

535.2
Kae
p er

**PENGARUH PEMANFAATAN REFLEKSI CAHAYA
TERHADAP INTENSITAS PENCAHAYAAN ALAMI
DALAM RUANGAN
(STUDI KASUS : GEDUNG YUSTINUS UNIKA
SOEGIJAPRANATA SEMARANG)**



Tesis
untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-2

Magister Teknik Arsitektur

Ratri Kartika
L .4B001227

PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
Februari
2004

TESIS

**PENGARUH PEMANFAATAN REFLEKSI CAHAYA
TERHADAP INTENSITAS PENCAHAYAAN ALAMI
DALAM RUANGAN**
(STUDI KASUS : GEDUNG YUSTINUS UNIKA
SOEGLJAPRANATA SEMARANG)

disusun oleh

Ratri Kartika
L. 4B001227

telah dipertahankan di depan Tim penguji
pada tanggal 20 Februari 2004
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

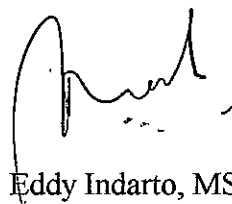
Menyetujui,
Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama



(Dr. Drs. Wahyu Setiabudi, MS)

Pembimbing Kedua



(Ir. Eddy Indarto, MSi)

Ketua Program Studi
Magister Teknik Arsitektur,



(Ir. Totok Roesmanto, M.Eng)

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan di dalamnya tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan lembaga pendidikan lainnya. Pengetahuan yang diperoleh dari hasil penerbitan maupun yang belum / tidak diterbitkan, sumbernya dijelaskan di dalam tulisan dan daftar pustaka.

Semarang, Februari 2004

Ratri Kartika

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, karena atas berkah dan rahmat-Nya, penyusun dapat menyelesaikan Tesis dengan judul **“Pengaruh Pemanfaatan Refleksi Cahaya Terhadap Intensitas Pencahayaan Alami Dalam Ruang”** sebagai syarat dalam pendidikan Magister Teknik Arsitektur Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Atas tersusunnya Tesis ini, dengan segala kerendahan hati tak lupa penyusun sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- Dr. Drs. Wahyu Setiabudi, MS, selaku Mentor, yang telah banyak memberikan masukan dan bimbingan dalam penyelesaian Tesis ini
- Ir. Eddy Indarto, MSi, selaku Co Mentor, yang telah banyak mengarahkan dan membimbing penyusun dalam penyelesaian Tesis ini
- Ir. Agung Dwiyanto, MSA selaku dosen penguji
- Ir. Koestomo AC, MSL selaku arsitek Gedung Yustinus dan dosen pengamat dari Unika Soegijapranata Semarang
- Ir. Totok Roesmanto, M.Eng, selaku Ketua Program Pasca Sarjana Magister Teknik Arsitektur Universitas Diponegoro
- Ayah dan Bunda, Suami, dan Adik tercinta atas segala dorongan, dukungan, perhatian dan pengertiannya kepada penyusun selama penyusunan tesis ini
- Dan pihak-pihak lain yang telah membantu, baik langsung maupun tidak langsung.

Apa yang tercantum dalam tesis ini masih jauh di bawah sempurna, namun penyusun berharap tesis ini dapat bermanfaat demi kemajuan dan perkembangan pendidikan di negara kita tercinta.

Semarang, Februari 2004

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
BAB I	PENDAHULUAN
I.1. Latar Belakang Masalah.....	1
I.2. Perumusan Masalah.....	6
I.3. Tujuan Penelitian	7
I.4. Manfaat Penelitian.....	8
I.5. Lingkup Penelitian.....	8
I.6. Sistematika Pembahasan.....	9
I.7. Diagram Alur Pikir Penelitian.....	11
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA
II.1. Pengertian Cahaya.....	12
II.2. Perlindungan Terhadap Sinar Matahari	14
II.3. Pencahayaan Alami Siang Hari	15
II.4. Faktor Pencahayaan Siang Hari	18
II.5. Faktor Langit.....	22
II.6. Cahaya Matahari Untuk Meningkatkan Tingkat Pencahayaan Dari Cahaya Langit.....	25
II.7. Kenyamanan Visual Untuk Mata Manusia.....	26

II.8. Tingkat Pencahayaan Dalam Bangunan.....	27
II.9. Warna dan Bentuk Bidang Reflektor Cahaya.....	28
II.10. Integrasi Pencahayaan Alami Dengan Pencahayaan Buatan.....	29
II.11. Penempatan Sumber Cahaya Buatan.....	32
II.12. Landasan Teori.....	35
II.13. Hipotesis.....	35
BAB III	METODE PENELITIAN
III.1. Pendekatan Penelitian.....	37
III.2. Variabel Penelitian.....	37
III.3. Sumber Data.....	39
III.4. Instrumen Penelitian.....	40
III.5. Langkah Kerja Penelitian.....	41
III.5.1. Langkah Kerja Untuk Menguji Hipotesis I.....	41
III.5.2. Langkah Kerja Untuk Menguji Hipotesis II.....	50
BAB IV	GAMBARAN OBYEK PENELITIAN
IV.1. Letak Geografis dan Kondisi Iklim Kota Semarang.....	52
IV.2. Lokasi Obyek Penelitian.....	52
IV.3. Orientasi Bangunan.....	54
IV.4. Bentuk, Komponen dan Bahan Bangunan.....	55
IV.4.1. Denah dan Tampak Bangunan.....	55
IV.4.2. Struktur Bangunan.....	55
IV.4.3. Komponen dan Bahan Bangunan.....	55
BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN
V.1. Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Alami Ruang Dalam Pada Kondisi Bangunan Tanpa Refleksi.....	58
V.1.1. Hasil Pengukuran Di Ruang R 5.3.5.....	59
V.1.2. Hasil Pengukuran Di Ruang R 5.3.6.....	63

V.1.3.	Hasil Pengukuran Di Ruang R 5.3.7.....	68
V.1.4.	Hasil Pengukuran Di Ruang R 5.3.8.....	73
V.2.	Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Alami Ruang Dalam Pada Kondisi Bangunan Dengan Refleksi.....	81
V.2.1.	Hasil Pengukuran Di Ruang R 5.3.5.....	81
V.2.2.	Hasil Pengukuran Di Ruang R 5.3.6.....	87
V.2.3.	Hasil Pengukuran Di Ruang R 5.3.7.....	92
V.2.4.	Hasil Pengukuran Di Ruang R 5.3.8.....	97
V.3.	Perbedaan Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Alami Di Ruang Dalam Pada Kondisi Bangunan Tanpa Refleksi dan Pada Kondisi Bangunan Dengan Refleksi	105
V.3.1.	Perbedaan Tingkat Intensitas Cahaya Alami Di Ruang R 5.3.5.....	105
V.3.2.	Perbedaan Tingkat Intensitas Cahaya Alami Di Ruang R 5.3.6.....	111
V.3.3.	Perbedaan Tingkat Intensitas Cahaya Alami Di Ruang R 5.3.7.....	117
V.3.4.	Perbedaan Tingkat Intensitas Cahaya Alami Di Ruang R 5.3.8.....	123
V.4.	Analisa Kuantitatif Perbedaan Intensitas Cahaya Alami Ruang Dalam Pada Kondisi Bangunan Tanpa Refleksi Dan Kondisi Bangunan Dengan Refleksi.....	129
V.5.	Analisis Sistem Pencahayaan Buatan Berdasarkan Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Alami Ruang Dalam.....	132
V.5.1.	Analisis Pencahayaan Buatan Pada Ruang R 5.3.5.....	133
V.5.2.	Sistem Pencahayaan Buatan Pada Ruang R 5.3.6	136
V.5.3.	Sistem Pencahayaan Buatan Pada Ruang R 5.3.7.....	140

V.5.4. Sistem Pencahayaan Buatan Pada

Ruang R 5.3.8.....143

BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

VI.1. Kesimpulan.....147

VI.2. Rekomendasi.....149

DAFTAR PUSTAKA.....152**LAMPIRAN**

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
Tabel 1.	Faktor Langit Minimum.....	23
Tabel 2.	Kuat Penerangan Untuk Berbagai Aktivitas.....	28
Tabel 3.	Intensitas Cahaya Ruang Luar dan Ruang Dalam Pada Kondisi Tanpa Refleksi.....	48
Tabel 4.	Intensitas Cahaya Ruang Luar dan Ruang Dalam Pada Kondisi Dengan Refleksi.....	49
Tabel 5.	Intensitas Cahaya Alami di R 5.3.5 Pada Kondisi Bangunan Tanpa Refleksi.....	59
Tabel 6.	Intensitas Cahaya Alami di R 5.3.6 Pada Kondisi Bangunan Tanpa Refleksi.....	64
Tabel 7.	Intensitas Cahaya Alami di R 5.3.7 Pada Kondisi Bangunan Tanpa Refleksi.....	69
Tabel 8.	Intensitas Cahaya Alami di R 5.3.8 Pada Kondisi Bangunan Tanpa Refleksi.....	74
Tabel 9.	Interpretasi Intensitas Cahaya Alami Pada Ruang Kuliah Lantai 3 Terhadap Batas Minimum 200 lux Pada Kondisi Bangunan Tanpa Refleksi.....	79
Tabel 10.	Intensitas Cahaya Alami di R 5.3.6 Pada Kondisi Bangunan Dengan Refleksi.....	81
Tabel 11.	Intensitas Cahaya Alami di R 5.3.7 Pada Kondisi Bangunan Dengan Refleksi.....	87
Tabel 12.	Intensitas Cahaya Alami di R 5.3.7 Pada Kondisi Bangunan Dengan Refleksi.....	92
Tabel 13.	Intensitas Cahaya Alami di R 5.3.8 Pada Kondisi Bangunan Dengan Refleksi.....	98

Tabel 14.	Interpretasi Intensitas Cahaya Alami Pada Ruang Kuliah Lantai 3 Terhadap Batas Minimum 200 lux Pada Kondisi Bangunan Dengan Refleksi.....	103
Tabel 15.	Prosentase Kenaikan Intensitas Cahaya alami Ruang Dalam Oleh Refleksi di Ruang R 5.3.5.....	109
Tabel 16.	Prosentase Kenaikan Luas Ruang Yang Intensitas Cahayanya di Atas 200 lux Oleh Refleksi di Ruang R 5.3.5.....	110
Tabel 17.	Prosentase Kenaikan Intensitas Cahaya alami Ruang Dalam Oleh Refleksi di Ruang R 5.3.6.....	115
Tabel 18.	Prosentase Kenaikan Luas Ruang Yang Intensitas Cahayanya di Atas 200 lux Oleh Refleksi di Ruang R 5.3.6.....	116
Tabel 19.	Prosentase Kenaikan Intensitas Cahaya alami Ruang Dalam Oleh Refleksi di Ruang R 5.3.7.....	121
Tabel 20.	Prosentase Kenaikan Luas Ruang Yang Intensitas Cahayanya di Atas 200 lux Oleh Refleksi di Ruang R 5.3.7.....	122
Tabel 21.	Prosentase Kenaikan Intensitas Cahaya alami Ruang Dalam Oleh Refleksi di Ruang R 5.3.8.....	127
Tabel 22.	Prosentase Kenaikan Luas Ruang Yang Intensitas Cahayanya di Atas 200 lux Oleh Refleksi di Ruang R 5.3.8.....	128
Tabel 23.	Perhitungan Besar In-efisiensi Daya Listrik di Ruang R 5.3.5.....	135
Tabel 24.	Perhitungan Besar In-efisiensi Daya Listrik di Ruang R 5.3.6.....	139
Tabel 25.	Perhitungan Besar In-efisiensi Daya Listrik di Ruang R 5.3.7.....	142
Tabel 26.	Perhitungan Besar In-efisiensi Daya Listrik di Ruang R 5.3.8.....	146

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
Gambar 1.	Site plan Gedung Yustinus.....	3
Gambar 2.	Orientasi bangunan terhadap orientasi garis edar matahari.....	4
Gambar 3.	Fasade bangunan Gedung Yustinus dari berbagai arah.....	5
Gambar 4.	Fenomena pencahayaan alami karena adanya <i>sunshading device</i>	6
Gambar 5.	Grafik gelombang elektromagnetik dan daerah cahaya yang terlihat.....	12
Gambar 6.	Penentuan letak matahari.....	16
Gambar 7.	Diagram letak matahari.....	17
Gambar 8.	Pengukur sudut bayangan.....	18
Gambar 9.	Komponen langit dari lubang cahaya pada dinding.....	20
Gambar 10.	Komponen refleksi luar dari lubang cahaya pada dinding.....	20
Gambar 11.	Komponen refleksi dalam dari lubang cahaya pada dinding.....	21
Gambar 12.	Masuknya cahaya siang hari pada bidang kerja.....	22
Gambar 13.	Konstruksi lubang cahaya efektif.....	25
Gambar 14.	Grafik tingkat pencahayaan alami sebagai fungsi dari jarak terhadap bidang lubang cahaya.....	30
Gambar 15.	Gabungan pencahayaan alami dan buatan.....	31
Gambar 16.	Letak titik P pada bidang kerja terhadap sumber cahaya.....	32
Gambar 17.	Kurva kekuatan cahaya dari suatu sumber cahaya pada bidang kerja.....	33
Gambar 18.	Grafik kuat penerangan pada bidang kerja untuk berbagai ketinggian lampu.....	34
Gambar 19.	Pola bayangan pada fasade barat laut pada pukul 10.00-11.00.....	42
Gambar 20.	Ruang penelitian R. 5.3.5, R 5.3.6, R 5.3.7 dan R 5.3.8 di lantai 3.....	43

Gambar 21.	Lokasi titik-titik ukur di R.5.3.5.....	44
Gambar 22.	Bidang refleksi pada sisi horizontal.....	45
Gambar 23.	Bidang refleksi luar pada potongan melintang.....	46
Gambar 24.	Rencana pengukuran intensitas cahaya di R.5.3.5 pada kondisi tanpa refleksi.....	47
Gambar 25.	Rencana pengukuran intensitas cahaya di R.5.3.5 pada kondisi dengan refleksi.....	49
Gambar 26.	Peta eksisting kampus Unika Soegijapranata Tahun 2000.....	53
Gambar 27.	Site plan Gedung Yustinus Unika Soegijapranata Semarang.....	54
Gambar 28.	Posisi Gedung Yustinus terhadap garis sumbu U-S.....	54
Gambar 29.	Fasade bangunan dengan balkon pada tiap lantai.....	57
Gambar 30.	Tampak bangunan dari arah barat daya.....	57
Gambar 31.	Tampak bangunan dari arah timur laut.....	57
Gambar 32.	Tampak bangunan dari arah barat laut.....	57
Gambar 33.	Entrance bangunan dari arah barat laut, terbuka hingga lantai 5..	57
Gambar 34.	Daerah penelitian lantai 3.....	58
Gambar 35.	Intensitas cahaya alami di R 5.3.5 pada kondisi bangunan tanpa refleksi.....	60
Gambar 36.	Intensitas cahaya alami di R 5.3.6 pada kondisi bangunan tanpa refleksi.....	65
Gambar 37.	Intensitas cahaya alami di R 5.3.7 pada kondisi bangunan tanpa refleksi.....	70
Gambar 38.	Intensitas cahaya alami di R 5.3.8 pada kondisi bangunan tanpa refleksi.....	75
Gambar 39.	Intensitas cahaya alami di R 5.3.5 pada kondisi bangunan dengan refleksi.....	82
Gambar 40.	Intensitas cahaya alami di R 5.3.6 pada kondisi bangunan dengan refleksi.....	88
Gambar 41.	Intensitas cahaya alami di R 5.3.7 pada kondisi bangunan dengan refleksi.....	93

Gambar 42.	Intensitas cahaya alami di R 5.3.8 pada kondisi bangunan dengan refleksi.....	99
Gambar 43.	Perbedaan intensitas cahaya alami di R 5.3.5 pada berbagai tingkat intensitas cahaya ruang luar.....	108
Gambar 44.	Perbedaan intensitas cahaya alami di R 5.3.6 pada berbagai tingkat intensitas cahaya ruang luar.....	114
Gambar 45.	Perbedaan intensitas cahaya alami di R 5.3.7 pada berbagai tingkat intensitas cahaya ruang luar.....	120
Gambar 46.	Perbedaan intensitas cahaya alami di R 5.3.8 pada berbagai tingkat intensitas cahaya ruang luar.....	126
Gambar 47.	Grafik intensitas cahaya alami ruang dalam di R 5.3.5.....	133
Gambar 48.	Denah eksisting titik lampu di R 5.3.5.....	134
Gambar 49.	Grafik intensitas cahaya alami ruang dalam di R 5.3.6.....	137
Gambar 50.	Denah eksisting titik lampu di R 5.3.6.....	137
Gambar 51.	Grafik intensitas cahaya alami ruang dalam di R 5.3.7.....	140
Gambar 52.	Denah eksisting titik lampu di R 5.3.7.....	141
Gambar 53.	Grafik intensitas cahaya alami ruang dalam di R 5.3.8.....	144
Gambar 54.	Denah eksisting titik lampu di R 5.3.8.....	144
Gambar 55.	Usulan perencanaan grouping titik lampu berdasarkan kecenderungan intensitas cahaya alami dalam ruang kuliah.....	150
Gambar 56.	Denah titik lampu dan saklar berdasarkan kecenderungan intensitas cahaya alami ditambah dengan sensor cahaya.....	151

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
Lampiran 1. Site plan.....	154
Lampiran 2. Site plan kontur.....	155
Lampiran 3. Denah basement.....	156
Lampiran 4. Denah lantai 1.....	157
Lampiran 5. Denah lantai 2.....	158
Lampiran 6. Denah lantai 3.....	159
Lampiran 7. Denah lantai 4.....	160
Lampiran 8. Denah lantai 5.....	161
Lampiran 9. Tampak barat laut.....	162
Lampiran 10. Tampak timur laut.....	163
Lampiran 11. Tampak barat daya.....	164
Lampiran 12. Analisa uji T.....	165

ABSTRAK

Dalam perencanaan suatu bangunan, kita terbiasa hanya memperhatikan masalah-masalah yang utama di daerah tropis seperti pengaruh radiasi matahari, hujan dan angin, tetapi lupa memperhatikan masalah terang langit, padahal terang langit merupakan sumber cahaya yang diambil sebagai dasar untuk menentukan syarat-syarat pencahayaan alami siang hari. Sebagai contoh untuk mengatasi masalah radiasi sinar matahari, hujan dan angin kita membuat *sun shading* yang berlebihan sehingga terang langit pun tidak tercapai. Potensi pencahayaan alami tidak dimanfaatkan, namun sebaliknya malah menggunakan pencahayaan buatan. Pencahayaan alami sangat penting diperhatikan, karena dengan pemanfaatan pencahayaan alami secara optimal akan tercapai penghematan energi untuk pencahayaan buatan dalam bangunan pada siang hari.

Dalam pemanfaatan cahaya alami, masuknya radiasi sinar matahari langsung ke dalam bangunan harus dibuat seminimal mungkin. Dalam perancangan elemen *sun shading device*, harus diperhitungkan pula terjadinya pengurangan terang langit dan cahaya matahari yang masuk ke dalam ruangan. Demikian pula yang terjadi pada Gedung Yustinus Unika Soegijapranata Semarang. Dengan adanya balkon pada fasade Timur Laut dan Barat Daya berarti berkurang pula terang langit dan cahaya matahari yang masuk melalui jendela pada fasade tersebut. Padahal terang langit dan cahaya matahari merupakan sumber cahaya yang diambil sebagai dasar dalam perencanaan pencahayaan alami pada bangunan.

Dari fenomena tersebut, muncul permasalahan adanya kontradiksi antara upaya penangkal radiasi sinar matahari dengan upaya pencapaian pencahayaan alami siang hari di dalam ruang. Di dalam penelitian ini akan diungkap upaya apa yang dapat dilakukan agar dapat dicapai pengoptimalan pencahayaan alami dalam ruang dan bagaimana peran cahaya buatan dalam mendukung tercapainya pencahayaan yang sesuai standar dalam ruang.

Dengan menggunakan landasan-landasan teori yang berhubungan dengan permasalahan, diperoleh suatu hipotesis yang mengatakan bahwa karena kecilnya lubang cahaya efektif maka sistem pencahayaan alami pada Gedung Yustinus lebih mengandalkan refleksi cahaya dengan cara memanfaatkan bidang-bidang reflektor yang ada di luar ruangan dan penataan grouping lampu dan saklar pada ruang kuliah di Gedung Yustinus tidak efisien dalam memenuhi kebutuhan pencahayaan buatan.

Untuk membuktikan hipotesis tersebut, pendekatan penelitian yang digunakan adalah dengan menggunakan prosedur eksperimen. Metode pengukuran intensitas cahaya ruang dalam dan intensitas cahaya ruang luar dilakukan dengan dua kondisi yang berbeda, yaitu pada kondisi bangunan tanpa refleksi cahaya dan pada kondisi bangunan dengan refleksi cahaya. Untuk mengetahui adanya pengaruh pemanfaatan refleksi cahaya dilakukan dengan cara menghitung prosentase kenaikan intensitas cahaya ruang dalam akibat adanya refleksi cahaya. Kemudian untuk mengetahui efisien tidaknya grouping lampu, dilakukan dengan menghitung selisih antara pemakaian daya listrik yang

berdasarkan pada kondisi eksisting titik lampu dengan kondisi ideal titik lampu (yang berdasarkan distribusi intensitas cahaya alami).

Dari penelitian diperoleh hasil bahwa refleksi cahaya matahari yang dipantulkan oleh bidang-bidang reflektor cahaya di luar ruang kuliah berpengaruh terhadap peningkatan intensitas cahaya di dalam ruang. Ini berarti bahwa desain Gedung Yustinus yang menggunakan konsep hall terbuka, void, balkon dan selasar di tiap lantai, ternyata dapat menjadi *external reflector compenent* sehingga mampu meningkatkan intensitas cahaya alami dalam ruang kuliah. Akan tetapi hal ini tidak dibarengi oleh penataan grouping lampu yang efisien. Oleh karena itu diperlukan penerapan desain yang *integrated* antara pencahayaan alami dengan pencahayaan buatan, dengan cara menata kembali grouping titik lampu dan saklar yang didasarkan pada kecenderungan intensitas cahaya alami dalam ruang, juga dengan penerapan teknologi dalam pencahayaan buatan.

ABSTRACT

In designing a building, the architects usually pay attention to the main problems in the tropical region, such as the radiation of sunlight, rain and wind; they do not pay attention to the daylight, although the daylight is the light source used as the base to determine natural light requirements during the days. For example, they make too much sunshadings to overcome sun radiation, rain and wind problems, and yet the daylight is not achieved. Natural lighting potential is not used; artificial lighting is preferable used during the days.

In using natural light, direct sun radiation goes into the building, must be minimized as far as possible. In designing sunshading device element, the decrease of the daylight and sunlight penetrating into the building, must be estimated. This is the case of Yustinus Building at Unika Soegijapranata Semarang. The construction of balcony on the north east and south west facades results in the decrease of daylight and sunlight penetrating through the windows on those facades. Whereas the daylight and sunlight is the light source used to as the base for natural lighting in designing a building.

The phenomena shows that there is contradiction between the prevention of sun radiation and the natural lighting achieved in the building. This research will reveal the means which can be done to achieve the optimal condition of natural lighting and the role of artificial lighting in supporting the achievement of lighting standard in the building.

By applying lighting theories connected to the problem, a hypothesis can be drawn which says that because of the insignificance of the daylight directing into the building, the natural lighting in Yustinus Building relies on the light reflected by the light reflector surfaces outside the lecture rooms, and the arrangement of artificial lighting grouping in the lecture rooms are inefficient for supplying artificial lighting demands.

To prove the hypothesis, the research approach used is experimental procedure. Indoor and outdoor light intensity measurement methods are applied in two different conditions : the first is in the condition without light reflection, and the second is with light reflection. To discover the influence of light reflection use, the researcher calculate the percentage of indoor light reflection increase caused by the light reflection. And then, to discover the efficiency or inefficiency of artificial lighting grouping, the researcher calculate the difference between electrical use based on existing condition and based on ideal condition (based on distribution of indoor natural lighting intensity).

The research discovers that the day light and sunlight relected by the light reflector surfaces outside the lecture rooms have influence on indoor light intensity increase. It means that the Yustinus Building which is designed based on the concept of ope hall, void, balcony and veranda on each floor, can provide external reflector components to raise indoor natural light intensity. But, the case is not accompanied by efficient artificial lighting arrangement. Therefore, it is important to apply integrated design of natural and artificial lighting, by

rearrangement of the artificial lighting grouping based on distribution of indoor natural lighting intensity and the application technology of artificial lighting.

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Sebagai negara yang beriklim tropis lembab, Indonesia memiliki kondisi intensitas radiasi matahari yang kuat, temperatur udara yang relatif tinggi, kelembaban udara dan curah hujan yang tinggi dan keadaan langit yang senantiasa berawan. Kondisi ini selalu terjadi hampir sepanjang tahun dan sangat berpengaruh pada lingkungan termis dan pencahayaan alami yang berhubungan dengan tingkat kenyamanan manusia. (Lipssmeier, 1994).

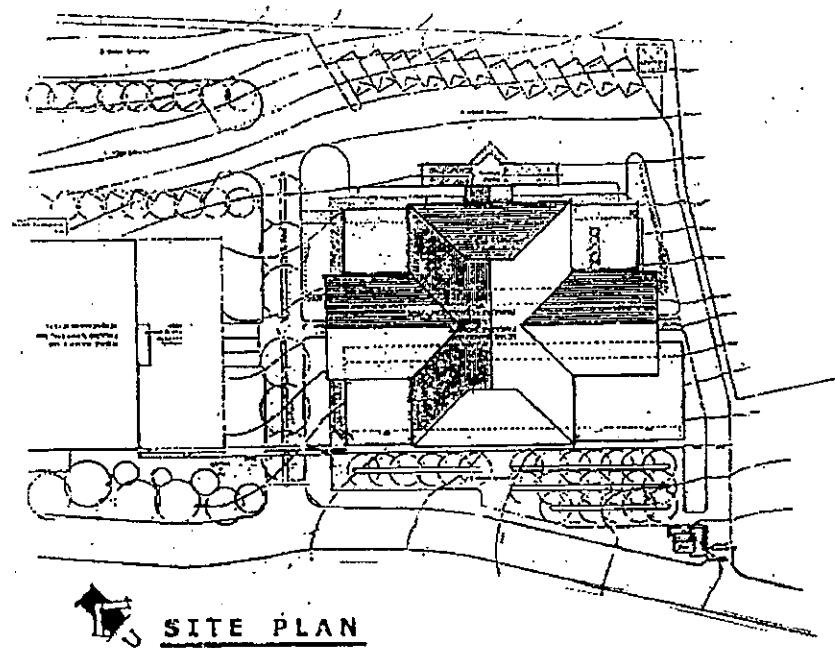
Pencahayaan alami merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi dalam sistem pencahayaan suatu bangunan, selain sistem pencahayaan buatan. Pencahayaan alami harus dimanfaatkan secara optimal untuk penerangan di siang hari dan merupakan bagian sangat awal dalam perencanaan suatu bangunan dan menyatu dengan perencanaan struktur bangunan. Sehingga bisa dikatakan bahwa pencahayaan merupakan faktor mendasar dalam suatu proses desain (Philips, 1964).

Kenyamanan terhadap pencahayaan alami dalam ruang meliputi cahaya yang mencukupi dan sesuai dengan standard minimum aktivitas dalam ruang serta tidak menyilaukan mata. Program-program arsitektur dalam sekolah atau ruang perkuliahan memerlukan standar pencahayaan alami yang lebih tinggi. Kebutuhan kenyamanan dalam ruang perkuliahan saat ini merupakan suatu kebutuhan yang cukup penting, karena akan mempengaruhi proses belajar

mengajar. Tuntutan kenyamanan visual, terutama dari pencahayaan alami, pada sebuah gedung perkuliahan memerlukan perhatian khusus agar diperoleh hasil yang optimal dan sesuai dengan standar pencahayaan bagi pekerjaan visual membaca dan menulis. Dengan pengendalian pencahayaan alami yang baik akan bisa dilakukan optimalisasi pencahayaan. Bila optimalisasi pencahayaan alami dalam bangunan dapat tercapai, berarti, di samping intensitas cahaya dapat terpenuhi, pencahayaan buatan dalam bangunan dapat dikurangi, bahkan ditiadakan pada siang hari.

Terang langit merupakan sumber cahaya yang diambil sebagai dasar untuk menentukan syarat-syarat pencahayaan alami siang hari. Dalam perencanaan suatu bangunan, sering terjadi fenomena di mana kita hanya memperhatikan masalah-masalah yang utama di daerah tropis, tetapi lupa memperhatikan masalah terang langit. Kita hanya tertuju kepada masalah-masalah yang utama, seperti pengaruh radiasi matahari, hujan dan angin, sehingga faktor terang langit sering menjadi faktor yang terlupakan. Sebagai contoh untuk mengatasi masalah radiasi sinar matahari, hujan dan angin kita membuat pematah sinar (*sun shading*) yang berlebihan sehingga terang langit pun tidak tercapai. Potensi tropis untuk pencahayaan alami tidak dimanfaatkan, namun sebaliknya malah menggunakan pencahayaan buatan. Pencahayaan alami sangat penting diperhatikan, karena dengan pemanfaatan pencahayaan alami secara optimal akan tercapai penghematan energi untuk pencahayaan buatan dalam bangunan pada siang hari.

Sebagai studi kasus dalam penelitian ini adalah Gedung Yustinus, yang berada di kompleks Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

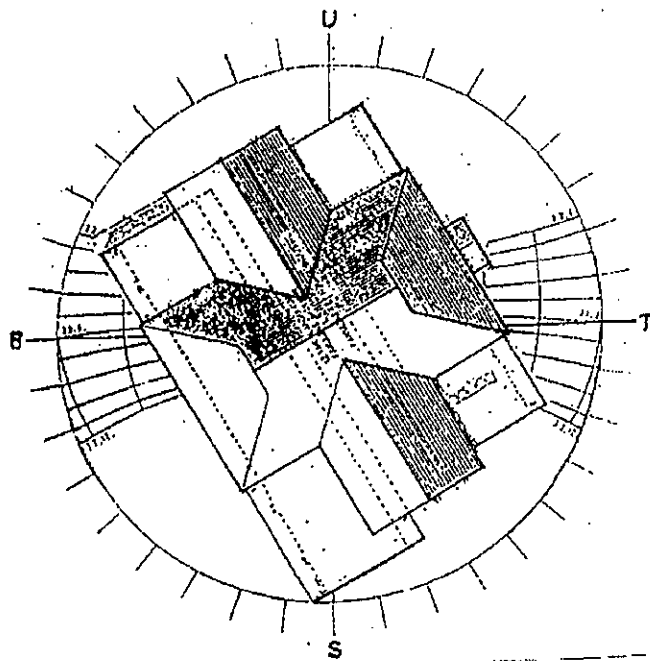


Gambar 1. Site plan Gedung Yustinus
Sumber : Yayasan Sanjoyo (2003)

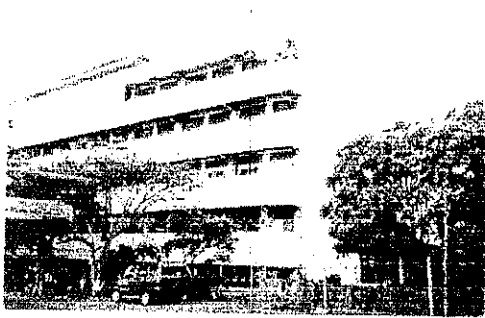
Gedung Yustinus merupakan gedung 5 lantai dan satu basement yang sebagian besar difungsikan sebagai ruang perkuliahan. Gedung ini membujur pada arah Tenggara - Barat Laut dengan sisi panjang bangunan menghadap ke arah Timur Laut dan Barat Daya. Sisi panjang bangunan yang menghadap Timur Laut dan Barat Daya ini dimanfaatkan untuk mendapatkan terang langit melalui jendela.

Berdasarkan orientasi garis edar matahari, fasade bangunan yang menghadap timur dan barat akan selalu menerima panas matahari sehingga dibutuhkan upaya penangkal radiasi matahari. Demikian juga halnya dengan Gedung Yustinus. Karena sisi Timur Laut dan Barat Daya masih cukup potensial terkena sinar matahari, maka didesain balkon di setiap lantai bangunan untuk mengurangi panas akibat radiasi matahari, yang masuk melalui jendela. Balkon ini

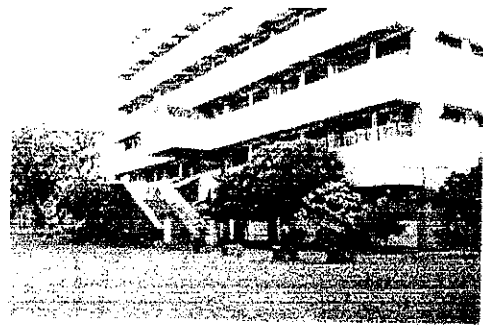
memberikan efek pembayangan yang jatuh pada fasade bangunan, sehingga akan tercapai peneduhan sebagai antisipasi terhadap sudut datang sinar matahari secara vertikal yang dapat merambatkan radiasi panas ke dalam bangunan dan untuk mengurangi silau yang diakibatkan oleh pencahayaan alami yang berlebihan, sehingga fungsi balkon di sini sebagai elemen pelindung sinar matahari / *sun shading device*.



Gambar 2. Orientasi bangunan terhadap orientasi garis edar matahari
Sumber : dokumentasi peneliti (2003)



(a) Fasade bangunan dari barat daya



(b) Fasade bangunan dari timur laut

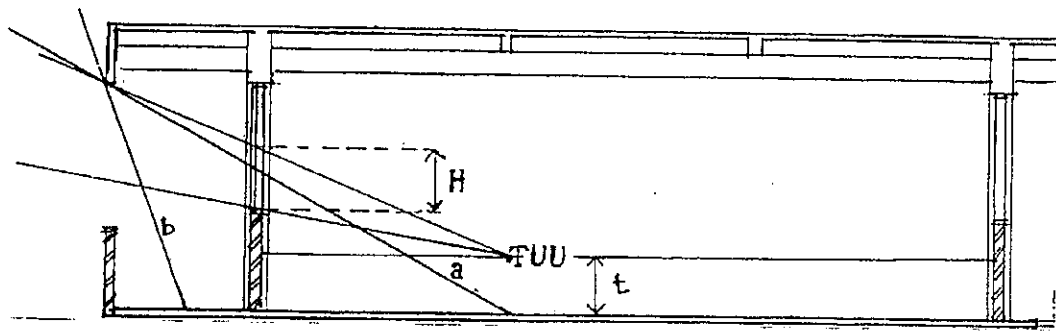


(c) Fasade bangunan dari barat laut

Gambar 3. Fasade bangunan Gedung Yustinus dari berbagai arah
 Sumber : dokumentasi peneliti (2003)

Dalam pemanfaatan cahaya alami, masuknya radiasi sinar matahari langsung ke dalam bangunan harus dibuat seminimal mungkin. Dalam perancangan elemen pelindung sinar matahari / *sun shading device*, harus diperhitungkan pula terjadinya pengurangan terang langit dan cahaya matahari yang masuk ke dalam ruangan.

Untuk lebih jelasnya fenomena tentang pencahayaan alami yang terjadi pada gedung Yustinus ini dapat dilihat pada gambar berikut :



- a = cahaya matahari masuk bersama sinar matahari melalui lubang cahaya
- b = cahaya matahari jatuh ke lantai balkon
- H = tinggi lubang cahaya efektif
- t = tinggi bidang kerja = 75 cm
- TUU = titik ukur utama

Gambar 4. Fenomena pencahayaan alami karena adanya *sun shading device*
Sumber : sketsa peneliti (2003)

Dari gambar di atas tampak bahwa karena adanya *sun shading device* maka terang langit tidak dapat secara maksimal masuk ke dalam ruangan sehingga lubang cahaya efektif yang terjadi pun kecil. Pada pukul 08.00, cahaya matahari masuk bersama sinar matahari ke dalam ruangan (diwakili oleh garis a). Sedangkan pada pukul 10.00, cahaya matahari jatuh ke lantai balkon (diwakili oleh garis b), kemudian direfleksikan oleh lantai balkon tersebut dan bidang-bidang lainnya di luar ruangan sebelum akhirnya masuk ke dalam ruangan.

1.2. Perumusan Masalah

Dengan berkurangnya sinar matahari yang masuk karena adanya *sun shading device* ini, berarti berkurang pula cahaya matahari dan terang langit yang

masuk melalui lubang cahaya efektif ke dalam bangunan. Demikian pula yang terjadi pada Gedung Yustinus. Dengan adanya balkon pada fasade Timur Laut dan Barat Daya berarti berkurang pula terang langit dan cahaya matahari yang masuk ke dalam ruangan. Padahal terang langit dan cahaya matahari merupakan sumber cahaya yang diambil sebagai dasar dalam perencanaan pencahayaan alami pada bangunan.

Dari fenomena tersebut, maka permasalahannya dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Adanya kontradiksi antara upaya penangkal radiasi sinar matahari dengan upaya pencapaian pencahayaan alami siang hari di dalam ruang
- b. Bagaimana upaya yang dapat dilakukan agar dapat dicapai pengoptimalan pencahayaan alami di dalam ruang ?
- c. Bagaimana sistem pencahayaan buatan yang ada dapat mengatasi turunnya intensitas pencahayaan alami di dalam ruangan agar diperoleh pencahayaan yang sesuai standar aktivitas perkuliahan ?

I.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah :

- a. Mengetahui upaya apa saja yang dapat dilakukan dalam mendukung tercapainya pencahayaan alami di dalam ruangan
- b. Mengetahui seberapa besar peran cahaya buatan dan variasinya dalam mendukung tercapainya pencahayaan alami dalam ruangan guna mendapatkan pencahayaan yang sesuai dengan standar aktivitas perkuliahan

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah :

- a. memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu arsitektur, terutama bidang arsitektur tropis dalam merencanakan pencahayaan alami pada bangunan bertingkat
- b. memberikan alternatif desain bahwa dengan desain seperti gedung Yustinus tersebut dapat dicapai pencahayaan alami yang cukup optimal sehingga bisa didapatkan tingkat kenyamanan visual yang disyaratkan
- c. memberikan masukan atau saran adanya kemungkinan optimalisasi sistem pencahayaan buatan pada gedung tersebut sehingga penggunaan energi listrik dapat lebih ditekan pada siang hari.

1.5 Lingkup Penelitian

Agar penelitian menjadi terarah dan tidak bias maka diperlukan batasan atau lingkup penelitian. Untuk lebih jelasnya akan diberikan batasan sebagai berikut :

- a. mengingat lantai 1 dan 2 tidak berfungsi sebagai ruang perkuliahan, maka lokasi penelitian dilakukan di lantai 3. Sedangkan lantai 4 dan 5 memiliki bentuk dan orientasi ruang kuliah yang sama dengan lantai 3.
- b. ruang yang akan diteliti adalah ruang kuliah R. 5.3.5, R 5.3.6, R 5.3.7 dan R. 5.3.8 dengan orientasi lubang cahaya efektif menghadap ke timur laut. Ruang tersebut dianggap dapat mewakili ruang-ruang lain yang lubang cahaya

efektifnya berorientasi ke arah barat daya, karena memiliki bentuk ruang yang sama dengan yang menghadap ke timur laut.

- c. waktu ukur penelitian dilakukan satu hari penuh untuk mendapatkan intensitas cahaya matahari out door dan in door, yaitu mulai pukul 08.00 – 16.00 dengan interval waktu pengukuran tiap 1 jam sekali.

I.6. Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan dalam penyusunan tesis ini akan diuraikan sebagai berikut :

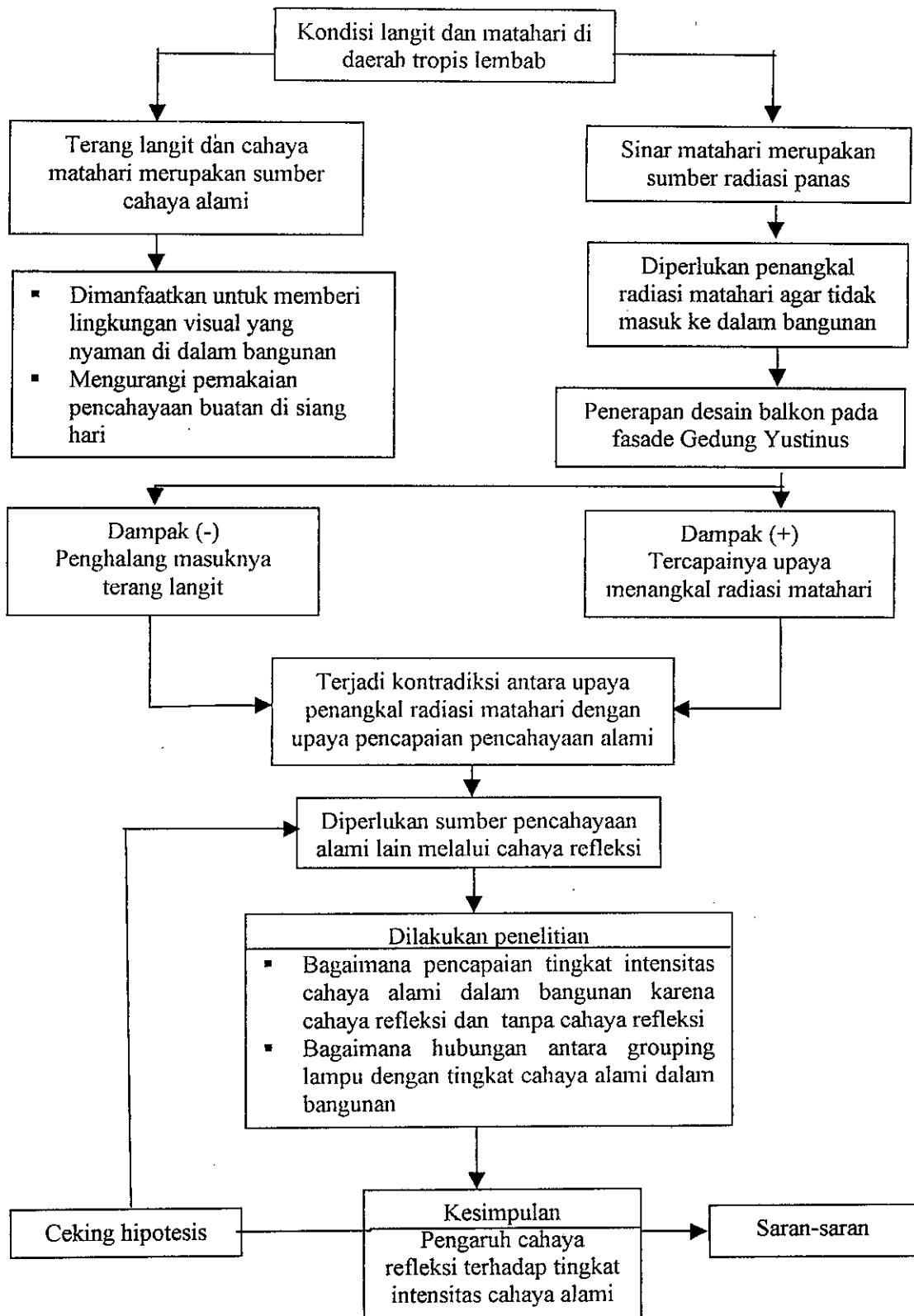
Bab pertama, pendahuluan, berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, lingkup penelitian, sistematika pembahasan dan alur pikir penelitian.

