

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Pencahayaan Alami

2.1.1 Sistem pencahayaan alami

Menurut Standar Nasional Indonesia No. 03-2396-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami, pencahayaan alami merupakan pemanfaatan terang langit sebagai penerangan dalam ruang. Sehingga pencahayaan alami siang hari dapat dikatakan baik apabila:

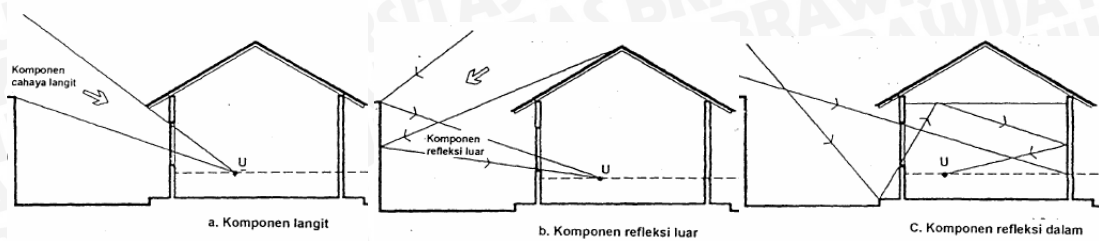
1. Pukul 08.00 hingga 16.00 waktu setempat, ruangan tidak gelap karena cahaya dapat masuk kedalam ruang
2. Pencahayaan dalam ruang merata dan tidak terdapat silau maupun perbedaan pencahayaan yang drastis diberbagai sudut

Pencahayaan alami dalam ruang dipengaruhi pula oleh tingkat pencahayaan luar ruang. Terdapat beberapa faktor yang menentukan perbandingan tingkat pencahayaan alami di dalam dan luar ruangan, yaitu:

1. Distribusi terang langit di dalam ruang
2. Hubungan geometris antara titik ukur dan lubang cahaya
3. Bagian langit yang dapat dilihat dari titik ukur
4. Posisi dan ukuran dari lubang cahaya

Faktor pencahayaan alami didapat dari perbandingan tingkat pencahayaan di satu titik dalam ruangan terhadap tingkat pencahayaan di lapangan terbuka. Keduanya diukur pada bidang datar dan menghasilkan ukuran kinerja lubang cahaya ruangan tersebut (SNI, 2001). Pencahayaan alami dapat dimasukkan kedalam ruang dengan beberapa cara yaitu dengan cahaya langsung, refleksi bidang luar, dan juga refleksi pada dalam ruang.

Pada Gambar 2.1 merupakan ilustrasi ruang yang terkena cahaya matahari secara langsung dan secara tidak langsung. Cahaya langsung yang masuk kedalam ruang biasanya menimbulkan *glare* (silau) dan meningkatnya suhu ruang yang berpengaruh pada ketidaknyamanan bagi pengguna ruang, namun memiliki terang cahaya yang tinggi. Sedangkan dengan sistem pemantulan cahaya dapat mengurangi silau yang masuk dan panas tidak ikut masuk kedalam ruang.



Gambar 2.1. Ilustrasi Cahaya Langsung dan Cahaya Langit
Sumber: SNI 03-6675-2001

Dapat disimpulkan bahwa pencahayaan alami adalah terang langit yang bersumber dari matahari dan dapat dimanfaatkan untuk pencahayaan ruang, terutama pada laboratorium perguruan tinggi yang jam operasionalnya sama dengan pencahayaan maksimal yaitu pada pukul 08.00-16.00 waktu setempat. Kebutuhan pencahayaan alami dapat dipenuhi dengan adanya terang langit yang masuk kedalam ruang tanpa peningkatan suhu ruang. Hal ini juga mengurangi kemungkinan silau yang terjadi karena perbedaan intensitas cahaya yang tinggi pada objek visual.

