

729
WAR
P 01



PENGENDALIAN CAHAYA ALAMI SEBAGAI UPAYA PENGHEMATAN ENERGI PADA BANGUNAN PERKANTORAN

Studi Kasus : Gedung Setwilda Kabupaten Dati II Kudus
Kompleks Kabupaten Jl. Simpang Tujuh Kudus

TESIS

Disusun Dalam Rangka Untuk Memenuhi
Persyaratan Dalam Menyelesaikan Pendidikan
Program Pascasarjana Magister Teknik Arsitektur
Universitas Diponegoro Semarang

Disusun Oleh

RONNY ADIYANANDA BASKARA WARDHANA

NIM. L4 B 096 012

**Program Pascasarjana
Magister Teknik Arsitektur
Universitas Diponegoro Semarang
1999**

**PENGENDALIAN CAHAYA ALAMI
SEBAGAI UPAYA PENGHEMATAN ENERGI
PADA BANGUNAN PERKANTORAN**
(Studi Kasus : Gedung Setwilda Kabupaten Kudus)

Disusun oleh :
Ronny Adityananda Baskara Wardhana
NIM L 4B 096 012

Dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada Tanggal : 8 Juli 1999

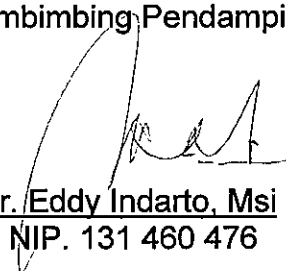
Tesis ini telah diterima sebagai
Persyaratan memperoleh gelar Magister Teknik
Bidang Ilmu Teknik Arsitektur

Pembimbing Utama




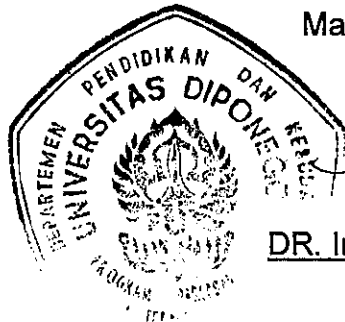
DR. Ing. Ir. Gagoek Hardiman
NIP. 131 287 379

Pembimbing Pendamping



Ir. Eddy Indarto, Msi
NIP. 131 460 476

Semarang, 8 Juli 1999
Universitas Diponegoro Semarang
Program Pascasarjana
Ketua Program Studi
Magister Teknik Arsitektur



DR. Ir. Sugiono Soetomo, DEA
NIP. 130 786 142

ABSTRACT

Today's demand of governmental office building is a modern which still have efficiency value at service and energy. Modern is presented by performance building, interior and technology used. Efficiency can be achieved if it were supported by comfortable working situation physical and psychological were affected by thermis and visual comfort. Current government office building should have energy efficiency value according to developing sustainable development global issue. Besides, Indonesia is a tropical country which have abundant sunshine for along the year. This condition is a potential to be used to planning office building to obtain energy efficiency. If the inside illumination of the building can be driven, so that optimally comfortably enjoyed, it will be big efficiency potensial. The visual comfort would be achieved by conditions meeting illumination minimum standart and glare index of office work room.

The building of Setwilda Kabupaten Kudus as the research building has a specific design. The concept is traditional look but able to contain modern office building activity and operating at conserve energy. The demand is manifested through innovative design by using skylight, limitation of room width by dividing it using void, open plan work room and dominantly white colour. The benefid of daylight became central attention of energy efficiency effort. The research area of the building has two zones based on the orientation of each building mass. These two zones have basic difference, that is, northern – southern mass oriented has above innovative design form meanwhile eastern – western doesn't. This diversity makes the advantages of building mass having innovative design is comparable and whether it meets visual comfort level and energy efficiency.

This research is actually aims to find out how far innovative design at Setwilda building meeting the demand of visual comfort and energy efficiency. This research also try to discover the efforts of energy efficiency improvement which may be obtained by available design by optimizing building element or lighting technology appliance. This research has two hypotesis, the first is innovative design planning by using skylight lane, limitation room width, regulating aperture plane, regulating room interior and selecting material and the colour which can optimize the driving of illumination intensity and glare index so that standart visual comfort level is obtained and give energy efficiency. The second hypotesis is to obtain energy go efficiency distribution of daylight that is greatly affecting planning of lamp switch group regulation

To prove the first hypotesis and to know whether this building affords to meet visual comfort demand and energy conserved, the analysis is done by using measurement method, observation and questionnaire. The measurement is used to find daylight intensity level and be formulative analysis base to know glare index of the rooms. The result is then given quality to discover effectivity of daylight and efficiency of research building. The quality based on the comparativeness between below standart turning point and the total of measurement point inside the room. The result of quality is formulated to find out efficiency level and efficiency of room lighting. According to Evans theory (1981), if the effectivity reaches 50% - 60% it means that the building is significant to have natural effectivity and energy efficiency.

Formulative analysis is using glare index (GI) BMS because the glare probably emerged inside the room is discomfort glare. Analysis toward the user of the building by using questionnaire technique is completed to know the visual comfort toward the room inside. The content of the questionnaire is based on visual comfort indications. The indications refers to oftamology theory os sight medical. The analysis result is qualitatively analyzed and compared to daylight theories.

Quantitative analysis is used to prove the second hypotesis. Distribution of light inside the room and developing current lighting system technology became the basic of this analysis. It aims to find the solution of lamp switch group settlement in ome room. Lamp group in one switch is based on light intensity inside the room so that can be turned on or off based on lighting distribution level inside the room. The usage of technology by photoelectric sensor infrared is to

optimize light efficiency. The lamp is automatically turned on or turned off to gain ideal condition according to light intensity level condition at the room.

The research result shows that building os Setwilda with its innovative design is able to meet visual comfort level and energy efficiency especially for the rooms with nerthern – southern bulding mass oriented. At clear wheather condition, the system of this research building have high daylight efficiency which means that this building is able to reply the demand of optimal natural lighting benefit so that energy efficiency is obtained. The research result of lamp point group based on illumination distribution inside the room shows that electrical power efficiency is able to accomplish in a year up to 60%.

From this research, it is discovered that room with external reflector component tend to have better light intensity level than other room. This external reflector component will increase daylight component of the room. To plan natural illumination of a building needs to consider the condition of building mass around the planned building. The mass of the building will give negative effect if it emerges shadowing or positive one as long as plays as reflector plane.

At lay out furniture settlement, the good light resource is from the left of work plane. The light resource from work plane is avoided because it will glare the user of the room.

This research also emerges new problem which can be used to be a material of further research. The skylight appliance is so good to sustain natural lighting system but it will cause thermis problem if it is planed unwisely. Skylight appliance should consider enviroment physical condition because the coming light through skylight plane bring sun radiation which increase the room's temperature. The thermist problem can be solved by integrated plan from the beginning of building design plan, the direct light from the sun is avoided so there is no radiation factor and big cross ventilation activation below skylight is made.

The research result found out a new problem with new hypothesis which can be a further research material. The rest hypothesis used to advance study is that the sun shine coming trough skylight bring radiation factor so that emerge physiology discomfort which is eventually predicted affecting work quality decline.

Key words : Office building, Daylight, Visual comfort, optimization & Efficiency

ABSTRAKSI

Tuntutan bangunan perkantoran pemerintah saat ini adalah bangunan perkantoran yang modern tetapi tetap memiliki nilai efisiensi dalam pelayanan dan efisiensi energi. Modern ditampilkan dalam *performance* bentuk, interior dan teknologi yang digunakan. Efisiensi dalam pelayanan dapat dicapai bila didukung oleh suasana kerja yang nyaman. Kenyamanan psikis dan fisik, dipengaruhi oleh kenyamanan termis dan kenyamanan visual. Bangunan perkantoran pemerintah saat ini harus pula memiliki nilai efisiensi energi sesuai dengan issue global *sustainable development* yang berkembang saat ini. Di sisi lain Indonesia adalah negara yang terletak di daerah tropis, daerah yang memiliki sinar matahari secara berlimpah, dan matahari bersinar sepanjang tahun. Kondisi alam ini tentu merupakan potensi yang dapat dimanfaatkan dalam perencanaan bangunan perkantoran untuk mencapai nilai efisiensi energi. Pencahayaan dalam bangunan bila mampu dikendalikan sehingga dapat dinikmati secara optimal dengan nyaman akan merupakan potensi efisiensi yang besar. Kenyamanan visual tersebut dapat dicapai dengan persyaratan yang memenuhi standard minimum pencahayaan dan indeks silau ruang kerja perkantoran.

Bangunan Setwilda Kabupaten Kudus sebagai bangunan penelitian memiliki disain yang spesifik. Konsepnya adalah bangunan yang berpenampilan tradisional tetapi mampu menampung aktifitas bangunan perkantoran yang modern dan hemat energi dalam operasionalnya. Tuntutan tersebut diwujudkan dalam bentuk disain inovatif dengan menggunakan bidang *skylight*, pembatasan lebar ruang dengan membagi lebar bangunan menggunakan *void*, ruang kerja *open plan* dan warna ruang dominan putih. Pemanfaatan pencahayaan alami menjadi perhatian utama sebagai upaya efisiensi energi. Daerah penelitian pada bangunan ini memiliki dua zona sesuai dengan orientasi masing-masing massa bangunan. Dua zona ini memiliki perbedaan mendasar, yaitu massa yang berorientasi utara-selatan memiliki bentuk disain inovatif seperti tersebut diatas, sedangkan orientasi timur-barat tidak memiliki disain inovatif tersebut. Perbedaan ini justru bisa diperbandingkan secara langsung kelebihan dari massa bangunan yang memiliki disain inovatif, apakah dapat memenuhi tingkat kenyamanan visual dan memiliki efisiensi energi.

Penelitian ini tujuannya adalah ingin mengetahui seberapa besar sebenarnya pengaruh disain inovatif pada bangunan Setwilda Kudus tersebut mampu menjawab tuntutan akan kenyamanan visual dan efisiensi energi. Penelitian juga mencari upaya-upaya peningkatan efisiensi energi yang masih mungkin didapatkan dari disain yang ada, dengan mengoptimalkan elemen bangunannya maupun penerapan teknologi penerangan. Penelitian ini memiliki dua Hipotesis, hipotesis pertama yaitu : perencanaan disain inovatif dengan menggunakan bidang *skylight*, membatasi lebar ruang, pengaturan bidang bukaan, pengaturan interior ruang dan pemilihan bahan serta warna ruangan dapat mengoptimalkan pengendalian terhadap intensitas pencahayaan dan indeks silau sehingga dicapai tingkat kenyamanan visual yang distandardkan serta memberikan efisiensi energi. Hipotesis kedua, yaitu : untuk memperoleh efisiensi energi, distribusi cahaya alami sangat berpengaruh pada perencanaan pengaturan kelompok saklar titik lampu.

Untuk membuktikan hipotesis pertama dan mengetahui apakah bangunan ini mampu menjawab tuntutan kenyamanan visual serta hemat energi, dilakukan analisis dengan menggunakan metode pengukuran, observasi dan pembagian kuesioner. Pengukuran digunakan untuk mengetahui tingkat intensitas cahaya serta menjadi dasar

analisis formulatif untuk mengetahui indeks silau ruang-ruangnya. Hasil pengukuran ini kemudian diberi bobot untuk mengetahui efektifitas pencahayaan alami dan efisiensi bangunan penelitian. Bobot tersebut didasarkan pada perbandingan antara jumlah titik ukur yang dibawah standard dengan jumlah seluruh titik ukur didalam ruangan. Hasil bobot ini kemudian diformulasikan untuk mencari tingkat efektifitas dan efisiensi pencahayaan ruangan. Sesuai teori Evans (1981), apabila efektifitas mencapai angka di antara 50% - 60%, artinya bangunan tersebut signifikan memiliki efektifitas pencahayaan alami dan efisiensi energi.

Analisis formulatif dengan menggunakan rumus *glare index* (GI) model BMS, karena silau yang kemungkinan timbul pada ruang dalam adalah jenis *discomfort glare*. Analisis terhadap pengguna bangunan dengan teknik kuesioner dilakukan untuk mengetahui tingkat kenyamanan visual dari penggunaan terhadap ruang-ruang di dalamnya. Pertanyaan-pertanyaan pada kuisisioner didasarkan pada indikasi-indikasi kenyamanan visual. Indikasi tersebut diambil berdasarkan teori oftalmologi kedokteran mata. Hasil analisis-analisis tersebut di atas kemudian dianalisis secara kualitatif dengan diperbandingkan secara komparatif terhadap teori-teori pencahayaan alami.

Analisis kuantitatif digunakan untuk membuktikan hipotesis kedua. Distribusi cahaya dalam ruang dan teknologi sistem penerangan yang berkembang dewasa ini menjadi dasar analisis ini. Tujuannya adalah untuk mencari solusi penetapan kelompok sakelar lampu dalam suatu ruang. Kelompok lampu dalam satu sakelar didasarkan pada intensitas cahaya dalam ruangan, sehingga dapat dihidup matikan sesuai dengan tingkat distribusi pencahayaan dalam ruang. Pemanfaatan teknologi dengan *photoelectric sensor infrared*, dimaksudkan agar efisiensi pencahayaan menjadi optimal, jadi lampu hidup dan mati secara otomatis untuk mencapai kondisi ideal sesuai dengan kondisi tingkat intensitas cahaya ruang tersebut.

Dari penelitian yang telah dilakukan ternyata bangunan Setwilda Kudus dengan disain inovatif ini mampu memenuhi tingkat kenyamanan visual dan efisiensi energi khususnya ruang-ruang pada massa bangunan yang berorientasi utara-selatan. Pada kondisi cuaca terang sistem pencahayaan bngunan penelitian ini memiliki efektifitas pencahayaan alami yang tinggi, artinya bangunan ini telah mampu menjawab tuntutan pemanfaatan pencahayaan alami secara optimal sehingga didapatkan efisiensi energi. Dari penelitian kelompok titik lampu berdasarkan distribusi cahaya dalam ruang mampu dilakukan efisiensi daya listrik dalam satu tahun hingga di atas 60%.

Dari penelitian ini didapatkan temuan bahwa, ruang-ruang yang memiliki external reflector component cenderung memiliki tingkat intensitas cahaya yang lebih baik dibandingkan ruang lainnya. *External reflector component* ini akan meningkatkan daylight component ruang tersebut. Dalam merencanakan pencahayaan alami suatu bangunan perlu pula dipertimbangkan kondisi massa bangunan disekeliling bangunan perencanaan. Massa bangunan tersebut dapat memberikan pengaruh negatif bila menimbulkan pembayangan atau pengaruh positif bila berperan sebagai bidang pemantul.

Dalam penataan *lay out furniture* arah datang cahaya yang baik adalah datang dari arah kiri bidang kerja. Arah datang cahaya dihindari dari arah bidang kerja karena akan mengakibatkan silau pada pengguna ruang.

Dari penelitian ini ternyata memunculkan masalah baru yang bisa menjadi bahan penelitian lanjutan, penerapan *skylight* sangat baik untuk menunjang sistem pencahayaan alami dalam bangunan, hanya saja akan membawa konsekuensi masalah thermis bila tidak direncanakan dengan bijaksana. Penerapan *skylight* hendaknya mempertimbangkan masalah kondisi fisik lingkungan karena cahaya yang masuk melalui bidang *skylight* secara langsung membawa radiasi matahari sehingga

menyebabkan suhu ruangan meningkat. Masalah thermis tersebut dapat diatasi dengan perencanaan *integrated* sejak awal perencanaan disain bangunan, cahaya langsung dari matahari dihindari sehingga faktor radiasi bisa dihilangkan dan dibuat adanya pergerakan *cross ventilation* yang besar di bawah *skylight*.

Dari hasil penelitian ini ditemukan permasalahan baru dengan hipotesis baru yang dapat dijadikan sebagai bahan penelitian lanjutan. Hipotesis yang masih bisa digunakan untuk penelitian lanjutan adalah Sinar matahari yang masuk melalui bidang *skylight* membawa faktor radiasi sehingga menimbulkan ketidaknyamanan fisiologis yang pada akhirnya diperkirakan berpengaruh juga pada penurunan kualitas kerja.

Kata Kunci : Gedung perkantoran, Pencahayaan alami, Kenyamanan visual, optimalisasi & efisiensi

Tak seorang pun dapat menanamkan pelajaran
Kecuali yang mulai terjaga
Di fajar subuh pengetahuan

Dan sebagaimana setiap insan tegak sendiri
Di hadapan pengenalan Tuhan,
Demikianpun kalian masing-masing,
Hendaknya bangkit sendiri dalam pengetahuan
Tentang Tuhan
Serta pengertian tentang seluruh alam

Kahlil Gibran

Kupersembahkan untuk :
Bapak dan Ibu yang doanya tiada henti
Istri dan calon anakku, kaulah pelitaku

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis haturkan ke hadirat Allah Yang Maha Kuasa, karena atas ijin-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tesis guna melengkapi persyaratan meraih gelar Magister Teknik Arsitektur Program Pascasarjana Magister Teknik Arsitektur Universitas Diponegoro Semarang.

Adapun penelitian Tesis yang diajukan dan telah ditetapkan adalah :

**Pengendalian Cahaya Alami sebagai Upaya Penghematan Energi Dalam
Bangunan Perkantoran**

(Studi Kasus : Gedung Setwilda Kabupaten Dati II Kudus, Kompleks Kabupaten
Jl. Simpang Tujuh Kudus)

Penulis menyadari apa yang diuraikan dalam Tesis ini tidak luput dari kekurangan dan kelemahan yang disebabkan keterbatasan penulis sebagai manusia biasa. Namun demikian, penulis telah berusaha sedapat mungkin agar tulisan ini dapat dipertanggungjawabkan.

Terima kasih yang mendalam penulis sampaikan kepada :

1. DR. Ing. Ir. Gagoek Hardiman, Selaku Mentor
2. Ir. Eddy Indarto, Msi, selaku Co Mentor
3. Ir. Bambang Supriyadi, MSA, Selaku dosen penguji
4. Ir. Parfi Khadijanto, MSL, Selaku dosen penguji
5. DR. Ir. Soegiono Soetomo, DEA, selaku Ketua Program Studi Pascasarjana Magister Teknik Arsitektur Universitas Diponegoro Semarang.
6. Direktur dan staf Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang
7. Segenap Almamater beserta seluruh Civitas Akademika, Program Pascasarjana Magister Teknik Arsitektur Universitas Diponegoro Semarang.
8. Semua yang membantu memberikan dorongan, saran, masukan dan perhatian terhadap penulisan Tesis ini.

Penulis berharap Tesis ini dapat bermanfaat bagi seluruh kalangan yang menaruh minat terhadap masalah-masalah arsitektur dan lingkungan baik dari kalangan partisi, akademisi maupun para penentu kebijakan. Akhirnya penulis berharap hasil penelitian ini akan sedikit menyumbang bagi perkembangan pendidikan arsitektur dan bagi kemajuan pendidikan di negeri tercinta Indonesia demi mencapai cita-cita perjuangan reformasi.

Semarang, Juli 1999

Ronny Adityananda Baskara Wardhana

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAC	
ABSTRAKSI	
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	
DAFTAR TABEL	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR LAMBANG	
DAFTAR LAMPIRAN	

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian	1
1. Permasalahan Penelitian	4
2. Tujuan Penelitian	5
3. Manfaat Penelitian	5
B. Pola Pikir Penelitian	7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengendalian Penerangan Alami	8
1. Pengertian Umum Pencahayaan	8
2. Fisiologis Manusia terhadap Kenyamanan Pencahayaan ...	10
3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas Penerangan	14
4. Pengertian dan Satuan	19
5. Pancaran Cahaya Matahari	20
6. Faktor Bentuk dan Elemen Bangunan	24
7. Kontrol Pencahayaan Alami.....	30
B. Contoh Kasus.....	35

C. Teknologi Penerangan	45
D. Landasan Teori	48
1. Pencahayaan Alami	48
2. Tujuan Pengendalian Pencahayaan Alami	50
3. Pedoman Perencanaan (Guidelines) Pencahayaan Alami ..	51
E. Hipotesis	54

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Rencana Penelitian	55
1. Tahap Pengumpulan Data	55
2. Tahap Kompilasi dan Intepretasi Data	55
3. Analisis Data	56
B. Bahan dan Materi Penelitian	56
1. Penentuan Daerah Pengukuran	56
2. Perekaman dan Pemotretan	57
3. Kuisisioner	57
C. Alat Penelitian	58
1. Denah Daerah Penelitian	58
2. Tabel Pengukuran dan Pengamatan	58
3. Perekam	59
4. Digital Lux Meter	59
5. Meteran	59
6. Alat Pengukur Kecerahan Matahari	60
D. Jalannya Penelitian	61
1. Variabel yang Akan Dipelajari	61
2. Metode Penelitian	61
3. Tahap Kerja Lapangan	63
4. Kompilasi dan Intepretasi Data	64
5. Analisis Data	65

BAB IV GAMBARAN UMUM OBYEK PENELITIAN

A. Lokasi Obyek Penelitian	79
B. Konsep Bangunan Obyek Penelitian	81
C. Bentuk dan Elemen Bangunan Obyek Penelitian	87

BAB V ANALISIS PENELITIAN

A. Variabel Antara / Faktor-faktor Pengaruh Pencahayaan Alami pada Bangunan Obyek Penelitian	94
1. Orientasi Bangunan	94
2. Bidang Pematah Matahari	105
3. Jendela	110
4. Skylight	111
5. Lebar Ruang	114
6. Bahan dan Warna Elemen Ruangan	114
7. Lay Out Furniture	115
C. Analisis Hipotesis Pertama	116
1. Analisis Hasil Kuisisioner	116
2. Data Pengukuran dan Perhitungan Formulasi	125
3. Analisis Terhadap Efisiensi dan Efektifitas Pencahayaan Alami.....	209
4. Temuan Hasil Analisis.....	227
5. Pemecahan Hasil Analisis	233
D. Analisis Hipotesis Kedua	237

BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

A. Kesimpulan	247
B. Rekomendasi	252

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

1. Tabel T.2.01	Bahan dan Kondisi permukaan	18
2. Tabel T.3.01	Tabel Sudut Vertikal	69
3. Tabel T.3.02	Tabel Sudut Horisontal	70
4. Tabel T.3.03	Tabel Sudut Ruang	71
5. Tabel T.3.04	Tabel Bobot Nilai Kuisisioner	73
6. Tabel T.3.05	Tabel Kecerahan Matahari	76
7. Tabel T.5.01	Tabel Sudut Jatuh Matahari Dinding U - S	98
8. Tabel T.5.02	Tabel Sudut Jatuh Matahari Dinding T - B	98
9. Tabel T.5.03	Tabel Kecepatan Membaca	117
10. Tabel T.5.04	Tabel Kecepatan Menulis	118
11. Tabel T.5.05	Tabel Kemudahan Membaca	119
12. Tabel T.5.06	Tabel Kemudahan Menulis	120
13. Tabel T.5.07	Tabel Kelelahan Mata	121
14. Tabel T.5.08	Tabel Bobot Nilai Kuisisioner	122
15. Tabel T.5.09	Tabel Intensitas Cahaya Kondisi Mendung Lantai 01 Orientasi Utara-Selatan	126
16. Tabel T.5.10	Tabel Intensitas Cahaya Kondisi Terang Lantai 01 Orientasi Utara-Selatan	126
17. Tabel T.5.11	Tabel Indeks silau Lantai 01 - Mendung	131
18. Tabel T.5.12	Tabel Indeks silau lantai 01- Terang	133
19. Tabel T.5.13	Tabel Intensitas Cahaya Kondisi Mendung Lantai 01 Orientasi Timur-Barat	135
20. Tabel T.5.14	Tabel Intensitas Cahaya Kondisi Terang Lantai 01 Orientasi Timur-Barat	135
21. Tabel T.5.15	Tabel Indeks Silau R. Koperasi -Mendung	139
22. Tabel T.5.16	Tabel Indeks Silau R. Koperasi - Terang	139
23. Tabel T.5.17	Tabel Intensitas Cahaya Kondisi Mendung Lantai 02 Orientasi Utara-Selatan	148
24. Tabel T.5.18	Tabel Intensitas Cahaya Kondisi Terang	

	Lantai 02 Orientasi Utara-Selatan	148
25. Tabel T.5.19	Tabel Indeks Silau Lantai 02 - Mendung	152
26. Tabel T.5.20	Tabel Indeks Silau Lantai 02 - Terang	154
27. Tabel T.5.21	Tabel Intensitas Cahaya Kondisi Mendung Lantai 02 Orientasi Timur-Barat	156
28. Tabel T.5.22	Tabel Intensitas Cahaya Kondisi Terang Lantai 02 Orientasi Timur-Barat	156
29. Tabel T.5.23	Tabel Indeks Silau R. Bag. Keuangan - Mendung....	160
30. Tabel T.5.24	Tabel Indeks Silau R. Bag. Keuangan - Terang	160
31. Tabel T.5.25	Tabel Intensitas Cahaya Kondisi Mendung Lantai 03 Orientasi Utara-Selatan	169
32. Tabel T.5.26	Tabel Intensitas Cahaya Kondisi Terang Lantai 03 Orientasi Utara-Selatan	169
33. Tabel T.5.27	Tabel Indeks Silau Lantai 03 - Mendung	173
34. Tabel T.5.28	Tabel Indeks Silau Lantai 03 - Terang	175
35. Tabel T.5.29	Tabel Intensitas Cahaya Kondisi Mendung Lantai 03 Orientasi Timur-Barat	177
36. Tabel T.5.30	Tabel Intensitas Cahaya Kondisi Terang Lantai 03 Orientasi Timur-Barat	177
37. Tabel T.5.31	Tabel Indeks Silau R. Bag, Hukum - Mendung	181
38. Tabel T.5.32	Tabel Indeks Silau R. Bag. Hukum - Terang	181
39. Tabel T.5.33	Tabel Intensitas Cahaya Kondisi Mendung Lantai 04 Orientasi Utara-Selatan	190
40. Tabel T.5.34	Tabel Intensitas Cahaya Kondisi Terang Lantai 04 Orientasi Utara-Selatan	190
41. Tabel T.5.35	Tabel Indeks Silau Lantai 04 - Mendung	194
42. Tabel T.5.36	Tabel Indeks Silau Lantai 04 - Terang	194
43. Tabel T.5.37	Tabel Intensitas Cahaya Kondisi Mendung Lantai 04 Orientasi Timur-Barat	197
44. Tabel T.5.38	Tabel Intensitas Cahaya Kondisi Terang	

	Lantai 04 Orientasi Timur-Barat	197
45. Tabel T.5.39	Tabel Indeks Silau R. Rapat Besar - Mendung	201
46. Tabel T.5.40	Tabel Indeks Silau R. Rapat Besar - Terang	201
47. Tabel T.5.41	Tabel Bobot Efisiensi dan Efektifitas Massa Bangunan Orientasi Utara-Selatan	209
48. Tabel T.5.42	Tabel Nilai Efisiensi Kondisi Mendung-Terang Orientasi Utara-Selatan	210
49. Tabel T.5.43	Tabel Nilai Efisiensi Kondisi Terang Orientasi Utara-Selatan	210
50. Tabel T.5.44	Tabel Bobot Efisiensi dan Efektifitas Massa Bangunan Orientasi Timur-Barat	212
51. Tabel T.5.45	Nilai Efisiensi Kondisi Mendung-Terang Orientasi Timur - Barat	213
52. Tabel T.5.46	Tabel Nilai Efisiensi Kondisi Terang Orientasi Timur - Barat	213
53. Tabel T.5.47	Kompilasi Analisis R. Bag. Ketertiban Umum	214
54. Tabel T.5.48	Kompilasi Analisis R. Bag. Pemerintahan Desa	215
55. Tabel T.5.49	Kompilasi analisis R. Hall Bupati	216
56. Tabel T.5.50	Kompilasi Analisis R. Rapat	217
57. Tabel T.5.51	Kompilasi Analisis R. PDE	218
58. Tabel T.5.52	Kompilasi Analisis R. Bag. Sosial	219
59. Tabel T.5.55	Kompilasi Analisis R. Bag. Lingk. Hidup	220
60. Tabel T.5.54	Kompilasi Analisis R. Koperasi	221
61. Tabel T.5.55	Kompilasi analisis R. Bag. Keuangan	222
62. Tabel T.5.56	Kompilasi Analisis R. Bag. Hukum	223
63. Tabel T.5.57	Kompilasi Analisis R. Rapat Besar	224
64. Tabel T.5.58	Rekap Hasil Analisis Massa Bangunan Orientasi U - S	225
65. Tabel T.5.59	Rekap Hasil Analisis Massa Bangunan Orientasi T - B	226
66. Tabel T.5.60	Tabel Kecerahan Matahari hari 01	238
67. Tabel T.5.61	Tabel Kecerahan Matahari hari 02	238
68. Tabel T.5.62	Tabel Kompilasi Kecerahan Matahari 1 Tahun ...	239

69. Tabel T.5.63	Tabel Titik Lampu Eksiting Selama 1 Tahun	241
70. Tabel T.5.64	Tabel Jumlah Titik Lampu Berdasar distribusi Cahaya selama 1 Tahun.....	243
71. Tabel T.5.65	Tabel Daya Lampu Selama 1 Tahun Berdasar Distribusi cahaya	243

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar	D.2.01 Pupil Mata & Kuat Cahaya yang diterima	12
2. Gambar	D.2.02 Perbandingan <i>Illumination & Visibility</i>	49
3. Gambar	D.2.03 Perbandingan <i>Contrast & Visibility</i>	49
4. Gambar	D.2.04 Perbandingan <i>Illumination & Size</i>	49
5. Gambar	G.2.01 Struktur Mata	11
6. Gambar	G.2.02 Variasi Reduksi Cahaya	17
7. Gambar	G.2.03 Difus dan <i>Direct Sunlight</i>	20
8. Gambar	G.2.04 Letak Matahari	21
9. Gambar	G.2.05 Pengukur Sudut Bayangan	23
10. Gambar	G.2.06 <i>Solar Chart</i>	23
11. Gambar	G.2.07 Kedalaman Ruang	25
12. Gambar	G.2.08 <i>Lamella</i> Miring	26
13. Gambar	G.2.09 Elemen Peneduh Horisontal	26
14. Gambar	G.2.10 Elemen Peneduh Bidang Miring	26
15. Gambar	G.2.11 <i>Skylight</i>	27
16. Gambar	G.2.12 <i>Clerestories</i>	28
17. Gambar	G.2.13 Cahaya Pada Bidang Bukaannya	29
18. Gambar	G.2.14 Bidang Miring Pada Bingkai Jendela	29
19. Gambar	G.2.15 Jendela “Dalam”	29
20. Gambar	G.2.16 Variasi Jendela “Dalam”	29
21. Gambar	G.2.17 <i>Overhang</i> Kombinasi <i>Laouvers</i> Vertikal.....	31
22. Gambar	G.2.18 <i>Louvers</i> Horisontal	31
23. Gambar	G.2.19 Cahaya dipantulkan Cermin	32
24. Gambar	G.2.20 Kompleks Shell Oil	36
25. Gambar	G.2.21 Tipical Rencana Lantai	37
26. Gambar	G.2.22 Sistem HVAC	37
27. Gambar	G.2.23 Potongan Tipical Ruang Kantor	37
28. Gambar	G.2.24 Model <i>Skylight</i>	38

29. Gambar	G.2.25	Sketsa Denah	39
30. Gambar	G.2.26	Perlindungan Outdoor	39
31. Gambar	G.2.27	Potongan Bangunan	41
32. Gambar	G.2.28	<i>Entrance Area</i>	41
33. Gambar	G.2.29	<i>Typical Gallery</i>	41
34. Gambar	G.2.30	Atap dengan Lubang <i>Skylight</i>	42
35. Gambar	G.2.31	Plastic-dome <i>Skylight</i>	43
36. Gambar	G.2.32	Lukisan diterangi Cahaya Lembut	43
37. Gambar	G.2.33	Entrance Hall dibentuk <i>Void</i> 4 Lantai	43
38. Gambar	G.2.34	Dallas City Hall	44
39. Gambar	G.2.35	<i>Void</i> Pada Ruang <i>Courtyard</i>	45
40. Gambar	G.2.36	Potongan Atap <i>Clerestories</i>	45
41. Gambar	G.2.37	Menghindari <i>Direct Sunlight & Skylight</i>	51
42. Gambar	G.2.38	<i>Daylight</i> dengan Bidang Pantul	52
43. Gambar	G.2.39	<i>Filter Daylight</i> dengan Tanaman	53
44. Gambar	G.2.40	<i>Filter Daylight</i> dengan Pemantul	53
45. Gambar	G.2.41	<i>Intergrated Daylight</i>	53
46. Gambar	G.3.01	Disain Tabel Penilaian Efektifitas dan Efisiensi Pencahayaan Alami	66
47. Gambar	G.3.02	Disain Tabel Penilaian Kuisisioner	74
48. Gambar	G.3.03	Disain Tabel Bobot Nilai Kuisisioner.....	75
49. Gambar	G.4.01	Siteplan Setwilda Kudus	79
50. Gambar	G.4.02	Denah Lantai 01.....	83
51. Gambar	G.4.03	Denah Lantai 02	83
52. Gambar	G.4.04	Denah Lantai 03	84
53. Gambar	G.4.05	Denah Lantai 04	84
54. Gambar	G.4.06	Tampak Depan	85
55. Gambar	G.4.07	Tampak Samping Kanan	85
56. Gambar	G.4.08	Tampak Samping Kiri	85
57. Gambar	G.4.09	Tampak Belakang	86
58. Gambar	G.4.10	Potongan Bangunan	86

59. Gambar	G.5.01	Diagram Pembayang Sebelah Utara-Selatan .	95
60. Gambar	G.5.02	Diagram Pembayang Sebelah Timur-Barat	95
61. Gambar	G.5.03	Posisi Massa Bangunan dalam Kompleks	96
62. Gambar	G.5.04	Posisi Matahari Tanggal 21 Maret	99
63. Gambar	G.5.05	Posisi Matahari Tanggal 22 Juni	101
64. Gambar	G.5.06	Posisi Matahari Tanggal 22 Desember	103
65. Gambar	G.5.07	Posisi Sudut Matahari Lantai 01 Utara-Selatan ...	105
66. Gambar	G.5.08	Posisi Sudut Matahari Lantai 01 Timur-Barat	106
67. Gambar	G.5.09	Posisi Sudut Matahari Lantai 02	107
68. Gambar	G.5.10	Posisi Sudut Matahari Lt 03 & 04 Utara-Selatan...	108
69. Gambar	G.5.11	Posisi Sudut Matahari Lt 03 & 04 Timur-Barat	109
70. Gambar	G.5.12	Daerah Pengamatan Lantai 01	125
71. Gambar	G.5.13	Sudut Jatuh Matahari Pada Lantai 01	143
72. Gambar	G.5.14	Daerah Pembayangan	143
73. Gambar	G.5.15	Pantulan Sudut Matahari Lantai 01	145
74. Gambar	G.5.16	Daerah Pengamatan Lantai 02	147
75. Gambar	G.5.17	Pantulan Bidang Reflektor Lantai 02	165
76. Gambar	G.5.18	Daerah Pengamatan Lantai 03	168
77. Gambar	G.5.19	Bidang Reflektor R. Bag. Hukum	188
78. Gambar	G.5.20	Daerah Pengamatan Lantai 04	189
79. Gambar	G.5.21	Denah Titik Lampu Eksisting.....	242
80. Gambar	G.5.22	Denah Titik Lampu Berdasar Distribusi Cahaya .	244
81. Gambar	G.5.23	Denah Titik Lampu dengan Teknologi	246
82. Gambar	G.6.01	Gambar Rekomendasi 1	255
83. Gambar	G.6.02	Gambar Rekomendasi 2	256
84. Gambar	G.6.03	Gambar Rekomendasi 3	257
85. Gambar	Gr.2.01	Grafik Gelombang Elektromagnetik	9
86. Gambar	Gr.5.01	Grafik Intensitas Cahaya Kondisi Mendung Lantai 01 Orientasi Utara-Selatan	128
86. Gambar	Gr.5.02	Grafik Intensitas Cahaya Kondisi Terang	

		Lantai 01 Orientasi Utara-Selatan	128
87. Gambar	Gr.5.03	Grafik Indeks silau Kondisi Mendung Lantai 01 Orientasi Utara-Selatan	132
88. Gambar	Gr.5.04	Grafik Indeks silau Kondisi Terang Lantai 01 Orientasi Utara-Selatan	134
89. Gambar	Gr.5.05	Grafik Intensitas Cahaya Kondisi Mendung Lantai 01 Orientasi Timur-Barat	136
100. Gambar	Gr.5.06	Grafik Intensitas Cahaya Kondisi Terang Lantai 01 Orientasi Timur-Barat	137
101. Gambar	Gr.5.07	Grafik Indeks silau Kondisi Mendung Lantai 01 Orientasi Timur-Barat	140
102. Gambar	Gr.5.08	Grafik Indeks silau Kondisi Terang Lantai 01 Orientasi Timur-Barat	141
103. Gambar	Gr.5.09	Grafik Intensitas Cahaya Kondisi Mendung Lantai 02 Orientasi Utara-Selatan	149
104. Gambar	Gr.5.10	Grafik Intensitas Cahaya Kondisi Terang Lantai 02 Orientasi Utara-Selatan	150
105. Gambar	Gr.5.11	Grafik Indeks silau Kondisi Mendung Lantai 02 Orientasi Utara-Selatan	153
106. Gambar	Gr.5.12	Grafik Indeks silau Kondisi Terang Lantai 02 Orientasi Utara-Selatan	155
107. Gambar	Gr.5.13	Grafik Intensitas Cahaya Kondisi Mendung Lantai 02 Orientasi Timur-Barat	157
108. Gambar	Gr.5.14	Grafik Intensitas Cahaya Kondisi Terang Lantai 02 Orientasi Timur-Barat	158
109. Gambar	Gr.5.15	Grafik Indeks silau Kondisi Mendung Lantai 02 Orientasi Timur-Barat	161
110. Gambar	Gr.5.16	Grafik Indeks silau Kondisi Terang Lantai 02 Orientasi Timur-Barat	162
111. Gambar	Gr.5.17	Grafik Intensitas Cahaya Kondisi Mendung Lantai 03 Orientasi Utara-Selatan	170

112. Gambar	Gr.5.18	Grafik Intensitas Cahaya Kondisi Terang Lantai 03 Orientasi Utara-Selatan	171
113. Gambar	Gr.5.19	Grafik Indeks silau Kondisi Mendung Lantai 03 Orientasi Utara-Selatan	174
114. Gambar	Gr.5.20	Grafik Indeks silau Kondisi Terang Lantai 03 Orientasi Utara-Selatan	176
115. Gambar	Gr.5.21	Grafik Intensitas Cahaya Kondisi Mendung Lantai 03 Orientasi Timur-Barat	178
116. Gambar	Gr.5.22	Grafik Intensitas Cahaya Kondisi Terang Lantai 03 Orientasi Timur-Barat	179
117. Gambar	Gr.5.23	Grafik Indeks silau Kondisi Mendung Lantai 03 Orientasi Timur-Barat	182
118. Gambar	Gr.5.24	Grafik Indeks silau Kondisi Terang Lantai 03 Orientasi Timur-Barat	183
119. Gambar	Gr.5.25	Grafik Intensitas Cahaya Kondisi Mendung Lantai 04 Orientasi Utara-Selatan	191
120. Gambar	Gr.5.26	Grafik Intensitas Cahaya Kondisi Terang Lantai 04 Orientasi Utara-Selatan	192
121. Gambar	Gr.5.27	Grafik Indeks silau Kondisi Mendung Lantai 04 Orientasi Utara-Selatan	195
122. Gambar	Gr.5.28	Grafik Indeks silau Kondisi Terang Lantai 04 Orientasi Utara-Selatan	196
123. Gambar	Gr.5.29	Grafik Intensitas Cahaya Kondisi Mendung Lantai 04 Orientasi Timur-Barat	198
124. Gambar	Gr.5.30	Grafik Intensitas Cahaya Kondisi Terang Lantai 04 Orientasi Timur-Barat	199
125. Gambar	Gr.5.31	Grafik Indeks silau Kondisi Mendung Lantai 04 Orientasi Timur-Barat	202
126. Gambar	Gr.5.32	Grafik Indeks silau Kondisi Terang Lantai 04 Orientasi Timur-Barat	203
127. Gambar	Gr.5.33	Grafik Intensitas Cahaya Ruang Bagian Hukum	240

128. Gambar F.3.01	Luxmeter	59
129. Gambar F.3.02	Pengukur Kecerahan Matahari	60
130. Gambar F.3.03	Kertas Ukur	60
131. Gambar F.4.01	Bangunan Setwilda Kudus	80
132. Gambar F.4.02	<i>Landscape</i> Sekitar Bangunan	80
133. Gambar F.4.03	Bangunan Baru Dan Lama	81
134. Gambar F.4.04	<i>Void</i> di Tengah Bangunan	88
135. Gambar F.4.05	<i>Skylight</i> Sebagai Pengendali	89
136. Gambar F.4.06	<i>Void</i> di Bagian Tengah	89
137. Gambar F.4.07	Selasar di Lantai Dasar	90
138. Gambar F.4.08	Jendela Pada Sisi Barat-Timur	92
139. Gambar F.4.09	Elemen-elemen Ruang Lantai	93
140. Gambar F.5.01	Massa Bangunan di sisi Barat	96
141. Gambar F.5.02	Massa Bangunan di sisi Timur	97
142. Gambar F.5.03	<i>Louvers</i> pada <i>Skylight</i>	113
143. Gambar F.5.04	<i>Void</i>	113
144. Gambar F.5.05	Ruang Hall Bupati	164
145. Gambar F.5.06	Koridor Lantai 02	165
146. Gambar F.5.07	Ruang Bagian Keuangan	166
147. Gambar F.5.08	Ruang Bagian PDE	185
148. Gambar F.5.09	Ruang Bagian Sosial	187
149. Gambar F.5.10	Ruang Bagian Lingkungan Hidup	205
150. Gambar F.5.11	Koridor Lantai 04	205
151. Gambar F.5.12	Ruang Rapat Besar	207

DAFTAR RUMUS

1. Rumus	R.2.01 Konstanta Penyilauan	15, 67
2. Rumus	R.2.02 Indeks Glare (GI)	15
3. Rumus	R.2.03 Sudut Ruang (ω)	16, 68
4. Rumus	R.2.04 Sudut Ruang dengan Sumber Cahaya Tidak Bujur Sangkar	16
5. Rumus	R.2.05 Kuat Penetangan (Illuminance)	19
6. Rumus	R.2.06 Daylight Factor	19
7. Rumus	R.2.07 Daylight Factor Ruang Total	20
8. Rumus	R.2.08 Persamaan Radiasi Matahari	27
9. Rumus	R.3.01 Efektifitas Pencahayaan Alami	66
10. Rumus	R.3.02 Efisiensi Pencahayaan Alami	67
11. Rumus	R.3.03 Sudut Vertikal	69
12. Rumus	R.3.04 Phytagoras	69, 70
13. Rumus	R.3.05 Sudut Horinsontal	70
14. Rumus	R.5.01 Radiasi Sinar Matahari Pada Jendela.....	112
15. Rumus	R.5.02 Pemanasan Udara pada Jendela	112

DAFTAR LAMBANG

L1	= Luminasi Sumber Penyilauan	(Cd/m ²)
L2	= Luminasi Rata-rata Lingkungan / Terang Langit	(Cd/m ²)
g	= Konstanta Silau	
ω	= Sudut Ruang	(Steradian)
ρ	= Faktor Posisi Penyilauan	
GI	= Indeks Silau	
A	= Luas Bidang Sumber Cahaya	(m ²)
d	= Jarak Pandang Terhadap Sudut Vertikal	(m)
E	= Kuat Penerangan	(Lux)
F	= Kecerahan Cahaya	(Lumen)
DF	= Daylight Factor	(Lux)
SC	= Sky Component	(Lux)
ERC	= Externally Reflected Component	(Lux)
IRC	= Internally Reflected Component	(Lux)
θ (1)	= Sudut Vertikal	(°)
ϕ	= Sudut Horizontal	(°)
θ (2)	= Solar Gain	
G	= Radiasi Sinar Matahari	(W/m ²)
U	= Transmisi elemen	(W/m ² degC)
m - t	= Kondisi Cuaca mendung - terang	
t	= Kondisi cuaca terang	
U - S	= Massa bangunan orientasi utara - selatan	
B - T	= Massa bangunan orientasi barat - timur	

DAFTAR LAMPIRAN

- | | | |
|--------------|------|--|
| 1. Lampiran | L.01 | Kuisisioner |
| 2. Lampiran | L.02 | Hasil Kuisisioner |
| 3. Lampiran | L.03 | Hasil Kuisisioner |
| 4. Lampiran | L.04 | Tabel Faktor posisi |
| 5. Lampiran | L.05 | Data BMG Kota Kudus-Pati-Rendole |
| 6. Lampiran | L.06 | Automatic Lighting System Produk Philips |
| 7. Lampiran | L.07 | Automatic Lighting System Produk Philips |
| 8. Lampiran | L.08 | Automatic Lighting System Produk Philips |
| 9. Lampiran | L.09 | Automatic Lighting System Produk Philips |
| 10. Lampiran | L.10 | Site Plan Lokasi Penelitian |
| 11. Lampiran | L.11 | Denah Lantai 01 Bangunan Penelitian |
| 12. Lampiran | L.12 | Denah Lantai 02 Bangunan Penelitian |
| 13. Lampiran | L.13 | Denah Lantai 03 Bangunan Penelitian |
| 14. Lampiran | L.14 | Denah Lantai 04 Bangunan Penelitian |
| 15. Lampiran | L.15 | Tampak Depan Bangunan Penelitian |
| 16. Lampiran | L.16 | Tampak Samping Kanan Bangunan Penelitian |
| 17. Lampiran | L.17 | Tampak Samping Kiri Bangunan Penelitian |
| 18. Lampiran | L.18 | Tampak Belakang Bangunan Penelitian |
| 19. Lampiran | L.19 | Potongan |

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Saat ini kebutuhan perkantoran pemerintah yang modern sudah menjadi tuntutan yang sangat urgen, terutama sebagai usaha untuk memenuhi tuntutan fungsi sebagai tempat pelayanan kepada masyarakat. Permintaan pelayanan yang baik tentu perlu ditunjang oleh suasana kerja yang nyaman. Secara psikologis akan menciptakan lingkungan kerja yang baik dan bisa merangsang kinerja serta meningkatkan produktifitas dan kreatifitas kerja yang tinggi. Kenyamanan bisa dicapai dengan memperhatikan faktor thermis dan pencahayaan alami yang akan berpengaruh terhadap fisik dan psikis. Pemerintah harus memberikan pelayanan dan mengakses masyarakat dengan baik, efisiensi pelayanan berhubungan dengan bagaimana fasilitas pemerintah tersebut menjadi tempat yang nyaman bagi yang melayani dalam hal ini pegawai pemerintah maupun yang dilayani dalam hal ini masyarakat. Kenyamanan dan efisiensi kerja pegawai kantor pemerintah bisa didapatkan dengan mengontrol sistem ventilasi dan pencahayaan yang cukup (De Chiara, 1980).

Indonesia merupakan daerah yang beriklim tropis lembab, dengan memiliki spesifikasi intensitas radiasi matahari yang kuat, temperatur udara yang relatif tinggi, kelembaban udara yang tinggi, serta keadaan langit yang selalu berawan dimana faktor-faktor ini selalu terjadi hampir sepanjang tahun (Lippsmeir, 1988). Faktor-faktor ini tentunya sangat berpengaruh pada kondisi lingkungan thermis dan pencahayaan alami, yang sangat terkait dengan tingkat kenyamanan manusia.

Pencahayaan alami sebagai salah satu faktor penting yang perlu dimanfaatkan secara optimal dalam perencanaan sebuah bangunan, seharusnya direncanakan

menyatu dengan perencanaan struktur bangunan (Evans, 1981). Artinya sangatlah penting untuk mempertimbangkan pemanfaatan pencahayaan alami pada bagian sangat awal dari proses perencanaan disain.

Tuntutan kenyamanan visual terutama pencahayaan alami dari sebuah ruang kerja perkantoran memerlukan perhatian khusus dalam perencanaan disain agar didapatkan hasil yang optimal serta sesuai dengan standard minimum penerangan (*brightness*) dan silau (*glare*) yang disyaratkan. Persyaratan minimum untuk sebuah ruang kerja perkantoran ditentukan oleh jenis pekerjaan dan aktivitas, lama pekerjaan yang dihadapi, tingkat ketelitian dan usia yang melaksanakan pekerjaan (Kentut, 1994) Beberapa pendapat dan penelitian yang pernah dilakukan untuk menentukan persyaratan minimum ruang kerja perkantoran, yaitu berkisar antara 150 lux sampai 200 lux (*guide on Interior Lighting, CIE*), sedangkan indeks silau (GI) yang disyaratkan di antara angka 19 - 22 (Szokolay, 1980).

Bila antisipasi kenyamanan visual dalam ruang diselesaikan dengan menggunakan teknologi pencahayaan buatan tentu bukan merupakan hal yang sulit. Hanya saja penggunaan teknologi ini akan menyebabkan beban energi yang ditanggung bangunan menjadi besar. Rata-rata 54% dari total energi listrik yang dipakai untuk operasional bangunan digunakan untuk pemenuhan energi sistem penerangan dengan tujuan agar tingkat kenyamanan visual bangunan bisa tercapai (Evans, 1981). Pemborosan energi yang artinya pemborosan biaya tentu bertentangan dengan prinsip-prinsip tuntutan bangunan kantor pemerintah yang hemat dan efisien, serta bertentangan dengan prinsip-prinsip *sustainable architecture* yang mengutarakan bahwa salah satu prinsip dasarnya adalah penghematan energi (Budiharjo, 1998) dan bagi negara Indonesia, sumber cahaya alami dari matahari merupakan sumber penerangan yang bisa dimanfaatkan (Mangunwijaya, 1988). Pemanfaatan penerangan alami tersebut tentu akan menghemat pengeluaran biayasistem penerangan bangunan.

Faktor kenyamanan terhadap pencahayaan alami dalam ruang kerja perkantoran meliputi, cahaya yang mencukupi dengan standart minimum yang disyaratkan dan tidak menyilaukan mata. Kurangnya tingkat pencahayaan dan silau dalam ruang kerja akan menimbulkan *astenopia* dan akan menimbulkan kelelahan pada mata serta mengurangi kecepatan dan efisiensi membaca yang pada akhirnya akan mengurangi tingkat produktivitas kerja. (Vaughan, 1992)

Tercukupinya kebutuhan ruang-ruang fasilitas, sarana, prasarana belum tentu dapat dilakukan kegiatan kerja perkantoran secara optimal. Hal ini diduga karena masih adanya faktor lain yang mempengaruhi proses dan hasil kegiatan kerja. Pada hakekatnya (Calkley, 1978) ada dua faktor yang mempengaruhi proses kegiatan kerja:

- a. Faktor lingkungan fisik yang merupakan faktor masukan dari lingkungan
- b. Sejumlah faktor yang dirancang dan dimanipulasi (sarana, prasarana, fasilitas) sebagai masukan instrumental.

Apabila ada hambatan proses kegiatan kerja, orang sebagai pengguna ruang sering menyalahkan masukan instrumental sebagai hal yang kurang baik, sangat jarang orang yang menyadari bahwa hal tersebut juga dipengaruhi oleh masukan faktor lingkungan yang kurang baik.

Dalam penelitian ini ditekankan lebih pada faktor pengendalian cahaya alami dalam ruang perkantoran, dengan pengendalian yang baik akan bisa dilakukan optimalisasi penerangan. Bila optimalisasi pencahayaan alami dalam bangunan bisa tercapai berarti akan didapat 2 keuntungan sekaligus yaitu, pertama persyaratan minimum intensitas cahaya serta indeks silau terpenuhi untuk ruang perkantoran dan yang kedua efisiensi biaya bisa dicapai, penerangan buatan dapat diminimalkan bahkan ditiadakan pada penggunaan siang hari.

Pemilihan lokasi penelitian sebagai studi kasus, yaitu gedung setwilda Kudus didasari oleh pemikiran bahwa pada awal proses disain Pemda Kabupaten Dati II

Kudus memberikan Kerangka Acuan Kerja, untuk mendisain gedung perkantoran Pemda yang memenuhi kaidah-kaidah: mengacu pada arsitektur Tradisional Kudus, menggunakan konsep Arsitektur Tropis dan hemat energi. Dari kerangka acuan tersebut maka perencana mencoba melakukan perencanaan dengan disain inovatif, salah satunya adalah dengan menggunakan disain pengendalian pencahayaan alami secara optimal dengan pertimbangan bahwa penerangan merupakan faktor terbesar pemborosan energi listrik. Penerapan disain pengendalian cahaya alami dalam bangunan berupa pemakaian *skylight*, penggunaan bidang bukaan di seluruh sisi bangunan, ruang kerja *open plan* (pembatas rendah berketinggian 120 cm), pembatasan lebar ruang dengan pemanfaatan *void* dibagian tengah bangunan dan penggunaan warna ruang dominan putih. Dari pertimbangan diatas maka perlu dilakukan penelitian seberapa besar hasil disain tersebut mampu memenuhi kaidah-kaidah pencahayaan alami dengan standard minimum pencahayaan yang bisa dicapai dan indeks silau yang disyaratkan, sehingga kenyamanan visual dapat tercapai serta terjadi penghematan energi.

Dari latar belakang dan pemikiran-pemikiran tersebut diatas maka judul penelitian ini adalah: "*Pengendalian Cahaya Alami Sebagai Upaya Efisiensi Energi pada Bangunan Perkantoran - Studi Kasus Gedung Setwilda Kabupaten Dati II Kudus*"

1. PERMASALAHAN

Permasalahan yang dapat dikaji dari uraian diatas adalah, apakah setelah dilakukan upaya-upaya penggunaan disain inovatif pada pemecahan pengendalian pencahayaan alami maka faktor kenyamanan visual terhadap pencahayaan alami siang hari bisa terpenuhi dan terjadi penghematan energi pada bangunan penelitian tersebut.

Pertanyaan yang muncul adalah :

- a) Sampai seberapa besar disain inovatif dengan penerapan *skylight*, bidang bukaan di sepanjang sisi bangunan, ruang kerja *open plan*, pembatasan lebar ruang dengan pemanfaatan *void* dan pemilihan warna ruang putih ini mampu mempengaruhi pola pencahayaan alami sehingga tingkat kenyamanan visual yang disyaratkan dapat tercapai.
- b) Seberapa besar disain pencahayaan alami pada bangunan ini bisa memberikan kontribusi efisiensi energi listrik.
- c) Apakah masih bisa dilakukan upaya-upaya untuk mengurangi ketidaknyamanan visual yang mungkin timbul dengan mengoptimalkan disain yang telah ada, sehingga mungkin masih bisa didapatkan efisiensi energi yang lebih besar.

2. TUJUAN PENELITIAN

- a) Untuk mengetahui seberapa besar disain inovatif ini mampu menghasilkan sistem pencahayaan alami yang memenuhi standard persyaratan minimum penerangan dan indeks silau bangunan perkantoran.
- b) Untuk mengkaji apakah ada pengaruh efisiensi energi yang dihasilkan dari perencanaan disain inovatif tersebut.
- c) Untuk mencari pemecahan-pemecahan yang mungkin dilakukan dengan pendekatan disain dan teknologi sistem penerangan sebagai upaya meningkatkan kenyamanan pencahayaan alami dan penghematan energi.

3. MANFAAT PENELITIAN

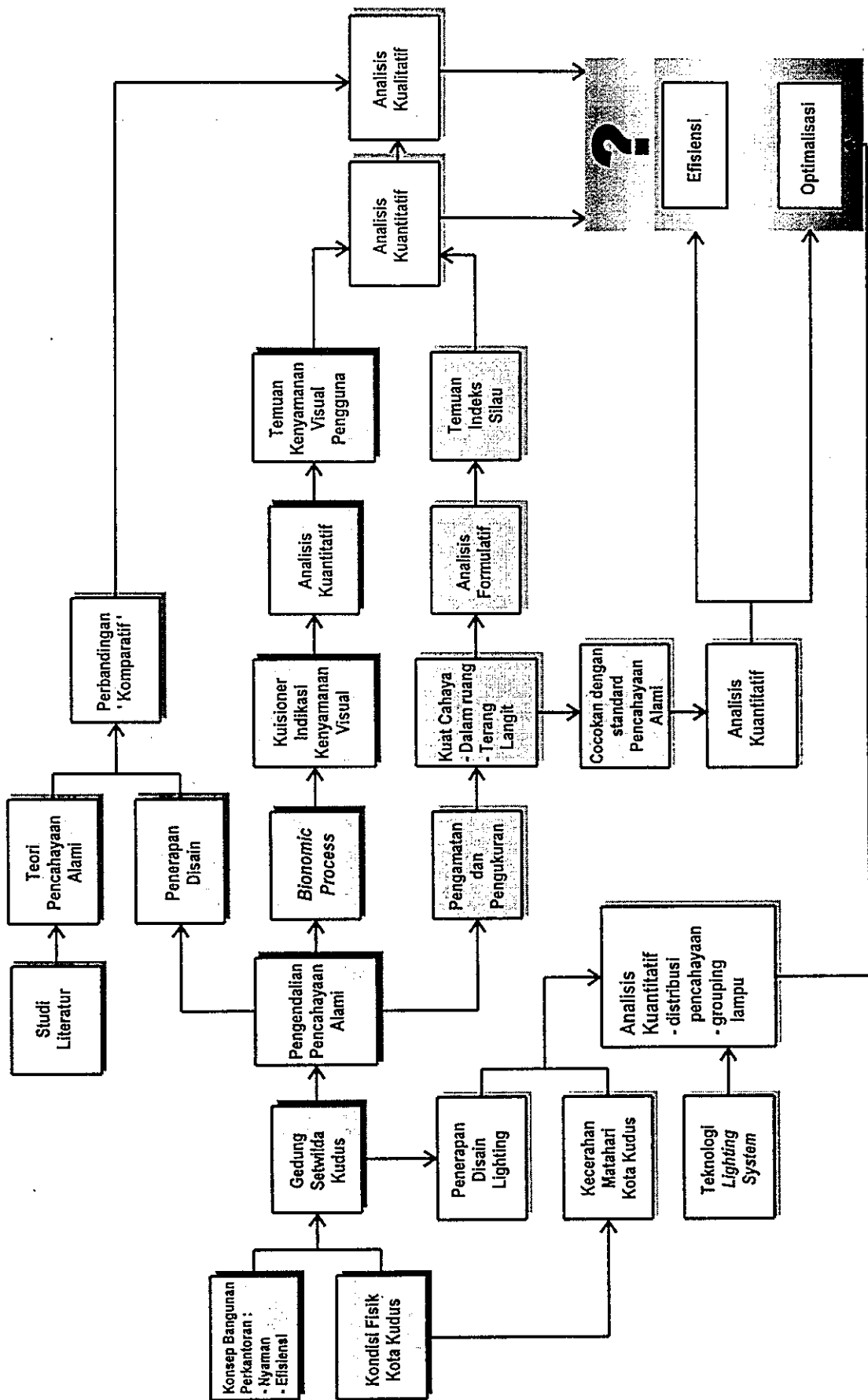
Penelitian ini memiliki 2 manfaat, subyektif dan obyektif. Subyektif menyangkut diri peneliti, yaitu sebagai persyaratan untuk menyelesaikan program Pasca Sarjana

Magister Teknik Arsitektur di Universitas Diponegoro serta bagi peneliti penelitian ini bisa sebagai wahana menambah wawasan dan pengetahuan tentang pencahayaan alami pada disain bangunan perkantoran.

Bagi peneliti manfaat secara obyektif yang diharapkan adalah:

- a) bisa berguna bagi perkembangan ilmu Arsitektur, terutama bagi bidang pengembangan arsitektur tropis dan perencanaan penerangan alami bagi gedung kantor pemerintah.
- b) Memberikan alternatif disain yang bisa ditawarkan bagi gedung perkantoran pemerintah, dengan disain inovatif ternyata bisa dilakukan pemanfaatan pencahayaan alami secara optimal sehingga bisa didapatkan efisiensi energi yang cukup besar.
- c) Memberi masukan kepada pihak Pemda Kabupaten Kudus, bahwa sistem pencahayaan siang hari pada bangunan Setwilda Kabupaten Kudus masih bisa dilakukan langkah-langkah optimalisasi pencahayaan alami, sehingga efisiensi energi bisa semakin ditingkatkan.

DIAGRAM POLA PIKIR PENELITIAN



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian tentang *Pengendalian Cahaya Alami sebagai Upaya Penghematan Energi pada Gedung Perkantoran (Studi Kasus Gedung Setwilda Kabupaten Dati II Kudus)* ini mempertimbangkan aspek pengendalian cahaya alami terhadap tingkat kenyamanan visual. Aspek tersebut di atas, memerlukan informasi dan teori pencahayaan alami dan kenyamanan visual . informasi yang diperlukan adalah sebagai berikut.

A. PENGENDALIAN PENERANGAN ALAMI

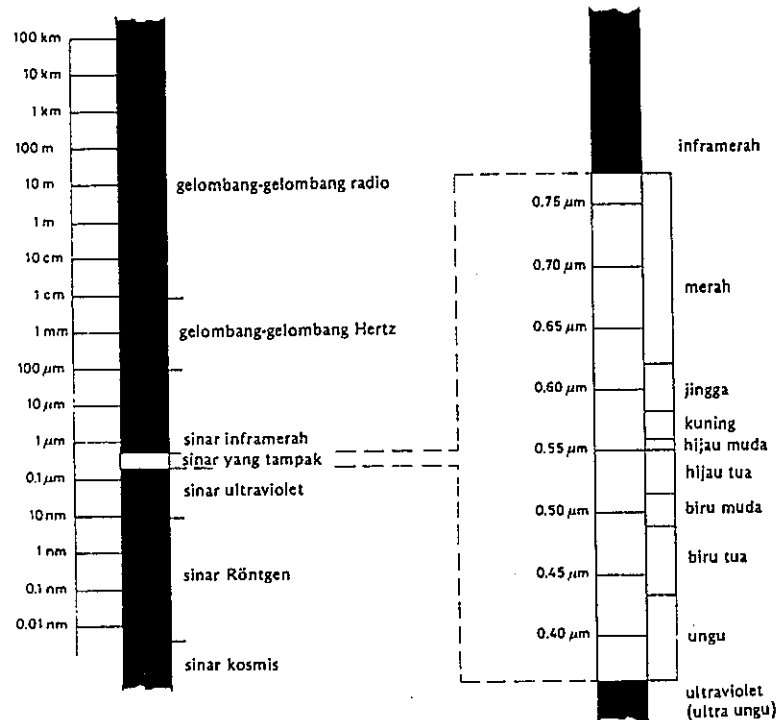
1. Pengertian Umum Pencahayaan

Menurut *Oxford Encyclopedia* cahaya adalah semacam radiasi yang bergerak dengan kecepatan yang sangat tinggi. Cahaya ini dapat ditangkap oleh mata. Sumber cahaya dapat berasal dari matahari, lampu listrik ataupun benda-benda yang tembus pandang seperti kaca atau air, tetapi ia akan memantul bila terkena 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.

Dari Ensiklopedia Ilmu Pengetahuan Populer *Grolier*, untuk memahami definisi sinar maka perlu mengkaji teori *Korpuskular*. Bahwa sinar yang memancar dari matahari dan benda bercahaya mengeluarkan partikel-partikel sangat kecil. Radiasi sinar matahari menimbulkan kalor (panas), ditemukan oleh Johann Wilhelm Ritter, bahwa di luar spektrum cahaya matahari yang dapat ditangkap mata terdapat cahaya yang tidak dapat ditangkap mata dan menimbulkan kalor. Karena berada di luar spektrum warna yang dapat ditangkap mata maka disebut sinar ultraviolet.

Jadi perbedaan yang prinsip dari cahaya dan sinar matahari adalah, cahaya adalah spektrum cahaya yang tertangkap oleh mata dan tidak menimbulkan kalor. Sinar matahari

adalah cahaya di luar spektrum warna yang tidak dapat ditangkap mata, berupa sinar infrared dan menimbulkan kalor.



Gambar Gr.2.01 Grafik gelombang elektromagnetik dan daerah cahaya yang terlihat. Sinar matahari mengandung sinar inframerah yang tidak terlihat mata dan cahaya yang tertangkap mata.

Untuk mengadakan penelitian pencahayaan alami siang hari perlu diketahui faktor-faktor sebagai berikut :

- Banyaknya cahaya matahari yang tersedia di suatu daerah
- Level penerangan yang diperlukan (lux)
- Unsur-unsur bangunan yang mempengaruhi, seperti : ukuran dan posisi dari lubang cahaya, faktor refleksi cahaya dari permukaan-permukaan di dalam dan luar ruangan, lebar teritisan dan ukuran ruang, warna dan bahan elemen

ruang.

2. Fisiologis manusia terhadap kenyamanan Pencahayaan

Penerangan yang baik adalah apabila mata kita dapat melihat apa yang ada di sekitar kita dengan jelas dan nyaman (Kentut, 1992). Dengan kata lain penerangan harus dapat memenuhi persyaratan fungsional dan persyaratan kenyamanan.

Menurut Vaughan (1992), 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.

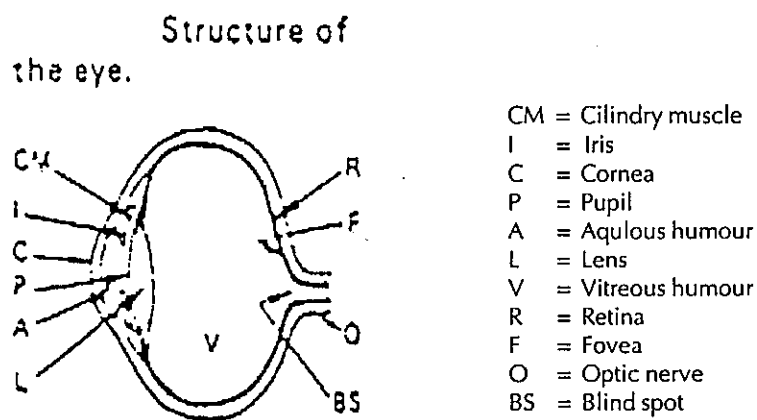
Menurut Grandjean (1969), ketidaknyamanan dapat menyebabkan kelelahan umum, yaitu kelelahan dengan adanya penurunan konsentrasi dan kesiagaan kerja. Kelelahan ini dapat disebabkan karena a) monotoninya kegiatan, b) beban dan lamanya pekerjaan fisik dan mental, c) keadaan lingkungan penerangan, suhu udara, kelembaban udara, d) keadaan kejiwaan seperti tanggung jawab dan kekhawatiran, e) penyakit, kesakitan dan keadaan gizi.

Szokolay (1980), cahaya dirasakan oleh mata, pada bagian diaphragmatik, ini hampir sama seperti mekanisme sebuah kamera.

Bagian-bagian mata meliputi :

Dibagian muka dari mata terdapat selaput bening yang disebut dengan kornea dan di belakangnya terdapat rongga berisi cairan yang bernama *aqueous humour*, dibalik rongga ini terdapat iris yang fungsinya sebagai diaphragma dimana diameter cerahnya secara otomatis diperbesar dan diperkecil tergantung dari kecerahan cahaya yang masuk, dan celah ini disebut pupil. Proses membesar dan mengecilnya diameter pupil ini dikenal sebagai proses adaptasi. Seperti dikatakan di atas, bahwa besar kecilnya diameter pupil ini tergantung dari kecerahan cahaya yang datang dan rangsangan cahaya yang dapat

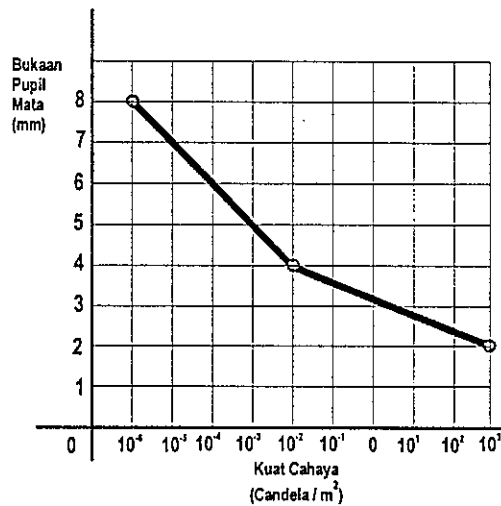
diterima oleh mata. Untuk mata normal diameter pupil dapat bergerak diantara 2 sampai 8 mm untuk kecerahan yang datang sebesar 10^3 sampai 10^{-6} candela/m². Diameter ini akan turun landai bila kecerahannya bertambah antara 10^{-6} sampai 10^{-2} candela/m² dan akan turun curam bila kecerahannya bertambah antara 10^{-2} sampai 10^3 candela/m². Bila melihat secara biasa, berarti tidak beradaptasi diameternya sebesar 4mm. Di belakang iris ini terletak lensa mata yang dapat berubah bentuknya karena adanya kontraksi dari otot *cyliandris*. Kesanggupan lensa mata untuk mengubah kelengkungannya disebut akomodasi.



Gambar G.2.01: Struktur mata
Sumber : Szokolay, 1980

Sesungguhnya mata dapat beradaptasi terhadap pencahayaan yang sangat luas jangkauannya, pertama dengan mengatur celah pupil, kedua dengan merubah ke-sensitifan retina. Bila dirata-rata luminasi bidang penglihatan adalah :

- a) $0,001 \text{ cd/m}^2$, syaraf *rods* mulai bekerja, pupil terbuka lebar.
- b) 3 cd/m^2 , syaraf *rods* mulai aktif.
- c) 1000 cd/m^2 , pupil menutup sampai batas minimum.



Gambar D.2.01: Perbandingan antara bukaan pupil mata dengan Kuat Cahaya yang diterima
Sumber : interpretasi peneliti

Evans, 1981, pada usia dibawah 40 tahun pencahayaan belum merupakan 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. Pengaruh pencahayaan ini menjadi faktor kritis terhadap kecepatan dan akurasi kerja visual pada usia diatas 55 tahun.

Jenis pekerjaan dalam ruang kerja adalah merupakan pekerjaan visual sedang yang tidak memerlukan ketepatan dan ketelitian tinggi, sehingga persyaratan minimum untuk penerangan alami distandardkan :

- a) Dalam buku Fisika Bangunan (Mangunwijaya, 1988), untuk ruang kerja perkantoran merupakan aktivitas visual pekerjaan halus, dengan standard kuat pencahayaan yang disyaratkan 150 lux.
- b) Menurut penelitian Soegijanto (1981), ruang kerja perkantoran merupakan pekerjaan visual sedang yang tidak memerlukan ketepatan dan ketelitian tinggi, dengan standard kuat pencahayaan yang disyaratkan sebesar 200 lux.

- c) Menurut *Guide on Interior Lighting*, CIE, ruang kerja perkantoran merupakan pekerjaan visual yang tidak membutuhkan ketelitian tinggi, dengan standard kuat pencahayaan yang disyaratkan 200 lux (Evans, 1981).
- d) Menurut Siahaan (1992), seorang praktisi dibidang *mechanical and electrical* ,dengan standard kuat pencahayaan yang disyaratkan 200 lux.

Dari kriteria- kriteria di atas untuk standard ruang kerja perkantoran dalam penelitian ini digunakan standard minimum sebesar 150 - 200 lux.

Hopkinsons (1970), macam penyilauan, penyilauan adalah suatu kondisi visual dimana terjadi ketidaknyamanan atau kemampuan untuk melihat suatu obyek berkurang akibat distribusi luminasi kontras yang berlebihan.

Penyilauan terbagi atas 2 macam, yaitu :

a. *Disability glare*

Penyilauan yang tidak menimbulkan ketidak nyamanan melihat tapi mengurangi kemampuan melihat suatu obyek.

Kondisi ini sering dialami pada siang hari, pada kondisi dimana cahaya langsung dari matahari atau langit cerah dengan refleksi yang kuat sampai ke mata, tingkat penyilauan sebanding dengan $GI = E / \theta^2$, dimana E adalah level penerangan yang dihasilkan dari sumber cahaya, sedang θ adalah jarak sudut dari garis pandangan ke sumber penyilauan.

b. *Discomfort glare*

Penyilauan yang menimbulkan ketidak nyamanan melihat tapi tidak mengurangi kemampuan melihat suatu obyek.

$$GI = 10 \text{ Log}_{10} (0,478 \sum g)$$

Discomfort glare ini dipengaruhi oleh faktor-faktor :

- a. luminasi dari sumber cahaya yang menuju ke titik pengamat.
- b. Intensitas cahaya yang terlihat dari titik pengamatan (sudut ruang).
- c. Posisi bagian sumber cahaya yang terlihat dari arah pandangan.
- d. luminasi rata-rata lingkungan. (terang langit)

Untuk indeks silau ruang perkantoran berkisar pada angka 19 - 22 (Szokolay,1980)

3. Faktor Yang mempengaruhi Kualitas Penerangan

a) Tingkat penerangan atau iluminasi

Tingkat penerangan adalah jumlah cahaya yang jatuh pada permukaan bidang kerja, dengan satuan Lux. Besarnya Lux tergantung dari fungsi ruangan tersebut. Besarnya tingkat penerangan tergantung pada banyak faktor antara lain lama pekerjaan yang dihadapi, jenis pekerjaan, tingkat ketelitian dan usia yang melaksanakan pekerjaan.(Kentut, 1994)

b) Distribusi luminasi/brightness pada sudut pandang

Untuk menghasilkan kenyamanan visual, cahaya tidak boleh memberikan kontras yang tinggi dengan latar belakang sumber cahaya tersebut. Cahaya yang menyebar kesegala arah akan mengenai dinding, plafon, lantai dan perabot akan terbias dengan hasil yang berlainan karena jenis warna dan kekasaran bahan yang berbeda-beda (Kentut, 1994).

c) Silau / Glare

Tendensi daerah tropis lembab adalah disain bangunan banyak menggunakan bidang bukaan akibat kondisi ini menyebabkan panas dan silau dari cahaya matahari langsung, pantulan bidang dasar bangunan maupun pantulan dari bidang permukaan disekitar bangunan yang menangkap cahaya matahari masuk ke dalam ruang. Masuknya terang cahaya yang terlalu besar dan tidak diatur atau dikendalikan akan

menyebabkan silau dalam ruang. (Maxwell, 1956)

Menurut Kukreja (1978), di iklim tropis lembab langit selalu berawan khususnya di tengah hari dan sangat menyilaukan. Silau dapat dikurangi dengan pemecahan disain, yaitu dengan membuat kontras yang lembut pada bidang arah cahaya datang atau pada latar belakang bidang yang diamati.

Faktor yang bisa mengurangi silau :

- 1) Warna gelap pada dinding jendela, menimbulkan kontras.
- 2) Menggunakan kaca gelap pada jendela yang terkena silau.
- 3) *Sunshiding* yang akan memantulkan silau.

Szokolay (1980), tingkat kesilauan, untuk mengetahui kuantitas tingkat kesilauan pada suatu obyek digunakan persamaan rumus silau BRS :

konstanta penyilauan
$$g = \frac{L_1^{1,6} \omega^{0,8}}{L_2 \rho^{1,6}} \dots\dots\dots (R.2.01)$$

dimana L1 = luminasi sumber penyilauan

L2 = luminasi rata-rata dari lingkungan / terang langit

ω = sudut ruang yang dibuat oleh sumber penyilauan

ρ = faktor posisi penyilauan (dari tabel *constan nomogram & position factors*)

Indeks silau (GI) dapat dicari dengan persamaan

$$GI = 10 \text{ Log}_{10} (0,478 \sum g) \dots\dots\dots (R.2.02)$$

dimana variabel g = konstanta silau

Untuk menghitung sudut ruang (ω) digunakan pendekatan :

Bila bidang sumber cahaya berbentuk bujur sangkar

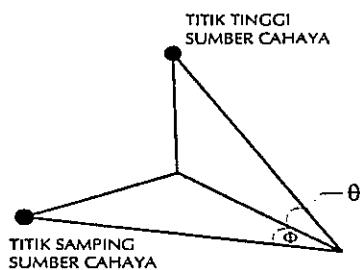
$$\omega = \frac{A \text{ (m}^2\text{)}}{d^2 \text{ (m)}} \dots\dots\dots(\text{R.2.03})$$

dimana A = luas bidang sumber cahaya

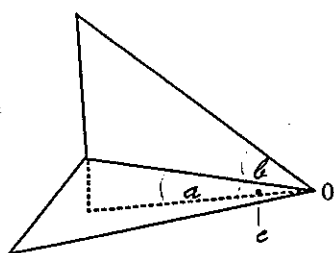
d = jarak pandang terhadap sudut vertikal

Untuk bidang sumber yang tidak bujur sangkar dimana posisi pengamat berada di bagian tengah bidang pengamatan.

$$\omega = \frac{A}{d^2} \text{ Cos } \theta \text{ Cos } \phi \dots\dots\dots(\text{R.2.04})$$



SUDUT RUANG UNTUK SUMBER LUBANG CAHAYA EFEKTIF
 θ = SUDUT VERTIKAL
 ϕ = SUDUT HORIZONTAL



SUDUT RUANG UNTUK SUMBER CAHAYA RUANGAN :
 a = SUDUT VERTIKAL
 b = SUDUT HORIZONTAL
 c = SUDUT SAMPING

d) Arah datang cahaya terhadap lay out furniture dan bentuk ruangan

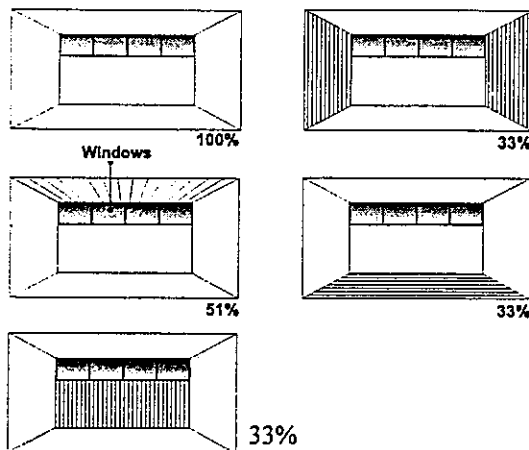
Penataan *lay out furniture* untuk mendapatkan hasil penerangan yang optimal sangatlah penting (Mangunwijaya, 1988). Arah datang cahaya yang tidak tepat akan menimbulkan silau atau pembayangan pada bidang kerja. Bila cahaya datang dari arah depan bidang kerja maka yang terjadi adalah silau, sedang bila datang dari arah kanan bidang kerja akan memunculkan bayangan pada bidang sehingga mengurangi penerangan pada bidang tersebut.

e) Warna

Frick (1998), pencahayaan dan warna yang ditangkap mata memungkinkan terjadi pengalaman ruang dan memunculkan pengalaman perasaan.

Kenyamanan dan kreativitas dapat juga dipengaruhi oleh warna, oleh karena itu warna adalah salah satu hal yang dapat mempengaruhi ciri suatu ruang atau gedung. Badan manusia bereaksi sensitif terhadap rangsangan dari masing-masing warna (Malin, 1986).

Warna lebih gelap pada salah satu bagian ruang bisa mempengaruhi kuat cahaya dalam ruangan. Pemberian warna gelap antara posisi plafon, lantai, dinding memberikan prosentase kuat penerangan ruang yang berbeda-beda, menurut Evans (1981) reduksi yang terjadi sebagai berikut :



Gambar : G.2.02

Variasi Reduksi Cahaya direduksi efektifitasnya dengan memberi bidang-bidang warna gelap yang berbeda-beda. (Evans, 1988)

f) Faktor Bahan Bangunan yang Berpengaruh

Nilai-nilai pemantulan dan penyerapan cahaya untuk berbagai bahan dan jenis permukaan tidak hanya penting berhubungan dengan kesilauan, tetapi juga merupakan data-data yang sangat penting untuk penggunaan bahan bangunan yang tepat. Tabel nilai-nilai pemantulan dan penyerapan berbagai bahan dan jenis permukaan adalah sbb:

Tabel : T.2.01

Tabel Pemantulan dan Penyerapan Bahan dan Jenis Permukaan

Bahan dan kondisi permukaan	% penyerapan	% pemantulan
Aluminium dipoles	10-30	90-70
foil	35-40	65-60
dioksida	40-65	60-35
perunggu	50-55	50-45
Cat aluminium	25-55	75-45
kuning	50	50
abu-abu muda	70-80	30-20
hijau muda	50-60	50-40
merah muda	65-75	35-25
hitam	85-95	15-5
putih, berkilat	20-30	80-70
putih kapus	10-20	90-80
Semen baru / putih	40-60	60-40
asbes slate	60-95	20-5
lama	70-85	30-15
Aspal / bitmen felt	85-95	15-5
Beton	60-70	40-30
Genteng merah	60-75	40-35
Tanah ladang	70-85	30-15
Rumput	80	20
Kayu pinus atau baru	40-60	60-40
kayu keras	85	15
Kaleng tembaga baru	25-30	75-70
pudar	65	35
Marmer putih	40-50	60-50
Pasirputih	40	60
perak	70-90	30-10
Slateabu-abu	75-90	25-10
Batu batu karang	80-85	20-15
Besi galvanisasi baru	65-70	35-30
pudar	90-95	10- 5
Air danau atau laut	90-95	10- 5
Bata merah	60-75	40-25

Sumber : Pengantar Fisika Bangunan, Mangunwijaya, 1988

4. Pengertian-pengertian dan Satuan-satuan

a) Kuat Penerangan (*illuminance*)

Bila ruangan sudah cerah, maka bidang atau permukaan benda yang terletak pada permukaan tersebut menjadi terang, sehingga terlihat oleh mata. Terang dari benda disebut kuat penerangan. Jadi kuat penerangan (E) dari suatu permukaan adalah kecerahan cahaya persatuan luas.

$$E = F/A \quad \dots\dots (R.2.05) \quad \text{atau} \quad 1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen /m}^2$$

b) Bidang Kerja

Bidang kerja adalah bidang horizontal, yang luasnya dibatasi oleh dinding-dinding ruang pada ketinggian antara 0,75 m dan 0,85 m di atas lantai. Bidang kerja diasumsikan sebagai permukaan referensi maka mempunyai reflektansi.

c) Daylight Factor

Adalah perbandingan antara iluminasi dalam bangunan dan di luar bangunan dikalikan 100%.

