



Pencahayaan Alami Dalam Bangunan

Mira Dewi Pangestu



Pencahayaan Alami Dalam Bangunan

Mira Dewi Pangestu

UNPAR PRESS

2019

Judul:
Pencapaian Alami Dalam Bangunan

Penulis:
Mira Dewi Pangestu

Penyelaras:
Maria Christina

Gambar Sampul:
Cassandra Januita Setiawan

Sumber gambar sampul:
dezeen.com

ISBN:
978-602-6980-93-9

Penerbit:
Unpar Press
Jl. Ciumbuleuit No 100, Bandung 40141
unparpress@unpar.ac.id

cetakan I: 2019

Hak Cipta ©2019 pada Penulis.

Hak Cipta dilindungi oleh Undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik ataupun mekanis, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa ijin dari Penulis.

KATA PENGANTAR

Buku berbahasa Indonesia yang membahas secara khusus tentang pencahayaan alami dalam bangunan masih sangat sedikit tersedia di toko-toko buku. Yang telah banyak diterbitkan adalah buku-buku yang membahas topik terkait kenyamanan visual, namun digabungkan dengan pembahasan tentang kenyamanan termal dan kenyamanan audial, ditinjau dari aspek Fisika Bangunan. Buku-buku khusus tentang pencahayaan alami lebih banyak diterbitkan dalam bahasa asing. Berharap buku ini dapat melengkapi dari sedikit buku sejenis yang telah ada.

Pencahayaan alami merupakan materi dari kenyamanan visual dalam bangunan, selain dari kenyamanan termal dan kenyamanan audial yang disampaikan dalam mata kuliah wajib Fisika Bangunan atau Desain Pasif Dalam Arsitektur yang umumnya ada dalam kurikulum program studi Arsitektur.

Pengetahuan dan kajian yang disajikan dalam buku ajar ini ditujukan terutama untuk mahasiswa program studi Arsitektur sebagai referensi untuk menyelesaikan tugas responsi Fisika Bangunan, tugas perancangan dalam Studio Arsitektur dan Skripsi. Selain itu, juga dapat sebagai masukan untuk para Arsitek, praktisi dan penelaah bidang terkait, bahkan masyarakat umum yang berminat mempelajari dan mendalami sejauh mana pencahayaan alami dapat dimanfaatkan secara optimal di dalam bangunan.

Studi dilakukan dengan pendekatan literatur terkait pencahayaan alami, melalui buku-buku, jurnal penelitian, skripsi dan penelusuran internet. Isi buku ajar ini bersifat aplikatif, selain melalui teori praktis juga disampaikan melalui contoh-contoh bangunan yang sudah mengupayakan pencahayaan alami di dalam konsep bangunannya.

Bersyukur atas bimbingannya sehingga buku ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Terima kasih kepada UNPAR yang telah menjadi tempat belajar dan mengajar serta tempat menempa diri hingga saat ini. Terima kasih atas dukungan dari rekan-rekan sesama dosen mata kuliah Desain Pasif Dalam Arsitektur.

Proses pembelajaran akan terus berlanjut, masukan untuk meningkatkan kualitas dari materi kajian dalam buku ini sangatlah diharapkan dan akan diterima dengan lapang hati.

Bandung, September 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	ix

Bab 1 Pencahayaan Alami dan Bangunan

1. Pencahayaan Alami dan Bangunan	2
1.1 Pencahayaan Alami.....	2
1.2 Pencahayaan Alami di Dalam Bangunan.....	3
1.2.1 Pemanfaatan Cahaya Alami.....	3
1.2.2 Ketentuan Dasar Pemanfaatan Pencahayaan Alami.....	6
1.2.3 Pemantulan Cahaya Alami.....	12
1.3 Aspek Desain yang Memengaruhi Pencahayaan Alami.....	20
1.3.1 Bentuk Bangunan.....	20
1.3.2 Bentuk Ruang.....	22
1.3.3 Bukaan Cahaya (Jendela).....	23

