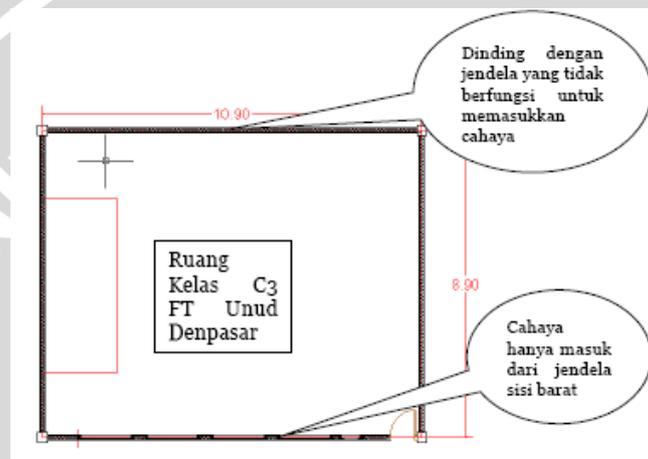
Sumber: Budiman dan Indrani (2012)

Kesimpulan dari hasil kajian ini menunjukkan bahwa untuk mendapat pencahayaan yang optimal perlu dilakukan beberapa perubahan pada elemen interior. Contoh perubahan pada elemen interior ruang kelas 2, yaitu perubahan warna cat dinding biru terang menjadi biru muda, perubahan jumlah jendela dari 18 buah menjadi 12 buah (perubahan bukaan antara 30-35% menjadi 20-15%), perubahan lampu menjadi merk Philips TTX261 2xTL5-45W HFP C-NB. Beberapa perubahan elemen interior tersebut berpengaruh pada proses penyebaran cahaya keseluruhan ruang sehingga menghasilkan intensitas dan pantulan cahaya yang sesuai dengan kebutuhan visual pengguna.

2.6.4 Perencanaan pencahayaan buatan pada interior ruang kelas

Kajian penelitian berlatar belakang dari hasil penelitian-penelitian sebelumnya tentang penggunaan energi listrik pada bangunan gedung menunjukkan bahwa jumlah energi listrik yang digunakan untuk keperluan penerangan ruang menempati urutan kedua setelah sistem

tata udara. Sumber daya alam untuk pembangkit energi listrik terbatas dan suatu saat akan bisa habis. Pencahayaan merupakan faktor penting dalam keberhasilan keberlanjutan aktifitas di dalam bangunan. Untuk itu, dibutuhkan perencanaan pencahayaan buatan yang tepat agar pemanfaatan energi listrik yang digunakan menjadi lebih hemat. Ruang kelas dipilih sebagai objek penelitian karena aktifitas yang berlangsung didalamnya secara terus menerus dan tidak tergantung cuaca. Kegiatan di dalam kelas memerlukan ketelitian dan kecermatan para civitasnya, sehingga memerlukan kondisi penerangan yang sesuai kebutuhan tersebut. Metode yang digunakan dalam kajian penelitian ini adalah metode observasi dan metode perhitungan dengan acuan dari literatur dari berbagai sumber.



Gambar 2.28 Denah kondisi ruang kelas.

Sumber: Putra (2006)

Objek kajian penelitian adalah ruang kelas C3 Universitas Udayana, Denpasar. Ruang kelas ini memiliki kedalaman 8.9 m dari bukaan jendela, dinding barat terhadap jendela kaca, plafon dan dindingnya berwarna putih. Kebutuhan penerangan kelas terbagi menjadi area *audiance* dan area dekat papan tulis. Desain iluminasi ruang kelas memerlukan penerangan 300 lux, dan area papan tulis dipersyaratkan memiliki iluminasi mencapai 500 lux. Berdasarkan hasil perhitungan dan pertimbangan jenis lampu yang dipilih adalah 2x philips jenis TLD 36 W/54, dengan nominal lominous flux=@2500 lumen, jadi total lominous 5000 lumen. Dari hasil perhitungan dibutuhkan 12 buah lampu, masing-masing 2 lampu dalam satu armatur. Luas daerah sekitar papan lebarnya 2m dengan panjang 6m sehingga luasnya 12m², dan kekurangan iluminasinya 200 lux. Berdasarkan perhitungan untuk memenuhi kekurangan tersebut, dibutuhkan 1 buah lampu, lampu yang digunakan adalah 2x philips TLD 36W/54. Hasil rancangan pencahayaannya adalah lampu dipasang membujur terhadap ruang sehingga panjang lampu akan terpasang sejajar lebar ruangan, dan ruangan disekitar papan tulis dengan 3 buah lampu.