Dengan rumus : $DF = E_1 / E_o \times 100 \%$... (R.2.06) DF = *daylight factor*
 E_1 = *indoor illumination*
 E_o = *outdoor illumination*

Untuk iluminasi ruang luar, digunakan angka 10.000 Lux, berdasarkan pada 2 penelitian yang pernah dilakukan di Indonesia (Soegijanto, 1981). Langit perencanaan di Indonesia sebesar 10.000 Lux berdasarkan penelitian langit perencanaan tahun 1964 oleh Adhiwilogo di Bandung selama 1 tahun penuh dan penelitian pada tahun 1968 - 1969 oleh Adhiwilogo dan Suryawinata yang melakukan penelitian mengenai distribusi luminasi langit di Bandung. Sedangkan untuk penelitian ini iluminasi outdoor incidental artinya tergantung pengukuran di lapangan.

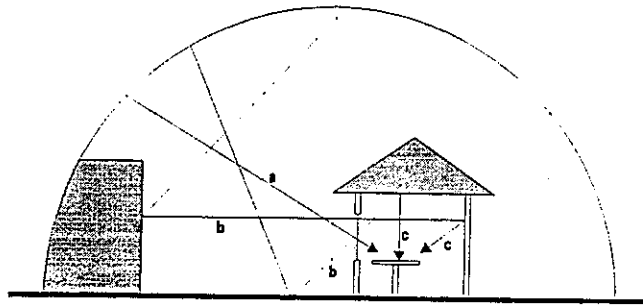
Daylight factor dalam ruang total bisa juga dihitung dengan rumus :

$$DF = SC + ERC + IRC \text{ (R.2.07)}$$

dimana SC = sky component

ERC = externally reflected component

IRC = internally reflected component



Gambar : G.2.03

a. Difus / Skylight dan Direct Sunlight

b. External Reflected dari bidang dasar atau dinding bangunan lain

c. Internal Reflected dari dinding dan plafond dalam interior.

Sumber : Lippsmeir, 1994

5. Pancaran Cahaya Matahari

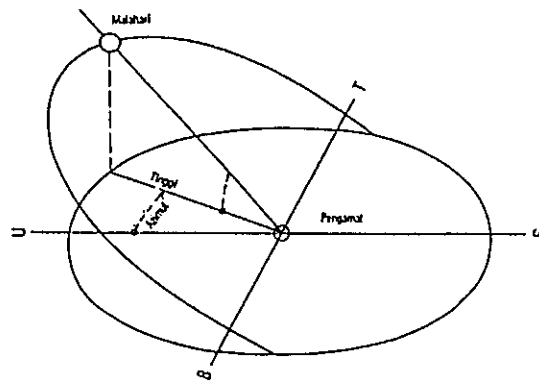
Faktor-faktor yang mempengaruhi pancaran cahaya matahari pada suatu tempat adalah durasi penyinaran, intensitas matahari, sudut jatuh matahari.

a) Pola serta Durasi Penyinaran Matahari

Pada saat bumi beredar mengelilingi matahari, sumbu bumi tidak selalu tegak lurus terhadap garis hubung antara inti bumi dengan inti matahari. (Lippsmeir, 1994)

Pergeseran garis edar matahari ini akan menyebabkan terjadi perubahan panjang hari atau lama penyinaran yang diterima pada lokasi-lokasi di permukaan bumi.

Jadi selama 1 tahun peredaran mengelilingi matahari, daerah-daerah di permukaan bumi akan mengalami durasi penyinaran matahari secara berbeda-beda dengan interval waktu setiap 4 bulanan. Perubahan panjang hari untuk daerah tropis di garis katulistiwa tidak terlalu besar. Semakin jauh letak daerah dari garis ekuator maka fluktuasi lama penyinaran akan semakin besar (Lakitan, 1994).



Gambar G.2.04 Letak Matahari
Sumber : Lippsmeir, 1994

Ciri durasi penyinaran matahari daerah tropis adalah pendeknya waktu remang pada pagi dan senja hari.

b) Intensitas Matahari

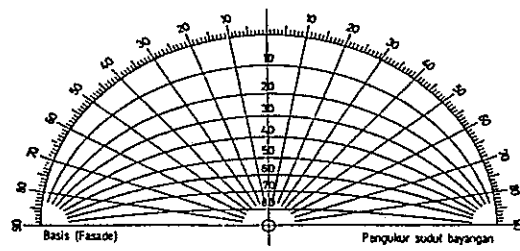
Intensitas matahari faktor-faktornya dipengaruhi oleh : energi absolut, hilangnya energi pada atmosfer, sudut jatuh pada bidang yang disinari dan penyebaran radiasi.

c) Penentuan sudut jatuh berdasarkan pada posisi relatif matahari, tempat pengamatan di permukaan bumi (sudut lintang geografis bumi) dan musim, sedangkan lama penyinaran harian ditentukan oleh garis bujur geografis. Salah satu penentu sudut jatuh cahaya matahari adalah dengan penggambaran secara grafis yang didukung oleh alat bantu berupa *solar chart* (diagram matahari).

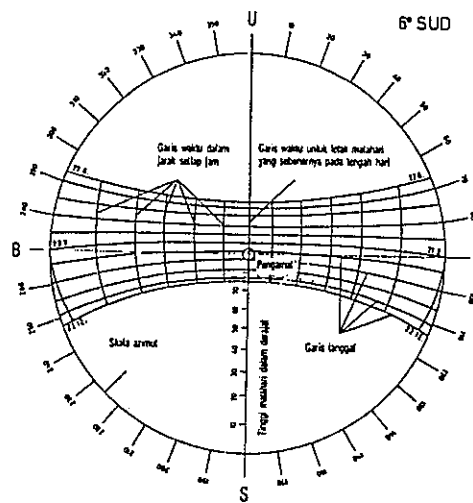
Diagram matahari digunakan dengan ketentuan dasar harus mengikuti ketentuan letak lokasi obyek pengamatan yang berkaitan dengan letak garis lintang dari lokasi obyek pengamatan. Untuk pengamatan kota Kudus dengan garis lintang 6°LS , maka digunakan diagram 6° selatan.

Tinggi matahari, yang merupakan sudut antara horisontal dan matahari. Tinggi matahari ini dicantumkan dalam skala sudut 0° - 90° pada sumbu U – S pada diagram. Garis tanggal, ditunjukkan pada arah B-T merupakan simulasi terhadap lintasan matahari dari mulai terbit sampai terbenam pada 1 hari. Letak posisi pengamat dalam diagram ini adalah di pusat diagram. Garis jam, merupakan garis 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. (lihat gambar G.2.05 - G.2.06, hal.22)

Diagram matahari ini dengan bantuan diagram pengukur sudut bayangan bisa digunakan untuk mengetahui pembayangan suatu bidang secara horisontal dan vertikal. Dengan mengetahui pembayangan yang terjadi pada putaran matahari tiap bulannya maka bisa direncanakan orientasi massa bangunan yang menguntungkan untuk mendapatkan pencahayaan alami siang hari. Faktor eksternal disekeliling bangunan juga harus diperhatikan, terutama massa bangunan lain sebab sudut pembayangan vertikal dan horisontal kemungkinan akan menutupi lubang cahaya efektif. Penutupan lubang cahaya efektif dengan sudut pembayangan bangunan lain tentu akan mengurangi kualitas penerangan ruang yang diharapkan didapat dari terang alami siang hari.



Gambar G. 2.05 Pengukur Sudut Bayangan
 Sumber : Lippsmeir, 1994



Gambar G.2.06 Diagram matahari
 Sumber : Lippsmeir, 1994

6. Faktor Bentuk dan Elemen Bangunan

Bentuk adalah sebuah faktor penting yang menjadi pertimbangan disain penerangan alami. Faktor yang paling penting dalam disain penerangan siang hari adalah geometri bangunan yang meliputi dinding, plafon, lantai, jendela dan bagaimana hubungan satu dengan yang lain.

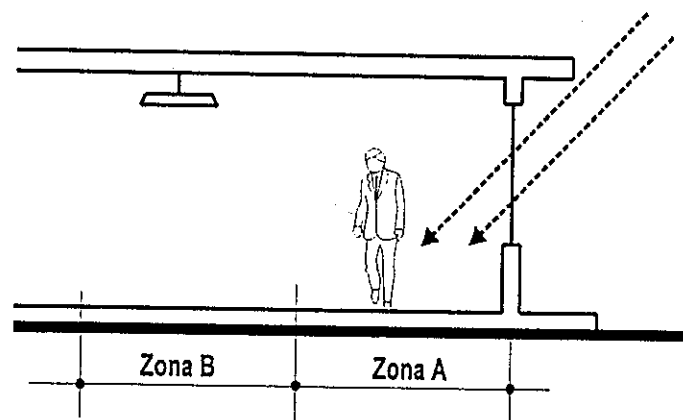
Beberapa bangunan penting memiliki bentuk-bentuk yang mempertimbangkan pencahayaan alami siang hari. Bangunan Yunani awal, candi-candi di Mesir, gereja katedral Gothic abad 13 dan 14, bangunan sekolah awal abad 20 dan beberapa bangunan penting karya Kahn, Wright, Aalto dan Candile (Evans, 1981). Efek-efek dan variasi elemen bangunan pada dasarnya digunakan untuk mencapai tingkat penerangan yang cukup. Material dibandingkan dengan bentuk bangunan lebih kecil distribusi tingkat luminasi atau kualitas kecerahannya. Bentuk harus memiliki hubungan yang erat dengan pola fungsi pencahayaan, variasi bentuk geometri juga berpengaruh pada kuantitas pencahayaan. Perencana harus memanipulasi bentuk dan ukuran elemen bangunan untuk mendapatkan kuantitas pencahayaan yang diinginkan.

- a. Jendela, ukuran jendela dan tinggi bidang kerja adalah faktor terpenting dalam disain pencahayaan alami siang hari. Ketinggian jendela berpengaruh pada semakin dalam cahaya bisa masuk dalam ruangan, sehingga penggunaan ruang menjadi lebih menguntungkan. Sudut datang cahaya yang baik adalah memiliki sudut diatas 30° dari bidang kerja. Sudut yang kecil akan menghasilkan bayangan yang panjang pada bidang kerja. (Neufert, 1977)

Lebar jendela juga berpengaruh pada kuatitas cahaya yang masuk ke dalam ruangan. Semakin besar ukuran jendela secara alamiah cahaya masuk semakin besar. Penggunaan ukuran jendela yang ekonomis yaitu $1/8$ dari ukuran ruang hal ini, perlu dipertimbangkan dengan hati-hati karena ternyata tidak

memberikan distribusi kenaikan iluminasi. Kenaikan iluminasi baru dirasakan pada ukuran antara $\frac{1}{6}$ sampai $\frac{1}{3}$ ukuran jendela dibanding dengan ukuran ruangan (Neufert, 1977).

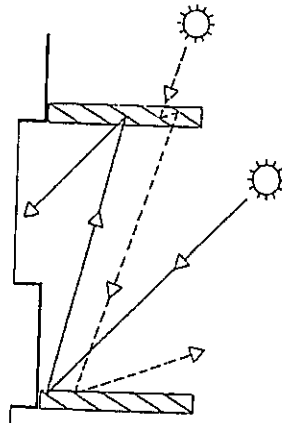
- b. Kedalaman ruang, seberapa dalam pencahayaan alami siang hari bisa masuk ke dalam ruangan tergantung pada lebar bangunan, ketinggian plafon dan besar bukaan. Untuk ruangan dengan lebar kurang lebih 6 meter masih cukup intensitas cahaya yang masuk tetapi pencahayaan alami siang hari pada ruangan tersebut akan berkurang dengan bertambahnya lebar ruangan. Proporsi dimensi ruang salah satu faktor penting yang harus diperhatikan dalam perencanaan pencahayaan alami. (Evans, 1981)



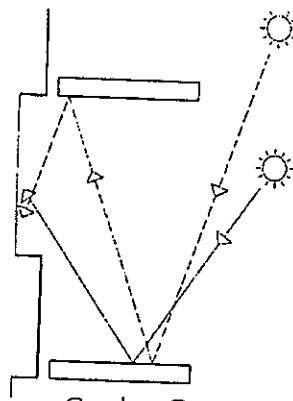
Gambar G.2.07 Zona A bidang yang hanya bisa dicapai oleh Pencahayaan alami sebesar 4,5m - 6 m
Sumber : Evans, 198

- c. Overhang, *overhang* bangunan biasa digunakan sebagai alat kontrol sinar bangunan. Dalam prakteknya *overhang* ditempatkan di atas jendela, cahaya yang jatuh di atas permukaan *overhang* akan dipantulkan ke dalam interior bangunan melalui bidang bukaan di atasnya. *Overhang* berfungsi sebagai

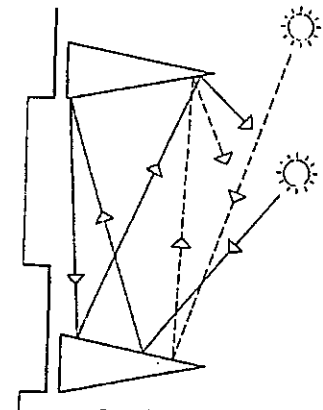
distribusi penerangan alami dalam bangunan dan membantu mengurangi area langit yang bisa dilihat dari dalam ruangan. (Lippsmeier, 1994)



Gambar G.2.08
Lamella miring
peneduh tidak
langsung ke
bagian dalam ruang
Sumber : Lippsmeir, 1994



Gambar G.2.09
Elemen peneduh
horizontal pantulan
langsung ke bagian
dalam bangunan
Sumber : Lippsmeir, 1994

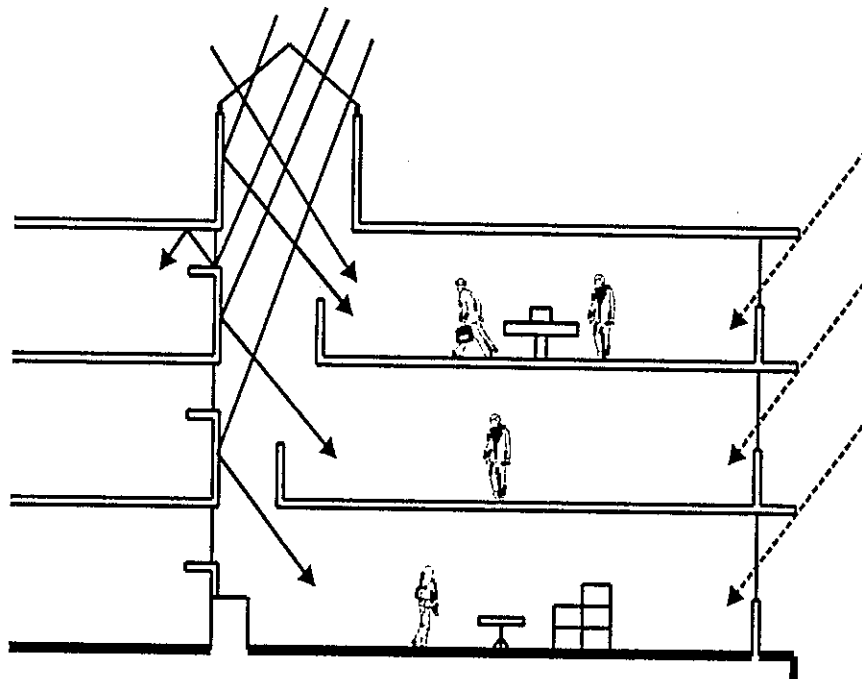


Gambar G.2.10
Elemen peneduh
bidang miring ke luar
tidak ada pantulan ke
bagian dalam ruang
Sumber : Lippsmeir, 1994

- d. *Skylight*, skylight merupakan suatu konsep perencanaan disain pencahayaan alami, kuantitas penerangan yang masuk dalam bangunan besar dengan bidang bukaan yang dibutuhkan minimum (Evans, 1981). Iluminasi yang jatuh pada bidang vertikal pada *skylight* lebih besar dibandingkan iluminasi yang jatuh pada bidang horisontal pada jendela. *Skylight* merupakan elemen bangunan yang secara efektif dapat mengantarkan cahaya jauh ke dalam interior ruang, baik bangunan tidak bertingkat maupun berlantai banyak.

Skylight bisa memiliki banyak variasi ukuran dan bentuk serta bisa dibuat dengan bermacam-macam disain. Hanya saja dalam pemilihan bentuk harus dipikirkan pula sistem pemeliharaannya, debu yang menumpuk pada permukaan bahan *skylight* akan mengurangi tingkat efisiensi cahaya. Untuk daerah Indonesia dengan curah hujan cukup tinggi maka pemilihan bentuknya harus

mempertimbangkan kemungkinan bocor dan biaya perawatan (Prasasto, 1991).



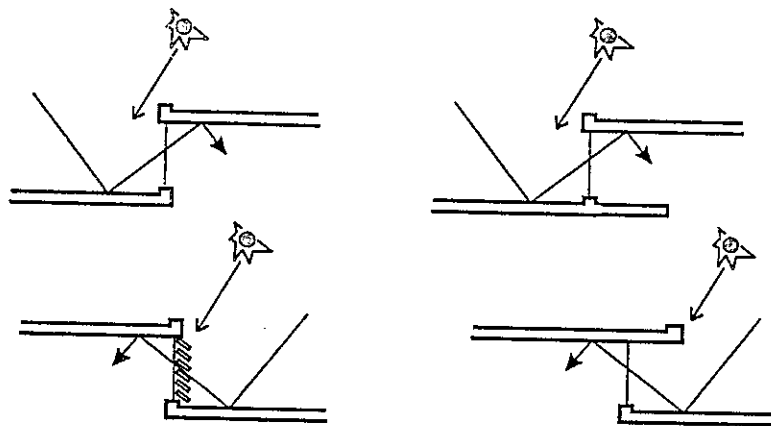
Gambar G.2.11 Skylight dapat mengantarkan cahaya matahari jauh ke dalam interior bangunan
Sumber : Evans, 1981

Pemakaian skylight perlu dianalisis faktor positif dan negatifnya berdasarkan kondisi iklim dan kebutuhan bangunan yang digunakan, dalam penerapan skylight perlu diperhatikan pencegahan masuknya panas dalam ruang. Dengan posisi bidang bukaan di atas tanpa adanya bidang pembayang akan menyebabkan radiasi langsung masuk dalam ruang. Dari persamaan panas radiasi dapat diketahui bahwa radiasi yang masuk ke dalam ruang besar.

$$Q_s = A.G.\theta \dots\dots\dots R.2.08$$

- A = Luas bidang skylight
- G = Radiasi matahari
- θ = Konstanta kaca

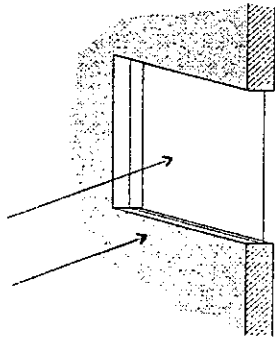
- e. Clerestories, clerestories adalah variasi bentuk dari skylight, bila skylight arah sinar bersifat vertikal yang masuk ruang sedangkan clerestories bersifat horisontal. Kuantitas pencahayaan alami yang masuk ke dalam ruang lebih kecil dibandingkan dengan skylight. Penerapan konsep clerestories adalah mencegah penetrasi sinar matahari secara langsung, cahaya yang masuk ke dalam ruang melalui proses pemantulan ke arah plafon ruang. (Evans, 1981)



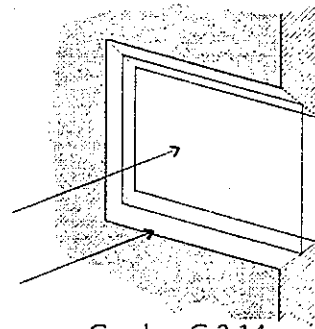
Gambar G.2.12 Clerestories
Sumber : Evans, 1981

- f. Jendela 'Dalam' dan Bingkai Miring, jendela dan lubang pencahayaan alami yang menempel pada dinding atau plafon dapat menghasilkan silau pengamat. Silau terjadi bila terdapat kontras yang tajam antara kecerahan eksterior dan permukaan interior dimana lubang tersebut berada (Brown, 1987). Silau karena kontras tersebut bisa dilembutkan dengan membuat suatu jendela dalam sehingga cahaya yang datang masih sempat dipantulkan. Bisa juga dengan membentuk bidang miring dari bingkai kaca pada bagian interior, sehingga cahaya pada lubang akan menyebar dekat lubang kaca dan akan mengurangi

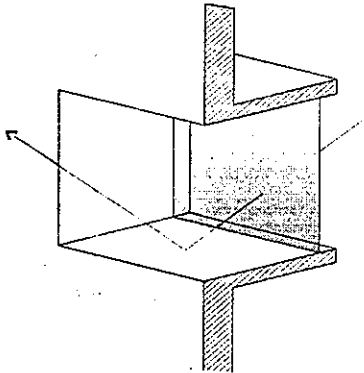
kontras yang timbul.



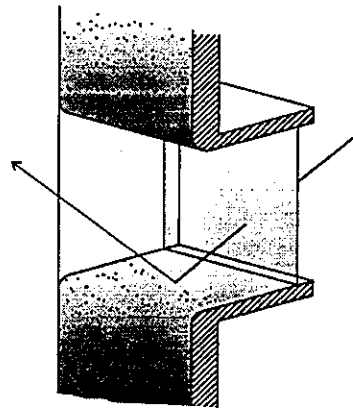
Gambar G.2.13
Cahaya yang mengenai bidang
bukaan menghasilkan
pancaran kontras
Sumber : Brown, 1987



Gambar G.2.14
Pembuatan bidang miring
pada bingkai jendela
mengurangi kontras
Sumber : Brown, 1987



Gambar G.2.15
Jendela 'dalam' membantu
mengurangi dan melembutkan
cahaya alam yang masuk dan
kontras
Sumber : Brown, 1987



Gambar G.2.16
Variasi jendela 'dalam'
dilengkungkan membantu
mengurangi kontras
Sumber : Brown, 1987

g. Reflektansi Permukaan,

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

yang terang guna meningkatkan jumlah cahaya yang dipantulkan ke dalam ruangan (Brown, 1987).

7. Kontrol Pencahayaan Alami

Variasi dari kontrol pencahayaan alami digunakan untuk membantu mendapatkan pencahayaan yang dibutuhkan dan untuk menghilangkan penyimpangan pencahayaan yang masuk pada area mata. Penyimpangan bisa berupa kurangnya cahaya yang diterima mata atau justru cahaya berlebihan yang masuk pada area mata sehingga menimbulkan silau.

Alat kontrol pencahayaan alami siang hari ini ada yang bersifat dinamis atau bersifat statis. Kontrol dinamis memiliki keuntungan dapat diubah sesuai dengan respon perubahan keadaan terang langit, karena itu dapat menambah efisiensi disain. (Mangunwijaya, 1988). Alat kontrol dinamis juga memiliki kerugian sebab dalam operasional lebih mahal dan membutuhkan pemeliharaan. Kontrol statis memiliki tingkat kesulitan yang kecil, tetapi kecil pula responnya terhadap perubahan terang langit.

- a) Reflektor Blind, Louvers, Adalah salah satu alat kontrol pencahayaan alami siang hari. Bentuknya kecil dan *moveble*. Untuk penggunaan di interior ruang dipakai kerai yang bisa diatur besar bukaan serta arah bukaannya. Sedangkan *louvers* horisontal dan *overhang* sangat efektif sebagai alat kontrol ketika matahari pada posisi rendah dan menghadap ke timur dan barat, sedangkan yang berbentuk vertikal sangat efektif untuk sudut matahari yang tinggi dan menghadap ke utara dan selatan.

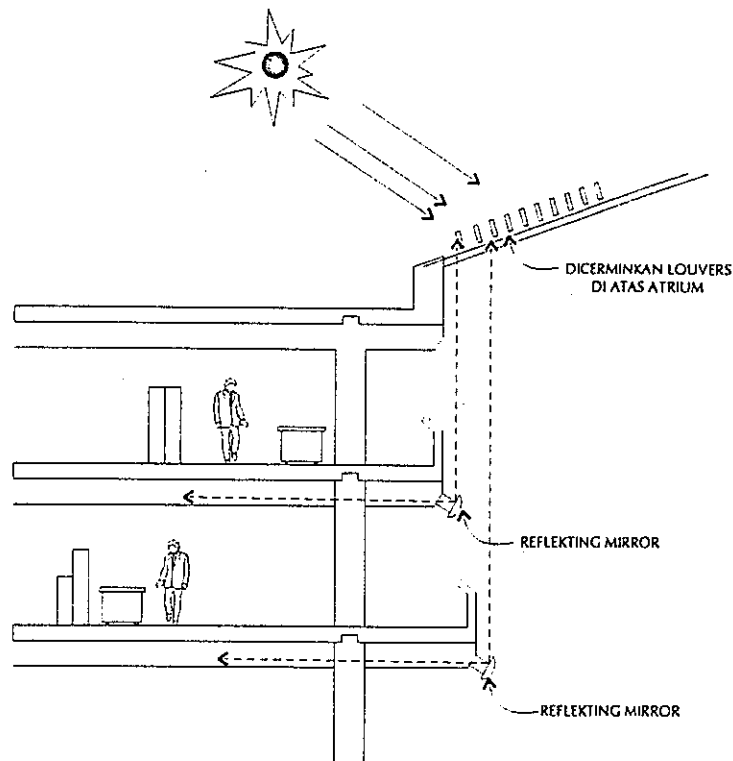


Gambar G.2.17 Overhang yang dikombinasikan dengan *louvers* vertikal, kontrol matahari
Sumber : Evans, 1981



Gambar G.2.18 *Louvers* horisontal, berfungsi memasukkan cahaya matahari dalam ruang dengan pantulan dan ruang tidak terganggu silau
Sumber : Evans, 1981

- b) Skylight dan atap reflektor, Sinar matahari langsung adalah sumber dari cahaya dan panas bila dimasukkan secara langsung dalam bangunan dan akan menyebabkan masalah termis dalam bangunan. Teknik konvensional yang digunakan untuk menghindari masalah ini adalah dengan mencermati penggunaan *skylight* atau bukaan atap. Bisa dengan menggunakan model-model *louvers*, pembayangan atau penggunaan material yang bisa memantulkan, membiaskan atau mengurangi kualitas cahaya dan panas yang masuk. (Evans,1981)
- c) Cermin dan Bidang Reflektor, Bangunan TVA adalah salah satu contoh penggunaan cermin sebagai bidang reflektor yang memantulkan cahaya jauh ke dalam interior bangunan. Cermin pemantul memiliki prosentase refleksi sangat tinggi dalam memantulkan cahaya yang jatuh pada bidang pantulnya. Pemantul ini akan menimbulkan masalah bila menerima cahaya matahari secara langsung. (Evans, 1981) Kontak visual dari sinar matahari atau cahaya langit cerah yang dipantulkan akan menyebabkan interior ruang mengalami masalah pencahayaan, yaitu *brightness* yang berlebihan.



Gambar G.2.19 Cahaya matahari dipantulkan dengan cermin, pantulan diarahkan ke bagian bawah plat beton (*ceiling exposed*)
 Sumber : Brown, 1987

- e) Filter Tanaman, pohon yang rindang dan tanaman perdu adalah filter alam yang sangat baik dari pencahayaan alami siang hari yang menuju ke bangunan. Pohon yang berbentuk payung di bagian luar bangunan akan memberikan perlindungan pada mata saat orang keluar dari dalam ruang. Pohon juga baik sebagai penghalang pandang silau dari langit.
- f) Material Kaca
 Kontrol yang besar terhadap penerangan dan transmisi panas, menjadi pertimbangan dalam pengembangan material kaca. Material baru tersebut

dikembangkan dengan perhatian jauh lebih besar prosentase pencahayaannya dibandingkan transmisi inframerah, memiliki efisiensi yang tinggi dan *cost-effectiveness* pencahayaan alami siang hari.

□ *Tinted Glass,*

Tinted glass merupakan kaca transparan yang bisa digunakan untuk melihat pemandangan arah keluar dan memasukkan cahaya siang hari dengan baik pula. Kaca jenis ini merupakan material yang selektif terhadap faktor transmisi panas dan bersifat netral terhadap cahaya yang menyimpannya sehingga warna interior tetap realistis (Asahimas, 1995). Kaca ini memiliki tendensi untuk mengurangi pandangan ke interior dari arah luar pada siang hari.

□ *Glassblock*

Beberapa material kaca diproduksi untuk mengontrol perubahan dalam menghantarkan cahaya dengan cara dibiaskan. *Glassblock* merupakan material penghantar cahaya yang banyak dikenal. Beberapa didisain untuk memasukkan cahaya dengan cara vertikal dan beberapa dengan cara horisontal. *Glassblock* utamanya digunakan untuk memantulkan cahaya siang hari menuju ke plafon sebuah ruang guna menaikkan tingkat penerangan di bagian interior dan untuk mengeliminir terang langit yang tajam dari pandangan mata. (Evans, 1981)

□ *Translucent*

Material kaca ini tidak digunakan untuk melihat pemandangan karena mempunyai fungsi menyebarkan cahaya. Memiliki daya tembus pandangan yang terbatas, dan berkas cahaya yang melalui akan dibiaskan. Material ini memiliki kemampuan untuk mereduksi silau secara maksimal. (Asahimas, 1995)

g) Orientasi, orientasi bangunan bisa diadaptasikan untuk menghasilkan penerangan yang baik dalam ruangan. Orientasi bangunan ini berkaitan dengan geometri gerakan matahari. Ruang-ruang dalam bangunan diorientasikan ke arah utara, selatan, barat, timur tergantung dari intensitas kontribusi cahaya yang ingin dicapai dari masing-masing ruang tersebut.

B. CONTOH KASUS

Selama ini penggunaan bidang kaca pada bangunan hanya dimanfaatkan sebagai media untuk menikmati *view* dan intergrasi visual antara interior dan eksterior. Tidak banyak perencana yang berhasil memanfaatkan bidang-bidang bukaan untuk tujuan pencapaian pencahayaan alami dalam bangunan secara baik. Perencanaan yang berhasil adalah apabila bisa memadukan prinsip-prinsip visual dan orientasi *view* secara baik dengan pengendalian pencahayaan alami yang baik dalam bangunan.

Untuk contoh kasus diambil bangunan yang berada di daerah tropis. Daerah tropis tersebut berdasarkan daerah yang terletak di antara garis isoterm 20° Lintang Utara-Selatan Bumi (Lippssmeir, 1994). Daerah yang menjadi tempat bangunan studi kasus adalah negara bagian Texas Amerika Serikat yang beriklim tropis kering.

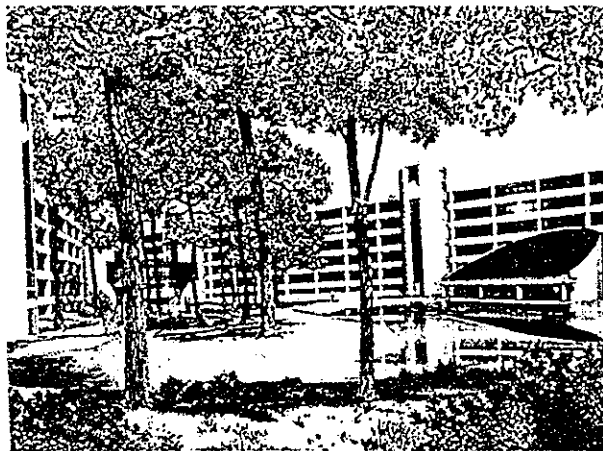
1. Shell Oil Company Woodcrek Exploration and Production Office, Houston Texas

Permintaan dari pemilik bangunan ini adalah menciptakan *enviromental building*, dan interes lingkungan yang dibuat dengan memanfaatkan penggunaan pencahayaan alami siang hari. Konsepnya adalah menciptakan sebuah bangunan yang hemat energi serta efisien, dengan pemecahan disain menggunakan pencahayaan alami secara optimal.

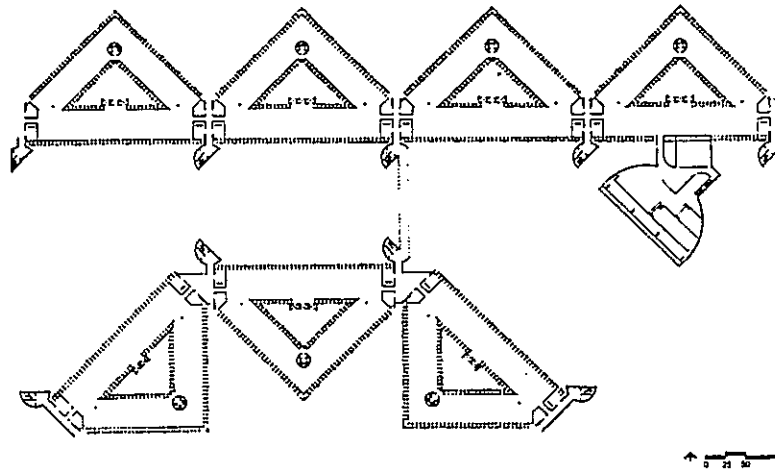
Disain kantor umumnya menggunakan bentuk massa memanjang dan bentuk sirkulasi terbatas di bagian central dengan ruang kerja di sisi-sisinya, bentuk yang tidak efisien. Maka CRS selaku perencana mempunyai pemikiran untuk membuat bangunan berlantai banyak dengan mengurangi bentuk massa yang panjang. Massa bangunan dibuat bentuk segitiga yang mengelilingi *void*. Bagian tepi yang menghadap luar menggunakan beton pra-cetak sebagai *frame* spasi antar ruang, yang berguna sebagai *sunshading* dan memantulkan cahaya alami ke dalam

bangunan. Kemudian untuk mempertinggi kontribusi cahaya alami dalam bangunan dan untuk mencapai faktor ekonomis, sistem HVAC ditempatkan pada bidang kaca dengan posisi sebagian di dalam ruang dan sebagian di luar. Bidang HVAC ini berfungsi sebagai pemantul cahaya alami ke dalam interior ruang. Di tengah ruangan di letakan plafon dan digantung yang berfungsi sebagai *light fixture*, sebagai bidang penerima pantulan cahaya dari bidang HVAC. Bidang kaca di atas HVAC menggunakan kaca bening dan di bagian bawahnya menggunakan *tinted glass* yang berfungsi sebagai bidang kaca untuk melihat ke arah luar.

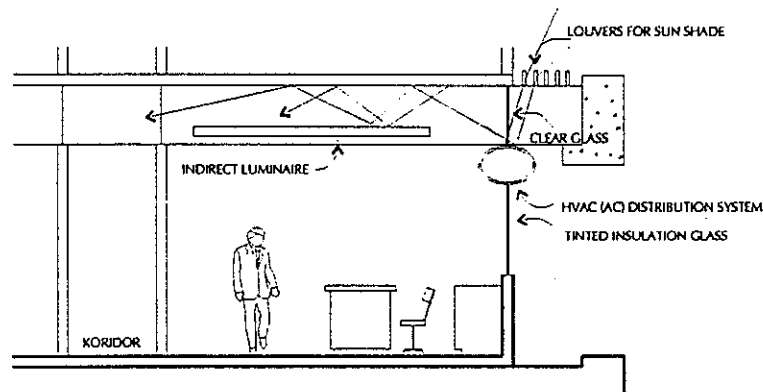
Konstruksi lantai dari beton pra-cetak dobel T dan plafon berupa bidang gantung yang berfungsi sebagai pemantul cahaya alami, *fluorencent indirect system*. Dengan bentuk segitiga dengan atrium dibagian tengah maka semua ruang kantor akan mendapatkan cahaya dari sistem pencahayaan alami siang hari dan lampu listrik digunakan hanya dalam kondisi yang mendesak saja sehingga diperoleh efisiensi energi.



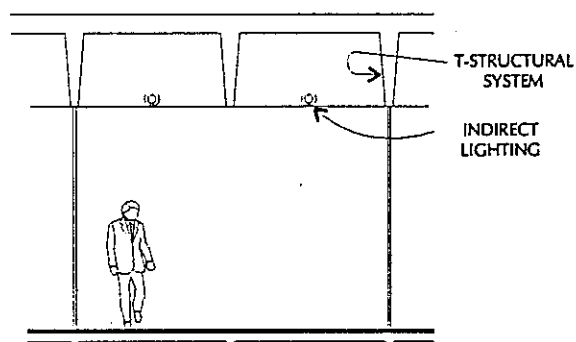
Gambar G.2.20
Kompleks shell Oil Company Wood Creek Exploration & Production Offices
Sumber: Evans, 1981



Gambar G.2.21 Typical rencana lantai, bangunan segitiga dengan void di bagian tengah. Optimalisasi cahaya matahari ke semua bidang bangunan
 Sumber, Evans, 1981



Gambar G.2.22 Sistem HVAC (AC) berfungsi ikut memantulkan cahaya ke dalam ruang
 Sumber : Evans, 1981



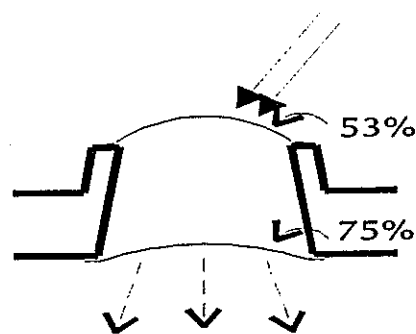
Gambar G.2.22 Potongan tipikal ruang kantor
 Sumber : Evans, 1981

2. Montese Elementary School, Laredo Texas

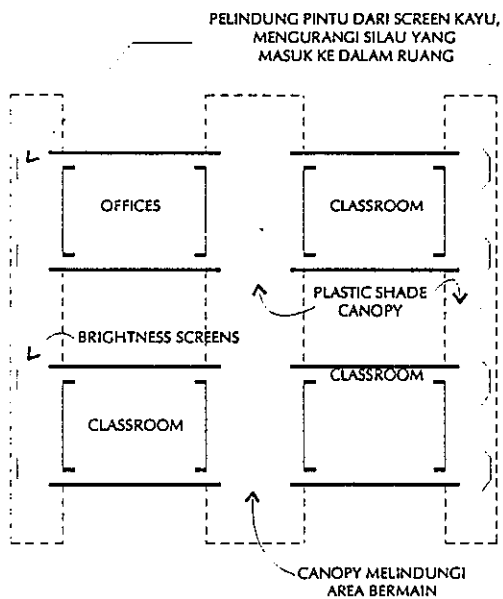
Sekolah ini direncanakan dengan anggaran yang rendah dan dibangun di daerah beriklim tropis di perbatasan Mexico dengan Texas. Di sini matahari bersinar dengan kecerahan matahari hampir selalu 100 % sepanjang hari. Sinar matahari langsung mengenai bidang tanah karena tidak adanya tanaman yang permanen di sekitar bangunan. Kondisi ini menimbulkan silau bila memandang ke arah luar dari dalam kelas.

Pengendalian cahaya alami pada ruang kelas dilakukan dengan memasukkan cahaya melalui atap *skylight* yang berbentuk seperti gunung dari bahan *fibreglass* rangkap dua dengan tingkat transmisi cahaya masing-masing 20 %. Dengan *Fibreglass* rangkap dua tersebut menyebabkan cahaya yang masuk bisa direduksi hingga 75 %. Silau dari ruang kelas dikontrol dengan menempatkan kisi-kisi dari kayu yang memantulkan cahaya dan dipasang pada depan pintu ruang kelas.

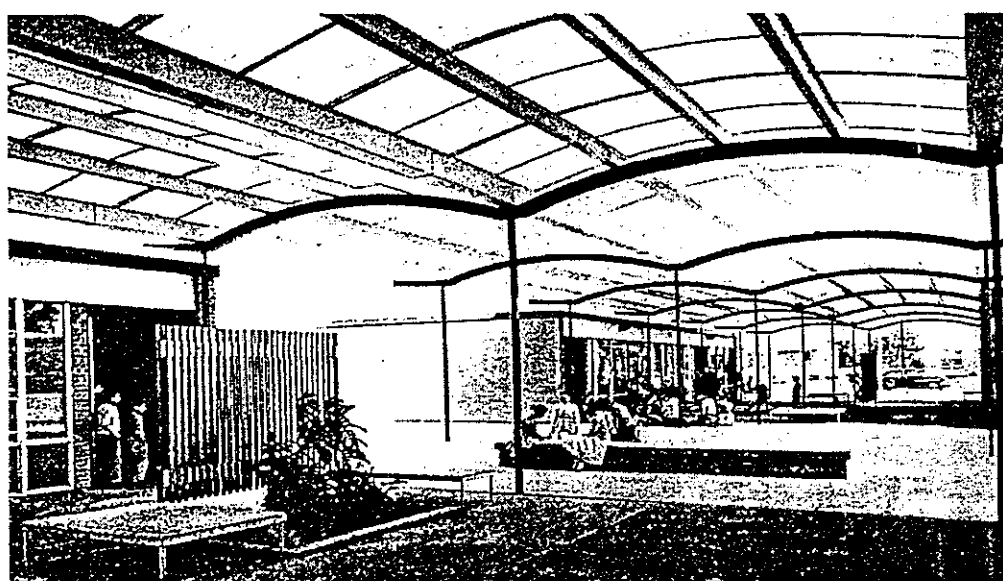
Setelah skema disain dasar dikembangkan arsitek membutuhkan jawaban tentang kekuatan, ukuran dan tipe *skylight* yang layak digunakan sebagai outdoor kanopi. Akhirnya diputuskan menggunakan disain *lauvers* lengkung dengan *lauvers* panel fibreglass yang bisa mereduksi kecerahan pada mata dengan faktor transmisi 20 %.



Gambar G.2.24 Model skylight yang digunakan menggunakan 2 lapis bidang kaca. Bentuknya yang seperti gunung membatasi jumlah cahaya dan kontras yang masuk ke dalam ruang (Sumber : Evans, 1981)



Gambar G.2.25
Sketsa Denah
(Sumber : Evans, 1981)



Gambar G. Perlindungan out door dengan kontrol bidang kanopi di depan ruang kelas terdapat *screen* kayu sebagai kontrol terhadap silau
(Sumber : Evans, 1981)

3. Kimbell Art Museum, Fort Worth Texas

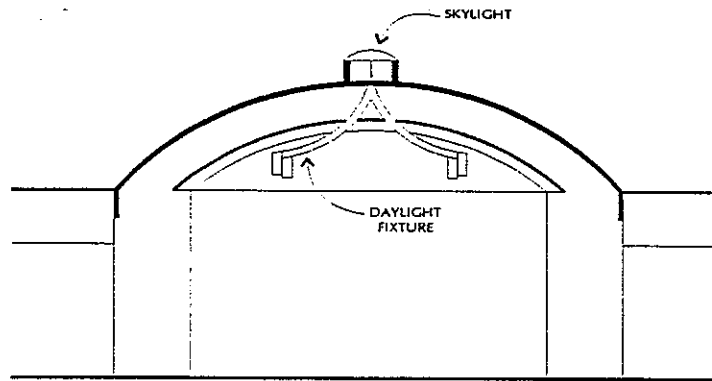
Bangunan karya Louis Kahn ini adalah salah satu bangunan dengan disain sistem pencahayaan alami yang terbaik dan terindah di dunia (Evans, 1981). Louis Kahn menyebutnya 'Puisi Cahaya'. Pengendalian cahaya alami ini sejarahnya didapat dari pendekatan adanya ketakutan dan keraguan *deterioration* bahwa sinar *ultra-violet* dari cahaya matahari yang masuk ke dalam ruang akan merusak warna lukisan. Kahn kemudian memilih untuk menggunakan pencahayaan alami dengan tingkat pencahayaan yang lembut dalam disainnya. Asumsinya *deterioration* tidak terjadi atau kalupun muncul bisa ditekan hingga tingkat minimum.

Kahn merencanakan pencahayaan alami pada bangunan ini dengan berpijak pada konsep kepuasan kebutuhan biologis, dikatakan bahwa pencahayaan alami memberikan kenyamanan perasaan pada pengunjung untuk mengetahui perubahan waktu dalam sehari. Di bagian lain dikatakan pula bahwa banyak suasana menyenangkan yang terjadi akibat momen-momen perubahan waktu.

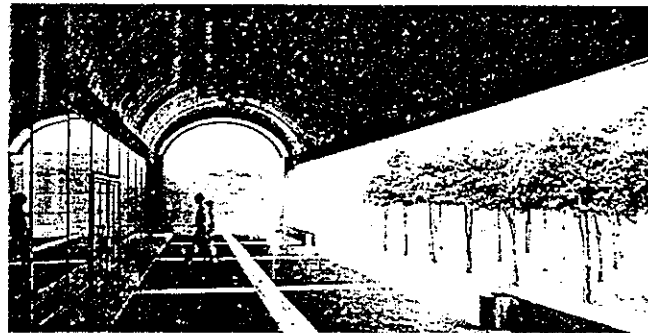
Konstruksi bangunan ini merupakan gabungan bentuk-bentuk lengkung yang memiliki panjang 30 m dengan lebar 7 m, *skylight* diletakkan pada puncak konstruksi lengkung. Cahaya alami siang hari masuk dipantulkan dan dilembutkan oleh *natural lighting fixture* yang digantung di bawah *skylight*.

Bentuk atap beton lengkung dan lengkung *lighting fixture* ini dianalisis dengan komputer untuk mendapatkan refleksi dan difus pencahayaan alami yang tepat. *Natural lighting fixture* terbuat dari bahan lembaran metal kuat yang memiliki lubang-lubang yang sangat kecil untuk menghantarkan cahaya alami siang hari masuk ke dalam ruang. Untuk kontras dibatasi di antara sisi bawah *fixture* dengan lengkung beton.

Untuk mengurangi silau dari langit di bagian luar bangunan digunakan filter vegetasi yang ditanam berderet di bagian depan bangunan.



Gambar G.2.27 Potongan Bangunan Tipikal Galeri
Sumber : Evans, 1981



Gambar G.2.28 Entrance Area, bagian depan terdapat filter dari vegetasi yang membentuk perlindungan terhadap silau
Sumber : Evans, 1981



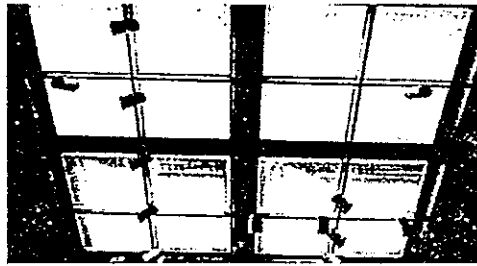
Gambar G.2.29 Typical Gallery
Sumber : Evans, 1981

4. Yale Center for British Art, New Haven, Connecticut

Bangunan ini didisain oleh arsitek Louis Kahn, dan salah satu bangunan yang didisain menggunakan pencahayaan alami secara sensitif. Disainnya adalah bangunan 4 lantai yang didasarkan pada bentuk struktur grid segi empat, pada beberapa bagian dari grid ini ditembus oleh atrium yang tertutup oleh *skylight*. Lubang *skylight* ini memiliki bingkai yang lebar ke arah bawah (*vee beam*) yang berfungsi sebagai bidang pemantul dan melembutkan cahaya yang memancar dari atas. Setiap *skylight* dilindungi dengan empat *dome* plastik dan dipasang *louvers* untuk melindungi penetrasi dari cahaya matahari secara langsung. Posisi *louvers* ini juga akan memantulkan cahaya alami siang hari dan meningkatkan intensitas penerangan dalam bangunan saat matahari rendah dan mereduksinya saat matahari pada posisi tinggi. Struktur beton digunakan untuk mendukung atap dan membantu melembutkan kontras antara cahaya dari *skylight* dengan permukaan sekitarnya. Permukaan tekstur beton ekspos yang bersifat kasar berfungsi sebagai bidang difus /difuser dan menyebarkan cahaya ke segala arah.



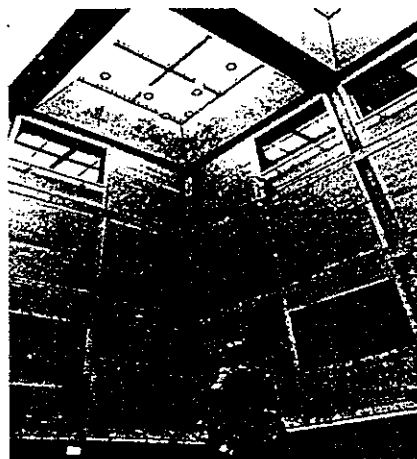
Gambar G.2.30 Atap dengan lubang-lubang skylight diberi pelindung louvers dari metal. Bentuknya melindungi skylight dari pencahayaan langsung saat matahari pada posisi tinggi dan memasukkan cahaya pada saat posisi matahari rendah.
Sumber : Evans, 1981



Gambar G.2.31 *Plastic - dome skylight* memasukkan cahaya alami dalam ruang dan pandangan langsung ke langit dari bagian bawah (interior)
Sumber : Evans, 1981



Gambar G.2.32 Lukisan diterangi cahaya lembut dari pencahayaan alami yang masuk melalui skylight
Sumber : Evans, 1981

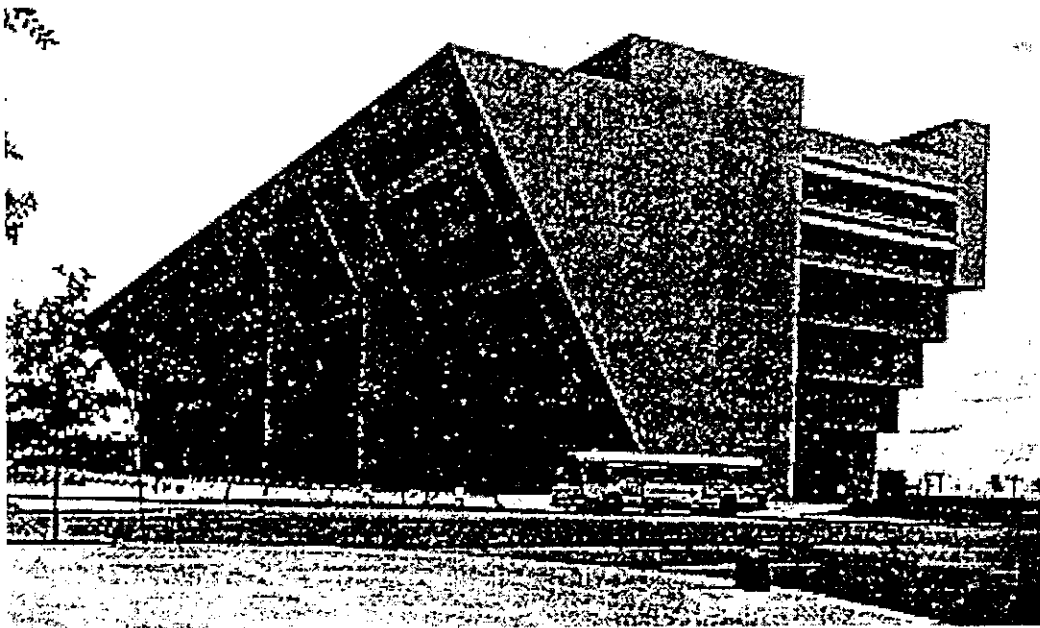


Gambar G.2.32 *Entrance Hall* dibentuk oleh void 4 lantai dengan pencahayaan *skylight*
Sumber : Evans, 1981

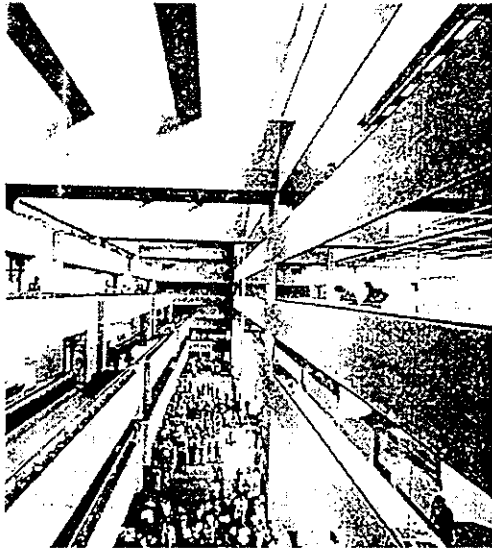
5. Dallas City Hall, Dallas Texas

Bangunan ini berada di negara bagian Texas, dengan letak geografis pada posisi 30 LU. Arsitek bangunan ini adalah I. M. Pei & Partners. Bangunan ini menitik beratkan sistem pencahayaan alami dalam perencanaannya, dan menghasilkan disain bangunan yang sangat megah. Bangunan ini berfungsi sebagai tempat warga Dallas bisa melakukan kontak komunikasi dengan pemerintahnya.

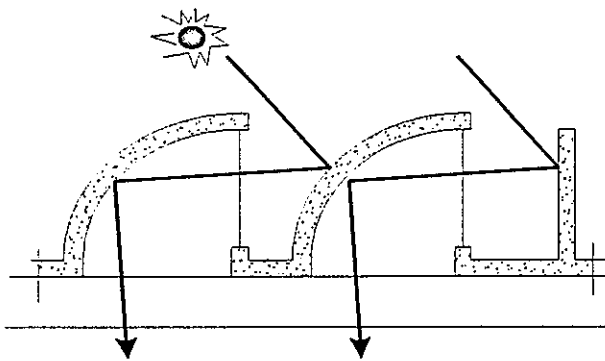
Bangunan ini terdiri dari tujuh lantai dengan bagian atap terdapat 3 paralel *clerestories* yang memanjang. *Court* pada prinsipnya adalah public space, dan bagian ini terbuka dengan *void* serta mendapatkan pencahayaan alami dari *clerestories* yang memanjang sepanjang bangunan. Atmosfir di bagian ini dibentuk secara indah, dengan memasukkan cahaya dari arah utara.



Gambar G.2.34 Dallas City Hall
Sumber: Evans, 1981



Gambar G.2.35
Void pada R. Court dengan ketinggian 7 lantai
diterangi oleh pencahayaan alami dari
clerestoris.
Sumber : Evans, 1981



Gambar G.2.36
Potongan atap clerestories bangunan
Dallas City Hall. Cahaya masuk
melalui pantulan bidang clerestories
Sumber : Evans, 1981

C. TEKNOLOGI PENERANGAN

Untuk mencapai tingkat efisiensi yang tinggi, perencanaan bangunan harus memadukan sistem pencahayaan alami dan sistem penerangan buatan. Artinya penerangan buatan hanya dihidupkan apabila kondisi benar-benar membutuhkan lampu akibat turunnya tingkat intensitas penerangan dalam ruang. Turunnya tingkat intensitas penerangan alami ini dikarenakan adanya respon dari perubahan cuaca, mendung atau bahkan hujan yang akan berpengaruh besar pada pencahayaan alami.

Kemajuan teknologi penerangan buatan dapat digunakan untuk menekan biaya operasional sistem penerangan apabila direncanakan menyatu dengan perencanaan pengendalian pencahayaan alami siang hari. Teknologi sistem penerangan yang terakhir dikembangkan adalah sistem penerangan yang dapat dikontrol sesuai dengan penggunaan dan fungsi ruangan. Manajemen yang dikembangkan disebut IFS (*Integrated Function System*) (Kentut,1994).

Sistem ini dipilih untuk digunakan pada bangunan perkantoran dan bangunan berlantai banyak, bisa memberikan tingkat fleksibilitas yang tinggi. *Switching* secara otomatis berfungsi dengan pemakaian *photocell*, jam/kalender, photoelektrik sensor inframerah. Penyalaan lampu yang tidak perlu dapat dihindari sehingga penggunaan energi dan biaya listrik bisa ditekan.

Penggunaan *photocell* pada instalasi lampu cara kerjanya adalah, apabila suatu ruangan membutuhkan penerangan karena intensitas cahaya turun dari yang distandardkan maka lampu secara otomatis akan menyala. Perkembangan *photocell* disainnya telah menyatu dengan fitting lampu sehingga tidak perlu dilakukan perencanaan yang rumit.

Sistem jam/kalender, sistem ini diatur dengan micro computer. Jadi lampu individu ataupun grup bisa hidup sesuai dengan kondisi terang langit dan waktu yang telah ditentukan terlebih dahulu. Misalnya lampu-lampu pada jam-jam dengan intensitas cahaya yang kecil (pagi hari) maka lampu tersebut otomatis bisa menyala. Pemograman juga bisa dilakukan dengan interval satu tahun pada jam-jam dan hari-hari yang telah ditentukan agar lampu tersebut menyala. Hanya saja untuk sistem ini membutuhkan biaya dan maintenance yang tinggi.

Pemakaian photoelektrik sensor inframerah, sistem ini bisa merespon kondisi penerangan ruang dengan intensitas yang diinginkan. Alat ini bisa diatur tingkat intensitas

cahaya berapa lampu tersebut akan hidup. Sistem ini agar benar-benar efisien maka harus dilakukan proses disain yang teliti, pengukuran intensitas cahaya pada ruang harus dilakukan untuk menentukan kelompok lampu yang harus hidup pada intensitas tertentu sesuai hasil pengukuran. Pemasangan lampu tersebut ditempatkan pada plafon ruang sebagai bidang pantul masuknya pencahayaan alami. Bila sistem ini diterapkan secara berderet sesuai dengan lebar dan orientasi bangunan maka akan didapatkan efisiensi penerangan yang lebih besar.

D. Landasan Teori

1. Penerangan Alami

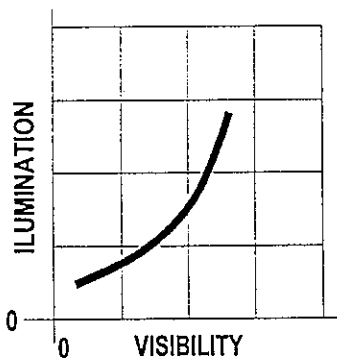
Lingkungan adalah ilmu yang mempelajari interaksi, interdependensi dan interelasi antara sistem ekonomi, sistem sosial, sistem fisik dan sistem produk. Secara ekologis, dipelajari interaksi dan interdependensi baik lingkungan yang hidup maupun lingkungan yang mati (geo fisik kimia), dalam hal ini dipelajari pengaruh faktor lingkungan terhadap jasad hidup termasuk manusia (Soeriaatmadja, 1979). Karena manusia termasuk jasad hidup yang tidak terlepas dari pengaruh lingkungan, pengkajian masalah dalam penelitian ini didasarkan atas pengertian hubungan secara ekologis.

Dalam mempelajari pengendalian penerangan alami pada bangunan perkantoran juga didasarkan atas prinsip ekologis, karena adanya interaksi antara faktor lingkungan dan manusia dengan aktivitasnya. Menurut Vaughan (1992), Penerangan yang buruk dan silau akan menimbulkan *astepnopia* atau kelelahan mata, sehingga mengurangi kecepatan dan keakuratan pekerjaan dan produktivitas kerja. Adapun persyaratan minimum yang distandardkan untuk penerangan adalah 150 - 200 Lux (Evans, 1981) dan untuk silau dengan indeks silau yang dapat diterima sebesar 19 - 22 (szokolay, 1980).

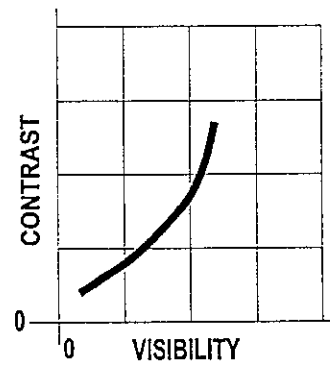
Kebutuhan pencahayaan dalam ruang ditentukan oleh a) jenis pekerjaan, b) lama pekerjaan c) usia (Kentut, 1992).

Pengendalian penerangan alami bisa dioptimalkan dengan melakukan perencanaan disain bangunan secara *integrated* yaitu merencanakan penerangan alami. Perencanaan pencahayaan hendaknya dilakukan bersamaan dengan perencanaan struktur bangunan (Evans, 1981), pada awal proses perencanaan serta dengan memperhatikan kondisi fisik lingkungan untuk mengetahui bidang yang mungkin akan berpengaruh pada kondisi terang langit yang masuk dalam bangunan. Faktor internal yang harus diperhatikan meliputi : a) dimensi ruang, b) dimensi bidang bukaan, c) warna dan bahan ruang dan

furniture, d) lay out ruang,. Sedangkan faktor eksternal meliputi : a) langit perencanaan, b) derajat keawanan, c) bidang pemantul disekeliling bangunan.

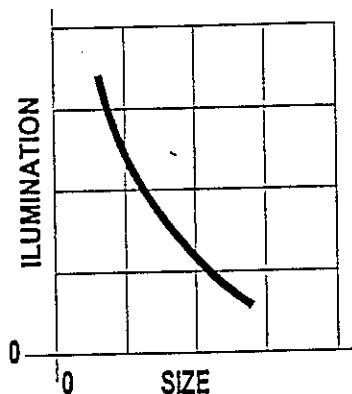


Gambar : D.2.02
Perbandingan Kuat
Penerangan dengan
Kemampuan Melihat
Sumber : Evans, 1981



Gambar : D.2.03
Perbandingan Kebutuhan
Kontras dengan
Kemampuan Melihat
Sumber : Evans, 1981

Antara besarnya cahaya dan kemampuan melihat terdapat hubungan lurus, artinya bila kuat cahaya semakin besar, maka kemampuan melihat juga semakin tajam. Demikian juga hubungan antara kontras (obyek dan latar belakang) dengan kemampuan melihat, semakin besar kontras antara obyek dengan latar belakang maka semakin mudah untuk dilihat.



Gambar : D.2.04
Perbandingan Kuat
Penerangan dengan
besaran ruang
Sumber : Evans, 1981

Dari teori yang ada bisa diambil kesimpulan bahwa ada hubungan terbalik antara pencahayaan alami dengan ukuran ruang. Jadi bila ruangan kecil maka pencahayaan alami dalam ruang semakin besar, dan semakin besar ukuran ruang maka semakin kecil pencahayaan alami yang terjadi dalam ruangan.

2. Tujuan Pengendalian Pencahayaan Alami

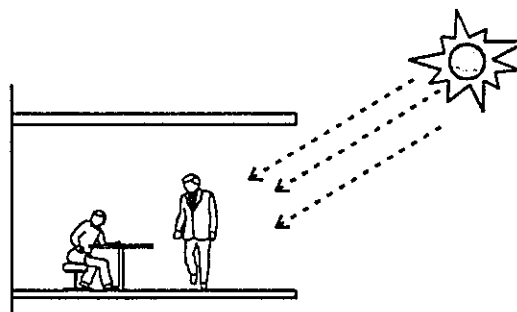
- a) Cahaya dimasukkan ke dalam ruang sedalam mungkin, dalam parameter yang normal pencahayaan alami pada ruang yang lebar dibagian tengah ruangan tersebut tidak cukup mendapat cahaya alami. Intensitas cahaya dalam zone ini sangat kecil. Cahaya yang masuk lebih dalam ke interior ruang tentu akan mengurangi beban kebutuhan cahaya buatan yang berarti terjadi penghematan energi.
- b) Mata manusia memang dapat mengatur tingkat intensitas cahaya dengan mengatur bukaan lensa kornea. Mata dapat menerima tingkat penerangan dari nilai yang kecil hingga ribuan kali tanpa mengalami ketidaknyamanan, tapi cahaya yang lebih terang akan lebih baik digunakan untuk melihat (terlalu terang berbeda dengan silau akibat terjadinya pantulan cahaya) (Evans, 1981).
- c) Mengontrol arah dari terang permukaan dengan bidang pandangan. Pengontrolan dilakukan untuk menghindari terlalu banyak cahaya yang diserap mata yang menyebabkan silau, cahaya yang dipantulkan oleh permukaan sedapat mungkin direduksi dengan pemilihan bahan dan warna permukaan tersebut.
- d) Menghindari terjadinya kondisi silau dalam bangunan akibat refleksi yang menuju penglihatan, silau ini mungkin terjadi di daerah-daerah kritis dari bidang kerja, misalnya pada daerah untuk kerja dengan tingkat visual sangat halus. Refleksi silau sedapat mungkin dikurangi pada area lantai, karena pantulan dari arah lantai akan menimbulkan kelelahan mata pada posisi orang bekerja.

Tetapi tidak semua perencanaan penerangan alami mengalami perilaku seperti tersebut di atas. Banyak variasi dari pekerjaan visual dalam bangunan yang mempengaruhi kebutuhan tingkat penerangan. Permintaan tingkat penerangan dalam suatu bangunan mungkin akan berbeda-beda tergantung dari jenis ruang dan aktivitas yang berlangsung di dalamnya.

3. Pedoman Perencanaan (Guidelines) Pencahayaan Alami

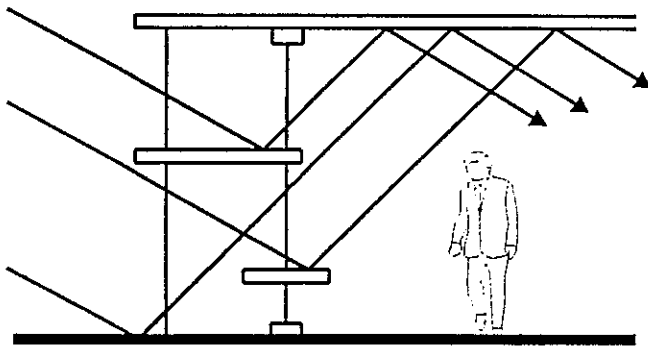
Untuk mencapai tingkat pencahayaan alami yang baik perlu adanya pedoman perencanaan atau rambu-rambu yang mengatur. Pedoman perencanaan untuk pencahayaan alami yang baik adalah :

- a) Menghindari pencahayaan langsung dan pancaran matahari pada pekerjaan visual kritis. Untuk mendapatkan pencahayaan siang hari yang termudah adalah menggunakan bidang kaca atau bukaan yang lebar, *clerestories* dan *skylight*. Tetapi bila tidak berhati-hati dalam mengontrol penerangan langsung di area ini bisa terjadi terlalu banyak pancaran yang akan menimbulkan ketidak nyamanan pada penglihatan.



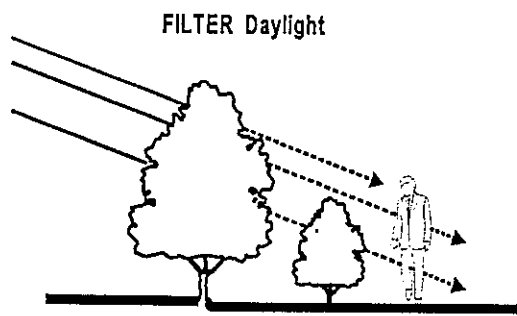
Gambar G.2.37 Menghindari Direct Sunlight dan Skylight
Sumber : Evans, 1981

- b) Pantulan penerangan alami siang hari dengan menggunakan permukaan di sekelilingnya. Jangkauan penerangan alami pada bidang kerja tergantung dari posisi matahari, efek cahaya datang dari semua permukaan yang dekat dengan obyek yang kita amati dengan jalan refleksi. Refleksi dari penerangan alami dari sebuah permukaan akan menyebar dan makin lama makin lembut tingkat intensitas cahayanya. Cahaya yang menyebar pada area yang sangat besar sebagian dipantulkan dan sebagian diserap sehingga akan mengurangi tingkat intensitasnya. Proses penyebaran dan pola pancarannya tidak berubah, sehingga jarak penglihatan meningkat dan cahaya menjadi lebih nyaman.

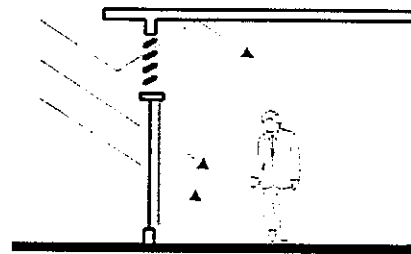


Gambar G.2.38 Memasukkan Daylight dengan bidang pantulan
Sumber : Evans, 1981

- d) Filter pencahayaan alami. Kekerasan terang langit dan sinar matahari langsung bisa dikurangi sehingga menjadi lebih lembut dan lebih seragam distribusinya dengan menggunakan vegetasi atau perlengkapan-perengkapan seperti tirai, louvers. Filter tersebut secara efektif akan menyaring cahaya alami yang masuk ke dalam bangunan.

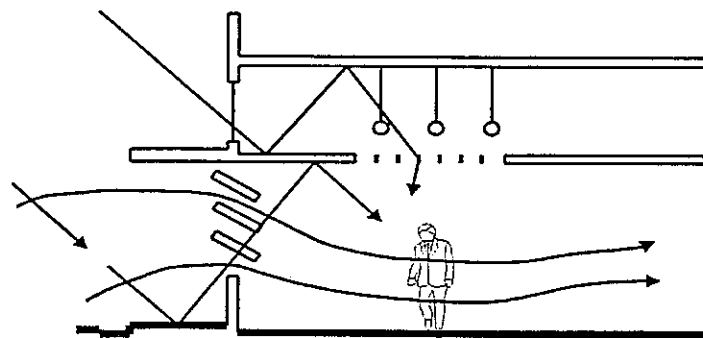


Gambar G.2. 39 dengan vegetasi dan tanaman
Sumber : Evans, 1981



Gambar G. 2.40 dengan pemantulan / screen
Sumber : Evans, 1981

- f) Perencanaan *integrated* antara pencahayaan alami dengan masalah lingkungan lainnya. Disain pencahayaan alami bisa dimodifikasi dan dibuat intergrated dengan memperhatikan lingkungan lain. Pemandangan, pergerakan udara alami, sistem akustik dan penerangan elektrik semuanya adalah elemen-elemen yang harus dipertimbangkan ketika mendisain bukaan-bukaan untuk pencahayaan alami siang hari. Sebuah perubahan dalam bangunan atau komponen disain responnya akan mempengaruhi elemen lainnya. Pembuatan jendela untuk memasukkan cahaya alami dan udara bersih akan juga memasukkan suara lingkungan ke dalam bangunan.



Gambar G. 2.41 *Integrated daylight* dengan lingkungan
Sumber : Evans. 1981

E. HIPOTESIS

Permasalahan, tujuan penelitian, dan landasan teori, memberikan landasan dasar untuk menyusun hipotesis sebagai berikut :

1. Perencanaan disain inovatif dengan menggunakan : a) skylight, b) membatasi lebar ruang, c) pengaturan bidang bukaan, d) pengaturan interior ruang, dan e) pemilihan bahan serta warna ruangan dapat mengoptimalkan pengendalian terhadap intensitas pencahayaan dan indeks silau sehingga dicapai tingkat kenyamanan visual yang distandardkan serta memberikan efisiensi energi.
2. Untuk memperoleh efisiensi energi, distribusi cahaya alami sangat berpengaruh pada perencanaan pengaturan kelompok saklar titik lampu.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Rencana Penelitian

1. Tahap pengumpulan data

Data yang dikumpulkan dari survai di lapangan, meliputi : a) iluminasi dalam ruang, b) iluminasi outdoor, c) dimensi ruang, d) dimensi bidang bukaan, e) warna elemen ruangan dan furniture, f) bahan elemen ruang dan furniture, g) lay out ruang, h) kondisi lingkungan bangunan, i) kecerahan matahari kota Kudus, j) posisi dan daya titik lampu.

Teknik pengumpulan data di lapangan dilakukan melalui teknik pengukuran dan perekaman dengan menggunakan alat ukur berupa luxmeter, meteran dan perekaman kondisi fisik bangunan dengan teknik pemotretan dan pencatatan. Untuk hipotesis I pengukuran intensitas cahaya dilakukan pada waktu pagi (08.00 - 09.00), siang hari (10.00 - 11.00) dan tengah hari (13.00 - 14.00) untuk memperoleh variasi intensitas cahaya indoor dan outdoor. Sedangkan untuk data Hipotesis II dilakukan pengukuran kuat pencahayaan dan kecerahan matahari setiap jam dari pukul 08.00 sampai 14.00 serta data posisi dan daya titik lampu.

2. Tahap kompilasi dan interpretasi data

Dari pengukuran diperoleh data kuantitatif sedangkan dari perekaman yang dilakukan memperoleh data kualitatif Tahap berikutnya adalah menyusun dan mengelompokkan data yang terkumpul agar mudah untuk dipelajari. Data yang sifatnya kualitatif diuraikan secara diskriptif. Data ini kemudian dibandingkan secara komparatif terhadap teori-teori penerangan alami. Data dari kuisisioner di-kuantitatif-kan untuk mendukung analisis data hasil pengukuran.

3. Analisis data

a. Hipotesis pertama, digunakan analisis kuantitatif untuk mengetahui apakah pencahayaan ruang telah memenuhi persyaratan pencahayaan yang distandardkan dan analisis formulatif untuk mengetahui indeks silau ruang. Hasilnya akan diperbandingkan dengan teori penerangan alami secara komparatif untuk mengetahui apakah disain inovatif yang dilakukan dengan menerapkan teori-teori pencahayaan alami berupa penggunaan *skylight*, pembatasan lebar ruang, konsep ruang kerja *open plan*, penggunaan bidang bukaan di sepanjang sisi bangunan dan pemilihan warna ruang putih mampu memenuhi aspek kenyamanan visual yang distandardkan. Hasil tersebut akan ditunjang oleh analisis dari hasil kuisisioner yang diolah dengan analisis kuantitatif. Analisis perbandingan komparatif dan analisis grafis digunakan, untuk menganalisis teori-teori penerangan alami yang masih mungkin diterapkan untuk memperbesar optimalisasi pencahayaan alami dalam ruang berupa dan upaya perbaikan apabila muncul ketidaknyamanan visual.

b. Hipotesis kedua, digunakan analisis kuantitatif untuk mengetahui seberapa besar efisiensi energi yang bisa dilakukan dengan optimalisasi penerapan kelompok saklar titik lampu berdasarkan distribusi pencahayaan alami dalam ruangan selama 1 tahun. Akan dilakukan perhitungan terhadap selisih daya sistem penerangan berdasarkan kelompok titik lampu eksisting dengan perencanaan berdasarkan distribusi pencahayaan alami dalam ruang.

B. Bahan atau Materi Penelitian

1. Penentuan Daerah Pengukuran

Penentuan daerah pengukuran di gedung Setwilda Kudus ini dilakukan pada daerah-daerah yang memiliki muatan pekerjaan masal atau memiliki banyak personil di dalamnya. Karena bentuk massanya memiliki 2 orientasi massa, yaitu massa berorientasi utara-selatan dan massa berorientasi timur-barat, maka masing-masing

orientasi perlu diwakili dengan 1 ruang pengukuran untuk tiap-tiap lantai. Asumsinya satu ruang tersebut bisa mewakili dan memiliki intensitas cahaya yang sama dengan seluruh bidang yang berorientasi sama.

Untuk menentukan titik pengukuran di daerah ukur dilakukan dengan membagi daerah pengukuran, menjadi beberapa titik. Masing-masing akan dibagi sesuai dengan lebar masing-masing daerah pengukuran. Pembagian daerah pengukuran didasarkan pada standar DPU perihal pengukuran dan perhitungan penerangan alami, yaitu:

- a) Titik ukur diambil pada suatu bidang datar yang letaknya pada ketinggian 0,75 meter di atas lantai. Bidang datar ini disebut bidang kerja.
- b) Dalam pengukuran, lebar ruang dibagi atas beberapa titik. Titik terdekat dengan lubang cahaya efektif berjarak $\frac{1}{6}$ lebar ruang. Titik selanjutnya dengan interval $\frac{1}{3}$ bagian. Banyaknya titik pengukuran tergantung pada lebar bidang pengukuran.

2. Perekaman dan Pemotretan

Pemotretan dilakukan pada elemen-elemen bangunan yang menunjang penerangan alami. Disamping pemotretan juga dilakukan pencatatan untuk mengidentifikasi warna, bahan dan dimensi dari elemen-elemen tersebut.

Perekaman data meliputi data-data tentang a) dimensi ruang daerah penelitian, b) data penerangan buatan : jumlah dan daya lampu. Disamping itu dibutuhkan juga data eksternal meliputi: a) data prosentase kecerahan matahari kota Kudus selama 1 tahun dari dinas Meteorologi dan Geofisika Kudus, b) data daerah sekitar bangunan penelitian, berupa masterplan dari DPUK Kudus atau Konsultan Perencana. Data-data diatas bisa didapat dengan melakukan proses *fotocopy*.

3. Kuisisioner

Kuisisioner digunakan sebagai alat pendukung penelitian ini. Jawaban dari kuisisioner adalah jawaban obyektif dari pengguna bangunan dan akan digunakan sebagai data

pendukung analisis hasil pengukuran dan observasi.

Kuisisioner dibuat dengan indikasi-indikasi pada kemampuan membaca dan menulis dengan kondisi penerangan yang ada. Kuisisioner juga dikaitkan dengan kelelahan mata yang mungkin timbul dari kondisi pencahayaan alami, baik karena kurangnya persyaratan minimum penerangan ataupun dari silau yang ditimbulkan pada ruang-ruangnya.

Indikasi yang diperoleh kemudian dibobot untuk mendapatkan data kuantitatif untuk mengetahui berapa prosentase pengguna yang menyatakan kondisi dalam bangunan ini nyaman atau tidak nyaman secara visual untuk melakukan aktivitas kerja. Dari data ini dicari standard deviasi untuk mengetahui faktor pengaruh pencahayaan alami terhadap indikasi-indikasi yang ditanyakan.

C. Alat Penelitian

Pengumpulan data di lapangan dilakukan dengan teknik pengukuran dan perekaman, menggunakan alat penelitian sebagai berikut :

1. Denah Daerah Pengukuran

Pada awal penelitian ditentukan dulu daerah-daerah yang menjadi daerah titik ukur. Penentuan ini menjadi patokan titik ukur sehingga akan mempermudah dan mempercepat proses pengukuran di lapangan.

2. Tabel Pengukuran dan pengamatan

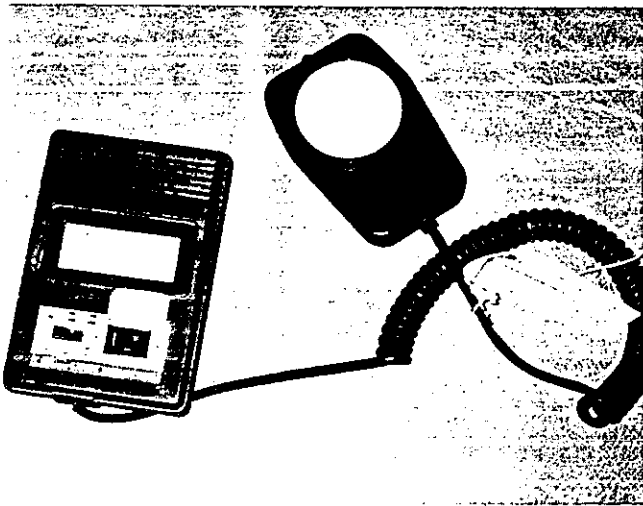
Dibuat Tabel Pengukuran, yang memuat: a) gambar denah dengan daerah titik ukurnya, b) kolom intensitas cahaya terang langit (lux), c) kolom titik ukur untuk intensitas cahaya yang terjadi (lux), d) waktu pengukuran, e) kondisi cuaca. Pembuatan tabel ini dimaksudkan untuk mempermudah surveyor dan akurasi data yang didapat di lapangan.

Tabel pengamatan berupa : tabel pengamatan elemen bangunan berisi kolom-kolom : jenis elemen, kolom warna, kolom bahan

3. Alat tustel/perekam

Alat pemotret digunakan untuk melakukan pemotretan elemen-elemen bangunan yang menunjang penerangan alami. Tustel merek Ricoh KR-5 Super, dengan pengaturan diafragma manual, diharapkan akan mendapatkan gambar yang akurat. Pemotretan dilakukan dengan menggunakan film asa 400, sehingga tidak membutuhkan blitz di dalam ruang, sehingga gambar yang terekam adalah kondisi riil dalam bangunan.

4. Digital Lux meter



Alat ini untuk mengukur kuat penerangan di dalam ruang dan kuat penerangan di luar ruang. Digital Lux meter ini menggunakan merek Lutron LX-101, dengan rentang pengukuran 0 Lux sampai 50.000 Lux. Alat ini telah dikalibrasi di Puslitbang Kalibrasi, instrumentasi dan Metodologi LIPI Serpong, pada bulan Juni 1998.

Gambar F.3.01 Luxmeter pengukur intensitas cahaya

5. Meteran

Meteran digunakan untuk mengukur dimensi ruang dan dimensi lubang cahaya efektif. Meteran ini juga digunakan untuk mencari titik daerah pengukuran TUU dan TUS dalam denah sesungguhnya. Meteran yang dipakai untuk mengukur besarnya lubang cahaya efektif adalah meteran tangan panjang 2 meter / 6 feet merek Imundex, untuk mengukur dimensi ruang digunakan rolmeter dengan panjang 30 meter / 100 feet merek Tricle.

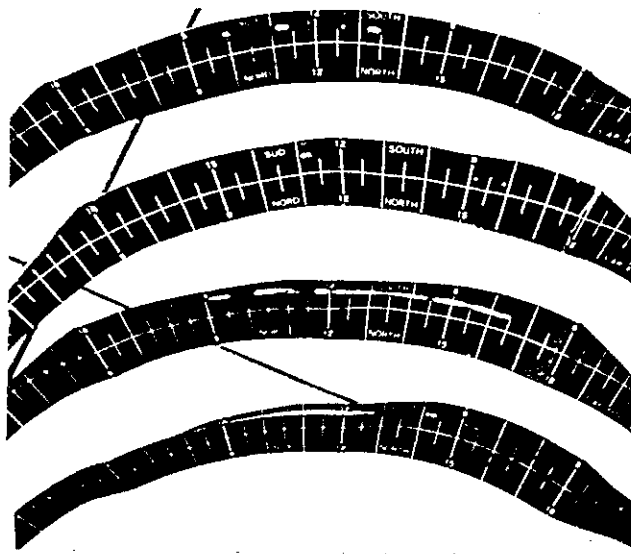
6. Alat Pengukur Kecerahan Matahari



Gambar F.3.02 Pengukur kecerahan matahari

Alat pengukur kecerahan matahari ini berada di stasiun pengamatan meteorologi Rendole-Kudus-Pati. Stasiun ini melakukan pengukuran untuk daerah Kudus kota dataran rendah dan daerah Pati. Alat ini berupa bola kristal yang bisa diatur sudut kemiringannya sesuai dengan sudut posisi matahari 4 bulanan.