Bab 2 Cara Cahaya Alami Masuk ke Dalam Bangunan

2. Cara Cahaya Alami Masuk ke Dalam Bangunan	42
2.1 Melalui Bukaan Samping (<i>Sidelighting</i>).....	43
2.1.1 Posisi Bukaan.....	44
2.1.2 Dimensi Bukaan.....	48
2.1.3 Bentuk Bukaan.....	50
2.1.4 Kedalaman Ruang.....	51
2.1.5 Kondisi Plafon.....	52
2.1.6 Keberadaan Bidang Kerja.....	54
2.1.7 Detail Bentuk Bukaan.....	56
2.1.8 Sistem Pengendalian Bukaan.....	58
2.1.9 Material Bukaan.....	69
2.2 Melalui Bukaan Atas (<i>Toplighting</i>).....	72
2.2.1 Bukaan Atas Horizontal.....	75
2.2.2 Bukaan Atas Vertikal.....	81
2.2.3 <i>Light Scoops</i>	87

Bab 3 Kuantitas dan Kualitas Pencahayaan Alami di Dalam Ruangan

3 Kuantitas dan Kualitas Pencahayaan Alami di Dalam Ruangan	90
3.1 Kuantitas Pencahayaan Alami	90
3.1.1 Cara Memperoleh Besaran Cahaya Alami di Dalam Bangunan	92
3.1.2 Metode Lubang Cahaya Efektif (LCE) dan SNI 03-2396-2001	94
3.1.3 Metode <i>BRS Daylight Protectors</i>	115
3.1.4 Metode dengan Alat Ukur	135
3.1.5 Metode Simulasi dengan Maket dalam Ruangan Langit Buatan.....	142
3.2 Kualitas Pencahayaan Alami	149
3.2.1 Kemerataan Cahaya	150
3.2.2 Kontras (Brightness Ratio)	151
3.2.3 Silau (<i>Glare</i>).....	154
3.2.4 Rasio Kontras dan Rasio Silau	161

Bab 4 Penerapan Pencahayaan Alami dalam Bangunan pada Studi Kasus

4 Penerapan Pencahayaan Alami dalam Bangunan pada Studi Kasus.....	166
4.1 Rumah <i>Kindah Office</i>	166
4.1.1 Kuat Pencahayaan di Ruang Kerja A	168
4.1.2 Kemerataan Cahaya di Ruang Kerja A	169
4.1.3 Rasio Kecerlangan dan Silau di Ruang Kerja A	171
4.1.4 Pengaruh Lubang Cahaya dan Bidang Pantul di Efektivitas Pencahayaan ..	175
4.2 Pabrik CV Evergreen Buana Prima Sandang	179
4.2.1 Pencahayaan Alami pada Area Potong	182
4.2.2 Hasil Pengukuran Kuat Pencahayaan pada Area Potong	183
4.2.3 Simulasi Distribusi Cahaya pada Area Potong	184
4.2.4 Peranan Karakteristik Bukaannya pada Area Potong	185
4.2.5 Peranan Posisi dan Dimensi <i>Glass Block</i> dalam Mendistribusikan Cahaya Alami ke Dalam Ruangan dan ke Permukaan Meja Kerja pada Area Ombak, Gunting Benang dan Gosok.....	187
4.3 Gereja Santa Perawan Maria Ratu	190
4.3.1 Pencahayaan pada Area Altar.....	193
4.3.2 Suasana Ruang pada Area Altar.....	198
4.3.3 Pencahayaan dan Suasana Ruang pada Area Umat, area Umat <i>Mezzanine</i> , dan Area Goa Maria	199
4.3.4 Pengendalian Kontras yang Berlebih.....	204
4.4 ART: 1 <i>New Museum, Art Space and Institute</i>	205
4.4.1 Pencahayaan Alami pada Lantai 1	209
4.4.2 Pencahayaan Alami pada Lantai 2	218
4.4.3 Pencahayaan Alami pada Lantai 3	221
4.4.4 Efektivitas Pencahayaan pada Bangunan New Museum.....	224

