



TESIS RA 092348

**PENGARUH BUKAAN PADA SELUBUNG BANGUNAN
TERHADAP KINERJA PENCAHAYAAN ALAMI
PADA RUMAH BETANG DI KALIMANTAN TENGAH**

EKA SUSANTI
NRP 3212204901

DOSEN PEMBIMBING
Dr-Eng. Ir. Dipl-Ing. Sri Nastiti N.E, MT
Dr. Ima Defiana, ST. MT

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN ARSITEKTUR LINGKUNGAN
JURUSAN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015



THESIS RA 092348

**THE EFFECT OF OPENING ON BUILDING ENVELOPE
TOWARD DAYLIGHTING PERFORMANCE
IN BETANG HOUSE AT CENTRAL BORNEO**

EKA SUSANTI
NRP 3212204901

ADVISORS

Dr-Eng. Ir. Dipl-Ing. Sri Nastiti N.E, MT
Dr. Ima Defiana, ST. MT

MASTER PROGRAM
AREAS OF EXPERTISE ARCHITECTURE ENVIRONMENT
DEPARTMENT OF ARCHITECTURE
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2015

**Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**oleh:
Eka Susanti
NRP : 3212204901**

**Tanggal Ujian: 07 Januari 2015
Periode Wisuda: Maret 2015**

Disetujui oleh:

**1. Dr-Eng. Ir. Dipl-Ing. Sri Nastiti N.E, MT (Pembimbing I)
NIP. 196111291986012001**

**2. Dr. Ima Defiana, ST., MT (Pembimbing II)
NIP. 197005191997032001**

**3. Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, PhD. (Penguji I)
NIP. 1968042519922101001**

**4. Dr. Ir. Murni Rachmawati, MT (Penguji II)
NIP. 196206081987012001**



Direktur Program Pascasarjana,

**Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, MT.
NIP: 196404051990021001**

PENGARUH BUKAAN PADA SELUBUNG BANGUNAN TERHADAP KINERJA PENCAHAYAAN ALAMI PADA RUMAH BETANG DI KALIMANTAN TENGAH

Nama : Eka Susanti
NRP : 3212204901
Pembimbing : Dr-Eng. Ir. Dipl-Ing. Sri Nastiti N.E, MT
Pembimbing : Dr. Ima Defiana, ST. MT

ABSTRAK

Rumah tradisional merupakan bangunan yang dapat beradaptasi terhadap iklim di sekitarnya, pada bangunan tradisional diaplikasikan bukaan pada fasad sehingga dapat mengurangi beban penggunaan energi untuk menyesuaikan kenyamanan penghuni, salah satunya yaitu bangunan Rumah Betang. Berkembangnya pola aktivitas penghuni menyesuaikan dengan kehidupan modern yang secara tidak langsung mempengaruhi fungsi dan kondisi bangunan Rumah Betang. Hal tersebut menimbulkan fenomena baru yaitu apakah pengaplikasian bukaan pada selubung bangunan masih dapat memenuhi kebutuhan pencahayaan untuk aktivitas penghuni. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menjelaskan dan mengidentifikasi pengaplikasian bukaan pada selubung bangunan terhadap kinerja pencahayaan alami pada Rumah Betang. Operasional penelitian diawali dengan pengukuran dan pengamatan lapangan.

Metode eksperimen dengan bantuan simulasi digunakan untuk mencari hubungan sebab-akibat dari pengaplikasian bukaan pada selubung bangunan Rumah Betang terhadap kinerja pencahayaan alami. Ekperimen dilakukan dengan simulasi menggunakan program komputer *Autodesk Ecotect Analysis 2011*.

Hasil akhir penelitian menunjukkan pengaplikasian bukaan pada fasad bangunan Rumah Betang memiliki kinerja pencahayaan alami yang sudah memenuhi standar pencahayaan untuk beraktivitas. Pengaplikasian bukaan dengan penambahan luasan bukaan dapat meningkatkan iluminan dan *daylight factor* ruang sebesar 10% dan 14%, namun nilai keseragaman iluminan yang dihasilkan tidak terlalu tinggi. Penambahan ketinggian dapat meningkatkan nilai *daylight factor* sebesar 13%. Rasio keseragaman pencahayaan dari penambahan ketinggian bukaan lebih besar, namun iluminan yang dihasilkan lebih rendah 0.3%. Pengaplikasian *rumbak tahansengan* pada Rumah Betang dapat memperbaiki rasio keseragaman pencahayaan untuk beraktivitas hingga 9.6%.

Kata Kunci : bukaan, kinerja pencahayaan alami, rumah tradisional, sistem pencahayaan pasif.

- Halaman ini sengaja dikosongkan -

THE EFFECT OF OPENING ON BUILDING ENVELOPE TOWARD DAYLIGHTING PERFORMANCE IN BETANG HOUSE AT CENTRAL BORNEO

Name : Eka Susanti
NRP : 3212204901
Advisor : Dr-Eng. Ir. Dipl-Ing. Sri Nastiti N.E, MT
Co-Advisor : Dr. Ima Defiana, ST. MT

ABSTRACT

Traditional house is a building that can adapt to the climate around them, on traditional building applied the openings in the facade so that it can reduce the burden of energy use to adjust the comfort of occupants, one of them is Betang traditional house. Development pattern of occupants activity adjust to modern life that indirectly affect the function and condition of the House building. This gives rise to a new phenomenon, namely whether development sheath openings in buildings can still meet the needs of lighting for the activity of the occupants. This research was conducted with the aim to clarify and identify the deployment sheath openings in buildings on the performance of natural lighting in Betang House. Operational research start with measurements and observations in the field.