Bab kedua, tinjauan pustaka, menguraikan teori-teori yang mendukung permasalahan yang meliputi pengertian cahaya, perlindungan terhadap sinar matahari, pencahayaan alami siang hari, faktor pencahayaan siang hari, faktor langit, cahaya matahari sebagai penambah tingkat pencahayaan alami dari cahaya langit, kenyamanan visual untuk mata manusia, tingkat pencahayaan dalam bangunan, integrasi pencahayaan alami dan buatan, penempatan sumber cahaya buatan, dan landasan teori serta perumusan hipotesis.

Bab ketiga, metode penelitian, menjelaskan tentang pendekatan penelitian, variabel penelitian, sumber data, instrumen penelitian, dan langkah kerja penelitian.

Bab keempat, hasil dan pembahasan, menguraikan tentang hasil pengukuran intensitas cahaya alami ruang dalam pada kondisi tanpa refleksi, hasil pengukuran intensitas cahaya alami ruang dalam pada kondisi dengan refleksi, perbedaan intensitas cahaya alami ruang dalam pada dua kondisi yang berbeda, analisis kuantitatif perbedaan intensitas cahaya alami ruang dalam pada kondisi tanpa refleksi dan dengan refleksi, dan analisis pencahayaan buatan berdasarkan intensitas cahaya alami ruang dalam.

Bab keenam, kesimpulan dan rekomendasi, berisi tentang kesimpulan dan rekomendasi hasil penelitian.

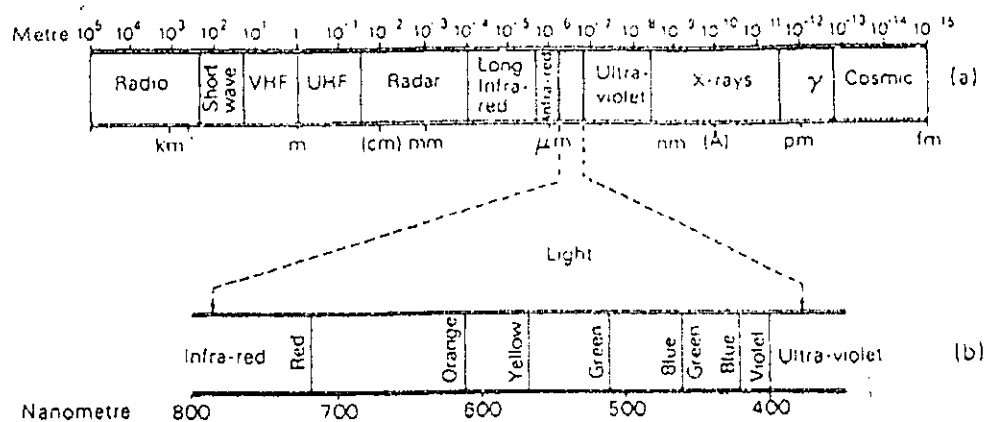


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Pengertian Cahaya

Menurut *Encyclopedia Americana* (1984), cahaya adalah energi elektromagnetik yang terpancar yang dapat dirasakan oleh mata manusia. Cahaya yang dapat dilihat oleh mata adalah satu-satunya bagian yang sangat kecil dari spektrum radiasi elektromagnetik yang luas. Spektrum ini meliputi gelombang radio, radiasi infra merah, cahaya yang terlihat oleh mata, radiasi ultraviolet, sinar X, dan sinar gamma. Bagian dari spektrum cahaya yang terlihat oleh mata berkisar antara frekuensi 4×10^{14} Hz hingga frekuensi 8×10^{14} Hz.



Gambar 5. Grafik gelombang elektromagnetik dan daerah cahaya yang terlihat
Sumber : Zsokolay (1979)

Menurut Mangunwijaya (2000), cahaya dapat diartikan sebagai arus partikel-partikel atau sebagai arus gelombang magnet elektro. Dari skala panjang gelombang sinar-sinar magnet elektro spektrum cahaya merupakan salah satu

mata rantainya dan semakin beralih juga warnanya, dari jingga violet hingga merah. Perpaduan warna-warna dari violet ke hijau ke kuning ke merah seperti tampak dalam pelangi berkesan netral, putih. Tetangga terdekat dengan sinar merah adalah sinar-sinar dengan frekuensi yang lebih rendah daripada frekuensi merah dan karenanya disebut sinar –sinar infra merah. Sinar infra merah adalah sinar-sinar panas. Tetangga di atas sinar-sinar violet disebut sinar ultra violet dan merupakan sinar-sinar yang berdaya kimia. Pengaruh panas dan kimia masih bekerja dalam daerah sinar cahaya. Semakin jauh dari daerah asal sinar infra merah ultra violet, semakin menurun juga pengaruh panas / kimia.

Sinar yang memancar dari matahari dan benda bercahaya mengeluarkan partikel – partikel yang sangat kecil. Radiasi sinar matahari menimbulkan kalor (panas). Di luar spektrum cahaya matahari yang dapat ditangkap mata terdapat cahaya yang tidak dapat ditangkap mata dan menimbulkan kalor. Karena berada diluar spektrum warna yang dapat ditangkap mata maka disebut sinar ultra violet (Ensiklopedia Ilmu Pengetahuan Popular *Grolier* dalam Rony, 1998).

Jadi perbedaan prinsip dari cahaya dan sinar matahari adalah bahwa cahaya merupakan spektrum cahaya yang tertangkap oleh mata dan tidak menimbulkan kalor. Sinar matahari adalah cahaya diluar spektrum warna yang tidak dapat ditangkap mata, berupa sinar infra merah dan menimbulkan kalor.

Sumber cahaya dapat berasal dari matahari, lampu listrik ataupun benda – benda yang tembus pandang seperti kaca atau air. Cahaya akan memantul bila terkena permukaan benda padat dan benda tersebut akan memancarkan cahaya itu.

Kita melihat benda jika cahaya yang dipantulkan memasuki mata. Tanpa cahaya kita tidak dapat melihat apapun.

Cahaya dan terang adalah syarat untuk penglihatan manusia. Dalam kegelapan kita tidak dapat melihat apa-apa, sebaliknya dalam terang yang sangat berlebihan kita tidak tahan terhadap kesilauannya. Suatu daerah optimum antara terang maksimum dan minimum kita butuhkan untuk melihat sehat dan nikmat.

II.2. Perlindungan Terhadap Sinar Matahari

Menurut Mangunwijaya (2000), sinar matahari langsung yang masuk melalui lubang cahaya mengandung sinar ultra violet yang bersifat panas. Untuk itu diperlukan semacam penangkal matahari agar sinar ultra violet tidak ikut masuk ke dalam bangunan yaitu dengan prinsip pemayungan dan penyaringan. Pada bangunan sistem pemayungan menggunakan elemen pelindung horisontal ataupun vertikal yang ditujukan untuk melindungi dinding khususnya bidang dinding di mana terdapat bukaan lubang cahaya. Misalnya dengan penggunaan atap pada beranda atau selasar, teritisan atap, kerai, dan tenda jendela. Sedangkan prinsip penyaringan sinar dapat menggunakan jalusi, kerawang, pergola atau teritisan yang bercelah.

Menurut Lippsemeier (1994), untuk melindungi bangunan dari sinar matahari biasa digunakan elemen pematah sinar pada bangunan. Elemen tersebut ditempatkan di atas jendela untuk mendapatkan peneduhan atau pembayangan akibat datangnya sinar matahari secara vertikal dan mengurangi area langit yang bisa dilihat dari dalam ruangan.

Menurut Mangunwijaya (2000), keberadaan elemen pematah sinar matahari dapat mempengaruhi bentuk dan ukuran lubang cahaya efektif. Hal ini disebabkan oleh adanya bagian dari bangunan yang menonjol dan menyempitkan pandangan keluar, seperti konstruksi balkon, konstruksi *sunbreaker* dan lain-lain.

II.3. Pencahayaan Alami Siang Hari

Pencahayaan pada suatu bangunan terdiri dari pencahayaan alami dan buatan. Pencahayaan alami siang hari dimaksudkan untuk memperoleh pencahayaan di dalam bangunan pada siang hari dari cahaya alami. Manfaat pencahayaan alami dapat memberikan lingkungan visual yang menyenangkan dan nyaman dengan kualitas cahaya yang mirip kondisi alami di luar bangunan. Selain itu juga dapat mengurangi atau bahkan meniadakan pencahayaan buatan sehingga dapat mengurangi penggunaan energi listrik. (Soegijanto, 1998).

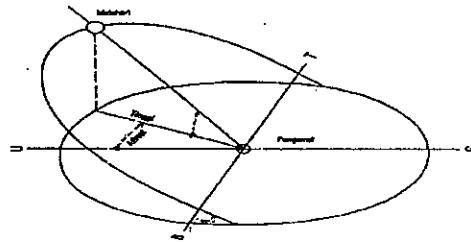
Untuk merancang pencahayaan alami perlu diketahui ketersediaan cahaya alami yang diterima di lokasi yang bersangkutan. Yang dimaksud cahaya alami siang hari di sini adalah cahaya matahari dan cahaya langit. Ketersediaan cahaya alami siang hari ini dipengaruhi oleh :

1. Letak geografis, terutama jarak terhadap katulistiwa atau derajat lintangnya
2. Iklim, terutama kondisi langit ialah jumlah dan jenis awan

Sedangkan menurut Lippsmeier (1994), pancaran cahaya matahari pada suatu tempat ditentukan oleh :

1. Durasi radiasi

Durasi radiasi matahari tergantung pada musim, garis lintang geografis tempat pengamatan, dan densiti awan. Salah satu ciri khas daerah tropis adalah waktu remang pagi dan senja yang pendek, semakin jauh sebuah tempat dari khatulistiwa, semakin panjang waktu remangnya. Pada saat bumi beredar mengelilingi matahari, sumbu bumi tidak selalu tegak lurus terhadap garis sumbu antara inti bumi dengan inti matahari. Pergeseran garis edar matahari akan menyebabkan terjadinya perubahan panjang hari atau lama penyinaran yang diterima pada tempat-tempat di permukaan bumi. Selama satu tahun peredaran mengelilingi matahari durasi penyinaran matahari berbeda-beda dengan interval waktu setiap 4 bulanan. (Lippsmeier, 1994).



Gambar 6. Penentuan letak matahari
Sumber : Lippsmeier (1994)

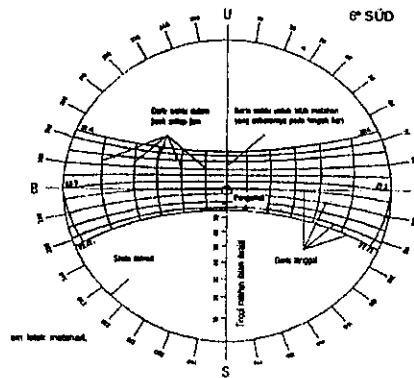
2. Intensitas matahari

Intensitas radiasi matahari ditentukan oleh energi radiasi absolut, hilangnya energi pada atmosfer, sudut jatuh pada bidang yang disinari dan penyebaran radiasi.

3. Sudut jatuh matahari

Sudut jatuh matahari ditentukan berdasarkan pada posisi relatif matahari, tempat pengamatan di permukaan bumi (sudut lintang geografis pengamat), musim dan lamanya penyinaran harian (yang ditentukan oleh garis bujur

geografis). Salah satu cara menentukan sudut jatuh matahari adalah melalui diagram matahari.



Gambar 7. Diagram letak matahari
Sumber : Lippsmeier (1994)

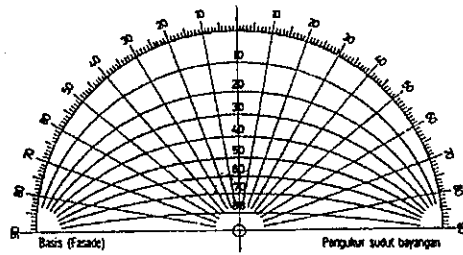
Diagram matahari digunakan dengan ketentuan dasar harus mengikuti ketentuan letak obyek pengamatan yang berkaitan dengan letak garis lintang dari lokasi obyek pengamatan.

Tinggi matahari, yang merupakan sudut antar horizon dan matahari, dicantumkan dalam skala 0° - 90° pada sumbu U-S pada diagram.

Garis tanggal, yang ditunjukkan pada arah B-T, merupakan simulasi terhadap lintasan matahari dan mulai terbit sampai terbenam pada satu hari. Posisi pengamat dalam diagram ini adalah di pusat diagram.

Garis jam, yang terletak vertikal terhadap garis tanggal, masing-masing garis mewakili spasi tiap jam. Garis yang berada tepat pada sumbu U-S menunjukkan waktu tengah hari (12.00) waktu setempat.

Dengan bantuan diagram pengukur sudut bayangan, diagram matahari ini digunakan untuk mengetahui pembayangan suatu fasade bangunan secara horisontal dan vertikal.



Gambar 8. Pengukur sudut bayangan
Sumber : Lippsmeier (1994)

II.4. Faktor Pencahayaan Siang Hari

Menurut Soegijanto (1998), untuk menyatakan tingkat pencahayaan dari langit di dalam bangunan, digunakan suatu ratio yang disebut dengan Faktor Pencahayaan Siang Hari (FP) atau Daylight Factor (DF). Faktor Pencahayaan Siang Hari (FP) didefinisikan sebagai : perbandingan tingkat pencahayaan pada suatu titik pada bidang tertentu dalam suatu ruangan yang ditimbulkan oleh cahaya langit dengan suatu distribusi luminansi tertentu, terhadap tingkat pencahayaan pada bidang horisontal dari cahaya langit di tempat terbuka, pada saat yang sama. Kedua tingkat pencahayaan tersebut tidak memperhitungkan cahaya matahari.

FP biasa dinyatakan dalam persen sebagai : $FP = E_i / E_o \times 100\%$,

di mana : E_i = tingkat pencahayaan dari cahaya langit pada suatu titik pada suatu bidang di dalam ruangan (lux)

E_o = tingkat pencahayaan dari cahaya langit pada bidang horisontal di tempat terbuka (lux)

Faktor pencahayaan siang hari dapat digunakan untuk menentukan FP pada berbagai titik dalam ruangan dengan jendela yang mempunyai ukuran tertentu dan untuk menentukan ukuran jendela yang dapat menghasilkan tingkat pencahayaan minimum tertentu pada siang hari antara jam 8.00 sampai jam 16.00.

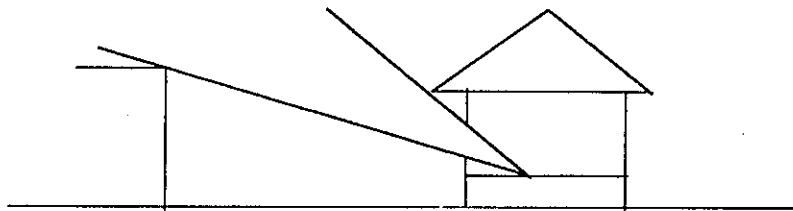
Faktor pencahayaan siang hari ditentukan pada bidang horisontal pada ketinggian meja, yaitu 75 cm di atas lantai. Hal ini digunakan untuk perhitungan pencahayaan di dalam ruangan untuk tugas visual pada bidang horisontal.

Faktor pencahayaan siang hari merupakan jumlah dari Komponen Langit (KL), Komponen Refleksi Luar (KRL) dan Komponen Refleksi Dalam (KRD) yang dinyatakan dengan persamaan : $FP = KL + KRL + KRD$

a. Komponen Langit (KL)

Komponen Langit pada suatu titik pada bidang kerja adalah angka perbandingan antara tingkat pencahayaan yang ditimbulkan oleh komponen cahaya langit terhadap tingkat pencahayaan pada bidang horisontal di tempat terbuka.

Besarnya Komponen Langit dipengaruhi oleh ukuran lubang cahaya, penghalang yang berada di luar bangunan, penghalang yang berupa bagian dari bangunan misalnya peneduh, transmitansi cahaya dari kaca penutup lubang cahaya. Komponen langit tidak dipengaruhi oleh reflektansi cahaya dari permukaan di dalam dan di luar ruangan, serta posisi titik tersebut pada bidang kerja.

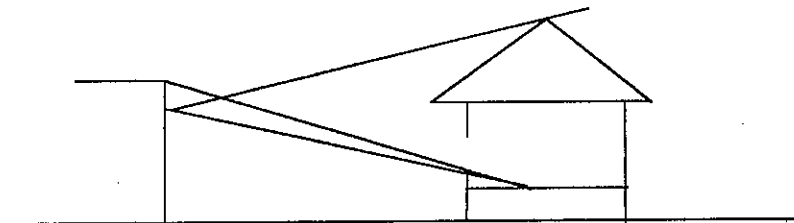


Gambar 9. Komponen langit dari lubang cahaya pada dinding
Sumber : Soegijanto (1998)

b. Komponen Refleksi Luar (KRL)

Komponen Refleksi Luar pada suatu titik pada bidang kerja adalah angka perbandingan antara tingkat pencahayaan yang ditimbulkan oleh komponen cahaya yang datang pada titik tersebut melalui pantulan dari penghalang yang berada di luar bangunan terhadap tingkat pencahayaan pada bidang horisontal di tempat terbuka pada saat yang sama.

Besarnya KRL dipengaruhi oleh ukuran lubang cahaya, ukuran penghalang, reflektansi cahaya dari permukaan penghalang, posisi titik tersebut pada bidang kerja. KRL tidak dipengaruhi oleh reflektansi cahaya dari permukaan di dalam ruangan.

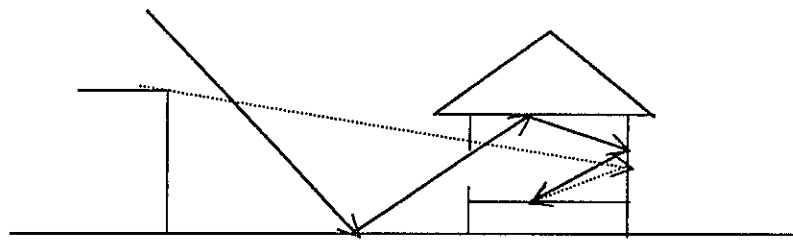


Gambar 10. Komponen refleksi luar dari lubang cahaya pada dinding
Sumber : Soegijanto (1998)

c. **Komponen Refleksi Dalam (KRD)**

Komponen Refleksi Dalam (KRD) adalah komponen cahaya yang datang pada suatu titik pada bidang kerja melalui pantulan dari permukaan-permukaan di dalam ruangan. Cahaya yang dipantulkan dapat berupa cahaya langsung dari langit maupun cahaya yang dipantulkan lebih dahulu oleh permukaan luar, baik berupa penghalang ataupun permukaan tanah di sekitar lubang cahaya.

Besarnya KRD dipengaruhi oleh reflektansi cahaya dari semua permukaan dalam dari ruangan, ukuran ruangan dan ukuran lubang cahaya.



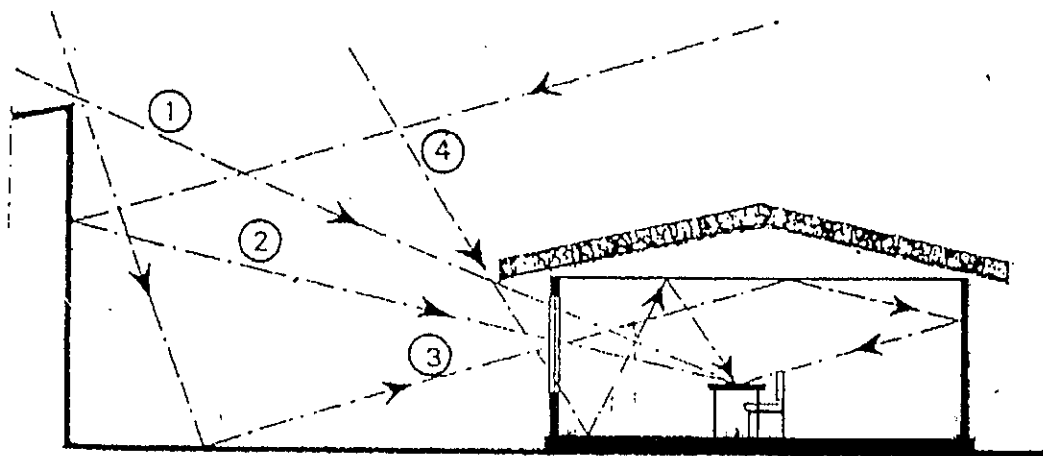
Gambar 11. Komponen refleksi dalam dari lubang cahaya pada dinding
Sumber : Soegijanto (1998)

Meskipun terdapat 3 komponen dalam FP, belum tentu untuk semua lubang cahaya tertentu dapat dihasilkan semua komponen tersebut. Jika tidak ada penghalang di depan lubang cahaya, maka $KL = 0$. demikian pula untuk lubang cahaya pada dinding dengan posisi yang tinggi dan di atasnya ada teritisan yang lebar, maka bisa jadi $KL = 0$ dan $KRL = 0$.

Menurut Mangunwijaya (2000), cahaya siang hari terdiri dari banyak macam unsur, yaitu :

1. unsur penerangan yang datang langsung dari langit, termasuk pantulan-pantulan awan

2. unsur refleksi luar, yaitu pemantulan cahaya dari benda-benda yang berdiri di luar ruangan dan masuk melalui jendela
3. unsur refleksi dalam, yaitu cahaya yang dipantulkan oleh benda-benda yang terletak rendah dan masuk melalui jendela dan lubang-lubang lain serta menerangi langit-langit atau bagian atas ruangan, kemudian terpantul lagi dan menerangi bidang kerja.
4. unsur bahan jendela, misalnya kaca macam apa, bersih atau kotor dan sebagainya.



1. cahaya langsung dari matahari pada bidang kerja
2. cahaya pantulan dari benda-benda sekitar
3. cahaya pantulan dari halaman, yang kemudian dipantulkan oleh langit-langit atau dinding ke arah bidang kerja
4. cahaya yang jatuh di lantai dan dipantulkan lagi oleh langit-langit

Gambar 12. Masuknya cahaya siang hari ke bidang kerja
Sumber : Mangunwijaya (2000)

II.5. Faktor Langit

Faktor langit adalah angka karakteristik yang digunakan sebagai ukuran untuk keadaan pencahayaan alami siang hari di berbagai tempat dalam suatu ruangan.

Dalam standar Tata Cara Perancangan Penerangan Alami Siang Hari untuk Rumah dan Gedung yang diterbitkan oleh Yayasan LPMB, Bandung, dikatakan bahwa keadaan pencahayaan alami yang cukup memuaskan dari suatu ruangan dinilai melalui besarnya faktor langit minimum di dua jenis titik ukur, yaitu Titik Ukur Utama (TUU) dan Titik Ukur Samping (TUS) pada bidang kerja. Titik ukur adalah titik di dalam ruangan, yang keadaan pencahayaannya dipilih sebagai indikator untuk keadaan pencahayaan seluruh ruangan. Titik ukur diambil pada suatu bidang datar / bidang kerja yang letaknya pada ketinggian 0,75 m di atas lantai. Letak kedua jenis titik ukur tersebut dipengaruhi oleh ukuran ruang, yaitu jarak antara bidang lubang cahaya ke dinding di seberangnya (d) dan jarak antara kedua dinding yang berseberangan lainnya. TUU diambil pada tengah-tengah antara kedua dinding samping, yang berada pada jarak $1/3$ dari bidang lubang cahaya efektif. Sedangkan TUS diambil pada jarak 0,5 m dari dinding samping yang juga berada pada jarak $1/3$ dari bidang lubang cahaya efektif.

Besarnya nilai faktor langit minimum yang disyaratkan dipengaruhi oleh fungsi dan ukuran ruangnya. Nilai dari faktor langit minimum untuk ruangan dalam bangunan sekolah, yang dinyatakan dalam prosentase, adalah :

Tabel 1. Faktor Langit minimum

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

Sumber : Mangunwijaya (2000)

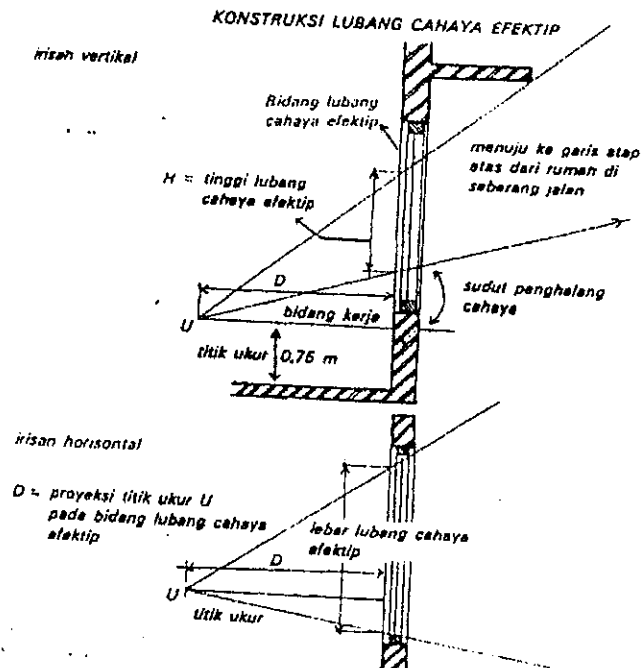
Menurut Soegijanto (1998), dalam standar tersebut ukuran yang digunakan adalah faktor langit karena faktor langit merupakan komponen yang terbesar dalam faktor pencahayaan siang hari. Hal ini disebabkan karena letak TUU dan TUS terletak pada $1/3 d$ dari lubang cahaya, atau tepatnya adalah bidang lubang cahaya efektif, sehingga di kedua titik ukur tersebut dapat terjadi faktor langit merupakan komponen terbesar.

Tetapi tidak selalu faktor langit merupakan komponen terbesar dalam faktor pencahayaan siang hari. Hal ini terjadi jika ada penghalang yang cukup besar di depan lubang cahaya yang akan menutup sebagian besar langit yang seharusnya akan terlihat pada semua titik pada bidang kerja kalau tidak ada penghalang tersebut.

Menurut Mangunwijaya (2000), lubang cahaya efektif dapat memiliki ukuran dan bentuk yang berbeda dari lubang cahaya itu sendiri. Hal ini disebabkan oleh :

- a. penghalang cahaya oleh bangunan lain atau oleh pohon yang tinggi
- b. bagian dari bangunan itu sendiri yang menonjol dan menyempitkan pandangan keluar, seperti balkon, konstruksi *sunbreakers*, dan lain-lain
- c. letak bidang kerja terhadap bidang lubang cahaya

H adalah tinggi lubang cahaya efektif
 L adalah lebar lubang cahaya efektif
 D adalah jarak titik ukur ke lubang cahaya efektif



Gambar 13. Konstruksi Lubang Cahaya Efektif
 Sumber : Mangunwijaya (2000)

II.6. Cahaya Matahari Untuk Meningkatkan Tingkat Pencahayaan Dari Cahaya Langit

Ketiga komponen dalam faktor pencahayaan siang hari yang telah dibicarakan pada sub bab sebelumnya tidak memperhitungkan cahaya matahari. Menurut Soegijanto (1998), dalam perancangan cahaya alami, cahaya matahari dihindarkan masuk langsung ke dalam ruangan, karena adanya kerugian yang dapat ditimbulkannya, yaitu pemanasan ruangan, penyilauan dan pemudaran warna dari benda-benda yang terkena cahaya matahari langsung. Kerugian ini dapat dikurangi jika cahaya matahari direfleksikan oleh benda yang berada di luar

gedung, baru masuk ke dalam ruangan. Jika hal ini dapat dilakukan maka akan dapat memperbesar tingkat pencahayaan alami dalam ruangan, karena cahaya matahari yang diterima di permukaan bumi lebih besar daripada cahaya langit.

Besarnya cahaya matahari global, yang merupakan jumlah dari cahaya matahari dan cahaya langit, rata-rata dapat mencapai 2 sampai 4 kali cahaya langit. Besarnya cahaya matahari untuk ketinggian di atas 50° yang masuk ke dalam ruangan secara tidak langsung dipengaruhi oleh posisi matahari terhadap bidang-bidang pemantul, reflektansi bidang pemantul, posisi bidang pemantul terhadap lubang cahaya, ukuran lubang cahaya dan reflektansi permukaan di dalam ruangan.

II.7. Kenyamanan Visual Untuk Mata Manusia

Menurut Mangunwijaya (2000), penerangan yang baik adalah apabila mata kita dapat melihat apa yang ada di sekitar kita dengan jelas dan nyaman. Dengan kata lain penerangan harus dapat memenuhi persyaratan fungsional dan persyaratan kenyamanan. Kurangnya cahaya yang diterima atau justru cahaya yang berlebihan yang masuk pada area mata merupakan penyimpangan terhadap pencahayaan alami sehingga menimbulkan silau. Silau berarti banyak sinar yang terpantul keluar dari suatu permukaan dan mengganggu lingkungan sekitar. Sinar yang berlebihan yang masuk pada area mata inilah yang menimbulkan silau.

Penerangan yang memadai bisa mencegah terjadinya astenopia dan mempertinggi kecepatan dan efisiensi membaca. Penerangan yang kurang tidak menyebabkan penyakit mata, tetapi menimbulkan kelelahan mata. Arah datang

cahaya yang tidak tepat pada posisi membaca atau menulis akan menyebabkan silau. (Vaughan dalam Rony, 1998)

Pada usia di bawah 40 tahun pencahayaan belum menjadi faktor penting yang akan mengurangi kecepatan dan akurasi dalam kerja visual. Pada usia 40-55 tahun pencahayaan menjadi faktor penting yang mempengaruhi kecepatan dan akurasi kerja visual. Pada usia di atas 55 tahun pengaruh pencahayaan ini menjadi faktor kritis terhadap kecepatan dan akurasi kerja visual.

Arah datang cahaya yang tidak tepat akan menimbulkan silau atau pembayangan pada bidang kerja. Bila cahaya datang dari arah depan bidang kerja maka akan terjadi silau, sedangkan bila datang dari kanan bidang kerja akan memunculkan bayangan pada bidang kerja sehingga mengurangi penerangan pada bidang tersebut.

II.8. Tingkat Pencahayaan Dalam Bangunan

Menurut Mangunwijaya (2000), tingkat pencahayaan adalah jumlah cahaya yang jatuh pada permukaan bidang kerja, dengan satuan lux. Satu lux sama dengan 1 lumen/m². Besarnya tingkat pencahayaan tergantung pada lama pekerjaan yang dihadapi, jenis pekerjaan, tingkat ketelitian dan usia yang melakukan pekerjaan.

Jenis pekerjaan yang dilakukan di dalam ruang merupakan jenis pekerjaan visual sedang yang tidak memerlukan ketepatan dan ketelitian tinggi. Kualitas penerangan untuk berbagai aktivitas yang dilakukan di dalam ruang dibedakan menjadi :

Tabel 2. Kuat penerangan untuk berbagai aktivitas

Aktivitas	Kuat penerangan
Pekerjaan halus sekali	300 lux
Pekerjaan halus	150 lux
Pekerjaan sedang	80 lux
Pekerjaan kasar	40 lux

Sumber : Mangunwijaya (2000)

Dalam Tata Caca Perencanaan Teknis Konservasi Energi Pada Bangunan Gedung yang diterbitkan oleh LPMB Bandung disebutkan bahwa tingkat pencahayaan yang direkomendasikan untuk pekerjaan yang menggunakan pencahayaan dalam ruangan tidak boleh kurang dari 200 lux. Contohnya membaca dan menulis yang tidak terus menerus.

Sedangkan menurut Soegijanto (1998), tingkat pencahayaan minimal untuk pekerjaan visual membaca dan menulis yang tidak terus menerus, misalnya ruang kuliah, adalah 200 lux.

II.9. Warna Dan Bentuk Bidang Reflektor Cahaya

Menurut Mangunwijaya (2000), warna gelap pada salah satu bagian ruang bisa mempengaruhi kuat cahaya dalam ruangan. Pemberian warna gelap pada plafon, lantai, dinding memberikan prosentase kuat penerangan ruang yang berbeda-beda. Permukaan – permukaan yang berwarna terang akan memantulkan cahaya alami siang hari dan akan meningkatkan intensitas penerangan dalam ruang. Permukaan yang pertama menerima pantulan cahaya dari luar diberi warna terang guna meningkatkan jumlah cahaya yang dipantulkan ke dalam ruangan.

Permukaan material yang dicat dengan warna putih memiliki kemampuan memantulkan cahaya 80-70 %, sedangkan warna hitam memiliki kemampuan memantulkan cahaya 15-5 %.

Bentuk bidang reflektor juga berpengaruh terhadap arah dan intensitas cahaya yang dipantulkan. Menurut Zemansky (1994), cahaya yang datang pada bidang datar akan dipantulkan sebesar sudut datang cahaya dengan intensitas cahaya yang dipantulkan tetap. Sedangkan pada permukaan bidang pantul yang cekung, cahaya yang dipantulkan oleh bidang cekung akan mengumpul atau menuju ke titik pusat kelengkungannya dan intensitas cahaya yang dipantulkan akan bertambah. Sebaliknya pada bidang pantul yang cembung, cahaya yang dipantulkan oleh bidang cembung akan menyebar seluas bidang kecembungannya dan intensitas cahaya yang dipantulkan akan menyusut.

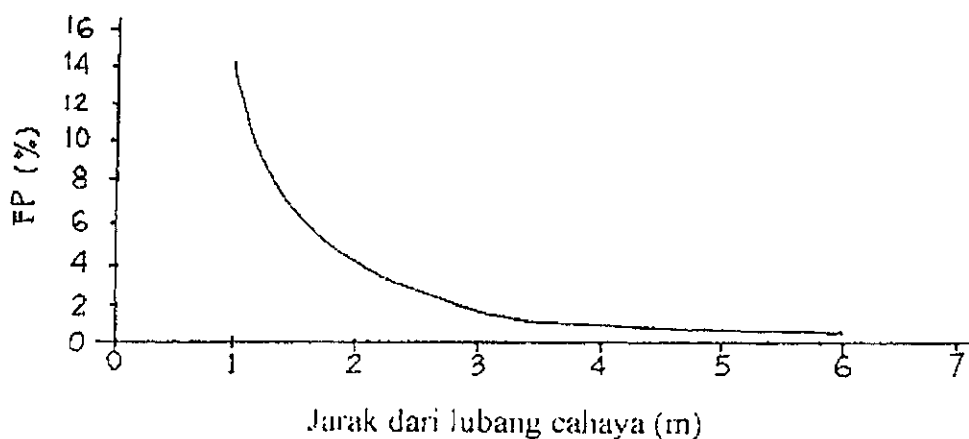
II.10. Integrasi Pencahayaan Alami Dengan Pencahayaan Buatan

Integrasi pencahayaan alami dengan pencahayaan buatan dapat diartikan juga dengan mengurangi penggunaan pencahayaan buatan pada siang hari dengan memanfaatkan semaksimal mungkin pencahayaan alami. Daerah yang dekat dengan lubang cahaya pada siang hari umumnya tidak memerlukan lagi tambahan pencahayaan, sedang daerah yang lebih dalam mungkin masih memerlukan penambahan pencahayaan dari sebagian lampu yang terpasang.

Untuk suatu ruangan yang menggunakan lubang cahaya pada dinding, kedalaman masuknya cahaya adalah terbatas, yang dipengaruhi oleh ukuran dan posisi lubang cahaya, reflektansi permukaan dalam ruangan serta transmitansi

kaca dari lubang cahaya. Tingkat pencahayaan di bagian ruangan yang jaraknya agak jauh dari lubang cahaya, tidak dapat digunakan untuk melakukan suatu tugas visual tertentu yang memerlukan tingkat pencahayaan yang lebih tinggi.

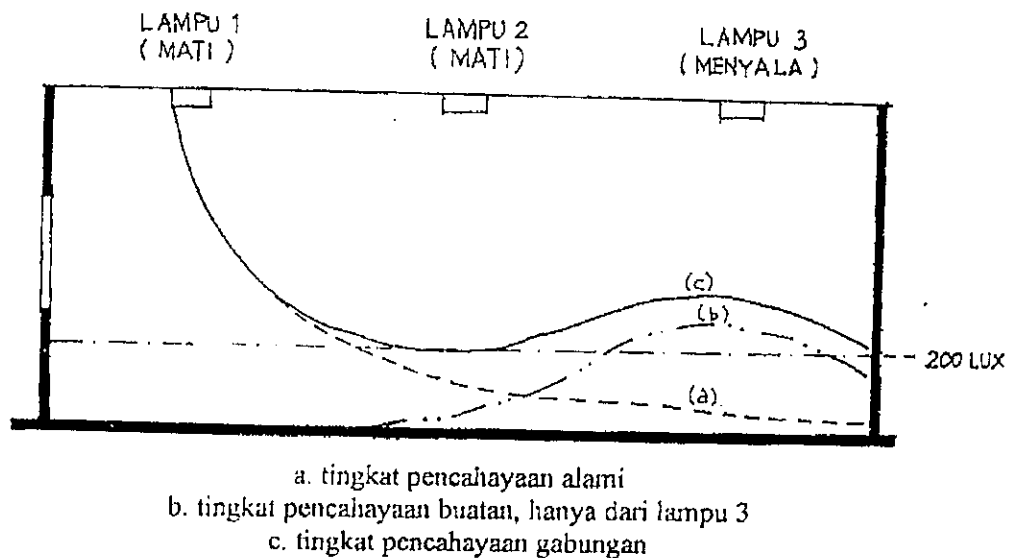
Dari contoh grafik tingkat pencahayaan alami berikut ini terlihat bahwa pada jarak lebih besar dari 3 m dari bidang lubang cahaya, FP akan lebih rendah dari 2% atau tingkat pencahayaannya kurang dari 200 lux. Jika diinginkan seluruh ruangan dapat difungsikan, misalnya sebagai ruang kuliah yang memerlukan tingkat pencahayaan 200 lux, maka bagian ruangan yang tingkat pencahayaannya kurang dari 200 lux memerlukan tambahan dari pencahayaan buatan.



Gambar 14. Grafik tingkat pencahayaan alami sebagai fungsi dari jarak terhadap bidang lubang cahaya
Sumber : Soegijanto (1998)

Menurut Soegijanto (1998), pencahayaan tambahan dari pencahayaan buatan yang diperlukan untuk menambah tingkat pencahayaan alami, sebaiknya diperoleh dari instalasi pencahayaan buatan untuk malam hari sehingga akan menghemat biaya dan menyederhanakan instalasi. Caranya adalah dengan

menyalakan sebagian lampu yang terpasang untuk menaikkan tingkat pencahayaan di tempat-tempat yang diperlukan.



Gambar 15. Gabungan pencahayaan alami dan buatan
 Sumber : Soegijanto (1998)

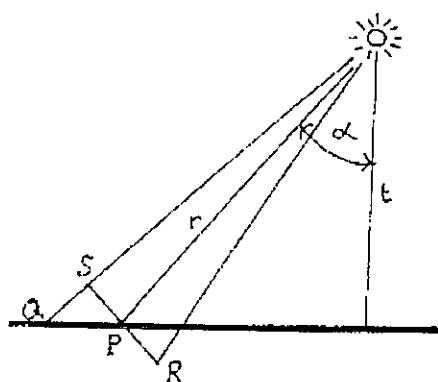
Perbedaan penggunaan energi dari seluruh lampu yang terpasang terhadap energi dari sebagian lampu yang digunakan pada siang hari inilah sebagai energi yang dapat dihemat pada siang hari karena pemanfaatan pencahayaan alami.

Untuk menambah atau mengurangi tingkat pencahayaan gabungan, pengendalian cahaya dari lampu dapat menggunakan alat pengendali dan sensor cahaya. Alat tersebut berupa tombol nyala mati atau peredup yang cara kerjanya bersifat manual atau otomatis. Alat pengendali tersebut dapat dengan cepat mengikuti perubahan pencahayaan alami sehingga lebih efektif dalam penghematan energi. Pengendalian dilakukan melalui nyala mati atau peredupan pada baris-baris lampu yang letaknya sejajar dengan bidang lubang cahaya.

II.11 Penempatan Sumber Cahaya Buatan

Dengan mengukur kuat penerangan dari sebanyak mungkin titik-titik pada suatu bidang kerja di bawah sumber cahaya, dapat diperoleh gambaran bagaimana tinggi rendah (terang gelap) kekuatan penerangan pada suatu bidang kerja.

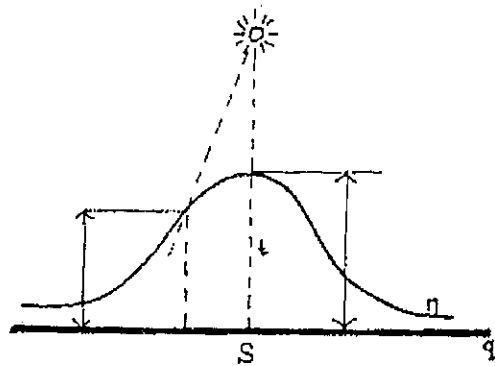
Untuk menghitung kekuatan penerangan pada suatu titik, misalnya titik P yang terletak pada bidang kerja, digunakan Hukum Kosinus Fotometri, di mana $E = I / t^2 \cdot \cos^3 \alpha$.



Gambar 16. Letak titik P pada bidang kerja terhadap sumber cahaya
Sumber : Mangunwijaya (2000)

Jarak t merupakan tinggi penempatan sumber cahaya terhadap suatu bidang kerja yang berjarak 75 cm di atas lantai.