4.4.5 Upaya Memaksimalkan Efektivitas Pencahayaan pada Bangunan Museum 225	
4.5 Rumah Tinggal Studio-O-Cahaya	225
4.5.1 Pencahayaan Alami pada Lubang A	230
4.5.2 Pencahayaan Alami pada Lubang B	238
4.5.3 Pencahayaan Alami pada Lubang C	242
4.5.4 Upaya Meminimalkan Silau Akibat Kuat Pencahayaan yang Berlebih dengan Toleransi Dimensi Total Lubang Cahaya.....	243
4.5.5 Kesimpulan.....	245

Unpar Press

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Daya Pantul dari Warna Permukaan.....	17
Tabel 1.2. Tekstur dari Material Tidak Tembus Cahaya.....	18
Tabel 1.3. Tekstur dari Material Tembus Cahaya	18
Tabel 1.4. Besaran Radiasi Panas Berdasarkan Orientasi	27
Tabel 1.5. Alokasi Ruang dan Bukaannya Cahaya pada Rumah Tinggal.....	28
Tabel 1.6. Luas Total Minimal Bukaannya Cahaya Terhadap Luas Lantai Ruangan.....	32
Tabel 1.7. Karakteristik Kaca Penyerap Panas	36
Tabel 1.8. Karakteristik Kaca Pemantul Panas	37
Tabel 1.9. Kemampuan Penetrasi dari Berbagai Tipe Kaca	38
Tabel 3.1. Kebutuhan Kuat Pencahayaan Minimum dalam satuan LUX (lumen/m ²)	91
Tabel 3.2. Nilai fl Minimum (dalam %) di TUU untuk Bangunan Umum.....	96
Tabel 3.3. Nilai fl Minimum (dalam %) di TUU untuk Bangunan Sekolah.....	97
Tabel 3.4. Nilai fl Minimum (dalam %) di TUU untuk Bangunan Tempat Tinggal ..	97
Tabel 3.5. Faktor Langit dalam %	105
Tabel 3.6. Nilai Pantul Rata-Rata dari Permukaan Dinding	125
Tabel 3.7. Faktor Perawatan (<i>Maintenance Factor/MF</i>)	133
Tabel 3.8. Faktor Konversi (<i>Conversion Factor/CF</i>).....	133
Tabel 3.9. <i>Glazing Factor/GF</i>	134
Tabel 3.10. <i>Dirt on Glass/D</i>	135
Tabel 3.11. Rasio Kontras dan Dampaknya pada Objek / Bidang Kerja	152
Tabel 3.12. Acuan Penentuan Silau	158
Tabel 3.13. Nilai Indeks Kesilauan Maksimum untuk Berbagai Tugas.....	160
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Kuat Pencahayaan	168
Tabel 4.2 Faktor Pantul	180
Tabel 4.3 Perhitungan Luas Bukaannya <i>Glass Block</i> Yang Ada.....	181
Tabel 4.4 Perhitungan Luas Bukaannya <i>Glass Block</i> Sesuai Standar	182
Tabel 4.5 Kuat Pencahayaan pada Area Potong	183
Tabel 4.6 Kuat Pencahayaan pada pukul 12.30 di Area Potong	185