The method experiment with the help simulation is used to find a causal relationship from deployment sheath openings in Betang House building performance against natural lighting. Experiment is done with the simulation using computer program Autodesk Ecotect Analysis 2011.

The final result of the research indicate deployment openings in the facade of the Betang House building has natural lighting performance that already meet the standards of the lighting for the activity. Deployment openings with the addition of extents openings could increase illuminance and daylight factor space by 10% and 14%, but the value of the resulting illuminance uniformity is not too high. The addition of height can increase the value of daylight factor of 13%. The ratio of lighting uniformity additional height opening is higher, but that resulted being lower illuminance 0.3%. Rumbak tahansengan deployment at Betang House can improve the ratio of the lighting uniformity for activity up to 9.6%.

Keywords : opening, daylighting performance, traditional house, daylighting passive system.

- Halaman ini sengaja dikosongkan -

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan berkah dan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul “Pengaruh Bukaian pada Selubung Bangunan Terhadap Kinerja Pencahayaan Alami pada Rumah Betang di Kalimantan Tengah”. Ucapan terimakasih tak terhingga kepada Ibu Dr-Eng. Ir. Dipl-Ing. Sri Nastiti N.E, MT, Ibu Dr. Ima Defiana, ST, MT dan Bapak Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, Ph.D atas bimbingan, ilmu, motivasi, saran dan arahan yang bermanfaat sehingga tulisan ini dapat terselesaikan. Dedikasi terbesar kepada Ayah, Ibu dan Adik atas segala dukungannya disetiap saat. Ucapan terimakasih juga atas bantuan dan dukungan banyak pihak, kepada:

1. Ketua Program Pascasarjana Arsitektur ITS dan selaku penguji Dr. Ir. Murni Rachmawati, MT atas kritik dan saran guna kesempurnaan tesis.
2. Balai Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Denpasar yang sudah sangat membantu dalam pengumpulan data tesis.
3. Segenap dosen dan staf Program Pascasarjana, Jurusan Arsitektur ITS atas segala bantuan dan kemudahan yang diberikan selama studi.
4. Prillya Lutvitania Pradita dan Iris Sean Beatrice atas setiap waktu kebersamaan susah senang bersama selama studi.
5. Kak Susan, Kak Poppy, Kak Alfred serta teman-teman Arsitektur Lingkungan 2013 yang menjadi rekan seperjuangan selama studi.
6. Park Chan Yeol, untuk selalu menemani dan memotivasi setiap detik.
7. Exo untuk motivasi dan *mood booster* sepanjang hidup.

Penulis menerima saran dan masukan terhadap kekurangan yang ada dalam penulisan tesis ini. Semoga tesis ini mampu memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya tentang pencahayaan alami pada bangunan tradisional.

Surabaya, Januari 2015

Penulis

- Halaman ini sengaja dikosongkan -

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Lembar Pengesahan Proposal Tesis	i
Surat Pernyataan Keaslian Proposal Tesis	iii
Kata Pengantar.....	v
Abstraksi.....	vii
Daftar Isi	xi
Daftar Gambar	xv
Daftar Tabel.....	xix
Daftar Rumus.....	xxi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Masalah	7

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pencahayaan Alami.....	9
2.1.1 Pengertian Pencahayaan Alami.....	9
2.1.2 Tujuan Pencahayaan Alami	9
2.1.3 Sumber Cahaya Langit.....	12
2.1.4 Kenyamanan Visual Pencahayaan Alami pada Rumah Tinggal.....	16
2.1.5 Strategi Pemanfaatan Pencahayaan Alami.....	22
2.2 Bangunan Tradisional Rumah Betang	29
2.2.1 Jenis Rumah Betang.....	29
2.2.2 Bentuk Bangunan pada Rumah Betang	32
2.2.3 Pembagian Ruang pada Rumah Betang	33
2.2.4 Aktifitas dalam Rumah Betang	34
2.2.5 Pola Aktivitas Berdasarkan Pembagian Ruang pada Rumah Betang ..	36
2.2.6 Metode Pencahayaan Alami pada Rumah Betang	38
2.2.7 Jenis Bukaan pada Rumah Betang.....	39
2.3 Jendela Samping	39
2.3.1 Peran Jendela Samping pada Bangunan Rumah Betang.....	39
2.3.2 Bentuk, Posisi dan Oriensiasi Jendela Samping pada Bangunan Rumah Betang.....	40
2.3.3 Konsep Pencahayaan Melalui Jendela Samping pada Bangunan Rumah Betang	42