2.1.2 Kriteria Pencahayaan Alami

Menurut Tregenza (2011), pencahayaan alami yang baik yaitu yang memenuhi kebutuhan akan pencahayaan sehari-hari dengan beberapa kriteria, yaitu:

1. Pencahayaan sepanjang waktu, termasuk saat hari mulai gelap ataupun siang hari.
2. Pencahayaan siang hari yang terang selama musim salju.
3. Kebutuhan pengguna bangunan untuk merasakan kontak dengan dunia luar.
4. Menghindari silau yang menyebabkan ketidaknyamanan atau mengurangi bahaya terhadap penglihatan pengguna.

Penentuan kualitas pencahayaan alami yang masuk kedalam ruang ditentukan pula oleh:

1. Penglihatan mata yang ditinjau berat tidaknya dari aktifitas pengguna.
2. Rentang waktu dan sifat aktifitas yang membutuhkan daya penglihatan tinggi, serta waktu istirahat mata.

Pembagian kualitas pencahayaan jika ditinjau dari aktivitas pengguna sebagai berikut :

1. Kualitas A: pekerjaan yang halus dan cermat terus menerus, seperti menggambar detil, menggravir, menjahit, dan sebagainya.
2. Kualitas B: pekerjaan halus yang cermat tapi tidak terus menerus, seperti menulis, membaca, merakit komponen-komponen kecil, dan sebagainya.

3. Kualitas C: pekerjaan sedang tanpa konsentrasi yang besar dari si pelaku, seperti pekerjaan kayu, merakit suku cadang yang agak besar, dan sebagainya.
4. Kualitas D: pekerjaan kasar dengan detil-detil yang besar, seperti pada gudang, lorong lalu lintas orang, dan sebagainya. (SNI, 2001)

2.1.3 Perancangan Pencahayaan Alami

Untuk mendapatkan kualitas pencahayaan sesuai harapan, perlu dilakukan usaha dengan memperhatikan hal-hal yang mempengaruhi kualitas pencahayaan tersebut, yaitu:

1. Kesesuaian prosentase luas lubang cahaya dan luas lantai ruang.
2. Kesesuaian antara bentuk serta letak lubang cahaya.
3. Faktor refleksi cahaya dari permukaan dalam ruangan.

Selain tiga faktor tersebut, kedudukan lubang cahaya terhadap komponen bangunan lain serta lingkungan sekitar juga berpengaruh. Lingkungan sekitar bisa jadi menghalangi masuknya cahaya kedalam ruang, namun juga dapat menjadi faktor yang menimbulkan silau dalam ruang (SNI, 2001).

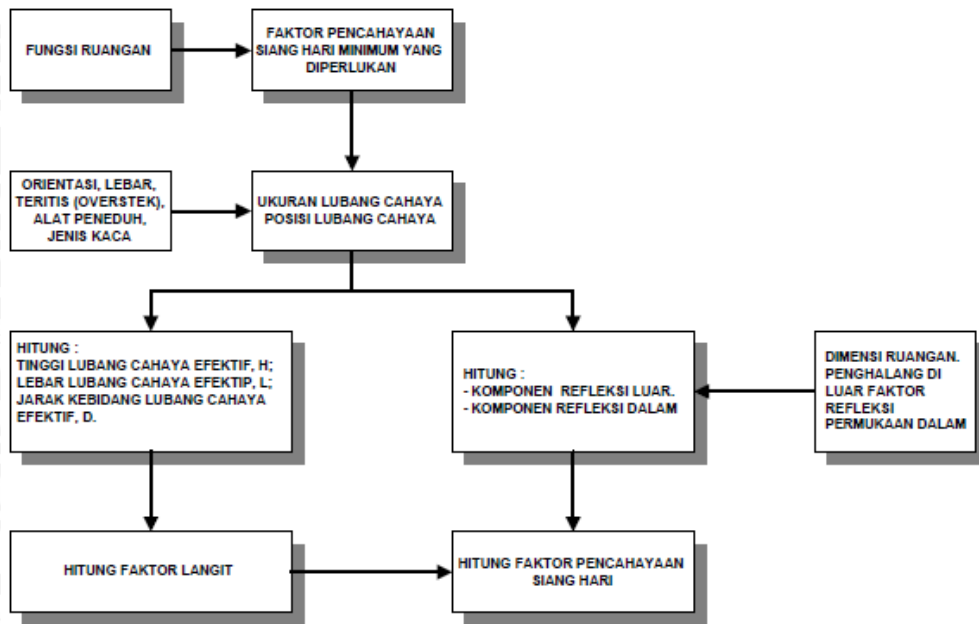
Perbandingan kuantitas pencahayaan alami pada siang hari yang baik menurut Tregenza (2011) yaitu