Dari kurva yang ditunjukkan pada gambar berikut terlihat kekuatan cahaya pada titik-titik tertentu di bidang kerja q . Kekuatan cahaya di titik S yang berada tegak lurus di bawah sumber cahaya adalah yang paling besar.

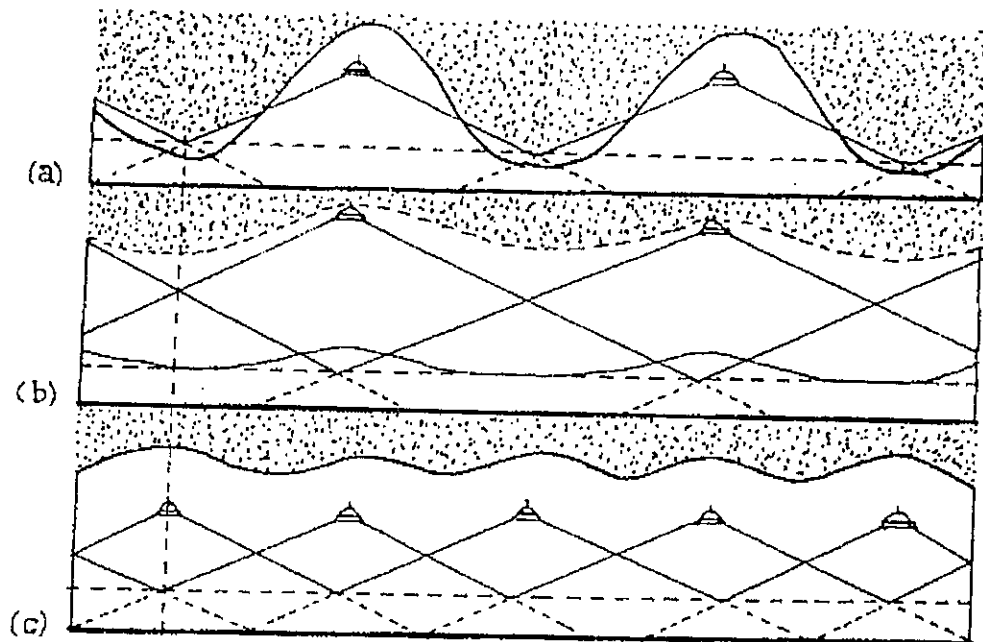


Gambar 17. Kurva kekuatan cahaya dari suatu sumber cahaya pada bidang kerja
Sumber : Mangunwijaya (2000)

Diagram cahaya dari beberapa lampu bermanfaat untuk menghitung biaya energi yang harus dikeluarkan. Dalam gambar 18(a) tampak 2 lampu yang dipasang sedemikian sehingga jarak satu sama lain menghasilkan kerucut-kerucut penerangan yang tidak tumpang tindih. Akibatnya timbul kontras yang cukup besar antara yang terang dan yang agak gelap.

Sedangkan pada gambar 18(b), pemasangan lampu-lampu tersebut dibuat 2 kali lebih tinggi. Semakin tinggi lampu, semakin merata penerangan pada bidang kerja. Tetapi akibatnya penerangan pada bidang kerja tinggal $\frac{1}{4}$ E semula. Maka untuk mengembalikan E semula, lampu diganti dengan yang berkekuatan 4 kali lebih dari semula.

Cara lain seperti pada gambar 18(c) di mana ketinggian lampu dan kekuatan cahaya lampu seperti pada gambar 18(a) tetapi jumlah lampunya diperbanyak 2 kali.



Gambar 18. Grafik kuat penerangan pada bidang kerja
 untuk berbagai ketinggian lampu
 Sumber : Mangunwijaya (2000)

Dengan grafik semacam itu bisa dihitung secara tepat pada jarak berapa lampu-lampu dipasang dan dengan penggunaan berapa kekuatan cahaya lampu, sehingga keseluruhan penerangan menjadi ekonomis.

Selain mengatur ketinggian dan jarak-jarak lampu, harus diperhatikan pula rendeman atau daya terang suatu sumber cahaya. Perbandingan antara jumlah lumen yang dihasilkan (cahaya) dan jumlah watt yang dibutuhkan (listrik) menghasilkan kekuatan cahaya spesifik.

Misalkan pada bola lampu sering tertulis $1000 \text{ W} = 16750 \text{ lm}$. Artinya kekuatan cahaya spesifik lampu tersebut adalah $16750 / 1000 \text{ lm/W} = 16,75 \text{ lm/W}$. Sedangkan pada lampu lain tertulis $25 \text{ W} = 340 \text{ lm}$, berarti kekuatan

cahaya spesifiknya adalah 13,6 lm/W. Jelas bahwa lampu pertama lebih ekonomis karena mempunyai rendeman yang lebih besar.

II.12. Landasan Teori

Dari berbagai studi pustaka yang telah dijabarkan sebelumnya, dapat diambil landasan teori sebagai berikut :

1. semakin besar penghalang di depan bidang lubang cahaya, semakin kecil lubang cahaya efektifnya
2. semakin kecil lubang cahaya efektif, semakin sedikit terang langit yang masuk ke dalam ruangan
3. semakin sedikit terang langit yang masuk ke dalam ruangan, semakin besar cahaya refleksi yang diperlukan dalam ruangan
4. semakin luas bidang reflektor cahaya, semakin besar intensitas cahaya yang dipantulkan oleh bidang tersebut
5. semakin terang warna permukaan bidang reflektor cahaya, semakin tinggi tingkat cahaya yang direfleksikan
6. semakin jauh dari bidang lubang cahaya, semakin besar kebutuhan akan tambahan pencahayaan buatan.

II.13. Hipotesis

Dari permasalahan dan teori di atas, memberikan dasar untuk menyusun hipotesis bahwa :

1. karena kecilnya lubang cahaya efektif, maka sistem pencahayaan alami pada Gedung Yustinus lebih mengandalkan refleksi cahaya dengan cara memanfaatkan bidang-bidang reflektor yang ada di luar ruangan
2. penataan grouping lampu dan saklar pada ruang kuliah di Gedung Yustinus tidak efisien dalam memenuhi kebutuhan akan tambahan pencahayaan buatan.

BAB III

METODE PENELITIAN

III.1. Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan prosedur eksperimen. Dalam prosedur eksperimen, peneliti memiliki kendali atau kontrol penuh untuk memanipulasi variabel independen. Manipulasi ini berupa pengendalian agar variabel-variabel yang tidak relevan dapat disingkirkan pengaruhnya dari eksperimen. Dengan demikian, setiap gejala yang terjadi pada variabel dependen dapat dikembalikan penyebabnya pada perbedaan perlakuan yang diberikan. (Azwar, 1998).

III.2. Variabel Penelitian

Menurut Nazir (1985), variabel adalah konsep yang mempunyai bermacam-macam nilai. Peneliti harus menentukan variabel-variabel mana yang akan digunakan dalam pengujian hipotesis.

Sedangkan Sutrisno Hadi (1973) mendefinisikan variabel sebagai gejala yang bervariasi. Gejala adalah obyek penelitian, sehingga variabel adalah obyek penelitian yang bervariasi, yang menjadi titik perhatian dalam suatu penelitian.

Dalam penelitian ini, untuk menguji hipotesis I, variabel-variabel yang muncul adalah sebagai berikut :

a. Variabel independen (bebas)

Variabel bebas adalah suatu variabel yang variasinya mempengaruhi variabel lain atau variabel yang pengaruhnya terhadap variabel lain ingin diketahui.

Dalam menguji hipotesis I, yang termasuk dalam variabel bebas adalah tingkat intensitas cahaya ruang luar.

b. Variabel dependen (terikat).

Variabel terikat adalah variabel penelitian yang diukur untuk mengetahui besarnya efek atau pengaruh variabel lain. Besarnya efek tersebut diamati dari berubahnya variasi yang tampak sebagai akibat perubahan pada variabel lain termaksud.

Dalam menguji hipotesis I, yang termasuk dalam variabel terikat adalah tingkat intensitas cahaya ruang dalam.

c. Variabel kontrol

Variabel kontrol adalah variabel bebas yang efeknya terhadap variabel terikat dikendalikan oleh peneliti dengan cara menjadikan pengaruhnya netral.

Variabel kontrol ini berfungsi sebagai kendali agar efek dari variabel bebas yang tidak diinginkan terhadap variabel terikat dapat dijaga sehingga tidak mencemari hasil penelitian.

Dalam menguji hipotesis I, yang termasuk dalam variabel kontrol adalah terang langit, orientasi bangunan, luas lubang cahaya, dan bidang-bidang refleksi di luar ruangan.

Sedangkan untuk menguji hipotesis II, variabel-variabel yang muncul adalah sebagai berikut:

a. Variabel independen (bebas)

Yang termasuk dalam variabel ini adalah distribusi pencahayaan alami ruang dalam

b. Variabel dependen (terikat)

Yang termasuk dalam variabel ini adalah distribusi pencahayaan buatan ruang dalam

c. Variabel kontrol

Yang termasuk dalam variabel ini adalah penataan grouping lampu, orientasi bidang lubang cahaya dan dimensi ruangan.

III.3. Sumber Data

Sumber data adalah subyek dari mana data dapat diperoleh. Sehubungan dengan wilayah sumber data yang dijadikan sebagai subyek penelitian, maka dalam penelitian ini data yang diperoleh bersumber dari studi kasus.

Dalam penelitian ini, peneliti ingin mengetahui seberapa besar pengaruh refleksi cahaya terhadap pencapaian pencahayaan alami dalam bangunan. Dengan berbagai pertimbangan akhirnya ditentukan Gedung Yustinus sebagai tempat penelitiannya. Setelah data terkumpul dan diolah maka peneliti memperoleh kesimpulan mengenai bagaimana pengaruh refleksi cahaya terhadap pencahayaan alami dalam Gedung Yustinus. Kesimpulan tersebut hanya berlaku bagi Gedung Yustinus.

III.4. Instrumen Penelitian

Pengumpulan data di lapangan menggunakan teknik pengukuran dan perekaman. Alat dan bahan penelitian yang digunakan dalam pengumpulan data di lapangan adalah :

1. Denah tempat penelitian

Pada denah tempat penelitian dibuat tempat-tempat yang menjadi titik ukur. Penentuan titik ukur ini menjadi acuan sehingga akan mempermudah dan mempercepat proses pengukuran di lapangan.

2. Tabel pengukuran

Tabel pengukuran dibuat dengan memuat kolom-kolom waktu pengukuran, intensitas cahaya ruang luar / terang langit, dan titik-titik ukur untuk intensitas cahaya ruang dalam yang terjadi. Pembuatan tabel pengukuran ini akan mempermudah peneliti dalam mencatat data hasil pengukuran di lapangan.

3. Kamera

Kamera digunakan sebagai alat pemotretan obyek bangunan. Kamera yang digunakan dilengkapi dengan pengaturan difragma manual agar mendapatkan gambar yang akurat. Sedangkan film yang digunakan adalah film asa 400 dan tidak memerlukan blitz atau pencahayaan tambahan di dalam ruang agar diperoleh hasil gambar yang sesuai dengan kondisi sesungguhnya.

4. Luxmeter

Luxmeter digunakan untuk mengukur intensitas cahaya di luar ruangan dan intensitas cahaya di dalam ruangan.

5. Meteran

Meteran digunakan untuk mengukur ketinggian titik ukur dari lantai (ketinggian bidang kerja) dan jarak-jarak titik ukur terhadap lubang cahaya efektif.

6. Kain hitam

Kain hitam digunakan untuk menutup bidang-bidang refleksi di luar ruang penelitian.

Kain hitam yang digunakan adalah kain yang menyerap cahaya dan tidak memantulkan cahaya. Perlakuan dengan cara menutup bidang refleksi dengan kain hitam ini mewakili kondisi bangunan dalam keadaan tanpa refleksi cahaya.

III.5. Langkah Kerja Penelitian

III.5.1. Langkah kerja untuk menguji hipotesis I

Langkah-langkah yang harus dikerjakan untuk menguji hipotesis I adalah :

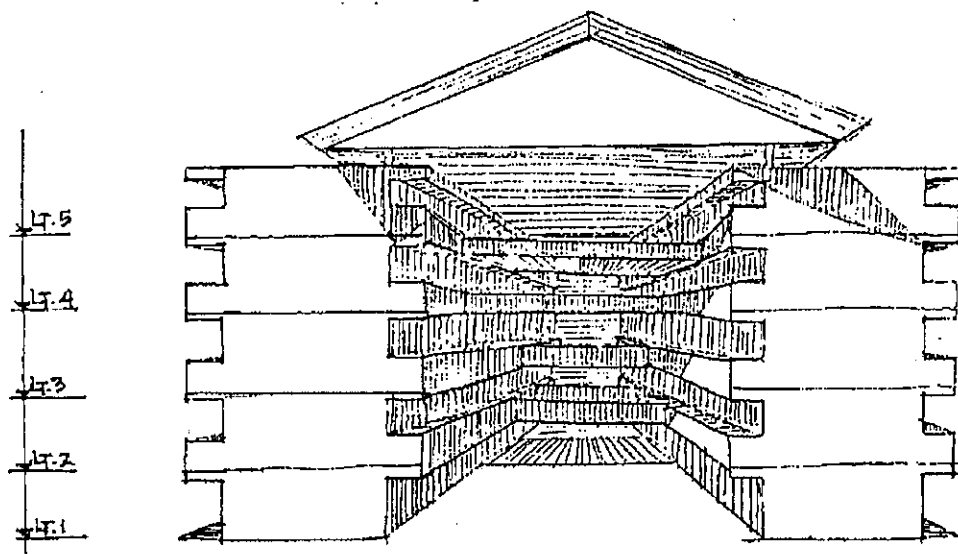
1. Penentuan tempat penelitian

Pengukuran dilakukan pada ruang kuliah karena ruang kuliah memerlukan tingkat pencahayaan tertentu yaitu minimal 200 lux.

Berdasarkan pola bayangan yang terjadi pada fasade barat laut pada pukul 10.00-11.00, terlihat bahwa refleksi cahaya oleh balkon terhadap ruang-ruang dalam dominan pada lantai 1,2, dan 3. Sedangkan di lantai 4 dan 5, balkonnnya hampir selalu terbayangi oleh atap sehingga intensitas cahaya yang direfleksikan

oleh balkon tersebut tidak sebesar intensitas cahaya yang direfleksikan oleh balkon di lantai 1,2 dan 3.

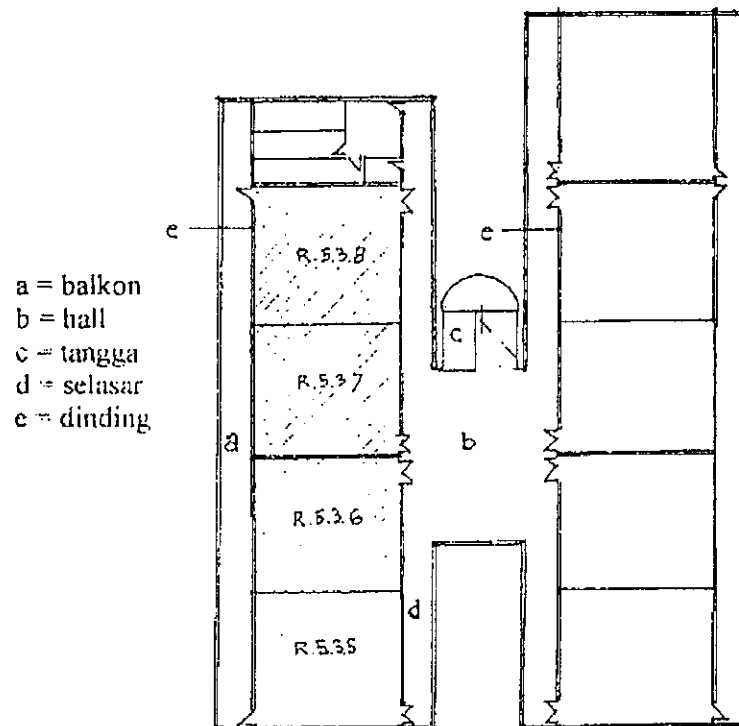
Berhubung lantai 1 dan 2 bukan sebagai ruang kuliah, maka tempat penelitian dilakukan di lantai 3 yang difungsikan sebagai ruang kuliah.



Gambar 19. Pola bayangan pada fasade barat laut pada pukul 10.00-11.00
Sumber : sketsa peneliti (2003)

2. Penentuan ruang penelitian

Setelah menentukan tempat / lantai bangunan yang akan diteliti, yaitu di lantai 3, kemudian ditentukan ruang mana yang akan dijadikan ruang penelitian. Ruang penelitian dilakukan di ruang R.5.3.5, R 5.3.6, R 5.3.7 dan R.5.3.8. Penentuan pilihan terhadap ruang ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa ruang-ruang tersebut mendapatkan refleksi cahaya dari semua bidang-bidang reflektor yang ada di luar ruang tersebut, baik dari balkon, selasar, hall, tangga, dinding maupun bidang reflektor lainnya.



Gambar 20. Ruang penelitian R.5.3.5, R.5.3.6, R.5.3.7 dan R.5.3.8 di lantai 3

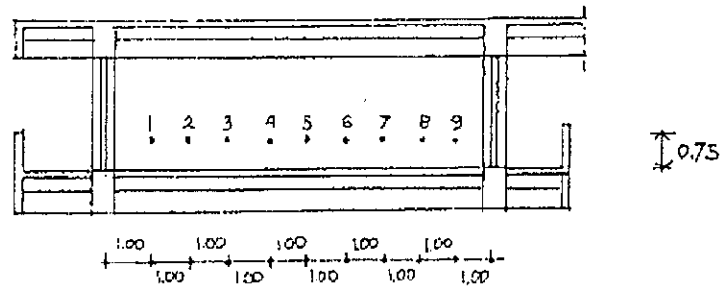
Sumber : sketsa peneliti (2003)

3. Penentuan titik ukur di ruang penelitian

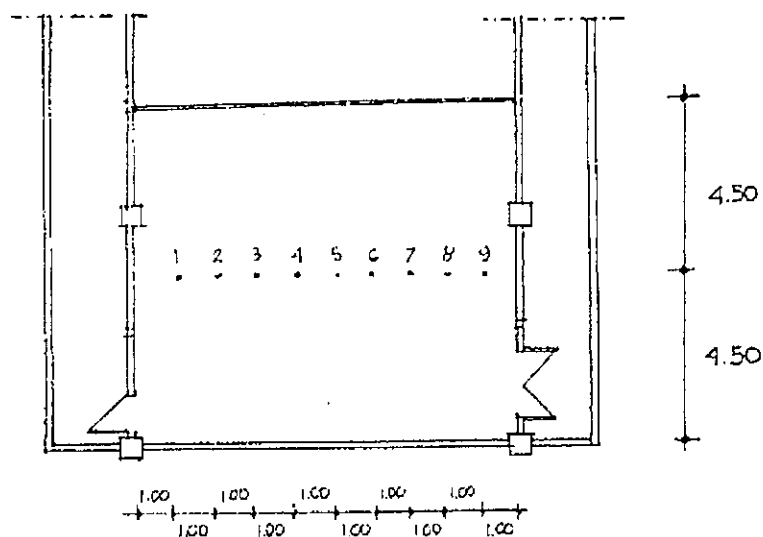
Pengukuran pada ruang penelitian di R.5.3.5, R.5.3.6, R.5.3.7 dan R.5.3.8 dilakukan untuk mendapatkan data intensitas pencahayaan ruang dalam. Pengukuran tersebut dilakukan pada tempat-tempat yang telah ditentukan titik-titik ukurnya. Untuk menentukan titik ukur dilakukan dengan membagi ruang-ruang penelitian tersebut menjadi beberapa titik, yaitu :

- Titik ukur diambil pada suatu bidang datar yang letaknya pada ketinggian 75 cm di atas lantai.
- Lebar tiap ruang penelitian, 10 m, dibagi menjadi beberapa titik ukur dengan interval 1 m dan diberi notasi TU1, TU2, TU3, TU4, TU5, TU6, TU7, TU8

dan TU 9. Letak titik-titik ukur tersebut berada di tengah-tengah panjang ruangan.



POTONGAN R.5.3.5



DENAH R.5.3.5

Gambar 21. Lokasi titik-titik ukur di R.5.3.5
Sumber : sketsa peneliti (2003)

4. Penentuan titik ukur di luar ruangan / bangunan

Pengukuran intensitas cahaya yang dilakukan di luar bangunan dimaksudkan untuk mendapatkan data intensitas pencahayaan ruang luar / outdoor. Pengukuran di bagian luar ruangan harus dilakukan di tempat yang terlindung oleh bayangan dan tidak langsung terkena sinar matahari, seperti di

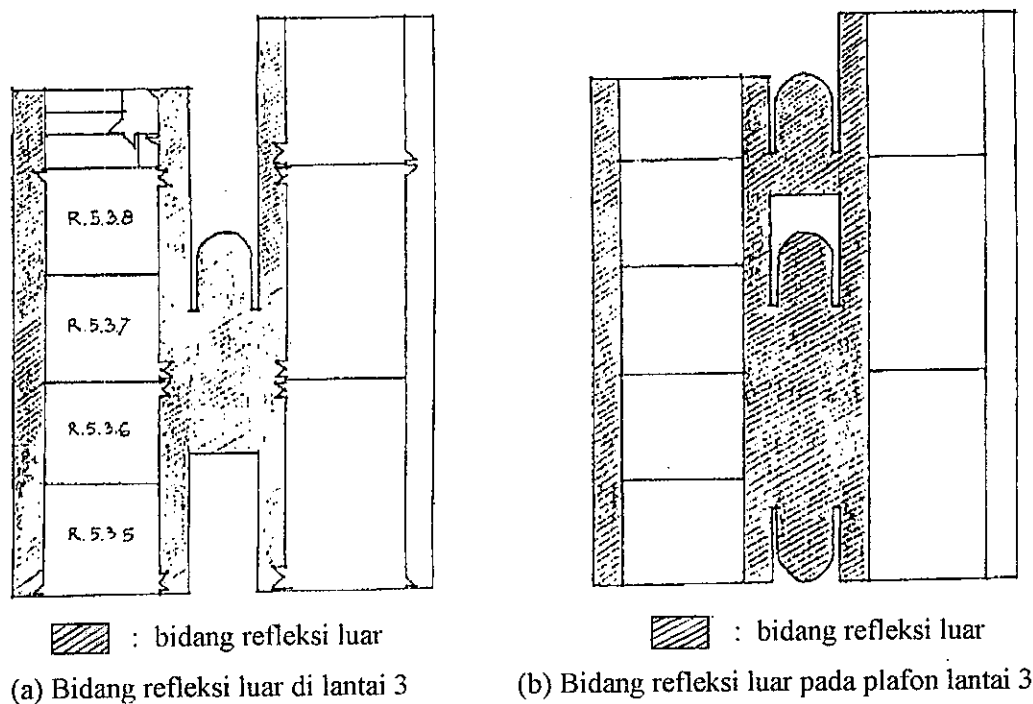
bawah pohon atau di tempat yang terbayangi oleh bangunan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan data tingkat terang langit yang terjadi.

5. Penentuan bidang-bidang refleksi luar

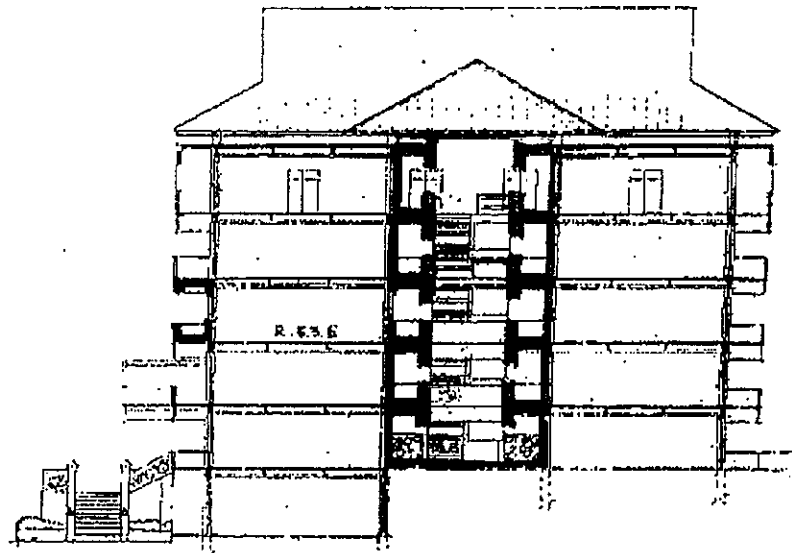
Bidang-bidang refleksi luar merupakan bidang-bidang di luar ruang penelitian yang berfungsi merefleksikan cahaya dari luar ke dalam ruang sehingga menghasilkan cahaya refleksi pada R.5.3.5, R.5.3.6, R.5.3.7 dan R.5.3.8.

Penentuan bidang refleksi luar dilakukan dengan maksud untuk mengkondisikan bangunan pada saat pengukuran dengan cahaya refleksi. Sedangkan untuk mengkondisikan bangunan tanpa cahaya refleksi, dilakukan dengan cara menutup semua bidang refleksi luar dengan kain hitam.

Bidang-bidang yang termasuk bidang refleksi luar untuk R.5.3.5, R.5.3.6, R.5.3.7 dan R.5.3.8 dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 22. Bidang-bidang refleksi pada sisi horisontal



— : bidang refleksi luar

Gambar 23. Bidang-bidang refleksi luar pada potongan melintang

6. Metode pengukuran

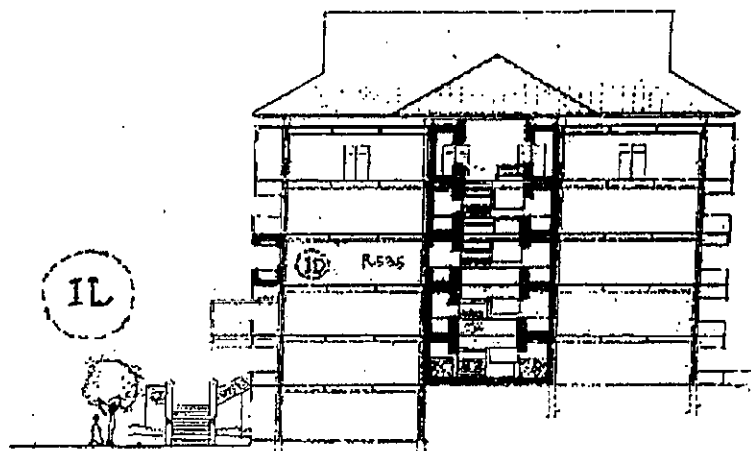
Metode pengukuran intensitas cahaya ruang dalam dan intensitas cahaya ruang luar dilakukan dengan dua kondisi bangunan yang berbeda, yaitu :

a. Bangunan dalam kondisi tanpa refleksi cahaya

Langkah-langkah yang harus dikerjakan pada pengukuran dalam kondisi tanpa cahaya refleksi adalah sebagai berikut :

1. Semua bidang-bidang refleksi luar, baik bidang horisontal maupun vertikal, ditutup dengan kain hitam yang tidak memantulkan cahaya
2. Waktu pengukuran dilakukan pada pukul 08.00 – 16.00. Pengukuran intensitas cahaya dilakukan tiap 1 jam sekali.
3. Pada waktu pengukuran yang bersamaan, misalnya pada pukul 08.00, dilakukan pengukuran terhadap intensitas cahaya ruang luar (IL) dan intensitas cahaya ruang dalam (ID)

4. Pengukuran tersebut dilakukan pada titik-titik ukur yang telah ditentukan sebelumnya, baik titik ukur untuk di dalam ruang penelitian maupun di ruang luar.
5. Alat pengukuran yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya ruang luar dan intensitas cahaya ruang dalam adalah luxmeter.
6. Data hasil pengukuran intensitas cahaya ruang luar dan intensitas cahaya ruang dalam kemudian dicatat dalam tabel (lihat Tabel 3) dan disajikan dalam bentuk grafik untuk tiap ruang.



- IL : intensitas cahaya ruang luar
 ID : intensitas cahaya ruang dalam
 ■ : bidang-bidang refleksi luar yang ditutup dengan kain hitam

Gambar 24. Rencana Pengukuran Intensitas Cahaya di R.5.3.5 Pada Kondisi Tanpa Refleksi

Tabel. 3. Tabel Intensitas Cahaya Ruang Luar dan Ruang Dalam Pada Kondisi Tanpa Refleksi Cahaya

Waktu pengukuran	Intensitas Cahaya R. Luar	Intensitas Cahaya R. Dalam (lux)								
		TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9
08.00	IL 1									
09.00	IL 2									
10.00	IL 3									
11.00	IL 4									
12.00	IL 5									
13.00	IL 6									
14.00	IL 7									
15.00	IL 8									
16.00	IL 9									

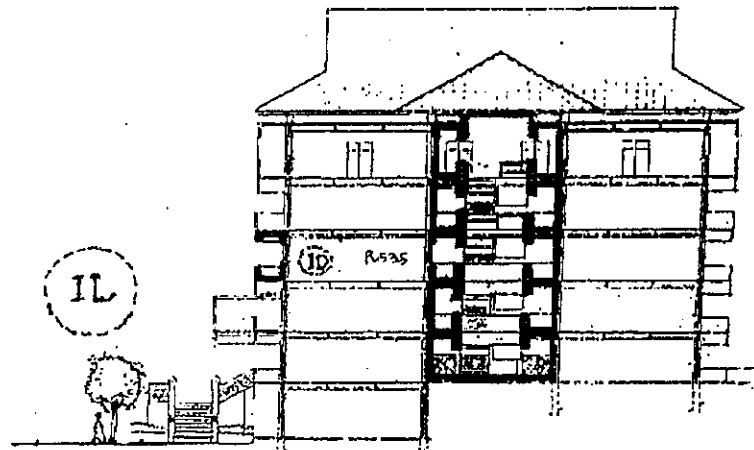
Ket. : IL 1 : intensitas cahaya ruang luar (IL) yang diukur pada pk.08.00,
 IL 2 : intensitas cahaya ruang luar (IL) yang diukur pada pk.09.00,
 IL 3 : intensitas cahaya ruang luar (IL) yang diukur pada pk.10.00, dst.

b. Bangunan dalam kondisi dengan refleksi cahaya

Langkah-langkah yang harus dikerjakan pada pengukuran dalam kondisi dengan cahaya refleksi adalah sebagai berikut :

1. Kain hitam yang sebelumnya menutupi semua bidang-bidang refleksi luar dilepas
2. Pada tingkat intensitas cahaya ruang luar (IL) yang **sama** dengan tingkat intensitas cahaya ruang luar (IL) pada kondisi tanpa refleksi , dilakukan pengukuran intensitas cahaya ruang dalam (ID).
3. Pengukuran intensitas cahaya ruang dalam dilakukan pada titik-titik ukur yang sama dengan titik-titik ukur dalam kondisi tanpa refleksi. Jadi, yang menjadi acuan pada pengukuran intensitas cahaya ruang dalam ini adalah tingkat intensitas cahaya luar (IL) yang **sama** dengan yang diperoleh pada kondisi tanpa refleksi.

4. Alat pengukuran yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya ruang luar dan intensitas cahaya ruang dalam adalah luxmeter.
5. Data intensitas cahaya tersebut kemudian dicatat dalam tabel (lihat tabel 4) dan disajikan dalam bentuk grafik untuk tiap ruang.



- IL : intensitas cahaya ruang luar
 ID : intensitas cahaya ruang dalam
 ■ : bidang refleksi luar yang dibuka kain hitamnya

Gambar 25. Rencana Pengukuran Intensitas Cahaya Ruang 5.3.5 Pada Kondisi Dengan Refleksi

Tabel 4. Intensitas Cahaya Ruang Dalam Pada Kondisi Dengan Refleksi

Intensitas Cahaya R. Luar	Intensitas Cahaya R. Dalam (lux)								
	TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9
IL 1									
IL 2									
IL 3									
IL 4									
IL 5									
IL 6									
IL 7									
IL 8									
IL 9									

Ket.: IL 1 : IL yang sama dengan IL 1 yang diukur pada kondisi tanpa refleksi,
 IL 2 : IL yang sama dengan IL 2 yang diukur pada kondisi tanpa refleksi,
 IL 3 : IL yang sama dengan IL 3 yang diukur pada kondisi tanpa refleksi, dst.

7. Analisis data

Data hasil pengukuran dianalisis dengan analisis kualitatif dan kuantitatif. Analisis kuantitatif dilakukan dengan cara menghitung prosentase kenaikan intensitas cahaya ruang dalam akibat adanya refleksi cahaya. Analisis kuantitatif lain dilakukan dengan metoda statistik, yaitu dengan menggunakan uji beda (uji T) untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan intensitas cahaya alami ruang dalam pada kondisi bangunan tanpa refleksi dan pada kondisi bangunan dengan refleksi.

III.5.2. Langkah kerja untuk menguji hipotesis II

Langkah-langkah yang harus dikerjakan untuk menguji hipotesis II adalah:

1. Dari grafik intensitas pencahayaan alami di ruang R.5.3.5, R 5.3.6, R 5.3.7 dan R.5.3.8, akan diketahui pada titik-titik ukur mana saja terjadi intensitas cahaya yang berada di bawah standar 200 lux. Pada titik ukur yang memiliki intensitas cahaya berada di bawah 200 lux berarti memerlukan pencahayaan tambahan / buatan untuk memenuhi standar 200 lux.
2. Dari data eksisting grouping titik lampu dan saklar, akan diketahui titik-titik lampu mana saja yang akan menyala guna memenuhi kebutuhan pencahayaan agar mencapai standar 200 lux dan dihitung besar pemakaian daya listriknya.
3. Dengan berdasarkan grafik intensitas cahaya alami ruang dalam (pada point 1), dibuat penataan kembali grouping titik lampu dan saklar di ruang-ruang tersebut.
4. Dari penataan kembali grouping lampu tadi, akan diketahui titik-titik lampu mana saja yang akan menyala guna memenuhi kebutuhan pencahayaan agar mencapai standar 200 lux dan dihitung pemakaian daya listriknya.

5. Menghitung selisih antara pemakaian daya listrik yang berdasarkan pada kondisi eksisting titik lampu dengan kondisi ideal titik lampu (yang berdasarkan distribusi intensitas cahaya alami). Selisih daya listrik inilah yang merupakan pemborosan / in-efisiensi daya listrik yang disebabkan karena grouping titik lampu tidak mengikuti distribusi intensitas cahaya alami.

BAB IV

GAMBARAN UMUM OBYEK PENELITIAN

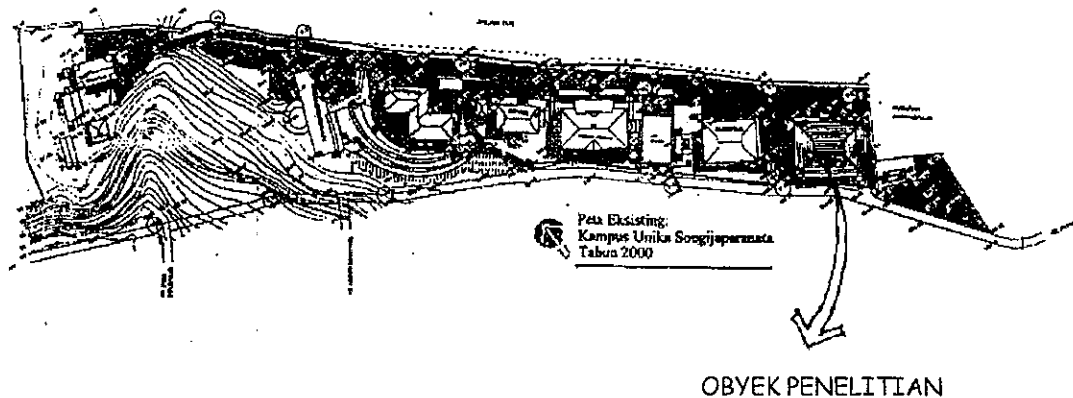
IV.1. Letak Geografis Dan Kondisi Iklim Kota Semarang

Kota Semarang memiliki koordinat geografis 7°LS dan 110°BT, dengan ciri-ciri iklim tropis sebagai berikut :

- Temperatur terendah 27,5°C – 24,2°C dan temperatur tertinggi 31,8°C.
- Daerah berpantai dan berbukit dengan kemiringan topografi 2% - 40% dngan variasi ketinggian antara 0 sampai dengan 100 m dari permukaan laut
- Curah hujan rata-rata pertahun 1875 mm
- Kelembaban udara lebih dari 70%

IV.2. Lokasi Obyek Penelitian

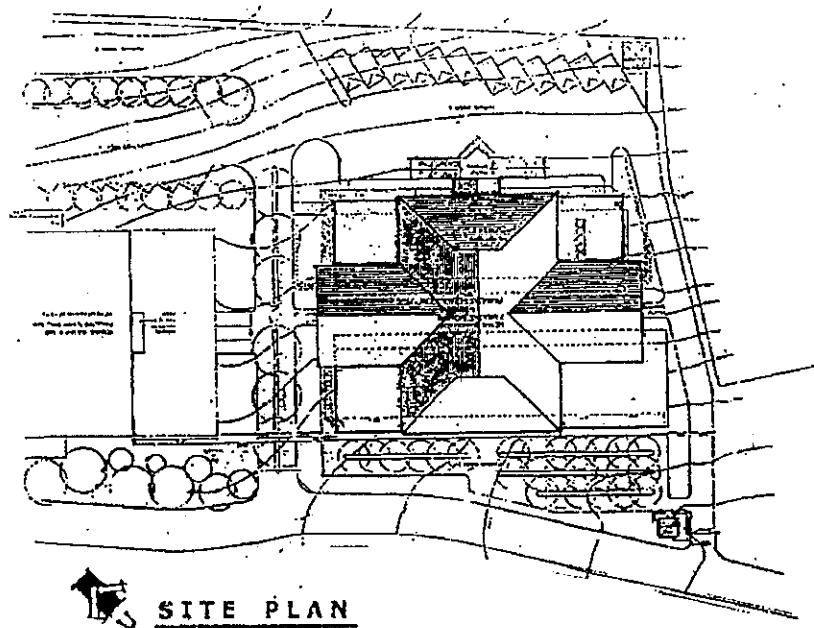
Universitas Katolik (Unika) Soegijapranata terletak di kawasan Perguruan Tinggi Swasta, Bendan Duwur, Semarang Selatan. Kompleks Unika Soegijapranata ini memiliki sejumlah gedung yang memisahkan antara fakultas yang satu dengan fakultas yang lain, di mana tiap gedung fakultas tersebut diberi nama baptis Katholik.



Gambar 26. Peta Eksisting Kampus Unika Soegijapranata Tahun 2000
Sumber : Yayasan Sanjoyo (2003)

Gedung Yustinus merupakan gedung Fakultas Ekonomi yang terletak di bagian paling timur dari kawasan kampus Unika dan berada pada lokasi tertinggi di antara gedung-gedung lain pada satu kompleks kawasan Unika. Gedung ini berbatasan dengan:

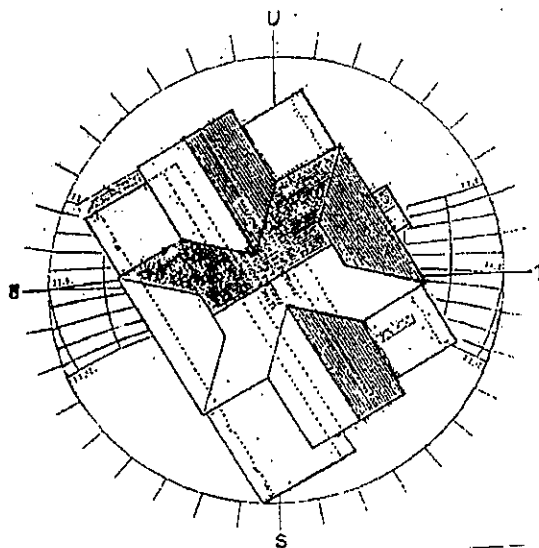
- a. Sebelah timur laut, jalan tol Jatingaleh-Krapyak
- b. Sebelah tenggara, makam dan area parkir kampus
- c. Sebelah barat daya, jalan Pawiyatan Luhur (penghubung antara daerah Sampangan dan Jatingaleh)
- d. Sebelah barat laut, gedung Albertus



Gambar 27. Site Plan Gedung Yustinus Unika Soegijapranata Semarang
Sumber : Yayasan Sanjoyo (2003)

IV.3. Orientasi Bangunan

Bangunan gedung Yustinus membujur pada arah Tenggara – Barat Laut, dengan sisi panjang gedung menghadap arah Timur Laut – Barat Daya.



Gambar 28. Posisi Gedung Yustinus Terhadap Garis Sumbu U-S
Sumber : Yayasan Sanjoyo (2003)

IV.4. Bentuk, komponen dan bahan bangunan

IV.4.1. Denah dan tampak bangunan

Bentuk denah bangunan gedung Yustinus pada dasarnya adalah empat persegi panjang dengan sisi panjang pada arah timur laut dan barat daya. Gedung Yustinus merupakan gedung 5 lantai ditambah 1 lantai basement. Bentuk atap gedung ini mengambil bentuk atap tradisional Jawa, yaitu limasan dan pelana, yang digabungkan.

Untuk lebih jelasnya, gambar denah dan tampak Gedung Yustinus dapat dilihat pada Lampiran.

IV.4.2. Struktur bangunan

Bangunan gedung Yustinus menggunakan struktur pondasi foot plat dan struktur kolom dan balok beton bertulang (non bearing wall).

IV.4.3. Komponen dan bahan bangunan

Komponen dan bahan bangunan yang digunakan pada gedung Yustinus ini adalah:

1. Atap

Atap gedung Yustinus menggunakan 2 bahan , yaitu genteng beton dan dak beton. Genteng beton digunakan untuk penutup atap pada ruang aula dan hall sedangkan dak beton digunakan untuk penutup atap pada ruang perkuliahan dan hall tengah. Konstruksi rangka atap menggunakan kuda-kuda baja dengan plafon dari material kayu.

2. Dinding

Dinding gedung Yustinus menggunakan bahan batu bata dengan kolom-kolom beton

3. Lantai

Lantai gedung Yustinus menggunakan beberapa bahan , yaitu cone block (paving block), ubin keramik dan ubin PC. Cone block digunakan pada hall lantai 1 sebelah barat laut dan tenggara. Ubin keramik digunakan pada lantai selasar, hall tengah, tangga kamar mandi/WC dan hall luar. Sedangkan ubin PC digunakan pada ruang kuliah dan balkon, baik pada sisi timur laut maupun barat daya.