Pengukuran tercatat dikertas ukur yang akan terbakar pada saat matahari bersinar, yang kemudian dikonversi untuk mengetahui prosentase kecerahan matahari.



Gambar F.3.03 Kertas ukur yang dipasang pada alat ukur kecerahan matahari

D. Jalannya Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian *Kausal Komparatif* yang mempunyai tujuan untuk menyelidiki kemungkinan adanya hubungan sebab akibat. Berdasarkan pengamatan terhadap akibat yang ada, faktor yang mungkin menjadi penyebab dicari kembali melalui data tertentu. Metode penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Variabel Yang Akan Dipelajari

Variabel yang akan dipelajari dan data yang dipergunakan sebagai tolok ukur dalam penelitian ini meliputi variabel bebas, variabel antara dan variabel terikat.

a) Variabel bebas (variabel pengaruh). Data yang termasuk dalam variabel ini meliputi : terang langit, intensitas cahaya dalam ruangan, cerapan mata. Data tersebut merupakan variabel yang dianggap dapat mempengaruhi pengendalian penerangan alami yang dinyatakan dengan ketidaknyamanan berdasarkan standar yang berlaku baik untuk persyaratan minimum ruang kerja maupun indeks silau.

b) Variabel terikat (variabel terpengaruh) adalah variabel yang diamati yang terjadi karena pengaruh variabel bebas. Variabel terpengaruh tersebut meliputi : Kualitas penerangan, kenyamanan dan ketidaknyamanan cerapan mata, kelancaran kerja, input energi dari penerangan buatan.

c) Variabel antara, variabel antara pada penelitian ini meliputi : Lubang cahaya, tata letak perabot, elemen-elemen bangunan, warna dan bahan dari elemen-elemen bangunan, kondisi lingkungan di sekeliling bangunan. Variabel antara adalah data yang tidak dapat dikontrol tetapi dapat diperhitungkan pengaruhnya terhadap variabel bebas.

2. Metode Penelitian

Metode observasi dilakukan dengan pengamatan, pencatatan dan pengukuran secara sistematis terhadap gejala atau fenomena yang diteliti (Marzuki, 1977). Jadi dilakukan tanpa mengajukan pertanyaan-pertanyaan, sehingga metode ini bisa lebih

obyektif. Karena pengamatan, pencatatan dan pengukuran dilakukan dengan alat bantu berupa tustel, Lux meter dan meteran maka observasinya disebut metode mekanis.

Metode observasi yang digunakan dalam pengumpulan data ini menggunakan teknik (cara) : pengukuran kondisi di lokasi penelitian, pengamatan dan pencatatan, dan melalui cara perhitungan.

Metode survey, dilakukan dengan kuisisioner terhadap para pengguna ruang dengan indikasi kondisi pencahayaan alami yang ada. Kuisisioner dilakukan dengan teknik *accidental sampling*, sample berdasarkan orang yang ditemui di lapangan dan minimal disebarkan terhadap 50 orang pengguna.

a) Pengukuran kondisi di lokasi penelitian. Pengukuran ini untuk mendapatkan data intensitas pencahayaan *indoor* maupun *outdoor* dengan menggunakan alat penelitian Lux meter. Pengukuran dilakukan pada daerah-daerah yang telah ditentukan titik ukurnya. Pengukuran di bagian luar bangunan untuk mengetahui tingkat terang langit ini perlu diperhatikan, bahwa pengukuran harus dilakukan di daerah yang terlindung oleh bayangan, seperti di bawah pohon atau di daerah bayangan bangunan penelitian. Jadi pengukuran tidak langsung terkena sinar matahari. Pengukuran terhadap kecerahan matahari dengan mengambil data dari BMG setempat.

b) Pengamatan dan pencatatan. Data yang diambil merupakan data variabel antara. Pengumpulan dilakukan dengan pemotretan dan pencatatan pada elemen-elemen bangunan pendukung penerangan alami, data yang diperoleh meliputi data warna elemen, bahan bangunan elemen, pola tata ruang perabot. Disamping itu dilakukan pengamatan dan pencatatan data-data penerangan buatan pada bangunan ini meliputi, jenis lampu, jumlah lampu, daya lampu serta titik penempatan lampu.

c) Pengumpulan data melalui perhitungan. Selain data primer tersebut diatas, diadakan kompilasi data yang berasal dari perhitungan. Indeks silau dihasilkan melalui perhitungan rumus silau. Penghematan energi dihasilkan dengan menjumlah daya lampu

yang ada, dan dari interpretasi data kecerahan matahari selama satu tahun akan didapat data jumlah lampu yang operasional selama jam kerja selama satu tahun. Dari data tersebut dilakukan perhitungan efisiensi daya listrik untuk mengetahui seberapa besar efisiensi biaya yang dapat diperoleh selama 1 tahun operasional.

d) Pengumpulan data melalui teknik wawancara. Data didapat dengan menyebarkan kuisioner, berupa data primer dari pengguna ruang yang langsung merasakan kondisi penerangan alami yang ada. Saat pengisian kuisioner, penerangan buatan harus dalam keadaan mati supaya mendapatkan data yang valid. Apabila pada saat akan melakukan pengisian kuisioner kondisi hidup maka perlu dimatikan dulu dan diberi waktu kurang lebih 20 detik agar mata beradaptasi terlebih dahulu dengan kondisi penerangan yang ada.

3. Tahap kerja lapangan

Tahapan kerja lapangan merupakan tahapan pokok dalam penelitian ini. Pekerjaan yang dilakukan dalam tahap ini meliputi pengukuran kondisi lokasi penelitian, pengamatan dan pencatatan. Peneliti melakukan pengukuran kondisi lokasi penelitian sebanyak 3 kali untuk masing-masing daerah ukur, yaitu pada pagi hari (08.00-09.00, kondisi I), siang hari (10.00-11.00, kondisi II) dan tengah hari (13.00-14.00, kondisi III). Pengukuran dimaksudkan agar perbedaan dari kondisi penerangan dari pagi jam 08.00 sampai tengah hari jam 14.00 dapat seluruhnya terekam. Dalam tahapan ini peneliti dilengkapi dengan tabel pengukuran sebagai acuan untuk mempermudah dan menambah akurasi tempat pengukuran. Untuk penelitian pembuktian hipotesis kedua dilakukan pengukuran dengan interval setiap jam dari jam 08.00- 14.00.

Masing-masing titik ukur diukur sebanyak minimal 3 kali dengan interval waktu pengukuran masing-masing titik 5 detik, agar kondisi luxmeter sudah kembali netral.

4. Kompilasi dan interpretasi data

Observasi yang dilakukan menghasilkan data primer yang terdiri dari data hasil pengukuran serta data pengamatan dan pencatatan. Kemudian data hasil observasi tersebut dipelajari, termasuk mengoreksi ketepatan dan kebenaran pengukuran dan pencatatan.

a) Data hasil pengukuran intensitas cahaya *indoor* maupun *outdoor* di lokasi penelitian, berupa data kuantitatif. Data ini digunakan untuk mengetahui tingkat penerangan dalam ruang kerja dalam lux dan sebagai data perhitungan indeks silau. Untuk perhitungan silau, dari data-data yang didapat akan digunakan rumus konstanta penyilauan (R.2.01, hal. 14) dan rumus indeks glare (R.2.02, hal. 14):

b) Data hasil pengamatan dan pencatatan, untuk data mengenai elemen-elemen bangunan akan di dapatkan data kualitatif. Data ini kemudian diperbandingkan dengan teori penerangan alami untuk mencari nilai absorpsi dan refleksi berupa data kuantitatif. Data ini digunakan untuk mendukung analisis terhadap tingkat intensitas pencahayaan alami pada ruang yang diteliti.

Untuk pengamatan khusus pengukuran dilakukan tiap jam dari jam 08.00 - 14.00, pengukuran dilakukan selain dalam ruang juga dilakukan pengukuran di luar ruang berupa data kecerahan matahari. Untuk mendapatkan data tersebut menggunakan data dari stasiun meteorologi setempat hui prosentase kecerahan matahari. Data yang didapat ini akan dikonversi selama 1 tahun.

5. Analisis Data

A. Untuk membuktikan hipotesis I dilakukan analisis sebagai berikut :

a. Analisis Kuantitatif

Analisis kuantitatif ini terdiri dari 2 analisis berdasarkan hasil observasi di lapangan dan hasil penyebaran kuisioner terhadap penggunaan bangunan, meliputi :

Analisis untuk mencari tingkat intensitas cahaya pada obyek penelitian, terdapat tiga bagian yang menjadi dasar observasi, yaitu :

- 1) Variabel-variabel pengukur obyek penelitian. Untuk mendapatkan data intensitas cahaya pada tiap-tiap titik ukur obyek penelitian maka perlu diketahui variabel-variabel pengukuran fisis, yaitu :
 - Posisi titik ukur, dibagi berdasarkan lebar ruangan dan diberi notasi 1,2,..dst.
 - Intensitas cahaya pada tiap-tiap titik ukur dalam ruang, diberi notasi L1
 - Intensitas cahaya matahari langsung (terang langit) diberi notasi L2
- 2) Waktu pengukuran, dilakukan mulai jam 08.00 WIB sampai dengan 14.00 WIB. Waktu pengukuran disesuaikan dengan jam kerja pada obyek penelitian.

Hasil pengukuran kemudian diaplikasikan dalam bentuk grafis untuk mempermudah dalam melakukan analisis kualitatif. Hasil pengukuran kemudian di diberi bobot nilai, dengan variabel perhitungan berdasarkan perbandingan jumlah titik ukur yang dibawah standart dengan jumlah titik ukur pada ruang tersebut. Dengan menggunakan kriteria satu indikasi waktu nilai terbesar adalah 1, artinya seluruh titik ukur di bawah standard tingkat kenyamanan visual.

Menghitung efisiensi pencahayaan alami, digunakan persamaan :

$$\text{efisiensi} = 100\% - ((\sum A/B)/n \times 100\%) \dots\dots\dots \text{R.3.02}$$

A = Titik ukur di bawah standard minimum

B = Jumlah titik ukur

n = Jumlah waktu pengukuran

Menurut Evans, 1981, Suatu ruang akan signifikan mengalami efisiensi bila efektifitas dan efisiensi pencahayaan alami mencapai 50% - 60%.

b. Analisis terhadap Aplikasi Persamaan / Formulasi

Untuk bisa menganalisis tingkat silau pada obyek penelitian harus dilakukan analisis formulasi. Kondisi silau pada obyek penelitian ini adalah jenis discomfort glare, maka digunakan aplikasi formulasi index glare dalam ruang berdasarkan persamaan BRS glare, sebagai berikut :

Konstata persamaan
$$g = \frac{L1^{1,6} \omega^{0,8}}{L2 \rho^{1,6}} \dots\dots\dots (\text{R.2.01})$$

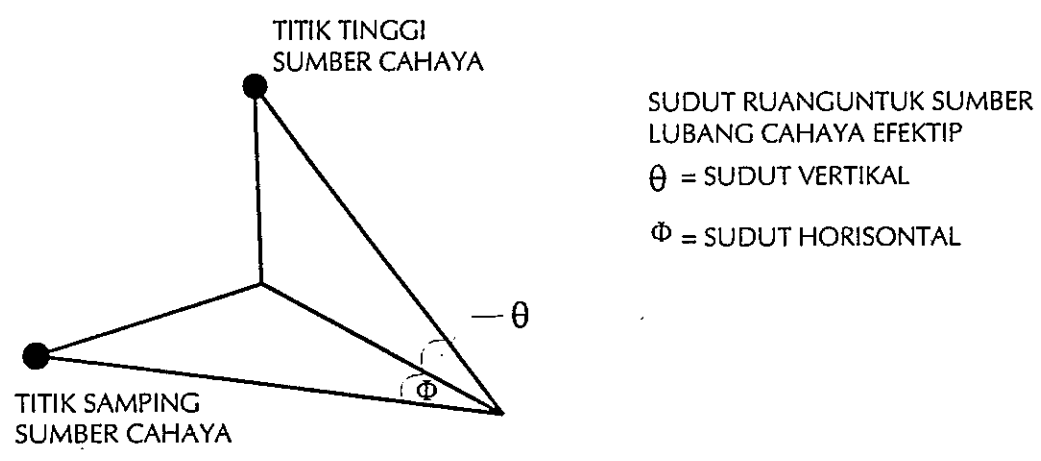
- dimana :
- L1 = luminasi rata-rata titik ukur (lux)
 - L2 = luminasi sumber penyilauan (lux)
 - ω = sudut ruang sumber penyilauan
 - ρ = faktor indeks posisi (dari tabel)

1) Sumber lubang cahaya dari lubang efektif jendela

Persamaan =
$$\omega = \frac{A}{d^2} \cos\theta \cos\phi \dots\dots\dots (R.2.03)$$

- dimana : A = Luas bidang sumber penyilauan
d = Jarak pengamat (titik ukur), dengan sumber penyilauan
 θ = sudut vertikal
 ϕ = sudut horisontal

Untuk menentukan sudut vertikal dan horisontal digunakan persamaan :



Sudut vertikal :

$$\cos\theta = \frac{a}{c} \dots\dots\dots (R.3.03)$$

dimana b = tinggi lubang cahaya efektif
= 1,6 meter (tinggi lubang jendela obyek penelitian)
 a = adalah jarak antara lubang cahaya efektif dengan titik ukur;
dengan asumsi titik pengamatan $\frac{1}{2}$ lebar ruang untuk pengukuran
di sisi kanan dan $\frac{1}{2}$ untuk pengukuran di sisi kiri. Maka dari
lebar ruang yang ada pada obyek pengamatan terdapat 4 titik
ukur untuk (a) yaitu jarak 1m, 3m, 5m dan 7m.

Untuk mencari c digunakan persamaan pythagoras : $c^2 = a^2 + b^2$... (R.3.04)
Dari persamaan-persamaan di atas maka didapatkan untuk sudut vertikal :

Tabel T.3.01. Tabel Sudut Vertikal

a	b	c	cos θ	sudut θ
1	1,6	1.89	0.85	32
3	1,6	3.40	0.47	62
5	1,6	5.25	0.3	72
7	1,6	7.18	0.22	77

Sumber : hasil perhitungan peneliti

Sudut horisontal :

$$\cos\phi = \frac{a}{c} \dots\dots\dots (R.3.03)$$

dimana $b = \frac{1}{2}$ lebar lubang cahaya efektif

$= \frac{1}{2} \times 4 = 2$ meter (lebar jendela obyek penelitian)

$a =$ adalah jarak antara lubang cahaya efektif dengan titik ukur;

dengan asumsi titik pengamatan $\frac{1}{2}$ lebar ruang untuk pengukuran di sisi kanan dan $\frac{1}{2}$ untuk pengukuran di sisi kiri. Maka dari lebar ruang yang ada pada obyek pengamatan terdapat 4 titik ukur untuk (a) yaitu jarak 1 m, 3 m, 5 m dan 7 m.

Untuk mencari c digunakan persamaan pythagoras : $c^2 = a^2 + b^2$.. R.3.04

Dari persamaan-persamaan di atas maka didapatkan untuk sudut horisontal :

Tabel T.3.02 , Tabel Sudut Horisontal

a	b	c	cos ϕ	sudut ϕ
1	2	2.24	0.89	26
3	2	3.60	0.55	56
5	2	5.38	0.37	58
7	2	7.28	0.27	74

Sumber : hasil perhitungan peneliti

Maka sudut ruang (ω) bisa diketahui untuk masing-masing titik ukur, sebagai berikut :

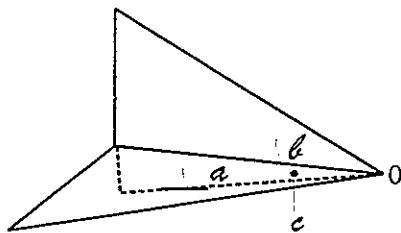
Tabel T.3.03 Tabel Sudut Ruang

a	A	d	$\cos\theta$	$\cos\phi$	ω
1	6.4	1.00	0.85	0.89	4.48
3	6.4	9.00	0.47	0.55	0.183
5	6.4	25.00	0.3	0.37	0.028
7	6.4	49.00	0.22	0.27	0.008

Sumber : hasil perhitungan peneliti

- a = jarak
- A = luas bidang sumber penyilauan
- d = jarak titik ukur dengan sumber penyilauan
- θ = sudut vertikal
- ϕ = sudut horisontal
- ω = sudut ruang

2. Sumber cahaya adalah bidang ruang, maka untuk sudut pandang digunakan pendekatan berdasarkan pandangan pengamat terhadap obyek ruang/benda (Neufert,1977), adalah :



SUDUT RUANGUNTUK SUMBER
CAHAYA RUANGAN :
 a = SUDUT VERTIKAL
 b = SUDUT HORIZONTAL
 c = 54° - SUDUT SAMPING

Pandangan ke atas sudut = 27°

Pandangan ke bawah sudut = 10°

Pandangan ke samping $\frac{1}{2}$ lebar obyek dengan sudut 54°

Untuk sudut vertikal digunakan sudut $27^\circ + 10^\circ = 37^\circ$

sudut horisontal digunakan sudut = 54°

Karena penggunaan sudut ini ekuivalen dengan luasan obyek yang dipandang dan jarak antara titik ukur dengan obyek sumber bidang penyilauan, maka nilai sudut ruang (ω) bersifat konstan.

Jadi

$$\omega = 0.88$$

Setelah konstanta penyilauan (g) bisa diketahui kemudian ditentukan nilai indeks silau (GI) pada tiap-tiap titik pengukuran yang sesuai dengan yang disyaratkan untuk di formulasikan, sebagai berikut :

$$GI = 10 \log_{10}(0,478 \sum g) \dots\dots\dots R.2.02$$

Sedangkan indeks silau untuk ruang perkantoran yang disyaratkan agar mencapai tingkat kenyamanan maksimum adalah GI=19, tetapi hingga GI=22 masih bisa diterima. (Szokolay, 1980)

c. Analisis Kualitatif

Hasil analisis kuantitatif dan temuan di lapangan kemudian dianalisis secara kualitatif dengan melakukan perbandingan komparatif dengan teori-teori pencahayaan alami.

d. Analisis terhadap Kuisisioner

Analisis dilakukan dengan cara kuantitatif dengan melakukan perhitungan terhadap standard deviasi dari hasil kuisisioner yang dilakukan. Standard deviasi digunakan untuk mengetahui seberapa besar faktor pengaruh pencahayaan alami tersebut dengan indikasi-indikasi kenyamanan visual. Analisis juga dilakukan dengan menghitung prosentase hasil kuisisioner dengan variabel kenyamanan visual.

Bobot dilakukan terhadap hasil perhitungan prosentase tersebut dengan ketentuan bobot nilai masing-masing prosentase sebagai berikut :

Tabel T.3.04 , Tabel Pembobotan terhadap prosentase hasil kuisisioner

■ BOBOT NILAI KUISISIONER

PROSENTASE	0 - 10	11 - 20	21 - 30	31 - 40	41 - 50	51 - 60	61 - 70	71 - 80	81 - 90	91 - 100
BOBOT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

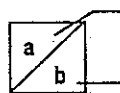
Sumber : hasil interpretasi peneliti

Hasil bobot dari masing-masing indikasi kenyamanan visual tersebut kemudian dimasukkan dalam tabel bobot nilai kuisisioner. Tabel ini digunakan untuk menilai berapa bobot masing-masing ruang terhadap seluruh indikasi yang ada. Masing-masing indikasi diberi nilai positif apabila memiliki kenyamanan visual dan diberi nilai negatif bila indikasi menunjukkan ketidaknyamanan visual. Bobot tersebut dijumlahkan untuk mengetahui apakah ruang tersebut memiliki indikasi kenyamanan visual atau tidak. Tabel yang digunakan adalah sebagai berikut :

Gambar G.3.03 , Disain tabel bobot nilai kuisisioner berdasarkan indikasi kenyamanan visual masing-masing ruang

Orientasi Massa	Ruang	INDIKASI					BOBOT		NILAI
		1	2	3	4	5	POSITIF	NEGATIF	
		/	/	/	/	/	/	/	
		/	/	/	/	/	/	/	
		/	/	/	/	/	/	/	
		/	/	/	/	/	/	/	
		/	/	/	/	/	/	/	
		/	/	/	/	/	/	/	
		/	/	/	/	/	/	/	
		/	/	/	/	/	/	/	

KETERANGAN



nilai positif untuk indikasi nyaman

nilai negatif untuk indikasi tidak nyaman

hasil penjumlahan bobot nilai positif dan negatif

hasil penjumlahan masing-masing indikasi kenyamanan visual

B. Untuk membuktikan hipotesis II dilakukan analisis kuantitatif

Analisis kuantitatif ini mempergunakan variabel-variabel sebagai berikut :

1) Kondisi Kecerahan kota Kudus

Data kecerahan matahari didapatkan dari stasiun pengamatan meteorologi Kudus-Pati-Rendole. Data yang didapat dari pengukuran di lapangan dari stasiun meteorologi dan data dari pengukuran di obyek penelitian akan dikonversi untuk mengetahui kecerahan matahari selama 1 tahun terhadap pengaruhnya pada intensitas cahaya matahari selama satu tahun pula.

Dari prosentase data yang berasal dari pengamatan di stasiun meteorologi selama 1 tahun dikelompokkan dalam interval 20-an, yang kemudian dibobot dengan prosentase berdasarkan jumlah bulan yang diterjemahkan kedalam jumlah hari. Dari asumsi tersebut maka bisa terwakili data pengukuran di obyek penelitian dan data tersebut dapat dikonversi kedalam 1 tahun.

Tabel T.3.05 Tabel Kecerahan Matahari

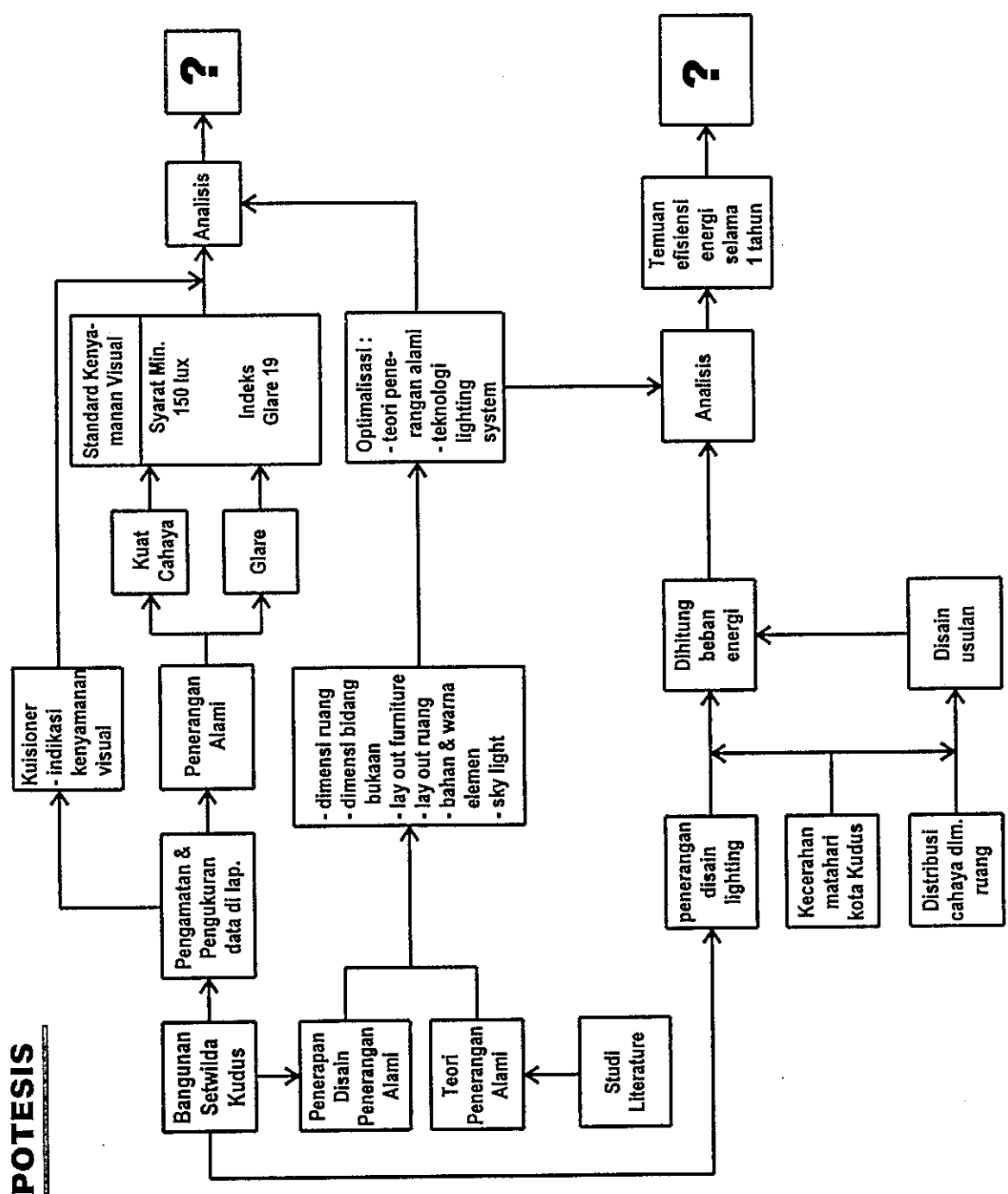
Kecerahan matahari	%	Hari
0 - 20	8	29
21 - 40	16	58
41 - 60	8	29
61 - 80	25	91
81 - 100	43	158
jumlah	100	365

Sumber : hasil kompilasi data dari data meteorologi Kudus - Pati

- 2) Intensitas cahaya dalam bangunan dan luar bangunan dari jam 08.00 - 14.00.
- 3) Kondisi existing sistem penerangan electrical dalam ruang yang diteliti.

Untuk mengetahui langkah-langkah pembuktian hipotesis diatas maka dibutuhkan alur pikir hipotesisi sebagai berikut :

ALUR PIKIR HIPOTESIS



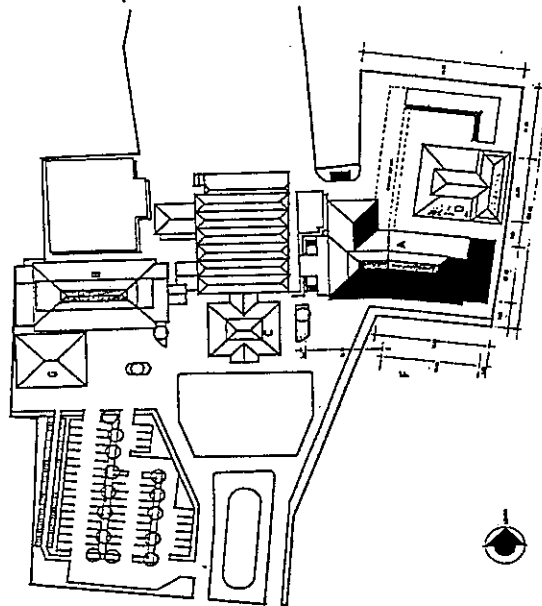
BAB IV

GAMBARAN UMUM OBYEK PENELITIAN

A. LOKASI OBYEK PENELITIAN

Lokasi obyek studi kasus ini terletak di kota Kudus Propinsi Jawa Tengah. Secara geografis terletak pada 6° LS dan 110° BT pesisir utara Jawa Tengah. Daerah Kabupaten Kudus terbagi dalam 2 wilayah besar, yaitu Kudus kota yang berada didataran rendah dan Kudus pegunungan berada di daerah lereng Gunung Muria dan berada kurang lebih 72 Km di sebelah Timur Kota Semarang. Kota Kudus memiliki suhu rata-rata 32° C dengan derajat kecerahan ada di dalam range 30% sampai dengan 100%. Curah hujan rata-rata sebesar 11,9 mm dengan curah hujan terbesar bulan Januari dan terendah pada bulan Juni. Untuk kelembaban udara rata-rata sebesar 84 % dan kecepatan angin kota Kudus bertiup dengan kecepatan rata-rata 43 Km/jam.

Lokasi bangunannya terletak tepat dipusat kota Kudus, berada di dalam kompleks Kabupaten bersebelahan dengan pendopo kabupaten. Dalam skala kota lokasinya berada pada poros utara-selatan di depan alun-alun.



Gambar G.4.01 Site Plan Bangunan obyek penelitian dalam kompleks Kabupaten Kudus
Sumber : Konsultan Perencana PT SWAKON Semarang

Dilihat dari tinjauan mikro kompleks kabupaten maka bangunan Setwilda Kudus ini terletak di sebelah Timur bangunan pendopo. Bentuk bangunan memanjang dengan orientasi bangunan ke arah barat-timur. Artinya bidang yang lebar dari massa bangunan menghadap ke arah utara-selatan.



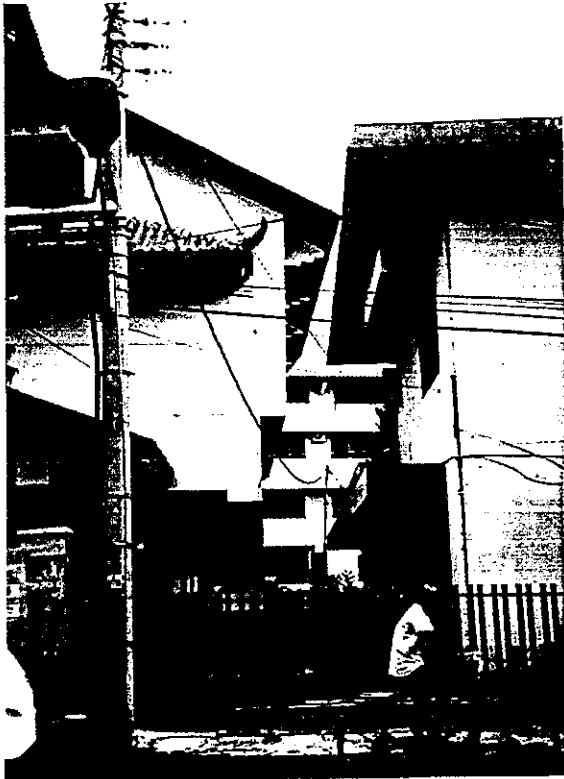
Gambar F.4.01 Bangunan Setwilda Kabupaten Kudus, letaknya di sebelah Timur bangunan Pendopo



Gambar F.4.02 Sebagian landscape di sekitar bangunan yang masih dipertahankan

Bangunan ini adalah bangunan baru yang menempati bekas bangunan setwilda lama, sehingga pada proses penataan *landscape*-nya lebih banyak menggunakan elemen dari kondisi eksisting. Penataan landscape hanya muncul menggunakan sisa-sisa lahan yang ada dan lebih banyak mempertahankan vegetasi yang telah ada. Pada sebelah selatan massa bangunan terdapat pola rumput dan beberapa pohon yang cukup besar berbatasan dengan dinding bangunan sebelah yang cukup tinggi kurang lebih 3 meter.

Antara *landscape* dan bangunan terdapat perkerasan dari beton rabat, bidang ini pada siang hari cukup banyak memantulkan cahaya matahari ke arah bangunan.



Gambar F.4.03 Bangunan baru dan bangunan lama berjarak hanya 5 meter, sehingga bagian atap hampir bertemu. Menimbulkan gelap dalam ruang di dalam bangunan di area ini

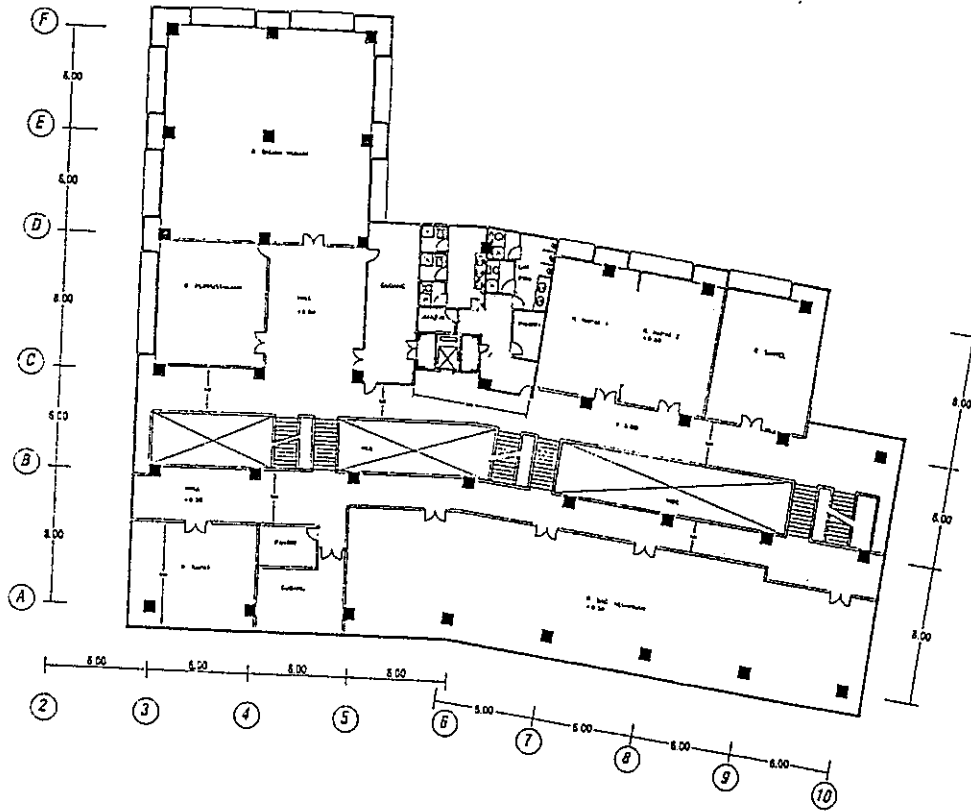
Pada bagian utara bangunan masih terdapat lahan terbuka yang cukup lebar dan difungsikan sebagai tempat parkir. Lahan ini menggunakan bahan penutup permukaan aspal, yang menyerap intensitas cahaya matahari yang ke permukaan aspal. Di bagian utara-timur, terdapat bangunan DPRD lama dengan ketinggian 2 lantai. Jarak antar dinding bangunan kurang lebih 5 meter. Sedangkan pada bagian atap memiliki jarak yang cukup rapat, kondisi ini tidak menguntungkan karena ruangan di dalam bangunan di posisi ini kurang mendapatkan pencahayaan alami siang hari terutama pada saat matahari pada posisi rendah.

B. KONSEP BANGUNAN OBYEK PENELITIAN

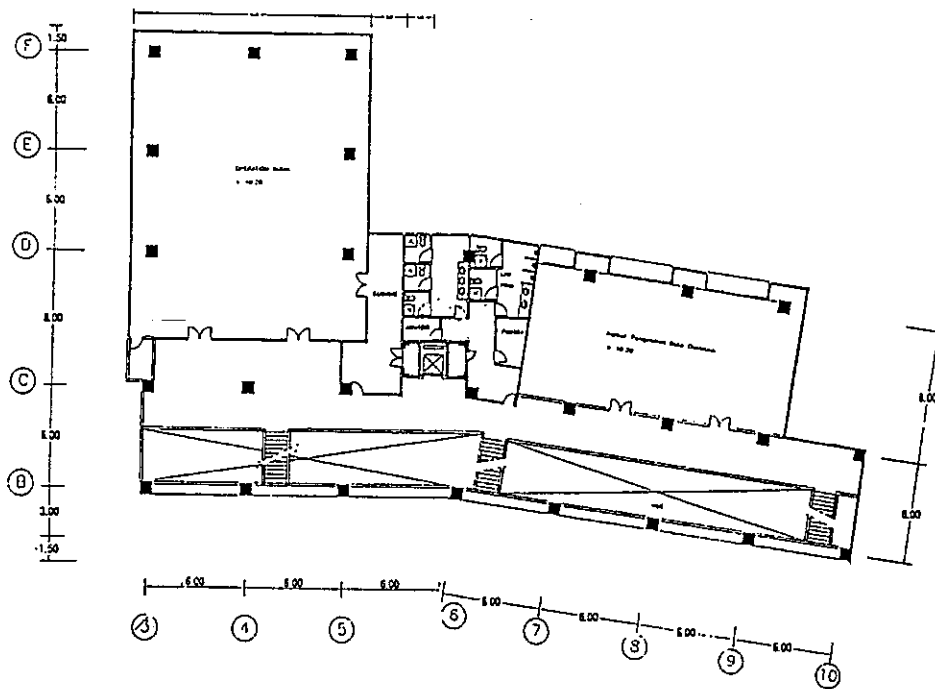
Konsep arsitektur Gedung Setwilda Kabupaten Kudus adalah : a) Bentuk bangunan menggunakan elemen-elemen khas Kudus. Bentuk atap sosoran mengadaptasi bentuk rumah tradisional Kudus b) Penggunaan pola ruang dengan sistem *split level*, mempermudah pencapaian antar lantai, c) Pola tata ruang kerja menggunakan konsep *open plan*, d) terdapat atrium serta void, memanfaatkan potensi alami berupa pencahayaan alami secara optimal sebagai metode penghematan energi.

Disain pencahayaan alami yang dikembangkan pada perencanaan gedung setwilda Kudus ini menarik untuk diamati dengan memperhatikan pemecahan disain inovatif:

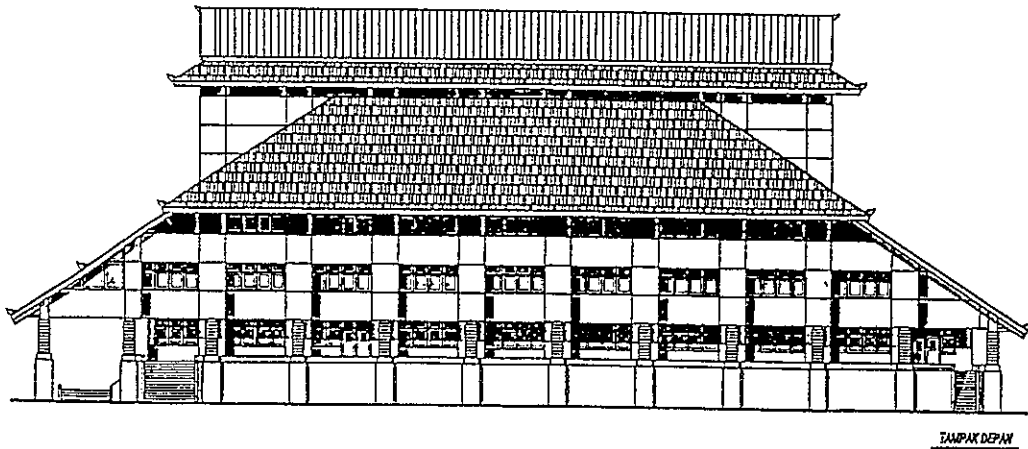
1. Penggunaan *atrium-skylight* pada atap dan *void* menerus dari lantai 4 hingga dasar pada bagian tengah bangunan, sehingga diharapkan pencahayaan alami didapat dari sisi tepi bangunan dan tengah bangunan.
2. Dengan adanya *void* ditengah maka dimensi lebar ruang menjadi tipis, hanya 8 meter di masing-masing sisi (lihat gambar sketsa potongan), sehingga diharapkan cahaya bisa mencapai seluruh lebar ruang dari 2 sisi, jadi masing-masing sisi akan menerangi bidang selebar 4 meter.
3. Digunakannya bukaan jendela kaca disepanjang sisi bangunan dengan harapan memasukan secara maksimal cahaya terang langit dalam bangunan.
4. Konsep ruang kerja yang dipakai menggunakan konsep open plan tanpa dinding pembatas tinggi, sehingga pemerataan pencahayaan alami diharapkan bisa merata diseluruh bagian ruang.
5. Penggunaan warna terang pada dinding, plafon serta lantai ruangan diharapkan bisa memantulkan cahaya ke seluruh bagian dalam ruangan tersebut.



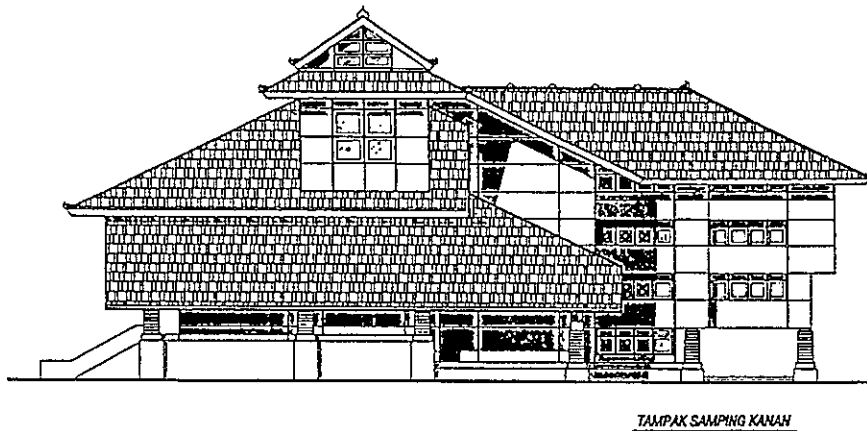
Gambar G.4.04 Denah Lt. 03 bangunan obyek penelitian
 Sumber : Konsultan Perencana PT. SWAKON Semarang



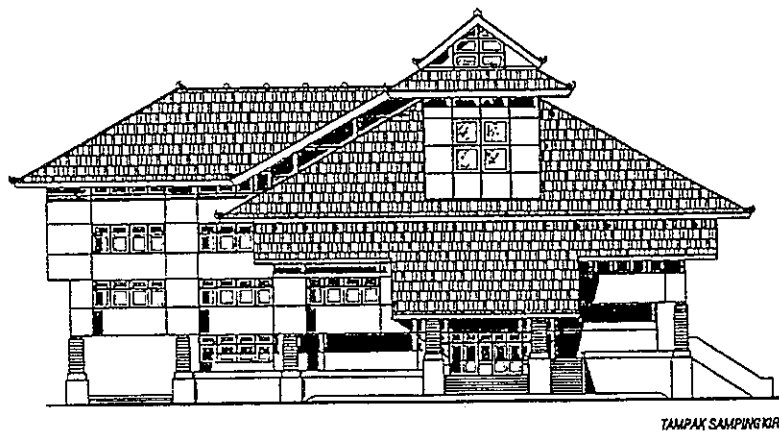
Gambar G.4.05 Denah Lt. 04 bangunan obyek penelitian
 Sumber : Konsultan Perencana PT. SWAKON Semarang



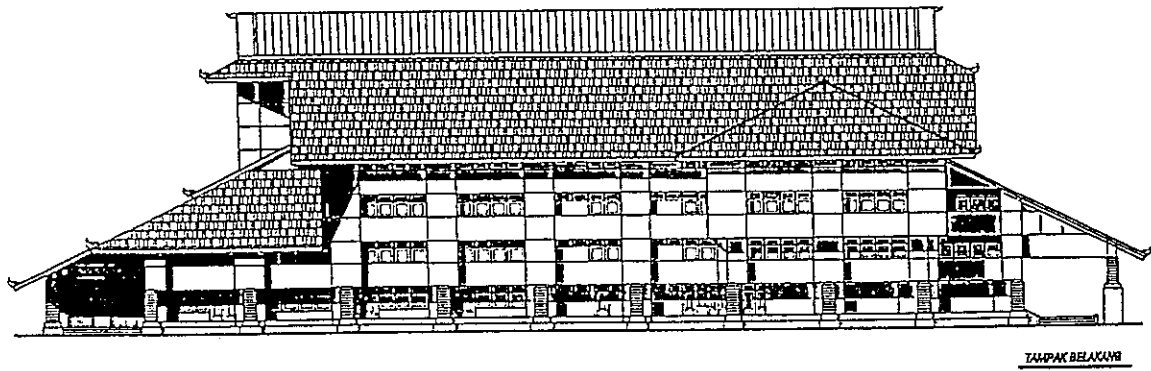
Gambar : G.4.06 Tampak Depan bangunan obyek penelitian
 Sumber : Konsultan Perencana PT. SWAKON Semarang



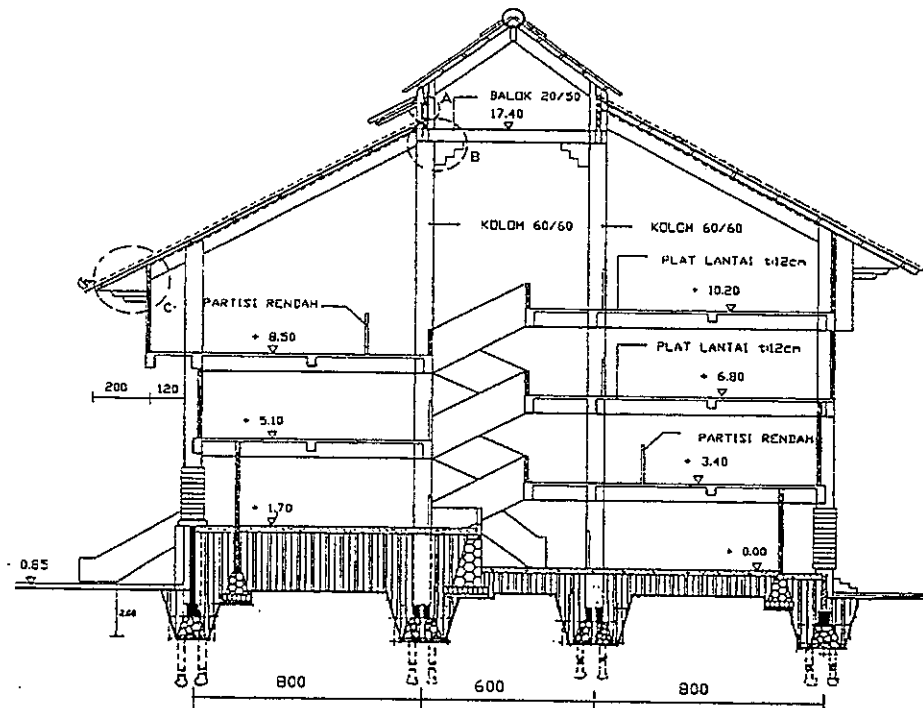
Gambar : G.4.07 Tampak Samping bangunan obyek penelitian
 Sumber : Konsultan Perencana PT. SWAKON Semarang



Gambar : G.4.08 Tampak Samping bangunan obyek penelitian
 Sumber : Konsultan Perencana PT. SWAKON Semarang



Gambar : G.4.09 Tampak Belakang bangunan obyek penelitian
 Sumber : Konsultan Perencana PT. SWAKON Semarang



Gambar : G.4.10 Potongan bangunan obyek penelitian
 Sumber : Konsultan Perencana PT. SWAKON Semarang

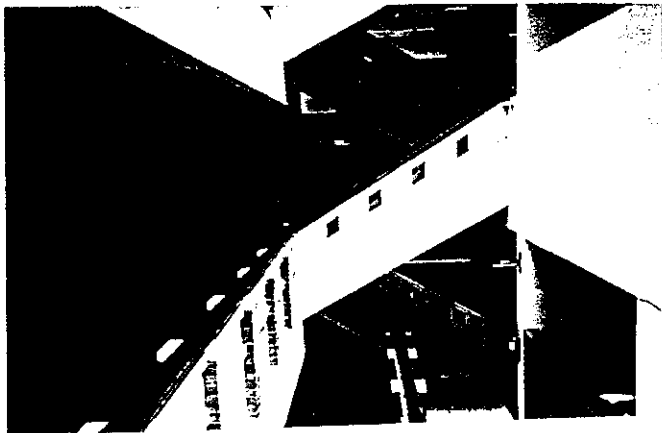
C. BENTUK DAN ELEMEN BANGUNAN OBYEK PENELITIAN

Bangunan Setwilda Kudus menawarkan alternatif disain perkantoran pemerintah. Konsep baru coba diterapkan disini untuk mempertinggi tingkat kenyamanan dan efisiensi dalam bangunan. Disain inovatif yang ditawarkan meliputi pemikiran bangunan yang modern, hemat energi dan memanfaatkan secara pasif elemen bangunan untuk mengendalikan kondisi iklim.

Elemen bangunan secara pasif berfungsi sebagai pengendali pencahayaan alami, termasuk konsep penghematan yang diterapkan karena berusaha mengurangi penggunaan pencahayaan secara aktif dengan menggunakan artificial. Elemen yang dimaksud meliputi dua bagian yaitu wujud fisik bangunan dan penggunaan bahan bangunan serta warna bahan. Pengendalian pencahayaan alami dengan fisik bangunan ikut direncanakan sejak awal perencanaan struktur bangunan agar efisiensi, efektifitas dan optimalisasi penerangan bangunan bisa dicapai (Evans, 1981).

1. *Void*

Modern, konsepnya adalah menciptakan kesan modern pada interior maupun eksterior bangunan. Interior melalui penciptaan suasana kerja yang saling kontrol dengan harapan akan tercipta aktivitas kepegawaian yang efektif. Dengan pertumbuhan efektifitas tersebut diatas dan efektifitas pergerakan maka digunakan konsep disain *split level* untuk penataan pencapaian antar lantai dan konsep *open plan* untuk ruang kerja. Dengan *split level* dimaksudkan agar pergerakan antar lantai dan ruang secara psikologis tidak dirasakan dan lebih efisien. Sedangkan konsep *open plan* digunakan agar tiap-tiap bagian akan bisa melihat kegiatan bagian lainnya, diharapkan secara psikologis akan memacu semangat kerja. Pemakaian konsep *split level* membawa konsekuensi terciptanya void diantara 2 bidang lantai. Penggunaan pola ruang seperti ini juga menyebabkan lebar ruang menjadi kecil. (lihat gb. no. F.4.04)



Gambar F.4.04

void dibagian tengah bangunan, membagi bidang bangunan menjadi 2 bagian. Lubang void mengalirkan cahaya dari skylight dan memperkecil lebar ruangan

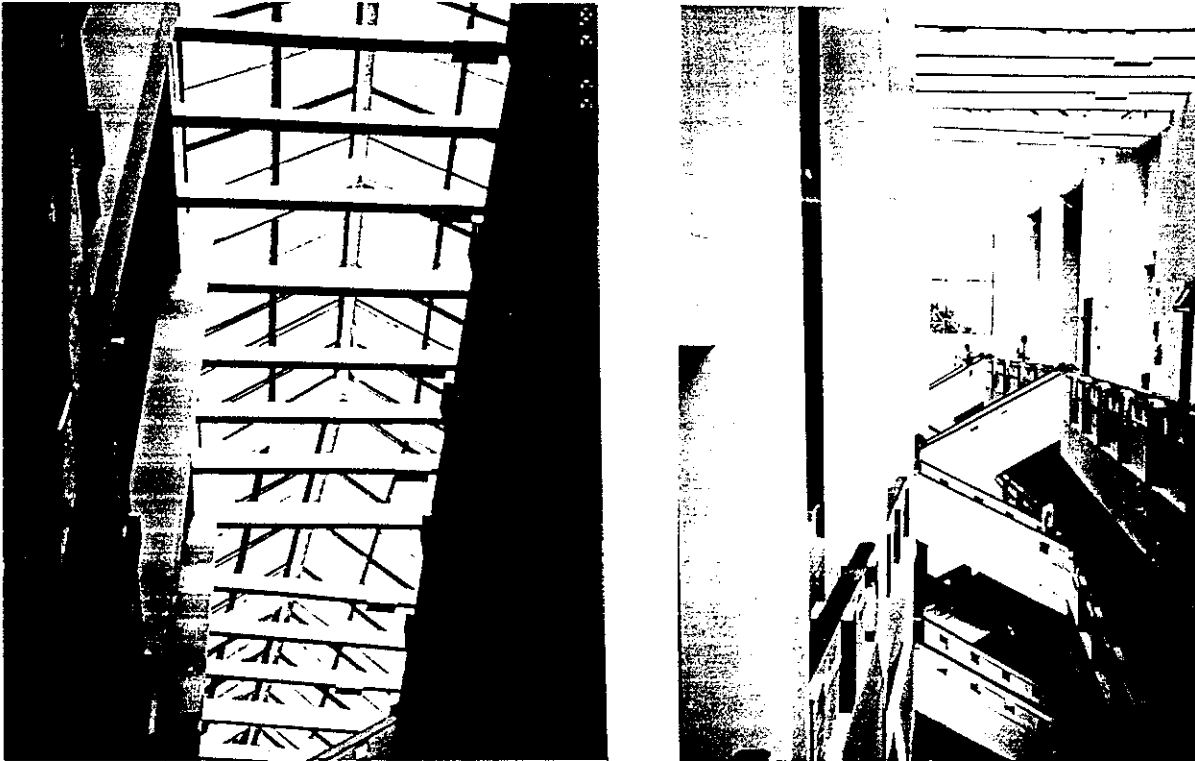
2. Skylight

Untuk tampilan eksterior digunakan *skylight*, fungsi yang ingin dicapai dengan pengadaan *skylight* ini adalah potensi pencahayaan alami yang masuk ke dalam bangunan bisa maksimal. Posisi *skylight* berada tepat dibagian atas *void*, sehingga penetrasi cahaya bisa mencapai hingga ke lantai dasar. Dengan adanya sumber cahaya dibagian tengah ini maka distribusi pencahayaan ruang bisa didapat dari 2 sisi. Sisi utara-selatan dengan cahaya dari bidang jendela sedangkan bagian tengah dari *skylight*. Dengan lebar bidang tiap lantai variasi antara 6 hingga 8 meter maka secara teoritis pemenuhan pencahayaan alami bisa dipenuhi dari kedua sumber tersebut diatas. (lihat gb. no. F.4.06)

Skylight menggunakan bahan *polycarbonat* dengan warna abu-abu dan faktor transmisi 20%. Warna abu-abu dipilih karena warna ini tidak menyebabkan perubahan warna pada bidang interior yang disinari oleh cahaya yang menembus permukaan *polycarbonat*. *Skylight* ini memiliki bentuk atap pelana dengan kemiringan atap 40°, kemiringan atap ini dimaksudkan agar dapat mengalirkan air secara cepat pada saat hujan disamping juga agar maintenance terhadap debu yang menempel pada *polycarbonat* bisa dilakukan secara alamiah melalui air hujan tersebut.

Dibawah *skylight* terdapat pergola yang berjajar dengan jarak 1,5 meter dengan

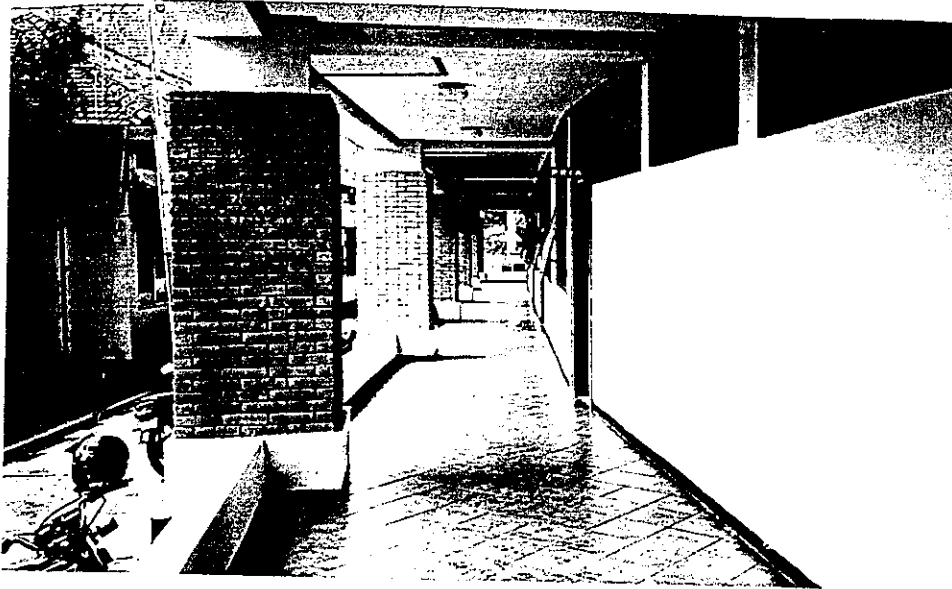
penataan tegak lurus terhadap bidang dinding. Fungsi yang diinginkan dari adanya pergola ini adalah untuk memantulkan cahaya yang masuk melalui *skylight* agar cahaya yang mencapai ruang di bawahnya adalah cahaya pantulan. Fungsi lainnya adalah untuk mengurangi panas yang muncul. (lihat gb. no. F.4.05)



Gambar F.4.05, F.4.06 *Skylight* sebagai elemen pengendalian pencahayaan alami dalam bangunan, memanjang sepanjang bangunan. *void* dibagian tengah bangunan, berada tepat dibawah *skylight*

3. Atap dan Bidang Patahan Matahari

Pembuatan sudut patahan matahari menggunakan olahan dimensi ruang antar lantai dengan lebar ditambah 120 cm setiap naik satu lantai. Bagian dasar bangunan menggunakan pola selasar keliling dengan *arcade* sebagai lalu lintas sirkulasi di luar bangunan.



Gambar F.4.07 Selasar di lantai dasar bangunan selain sebagai lalu lintas pergerakan sirkulasi, juga berfungsi sebagai arcade pematah sinar matahari dan hujan

Atap menggunakan tritisan dengan kelebaran 2 meter, hanya posisinya yang terlalu pendek dengan bidang bukaan jendela terutama di bagian yang berorientasi timur barat (R. rapat besar) menyebabkan cahaya yang masuk berkurang pada posisi matahari tinggi.

4. Bidang Bukaan

Bukaan bidang jendela menggunakan jendela *tinted glass* warna abu-abu gelap dengan ketebalan 9 mm. Kaca ini ternyata menimbulkan cahaya yang masuk berkurang cukup besar, karena cahaya yang masuk diserap hingga 50% oleh bahan kaca. Hal ini cukup merugikan dari konsep pencahayaan alami karena penetrasi cahaya yang masuk dalam ruang berkurang intensitasnya.

Bidang bukaan pada bangunan ini menggunakan jendela di seluruh bidang sisi bangunan dengan ketinggian 1 meter dari bidang lantai dan tinggi jendela setinggi 1,6 meter. Dari bidang kerja titik tertinggi jendela memiliki jarak 1,8 meter sehingga sudut jatuh cahaya pada bidang kerja memiliki sudut cahaya kurang lebih 62° , memenuhi persyaratan minimum sudut cahaya 30° .

Untuk bangunan Setwilda Kabupaten Kudus terdapat 2 jenis kaca yang dipergunakan, yaitu :

a) *Tinted glass*, abu-abu gelap

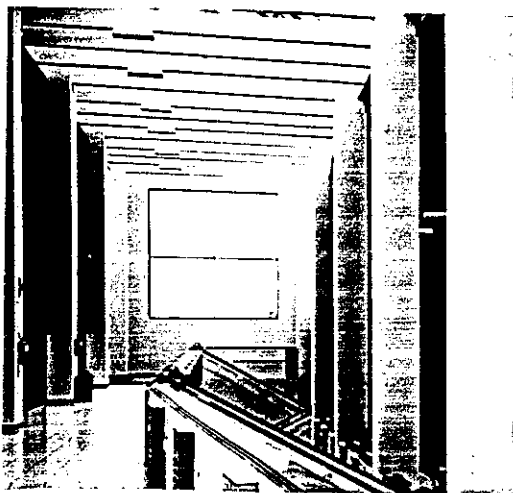
Bahan kaca ini digunakan pada bidang bangunan yang memiliki orientasi bangunan utara selatan. Jenis *tinted glass* ini memiliki ketebalan 6mm, dengan pertimbangan pemilihan karena jenis kaca ini karena bisa mereduksi cahaya berlebihan yang masuk ke dalam ruangan serta tidak menyebabkan perubahan warna pada bidang-bidang dan perlengkapan dalam ruangan. Hanya saja untuk posisi yang kurang pencahayaan akibat pembayangan dari massa bangunan lain (DPRD lama) dan sudut pematah matahari yang besar dan penggunaan kaca ini kurang tepat. Akibatnya cahaya yang sudah berkurang akan makin tereduksi kuat cahayanya setelah melalui bidang kaca ini. Khususnya di lantai 1 bangunan Setwilda Kabupaten Kudus dimana ruang utamanya pada posisi matahari rendah atau pagi hari (jam 08.00 - 09.00) kekurangan cahaya, maka penggunaan kaca bening bisa dipertimbangkan.

b) Kaca Buram/kaca susu

Kaca jenis ini memiliki spesifikasi membiaskan cahaya yang menembusnya dan bukan berfungsi sebagai kaca untuk melihat *view* ke luar bangunan. Kaca jenis ini digunakan pada bangunan yang berorientasi barat – timur pada lantai 2 sampai 4, atau pada ruang-ruang : bagian keuangan, bagian hukum dan ruang rapat besar. Pemilihan jenis ini karena pertimbangan non teknis pada perencanaan, karena posisi ruang-ruang tersebut bersebelahan dengan ruang keluarga dan kamar mandi pada bangunan pendopo atau rumah dinas bupati maka pada ruang tersebut dipilih jenis kaca yang tidak dapat digunakan untuk melihat pemandangan luar dari dalam ruang. Pemilihan bahan kaca untuk menyelesaikan kasus di atas memang tepat, hanya saja kemudian menimbulkan masalah kenyamanan visual di dalam

bangunan. Masalah yang muncul adalah karena posisi ruang-ruang yang menggunakan kaca ini berorientasi barat-timur. Akibatnya pada saat pagi dan setelah matahari mencapai posisi tinggi bidang kaca ini akan menerima cahaya matahari langsung. Cahaya yang kuat dari pencahayaan langsung ini akan dibiaskan oleh bidang kaca, pengguna ruang yang dekat dengan jendela akan mengalami kondisi menyilaukan. Pada kondisi di lapangan kaca-kaca ini ditutup dengan kertas roti untuk menghindari silau khususnya bidang yang menghadap ke arah barat, pada lantai 2 dan 3. Untuk lantai 4 digunakan penutup korden untuk menghindari silau dari kaca.

Pada bidang arah barat-timur terdapat jendela besar dengan dimensi 2,4 x 2,4 dari bahan kaca bening. Bidang ini digunakan untuk memasukkan cahaya matahari secara maksimal pada bidang *void* karena letaknya memang sejajar dengan lubang *void* yang ada. Hanya saja pada saat matahari rendah di posisi barat maupun timur menimbulkan silau pada bidang selasar di lantai 4 dan lantai 3. (lihat gb. F.4.08)



Gambar F.4.08
Jendela pada sisi barat-timur di bagian tengah, membantu memasukkan cahaya dalam bangunan. Hanya saja untuk yang arah barat menimbulkan silau dalam ruang, khususnya di koridor lantai 04 dan lantai 03

15. Interior

Untuk interior warna ruang didominasi warna putih yang berfungsi untuk memantulkan cahaya yang masuk secara maksimal. Pantulan cat warna putih berkisar 80 % - 90 % sehingga bisa mengurangi beban pencahayaan buatan dalam ruang. Warna putih meliputi bidang lantai dengan bahan keramik, dinding batu bata plester dan plafon beton ekspose.



Gambar F.4.09 Elemen-elemen ruang lantai, plafon ekspose dan dinding diberi warna putih, untuk memantulkan cahaya secara maksimal ke seluruh bagian ruang

Untuk bidang partisi menggunakan bahan multiplek *finishing* vernis dengan warna coklat tua menyerap cahaya sampai kurang lebih 60 %. Untuk ruang-ruang dengan partisi ketinggian sampai plafon pencahayaan pada jarak 3 meter cahaya berkurang tingkat penerangannya akibat pantulan cahaya pada bidang partisi hanya 40 %. Plafon di lantai paling atas (lantai 3 dan lantai 4) menggunakan lambersiring bahan kayu jati warna alami, berfungsi untuk mereduksi cahaya yang masuk melalui bidang *skylight*. Plafon berwarna gelap memiliki kontribusi hingga 51 % mereduksi efektifitas cahaya yang masuk ke dalam ruang tersebut. Cahaya yang masuk melalui *skylight polycarbonat* intensitas cahayanya sangat besar kurang lebih 30 % dari intensitas cahaya terang langit sehingga menimbulkan silau terutama pada selasar lantai 4 dan lantai 3. Pada bidang kerja di lantai 4 dan lantai 3 intensitas cahaya yang tinggi cukup direduksi oleh bidang plafon yang berwarna gelap.

BAB V

ANALISIS PENELITIAN

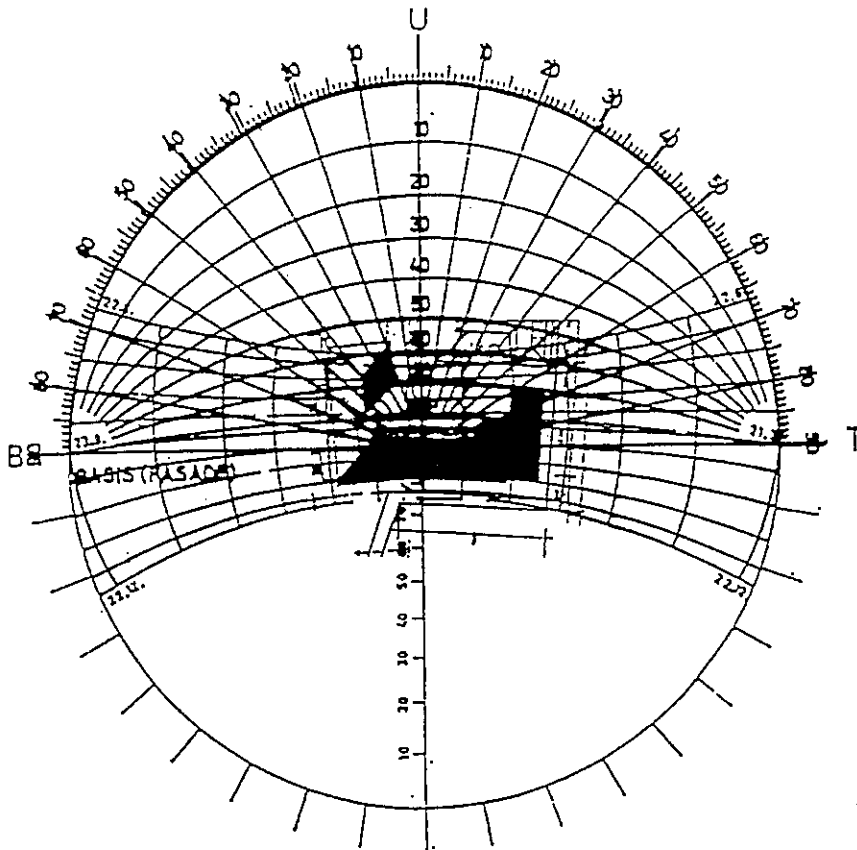
A. FAKTOR-FAKTOR PENGARUH PENCAHAYAAN ALAMI PADA BANGUNAN OBYEK PENELITIAN

1. Orientasi Bangunan Terhadap Orientasi Matahari

Penetapan orientasi bangunan adalah salah satu unsur penting yang perlu mendapat perhatian. Orientasi bangunan adalah salah satu unsur faktor pengendali pencahayaan alami pada suatu bangunan. Penetapan orientasi akan menentukan bentuk dan dimensi dari faktor pengendali lainnya, seperti bentuk overhang atau tritisan, dimensi jendela (bidang bukaan), bahkan pengaturan penempatan posisi ruang sesuai dengan fungsi dan aktivitasnya. Orientasi bangunan ini juga berkait dengan posisi perletakkan bangunan terhadap massa bangunan lainnya. Adanya massa bangunan lain di sekitar bangunan yang direncanakan akan menimbulkan pembayangan akibat sudut jatuh pencahayaan alami baik vertikal maupun horisontal terhalang massa bangunan tersebut. Jarak yang terlalu dekat tentu akan merugikan bila arah datang cahaya tidak diperhitungkan. Pembayangan akan menyebabkan intensitas penerangan dalam ruang akan berkurang. Perlu suatu perencanaan yang bijaksana untuk pengaturan posisi bangunan dan faktor pengendali pencahayaan alami pada kasus-kasus yang khusus tersebut. Sudut jatuh matahari harus diperhitungkan terhadap pembentuk bayangan pada bidang bangunan baik bayangan vertikal maupun horisontal.

Untuk kasus bangunan Setwilda kabupaten Kudus orientasi bangunan memiliki 2 bagian bangunan dengan 2 orientasi massa yang berbeda. 1 sisi berorientasi ke arah barat-timur dan bagian lainnya berorientasi pada arah utara-selatan. Dari arah orientasi yang ada maka kita bisa menentukan sudut pembayangan untuk bangunan

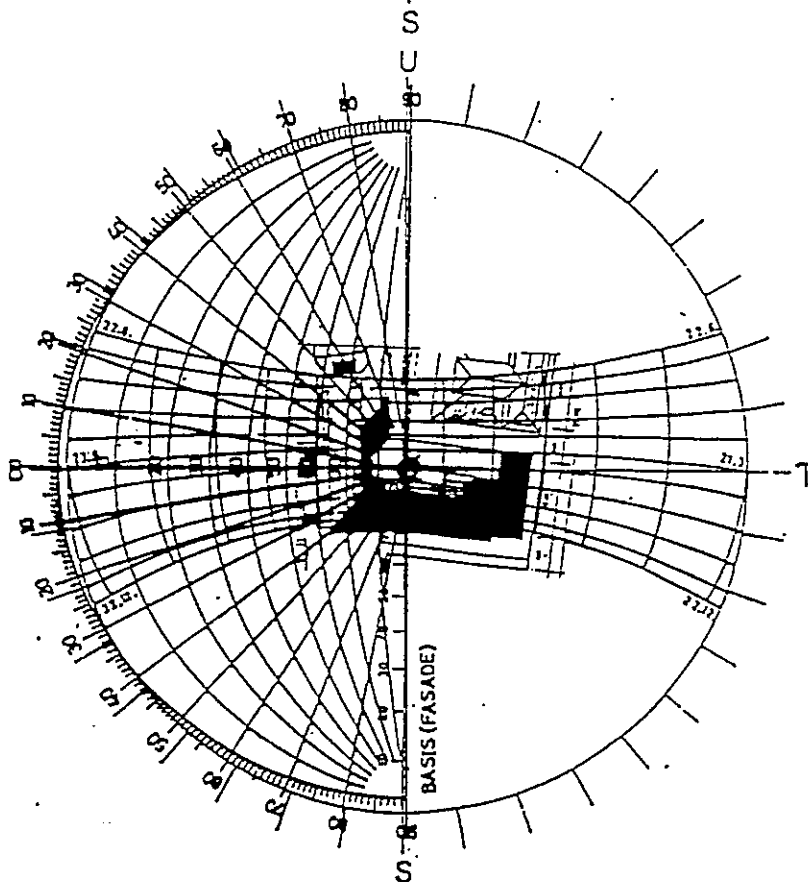
ini. Letak kota Kudus pada posisi 6° LS, untuk mencari pembayangan maka kita gunakan diagram posisi 6° Selatan dan dengan bantuan diagram pembayangan .



Gambar G.5.01

Diagram matahari dan diagram pembayangan untuk mencari bayangan pada sisi bangunan sebelah Utara-Selatan

Sumber : hasil interpretasi peneliti

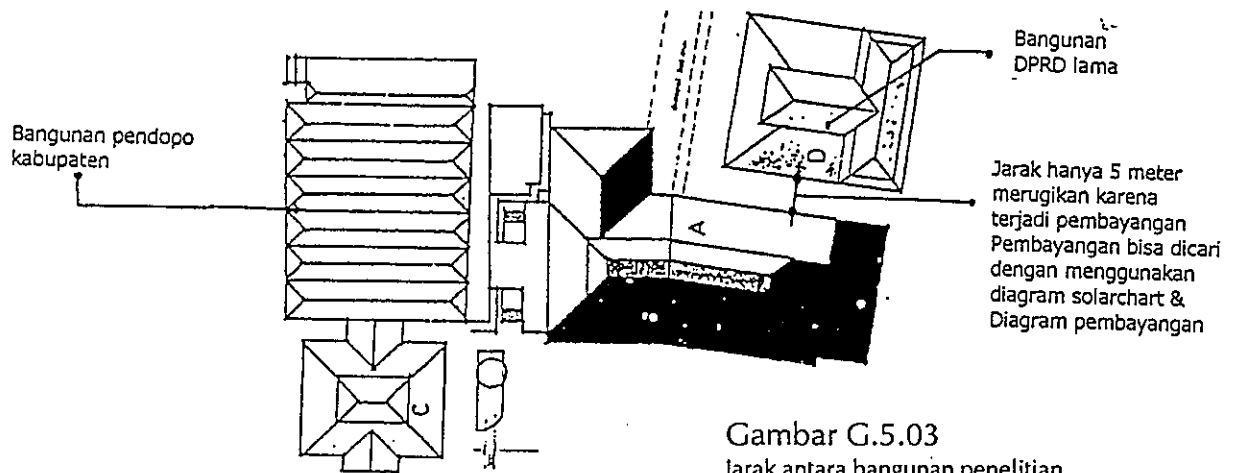


Gambar G.5.02

Diagram matahari dan diagram pembayangan untuk mencari bayangan pada sisi bangunan sebelah Timur-Barat

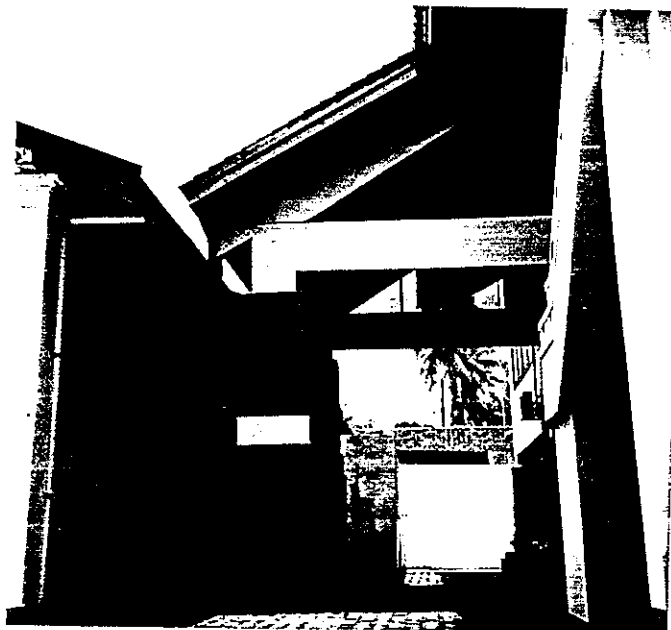
Sumber : hasil interpretasi peneliti

Letak massa bangunan juga berdekatan dengan massa bangunan lain di dalam kompleks kabupaten Kudus. Di bagian barat massa bangunan berhimpitan dengan bangunan pendopo dan di bagian timur berdekatan dengan bangunan DPRD lama.

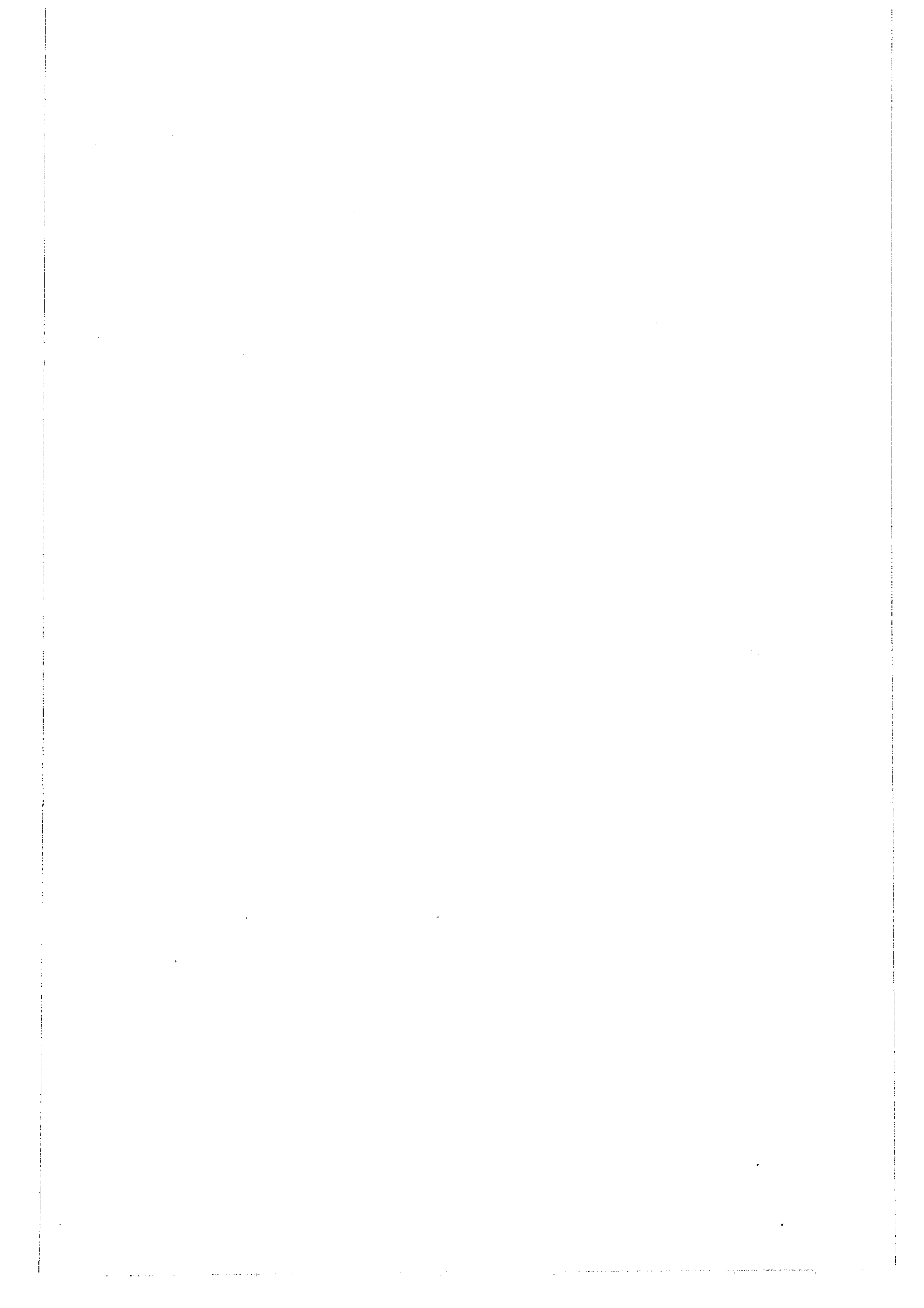


Gambar G.5.03
Jarak antara bangunan penelitian dengan gedung DPRD lama

Sisi barat bangunan berbatasan dengan bangunan pendopo kabupaten yang memiliki ketinggian bangunan 1 lantai. Letaknya tepat di bagian depan *entrance hall*. Ruang *entrance hall* dalam bangunan Setwilda Kudus cukup tinggi, karena pencahayaan pada ruang ini mendapat distribusi dari bidang *void* yang meneruskan cahaya dari bidang *skylight*.



Gambar F.5.01
Pada sisi barat bangunan Setwilda Langsung berhimpitan dengan bangunan pendopo kabupaten



Sisi timur bangunan Setwilda Kudus berbatasan dengan gedung DPRD lama. Gedung DPRD ini merupakan bangunan 2 lantai dengan jarak antar bangunan hanya 5 meter. Posisi massanya akan menimbulkan pembayangan terhadap ruang-ruang di dalam bangunan Setwilda Kabupaten Kudus ini khususnya di lantai dasar.