Dari hasil beberapa studi terdahulu yang telah dipaparkan diatas, dapat disimpulkan dengan singkat hasil penelitiannya tentang pencahayaan pada ruang kelas pada Tabel 2.10, sebagai berikut:

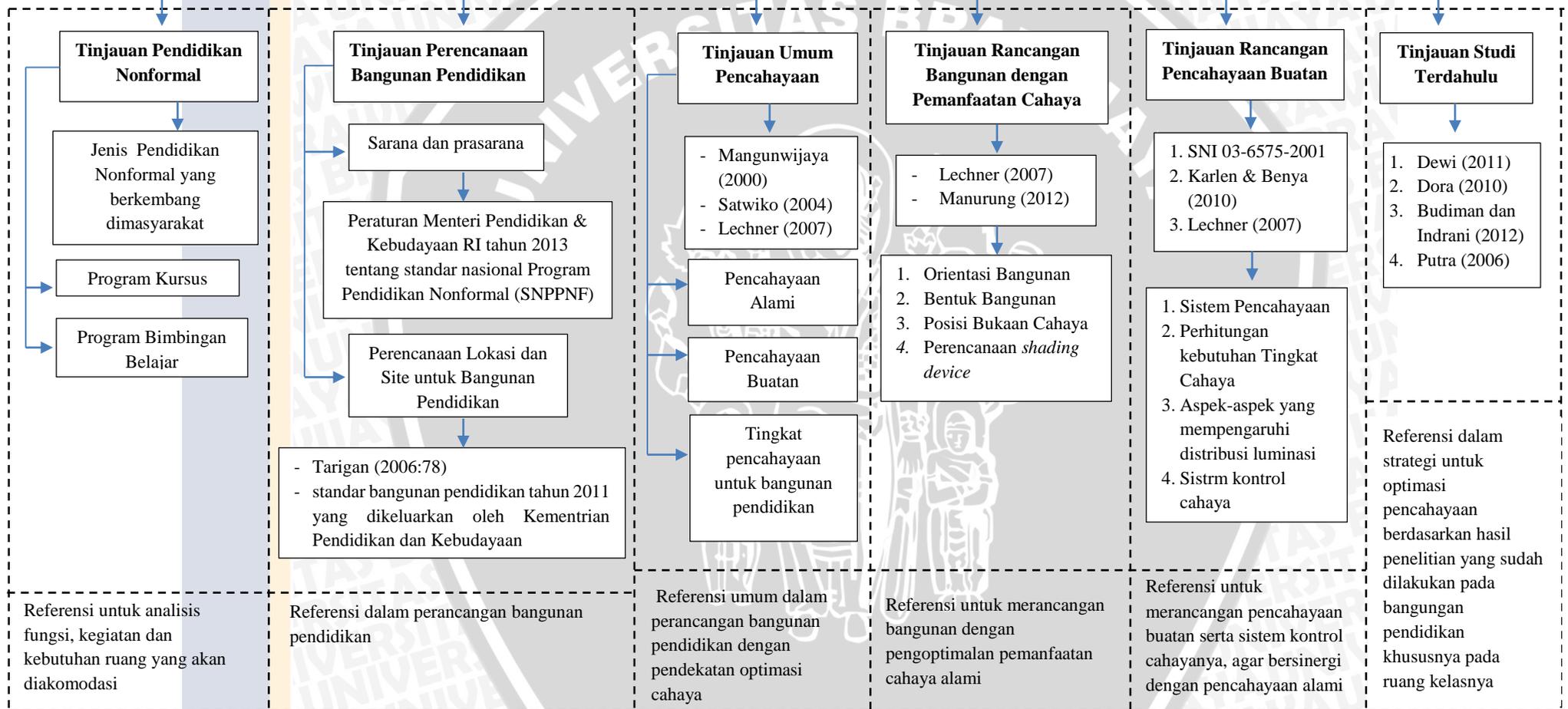
Tabel 2.10 Pemetaan Studi Terdahulu

No.	Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Dewi (2010)	Optimasi Sistem Pencahayaan Ruang Kuliah Terkait Usaha Konservasi Energi	Rancangan optimasi pencahayaan dengan pembagian grouping sistem pencahayaan berdasarkan waktu dan media ajar yang digunakan menghasilkan penghematan energi listrik 4040 W sekitar 36.4% dari total energi awal yang biasa digunakan bangunan.
2	Dora (2010)	Desain Pencahayaan pada Ruang Kelas SMA Negeri 9 Surabaya	Perubahan elemen interior yang berpengaruh untuk mengatasi permasalahan kurangnya intensitas cahaya, yaitu warna dinding yang memiliki faktor reflektor lebih tinggi, jenis kaca, dan perubahan jenis lampu dengan intensitas yang lebih tinggi.
3	Budiman dan Indrani (2012)	Desain Pencahayaan pada Ruang Kelas SMA Negeri 9 Surabaya	Perubahan pada elemen interior Perubahan jumlah jendela dari 18 buah menjadi 12 buah (perubahan bukaan antara 30-35% menjadi 20-15%)
4	Putra (2006)	Perencanaan Pencahayaan Buatan pada Interior Ruang Kelas	Hasil perhitungan dibutuhkan 12 buah lampu untuk ruang kelas ukuran 10.9 x 8.9 m ² , masing-masing 2 lampu dalam satu armatur, dan lampu yang digunakan adalah 2x philips jenis TLD 36 W/54. Daerah sekitar papan ditambah satu lampu 2x philips TLD 36W/54.



RUMUSAN MASALAH

Bagaimana merancang bangunan pusat pendidikan nonformal di Kota Malang dengan pendekatan optimasi pencahayaan untuk menghadirkan kondisi pencahayaan yang tetap stabil, terutama untuk mendukung efektifitas kegiatan belajar mengajar dalam ruang kelas?



Gambar 2.29 Kerangka teori.