4. Bukaan dinding

Bukaan dinding terdiri dari jendela, pintu dan ventilasi. Jendela terbuat dari bahan kaca rayban yang berfungsi untuk memasukkan pencahayaan alami dari matahari dan sirkulasi udara. Pintu dan kusen terbuat dari bahan kayu dengan finishing pelitur dan kaca yang berfungsi sebagai sirkulasi aktivitas manusia keluar masuk ruang. Sedangkan ventilasi terbuat dari bahan kayu finishing pelitur dan berbentuk krepak miring. Ventilasi ini berfungsi sebagai sirkulasi udara.

5. Sunshading

Sun shading pada gedung Yustinus merupakan plat struktur eksterior bangunan yang ditumpu oleh cantilever beton. Sun shading ini berbentuk balkon dan berfungsi sebagai perisai terhadap sinar matahari dan silau yang masuk ke dalam ruang.



Gambar 29. Fasade bangunan dengan balkon pada tiap lantai



Gambar 30. Tampak bangunan dari arah barat daya



Gambar 31. Tampak bangunan dari arah timur laut



Gambar 32. Tampak bangunan dari arah barat laut



Gambar 33. Entrance bangunan dari arah barat laut, .
terbuka hingga lantai ke 5

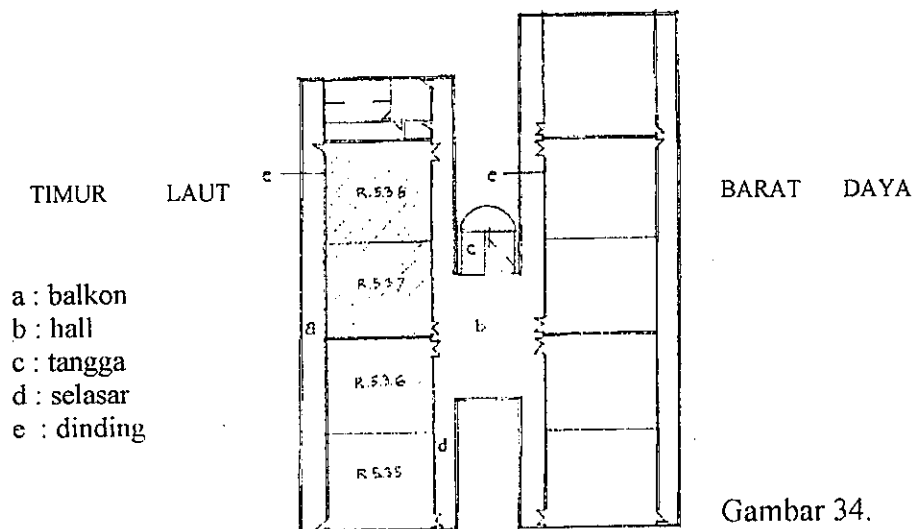
BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

V.I. Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Alami Ruang Dalam Pada Kondisi Bangunan Tanpa Refleksi

Pengukuran intensitas cahaya alami ruang luar dan ruang dalam dilakukan pada saat yang bersamaan dengan interval waktu 1 jam, dimulai dari pukul 08.00 – 16.00. Pengukuran dilakukan pada tanggal 22 September 2003. Lokasi pengukuran intensitas cahaya alami ruang dalam dilakukan di lantai 3, dengan lokasi titik ukur sebagai berikut :

- Ruang R. 5.3.5 dengan lebar 10 m = 9 titik ukur
- Ruang R. 5.3.6 dengan lebar 10 m = 9 titik ukur
- Ruang R. 5.3.7 dengan lebar 10 m = 9 titik ukur
- Ruang R. 5.3.8 dengan lebar 10 m = 9 titik ukur



Gambar 34.
Daerah penelitian lt.3

V.1.1. HASIL PENGUKURAN DI RUANG R.5.3.5

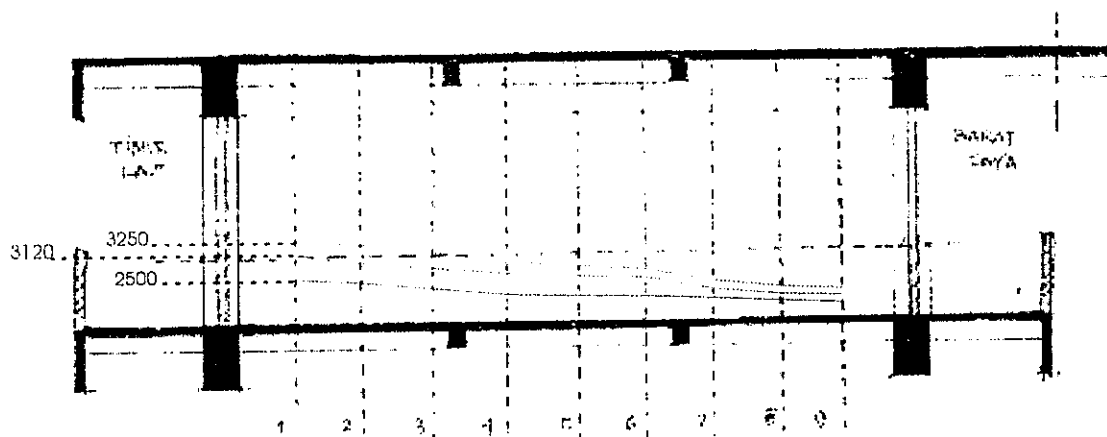
Hasil pengukuran intensitas cahaya alami pada kondisi bangunan tanpa refleksi di ruang R.5.3.5 tersaji dalam tabel berikut ini :

Tabel 5.
Intensitas cahaya alami di R 5.3.5 pada kondisi bangunan tanpa refleksi cahaya

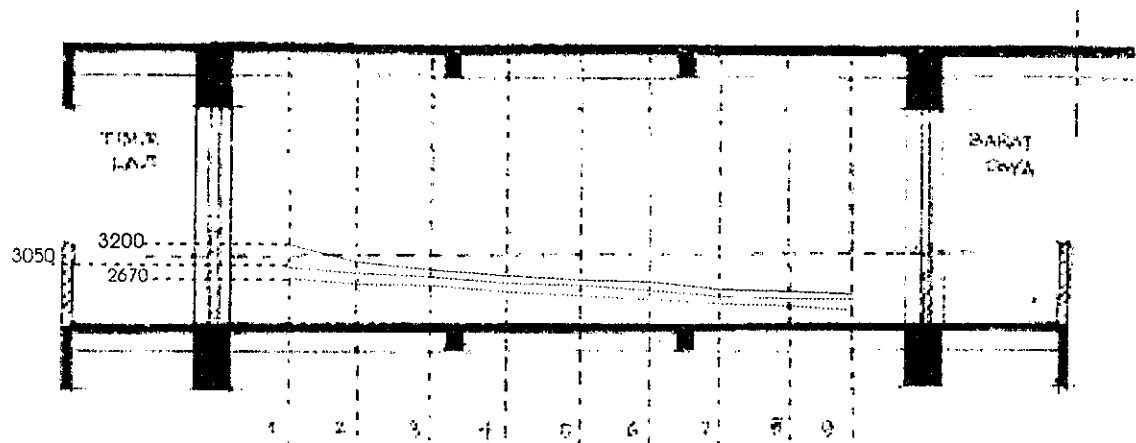
Waktu pengukuran	Intensitas Cahaya R. Luar	Intensitas Cahaya R. Dalam (lux)								
		TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9
08.00	2500	150	145	135	120	110	95	85	80	65
09.00	3250	230	225	205	195	165	145	115	105	85
10.00	3120	210	170	160	155	150	130	105	85	80
11.00	3200	225	190	175	160	155	135	110	105	85
12.00	2670	160	150	130	120	110	95	90	80	65
13.00	3050	170	160	150	125	115	110	100	95	80
14.00	2860	165	160	145	120	115	100	90	85	75
15.00	1990	140	135	130	115	105	75	65	55	50
16.00	1360	130	120	110	100	95	65	60	50	35

Sumber : Hasil pengukuran peneliti

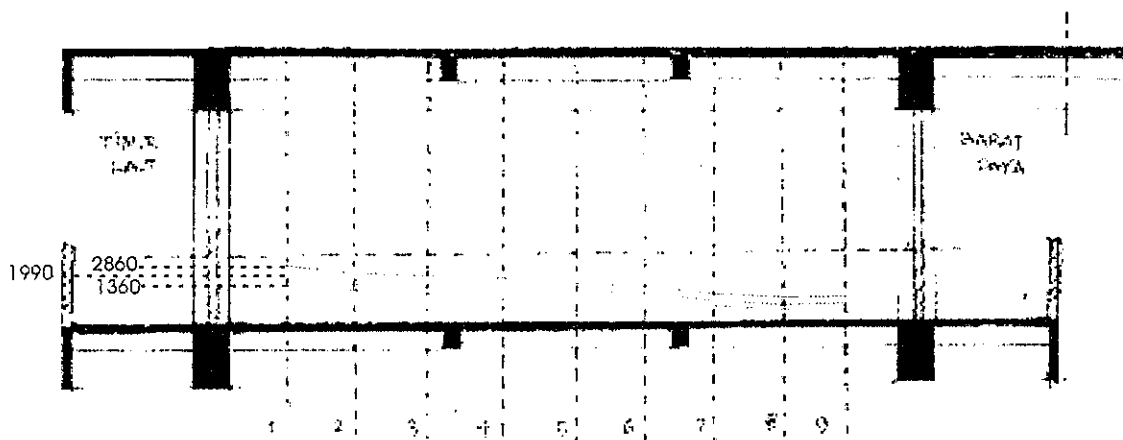
Untuk lebih jelasnya data dalam tabel di atas disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut :



(a). Intensitas cahaya alami pada pukul 08.00-10.00



(b). Intensitas cahaya alami pada pukul 11.00-13.00



(c). Intensitas cahaya alami pada pukul 14.00-16.00

Gambar 35.

Intensitas cahaya alami di R.5.3.5 pada kondisi bangunan tanpa refleksi
 Sumber : hasil interpretasi data pengukuran peneliti

Dari gambar 35, tampak bahwa :

- pada pukul 08.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 2500 lux, intensitas cahaya ruang dalam di R.5.3.5 menurun dari TU 1 (140 lux) hingga TU 9 (65

- lux). Intensitas cahaya di TU 1 – TU 9 berada di bawah batas minimum 200 lux.
- pada pukul 09.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 3250 lux, intensitas cahaya di TU 1 (225 lux), TU 2 (220 lux) dan TU 3 (200 lux) yang berjarak 3 m dari lubang jendela sebelah timur laut berada di atas batas minimum 200 lux, sedangkan TU 4 (195 lux) – TU 9 (75 lux) berada di bawah batas minimum 200 lux. Angka intensitas cahaya menunjukkan penurunan dari TU 1 sampai TU 9.
 - pada pukul 10.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 3120 lux, hanya intensitas cahaya di TU 1 (200 lux) yang berada tepat pada batas minimum 200 lux, sedangkan intensitas cahaya di TU 2 (190 lux) – TU 9 (70 lux) berada di bawah batas minimum 200 lux. Angka intensitas cahaya menunjukkan penurunan dari TU 1 sampai TU 9.
 - pada pukul 11.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 3200 lux, hanya intensitas cahaya di TU 1 (220 lux) yang berada di atas batas minimum 200 lux, sedangkan intensitas cahaya di TU 2 (170 lux) – TU 9 (70 lux) berada di bawah batas minimum 200 lux. Angka intensitas cahaya menunjukkan penurunan dari TU 1 sampai TU 9.
 - pada pukul 12.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 2670 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 (155 lux) hingga TU 9 (65 lux). Intensitas cahaya di TU 1 – TU 9 berada di bawah batas minimum 200 lux.

- pada pukul 13.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 3050 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 (165 lux) hingga TU 9 (80 lux). Intensitas cahaya di TU 1 – TU 9 berada di bawah batas minimum 200 lux.
- pada pukul 14.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 2860 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 (160 lux) hingga TU 9 (70 lux). Intensitas cahaya di TU 1 – TU 9 berada di bawah batas minimum 200 lux.
- pada pukul 15.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 1990 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 (135 lux) hingga TU 9 (40 lux). Intensitas cahaya di TU 1 – TU 9 berada di bawah batas minimum 200 lux.
- pada pukul 16.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 1360 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 (125 lux) hingga TU 9 (35 lux). Intensitas cahaya di TU 1 – TU 9 berada di bawah batas minimum 200 lux.

Dari pengukuran intensitas cahaya alami ruang R.5.3.5 pada kondisi bangunan tanpa refleksi, diperoleh hasil bahwa :

- intensitas cahaya alami di R 5.3.5 mengalami penurunan mulai dari TU 1 hingga ke TU 9. Ini menunjukkan bahwa semakin jauh letak TU dari jendela timur laut, semakin sedikit jumlah cahaya yang datang pada TU tersebut. Posisi jendela timur laut yang bersebelahan langsung dengan ruang luar dan sedikitnya penghalang cahaya memungkinkan terang langit dan cahaya matahari dapat masuk ke dalam ruang melalui jendela tersebut. Lain halnya dengan jendela di sisi barat daya. Adanya ruang-ruang kuliah lain di sebelah luar dari jendela tersebut menjadi penghalang bagi jendela barat daya sehingga

tidak dapat memasukkan terang langit dan cahaya matahari langsung ke dalam ruang.

- intensitas cahaya alami di R 5.3.5 hampir seluruhnya berada di bawah batas minimum 200 lux dan baru mencapai batas minimum 200 lux pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3120 lux. Itupun tidak di semua TU, hanya TU 1 yang berada 1 m dari jendela timur laut. Kurangnya intensitas cahaya ruang dalam disebabkan karena seluruh bidang pemantul / reflektor cahaya di luar ruang R 5.3.5 ditutup dengan kain hitam. Warna hitam memiliki kemampuan refleksi 0 - 0,5 %. Tidak adanya refleksi cahaya yang masuk melalui jendela ke dalam ruang, menyebabkan intensitas cahaya alami di ruang R.5.3.5 menjadi kurang, sehingga ruang tersebut hanya mengandalkan terang langit dan cahaya matahari langsung sebagai sumber cahaya alami dalam ruang.

Dari pembahasan di atas dapat diambil suatu kesimpulan bahwa sebagian besar intensitas cahaya alami di ruang R 5.3.5 belum memenuhi batas minimum 200 lux. Kurangnya intensitas cahaya alami di ruang R 5.3.5 dikarenakan tidak adanya refleksi cahaya dari luar ruang yang masuk ke dalam, jadi hanya mengandalkan terang langit dan cahaya matahari langsung.

V.1.2. HASIL PENGUKURAN DI RUANG R 5.3.6

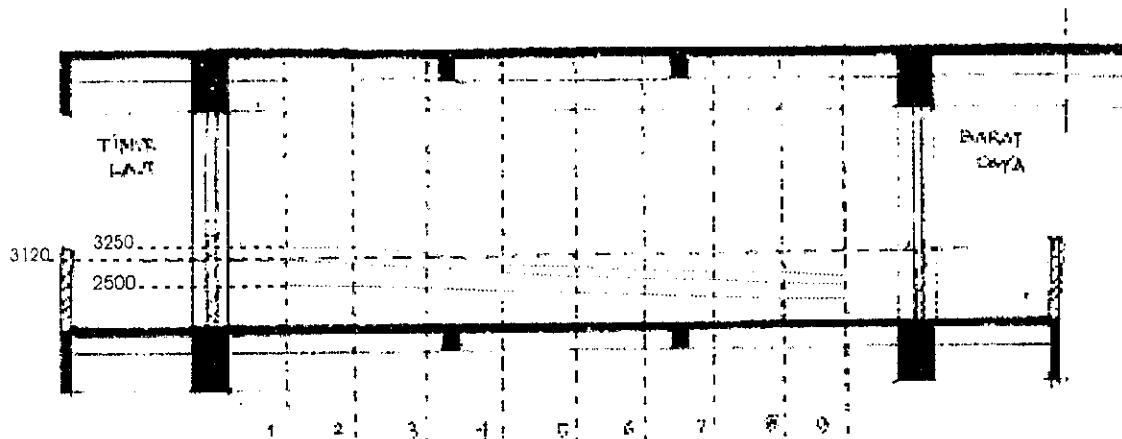
Hasil pengukuran intensitas cahaya alami pada kondisi bangunan tanpa refleksi di ruang R 5.3.6 tersaji pada tabel berikut ini :

Tabel 6.
Intensitas cahaya alami di R 5.3.6 pada kondisi bangunan tanpa refleksi cahaya

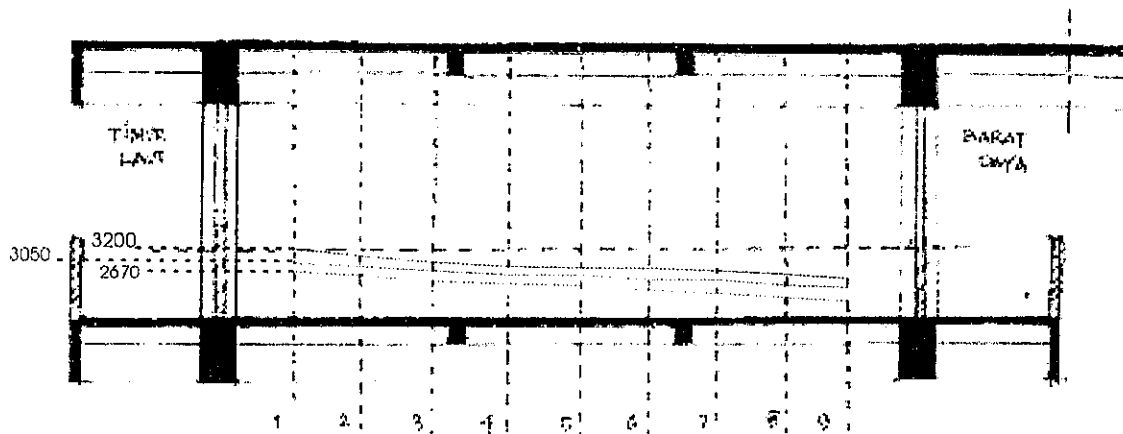
Waktu pengukur	Intensitas Cahaya R. Luar	Intensitas Cahaya R. Dalam (lux)								
		TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9
08.00	2500	135	130	125	120	115	100	90	85	80
09.00	3250	220	215	205	195	190	180	155	140	100
10.00	3120	200	190	175	160	150	140	130	110	90
11.00	3200	210	195	180	175	170	160	140	130	95
12.00	2670	145	135	130	120	115	105	100	95	85
13.00	3050	170	160	145	130	135	120	110	100	90
14.00	2860	165	155	135	125	130	115	100	95	85
15.00	1990	130	125	120	115	105	95	90	80	75
16.00	1360	125	120	110	105	100	90	85	80	75

Sumber : Hasil pengukuran peneliti

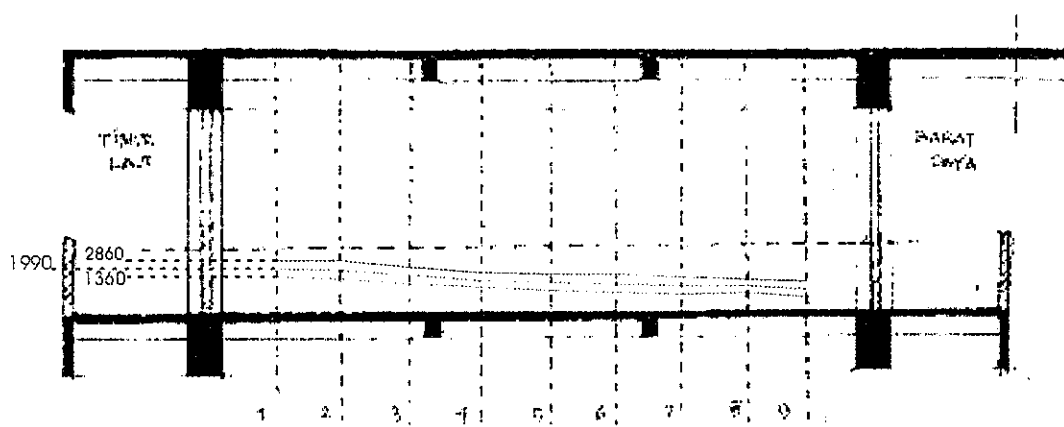
Untuk lebih jelasnya data dalam tabel di atas disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut :



(a). Intensitas cahaya alami pada pk. 08.00-10.00



(b). Intensitas cahaya alami pada pk. 11.00-13.00



(c). Intensitas cahaya alami pada pk. 14.00-16.00

Gambar 36.

Intensitas cahaya alami di R. 5.3.6 pada kondisi bangunan tanpa refleksi

Sumber : hasil interpretasi data pengukuran peneliti

Dari gambar 36, tampak bahwa :

- pada pukul 08.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 2500 lux, intensitas cahaya ruang dalam di R.5.3.5 menurun dari TU 1 (125 lux) hingga TU 9 (75 lux). Intensitas cahaya di TU 1 – TU 9 berada di bawah batas minimum 200 lux.

- pada pukul 09.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 3250 lux, intensitas cahaya di TU 1 (215 lux), TU 2 (210 lux) dan TU 3 (200 lux) yang berjarak 3 m dari lubang jendela sebelah timur laut berada di atas batas minimum 200 lux, sedangkan TU 4 (195 lux) – TU 9 (90 lux) berada di bawah batas minimum 200 lux. Angka intensitas cahaya menunjukkan penurunan dari TU 1 sampai TU 9.
- pada pukul 10.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 3120 lux, angka intensitas cahaya ruang dalam menunjukkan penurunan dari TU 1 (195 lux) hingga TU 9 (85 lux) dan intensitas cahaya di TU 1 – TU 9 semuanya berada di bawah batas minimum 200 lux.
- pada pukul 11.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 3200 lux, hanya intensitas cahaya di TU 1 (200 lux) yang berada tepat pada batas minimum 200 lux, sedangkan intensitas cahaya di TU 2 (190 lux) – TU 9 (90 lux) berada di bawah batas minimum 200 lux. Angka intensitas cahaya menunjukkan penurunan dari TU 1 sampai TU 9.
- pada pukul 12.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 2670 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 (140 lux) hingga TU 9 (80 lux) dan intensitas cahayanya berada di bawah batas minimum 200 lux.
- pada pukul 13.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 3050 lux, intensitas cahaya ruang menunjukkan penurunan dari TU 1 (165 lux) hingga TU 9 (85 lux) dan intensitas cahaya di TU 1 – TU 9 berada di bawah batas minimum 200 lux.

- pada pukul 14.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 2860 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 (160 lux) hingga TU 9 (80 lux) dan intensitas cahaya di TU 1 – TU 9 berada di bawah batas minimum 200 lux.
- pada pukul 15.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 1990 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 (125 lux) hingga TU 9 (70 lux) dan intensitas cahaya di TU 1 – TU 9 berada di bawah batas minimum 200 lux.
- pada pukul 16.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 1360 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 (120 lux) hingga TU 9 (65 lux) dan intensitas cahaya di TU 1 – TU 9 berada di bawah batas minimum 200 lux.

Dari pengukuran intensitas cahaya alami ruang R 5.3.6 pada kondisi bangunan tanpa refleksi, diperoleh hasil bahwa :

- intensitas cahaya alami di R 5.3.6 mengalami penurunan mulai dari TU 1 hingga ke TU 9. Ini menunjukkan bahwa semakin jauh letak TU dari jendela timur laut, semakin sedikit jumlah cahaya yang datang pada TU tersebut. Posisi jendela timur laut yang bersebelahan langsung dengan ruang luar dan tidak banyaknya penghalang cahaya di luar jendela memungkinkan terang langit dan cahaya matahari dapat masuk ke dalam ruang melalui jendela tersebut. Tidak demikian halnya dengan jendela di sisi barat daya. Adanya ruang-ruang kuliah lain di sebelah luar dari jendela barat daya menjadi penghalang bagi jendela barat daya sehingga tidak dapat memasukkan terang langit dan cahaya matahari langsung ke dalam ruang.

- intensitas cahaya alami di R 5.3.6 hampir seluruhnya berada di bawah batas minimum 200 lux dan baru mencapai batas minimum 200 lux pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3200 lux. Itupun tidak di semua TU, hanya TU 1 yang berada 1 m dari jendela timur laut. Kurangnya intensitas cahaya ruang dalam disebabkan karena seluruh bidang pemantul / reflektor cahaya di luar ruang R 5.3.6 ditutup dengan kain hitam. Warna hitam memiliki kemampuan refleksi 0 - 0,5 %. Tidak adanya refleksi cahaya yang masuk melalui jendela ke dalam ruang, menyebabkan intensitas cahaya alami di ruang R.5.3.6 menjadi kurang, sehingga sebagai sumber cahaya alami, ruang tersebut hanya mengandalkan terang langit dan cahaya matahari langsung yang masuk melalui jendela timur laut.

Dari pembahasan di atas dapat diambil suatu kesimpulan bahwa sebagian besar intensitas cahaya alami di ruang R 5.3.6 belum memenuhi batas minimum 200 lux. Kurangnya intensitas cahaya alami di ruang R 5.3.6 dikarenakan tidak adanya refleksi cahaya dari luar ruang yang masuk ke dalam, jadi hanya mengandalkan terang langit dan cahaya matahari langsung yang masuk melalui jendela.

V.1.3. HASIL PENGUKURAN DI RUANG R 5.3.7

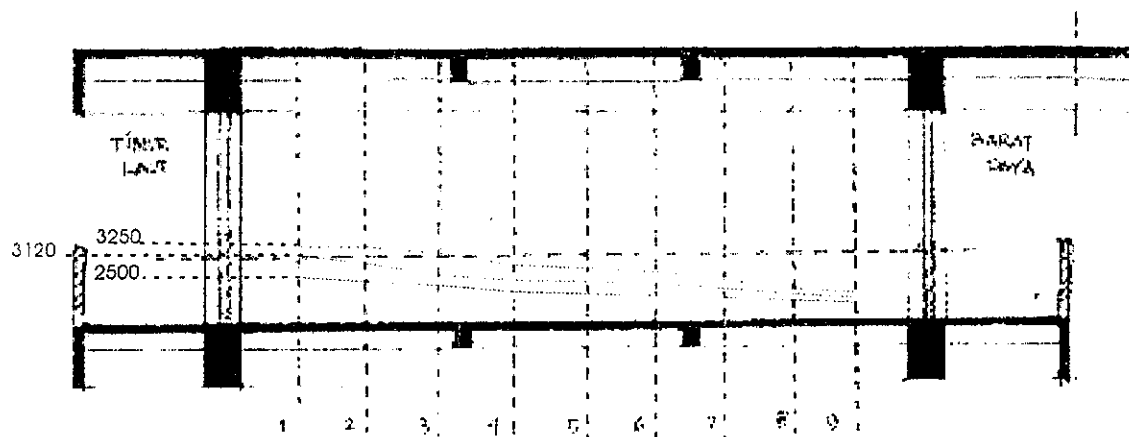
Hasil pengukuran intensitas cahaya alami pada kondisi bangunan tanpa refleksi di ruang R 5.3.7 tersaji pada tabel berikut ini :

Tabel 7.
Intensitas cahaya alami di R 5.3.7 pada kondisi bangunan tanpa refleksi cahaya

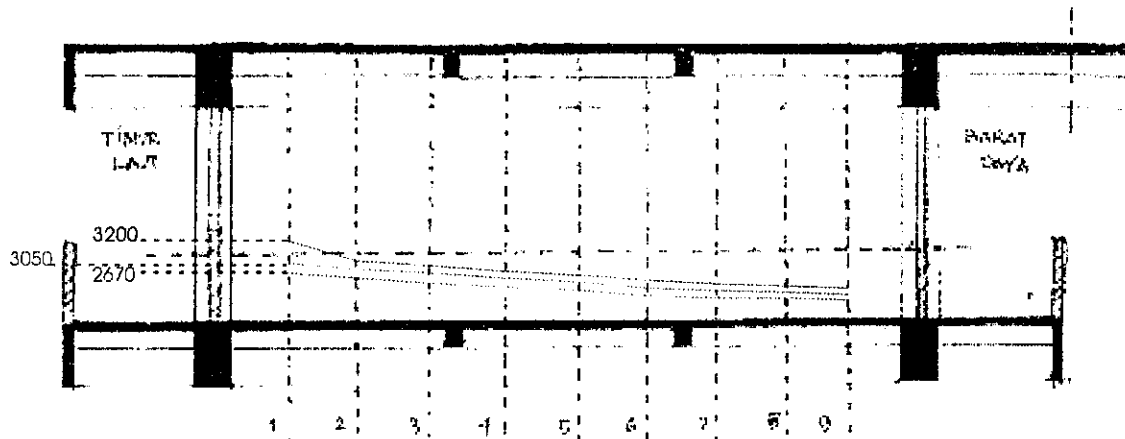
Waktu pengukuran	Intensitas Cahaya R. Luar	Intensitas Cahaya R. Dalam (lux)								
		TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9
08.00	2500	165	130	125	100	95	90	75	60	50
09.00	3250	230	225	210	195	155	130	100	95	90
10.00	3120	205	195	155	150	140	100	95	90	75
11.00	3200	225	175	165	155	150	130	105	95	85
12.00	2670	165	155	135	125	110	105	95	90	55
13.00	3050	185	165	155	130	120	115	100	95	75
14.00	2860	180	155	140	105	95	85	80	75	65
15.00	1990	155	150	130	100	90	70	65	50	45
16.00	1360	150	145	130	100	80	65	65	45	35

Sumber : Hasil pengukuran peneliti

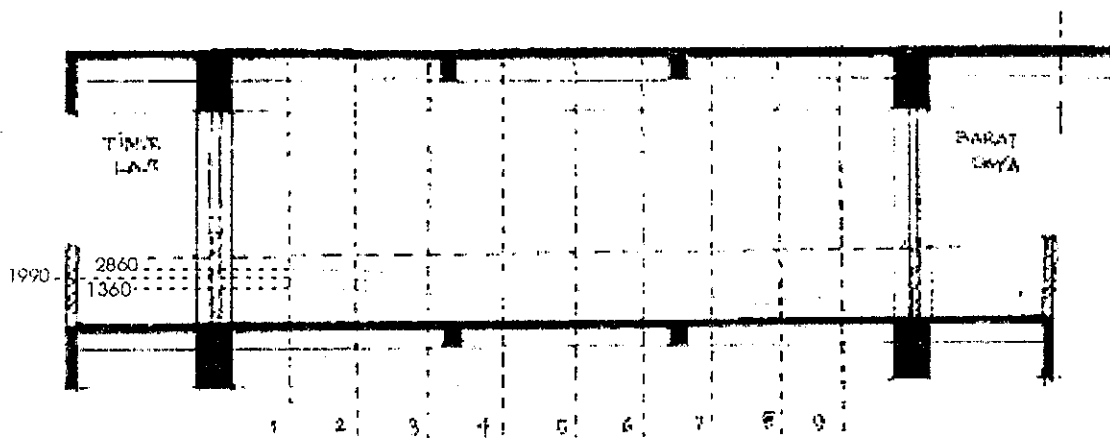
Untuk lebih jelasnya data dalam tabel di atas disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut :



(a) Intensitas cahaya alami pada pk.08.00 – 10.00



(b). Intensitas cahaya alami pada pk. 11.00-13.00



(c). Intensitas cahaya alami pada pk. 14.00-16.00

Gambar 37.

Intensitas cahaya alami di R. 5.3.7 pada kondisi bangunan tanpa refleksi
 Sumber : hasil interpretasi data pengukuran peneliti

Dari gambar 37, tampak bahwa :

- pada pukul 08.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 2500 lux, intensitas cahaya ruang dalam di R.5.3.7 menurun dari TU 1 (130 lux) hingga TU 9 (50 lux) dan intensitas cahaya di TU 1 sampai TU 9 berada di bawah batas minimum 200 lux.

- pada pukul 09.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 3250 lux, intensitas cahaya di TU 1 (225 lux), TU 2 (220 lux) dan TU 3 (210 lux) yang berjarak 3 m dari lubang jendela sebelah timur laut berada di atas batas minimum 200 lux, sedangkan TU 4 (195 lux) sampai TU 9 (90 lux) berada di bawah batas minimum 200 lux. Angka intensitas cahaya menunjukkan penurunan dari TU 1 sampai TU 9.
- pada pukul 10.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 3120 lux, angka intensitas cahaya ruang dalam menunjukkan penurunan dari TU 1 (200 lux) hingga TU 9 (70 lux) dan hanya intensitas cahaya di TU 1 yang berada tepat pada batas minimum 200 lux, sedangkan intensitas cahaya pada TU 2 sampai TU 9 semuanya berada di bawah batas minimum 200 lux.
- pada pukul 11.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 3200 lux, hanya intensitas cahaya di TU 1 (220 lux) yang berada di atas batas minimum 200 lux, sedangkan intensitas cahaya di TU 2 (170 lux) hingga TU 9 (80 lux) berada di bawah batas minimum 200 lux. Angka intensitas cahaya menunjukkan penurunan dari TU 1 sampai TU 9.
- pada pukul 12.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 2670 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 (150 lux) hingga TU 9 (55 lux) dan intensitas cahayanya berada di bawah batas minimum 200 lux.
- pada pukul 13.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 3050 lux, intensitas cahaya ruang menunjukkan penurunan dari TU 1 (155 lux) hingga TU 9 (75 lux) dan intensitas cahaya di TU 1 – TU 9 berada di bawah batas minimum 200 lux.

- pada pukul 14.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 2860 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 (150 lux) hingga TU 9 (65 lux) dan intensitas cahaya di TU 1 – TU 9 berada di bawah batas minimum 200 lux.
- pada pukul 15.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 1990 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 (115 lux) hingga TU 9 (40 lux) dan intensitas cahaya di TU 1 – TU 9 berada di bawah batas minimum 200 lux.
- pada pukul 16.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 1360 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 (110 lux) hingga TU 9 (35 lux) dan intensitas cahaya di TU 1 – TU 9 berada di bawah batas minimum 200 lux.

Dari pengukuran intensitas cahaya alami di ruang R 5.3.7 pada kondisi bangunan tanpa refleksi, diperoleh hasil bahwa :

- intensitas cahaya alami di R 5.3.7 menunjukkan penurunan mulai dari TU 1 hingga ke TU 9. Ini berarti bahwa semakin jauh letak TU dari jendela timur laut, semakin berkurang intensitas cahaya di TU tersebut. Posisi jendela timur laut yang bersebelahan langsung dengan ruang luar dan tidak banyaknya penghalang cahaya di luar jendela memungkinkan terang langit dan cahaya matahari dapat masuk ke dalam ruang melalui jendela tersebut. Tidak demikian halnya dengan jendela di sisi barat daya. Adanya ruang-ruang kuliah lain di sebelah luar dari jendela barat daya menjadi penghalang bagi jendela barat daya sehingga tidak dapat memasukkan terang langit dan cahaya matahari langsung ke dalam ruang. Posisi jendela di timur laut lebih

menguntungkan daripada jendela di barat daya dalam hal pencapaian terang langit.

- intensitas cahaya alami di R 5.3.7 hampir seluruhnya berada di bawah batas minimum 200 lux dan baru mencapai batas minimum 200 lux pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3120 lux. Itupun tidak di semua TU, hanya TU 1 yang berada 1 m dari jendela timur laut. Kurangnya intensitas cahaya ruang dalam disebabkan karena seluruh bidang pemantul / reflektor cahaya di luar ruang R 5.3.7 ditutup dengan kain hitam. Warna hitam memiliki kemampuan refleksi 0 - 0,5 %. Tidak adanya refleksi cahaya yang masuk melalui jendela ke dalam ruang, menyebabkan intensitas cahaya di ruang R.5.3.7 menjadi kurang, sehingga sebagai sumber cahaya alami di ruang tersebut hanya mengandalkan terang langit dan cahaya matahari langsung.

Dari pembahasan di atas dapat diambil suatu kesimpulan bahwa sebagian besar intensitas cahaya alami di ruang R 5.3.7 belum memenuhi batas minimum 200 lux. Kurangnya intensitas cahaya di ruang R 5.3.7 dikarenakan tidak adanya refleksi cahaya dari luar ruang yang masuk ke dalam, jadi hanya mengandalkan terang langit dan cahaya matahari langsung yang masuk melalui jendela.

V.1.4. HASIL PENGUKURAN DI RUANG R 5.3.8

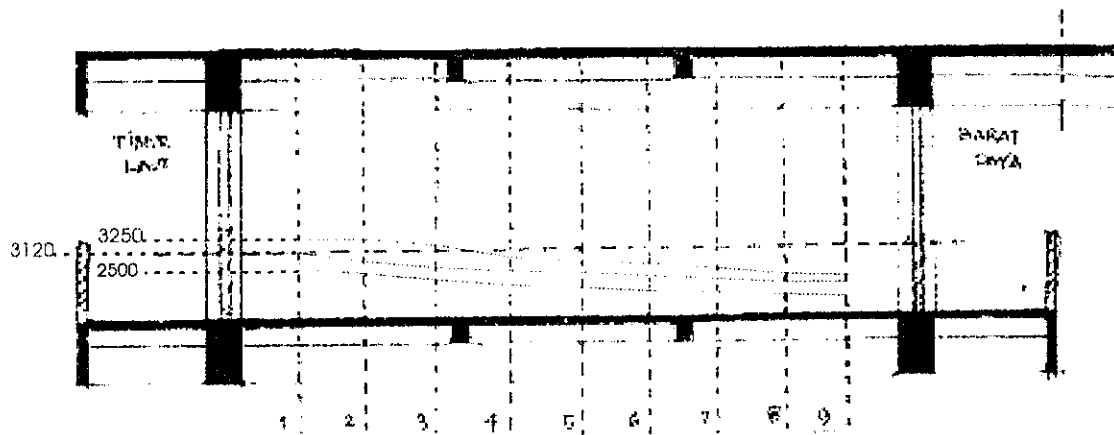
Hasil pengukuran intensitas cahaya alami pada kondisi bangunan tanpa refleksi di ruang R 5.3.8 tersaji pada tabel berikut ini :

Tabel 8.
Intensitas cahaya alami di R 5.3.8 pada kondisi bangunan tanpa refleksi cahaya

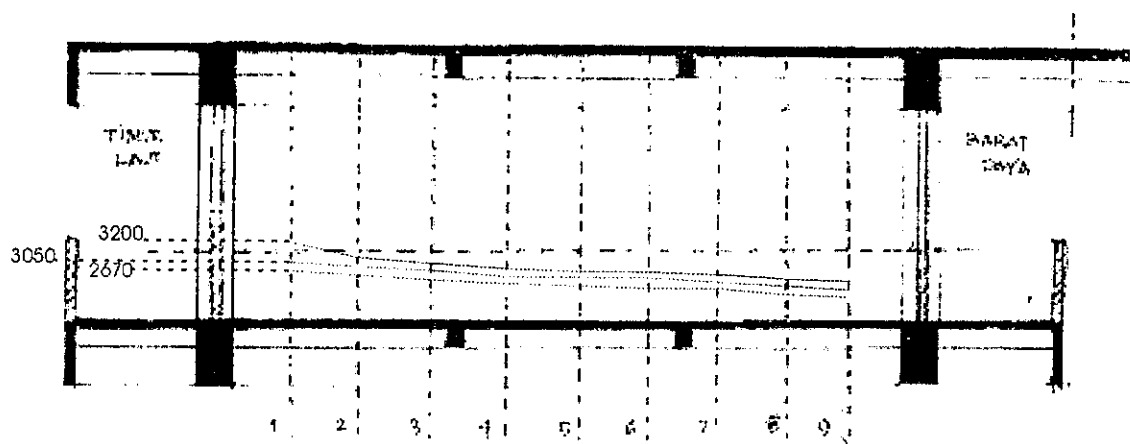
Waktu pengukuran	Intensitas Cahaya R. Luar	Intensitas Cahaya R. Dalam (lux)								
		TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9
08.00	2500	145	130	125	100	95	90	75	70	65
09.00	3250	230	225	210	195	155	140	130	110	90
10.00	3120	200	160	155	150	140	135	125	105	85
11.00	3200	210	180	165	155	150	145	135	115	85
12.00	2670	150	145	130	115	110	105	90	80	65
13.00	3050	160	155	145	130	125	115	100	95	80
14.00	2860	155	145	140	125	115	100	95	80	75
15.00	1990	130	115	100	95	90	75	70	65	60
16.00	1360	115	105	90	80	75	70	65	60	55

Sumber : Hasil pengukuran peneliti

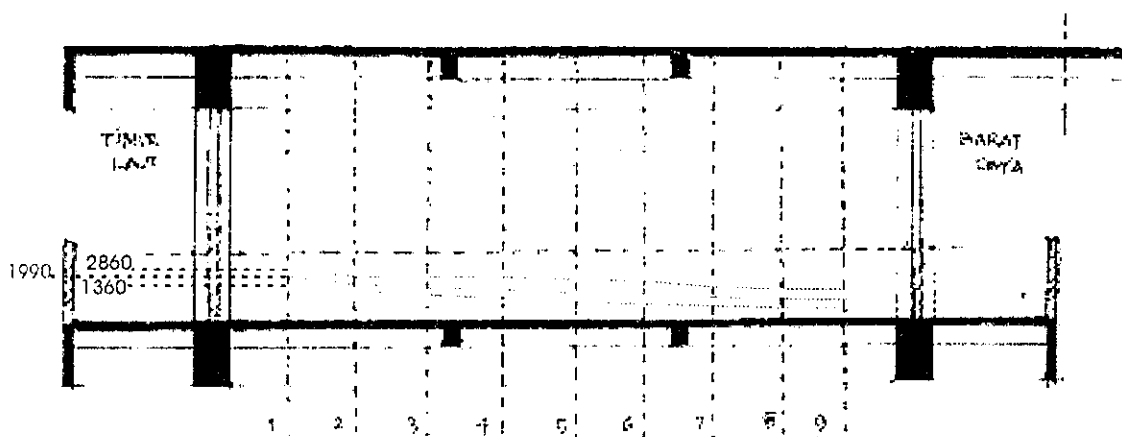
Untuk lebih jelasnya data dalam tabel di atas disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut :



(a). Intensitas cahaya alami pada pk. 08.00-10.00



(b). Intensitas cahaya alami pada pk. 11.00-13.00



(c). Intensitas cahaya alami pada pk. 14.00-16.00

Gambar 38.