Gambar F.5.02

Pada sisi timur berdekatan dengan bangunan DPRD lama dengan jarak kurang lebih 5 meter

T.5.01 Sudut Jatuh Matahari Dinding Utara - Selatan

**Sudut jatuh matahari
dinding UTARA - SELATAN**

BULAN	22 JUNI		21 MARET		22 DESEMBER	
	HORISONTAL	VERTIKAL	HORISONTAL	VERTIKAL	HORISONTAL	VERTIKAL
JAM						
8.00	28	28	4	28	24	28
9.00	34	48	7	48	25	45
10.00	45	58	13	58	30	58
11.00	64	75	24	76	47	75
12.00	84	88	54	88	80	88
13.00	68	84	30	82	60	78
14.00	50	74	15	73	36	62

T.5.02 Sudut Jatuh Matahari Dinding Timur - Barat

**Sudut jatuh matahari
dinding TIMUR-BARAT**

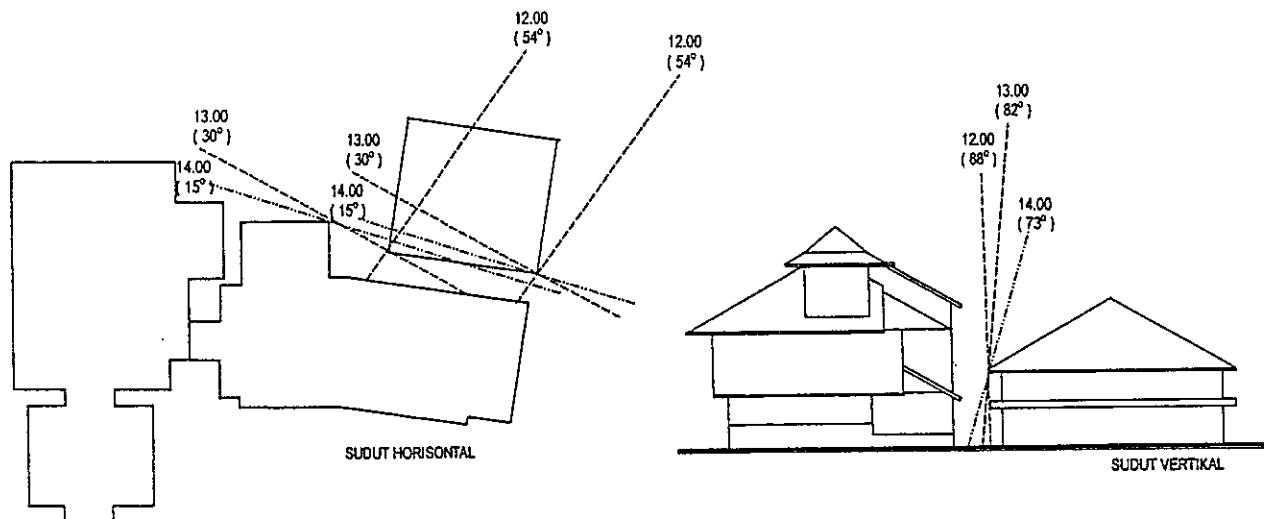
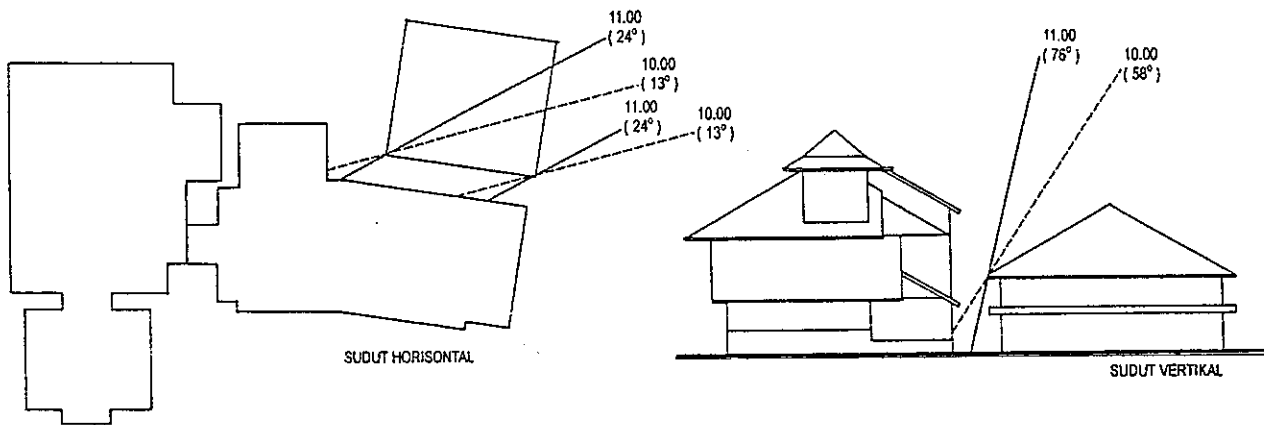
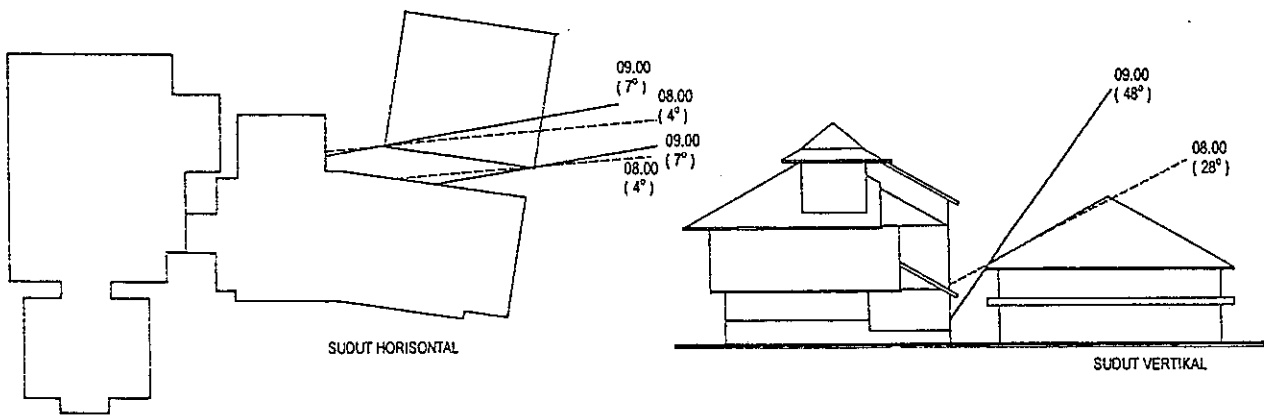
BULAN	22 JUNI		21 MARET		22 DESEMBER	
	HORISONTAL	VERTIKAL	HORISONTAL	VERTIKAL	HORISONTAL	VERTIKAL
JAM						
8.00	62	40	86	82	67	52
9.00	57	50	84	83	66	65
10.00	48	58	80	85	60	70
11.00	30	60	70	85	55	72
12.00	8	62	20	85	20	75
13.00	20	60	60	85	35	75
14.00	42	58	75	85	55	72

DATA : Hasil perhitungan peneliti

DIAGRAM : Sudut jatuh matahari pada bangunan setwilda Kudus

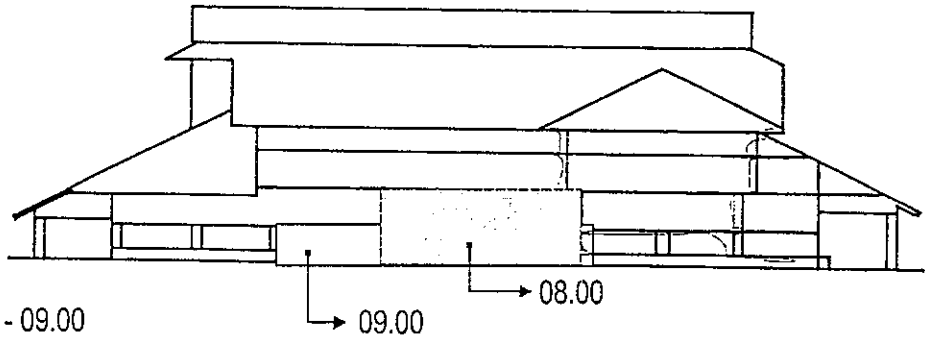
Gambar G.5.04

Sudut Matahari
Bulan : 21 Maret

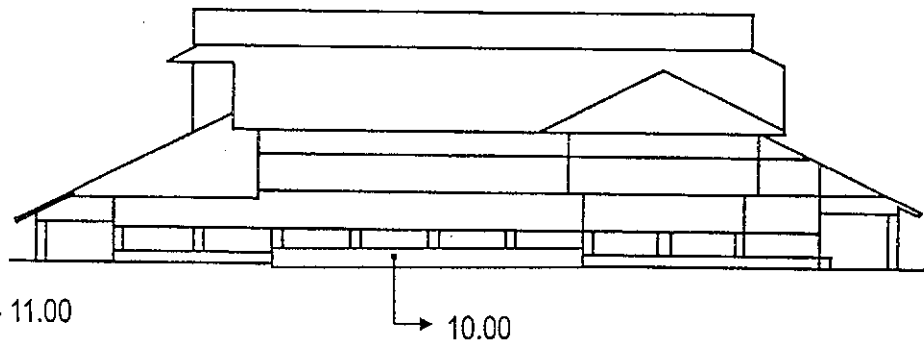


Sumber : hasil analisis peneliti

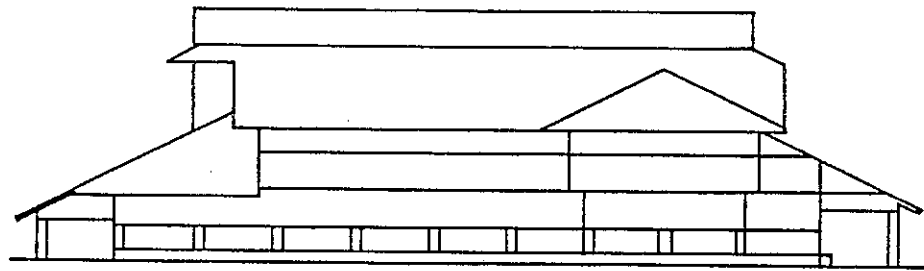
Pembayangan Matahari
Bulan : 21 Maret



Waktu Pengukuran jam 08.00 - 09.00



Waktu Pengukuran jam 10.00 - 11.00

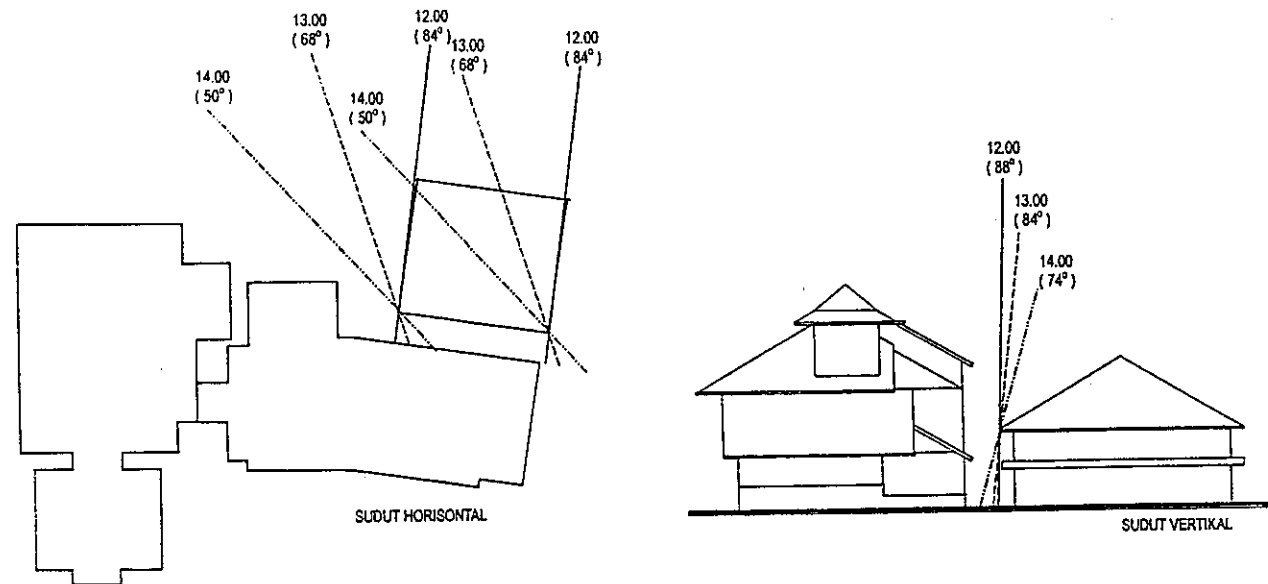
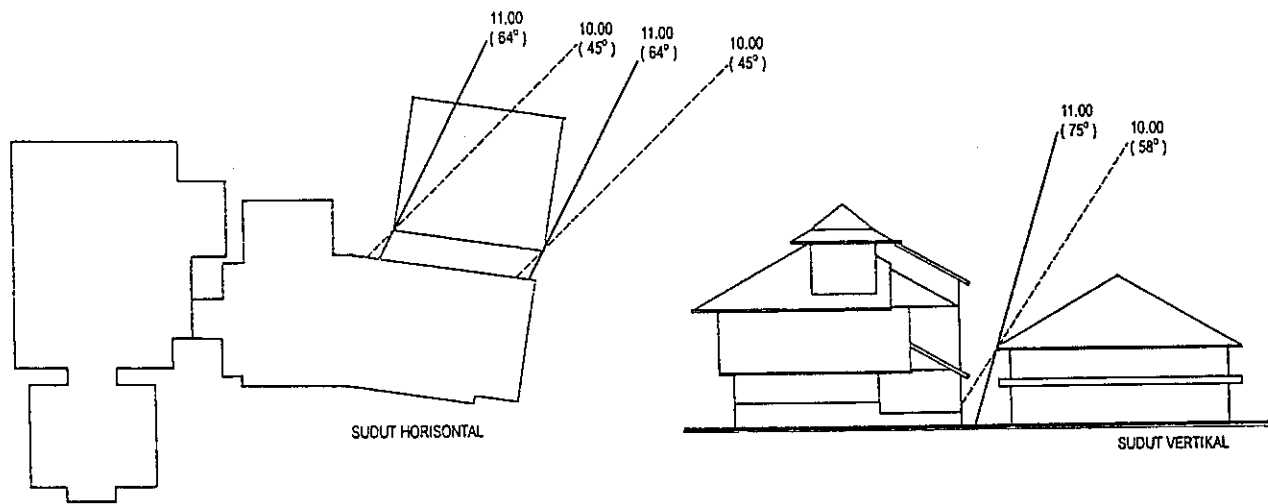
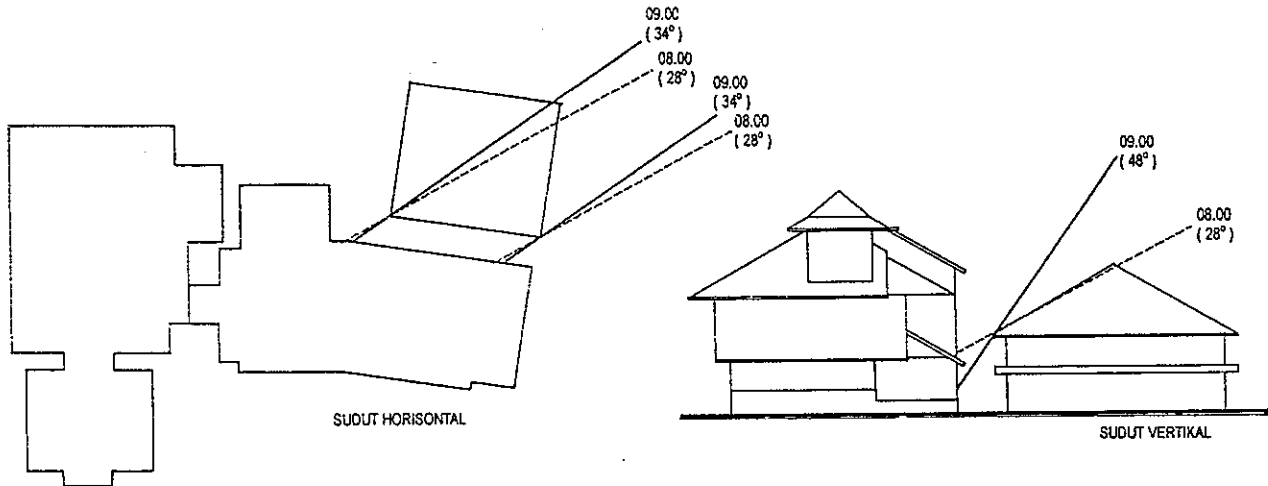


Waktu Pengukuran jam 13.00 - 14.00

Sumber : hasil analisis peneliti

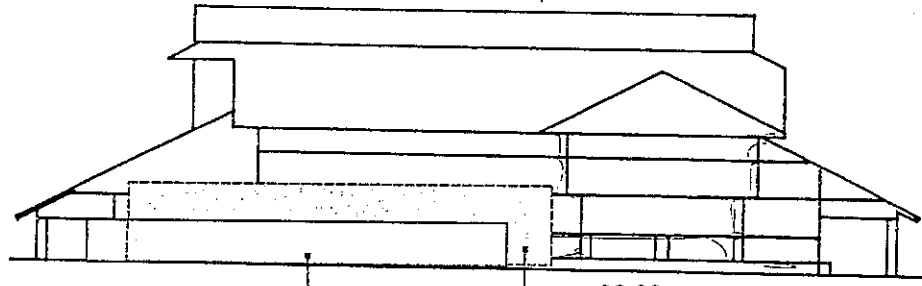
Gambar G.5.05

Sudut Matahari
Bulan : 22 Juni

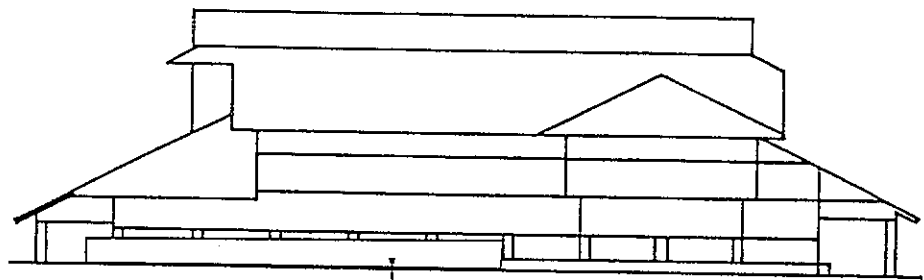


Sumber : hasil analisis peneliti

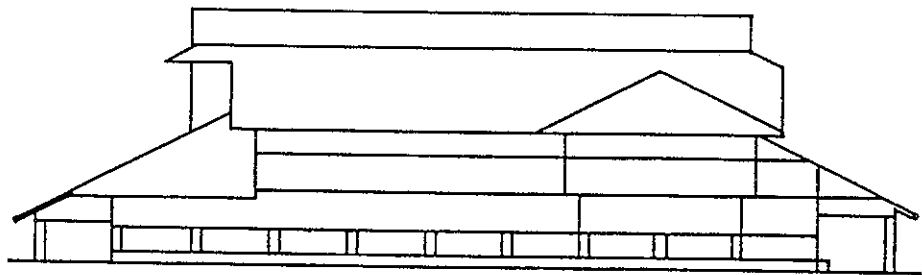
Pembayangan Matahari
Bulan : 22 Juni



Waktu Pengukuran jam 08.00 - 09.00



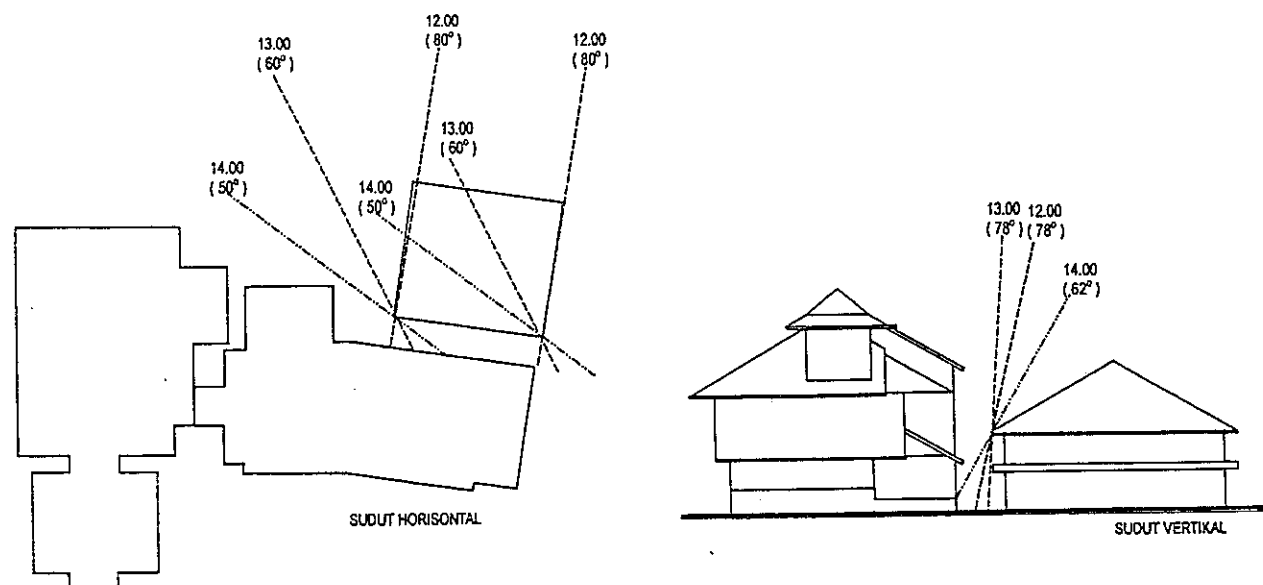
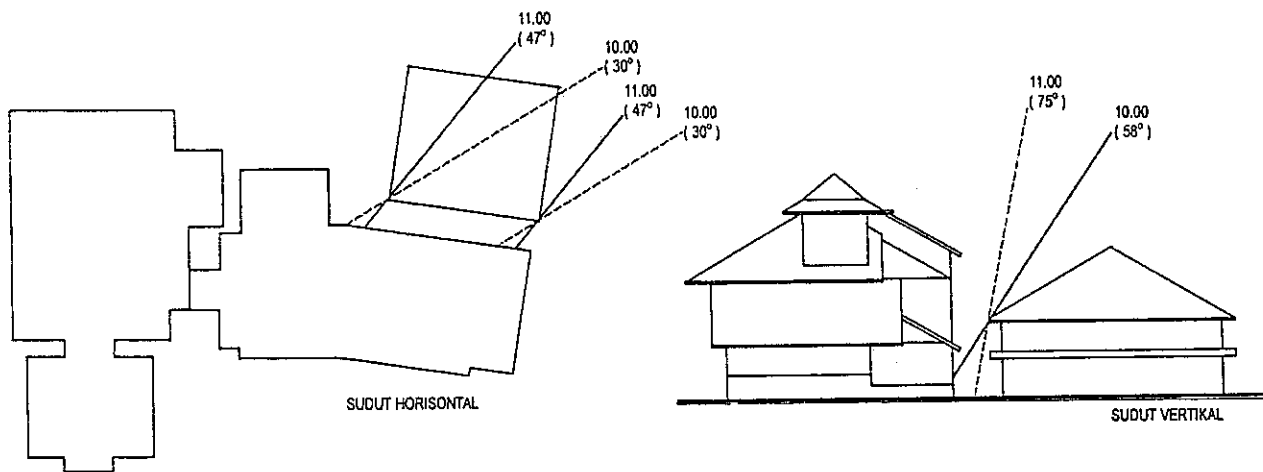
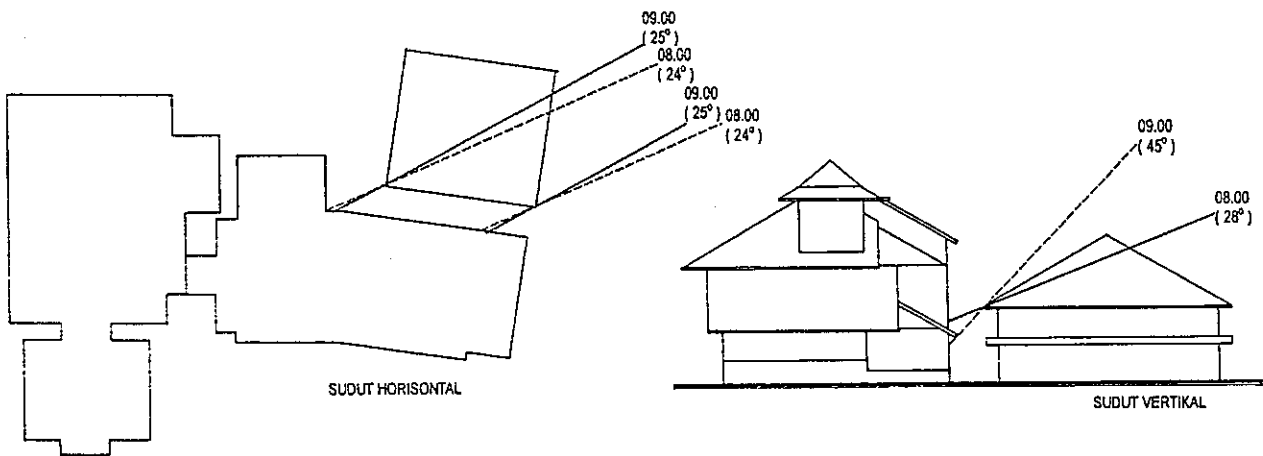
Waktu Pengukuran jam 10.00 - 11.00



Waktu Pengukuran jam 13.00 - 14.00

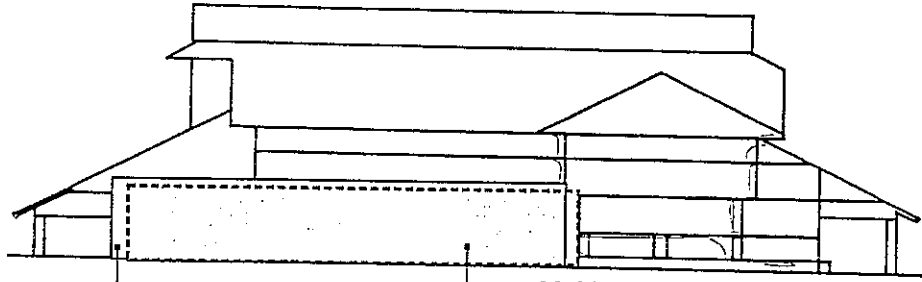
Sumber : hasil analisis peneliti

Gambar G.5.06
 Sudut Matahari
 Bulan : 22 Desember

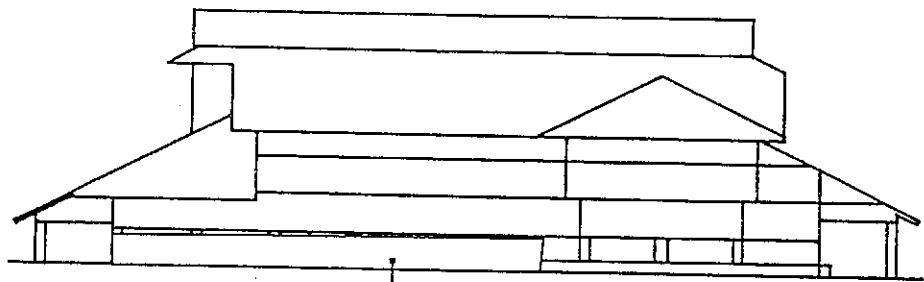


Sumber : hasil analisis peneliti

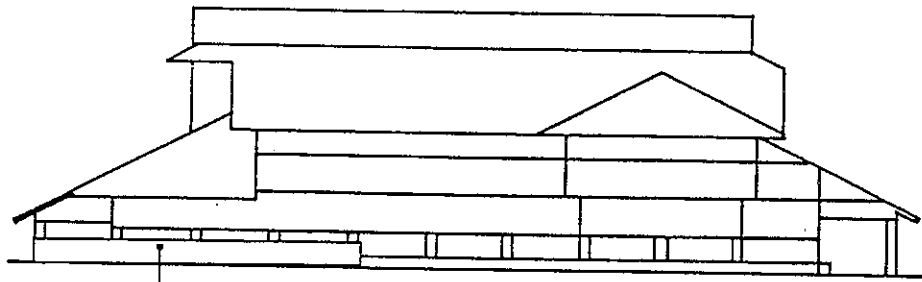
Pembayangan Matahari
Bulan : 22 Desember



Waktu Pengukuran jam 08.00 - 09.00 → 09.00 → 08.00



Waktu Pengukuran jam 10.00 - 11.00 → 10.00



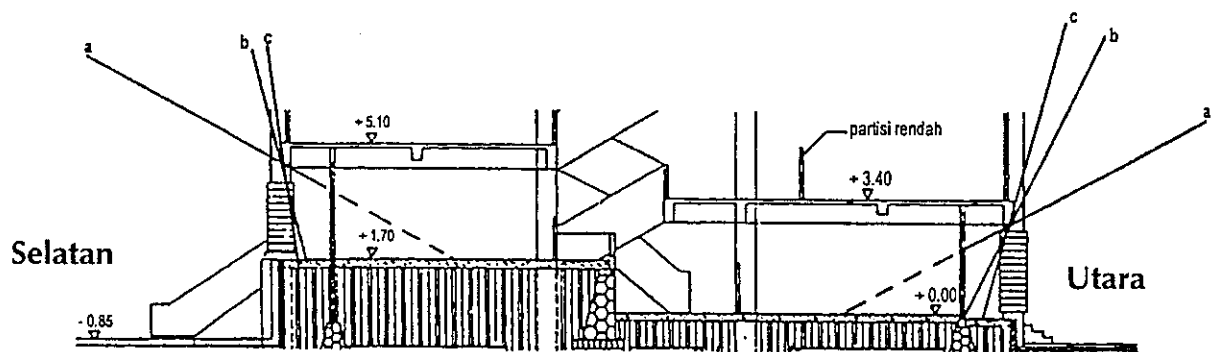
Waktu Pengukuran jam 13.00 - 14.00 → 14.00

Sumber : hasil analisis peneliti

2. Bidang Pematah Sinar Matahari

Pada bangunan Setwilda Kabupaten Kudus ini sudut pematah matahari menggunakan bidang-bidang lantai bangunan di atasnya. Jadi pada posisi lantai 1 terdapat selasar yang berbentuk *arcade*, yang memiliki fungsi sebagai pelindung aktivitas lalu lintas pengguna maupun pematah matahari dengan lebar bidang 1,6 meter as.

Bila mengacu pada sudut jatuh matahari yang dihitung dengan penggunaan diagram matahari maka akan didapatkan sudut pembayangan untuk posisi lantai satu, sebagai berikut :



- a. Sudut 28° , terjadi pada jam 08.00 cahaya matahari langsung menembus ke dalam ruang.
 - b. Sudut 75° , jam 11.00
 - c. Sudut 81° , jam 13.00
- b dan c cahaya langsung tidak masuk ke dalam ruang.

Gambar G.5.07, Sudut patahan matahari pada lantai 01

Pada pukul 08.00 cahaya tidak masuk ruang karena cahaya terhalang bidang dinding di atas lubang cahaya efektif (jendela). Pada sudut cahaya pukul 11.00 dengan sudut 75° , cahaya mengenai bidang selasar di luar bangunan. Cahaya yang masuk ke ruang merupakan cahaya pantulan (*external Reflected component*). Adanya ERC ini memperbesar/meningkatkan intensitas cahaya dalam ruang.

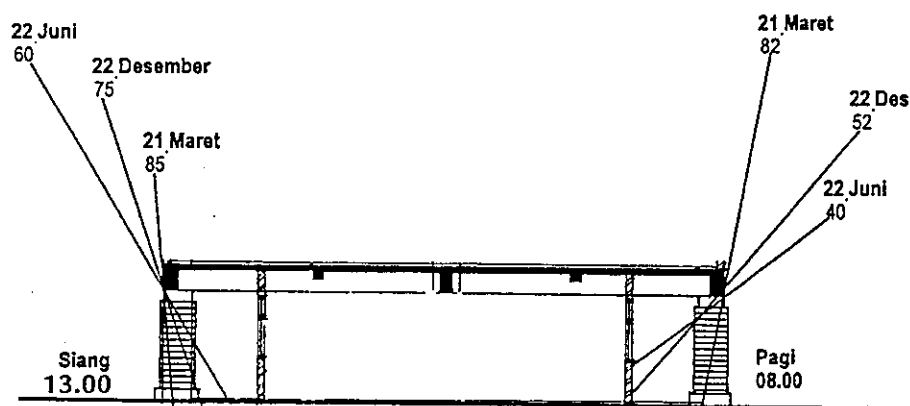
Pada sudut cahaya pukul 13.00 dengan sudut cahaya 81° , menyebabkan sudut pantul juga besar (sudut datang = sudut pantul). Bila melihat hasil analisis grafis ini memperlihatkan bahwa pada bidang sebelah selatan pantulan dari bidang selasar

tidak langsung masuk ke dalam ruang tetapi memantul ke bidang plafond selasar dulu sebelum masuk ke dalam ruang. Sedangkan pada dinding utara melihat posisi sudutnya, cahaya dapat langsung memantulkan cahaya ke dalam ruang. Akibat kondisi ini maka intensitas cahaya dalam ruang yang memiliki intensitas cahaya terbesar pada posisi pukul 10.00-11.00.

Untuk bangunan yang berorientasi timur-barat, pengukuran dilakukan dengan interval waktu pagi/siang. Waktu pagi diukur pada sisi sebelah timur sedangkan waktu siang diukur pada sisi sebelah barat.

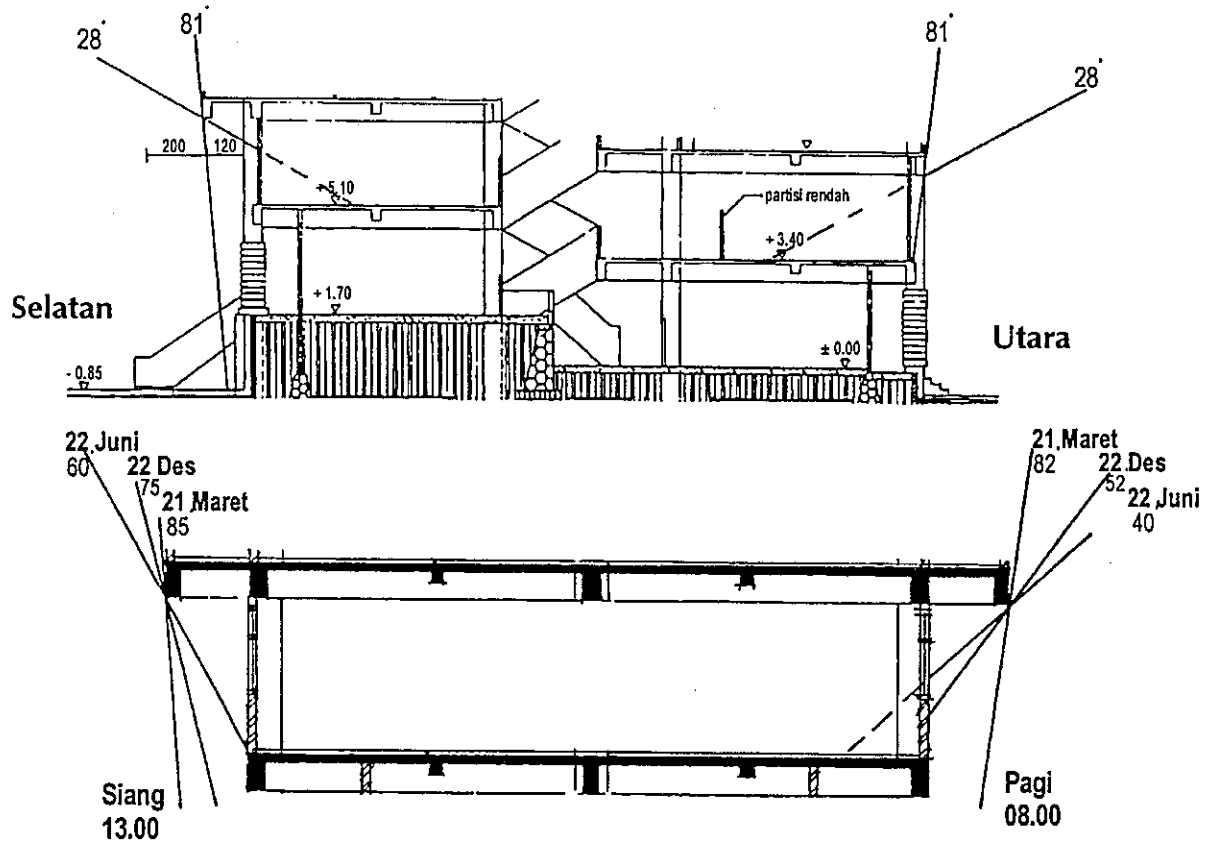
Dari pengukuran memperlihatkan bahwa pada sisi sebelah timur, untuk bulan Juni dan Desember cahaya tidak langsung masuk melalui lubang cahaya efektif, dan pada sisi ini intensitas cahaya akibat ERC berkurang. Pada bulan Maret terjadi pemantulan akibat cahaya langsung matahari dan masuk ke dalam ruang.

Pada sisi sebelah barat (siang hari) pada 3 bulan pengukuran sudut matahari memperlihatkan bahwa tidak ada pencahayaan langsung matahari yang masuk ruang, tapi terdapat pemantulan pada bidang dasar di luar bangunan. Dari kondisi ini dapat diambil kesimpulan bahwa pada kondisi siang hari akan memiliki intensitas cahaya tinggi (13.00-14.00).



Gambar G.5.08, Sudut patahan matahari lantai 01 orientasi T-B
Sumber : hasil interpretasi peneliti

Lantai 2 dan 3, bidang pematah matahari menggunakan bidang lantai di atasnya dengan lebar 1,2 meter. Dengan mengacu pada sudut jatuh matahari yang dihitung dengan penggunaan solar chart maka akan didapatkan sudut pembayangan untuk posisi lantai dua dan tiga, sebagai berikut :

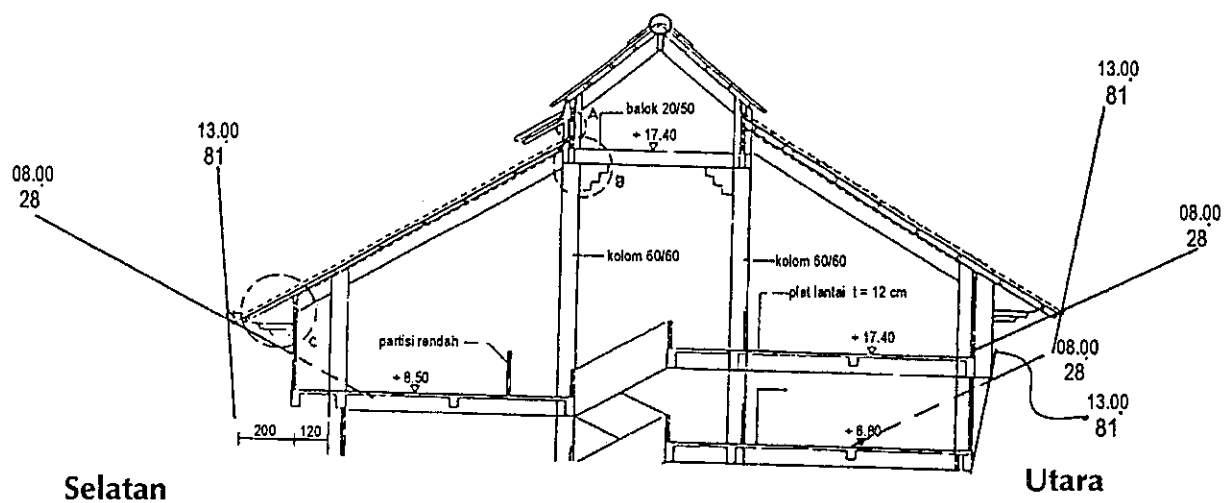


Gambar G.5.09, Sudut pematah matahari lantai 02
 Sumber : hasil interpretasi peneliti

Untuk lantai 02 pada posisi pagi hari (sudut 28°) terdapat cahaya matahari langsung yang masuk ke dalam ruang, sedangkan pada jam 11.00 dan 13.00 dengan sudut besar 75° dan 81° cahaya langsung matahari tidak masuk ke dalam ruang. Bidang pemantul cahaya juga tidak terdapat sehingga pada kondisi ini pada lantai 02 hanya mendapatkan pencahayaan dari *sky component* (SC).

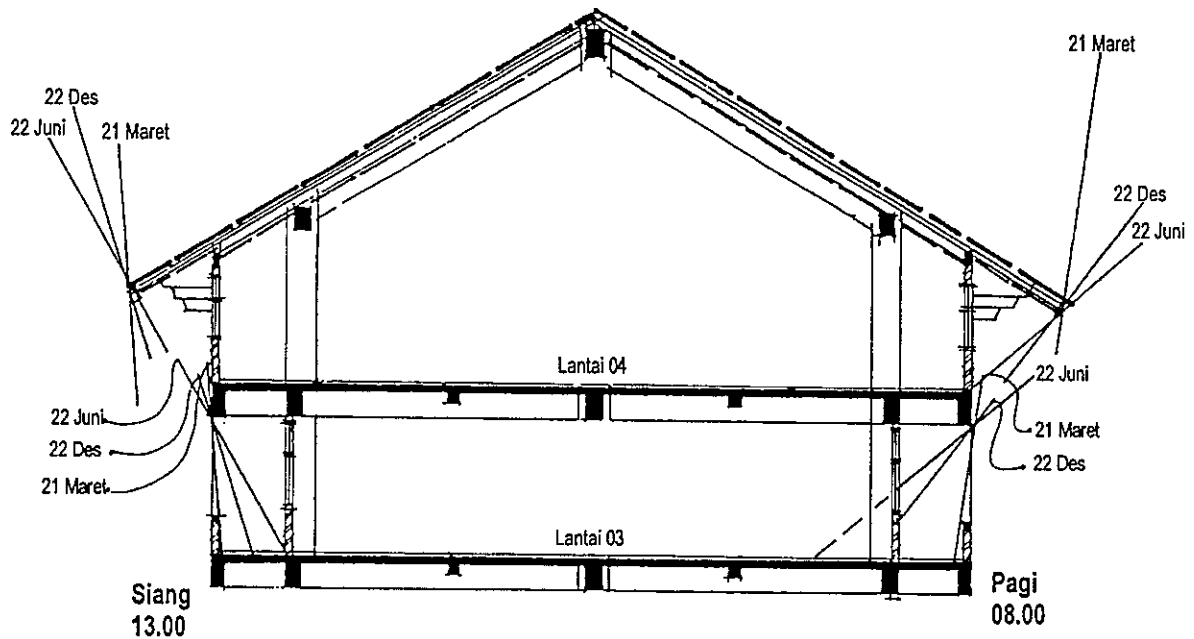
Lantai 02 baik pada kondisi pagi dan siang cahaya langsung matahari tidak masuk ke dalam bangunan dan juga tidak terdapat cahaya yang masuk akibat bidang pantulan. kecuali pada pagi (08.00) pada bulan 22 Juni dengan sudut 40° . Dari kondisi ini maka ruang pada lantai 02 akan mendapatkan pencahayaan dari faktor *sky component*.

Lantai 3 dan 4, bidang pematah matahari menggunakan tritisan atap dengan lebar 1,2 meter. Maka bila mengacu pada sudut jatuh matahari yang dihitung dengan penggunaan *solar chart* maka akan didapatkan sudut pembayangan untuk posisi lantai satu, sebagai berikut :



Gambar G.5.10 Sudut pematah matahari lantai 03 & 04 orientasi U-S

Sumber : hasil interpretasi peneliti



Gambar G.5.11 Sudut pematah matahari lantai 03 & 04 orientasi T-B
 Sumber : hasil interpretasi peneliti

Pada lantai 03 sisi sebelah selatan, pada pukul 08.00 dengan sudut 28° cahaya matahari langsung masuk ke dalam ruang sehingga pada kondisi ini intensitas cahaya dalam ruang lebih tinggi di bandingkan kondisi lainnya. Hal ini berlaku juga untuk kondisi sebelah utara dari bangunan.

Pada lantai 04 tidak terdapat cahaya matahari langsung yang masuk ke dalam bangunan.

Pada lantai 03 terdapat bidang selasar di luar yang berfungsi sebagai bidang pemantul terhadap cahaya matahari yang menyimpannya, akibatnya intensitas cahaya dalam ruang ini tinggi.

Pada lantai 04 tidak terdapat cahaya matahari langsung yang masuk ke dalam bangunan, hal ini karena tritisan yang terbentuk terlalu rendah.

3. Jendela

Lebar dan tinggi lubang jendela akan menentukan banyaknya cahaya yang masuk ke dalam ruangan dan kedalaman penetrasi cahaya dalam ruangan. Massa bangunan Setwilda Kabupaten Kudus ini memiliki bidang lubang cahaya di sepanjang bidang dinding. Lebar jendela untuk masing-masing modul kolom adalah 4 meter dengan ketinggian jendela 1,6 meter. Posisi ketinggian ambang bawah jendela adalah 0,8 meter dari bidang lantai bangunan.

Dimensi jendela juga menentukan efektifitas sudut ruang untuk posisi membaca pada bidang kerja. Sudut datang cahaya yang efektif adalah bila membentuk sudut lebih besar dari 20° pada bidang kerja. Dengan sudut cahaya datang lebih besar dari 20° maka bayangan yang terbentuk pada bidang kerja karena posisi tangan yang menulis tidak panjang, sehingga efektifitas bidang kerja tinggi.

Untuk mengetahui efektifitas bidang kerja yang dibentuk oleh dimensi jendela, perlu dilakukan analisa perhitungan sudut. Untuk sampel ruang digunakan ruangan dengan lebar 8 meter, dengan asumsi ruang ini bisa mewakili lebar ruang yang lebih kecil dan ruang yang lebih kecil akan memiliki sudut lebih besar daripada ruang dengan lebar 8 meter. Untuk posisi bidang kerja diambil titik ukur sesuai standart DPU, yaitu posisi $1/3$ lebar ruang untuk yang dekat lubang cahaya dan $2/3$ lebar ruang untuk posisi efektif di tengah ruangan.

Menurut Neufert (1977), dimensi lubang jendela dengan perbandingan $1/3$ sampai $1/6$ dari dimensi ruang baru akan efektif menaikkan intensitas cahaya dalam ruang. Pada obyek penelitian ruang kerja *open plan*, ruang mendapatkan pencahayaan dari 2 sumber cahaya, yaitu lubang jendela dan lubang *void* dari bidang *skylight*. Dengan konsep ini maka lubang cahaya efektif adalah :

Asumsi ruang dihitung 1 modul kolom, dengan dimensi bidang ruang kerja $6 \times 8 = 48 \text{ m}^2$ dan $6 \times 6 = 36 \text{ m}^2$.

asumsi lubang cahaya : jendela = $1,6 \times 4$ = $6,4 \text{ m}^2$
 skylight = $6 \times 1,2$ = $7,2 \text{ m}^2$

sehingga total dimensi sumber cahaya : $6,4 + 7,2 = 13,6 \text{ m}^2$

didapatkan perbandingan antara dimensi lubang sumber cahaya dengan dimensi ruang kerja, adalah: $13,6 / 36 = 0,378$

$$13,6 / 48 = 0,283$$

sedangkan standard pada luasan antara $1/3 - 1/6$ atau $0,333 - 0,166$, maka untuk bangunan obyek penelitian ini dimensi lubang cahayanya dapat memberikan pengaruh terhadap naiknya intensitas cahaya dalam ruang.

Bahan dan jenis kaca penutup jendela juga mempengaruhi besarnya cahaya yang masuk ke dalam ruangan. Terdapat bidang kaca yang bisa meneruskan cahaya sampai 100% seperti kaca bening, tapi ada juga yang memiliki ukuran prosentase tertentu dalam meneruskan cahaya ke dalam ruangan.

4. *Skylight*

Pada bangunan Setwilda Kabupaten Kudus *skylight* terletak memanjang di sepanjang bangunan, dengan arah membujur dari arah timur ke barat. Bahan penutup yang digunakan adalah bahan *polycarbonat* dengan ketebalan 6 mm, warna *grey* (abu-abu) dengan spesifikasi meneruskan cahaya sebesar 20 %. *Skylight* memakai bentuk atap pelana dengan kemiringan sudut 40° .

Letaknya yang memanjang di atas atap bangunan dengan orientasi sesuai dengan lintasan matahari, sehingga sepanjang matahari beredar akan mendapatkan cahaya dari matahari. Pada saat matahari pada posisi tinggi maka ruangan di dalamnya akan menerima penetrasi cahaya secara langsung, sehingga pada jam-jam dengan

posisi matahari tinggi ruangan di daerah ruangan dan terutama pada selasar di lantai 04 dan lantai 03' mengalami *brightness* yang berlebihan serta kondisi thermis yang tidak nyaman akibat masuknya radiasi matahari dari sinar matahari langsung.

Posisi *skylight* terletak di bagian atas dengan tanpa pembayangan akan menyebabkan radiasi cahaya matahari masuk ke dalam ruang secara langsung. Dengan persamaan

$$: Q_s = A.G. \theta \quad (R.5.01) \quad A = \text{luas bidang } skylight$$

G = radiasi

θ = *solar gain* bahan *skylight*

Dengan persamaan tersebut maka suhu di dalam ruang di bawah *skylight* akan dipengaruhi oleh faktor dimensi *skylight*, besarnya radiasi matahari dan jenis bahan *skylight*. Radiasi bisa dikurangi dengan memperhatikan bahan penutup *skylight*, tetapi faktor radiasi tetap ada karena *solar gain* bahan transparan tidak mungkin nilainya nol.

Dengan adanya pembayangan maka rumus persamaan menjadi :

$$Q_c = A.U.\Delta t \quad (R.5.02) \quad A = \text{luas bidang } skylight$$

U = elemen transmisi

Δt = perbedaan suhu diluar dan dalam bangunan

Faktor radiasi tidak ada pada persamaan ini, artinya radiasi matahari yang menyebabkan panas dalam ruang ditiadakan.

Pada disain bangunan dilakukan upaya-upaya pengendalian pencahayaan yang ada dengan penggunaan *louvers* atau pergola dari beton ekspose dan baja profil dengan jarak 1,5 meter. Dengan bentuk pergola atau *louvers* yang tegak lurus menyebabkan cahaya matahari tetap dapat langsung masuk ke dalam ruangan. Pada mulai jam 10.00 pagi posisi ketinggian matahari sudah mencapai rata-rata ketinggian 75° sehingga terjadi penetrasi cahaya langsung ke dalam ruangan.



Gambar F.5.03
Skylight cahaya langsung
cobadikurangi dengan
louvers atau pergola

Dibawah *skylight* terdapat lubang *void* yang menembus dari lantai 4 hingga lantai dasar. *Void* ini sebagai faktor pengendali pencahayaan pencahayaan alami memiliki 2 fungsi besar membantu kontribusi pencahayaan, yaitu :

1. Meneruskan cahaya dari *skylight* ke posisi setiap lantai
2. Membagi lebar ruang, sehingga bangunan terbagi 2 dengan lebar ruang masing-masing sisi sebesar 8 meter. Dengan posisi *void* ini maka masing-masing ruang di tiap lantai akan mendapat cahaya dari dua sisi, 1 sisi dari lubang cahaya efektif jendela dan sisi lain dari lubang *skylight*.



Gambar F.5.04
Void, meneruskan cahaya
hingga ke lantai dasar

5. Lebar Ruang

Lebar ruangan akan mempengaruhi besarnya penetrasi kontribusi cahaya pada ruangan. Menurut Neufert, 1977, ruangan dengan lebar 4,5 sampai 6 meter pencahayaan alami dalam ruangan tersebut akan terpenuhi.

Lebar dimensi bangunan Setwilda Kudus terbagi dalam 2 bagian massa bangunan , yaitu :

- a) Massa bangunan yang berorientasi utara-selatan dengan lebar 19 meter, tapi terbagi oleh *void* dengan lebar 3 meter, sehingga sisi arah utara dan selatan masing-masing memiliki lebar 8 meter. Dari lebar 8 meter ini ruang di dalamnya memiliki variasi dengan lebar 6 meter dan 8 meter. Dengan adanya *void* ini maka ruang akan mendapat pencahayaan dari 2 sisi, dengan lebar 8 meter maka secara teoritis pencahayaan akan mencapai ke dalam seluruh bagian ruangan.
- b) Massa bangunan yang berorientasi arah timur - barat memiliki lebar dengan variasi 8 meter, 12 meter dan 14,4 meter. Kondisi lebar ruangan seperti ini akan menyebabkan bagian tengah ruangan kekurangan pencahayaan alami yang dapat memenuhi syarat standard minimum penerangan dalam ruang perkantoran

6. Bahan dan Warna Elemen Ruang

Untuk bahan dengan warna putih seperti dinding, lantai dan plafon, akan memberikan kontribusi pencahayaan alami yang besar. Cahaya yang jatuh pada bidang ini akan dipantulkan sebesar 90 % (Mangunwijaya, 1980) dan akan memberikan efisiensi pencahayaan sebesar 100 % (Evans, 1981).

Untuk ruang dengan plafon lammersiring bahan kayu jati penyelesaian vernis, akan menyerap cahaya yang jatuh padanya sebesar 85 % (Mangunwijaya, 1980) dan mengurangi efektifitas pencahayaan alami dalam ruang sebesar 51 % (Evans, 1981).

Untuk ruang dengan pembatas ruang dari partisi bahan multiplex dengan warna alami penyelesaian vernis, maka cahaya yang jatuh pada bidang ini akan diserap sebesar 85 % (Mangunwijaya, 1980) dan mengurangi efektifitas pencahayaan alami dalam ruangan tersebut sebesar 33 % (Evans, 1981).

5. *Lay Out Furniture*

Lay out furniture dapat meningkatkan efisiensi pencahayaan alami dalam ruangan. Penataan lay out furniture dalam ruang harus diatur agar cahaya yang datang dari arah kiri bidang kerja, tidak membentuk bayangan tangan pada saat pengguna ruang melakukan kegiatan menulis. Arah sumber cahaya yang datang dari arah depan pengguna harus dihindari karena akan menimbulkan silau bagi pengguna ruang. Agar cahaya yang masuk dalam ruang tidak terhalang, maka penataan *furniture* harus disesuaikan dengan arah cahaya yang masuk. Lemari-lemari tinggi dan *filling cabinet* letaknya dihindari agar tidak menghalangi cahaya yang datang dari sumbernya. Cahaya ini akan mengurangi kualitas pencahayaan alami dalam ruang dan menurunkan intensitas cahaya pada daerah-daerah di sekitar bidang penghalang tersebut.

C. ANALISIS HIPOTESIS 01

1. ANALISIS HASIL KUISIONER KENYAMANAN VISUAL

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan teknik *accidental sampling*, sampel menggunakan responden yang dijumpai pada waktu dilakukan penelitian. Responden berjumlah 50 orang, dipilih responden yang menggunakan ruang-ruang yang diteliti.

Pertanyaan yang diberikan adalah pertanyaan-pertanyaan yang menunjukkan indikasi-indikasi pengaruh pengguna terhadap kondisi kenyamanan visual terhadap pencahayaan alami. Indikasi tersebut meliputi :

- Pengaruh pencahayaan alami terhadap kemudahan membaca
- Pengaruh pencahayaan alami terhadap kemudahan menulis
- Pengaruh pencahayaan alami terhadap kecepatan membaca
- Pengaruh pencahayaan alami terhadap kecepatan menulis
- Pengaruh pencahayaan alami terhadap kelelahan mata

Hasil kuisisioner tersebut kemudian diberi bobot nilai, sesuai dengan prosentase indikasi yang terjadi pada masing-masing ruang. Hasil pembobotan ini kemudian dijadikan dasar untuk dilakukan proses analisis.

- 1) Dari kuisisioner ini yang merasakan pengaruh negatif adalah pengguna ruang rapat besar di lantai 04 dan ruang bagian keuangan di lantai 02 yang terletak pada bagian bangunan yang berorientasi timur barat.

Kuisisioner ini juga memperlihatkan 53 % responden memberikan jawaban bahwa pencahayaan alami pada bangunan ini memberi kemudahan dalam membaca dan 47 % menyatakan pencahayaan alami mengakibatkan membaca menjadi lambat. Dari angka 47 % tersebut responden terbesar adalah pengguna ruang bagian keuangan dengan 73 % dan pengguna ruang rapat besar sebesar 27 %.

Dari perhitungan standard deviasi menunjukkan bahwa pengaruh pencahayaan

alami dalam bangunan terhadap kecepatan membaca menunjukkan deviasi sebesar 0,5, artinya pengaruh pencahayaan alami terhadap kecepatan membaca sebesar 50 % dan mengurangi kecepatan membaca juga sebesar 50 %.

T.5.03 Tabel Indikasi Kecepatan Membaca

Kondisi	Total Prosentase	Sub Prosentase	Ruang	Lantai	Orientasi	Bobot
Mudah	53 %	5 %	Bag. Keuangan	02	T - B	1
		7 %	Bag. Ketertiban	01	U - S	1
		8 %	Rapat Besar	04	T - B	1
		10 %	P D E	03	U - S	1
		16 %	Bag. L.H.	04	U - S	2
		16 %	Bag. Hukum	03	T - B	2
		18 %	Bag. Sosial	03	U - S	2
		20 %	Bag. Pem. Desa	01	U - S	2
Sulit	47 %	27 %	Rapat Besar	04	T - B	-3
		73 %	Bag. Keuangan	02	T - B	-8

Sumber : Hasil kompilasi data penelitian

2) Dari kuesioner didapatkan angka 76 % responden menyatakan pencahayaan alami memberi kemudahan dalam menulis dan 24 % menyatakan pencahayaan meyebabkan menurunnya kecepatan dalam menulis. Dari prosentase 24 % tersebut responden yang menjawab adalah pengguna ruang rapat besar yang berada di lantai 04 sebesar 33 % dan ruang bagian keuangan di lantai 02 dengan angka 67 %. Kedua ruangan tersebut di bagian bangunan yang berorientasi timur dan barat. Pengaruh pencahayaan alami dalam bangunan terhadap kecepatan menulis menunjukkan deviasi sebesar 0,51. Artinya pencahayaan alami memberikan pengaruh sebesar 51 % terhadap kecepatan dalam menulis. Pengaruh terhadap berkurangnya kecepatan menulis karena faktor pencahayaan alami dalam bangunan sebesar 49 %.

T.5.04 Tabel Indikasi Kecepatan Menulis

Kondisi	Total Prosentase	Sub Prosentase	Ruang	Lantai	Orientasi	Bobot
Mudah	76 %	2 %	Bag. Keuangan	02	T - B	1
		5 %	Rapat Besar	04	T - B	1
		7 %	Bag. Ketertiban	01	U - S	1
		14 %	P D E	03	U - S	2
		15 %	Bag. Hukum	03	T - B	2
		18 %	Bag. LH	04	U - S	2
		19 %	Bag. Sosial	03	U - S	2
		22 %	Bag. Pem. Desa	01	U - S	3
Sulit	24 %	33 %	Rapat Besar	04	T - B	4
		67 %	Bag. Keuangan	02	T - B	7

Sumber : Hasil kompilasi data penelitian

3) Dari kuisioner ini juga memperlihatkan bahwa 74 % responden menyatakan pencahayaan alami dalam bangunan ini memberi kemudahan dalam membaca dan hanya 26 % responden yang menyatakan bahwa pencahayaan alami dalam bangunan tersebut menyebabkan kesulitan dalam membaca. Dari 26 % responden yang menjawab sulit tersebut, adalah responden pada ruang rapat besar sebanyak 31 % dan ruang bagian keuangan sebesar 46 %.

Pengaruh pencahayaan alami dalam bangunan terhadap kemudahan membaca menunjukkan deviasi 0,78 .Artinya bahwa pencahayaan alami dalam bangunan ini memberi pengaruh terhadap kemudahan membaca sebesar 78 %. Pencahayaan alami memberi pengaruh kesulitan dalam membaca sebesar 22 %.

T.5.05 Tabel Indikasi Kemudahan Membaca

Kondisi	Total Prosentase	Sub Prosentase	Ruang	Lantai	Orientasi	Bobot
Mudah	74 %	5 %	Rapat Besar	04	T - B	1
		16 %	Bag. Hukum	03	T - B	2
		11 %	Bag. Keuangan	02	T - B	2
		11 %	P D E	03	U - S	2
		16 %	Bag. LH	04	U - S	2
		19 %	Bag. Pem. Desa	01	U - S	2
		22 %	Bag. Sosial	03	U - S	3
		8 %	Bag. Ketertiban	01	U - S	1
Sulit	26 %	15 %	Bag. Pem. Desa	01	U - S	2
		31 %	Rapat Besar	04	T - B	4
		46 %	Bag. Keuangan	02	T - B	5

Sumber : Hasil kompilasi data penelitian

4) Dari kuisioner memperlihatkan bahwa 68 % responden menyatakan bahwa kondisi pencahayaan alami memberikan kemudahan dalam menulis dan 32 % responden menyatakan pencahayaan alami memberi pengaruh terhadap kesulitan menulis. Dari 32 %, 2 ruangan yang memiliki faktor negatif terbesar adalah ruang rapat besar sebesar 25 % dan ruang bagian keuangan sebesar 56 %.

Pengaruh pencahayaan alami dalam bangunan terhadap kemudahan menulis menunjukkan deviasi 0,70. Artinya pengaruh pencahayaan alami terhadap kemudahan membaca sebesar 70 %. Faktor pengaruh pencahayaan alami terhadap kesulitan membaca hanya sebesar 30 %.

T.5.06 Tabel Indikasi Kemudahan Menulis

Kondisi	Total Prosentase	Sub Prosentase	Ruang	Lantai	Orientasi	Bobot
Mudah	68 %	3 %	Bag. Keuangan	02	T - B	1
		6 %	Rapat Besar	04	T - B	1
		12 %	Bag. Ketertiban	01	U - S	2
		18 %	P D E	03	U - S	2
		18 %	Bag. Hukum	03	T - B	2
		20 %	Bag. LH	04	U - S	2
		23 %	Bag. Sosial	03	U - S	3
Sulit	26 %	19 %	Bag. Pem. Desa	01	U - S	-2
		25 %	Rapat Besar	04	T - B	-3
		56 %	Bag. Keuangan	02	T - B	-6

Sumber : Hasil kompilasi data penelitian

5) Dari kuisioner yang dilakukan didapatkan prosentase angka 76 % menyatakan pencahayaan alami dalam bangunan ini tidak menimbulkan kelelahan mata dan hanya 24 % responden yang menyatakan bahwa pencahayaan alami dalam bangunan ini menimbulkan kelelahan mata.

Dari 24 % responden tersebut diambil 2 ruangan yang terbesar menyatakan mengalami kelelahan mata adalah ruang rapat besar sebesar 22 % dan ruang bagian keuangan sebesar 35 %.

Pengaruh pencahayaan alami dalam bangunan terhadap timbulnya kelelahan mata, menunjukkan angka deviasi sebesar 0,84. Artinya faktor pengaruh pencahayaan alami terhadap kelelahan mata sebesar 16 % dan pencahayaan alami dalam bangunan penelitian ini ternyata tidak menimbulkan kelelahan mata dengan faktor pengaruh positif sebesar 84 %.

T.5.07 Tabel Indikasi Kelelahan Mata

Kondisi	Total Prosentase	Sub Prosentase	Ruang	Keterangan	Lantai	Orientasi	Bobot
Tidak	76 %	3 %	Bag. Keuangan	-	02	T - B	1
		11 %	Bag. LH	-	04	U - S	2
		11 %	Bag. Ketertiban	-	01	U - S	2
		11 %	P D E	-	03	U - S	2
		17 %	Bag. Sosial	-	03	U - S	2
		22 %	Bag. Hukum	-	03	T - B	3
		25 %	Bag. Pem. Desa	-	01	U - S	3
Ya	26 %	4 %	Bag. Sosial	Bag. Sosial	03	U - S	-1
		8 %	Bag. Pem. Desa	Penerangan Kurang	01	U - S	-1
		13 %	Bag. LH	Silau, Lay out FUR, datang cahaya	04	U - S	-2
		18 %	P D E	Penerangan Kurang	03	U - S	-2
		22 %	Rapat Besar	Pen. Kurang, Silau	04	T - B	-3
		35 %	Bag. Keuangan	Pen. Kurang, Lay out FUR	02	T - B	-4

Sumber : Hasil kompilasi data penelitian

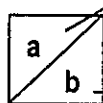
Dari hasil pembobotan terhadap masing-masing indikasi tersebut, kemudian dilakukan rekapitulasi . Analisis ini digunakan untuk mengetahui bobot dari masing-masing kondisi ruangan terhadap tingkat kenyamanan visual penggunanya. Bobot nilai tersebut adalah :

T.5.08 Tabel Bobot Nilai Hasil Kuisisioner

**■ BOBOT NILAI
KUISISIONER BERDASARKAN
INDIKASI KENYAMANAN**

Orientasi Massa	Ruang	INDIKASI					BOBOT		NILAI
		1	2	3	4	5	POSITIF	NEGATIF	
Utara Selatan	Bag. Pem. Desa	2 .	3 .	2 2	. 2	3 1	10 5		5
	Bag. Ketertiban	1 .	1 .	1 .	2 .	2 .	7 .		7
	P D E	1 .	2 .	2 .	2 .	2 -2	9 2		7
	Bag. Sosial	2 .	2 .	3 .	3 .	2 1	12 1		11
	Bag. L.H.	2 .	2 .	2 .	2 .	2 2	10 2		8
Timur Barat	Bag. Keuangan	1 8	1 7	2 5	1 6	1 4	6 30		-24
	Bag. Hukum	2 .	2 .	2 .	2 .	3 .	11 .		11
	Rapat Besar	1 3	1 4	1 4	1 3	. 3	4 17		-13

KETERANGAN



nilai positif
untuk indikasi nyaman

nilai negatif
untuk indikasi tidak nyaman

Sumber : hasil interpretasi peneliti

Dari responden kuisioner tingkat usia dapat dibagi menjadi :

- Golongan I, usia 20 - 39 tahun sebanyak 41 orang
- Golongan II, usia 40 - 55 tahun sebanyak 9 orang

Dari teori Evans, 1981, bahwa pada usia dibawah 40 tahun tingkat pencahayaan belum berpengaruh terhadap kecepatan dan kecermatan kerja visual. Pada usia 40 - 55 tahun tingkat pencahayaan menjadi unsur penting yang mempengaruhi tingkat kecepatan dan keakuratan kerja visual dan pada usia 55 tahun pencahayaan menjadi hal yang kritis. Dari kuisioner tersebut 82 % adalah usia dibawah 40 tahun. Responden yang berumur diantara usia 40 - 55 tahun adalah berjumlah hanya 18 %, dan hanya 3 orang atau 6 % saja yang menyatakan ketidaknyamanan visual terhadap indikasi-indikasi yang ditanyakan.

Hasilnya menunjukkan bobot dari masing-masing ruang yang ada. Bobot nilai tertinggi adalah ruang bagian sosial di lantai 03 pada bagian bangunan yang berorientasi utara - selatan. Sedangkan ruang yang paling buruk kenyamanan visualnya adalah ruang bagian keuangan di lantai 02 pada bagian bangunan yang berorientasi massa timur - barat.

Sesuai pembagian ruang berdasarkan orientasi massa bangunan memperlihatkan kondisi sebagai berikut :

- a. Ruang pada bangunan berorientasi massa utara - selatan : bobot nilai seluruhnya positif, artinya kenyamanan visual terpenuhi. Urutan tertinggi nilai adalah ruang bagian Sosial di lantai 03, kemudian ruang bagian Lingkungan Hidup di lantai 04. Urutan ketiga adalah Ruang bagian Ketertiban di lantai 01 dan ruang PDE di lantai 03. Ruang dengan bobot terkecil adalah ruang bagian pemerintahan desa di lantai 01. Kenyamanan di lantai 04 lebih kecil dibandingkan di lantai 03 disebabkan

karena munculnya kondisi silau di lantai 04.

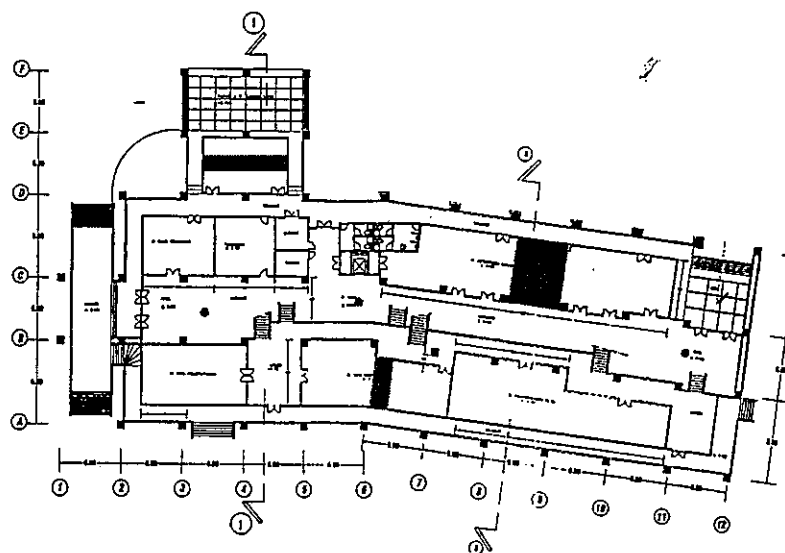
- b. Ruang pada bangunan berorientasi massa timur - barat : dari 3 ruang yang dilakukan penelitian memperlihatkan hasil 2 ruang memiliki indikasi kenyamanan visual negatif, artinya kenyamanan visual tidak tercapai, yaitu ruang bagian keuangan dan ruang rapat besar. Satu ruang lainnya memiliki nilai positif yaitu ruang bagian Hukum.
- c. Dari analisis terhadap kuisisioner dapat ditarik kesimpulan bahwa, ruang-ruang di bagian bangunan yang berorientasi utara - selatan memiliki tingkat kenyamanan visual lebih baik dibandingkan ruang-ruang pada massa bangunan berorientasi timur - barat.

2. Data Pengukuran dan Perhitungan

Pengukuran dilakukan pada 16 ruang di bagian bangunan berorientasi utara-selatan dan 4 ruang pada bangunan berorientasi timur-barat. Pengukuran pada ruangan didasarkan pada arah datang cahaya dari lubang cahaya efektif. Titik ukur ditentukan dengan berpedoman pada standard perhitungan titik lampu terhadap lebar ruangan, yaitu $1/6$ lebar ruang untuk titik didekat lubang cahaya dan selanjutnya $1/3$ lebar ruang. Sedangkan untuk titik ukur daerah koridor, dibagi dalam 3 zone, yaitu bagian barat, timur dan tengah massa bangunan. Dari pendekatan di atas maka didapatkan titik ukur untuk masing-masing ruangan sebagai berikut :

a. Lantai 01

- R. Bag. Ketertiban umum, dengan lebar ruang 6 meter = 3 titik ukur
- R. Bag. Pemerintahan desa, dengan lebar ruang 6 meter = 3 titik ukur
- R. Koperasi, dengan lebar ruang 8 meter = 4 titik ukur
- Koridor lantai 01 = 3 titik ukur



Gambar G.5.12 Daerah penelitian lantai 01

T.5.09 Intensitas Cahaya Lantai 01

LANTAI 01 (R. KETERTIBAN UMUM, KORIDOR, R. PEMERINTAHAN DESA)

Kondisi cuaca : mendung
 Kecerahan mthr : 0% - 30%
 Tanggal : 24 Februari 1998
 Data : intensitas cahaya
 Sumber : hasil pengukuran peneliti

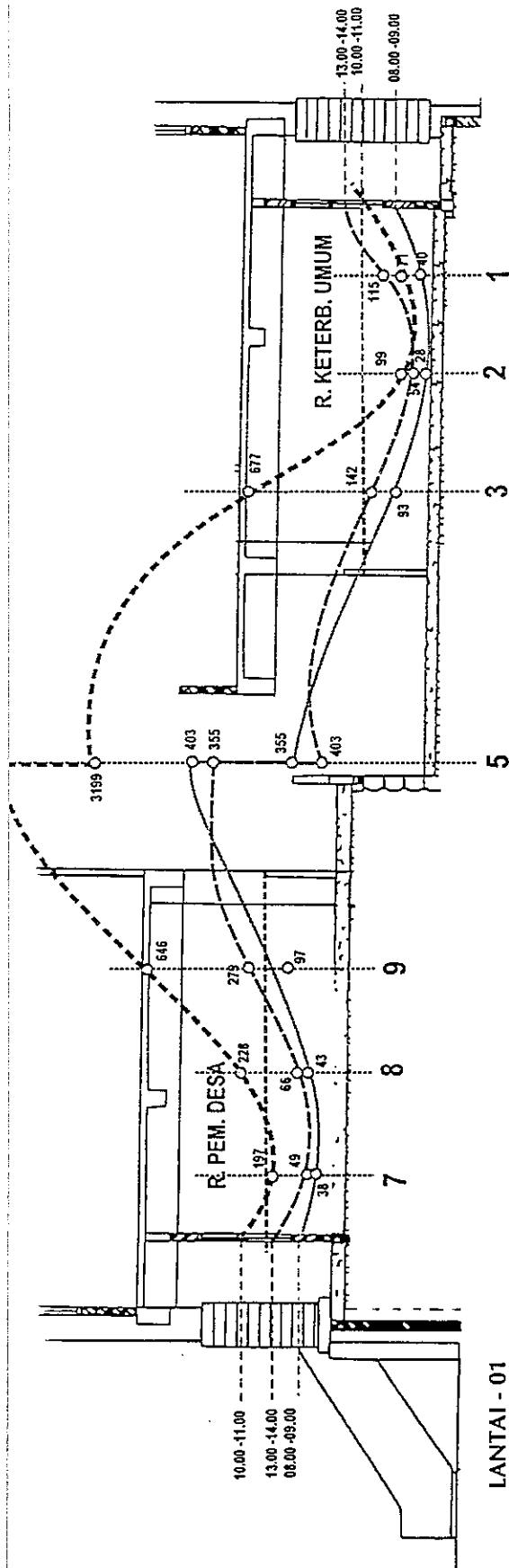
	R. KETERTIBAN UMUM			KORIDOR			R. PEM. DESA			TERANG LANGIT (Lux)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
08.00-09.00	40	28	93	232	403	43	38	43	97	8160
10.00-11.00	115	99	677	1694	3199	133	197	228	646	8550
13.00-14.00	71	54	142	355	83	47	49	66	279	4900

T.5.10 Intensitas Cahaya Lantai 01

LANTAI 01 (R. KETERTIBAN UMUM, KORIDOR, R. PEMERINTAHAN DESA)

Kondisi cuaca : terang
 Kecerahan mthr : 50% - 100%
 Tanggal : 26 Februari 1998
 Data : intensitas cahaya
 Sumber : hasil pengukuran peneliti

	R. KETERTIBAN UMUM			KORIDOR			R. PEM. DESA			TERANG LANGIT (Lux)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
08.00-09.00	53	37	123	306	532	58	50	57	128	10820
10.00-11.00	133	115	785	1965	3710	154	229	264	749	9925
13.00-14.00	129	98	258	646	151	86	89	120	507	8925



LANTAI - 01

Ruang : R. Bag. Pemerintahan Desa, Koridor, R. Bag. Ketertiban Umum

Orientasi Massa : Utara - Selatan

Kedadaan cuaca : mendukung

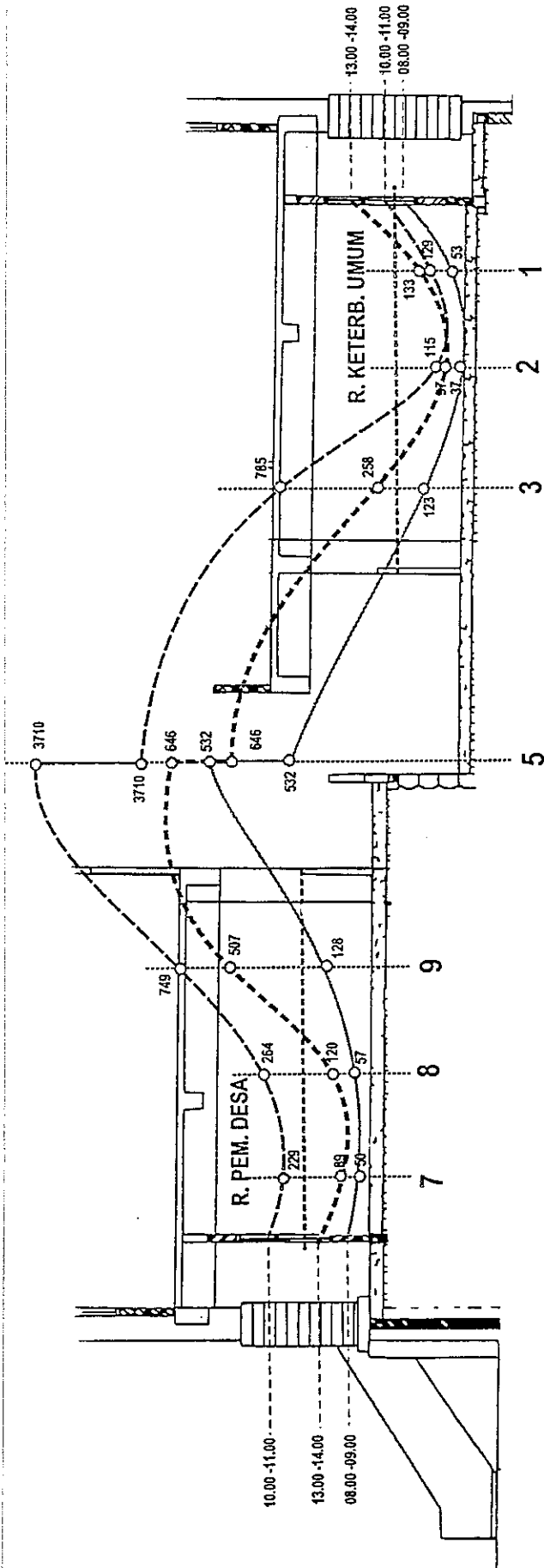
Kecerahan Matahari : 0% - 30%

Tgl. Pengukuran : 24 Februari 1999

Sumber : hasil interpretasi data pengukuran peneliti

Gambar Gr.5.01

1. R. Pemerintahan desa.
 - Pada jam 08.00 - 09.00 memperlihatkan intensitas cahaya kondisi di bawah persyaratan minimum.
 - Pada jam 10.00 - 11.00 pada jarak 1 m dari lubang jendela intensitas cahaya menunjukkan angka 197 lux dan pada jarak 3 m angka mulai naik hingga 228 lux dan pada titik ukur 9 atau 1 m dari sumber cahaya *skylight* intensitas menjadi sangat tinggi pada angka 646 lux.
 - Pada jam 13.00 - 14.00, intensitas cahaya pada titik ukur 7 dan 8 di bawah standar minimum dan naik menjadi 279 lux pada titik ukur 9.
2. R. Ketertiban umum.
 - Pada jam 08.00 - 09.00 kondisinya di bawah persyaratan minimum.
 - Pada jam 10.00 - 11.00, hanya titik berjarak 1 m dari lubang *skylight* (titik ukur 3) yang memiliki intensitas di atas standar yang disyaratkan sebesar 677 lux.
 - Pada jam 13.00 - 14.00 intensitas cahaya di bawah standar.
3. Posisi Koridor, titik yang posisinya tegak lurus dengan bidang *skylight* kondisi intensitas cahaya tinggi. Kondisi tertinggi terjadi pada jam 10.00 - 11.00 dengan intensitas 3199 lux. Pada jam 08.00 - 09.00 dan 13.00 - 14.00 merupakan cahaya yang tidak langsung (dipantulkan) pada bidang-bidang di atas sehingga intensitas cahaya berkisar pada angka 350 - 400 lux.



LANTAI - 01

Ruang : R. Bag. Pemerintahan Desa, Koridor, R. Bag. Ketertiban Umum
 Orientasi Massa : Utara - Selatan
 Keadaan cuaca : terang
 Kecerahan Matahari : 50% - 100%
 Tgl. Pengukuran : 26 Februari 1999
 Sumber : hasil interpretasi data pengukuran peneliti

Gambar Gr.5.02

1. R. Pemerintahan desa.
 - Pada jam 08.00 - 09.00 intensitas cahaya di bawah standard yang disarankan.
 - Pada jam 10.00 - 11.00 intensitas cahaya tinggi di atas standard minimum dengan kondisi grafik terus meningkat ke arah bidang *skylight*.
 - Pada jam 13.00 - 14.00 intensitas cahaya sampai jarak 3 m dari lubang cahaya (jendela) kondisi di bawah standard, sedangkan pada jarak 1 m dari bidang *skylight* intensitas tinggi mencapai 507 lux.
2. R. Ketertiban umum.
 - Pada jam 08.00 - 09.00 intensitas cahaya di bawah standard minimum ruang kerja yang disarankan.
 - Pada jam 10.00 - 11.00 sampai jarak 3 m dari lubang jendela intensitas cahaya di bawah standard, tapi grafik meningkat hingga 785 lux di jarak 1 m dari lubang *skylight*.
 - Pada jam 13.00 - 14.00 kondisi ekuivalen dengan grafik jam 10.00 - 11.00, yaitu sampai jarak 3 m dari lubang jendela di bawah standard, hanya saja titik ukur pada posisi 1 m dari lubang *skylight* intensitas cahaya hanya mencapai angka 258 lux.

Analisis Indeks Silau Lantai 01

Untuk mencari indeks silau di lantai 01 massa bangunan orientasi utara-selatan dilakukan Analisis formulatif.

1. Untuk Ruang. Ketertiban Umum dengan lebar 6 meter terdapat 3 titik ukur. Sumber cahaya dari 2 sisi, yaitu bidang jendela dan bidang *skylight*. Akibat kondisi tersebut maka sudut ruang (ω) digunakan sudut (lihat perhitungan Tabel T.3.03, hal.71) :
 - a. 4,48 untuk TU yang berjarak 1 meter dari sumber cahaya
 - b. 0,18 untuk TU yang berjarak 3 meter dari sumber cahaya
2. Untuk koridor, sumber cahaya adalah bidang ruang sehingga sudut ruang bersifat konstan dengan $\omega = 0,88$ (berdasarkan perhitungan hal. 72)
3. Untuk Ruang Pemerintahan Desa dengan lebar 6 meter terdapat 3 titik ukur. Sumber cahaya dari 2 sisi, yaitu bidang jendela dan bidang *skylight*. Akibat kondisi tersebut maka sudut ruang (ω) digunakan sudut (lihat perhitungan Tabel T.3.03, hal. 71) :
 - a. 4,48 untuk TU yang berjarak 1 meter dari sumber cahaya
 - b. 0,18 untuk TU yang berjarak 3 meter dari sumber cahaya
4. Untuk konstanta faktor posisi (ρ) berdasarkan pada intensitas cahaya terang langit pada waktu pengukuran. Diambil berdasarkan tabel faktor posisi (lampiran L.04)
 - a. Tanggal 24 Pebruari 1999, dengan terang langit :

- 8.160 lux	-	= 0,22
- 8.550 lux	-	= 0,23
- 4.900 lux	-	= 0,15
 - b. Tanggal 26 Pebruari 1999, dengan terang langit :

- 10.820 lux	-	= 0,32
- 9.925 lux	-	= 0,29
- 8.925 lux	-	= 0,19

$$\text{Konstanta Silau } g = \frac{L_1^{1,6} \cdot \omega^{0,8}}{L_2 \cdot \rho^{1,6}}$$

$$g = \frac{40^{1,6} \cdot 4,48^{0,8}}{8.160 \cdot 0,22^{1,6}}$$

$$g = 1,68$$

$$\begin{aligned} \text{Indeks Silau } GI &= 10 \text{Log}_{10} (0,478 \cdot g) \\ &= 10 \text{Log}_{10} (0,478 \cdot 1,68) \\ &= - 0,96 \end{aligned}$$

Silau tidak terjadi pada kondisi pengukuran tersebut.