Area jendela	:	Area rasio lantai
Rumah/ tempat tinggal	:	8-13%
Sekolah	:	17-25%

Tabel 2.1. Pengaruh Ketinggian Lubang Cahaya dengan Faktor Langit Relatif

Tinggi tempat lubang cahaya (cm)	Nilai Faktor langit relatif
0 ~ 20	1
20 ~ 40	2
40 ~ 60	3,5
60 ~ 80	4
80 ~ 100	5
100 ~ 120	5
120 ~ 140	5
140 ~ 160	5
160 ~ 180	4,5
180 ~ 200	4

Sumber: SNI 03-6675-2001



Gambar 2.2.: Alur Perancangan Pencahayaan dan Penghawaan Alami
Sumber: SNI 03-6675-2001

Dari diagram tersebut dapat disimpulkan bahwa perancangan pencahayaan alami dipengaruhi oleh:

1. Fungsi ruang
2. Faktor pencahayaan minimum
3. Posisi serta ukuran lubang cahaya (lebar, jenis material, jenis bukaan)
4. Faktor langit
5. Dimensi ruang

Keadaan dinding, langit-langit, dan lantai juga mempengaruhi pencahayaan pada ruang. Jika perabot-perabot tersebut memiliki warna yang terang, cahaya yang masuk dalam ruang memiliki pemantul dan akan terlihat lebih terang jika dibandingkan dengan perabot-perabot dengan warna gelap (Mangunwijaya, 1998).

2.1.4 Kendala Pencahayaan Alami

Menurut Tregenza (2011) terdapat lima kesalahan umum dalam perancangan pencahayaan alami

1. Silau dari cahaya yang langsung masuk kedalam ruang,
2. Silau dari pantulan cahaya matahari
3. Pantulan pada bidang kerja yang menyebabkan berkurangnya kontras
4. Cahaya yang terang hingga menyilaukan mata
5. Kurangnya pencahayaan dalam ruang.

Tabel 2.2. Indeks Kesilauan Maksimum Sesuai Aktifitas Pengguna

Jenis Tugas Visual atau Interior dan Pengendalian Silau yang Dibutuhkan	Indeks Kesilauan Maksimum	Contoh Tugas Visual dan Interior
Tugas visual kasar atau tugas yang tidak dilakukan secara terus menerus	28	Pefbekalan bahan mentah, pabrik produksi beton, fabrikasi rangka baja, pekerjaan pengelasan.
Pengendalian silau dipedukan secara terbatas	25	Gudang, cold stores, Bangunan turbin dan boiler, toko mesin dan peralatan, plant Rooms
Tugas visual dan Interior Normal	22	Koridor, ruang tangga, penyiapan dan pemasakan makanan, kantin, kafetaria, ruang makan. pemeriksaan dan pengujian (pekerjaan kasar), ruang perakitan, pekerjaan logam lembaran
Pengendalian silau sangat penting	19	Ruang kelas, perpustakaan (umum), ruang keberangkatan dan ruang tunggu di bandara, pemeriksaan dan pengujian (pekerjaan sedang), lobby, ruangan kantor
Tugas visual sangat teliti - Pengendalian silau tingkat tinggi sangat dipedukan	16	Industri percetakan, ruang gambar, perkantoran, pemeriksaan dan pengujian (pekerjaan teliti)