Intensitas cahaya alami di R. 5.3.8 pada kondisi bangunan tanpa refleksi
Sumber : hasil interpretasi data pengukuran peneliti

Dari gambar 38, tampak bahwa :

- pada pukul 08.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 2500 lux, intensitas cahaya ruang dalam di R.5.3.8 menurun dari TU 1 (140 lux) hingga TU 9 (60 lux) dan intensitas cahaya di TU 1 sampai TU 9 berada di bawah batas minimum 200 lux.

- pada pukul 09.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 3250 lux, intensitas cahaya di TU 1 (225 lux), TU 2 (220 lux) dan TU 3 (210 lux) yang berjarak 3 m dari lubang jendela sebelah timur laut berada di atas batas minimum 200 lux, sedangkan TU 4 (195 lux) sampai TU 9 (85 lux) berada di bawah batas minimum 200 lux. Angka intensitas cahaya menunjukkan penurunan dari TU 1 sampai TU 9.
- pada pukul 10.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 3120 lux, angka intensitas cahaya ruang dalam menunjukkan penurunan dari TU 1 (200 lux) hingga TU 9 (80 lux) dan hanya intensitas cahaya di TU 1 yang berada tepat pada batas minimum 200 lux, sedangkan intensitas cahaya pada TU 2 sampai TU 9 semuanya berada di bawah batas minimum 200 lux.
- pada pukul 11.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 3200 lux, hanya intensitas cahaya di TU 1 (210 lux) yang berada di atas batas minimum 200 lux, sedangkan intensitas cahaya di TU 2 (180 lux) hingga TU 9 (85 lux) berada di bawah batas minimum 200 lux. Angka intensitas cahaya menunjukkan penurunan dari TU 1 sampai TU 9.
- pada pukul 12.00, saat intensitas cahaya 145 lux) hingga TU 9 (65 lux) dan intensitas cahayanya berada di bawah batas minimum 200 lux.
- pada pukul 13.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 3050 lux, intensitas cahaya ruang menunjukkan penurunan dari TU 1 (155 lux) hingga TU 9 (80 lux) dan intensitas cahaya di TU 1 – TU 9 berada di bawah batas minimum 200 lux.

- pada pukul 14.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 2860 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 (145 lux) hingga TU 9 (70 lux) dan intensitas cahaya di TU 1 – TU 9 berada di bawah batas minimum 200 lux.
- pada pukul 15.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 1990 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 (125 lux) hingga TU 9 (55 lux) dan intensitas cahaya di TU 1 – TU 9 berada di bawah batas minimum 200 lux.
- pada pukul 16.00, saat intensitas cahaya luar mencapai 1360 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 (110 lux) hingga TU 9 (50 lux) dan intensitas cahaya di TU 1 – TU 9 berada di bawah batas minimum 200 lux.

Dari pengukuran intensitas cahaya alami di ruang R 5.3.8 pada kondisi bangunan tanpa refleksi, diperoleh hasil bahwa :

- intensitas cahaya alami di R 5.3.8 menunjukkan penurunan mulai dari TU 1 hingga ke TU 9. Ini berarti bahwa semakin jauh letak TU dari jendela timur laut, semakin berkurang intensitas cahaya di TU tersebut. Posisi jendela timur laut yang bersebelahan langsung dengan ruang luar dan tidak banyaknya penghalang cahaya di luar jendela memungkinkan terang langit dan cahaya matahari dapat masuk ke dalam ruang melalui jendela tersebut. Tidak demikian halnya dengan jendela di sisi barat daya. Adanya ruang-ruang kuliah lain di sebelah luar dari jendela barat daya menjadi penghalang bagi jendela barat daya sehingga tidak dapat memasukkan terang langit dan cahaya matahari langsung ke dalam ruang. Posisi jendela di timur laut lebih

menguntungkan daripada jendela di barat daya dalam hal pencapaian terang langit.

- intensitas cahaya alami di R 5.3.8 hampir seluruhnya berada di bawah batas minimum 200 lux dan baru mencapai batas minimum 200 lux pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3120 lux. Itupun tidak di semua TU, hanya TU 1 yang berada 1 m dari jendela timur laut. Kurangnya intensitas cahaya ruang dalam disebabkan karena seluruh bidang pemantul / reflektor cahaya di luar ruang R 5.3.8 ditutup dengan kain hitam. Warna hitam memiliki kemampuan refleksi 0 - 0,5 %. Tidak adanya refleksi cahaya yang masuk melalui jendela ke dalam ruang, menyebabkan intensitas cahaya di ruang R.5.3.8 menjadi kurang, sehingga sebagai sumber cahaya alami, ruang tersebut hanya mengandalkan terang langit dan cahaya matahari langsung.

Dari pembahasan di atas dapat diambil suatu kesimpulan bahwa sebagian besar intensitas cahaya alami di ruang R 5.3.8 belum memenuhi batas minimum 200 lux. Kurangnya intensitas cahaya di ruang R 5.3.8 dikarenakan tidak adanya refleksi cahaya dari luar ruang yang masuk ke dalam, jadi hanya mengandalkan terang langit dan cahaya matahari langsung yang masuk melalui jendela.

Interpretasi hasil pengukuran intensitas cahaya alami pada ruang kuliah di lantai 3 pada kondisi bangunan tanpa refleksi, dapat dilihat pada Tabel 9, sebagai berikut :

Tabel 9.
Interpretasi Intensitas Cahaya Alami Pada Ruang Kuliah Lantai 3
Terhadap Batas Minimum 200 lux Pada Kondisi Bangunan Tanpa Refleksi

Ruang	Waktu pengukuran	Intensitas Cahaya R. Luar	Intensitas Cahaya R. Dalam (lux)									
			TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9	
R. 5.3.5	08. 00	2500	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	09. 00	3250	√	√	√	x	x	x	x	x	x	x
	10. 00	3120	√	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	11. 00	3200	√	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	12. 00	2670	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	13. 00	3050	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	14. 00	2860	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	15. 00	1990	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	16. 00	1360	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

x : < 200 lux (di bawah standar)

√ : > 200 lux (standar)

Ruang	Waktu pengukuran	Intensitas Cahaya R. Luar	Intensitas Cahaya R. Dalam (lux)									
			TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9	
R.5.3.6	08. 00	2500	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	09. 00	3250	√	√	√	x	x	x	x	x	x	x
	10. 00	3120	√	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	11. 00	3200	√	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	12. 00	2670	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	13. 00	3050	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	14. 00	2860	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	15. 00	1990	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	16. 00	1360	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

x : < 200 lux (di bawah standar)

√ : > 200 lux (standar)

Ruang	Waktu pengukuran	Intensitas Cahaya R. Luar	Intensitas Cahaya R. Dalam (lux)								
			TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9
R.5.3.7	08.00	2500	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	09.00	3250	√	√	√	x	x	x	x	x	x
	10.00	3120	√	x	x	x	x	x	x	x	x
	11.00	3200	√	x	x	x	x	x	x	x	x
	12.00	2670	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	13.00	3050	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	14.00	2860	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	15.00	1990	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	16.00	1360	x	x	x	x	x	x	x	x	x

x : < 200 lux (di bawah standar)

√ : > 200 lux (standar)

Ruang	Waktu pengukuran	Intensitas Cahaya R. Luar	Intensitas Cahaya R. Dalam (lux)								
			TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9
R.5.3.8	08.00	2500	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	09.00	3250	√	√	√	x	x	x	x	x	x
	10.00	3120	√	x	x	x	x	x	x	x	x
	11.00	3200	√	x	x	x	x	x	x	x	x
	12.00	2670	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	13.00	3050	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	14.00	2860	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	15.00	1990	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	16.00	1360	x	x	x	x	x	x	x	x	x

x : < 200 lux (di bawah standar)

√ : > 200 lux (standar)

Dari Tabel 9 terlihat bahwa sebagian besar intensitas cahaya alami di ruang kuliah di lantai 3 pada hampir semua titik ukur, pada kondisi bangunan tanpa refleksi cahaya, berada di bawah batas minimum 200 lux.

V.2. Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Alami Ruang Dalam Pada Kondisi Bangunan Dengan Refleksi

Pengukuran intensitas cahaya alami ruang dalam pada kondisi bangunan dengan refleksi dilakukan pada saat tingkat intensitas cahaya ruang luar sama dengan tingkat intensitas cahaya ruang luar yang diukur pada kondisi bangunan tanpa refleksi. Titik-titik ukurnya sama dengan titik-titik ukur pada kondisi tanpa bangunan tanpa refleksi. Pengukuran dilakukan pada tanggal 28 September 2003.

V.2.1. HASIL PENGUKURAN DI RUANG R 5.3.5

Hasil pengukuran intensitas cahaya alami pada kondisi bangunan dengan refleksi di ruang R 5.3.5 tersaji dalam tabel berikut ini :

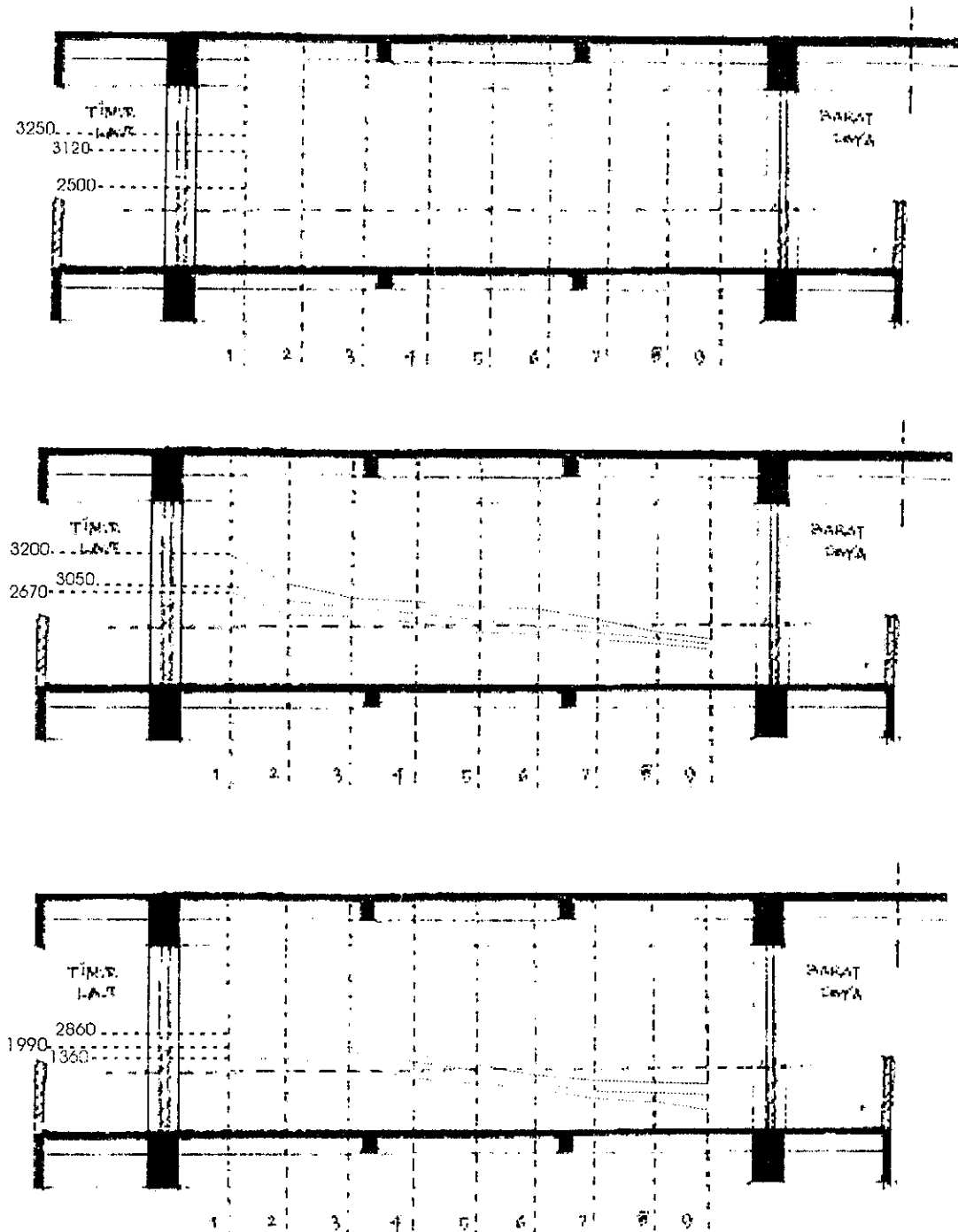
Tabel 10.

Intensitas cahaya alami di R.5.3.5 pada kondisi bangunan dengan refleksi cahaya

Intensitas Cahaya R. Luar	Intensitas Cahaya R. Dalam (lux)								
	TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9
2500	280	285	250	225	21	185	160	150	125
3250	450	440	400	380	300	280	225	175	150
3120	400	335	300	295	290	250	200	160	140
3200	440	385	300	250	240	250	210	200	160
2670	310	290	250	230	190	175	170	140	125
3050	325	300	260	240	220	210	195	180	140
2860	320	310	285	230	210	175	155	165	140
1990	265	260	250	225	200	130	120	105	90
1360	250	235	210	195	190	125	115	90	65

Sumber : Hasil pengukuran peneliti

Untuk lebih jelasnya data dalam tabel di atas disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut :



Gambar 39.

Intensitas cahaya alami di R.5.3.5 pada kondisi bangunan dengan refleksi
Sumber : hasil pengukuran peneliti

Dari gambar 39, terlihat bahwa :

- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 2500 lux, intensitas cahaya ruang dalam di TU 1 (280 lux) sampai TU 5 (225 lux) yang berjarak 5 m dari lubang jendela sebelah timur laut berada di atas batas minimum 200 lux, sedangkan intensitas cahaya di TU 6 (185 lux) sampai TU 9 (125 lux) berada di bawah batas minimum. Grafik intensitas cahayanya mengalami penurunan dari TU 1 sampai TU 9.
- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3250 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 hingga TU 9. Intensitas cahaya di TU 1 (450 lux) sampai TU 7 (225 lux) yang berjarak 7 m dari lubang jendela timur laut berada di atas batas minimum 200 lux, sedangkan TU 8 dan 9 berada di bawah batas minimum
- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3120 lux, grafik intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1 (400 lux) hingga TU 7 (200 lux) yang berjarak 7 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum 200 lux, sedangkan intensitas cahaya di TU 8 dan 9 berada di bawah batas minimum
- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3200 lux, grafik intensitas cahaya ruang dalam menunjukkan penurunan dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1 (440 lux) sampai TU 8 (200 lux) yang berjarak 8 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum 200 lux, sedangkan intensitas cahaya di TU 9 (160 lux) berada di bawah batas minimum

- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 2670 lux, angka intensitas cahaya ruang dalam menurun mulai dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1 (310 lux) sampai TU 4 (230 lux) yang berjarak 4 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum 200 lux, sedangkan intensitas cahaya di TU 5 (190 lux) sampai TU 9 (125 lux) berada di bawah batas minimum
- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3050 lux, grafik intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1 (325 lux) sampai TU 6 (250 lux) yang berjarak 6 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum 200 lux, sedangkan intensitas cahaya di TU 7 (195 lux) sampai TU 9 (140 lux) berada di bawah batas minimum
- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 2860 lux, grafik intensitas cahaya ruang dalam menunjukkan penurunan dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1 (320 lux) sampai TU 5 (210 lux) yang berjarak 5 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum 200 lux, sedangkan intensitas cahaya di TU 6 (175 lux) sampai TU 9 (140 lux) berada di bawah batas minimum
- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 1990 lux, grafik intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1 (265 lux) sampai TU 5 (200 lux) yang berjarak 5 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum, sedangkan intensitas cahaya di TU 6 (130 lux) sampai TU 9 (90 lux) berada di bawah batas minimum
- dan pada saat intensitas cahaya luar mencapai 1360 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1 (250

lux) sampai TU 3 (210 lux) yang berjarak 3 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum 200 lux, sedangkan intensitas cahaya di TU 4 (194 lux) sampai TU 9 (65 lux) berada di bawah batas minimum

Dari pengukuran intensitas cahaya alami di ruang R 5.3.5 pada kondisi bangunan dengan refleksi, diperoleh hasil bahwa :

- dalam berbagai tingkat intensitas cahaya alami di ruang luar, intensitas cahaya di R 5.3.5 menunjukkan penurunan yang dimulai dari TU 1 hingga ke TU 9. Ini berarti bahwa semakin jauh letak TU dari jendela timur laut, semakin berkurang intensitas cahaya di TU tersebut. Posisi jendela timur laut yang bersebelahan langsung dengan ruang luar dan tidak banyaknya penghalang cahaya di luar jendela memungkinkan terang langit dan cahaya matahari dapat masuk ke dalam ruang melalui jendela tersebut. Tidak demikian halnya dengan jendela di sisi barat daya. Adanya ruang-ruang kuliah lain di sebelah luar dari jendela barat daya menjadi penghalang bagi jendela barat daya sehingga tidak dapat memasukkan terang langit dan cahaya matahari langsung ke dalam ruang secara maksimal seperti jendela dari sisi timur laut. Posisi jendela di timur laut lebih menguntungkan daripada jendela di barat daya dalam hal pencapaian terang langit.
- intensitas cahaya di R.5.3.5 sebagian besar telah melebihi batas minimum 200 lux. Pada saat intensitas cahaya luar mencapai 1360 lux, intensitas cahaya di TU 1 sampai TU 3 yang berjarak 3 m dari jendela timur laut telah melebihi batas minimum, dan pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3200 lux,

intensitas cahaya di R.5.3.5 juga melebihi batas minimum hingga di TU 8 yang berjarak 8 m dari jendela timur laut. Ini menunjukkan bahwa semakin besar intensitas cahaya ruang luar, semakin besar pula intensitas cahaya di R.5.3.5. Tercapainya intensitas cahaya ruang dalam yang melebihi batas minimum ini dikarenakan adanya bidang-bidang reflektor cahaya di luar ruangan yang berfungsi merefleksikan cahaya yang jatuh ke permukaan bidang-bidang tersebut, untuk kemudian diteruskan ke dalam ruangan melalui jendela. Bidang-bidang reflektor itu berupa elemen-elemen ruang di luar ruang R5.3.5, baik itu lantai, dinding, plafon, tangga dan elemen lainnya. Elemen-elemen tersebut memberikan kontribusi yang cukup besar bagi ruang R.5.3.5. dalam pencapaian pencahayaan alami di samping mengandalkan terang langit dan cahaya matahari langsung.

Dari pembahasan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa sebagian besar intensitas cahaya alami di ruang R 5.3.5 sudah memenuhi batas minimum 200 lux dan hanya sebagian kecil yang belum memenuhi batas minimum 200 lux, terutama untuk daerah yang dekat dengan jendela barat daya. Terpenuhinya batas minimum tersebut dikarenakan oleh adanya refleksi cahaya yang masuk ke dalam ruang, baik melalui jendela timur laut maupun barat daya, di samping juga karena terang langit dan cahaya matahari langsung.

V.2.2. HASIL PENGUKURAN DI RUANG R 5.3.6

Hasil pengukuran intensitas cahaya alami pada kondisi bangunan dengan refleksi di ruang R 5.3.6 tersaji dalam tabel berikut ini :

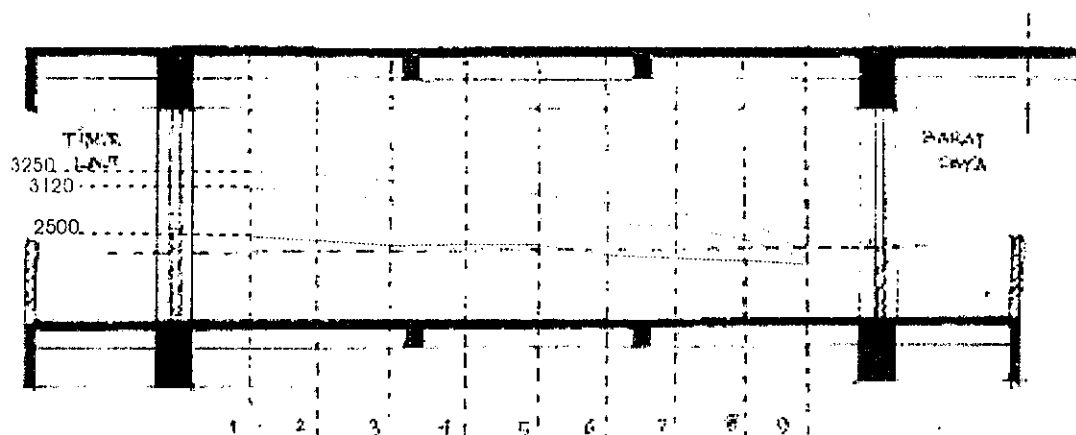
Tabel 11.

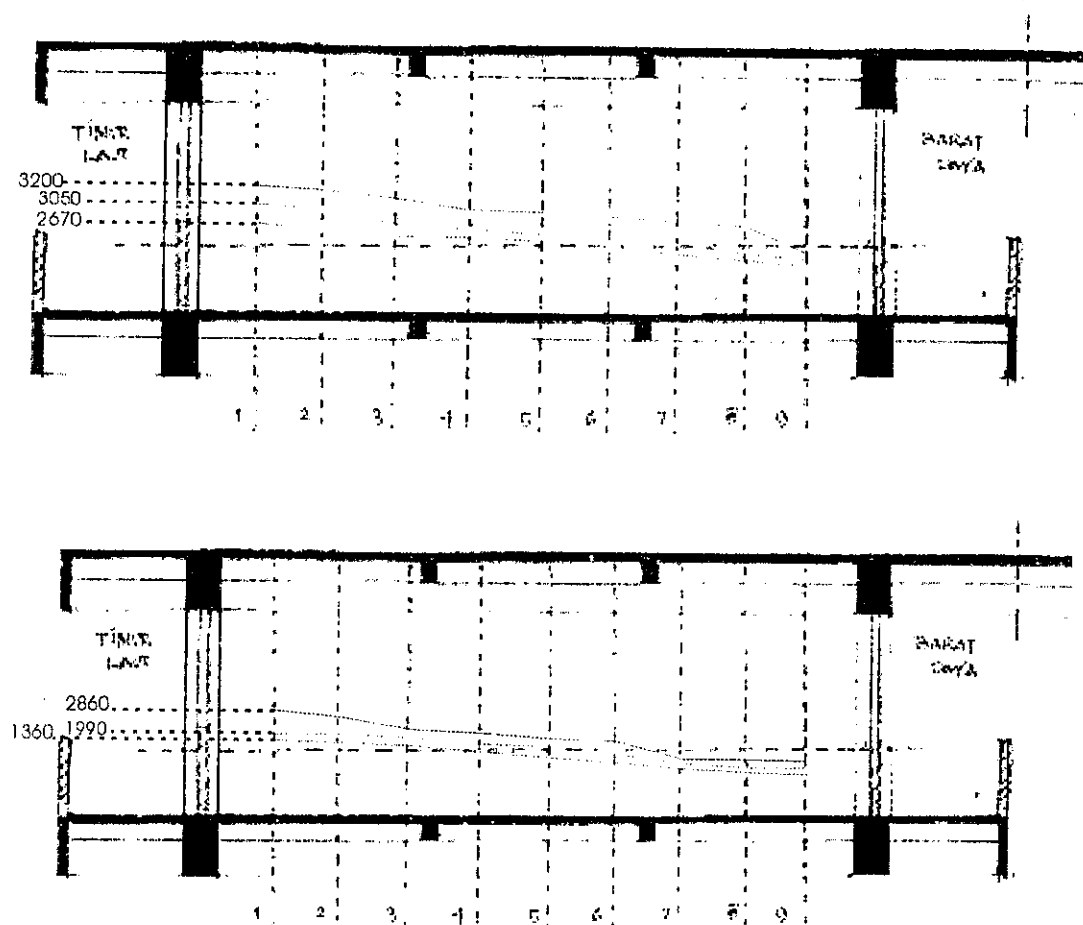
Intensitas cahaya alami di R.5.3.6 pada kondisi bangunan dengan refleksi

Intensitas Cahaya R. Luar	Intensitas Cahaya R. Dalam (lux)								
	TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9
2500	250	245	235	225	225	185	175	165	150
3250	425	420	400	385	375	350	305	275	180
3120	390	370	345	315	290	275	255	215	175
3200	400	385	350	320	305	290	270	255	180
2670	280	260	250	230	220	200	195	180	160
3050	330	310	285	255	240	225	210	195	165
2860	320	300	260	240	250	225	195	180	160
1990	245	240	230	225	200	185	170	155	145
1360	240	235	210	195	190	170	165	155	140

Sumber : Hasil pengukuran peneliti

Untuk lebih jelasnya data dalam tabel di atas disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut :





Gambar 40.
Intensitas cahaya alami di R.5.3.6 pada kondisi bangunan dengan refleksi
Sumber : hasil pengukuran peneliti

Dari gambar 40, terlihat bahwa :

- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 2500 lux, grafik intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya ruang dalam di TU 1 (250 lux) sampai TU 5 (225 lux) yang berjarak 5 m dari lubang jendela sebelah timur laut berada di atas batas minimum 200 lux, sedangkan intensitas cahaya di TU 6 (185 lux) sampai TU 9 (150 lux) berada di bawah batas minimum

- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3250 lux, grafik intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(425 lux) sampai TU 8 (275 lux) yang berjarak 8 m dari lubang jendela timur laut berada di atas batas minimum 200 lux, sedangkan TU 9 (180 lux) berada di bawah batas minimum
- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3120 lux, grafik intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(390 lux) sampai TU 8(215 lux) yang berjarak 8 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum 200 lux, sedangkan intensitas cahaya di TU 9(175 lux) berada di bawah batas minimum
- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3200 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(400 lux) sampai TU 8(255 lux) yang berjarak 8 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum 200 lux, sedangkan intensitas cahaya di TU 9(180 lux) berada di bawah batas minimum
- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 2670 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(280 lux) sampai TU 6(200 lux) yang berjarak 6 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum, sedangkan intensitas cahaya di TU 7(195 lux) sampai TU 9(160 lux) berada di bawah batas minimum
- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3050 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(330 lux) sampai TU 7(210 lux) yang berjarak 7 m dari jendela timur laut berada di atas

batas minimum, sedangkan intensitas cahaya di TU 8(195 lux) dan TU 9(165 lux) berada di bawah batas minimum

- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 2860 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(320 lux) sampai TU 6(250 lux) yang berjarak 6 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum, sedangkan intensitas cahaya di TU 7(195 lux) sampai TU 9(160 lux) berada di bawah batas minimum
- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 1990 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(245 lux) sampai TU 5(200 lux) yang berjarak 5 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum, sedangkan intensitas cahaya di TU 6(185 lux) sampai TU 9(145 lux) berada di bawah batas minimum
- dan pada saat intensitas cahaya luar mencapai 1360 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(240 lux) sampai TU 3(210 lux) yang berjarak 3 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum, sedangkan intensitas cahaya di TU 4(195 lux) sampai TU 9(140 lux) berada di bawah batas minimum

Dari pengukuran intensitas cahaya alami di ruang R 5.3.6 pada kondisi bangunan dengan refleksi, diperoleh hasil bahwa :

- dalam berbagai tingkat intensitas cahaya alami di ruang luar, intensitas cahaya di R 5.3.6 menunjukkan penurunan yang dimulai dari TU 1 hingga ke TU 9. Ini berarti bahwa semakin jauh letak TU dari jendela timur laut, semakin

berkurang intensitas cahaya di TU tersebut. Posisi jendela timur laut yang bersebelahan langsung dengan ruang luar dan tidak banyaknya penghalang cahaya di luar jendela memungkinkan terang langit dan cahaya matahari dapat masuk ke dalam ruang melalui jendela tersebut. Tidak demikian halnya dengan jendela di sisi barat daya. Adanya ruang-ruang kuliah lain di sebelah luar dari jendela barat daya menjadi penghalang bagi jendela barat daya sehingga tidak dapat memasukkan terang langit dan cahaya matahari langsung ke dalam ruang secara maksimal seperti jendela dari sisi timur laut. Posisi jendela di timur laut lebih menguntungkan daripada jendela di barat daya dalam hal pencapaian terang langit.

- intensitas cahaya di R.5.3.6 sebagian besar telah melebihi batas minimum 200 lux. Pada saat intensitas cahaya luar mencapai 1360 lux, intensitas cahaya di TU 1-3 yang berjarak 3 m dari jendela timur laut telah melebihi batas minimum, dan pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3250 lux, intensitas cahaya di R.5.3.6 juga melebihi batas minimum hingga di TU 8 yang berjarak 8 m dari jendela timur laut. Ini menunjukkan bahwa semakin besar intensitas cahaya ruang luar, semakin besar pula intensitas cahaya yang dicapai oleh R.5.3.6. Tercapainya intensitas cahaya alami yang melebihi batas minimum di ruang R.5.3.6 dikarenakan oleh bidang-bidang reflektor cahaya di sekeliling R.5.3.6 yang berfungsi merefleksikan cahaya yang jatuh pada permukaan bidang tersebut sebelum masuk ke dalam ruangan melalui jendela, baik itu berupa lantai, dinding, plafon, tangga dan elemen lainnya sehingga

memberikan kontribusi yang cukup besar bagi ruang R.5.3.6. di samping mengandalkan terang langit dan cahaya matahari langsung.

Dari pembahasan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa sebagian besar intensitas cahaya alami di ruang R 5.3.6 sudah memenuhi batas minimum 200 lux dan hanya sebagian kecil yang belum memenuhi batas minimum 200 lux, terutama untuk daerah yang dekat dengan jendela barat daya. Terpenuhinya batas minimum tersebut dikarenakan oleh adanya refleksi cahaya yang masuk ke dalam ruang, baik melalui jendela timur laut maupun barat daya, di samping juga karena terang langit dan cahaya matahari langsung.

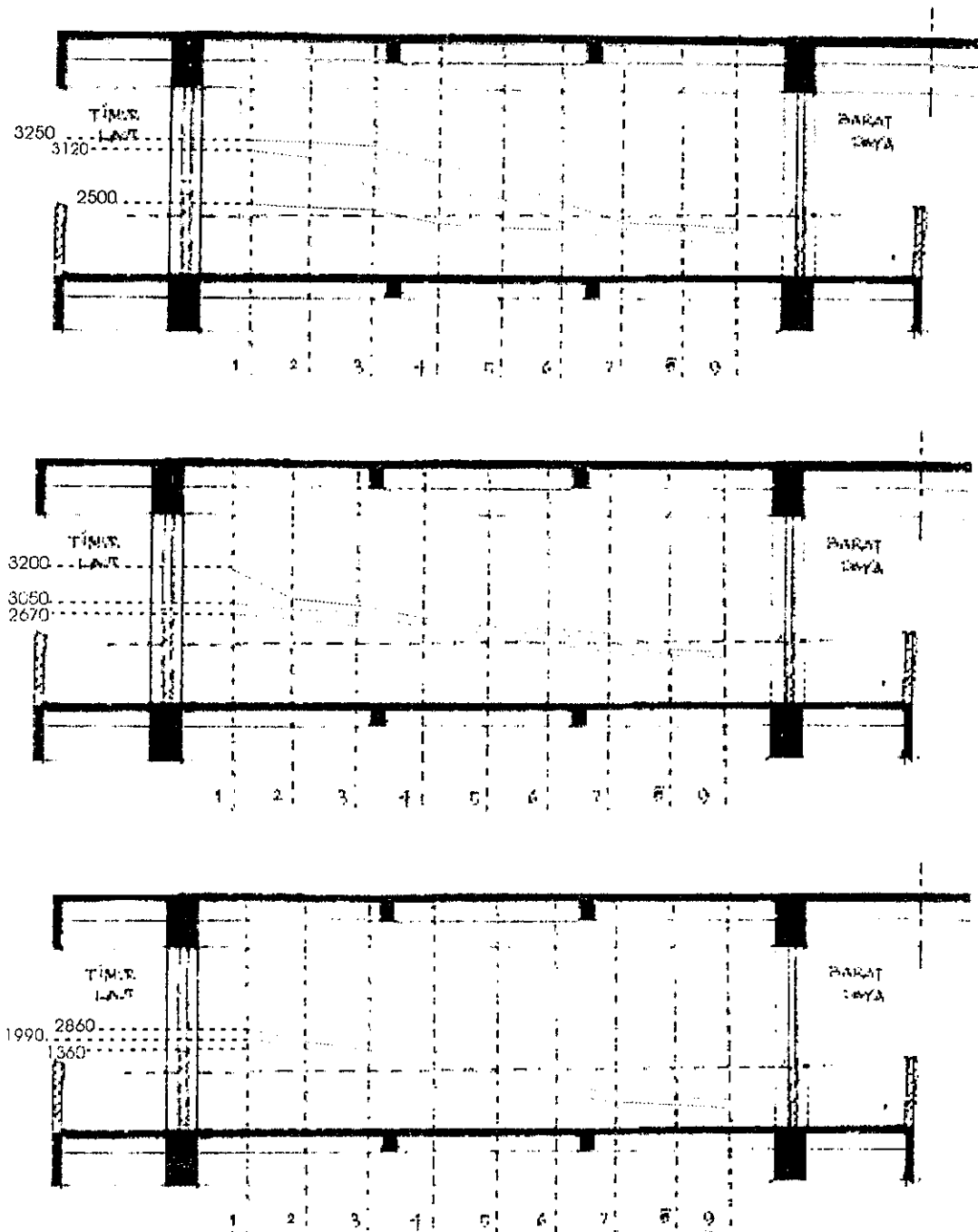
V.2.3. HASIL PENGUKURAN DI RUANG R 5.3.7

Hasil pengukuran intensitas pencahayaan alami pada kondisi bangunan dengan refleksi di ruang R 5.3.7 tersaji pada tabel berikut ini :

Tabel 12.
Intensitas cahaya alami di R.5.3.7 pada kondisi bangunan dengan refleksi

Intensitas Cahaya R. Luar	Intensitas Cahaya R. Dalam (lux)								
	TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9
2500	320	250	240	190	185	175	140	115	95
3250	450	440	415	380	300	250	190	185	170
3120	400	380	300	290	240	190	180	175	140
3200	440	340	325	295	290	250	200	180	160
2670	325	300	260	240	210	200	180	175	105
3050	350	325	300	250	220	225	195	180	150
2860	350	300	275	200	180	165	155	140	120
1990	305	295	255	195	170	130	125	90	85
1360	295	285	250	190	150	125	120	80	65

Untuk lebih jelasnya data dalam tabel di atas disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut :



Gambar 41.
Intensitas cahaya alami di R.5.3.7 pada kondisi bangunan dengan refleksi
Sumber : hasil pengukuran peneliti

Dari gambar 41, terlihat bahwa :

- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 2500 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya ruang dalam di TU 1(250 lux) sampai TU 3(240 lux) yang berjarak 3 m dari lubang jendela sebelah timur laut berada di atas batas minimum 200 lux, sedangkan intensitas cahaya di TU 4(190 lux) sampai TU 9(95 lux) berada di bawah batas minimum
- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3250 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(450 lux) sampai TU 6(250 lux) yang berjarak 6 m dari lubang jendela timur laut berada di atas batas minimum, sedangkan TU 7(190 lux) sampai TU 9(170 lux) berada di bawah batas minimum
- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3120 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(400 lux) sampai TU 5(290 lux) yang berjarak 5 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum, sedangkan intensitas cahaya di TU 6(190 lux) sampai TU 9(140 lux) berada di bawah batas minimum
- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3200 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(440 lux) sampai TU 7(200 lux) yang berjarak 7 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum, sedangkan intensitas cahaya di TU 8(180 lux) dan TU 9(150 lux) berada di bawah batas minimum

- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 2670 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(295 lux) sampai TU 6(200 lux) yang berjarak 6 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum, sedangkan intensitas cahaya di TU 7(175 lux) sampai TU 9(105 lux) berada di bawah batas minimum
- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3050 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(300 lux) sampai TU 6(250 lux) yang berjarak 6 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum, sedangkan intensitas cahaya di TU 7(195 lux) sampai TU 9(160 lux) berada di bawah batas minimum
- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 2860 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(350 lux) sampai TU 5(200 lux) yang berjarak 5 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum, sedangkan intensitas cahaya di TU 6(165 lux) sampai TU 9(140 lux) berada di bawah batas minimum
- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 1990 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(325 lux) sampai TU 3(260 lux) yang berjarak 3 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum, sedangkan intensitas cahaya di TU 4(150 lux) sampai TU 9(90 lux) berada di bawah batas minimum
- dan pada saat intensitas cahaya luar mencapai 1360 lux, intensitas cahaya ruang dalam menurun dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(305 lux) sampai TU 3(260 lux) yang berjarak 3 m dari jendela timur laut berada di

atas batas minimum, sedangkan intensitas cahaya di TU 4(195 lux) sampai TU 9(65 lux) berada di bawah batas minimum

Dari pengukuran intensitas cahaya alami di ruang R 5.3.7 pada kondisi bangunan dengan refleksi, diperoleh hasil bahwa :

- dalam berbagai tingkat intensitas cahaya alami di ruang luar, intensitas cahaya di R 5.3.7 menunjukkan penurunan yang dimulai dari TU 1 hingga ke TU 9. Ini berarti bahwa semakin jauh letak TU dari jendela timur laut, semakin berkurang intensitas cahaya di TU tersebut. Posisi jendela timur laut yang bersebelahan langsung dengan ruang luar dan tidak banyaknya penghalang cahaya di luar jendela memungkinkan terang langit dan cahaya matahari dapat masuk ke dalam ruang melalui jendela tersebut. Tidak demikian halnya dengan jendela di sisi barat daya. Adanya ruang-ruang kuliah lain di sebelah luar dari jendela barat daya menjadi penghalang bagi jendela barat daya sehingga tidak dapat memasukkan terang langit dan cahaya matahari langsung ke dalam ruang secara maksimal seperti jendela dari sisi timur laut. Posisi jendela di timur laut lebih menguntungkan daripada jendela di barat daya dalam hal pencapaian terang langit.
- intensitas cahaya di R 5.3.7 sebagian besar telah melebihi batas minimum 200 lux. Pada saat intensitas cahaya luar mencapai 1360 lux, intensitas cahaya di TU 1-3 yang berjarak 3 m dari jendela timur laut telah melebihi batas minimum 200 lux, dan pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3200 lux, intensitas cahaya di R.5.3.7 juga melebihi batas minimum hingga di TU 7 yang berjarak 7 m dari jendela timur laut. Ini menunjukkan bahwa semakin

besar intensitas cahaya ruang luar, semakin besar pula intensitas cahaya alami yang dicapai oleh R.5.3.7. Tercapainya intensitas cahaya yang melebihi batas minimum di ruang R.5.3.7 dikarenakan adanya bidang-bidang reflektor cahaya di sekeliling R.5.3.7, baik itu refleksi cahaya dari lantai, dinding, plafon, tangga maupun elemen-elemen ruang lainnya, yang berfungsi merefleksikan cahaya melalui jendela ke dalam ruang. Refleksi dari bidang-bidang tersebut memberikan kontribusi yang cukup besar bagi ruang R.5.3.7 dalam memperoleh pencahayaan alami di samping mengandalkan terang langit dan cahaya matahari langsung.

Dari pembahasan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa sebagian besar intensitas cahaya alami di ruang R 5.3.7 sudah memenuhi batas minimum 200 lux dan hanya sebagian kecil yang belum memenuhi batas minimum 200 lux, terutama untuk daerah yang dekat dengan jendela barat daya. Terpenuhinya batas minimum tersebut dikarenakan oleh adanya refleksi cahaya yang masuk ke dalam ruang, baik melalui jendela timur laut maupun barat daya, di samping juga karena terang langit dan cahaya matahari langsung.

V.2.4. HASIL PENGUKURAN DI RUANG R 5.3.8

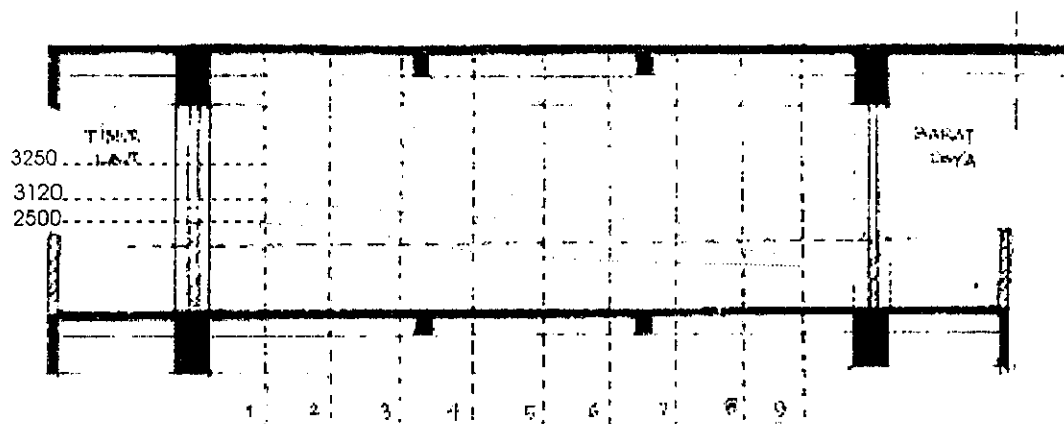
Hasil pengukuran intensitas pencahayaan alami pada kondisi bangunan dengan refleksi di ruang R 5.3.8 tersaji dalam tabel berikut ini :

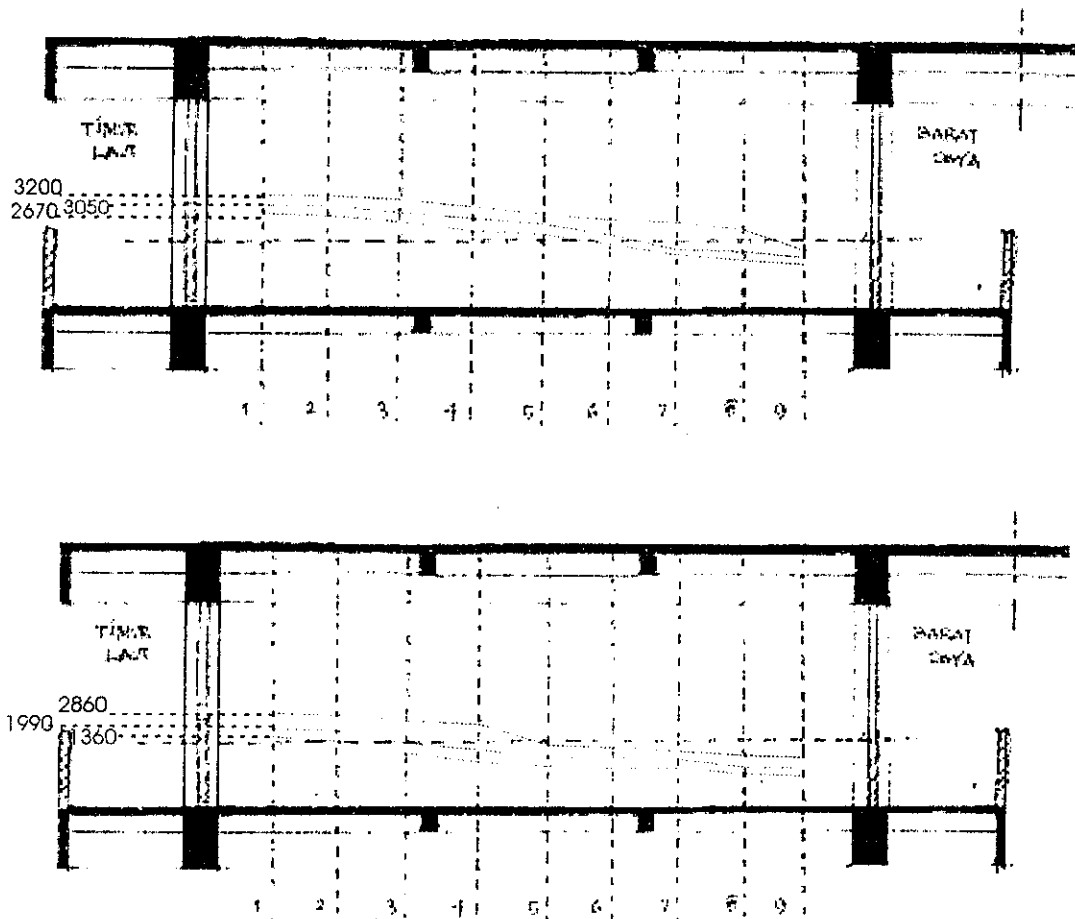
Tabel 13.
Intensitas cahaya alami di R.5.3.8 pada kondisi bangunan dengan refleksi

Intensitas Cahaya R. Luar	Intensitas Cahaya R. Dalam (lux)								
	TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9
2500	280	250	240	190	185	175	140	130	120
3250	450	440	415	385	300	275	250	215	170
3120	325	315	300	295	275	250	240	185	165
3200	350	340	325	305	295	280	260	225	165
2670	290	280	255	225	210	200	175	150	125
3050	315	300	285	255	220	210	195	180	155
2860	300	285	275	245	225	190	180	155	140
1990	250	220	195	185	170	145	135	120	115
1360	220	200	175	155	145	130	120	115	105

Sumber : Hasil pengukuran peneliti

Untuk lebih jelasnya data dalam tabel di atas disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut :





Gambar 42.