T.5.11 Perhitungan Indeks Silau Lantai 01

Tabel Perhitungan Indeks Silau
 Lantai : 01
 Orientasi massa : Utara - Selatan
 Tanggal : 24 Pebruari 1999
 Keadaan Cuaca : Mendung
 Kecerahan Matahari : 0% - 30%
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti

A. R. Ketertiban Umum

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	40	8,160	4.48	0.22	1.68	(0.96)	
	28	8,160	0.183	0.22	0.07	(14.55)	
	93	8,160	4.48	0.22	6.47	4.90	
10.00 - 11.00	115	8,550	4.48	0.23	8.08	5.87	
	99	8,550	0.18	0.23	0.49	(6.28)	
	677	8,550	4.48	0.23	137.80	18.19	
13.00 - 14.00	71	4,900	4.48	0.15	12.91	7.91	
	54	4,900	0.18	0.15	0.65	(5.11)	
	142	4,900	4.48	0.15	39.15	12.72	

B. Koridor

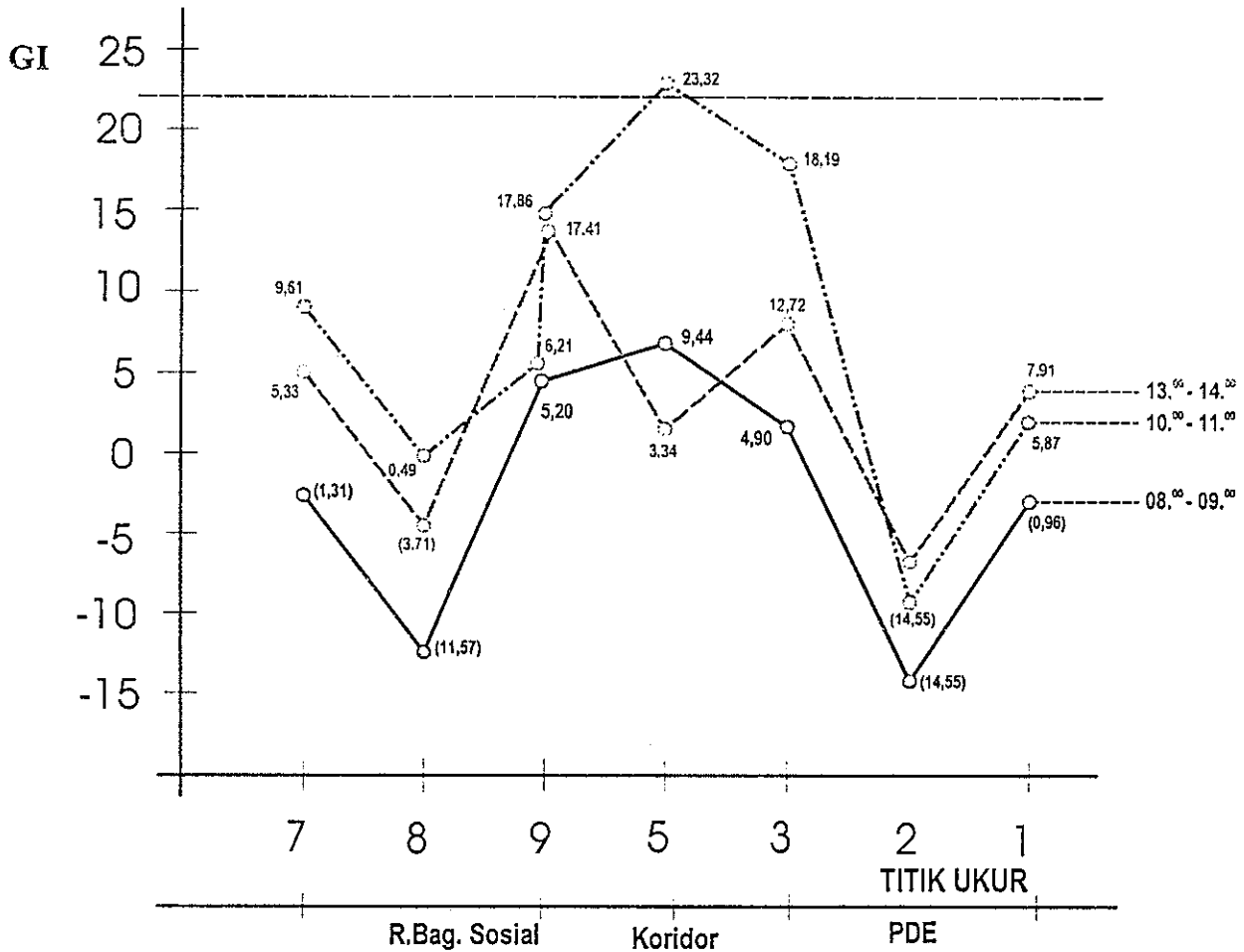
	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	232	8,160	0.88	0.22	7.60	5.60	
	403	8,160	0.88	0.22	18.39	9.44	
	43	8,160	0.88	0.22	0.51	(6.11)	
10.00 - 11.00	1,694	8,550	0.88	0.23	162.60	18.91	
	3,199	8,550	0.88	0.23	449.65	23.32	
	133	8,550	0.88	0.23	2.77	1.22	
13.00 - 14.00	355	4,900	0.88	0.15	46.13	13.43	
	83	4,900	0.88	0.15	4.51	3.34	
	47	4,900	0.88	0.15	1.82	(0.62)	

C. R. Pemerintahan Desa

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	38	8,160	4.48	0.22	1.55	(1.31)	
	43	8,160	0.18	0.22	0.15	(11.57)	
	97	8,160	4.48	0.22	6.92	5.20	
10.00 - 11.00	197	8,550	4.48	0.23	19.12	9.61	
	228	8,550	0.18	0.23	1.87	(0.49)	
	646	8,550	4.48	0.23	127.84	17.86	
13.00 - 14.00	49	4,900	4.48	0.15	7.14	5.33	
	66	4,900	0.18	0.15	0.89	(3.71)	
	279	4,900	4.48	0.15	115.36	17.41	

LANTAI 01 (R. Pemerintah Desa, Koridor, R. Ketertiban Umum)

Orientasi Massa : Utara - Selatan
 Kondisi Cuaca : Mendung
 Kecerahan Matahari : 0% - 30%
 Tanggal : 24 Pebruari 1999
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti



Gambar Gr.5.03

Dari grafik indeks silau ini memperlihatkan bahwa hanya titik ukur (TU) 5 pada jam 10.00 - 11.00 yang melebihi ambang yang disyaratkan. GI sebesar 23,32 TU 5 merupakan titik ukur pada koridor lantai 01.

T.5.12 Perhitungan Indeks Silau Lantai 01

Tabel Perhitungan Indeks Silau
 Lantai : 01
 Orientasi massa : Utara - Selatan
 Tanggal : 26 Pebruari 1999
 Keadaan Cuaca : Terang
 Kecerahan Matahari : 50% - 100%
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti

A. R. Ketertiban Umum

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	53	10,820	4.48	0.32	1.09	(2.83)	
	37	10,820	0.183	0.32	0.05	(16.44)	
	123	10,820	4.48	0.32	4.19	3.02	
10.00 - 11.00	133	9,925	4.48	0.23	8.78	6.23	
	115	9,925	0.183	0.23	0.54	(5.89)	
	786	9,925	4.48	0.23	150.73	18.58	
13.00 - 14.00	129	8,925	4.48	0.27	7.20	5.37	
	98	8,925	0.183	0.27	0.36	(7.65)	
	258	8,925	4.48	0.27	21.82	10.18	

B. Koridor

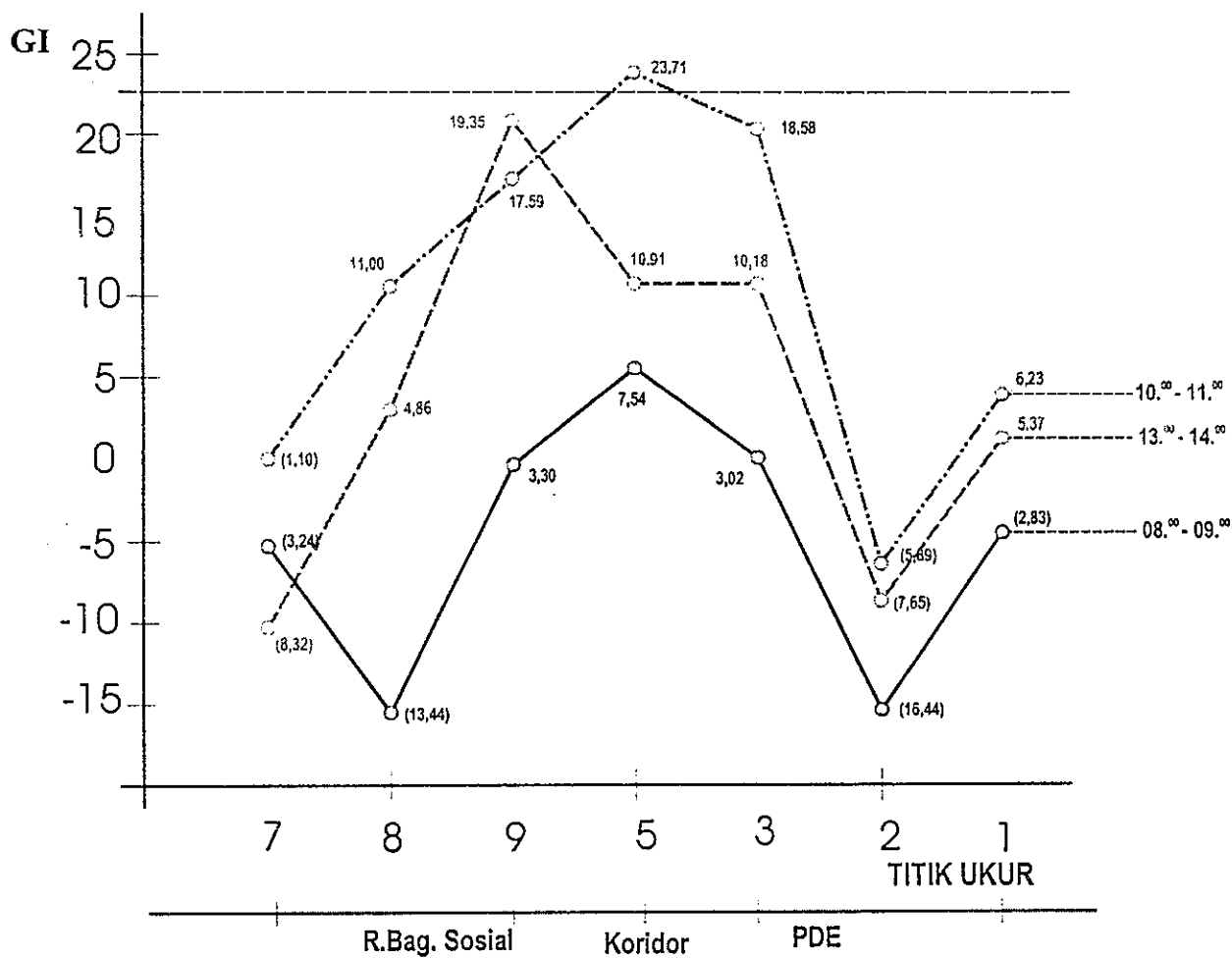
	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	306	10,820	0.88	0.32	4.90	3.70	
	532	10,820	0.88	0.32	11.87	7.54	
	58	10,820	0.88	0.32	0.34	(7.86)	
10.00 - 11.00	1,965	9,925	0.88	0.23	177.61	19.29	
	3,710	9,925	0.88	0.23	491.01	23.71	Tdk. nyaman
	154	9,925	0.88	0.23	3.02	1.60	
13.00 - 14.00	646	8,925	0.88	0.27	25.77	10.91	
	151	8,925	0.88	0.27	2.52	0.81	
	86	8,925	0.88	0.27	1.02	(3.11)	

C. R. Pemerintahan Desa

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	50	10,820	4.48	0.32	0.99	(3.24)	
	57	10,820	0.183	0.32	0.09	(13.44)	
	128	10,820	4.48	0.32	4.47	3.30	
10.00 - 11.00	154	9,925	4.48	0.23	11.11	7.25	
	229	9,925	0.183	0.23	1.62	(1.10)	
	264	9,925	4.48	0.23	26.31	11.00	
13.00 - 14.00	749	8,925	4.48	0.27	120.06	17.59	
	89	8,925	0.183	0.27	0.31	(8.32)	
	120	8,925	4.48	0.27	6.41	4.86	

LANTAI 01 (R. Pemerintah Desa, Koridor, R. Ketertiban Umum)

Orientasi Massa : Utara - Selatan
 Kondisi Cuaca : Terang
 Kecerahan Matahari : 50% - 100%
 Tanggal : 26 Pebruari 1999
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti



Gambar Gr.5.04

Dari grafik ini pada TU 5 jam 10.00 - 11.00 yang melebihi GI yang distandarkan. GI pada titik ini mencapai angka 23,71. TU 5 merupakan titik ukur di daerah koridor lantai 01.

T.5.13 Intensitas Cahaya R. Koperasi

LANTAI 01 (R. KOPERASI)

Kondisi cuaca : mendung
 Kecerahan mthr : 0% - 30%
 Tanggal : 24 Pebruari 1998
 Data : intensitas cahaya
 Sumber : hasil pengukuran peneliti

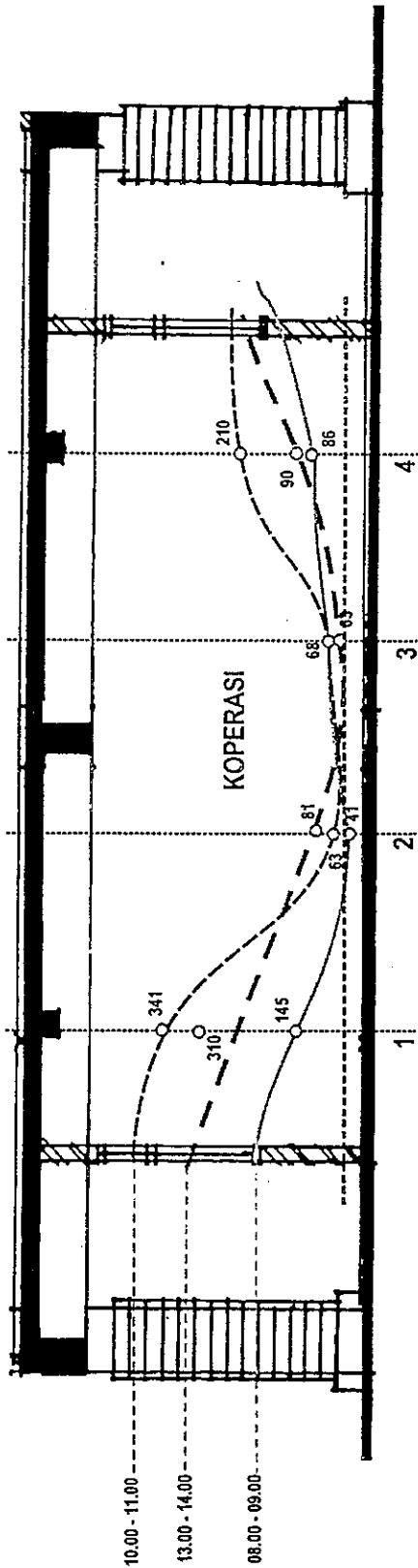
	R. KOPERASI				TERANG
	Intensitas cahaya (lux)				LANGIT
	1	2	3	4	(Lux)
08.00-09.00	53	37	123	306	8160
10.00-11.00	133	115	785	1965	8550
13.00-14.00	129	98	258	646	4900

T.5.14 Intensitas Cahaya R. Koperasi

LANTAI 01 (R. KOPERASI)

Kondisi cuaca : terang
 Kecerahan mthr : 50% - 100%
 Tanggal : 26 Pebruari 1998
 Data : intensitas cahaya
 Sumber : hasil pengukuran peneliti

	R. KOPERASI				TERANG
	Intensitas cahaya (lux)				LANGIT
	1	2	3	4	(Lux)
08.00-09.00	191	54	100	114	10820
10.00-11.00	396	73	79	244	9925
13.00-14.00	564	147	115	164	8925

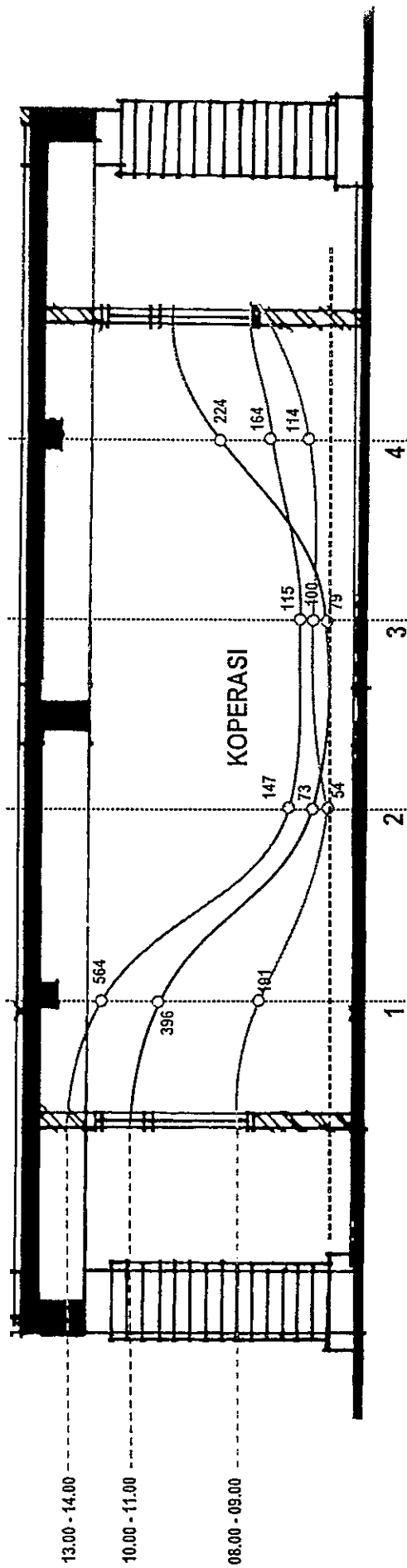


LANTAI - 01

Ruang : R. Koperasi
 Orientasi Massa : Timur - Barat
 Keadaan cuaca : mendung
 Kecarahannya Matahari : 0% - 30%
 Tgl. Pengukuran : 24 Februari 1999
 Sumber : hasil interpretasi data pengukuran peneliti

Gambar Gr.5.05

- R. Koperasi.
- Pada jam 08.00 - 09.00 angka intensitas cahaya di bawah standard, hanya di posisi sebelah barat menunjukkan intensitas lebih tinggi dibandingkan di sebelah timur.
 - Pada jam 10.00 - 11.00, sampai jarak 2 m dari lubang cahaya (jendela) masih di atas standard (posisi sebelah barat), sedangkan di sebelah timur pada jarak \pm 1,5 m dari lubang cahaya masih memenuhi standard. Pada jarak 4,5 m di bagian tengah ruang memiliki intensitas cahaya di bawah standard.
 - Pada jam 13.00 - 14.00 memperlihatkan bahwa intensitas cahaya di sebelah barat lebih tinggi dibanding sebelah timur, untuk di sebelah barat hanya TU 1 (berjarak 1 m - 2,5 m) yang memenuhi persyaratan standard minimum intensitas cahaya.



LANTAI - 01

Ruang : R. Koperasi
 Orientasi Massa : Timur - Barat
 Keadaan cuaca : terang
 Kecarahannya Matahari : 50% - 100%
 Tgl. Pengukuran : 26 Februari 1999
 Sumber : hasil interpretasi data pengukuran peneliti

Gambar Gr.5.06

- R. Koperasi.
- Pada jam 08.00 - 09.00 intensitas cahaya sebelah barat lebih tinggi dibanding sebelah timur. TU 1 berada di atas standard minimum, TU 2 - 4 di bawah standar.
 - Pada jam 10.00 - 11.00 intensitas cahaya 1 m dari lubang jendela baik di sebelah barat maupun timur di atas standar. Pada area ± 5 m dari lebar ruang di bagian tengah intensitas cahaya berada di bawah standard.
 - Pada jam 13.00 - 14.00, intensitas di sebelah barat pada jarak 1 m (TU 1) sangat tinggi sebesar 564 lux, pada TU 2 berada pada ambang memenuhi standard sebesar 147 lux. Pada sisi Timur pada jarak 1 m dari lubang cahaya (TU 4) intensitas di atas standard (164 lux).

Aanalisis Indeks Silau R. Koperasi

Untuk mencari indeks silau di lantai 01 massa bangunan orientasi timur - barat dilakukan Analisis formulatif.

1. Untuk Ruang Koperasi dengan lebar 8 meter terdapat 4 titik ukur. Akibat kondisi tersebut maka sudut ruang (ω) digunakan sudut (lihat perhitungan Tabel T.3.03, hal. 71) :

a. 4,48 untuk TU yang berjarak 1 meter dari sumber cahaya

b. 0,18 untuk TU yang berjarak 3 meter dari sumber cahaya

2. Untuk konstanta faktor posisi (ρ) berdasarkan pada intensitas cahaya terang langit pada waktu pengukuran. Diambil berdasarkan tabel faktor posisi (lampiran L.04)

a. Tanggal 24 Pebruari 1999, dengan terang langit :

- 8.160 lux - = 0,22

- 8.550 lux - = 0,23

- 4.900 lux - = 0,15

b. Tanggal 26 Pebruari 1999, dengan terang langit :

- 10.820 lux - = 0,32

- 9.925 lux - = 0,29

- 8.925 lux - = 0,19

T.5.15 Perhitungan Indeks Silau R. Koperasi.

Tabel Perhitungan Indeks Silau

Lantai : 01
 Orientasi massa : Timur - Barat
 Tanggal : 24 Pebruari 1999
 Keadaan Cuaca : Mendung
 Kecerahan Matahari : 0% - 30%
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti

R. Koperasi

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	145	8,160	4.48	0.22	13.17	7.99	
	41	8,160	0.183	0.22	0.14	(11.90)	
	68	8,160	0.183	0.22	0.30	(8.38)	
	86	8,160	4.48	0.22	5.71	4.36	
10.00 - 11.00	341	8,550	4.48	0.23	45.99	13.42	
	63	8,550	0.183	0.23	0.24	(9.42)	
	68	8,550	0.183	0.23	0.27	(8.89)	
	210	8,550	4.48	0.23	21.18	10.05	
13.00 - 14.00	310	4,900	4.48	0.15	136.54	18.15	
	81	4,900	0.183	0.15	1.23	(2.29)	
	63	4,900	0.183	0.15	0.83	(4.04)	
	90	4,900	4.48	0.15	18.87	9.55	

T.5.16 Perhitungan Indeks Silau R. Koperasi

Tabel Perhitungan Indeks Silau

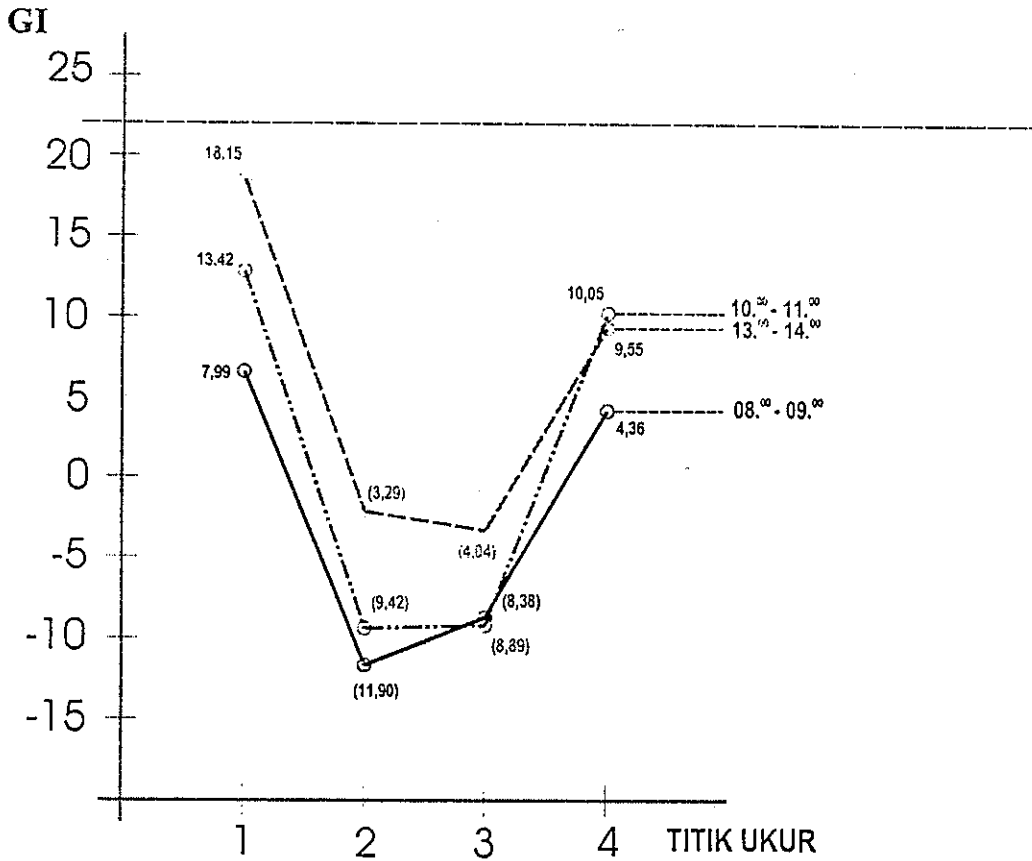
Lantai : 01
 Orientasi massa : Timur - Barat
 Tanggal : 26 Pebruari 1999
 Keadaan Cuaca : Terang
 Kecerahan Matahari : 50% - 100%
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti

R. Koperasi

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	191	10,825	4.48	0.32	8.47	6.07	
	54	10,825	0.183	0.32	0.09	(13.81)	
	100	10,825	0.183	0.32	0.23	(9.53)	
	114	10,825	4.48	0.32	3.71	2.49	
10.00 - 11.00	396	9,925	4.48	0.27	38.94	12.70	
	73	9,925	0.183	0.27	0.20	(10.16)	
	79	9,925	0.183	0.27	0.23	(9.61)	
	244	9,925	4.48	0.27	17.94	9.33	
13.00 - 14.00	564	8,925	4.48	0.19	133.80	18.06	
	147	8,925	0.183	0.19	1.21	(2.40)	
	115	8,925	0.183	0.19	0.81	(4.10)	
	164	8,925	4.48	0.19	18.54	9.48	

LANTAI 01 (R.Koperasi)

Orientasi Massa : Timur - Barat
Kondisi Cuaca : Mendung
Kecerahan Matahari : 0% - 30%
Tanggal : 24 Pebruari 1999
Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti

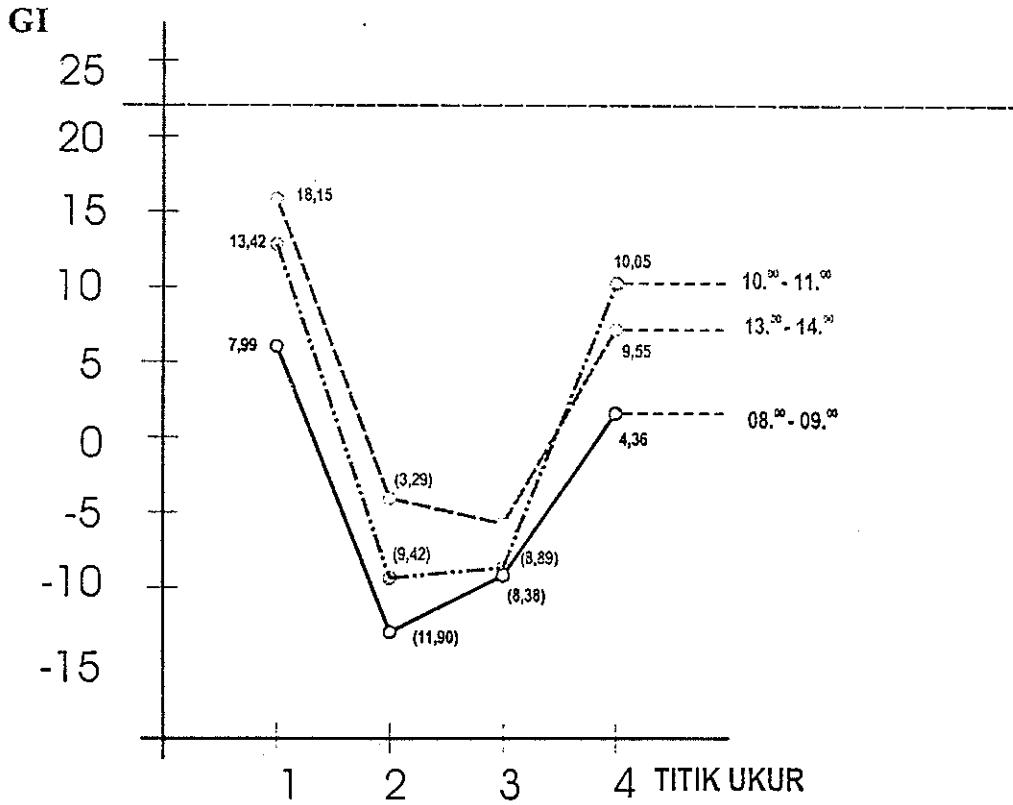


Gambar Gr.5.07

Pada hasil perhitungan indeks silau dari tiga waktu pengukuran GI berada di bawah standar, dengan bentuk grafik konstan dari ketiga waktu pengukuran. GI pada waktu pengukuran jam 10.00 - 11.00 menunjukkan angka yang lebih tinggi dibanding dua waktu pengukuran lainnya.

LANTAI 01 (R.Koperasi)

Orientasi Massa : Timur - Barat
Kondisi Cuaca : Terang
Kecerahan Matahari : 50% - 100%
Tanggal : 26 Pebruari 1999
Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti



Gambar Gr.5.08

Pada hasil perhitungan indeks silau dari tiga waktu pengukuran GI berada di bawah standar, dengan bentuk grafik konstan dari ketiga waktu pengukuran. GI pada waktu pengukuran jam 10.00 - 11.00 menunjukkan angka yang lebih tinggi dibanding dua waktu pengukuran lainnya.

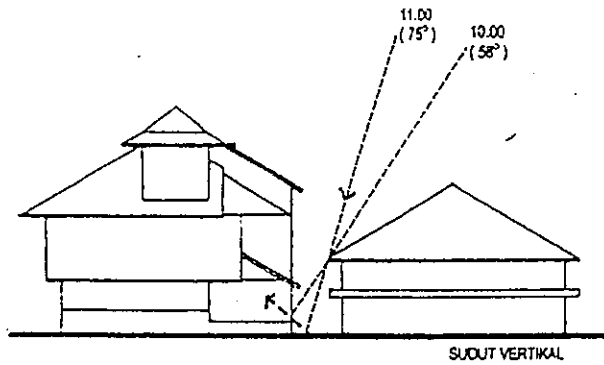
Analisa Lantai 01

Pengukuran di lantai 01 dilakukan di 4 bagian ruang, yaitu ruang bagian ketertiban umum, koridor, ruang bagian pemerintahan desa dan ruang koperasi. Ruang koperasi mewakili ruang untuk massa bangunan yang berorientasi ke timur-barat, sedangkan 3 ruang lainnya masing-masing mewakili : ruang bagian ketertiban umum untuk bagian utara massa bangunan, ruang bagian pemerintahan desa sebelah selatan dan koridor mewakili bagian yang langsung menerima cahaya dari *skylight*.

Dari hasil pengukuran intensitas cahaya didapatkan data, ruang bagian ketertiban umum, hari pertama yang kondisi mendung menunjukkan data bahwa intensitas cahaya di dalamnya kecil, terutama pada kondisi matahari rendah pukul 08.00 - 09.00, hanya saja pada pukul 10.00 - 11.00, terjadi lonjakan angka yang besar, hal ini karena kondisi mendung yang berubah-ubah sehingga tingkat intensitas terang langit ikut berubah pula. Pengukuran di hari kedua kondisi mendung dan hari ketiga terang, memperlihatkan kondisi yang konstan.

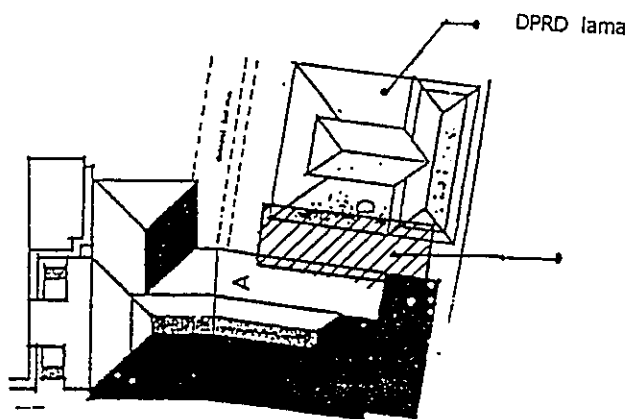
L1 pada ruang bagian ketertiban umum ini dengan kondisi cuaca yang bervariasi memperlihatkan dua persamaan. Persamaan tersebut adalah :

1. Pada pukul 10.00-11.00 intensitas cahaya lebih tinggi dibandingkan pada dua waktu pengukuran lainnya. Hal ini disebabkan posisi matahari pada pukul 10.00-11.00, sudut matahari membentuk posisi pembayangan vertikal 58° sampai dengan 75° sehingga cahaya matahari jatuh pada posisi rabat beton dan cahaya dipantulkan masuk ke dalam ruang. Artinya ruang mendapat pencahayaan disamping dari terang langit juga dari pantulan bidang di sekitar ruang tersebut (*external reflector component*).



Gambar G.5.13
Posisi matahari pada sudut
58 - 75 , sinar jatuh pada rabat
beton dan memantul ke arah jendela
(*External Reflected Component*)

- Intensitas cahaya dari arah jendela lebih kecil dibandingkan dari sisi bidang *skylight*. Kecilnya intensitas cahaya dari bidang jendela karena posisi ruang ini di dalam massa bangunan berdekatan dengan massa bangunan DPRD lama. Dari studi sudut matahari terjadi pembayangan pada area di sekitar ruang ini. Pada jam 08.00 - 10.00 pembayangan hingga massa bangunan (lihat gambar G.5.04- G.5.06 hal 116 - 111). Pada jam 11.00 - 14.00 pembayangan terjadi pada bidang dasar diantara kedua massa bangunan, kondisi ini menyebabkan tidak terjadi pemantulan cahaya pada bidang tersebut.



Daerah pembayangan yang
terbentuk dari sudut bayangan
gedung DPRD lama.
Terjadi pada jam 08.00 - 14.00
Sepanjang tahun

Gambar G.5.14 Daerah Pembayangan

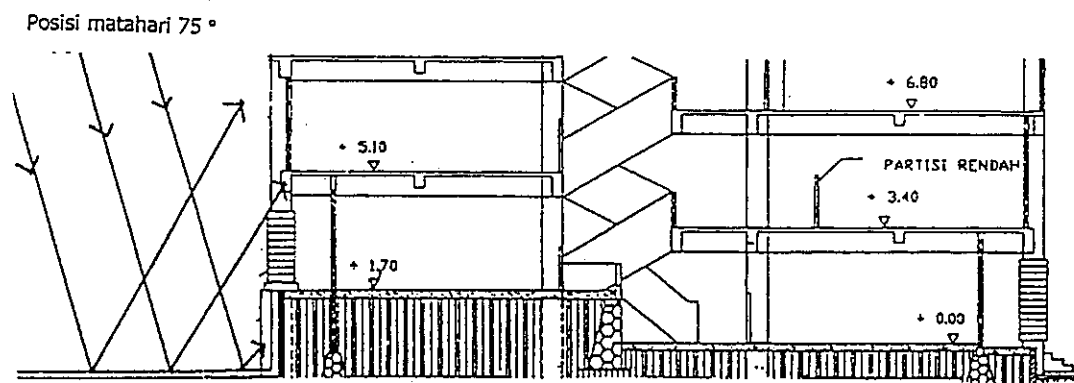
Intensitas cahaya pada ruang bagian ketertiban umum pada posisi 3 meter dari bidang jendela memiliki intensitas di bawah standard persyaratan ruang kerja perkantoran. Sedangkan di sisi bidang *skylight* memiliki tingkat intensitas cahaya yang tinggi. Persyaratan silau pada ruang ketertiban umum pada kisaran angka 4-11, kondisi yang tidak silau. Dari kuisisioner yang disebarakan kepada pengguna ruang Ketertiban Umum menyatakan bahwa pencahayaan alami tidak mengurangi kecepatan membaca dan menulis dan 11% responden menyatakan pencahayaan alami ruang ini tidak menimbulkan kelelahan mata. Kondisi tersebut disebabkan jumlah pengguna ruang yang kecil dibandingkan dengan dimensi ruang sehingga terjadi fleksibilitas pengaturan *lay out furniture*. Penataan *furniture* diposisikan pada tempat yang mendapat pencahayaan tinggi, yaitu di tepi jendela dan tepi partisi yang mendapat pencahayaan dari bidang *skylight*.

Koridor lantai 1 memiliki tingkat intensitas yang tinggi, yaitu pada posisi titik ukur di *entrance hall* (barat) dan tengah bangunan. Tingginya intensitas cahaya pada bagian ini karena posisinya mendapat pencahayaan langsung dari *skylight* tanpa terhalang bidang lain (tegak lurus). Titik ukur koridor pada sisi timur bangunan memiliki intensitas cahaya yang lebih kecil dibandingkan dua titik ukur lainnya, Kecilnya intensitas yang ada disebabkan oleh posisinya hanya mendapatkan pencahayaan dari pintu *side entrance* dan pantulan *skylight* dari bidang lantai. Silau yang terjadi di koridor bagian tengah pada angka diatas 23, artinya terjadi silau. Silau terjadi pada pukul 10:00-11.00 cahaya yang jatuh dari *skylight* di lantai 4 yang menembus sampai di lantai dasar.

Ruang bagian pemerintahan desa, intensitas cahaya yang terjadi memiliki perilaku sama dengan ruang bagian ketertiban umum. Kondisi pencahayaan alami adalah sebagai berikut :

1. Intensitas cahaya lebih besar pada posisi *skylight* di banding sisi jendela. Intensitas yang terbesar terjadi pada kondisi pukul 10.00-11.00, hal ini disebabkan karena sudut cahaya dengan ketinggian 58° sehingga cahaya langsung matahari masih memantul di

bidang selasar dan baru dipantulkan masuk melalui lubang jendela. Pada posisi pukul 11.00 ke atas dengan sudut matahari di atas 75° cahaya memantul pada bidang rabat beton, tapi karena posisi lantai pada ketinggian +2,55 dan ruang berada 2 meter dari posisi kolom tepi, sehingga pantulan tidak mencapai bagian dalam ruang bagian pemerintahan desa.



Gambar G.5.15 Sudut jatuh cahaya matahari pada lantai dasar

2. Intensitas cahaya pada kondisi terang berkisar pada angka 50 lux hingga 750 lux. Kondisi yang memenuhi persyaratan terjadi pada pukul 10.00-11.00. Dari kuisisioner yang disebarakan menyatakan bahwa ruang Pemerintahan Desa termasuk ruang dengan kondisi pencahayaan yang memudahkan untuk membaca dan menulis serta tidak mengurangi kecepatannya. 25% responden menyatakan ruang ini tidak menimbulkan kelelahan mata dan hanya 8% yang menyatakan ruang ini menimbulkan kelelahan mata. Dari 8% tersebut menyatakan bahwa kelelahan mata disebabkan oleh pencahayaan yang kurang.

Penataan *furniture* pada ruangan ini tepat, *furniture* ditata di tepi ruang yaitu didekat

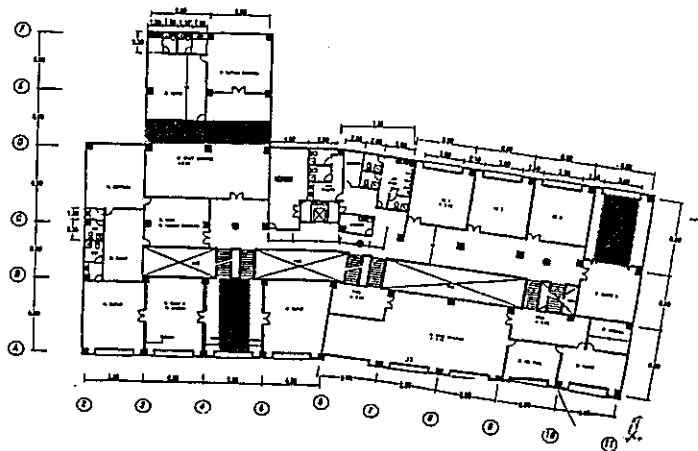
jendela dan bidang partisi yang berdekatan dengan lubang *void* sehingga mendapat cahaya yang cukup. Posisi meja diatur agar arah datang cahaya dari sebelah kiri. Dibagian tengah ruang yang intensitas cahayanya kecil digunakan sebagai jalur sirkulasi.

Ruang koperasi bukan merupakan ruang kerja sehingga persyaratan tidak mengacu pada angka 150-200 lux. Untuk ruang koperasi masuk dalam kualitas penggunaan ruangan kerja sedang sehingga memiliki ketentuan minimum kuat penerangan 50 lux.

Ruang koperasi dengan lebar 8 meter sebenarnya tidak memenuhi persyaratan lebar ruang untuk pencahayaan alami. Dari 4 titik ukur, pada pengukuran kondisi cuaca terang angka intensitas cahaya adalah berkisar pada angka 54 lux sampai 564 lux, dan pada kondisi mendung pada angka 25 lux hingga 310 lux. Dari posisi massa bangunan yang berorientasi arah timur- barat, akan mendapatkan penyinaran langsung dari matahari. Adanya bidang pematah matahari dengan lebar 1,2 meter menyebabkan cahaya yang masuk merupakan cahaya pantulan dari bidang dasar di sekeliling ruang. Dari pengukuran mulai pukul 08.00 hingga 14.00 memperlihatkan bahwa intensitas cahaya pada sisi sebelah barat lebih tinggi dari pada posisi sebelah timur. Pada posisi di sebelah timur terdapat elemen-elemen yang mereduksi pantulan cahaya yang masuk ke dalam ruangan, yaitu pohon dengan ketinggian \pm 6 meter di sepanjang sisi bangunan DPRD lama serta bidang aspal yang menyerap cahaya hingga 85 - 90 % dan hanya memantulkan 15 - 10 % cahaya saja. Pada posisi sebelah barat, ruangan berbatasan dengan tembok bangunan pendopo dengan ketinggian 3 meter. Dinding pembatas ini berwarna putih sehingga akan memantulkan cahaya 80 - 90% ke dalam ruang koperasi, sehingga sisi sebelah barat memiliki tingkat intensitas cahaya lebih tinggi dibandingkan sisi ruang sebelah timur.

b. Lantai 02

- R. Hall Bupati, dengan lebar ruang 8 meter = 4 titik ukur
- R. Rapat, dengan lebar ruang 8 meter = 4 titik ukur
- R. Bag. Keuangan, dengan lebar ruang 12 meter = 4 titik ukur
- Koridor lantai 02 = 3 titik ukur



Gambar G.5.16 Daerah penelitian lantai 02

T.5.17 Intensitas Cahaya Lantai 02

LANTAI 02 (R. HALL BUPATI, KORIDOR, R. RAPAT)

Kondisi cuaca : mendung
 Kecerahan mthr : 0% - 30%
 Tanggal : 24 Februari 1998
 Data : intensitas cahaya
 Sumber : hasil pengukuran peneliti

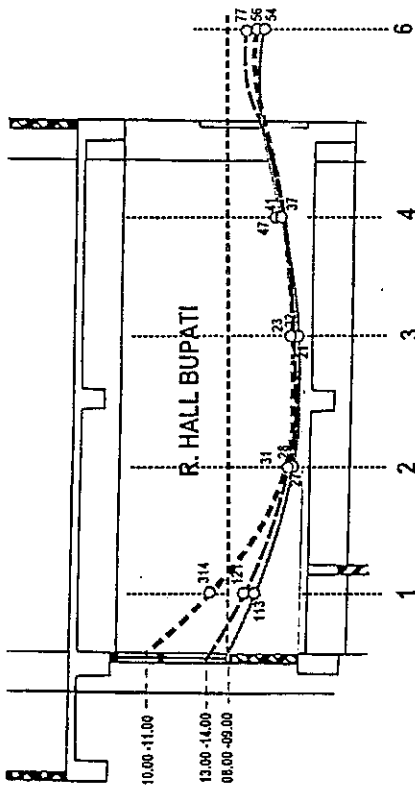
	R. HALL BUPATI			KORIDOR					R. RAPAT			TERANG LANGIT (lux)
	Intensitas cahaya (lux)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
08.00-09.00	113	31	22	47	48	56	20	10	15	45	143	6238
10.00-11.00	121	27	23	37	29	77	23	15	63	272	573	9650
13.00-14.00	314	28	21	41	22	54	60	14	53	143	668	6318

T.5.18 Intensitas Cahaya Lantai 02

LANTAI 02 (R. HALL BUPATI, KORIDOR, R. RAPAT)

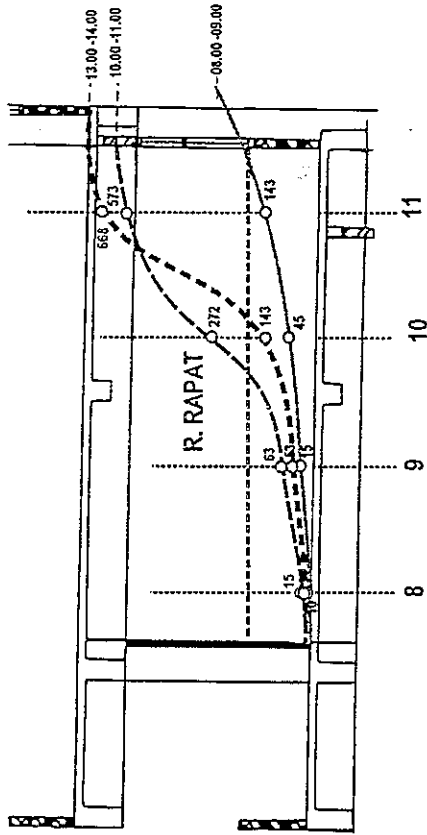
Kondisi cuaca : terang
 Kecerahan mthr : 50% - 100%
 Tanggal : 26 Februari 1998
 Data : intensitas cahaya
 Sumber : hasil pengukuran peneliti

	R. HALL BUPATI			KORIDOR					R. RAPAT			TERANG LANGIT (lux)
	Intensitas cahaya (lux)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
08.00-09.00	281	77	55	117	120	140	50	25	40	112	356	15515
10.00-11.00	434	65	41	79	72	103	32	50	142	538	1915	13318
13.00-14.00	386	34	26	51	27	66	74	17	65	175	822	7775



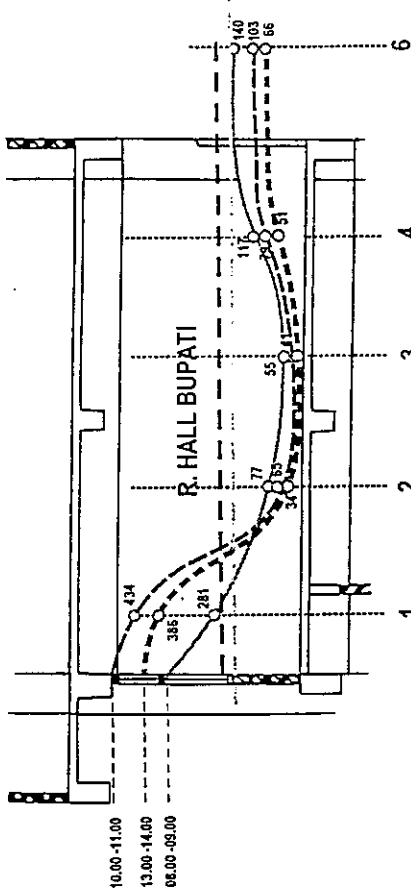
LANTAI - 02

Ruang : R. Hall Bupati, Koridor, R. Rapat
 Orientasi Massa : Utara - Selatan
 Keadaan cuaca : mendung
 Kecerahan Matahari : 0% - 30%
 Tgl. Pengukuran : 24 Februari 1999
 Sumber : hasil interpretasi data pengukuran peneliti

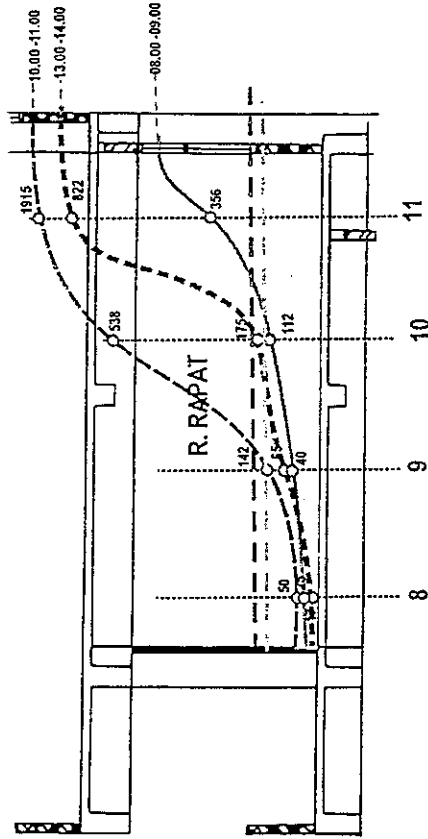


Gambar Gr.5.09

1. R. Hall Bupati
 - Pada jam 08.00 - 09.00, intensitas cahaya seluruh titik ukur berada di bawah standard minimum.
 - Pada jam 10.00 - 11.00, pada TU 1 (1 m dari bidang jendela) intensitas tinggi, 314 lux dan menurun tajam pada TU 2 dengan intensitas cahaya sebesar 31 lux, kemudian intensitas menjadi stabil hingga ke arah bidang skylight.
 - Pada jam 13.00 - 14.00, seluruh titik ukur intensitas cahaya berada di bawah batas minimum standard yang disyaratkan.
2. R. Rapat besar.
 - Pada jam 08.00 - 09.00, intensitas cahaya pada TU 11 berada di ambang standard yang disyaratkan dan terus menurun pada TU 8 dengan intensitas mendekati nol sebesar 10 lux. Pada ruang ini sumber cahaya hanya berasal dari 1 sisi yaitu lubang jendela di sebelah utara, sedangkan di sisi selatan tertutup oleh partisi dengan warna gelap.
 - Pada jam 10.00 - 11.00, 2 titik ukur pada jarak 1 m sampai 3 m dari lubang cahaya intensitas di atas standard minimum, kemudian menurun tajam hingga 11 lux pada TU 8.
 - Pada jam 13.00 - 14.00, pada TU 11 terjadi intensitas cahaya sangat tinggi hingga mencapai 668 lux, tapi menurun hingga ambang batas minimum pada TU 10 sebesar 143 lux dan terus menurun pada TU 9 sebesar 63 lux dan TU 8 sebesar 15 lux.



LANTAI - 02
 Ruang : R. Hall Bupati, Koridor, R. Rapat
 Orientasi Massa : Utara - Selatan
 Keadaan cuaca : terang
 Kecenderungan Matahari : 50% - 100%
 Tgl. Pengukuran : 26 Februari 1999
 Sumber : hasil interpretasi data pengukuran peneliti



Gambar Gr.5.10

1. R. Hall Bupati.
 - Pada jam 08.00 - 09.00, intensitas cahaya TU 1 dengan jarak 1 m di lubang jendela di atas standar minimum yang disyaratkan sebesar 281 lux dan menurun di TU 2 sebesar 77 lux. TU 3 sebesar 55 lux dan naik kembali di TU 4 pada angka 117 lux.
 - Pada jam 10.00 - 11.00, pada TU 1 intensitas cahaya paling tinggi di antara 2 waktu pengukuran lainnya. Menurun cukup tajam pada TU 2 (65 lux) dan TU 3 (41 lux) dan naik ke angka 75 lux pada TU 4.
 - Pada jam 13.00 - 14.00, pola grafik ekuivalen dengan 2 grafik waktu pengukuran lainnya pada TU 1 berada di antara 2 waktu pengukuran lainnya (386 lux), sedangkan pada TU lainnya berada pada posisi paling bawah.
2. R. Rapat.
 - Pada jam 08.00 - 09.00, pada jarak 1 m dari lubang cahaya (TU 11) intensitas cahaya di atas standar minimum dan grafik bergerak turun pada 3 titik ukur selanjutnya.
 - Pada jam 10.00 - 11.00, 2 titik ukur TU 11 dan TU 10 berada jauh diambang standar, sebesar 1915 lux dan 538 lux. TU 9 angka di ambang standar sebesar 142 lux dan turun tajam pada TU 8 sebesar 50 lux.
 - Pada jam 13.00 - 14.00, intensitas pada TU 11 (822 lux) dan TU 10 (175 lux) berada di atas standar. 2 titik berikutnya turun pada angka 65 lux (TU 9) dan 17 lux (TU 8).

Analisis Indeks Silau Lantai 02

Untuk mencari indeks silau di lantai 02 massa bangunan orientasi utara-selatan dilakukan Analisis formulatif.

1. Untuk Ruang Hall Bupati dengan lebar 8 meter terdapat 4 titik ukur. Sumber cahaya dari 2 sisi, yaitu bidang jendela dan bidang *skylight*. Akibat kondisi tersebut maka sudut ruang (ω) digunakan sudut (lihat perhitungan Tabel T.3.03, hal. 71) :
 - a. 4,48 untuk TU yang berjarak 1 meter dari sumber cahaya
 - b. 0,18 untuk TU yang berjarak 3 meter dari sumber cahaya
2. Untuk koridor, sumber cahaya adalah bidang ruang sehingga sudut ruang bersifat konstan dengan $\omega = 0,88$ (berdasarkan perhitungan hal. 72)
3. Untuk Ruang Rapat dengan lebar 8 meter terdapat 4 titik ukur. Sumber cahaya dari 1 sisi, yaitu bidang jendela. Akibat kondisi tersebut maka sudut ruang (ω) digunakan sudut (lihat perhitungan Tabel T.3.03, hal. 71) :
 - a. 4,48 untuk TU yang berjarak 1 meter dari sumber cahaya
 - b. 0,18 untuk TU yang berjarak 3 meter dari sumber cahaya
 - c. 0,028 untuk TU yang berjarak 5 meter dari sumber cahaya
 - d. 0,008 untuk TU yang berjarak 7 meter dari sumber cahaya
4. Untuk konstanta faktor posisi (ρ) berdasarkan pada intensitas cahaya terang langit pada waktu pengukuran. Diambil berdasarkan tabel faktor posisi (lampiran L.04)
 - a. Tanggal 24 Pebruari 1999, dengan terang langit :

- 6.238 lux	-	= 0,19
- 9.650 lux	-	= 0,26
- 6.318 lux	-	= 0,20
 - b. Tanggal 26 Pebruari 1999, dengan terang langit :

- 15.515 lux	-	= 0,40
- 13.318 lux	-	= 0,32
- 7.775 lux	-	= 0,22

T.5.19 Perhitungan Indeks Silau Lantai 02.

Tabel Perhitungan Indeks Silau
 Lantai : 02
 Orientasi massa : Utara - Selatan
 Tanggal : 24 Pebruari 1999
 Keadaan Cuaca : Mendung
 Kecerahan Matahari : 0% - 30%
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti

A. R. hall Bupati

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	113	6,238	4.48	0.19	14.62	8.44	
	31	6,238	0.183	0.19	0.14	(11.65)	
	22	6,238	0.183	0.19	0.08	(14.04)	
	47	6,238	4.48	0.19	3.59	2.35	
10.00 - 11.00	121	9,650	4.48	0.26	6.38	4.84	
	27	9,650	0.183	0.26	0.04	(16.69)	
	23	9,650	0.183	0.26	0.03	(17.80)	
	37	9,650	4.48	0.26	0.96	(3.39)	
13.00 - 14.00	314	6,318	4.48	0.2	68.22	15.13	
	28	6,318	0.183	0.2	0.11	(12.77)	
	21	6,318	0.183	0.2	0.07	(14.77)	
	41	6,318	4.48	0.2	2.63	0.99	

B. Koridor

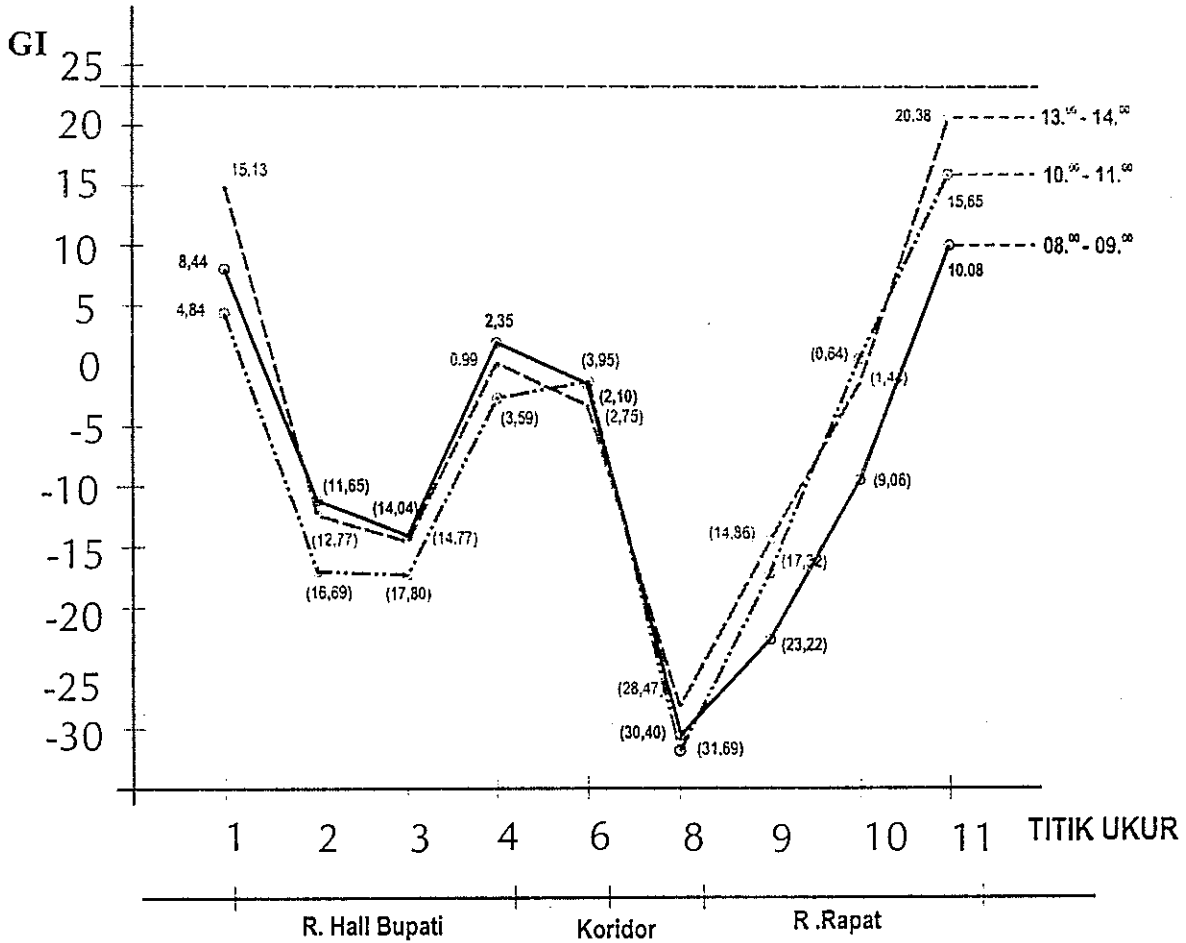
	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	48	6,238	0.88	0.19	1.01	(3.16)	
	56	6,238	0.88	0.19	1.29	(2.09)	
	20	6,238	0.88	0.19	0.25	(9.24)	
10.00 - 11.00	29	9,650	0.88	0.26	0.18	(10.74)	
	77	9,650	0.88	0.26	0.84	(3.95)	
	23	9,650	0.88	0.26	0.12	(12.35)	
13.00 - 14.00	22	6,318	0.88	0.2	0.26	(8.99)	
	54	6,318	0.88	0.2	1.11	(2.75)	
	60	6,318	0.88	0.2	1.31	(2.02)	

C. R. Rapat

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	10	6,238	0.008	0.19	0.00	(30.39)	
	15	6,238	0.028	0.19	0.01	(23.22)	
	45	6,238	0.183	0.19	0.26	(9.07)	
	143	6,238	4.48	0.19	21.31	10.08	
10.00 - 11.00	15	9,650	0.008	0.26	0.00	(31.65)	
	63	9,650	0.028	0.26	0.04	(17.32)	
	272	9,650	0.183	0.26	1.81	(0.64)	
	573	9,650	4.48	0.26	76.84	15.65	
13.00 - 14.00	14	6,318	0.008	0.2	0.00	(28.47)	
	53	6,318	0.028	0.2	0.07	(14.86)	
	143	6,318	0.183	0.2	1.50	(1.44)	
	668	6,318	4.48	0.2	228.26	20.38	

LANTAI 02 ,(R. Hall Bupati, Koridor, R .Rapat)

Orientasi Massa : Utara - Selatan
 Kondisi Cuaca : Mendung
 Kecerahan Matahari : 0% - 30%
 Tanggal : 24 Pebruari 1999
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti



Gambar Gr.5.11

Dari hasil perhitungan terhadap indeks silau menunjukkan bahwa kondisi pencahayaan pada ruangan yang diukur tidak terjadi silau. Kondisi tertinggi dari GI adalah pada TU 11 pada jam 13.00 - 14.00 yang memiliki angka pada ambang GI sebesar 20,38.

T.5.20 Perhitungan Indeks Silau Lantai 02

Tabel Perhitungan Indeks Silau
 Lantai : 02
 Orientasi massa : Utara - Selatan
 Tanggal : 26 Pebruari 1999
 Keadaan Cuaca : Terang
 Kecerahan Matahari : 50% - 100%
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti

A. R. hall Bupati

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	218	15,515	4.48	0.4	5.11	3.88	
	77	15,515	0.183	0.4	0.07	(14.46)	
	55	15,515	0.183	0.4	0.04	(16.80)	
	117	15,515	4.48	0.4	1.89	(0.45)	
10.00 - 11.00	434	13,318	4.48	0.32	25.61	10.88	
	65	13,318	0.183	0.32	0.10	(13.43)	
	41	13,318	0.183	0.32	0.05	(16.63)	
	79	13,318	4.48	0.32	1.88	(0.96)	
13.00 - 14.00	386	7,775	4.48	0.22	66.22	15.00	
	34	7,775	0.183	0.22	0.11	(12.99)	
	26	7,775	0.183	0.22	0.07	(14.85)	
	51	7,775	4.48	0.22	2.60	0.94	

B. Koridor

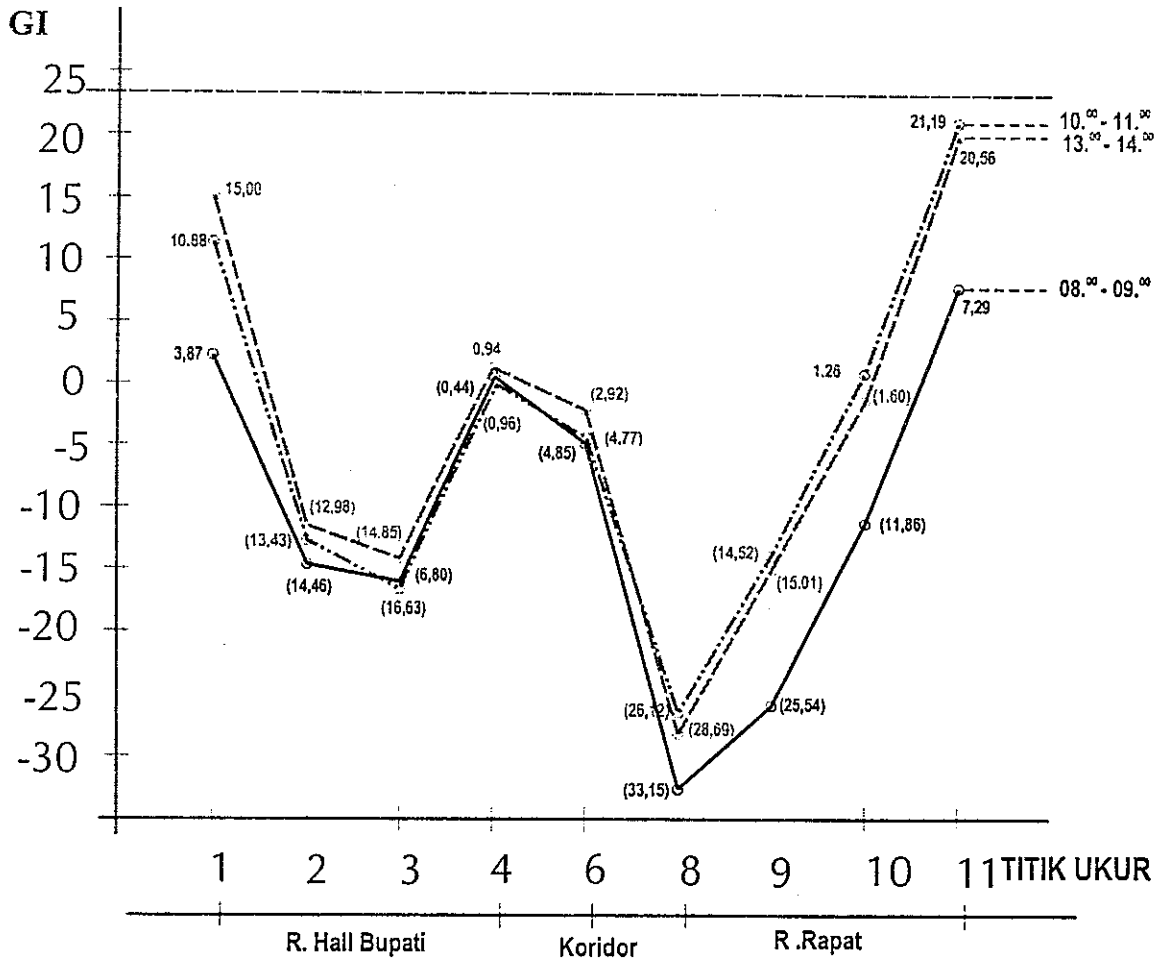
	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	120	15,515	0.88	0.4	0.53	(5.92)	
	140	15,515	0.88	0.4	0.68	(4.85)	
	50	15,515	0.88	0.4	0.13	(12.01)	
10.00 - 11.00	72	13,318	0.88	0.32	0.39	(7.26)	
	103	13,318	0.88	0.32	0.70	(4.77)	
	32	13,318	0.88	0.32	0.11	(12.89)	
13.00 - 14.00	27	7,775	0.88	0.22	0.26	(9.13)	
	66	7,775	0.88	0.22	1.07	(2.92)	
	74	7,775	0.88	0.22	1.28	(2.13)	

C. R. Rapat

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	25	15,515	0.008	0.4	0.00	(33.15)	
	40	15,515	0.028	0.4	0.01	(25.54)	
	112	15,515	0.183	0.4	0.14	(11.86)	
	356	15,515	4.48	0.4	11.20	7.29	
10.00 - 11.00	50	13,318	0.008	0.32	0.01	(26.12)	
	142	13,318	0.028	0.32	0.07	(14.52)	
	538	13,318	0.183	0.32	2.80	1.26	
	1,915	13,318	4.48	0.32	275.30	21.19	
13.00 - 14.00	17	7,775	0.008	0.22	0.00	(28.68)	
	65	7,775	0.028	0.22	0.07	(15.01)	
	175	7,775	0.183	0.22	1.45	(1.60)	
	822	7,775	4.48	0.22	221.94	20.26	

LANTAI 02 ,(R. Hall Bupati, Koridor, R .Rapat)

Orientasi Massa : Utara - Selatan
 Kondisi Cuaca : Terang
 Kecerahan Matahari : 50% - 100%
 Tanggal : 26 Pebruari 1999
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti



Gambar Gr.5.12

Hasil perhitungan indeks silau, pola grafik ekuivalen dengan pola grafik G.5.11. Hanya saja angka GI yang mendekati ambang GI yang diijinkan terjadi pada TU 11 pada waktu pengukuran jam 10.00 - 11.00 sebesar 21,19.

T.5.21 Intensitas Cahaya R. Bag. Keuangan

LANTAI 02 (R. BAG. KEUANGAN)

Kondisi cuaca : mendung
 Kecerahan mthr : 0% - 30%
 Tanggal : 24 Pebruari 1998
 Data : intensitas cahaya
 Sumber : hasil pengukuran peneliti

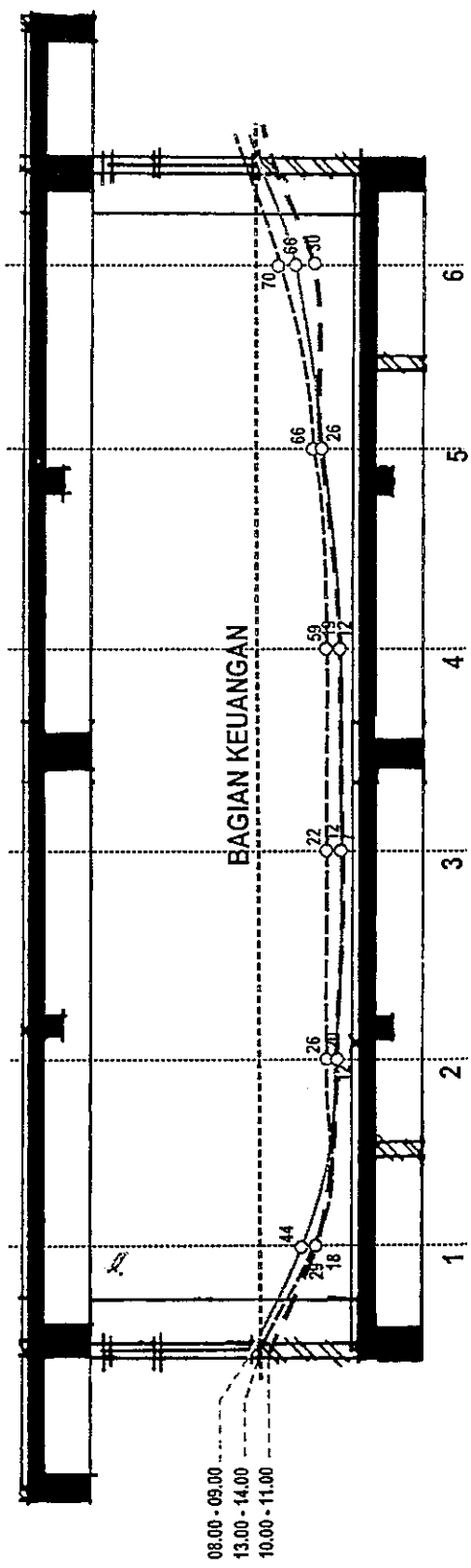
	R. BAG. KEUANGAN						TERANG
	Intensitas cahaya (lux)						LANGIT
	1	2	3	4	5	6	(Lux)
08.00-09.00	41	20	7	19	26	27	6238
10.00-11.00	29	12	12	12	26	30	9650
13.00-14.00	18	26	22	59	66	70	6318

T.5.22 Intensitas Cahaya R. Bag. Keuangan

LANTAI 02 (R. BAG. KEUANGAN)

Kondisi cuaca : terang
 Kecerahan mthr : 50% - 100%
 Tanggal : 26 Pebruari 1998
 Data : intensitas cahaya
 Sumber : hasil pengukuran peneliti

	R. BAG. KEUANGAN						TERANG
	Intensitas cahaya (lux)						LANGIT
	1	2	3	4	5	6	(Lux)
08.00-09.00	102	50	18	47	65	67	15515
10.00-11.00	25	45	16	14	31	115	13318
13.00-14.00	22	32	27	73	81	86	7775

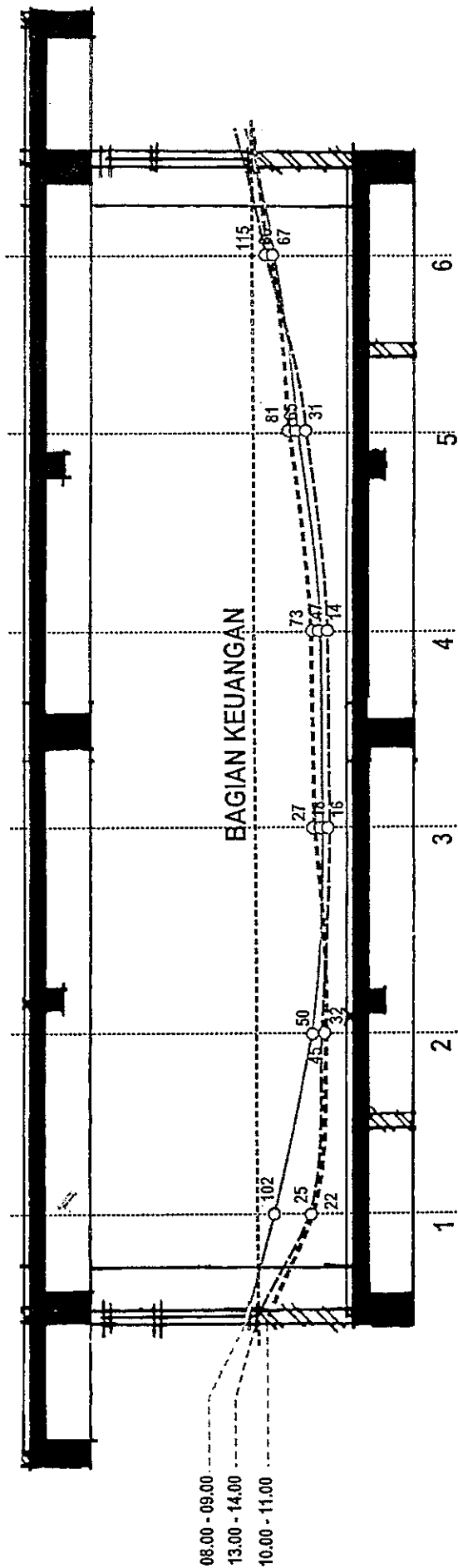


LANTAI - 02

- Ruang : R. Bag. Keuangan
- Orientasi Massa : Timur - Barat
- Keadaan cuaca : mendung
- Kecarahan Matahari : 0% - 30%
- Tgl. Pengukuran : 24 Februari 1999
- Sumber : hasil interpretasi data pengukuran peneliti

Gambar Gr.5.13

R. Bag. Keuangan.
 Dari ketiga waktu pengukuran pada ruangan ini menunjukkan pola grafik yang mendekati datar. Angka intensitas cahaya berada di bawah standard minimum yang disyaratkan. Intensitas cahaya tertinggi pada ruangan ini pada 70 lux (TU 6 jam 13.00 - 14.00) dan terendah pada angka 7 lux (TU 3 jam 08.00 - 09.00).



LANTAI - 02

- Ruang : R. Bag. Keuangan
- Orientasi Massa : Timur - Barat
- Keadaan cuaca : terang
- Kecarahannya Matahari : 50% - 100%
- Tgl. Pengukuran : 26 Februari 1999
- Sumber : hasil interpretasi data pengukuran peneliti

Gambar Gr.5.14

R. Bag. Keuangan
 Tiga waktu pengukuran pada ruangan ini menunjukkan pola grafik yang mendekati datar, dengan angka intensitas cahaya di bawah standard minimum yang disyaratkan. Dari ketiga waktu pengukuran intensitas cahaya yang tertinggi rata-rata pada waktu jam 08.00 - 09.00. Angka intensitas cahaya yang tertinggi pada angka 115 lux (TU 6 jam 10.00 - 11.00) dan terendah 14 lux (TU 4 jam 13.00 - 14.00).

Analisis Indeks Silau R. Bagian Keuangan

Untuk mencari indeks silau di lantai 02 massa bangunan orientasi timur - barat dilakukan Analisis formatif.

1. Untuk Ruang Bagian Keuangan dengan lebar 12 meter terdapat 6 titik ukur. Akibat kondisi tersebut maka sudut ruang (ω) digunakan sudut (lihat perhitungan Tabel T.3.03, hal.71) :

a. 4,48 untuk TU yang berjarak 1 meter dari sumber cahaya

b. 0,18 untuk TU yang berjarak 3 meter dari sumber cahaya

c. 0,028 untuk TU yang berjarak 5 meter dari sumber cahaya

2. Untuk konstanta faktor posisi (ρ) berdasarkan pada intensitas cahaya terang langit pada waktu pengukuran. Diambil berdasarkan tabel faktor posisi (lampiran L.04)

a. Tanggal 24 Pebruari 1999, dengan terang langit :

- 6.238 lux - = 0,19

- 9.650 lux - = 0,26

- 6.318 lux - = 0,20

b. Tanggal 26 Pebruari 1999, dengan terang langit :

- 15.515 lux - = 0,40

- 9.650 lux - = 0,32

- 6.318 lux - = 0,20

T.5.23 Perhitungan Indeks Silau R. Bag. Keuangan

Tabel Perhitungan Indeks Silau

Lantai : 02
 Orientasi massa : Timur - Barat
 Tanggal : 24 Pebruari 1999
 Keadaan Cuaca : Mendung
 Kecerahan Matahari : 0% - 30%
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti

R. Bag. Keuangan

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	41	6,238	4.48	0.19	2.89	1.40	
	20	6,238	0.183	0.19	0.07	(14.70)	
	7	6,238	0.028	0.19	0.00	(28.52)	
	19	6,238	0.028	0.19	0.01	(21.58)	
	26	6,238	0.183	0.19	0.11	(12.88)	
	27	6,238	4.48	0.19	1.48	(1.50)	
10.00 - 11.00	29	9,650	4.48	0.26	0.65	(5.08)	
	12	9,650	0.183	0.26	0.01	(22.32)	
	12	9,650	0.028	0.26	0.00	(28.85)	
	12	9,650	0.028	0.26	0.00	(28.85)	
	26	9,650	0.183	0.26	0.04	(16.95)	
	30	9,650	4.48	0.26	0.69	(4.85)	
13.00 - 14.00	18	6,318	4.48	0.2	0.70	(4.73)	
	26	6,318	0.183	0.2	0.10	(13.29)	
	22	6,318	0.028	0.2	0.02	(20.97)	
	59	6,318	0.028	0.2	0.08	(14.12)	
	66	6,318	0.183	0.2	0.44	(6.82)	
	70	6,318	4.48	0.2	6.18	4.70	

T.5.24 Perhitungan Indeks Silau R. Bag. Keuangan

Tabel Perhitungan Indeks Silau

Lantai : 02
 Orientasi massa : Timur - Barat
 Tanggal : 26 Pebruari 1999
 Keadaan Cuaca : Terang
 Kecerahan Matahari : 50% - 100%
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti

R. Bag. Keuangan

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	102	15,515	4.48	0.4	1.52	(1.40)	
	50	15,515	0.183	0.4	0.04	(17.46)	
	18	15,515	0.028	0.4	0.00	(31.08)	
	47	15,515	0.028	0.4	0.01	(24.42)	
	65	15,515	0.183	0.4	0.06	(15.64)	
	67	15,515	4.48	0.4	0.77	(4.32)	
10.00 - 11.00	25	9,650	4.48	0.32	0.37	(7.56)	
	45	9,650	0.183	0.32	0.07	(14.58)	
	16	9,650	0.028	0.32	0.00	(28.29)	
	14	9,650	0.028	0.32	0.00	(29.22)	
	31	9,650	0.183	0.32	0.04	(17.17)	
	115	9,650	4.48	0.32	4.22	3.05	
13.00 - 14.00	22	6,318	4.48	0.22	0.83	(4.00)	
	32	6,318	0.183	0.22	0.12	(12.51)	
	27	6,318	0.028	0.22	0.02	(20.21)	
	73	6,318	0.028	0.22	0.10	(13.30)	
	81	6,318	0.183	0.22	0.52	(6.05)	
	86	6,318	4.48	0.22	7.38	5.47	

LANTAI 02 ,(R. Bag. Keuangan)

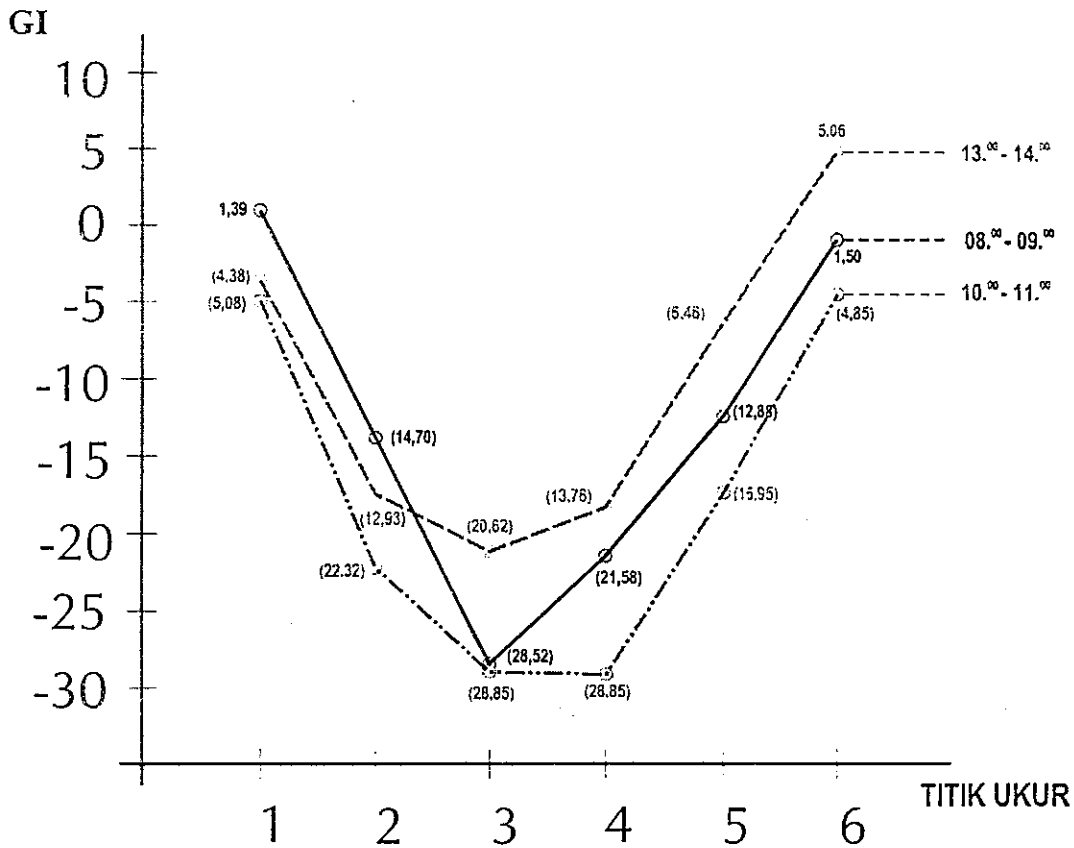
Orientasi Massa : Timur - Barat

Kondisi Cuaca : Mendung

Kecerahan Matahari : 0% - 30%

Tanggal : 24 Pebruari 1999

Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti



Gambar Gr.5.15

Grafik indeks silau untuk ruang ini, dari semua titik pengukuran menunjukkan angka GI yang rendah. Angka GI tertinggi pada angka 5,06 pada TU 6 jam pengukuran 13.00 - 14.00.