2.4	Pintu	42
2.4.1	Peran Pintu pada Bangunan Rumah Betang	42
2.4.2	Bentuk, Posisi dan Orienstasi Pintu pada Bangunan Rumah Betang ..	43
2.4.3	Konsep Pencahayan Melalui Pintu pada Bangunan Rumah Betang ...	45
2.5	Roster	45
2.5.1	Peran Roster pada Bangunan Rumah Betang	45
2.5.2	Bentuk, Posisi dan Orienstasi Roster pada Bangunan Rumah Betang	46
2.5.3	Konsep Pencahayan Melalui Roster pada Bangunan Rumah Betang .	47
2.6	<i>Rumbak Tahansengan</i>	48
2.6.1	Peran <i>Rumbak Tahansengan</i> pada Bangunan Rumah Betang.....	48
2.6.2	Bentuk, Posisi dan Orienstasi <i>Rumbak Tahansengan</i> pada Bangunan Rumah Betang	49
2.6.3	Konsep Pencahayan Melalui <i>Rumbak Tahansengan</i> pada Bangunan Rumah Betang	50
2.7	Sintesa Kajian Pustaka	51

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Paradigma Penelitian.....	53
3.2	Metode Penelitian	54
3.3	Variabel Penelitian	56
3.4	Subjek Penelitian.....	58
3.5	Jenis Data dan Koleksi Data	64
3.6	Penelitian Lapangan	65
3.7	Eksperimen dan Simulasi.....	67
3.7.1	Eksperimen	67
3.7.2	Simulasi	76
3.8	Analisa dan Pembahasan.....	78
3.9	Tahapan Penelitian	80

BAB IV HASIL PENGAMATAN LAPANGAN DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Pengamatan Lapangan.....	83
4.1.1	Deskripsi Kondisi Eksisting Bangunan dan Aktivitas Pengguna	83
4.1.2	Deskripsi Ruang Bagian Dalam dan Kondisi Daylighting pada Rumah Betang Djaga Bahen	93
4.2	Pembahasan Hasil Pengamatan Lapangan	97
4.2.1	Analisa Kuantitas dan Distribusi Pencahayaan Alami dalam Ruang –Ruang pada Bangunan Rumah Betang.....	97
4.2.2	Analisa Tingkat Pencahayaan Alami pada Bangunan Rumah Betang	123
4.3	Kesimpulan Hasil Pengamatan Lapangan.....	125

BAB V SIMULASI DAN PEMBAHASAN

5.1 Verifikasi Hasil Simulasi	129
5.1.1 Perbandingan antara Pengukuran Lapangan dengan Hasil Simulasi .	129
5.1.2 Pembahasan Verifikasi Hasil Simulasi	133
5.2 Analisa dan Pembahasan Hasil Simulasi	138
5.2.1 Kuantitas dan Distribusi Pencahayaan Alam dalam Ruang yang Dihasilkan Melalui Bukaannya pada Selubung Bangunan.....	381
5.2.2 Pengaruh Pengaplikasian Bukaannya pada Selubung Bangunan Terhadap Kinerja Pencahayaan untuk Kebutuhan Beraktivitas.....	146
5.3 Rangkuman Hasil	158

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan	163
6.2 Saran	165
Daftar Pustaka.....	169

Lampiran

- Halaman ini sengaja dikosongkan -

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	<i>Typical Minimum Daylight factor</i>	20
Tabel 2.2	Standar <i>Daylight Factor</i> pada Rumah tinggal	21
Tabel 2.3	Standar <i>Daylight Factor</i> pada Rumah tinggal	21
Tabel 3.1	Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data	64
Tabel 3.2	Deskripsi Pengondisian Bukaannya pada Salah Satu Ruang Eksperimen	71
Tabel 3.3	Tahap Analisa dan Penelitian Hasil Pengamatan Lapangan.....	78
Tabel 3.4	Tahap Analisa dan Penelitian Hasil Simulasi	79
Tabel 4.1	Jenis dan Spesifikasi Material Bangunan Rumah Betang <i>Djaga Bahen</i>	86
Tabel 4.2	Pola Aktivitas Penghuni Rumah Beta.....	90
Tabel 4.3	Waktu Operasional Bukaannya	92
Tabel 4.4	Perbandingan Rata-Rata Nilai Iluminan dengan Standard Pencahayaannya Ruang Tamu.....	98
Tabel 4.5	<i>Uniformity Ratio</i> pada Ruang Tamu	100
Tabel 4.6	Perbandingan Rata-Rata Nilai <i>Daylight Factor</i> (DF) dengan Standard DF untuk Ruang Tamu	103
Tabel 4.7	Perbandingan Rata-Rata Nilai Iluminan dengan Standard Pencahayaannya Ruang Tamu 2.....	104
Tabel 4.8	<i>Uniformity Ratio</i> pada Ruang Tamu 2	106
Tabel 4.9	Perbandingan Rata-Rata Nilai <i>Daylight Factor</i> (DF) dengan Standard DF untuk Ruang Tamu 2	109
Tabel 4.10	Perbandingan Rata-Rata Nilai Iluminan dengan Standard Pencahayaannya Ruang Keluarga	110
Tabel 4.11	<i>Uniformity Ratio</i> pada Ruang Keluarga.....	112
Tabel 4.12	Perbandingan Rata-Rata Nilai <i>Daylight Factor</i> (DF) dengan Standard DF untuk Ruang Keluarga	113