Sumber: SNI 03-6675-2001

Perancangan pencahayaan pada ruang dengan memanfaatkan terang langit dan sinar matahari memiliki beberapa kendala yaitu

1. Tingkat terang yang bergantung pada cuaca diluar
2. Peningkatan suhu dalam ruang yang terpapar sinar matahari langsung
3. Perbedaan tingkat iluminasi pada ruang berdasarkan luas ruang, bukaan, serta tingkat pencahayaan yang masuk menyebabkan ketidaknyamanan.

Landasan teori yang dipakai adalah standar perancangan pencahayaan alami yang dikeluarkan pemerintah sebagai SNI juga landasan teori dari Tregenza tentang kriteria pencahayaan alami yang baik serta kendala penerapannya pada desain. Perancangan ruang dengan pencahayaan alami harus mempertimbangkan aktifitas, ukuran ruang dan bukaan. Posisi ruang dan bukaan, faktor pencahayaan minimum sesuai dengan kriteria pencahayaan yang baik dan menghindari kesalahan dalam perancangan pencahayaan alami seperti silau, pantulan cahaya, bahkan kurangnya terang langit yang masuk kedalam ruang.

Variabel yang dipilih dari pencahayaan alami yaitu:

1. Faktor pencahayaan minimal ruang
2. Posisi serta ukuran lubang cahaya (lebar, jenis material, jenis bukaan)
3. Kriteria dan kendala pencahayaan alami

2.2 Bukaannya Pada Bangunan

2.2.1 Pengertian Bukaannya Pada Bangunan

Menurut Manurung (2012), bukaan merupakan salah satu upaya memasukkan cahaya alami ke bangunan. Secara umum, upaya pencahayaan alami pada ruang dibagi menjadi tiga yaitu melalui bagian samping, melalui bagian atas dan bagian bawah ruang. Ketiganya memiliki pengaruh pada tampilan bangunan, tampilan visual, penghawaan, hingga material dan struktur yang digunakan.

2.2.2 Jendela

Menurut Manurung (2012), jendela merupakan upaya memasukkan pencahayaan alami dari samping. Jendela dapat dikelompokkan berdasarkan tipe, ukuran, bentuk, posisi, orientasi dan sistem kontrol.

Berdasarkan sifat jendela, dibagi lima tipe jendela yaitu jendela untuk pencahayaan alami; untuk penghawaan alami; untuk pencahayaan alami dan pemandangan keluar; untuk pencahayaan dan penghawaan alami; dan untuk pencahayaan, pandangan keluar serta penghawaan alami.



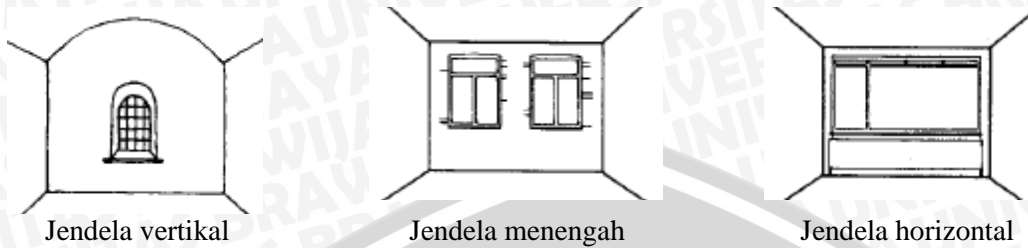
Gambar 2.3. Tipe Jendela Untuk Pencahayaan Alami dan Pemandangan (kiri) dan Jendela Untuk Pencahayaan dan Penghawaan Alami (kanan)
Sumber: aegive.com, socioucollection.com

Ukuran jendela dibagi menjadi permukaan mutlak (m^2) dan fenetrasi (%). Permukaan jendela ditentukan berdasarkan skala manusia. Besar kecilnya jendela mempengaruhi kesan yang didapat oleh pengguna. Jendela yang kecil akan memberi kesan terisolasi dari luar, sedangkan jendela yang besar memberi kesan dekat dengan dunia luar.