LANTAI 02 ,(R. Bag. Keuangan)

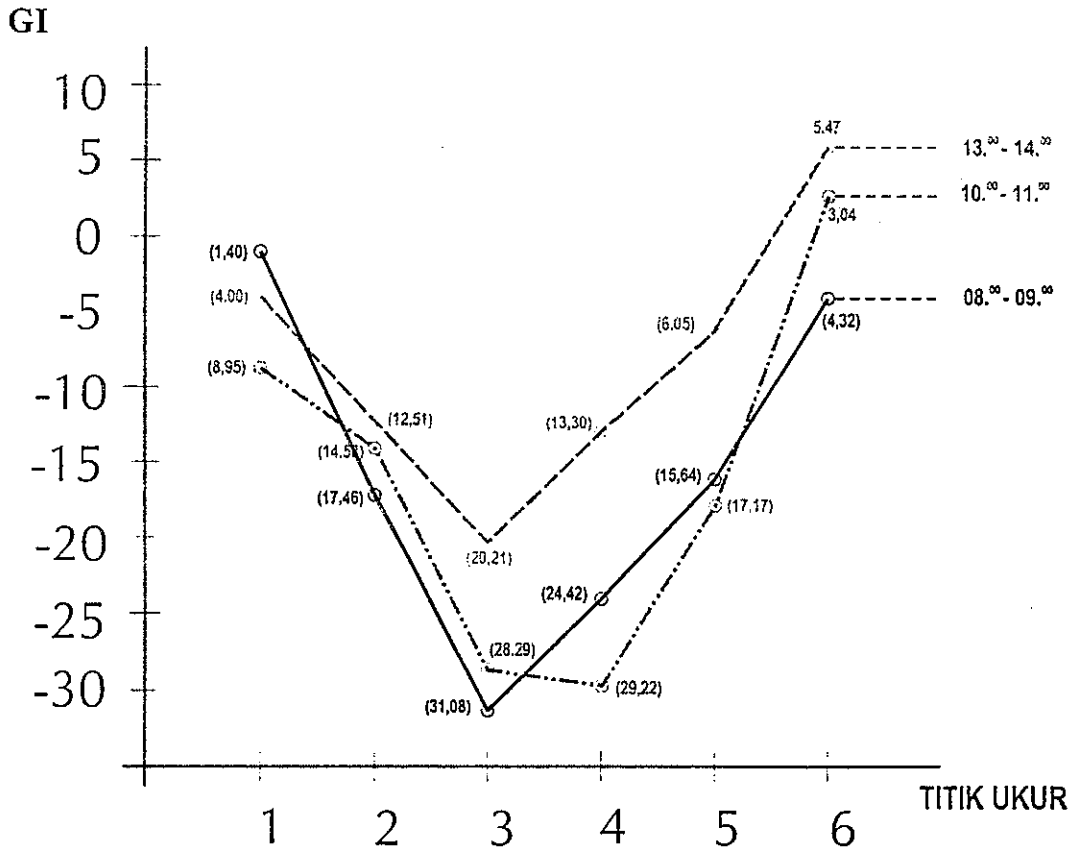
Orientasi Massa : Timur - Barat

Kondisi Cuaca : Terang

Kecerahan Matahari : 50% - 100%

Tanggal : 26 Pebruari 1999

Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti



Gambar Gr.5.16

Grafik indeks silau dari perhitungan yang dilakukan, menunjukkan angka GI rendah. GI tertinggi pada angka 5.47 pada TU 6 pada jam pengukuran 13.00 - 14.00.

Analisa Lantai 02

Untuk lantai 02 dilakukan pengukuran pada ruang-ruang sebagai berikut : ruang hall Bupati mewakili ruang bagian massa bangunan sebelah selatan, ruang rapat mewakili massa bangunan sebelah utara dan koridor serta ruang bagian keuangan untuk massa bangunan yang berorientasi timur-barat.

Untuk *hall* Bupati, bukan merupakan ruang kerja, tetapi semacam ruang tunggu sehingga intensitas cahaya disamakan dengan koridor yaitu 40 lux. Ruang ini memiliki intensitas cahaya pada saat kondisi cuaca mendung sangat rendah dan pada kondisi cuaca terang memiliki intensitas cahaya antara 34 lux hingga 434 lux. Ruang ini berbentuk ruang terbuka dengan sumber cahaya jendela dengan lebar 4 x 1,6 meter, intensitas cahaya yang rendah disebabkan oleh :

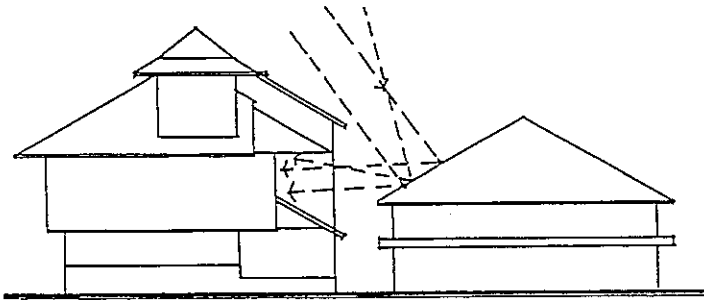
1. Penggunaan warna gelap pada lantai, lantai menggunakan warna coklat tua dengan kombinasi pola hijau tua. Lantai yang gelap akan mereduksi efektifitas pencahayaan dalam ruang hingga 33%.
2. Dinding dikedua sisi ruang menggunakan bahan dan warna gelap. Bahan yang digunakan adalah partisi dari multiplex yang divernis, sehingga warna yang muncul adalah warna alami coklat kayu. Kayu dengan warna coklat akan menyerap cahaya yang terpancar ke arahnya sebesar 85%, serta mengurangi efektifitas pencahayaan hingga 33%.

Dari kondisi ruang seperti tersebut diatas maka cahaya yang masuk ke dalam ruang akan direduksi oleh bahan dan warna elemen ruang. Reduksi akan terjadi sebesar 33% dari cahaya yang masuk dari lubang cahaya efektif.



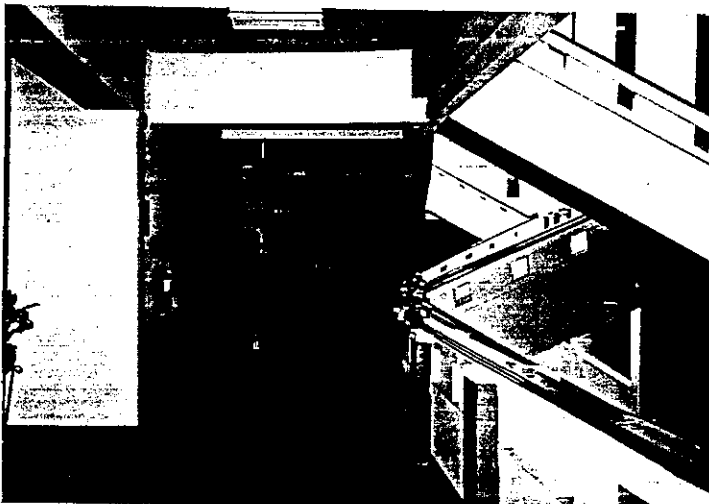
Gambar F.5.05
Ruang Hall Bupati lantai warna gelap
dan 2 dinding samping dari bahan
multiplex dengan warna gelap
mereduksi efektifitas cahaya dalam
ruang sebesar 31%

Ruang rapat di lantai 2 merupakan ruang tertutup, jadi hanya mendapatkan pencahayaan dari sisi jendela di sebelah utara ruang ini dibatasi oleh partisi dari multiplex dengan ruang-ruang disampingnya. Posisinya berada di atas ruang bagian ketertiban umum di sisi sebelah utara lantai 02, hanya saja intensitas pencahayaan dari arah jendela justru besar, dan mengecil ke arah dalam. Dari lebar ruang 8 meter, 4 meter dari tepi jendela memiliki intensitas cahaya sesuai dengan standard persyaratan minimum ruang kerja yaitu diatas 150 lux. Pada posisi pukul 10.00 - 11.00 intensitas cahaya lebih tinggi dibandingkan 2 waktu pengukuran lain. Hal ini karena sudut jatuh cahaya matahari pada pukul ini memiliki sudut antara 54° hingga 75° , dengan teori bahwa sudut jatuh sama dengan sudut pantul sehingga pantulannya akan membentuk sudut yang sama. Di depan jendela ruang rapat terdapat bangunan DPRD lama, posisi jendela adalah berhadapan dengan posisi genteng bangunan ini. Maka jendela akan mendapat pantulan cahaya dari genteng tersebut, genteng memiliki daya pantul sebesar 40%, pantulan yang masuk mempertinggi intensitas cahaya pada ruang tersebut. Genteng berfungsi sebagai *external reflector component*.



Gambar G.5.17
 Pemantulan oleh bidang genteng.
 Genteng bangunan DPRD lama
 merupakan bidang *external reflected
 component*, memiliki daya pantul cahaya
 sebesar 40%.

Koridor pada lantai 02 memiliki intensitas cahaya paling kecil dibandingkan koridor lantai lainnya. Hal ini karena koridor di lantai ini hanya menerima pantulan-pantulan cahaya yang masuk melalui *skylight*, bukan merupakan cahaya matahari langsung sebagaimana koridor di lantai lain. Cahaya dipantulkan oleh bidang dinding maupun *balustrade* koridor sehingga begitu sampai pada koridor lantai 02 cahaya sudah dilembutkan. Posisi koridornya sendiri tidak berada persis di bawah *skylight* sebagaimana koridor lantai 01.



Gambar F.5.06
 Koridor lantai 02
 Koridor ini memiliki intensitas cahaya
 paling rendah dibandingkan koridor di lantai
 lain. Berkisar antara angka 60 - 145 Lux

Ruang bagian keuangan dari pengukuran memperlihatkan bahwa ruang ini memiliki intensitas cahaya sangat buruk untuk suatu ruang kerja.

1) Analisis menunjukkan bahwa pencahayaan banyak tereduksi oleh banyaknya furniture dalam ruangan ini. Jadi perbandingan antara jumlah pegawai dan dimensi ruang tidak sebanding. Jumlah personel yang besar ternyata membawa konsekuensi penyediaan perabot yang banyak. Penataan perabot kadang tidak memperhatikan arah masuk cahaya akibat perletakan lemari tinggi yang menutupi arah datang cahaya menuju meja kerja. Disamping itu banyaknya perabot akan mengurangi intensitas cahaya dalam ruang, karena untuk perabot dari bahan kayu dengan penyelesaian vernis akan mereduksi cahaya yang menimpa sebesar 85%, dan *filling cabinet* yang banyak terdapat dalam ruangan ini dengan warna abu-abu akan menyerap cahaya yang menimpa sebanyak 80%.



Gambar F.5.07

Kondisi ruang bagian keuangan.

Ruangan dipenuhi oleh perabot. Perabot ini mereduksi intensitas cahaya dalam ruang dan lemari atau *filling cabinet* menghalangi cahaya menuju bidang kerja

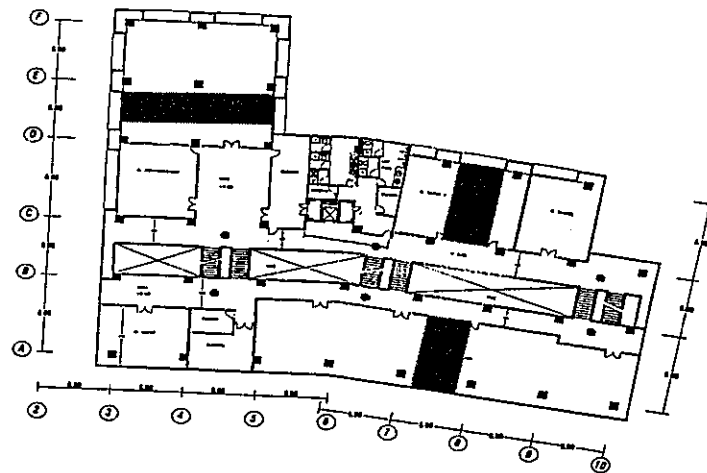
2) Lebar ruangan 12 meter, sehingga di bagian tengah ruangan tingkat pencahayaan kecil yaitu dibawah persyaratan intensitas cahaya ruang perkantoran.

3) Rendahnya posisi bidang pematah matahari (*overhang* dari selasar lantai 03) sehingga lubang cahaya efektif yang memasukan cahaya dalam ruang menjadi kecil.

4) Kaca dari bahan kaca 'es' sehingga membiaskan cahaya yang menyimpannya. Kondisi ini menimbulkan silau bagi pengguna ruang, kondisi tersebut di atasi dengan menutup kaca tersebut dengan kertas roti. Penutupan kaca ini menimbulkan konsekuensi ikut mereduksi tingkat intensitas cahaya dalam ruangan ini.

c. Lantai 03

- R. PDE, dengan lebar ruang 8 meter = 4 titik ukur
- R. Bag. Sosial, dengan lebar ruang 6 meter = 3 titik ukur
- R. Bag. Hukum, dengan lebar ruang 12 meter = 6 titik ukur
- Koridor lantai 03 = 3 titik ukur
- Koridor lantai 03' = 3 titik ukur



Gambar G.5.18 Daerah penelitian lantai 03

T.5.25 Intensitas Cahaya Lantai 03

LANTAI 03 (R. PDE, KORIDOR 03, KORIDOR 03', BAG. SOSIAL)

Kondisi cuaca : mendung
 Kecerahan mthr : 0% - 30%
 Tanggal : 24 Februari 1998
 Data : intensitas cahaya
 Sumber : hasil pengukuran peneliti

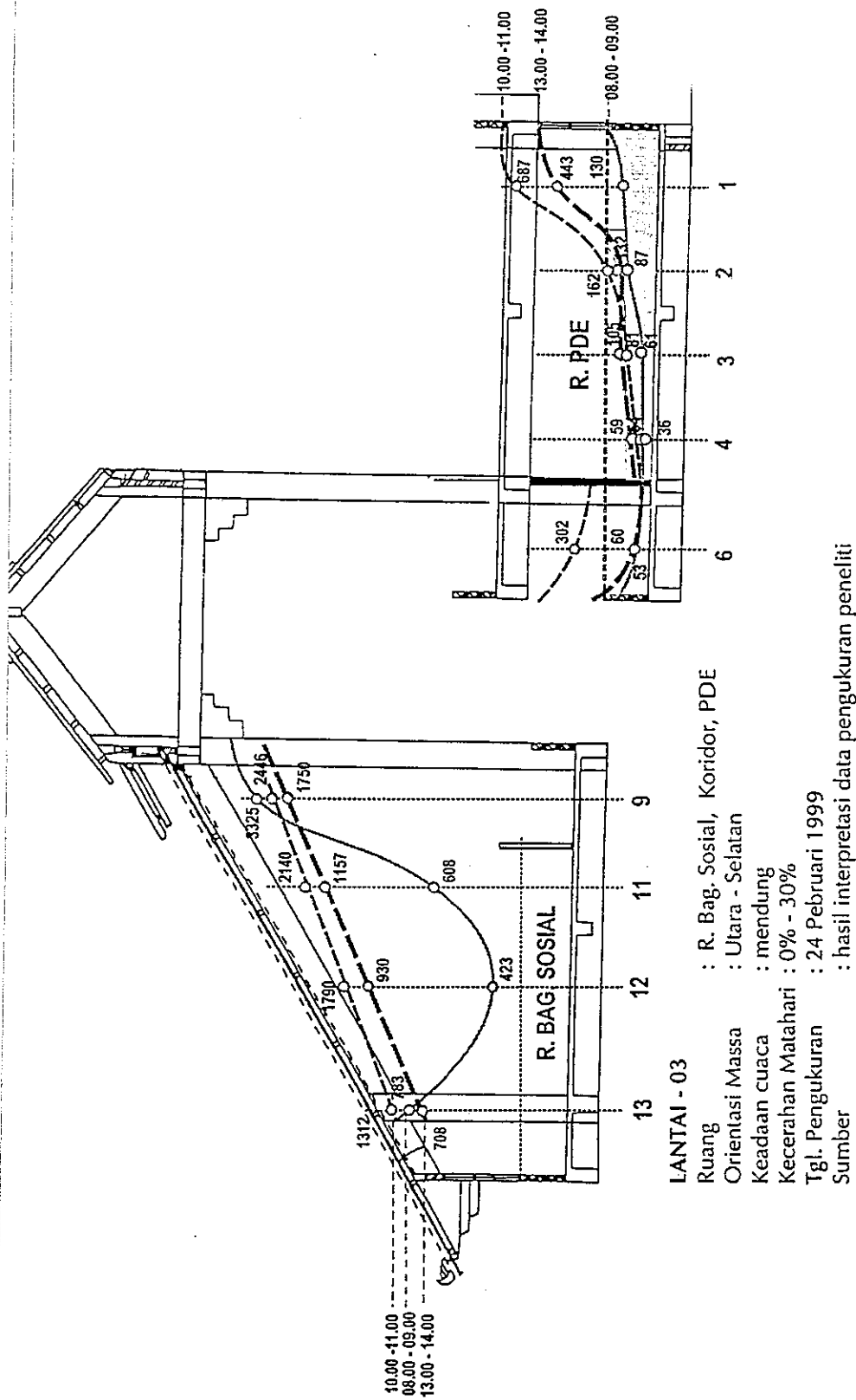
	R. PDE													TERANG LANGIT (Lux)
	KORIDOR 03													
	Intensitas cahaya (lux)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
08.00-09.00	130	87	61	36	82	53	146	1162	2446	678	608	423	783	8900
10.00-11.00	687	162	81	54	270	302	176	3948	3325	1855	2140	1790	1312	7440
13.00-14.00	443	132	105	59	74	60	76	1100	1750	887	1157	930	708	6650

T.5.26 Intensitas Cahaya Lantai 03

LANTAI 03 (R. PDE, KORIDOR 03, KORIDOR 03', BAG. SOSIAL)

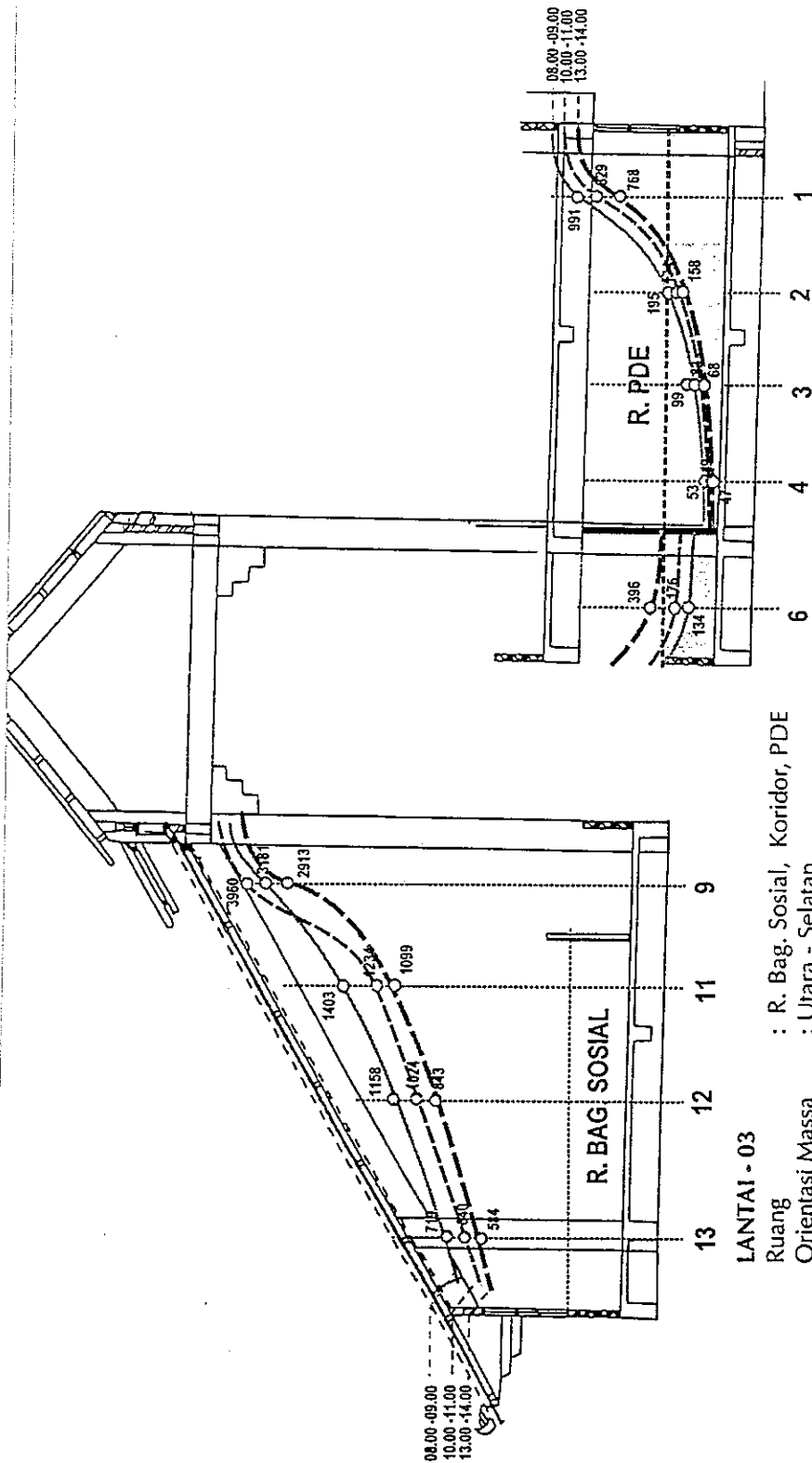
Kondisi cuaca : terang
 Kecerahan mthr : 50% - 100%
 Tanggal : 26 Februari 1998
 Data : intensitas cahaya
 Sumber : hasil pengukuran peneliti

	R. PDE													TERANG LANGIT (Lux)
	KORIDOR 03													
	Intensitas cahaya (lux)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
08.00-09.00	130	87	61	36	82	53	146	1162	2446	678	608	423	783	8900
10.00-11.00	687	162	81	54	270	302	176	3948	3325	1855	2140	1790	1312	7440
13.00-14.00	443	132	105	59	74	60	76	1100	1750	887	1157	930	708	6650



Gambar Gr.5.17

1. R. Bag. Sosial dan Koridor.
 - Pada jam 08.00 - 09.00, angka intensitas cahaya bergerak dengan bentuk kurva hiperbolik, intensitas cahaya berada pada angka di atas ambang batas minimum yang disyaratkan pada koridor angka intensitas sangat tinggi 3325 lux (TU 9) dan terendah pada angka 423 lux (TU 12).
 - Pada jam 10.00 - 11.00 grafik merupakan garis lurus yang menaik dari TU 13 1 m (783 lux) dari lubang jendela, naik ke arah koridor (TU 9 - 2446 lux).
 - Pada jam 13.00 - 14.00, grafik merupakan garis lurus yang menaik dari TU 13 (708 lux), naik ke arah koridor TU 9 (1750 lux).
2. R. PDE dan Koridor.
 - Pada jam 08.00 - 09.00, intensitas pengukuran berada di bawah ambang standard minimum yang disyaratkan dengan pola grafik menurun dari TU 1 (130 lux) 1 m dari lubang jendela ke arah bidang partisi TU 4 (36 lux).
 - Pada jam 10.00 - 11.00, titik ukur TU 1 - 1 m dari lubang cahaya dan TU 2 - 3 m dari lubang cahaya memiliki intensitas di atas standard minimum. Intensitas cahaya kemudian menurun pada TU 3 dan TU 4, dengan angka di bawah standard pada koridor angka di atas standar minimum pada angka 302 lux.
 - Pada jam 13.00 - 14.00 hanya intensitas pada TU 1 yang berada pada angka di atas standard minimum dengan disyaratkan. Angka kemudian menurun dari TU 2 (132 lux) ke TU 4 (59 lux).
 Pada koridor angka di bawah standard dengan angka 60 lux.



LANTAI -03
 Ruang : R. Bag. Sosial, Koridor, PDE
 Orientasi Massa : Utara - Selatan
 Keadaan cuaca : Terang
 Kecerahan Matahari : 50% - 100%
 Tgl. Pengukuran : 26 Februari 1999
 Sumber : hasil interpretasi data pengukuran peneliti

Jambar Gr.5.18

R. Bag. Sosial dan Koridor.

- Pada jam 08.00 - 09.00, angka intensitas cahaya tertinggi di antara 2 waktu pengukuran, kecuali pada TU 9 angka dari lubang jendela (TU 13 - 719 lux) terus naik sampai di koridor (TU 9 - 3181 lux).
- Pada jam 10.00 - 11.00, pola grafik sama seperti grafik waktu pengukuran jam 08.00 - 09.00, hanya pada TU 9 angka tertinggi lebih tinggi dari 2 waktu pengukuran lainnya, terendah 640 lux tertinggi 3960 lux.
- Pada jam 13.00 - 14.00, pola grafik ekuivalen dengan pola grafik pengukuran jam 10.00 - 11.00 hanya intensitas cahaya berada di bawah waktu pengukuran 10.00 - 11.00 intensitas cahaya terendah 584 lux (TU 13) dan tertinggi 2943 lux (TU 9).

2. R. PDE dan Koridor.

- Pola grafik konstan antara 3 waktu pengukuran hanya saja pola yang terjadi adalah pukul 08.00 - 09.00 paling tinggi intensitas cahayanya kemudian waktu pengukuran jam 10.00 - 11.00 dan terendah waktu pengukuran jam 13.00 - 14.00.
- Dari ketiga waktu pengukuran 2 titik ukur, yaitu TU 1 dengan jarak 1 m dari lubang jendela dan TU 2 dengan jarak 3 m dari lubang jendela memiliki intensitas cahaya di atas standard minimum dan 2 titik ukur berada di bawah standard, dengan titik ukur TU 4 yang berjarak 1 m dari bidang partisi memiliki intensitas cahaya terendah.

Analisis Indeks Silau Lantai 03

Untuk mencari indeks silau di lantai 03 massa bangunan orientasi utara-selatan dilakukan Analisis formulatif.

1. Untuk Ruang PDE dengan lebar 8 meter terdapat 4 titik ukur. Sumber cahaya dari 1 sisi, yaitu bidang jendela. Akibat kondisi tersebut maka sudut ruang (ω) digunakan sudut (lihat perhitungan Tabel T.3.03, hal. 71) :
 - a. 4,48 untuk TU yang berjarak 1 meter dari sumber cahaya
 - b. 0,18 untuk TU yang berjarak 3 meter dari sumber cahaya
 - c. 0,02 untuk TU yang berjarak 5 meter dari sumber cahaya
 - d. 0,008 untuk TU yang berjarak 7 meter dari sumber cahaya
2. Untuk koridor, sumber cahaya adalah bidang ruang sehingga sudut ruang bersifat konstan dengan $\omega = 0,88$ (berdasarkan perhitungan hal. 72)
3. Untuk Ruang Bagian Sosial dengan lebar 6 meter terdapat 3 titik ukur. Sumber cahaya dari 2 sisi, yaitu bidang jendela dan bidang *skylight*. Akibat kondisi tersebut maka sudut ruang (ω) digunakan sudut (lihat perhitungan Tabel T.3.03, hal. 70) :
 - a. 4,48 untuk TU yang berjarak 1 meter dari sumber cahaya
 - b. 0,18 untuk TU yang berjarak 3 meter dari sumber cahaya
 - c. 0,88 sumber cahaya bidang ruang langsung dari skylight
4. Untuk konstanta faktor posisi (ρ) berdasarkan pada intensitas cahaya terang langit pada waktu pengukuran. Diambil berdasarkan tabel faktor posisi (lampiran L.04)
 - a. Tanggal 24 Pebruari 1999, dengan terang langit :

- 8.900 lux	-	= 0,27
- 7.440 lux	-	= 0,22
- 6.650 lux	-	= 0,20
 - b. Tanggal 26 Pebruari 1999, dengan terang langit :

- 10.820 lux	-	= 0,32
- 9.925 lux	-	= 0,29
- 8.925 lux	-	= 0,27

T.5.27 Perhitungan Indeks Silau Lantai 03

Tabel Perhitungan Indeks Silau
 Lantai : 03
 Orientasi massa : Utara - Selatan
 Tanggal : 24 Pebruari 1999
 Keadaan Cuaca : Mendung
 Kecerahan Matahari : 0% - 30%
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti

A. R. PDE

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	130	8,900	4.48	0.27	7.31	5.43	
	87	8,900	0.183	0.27	0.30	(8.47)	
	61	8,900	0.028	0.27	0.04	(17.46)	
	36	8,900	0.008	0.27	0.01	(25.48)	
10.00 - 11.00	687	7,440	4.48	0.22	174.06	19.20	
	162	7,440	0.183	0.22	1.34	(1.95)	
	81	7,440	0.028	0.22	0.10	(13.29)	
	54	7,440	0.008	0.22	0.02	(20.46)	
13.00 - 14.00	443	6,650	4.48	0.2	112.41	17.30	
	132	6,650	0.183	0.2	1.25	(2.22)	
	105	6,650	0.028	0.2	0.19	(10.33)	
	59	6,650	0.008	0.2	0.03	(18.69)	

B. KORIDOR 03

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	82	8,900	0.88	0.19	1.67	(0.98)	
	53	8,900	0.88	0.19	0.83	(4.02)	
	146	8,900	0.88	0.19	4.20	3.03	
10.00 - 11.00	270	7,440	0.88	0.26	8.13	5.90	
	302	7,440	0.88	0.26	9.73	6.67	
	176	7,440	0.88	0.26	4.10	2.92	
13.00 - 14.00	74	6,650	0.88	0.2	1.75	(0.79)	
	60	6,650	0.88	0.2	1.25	(2.24)	
	76	6,650	0.88	0.2	1.82	(0.60)	

C. KORIDOR 03'

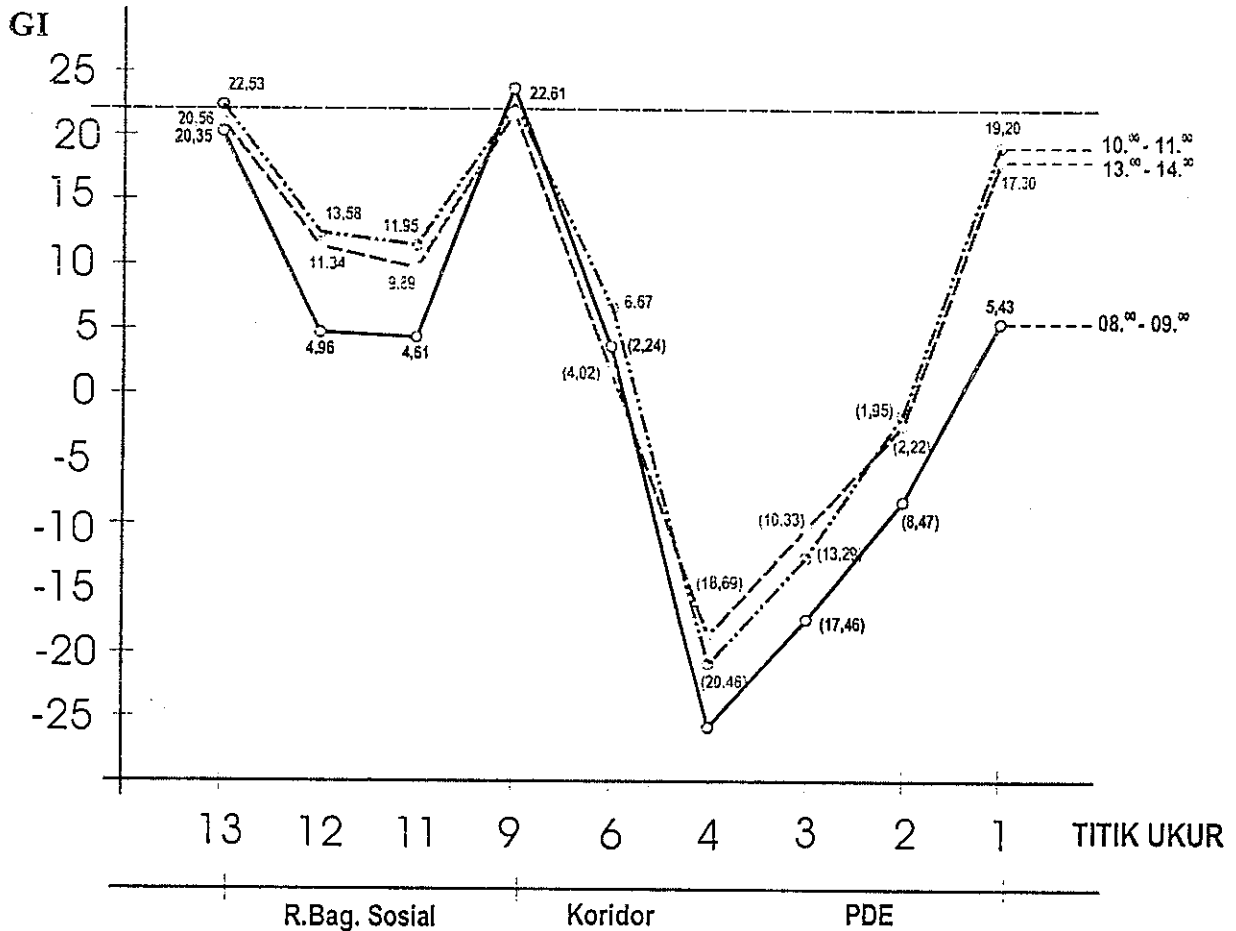
	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	1,162	8,900	0.88	0.19	116.02	17.44	
	2,446	8,900	0.88	0.19	381.70	22.61	
	678	8,900	0.88	0.19	49.00	13.70	
10.00 - 11.00	3,948	7,440	0.88	0.26	594.65	24.54	Tdk. Nyaman
	3,325	7,440	0.88	0.26	451.78	23.34	Tdk. Nyaman
	1,855	7,440	0.88	0.26	177.58	19.29	
13.00 - 14.00	1,100	6,650	0.88	0.2	131.02	17.97	
	1,750	6,650	0.88	0.2	275.41	21.19	
	887	6,650	0.88	0.2	92.85	16.47	

D. R. BAGIAN SOSIAL

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	608	8,900	0.88	0.19	41.16	12.94	
	423	8,900	0.183	0.19	6.56	4.96	
	783	8,900	4.48	0.19	226.80	20.35	
10.00 - 11.00	2,140	7,440	0.88	0.26	223.21	20.28	
	1,790	7,440	0.183	0.26	47.75	13.58	
	1,312	7,440	4.48	0.26	375.13	22.54	Tdk. Nyaman
13.00 - 14.00	1,157	6,650	0.88	0.2	142.05	18.32	
	930	6,650	0.183	0.2	28.51	11.34	
	708	6,650	4.48	0.2	238.02	20.56	

LANTAI 03 (Koridor, R.Bag.Sosial, PDE)

Orientasi Massa : Utara - Selatan
 Kondisi Cuaca : Mendung
 Kecerahan Matahari : 0% - 30%
 Tanggal : 24 Pebruari 1999
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti



Gambar Gr.5.19

Grafik hasil perhitungan indeks silau memperlihatkan bahwa terdapat titik ukur yang memiliki GI di atas standard yang disyaratkan.

Untuk jam 08.00 - 09.00 GI pada titik ukur TU 9 sebesar 22,61. TU 9 terletak di daerah koridor. TU 13 pada jarak 1 m dari lubang jendela R. Bag. Sosial GI berada pada angka mendekati ambang batas sebesar 20,35.

Pada jam 10.00 - 11.00, pada TU 9 (Koridor) berada pada GI di atas batas yang diijinkan dan TU 13 pada angka 20,56.

Pada jam 13.00 - 14.00, pada TU 9 (Koridor) GI berada pada ambang batas silau yang diijinkan. Pada titik TU 13 GI di atas batas yang diijinkan, pada angka 22,53.

T.5.28 Perhitungan Indeks Silau Lantai 03

Tabel Perhitungan Indeks Silau
 Lantai : 03
 Orientasi massa : Utara - Selatan
 Tanggal : 26 Pebruari 1999
 Keadaan Cuaca : Terang
 Kecerahan Matahari : 50% - 100%
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti

A. R. PDE

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	991	10,820	4.48	0.32	118.11	17.52	
	195	10,820	0.183	0.32	0.68	(4.89)	
	99	10,820	0.028	0.32	0.05	(16.12)	
	53	10,820	0.008	0.32	0.01	(24.82)	
10.00 - 11.00	829	9,925	4.48	0.29	113.28	17.34	
	174	9,925	0.183	0.29	0.72	(4.62)	
	83	9,925	0.028	0.29	0.05	(16.29)	
	49	9,925	0.008	0.29	0.01	(24.30)	
13.00 - 14.00	768	8,925	4.48	0.27	124.97	17.76	
	158	8,925	0.183	0.27	0.77	(4.34)	
	68	8,925	0.028	0.27	0.04	(16.72)	
	47	8,925	0.008	0.27	0.01	(23.64)	

B. KORIDOR 03

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	66	10,820	0.88	0.32	0.42	(6.96)	
	134	10,820	0.88	0.32	1.31	(2.04)	
	69	10,820	0.88	0.32	0.45	(6.65)	
10.00 - 11.00	79	9,925	0.88	0.29	0.72	(4.65)	
	176	9,925	0.88	0.29	2.58	0.91	
	90	9,925	0.88	0.29	0.88	(3.75)	
13.00 - 14.00	197	8,925	0.88	0.27	3.85	2.65	
	396	8,925	0.88	0.27	11.78	7.51	
	246	8,925	0.88	0.27	5.50	4.20	

C. KORIDOR 03'

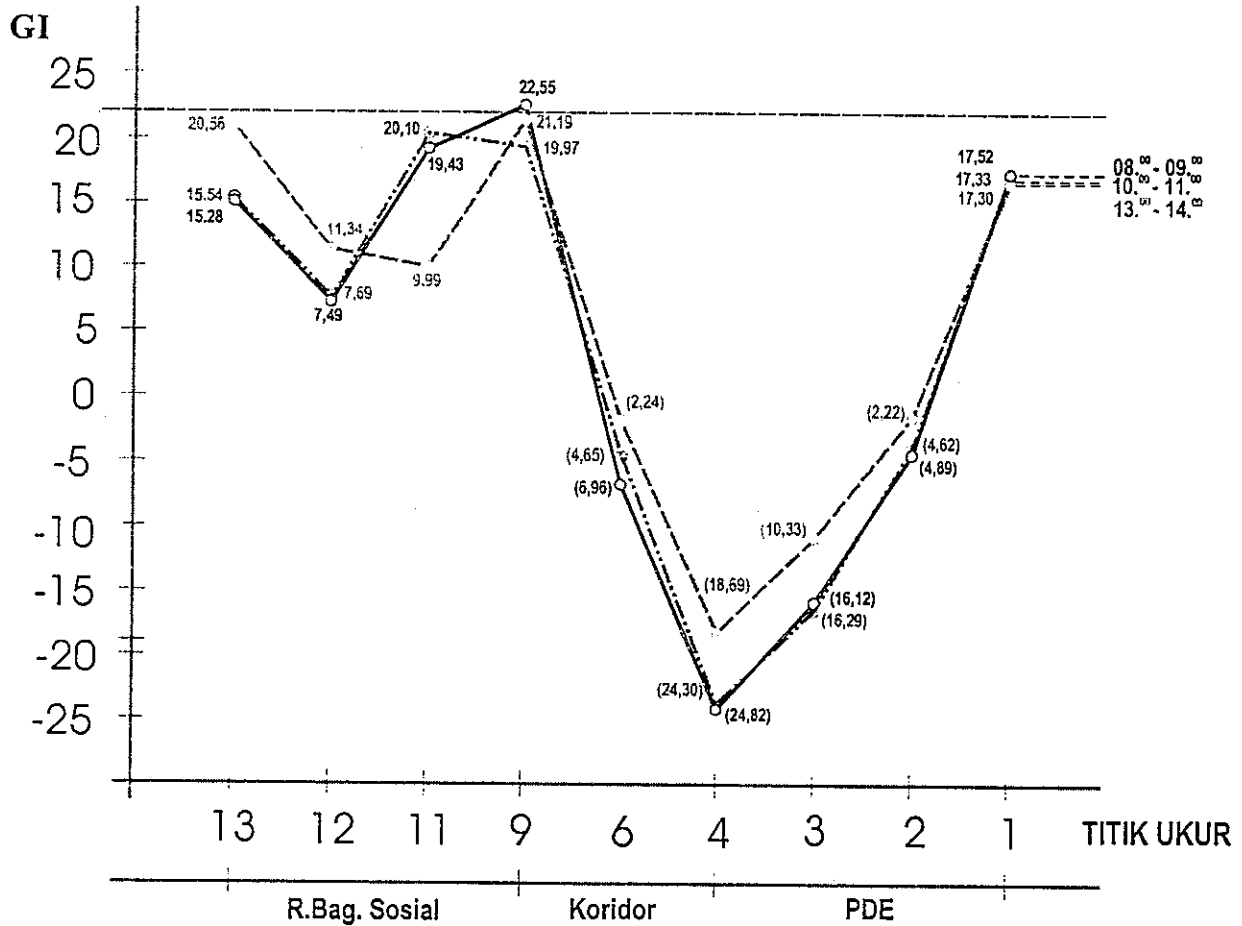
	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	1,858	10,820	0.88	0.32	87.82	16.23	
	3,181	10,820	0.88	0.32	207.60	19.97	
	1,700	10,820	0.88	0.32	76.18	15.61	
10.00 - 11.00	2,458	9,925	0.88	0.29	175.37	19.23	
	3,960	9,925	0.88	0.29	376.12	22.55	Tdk. Nyaman
	2,022	9,925	0.88	0.29	128.31	17.88	
13.00 - 14.00	2,754	8,925	0.88	0.27	262.26	20.98	
	2,913	8,925	0.88	0.27	286.91	21.37	
	2,772	8,925	0.88	0.27	265.01	21.03	

D. R. BAGIAN SOSIAL

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	1,403	10,820	0.88	0.32	56.03	14.28	
	1,158	10,820	0.183	0.32	11.73	7.49	
	719	10,820	4.48	0.32	70.68	15.29	
10.00 - 11.00	1,234	9,925	0.88	0.29	58.23	14.45	
	1,024	9,925	0.183	0.29	12.30	7.69	
	640	9,925	4.48	0.29	74.88	15.54	
13.00 - 14.00	1,099	8,925	0.88	0.27	60.31	14.60	
	843	8,925	0.183	0.27	11.23	7.30	
	584	8,925	4.48	0.27	80.63	15.86	

LANTAI 03 (Koridor, R.Bag. Sosial, PDE)

Orientasi Massa : Utara - Selatan
 Kondisi Cuaca : Terang
 Kecerahan Matahari : 50% - 100%
 Tanggal : 26 Pebruari 1999
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti



Gambar Gr.5.20

Dari hasil perhitungan indeks silau didapatkan angka-angka GI yang mendekati ambang batas yang diijinkan. Pada jam 08.00 - 09.00, TU 9 (Koridor) dengan GI di atas yang diijinkan, dengan besar 22,55. Pada jam 10.00 - 11.00, TU 9 (Koridor) GI berada pada angka 21,19 berada pada ambang batas yang diijinkan.

T.5.29 Intensitas Cahaya R. Bag. Hukum

LANTAI 03 (R. BAG. HUKUM)

Kondisi cuaca : mendung
 Kecerahan mthr : 0% - 30%
 Tanggal : 24 Pebruari 1998
 Data : intensitas cahaya
 Sumber : hasil pengukuran peneliti

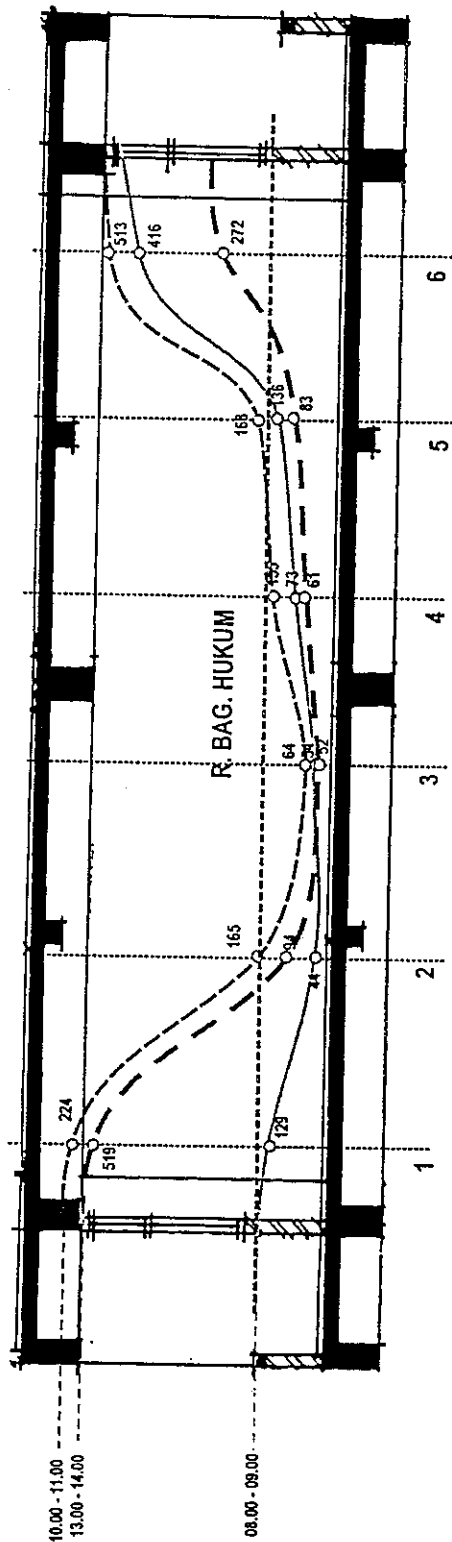
	R. BAG. HUKUM						TERANG
	Intensitas cahaya (lux)						LANGIT
	1	2	3	4	5	6	(Lux)
08.00-09.00	129	44	54	73	136	416	8900
10.00-11.00	848	165	64	155	168	513	7440
13.00-14.00	519	94	52	61	83	272	6650

T.5.30 Intensitas Cahaya R. Bag. Hukum

LANTAI 03 (R. BAG. HUKUM)

Kondisi cuaca : terang
 Kecerahan mthr : 50% - 100%
 Tanggal : 26 Pebruari 1998
 Data : intensitas cahaya
 Sumber : hasil pengukuran peneliti

	R. BAG. HUKUM						TERANG
	Intensitas cahaya (lux)						LANGIT
	1	2	3	4	5	6	(Lux)
08.00-09.00	1074	278	133	194	305	689	10820
10.00-11.00	887	287	182	133	173	466	9925
13.00-14.00	738	224	129	141	144	395	8925



Lantai 03

Ruang : R. Bag. Hukum

Orientasi Massa : Timur - Barat

Keadaan cuaca : mendung

Kecarahatan Matahari : 0% - 30%

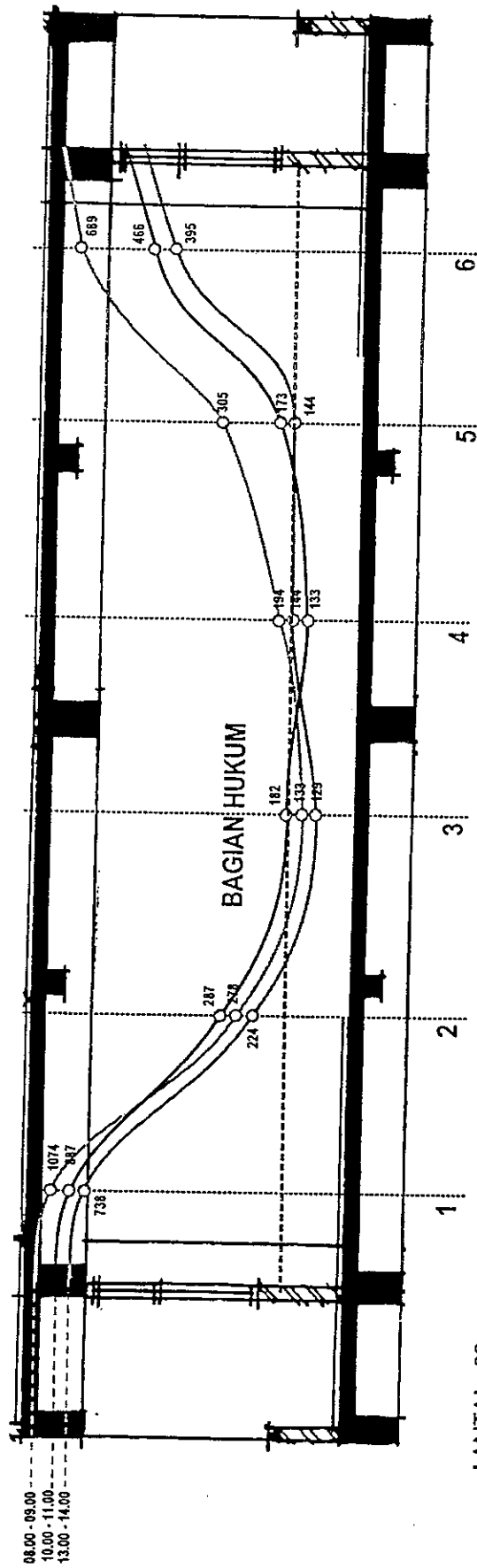
Tgl. Pengukuran : 24 Februari 1999

Sumber : hasil interpretasi data pengukuran peneliti

Gambar Gr.5.21

R. Bag. Hukum

- Pada jam 08.00 - 09.00, intensitas cahaya di sisi sebelah barat lebih rendah dari sebelah timur. Pada TU 6 dengan jarak 1 m dari lubang jendela pada angka 272 lux pada bagian tengah.
- Pada jam 10.00 - 11.00 angka intensitas cahaya tinggi di atas standard minimum, hanya ada satu titik ukur yang berada di bawah batas standard minimum yaitu TU 3, pada jarak 5 m dari lubang jendela sebelah barat.
- Pada jam 13.00 - 14.00, titik ukur dengan jarak 1 m dari lubang jendela barat dan timur intensitas cahaya berada pada angka di atas batas minimum, sedangkan di bagian tengah sebelah 6 m berada di bawah batas minimum.



LANTAI - 03

Ruang : R. Bag. Hukum
 Orientasi Massa : Timur - Barat
 Keadaan cuaca : terang
 Kecarahan Matahari : 50% - 100%
 Tgl. Pengukuran : 26 Februari 1999
 Sumber : hasil interpretasi data pengukuran peneliti

Gambar Gr.5.22

R. Bag. Hukum.

- Pada jam 08.00 - 09.00, intensitas cahaya tinggi. Titik ukur dititik TU 3 (133 lux) dan TU 4 (141 lux) yang berada di bawah standard minimum sedangkan 4 titik ukur lainnya di atas standar. Intensitas cahaya di sebelah barat lebih tinggi dibandingkan di sebelah timur.
- Pada jam 10.00 - 11.00, intensitas cahaya pada waktu pengukuran ini rata-rata tinggi. Hanya 2 titik ukur, yaitu TU 4 (133 lux) dan TU 5 (144 lux) yang di bawah standard minimum yang terletak pada jarak 5 dan 3 m dari lubang jendela sebelah timur.
- Pada jam 13.00 - 14.00, intensitas cahaya yang berada di bawah standard minimum adalah titik ukur TU 3 (129 lux), TU 4 (141 lux) dan TU 5 (144 lux).

Analisis Indeks Silau R. Bagian Hukum

Untuk mencari indeks silau di lantai 03 massa bangunan orientasi timur - barat dilakukan Analisis formulatif.

1. Untuk Ruang Bagian Hukum dengan lebar 12 meter terdapat 6 titik ukur. Akibat kondisi tersebut maka sudut ruang (ω) digunakan sudut

(lihat perhitungan Tabel T.3.03, hal. 71) :

a. 4,48 untuk TU yang berjarak 1 meter dari sumber cahaya

b. 0,18 untuk TU yang berjarak 3 meter dari sumber cahaya

c. 0,028 untuk TU yang berjarak 5 meter dari sumber cahaya

2. Untuk konstanta faktor posisi (ρ) berdasarkan pada intensitas cahaya terang langit pada waktu pengukuran. Diambil berdasarkan tabel faktor posisi (lampiran L.04)

a. Tanggal 24 Pebruari 1999, dengan terang langit :

- 8.900 lux - = 0,27

- 7.440 lux - = 0,22

- 6.650 lux - = 0,20

b. Tanggal 26 Pebruari 1999, dengan terang langit :

- 10.820 lux - = 0,32

- 9.925 lux - = 0,29

- 8.925 lux - = 0,27

T.5.31 Perhitungan Indeks Silau R. Bag. Hukum

Tabel Perhitungan Indeks Silau

Lantai : 03
 Orientasi massa : Timur - Barat
 Tanggal : 24 Pebruari 1999
 Keadaan Cuaca : Mendung
 Kecerahan Matahari : 0% - 30%
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti

R. Bag. Hukum

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	129	8,900	4.48	0.27	7.22	5.38	
	44	8,900	0.183	0.27	0.10	(13.21)	
	54	8,900	0.028	0.27	0.03	(18.31)	
	73	8,900	0.028	0.27	0.05	(16.21)	
	136	8,900	0.183	0.27	0.61	(5.37)	
	416	8,900	4.48	0.27	46.99	13.51	
10.00 - 11.00	848	7,440	4.48	0.22	243.78	20.66	
	165	7,440	0.183	0.22	1.38	(1.82)	
	64	7,440	0.028	0.22	0.07	(14.92)	
	155	7,440	0.028	0.22	0.28	(8.78)	
	168	7,440	0.183	0.22	1.42	(1.70)	
	513	7,440	4.48	0.22	109.08	17.17	
13.00 -14.00	519	6,650	4.48	0.2	144.82	18.40	
	94	6,650	0.183	0.2	0.73	(4.58)	
	52	6,650	0.028	0.2	0.06	(15.22)	
	61	6,650	0.028	0.2	0.08	(14.11)	
	83	6,650	0.183	0.2	0.60	(5.45)	
	272	6,650	4.48	0.2	51.51	13.91	

T.5.32 Perhitungan Indeks Silau R. Bag. Hukum

Tabel Perhitungan Indeks Silau

Lantai : 03
 Orientasi massa : Timur - Barat
 Tanggal : 26 Pebruari 1999
 Keadaan Cuaca : Terang
 Kecerahan Matahari : 50% - 100%
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti

R. Bag. Hukum

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	1,074	10,820	4.48	0.32	134.33	18.08	
	278	10,820	0.183	0.32	1.20	(2.43)	
	133	10,820	0.028	0.32	0.08	(14.07)	
	194	10,820	0.028	0.32	0.15	(11.45)	
	305	10,820	0.183	0.32	1.39	(1.78)	
	689	10,820	4.48	0.32	66.02	14.99	
10.00 - 11.00	887	9,925	4.48	0.29	126.22	17.81	
	287	9,925	0.183	0.29	1.61	(1.15)	
	182	9,925	0.028	0.29	0.17	(10.83)	
	133	9,925	0.028	0.29	0.10	(13.01)	
	173	9,925	0.183	0.29	0.71	(4.66)	
	466	9,925	4.48	0.29	45.07	13.33	
13.00 -14.00	738	8,925	4.48	0.27	117.25	17.49	
	224	8,925	0.183	0.27	1.35	(1.91)	
	129	8,925	0.028	0.27	0.12	(12.27)	
	141	8,925	0.028	0.27	0.14	(11.65)	
	144	8,925	0.183	0.27	0.66	(4.98)	
	395	8,925	4.48	0.27	43.13	13.14	

LANTAI 03 (R.Bag. Hukum)

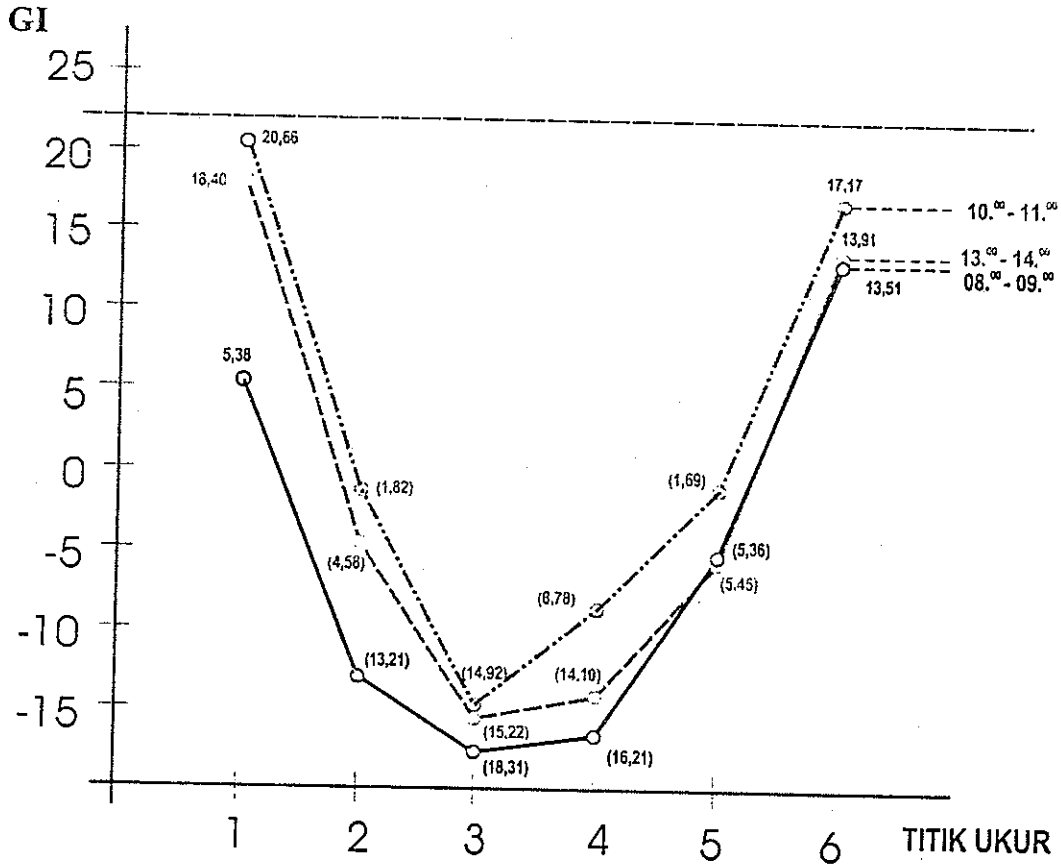
Orientasi Massa : Timur - Barat

Kondisi Cuaca : Mendung

Kecerahan Matahari : 0% - 30%

Tanggal : 24 Pebruari 1999

Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti

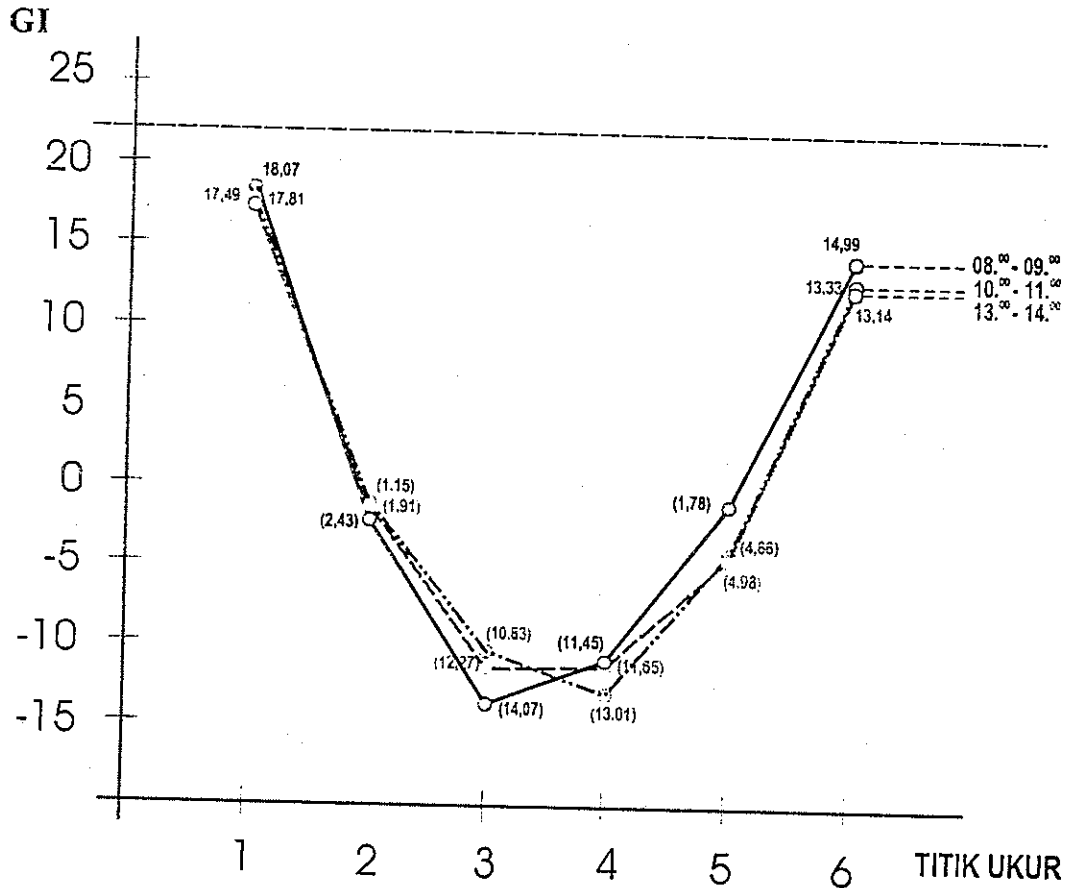


Gambar Gr.5.23

Dari hasil perhitungan indeks silau didapatkan grafik dengan bentuk kurva hiperbolik dengan pola yang cenderung ekuivalen di antara 3 waktu pengukuran. Dari hasil perhitungan memperlihatkan bahwa GI dari masing-masing titik ukur berada di bawah batas silau.

LANTAI 03 (R.Bag. Hukum)

Orientasi Massa : Timur - Barat
Kondisi Cuaca : Terang
Kecerahan Matahari : 50% - 100%
Tanggal : 26 Pebruari 1999
Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti



Gambar Gr.5.24

Dari hasil perhitungan indeks silau didapatkan grafik dengan bentuk kurva hiperbolik dengan pola yang cenderung ekuivalen di antara 3 waktu pengukuran. Dari hasil perhitungan memperlihatkan bahwa GI dari masing-masing titik ukur berada di bawah batas silau.

Analisa lantai 03

Pengukuran pada lantai 03 dilakukan pada ruang PDE untuk mewakili massa bangunan sisi utara, ruang bagian sosial mewakili sisi sebelah selatan, koridor dan ruang bagian hukum mewakili sisi bangunan yang berorientasi timur-barat. Untuk koridor pengukuran dilakukan pada koridor lantai 03 yang merupakan koridor ruang PDE dan koridor lantai 03' merupakan koridor ruang bagian sosial dan merupakan lantai tertinggi pada sisi bangunan sebelah selatan.

Ruang PDE merupakan ruang tertutup dimana 2 bidang pembatasnya tersebut dari partisi multiplex dengan penyelesaian vernis. Warna partisi alami coklat sehingga akan mereduksi cahaya yang menimpa sebesar 85%. Ruang PDE dengan lebar 8 meter memiliki intensitas cahaya yang baik pada 4 meter dari sisi bidang jendela. Dengan lebar 8 meter dan sumber cahaya hanya dari satu sisi maka secara teoritis lebar ruang yang memiliki pencahayaan baik adalah pada lebar 3 - 6 meter. Intensitas cahaya pada 1,5 meter dari jendela memiliki tingkat cahaya yang tinggi, hal ini karena cahaya matahari dapat langsung menembus bidang jendela dan masuk ke dalam ruang. Dari analisis sudut pematah matahari memperlihatkan pada posisi pukul 08.00 sampai dengan pukul 11.00 dengan sudut 28° sampai dengan 75° cahaya matahari tidak terkena bidang pematah matahari sehingga cahaya matahari dapat masuk ke dalam ruang dengan lubang cahaya efektif besar. Perabot komputer pada ruang PDE hanya ditempatkan pada bagian tepi ruangan bagian tengah kosong sehingga memungkinkan cahaya menyebar ke dalam ruang tanpa mengalami reduksi yang besar dari perabot. Elemen pembentuk ruang dominan berwarna putih. Bidang pertama yang menerima cahaya berwarna putih, sehingga cahaya akan dipantulkan kembali sebesar 90% dan mendistribusikan cahaya ke seluruh bagian ruang

Melihat penataan perabot dalam ruang kurang PDE ini efisien karena arah datang cahaya dari sisi sebelah kanan dan belakang pengguna ruang. Penataan ini menyebabkan terjadi pembayangan pada meja bidang kerja. Efisiensi bisa ditingkatkan dengan

menempatkan posisi meja sedemikian rupa sehingga arah datang cahaya dari posisi kiri pegawai. Dari hasil kuisisioner yang disebarkan memperlihatkan bahwa ruang PDE termasuk ruang dengan prosentase yang cukup tinggi terhadap indikasi kemudahan dalam membaca dan menulis. Kondisi pencahayaan tidak menyebabkan kecepatan membaca dan menulis menurun.



Gambar F.5.08
Ruang bagian PDE,
longgar dan penempatan
kegiatan kerja hanya di tepi
dinding. Kondisi ruangan
yang menguntungkan

Dari kondisi pengukuran dan data kuisisioner yang disebarkan memperlihatkan bahwa pengguna mampu melakukan adaptasi terhadap kondisi pencahayaan alami yang ada. Sebagai ruangan pengolahan data elektronik dengan perangkat komputer kegiatan menulis dan membaca kecil. Kegiatan lebih sering dilakukan dengan alat bantu komputer, layar komputer ikut mengeluarkan cahaya sehingga membantu memudahkan para pengguna bekerja.

Koridor dari ruang PDE dari segi pencahayaan tidak menimbulkan persoalan karena tingkat intensitas cahaya memenuhi persyaratan minimum sebagai ruang lalulintas manusia. Koridor ini mendapat pencahayaan alami yang cukup dari *skylight*.

Ruang bagian sosial merupakan lantai tertinggi sisi bangunan sebelah selatan. Ruang ini mendapatkan cahaya alami dari dua sumber, yaitu dari lubang jendela dan cahaya dari *skylight*. Dengan adanya dua sumber tersebut menyebabkan tingkat intensitas

cahaya pada ruang ini tinggi. Lebar ruang yang hanya 6 meter dengan sumber cahaya dari kedua sisinya menyebabkan seluruh ruangan mendapatkan pencahayaan yang sangat cukup. Tingginya intensitas cahaya ini ternyata menimbulkan kondisi silau walaupun tidak berlangsung secara konstan. Dari 27 pengukuran hanya 3 pengukuran yang memperlihatkan indikasi terjadi silau atau 11% kemungkinan terjadi silau pada ruangan ini. Kondisi ini didukung oleh data kuesioner bahwa hanya 4% yang menyatakan ruangan ini menimbulkan kelelahan mata akibat silau. Intensitas cahaya yang tinggi pada ruang ini ternyata mampu dieliminir sehingga silau tidak terjadi. Faktor yang bisa mengeliminir cahaya yang masuk pada ruangan ini adalah bahan dan warna dari penutup plafon. Bahan plafon dari kayu jati dengan pemasangan lambersiring penyelesaian vernis. Penggunaan kayu dengan warna alamiah tersebut mampu menyerap cahaya yang masuk sebesar 85%. Ruangan dengan plafon lebih gelap dibanding elemen ruang lainnya seperti lantai dan dinding maka efektifitas pencahayaan akan direduksi sebesar 51%.

Warna gelap juga menimbulkan kontras yang tidak tajam antara bidang pandangan plafon dan arah datang cahaya dari bidang *skylight*. Bidang miring plafon melembutkan cahaya sehingga pada saat ditangkap mata tidak menyilaukan.

Penataan *furniture* pada ruang ini menyebabkan arah datang dari kiri pengguna ruang. Bidang di dekat partisi hingga jarak 2,5 meter digunakan sebagai jalur sirkulasi dalam ruang, hal ini dilakukan untuk mengantisipasi panas yang ikut masuk dari bidang *skylight*.

Koridor lantai 03', koridor ruang bagian sosial, merupakan koridor lantai tertinggi dari sisi bangunan sebelah selatan. Mendapatkan cahaya dari *skylight*. Intensitas cahaya memiliki karakteristik sama dengan ruang bagian sosial yaitu intensitas cahaya yang tinggi. Dari 27 titik ukur hanya 3 titik ukur yang memperlihatkan kondisi silau atau hanya 11%. Silau terjadi pada posisi matahari tinggi yaitu pada pukul 10.00 sampai dengan 11.00, artinya terjadi pada saat *skylight* menerima cahaya langsung dari matahari.

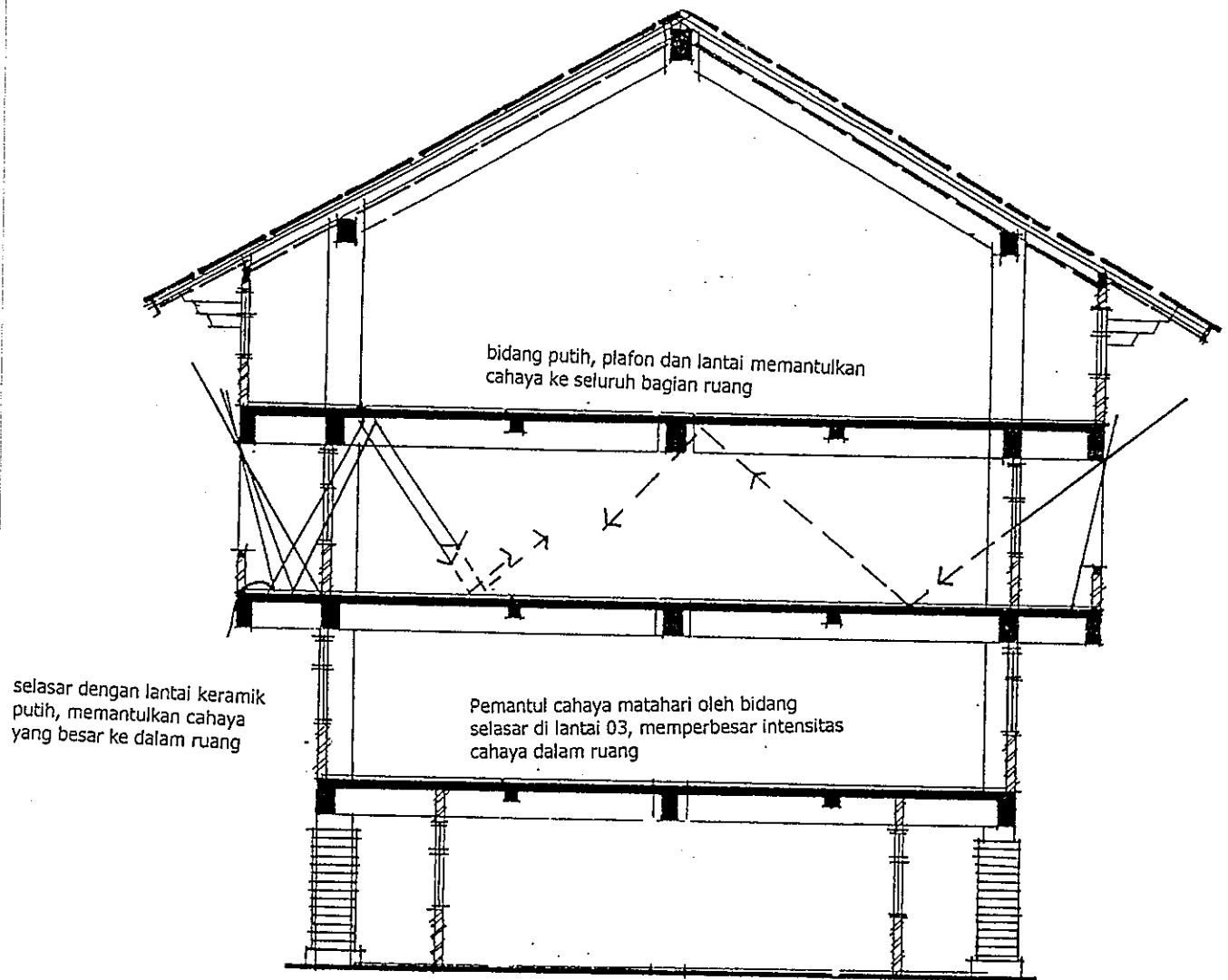


Gambar F.5.09

Ruang kerja bagian Sosial, intensitas cahaya sangat tinggi. Penataan lay out furniture juga baik karena diatur agar arah datang cahaya dari arah kiri bidang kerja

Ruang bagian hukum, ruang ini memiliki lebar 12 meter, tetapi dari pengukuran memperlihatkan bahwa intensitas cahaya pada seluruh bagian ruang relatif baik. Dari kuisisioner didapatkan data ruang bagian hukum mempunyai kondisi yang memudahkan orang untuk membaca dan menulis, penerangan yang ada tidak mengurangi kecepatan membaca dan menulis serta tidak menimbulkan kelelahan mata. Kondisi ini disebabkan karena dimensi ruang terhadap jumlah pegawai tidak sebanding, artinya jumlah perabot lebih kecil dibandingkan dimensi ruang dan diatur posisinya pada tepi ruang. Kecilnya jumlah perabot tentu memperkecil reduksi cahaya yang masuk ke dalam ruang tersebut.

Posisi bukaan jendela pada ruang bagian hukum terletak pada 3 sisi bidang dinding. Di bagian luar dinding jendela tersebut terdapat selasar keliling dengan bahan penutup keramik warna putih. Posisi selasar keliling tersebut ternyata juga berfungsi sebagai bidang pemantul dari cahaya yang jatuh pada permukaannya, pantulan cahaya tersebut masuk melalui bidang jendela. Seluruh bidang elemen ruang memiliki warna putih, warna terang tersebut meningkatkan jumlah cahaya yang dipantulkan. Warna putih seluruh elemen ruang menyebabkan efektifitas pencahayaan dalam ruang sebesar 100%.



Gambar G.5.19

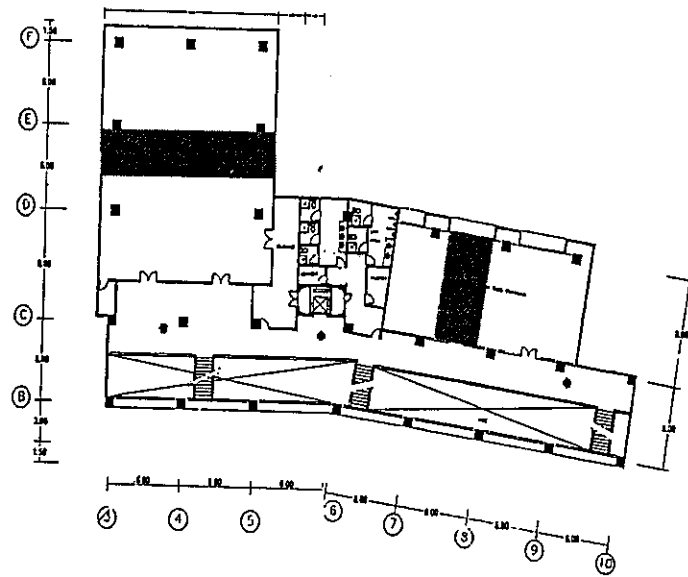
Pemantulan cahaya matahari oleh bidang selasar di lantai 03 (external reflected component), memperbesar intensitas cahaya dalam ruang bagian hukum.

Warna ruang yang dominan putih ternyata membantu distribusi pencahayaan alami dalam ruang

- Sumber : hasil interpretasi peneliti

d. Lantai 04

- R. Bag. Lingkungan hidup, dengan lebar ruang 8 meter = 4 titik ukur
- R. Rapat besar, dengan lebar ruang 8 meter = 4 titik ukur
- Koridor lantai 04 = 3 titik ukur



Gambar G.5.21) Daerah penelitian lantai 04

T.5.33 Intensitas Cahaya Lantai 04.