Tabel 4.13	Perbandingan Rata-Rata Nilai Iluminan dengan Standard Pencahayaannya Ruang Tidur	114
Tabel 4.14	<i>Uniformity Ratio</i> pada Ruang Tidur	116
Tabel 4.15	Perbandingan Rata-Rata Nilai <i>Daylight Factor</i> (DF) dengan Standard DF untuk Ruang Tidur	118
Tabel 4.16	Perbandingan Rata-Rata Nilai Iluminan dengan Standard Pencahayaannya Dapur	119
Tabel 4.17	<i>Uniformity Ratio</i> pada Dapur	120
Tabel 4.18	Perbandingan Rata-Rata Nilai <i>Daylight Factor</i> (DF) dengan Standard DF untuk Dapur	123
Tabel 5.1	Perbandingan Rata-Rata Nilai Iluminan dengan Standard Pencahayaannya Tiap Ruang	139
Tabel 5.2	<i>Uniformity Ratio</i> pada Tiap Pengondisian	141
Tabel 5.3	Perbandingan Rata-Rata Nilai DF dengan Standard Pencahayaannya Tiap Ruang	143

DAFTAR RUMUS

2.1	Rumus Rata-rata Iluminan dari Kondisi <i>Clear Sky</i>	13
2.2	Rumus Rata-rata Iluminan dari Kondisi <i>Overcast Sky</i>	14
2.3	Rumus <i>Daylight Factor</i>	19
2.4	Rumus <i>Daylight Factor</i> dari <i>Side Lighting</i>	20
2.5	Rumus <i>Daylight Factor</i> dari <i>Top Lighting</i>	20

- Halaman ini sengaja dikosongkan -

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	(a) Refleksi Terselubung Dalam Kondisi Maksimal Apabila Sudut Datang Cahaya (i) Sejajar dengan Sudut Pantulan (r).....	10
Gambar 2.2	Penyinaran Ruang pada Kondisi <i>Clear Sky</i>	13
Gambar 2.3	(a) dan (b) Kondisi <i>Clear Sky</i>	13
Gambar 2.4	(a) dan (b) Kondisi <i>Overcast Sky</i>	14
Gambar 2.5	Standar Kategori Iluminasi.....	17
Gambar 2.7	Standar Nilai Iluminasi Berdasarkan IESNA.....	18
Gambar 2.8	Tiga Komponen Yang Mempengaruhi <i>Daylight Factor</i> (DF)	19
Gambar 2.9	Penentuan Titik Ukur.....	21
Gambar 2.10	Bentuk Denah Bangunan Memanjang dengan Panjang Maksimum Menghadap Utara dan Selatan	23
Gambar 2.11	(a) Bentuk Denah Persegi Tanpa atrium, (b) Persegi dengan Atrium, (c) Persegi Panjang.....	23
Gambar 2.12	Jenis Pencahayaan Atas	24
Gambar 2.13	Partisi dengan Kaca Secara Keseluruhan atau Parsial Dapat Membawa Cahaya Masuk ke Dalam Ruang.....	24
Gambar 2.14	Kedalam Ruang Mempengaruhi Kondisi Pencahayaan Ruang.....	25
Gambar 2.15	Cakupan Distribusi Cahaya Alami Berdasarkan Luas dan Ketinggian Bukaan	27
Gambar 2.16	Pengaruh Lebar dan Tinggi Bukaan Terhadap Iluminan Ruang	28
Gambar 2.17	Huma Betang	30
Gambar 2.18	Huma Gantung	31
Gambar 2.19	Karak Betang.....	31
Gambar 2.20	Rumah Lanting	32
Gambar 2.21	Denah Pembagian Ruang pada Rumah Betang	33
Gambar 2.22	Bentuk Fisik Jendela Samping	40
Gambar 2.23	Bentuk Fisik Pintu.....	43