1. Kecil : permukaan kurang dari $0,5 m^2$
2. Sedang : permukaan antara $0,5-2 m^2$
3. Besar : permukaan lebih besar dari $2 m^2$

Bentuk jendela sangat beragam, namun dapat dilakukan perbandingan tinggi dan lebar agar jendela dapat diklasifikasikan.

1. Jendela horizontal memiliki koefisien bentuk 1:2
2. Jendela vertikal memiliki koefisien bentuk 2:1
3. Jendela menengah memiliki koefisien bentuk 1:2-2:1



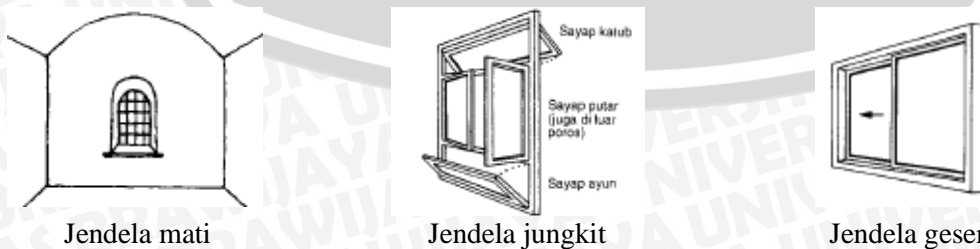
Gambar 2.4. Jendela Berdasarkan Bentuk
Sumber: Neufert (1996:161)

Posisi jendela dapat dibagi terhadap tinggi dinding dan lebar bangunan. Posisi jendela terhadap tinggi dinding dibagi tiga yaitu jendela tinggi, menengah, dan rendah. Sedangkan dibanding lebar bangunan, posisi jendela adalah tengah, samping, dan sudut. Posisi jendela di tengah menghasilkan distribusi cahaya yang lebih baik, namun tetap ada kemungkinan silau.

Orientasi jendela dibagi berdasarkan arah mata angin, dikarenakan perbedaan radiasi matahari yang didapat dari posisi jendela yang berbeda.

1. Jendela menghadap selatan memiliki tingkat penerangan tinggi namun minim cahaya.
2. Jendela menghadap timur barat memiliki tingkat penerangan sedang dengan intensitasnya tinggi dipagi hari (timur) dan sore (barat), namun meningkatkan suhu ruang.
3. Jendela menghadap utara menghasilkan penerangan yang stabil dengan tingkat penerangan rendah.

Sistem kontrol pada jendela dibagi menjadi dua, *fixed* dan *movable*. Jendela permanen (*fixed*) tidak dapat digerakkan dan tetap memasukkan cahaya alami. Sedangkan jendela *movable* dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi, dapat dioperasikan secara otomatis atau manual.



Gambar 2.5. Jendela Berdasarkan Sistem Kontrol
Sumber: Neufert (1996:163)



Penentuan ukuran, bentuk, posisi serta orientasi bukaan pada ruang mempengaruhi intensitas pencahayaan dalam ruang. Kriteria penilaian dan pemilihan jendela yang tepat pada objek ditentukan oleh kebutuhan pencahayaan dalam ruang. Oleh karena itu, penentuan tersebut dipilih menjadi variabel pada penelitian ini.