LANTAI 04 (KORIDOR, R. LINGKUNGAN HIDUP)

Kondisi cuaca : mendung
 Kecerahan mthi : 0% - 30%
 Tanggal : 24 Pebruari 1998
 Data : intensitas cahaya
 Sumber : hasil pengukuran peneliti

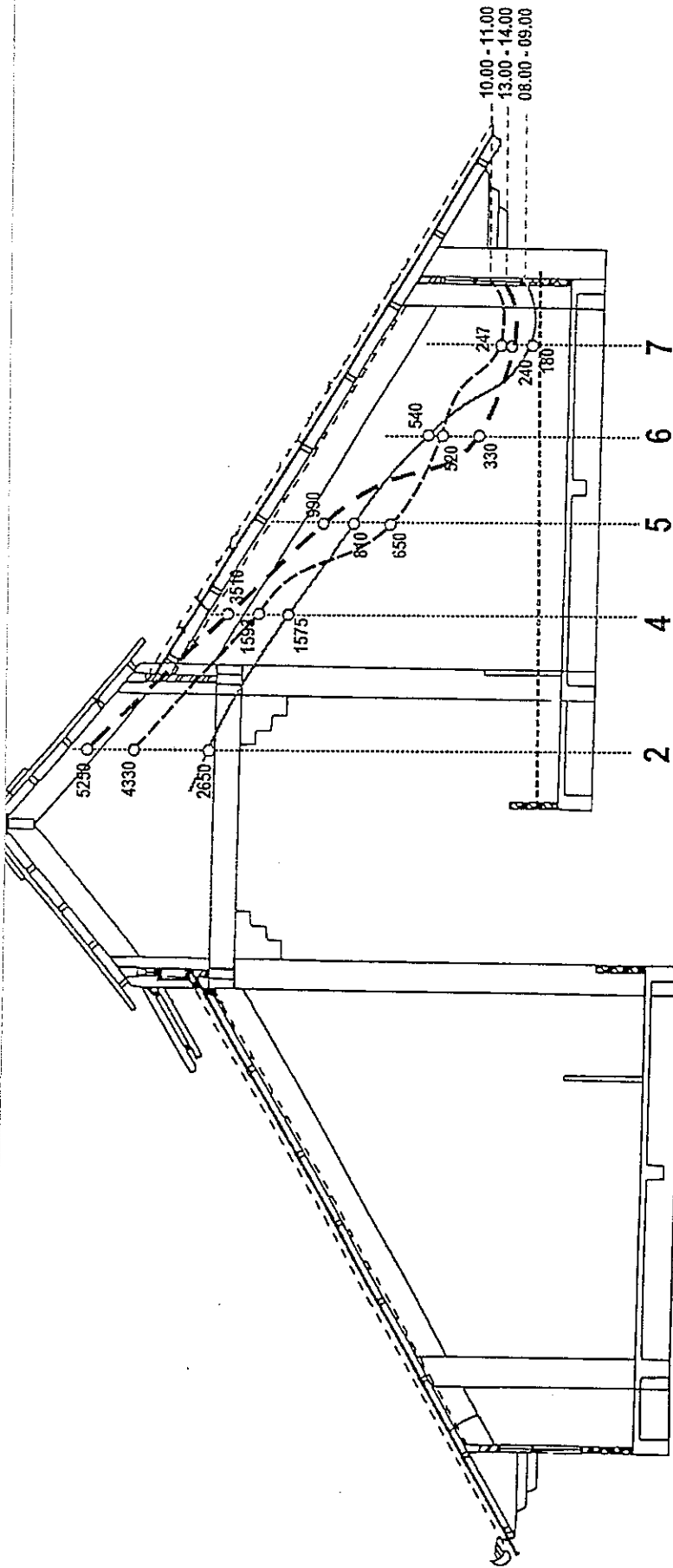
	KORIDOR			R. LINGK. HIDUP				TERANG LANGIT
	Intensitas cahaya (lux)							
	1	2	3	4	5	6	7	(Lux)
08.00-09.00	3750	2650	2250	1575	810	540	180	8900
10.00-11.00	4830	4330	4725	1593	650	520	247	7440
13.00-14.00	3500	5250	2530	3510	990	330	240	6252

T.5.34 Intensitas Cahaya Lantai 04

LANTAI 04 (KORIDOR, R. LINGKUNGAN HIDUP)

Kondisi cuaca : terang
 Kecerahan mthi : 50% - 100%
 Tanggal : 26 Pebruari 1998
 Data : intensitas cahaya
 Sumber : hasil pengukuran peneliti

	KORIDOR			R. LINGK. HIDUP				TERANG LANGIT
	Intensitas cahaya (lux)							
	1	2	3	4	5	6	7	(Lux)
08.00-09.00	3450	5600	5625	1338	613	396	303	13320
10.00-11.00	5060	5885	4290	1894	1143	640	362	7506
13.00-14.00	3105	3510	3150	1838	905	775	290	8081



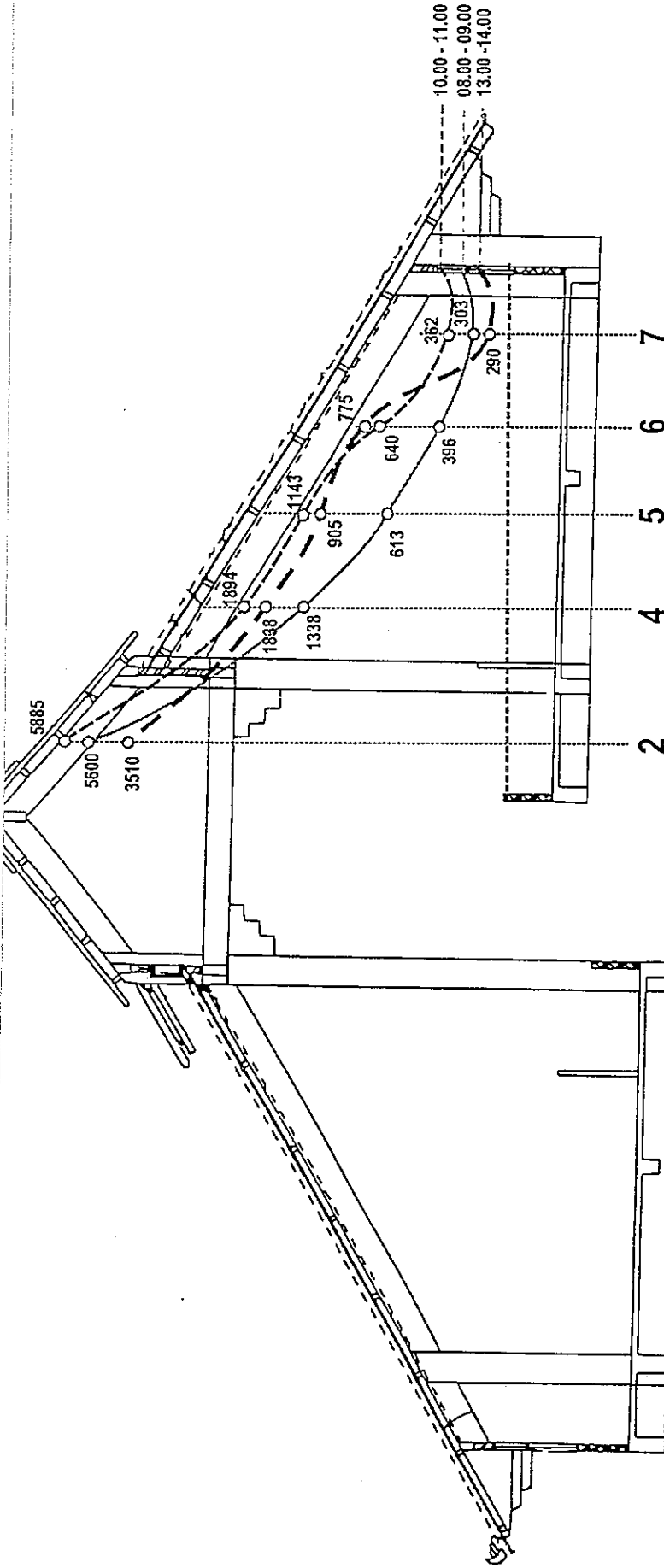
LANTAI - 04

Ruang : Koridor, R. Bag. Lingkungan Hidup
 Orientasi Massa : Utara - Selatan
 Keadaan cuaca : mendung
 Kecerahan Matahari : 0% - 30%
 Tgl. Pengukuran : 24 Februari 1999
 Sumber : hasil interpretasi data pengukuran peneliti

Gambar Gr.5.25

R. Bag. Lingkungan hidup dan Selesai.

- Jam 08.00 - 09.00, dari hasil pengukuran memperlihatkan intensitas tinggi dan di atas standard minimum yang disyaratkan. TU 7 dengan jarak 1 m dari bidang bukaan jendela dengan intensitas 180 lux dan terus naik hingga TU 2 sebesar 4330 lux. Untuk koridor intensitas cahaya sangat tinggi mencapai angka 2650 lux.
- Jam 10.00 - 11.00, intensitas cahaya tinggi di atas standard minimum yang disyaratkan. TU 7 dengan jarak 1 m dari lubang jendela intensitasnya tertinggi di antara 2 waktu pengukuran lainnya sebesar 247 lux. Titik ukur TU 5 terendah intensitasnya sebesar 650 lux. Sedangkan TU 4 intensitasnya sebesar 1598 lux berada di antara 2 waktu pengukuran.
- Koridor, TU 2 dengan intensitas cahaya sebesar 4330 lux. Besarnya di antara 2 waktu pengukuran lainnya.
- Jam 13.00 - 14.00, intensitas cahaya pada jarak sampai TU 6 atau 3 m dari lubang jendela intensitas di bawah 2 waktu pengukuran lainnya, sedangkan 5 m sisanya yang mendekati bidang *skylight* intensitas cahaya di atas 2 waktu pengukuran lainnya.



LANTAI - 04

Ruang : Koridor, R. Bag. Lingkungan Hidup
 Orientasi Massa : Utara - Selatan
 Keadaan cuaca : terang
 Kecerahan Matahari : 50% - 100%
 Tgl. Pengukuran : 26 Februari 1999
 Sumber : hasil interpretasi data pengukuran peneliti

Gambar Gr.5.26

R. Bag. Lingkungan hidup dan Koridor.
 Dari 3 waktu pengukuran yang dilakukan intensitas dari 3 waktu pengukuran yang dilakukan intensitas cahaya berada di atas standard minimum yang disyaratkan untuk TU 7 dengan jarak 1 m dari jendela, waktu pengukuran lainnya.
 Pada TU 4 waktu pengukuran tinggi di atas 1000 lux dari ketiga waktu pengukuran.
 Untuk koridor intensitas cahaya yang terukur sangat tinggi, jam 08.00 - 09.00 intensitas cahaya 3510 lux ; jam 10.00 - 11.00 tertinggi intensitasnya dengan angka 5885 lux, dan waktu pengukuran jam 13.00 - 14.00 intensitas cahaya sebesar 5600 lux.

Analisis Indeks Silau Lantai 04

Untuk mencari indeks silau di lantai 04 massa bangunan orientasi utara-selatan dilakukan Analisis formatif.

1. Untuk Ruang Bagian Lingkungan Hidup dengan lebar 8 meter terdapat 4 titik ukur. Sumber cahaya dari 2 sisi, yaitu bidang jendela dan bidang *skylight*. Akibat kondisi tersebut maka sudut ruang (ω) digunakan sudut
(lihat perhitungan Tabel T.3.03, hal. 71) :
 - a. 4,48 untuk TU yang berjarak 1 meter dari sumber cahaya
 - b. 0,18 untuk TU yang berjarak 3 meter dari sumber cahaya
 - c. 0,88 sumber cahaya bidang ruang langsung dari skylight
2. Untuk koridor, sumber cahaya adalah bidang ruang sehingga sudut ruang bersifat konstan dengan $\omega = 0,88$ (berdasarkan perhitungan hal. 72)
4. Untuk konstanta faktor posisi (ρ) berdasarkan pada intensitas cahaya terang langit pada waktu pengukuran. Diambil berdasarkan tabel faktor posisi (lampiran L.04)
 - a. Tanggal 24 Pebruari 1999, dengan terang langit :

- 8.900 lux	-	= 0,27
- 7.440 lux	-	= 0,22
- 6.650 lux	-	= 0,20
 - b. Tanggal 26 Pebruari 1999, dengan terang langit :

- 13.320 lux	-	= 0,32
- 7.506 lux	-	= 0,22
- 8.081 lux	-	= 0,24

T.5.35 Perhitungan Indeks Silau Lantai 04

Tabel Perhitungan Indeks Silau
 Lantai : 04
 Orientasi massa : Utara - Selatan
 Tanggal : 24 Pebruari 1999
 Keadaan Cuaca : Mendung
 Kecerahan Matahari : 0% - 30%
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti

A. KORIDOR

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	130	8,900	0.88	0.27	1.99	(0.22)	
	87	8,900	0.88	0.27	1.05	(3.01)	
	61	8,900	0.88	0.27	0.59	(5.48)	
10.00 - 11.00	36	7,440	0.88	0.22	0.42	(6.94)	
	687	7,440	0.88	0.22	47.34	13.55	
	162	7,440	0.88	0.22	4.69	3.51	
13.00 - 14.00	81	6,650	0.88	0.2	2.02	(0.16)	
	54	6,650	0.88	0.2	1.05	(2.98)	
	443	6,650	0.88	0.2	30.57	11.65	

B. LINGKUNGAN HIDUP

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	1,575	8,900	0.88	0.27	107.56	17.11	
	810	8,900	0.88	0.27	37.12	12.49	
	540	8,900	0.183	0.27	5.52	4.22	
	180	8,900	4.480	0.27	12.30	7.69	
10.00 - 11.00	1,593	7,440	0.88	0.22	181.84	19.39	
	650	7,440	0.88	0.22	43.33	13.16	
	520	7,440	0.183	0.22	8.63	6.16	
	247	7,440	4.480	0.22	33.88	12.09	
13.00 - 14.00	3,510	6,650	0.88	0.2	838.70	26.03	Tdk. Nyaman
	990	6,650	0.88	0.2	110.70	17.24	
	330	6,650	0.183	0.2	5.43	4.15	
	240	6,650	4.480	0.2	42.16	13.04	

T.5.36 Perhitungan Indeks Silau Lantai 04

Tabel Perhitungan Indeks Silau
 Lantai : 04
 Orientasi massa : Utara - Selatan
 Tanggal : 26 Pebruari 1999
 Keadaan Cuaca : Terang
 Kecerahan Matahari : 50% - 100%
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti

A. KORIDOR

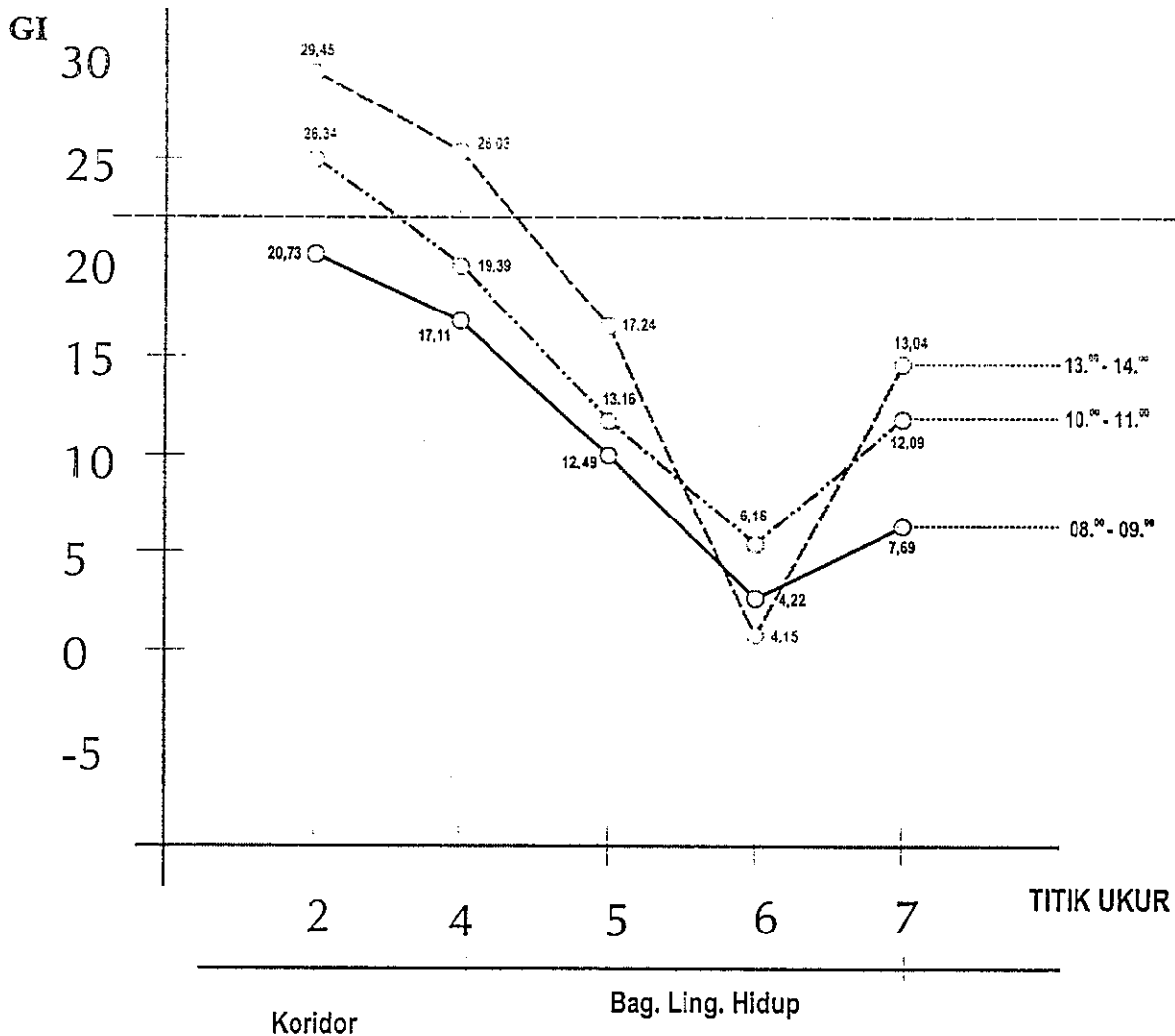
	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	3,450	13,320	0.88	0.32	192.02	19.63	
	5,600	13,320	0.88	0.32	416.81	22.99	Tdk. Nyaman
	5,625	13,320	0.88	0.32	419.80	23.02	Tdk. Nyaman
10.00 - 11.00	5,060	7,506	0.88	0.22	1,145.36	27.38	Tdk. Nyaman
	5,885	7,506	0.88	0.22	1,458.46	28.43	Tdk. Nyaman
	4,290	7,506	0.88	0.22	879.49	26.24	Tdk. Nyaman
13.00 - 14.00	3,105	8,081	0.88	0.24	423.72	23.07	Tdk. Nyaman
	3,510	8,081	0.88	0.24	515.55	23.92	Tdk. Nyaman
	3,150	8,081	0.88	0.24	433.59	23.17	Tdk. Nyaman

B. LINGKUNGAN HIDUP

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	1,338	13,320	0.88	0.27	55.36	14.23	
	613	13,320	0.88	0.27	15.88	8.80	
	396	13,320	0.183	0.27	2.25	0.31	
	303	13,320	4.480	0.27	18.91	9.56	
10.00 - 11.00	1,894	7,506	0.88	0.22	237.74	20.56	
	1,143	7,506	0.88	0.22	105.97	17.05	
	640	7,506	0.183	0.22	11.93	7.56	
	362	7,506	4.480	0.22	61.90	14.71	
13.00 - 14.00	1,838	8,081	0.88	0.2	245.15	20.69	
	905	8,081	0.88	0.2	78.91	15.77	
	775	8,081	0.183	0.2	17.53	9.23	
	290	8,081	4.480	0.2	46.96	13.51	

LANTAI 04 , (Koridor, R.Bag. Lingkungan Hidup)

Orientasi Massa : Utara - Selatan
 Kondisi Cuaca : Mendung
 Kecerahan Matahari : 0% - 30%
 Tanggal : 24 Pebruari 1999
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti

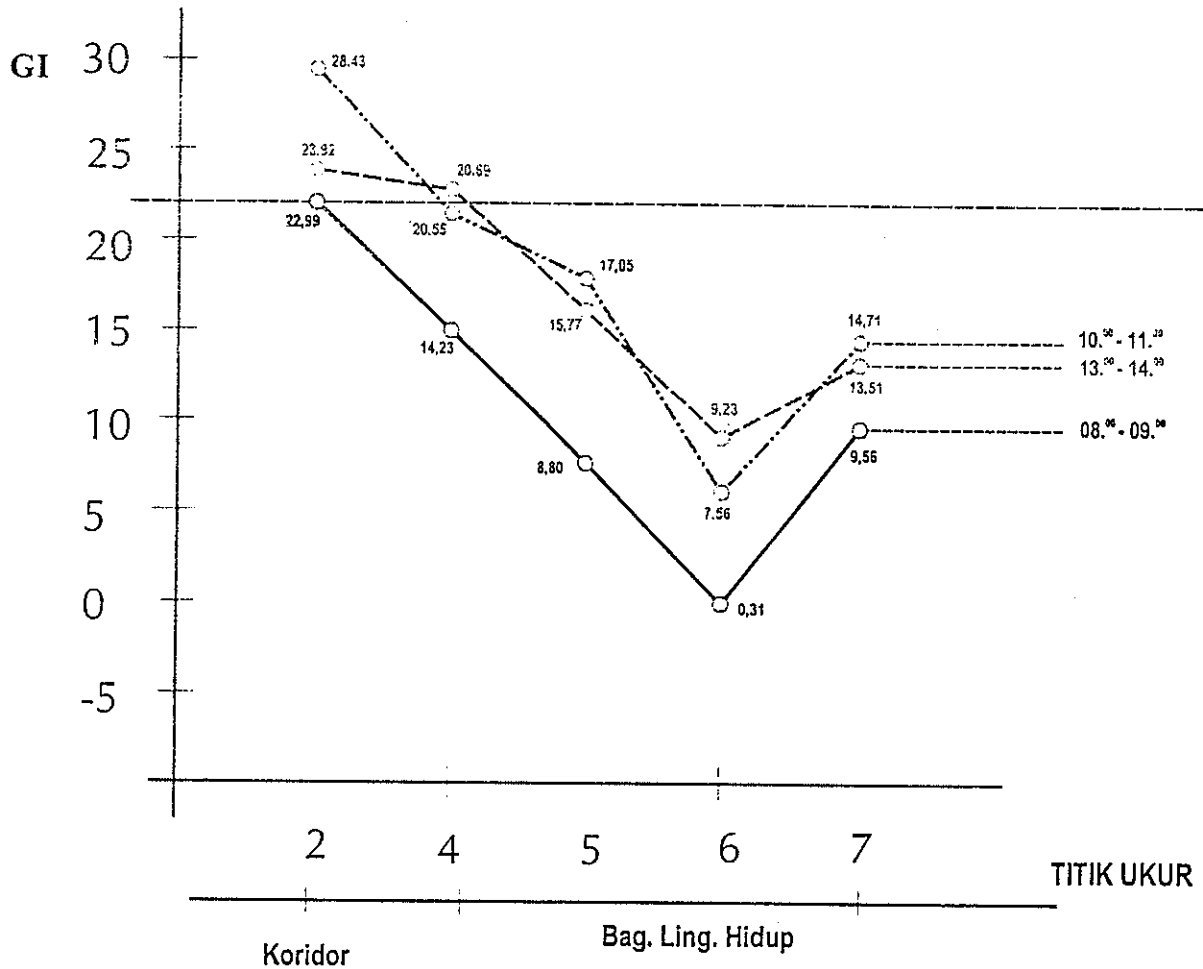


Gambar Gr.5.27

- Dari hasil perhitungan indeks silau memperhatikan terdapat 3 titik ukur yang melebihi index yang disyaratkan.
- Pada jam 08.00 - 09.00, tidak terdapat titik ukur yang melebihi indeks silau yang disyaratkan.
- Pada jam 10.00 - 11.00, untuk koridor mengalami silau dengan GI sebesar 26,34.
- Pada jam 13.00 - 14.00, terdapat 2 titik ukur yang mengalami silau. TU 4 antara 1 m dari batas bidang Partisi GI sebesar 26,03, dan Koridor GI sebesar 29,45.

LANTAI 04 (Koridor, R.Bag.Lingkungan Hidup)

Orientasi Massa : Utara - Selatan
 Kondisi Cuaca : Terang
 Kecerahan Matahari : 50% - 100%
 Tanggal : 26 Pebruari 1999
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti



Gambar Gr.5.28

Dari perhitungan silau, grafik menunjukkan bahwa untuk daerah koridor melebihi indeks silau yang diinginkan, GI di atas 22.
 Dari perhitungan untuk koridor, yang tertinggi adalah waktu pengukuran jam 10.00 - 11.00 sebesar 28,43 kemudian perhitungan jam 13.00 - 14.00 dengan GI sebesar 23,92 dan terkecil GI pada pengukuran jam 08.00 - 09.00 dengan GI sebesar 22,99.

T.5.37 Intensitas Cahaya R. Rapat Besar

LANTAI 04 (R. RAPAT BESAR)

Kondisi cuaca : mendung

Kecerahan mthi : 0% - 30%

Tanggal : 24 Pebruari 1998

Data : intensitas cahaya

Sumber : hasil pengukuran peneliti

	R. RAPAT BESAR							TERANG LANGIT
	Intensitas cahaya (lux)							
	1	2	3	4	5	6	7	(Lux)
08.00-09.00	248	38	38	40	50	52	86	5100
10.00-11.00	230	55	22	34	35	39	78	4375
13.00-14.00	98	72	52	38	38	44	46	6625

T.5.38 Intensitas Cahaya R. Rapat Besar

LANTAI 04 (R. RAPAT BESAR)

Kondisi cuaca : terang

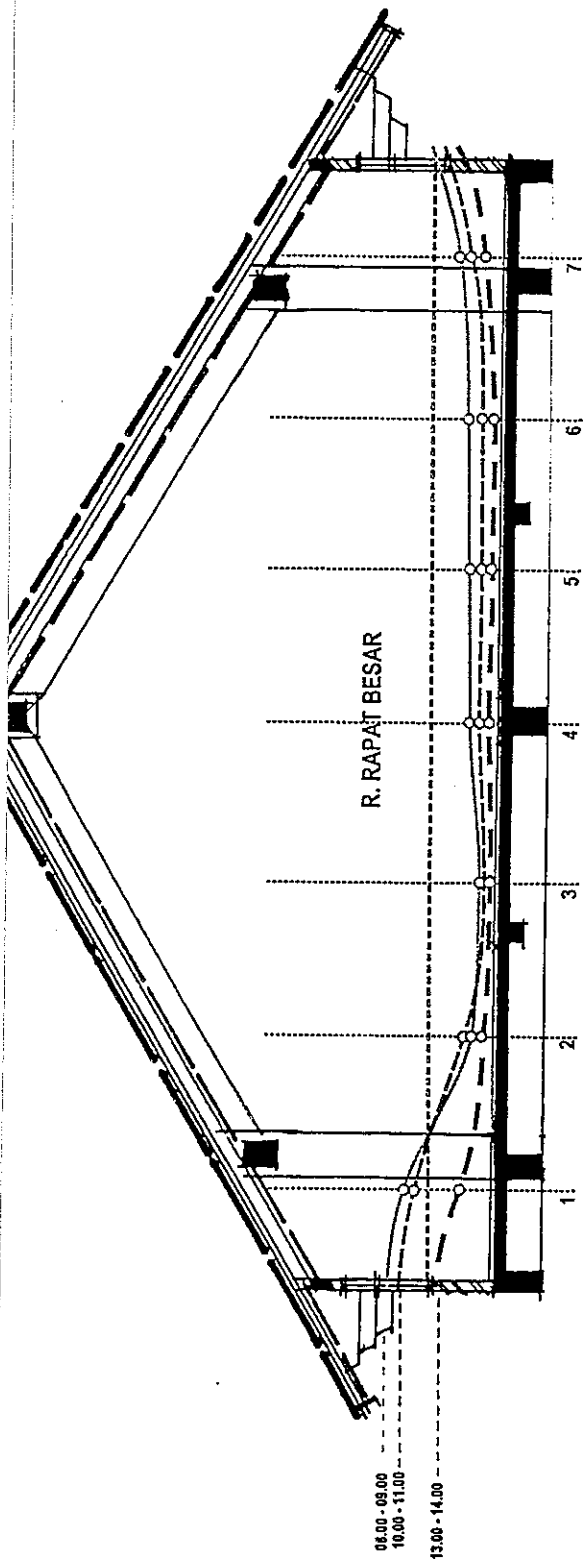
Kecerahan mthi : 50% - 100%

Tanggal : 26 Pebruari 1998

Data : intensitas cahaya

Sumber : hasil pengukuran peneliti

	R. RAPAT BESAR							TERANG LANGIT
	Intensitas cahaya (lux)							
	1	2	3	4	5	6	7	(Lux)
08.00-09.00	446	183	112	125	216	308	649	133320
10.00-11.00	416	88	56	49	75	137	267	7506
13.00-14.00	363	105	67	71	87	151	256	8081



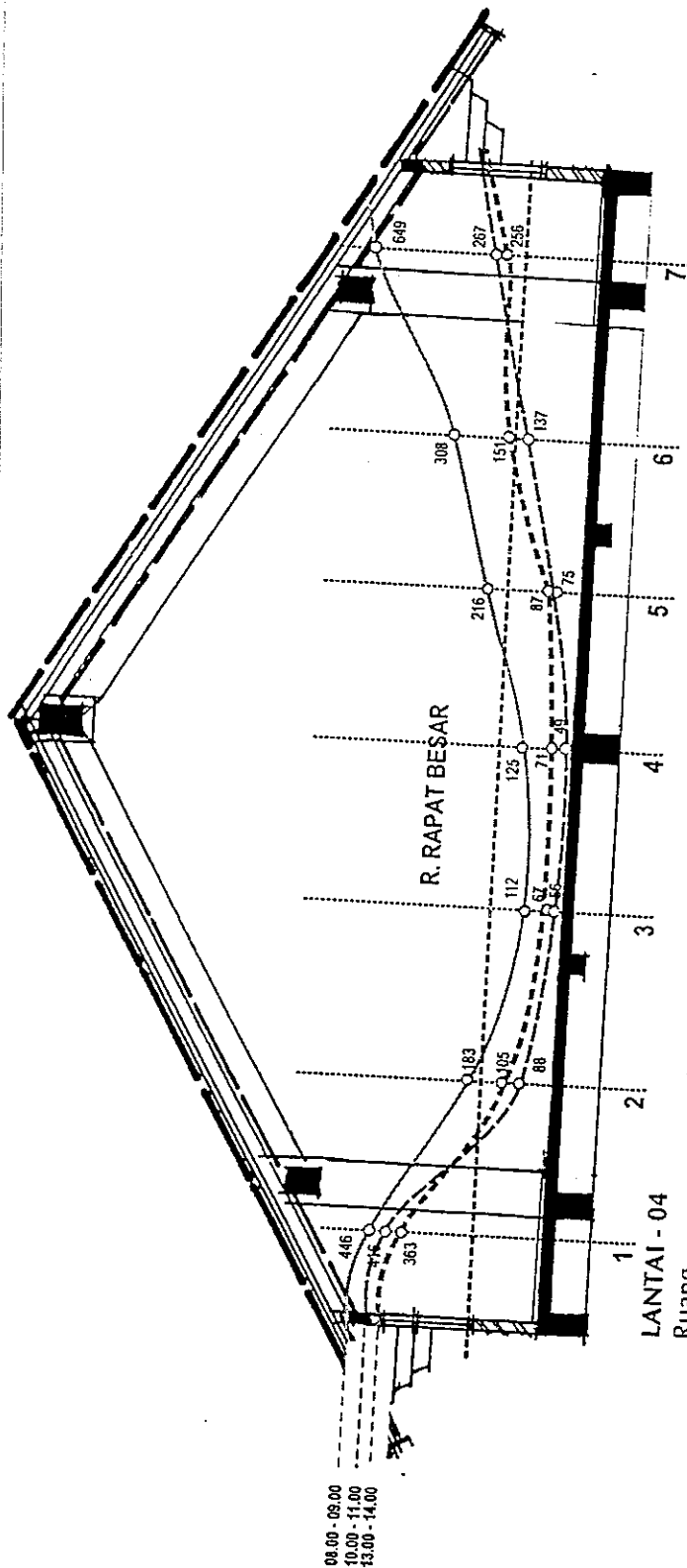
LANTAI - 04

Ruang : R. Rapat Besar
 Orientasi Massa : Timur - Barat
 Keadaan cuaca : mendung
 Kecarahan Matahari : 0% - 30%
 Tgl. Pengukuran : 24 Pebruari 1999
 Sumber : hasil interpretasi data pengukuran peneliti

Gambar Gr.5.29

R. Rapat Besar

- Pada jam 08.00 - 09.00, intensitas cahaya di sisi sebelah barat lebih rendah tinggi dari sebelah timur. Pada TU 1 dengan jarak 1 m dari lubang jendela pada angka 248 lux.
- Pada jam 10.00 - 11.00 angka intensitas cahaya hanya titik ukur yang berada di atas batas standard minimum yaitu TU 1, pada jarak 1 m dari lubang jendela sebelah barat.
- Pada jam 13.00 - 14.00, seluruh titik ukur berada pada angka di bawah batas minimum.



LANTAI - 04

- Ruang : R. Rapat Besar
- Orientasi Massa : Timur - Barat
- Keadaan cuaca : terang
- Kecarahan Matahari : 50% - 100%
- Tgl. Pengukuran : 26 Februari 1999
- Sumber : hasil interpretasi data pengukuran peneliti

Gambar Gr.5.30

R. Bag. Hukum.

- Pada jam 08.00 - 09.00, intensitas cahaya tinggi, yaitu TU pada jarak 3 meter dari jendela sebelah barat dan TU hingga jarak 5 meter dari jendela sebelah timur. Dari 7 titik ukur terdapat 2 TU yang berada dibawah standard dengan intensitas terendah sebesar 125 lux. Intensitas cahaya di sebelah timur lebih tinggi dibandingkan di sebelah barat.
- Pada jam 10.00 - 11.00, intensitas cahaya pada waktu pengukuran memperlihatkan bahwa untuk sisi sebelah barat hanya TU yang berjarak 1 meter dari lubang jendela yang memiliki intensitas cahaya di atas standard sebesar 416 lux, demikian pula di sisi sebelah timur dengan intensitas sebesar 267 lux.
- Pada jam 13.00 - 14.00, intensitas cahaya di sisi barat lebih tinggi dari sebelah timur, hanya untuk sisi sebelah barat hanya terdapat 1 TU dengan intensitas di atas standard (363 lux). Untuk sisi sebelah timur terdapat 2 TU yang berada di atas standard, dengan jarak hingga 3 meter dari lubang jendela.

Analisis Indeks Silau R. Rapat Besar

Untuk mencari indeks silau di lantai 04 massa bangunan orientasi timur - barat dilakukan Analisis formulatif.

1. Untuk Ruang Rapat Besar dengan lebar 14,4 meter terdapat 7 titik ukur. Akibat kondisi tersebut maka sudut ruang (ω) digunakan sudut :

(lihat perhitungan Tabel T.3.03, hal. 71)

- a. 4,48 untuk TU yang berjarak 1 meter dari sumber cahaya
- b. 0,18 untuk TU yang berjarak 3 meter dari sumber cahaya
- c. 0,028 untuk TU yang berjarak 5 meter dari sumber cahaya
- d. 0,008 untuk TU yang berjarak 7 meter dari sumber cahaya

2. Untuk konstanta faktor posisi (ρ) berdasarkan pada intensitas cahaya terang langit pada waktu pengukuran. Diambil berdasarkan tabel faktor posisi (lampiran L.04)

a. Tanggal 24 Pebruari 1999, dengan terang langit :

$$- 5.100 \text{ lux} - = 0,16$$

$$- 4.375 \text{ lux} - = 0,14$$

$$- 6.525 \text{ lux} - = 0,20$$

b. Tanggal 26 Pebruari 1999, dengan terang langit :

$$- 13.320 \text{ lux} - = 0,32$$

$$- 7.506 \text{ lux} - = 0,22$$

$$- 8.081 \text{ lux} - = 0,24$$

T.5.39 Perhitungan Indeks Silau R. Rapat Besar

Tabel Perhitungan Indeks Silau

Lantai : 04
 Orientasi massa : Timur - Barat
 Tanggal : 24 Pebruari 1999
 Keadaan Cuaca : Mendung
 Kecerahan Matahari : 0% - 30%
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti

R. Rapat Besar

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	248	5,100	4.48	0.16	82.79	15.97	
	38	5,100	0.183	0.16	0.32	(8.17)	
	38	5,100	0.028	0.16	0.07	(14.69)	
	40	5,100	0.008	0.16	0.03	(18.69)	
	50	5,100	0.028	0.16	0.11	(12.79)	
	52	5,100	0.183	0.16	0.53	(5.99)	
	86	5,100	4.48	0.16	15.21	8.61	
10.00 - 11.00	230	4,375	4.48	0.14	105.93	17.04	
	55	4,375	0.183	0.14	0.83	(4.01)	
	22	4,375	0.028	0.14	0.04	(16.90)	
	34	4,375	0.008	0.14	0.03	(18.23)	
	35	4,375	0.028	0.14	0.09	(13.67)	
	39	4,375	0.183	0.14	0.48	(6.40)	
	78	4,375	4.48	0.14	18.78	9.53	
13.00 - 14.00	98	6,525	4.48	0.2	10.25	6.90	
	72	6,525	0.183	0.2	0.48	(6.35)	
	52	6,525	0.028	0.2	0.06	(15.13)	
	38	6,525	0.008	0.2	0.01	(21.67)	
	38	6,525	0.028	0.2	0.04	(17.31)	
	44	6,525	0.183	0.2	0.22	(9.77)	
	46	6,525	4.48	0.2	3.06	1.65	

T.5.40 Perhitungan Indeks Silau R. Rapat Besar

Tabel Perhitungan Indeks Silau

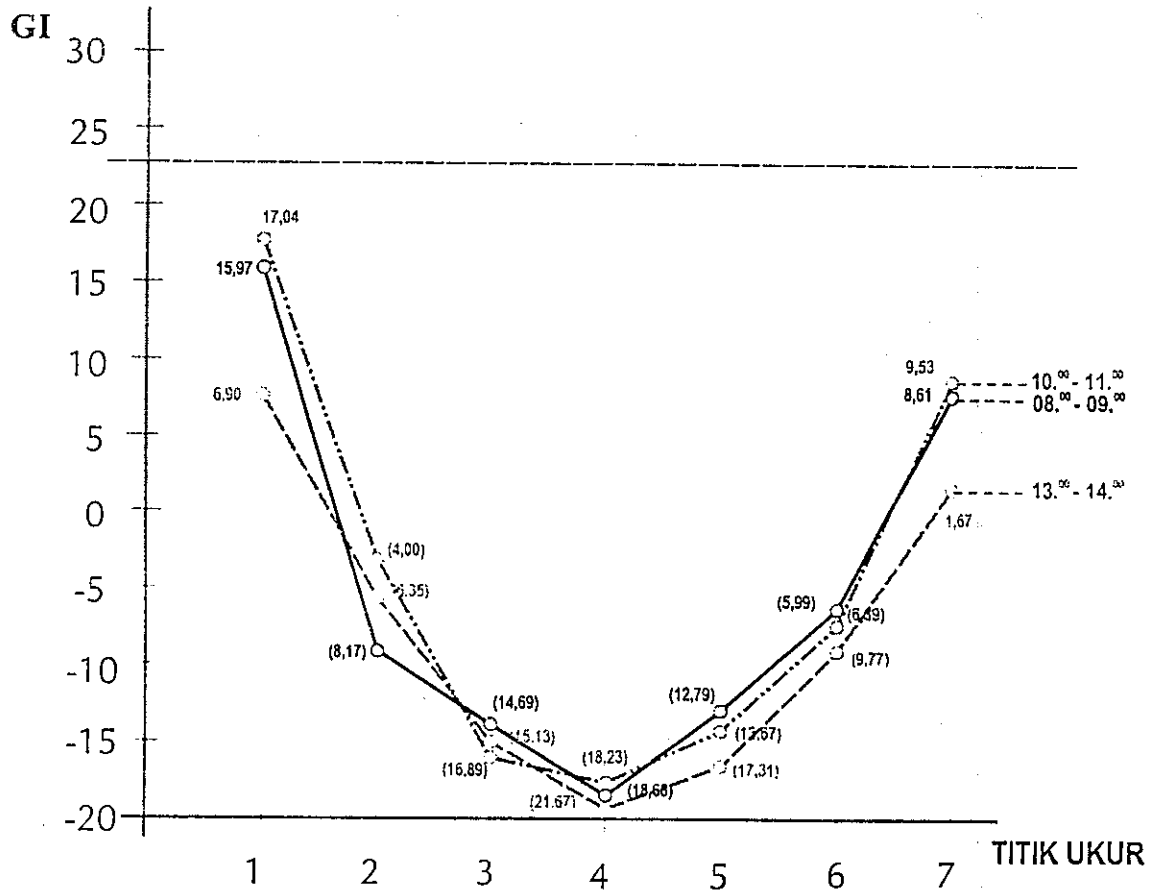
Lantai : 04
 Orientasi massa : Timur - Barat
 Tanggal : 26 Pebruari 1999
 Keadaan Cuaca : Terang
 Kecerahan Matahari : 50% - 100%
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti

R. Rapat Besar

	L1	L2	ω	ρ	g	GI	KRITERIA
08.00 - 09.00	446	13,320	4.48	0.32	26.74	11.07	
	183	13,320	0.183	0.32	0.50	(6.23)	
	112	13,320	0.028	0.32	0.05	(16.17)	
	125	13,320	0.008	0.32	0.02	(19.76)	
	216	13,320	0.028	0.32	0.14	(11.60)	
	308	13,320	0.183	0.32	1.15	(2.62)	
	649	13,320	4.48	0.32	48.74	13.67	
10.00 - 11.00	416	7,506	4.48	0.22	77.32	15.68	
	88	7,506	0.183	0.22	0.50	(6.23)	
	56	7,506	0.028	0.22	0.05	(15.89)	
	49	7,506	0.008	0.22	0.02	(21.17)	
	75	7,506	0.028	0.22	0.09	(13.86)	
	137	7,506	0.183	0.22	1.01	(3.15)	
	267	7,506	4.48	0.22	38.03	12.60	
13.00 - 14.00	363	8,081	4.48	0.24	50.24	13.80	
	105	8,081	0.183	0.24	0.53	(5.93)	
	67	8,081	0.028	0.24	0.06	(15.57)	
	71	8,081	0.008	0.24	0.02	(19.52)	
	87	8,081	0.028	0.24	0.09	(13.75)	
	151	8,081	0.183	0.24	0.96	(3.40)	
	256	8,081	4.48	0.24	28.73	11.38	

LANTAI 04 , R.Rapat Besar)

Orientasi Massa : Timur - Barat
Kondisi Cuaca : Mendung
Kecerahan Matahari : 0% - 30%
Tanggal : 24 Februari 1999
Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti

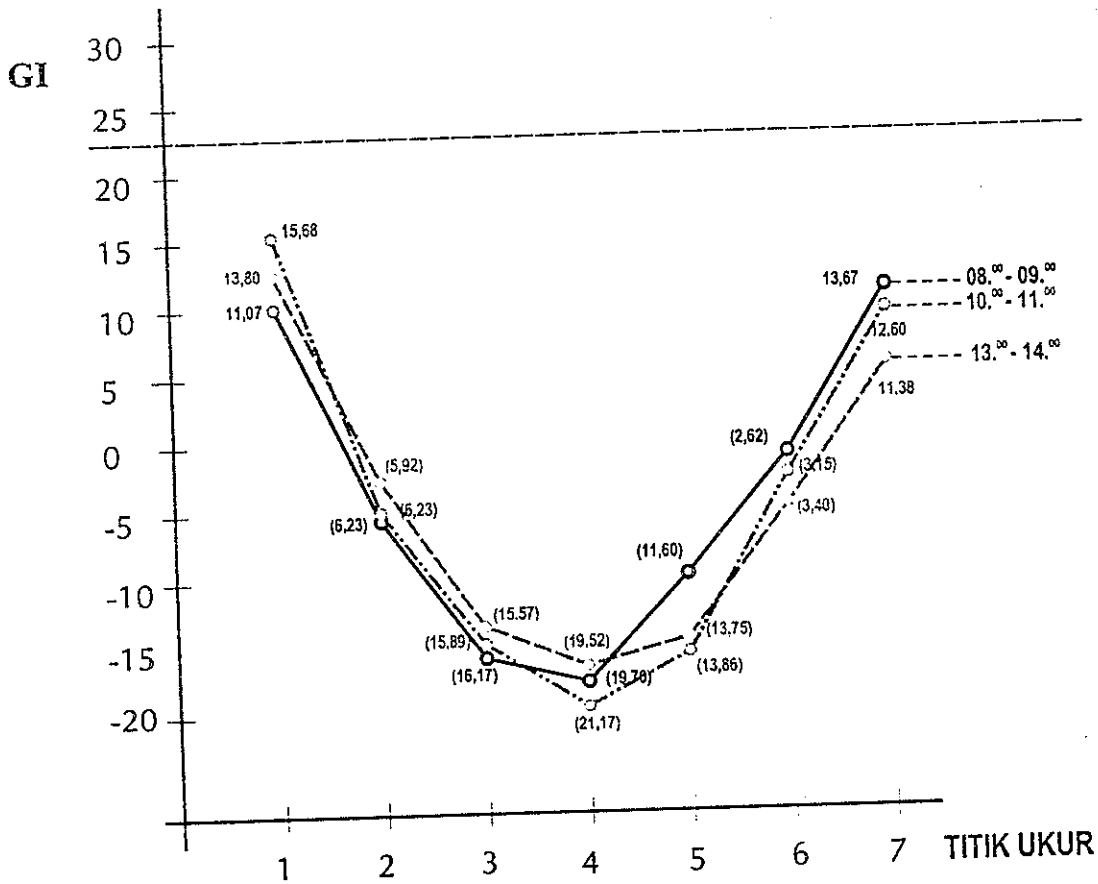


Gambar Gr.5.31

Dari hasil perhitungan indeks silau didapatkan grafik dengan bentuk kurva hiperbolik dengan pola yang cenderung ekuivalen di antara 3 waktu pengukuran. Dari hasil perhitungan memperlihatkan bahwa GI dari masing-masing titik ukur berada di bawah batas silau.

LANTAI 04 (R.Rapat Besar)

Orientasi Massa : Timur - Barat
 Kondisi Cuaca : Terang
 Kecerahan Matahari : 50% - 100%
 Tanggal : 26 Pebruari 1999
 Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti



Gambar Gr.5.32

Dari hasil perhitungan indeks silau didapatkan grafik dengan bentuk kurva hiperbolik dengan pola yang cenderung ekuivalen di antara 3 waktu pengukuran. Dari hasil perhitungan memperlihatkan bahwa GI dari masing-masing titik ukur berada di bawah batas silau.

Analisa lantai 04

Pengukuran dilakukan pada ruang bagian lingkungan hidup dan koridor . Bagian ini merupakan lantai tertinggi dari sisi bangunan sebelah utara. Ruang yang mewakili massa bangunan dengan orientasi timur- barat adalah ruang rapat besar.

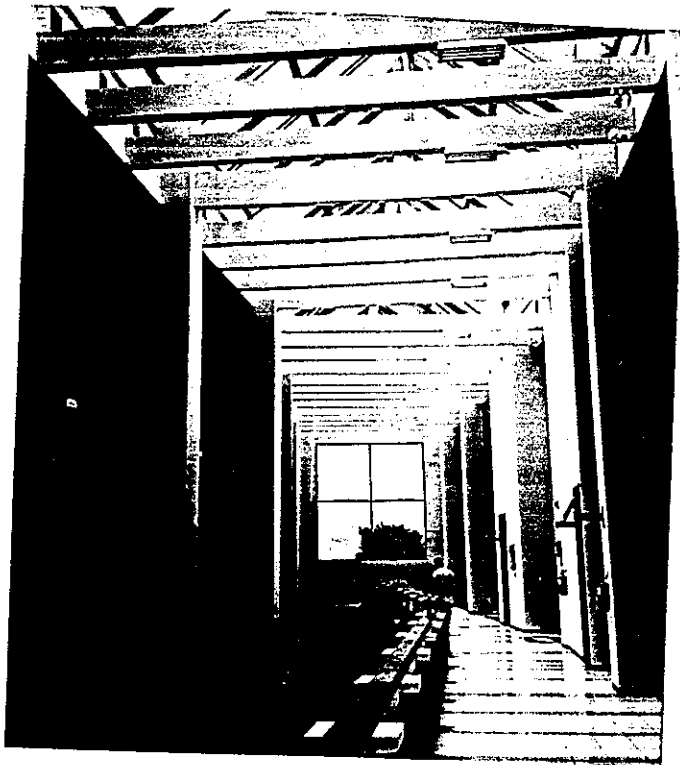
Ruang lingkungan hidup, memiliki intensitas cahaya yang baik. Ruangan ini mendapatkan cahaya dari dua sisi yaitu dari bidang jendela dan *skylight*. Intensitas cahaya terbesar berasal dari sumber cahaya *skylight*, tetapi tidak sampai menyebabkan ketidaknyamanan visual berupa silau dalam ruang. Faktor yang bisa mengeliminasi kondisi tersebut adalah bahan dan warna dari penutup plafon. Bahan plafon dari kayu jati dengan pemasangan *lambersiring* penyelesaian vernis. Penggunaan kayu dengan warna alamiah tersebut mampu menyerap cahaya yang masuk sebesar 85%. Plafon lebih gelap dibanding elemen ruang lainnya seperti lantai dan dinding sehingga intensitas cahaya yang masuk akan direduksi sebesar 51%. Dari data pengukuran sebanyak 36 titik ukur setelah dianalisis ternyata hanya 1 titik ukur yang menunjukkan kondisi silau, atau 2,7% dari pengukuran.

Warna gelap plafon dan posisinya yang miring sesuai arah datang cahaya mampu menimbulkan kontras yang tidak tajam dan melembutkan cahaya yang masuk ke dalam ruang. Kondisi tersebut mengurangi silau yang dirasakan pengguna ruang.

Dari kuisioner yang disebarkan memperlihatkan bahwa ruang lingkungan hidup ini memiliki kondisi yang memudahkan orang membaca dan menulis serta kondisi pencahayaannya tidak mengurangi kecepatan dalam membaca dan menulis. Responden yang menyatakan bahwa pencahayaan alami pada ruangan ini menyebabkan kelelahan mata hanya 13%. Kondisi tersebut disebabkan oleh 3 faktor, yaitu silau, penataan *lay out furniture* dan arah datang cahaya yang tidak tepat. Dari observasi memperlihatkan kondisi penataan *furniture* yang tidak tepat akibatnya arah datang cahaya yang besar justru datang dari arah depan bidang kerja, hal ini menyebabkan silau.



Gambar F.5.10
Ruang kerja Bagian Lingkungan Hidup, penataan furniture yang menghadap sumber cahaya yang besar dari bidang skylight menimbulkan silau



Gambar F.5.11
Jendela besar di ujung bangunan di sebelah timur - barat menyebabkan sinar matahari langsung masuk ke dalam ruang. Menambah intensitas cahaya menjadi tinggi.
Pergola adalah satu upaya menghindari pencahayaan langsung, tidak berhasil disebabkan posisinya justru memasukkan cahaya matahari langsung pada posisi matahari tinggi

Koridor lantai 04 merupakan bagian dari bangunan Setwilda Kabupaten Kudus memiliki tingkat intensitas cahaya tertinggi. Sumber cahaya dari koridor ini didapatkan dari bidang *skylight* dan kaca jendela seluas 2,4 x 4,8 meter yang menghadap posisi timur dan barat. Jendela dengan orientasi timur-barat akan memasukkan cahaya langsung dari matahari. Jendela ini juga tidak memiliki bidang pematah matahari yang cukup sehingga cahaya dapat langsung masuk ke dalam ruangan.

Dari 27 titik pengukuran ternyata 15 titik ukur memperlihatkan kondisi silau atau 55%. Ketidakyamanan akibat silau disebabkan oleh cahaya matahari yang langsung masuk dari bidang *skylight* dan jendela samping, kondisi tersebut disebabkan juga oleh pantulan bidang lantai keramik yang berwarna putih. Ada upaya untuk memperkecil cahaya yang langsung masuk ke dalam ruang dengan membuat *louvers* atau pergola dari beton dan baja profil dengan jarak 1,5 meter masing-masing bilah pergola. Penggunaan pergola tersebut secara teoritis tidak akan mampu mengurangi cahaya langsung dari *skylight* karena posisinya yang tegak lurus terhadap arah datang cahaya matahari sehingga cahaya matahari langsung akan tetap masuk pada posisi tinggi. Perencanaan yang benar harusnya pergola ini memiliki sisi miring sehingga pada saat matahari rendah cahaya tetap masuk dan pada posisi tinggi cahaya dipantulkan terlebih dahulu sehingga cahaya yang masuk adalah cahaya tidak langsung.

Disamping silau daerah ini juga mengalami ketidaknyamanan *thermis*, karena cahaya yang masuk adalah sinar matahari langsung yang mengandung ultraviolet sehingga menyebabkan suhu ruangan ikut meningkat.

Ruang rapat besar memiliki lebar ruangan 14,4 meter, sehingga bagian tengah ruang akan mendapatkan cahaya dengan intensitas yang rendah. Dari pengukuran memperlihatkan bahwa sampai 4 meter di depan bidang jendela mendapat cahaya cukup, artinya 10,4 meter lebar ruang di bagian tengah intensitas cahayanya kecil dan berada dibawah persyaratan. Dari analisis sudut pematah matahari memperlihatkan bahwa disain

tritisan mampu mematahkan sinar matahari, karena posisi tritisan yang sangat rendah jaraknya dari bidang jendela. Rendahnya jarak antara bidang jendela dan tritisan menyebabkan pencahayaan alami yang masuk ke dalam ruangan ikut berkurang.

Intensitas cahaya dalam ruang ini juga direduksi oleh plafon warna gelap dari bahan jati lambersiring. Penggunaan kayu dengan warna alami tersebut mampu menyerap cahaya yang masuk sebesar 85%. Dan ruangan dengan plafon lebih gelap dibanding elemen ruang lainnya seperti lantai dan dinding akan menyebabkan efektifitas pencahayaan direduksi sebesar 51%. Kondisi ini tentu tidak menguntungkan bagi ruang dengan lebar 14,4 meter tersebut.



Gambar F.5.12

Ruang Rapat Besar, dengan kaca buram (kaca es) membiaskan cahaya yang menyimpannya, menimbulkan silau.

Plafon dari bahan kayu jati dengan warna alami penyelesaian vernis akan mereduksi efektifitas pencahayaan sebesar 51%

Kaca jendela dari bahan kaca 'es' yang membiaskan cahaya sehingga menyilaukan bagi pengguna di dalamnya. Kondisi tersebut diatasi dengan pemasangan korden . Kondisi tersebut menyebabkan intensitas cahaya dalam ruang mengecil. Pada saat ruangan ini digunakan penerangan yang dipakai adalah penerangan buatan.

Dari data kuisisioner yang disebarakan juga memperlihatkan bahwa hampir semua pengguna ruangan ini menyatakan bahwa kondisi pencahayaan alami dalam ruangan ini tidak baik, menyebabkan sulit membaca dan menulis serta menimbulkan kelelahan mata.

3. ANALISIS TERHADAP EFISIENSI DAN EFEKTIFITAS PENCAHAYAAN ALAMI

Dari hasil pengukuran intensitas pencahayaan dalam ruang-ruang yang diteliti, kemudian dilakukan analisis kuantitatif. Analisis kuantitatif dengan memberi bobot nilai dari masing-masing waktu pengukuran. Bobot nilai menggunakan perbandingan jumlah titik ukur yang dibawah standard persyaratan minimum di bagi dengan jumlah titik ukur pada masing-masing ruang. Bobot tertinggi nilainya 1 (jumlah titik ukur yang dibawah standart sama dengan jumlah titik ukur ruangan tersebut), artinya tidak terjadi efisiensi pada ruang ini. Semakin kecil bobot nilainya semakin baik tingkat efisiensi pencahayaannya.

Untuk massa bangunan yang berorientasi utara - selatan bobot nilainya adalah sebagai berikut :

T.5.41 Bobot Efisiensi & Efektifitas Massa
Bangunan Orientasi Utara - Selatan

Lantai	Ruang	Mendung			Terang			Nilai	Ranking
		08.00 09.00	10.00 11.00	13.00 14.00	08.00 09.00	10.00 11.00	13.00 14.00		
01	Bag. Pem. Desa	1	0	0,67	1	0	0,67	3,34	3
	Bag. Ket. Umum	1	1	0,67	1	0,67	0,67	5,01	6
02	Hall Bupati	1	0,75	1	0,75	0,75	0,75	5	5
	Rapat	1	0,50	0,75	0,75	0,50	0,50	4	4
03	Bag. Sosial	0	0	0	0	0	0	0	1
	PDE	1	0,50	0,25	0,50	0,50	0,50	3,25	2
04	Bag. L H	0	0	0	0	0	0	0	1
Jumlah		5	2,75	3,34	4	2,42	3,09		
Rata-rata		0,71	0,39	0,48	0,57	0,32	0,44		

Sumber : hasil analisis peneliti

Dari tabel tersebut didapatkan hasil sebagai berikut :

- Ruang dengan tingkat efisiensi tertinggi adalah ruang bagian sosial di lantai 03 dan ruang bagian lingkungan hidup di lantai 04 dengan bobot angka 0, artinya seluruh titik ukur pada setiap waktu pengukuran berada di atas standart persyaratan minimum.
- Ruang dengan tingkat efisiensi terendah adalah ruang bagian ketertiban umum di lantai 01 dengan nilai bobot 5,01.
- Dari kondisi mendung maupun terang, waktu yang memiliki tingkat efisiensi yang tertinggi adalah pada kondisi waktu jam 10.00 - 11.00. Pada waktu mendung bobot rata-rata efisiensi adalah 0,39 dan pada kondisi terang dengan bobot rata-rata efisiensi adalah 0,32.

Dari bobot tersebut kemudian dicari nilai efisiensi dari masing-masing ruang. Asumsi yang digunakan adalah efisiensi terjadi bila bobot nilai berada di bawah angka 0,50. Angka 0,50 artinya setengah dari titik ukur berada di bawah standard minimum pencahayaan yang disyaratkan. Analisisnya sebagai berikut :

T.5.42 Bobot Efisiensi Bangunan Orientasi Utara - Selatan (m-t)

Lantai	Ruang	Nilai	Bobot
01	Bag. Pem. Desa	3,33	0,555
	Bag. Ket. Umum	5	0,833
02	Hall Bupati	5	0,833
	Rapat	4	0,666
03	Bag. Sosial	0	0
	PDE	3,25	0,541
04	Bag. L H	0	0
Jumlah			3,428
Rata-rata Bobot			0,489

Keterangan : - Bobot adalah Nilai dibagi jumlah waktu pengukuran
 - Kondisi : Mendung - Terang

Sumber : hasil analisis peneliti

T.5.43 Bobot Efisiensi Bangunan Orientasi Utara - Selatan (t)

Lantai	Ruang	Nilai	Bobot
01	Bag. Pem. Desa	1,6	0,53
	Bag. Ket. Umum	2,3	0,77
02	Hall Bupati	2,25	0,75
	Rapat	1,75	0,58
03	Bag. Sosial	0	0
	PDE	1,50	0,50
04	Bag. L H	0	0
Jumlah			3,13
Rata-rata Bobot			0,45

Keterangan : - Kondisi : terang

Sumber : hasil analisis peneliti

Dari kondisi cuaca mendung dan terang bobotnya adalah 0,489, artinya terjadi efisiensi dari massa bangunan yang berorientasi utara - selatan. Sedangkan dari masing-masing ruangnya efisiensi terbesar adalah ruang bagian Sosial di lantai 03 dan ruang bagian lingkungan hidup di lantai 04 dengan bobot efisiensi 0. Sedangkan ruang dengan tingkat efisiensi terendah adalah ruang ketertiban umum di lantai 01.

Pada kondisi cuaca terang dengan tingkat kecerahan matahari 50% - 100%, tingkat efisiensi sebesar 0,45. Artinya massa bangunan berorientasi utara - selatan memiliki efisiensi. Ruang dengan tingkat efisiensi tertinggi adalah ruang bagian Sosial di lantai 03 dan ruang bagian Lingkungan Hidup di lantai 04 dengan bobot efisiensi 0, artinya terjadi efisiensi 100% pada ruangan tersebut. Ruang dengan nilai efisiensi terendah adalah ruang bagian Ketertiban Umum dengan nilai bobot efisiensi sebesar 0,77.

Untuk massa bangunan yang berorientasi timur - barat bobot nilainya adalah sebagai berikut :

**T.5.44 Bobot Efisiensi & Efektifitas Massa
Bangunan Orientasi Timur - Barat**

Lantai	Ruang	Mendung			Terang			Nilai	Ranking
		08.00 09.00	10.00 11.00	13.00 14.00	08.00 09.00	10.00 11.00	13.00 14.00		
01	Koperasi	1	0,50	0,75	0,75	0,50	0,50	4	2
02	Bag. Keuangan	1	1	1	1	1	1	6	4
03	Bag. Hukum	0,83	0,33	0,67	0,17	0,17	0,50	2,67	1
04	Rapat Besar	0,86	0,86	1	0,29	0,71	0,57	4,3	3
Jumlah		3,69	2,69	3,42	2,21	2,38	2,57		
Rata-rata		0,42	0,67	0,85	0,55	0,59	0,64		

Sumber : hasil analisis peneliti

Dari tabel tersebut didapatkan hasil sebagai berikut :

- Ruang dengan tingkat efisiensi tertinggi adalah ruang bagian Hukum di lantai 03 dengan bobot angka 2,67.
- Ruang dengan tingkat efisiensi terendah adalah ruang bagian Keuangan, dengan bobot angka 6, artinya dari 6 waktu pengukuran seluruh bagian titik ukur berada di bawah standard persyaratan minimum.
- Dari kondisi mendung maupun terang, waktu yang memiliki tingkat efisiensi yang tertinggi adalah pada kondisi waktu jam 08.00 - 09.00. Bobot rata-rata efisiensi pada kondisi mendung adalah 0,42 dan pada kondisi terang dengan bobot rata-rata efisiensi adalah 0,55.

Dari bobot tersebut kemudian dicari nilai efisiensi dari masing-masing ruang. Asumsi yang digunakan adalah efisiensi terjadi bila bobot nilai berada di bawah angka 0,50. Angka 0,50 artinya setengah dari titik ukur berada di bawah standart minimum pencahayaan yang disyaratkan. Analisisnya sebagai berikut :

T.5.45 Bobot Efisiensi Bangunan Orientasi Timur - Barat (m-t)

Lantai	Ruang	Nilai	Bobot
01	Koperasi	4	0,67
02	Bag. Keuangan	6	1
03	Bag. Hukum	2,67	0,45
04	Rapat Besar	4,3	0,72
Jumlah			2,84
Rata-rata Bobot			0,71

Sumber : hasil analisis peneliti

T.5.46 Bobot Efisiensi Bangunan Orientasi Timur - Barat (t)

Lantai	Ruang	Nilai	Bobot
01	Koperasi	1,75	0,58
02	Bag. Keuangan	3	1
03	Bag. Hukum	0,83	0,28
04	Rapat Besar	1,57	0,52
Jumlah			2,38
Rata-rata Bobot			0,59

Sumber : hasil analisis peneliti

Dari kondisi cuaca mendung dan terang bobotnya adalah 0,71, artinya terjadi efisiensi dari massa bangunan yang berorientasi timur - barat. Dari bobot tersebut bangunan pada orientasi ini memiliki tingkat efisiensi yang rendah atau di atas 0,50. Sedangkan dari masing-masing ruangnya efisiensi terbesar adalah ruang bagian Hukum di lantai 03 dengan bobot nilai 0,45. Sedangkan ruang dengan tingkat efisiensi terendah adalah ruang bagian Keuangan di lantai 02.

Pada kondisi terang dengan kecerahan matahari 50% - 100%, efisiensi yang terjadi dengan bobot 0,59. Berada di ambang terjadi efisiensi. Ruang dengan tingkat efisiensi tertinggi adalah ruang bagian Hukum dengan bobot 0,28. Sedangkan ruang dengan tingkat efisiensi terendah adalah ruang bagian keuangan dengan bobot 1.

RUANG	ORIENTASI LANTAI		ANALISIS KUANTITATIF KUISIONER	ANALISIS KUANTITATIF INTENSITAS CAHAYA	ANALISIS FOMULATIF INDEKS GLARE
	LANTAI				
Ruang bagian Keterliban Umum	Utara-Selatan Lt. 01		<ul style="list-style-type: none"> • Hasil Kuisisioner bobot nilai 7 • Dalam ruang ini memiliki kenyamanan visual 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil analisis terhadap intensitas cahaya menunjukkan nilai ketidak-efektif-an pencahayaan 5,01. Bobot rata-rata efisiensi sebesar 0,77 • Dalam ruang ini tingkat kenyamanan visual terhadap pencahayaan rendah 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak terjadi silau dalam ruang ini • Kenyamanan visual terhadap silau terpenuhi
ANALISIS KUALITATIF PERBANDINGAN KOMPARATIF					
KESIMPULAN					
<ul style="list-style-type: none"> • Pengendalian pencahayaan alami kurang baik, dari nilai maksimal ketidak-efektifan pencahayaan 6, ruang ini mendapat penilaian 5,01 Efektifitas pencahayaan alami = $16,43\%$ (M-T) = $23,33\%$ (T) • Ruang dengan kenyamanan visual terhadap pencahayaan alami paling rendah dari massa bangunan orientasi utara-selatan • Efisiensi pencahayaan alami rendah, dari nilai maksimal 1, nilai ruang ini 0,77. Atau efisiensi sebesar 23% • Pengguna dalam ruang merasakan kenyamanan visual terhadap pencahayaan alami dengan penataan furniture pengguna ruang. Furniture ditempatkan di dekat sumber cahaya, baik di sisi jendela maupun di sisi bidang <i>skylight</i>. • Sumber cahaya dalam ruang dari bidang <i>skylight</i> lebih tinggi 					

Keterangan : Nilai Ketidak-efektifan, semakin kecil semakin baik tingkat efektifitas pencahayaan ruangnya
 Nilai Kuisisioner, semakin tinggi semakin baik pula tingkat kenyamanan visualnya.
 Nilai efisiensi, semakin kecil semakin baik tingkat efisiensi ruangnya.
 (M-T) Kondisi cuaca mendung - terang
 (T) Kondisi cuaca cerah

RUANG	ORIENTASI LANTAI		ANALISIS KUANTITATIF KUISIONER	ANALISIS KUANTITATIF INTENSITAS CAHAYA	ANALISIS FOMULATIF INDEKS GLARE
	LANTAI				
Ruang bagian Pemerintahan Desa	Utara-Selatan Lt. 01		<ul style="list-style-type: none"> • Hasil Kuisisioner bobot nilai 5 • Dalam ruang ini memiliki kenyamanan visual 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil analisis terhadap intensitas cahaya menunjukkan nilai ketidak-efektif-an pencahayaan sebesar 3,34. Bobot rata-rata efisiensi sebesar 0,53 • Dalam ruang ini memiliki kenyamanan visual terhadap standard minimum penerangan 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak terjadi silau dalam ruang ini • Kenyamanan visual terhadap silau terpenuhi
ANALISIS KUALITATIF PERBANDINGAN KOMPARATIF					
<ul style="list-style-type: none"> • Intensitas cahaya dari arah jendela disisi ruang sebelah utara terjadi intensitas cahaya yang rendah dibawah angka 90 Lux, kecuali pada waktu pengukuran jam 10.00 - 11.00 dengan intensitas diatas angka 190 lux. Pada waktu pagi (08.00 - 09.00) posisi matahari rendah arah cahaya terhalang oleh bidang dinding di samping bangunan dan vegetasi. Pada jam 10.00 - 11.00, sudut datang cahaya dapat mencapai bidang selasar di bagian luar ruang. Pada jam 13.00 - 14.00 dengan sudut matahari yang tinggi 81°, cahaya terkena sudut patahan dari bidang lantai diatasnya. Posisi lantainya yang tinggi dengan ketinggian 2,25 meter menyebabkan pantulan tidak mencapai bidang lubang cahaya efektif dari jendela di sisi selatan • Sumber cahaya dari arah skylight memiliki intensitas lebih tinggi 			<ul style="list-style-type: none"> • Penataan perabot pada ruang ini ditempatkan pada tepi ruang. Furniture ditata di sepanjang sisi lubang cahaya jendela dan bidang arah datang cahaya dari <i>skylight</i>. 		
KESIMPULAN					
<ul style="list-style-type: none"> • Efektifitas Pencahayaan alami = 44,51 % (M-T) =46,62 % (T) • Pengendalian pencahayaan alami baik, dari segi persyaratan intensitas pencahayaan alami dan silau. • Terjadi efisiensi pencahayaan alami sebesar 47% • Pengguna dalam ruang merasakan kenyamanan visual terhadap pencahayaan alami dengan penataan <i>furniture</i> pengguna ruang. Furniture ditempatkan di dekat sumber cahaya, baik di sisi jendela maupun di sisi bidang <i>skylight</i>. 					

Keterangan: Nilai Ketidak-efektifan, semakin kecil semakin baik tingkat efektifitas pencahayaan ruangnya
 Nilai kuisisioner, semakin tinggi semakin tinggi pula tingkat kenyamanan visualnya.
 Nilai efisiensi, semakin kecil semakin baik tingkat efisiensi ruangnya.
 (M-T) Kondisi cuaca mendung - terang
 (T) Kondisi cuaca terang

RUANG	ORIENTASI LANTAI		ANALISIS KUANTITATIF KUISIONER	ANALISIS KUANTITATIF INTENSITAS CAHAYA	ANALISIS FOMULATIF INDEKS GLARE
	Utara-Selatan	Lt. 02			
Ruang Hall Bupati	Utara-Selatan	Lt. 02		<ul style="list-style-type: none"> Hasil analisis terhadap intensitas cahaya menunjukkan nilai ketidak-efektif-an pencahayaan 5. Bobot rata-rata efisiensi sebesar 0,75 Dalam ruang ini tingkat kenyamanan visual terhadap standard minimum penerangan, rendah 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak terjadi silau dalam ruang ini Kenyamanan visual terhadap silau terpenuhi
KESIMPULAN					
<p>Intensitas cahaya dalam ruang rendah disebabkan oleh :</p> <ul style="list-style-type: none"> Partisi pembatas di kiri dan kanan ruang dari bahan multiplex, finishing vernis. Mereduksi efektifitas cahaya dalam ruang 33%. Bahan partisi dari bahan multiplex warna alami menyerap cahaya yang jatuh padanya sebesar 85%. Lantai warna gelap, kombinasi coklat tua dan hijau tua, lantai warna gelap mereduksi efektifitas pencahayaan sebesar 33 % 			<ul style="list-style-type: none"> Efektifitas pencahayaan alami = 16,67 % (M-T) = 24,99 % (T) Pengendalian pencahayaan alami kurang baik, dari nilai maksimal ketidakefektifitan pencahayaan 6 ruang ini mendapat penilaian 5. Kecilnya intensitas cahaya pada ruang ini disebabkan elemen-elemen pembentuk ruang menggunakan bahan dan warna yang menyerap efektifitas pencahayaan besar Kenyamanan visual terhadap silau tercapai. Efisiensi pencahayaan alami kecil, hanya mencapai 25% 		

Keterangan : Nilai Ketidak-efektifitan, semakin kecil semakin baik tingkat efektifitas pencahayaan ruangnya
 Nilai kuisisioner, semakin tinggi semakin tinggi pula tingkat kenyamanan visualnya.
 Nilai efisiensi, semakin kecil semakin baik tingkat efisiensi ruangnya.
 (M-T) Kondisi cuaca mendung - terang
 (T) Kondisi cuaca terang

RUANG	ORIENTASI LANTAI		ANALISIS KUANTITATIF KUISIONER	ANALISIS KUANTITATIF INTENSITAS CAHAYA	ANALISIS FOMULATIF INDEKS GLARE
	Utara-Selatan	Lt. 02			
Ruang Rapat	Utara-Selatan	Lt. 02		<ul style="list-style-type: none"> Hasil analisis terhadap intensitas cahaya menunjukkan nilai ketidak-efektif-an pencahayaan 4. Bobot rata-rata efisiensi sebesar 0,58. Dalam ruang ini memiliki kenyamanan visual terhadap standard minimum penerangan 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak terjadi silau dalam ruang ini Kenyamanan visual terhadap silau terpenuhi
ANALISIS KUALITATIF PERBANDINGAN KOMPARATIF					
KESIMPULAN					
<ul style="list-style-type: none"> Intensitas cahaya dari arah jendela tinggi, dengan intensitas tertinggi 1.915 lux terjadi pada jam 10.00 - 11.00 dan terendah pada jam 08.00-09.00 dengan intensitas 356 lux. Tingginya intensitas disebabkan karena terjadinya pantulan atap genteng gedung DPRD lama yang berhadapan dengan ruang Rapat. Bahan genteng memantulkan cahaya sebesar 40%, dan memiliki daya bias yang besar Pada daerah di dekat pembatas partisi intensitas menurun dengan tajam. Hal ini disebabkan bahan partisi dari bahan multiplex dan warna alami finishing vernis mereduksi efektifitas pencahayaan sebesar 33% dan menyerap cahaya yang jatuh padanya sebesar 85%. 			<ul style="list-style-type: none"> Pengendalian pencahayaan alami cukup baik, dari nilai maksimal ketidakefektifitan pencahayaan 6 ruang ini mendapat penilaian 4. Efektifitas pencahayaan alami = 33,34 % (M-T) = 41,66 % (T) Pencahayaan baik pada jarak hingga setengah lebar ruang dari lubang jendela. Setengah lebar ruang dari batas partisi memiliki tingkat intensitas pencahayaan yang rendah. Hal tersebut disebabkan oleh jarak ruang yang lebar sehingga cahaya alami tidak mencapai bidang tersebut dan bahan serta warna partisi yang menyerap efektifitas cahaya hingga 85%. Kenyamanan visual terhadap silau tercapai. Efisiensi pencahayaan alami kecil, mencapai 42% 		

Keterangan :Nilai Ketidak-efektifitan, semakin kecil semakin baik tingkat efektifitas pencahayaan ruangnya
 Nilai kuisisioner, semakin tinggi semakin baik pula tingkat kenyamanan visualnya.
 Nilai efisiensi, semakin kecil semakin baik tingkat efisiensi ruangnya.
 (M-T) Kondisi cuaca mendung - terang
 (T) Kondisi cuaca terang

RUANG	ORIENTASI LANTAI		ANALISIS KUANTITATIF KUISIONER	ANALISIS KUANTITATIF INTENSITAS CAHAYA	ANALISIS FOMULATIF INDEKS GLARE
	LANTAI				
P DE	Utara-Selatan Lt. 03		<ul style="list-style-type: none"> • Hasil Kuisisioner bobot nilai 7 • Dalam ruang ini memiliki kenyamanan visual 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil analisis terhadap intensitas cahaya menunjukkan nilai ketidak-efektif-an pencahayaan 3,25. Bobot rata-rata efisiensi sebesar 0,50. • Dalam ruang ini memiliki kenyamanan visual terhadap standard minimum penerangan 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak terjadi silau dalam ruang ini • Kenyamanan visual terhadap silau terpenuhi
ANALISIS KUALITATIF PERBANDINGAN KOMPARATIF					
<ul style="list-style-type: none"> • Intensitas cahaya dari arah jendela tinggi dengan interval 130 - 687 lux pada kondisi mending (kecerahan matahari 0 - 30%) Kondisi terang (kecerahan matahari 50 - 100%) dengan intensitas 768 - 991 lux. • intensitas tinggi hingga jarak 3 meter dari jendela setelah jarak tersebut menurun hingga batas 1 meter dari bidang partisi, dengan intensitas di bawah 60 lux. Partisi dari bahan multiplex warna alami finishing vernis menyerap 85 % cahaya yang jatuh padanya. • Pengaturan perabot hanya di bagian tepi dinding ruang. Perabot jumlahnya sedikit sehingga distribusi cahaya lebih merata. 					
KESIMPULAN					
<ul style="list-style-type: none"> • Efektifitas pencahayaan alami = 45,84 % (M-T) = 50 % (T) • Pengendalian pencahayaan alami baik • Kenyamanan visual terhadap silau tercapai. • Efisiensi pencahayaan alami mencapai 50% • Efektifitas pencahayaan dalam ruang semakin nyaman dirasakan pengguna ruang karena pengaturan perabot hanya di bagian tepi dinding ruang. Perabot jumlahnya sedikit sehingga distribusi cahaya lebih merata. 					

Keterangan: Nilai Kejidak-efektifan, semakin kecil semakin baik tingkat efektifitas pencahayaan ruangnya
 Nilai kuisisioner, semakin tinggi semakin tinggi pula tingkat kenyamanan visualnya.
 Nilai efisiensi, semakin kecil semakin baik tingkat efisiensi ruangnya.
 (M-T) Kondisi cuaca mending - terang
 (T) Kondisi cuaca terang

RUANG	ORIENTASI LANTAI		ANALISIS KUANTITATIF KUISIONER	ANALISIS KUANTITATIF INTENSITAS CAHAYA	ANALISIS FOMULATIF INDEKS GLARE
	LANTAI				
Ruang bagian Sosial	Utara-Selatan Lt. 03		<ul style="list-style-type: none"> • Hasil Kuisisioner bobot nilai 11 • Dalam ruang ini memiliki kenyamanan visual 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil analisis terhadap intensitas cahaya menunjukkan nilai ketidak-efektif-an pencahayaan 0 • Bobot rata-rata efisiensi sebesar 0 • Dalam ruang ini tingkat kenyamanan visual terhadap standard minimum penerangan tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> • Terjadi silau dalam ruang ini, hanya pada waktu pengukuran jam 10.00 - 11.00 • Tingkat kenyamanan visual terhadap silau cukup terpenuhi
ANALISIS KUALITATIF PERBANDINGAN KOMPARATIF					
KESIMPULAN					
<ul style="list-style-type: none"> • Silau terjadi pada jam pengukuran 10.00 - 11.00, karena cahaya dari matahari langsung masuk ke dalam ruang. • Intensitas cahaya yang tinggi direduksi oleh : Bidang ruang dengan plafon tinggi model lambersiring, plafon warna gelap bahan kayu jati finishing vernis menyerap efektifitas pencahayaan hingga 51% dan menyerap cahaya hingga 85%. • Pola penataan <i>furniture</i> tepat, <i>furniture</i> ditata sedemikian hingga arah datang cahaya dari sisi sebelah kiri pengguna ruang. • Sumber cahaya dari bidang <i>skylight</i> sangat tinggi 					
<ul style="list-style-type: none"> • Efektifitas pencahayaan alami = 100% (M-T) = 100% (T) • Silau dapat diantisipasi oleh kondisi plafon yang gelap dari bahan kayu jati warna alami, menyebabkan kontras yang lembut antara sumber cahaya yang datang dari atas dengan plafon. Kontras ini menyebabkan silau dapat direduksi sehingga tidak dirasakan oleh pengguna. Silau juga tidak dirasakan karena posisi pengguna tidak langsung menghadap ke sumber cahaya, <i>furniture</i> ditata agar cahaya datang dari arah kiri. • Tingkat kenyamanan visual dalam ruang ini tercapai • Tingkat efisiensi pencahayaan tinggi, dengan efisiensi 100% • Ruang bagian Sosial ini dirasakan paling tinggi tingkat kenyamanan visualnya menurut hasil analisis kuisisioner 					

Keterangan: Nilai Keidak-efektifan, semakin kecil semakin baik tingkat efektifitas pencahayaan ruangnya
 Nilai kuisisioner, semakin tinggi semakin tinggi pula tingkat kenyamanan visualnya.
 Nilai efisiensi, semakin kecil semakin baik tingkat efisiensi ruangnya.
 (M-T) Kondisi cuaca mendung - terang
 (T) Kondisi cuaca terang

RUANG	ORIENTASI LANTAI		ANALISIS KUANTITATIF KUISIONER	ANALISIS KUANTITATIF INTENSITAS CAHAYA	ANALISIS FOMULATIF INDEKS GLARE
Ruang bagian Lingkungan Hidup	Utara-Selatan Lt. 04		<ul style="list-style-type: none"> • Hasil Kuisisioner bobot nilai 8 • Dalam ruang ini memiliki kenyamanan visual 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil analisis terhadap intensitas cahaya menunjukkan nilai ketidak-efektif-an pencahayaan 0 Bobot rata-rata efisiensi sebesar 0 • Dalam ruang ini tingkat kenyamanan visual terhadap standard minimum penerangan tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> • Terjadi silau dalam ruang ini, hanya pada waktu pengukuran jam 10.00 - 11.00 • Tingkat kenyamanan visual terhadap silau cukup terpenuhi
ANALISIS KUALITATIF PERBANDINGAN KOMPARATIF					
<ul style="list-style-type: none"> • Silau terjadi pada jam pengukuran 10.00 - 11.00, karena cahaya dari matahari langsung masuk ke dalam ruang. • Silau terjadi karena penataan lay out furniture pada ruang ini langsung menghadap ke bidang skylight sehingga pengguna merasakan silau • Intensitas cahaya yang tinggi direduksi oleh : Bidang ruang dengan plafon tinggi model lambersiring, plafon warna gelap bahan kayu jati finishing vernis menyerap efektifitas pencahayaan hingga 51% dan menyerap cahaya hingga 85%. • Sumber cahaya dari bidang skylight sangat tinggi 					
KEIMPULAN					
<ul style="list-style-type: none"> • Efektifitas pencahayaan alami = 100 % (M-T) = 100 % (T) • Silau dapat diantisipasi oleh kondisi plafon yang gelap dari bahan kayu jati warna alami, menyebabkan kontras yang lembut antara sumber cahaya yang datang dari atas dengan plafon. Kontras ini menyebabkan silau dapat direduksi sehingga tidak dirasakan oleh pengguna. • Tingkat kenyamanan visual dalam ruang ini tercapai • Tingkat efisiensi pencahayaan tinggi, dengan efisiensi 100% 					

Keterangan :Nilai Ketidak-efektifan, semakin kecil semakin baik tingkat efektifitas pencahayaan ruangnya
 Nilai kuisisioner, semakin tinggi semakin baik tingkat kenyamanan visualnya.
 Nilai efisiensi, semakin kecil semakin baik tingkat efisiensi ruangnya.
 (M-T) Kondisi cuaca mendung - terang
 (T) Kondisi cuaca terang

RUANG	ORIENTASI LANTAI		ANALISIS KUANTITATIF KUISIONER	ANALISIS KUANTITATIF INTENSITAS CAHAYA	ANALISIS FOMULATIF INDEKS GLARE
	Timur - Barat	Lt. 01			
Ruang Koperasi	Timur - Barat	Lt. 01		<ul style="list-style-type: none"> Hasil analisis terhadap intensitas cahaya menunjukkan nilai ketidak-efektif-an pencahayaan 4. Bobot rata-rata efisiensi sebesar 0,58 Dalam ruang ini memiliki kenyamanan visual terhadap standard minimum penerangan 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak terjadi silau dalam ruang ini Kenyamanan visual terhadap silau terpenuhi
ANALISIS KUALITATIF PERBANDINGAN KOMPARATIF					
<ul style="list-style-type: none"> Intensitas cahaya dari arah Barat lebih tinggi dari pada sisi sebelah Timur, hal ini disebabkan karena di sisi Timur terdapat dinding pembatas bangunan dengan ketinggian 6 meter. Dinding tersebut memiliki warna putih sehingga memiliki daya pantul 80% - 90%. Di sisi sebelah timur terdapat bidang-bidang yang mengurangi tingkat intensitas cahaya pada ruang tersebut. Bidang tersebut adalah : <ul style="list-style-type: none"> bidang filter yang terbentuk oleh vegetasi bidang aspal yang menyerap cahaya sebesar 85% - 90%. 					
KESIMPULAN					
<ul style="list-style-type: none"> Efektifitas pencahayaan alami = 33,34 % (M-T) = 41,66 % (T) Pengendalian pencahayaan alami baik, dari segi persyaratan intensitas pencahayaan alami dan silau Posisinya di lantai dasar, menyebabkan ruang ini memiliki bidang reflektor (<i>externally reflector component</i>). Terjadi efisiensi pencahayaan alami sebesar 42% Pengguna dalam ruang merasakan kenyamanan visual 					

Keterangan :Nilai Ketidak-efektifan, semakin kecil semakin baik tingkat efektifitas pencahayaan ruangan
Nilai kuisisioner, semakin tinggi semakin tinggi pula tingkat kenyamanan visualnya.
Nilai efisiensi, semakin kecil semakin baik tingkat efisiensi ruangnya.
(M-T) Kondisi cuaca mendung - terang
(T) Kondisi cuaca terang

RUANG	ORIENTASI LANTAI		ANALISIS KUANTITATIF KUISIONER	ANALISIS KUANTITATIF INTENSITAS CAHAYA	ANALISIS FOMULATIF INDEKS GLARE
	LANTAI				
Ruang bagian Keuangan	Timur - Barat Lt. 02		<ul style="list-style-type: none"> • Hasil Kuisisioner bobot nilai -24 • Dalam ruang ini tidak memiliki kenyamanan visual 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil analisis terhadap intensitas cahaya menunjukkan nilai efektivitas pencahayaan 6. Bobot rata-rata efisiensi sebesar 1. • Dalam ruang ini tingkat kenyamanan visual terhadap standard minimum penerangan rendah 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak terjadi silau dalam ruang ini • Kenyamanan visual terhadap silau terpenuhi
ANALISIS KUALITATIF PERBANDINGAN KOMPARATIF					
KESIMPULAN					
<ul style="list-style-type: none"> • Dimensi ruang yang terlalu lebar dengan bentang 12 meter, bagian tengah ruang intensitas cahaya kecil. • Letak di lantai 02 tidak terdapat bidang reflektor • Sudut pematah (<i>overhang</i>) terlalu rendah posisinya terhadap jendela sehingga lubang cahaya efektif sangat kecil. • Penataan <i>Lay out furniture</i> sangat padat sehingga menghalangi arah datang cahaya pada bidang kerja. • Intensitas cahaya terserah oleh bahan dan warna <i>furniture</i> dengan besar 85% 			<ul style="list-style-type: none"> • Efektifitas pencahayaan alami = 0% (M-T) = 0% (T) • Pengendalian pencahayaan alami tidak baik, disebabkan karena: penataan <i>lay out furniture</i> yang padat, dimensi ruang yang terlalu lebar, sudut pematah (<i>overhang</i>) yang terlalu rendah sehingga lubang cahaya efektif sangat kecil, tidak terdapatnya bidang reflektor. • Kenyamanan visual terhadap silau tercapai. • Efisiensi pencahayaan alami tidak tercapai 		

Keterangan :Nilai Ketidak-efektifan, semakin kecil semakin baik tingkat efektivitas pencahayaan ruangnya
 Nilai Kuisisioner, semakin tinggi semakin tinggi pula tingkat kenyamanan visualnya.
 Nilai efisiensi, semakin kecil semakin baik tingkat efisiensi ruangnya.
 (M-T) Kondisi cuaca mendung - terang
 (T) Kondisi cuaca terang

RUANG	ORIENTASI LANTAI		ANALISIS KUANTITATIF KUISIONER	ANALISIS KUANTITATIF INTENSITAS CAHAYA	ANALISIS FOMULATIF INDEKS GLARE
Ruang bagian Hukurn	Timur - Barat	Lt. 03	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil Kuisisioner bobot nilai 11 • Dalam ruang ini memiliki kenyamanan visual 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil analisis terhadap intensitas cahaya menunjukkan nilai ketidak-efektif-an pencahayaan 2,67 • Bobot rata-rata efisiensi sebesar 0,28 • Dalam ruang ini tingkat kenyamanan visual terhadap standard minimum penerangan 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak terjadi silau dalam ruang ini • Tingkat kenyamanan visual terhadap silau terpenuhi
ANALISIS KUALITATIF PERBANDINGAN KOMPARATIF					
KEIMPULAN					
<p>Intensitas cahaya pada ruang ini tinggi karena adanya:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bidang pemantul, berupa selasar di sekeliling ruang. Bahan dari bahan keramik dengan warna putih memiliki daya pantul 90%. • Seluruh elemen-llemen pembentuk ruang warna putih, lantai dari bahan keramik warna putih, plafon dari beton warna putih dan dinding warna putih. Seluruh elemen warna putih sehingga tingkat efektifitas ruangnya 100%. • Jumlah pengguna kecil dibandingkan dengan dimensi ruang, sehingga terjadi fleksibilitas penataan furniture pengguna untuk mendapatkan pencahayaan yang cukup 			<ul style="list-style-type: none"> • Efektifitas pencahayaan alami = 55,51 % (M-T) = 72,33% (T) • Tingkat kenyamanan visual dalam ruang ini tercapai. Tingkat pencahayaan alami tinggi karena elemen pembentuk ruang seluruhnya berwarna putih sehingga efektifitas pencahayaan .100% • Tingkat efisiensi pencahayaan tinggi, dengan efisiensi 72% • Walaupun letaknya di lantai 03 tapi karena adanya selasar di sekeliling ruang ternyata dapat berfungsi pula sebagai bidang reflektor (<i>externally reflector component</i>). Bahan penutupnya dari bahan keramik dan warna putih sehingga memantulkan cahaya sebesar 90%.. 		