Unpar Press



B A B S A T U

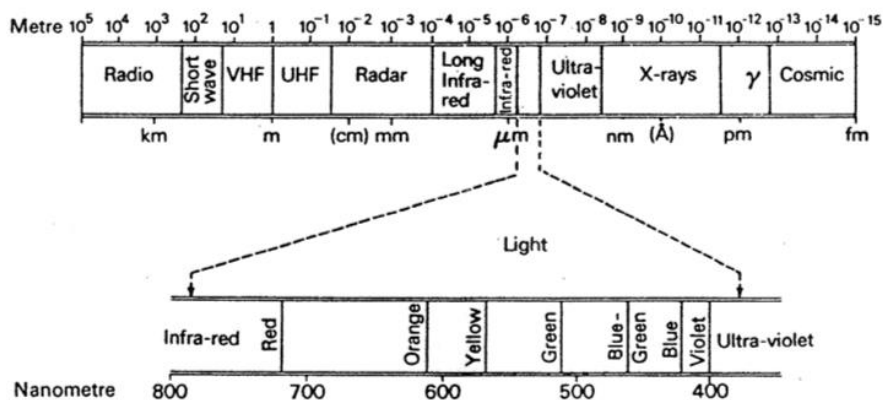
Pencahayaan Alami dan Bangunan

BAB 1. PENCAHAYAAN ALAMI DAN BANGUNAN

“Natural light is the only light that makes architecture architecture, A room without natural light is not a room, A space can never reach its place in architecture without natural light”. Louis I. Kahn (1901-1974).

1.1 Pencahayaan Alami

Cahaya alami yang bersumber dari matahari merupakan sinar atau terang dalam bentuk gelombang elektromagnetik pada frekuensi antara 380 – 780 nanometer, yaitu bagian dari spektrum yang dapat dilihat, sehingga memungkinkan mata manusia menangkap bayangan dari benda-benda yang berada di sekitarnya. Pencahayaan adalah penyinaran atau pemberian cahaya.



Gelombang elektromagnetik dan cahaya yang dapat dilihat oleh mata manusia. (Sumber: Koenigsberger, 1973:134)

Pencahayaan alami merupakan salah satu faktor yang esensial bagi sebuah karya arsitektur. Tanpa cahaya, karya arsitektur tidak dapat dinikmati bentuknya, skala ruangnya, dan tidak dapat berfungsi, karena berbagai kegiatan tidak dapat berlangsung sebagaimana seharusnya. Pencahayaan alami selain membuat manusia dapat mengenali objek visual, juga dapat menimbulkan efek psikologis melalui pembentukan suasana yang mendukung fungsi ruangnya.

Peran pencahayaan alami bagi pengguna bangunan, terutama dapat memberikan kenyamanan secara visual dan rasa aman, karena tersedianya kecukupan cahaya untuk beraktivitas, sehingga dapat melihat objek-objek yang dikerjakannya secara jelas. Selain itu pencahayaan alami juga dapat memberikan kenyamanan secara psikovisual, cahaya dapat mempertegas bentuk dan skala sehingga keindahan ruang dapat ditampilkan. Sifat cahaya alami yang hangat dapat membangkitkan semangat dan mempengaruhi suasana hati secara positif. Jadi perencanaan dalam pencahayaan alami dapat berperan optimal secara fungsional, arsitektural dan juga psikologis.

1.2 Pencahayaan Alami di Dalam Bangunan

Peran pencahayaan alami di dalam bangunan ditentukan oleh kondisi langit dominan setempat dan sumber cahaya yang dimanfaatkan melalui pemantulan cahaya dari luar hingga ke dalam bangunan. Ditujukan supaya cahaya dapat didistribusikan untuk mencapai kuantitas dan kualitas pencahayaan yang efektif sesuai dengan fungsi bangunan atau ruangnya.

1.2.1 Pemanfaatan Pencahayaan Alami

Terdapat beberapa kelebihan dalam memanfaatkan pencahayaan alami di dalam bangunan, yaitu:

- a. cahaya matahari merupakan energi terbarukan yang tidak akan habis,
- b. kuat pencahayaannya besar,
- c. waktu pencahayaan sesuai dengan jam kerja,
- d. dinamis,
- e. membentuk suasana alami,
- f. memiliki spektrum warna yang lengkap.

Sedangkan kendala dalam memanfaatkan pencahayaan alami di dalam bangunan adalah:

- a. kuat pencahayaannya tidak mudah diatur, dapat sangat menyilaukan atau sangat redup,
- b. cahaya membawa serta panas ke dalam ruangan, sehingga selain mempengaruhi kenyamanan termal, sinar ultraviolet atau inframerah dari matahari juga dapat memudahkan warna material fasad dan membuat warna putih menjadi kekuningan atau menua,
- c. terutama pada bangunan berlantai banyak dan berdimensi besar atau 'gemuk', cahaya akan sulit untuk masuk jauh ke dalam bangunan, namun hal ini merupakan tantangan dalam mendesain bagi arsitek.