Intensitas cahaya alami di R.5.3.8 pada kondisi bangunan dengan refleksi
 Sumber : hasil pengukuran peneliti

Dari gambar 42, terlihat bahwa :

- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 2500 lux, grafik intensitas cahaya ruang dalam menunjukkan penurunan mulai dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya ruang dalam di TU 1(280 lux) sampai TU 3(240 lux) yang berjarak 3 m dari lubang jendela sebelah timur laut berada di atas batas minimum 200 lux, sedangkan intensitas cahaya di TU 4(190 lux) sampai TU 9(120 lux) berada di bawah batas minimum

- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3250 lux, grafik intensitas cahaya ruang dalam menunjukkan penurunan mulai dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(450 lux) sampai TU 8(215 lux) yang berjarak 8 m dari lubang jendela timur laut berada di atas batas minimum 200 lux, sedangkan TU 9(170 lux) berada di bawah batas minimum
- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3120 lux, grafik intensitas cahaya ruang dalam menunjukkan penurunan mulai dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(325 lux) sampai TU 6(250 lux) yang berjarak 6 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum, sedangkan intensitas cahaya di TU 7(190 lux) sampai TU 9(165 lux) berada di bawah batas minimum
- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3200 lux, grafik intensitas cahaya ruang dalam menunjukkan penurunan mulai dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(350 lux) sampai TU 8(225 lux) yang berjarak 8 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum, sedangkan intensitas cahaya di TU 9(165 lux) berada di bawah batas minimum
- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 2670 lux, grafik intensitas cahaya ruang dalam menunjukkan penurunan mulai dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(290 lux) sampai TU 6(200 lux) yang berjarak 6 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum, sedangkan intensitas cahaya di TU 7(175 lux) sampai TU 9(125 lux) berada di bawah batas minimum
- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3050 lux, grafik intensitas cahaya ruang dalam menunjukkan penurunan mulai dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(300 lux) sampai TU 6(205 lux) yang berjarak 6 m dari jendela

- timur laut berada di atas batas minimum, sedangkan intensitas cahaya di TU 7(195 lux) sampai TU 9(160 lux) berada di bawah batas minimum
- pada saat intensitas cahaya luar mencapai 2860 lux, grafik intensitas cahaya ruang dalam menunjukkan penurunan mulai dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(295 lux) sampai TU 5(200 lux) yang berjarak 5 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum, sedangkan intensitas cahaya di TU 6(190 lux) sampai TU 9(140 lux) berada di bawah batas minimum
 - pada saat intensitas cahaya luar mencapai 1990 lux, grafik intensitas cahaya ruang dalam menunjukkan penurunan mulai dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(250 lux) dan TU 2(220 lux) yang berjarak 2 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum, sedangkan intensitas cahaya di TU 3(195 lux) sampai TU 9(115 lux) berada di bawah batas minimum
 - dan pada saat intensitas cahaya luar mencapai 1360 lux, grafik intensitas cahaya ruang dalam menunjukkan penurunan mulai dari TU 1 sampai TU 9. Intensitas cahaya di TU 1(220 lux) dan TU 2(200 lux) yang berjarak 2 m dari jendela timur laut berada di atas batas minimum, sedangkan intensitas cahaya di TU 3(175 lux) sampai TU 9(110 lux) berada di bawah batas minimum

Dari pengukuran intensitas cahaya alami di ruang R 5.3.8 pada kondisi bangunan dengan refleksi, diperoleh hasil bahwa :

- dalam berbagai tingkat intensitas cahaya alami di ruang luar, intensitas cahaya di R 5.3.8 menunjukkan penurunan yang dimulai dari TU 1 hingga ke TU 9. Ini berarti bahwa semakin jauh letak TU dari jendela timur laut, semakin

berkurang intensitas cahaya di TU tersebut. Posisi jendela timur laut yang bersebelahan langsung dengan ruang luar dan tidak banyaknya penghalang cahaya di luar jendela memungkinkan terang langit dan cahaya matahari dapat masuk ke dalam ruang melalui jendela tersebut. Tidak demikian halnya dengan jendela di sisi barat daya. Adanya ruang-ruang kuliah lain di sebelah luar dari jendela barat daya menjadi penghalang bagi jendela barat daya sehingga tidak dapat memasukkan terang langit dan cahaya matahari langsung ke dalam ruang secara maksimal seperti jendela dari sisi timur laut. Posisi jendela di timur laut lebih menguntungkan daripada jendela di barat daya dalam hal pencapaian terang langit.

- intensitas cahaya di R.5.3.8 rata-rata telah melebihi batas minimum 200 lux. Pada saat intensitas cahaya luar mencapai 1360 lux, intensitas cahaya di TU 1 dan 2 yang berjarak 2 m dari jendela timur laut telah melebihi batas minimum, dan pada saat intensitas cahaya luar mencapai 3250 lux, intensitas cahaya di R.5.3.8 juga melebihi batas minimum hingga di TU 8 yang berjarak 8 m dari jendela timur laut. Ini menunjukkan bahwa semakin besar intensitas cahaya ruang luar, semakin besar pula intensitas cahaya alami yang dicapai oleh R.5.3.8. Tercapainya intensitas cahaya yang melebihi batas minimum di ruang R.5.3.8 dikarenakan adanya bidang-bidang reflektor cahaya di sekeliling R.5.3.8 yang berfungsi merefleksikan cahaya yang jatuh ke permukaan bidang tersebut yang kemudian melalui jendela masuk ke dalam ruang. Refleksi yang berasal dari bidang lantai, dinding, plafon, tangga maupun elemen ruang lainnya, memberikan kontribusi yang cukup besar bagi ruang R.5.3.8. dalam

memperoleh pencahayaan alami di samping mengandalkan terang langit dan cahaya matahari langsung.

Dari pembahasan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa sebagian besar intensitas cahaya alami di ruang R 5.3.8 sudah memenuhi batas minimum 200 lux dan hanya sebagian kecil yang belum memenuhi batas minimum 200 lux, terutama untuk daerah yang dekat dengan jendela barat daya. Terpenuhinya batas minimum tersebut dikarenakan oleh adanya refleksi cahaya yang masuk ke dalam ruang, baik melalui jendela timur laut maupun barat daya, di samping juga karena terang langit dan cahaya matahari langsung.

Interpretasi hasil pengukuran intensitas cahaya alami pada ruang kuliah di lantai 3 pada kondisi bangunan dengan refleksi, dapat dilihat pada Tabel 14, berikut ini :

Tabel 14.
Interpretasi Intensitas Cahaya Alami Pada Ruang Kuliah Lantai 3
Terhadap Batas Minimum 200 lux Pada Kondisi Bangunan Dengan Refleksi

Ruang	Intensitas Cahaya R. Luar	Intensitas Cahaya R. Dalam (lux)								
		TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9
R. 5.3.5	2500	√	√	√	√	√	X	X	X	X
	3250	√	√	√	√	√	√	√	X	X
	3120	√	√	√	√	√	√	√	X	X
	3200	√	√	√	√	√	√	√	√	X
	2670	√	√	√	√	X	X	X	X	X
	3050	√	√	√	√	√	√	X	X	X
	2860	√	√	√	√	√	X	X	X	X
	1990	√	√	√	√	√	X	X	X	X
	1360	√	√	√	X	X	X	X	X	X

X : < 200 lux (di bawah standar)

√ : > 200 lux (standar)

Ruang	Intensitas Cahaya R. Luar	Intensitas Cahaya R. Dalam (lux)								
		TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9
R.5.3.6	2500	√	√	√	√	√	X	X	X	X
	3250	√	√	√	√	√	√	√	√	X
	3120	√	√	√	√	√	√	√	√	X
	3200	√	√	√	√	√	√	√	√	X
	2670	√	√	√	√	√	√	X	X	X
	3050	√	√	√	√	√	√	√	X	X
	2860	√	√	√	√	√	√	X	X	X
	1990	√	√	√	√	√	X	X	X	X
	1360	√	√	√	X	X	X	X	X	X

X : < 200 lux (di bawah standar)

√ : > 200 lux (standar)

Ruang	Intensitas Cahaya R. Luar	Intensitas Cahaya R. Dalam (lux)								
		TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9
R.5.3.7	2500	√	√	√	X	X	X	X	X	X
	3250	√	√	√	√	√	√	X	X	X
	3120	√	√	√	√	√	X	X	X	X
	3200	√	√	√	√	√	√	√	X	X
	2670	√	√	√	√	√	√	X	X	X
	3050	√	√	√	√	√	√	X	X	X
	2860	√	√	√	√	X	X	X	X	X
	1990	√	√	√	X	X	X	X	X	X
	1360	√	√	√	X	X	X	X	X	X

X : < 200 lux (di bawah standar)

√ : > 200 lux (standar)

Ruang	Intensitas Cahaya R. Luar	Intensitas Cahaya R. Dalam (lux)								
		TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9
R.5.3.8	2500	√	√	√	X	X	X	X	X	X
	3250	√	√	√	√	√	√	√	√	X
	3120	√	√	√	√	√	√	√	X	X
	3200	√	√	√	√	√	√	√	√	X
	2670	√	√	√	√	√	√	X	X	X
	3050	√	√	√	√	√	√	X	X	X
	2860	√	√	√	√	√	X	X	X	X
	1990	√	√	X	X	X	X	X	X	X
	1360	√	√	X	X	X	X	X	X	X

X : < 200 lux (di bawah standar)

√ : > 200 lux (standar)

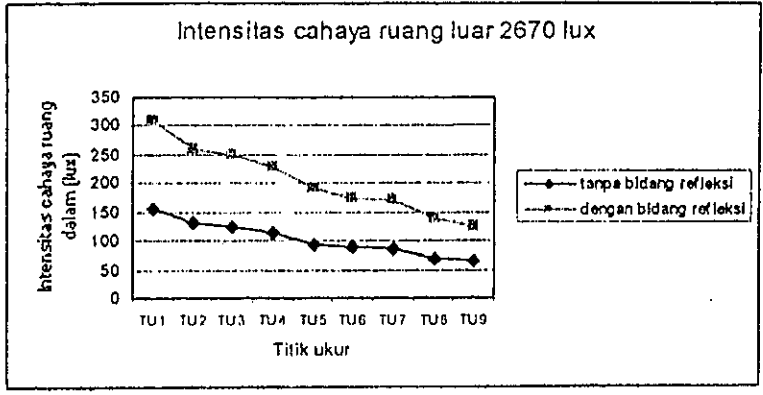
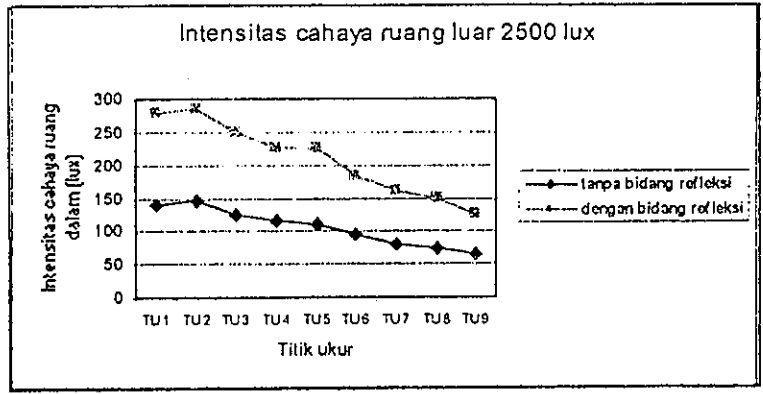
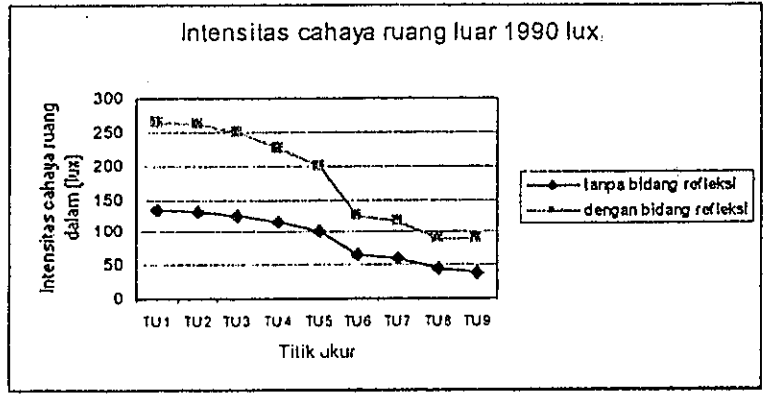
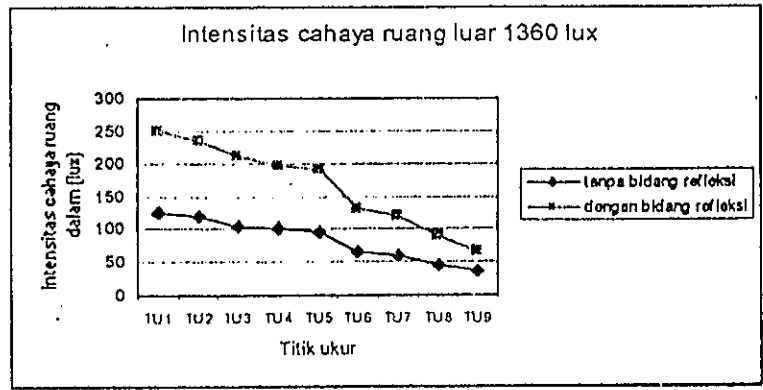
Dari Tabel 14 terlihat bahwa sebagian besar intensitas cahaya di ruang kuliah di lantai 3 pada hampir semua titik ukur, pada kondisi bangunan dengan refleksi cahaya, berada di atas batas minimum 200 lux.

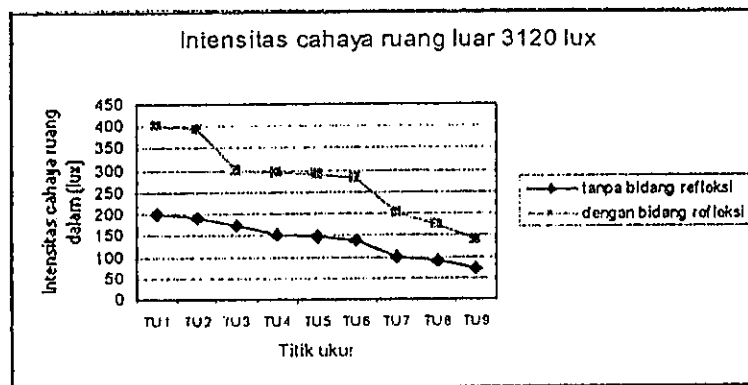
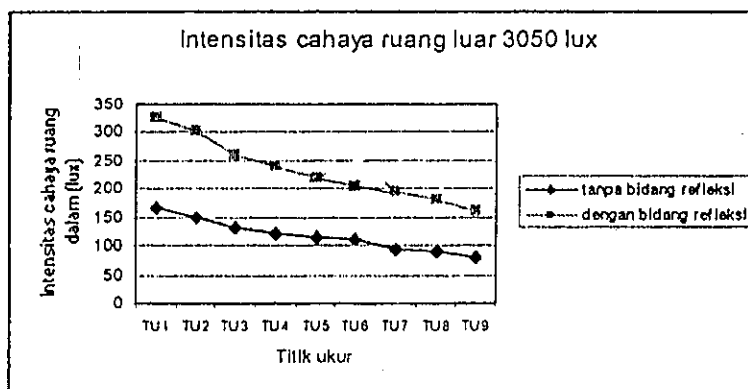
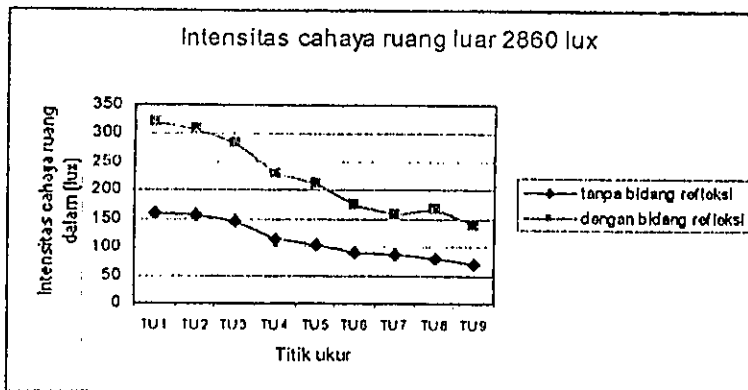
V.3. Perbedaan Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Alami Di Ruang Dalam Pada Kondisi Bangunan Tanpa Refleksi Dan Pada Kondisi Bangunan Dengan Refleksi

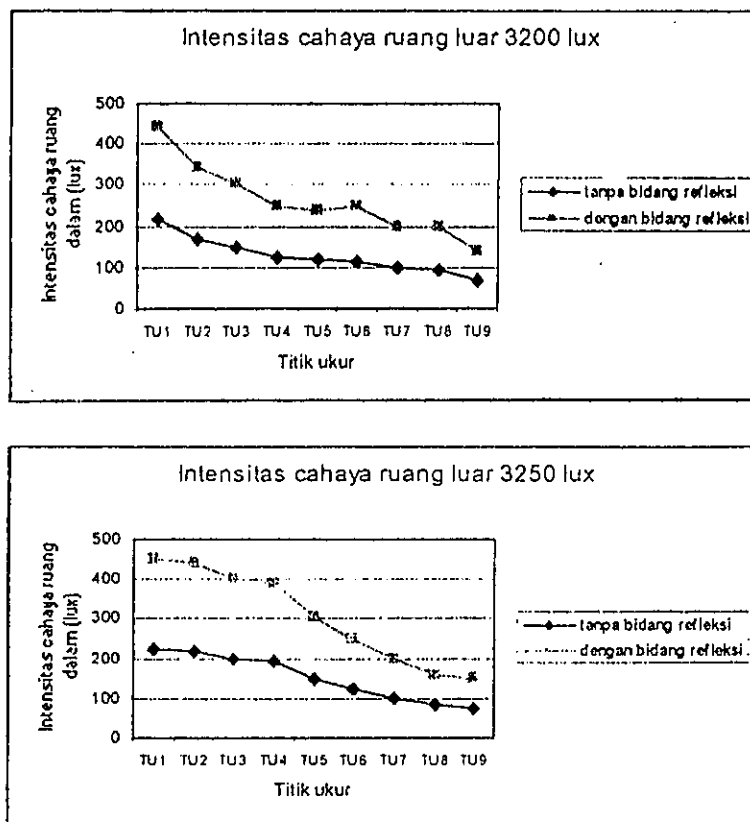
Hasil pengukuran intensitas cahaya alami di ruang R.5.3.5., 5.3.6., 5.3.7. dan 5.3.8, yang dilakukan pada 2 kondisi bangunan yang berbeda, yaitu yang pertama pada kondisi bangunan tanpa refleksi, dan yang kedua pada kondisi bangunan dengan refleksi, disajikan secara bersamaan dalam bentuk grafik pada Gambar 43, 44, 45 dan 46.

V.3.1. PERBEDAAN TINGKAT INTENSITAS CAHAYA ALAMI DI RUANG R 5.3.5

Hasil pengukuran intensitas cahaya alami di ruang R 5.3.5 yang dilakukan pada 2 kondisi bangunan yang berbeda, disajikan secara bersamaan dalam satu bentuk grafik berikut ini:







Gambar 43.

Perbedaan intensitas cahaya alami di ruang R.5.3.5 pada berbagai tingkat intensitas cahaya ruang luar

Dari grafik perbedaan hasil pengukuran intensitas cahaya alami di ruang R.5.3.5 yang dilakukan pada berbagai tingkat intensitas cahaya ruang luar, terlihat adanya grafik yang menurun dimulai dari TU 1 hingga TU 9. Ini menunjukkan bahwa semakin jauh letak titik ukur terhadap jendela di sisi timur laut atau sebaliknya semakin dekat letak titik ukur terhadap jendela di sisi barat daya, maka semakin kecil intensitas cahaya ruang dalamnya. Kecenderungan ini terjadi tidak hanya pada kondisi bangunan tanpa refleksi, tetapi juga pada kondisi bangunan dengan refleksi. Semakin kecilnya intensitas cahaya ruang dalam di titik-titik ukur tersebut disebabkan oleh letak titik-titik ukurnya yang semakin menjauhi bidang

lubang cahaya efektif, di mana semakin jauh dari lubang cahaya efektif, semakin sedikit terang langit dan cahaya matahari yang masuk ke dalam ruang kuliah.

Pada grafik tersebut juga terlihat bahwa pada kondisi bangunan tanpa refleksi, intensitas cahaya alami ruang dalam yang terjadi sebagian besar berada di bawah batas minimum 200 lux, sebaliknya pada kondisi bangunan dengan refleksi, intensitas cahaya alami ruang dalam yang terjadi sebagian besar berada di atas batas minimum 200 lux. Untuk mengetahui seberapa besar kenaikan intensitas cahaya alami oleh refleksi di ruang R 5.3.5 maka dicari prosentase kenaikannya dengan cara membagi kenaikan intensitas cahaya alami oleh refleksi dengan intensitas cahaya alami pada kondisi tanpa refleksi. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 15.
Prosentase kenaikan intensitas cahaya alami ruang dalam
oleh refleksi di ruang R 5.3.5

Intensitas Cahaya R. Luar	Prosentase kenaikan intensitas cahaya r.dalam oleh refleksi (%)								
	TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9
1360	92.3	95.8	90.9	95	95	92.3	91.7	80	85.7
1990	89.3	92.6	92.3	95.7	90.5	73.3	84.6	90.9	80
2500	86.7	96.6	85.2	87.5	95.5	94.7	88.2	87.5	92.3
2670	93.8	93.3	92.3	91.7	72.7	84.2	88.9	75	92.3
2860	93.9	93.8	96.6	91.7	82.6	75	72.2	94.1	86.7
3050	91.2	87.5	73.3	92	91.3	81.8	95	89.5	75
3120	90.5	97.1	87.5	90.3	93.3	92.3	90.5	77.8	75
3200	95.6	97.4	71.4	66.7	60	85.1	90.9	90.5	88.2
3250	95.7	95.6	95.1	94.9	81.8	93.1	95.7	66.7	76.5

Sumber : analisis peneliti

Berdasarkan perhitungan besarnya prosentase kenaikan intensitas cahaya alami oleh refleksi di ruang R 5.3.5, diketahui bahwa dengan adanya refleksi

cahaya maka intensitas cahaya alami ruang dalam mengalami kenaikan sebesar 60 - 97,4%.

Selain mengalami kenaikan intensitas cahaya alami, dari grafik juga tampak bahwa dengan adanya refleksi tersebut, maka luas ruang R 5.3.5 yang intensitas cahayanya berada di atas 200 lux juga meningkat. Untuk mengetahui seberapa besar peningkatan luas ruang yang intensitas cahayanya berada di atas 200 lux, maka dicari prosentasenya dengan cara membagi kenaikan luas ruang R 5.3.5 oleh refleksi dengan luas keseluruhan ruang R 5.3.5. Hasil perhitungan prosentase kenaikan luas ruang tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 16.
Prosentase kenaikan luas ruang yang intensitas cahayanya di atas 200 lux oleh refleksi di ruang R 5.3.5

Intensitas Cahaya R. Luar (lux)	Luas R 5.3.5 yg intens.cahayanya di atas 200 lux (m2)		% kenaikan luas oleh refleksi
	tanpa refleksi	dengn refleksi	
1360	0	27	30%
1990	0	45	50%
2500	0	45	50%
2670	0	36	40%
2860	0	45	50%
3050	0	54	60%
3120	9	63	70%
3200	9	63	70%
3250	27	63	70%

Sumber : analisis peneliti

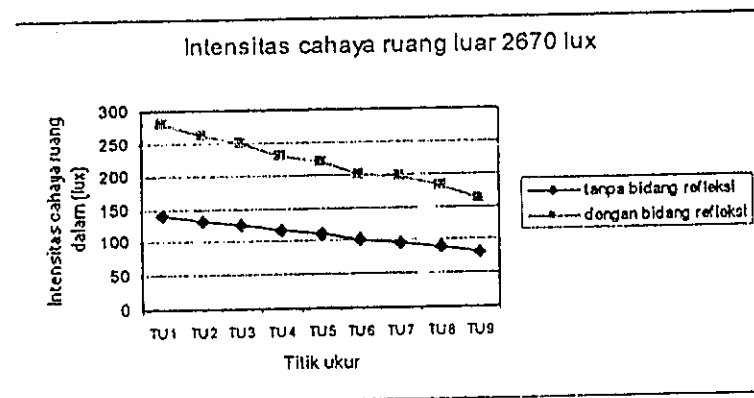
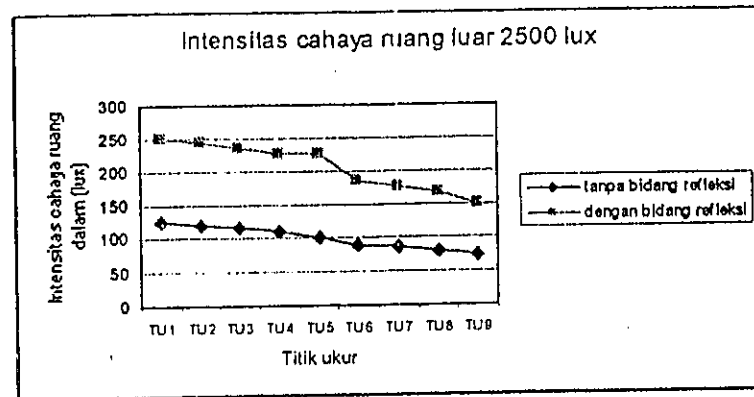
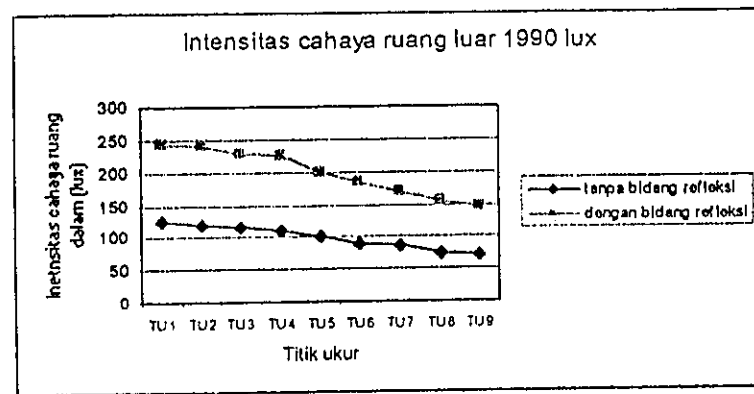
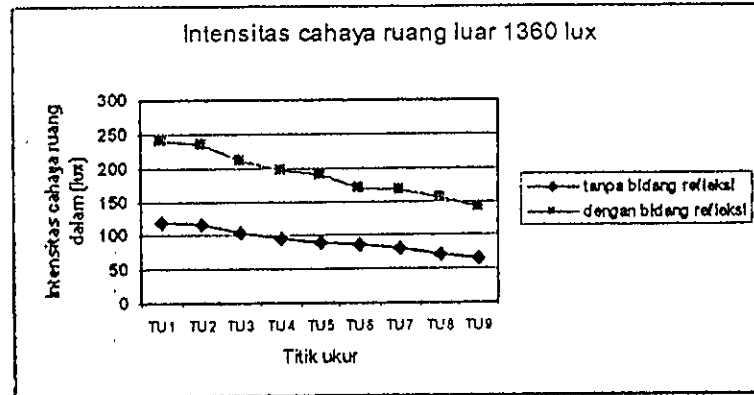
Berdasarkan perhitungan besarnya kenaikan luas ruang R 5.3.5 yang intensitas cahayanya di atas 200 lux, diketahui bahwa dengan adanya refleksi

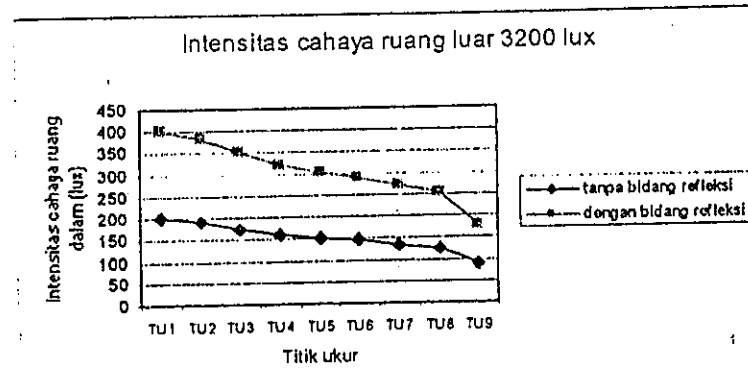
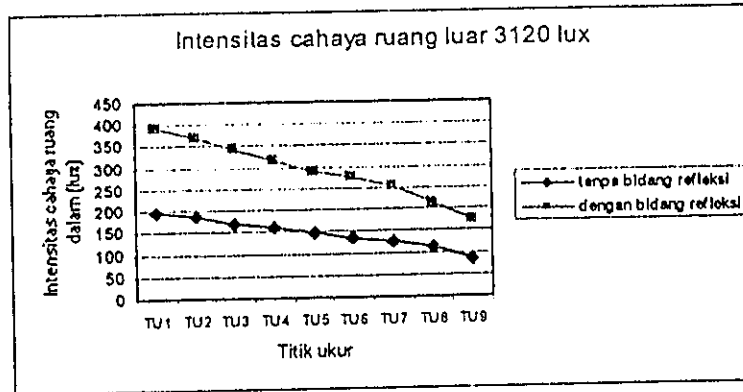
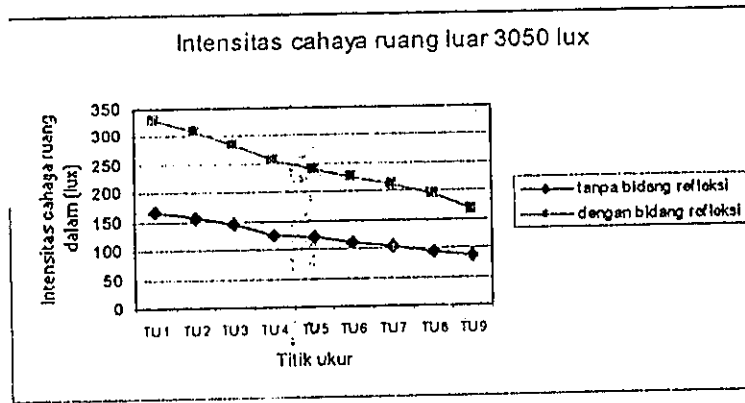
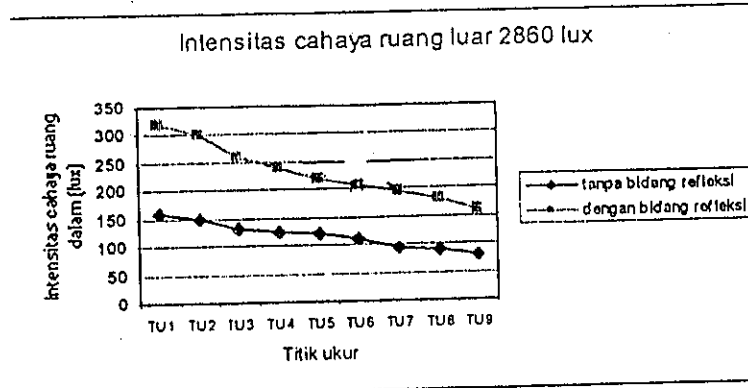
cahaya, maka luas ruang yang intensitas cahayanya di atas 200 lux mengalami kenaikan sebesar 30 – 70%.

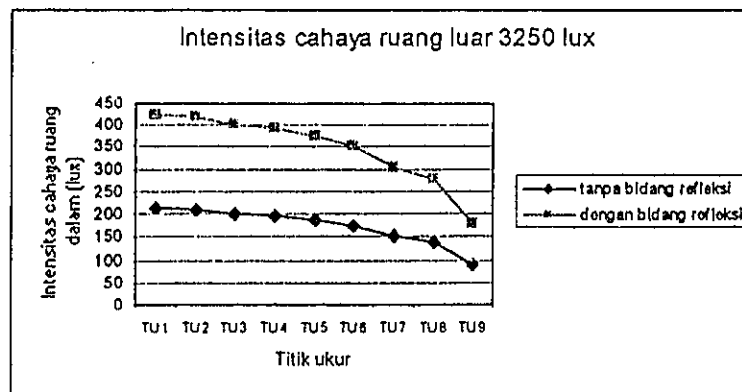
Dari kedua perhitungan di atas, bisa dikatakan pula bahwa cukup besar pengaruh refleksi cahaya terhadap tercapainya intensitas cahaya ruang dalam. Meningkatnya intensitas cahaya ruang kuliah pada kondisi bangunan dengan refleksi ini disebabkan oleh adanya bidang-bidang reflektor cahaya di sekitar ruang kuliah, baik itu dari lantai selasar, lantai hall, dinding di luar ruang kuliah, dinding balkon, plafon dan bidang-bidang reflektor cahaya lainnya. Bidang-bidang tersebut berfungsi merefleksikan / memantulkan cahaya matahari yang jatuh ke permukaan bidang dan kemudian pantulan cahaya tersebut akan masuk ke dalam ruang kuliah melalui lubang jendela. Dari kasus ini bisa dikatakan bahwa bangunan tersebut tidak hanya mengandalkan terang langit dan cahaya matahari langsung sebagai sumber pencahayaan alami ruang dalam, akan tetapi juga mengandalkan cahaya matahari secara tidak langsung yang merupakan hasil pantulan bidang-bidang reflektor di luar ruangan.

V.3.2. PERBEDAAN TINGKAT INTENSITAS CAHAYA ALAMI DI RUANG R 5.3.6

Hasil pengukuran intensitas cahaya alami di ruang R 5.3.6 yang dilakukan pada 2 kondisi bangunan yang berbeda, disajikan secara bersamaan dalam satu bentuk grafik berikut ini:







Gambar 44.
Perbedaan intensitas cahaya alami di R.5.3.6
pada berbagai tingkat intensitas cahaya ruang luar

Grafik-grafik di atas yang merupakan hasil pengukuran intensitas cahaya alami di ruang R 5.3.6, yang dilakukan pada berbagai tingkat intensitas cahaya ruang luar, memperlihatkan adanya penurunan yang dimulai dari TU 1 hingga TU 9. Hal ini menunjukkan kecenderungan bahwa semakin jauh letak titik ukur terhadap jendela di sisi timur laut atau sebaliknya semakin dekat letak titik ukur terhadap jendela di sisi barat daya, maka semakin kecil intensitas cahaya ruang dalamnya. Kecenderungan ini terjadi baik pada kondisi bangunan tanpa bidang refleksi, maupun pada kondisi bangunan yang ada bidang refleksinya. Semakin kecilnya intensitas cahaya ruang dalam di titik-titik ukur tersebut disebabkan oleh letak titik-titik ukur yang semakin menjauhi lubang cahaya efektif, di mana semakin jauh dari lubang cahaya efektif, semakin sedikit terang langit dan cahaya matahari yang langsung masuk ke dalam ruang kuliah.

Pada grafik tersebut juga terlihat bahwa pada kondisi bangunan tanpa refleksi, intensitas cahaya alami ruang dalam yang terjadi berada di bawah batas minimum 200 lux, sebaliknya pada kondisi bangunan dengan refleksi, intensitas

cahaya alami ruang dalam yang terjadi sebagian besar berada di atas batas minimum 200 lux. Untuk mengetahui seberapa besar kenaikan intensitas cahaya alami oleh refleksi di ruang R 5.3.6 maka dicari prosentase kenaikannya dengan cara membagi kenaikan intensitas cahaya alami oleh refleksi dengan intensitas cahaya alami pada kondisi tanpa refleksi. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 17.
Prosentase kenaikan intensitas cahaya alami ruang dalam
oleh refleksi di ruang R 5.3.6

Intensitas Cahaya R. Luar	Prosentase kenaikan intensitas cahaya r.dalam oleh refleksi (%)								
	TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9
1360	92	95.8	90.9	8507	90	88.9	94.1	93.8	86.7
1990	88.2	84.6	91.7	95.7	90.5	94.7	88.9	63.2	93.3
2500	85.2	88.5	88	87.5	95.7	85	94.4	94.1	87.5
2670	93.1	92.6	92.3	91.7	91.3	90.5	95	89.5	88.2
2860	93.9	93.6	92.6	92	92.3	91.3	95	89.5	88.2
3050	94.1	93.8	96.6	96.2	77.8	87.5	90.9	95	83.3
3120	95	94.7	97.1	96.9	93.3	96.4	96.2	95.5	94.4
3200	90.5	97.4	94.4	82.9	79.4	81.3	92.9	96.2	89.5
3250	93.2	95.4	95.1	97.4	97.4	94.4	96.8	96.4	80

Sumber : analisis peneliti

Berdasarkan perhitungan besarnya prosentase kenaikan intensitas cahaya alami oleh refleksi di ruang R 5.3.6, diketahui bahwa dengan adanya refleksi cahaya maka intensitas cahaya alami ruang dalam mengalami kenaikan sebesar 63,2 - 97,4%.

Selain mengalami kenaikan intensitas cahaya alami, dari grafik juga tampak bahwa dengan adanya refleksi tersebut, maka luas ruang R 5.3.6 yang intensitas cahayanya berada di atas 200 lux juga meningkat. Untuk mengetahui

seberapa besar peningkatan luas ruang yang intensitas cahayanya berada di atas 200 lux, maka dicari prosentasenya dengan cara membagi kenaikan luas ruang R 5.3.6 oleh refleksi dengan luas keseluruhan ruang R 5.3.6. Hasil perhitungan prosentase kenaikan luas ruang tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 18.
Prosentase kenaikan luas ruang yang intensitas cahayanya di atas 200 lux oleh refleksi di ruang R 5.3.6

Intensitas Cahaya R. Luar (lux)	Luas R 5.3.6 yg intens.cahayanya di atas 200 lux (m2)		% kenaikan luas oleh refleksi
	tanpa refleksi	dengn refleksi	
1360	0	27	30%
1990	0	45	50%
2500	0	45	50%
2670	0	54	60%
2860	0	54	60%
3050	0	63	70%
3120	9	72	70%
3200	9	72	70%
3250	27	72	50%

Sumber : analisis peneliti

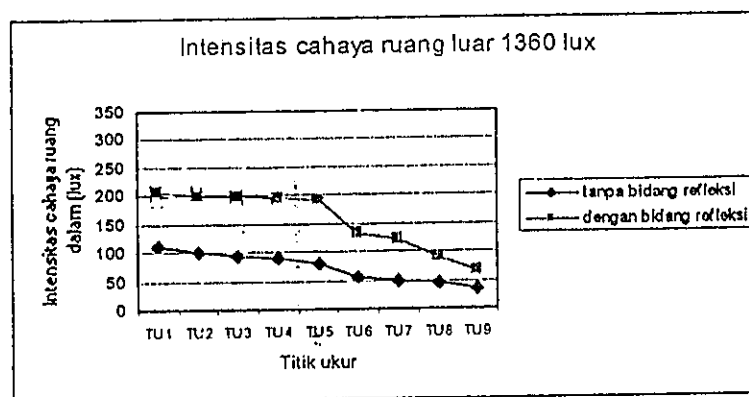
Berdasarkan perhitungan besarnya kenaikan luas ruang R 5.3.6 yang intensitas cahayanya di atas 200 lux, diketahui bahwa dengan adanya refleksi cahaya, maka luas ruang yang intensitas cahayanya di atas 200 lux mengalami kenaikan sebesar 30 – 70%.