2.2.3 *Skylight*

Pencahayaan dari atas merupakan strategi untuk memungkinkan keseragaman dan iluminasi tinggi, namun berpotensi menimbulkan silau ketika cahaya yang masuk terlalu terang. Menurut Lechner (2007) ada beberapa strategi umum untuk *skylight*:

1. *Skylight* untuk cahaya yang merata didalam ruang
2. Gunakan kaca lengkung untuk menyebarkan cahaya sehingga distribusi lebih baik
3. Ruang yang tinggi memungkinkan cahaya dari *skylight* lebih merata
4. Tempatkan *skylight* dekat dengan dinding agar ruang terlihat lebih besar
5. Gunakan interior sebagai pemantul dan menyebarkan cahaya
6. Lindungi interior saat musim panas dan gunakan pemantul pada musim dingin untuk keseimbangan cahaya
7. *Skylight* dengan kemiringan curam dapat memperbaiki keseimbangan di musim dingin dan panas
8. *Skylight* dapat digunakan untuk efek dramatis cahaya

Skylight merupakan salah satu jenis bukaan yang digunakan pada ruang laboratorium. Penentuan ukuran, bentuk, dan posisi *skylight* pada ruang juga memberikan pengaruh pencahayaan dalam ruang. Strategi umum diatas dapat menjadi acuan untuk penentuan desain *skylight* yang tepat pada ruang.

2.3 Laboratorium

2.3.1 Karakteristik Laboratorium

Secara umum, laboratorium merupakan ruang dengan aktifitasnya memerlukan kecermatan namun tidak secara terus menerus. Menurut Neufert (1996), laboratorium dibedakan menurut penggunaannya

1. Laboratorium untuk praktikum kuliah yang tertutup digabung dengan tempat kerja laboratorium yang banyak dan biasanya dengan barang-barang keperluan sederhana.
2. Laboratorium untuk penelitian yang tertutup dengan perlengkapan khusus dan ruang tambahan khusus sesuai fungsi laboratorium.

Laboratorium di Fakultas Teknik merupakan laboratorium digabung dengan tempat kerja laboratorium yang banyak dan biasanya dengan barang-barang keperluan sederhana, dengan ruang tambahan yaitu ruang laboran dan kepala laboratorium.

2.3.2 Pencahayaan Laboratorium

Aktivitas pada laboratorium berlangsung pada pagi hingga sore hari, memungkinkan pemanfaatan pencahayaan alami sebagai penerangan utama. Pengguna beraktivitas menggunakan alat pengujian (bukan cairan maupun komponen kecil), membaca serta menulis, sehingga penerangan yang dibutuhkan tidak setinggi laboratorium dengan tingkat ketelitian tinggi seperti laboratorium biologi maupun kimia. Jenis kegiatan pada laboratorium di Fakultas Teknik mirip dengan kegiatan pada bengkel kayu/ besi, namun khusus Laboratorium Fenomena Dasar Mesin memiliki kegiatan pengamatan alat pengujian.

Tabel 2.3. Standar Pencahayaan Pada Ruang

No.	Kerja visual	Iluminasi (lux)
1	Penglihatan biasa	100
2	Kerja kasar dengan detail besar	200
3	Kerja kasar dengan detail wajar	400
4	Kerja kasar dengan detail kecil	600
5	Kerja keras, lama, detail kecil (perakitan barang halus, menjahit dengan tangan)	900
6	Kerja keras, lama, detail sangat kecil (pemotongan batu mulia, tisik halus, mengukur benda sangat kecil)	1300-2000
7	Kerja luar biasa keras, detail sangat kecil (arloji dan pembuatan instrumen kecil)	2000-3000

Sumber: KEPMENKES RI No 1405/MENKES/SK/XI/02

Tabel 2.4. Nilai faktor langit pada bangunan sekolah

Jenis ruangan	FL _{min} TUU	FL _{min} TUS
Ruang kelas biasa	0,35d	0,20d
Ruang kelas khusus	0,45d	0,20d
Laboratorium	0,35d	0,20d
Bengkel kayu/ besi	0,25d	0,20d
Ruang olahraga	0,25d	0,20d
Kantor	0,35d	0,15d
Dapur	0,20d	0,20d

Sumber: SNI 03-2396-2001, Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami Pada Bangunan Gedung.