Gambar 2.24	Posisi Pintu Depan dan Pintu Dapur.....	44
Gambar 2.25	Bentuk Fisik Roster	46
Gambar 2.26	Posisi Roster pada Fasad bangunan.....	47
Gambar 2.27	Bentuk Fisik <i>Rumbak Tahansengan</i>	49
Gambar 2.28	Posisi <i>Rumbak Tahansengan</i>	49
Gambar 3.1	Tampak Depan Rumah Betang dan Penempatan Jendela Roster dan Pintu	63
Gambar 3.2	Tampak Samping Rumah Betang dan Penempatan Jendela Samping Serta Roster pada fasad bangunan	63
Gambar 3.3	Denah Ruangan Sebagai Tempat Pengukuran Lapangan	65
Gambar 4.1	Konstruksi Bangunan pada Rumah Betang <i>Djaga Bahen</i>	84
Gambar 4.2	Pembagian Ruang pada Rumah Betang <i>Djaga Bahen</i>	85
Gambar 4.3	Bentuk dan Dimensi Bukaannya pada Rumah Betang <i>Djaga Bahen</i>	87
Gambar 4.4	Kondisi Eksisting Ruang Tamu pada Rumah Betang <i>Djaga Bahen</i>	94
Gambar 4.5	Kondisi Eksisting Ruang Tidur pada Rumah Betang <i>Djaga Bahen</i>	95
Gambar 4.6	Kondisi Eksisting Ruang Los pada Rumah Betang <i>Djaga Bahen</i>	96
Gambar 4.7	Kondisi Eksisting Dapur pada Rumah Betang <i>Djaga Bahen</i>	97
Gambar 4.8	Fluktuasi Iluminan (E) Pengukuran Lapangan pada Ruang Tamu	98
Gambar 4.9	Nilai Iluminan Pengukuran Lapangan pada Ruang Tamu.....	99
Gambar 4.10	Isokontur Iluminan Pengukuran Lapangan pada Ruang Tamu	101
Gambar 4.11	Nilai TUU dan TUS pada Ruang Tamu.....	102
Gambar 4.12	Fluktuasi Nilai Iluminan Pengukuran Lapangan pada Ruang Tamu 2	104
Gambar 4.13	Nilai Iluminan Pengukuran Lapangan pada Ruang Tamu 2	105
Gambar 4.14	Isokontur Iluminan Pengukuran Lapangan pada Ruang Tamu 2...	107
Gambar 4.15	Nilai TUU dan TUS pada Ruang Tamu 2.....	108

Gambar 4.16	Fluktuasi Nilai Iluminan Pengukuran Lapangan Ruang keluarga.	110
Gambar 4.17	Nilai Iluminan Pengukuran Lapangan pada Ruang Keluarga	111
Gambar 4.18	Isokontur Iluminan Pengukuran Lapangan pada Ruang Keluarga.	112
Gambar 4.19	Nilai TUU dan TUS pada Ruang Keluarga	113
Gambar 4.20	Fluktuasi Nilai Iluminan Pengukuran Lapangan pada Ruang Tidur	115
Gambar 4.21	Nilai Iluminan Pengukuran Lapangan pada Ruang Tidur.....	115
Gambar 4.22	Isokontur Iluminan Pengukuran Lapangan pada Ruang Tidur	116
Gambar 4.23	Nilai TUU dan TUS pada Ruang Tidur.....	117
Gambar 4.24	Fluktuasi Nilai Iluminan Pengukuran Lapangan pada Dapur	119
Gambar 4.25	Nilai Iluminan Pengukuran Lapangan pada Dapur	121
Gambar 4.26	Isokontur Iluminan Pengukuran Lapangan pada Dapur.....	122
Gambar 4.27	Nilai <i>Daylight Factor</i> pada Dapur.....	123
Gambar 5.1	Perbedaan Iluminan Luar Ruangan Hasil Simulasi dan Pengukuran Lapangan	130
Gambar 5.2	(a) Iluminan pada Ruang Tamu, (b) Iluminan pada Ruang Keluarga.....	132
Gambar 5.3	(a) <i>Daylight factor</i> pada Ruang Tamu, (b) <i>Daylight factor</i> pada Ruang Keluarga	133
Gambar 5.4	(a) Titik Ukur pada Ruang Tamu, (b) Titik Ukur pada Ruang Keluarga.....	135
Gambar 5.5	Penyederhanaan Permodelan Bentuk Bukaannya pada Simulasi	137
Gambar 5.6	Perubahan Atap Menggunakan <i>Rumbak Tahansengan</i>	137
Gambar 5.7	Rata-Rata Iluminan Ruang pada Tiap Pengondisian.....	139
Gambar 5.8	<i>Uniformity Ratio</i> Ruang pada Tiap Pengondisian	141
Gambar 5.9	Rata-Rata <i>Daylight Factor</i> Ruang pada Tiap Pengondisian	143
Gambar 5.10	Distribusi iluminan pada Ruang Tamu.....	145
Gambar 5.11	Distribusi iluminan pada Ruang Keluarga	145

Gambar 5.12	(a) Rata-Rata Iluminan, (b) DF dari Penambahan Ketinggian Bukaan	147
Gambar 5.13	<i>Uniformity Ratio</i> dari Penambahan Ketinggian Bukaan.....	148
Gambar 5.14	Grafik Isokontur dari Penambahan Ketinggian Bukaan (Pengondisian 2)	149
Gambar 5.15	(a) Rata-Rata Iluminan, (b) DF dari Penambahan Luasan Bukaan	150
Gambar 5.16	<i>Uniformity Ratio</i> dari Penambahan Luasan Bukaan.....	151
Gambar 5.17	Grafik Isokontur dari Penambahan Luasan Bukaan (Pengondisian 3)	153
Gambar 5.18	(a) Rata-Rata Iluminan, (b) DF dari Penambahan <i>Rumbak Tahansengan</i>	154
Gambar 5.19	<i>Uniformity Ratio</i> dari Penambahan <i>Rumbak Tahansengan</i>	155
Gambar 5.20	Grafik Isokontur dari Penambahan <i>Rumbak Tahansengan</i> (Pengondisian 4)	120