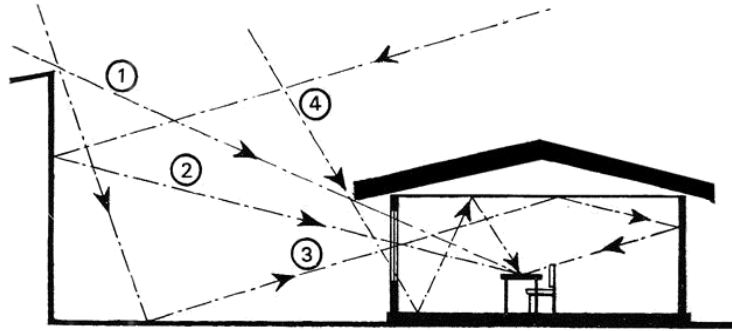
Pemanfaatan pencahayaan alami ditentukan oleh kondisi langit dominan, yaitu *overcast sky* untuk di daerah tropis. Sembilan puluh persen dari *overcast sky* dipenuhi oleh awan dengan kepadatan yang merata. Perubahan cahaya yang terjadi cenderung lambat. Uap air pada awan membelokkan cahaya kemudian cahaya dipantulkan secara difus ke segala arah, sehingga distribusi cahaya di *zenith* tiga kali lebih terang daripada di horizon.

Langit paling terang pada cuaca cerah, sepuluh kali lebih terang dibandingkan langit paling gelap saat berawan atau mendung. Di bawah langit cerah, pencahayaan cukup tinggi berkisar 60.000 – 100.000 lux atau 100 hingga 200 kali lebih besar dari yang dibutuhkan untuk pencahayaan di dalam ruangan.

Terang cahaya langit *overcast* rata-rata mencapai sekitar 5000 – 20.000 lux atau 10 hingga 50 kali lebih besar dari yang diperlukan di dalam ruangan, sehingga terjadi kontras akibat perbedaan level tertinggi dari terang langit dengan level terendah dari pencahayaan di dalam ruangan.

Cahaya yang masuk melalui bukaan dapat berasal dari sumber yang berbeda-beda. Cahaya dari setiap sumber bervariasi, bukan hanya dalam kuantitas, tapi juga kualitasnya seperti warna, distribusi, kontras, silau, dan kecerlangannya (*brightness*). Terdapat beberapa sumber cahaya alami utama yang dapat dimanfaatkan, di antaranya adalah:

- a. **Cahaya Matahari Langsung**, dengan tingkat cahaya yang sangat tinggi, terarah pada satu titik, memiliki potensi silau, kontras dan panas, sehingga diperlukan perencanaan yang strategis untuk cahaya dapat masuk ke dalam ruangan, umumnya untuk mencapai efek tertentu pada fungsi ruang khusus,
- b. **Cahaya Langit**, dari cahaya matahari yang dipantulkan oleh awan kemudian menyebar menjadi terang langit, dengan tingkat cahaya yang cukup tinggi tapi cenderung tidak silau. Cahaya langit mengandung banyak spektrum biru,
- c. **Cahaya Pantulan**, dari cahaya matahari yang dipantulkan oleh elemen-elemen permukaan, baik dari bagian luar bangunan seperti cahaya pantul dari bangunan sekitar atau elemen lansekap, maupun dari dalam bangunan seperti cahaya pantul dari elemen plafon, lantai atau dinding yang paling sering dimanfaatkan sebagai sumber pencahayaan di dalam ruangan.



Unsur cahaya alami.

Sumber: Mangunwijaya, 2000:241

1. *Cahaya langsung dari matahari pada bidang kerja*
2. *Cahaya pantulan dari bangunan sekitar*
3. *Cahaya pantulan dari halaman yang kedua kalinya dipantulkan oleh plafon dan atau dinding ke arah bidang kerja*
4. *Cahaya yang jatuh di lantai dan dipantulkan kembali oleh plafon*

Sebagai negara beriklim tropis, Indonesia mendapat suplai matahari di sepanjang tahun, sebaiknya lebih memanfaatkan cahaya langit dan cahaya pantulan daripada cahaya matahari langsung yang membawa panas.