Menurut aktifitasnya, pemakai laboratorium mengerjakan praktikum dengan detail yang cenderung wajar sampai besar. Jika dilihat dari KEPMENKES RI No 145, kebutuhan pencahayaan sesuai aktifitas adalah 200-400 lux. Sedangkan menurut jenis ruangnya, nilai faktor langit pada ruang laboratorium dan bengkel kayu 0,20-0,35 dari jarak jendela ke seberang.

2.4 Tinjauan Riset Tedahulu

2.4.1 Riset 1

Judul Riset: Optimasi Desain Pencahayaan Ruang Kelas SMA Santa Maria Surabaya

Nama Penulis: Purnama Esa Dora

Dimuat di: Dimensi Interior vol 9 no 2, Desember 2011:67-79

Latar belakang riset:

Teori yang dipakai:

1. Teori desain pencahayaan sekolah (Perkins, 2001: 138).

Efisiensi energi dan kenyamanan visual merupakan hal utama dalam mendesain pencahayaan sekolah. Keseimbangan cahaya dalam ruang kelas secara langsung dan tidak langsung dapat mendukung siswa untuk mengerjakan tugas dengan baik, terutama yang berorientasi pada kertas dan komputer

2. Teori pencahayaan buatan (Darmasetiawan, 1991:20) & (Bean, 2004:193)

Lampu dengan warna cahaya putih netral menjadi pilihan yang tepat dipakai dalam ruang kelas, karena cahayanya dapat menyatu dengan cahaya alami. Temperatur lampu disarankan sekitar 4000 K dengan jenis lampu yang diperuntukkan bagi ruang dengan ketinggian 3 meter. Contohnya lampu TL standar, TL U, HQI < 250 W, serta HQI 250 W.

3. Teori hubungan pencahayaan alami dan kinerja siswa (Bean, 2004:193)

Pencahayaan yang baik merupakan salah satu faktor meningkatnya minat dan perhatian para siswa karena memudahkan penglihatan kearah papan tulis. Pencahayaan alami juga dapat memberi semangat serta menciptakan suasana yang ceria dibanding dengan penggunaan pencahayaan buatan sepenuhnya.

4. Teori bangunan sekolah (Perkins, 2001:147)

Bangunan sekolah merupakan jenis bangunan umum yang dipakai dalam jangka panjang, banyak pula yang berusia lebih dari 50 tahun. Pemilihan material menjadi faktor utama yang dipertimbangkan untuk dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama.

Metode yang digunakan: eksperimental

a. Observasi dan pengukuran

Pengukuran dilakukan dengan mengambil titik pedoman sebesar $1 \times 1 \text{ m}^2$ pada seluruh area ruang dengan ketinggian bidang kerja 0,75 m dari permukaan lantai. Pengukuran dilakukan dengan mengambil sembilan titik pada masing-masing ruang. Hasil yang diperoleh berupa dimensi elemen ruang, perspektif ruang, serta besaran luminasi yang diukur secara manual menggunakan *Lightmeter* LX-103.

b. Eksperimen

Menggunakan DIALux v.4.6. untuk keperluan simulasi pencahayaan dalam dan luar ruangan. Perangkat ini juga memungkinkan simulasi pencahayaan alami serta buatan. Fungsi utama perangkat yaitu membentuk skenario pencahayaan dengan permodelan tiga dimensi, memprediksi pencahayaan dalam dan luar ruang, dan menghasilkan perhitungan sesuai parameter yang dipilih secara obyektif dari skenario tersebut.

Kontribusi pada penelitian yang akan dilakukan:

Dari jurnal diatas dapat menambah kekayaan teori dan juga dapat menggunakan metode yang sama. Teori yang dapat dipakai yaitu tentang pencahayaan alami dan juga efeknya pada siswa (sudah dicantumkan pada tinjauan teori) serta efek penggunaan material pada pencahayaan dalam ruang. Untuk metodanya dapat disamakan dengan jurnal ini karena sama-sama membutuhkan observasi serta pengukuran langsung di lapangan, juga simulasi menggunakan aplikasi pada komputer.