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Tabel Review Penelitian

Lampiran 2 : Data Iluminan dan *Daylight Factor* Hasil Pengamatan Lapangan

Lampiran 3 : Isokontur iluminan dan *Daylight Factor* Hasil Simulasi

- Halaman ini sengaja dikosongkan -

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konservasi energi merupakan salah satu agenda global untuk mengurangi emisi CO₂ sebesar 50-80%. Upaya konservasi energi saat ini telah dilakukan di berbagai negara guna mencegah peningkatan suhu bumi hingga lebih dari 2°C pada tahun 2050. Tak terkecuali di Indonesia, program konservasi energi dilaksanakan dengan tujuan untuk mengatasi krisis cadangan energi fosil. SNI 03-6389-2000 merupakan revisi standart konservasi energi pada selubung bangunan yang telah dilakukan sejak 1993. Saat ini hampir seluruh aspek mulai menyadari tentang pentingnya konservasi energi, tak terkecuali dengan arsitektur. Arsitektur dianggap bertanggung jawab penuh dalam usaha penghematan energi dikarenakan bangunan arsitektur menyumbang produksi gas karbondioksida (Lechner, 2009) yang dapat memicu terjadinya pemanasan global dan penggunaa energinya lebih besar dibandingkan dari aktivitas manusia. Hal tersebut dibuktikan dengan prosentase penggunaan energi pada bangunan yang mencapai 48% dari seluruh pemakaian energi, 40% dari operasional bangunan dan 8% dari konstruksi bangunan (Lechner, 2009).

Isu konservasi energi banyak disinggung, terutama yang berkaitan dengan pemanfaatan sistem pasif. Salah satunya sistem pasif yang menggunakan pencahayaan alami. Pencahayaan alami merupakan teknologi dinamis yang mempertimbangkan beban panas, kesilauan, variasi dari ketersediaan cahaya dan penetrasi cahaya matahari kedalam bangunan (Ander, 1995). Pencahayaan alami memiliki banyak manfaat diantaranya dapat mengurangi konsumsi energi bangunan secara menyeluruh termasuk mengurangi penggunaan energi untuk beban pendinginan (Ander, 1995). Tidak dapat dipungkiri bahwa pencahayaan alami tidak sepenuhnya dapat menggantikan peran dari pencahayaan buatan, pencahayaan alami sangat tergantung pada kondisi langit, cahaya alami tidak sepenuhnya dapat terdistribusikan terutama saat kondisi langit sedang mendung atau pada malam hari. Akan tetapi mengingat banyaknya manfaat yang

didapatkan dari pencahayaan alami, sistem pasif ini perlu dikembangkan secara optimal sebagai pencahayaan ruang terutama dalam hubungannya dengan penghematan energi.

Posisi geografis Indonesia terletak di sepanjang garis khatulistiwa, menyebabkan Indonesia memiliki jenis iklim tropis lembab dengan karakteristik pencahayaan alami yang melimpah, memiliki penyinaran cukup kuat dan berlangsung konstan sepanjang tahun dengan intensitas yang dipengaruhi oleh kondisi langit (Koeningsberger, 1973). Dengan adanya pencahayaan alami yang melimpah tentunya dapat dimanfaatkan sistem pasif guna mengurangi beban penggunaan energi terutama pada bangunan. Pada dasarnya efisiensi energi bukanlah kriteria baru dalam suatu desain arsitektur, apabila melihat perjalanan arsitektur pada masa lampau terutama arsitektur nusantara. Bangunan – bangunan tersebut dibangun dengan memperhatikan kearifan lokal melalui proses *trial and error* sehingga dicapai suatu bentuk yang terus berkembang.

Bangunan arsitektur nusantara sangat memperhatikan iklim dan dapat beradaptasi dengan kondisi alam terutama dalam penggunaan sumberdaya energi alam secara efisien. Bangunan Arsitektur nusantara memiliki teknologi bangunan yang dapat tahan terhadap iklim setempat, seperti halnya iklim tropis yang diadaptasi dengan baik (Mangunwijaya, 1994). Kenyamanan dapat dicapai dengan melihat bagaimana perilaku alam dan mengelolanya sedemikian rupa sehingga terjadi keseimbangan antara penghuni bangunan dengan lingkungan alam disekitarnya.

Indonesia memiliki banyak bangunan tradisional yang tanggap dan mampu beradaptasi dengan baik terhadap iklim setempat. Tiap daerah di Indonesia memiliki bangunan tradisional yang berbeda arsitekturnya tergantung bagaimana kondisi alam wilayah tersebut. Namun akibat terus berkembangnya jaman modern, bangunan tradisional banyak mengalami pergeseran dan tergantikan oleh bangunan modern terutama dikota-kota besar dan berkembang. Saat ini masih banyak wilayah di Indonesia yang masih mempertahankan arsitektur dengan kearifan lokal yang mana terbukti mampu beradaptasi dan bertahan sekian lama dengan kondisi iklim disekitarnya. Salah satunya bangunan yang masih mempertahankan arsitektur nusantara yaitu bangunan tradisional Rumah Betang.