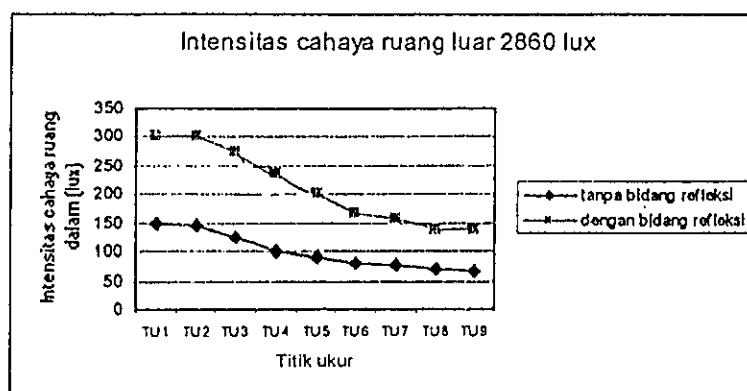
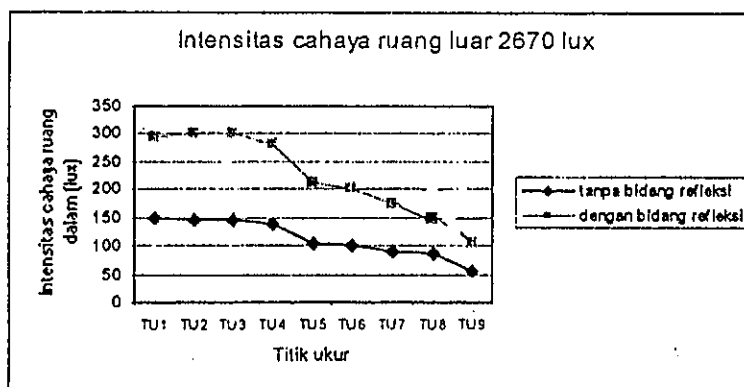
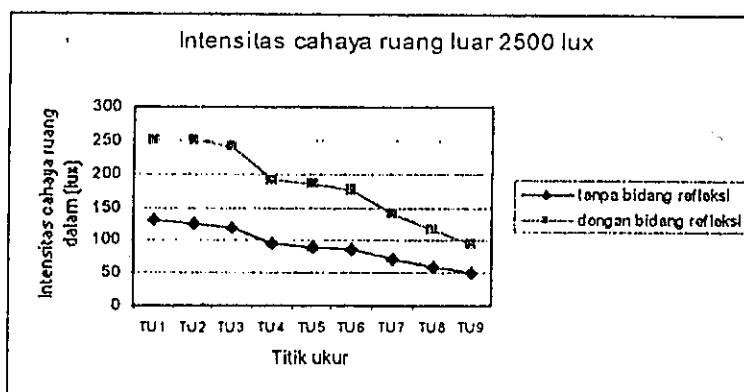
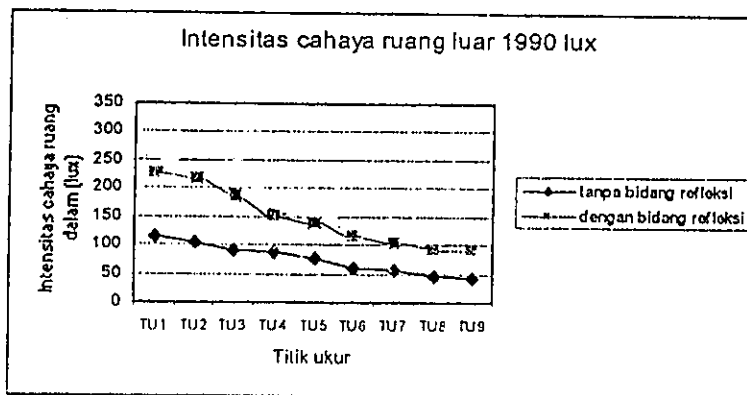
Dari kedua perhitungan di atas, menunjukkan adanya pengaruh refleksi cahaya yang cukup besar terhadap pencapaian intensitas cahaya ruang dalam. Meningkatnya intensitas cahaya ruang kuliah pada kondisi bangunan dengan refleksi ini disebabkan oleh adanya bidang-bidang reflektor cahaya di sekitar

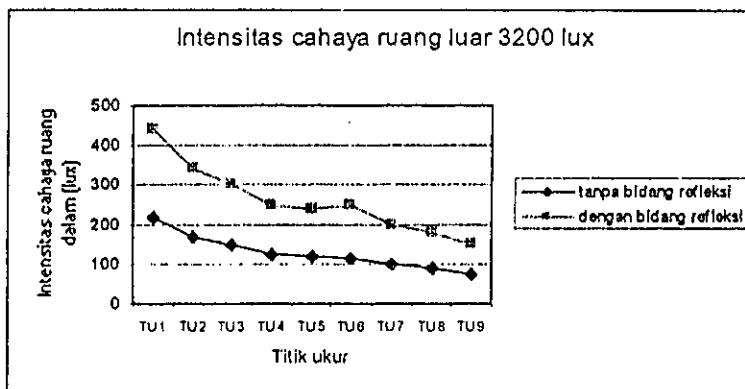
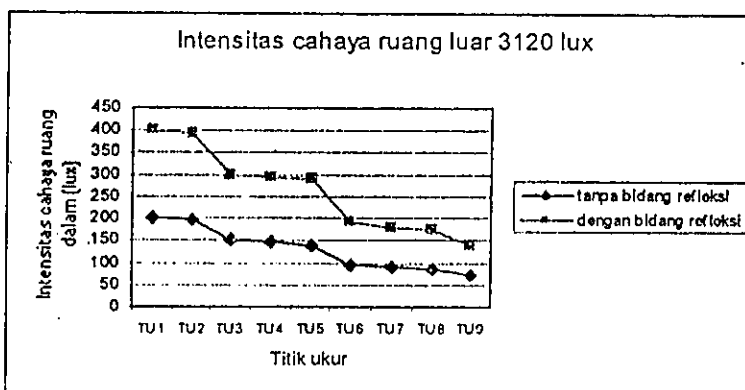
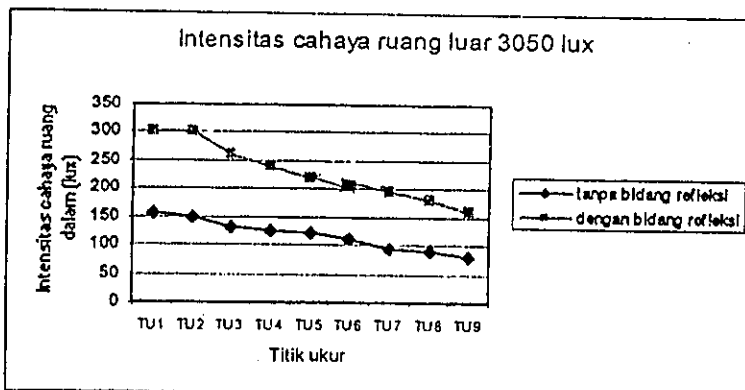
ruang kuliah, baik itu dari lantai selasar, lantai hall, plafon, dinding, dan plafon. Bidang-bidang tersebut akan merefleksikan / memantulkan cahaya matahari yang jatuh ke permukaan bidang dan kemudian pantulan tersebut akan masuk ke dalam ruang kuliah melalui jendela. Dari kasus ini terbukti bahwa bangunan tersebut tidak hanya mengandalkan terang langit dan cahaya matahari langsung sebagai sumber pencahayaan alami ruang dalam, akan tetapi juga mengandalkan cahaya matahari secara tidak langsung yang merupakan hasil pantulan bidang-bidang reflektor di luar ruangan.

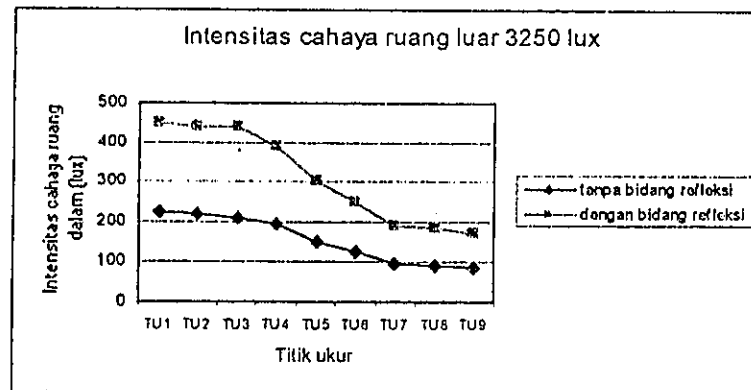
V.3.3. PERBEDAAN HASIL PENGUKURAN INTENSITAS CAHAYA ALAMI DI RUANG R 5.3.7

Hasil pengukuran intensitas cahaya alami di ruang R 5.3.7 yang dilakukan pada 2 kondisi bangunan yang berbeda, disajikan secara bersamaan dalam satu bentuk grafik berikut ini:









Gambar 45.
Perbedaan intensitas cahaya di ruang R.5.3.7
pada berbagai tingkat intensitas cahaya ruang luar

Grafik-grafik di atas yang merupakan hasil pengukuran intensitas cahaya alami di ruang R 5.3.7, yang dilakukan pada berbagai tingkat intensitas cahaya ruang luar, memperlihatkan adanya penurunan intensitas cahaya yang dimulai dari TU 1 hingga TU 9. Dari grafik ini menunjukkan adanya kecenderungan bahwa semakin jauh letak titik ukur terhadap jendela di sisi timur laut atau sebaliknya semakin dekat letak titik ukur terhadap jendela di sisi barat daya, maka semakin kecil intensitas cahaya ruang dalamnya. Kecenderungan ini terjadi baik pada kondisi bangunan tanpa bidang refleksi, maupun pada kondisi bangunan yang ada bidang refleksinya. Semakin kecilnya intensitas cahaya ruang dalam di titik-titik ukur tersebut disebabkan oleh letak titik-titik ukur yang semakin menjauhi lubang cahaya efektif. Semakin jauh dari lubang cahaya efektif, semakin sedikit terang langit dan cahaya matahari yang langsung masuk ke dalam ruang kuliah.

Pada grafik tersebut juga terlihat bahwa pada kondisi bangunan tanpa refleksi, intensitas cahaya alami ruang dalam yang terjadi berada di bawah batas minimum 200 lux, sebaliknya pada kondisi bangunan dengan refleksi, intensitas

cahaya alami ruang dalam yang terjadi sebagian besar berada di atas batas minimum 200 lux. Untuk mengetahui seberapa besar kenaikan intensitas cahaya alami oleh refleksi di ruang R 5.3.7 maka dicari prosentase kenaikannya dengan cara membagi kenaikan intensitas cahaya alami oleh refleksi dengan intensitas cahaya alami pada kondisi tanpa refleksi. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 19.
Prosentase kenaikan intensitas cahaya alami ruang dalam
oleh refleksi di ruang R 5.3.7

Intensitas Cahaya R. Luar	Prosentase kenaikan intensitas cahaya r.dalam oleh refleksi								
	TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9
1360	96.7	96.6	92.3	90	87.5	92.3	84.6	77.8	85.7
1990	96.8	96.7	96.2	95	88.9	85.7	92.3	80	88.9
2500	93.9	92.3	92	90	94.7	94.4	86.7	91.7	90
2670	97	93.6	92.6	92	90.9	90.5	89.5	94.4	90.9
2860	94.4	93.6	96.4	90.5	89.5	94.1	93.8	86.7	84.6
3050	89.2	97	93.6	92.3	83.3	95.7	95	89.5	87.5
3120	95.1	94.9	93.6	93.3	71.4	90	89.5	94.4	86.7
3200	95.6	94.3	97	90.3	93.3	92.3	90.5	89.5	88.2
3250	95.7	95.6	97.6	94.9	93.6	92.3	90	94.7	88.9

Sumber : analisis peneliti

Berdasarkan perhitungan besarnya prosentase kenaikan intensitas cahaya alami oleh refleksi di ruang R 5.3.7, diketahui bahwa dengan adanya refleksi cahaya maka intensitas cahaya alami ruang dalam mengalami kenaikan sebesar 71,4 - 97,6%.

Selain mengalami kenaikan intensitas cahaya alami, dari grafik juga tampak bahwa dengan adanya refleksi tersebut, maka luas ruang R 5.3.7 yang intensitas cahayanya berada di atas 200 lux juga meningkat. Untuk mengetahui

seberapa besar peningkatan luas ruang yang intensitas cahayanya berada di atas 200 lux, maka dicari prosentasenya dengan cara membagi kenaikan luas ruang R 5.3.7 oleh refleksi dengan luas keseluruhan ruang R 5.3.7. Hasil perhitungan prosentase kenaikan luas ruang tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 20.
Prosentase kenaikan luas ruang yang intensitas cahayanya di atas 200 lux oleh refleksi di ruang R 5.3.7

Intensitas Cahaya R. Luar (lux)	Luas R 5.3.7 yg intens.cahayanya di atas 200 lux (m2)		% kenaikan luas oleh refleksi
	tanpa refleksi	dengn refleksi	
1360	0	27	30%
1990	0	27	30%
2500	0	27	30%
2670	0	54	60%
2860	0	36	40%
3050	0	54	60%
3120	9	54	50%
3200	9	63	60%
3250	27	63	40%

Sumber : analisis peneliti

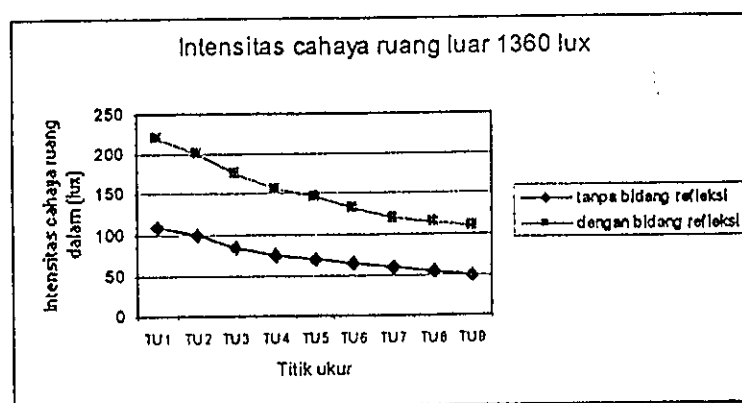
Berdasarkan perhitungan besarnya kenaikan luas ruang R 5.3.7 yang intensitas cahayanya di atas 200 lux, diketahui bahwa dengan adanya refleksi cahaya, maka luas ruang yang intensitas cahayanya di atas 200 lux mengalami kenaikan sebesar 30 – 60%.

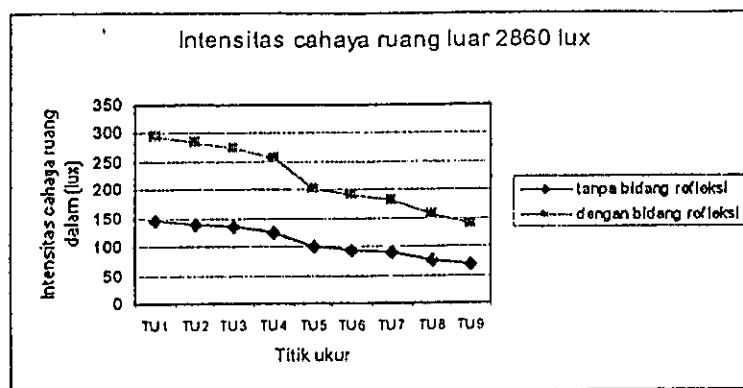
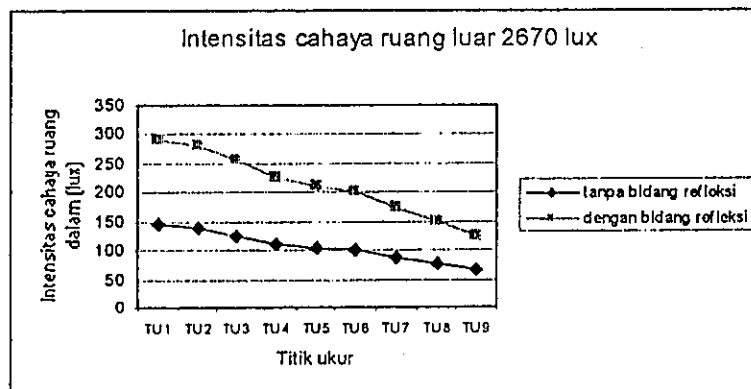
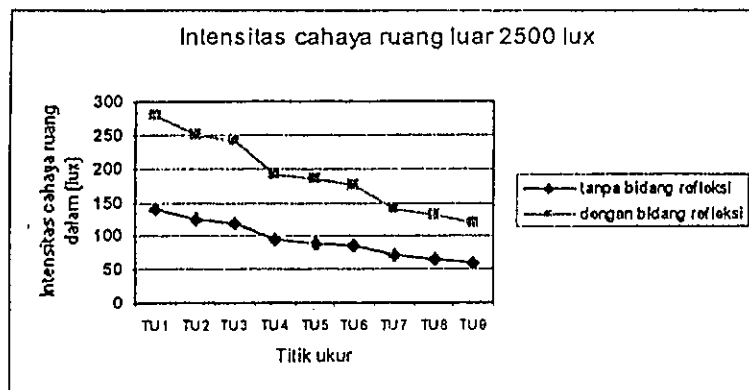
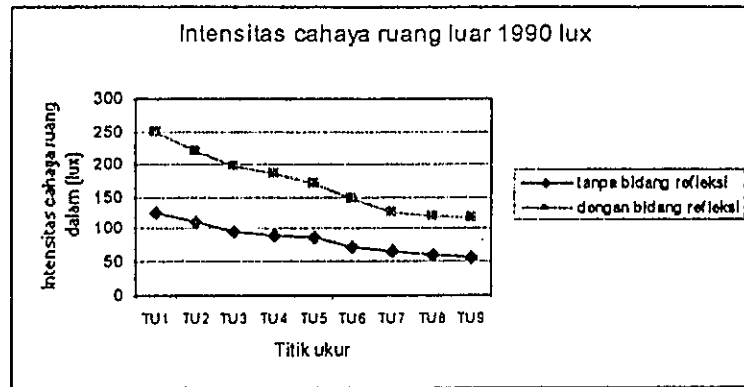
Dari kedua perhitungan tadi, menunjukkan adanya pengaruh yang cukup besar dari refleksi cahaya terhadap pencapaian intensitas cahaya ruang dalam. Meningkatnya intensitas cahaya ruang kuliah pada kondisi bangunan yang ada bidang refleksinya ini disebabkan oleh adanya bidang-bidang reflektor cahaya di sekitar ruang kuliah, baik itu berupa lantai hall, lantai selasar, dinding, plafon,

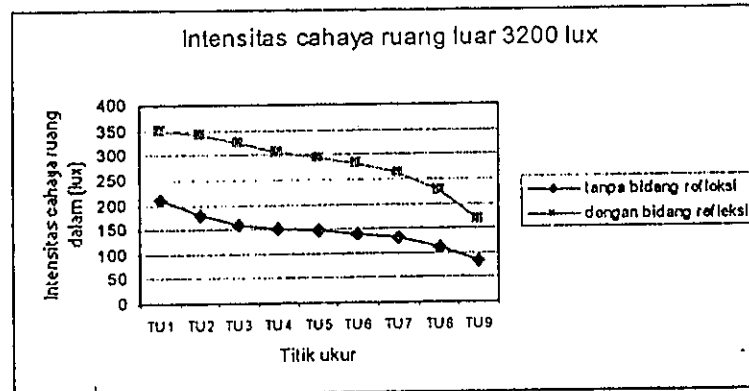
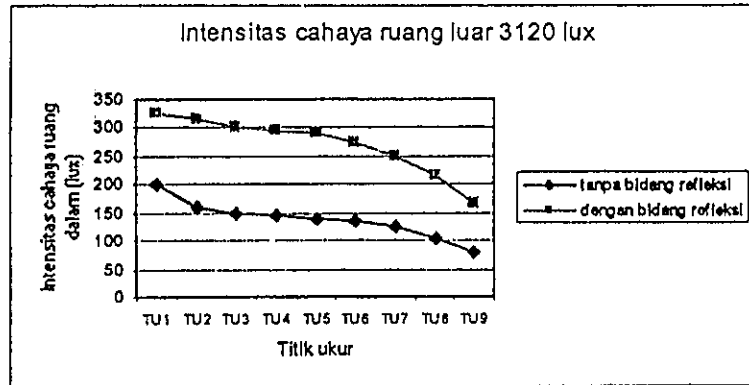
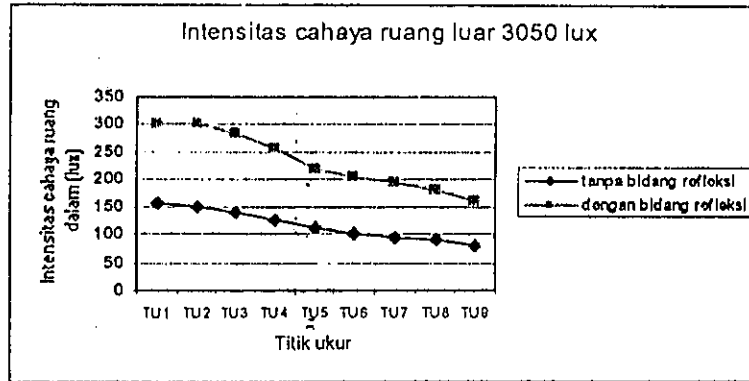
tangga, dan bidang reflektor lain. Bidang-bidang tersebut berfungsi merefleksikan / memantulkan cahaya matahari yang jatuh ke permukaan bidang dan kemudian pantulan tersebut akan masuk ke dalam ruang melalui jendela. Dari kasus ini dapat diambil kesimpulan bahwa bangunan tersebut tidak hanya mengandalkan terang langit dan cahaya matahari langsung sebagai sumber pencahayaan alami ruang dalam, akan tetapi juga mengandalkan cahaya matahari secara tidak langsung yang merupakan hasil pantulan bidang-bidang reflektor di luar ruangan.

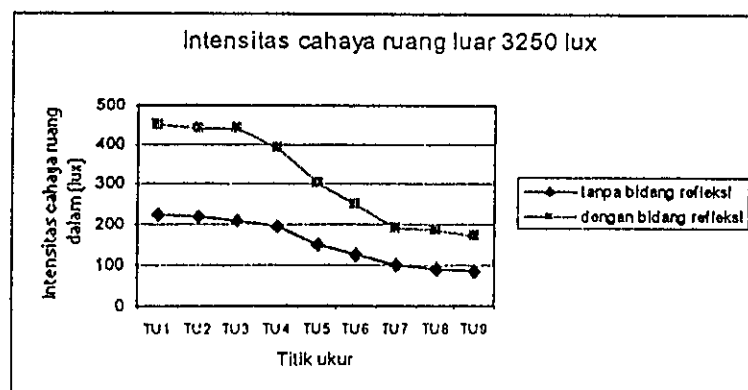
V.3.4. PERBEDAAN HASIL PENGUKURAN INTENSITAS CAHAYA ALAMI DI RUANG R 5.3.8

Hasil pengukuran intensitas cahaya alami di ruang R 5.3.8 yang dilakukan pada 2 kondisi bangunan yang berbeda, disajikan secara bersamaan dalam satu bentuk grafik berikut ini:









Gambar 46.
Perbedaan intensitas cahaya di ruang R.5.3.8
pada berbagai tingkat intensitas cahaya ruang luar

Grafik-grafik di atas yang merupakan hasil pengukuran intensitas cahaya alami di ruang R 5.3.8, yang dilakukan pada berbagai tingkat intensitas cahaya ruang luar, memperlihatkan adanya penurunan intensitas cahaya yang dimulai dari TU 1 hingga TU 9. Hal ini menunjukkan bahwa semakin jauh letak titik ukur terhadap jendela di sisi timur laut atau sebaliknya semakin dekat letak titik ukur terhadap jendela di sisi barat daya, maka semakin kecil intensitas cahaya ruang dalamnya. Kecenderungan ini terjadi baik pada kondisi bangunan tanpa bidang refleksi, maupun pada kondisi bangunan yang ada bidang refleksinya. Semakin kecilnya intensitas cahaya ruang dalam di titik-titik ukur tersebut disebabkan oleh letak titik ukur yang semakin menjauhi lubang cahaya efektif. Semakin jauh dari lubang cahaya efektif, semakin sedikit terang langit dan cahaya matahari yang langsung masuk ke dalam ruang kuliah.

Pada grafik tersebut juga terlihat bahwa pada kondisi bangunan tanpa refleksi, intensitas cahaya alami ruang dalam yang terjadi berada di bawah batas minimum 200 lux, sebaliknya pada kondisi bangunan dengan refleksi, intensitas

cahaya alami ruang dalam yang terjadi sebagian besar berada di atas batas minimum 200 lux. Untuk mengetahui seberapa besar kenaikan intensitas cahaya alami oleh refleksi di ruang R 5.3.8 maka dicari prosentase kenaikannya dengan cara membagi kenaikan intensitas cahaya alami oleh refleksi dengan intensitas cahaya alami pada kondisi tanpa refleksi. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 21.
Prosentase kenaikan intensitas cahaya alami ruang dalam oleh refleksi di ruang R 5.3.8

Intensitas Cahaya R. Luar	Prosentase kenaikan intensitas cahaya r.dalam oleh refleksi (%)								
	TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9
1360	91.3	90.5	94.4	93.8	93.3	85.7	84.6	91.7	90.9
1990	92.3	91.3	95	94.7	88.9	93.3	92.9	84.6	91.7
2500	93.1	92.3	92	90	94.7	94.4	86.7	85.7	84.6
2670	93.3	93.1	96.2	95.7	90.9	90.5	94.4	87.5	92.3
2860	93.6	96.6	96.4	96	95.7	90	89.5	93.8	86.7
3050	96.9	93.6	96.6	96.2	83.3	82.6	95	89.5	93.8
3120	62.5	96.9	93.6	96.7	96.4	85.2	96	76.2	94.1
3200	66.7	88.9	97	96.8	97	93.1	92.6	95.7	94.1
3250	95.7	95.6	97.6	97.4	93.6	96.4	9.3	95.5	88.9

Sumber : analisis peneliti

Berdasarkan perhitungan besarnya prosentase kenaikan intensitas cahaya alami oleh refleksi di ruang R 5.3.8, diketahui bahwa dengan adanya refleksi cahaya maka intensitas cahaya alami ruang dalam mengalami kenaikan sebesar 62,5 - 97,4%.

Selain mengalami kenaikan intensitas cahaya alami, dari grafik juga tampak bahwa dengan adanya refleksi tersebut, maka luas ruang R 5.3.8 yang intensitas cahayanya berada di atas 200 lux juga meningkat. Untuk mengetahui

seberapa besar peningkatan luas ruang yang intensitas cahayanya berada di atas 200 lux, maka dicari prosentasenya dengan cara membagi kenaikan luas ruang R 5.3.8 oleh refleksi dengan luas keseluruhan ruang R 5.3.8. Hasil perhitungan prosentase kenaikan luas ruang tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 22.
Prosentase kenaikan luas ruang yang intensitas cahayanya di atas 200 lux oleh refleksi di ruang R 5.3.8

Intensitas Cahaya R. Luar (lux)	Luas R 5.3.8 yg intens.cahayanya di atas 200 lux (m2)		% kenaikan luas oleh refleksi
	tanpa refleksi	dengn refleksi	
1360	0	18	20%
1990	0	18	20%
2500	0	27	30%
2670	0	54	60%
2860	0	45	50%
3050	0	54	60%
3120	9	54	50%
3200	9	72	70%
3250	27	72	50%

Sumber : analisis peneliti

Berdasarkan perhitungan besarnya kenaikan luas ruang R 5.3.8 yang intensitas cahayanya di atas 200 lux, diketahui bahwa dengan adanya refleksi cahaya, maka luas ruang yang intensitas cahayanya di atas 200 lux mengalami kenaikan sebesar 20 – 70%.

Dari kedua perhitungan di atas, menunjukkan adanya pengaruh yang cukup besar dari refleksi cahaya terhadap pencapaian intensitas cahaya ruang dalam. Meningkatnya intensitas cahaya ruang kuliah pada kondisi bangunan yang ada bidang refleksinya ini disebabkan oleh adanya bidang-bidang reflektor cahaya di sekitar ruang kuliah, baik itu berupa lantai selasar, lantai hall, dinding balkon,

dinding di luar ruang kuliah, plafon, tangga, dan bidang-bidang reflektor lain. Bidang-bidang tersebut berfungsi merefleksikan / memantulkan cahaya matahari yang jatuh ke permukaan bidang dan kemudian pantulan ini akan masuk ke dalam ruang melalui jendela. Dari kasus ini terbukti bahwa bangunan tersebut tidak hanya mengandalkan terang langit dan cahaya matahari langsung sebagai sumber pencahayaan alami ruang dalam, akan tetapi juga mengandalkan cahaya matahari secara tidak langsung yang merupakan hasil pantulan bidang-bidang reflektor di luar ruangan.

V.4. Analisis Kuantitatif Perbedaan Intensitas Cahaya Alami Ruang Dalam Pada Kondisi Tanpa Refleksi Dan Pada Kondisi Dengan Refleksi

Untuk memperkuat adanya perbedaan antara intensitas cahaya ruang dalam pada kondisi tanpa bidang refleksi dengan kondisi ada bidang refleksi, dilakukan analisa kuantitatif yaitu dengan menggunakan uji beda (uji t) dan diperoleh hasil sebagai berikut :

- Ruang R 5.3.5

Pada nilai *levene's test for equality of variances (homogenitas)* $F = 4,156$ $p > 0,05$. Pada nilai tersebut, probabilitas (p) di atas 0,05 sehingga dapat dikatakan kriteria intensitas cahaya ruang dalam pada kondisi tanpa bidang refleksi luar dengan kriteria intensitas cahaya ruang dalam pada kondisi ada bidang refleksi luar adalah satu varians (identik) atau dapat dikatakan sudah memenuhi asumsinya. Kalau tidak identik, tidak perlu diuji, karena asumsi hasilnya pasti berbeda.

Pada nilai $t = -6,760$ $p < 0,05$. Pada nilai tersebut, probabilitas (p) di bawah $0,05$, sehingga dapat dikatakan ada perbedaan yang signifikan antara intensitas cahaya ruang dalam pada kondisi tanpa bidang refleksi luar (mean = 114,8889) dengan intensitas cahaya ruang dalam pada kondisi ada bidang refleksi luar (mean = 228,6667) di ruang R 5.3.5.

- **Ruang R 5.3.6**

Pada nilai *levene's test for equality of variances (homogenitas)* $F = 4,265$ $p > 0,05$. Pada nilai tersebut, probabilitas (p) di atas $0,05$ sehingga dapat dikatakan kriteria intensitas cahaya ruang dalam pada kondisi tanpa bidang refleksi luar dengan kriteria intensitas cahaya ruang dalam pada kondisi ada bidang refleksi luar adalah satu varians (identik) atau dapat dikatakan sudah memenuhi asumsinya. Kalau tidak identik, tidak perlu diuji, karena asumsi hasilnya pasti berbeda.

Pada nilai $t = -6,166$ $p < 0,05$. Pada nilai tersebut, probabilitas (p) di bawah $0,05$, sehingga dapat dikatakan ada perbedaan yang signifikan antara intensitas cahaya ruang dalam pada kondisi tanpa bidang refleksi luar (mean = 123,5189) dengan intensitas cahaya ruang dalam pada kondisi ada bidang refleksi luar (mean = 249,0111) di ruang R 5.3.6.

- **Ruang R 5.3.7**

Pada nilai *levene's test for equality of variances (homogenitas)* $F = 2,802$ $p > 0,05$. Pada nilai tersebut, probabilitas (p) di atas $0,05$ sehingga dapat dikatakan kriteria intensitas cahaya ruang dalam pada kondisi tanpa bidang refleksi luar dengan kriteria intensitas cahaya ruang dalam pada kondisi ada

bidang refleksi luar adalah satu varians (identik) atau dapat dikatakan sudah memenuhi asumsinya. Kalau tidak identik, tidak perlu diuji, karena asumsi hasilnya pasti berbeda.

Pada nilai $t = -6,192$ $p < 0,05$. Pada nilai tersebut, probabilitas (p) di bawah 0,05, sehingga dapat dikatakan ada perbedaan yang signifikan antara intensitas cahaya ruang dalam pada kondisi tanpa bidang refleksi luar (mean = 109,3200) dengan intensitas cahaya ruang dalam pada kondisi ada bidang refleksi luar (mean = 224,6900) di ruang R 5.3.7.

- **Ruang R 5.3.8**

Pada nilai *levene's test for equality of variances (homogenitas)* $F = 3,462$ $p > 0,05$. Pada nilai tersebut, probabilitas (p) di atas 0,05 sehingga dapat dikatakan kriteria intensitas cahaya ruang dalam pada kondisi tanpa bidang refleksi luar dengan kriteria intensitas cahaya ruang dalam pada kondisi ada bidang refleksi luar adalah satu varians (identik) atau dapat dikatakan sudah memenuhi asumsinya. Kalau tidak identik, tidak perlu diuji, karena asumsi hasilnya pasti berbeda.

Pada nilai $t = -5,635$ $p < 0,05$. Pada nilai tersebut, probabilitas (p) di bawah 0,05, sehingga dapat dikatakan ada perbedaan yang signifikan antara intensitas cahaya ruang dalam pada kondisi tanpa bidang refleksi luar (mean = 113,5189) dengan intensitas cahaya ruang dalam pada kondisi ada bidang refleksi luar (mean = 226,9122) di ruang R 5.3.8.

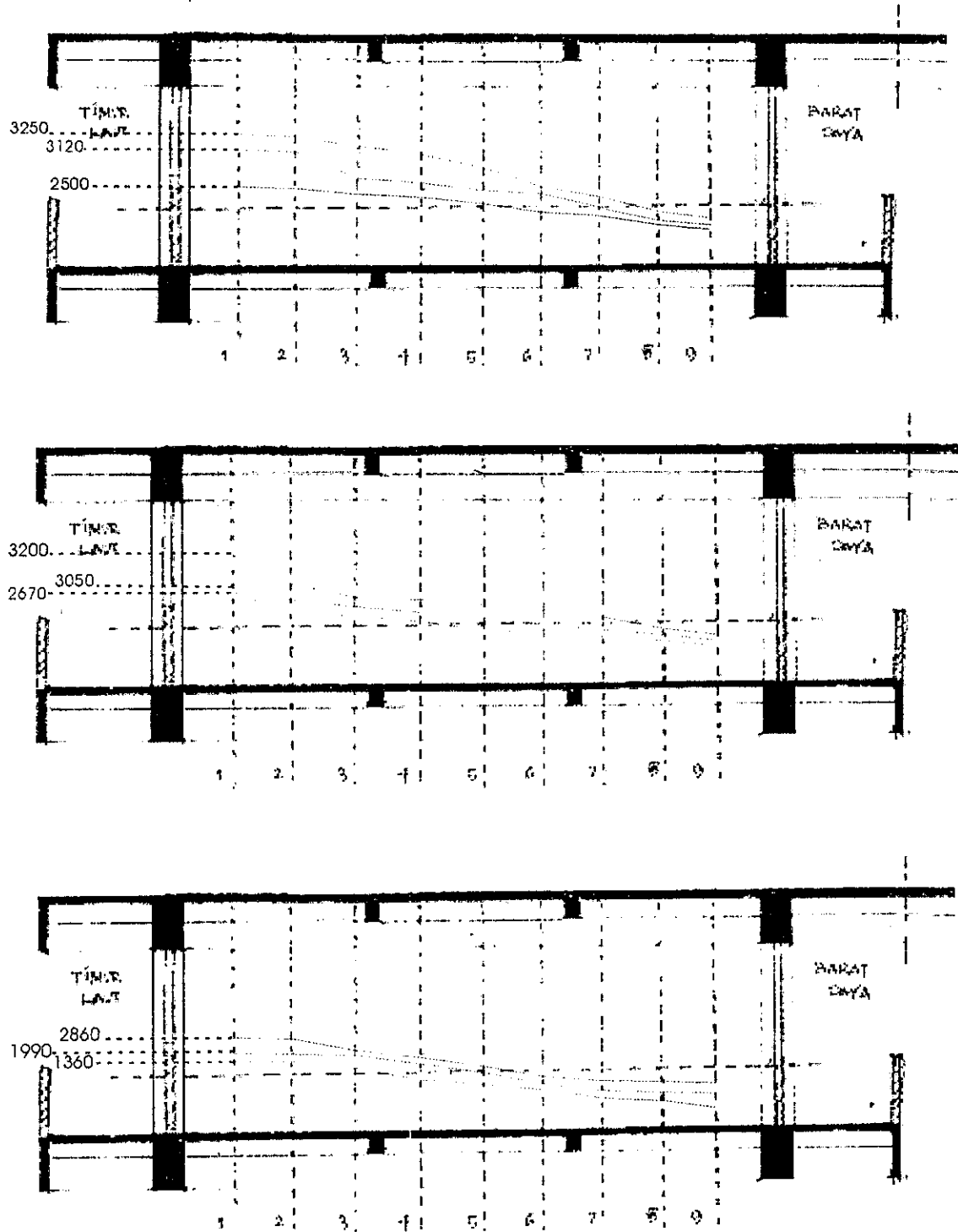
Dari pembahasan perbedaan intensitas cahaya alami ruang dalam pada kondisi tanpa refleksi dan pada kondisi dengan refleksi di ruang R 5.3.5, R 5.3.6,

R 5.3.7 dan R 5.3.8 terdapat hasil yang sama, yaitu terdapat perbedaan yang signifikan antara intensitas cahaya alami ruang dalam pada kondisi tanpa refleksi dan pada kondisi dengan refleksi. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada prosentase kenaikan intensitas cahaya alami ruang dalam oleh refleksi cahaya yang berkisar antara 60 – 97,6%. Atau dapat juga dilihat pada prosentase kenaikan luas ruang yang intensitas cahayanya di atas 200 lux oleh refleksi yang berkisar antara 20 – 70%. Besarnya prosentase kenaikan oleh refleksi tersebut menunjukkan adanya pengaruh refleksi cahaya yang besar dalam meningkatkan intensitas cahaya alami ruang dalam.

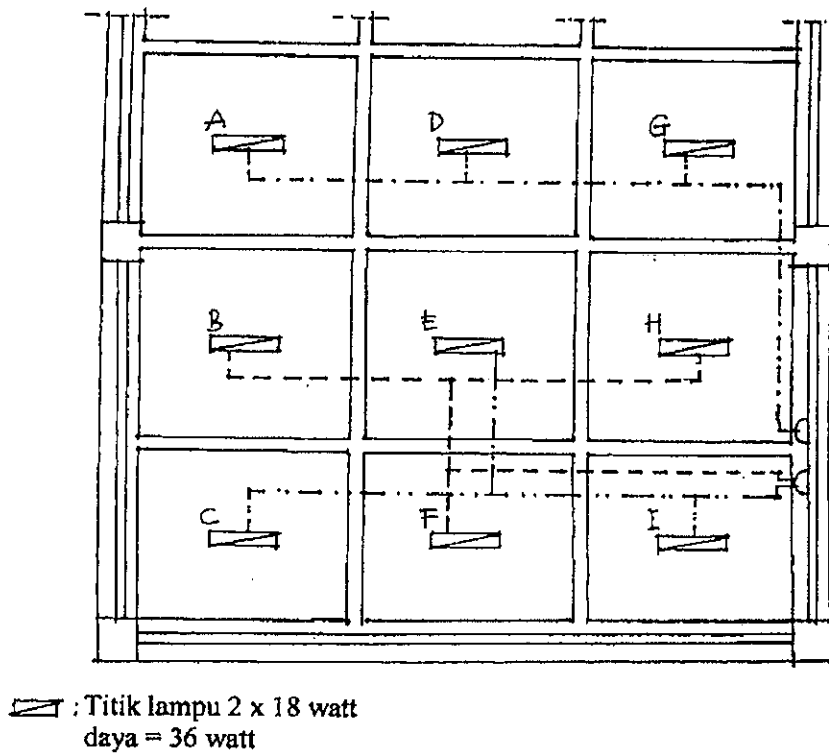
V.5. Analisis Sistem Pencahayaan Buatan Berdasarkan Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Alami Ruang Dalam

Untuk membuktikan hipotesis kedua yang menyatakan bahwa penataan grouping titik lampu dan saklar di di ruang R.5.3.5, R.5.3.6, R.5.3.7, dan R.5.3.8 tidak efisien, maka ditinjau kembali grafik intensitas cahaya alami ruang dalam pada kondisi bangunan dengan refleksi. Grafik yang merupakan gambaran distribusi pencahayaan alami di ruang dalam tersebut, dijadikan dasar dalam menghitung jumlah titik lampu dan besarnya daya listrik yang digunakan pada siang hari.

V.5.1. ANALISIS PENCAHAYAAN BUATAN PADA RUANG R 5.3.5



Gambar 47. Grafik intensitas cahaya ruang dalam di R.5.3.5
 Sumber : hasil pengukuran peneliti



Gambar 48.
Denah eksisting titik lampu di R.5.3.5

Dari gambar 47 terlihat bahwa pada intensitas cahaya luar 1360 lux, intensitas cahaya ruang dalam mulai berada di bawah batas minimum 200 lux pada TU 4 dan semakin turun sampai TU 9. Pada intensitas cahaya luar 2500 lux, intensitas cahaya ruang dalam mulai berada di bawah 200 lux pada TU 6, sedangkan pada intensitas cahaya luar 3120 lux, intensitas cahaya ruang dalam mulai berada di bawah 200 lux pada TU 8. Dari gejala ini dapat dikatakan bahwa TU yang dekat dengan lubang cahaya efektif tidak memerlukan lagi tambahan pencahayaan, sedangkan TU yang letaknya lebih dalam masih memerlukan tambahan pencahayaan dari lampu-lampu yang terpasang di R.5.3.5.

Untuk memenuhi tambahan pencahayaan pada intensitas cahaya luar 1360 lux, sebaiknya titik-titik lampu di D,E,F,G,H,I menyala. Sedangkan untuk memenuhi tambahan pencahayaan pada intensitas cahaya luar 2500 lux, sebaiknya titik lampu di G,H,I menyala. Dari kondisi eksisting pembagian saklar pada gambar 48 terlihat bahwa untuk memenuhi tambahan pencahayaan di titik G,H,I, maka semua lampu akan menyala. Padahal seharusnya lampu di titik A,B,C,D,E, dan F tidak perlu dinyalakan karena pada daerah tersebut intensitas cahaya ruang dalamnya sudah memenuhi standart 200 lux.

Untuk menghitung besarnya penggunaan daya listrik pada berbagai tingkat intensitas cahaya luar dapat dilihat pada Tabel 23 berikut ini.