Tujuan utama dari pemanfaatan pencahayaan alami masuk ke dalam bangunan adalah untuk mendapatkan cahaya yang cukup, berkualitas dan sedapat mungkin mengurangi pantulan langsung dan ratio kecerlangan yang terlalu besar, sebagaimana uraian berikut ini:

- a. Untuk menggerakkan cahaya alami sedalam mungkin ke dalam ruangan atau bangunan, dengan demikian dapat menambah pencahayaan pada bagian ruang yang lebih dalam, sehingga dapat mengurangi tingkat kontras, silau dan kecerlangan terhadap bagian ruangan yang berada di dekat bukaan,
- b. Semakin banyak cahaya mencapai kedalaman ruangan, semakin sedikit pencahayaan buatan yang dibutuhkan dan semakin sedikit konsumsi energi listrik untuk operasional bangunan,
- c. Semakin banyak cahaya, penglihatan manusia akan semakin baik. Sekalipun mata manusia dapat menyesuaikan pada tingkat intensitas sebarang terang atau gelapnya cahaya, namun ada batas tertentu di mana mata dapat melihat dengan nyaman dan aman,
- d. Mengurangi atau mencegah pencahayaan alami secara langsung masuk melalui bukaan yang tidak diberi pelindung atau pemantul, sehingga dapat menyebabkan silau dan kontras. Kontras ini akan sangat mengganggu jika keberadaan dinding dalam jauh dari bukaan,

TENTANG PENULIS



Ir. Mira Dewi Pangestu, M.T. menyelesaikan studi S1 dan S2 di program studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan Bandung. Sejak tahun 1989 hingga saat ini menjadi dosen di program studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan Bandung dengan jabatan akademik Lektor. Mengampu mata kuliah Desain Pasif Dalam Arsitektur, Arsitektur Berkelanjutan, Pencahayaan Alami Dalam Bangunan, Studio Perancangan Arsitektur 1 dan 2, juga sebagai dosen pembimbing serta penguji di Studio Akhir Arsitektur dan Skripsi. Pada awal tahun 2018 diangkat sebagai Pengelola Laboratorim Fisika Bangunan.

Kontak email :
miradewi@unpar.ac.id



“

Pencahayaan alami berperan penting dalam sebuah karya arsitektur.

Secara fungsional, melalui pencahayaan yang memadai, manusia dapat mengenali objek visual sehingga bisa beraktivitas dengan nyaman dan aman. Secara arsitektural, pencahayaan dapat menampilkan keindahan ruang melalui bentuk dan skala ruang.

Cahaya alami yang hangat juga dapat membentuk suasana ruang yang nyaman secara psikologis.

”

Buku ajar ini membahas tentang pemanfaatan pencahayaan alami serta ketentuan dasarnya. Dalam desain pencahayaan akan dibahas kontrol terhadap pemantulan, bentuk bangunan dan ruangan, serta bukaan yang mempengaruhi cahaya yang masuk ke dalam bangunan.

Dalam hal kuantitas dibahas cara memperoleh besaran pencahayaan di dalam bangunan dengan metode Lubang Cahaya Efektif, BRS Daylight Protractors, menggunakan alat ukur dan simulasi dengan menggunakan maket di Ruang Langit Buatan.

Sedangkan secara kualitas meliputi pemerataan cahaya, kontras, silau serta ratio kontras dan ratio silau.

Pada bagian akhir dibahas tentang penerapan pencahayaan alami dalam bangunan melalui studi kasus dengan fungsi kantor, pabrik, gereja, museum dan rumah tinggal dengan menggunakan metode manual dan melalui simulasi dengan program komputer.

UNPAR PRESS

Jl. Ciembuleuit No 100, Bandung 40141
unparpress@unpar.ac.id