Rumah tradisional khas Kalimantan atau yang biasa disebut dengan Rumah Betang, merupakan tempat tinggal masyarakat Dayak. Rumah betang banyak dijumpai pada daerah hulu sungai yang biasanya menjadi pusat pemukiman suku Dayak Ngaju. Rumah ini ditempati satu keluarga besar secara turun temurun sehingga memiliki dimensi yang besar dan panjang (Kebudayaan Indonesia, 2013). Ciri-ciri Rumah Betang yaitu bentuk panggung dan memanjang. Panjangnya bisa mencapai hingga 30-150 meter serta lebarnya dapat mencapai sekitar 10-30 meter, memiliki tiang yang tingginya sekitar 3-5 meter. Pada umumnya Rumah Betang dihuni lebih dari 50 jiwa, Rumah Betang dapat dikatakan sebagai rumah suku, karena selain di dalamnya terdapat satu keluarga besar yang menjadi penghuninya dan dipimpin pula oleh seorang Pambakas Lewu. Bagian dalam Rumah Betang terbagi menjadi beberapa ruangan yang bisa dihuni oleh setiap keluarga.

Arsitektur bangunan tradisional di Indonesia umumnya menyesuaikan dengan kondisi alam sekitar dan pola aktivitas penghuni. Salah satunya pada arsitektur Rumah Betang yang memperhatikan lingkungan sekitarnya sehingga dapat dikatakan tanggap terhadap alam. Bangunan Tradisional Rumah Betang didesain untuk memberi kenyamanan penghuni didalamnya baik pagi hingga malam hari. Namun kegiatan penghuni Rumah Betang tradisional banyak dilakukan di luar ruangan, hal tersebut karena dipengaruhi tatanan sosial masyarakat yang pada umumnya berprofesi bercocok tanam dengan frekuensi kegiatan bertani dari pagi hingga sore hari. Sehingga ketika bangunan merespon lingkungan pada saat pagi hingga sore hari, kenyamanan dalam bangunan terhadap hubungannya dengan pola aktivitas dalam ruang tidak terlalu dirasakan oleh penghuni. Pada Rumah Betang tradisional kenyamanan dalam rumah umumnya dapat dirasakan pada malam hari yang mana penghuni sudah pulang berladang dan banyak melakukan kegiatan didalam rumah.

Saat ini akibat berkembangnya jaman modern dan kebutuhan mempengaruhi pola aktivitas masyarakat, aktivitas didalam rumah tidak hanya dilakukan pada malam hari namun juga pada pagi hingga sore hari. Akibat perubahan teknologi di era modern menyebabkan terjadinya perubahan tatanan sosial, ekonomi dan gaya hidup masyarakat, tak terkecuali masyarakat yang

menghuni Rumah Betang. Seiring berkembangnya kebutuhan, pola aktivitas didalam tatanan sosial masyarakat mengalami pergeseran. Terjadinya perubahan pola aktivitas menyesuaikan dengan kehidupan di zaman modern secara tidak langsung mempengaruhi fungsi dan kondisi bangunan tradisional Rumah Betang. Terutama mempengaruhi kemampuan adaptasi bangunan terhadap lingkungan untuk mengimbangi pola aktivitas dan memenuhi kenyamanan penghuninya.

Perubahan pada aktivitas juga terjadi pada masyarakat penghuni Rumah Betang, Kegiatan pada siang hari yang pada awalnya banyak dilakukan di luar ruangan, saat ini banyak pula dilakukan didalam ruangan. Banyaknya ragam profesi dalam satu Rumah Betang mempengaruhi pola aktivitas di dalam rumah tersebut. Tidak hanya tergantung dari hasil bertani, kesenian dan kerajinan tradisional masyarakat penghuni Rumah Betang juga mulai mengembangkan mata pencaharian yang lebih modern seperti pekerjaan kantor, kedinasan dan lainnya yang memerlukan konsentrasi dan pencahayaan yang baik, oleh karena itu kegiatan ini banyak dilakukan pada pagi hingga sore hari dengan memanfaatkan kondisi penerangan dari cahaya alami. Perubahan pola aktivitas ini secara langsung akan memberikan dampak pada kinerja pencahayaan dalam bangunan yang pada akhirnya akan mempengaruhi kenyamanan hunian.

Hunian tradisional pada daerah tropis pada umumnya banyak memanfaatkan sistem pasif pada bangunan untuk memenuhi kebutuhan penghawaan atau pencahayaan tak terkecuali dengan bangunan tradisional Rumah Betang. Pada bangunan tradisional Rumah Betang mengaplikasikan bukaan alami sebagai pencahayaan utama (Astheria, 2008), bukaan yang digunakan berupa konfigurasi beberapa jenis bukaan samping seperti jendela, pintu roster dan *rumbak tahansengan*. Dengan penggunaan bukaan sebagai sumber masuknya pencahayaan alami turut mengurangi penggunaan beban energi untuk cahaya buatan dari pagi hingga sore hari (Hedy, 2008). Keberadaan jendela samping, pintu, roster dan *rumbak tahansengan* pada Rumah Betang memiliki dua fungsi utama yaitu sebagai sumber pencahayaan alami, kedua bukaan ini juga berfungsi sekaligus sebagai *cross ventilation* untuk mengalirkan udara segar kedalam ruangan (Astheria, 2008).