Tabel 23.
Perhitungan besar in-efisiensi daya listrik di ruang R 5.3.5

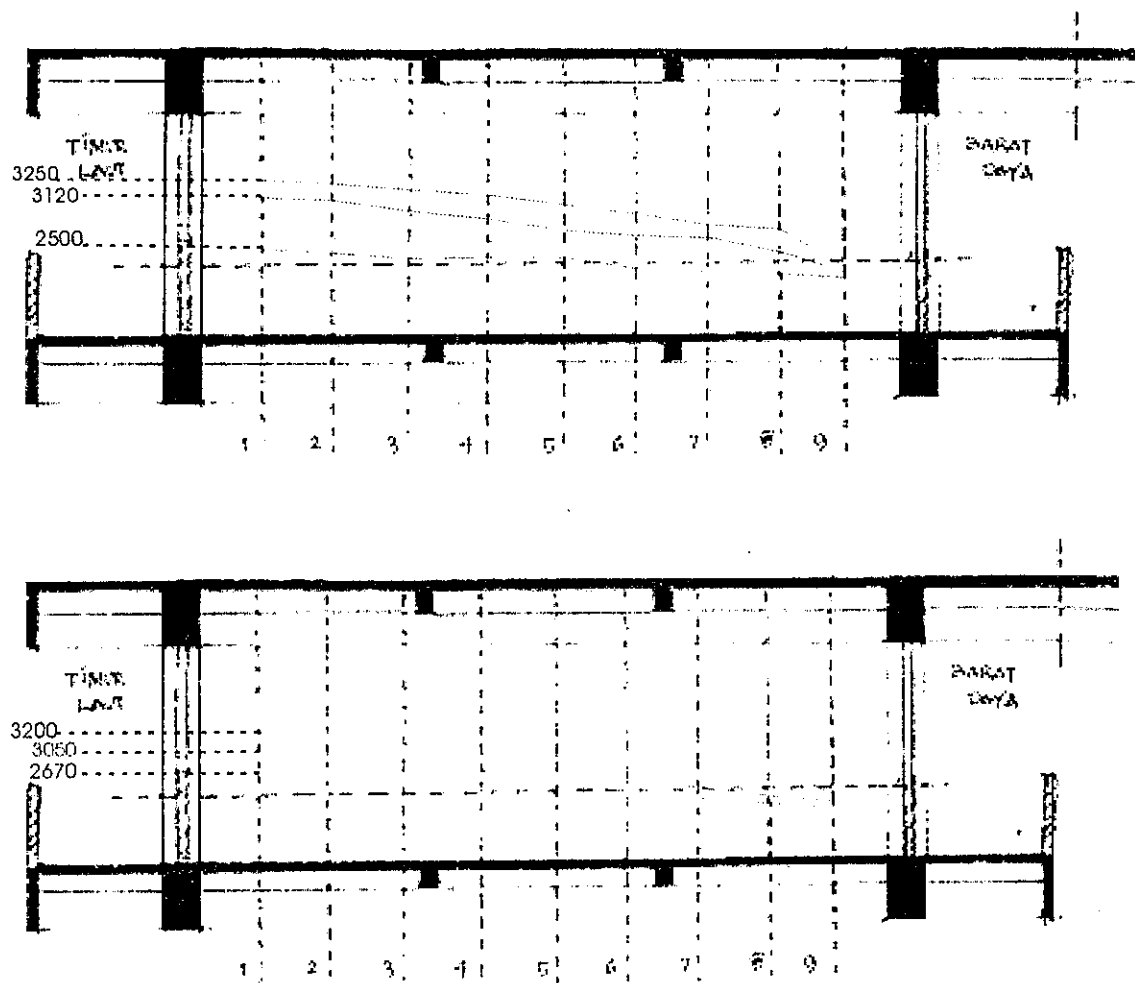
Intensitas Cahaya R. Luar (lux)	Berdasarkan kondisi eksisting grouping saklar		Berdasarkan grafik intensitas cahaya alami		In-efisiensi watt	Prosentase in-efisiensi
	Jumlah titik lampu	Jumlah watt	Jumlah titik lampu	Jumlah watt		
1	2	3	4	5	6 = 3 - 5	7
1360	9	324	6	216	108	33%
1990	9	324	6	216	108	33%
2500	9	324	6	216	108	33%
2670	9	324	6	216	108	33%
2860	9	324	6	216	108	33%
3050	9	324	3	108	216	66%
3120	9	324	3	108	216	66%
3200	9	324	3	108	216	66%
3250	9	324	3	108	216	66%

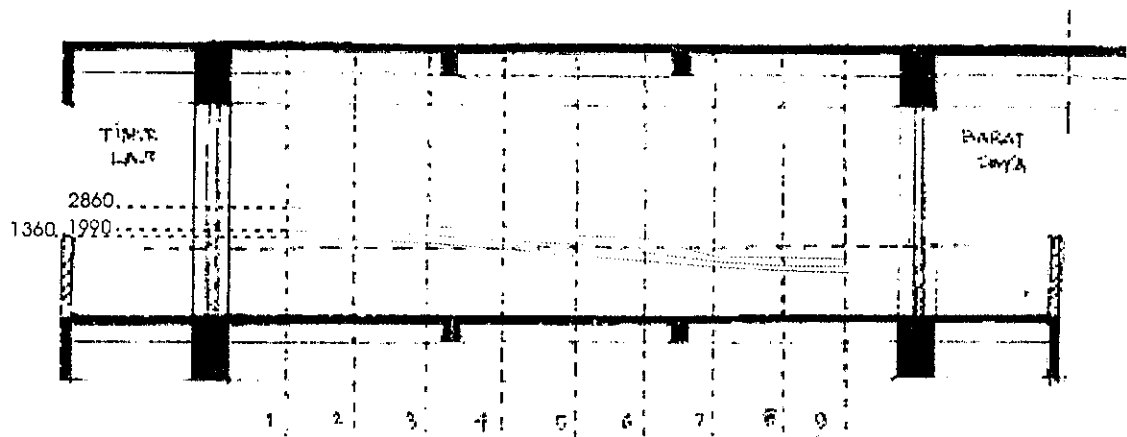
Sumber : analisis peneliti

Dari tabel di atas terlihat bahwa pada berbagai tingkat intensitas cahaya luar akan terjadi in-efisiensi daya listrik sebesar 33% dan 66%, yang disebabkan

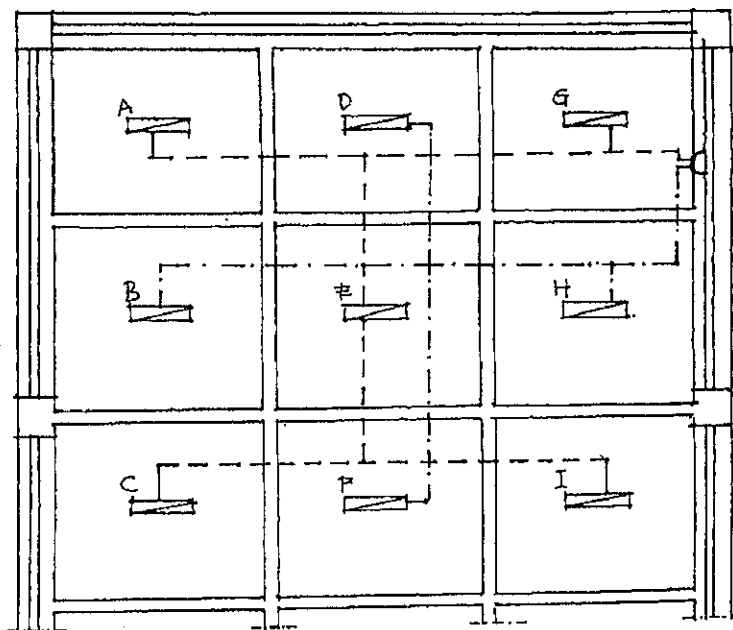
oleh penataan grouping saklar tidak mengikuti grafik intensitas cahaya alami. Ini membuktikan bahwa grouping titik lampu dengan kondisi eksisting pembagian saklar seperti di ruang R 5.3.5 tidak efisien dan menimbulkan pemborosan daya listrik.

V.5.2. ANALISIS PENCAHAYAAN BUATAN PADA RUANG R 5.3.6





Gambar 49. Grafik intensitas cahaya ruang dalam di R.5.3.6
Sumber : hasil pengukuran peneliti



☒ : Titik lampu 2 x 18 watt
daya = 36 watt

Gambar 50.
Denah eksisting titik lampu di R.5.3.6

Dari gambar 49 terlihat bahwa pada intensitas cahaya luar 1360 lux, intensitas cahaya ruang dalam mulai berada di bawah batas minimum 200 lux

pada TU 4 dan semakin turun sampai TU 9. Pada intensitas cahaya luar 2670 lux, intensitas cahaya ruang dalam mulai berada di bawah 200 lux pada TU 7, sedangkan pada intensitas cahaya luar 3050 lux, intensitas cahaya ruang dalam mulai berada di bawah 200 lux pada TU 8. Dari gejala ini dapat dikatakan bahwa TU yang dekat dengan lubang cahaya efektif tidak memerlukan lagi tambahan pencahayaan, sedangkan TU yang letaknya lebih dalam masih memerlukan tambahan pencahayaan dari lampu-lampu yang terpasang di R.5.3.6 dan semakin rendah intensitas cahaya ruang luar maka semakin besar kebutuhan akan tambahan pencahayaan.

Untuk memenuhi tambahan pencahayaan pada intensitas cahaya luar 1360 lux, sebaiknya titik-titik lampu di D,E,F,G,H,I menyala. Sedangkan untuk memenuhi tambahan pencahayaan pada intensitas cahaya luar 2670 lux, sebaiknya titik lampu di G,H,I menyala. Dari kondisi eksisting pembagian saklar pada gambar 50 terlihat bahwa untuk memenuhi tambahan pencahayaan di titik G,H,I, maka semua lampu akan menyala. Padahal seharusnya lampu di titik A,B,C,D,E, dan F tidak perlu dinyalakan karena pada daerah tersebut intensitas cahaya ruang dalamnya sudah memenuhi standart 200 lux.

Untuk menghitung besarnya daya lampu pada ruang R 5.3.6 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

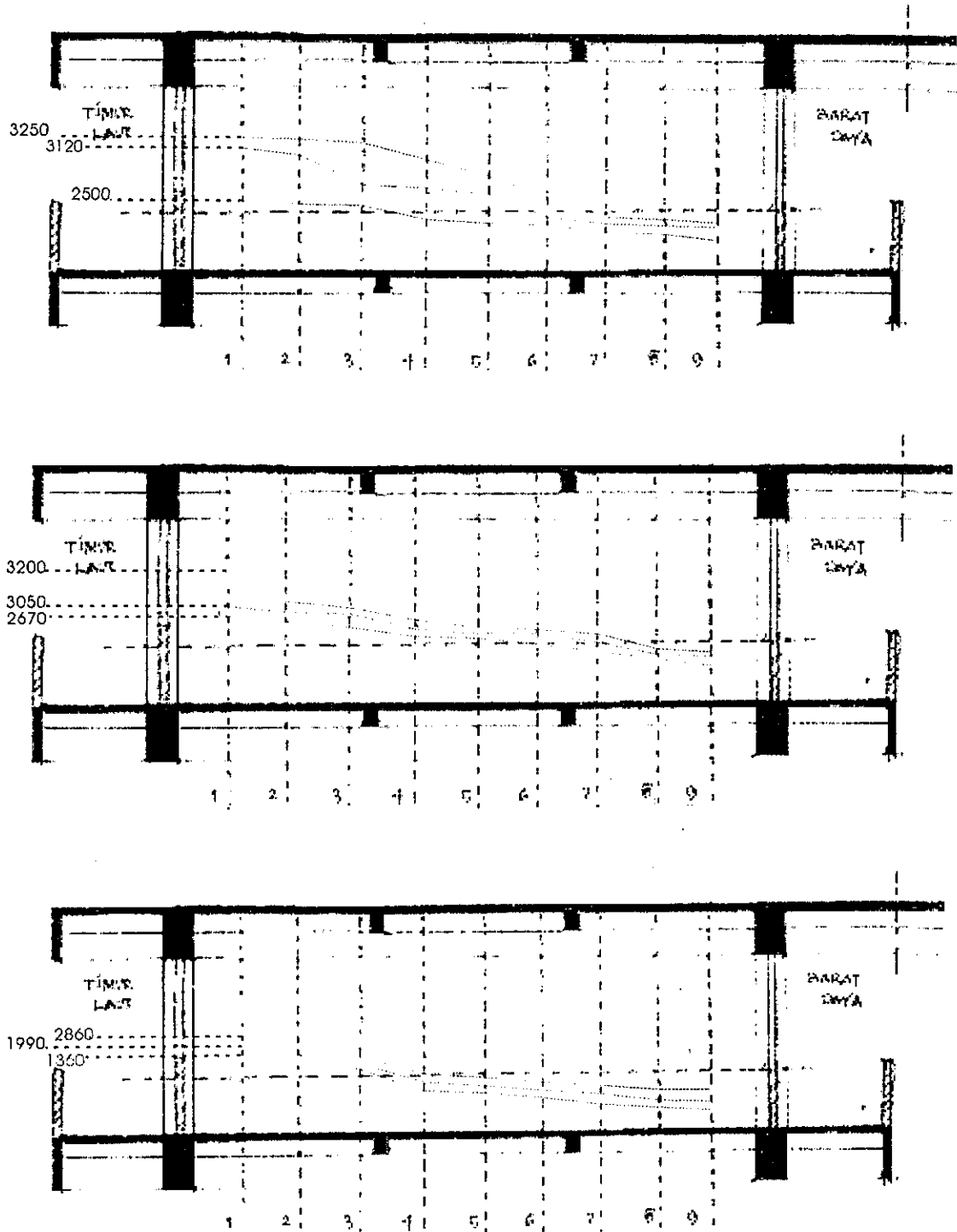
Tabel 24.
Perhitungan besar in-efisiensi daya listrik di ruang R 5.3.6

Intensitas Cahaya R. Luar (lux)	Berdasarkan kondisi eksisting grouping saklar		Berdasarkan grafik intensitas cahaya alami		Efisiensi watt 6 = 3 - 5	Prosentase in-efisiensi 7
	Jumlah titik lampu	Jumlah watt	Jumlah titik lampu	Jumlah watt		
1	2	3	4	5		
1360	9	324	6	216	108	33%
1990	9	324	6	216	108	33%
2500	9	324	6	216	108	33%
2670	9	324	3	108	216	66%
2860	9	324	3	108	216	66%
3050	9	324	3	108	216	66%
3120	9	324	3	108	216	66%
3200	9	324	3	108	216	66%
3250	9	324	3	108	216	66%

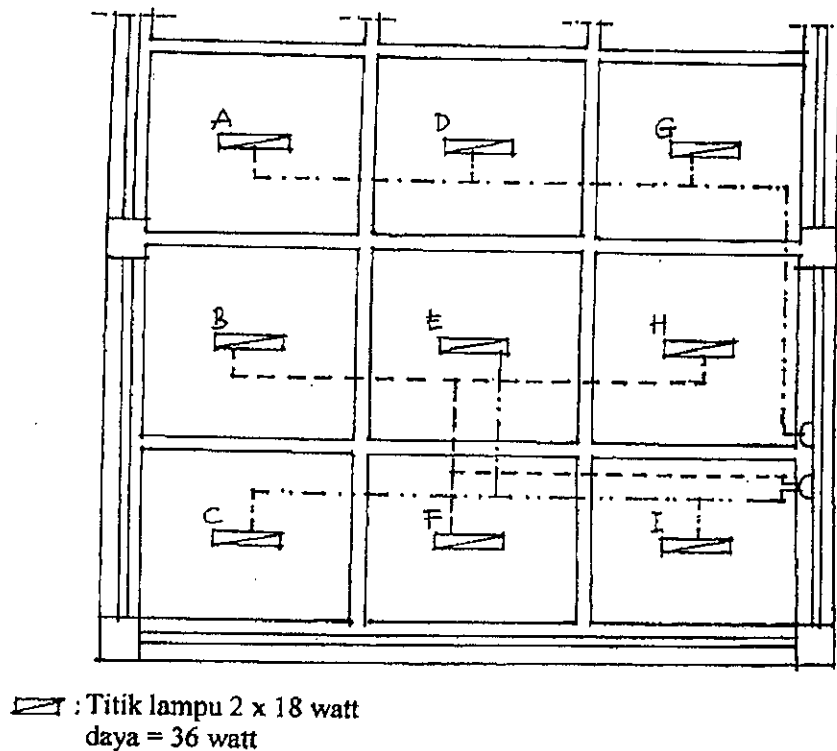
Sumber : analisis peneliti

Dari tabel di atas terlihat bahwa pada berbagai tingkat intensitas cahaya luar akan terjadi in-efisiensi daya listrik sebesar 33% dan 66%, yang disebabkan oleh penataan grouping saklar tidak mengikuti grafik intensitas cahaya alami. Ini membuktikan bahwa grouping titik lampu dengan kondisi eksisting pembagian saklar seperti di ruang R 5.3.6 tidak efisien dan menimbulkan pemborosan daya listrik.

V.5.3. ANALISIS PENCAHAYAAN BUATAN PADA RUANG R 5.3.7



Gambar 51. Grafik intensitas cahaya ruang dalam di R.5.3.7
Sumber : hasil pengukuran peneliti



Gambar 52.
Denah eksisting titik lampu di R.5.3.7

Dari gambar 51 terlihat bahwa pada intensitas cahaya luar 1360 lux, intensitas cahaya ruang dalam mulai berada di bawah batas minimum 200 lux pada TU 4 dan semakin turun sampai TU 9. Pada intensitas cahaya luar 2670 lux, intensitas cahaya ruang dalam mulai berada di bawah 200 lux pada TU 7, sedangkan pada intensitas cahaya luar 3200 lux, intensitas cahaya ruang dalam mulai berada di bawah 200 lux pada TU 8. Dari gejala ini dapat dikatakan bahwa TU yang dekat dengan lubang cahaya efektif tidak memerlukan lagi tambahan pencahayaan, sedangkan TU yang letaknya lebih dalam masih memerlukan tambahan pencahayaan dari lampu-lampu yang terpasang di R.5.3.7.

Untuk memenuhi tambahan pencahayaan pada intensitas cahaya luar 1360 lux, sebaiknya titik-titik lampu di D,E,F,G,H,I menyala. Sedangkan untuk memenuhi tambahan pencahayaan pada intensitas cahaya luar 2670 lux, sebaiknya titik lampu di G,H,I menyala. Dari kondisi eksisting pembagian saklar pada gambar 52 terlihat bahwa untuk memenuhi tambahan pencahayaan di titik G,H,I, maka semua lampu akan menyala. Padahal seharusnya lampu di titik A,B,C,D,E, dan F tidak perlu dinyalakan karena pada daerah tersebut intensitas cahaya ruang dalamnya sudah memenuhi standart 200 lux.

Untuk menghitung besarnya daya lampu pada ruang R 5.3.7 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 25.
Perhitungan besar in-efisiensi daya listrik di ruang R 5.3.7

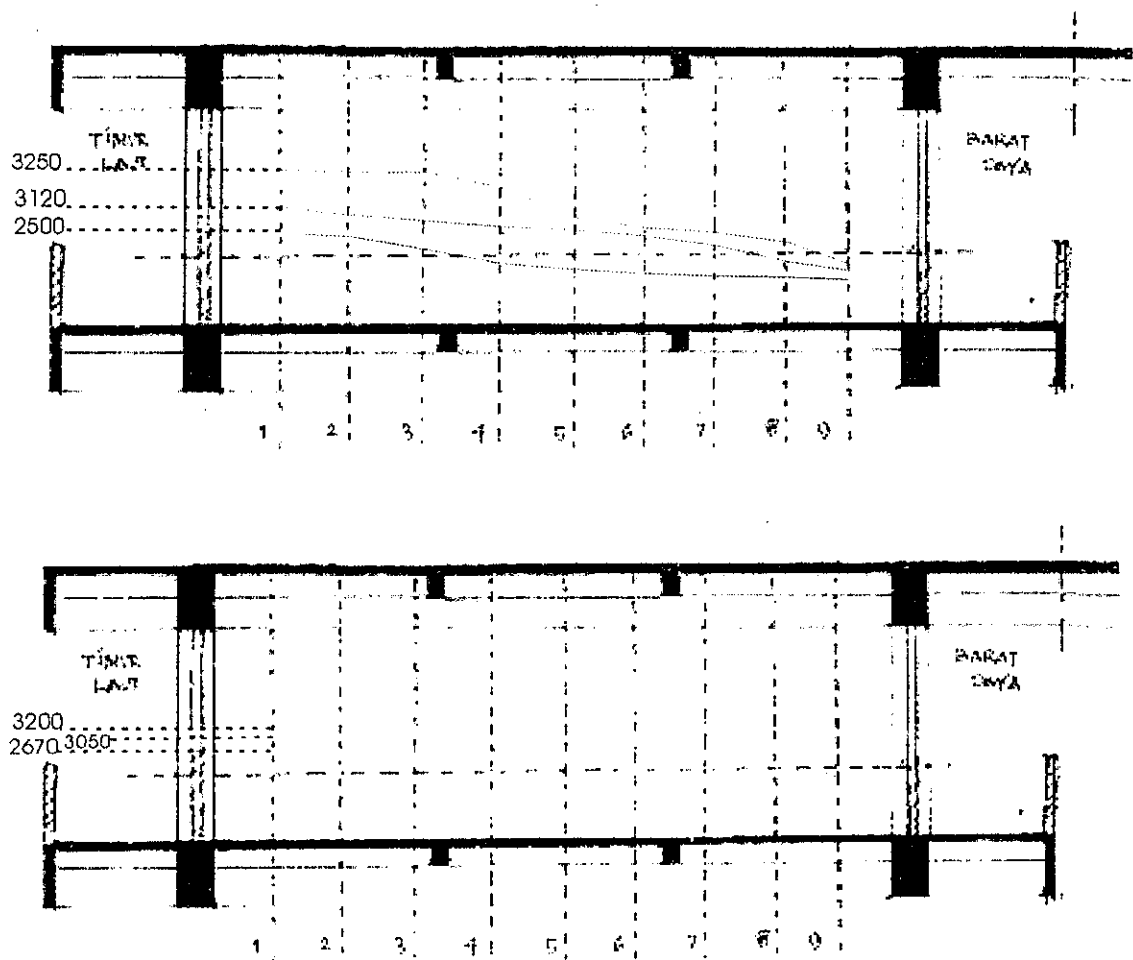
Intensitas Cahaya R. Luar (lux)	Berdasarkan kondisi eksisting grouping saklar		Berdasarkan grafik intensitas cahaya alami		Efisiensi watt	Prosentase in-efisiensi
	Jumlah titik lampu	Jumlah watt	Jumlah titik lampu	Jumlah watt		
1	2	3	4	5	6 = 3 - 5	7
1360	9	324	6	216	108	33%
1990	9	324	6	216	108	33%
2500	9	324	6	216	108	33%
2670	9	324	6	216	108	33%
2860	9	324	6	216	108	33%
3050	9	324	3	108	216	66%
3120	9	324	3	108	216	66%
3200	9	324	3	108	216	66%
3250	9	324	3	108	216	66%

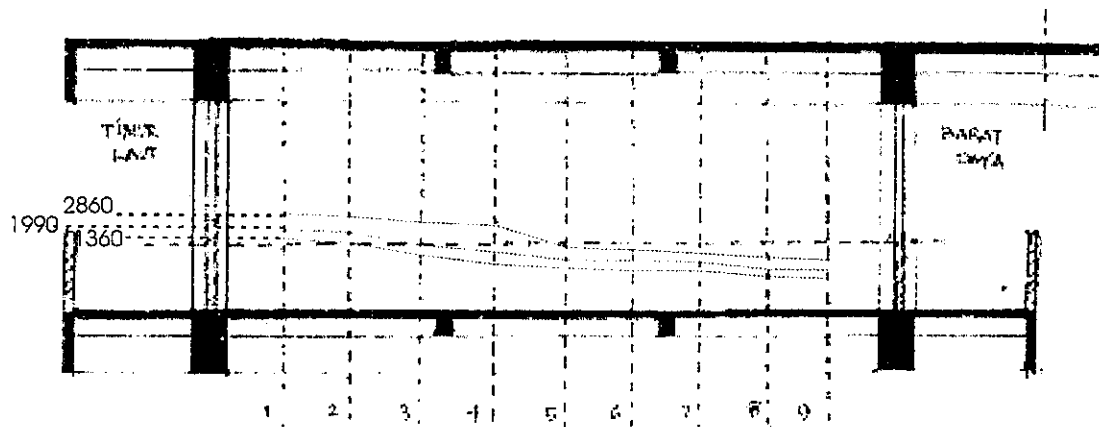
Sumber : analisis peneliti

Dari tabel di atas terlihat bahwa pada berbagai tingkat intensitas cahaya luar akan terjadi in-efisiensi daya listrik sebesar 33% dan 66%, yang disebabkan

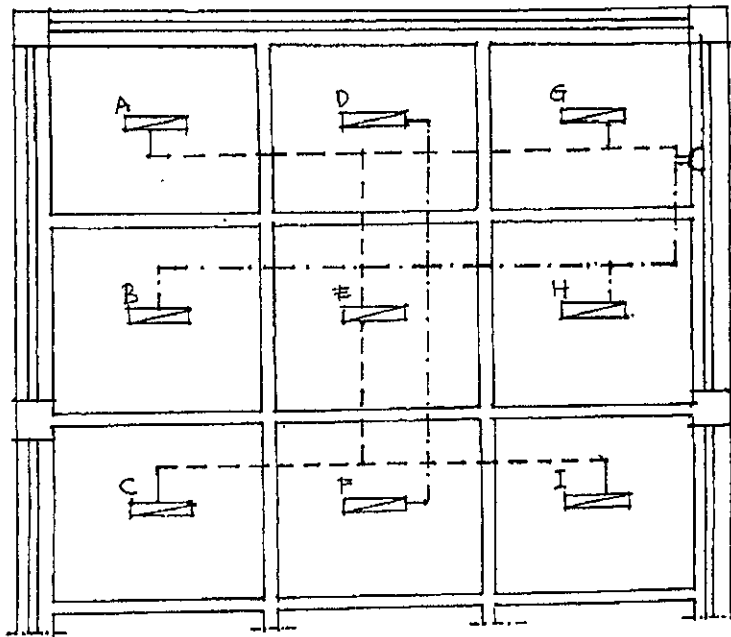
oleh penataan grouping saklar tidak mengikuti grafik intensitas cahaya alami. Ini membuktikan bahwa grouping titik lampu dengan kondisi eksisting pembagian saklar seperti di ruang R 5.3.7 tidak efisien dan menimbulkan pemborosan daya listrik.

V.5.4. ANALISIS PENCAHAYAAN BUATAN PADA RUANG R 5.3.8





Gambar 53. Grafik intensitas cahaya ruang dalam di R.5.3.8
Sumber : hasil pengukuran peneliti



☒ : Titik lampu 2 x 18 watt
daya = 36 watt

Gambar 54.
Denah eksisting titik lampu di R.5.3.8

Dari gambar 53 tampak bahwa pada intensitas cahaya luar 1360 lux, intensitas cahaya ruang dalam mulai berada di bawah batas minimum 200 lux

pada TU 3 dan semakin turun sampai TU 9. Pada intensitas cahaya luar 2500 lux, intensitas cahaya ruang dalam mulai berada di bawah 200 lux pada TU 4, sedangkan pada intensitas cahaya luar 2860 lux, intensitas cahaya ruang dalam mulai berada di bawah 200 lux pada TU 6. Dari gejala ini dapat dikatakan bahwa TU yang dekat dengan lubang cahaya efektif tidak memerlukan lagi tambahan pencahayaan, sedangkan TU yang letaknya lebih dalam masih memerlukan tambahan pencahayaan dari lampu-lampu yang terpasang di R.5.3.8.

Untuk memenuhi tambahan pencahayaan pada intensitas cahaya luar 1360 lux, sebaiknya titik-titik lampu di D,E,F,G,H,I menyala. Sedangkan untuk memenuhi tambahan pencahayaan pada intensitas cahaya luar 2860 lux, sebaiknya titik lampu di G,H,I menyala. Dari kondisi eksisting pembagian saklar pada gambar 54 terlihat bahwa untuk memenuhi tambahan pencahayaan di titik G,H,I, maka semua lampu akan menyala. Padahal seharusnya lampu di titik A,B,C,D,E, dan F tidak perlu dinyalakan karena pada daerah tersebut intensitas cahaya ruang dalamnya sudah memenuhi standart 200 lux.

Untuk menghitung besarnya daya lampu pada ruang R 5.3.8 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 26.
Perhitungan besar in-efisiensi daya listrik di ruang R 5.3.8

Intensitas Cahaya R. Luar (lux)	Berdasarkan kondisi eksisting grouping saklar		Berdasarkan grafik intensitas cahaya alami		Efisiensi watt	Prosentase in-efisiensi
	Jumlah titik lampu	Jumlah watt	Jumlah titik lampu	Jumlah watt		
1	2	3	4	5	6 = 3 - 5	7
1360	9	324	6	216	108	33%
1990	9	324	6	216	108	33%
2500	9	324	6	216	108	33%
2670	9	324	6	216	108	33%
2860	9	324	6	216	108	33%
3050	9	324	3	108	216	66%
3120	9	324	3	108	216	66%
3200	9	324	3	108	216	66%
3250	9	324	3	108	216	66%

Sumber : analisis peneliti

Dari tabel di atas terlihat bahwa pada berbagai tingkat intensitas cahaya luar akan terjadi in-efisiensi daya listrik sebesar 33% dan 66%, yang disebabkan oleh penataan grouping saklar tidak mengikuti grafik intensitas cahaya alami. Ini membuktikan bahwa grouping titik lampu dengan kondisi eksisting pembagian saklar seperti di ruang R 5.3.8 tidak efisien dan menimbulkan pemborosan daya listrik.

BAB VI

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

VI.1. Kesimpulan

Hasil dari penelitian yang berjudul “Pengaruh Pemanfaatan Refleksi Cahaya Terhadap Intensitas Cahaya Alami Dalam Ruang, dengan studi kasus : Gedung Yustinus” ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. pada pengukuran intensitas cahaya alami yang dilakukan di dalam ruang R 5.3.5, R 5.3.6, R 5.3.7 dan R 5.3.8 diperoleh hasil bahwa semakin jauh dari jendela timur laut semakin kecil intensitas cahaya alaminya. Ini diketahui dari grafik yang terus menurun dimulai dari jendela timur laut hingga jendela barat daya.
2. pada kondisi bangunan tanpa refleksi cahaya, intensitas cahaya alami di ruang kuliah R 5.3.5, R 5.3.6, R 5.3.7 dan R 5.3.8, pada umumnya berada di bawah batas 200 lux, sedangkan pada kondisi bangunan dengan refleksi cahaya, intensitas cahaya di ruang kuliah pada umumnya berada di atas 200 lux. Hal ini membuktikan bahwa refleksi cahaya matahari yang dipantulkan oleh bidang-bidang reflektor cahaya di luar ruang kuliah berpengaruh terhadap peningkatan intensitas cahaya di dalam ruang.
3. dari uji beda (uji t) diperoleh hasil bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara intensitas cahaya ruang dalam pada kondisi tanpa refleksi cahaya dan intensitas cahaya ruang dalam pada kondisi dengan refleksi cahaya, baik itu di

ruang R 5.3.5, R 5.3.6, R 5.3.7 dan R 5.3.8. Perbedaan itu dapat dilihat pada prosentase kenaikan intensitas cahaya oleh refleksi sebesar 60 – 97,6% dan pada prosentase kenaikan luas ruang yang intensitas cahayanya di atas 200 lux oleh refleksi sebesar 20 – 70%.

4. desain Gedung Yustinus yang menggunakan konsep hall terbuka, void, balkon dan selasar di tiap lantai, ternyata dapat menjadi *external reflector component* atau bidang-bidang reflektor cahaya di luar ruang sehingga mampu meningkatkan intensitas cahaya alami dalam ruang kuliah
5. dengan orientasi jendela yang menghadap timur laut dan barat daya ternyata upaya pemanfaatan refleksi cahaya untuk penerangan alami dalam ruang tidak sepenuhnya mampu memenuhi kebutuhan penerangan alami dalam ruang. Ini dibuktikan dengan masih adanya titik-titik ukur yang intensitas cahayanya berada di bawah standar 200 lux, yaitu pada daerah yang dekat dengan jendela barat daya
6. dengan membandingkan antara konsep titik lampu yang berdasarkan intensitas pencahayaan alami dalam ruang dengan konsep titik lampu kondisi eksisting ternyata akan terjadi in-efisiensi daya listrik sebesar 33% dan 66%, baik itu di ruang R 5.3.5, R 5.3.6, R 5.3.7 dan R 5.3.8. Ini membuktikan bahwa pola grouping lampu dengan sistem pembagian saklar di ruang kuliah R 5.3.5, R 5.3.6, R 5.3.7 dan R 5.3.8 tidak efisien dan menimbulkan pemborosan energi.

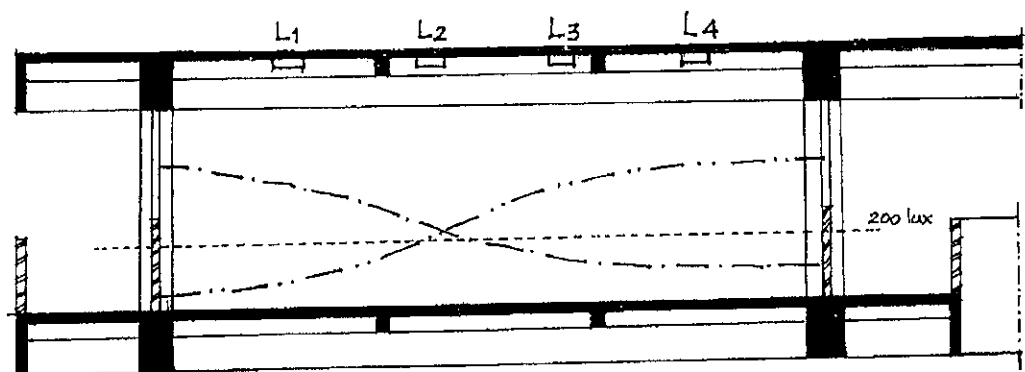
VI.2. Rekomendasi

Untuk kepentingan pengabdian di bidang arsitektur, terutama dalam bidang teknologi bangunan dan pencahayaan alami, dari hasil penelitian dapat direkomendasikan beberapa hal yaitu :

1. tingkat intensitas cahaya alami ruang dalam dapat lebih ditingkatkan lagi dengan mengoptimalkan *internal reflector component* atau bidang-bidang reflektor cahaya di dalam ruang itu sendiri, antara lain dengan penggunaan warna putih pada elemen-elemen ruang dalam maupun pada furniture ruangan.
2. penggunaan kaca bening untuk jendela-jendela di sisi barat daya sehingga dapat meneruskan cahaya ke dalam ruangan lebih besar daripada kaca rayban.
3. penerapan desain yang *integrated* antara pencahayaan alami dengan pencahayaan buatan, antara lain dengan cara merencanakan / menata kembali grouping titik lampu dengan pembagian saklar yang didasarkan pada kecenderungan intensitas cahaya alami dalam ruang, sehingga akan terjadi pemerataan intensitas cahaya dalam ruang yang memenuhi standar dan memberikan kontribusi efisiensi daya listrik
4. penerapan teknologi dalam pencahayaan buatan, antara lain dengan alat pengendali dan sensor cahaya yang dapat bekerja secara otomatis mengikuti dengan cepat perubahan intensitas pencahayaan alami. Pengendalian ini dilakukan melalui nyala mati atau peredupan dari baris-baris lampu yang sejajar dengan bidang lubang cahaya.
5. upaya pemanfaatan refleksi cahaya matahari sangat baik untuk menunjang sistem penerangan alami dalam ruangan, hanya saja akan membawa

konsekuensi masalah termis bila tidak direncanakan dengan baik. Cahaya matahari yang jatuh pada bidang reflektor, yang secara langsung membawa radiasi matahari, akan dipantulkan kembali dan sebagian akan diserap sehingga menyebabkan temperatur ruangan meningkat atau panas. Warna permukaan bidang reflektor tersebut akan mempengaruhi pantulan dan serapan kalor dari radiasi matahari. Oleh karena itu timbul masalah baru yang dapat digunakan sebagai bahan penelitian lanjutan yang membahas efek panas dari refleksi sinar matahari.

Alternatif pemecahan desain yang *integrated* antara pencahayaan alami dan buatan akan digambarkan berikut ini.



- - - - - Grafik kecenderungan intensitas cahaya alami dalam ruang kuliah
 — — — — — Grafik kecenderungan intensitas cahaya buatan dalam ruang kuliah

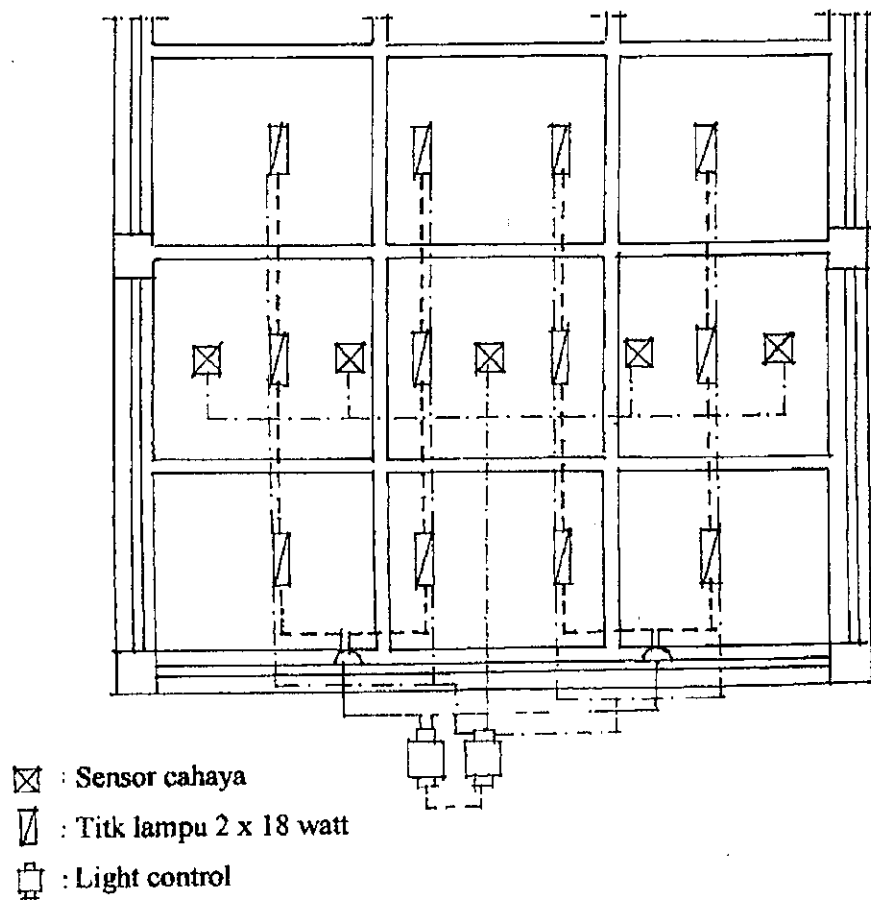
Gambar 55.

Usulan perencanaan grouping lampu berdasarkan kecenderungan intensitas cahaya alami dalam ruang kuliah

Pada gambar 55 terlihat bahwa intensitas cahaya alami di titik L1 dan L2 sudah memenuhi syarat 200 lux, sedangkan pada titik L3 dan L4 belum memenuhi

syarat 200 lux, sehingga lampu pada titik L3 dan L4 harus dinyalakan, agar tercapai intensitas cahaya yang merata dan memenuhi syarat di seluruh ruang kuliah.

Denah perencanaan titik lampu dan grouping saklar yang mengikuti kecenderungan intensitas cahaya alami dalam ruang digambarkan sebagai berikut:



Gambar 56.
Denah titik lampu dan saklar berdasarkan kecenderungan intensitas cahaya alami ditambah dengan sensor cahaya

DAFTAR PUSTAKA

- Adityananda, Rony, Ir., 1998, *Pengendalian Cahaya Alami Sebagai Upaya Penghematan Energi Pada Bangunan Perkantoran*, Tesis, Magister Teknik Arsitektur Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang (tidak dipublikasikan)
- Arikunto, Suharsimi, Dr., 1986, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, Bina Aksara, Jakarta
- Azwar, Saifuddin, M.A., 1998, *Metode Penelitian*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta
- Frick, Heinz, 1988, *Arsitektur dan Lingkungan*, Kanisius, Yogyakarta
- Hadi, Soetrisno, Prof. Drs.M.A., 1987, *Metodologi Research*, Yayasan Penerbit Fakultas Psikologi Universitas Gajahmada, Yogyakarta
- Frick ; Suskiyatno, 1997, *Dasar-dasar Eko Arsitektur*, Kanisius, Yogyakarta
- Karyono, Tri Harso, 1999, *Arsitektur, Kemapanan Pendidikan Kenyamanan Dan Penghematan Energi*, Catur Libra Optima, Jakarta
- Kukreja, 1978, *Tropical Architecture*, Mc Graw Hill Publshing Company, New Delhi
- Lippsmeier, Georg, 1994, *Bangunan Tropis*, Erlangga, Jakarta
- Mangunwijaya, YB, 2000, *Pengantar Fisika Bangunan*, Djambatan, Jakarta
- Nazir, M, Ph.D, 1985, *Metode Penelitian*, Ghalia Indonesia, Jakarta
- Neufert, Ernst, 1977, *Architecture Data*, Crosby Lockwood Staples, London
- Philips, Derek, 1964, *Lighting in Architectural Design*, Mc Graw Hill Publishing Company, New York
- Sahid, M., *Pengaruh Refleksi Layer Terhadap Kuat Penerangan Pada Ruang Kuliah*, Tesis, Magister Teknik Arsitektur Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang (tidak dipublikasikan)
- Sears ; Zemansky, 1972, *Fisika Untuk Universitas Jilid III Optika dan Fisika Atom*, Binacipta, Jakarta
- Soegijanto, Prof.Dr.Ir., 1998, *Bangunan di Indonesia Dengan Iklim Tropis Lembab Ditinjau Dari Aspek Fisika Bangunan*, Dirjen Dikti Depdikbud

Szokolay, 1979, *Environmental Science Handbook*, The Construction Press, New York

Van der Meisjs, P.J.M., 1983, *Membangun Fisika Bangunan*, Erlangga, Jakarta]

....., 1984, *Encyclopedia Americana International Edition*, Grolier Incorporated, Connecticut