2.4.2 Riset 2

Judul Riset: Studi Pemanfaatan Pencahayaan Alami Pada Beberapa Rancangan Ruang Kelas Perguruan Tinggi di Medan

Penulis Riset: Ferry Anderson Sihombing

Dimuat di: -

Latar belakang riset:

Kondisi ruang sangat berpengaruh dengan kenyamanan yang didapat oleh pengguna. Kebutuhan pencahayaan dalam ruang kelas merupakan salah satu dari kondisi yang menentukan kenyamanan penggunaannya. Kebutuhan ini dipengaruhi aktivitas pengguna didalam ruang, sehingga diperlukan penelitian untuk mengetahui seberapa besar pencahayaan alami yang dibutuhkan oleh pengguna.

Teori yang dipakai:

- a. Teori pencahayaan dan pemanfaatannya
- b. Teori bentuk massa bangunan
- c. Teori jendela dan ruang kelas

Metode yang digunakan:

- a. Metode kuantitatif: Observasi dan pengukuran lapangan
- b. Metode pengukuran berdasar SNI: Pengukuran manual (sebagai acuan menganalisa variabel)
- c. Metode analisis data : Eksperimen menggunakan program komputer Archicad v.9. untuk simulasi pencahayaan eksisting.

Kontribusi pada penelitian yang akan dilakukan:

Dari jurnal diatas dapat menambah kekayaan teori dan juga dapat menggunakan metode yang sama. Teori yang dapat dipakai yaitu tentang pemanfaatan pencahayaan alami, bentuk massa bangunan dan jendela.

Untuk metodenya dapat disamakan dengan jurnal ini karena sama-sama membutuhkan observasi serta pengukuran langsung di lapangan, juga perhitungan pencahayaan alami pada ruang kelas. Metode umum penelitian merupakan metode eksperimental juga dapat digunakan sebagai metode penelitian ini. Pengambilan titik ukur berdasarkan SNI menggunakan 9 titik ukur disetiap ruangnya.

Pada tabel 2.5 adalah kesimpulan dari tinjauan penelitian terdahulu.



Tabel 2.5 Kesimpulan Tinjauan Terdahulu

Sumber Bab	Dora, P.E.2011	Sihombing, F.A.2008	Kontribusi
Tinjauan Teori	1. Teori pencahayaan (Bean, 2004) 2. Teori material (Perkins, 2001)	1. Teori pencahayaan (SNI,2001) 2. Teori bentuk massa & bangunan 3. Teori jendela dan ruang kelas (SNI,2001)	1. Mengambil teori pencahayaan yang sama dari SNI,2001 2. Mengambil teori jendela dan ruang kelas dari SNI,2001
Metode	1. Observasi & pengukuran lapangan (menggunakan luxmeter) 9 titik ukur 2. Eksperimen digital (menggunakan program DIALux v. 4.6)	1. Observasi & pengukuran lapangan (menggunakan luxmeter) 9 titik ukur 2. Eksperimen digital (menggunakan program Archicad v.9)	1. Penentuan titik ukur per 3 meter atau menyesuaikan dengan modul ruang 2. Eksperimen digital menggunakan program DIALux v. 4.12 untuk kemudahan
Hasil penelitian	1. Pengujian kualitas pencahayaan sesuai standar 2. Elemen interior mempengaruhi pencahayaan 3. Jenis kaca mempengaruhi pencahayaan	1. Letak bangunan, lintasan matahari, pembayangan dan pergerakan awan mempengaruhi pencahayaan dalam ruang mempengaruhi intensitas pencahayaan dalam ruang	1. Pengukuran pencahayaan sesuai standar 2. Memasukkan jenis kaca sebagai variabel 3. Intensitas pencahayaan dalam ruang sebagai variabel