Keterangan :Nilai Ketidak-efektifan, semakin kecil semakin baik tingkat efektifitas pencahayaan ruangnya
 Nilai kuisisioner, semakin tinggi semakin tinggi pula tingkat kenyamanan visualnya.
 Nilai efisiensi, semakin kecil semakin baik tingkat efisiensi ruangnya.
 (M-T) Kondisi cuaca mendung - terang
 (T) Kondisi cuaca terang

RUANG	ORIENTASI LANTAI	ANALISIS KUANTITATIF KUISIONER	ANALISIS KUANTITATIF INTENSITAS CAHAYA	ANALISIS FOMULATIF INDEKS GLARE
	Ruang bagian Rapat Besar	Timur - Barat Lt. 04	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil Kuisisioner bobot nilai -13 • Dalam ruang ini tidak memiliki kenyamanan visual 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil analisis terhadap intensitas cahaya menunjukkan nilai ketidak-efektif-an pencahayaan 4,3 • Bobot rata-rata efisiensi sebesar 0,52 • Dalam ruang ini tingkat kenyamanan visual terhadap standard minimum penerangan
ANALISIS KUALITATIF PERBANDINGAN KOMPARATIF				
<ul style="list-style-type: none"> • Dimensi ruang yang terlalu lebar dengan bentang 14,4 meter, bagian tengah ruang intensitas cahaya kecil. • Letak di lantai 04 tidak terdapat bidang reflektor • Sudut pematah (tritsan atap) terlalu rendah posisinya terhadap jendela sehingga lubang cahaya efektif sangat kecil. • Plafon terlalu tinggi sehingga pantulan dari plafon tidak tercapai. Plafon dari kayu jati warna alami finishing vernis, mengurangi efektifitas pencahayaan sebesar 51% dan menyerap pencahayaan sebesar 85 %. • Kaca jendela dari bahan kaca es, membiaskan cahaya sehingga menyebabkan bagi yang memandang, diatasi dengan korden sehingga mengurangi tingkat intensitas cahayanya 				
KESIMPULAN				
<ul style="list-style-type: none"> • Efektifitas pencahayaan alami = 28,34 % (M-T) = 47,66 % (T) • Tingkat kenyamanan visual dalam ruang ini tidak tercapai. Tingkat pencahayaan alami berkurang karena penggunaan korden yang menghalangi tingkat intensitas dalam ruang. • Posisi plafon yang tinggi dan bahan serta warna gelap mengurangi tingkat efektifitas pencahayaan dalam ruang • Tingkat efisiensi pencahayaan 48% 				

Keterangan :Nilai Ketidak-efektifan, semakin kecil semakin baik tingkat efektifitas pencahayaan ruangnya
 Nilai kuisisioner, semakin tinggi semakin baik pula tingkat kenyamanan visualnya.
 Nilai efisiensi, semakin kecil semakin baik tingkat efisiensi ruangnya.
 (M-T) Kondisi cuaca mendung - terang
 (T) Kondisi cuaca terang

T.5.58 Rekap Hasil Analisis Massa Bangunan
Orientasi Utara - Selatan

RUANG	ORIEN- TASI	LANTAI	ANALISIS KUISIONER		ANALISIS INT. CAHAYA		ANALISIS INDEKS SILAU	HASIL
					EFISIENSI	EFEKTI- FITAS		
KETERTIBAN UMUM	U - S	01	7	+	23%	16,43 23,33	+	+
PEMERINTAHAN DESA	U - S	01	5	+	47%	44,51 46,67	+	+
HALL BUPATI	U - S	02	-	-	25%	16,67 24,99	+	-
R. RAPAT	U - S	02	-	-	42%	33,34 41,66	+	-
P D E	U - S	03	7	+	50%	45,84 50	+	+
BAG. SOSIAL	U - S	03	11	+	100%	100 100	±	+
BAG. LINGK. HIDUP	U - S	04	8	+	100%	100 100	±	+
MASSA PADA ORIENTASI UTARA - SELATAN					55,30	50,97 55,23	+	

Hasil :

1. Ruang ketertiban umum, memenuhi tingkat kenyamanan visual dan efisiensi pencahayaan
2. Ruang Pemerintahan Desa, memenuhi tingkat kenyamanan dan efisiensi pencahayaan
3. Hall Bupati, tidak memenuhi tingkat kenyamanan visual dan efisiensi pencahayaan
4. Ruang Rapat, tidak memenuhi tingkat kenyamanan visual, pencahayaan di ambang efisiensi
5. Ruang Bag. Sosial, memenuhi tingkat kenyamanan visual dan efisiensi pencahayaan
6. Ruang Bag. Lingk. Hidup, memenuhi tingkat kenyamanan visual dan efisiensi pencahayaan

Hasil umum untuk massa bangunan yang berorientasi utara - selatan memiliki tingkat efisiensi sebesar 55,30 % dan efektifitas pencahayaan sebesar 50,97 % (m-t) dan 55,23 % (t), jadi signifikan terjadi efisiensi.

T.5.59 Rekap Hasil Analisis Massa Bangunan
Orientasi Timur - Barat

RUANG	ORIEN- TASI	LANTAI	ANALISIS KUISIONER		ANALISIS INT. CAHAYA		ANALISIS INDEKS SILAU	HASIL
					EFISIENSI	EFEKTI- FITAS		
R. KOPERASI	T - B	01	-	-	42%	33,34 41,66	+	+
KEUANGAN	T - B	02	-24	(-)	0%	0 0	+	-
R. BAG. HUKUM	T - B	03	11	+	72%	55,51 72,30	+	+
R. RAPAT BESAR	T - B	04	-13	(-)	48%	28,34 47,66	+	-
MASSA PADA ORIENTASI TIMUR - BARAT					40,50	29,30 40,41	± (Kondisi kecerahan matahari : 50 - 100 %)	

Hasil :

1. Ruang koperasi, memenuhi tingkat kenyamanan visual dan efisiensi pencahayaan (intensitas cahaya 50 lux)
2. Ruang Bag. Keuangan, tidak memenuhi tingkat kenyamanan visual dan efisiensi pencahayaan
3. Ruang Bag. Hukum, memenuhi tingkat kenyamanan visual dan efisiensi pencahayaan
4. Ruang Rapat Besar, tidak memenuhi tingkat kenyamanan visual, pencahayaan di ambang efisiensi

Hasil umum untuk massa bangunan yang berorientasi timur - barat memiliki tingkat efisiensi sebesar 40,50 % dan efektifitas pencahayaan sebesar 29,30 % (m-t) dan 40,41 % (t), jadi signifikan terjadi efisiensi.

Kecuali Ruang Bag. Hukum, efisiensi sebesar 72 % dan efektifitas pencahayaan sebesar 55,51 % (m-t) dan 72,30 % (t), jadi signifikan terjadi efisiensi

4. TEMUAN HASIL ANALISIS

- 1) Dari hasil kuisioner dan setelah dilakukan kompilasi data untuk mencari faktor deviasi atau faktor pengaruh memperlihatkan bahwa terdapat pengaruh negatif sebesar 50 % terhadap kecepatan membaca dan menulis, dan dari 3 indikasi kenyamanan visual lainnya deviasi negatif berada di bawah 30 %.

Dari kuisioner ini setelah dilakukan analisis terhadap kuisioner didapatkan kondisi bahwa ruang-ruang pada massa yang berorientasi utara - selatan lebih baik tingkat kenyamanan visualnya dibandingkan massa bangunan yang berorientasi timur - barat. Untuk bangunan pada orientasi massa bangunan timur - barat, terdapat 2 ruang yang dirasakan pengguna memiliki tingkat kenyamanan visual buruk, yaitu ruang bagian keuangan di lantai 02 dengan bobot nilai -24 dan ruang rapat besar dengan bobot nilai -13.

Untuk massa bangunan berorientasi utara - selatan, ruangan yang dirasakan memiliki tingkat kenyamanan visual terbaik adalah ruang bagian Sosial di lantai 03, kemudian ruang bagian Hukum di lantai 04. Sedangkan ruang dengan kenyamanan visual terendah adalah ruang bagian Pemerintahan Desa dengan bobot nilai sebesar 5.

Dari analisis-analisis terhadap kuisioner dan hasil kompilasinya, maka di dapatkan temuan bahwa :

- a. Pencahayaan alami dalam bangunan penelitian ini tingkat pengaruh kelelahan mata kecil, dengan tingkat deviasinya sebesar 16%.
- b. Pencahayaan alami dalam bangunan penelitian ini memberikan kemudahan dalam membaca dan menulis dengan tingkat deviasi di atas 60%.
- c. Pencahayaan alami dalam bangunan penelitian ini tidak menurunkan kecepatan dalam membaca dan menulis, dengan deviasi diatas 50%.
- d. Ruang-ruang yang berpengaruh negatif terhadap indikasi-indikasi pencahayaan alami adalah 2 ruangan, yaitu ruang rapat besar dan ruang bagian keuangan

dengan bobot nilai negatif. Merupakan ruang di massa bangunan yang berorientasi timur - barat.

2) Dari analisis terhadap tingkat intensitas cahaya dalam ruang dapat diambil temuan sebagai berikut :

- Massa bangunan utara - selatan memiliki tingkat efisiensi dan efektifitas pencahayaan lebih baik dibandingkan dengan efisiensi massa bangunan yang berorientasi timur - barat.
- Pada massa bangunan utara - selatan, ruang yang memiliki tingkat efisiensi dan efektifitas pencahayaan yang tertinggi adalah ruang bagian Sosial di lantai 03 dan ruang bagian Lingkungan Hidup di lantai 04. Dengan nilai bobot 0, artinya seluruh titik ukur di seluruh waktu pengukuran berada di atas standard kenyamanan minimum. Kondisi ini disebabkan karena posisi ruang ini terletak di lantai paling atas dari bangunan penelitian. Ruang langsung berbatasan dengan bidang *skylight*.
- Pada massa bangunan timur - barat, ruang yang memiliki tingkat efisiensi tertinggi adalah ruang bagian Hukum di lantai 03 dengan bobot nilai 0,45 pada kondisi cuaca mendung dan terang dan 0,28 pada kondisi terang. Kondisi tersebut dibentuk karena ruang ini memiliki *external reflector component* berupa selasar disekeliling ruang dengan bahan penutup lantai keramik warna putih. Seluruh bagian ruang berwarna putih sehingga efektifitas pencahayaan sebesar 100 %.
- Untuk massa bangunan berorientasi utara - selatan, waktu dengan tingkat efisiensi tertinggi adalah pada waktu pengukuran jam 10.00 - 11.00 pada saat sudut matahari tinggi diantara sudut 58° - 76° .
- Untuk massa bangunan berorientasi timur - barat, waktu dengan tingkat efisiensi tertinggi adalah pada waktu pengukuran jam 08.00 - 09.00. Pada saat matahari pada sudut rendah diantara sudut 28° - 48° .

3) Dari hasil pengukuran terhadap intensitas cahaya ruang dan perhitungan index glare serta dikompilasikan terhadap data kuisioner di dapatkan ruang-ruang yang memiliki indikasi ketidaknyamanan visual, yaitu :

a. Ruang bagian keuangan, indikasi ketidaknyamanan visual disebabkan karena pencahayaan yang kurang. Ketidaknyamanan visual tersebut muncul disebabkan oleh :

- Dimensi lebar ruang yang terlalu lebar dengan bentang 12 meter, sehingga secara teoritis pencahayaan alami hanya akan mencapai jarak 3 meter dari lubang sumber cahaya. Ruang ini memiliki 2 sumber cahaya maka, di bagian tengah ruangan selebar 6 meter intensitas cahaya alaminya akan berkurang.
- Letak ruangan yang di lantai 02 menyebabkan tidak adanya bidang reflektor terhadap cahaya alami di luar bidang ruang. *Daylight factor* yang terjadi dalam ruangan hanya berasal dari *sky component*.
- Posisi jendela terhadap bidang pematah matahari terlalu pendek, sehingga menyebabkan lubang cahaya efektif menjadi sangat kecil. Untuk pengukuran disisi sebelah barat dari analisis bidang pematah matahari menunjukkan tidak terdapat lubang cahaya matahari. Disisi timur lubang cahaya efektif hanya terbentuk pada pagi hari pada posisi matahari tanggal 22 Juni dengan lubang cahaya efektif sangat kecil.
- Tata letak *furniture* yang sangat padat dan banyaknya *filling cabinet* yang penataan posisinya menghalangi bidang kerja dari cahaya alami siang hari. Banyaknya furniture menyebabkan cahaya yang terserap oleh bahan furniture juga besar. Bahan furniture sebagian besar dari bahan kayu dengan warna alami penyelesaian vernis akan menyerap cahaya yang jatuh padanya sebesar 85 %. Penataan yang tidak baik dan terlalu penuh menyebabkan cahaya dalam ruang

menjadi berkurang efektifitasnya.

- b. Ruang Rapat besar, ketidaknyamanan visual muncul akibat intensitas pencahayaan alami yang kurang dan pengguna mengalami silau. Penyebab ketidaknyamanan visual karena pencahayaan yang kurang disebabkan karena :
- Dimensi lebar ruangan dengan lebar 14,40 meter, sehingga bagian ruang di bagian tengah mengalami pencahayaan kurang. Bagian tengah ruang selebar kurang lebih 8,40 meter intensitas cahayanya kecil.
 - Letak ruangan yang di lantai 04, sehingga tidak memiliki bidang pemantul. *Daylight factor* ruang hanya terbentuk dari komponen *sky component*.
 - Teritisan atap sebagai bidang pematah matahari terlalu rendah terhadap bidang jendela sehingga lubang cahaya efektif menjadi kecil dan memasukkan pencahayaan alami ke dalam ruangan kecil pula.
 - Warna plafon yang gelap (dari bahan kayu jati warna alami finishing vernis) menyerap cahaya sebesar 85 %. Dengan plafon warna gelap dibandingkan bidang elemen pembentuk ruang, maka kondisi ini akan mengurangi efektifitas pencahayaan sebesar 51 %. (Evans, 1985)

Ketidaknyamanan visual karena silau pada ruangan ini terjadi disebabkan penggunaan kaca 'es' pada penutup bidang bukaan jendela. Pemakaian kaca ini menyebabkan cahaya yang menembus bidang kaca tersebut akan dibiaskan atau difus sehingga cahaya memedar dan menyilaukan bagi yang melihat. Pengguna menyatakan silau terutama pada jendela pada sisi sebelah barat dan terjadi pada waktu setelah jam 10.00. Silau ini diatasi dengan menutup jendela tersebut dengan korden sehingga menurunkan tingkat intensitas pencahayaan dalam ruang. Pada saat operasional ruang ini menggunakan penerangan lampu listrik.

- c. Koridor lantai 04, ketidaknyamanan visual disebabkan karena terjadi silau. Dari analisis menunjukkan bahwa yang menimbulkan silau adalah :

- Dari pengukuran intensitas cahaya, yang terukur sangat besar, diatas 2500 lux. Jadi yang masuk ke dalam ruang adalah sinar matahari langsung, bukan cahaya pantulan dari cahaya matahari. Kondisi ini karena bidang *skylight* yang terletak di sepanjang atap tidak memiliki bidang pemantul (reflektor) atau bidang pembayang agar sinar matahari yang masuk menjadi tidak langsung tapi merupakan cahaya pantulan.
 - Warna lantai putih dari bahan keramik dengan permukaan yang mengkilap memantulkan cahaya yang jatuh padanya hampir 100 % sehingga *daylight factor* pada ruangan ini menjadi sangat tinggi.
 - Jendela besar di bagian masing-masing ujung koridor bangunan yang menghadap timur dan barat. Tanpa adanya bidang pematah sinar matahari maka sinar matahari langsung masuk ke dalam ruang. Untuk jendela yang menghadap ke arah barat menimbulkan silau yang besar.
 - Bidang-bidang horisontal (pergola) dari beton yang tidak berfungsi untuk memantulkan sinar yang jatuh. Posisinya yang tegak lurus tidak menguntungkan karena pada posisi matahari tinggi sinar matahari akan langsung masuk ke dalam ruangan tanpa dipantulkan.
- d. Ruang bagian lingkungan hidup, ketidaknyamanan visual karena terjadi silau. Silau yang terjadi disebabkan karena penataan *furniture* yang tidak tepat. Pengguna ruang (pegawai) menata meja kursinya menghadap ke arah sumber cahaya (*skylight*) sehingga cahaya datang dari arah depan bidang kerja. Cahaya yang datang tidak tegak lurus akan dipantulkan oleh bidang kertas sehingga mengakibatkan silau.
- 4) Dari kompilasi dan analisis data kuesioner dan pengukuran di lapangan terdapat hasil yang berbeda antara bidang masa yang berorientasi timur barat dengan bidang masa yang berorientasi utara selatan.
- a. Bidang bangunan yang berorientasi timur barat memiliki kondisi : lebar ruang yang

besar lebih dari 6 meter, tidak terdapat bidang *skylight* dan pola ruang yang tertutup (tidak *open plan*). Kondisi tersebut ternyata menimbulkan permasalahan kurangnya pencahayaan alami di dalam ruangan tersebut khususnya di bagian tengah ruangan. Dari empat ruang yang dilakukan pengujian 2 ruang menunjukkan indikasi negatif terhadap kenyamanan visual.

- b. Bidang bangunan yang berorientasi utara selatan memiliki kondisi : lebar ruang yang kecil akibat adanya lubang *void*, sumber cahaya alami dari 2 sisi yaitu dari lubang jendela dan bidang *skylight* serta pola ruang yang *open plan*. Dari analisis kuisisioner memperlihatkan seluruh pengguna ruang menyatakan bahwa ruang-ruang tersebut memiliki kenyamanan visual.

Dari analisa tersebut dapat disimpulkan bahwa bidang orientasi bangunan yang berorientasi utara selatan dengan penggunaan disain alternatif ternyata lebih menguntungkan dari segi pemanfaatan pencahayaan alami.

- 6) Dari hasil pengukuran memperlihatkan bahwa ruang-ruang yang tertutup partisi penuh mengalami penurunan intensitas sangat rendah hingga jarak 1 meter dari partisi. Kondisi ini disebabkan karena warna partisi yang gelap, bahan partisi dari multiplex dengan warna alami finishing vernis menyerap cahaya yang datang padanya sebesar 85 %. Bidang dinding warna gelap juga akan mereduksi efektivitas pencahayaan dalam ruangan sebesar 33 %.
- 7) Untuk masa bangunan yang berorientasi timur barat, untuk lantai yang memiliki bidang reflektor ternyata ruang memiliki intensitas cahaya lebih baik dibandingkan yang tidak memiliki bidang pemantul sebagai *external reflector component*. Ruang-ruang tersebut adalah ruang koperasi di lantai 01 dengan reflektor bidang lantai dasar dan ruang

bagian hukum di lantai 03 dengan reflektor bidang selasar di sekeliling ruangan. Bidang reflektor ini memantulkan cahaya yang jatuh padanya ke dalam ruangan sehingga daylight faktor ruang bertambah besar karena berasal dari *sky component* ditambah *external reflected component* dan *internal reflected component*.

5. PEMECAHAN HASIL ANALISIS

Dari hasil temuan-temuan di atas, dengan berdasarkan teori-teori pencahayaan alami dan landasan teori yang ada masih dimungkinkan dilakukan perbaikan-perbaikan untuk lebih mengoptimalkan pencahayaan alami dalam bangunan penelitian ini. Optimalisasi dapat dilakukan untuk memperbaiki kondisi ketidakyamanan visual menjadi lebih baik dari kondisi saat ini, walau kemungkinan perbaikan atau rekomendasi ini tidak akan menjadikan intensitas cahaya dan indeks silau dalam ruang-ruang tersebut menjadi ideal.

- a. Intensitas cahaya pada ruang-ruang bangunan penelitian ini masih dapat ditingkatkan, terutama dari sumber lubang cahaya jendela. Peningkatan intensitas ini diharapkan bidang di bagian tengah ruangan akan naik pula menuju intensitas pencahayaan yang lebih baik. Peningkatan intensitas dapat dilakukan dengan mengganti bahan kaca penutup bidang jendela. Kondisi saat ini kaca yang digunakan dari *tinted glass* (abu-abu tua) dengan ketebalan 5mm yang memiliki daya serap terhadap cahaya yang lewat pada bidang kaca tersebut sebesar 50%. Dengan menggantikan menjadi kaca bening yang memiliki daya hantar cahaya mendekati 100 %, maka intensitas cahaya dalam ruangan diharapkan dapat dinaikkan sebanyak 50 % dari kondisi saat ini.
- b. Penggunaan partisi, terutama yang membatasi ruang secara penuh perlu diganti warnanya. Dengan kondisi warna saat ini, multiplex warna alami dengan penyelesaian

vernisi, sehingga warna coklat tua yang ditonjolkan akan menyerap cahaya yang jatuh padanya sebesar 85 %. Dinding warna gelap dalam suatu ruang juga akan mereduksi efektifitas pencahayaan sebesar 33 %. Pengantian warna dipilih warna terang atau putih. Warna putih pada bahan kayu akan memantulkan cahaya yang jatuh padanya sebesar 90 %, atau hanya 10 % cahaya yang diserap. Bidang-bidang ruang, baik lantai, dinding an plafon berwarna putih. Secara efektif cahaya dalam ruang tersebut tidak direduksi, sehingga efektifitas pencahayaannya sebesar 100 %.

- c. Ketidaknyamanan pada ruang bagian keuangan, direkomendasikan untuk di tata kembali pola *layout furniture*-nya. Lemari-lemari tinggi dan *filing cabinet* tidak diletakkan pada posisi yang menghalangi arah datang cahaya menuju bidang kerja. *Filing cabinet* atau lemari tersebut diletakkan di tepi dinding yang tidak terdapat sumber cahaya. Mengganti warna partisi yang membatasi ruang-ruang di dalam ruang bagian keuangan dengan warna putih untuk memantulkan cahaya secara maksimal.

Menganti bahan penutup jendela dengan kaca bening. Kaca bening akan meneruskan cahaya sebesar 100% dan tidak membiaskan cahaya sehingga tidak menimbulkan silau pada ruang.

- d. Ketidaknyamanan visual pada ruang rapat besar direkomendasikan untuk mengurangi ketidakyamanan dengan :

- Untuk silau diupayakan dengan mengganti kaca *diffuse* (kaca es) dengan kaca bening biasa. Kaca bening juga akan meningkatkan intensitas cahaya dalam ruang, karena meneruskan cahaya dari luar ke dalam ruang sebesar 100%.
- Untuk pencahayaan yang intensitasnya kurang direkomendasikan dengan : warna plafon diberi warna terang. Kondisi saat ini warna plafon adalah coklat tua dengan bahan kayu jati finishing vernis, menyebabkan cahaya yang jatuh padanya diserap sebesar 85 %. Dengan plafon yang gelap maka cahaya akan direduksi efektivitasnya hingga sebesar 51 %. Dengan warna plafon terang maka cahaya akan dipantulkan

sebanyak 90 % dan efektivitas cahaya dalam ruang meningkat 100 %.

Plafon pada ruangan ini perlu dikurangi ketinggiannya. Kondisi saat ini plafon model lambersiring dengan ketinggian hampir 8 meter, ketinggian bisa direduksi hingga 5 meter. Plafon ruang yang rendah akan menyebabkan cahaya lebih cepat dipantulkan. Jarak pantul yang terlalu jauh akan menyebabkan intensitas cahaya melemah sebelum mencapai bidang plafon sehingga pantulannya juga akan semakin rendah intensitasnya.

- e. Ketidaknyamanan visual bagian lingkungan hidup dapat direkomendasikan dengan memperbaiki perletakan layout perabot pada ruangan ini. Bila ruangan ini mendapat pencahayaan terbesar datang dari arah bidang *skylight* maka pengguna ruang jangan menata furniturnya menghadap bidang cahaya tersebut. Penataan furniture diarahkan agar arah datang cahaya dari sebelah kiri meja kerja atau bidang kerja.
- f. Untuk mengatasi silau pada koridor lantai 04 dapat direkomendasikan :
 - 1) Memantulkan cahaya dari bidang *skylight* sebelum masuk ke dalam ruangan. Dengan memantulkan cahaya terlebih dahulu maka cahaya akan dilembutkan sebelum masuk ke dalam ruang, dengan cara :
 - membuat bidang pemantul dengan *louvers* miring sehingga cahaya yang masuk adalah cahaya pantulan.
 - dengan bidang *louvers* miring maka pada saat jam matahari pada posisi tinggi dimana cahayanya menyebabkan silau, akan terhalangi oleh bidang *louvers* tersebut. Cahaya yang masuk adalah cahaya pantulan.
 - *Laovers* diorientasikan ke arah timur, dengan pertimbangan sinar yang datang dari arah timur adalah sinar matahari pagi yang tidak menyilaukan.
 - penempatan *louvers* dapat dilakukan di dua posisi, yaitu di atas penutup polycarbonat. Yang kedua di bawah bidang *polycarbonat* dengan bahan yang tidak meneruskan panas.

- g. Membuat dua lapis bidang *skylight*, sehingga akan memperbesar reduksi cahaya yang akan diteruskan ke dalam ruang. Lapisan pertama adalah bidang *polycarbonat* pada kondisi saat ini, dengan spesifikasi warna abu-abu dan daya meneruskan cahaya sebesar 20 %, lapisan ke-dua diletakkan pada posisi beton pergola dengan spesifikasi *polycarbonat* sama dengan lapisan pertama. Dengan adanya dua lapisan tersebut maka intensitas cahaya yang masuk akan lebih dilembutkan lagi.
- h. Mengganti warna lantai koridor dari warna putih ke warna gelap (warna merah bata) sehingga cahaya yang jatuh kepadanya akan diserap sebesar 60 %. Efektivitas pencahayaan dalam ruangan ini juga akan direduksi sebesar 33 %. Turunnya intensitas cahaya dalam ruangan ini maka akan menurunkan pula angka indeks silau yang diharapkan mencapai angka yang ideal.

D. ANALISIS HIPOTESIS 02

Hipotesis kedua sebagai berikut : 'Pengendalian pencahayaan alami dengan menggunakan elemen-elemen bangunan ternyata memiliki korelasi positif dengan penghematan energi, dan bila dioptimalkan dengan pengolahan elemen-elemen interior dan penerapan teknologi sistem penerangan penghematan yang terjadi akan semakin besar'.

Untuk membuktikan hipotesis ini dilakukan dengan : a) Melakukan perhitungan penghematan selama 1 tahun antara konsep perencanaan berdasarkan besarnya deistribusi intensitas cahaya alami dalam ruangan dengan konsep grouping yang diterapkan dalam bangunan. b) analisis deskriptif dengan membandingkan antara teori-teori pencahayaan alami dan konsep pengendalian pencahayaan alami yang diterapkan pada bangunan ini.

1. Analisis Perhitungan

- a. Perbandingan perhitungan penghematan antara konsep berdasarkan besarnya Distribusi intensitas cahaya dengan konsep pengelompokan (Eksisting).

Data yang diperlukan untuk melakukan analisis ini terdiri dari data pengukuran intensitas cahaya titik ukur pada suatu ruang (Ruang bagian Hukum, lantai 03), yang diukur tiap jam mulai pukul 08.00 hingga 14.00. Selain pengukuran tersebut, pada saat yang bersamaan dilakukan pengukuran tingkat kecerahan matahari pada stasiun meteorologi untuk kota Kudus bagian bawah dan Pati. Dari kedua sumber data ini kemudian dilakukan kompilasi data untuk menghasilkan suatu tabel yang menjadi dasar analisis. Kompilasi data yang ada dikonversi untuk mengetahui tingkat kebutuhan pencahayaan selama 1 tahun.

Data berikutnya adalah data konsep perencanaan penerangan yang diterapkan pada ruang bagian Hukum. Data ini untuk mengetahui jumlah titik lampu, posisi titik lampu dan jumlah daya yang digunakan. Data tersebut kemudian dianalisis untuk mengetahui penggunaan daya selama 1 tahun berdasarkan data kecerahan matahari yang ada.

T.5.60 Perbandingan Intensitas Cahaya dan Kecerahan Matahari

OBYEK PENGAMATAN : Gd. Setwilda Kabupaten Kudus
 RUANG : Bag. Hukum
 TGL/BLN/THN : 24 Pebruari 1999
 TABEL : Perbandingan intensitas cahaya dan kecerahan matahari

Waktu Pengukuran	R. Bagian Hukum						Terang Langit	Kecerahan matahari (%)
	1	2	3	4	5	6		
08,00	129	44	54	73	136	416	8900	0
09,00	826	214	102	109	135	430	8500	0
10,00	848	165	64	155	168	413	7440	5
11,00	739	189	152	111	144	539	8300	30
12,00	570	172	99	109	100	305	6775	10
13,00	492	149	86	94	106	263	5800	30
14,00	519	94	52	61	83	272	6650	10

Sumber : hasil kompilasi data pengukuran peneliti

T.5.61 Perbandingan Intensitas Cahaya dan Kecerahan Matahari

OBYEK PENGAMATAN : Gd. Setwilda Kabupaten Kudus
 RUANG : Bag. Hukum
 TGL/BLN/THN : 25 Pebruari 1999
 PENGAMATAN : Perbandingan intensitas cahaya dan kecerahan matahari

Waktu Pengukuran	R. Bagian Hukum						Terang Langit	Kecerahan matahari (%)
	1	2	3	4	5	6		
08,00	738	224	129	141	144	395	10820	58
09,00	1288	334	159	233	366	827	13320	100
10,00	1127	292	139	203	320	723	11340	100
11,00	887	287	182	133	173	466	9925	100
12,00	825	267	169	124	161	433	9237	90
13,00	668	204	117	128	131	359	8081	50
14,00	871	241	125	161	218	524	8925	80

Sumber : hasil kompilasi pengukuran peneliti

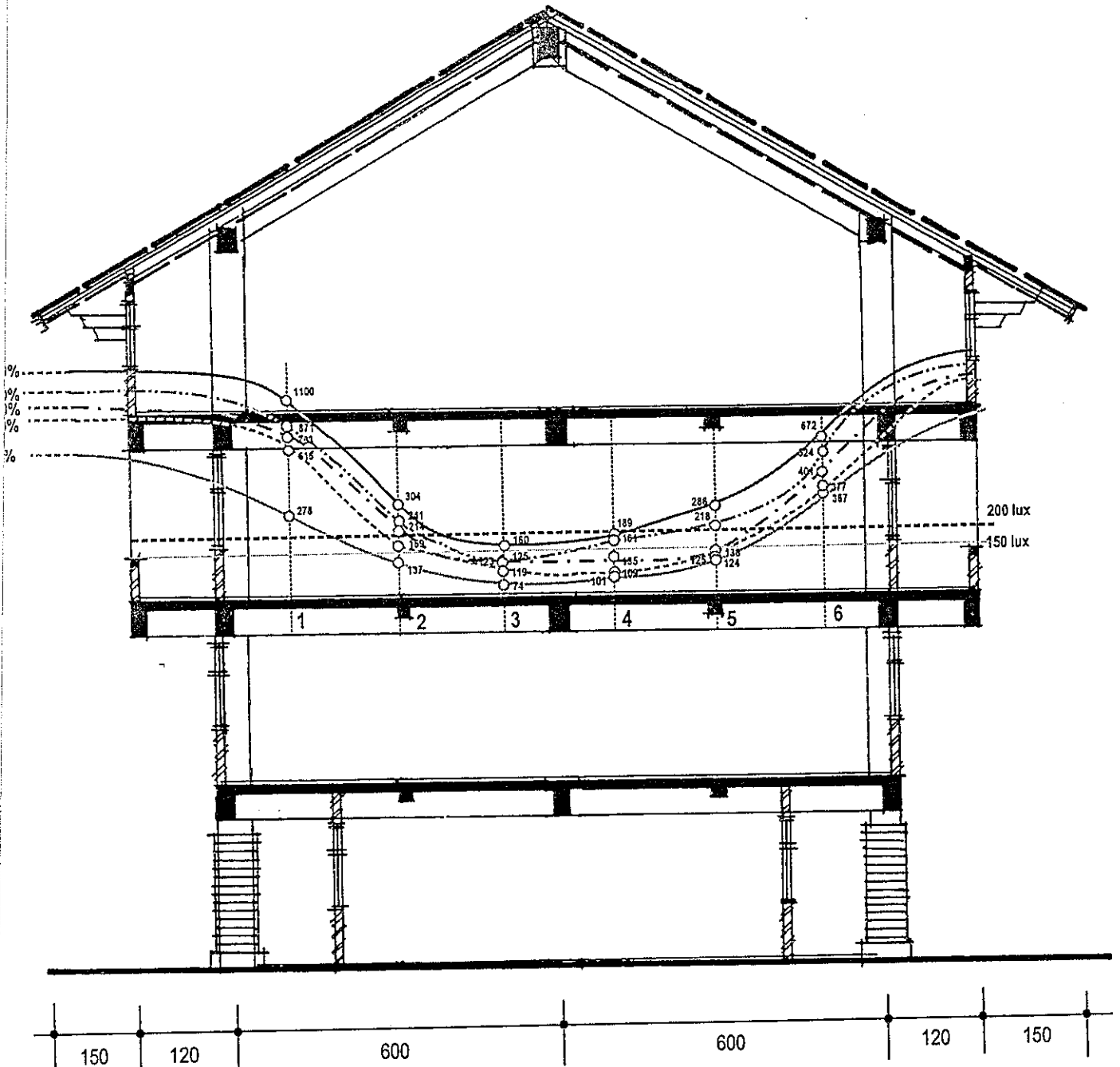
T.5.62 Kecerahan Matahari Selama 1 Tahun

OBJEK PENGAMATAN : Gd. Setwilda Kabupaten Kudus
RUANG : Bag. Hukum
PENGAMATAN : Kecerahan matahari selama 1 tahun

Kecerahan Matahari (%)	R. Bagian Hukum						1 Tahun	
	1	2	3	4	5	6	%	hari
0 - 20	278	137	74	101	124	367	8	29
21 - 40	616	169	119	109	125	401	16	58
41 - 60	703	214	123	135	138	377	8	29
61 - 80	871	241	125	161	218	524	25	91
81 - 100	1100	304	160	189	286	672	43	158
Jumlah							100	365

Data intensitas matahari berdasarkan kecerahan matahari selama 1 tahun

Sumber : Hasil kompilasi dan perhitungan peneliti



Gambar Gr.5.33

Grafik intensitas cahaya dalam ruang bagian hukum
 Sumber : Hasil perhitungan peneliti

A. Perhitungan efisiensi daya listrik selama 1 tahun dengan perencanaan penerangan berdasarkan grouping

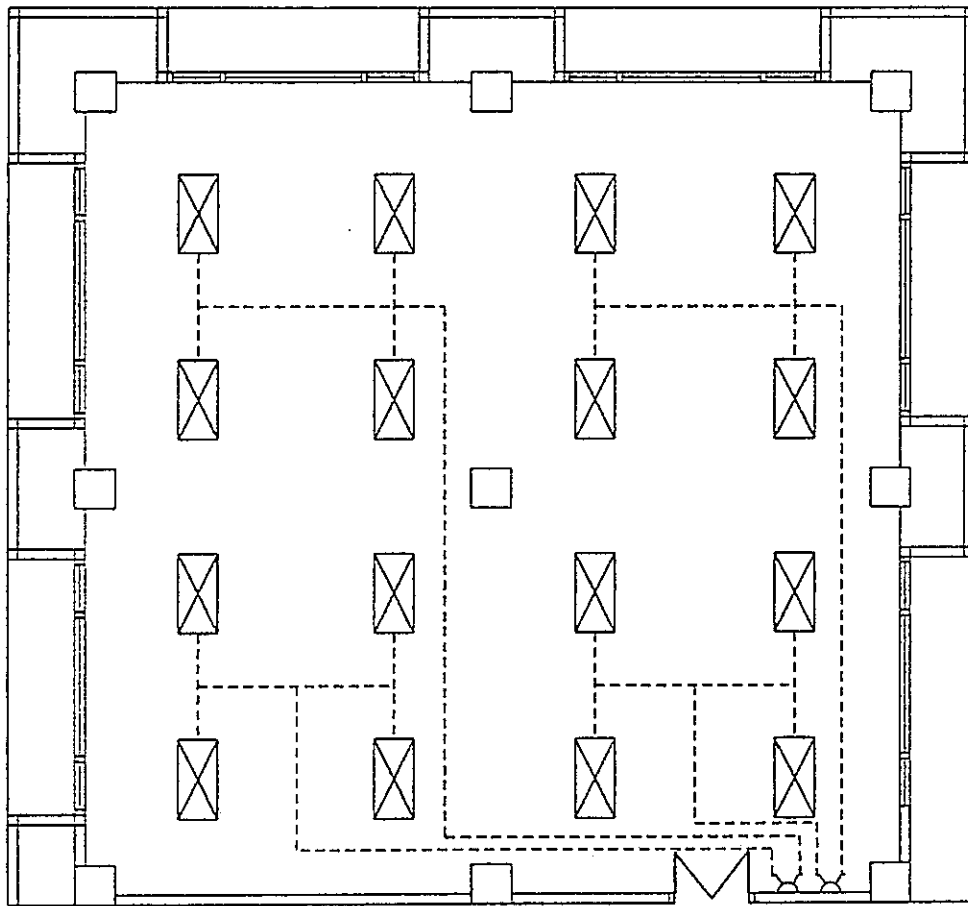
T.5.63 Daya Lampu Selama 1 Tahun Berdasarkan Data Eksistii


Kriteria	CERAH MATAHARI					Total
	0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 - 100	Jumlah
Jumlah hari	29	58	29	91	158	365
Jumlah titik lampu	24	24	24	12	0	84
Jumlah Watt	864	864	864	432	0	3024
Total Watt	25056	50112	25056	39312	0	139536

Data efisiensi daya lampu listrik yang hidup selama 1 tahun

Sumber : Hasil perhitungan peneliti

Gambar G.5.22
Ruang : Bagian Hukum



 Titik lampu 3 x 18
daya = 54 Watt

Kondisi existing pembagian saklar
berdasarkan grouping titik lampu
Sumber : Konsultan Perencana
PT. SWAKON Semarang

B. Perhitungan efisiensi daya selama 1 tahun dengan perencanaan penerangan berdasarkan perhitungan intensitas cahaya ruang :

OBJEK PENGAMATAN : Gd. Setwilda Kabupaten Kudus
 RUANG : Bag. Hukum
 PENGAMATAN : Efisiensi lampu selama 1 tahun
 TABEL : Jumlah lampu hidup berdasarkan kecerahan matahari

T.5.64 Jumlah Lampu Hidup Berdasarkan Distribusi Cahaya

Kecerahan Matahari (%)	R. Bagian Hukum						1 Tahun		Jumlah titik lampu
	1	2	3	4	5	6	%	hari	
0 - 20	278	137	74	101	124	367	8	29	12
21 - 40	616	169	119	109	125	401	16	58	9
41 - 60	703	214	123	135	138	377	8	29	9
61 - 80	871	241	125	161	218	524	25	91	3
81 - 100	1100	304	160	189	286	672	43	158	
Jumlah							100	365	33

Data Jumlah titik lampu listrik yang hidup selama 1 tahun

Sumber : Hasil kompilasi dan perhitungan peneliti

Perhitungan efisiensi daya selama 1 tahun dengan perencanaan penerangan berdasarkan perhitungan distribusi intensitas cahaya ruang :

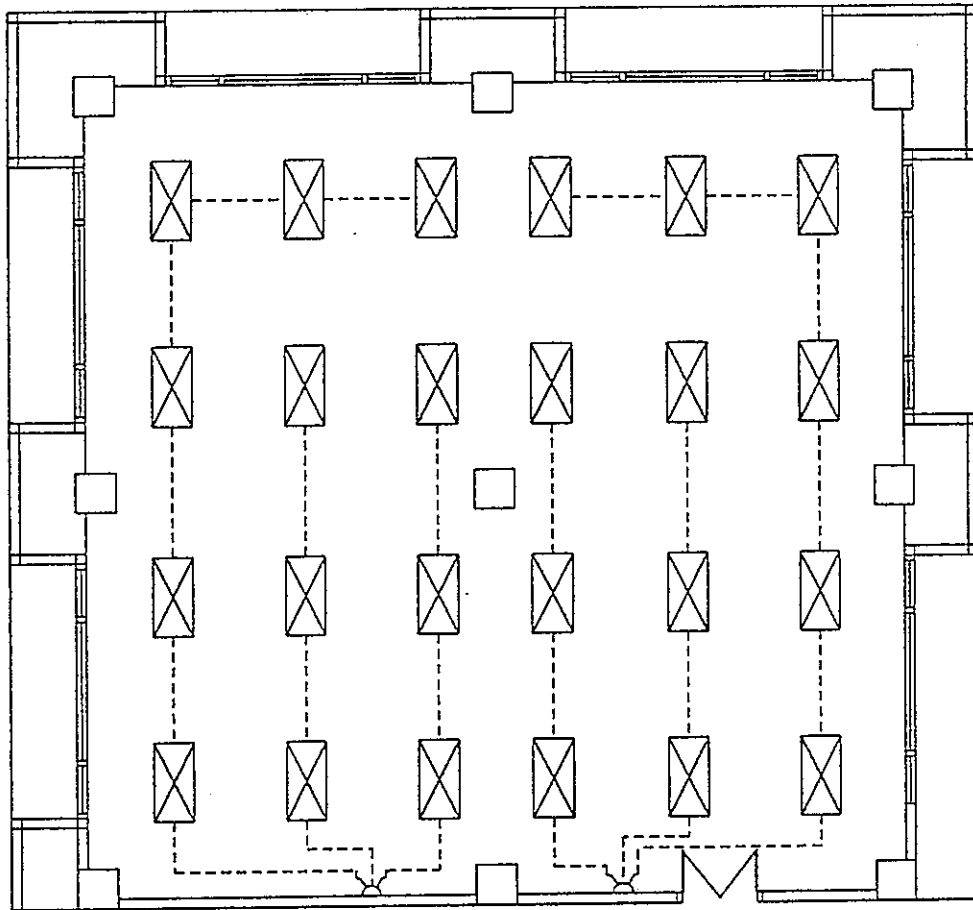
T.5.65 Daya Lampu Selama 1 Tahun Berdasarkan Distribusi Cahaya


Kriteria	Perhitungan					Total Jumlah
	0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 - 100	
Jumlah hari	29	58	29	91	158	365
Jumlah titik lampu	12	9	9	3	0	33
Jumlah Watt	432	324	324	108	0	1188
Total Watt	12528	18792	9396	9828	0	50544

Data efisiensi daya lampu listrik yang hidup selama 1 tahun

Sumber : Hasil perhitungan peneliti

Gambar G.5.23
Ruang : Bagian Hukum



 Titik lampu 2 x 18
daya = 36 Watt

Kondisi pembagian saklar titik lampu
berdasarkan distribusi kuat cahaya
dalam ruang
Sumber : hasil analisis peneliti

Dari perbandingan tersebut didapatkan perbandingan sebagai berikut :

$$A = 50.544 \text{ Watt}$$

$$B = 139.536 \text{ Watt}$$

terjadi penghematan selama 1 tahun : $B - A = 139.536 - 50.544 = 88.992 \text{ Watt}$

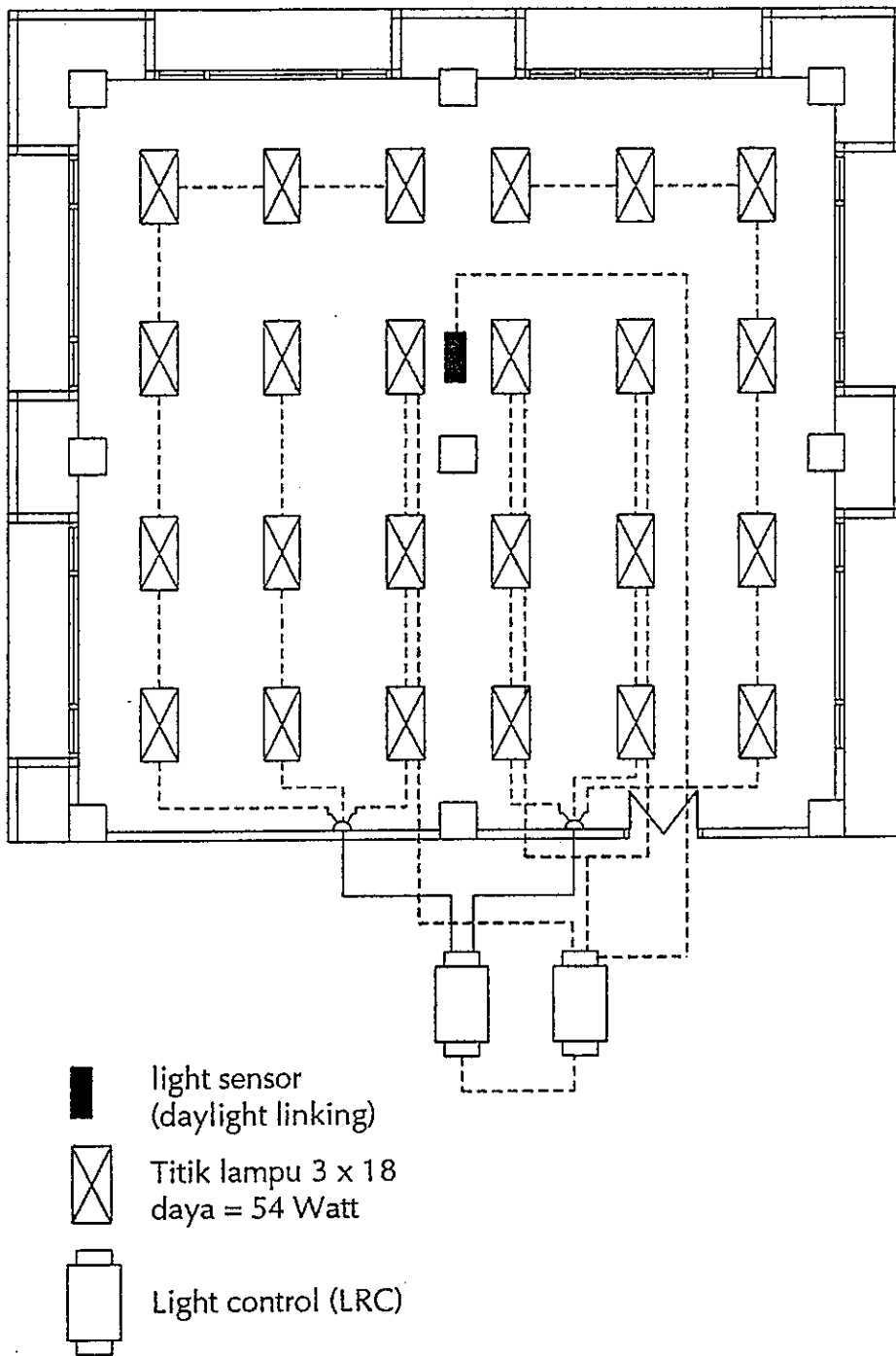
atau terjadi penghematan : $88.992/139.536 \times 100\% = 63,78\%$

Jadi dengan penggunaan perencanaan berdasarkan perhitungan intensitas cahaya bisa dilakukan penghematan daya listrik ruangan bagian Hukum selama 1 tahun sebesar 88.992 Watt atau efisiensi sebesar 63,78%.

Efisiensi ini bisa optimal bila diikuti dengan disiplin pengguna ruang. Kedisiplinan dalam operasional menghidupkan dan mematikan saklar lampu sesuai dengan kebutuhan intensitas cahaya dalam ruang.

Penerapan teknologi sistem penerangan, dengan light sensor berdasarkan kondisi pencahayaan alami lingkungan akan mengoptimalkan efisiensi daya yang digunakan. Penerapan teknologi ini adalah lampu dalam ruang otomatis akan hidup dan mati sesuai dengan tingkat kebutuhan intensitas cahaya dalam ruang.

Gambar G.5.24
Ruang : Bagian Hukum



Kondisi pembagian saklar titik lampu berdasarkan distribusi kuat cahaya dalam ruang, ditambahkan peralatan light sensor berdasarkan kuat cahaya terang langit.
Sumber : hasil analisis peneliti

BAB VI

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

A. KESIMPULAN

Dari penelitian dan melihat penerapan konsep pengendalian penerangan alami Gedung Setwilda Kabupaten Kudus serta hasil pembahasan menggunakan analisis dengan teknik kuantitatif, teknik formulasi, dan teknik kualitatif, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Disain inovatif dengan menggunakan bidang skylight, pembatasan bidang ruang, konsep ruang open plan, bidang bukaan disepanjang sisi bangunan dan pemilihan warna ruang dominan putih ternyata mampu meningkatkan intensitas pencahayaan alami dalam ruang.

Sistem pencahayaan dalam bangunan ini mampu memenuhi persyaratan minimum standart bangunan perkantoran. Dari analisis yang dilakukan memperlihatkan hasil-hasil bahwa :

Tingkat efektifitas pencahayaan alami untuk ruang-ruang pada bangunan yang berorientasi utara - selatan dengan bobot sebesar 2,94 (kondisi cuaca mendung dan terang) atau terjadi efektifitas sebesar 51%. Dalam kondisi terang bobot sebesar 1,34 atau terjadi efektifitas pencahayaan alami sebesar 55,33%.

Untuk ruang-ruang pada massa bangunan yang berorientasi timur-barat efektifitas pencahayaan dengan bobot 4,24 (cuaca mendung-terang) atau efektifitas sebesar 29,34%. Pada kondisi cuaca terang bobot efektifitas pencahayaan sebesar 1,79 atau terjadi efektifitas pencahayaan alami sebesar 40,33%.

Menurut Evans, 1981, efektifitas dan efisiensi pencahayaan alami signifikan bila terjadi efektifitas dan efisiensi di atas 50-60%. Jadi untuk ruang-ruang pada massa bangunan berorientasi utara-selatan dalam kondisi cuaca terang maupun mendung-terang efektifitas

terpenuhi. Untuk ruang pada massa bangunan berorientasi timur-barat, efektifitas hanya terpenuhi bila kondisi cuaca terang. Dari analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem pengendalian pencahayaan alami bangunan penelitian ini mampu memenuhi persyaratan minimum standard tingkat penerangan dalam bangunan perkantoran.

Untuk tingkat silau, dari hasil analisis formulatif memperlihatkan bahwa tingkat silau terjadi di lantai 04 dan lantai 03 di bagian selasar. Untuk lantai 04 terjadi pada tiga waktu pengukuran sedangkan lantai 03 terjadi hanya pada waktu pengukuran jam 08.00 - 09.00. Kondisi silau ini tidak terjadi pada ruang kerja tapi terjadi pada jalur sirkulasi. Sistem pengendalian pencahayaan alami mampu memenuhi standard indeks silau untuk ruang kerja, hanya secara keseluruhan bangunan ternyata bagian selasar di lantai 03 dan lantai 04 yang berada di bawah bidang skylight menunjukkan indeks silau di atas standard yang disyaratkan. Kondisi ini perlu mendapatkan perbaikan khususnya kondisi bidang skylight untuk mengantisipasi silau yang terjadi.

Dari analisis menunjukkan bahwa ruang yang memiliki tingkat pencahayaan alami yang paling baik adalah : untuk massa berorientasi utara - selatan ruang Bagian Sosial di lantai 03 dan ruang bagian Lingkungan Hidup di lantai 04, untuk massa berorientasi timur - barat adalah ruang bagian hukum di lantai 03.

Penerapan konsep pengendalian pencahayaan alami dalam bangunan ini secara umum telah mampu memenuhi tingkat kenyamanan kebutuhan penerangan bagi pihak pengguna bangunan. Dengan rasio 74% pengguna ternyata menyatakan penerangan alami memudahkan untuk membaca dan 53% menyatakan kecepatan membaca tidak berkurang. Penerangan juga memudahkan untuk menulis dengan pernyataan responden sebesar 68% dan 76% pengguna tidak berkurang kecepatannya dalam menulis. Dari kuisisioner juga didapatkan bahwa 76 % responden menyatakan pencahayaan alami pada bangunan ini tidak menyebabkan pengguna mengalami kelelahan mata. Faktor pengaruh atau deviasi yang didapatkan dari analisis kuisisioner juga menunjukkan bahwa

pencahayaan alami dalam bangunan penelitian ini memberikan pengaruh positif terhadap indikasi-indikasinya. Pengaruh terhadap kecepatan membaca sebesar 50 %, pengaruh terhadap kecepatan menulis sebesar 51 %. Pengaruh pencahayaan alami terhadap kemudahan membaca sebesar 78 % dan pengaruh terhadap kemudahan menulis sebesar 70 %. Pencahayaan alami juga memberikan pengaruh positif terhadap kelelahan mata sebesar 84 %, atau pencahayaan alami memberikan pengaruh kelelahan mata hanya sebesar 16 %.

Dari analisis terhadap kuisioner menunjukkan bahwa ruang-ruang pada massa bangunan yang berorientasi utara-selatan seluruh ruang memenuhi kenyamanan visual. Untuk ruang-ruang pada massa bangunan yang berorientasi timur-barat dua ruang tidak memenuhi kenyamanan visual, yaitu ruang bagian keuangan di lantai 02 dan ruang rapat besar di lantai 04.

Dari analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa tingkat efisiensi untuk massa bangunan yang berorientasi utara-selatan dengan bobot 0,45, artinya terjadi tingkat efisiensi sebesar 55% bila ingin mencapai kondisi pencahayaan ideal. Untuk massa dengan orientasi timur - barat tingkat efisiensi sebesar 0,59. Artinya terjadi efisiensi sebesar 41% bila ingin mencapai kondisi pencahayaan ideal. Dari teori Evans,1981, maka ruang-ruang pada bangunan yang orientasi utara-selatan mampu memberikan efisiensi energi.

2. Untuk meningkatkan kenyamanan dan efisiensi energi maka dilakukan penelitian khusus di lantai 03 ruang bagian Hukum. Penelitian ini menggunakan data pengukuran intensitas cahaya sebagai dasar penetapan titik lampu sesuai dengan kondisi titik ukur. Dasar yang dipakai adalah distribusi pencahayaan alami dalam ruang. Penerapan teknologi yang dipakai adalah penyusunan kembali kelompok titik lampu dalam satu saklar berdasarkan tingkat distribusi pencahayaan pada tiap-tiap titik ukur. Dari analisis penerapan konsep titik lampu berdasarkan distribusi pencahayaan alami ruang bagian hukum ternyata

menunjukkan hasil terjadi efisiensi sebesar 88.992 watt selama 1 tahun dibandingkan dengan konsep kelompok titik lampu (kondisi eksisting). Terjadi efisiensi selama 1 tahun sebesar 63,78 %. Efisiensi tersebut harus diikuti dengan faktor kedisiplinan pengguna ruang untuk mematikan dan menghidupkan lampu sesuai kondisi pencahayaan alami dalam ruang. Faktor tersebut di atas bisa diatasi dengan penerapan teknologi sistem penerangan. Pemakaian sensor infra merah sehingga lampu dalam ruang tersebut dapat hidup dan mati secara otomatis tergantung kondisi intensitas cahaya dalam ruang akan makin mengefektifkan efisiensi daya listrik.

3. Dari observasi dan pengukuran di lapangan memperlihatkan bahwa penerapan sistem pencahayaan skylight mampu mempertinggi tingkat intensitas pencahayaan alami dalam ruang. Seluruh lantai memperlihatkan bahwa pencahayaan dari sisi skylight lebih besar dibandingkan dari sisi lubang cahaya jendela. Hanya saja penerapan skylight ini menyebabkan kondisi thermis ruang dalam bangunan juga tinggi. Walaupun ada upaya untuk memperkecil radiasi sinar matahari ke dalam ruang dengan penggunaan pergola dan lubang angin di bawah skylight, tetapi masih kurang membantu untuk mengurangi panas dalam ruangan akibat tidak berfungsinya dua elemen tersebut.
4. Penggunaan elemen-elemen ruangan seperti pola ruang kerja *open plan* ternyata mampu membantu pendistribusian pencahayaan alami secara luas.
5. Warna ruang yang dominan warna putih meningkatkan efisiensi pencahayaan alami dalam ruang. Faktor pantulan warna putih besar sehingga distribusi pencahayaan alami bisa merata di seluruh bagian ruang.
6. Pola penataan lay out furniture berpengaruh besar terhadap tingkat kenyamanan visual pengguna ruang. Untuk kondisi ruang-ruang di lantai 01 yang intensitas cahayanya mendekati ambang batas minimum pencahayaan yang disyaratkan untuk ruang kerja, penataan perabotnya diletakkan di sepanjang sisi sumber cahaya. Arah datang cahaya diatur datang dari arah kiri bidang kerja. Bagian tengah ruang yang intensitas cahayanya

- kecil digunakan sebagai jalur sirkulasi pergerakan dalam ruang.
9. Ruang yang memiliki bidang pemantul di sisi luar bangunan (*External Reflector Component*) ternyata mampu meningkatkan intensitas pencahayaan alami dalam ruangnya.
 - a. Ruang bagian Hukum di lantai 03 bangunan orientasi timur-barat memiliki tingkat intensitas cahaya tinggi, hal ini disebabkan oleh adanya bidang selasar luar di sekeliling ruang yang berperan sebagai bidang pemantul.
 - b. Ruang Koperasi di lantai dasar bangunan orientasi timur-barat, memiliki 2 bidang pemantul. Di sisi sebelah timur oleh bidang dasar bangunan (rabat beton) dan sisi sebelah barat berupa bidang dinding warna putih setinggi 3 meter.
 - c. Ruang Rapat di lantai 02 bangunan orientasi utara-selatan, bidang pemantul berupa atap genteng bangunan DPRD lama.

B. REKOMENDASI

1. Gedung perkantoran perlu dilakukan efisiensi penggunaan energi, salah satu yang perlu dipertimbangkan penerapan pencahayaan alami dalam bangunan. Konsep perencanaan pencahayaan alami dalam bangunan harus direncanakan secara bersamaan dengan perencanaan struktur bangunan agar didapatkan efisiensi yang tinggi.
2. *Integrated design* antara pemanfaatan pencahayaan alami secara optimal dan penggunaan lampu listrik perlu dikaji sejak awal perencanaan sehingga terjadi penghematan daya listrik yang besar, dengan mempertimbangkan : fungsi ruang, aktifitas di dalamnya, dimensi ruang, orientasi masa bangunan dan elemen pencahayaan alami bangunan.
3. Disain inovatif ternyata mampu mendukung pencahayaan alami dalam ruang. Disain alternatif tersebut dengan mempertimbangkan : lebar ruangan tidak terlalu besar sehingga pencahayaan dari kedua sisi mencukupi untuk seluruh dimensi ruang; distribusi pencahayaan alami seluas mungkin dengan penggunaan konsep ruang kerja *open plan* dan warna ruangan dominan putih; penggunaan *skylight* untuk sumber cahaya di tengah lebar ruangan, dengan tetap mempertimbangkan kondisi thermis lingkungan.
4. Dalam merencanakan pencahayaan alami suatu bangunan perlu pula dipertimbangkan kondisi massa bangunan disekeliling bangunan perencanaan. Massa bangunan tersebut dapat memberikan pengaruh negatif bila menimbulkan pembayangan atau pengaruh positif bila berperan sebagai bidang pemantul. Dalam perencanaan ini perlu dipertimbangkan faktor-faktor : pengaturan fungsi ruang didekat massa bangunan tersebut, memperhatikan sudut datang matahari, dan orientasi massa bangunan tersebut dengan bangunan perencanaan
5. Dalam penataan *lay out furniture* arah datang cahaya yang baik adalah datang dari arah kiri bidang kerja. Arah datang cahaya dihindari dari arah bidang kerja karena akan mengakibatkan silau pada pengguna ruang.

6. Perencanaan titik lampu berdasarkan perhitungan distribusi intensitas cahaya dalam ruang akan memberikan kontribusi efisiensi energi daya listrik besar dari pada penerapan titik lampu berdasarkan perencanaan kelompok saklar. Secara manual efisiensi ini juga tergantung dari disiplin pengguna ruang untuk aktif mematikan lampu apabila pencahayaan telah mencukupi persyaratan kerja. Dengan sistem otomatis maka efisiensi akan lebih besar karena lampu otomatis akan mati dan hidup sesuai dengan intensitas pencahayaan dalam ruang sehingga kondisi ideal ruang kerja tercapai.
7. Penelitian ini masih memiliki permasalahan yang dapat dipergunakan sebagai penelitian lanjutan. Variabel dari sampel yang diambil masih berupa responden accidental sampling, penelitian lanjutan bisa menggunakan sampling dengan variabel faktor usia. Usia produktif dalam sebuah gedung perkantoran adalah usia 20 tahun - 55 tahun. Perlu dicari berapa besar tepatnya intensitas cahaya yang paling tepat untuk gedung perkantoran di Indonesia dengan usia produktif antara 20 tahun - 55 tahun sehingga kenyamanan visual pengguna dapat tercapai.
8. Dari penelitian ini ternyata memunculkan masalah baru yang bisa menjadi bahan penelitian lanjutan, penerapan skylight sangat baik untuk menunjang sistem pencahayaan alami dalam bangunan, hanya saja akan membawa konsekuensi masalah thermis bila tidak direncanakan dengan bijaksana. Penerapan skylight hendaknya mempertimbangkan masalah kondisi fisik lingkungan karena cahaya yang masuk melalui bidang skylight secara langsung membawa radiasi matahari sehingga menyebabkan suhu ruangan meningkat. Masalah thermis tersebut dapat diatasi dengan perencanaan *integrated* sejak awal perencanaan disain bangunan, cahaya langsung dari matahari dihindari sehingga faktor radiasi bisa dihilangkan dan dibuat adanya pergerakan *cross ventilation* yang besar di bawah *skylight*.

Dari pihak perencana sebenarnya pada disain awal telah mencoba untuk mengantisipasi kondisi pemanasan ruangan, akibat radiasi sinar matahari langsung yang masuk dari bidang skylight. Antisipasi tersebut didisain dengan membuat:

- a. Lubang angin di bawah *skylight* sebagai *cross ventilation* yang berfungsi membantu menghilangkan panas yang masuk ke dalam ruang. Hanya saja lubang ini kemudian ditutup dengan kaca oleh pihak penentu kebijakan proyek pembangunan gedung Setwilda Kudus.
- b. Pergola atau louvers, pada perencanaan awal jarak antar pergola rapat. Dengan posisi yang rapat ini maka diharapkan sinar matahari tidak langsung masuk ke dalam ruang, tetapi melalui pemantulan. Sinar matahari tidak langsung masuk ke dalam ruang maka akan mengurangi pemanasan dan kondisi silau pada daerah selasar lantai 04. Tapi pada pelaksanaan oleh penentu kebijakan jumlah pergola dikurangi. Dari penelitian ini terlihat terjadi faktor negatif akibat pengurangan tersebut yaitu sinar matahari langsung masuk ke dalam ruang dilantai 04 dan 03 yang menyebabkan terjadi silau dan pemanasan ruang.

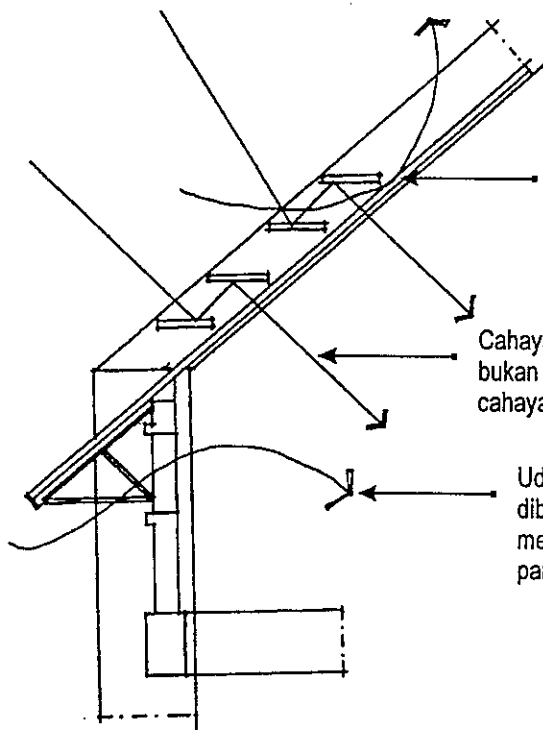
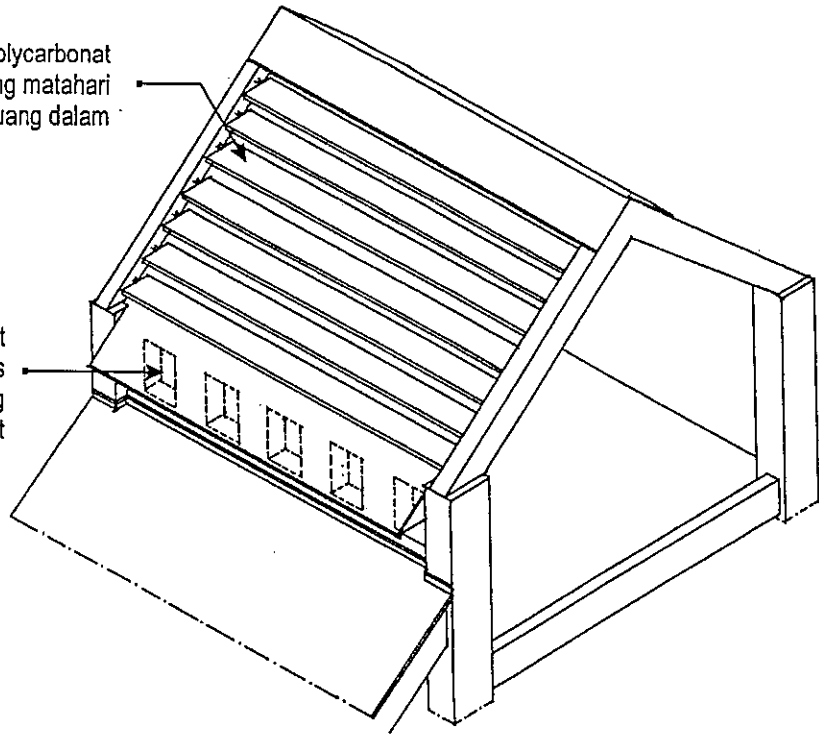
Dari hasil penelitian ini ditemukan permasalahan baru dengan hipotesis baru yang dapat dijadikan sebagai bahan penelitian lanjutan. Hipotesis yang masih bisa digunakan untuk penelitian lanjutan adalah Sinar matahari yang masuk melalui bidang *skylight* membawa faktor radiasi sehingga menimbulkan ketidaknyamanan fisiologis yang pada akhirnya diperkirakan berpengaruh juga pada penurunan kualitas kerja.

Alternatif pemecahan atau rekomendasi pada disain bidang *skylight* ada pada halaman 255 sampai halaman 256. Disain ini mencoba ideal berdasarkan teori, hanya saja tetap perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk membuktikan efektifitas disain tersebut mengantisipasi faktor negatif sinar matahari.

Alternatif pemecahan/rekomendasi

Bidang louvers berada di atas polycarbonat berfungsi memantulkan cahaya langsung matahari ke dalam ruang dalam

Bidang bukaan di bawah polycarbonat berfungsi menghilangkan udara panas akibat radiasi panas dari bidang polycarbonat



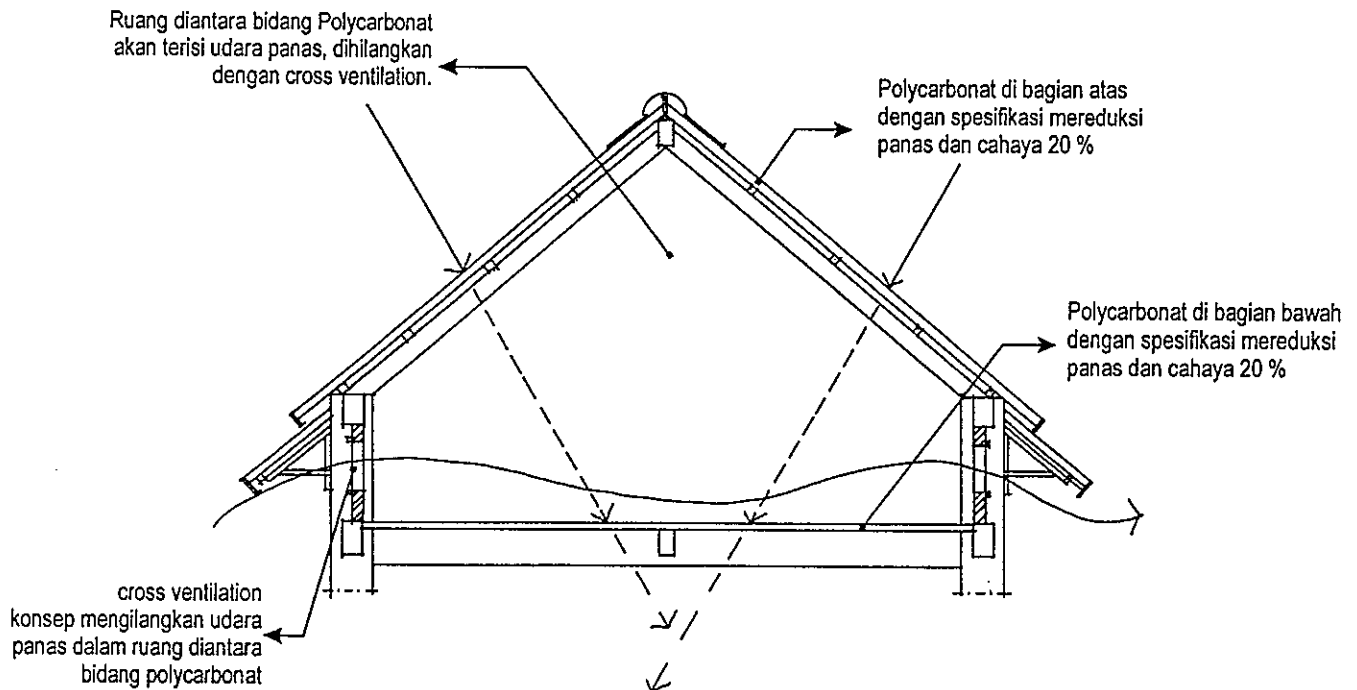
Terdapat jarak antara louvers dengan bidang polycarbonat sehingga angin masih memungkinkan bergerak dipermukaan polycarbonat

Cahaya yang masuk adalah cahaya pantulan, bukan cahaya langsung. Menghindari silau akibat cahaya langsung dalam bangunan

Udara masuk melalui lubang udara di sisi kiri kanan dibawah bidang polycarbonat. *Cross ventilation* membuang udara panas akibat radiasi udara panas dari bidang polycarbonat.

- Dengan pembayangan maka tidak berlaku rumus $Q_s = A.G.$, tetapi digunakan persamaan $Q_c = A.U.A.t$, faktor radiasi dihilangkan

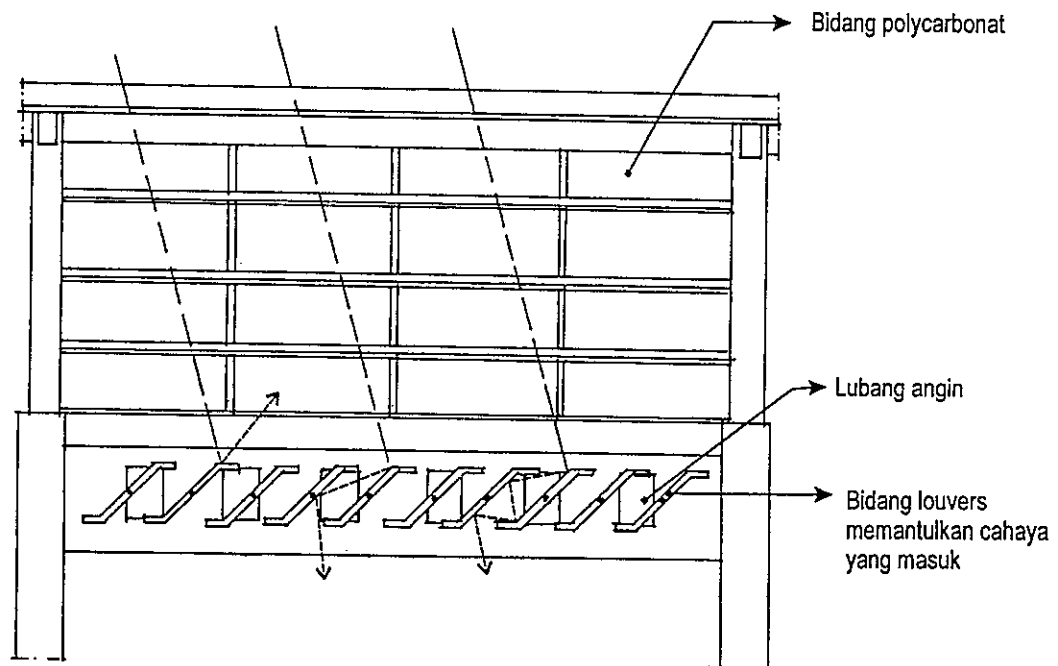
Alternatif pemecahan/rekomendasi



Digunakan teknik bidang polycarbonat dobel, dibagian atas atap dan dibagian bawah (posisi balok), diantara keduanya dibuat lubang udara. Cross ventilation pada bagian ini akan menghilangkan udara panas pada ruang diantara polycarbonat. Polycarbonat dobel juga akan mereduksi intensitas cahaya yang akan masuk ke dalam ruang.

- Dengan pembayangan maka tidak berlaku rumus $Q_s = A.G.\theta$, disini faktor θ yang diperbesar sehingga faktor radiasi (G) akan ikut tereduksi

Alternatif pemecahan/rekomendasi



Digunakan teknik menghindari pencahayaan langsung dalam ruang. Louvers dibawah bidang polycarbonat dibentuk agar cahaya yang masuk dalam ruang adalah cahaya pantulan. Diatasnya dibuat lubang angin sebagai konsep cross ventilation, untuk menghilangkan udara panas yang masuk ke dalam ruang.

- Dengan pembayangan maka tidak berlaku rumus $Q_s = A.G.\theta$, tetapi digunakan persamaan $Q_c = A.U.\Delta t$, faktor radiasi dihilangkan

DAFTAR PUSTAKA

- Boutet, Terry S., 1987, *Controlling Air Movement*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Brown, G.Z., 1994, *Matahari, Angin dan Cahaya* (terjemahan), Intermatra, Bandung
- Cofaigh, Eoin O.; Olley, John A. and Lewis, J. Owen, 1996, *The Climatic Dwelling*, James & James (Science Publishers) LTD, England
- Crosbie, Michael J., 1994, *Green Architecture, A Guide to Sustainable Design*, Rockfort Publishings, Inc, New York
- De Chiara, Joseph; Callender, John, 1980, *Time-Saver Standards for Building Types*, McGraw-Hill Book Company, New York
- Budihardjo, Eko; Sujarto, Djoko , 1988, *Kota yang Berkelanjutan (Sustainable City)*, Dirjen Dikti DepDikBud, Jakarta
- Evans, Benjamin H., 1981, *Daylight in Architecture*, Architectural Record Book McGraw-Hill Book Company, New York
- Frick, Heinz; Suskiyanto, FX. Bambang, 1998, *Dasar-dasar Eko-Arsitektur*, Karnisius, Yogyakarta
- Golany, Gideon S., 1995, *Ethics and Urban Design, Culture, Form and Environment*, John Willey & Sons, Inc, New York
- Granjean, E., 1979, *Review of Medical Physiology*, Lange Medical Publication, Cos Atlas, California
- Lakitan, Benjamin , 1994, *Dasar-dasar Klimatologi*, PT Raja Grafindo Persada, Jakarta
- Marzuki, 1995, *Metodologi Riset*, BPEE-UII, PT. Hanindita, Yogyakarta
- Usman, Husaini; Setiady, Purnomo; Akbar, 1996, *Metodologi Penelitian Sosial*, Bumi Aksara, Jakarta

- Kentut, Kontra; Endro, Herman., 1994, *Perkembangan Teknologi Sistem Penerangan*, PT. Philips-Ralin Electronics Light Division, Jakarta
- Krukeja, CP, 1978, *Tropical Architecture*, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi
- Lippsmeier, Georg, 1994, *Bangunan Tropis*, Erlangga, Jakarta
- Maxwell, Fry; Jane, Drew, 1956, *Tropical Architecture in the humid zone*, Reinhold Publishing Corporation, New York
- Neufreert, Ernst, 1977, *Architecture Data*, Crosby Lockwood Staples, London
- Powell, Robert, 1995, *The Tropical Asian House*, Select Books PTE LTD, Singapore
- Powell, Robert, 1989, *Ken Yeang : Renthinking the Enviromental Filter*, Landmark Books PTE LTD, Singapore
- Satwiko, Prasasto, 1991, *Perancangan Bangunan Industri*, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta
- Soegijanto, RM., 1981, *Pengendalian Kondisi Lingkungan Thermis dan Penerangan Alami Siang Hari di dalam Rumah Sederhana type Perumnas di Daerah Jakarta dan Bandung*, Desertasi Doktor Fakultas Pasca Sarjana ITB, Bandung
- Winanta, Rooskandar, A., 1979, *Klimatologi*, Fakultas Teknik Arsitektur Universitas Parahiyangan, Bandung
- Sobel, Michael I., 1989, *Light*, University of Chicago, Chicago
- Singarimbun M.; Effendi, S., 1985, *Metodologi Penelitian Survey*, LP3ES, Jakarta
- S. Siahaan, 1992, *Perencanaan Mechanical dan Electrical*, PT. Penerbit Djambatan, Jakarta
- Szokolay, SV., 1977, *Solar Energy and Building*, The Architecture Press, London

- Szokolay, SV., 1980, *Environmental Science Handbook*, The Construction Press, London
- Taschen, Benedikt, 1994, *Frank Lloyd Right*, Benedikt Taschen Verlag GmbH, Germany
- Traister, John E., 1982, *Practical Lighting Applications for Building Construction*, Van Nostrand Reinhold Company, New York
- Van der Meisjs, P.J. M., 1983, *Membangun-Fisika Bangunan* (terjemahan), Penerbit Erlangga, Jakarta
- Vaughan, Daniel; Asbury, Taylor, 1995, *Offalmologi Umum* (terjemahan), Penerbit Widya Medika, Jakarta
- Mangunwijaya, YB., 1988, *Pengantar Fisika Bangunan*, PT. Penerbit Djambatan, Jakarta
- Yeang, Ken, 1987, *Tropical Urban Regionalism, Building in A South-East Asian City*, Mimar Book PTE LTD, Singapore
-, 1995, *Architectural Glass*, PT. Asahimas Flat Glass Co. Ltd, Jakarta
-, , 1984, *Ilmu Pengetahuan Populer Grolier International Vol. 5*, PT. Intermata, Jakarta
-, 1992, *Oxford Encyclopedia Student*, William Collins Sons and Ltd, Glasgow