Apabila ditinjau kembali dengan berubahnya antara pola aktivitas penghuni bangunan tradisional terhadap berkembangnya jaman modern, timbul suatu fenomena dimana fungsi rumah tradisional yang pada awalnya mengikuti pola aktivitas masyarakat pada masa lampau, harus menyesuaikan pola aktivitas masyarakat saat ini. Kebutuhan aktivitas masyarakat lampau pada pagi hingga sore hari banyak dilakukan di luar ruangan, sehingga kekurangan dari pengaplikasian bukaan seperti pembayangan dalam ruang, silau atau kurang meratanya distribusi cahaya alami ke seluruh ruangan tidak dapat dirasakan secara langsung pengaruhnya terhadap kegiatan penghuni. Namun dengan berubahnya pola aktivitas masyarakat yang sudah mengikuti perkembangan jaman modern, dimana penghuni juga beraktivitas didalam rumah pada pagi hingga sore hari pengaplikasian bukaan tersebut memerlukan tinjauan ulang agar dapat memenuhi kebutuhan pencahayaan untuk beraktivitas. Dibutuhkan tinjauan ulang pula tentang bentuk arsitektur nusantara pada bangunan tradisional, apakah penggunaan bukaan masih dapat berfungsi sejalan dan memenuhi kenyamanan beraktivitas saat ini.

Dengan adanya permasalahan tersebut, peneliti perlu mengetahui apakah penggunaan bukaan pada selubung bangunan Rumah Betang sebagai pencahayaan alami dapat mencukupi kebutuhan pencahayaan untuk aktivitas penghuni yang sudah mengalami perkembangan pola aktivitas mengikuti era modern, seberapa jauh distribusi cahaya alami dari bukaan yang dapat disalurkan kedalam ruangan serta hubungan sebab akibatnya terhadap kinerja pencahayaan alami.

1.2 Perumusan Masalah

Bangunan Rumah Betang merupakan bangunan tradisional yang menggunakan pencahayaan alami untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan pada pagi hingga sore hari. Bukaan pada fasad bangunan merupakan sumber utama masuknya cahaya alami pada bangunan. Berkembangnya teknologi yang cepat saat ini menyebabkan terjadinya perubahan pola aktivitas menyesuaikan dengan kehidupan di jaman modern secara tidak langsung mempengaruhi pola hidup penghuni, fungsi dan kondisi bangunan Rumah Betang. Hal tersebut menyebabkan fenomena baru, apakah pengaplikasian bukaan pada selubung

bangunan dengan penyesuaian lingkungan dan pola hidup masyarakat dimasa lampau masih dapat memenuhi kebutuhan pencahayaan untuk aktivitas penghuni di era modern. Dengan pertimbangan penghematan energi dan kelestarian arsitektur nusantara, bukaan pada selubung bangunan Rumah Betang merupakan bagian dari arsitektur tradisional yang tetap dipertahankan hingga saat ini sebagai sistem pencahayaan pasif. Dari bukaan ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pencahayaan alami untuk menunjang aktivitas penghuni didalam bangunan. Berdasarkan latar permasalahan tersebut maka pertanyaan yang akan diajukan dalam penelitian ini adalah:

- Bagaimana distribusi dan kuantitas pencahayaan alami pada Rumah Betang yang dihasilkan melalui bukaan pada selubung bangunan?
- Bagaimana pengaruh pengaplikasian bukaan pada selubung bangunan dalam memenuhi kebutuhan pencahayaan untuk beraktivitas dari pagi hingga sore hari?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menjelaskan:

- Distribusi dan kuantitas pencahayaan alami pada Rumah Betang yang dihasilkan melalui bukaan pada selubung bangunan.
- Pengaruh penggunaan bukaan pada selubung bangunan terhadap kinerja pencahayaan alami pada Rumah Betang.
- Kondisi pencahayaan alami pada Rumah Betang terhadap pemenuhan kebutuhan pencahayaan penghuni untuk aktivitas modern.

1.4 Manfaat Penelitian

Secara teoritis, hasil penelitian ini dapat :

- Memperkaya kajian teori tentang ragam bentuk arsitektur nusantara dalam memenuhi kebutuhan pencahayaan alami pada bangunan tradisional di daerah iklim tropis lembab, khususnya penggunaan bukaan pada bangunan

Rumah Betang Kalimantan Tengah sebagai salah satu konsep pasif untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan dan efisiensi energi.

- Menjadi dasar dan usulan bagi penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan pengaplikasian bukaan dengan konsep pasif pencahayaan pada bangunan Rumah Betang.

Secara praktis, hasil penelitian ini dapat :

- Menjadi bahan usulan bagi arsitek maupun masyarakat Dayak dalam pengaplikasian konfigurasi bukaan pada selubung bangunan rumah tradisional betang.
- Menjadi masukan bagi arsitek, perencana *lighting* maupun masyarakat Dayak dalam penanganan kebutuhan pencahayaan dengan konsep pasif pada Rumah Betang di Kalimantan maupun bangunan tradisional lainnya di daerah iklim tropis lembab.

1.5 Batasan Penelitian

Untuk memfokuskan arah penelitian supaya tidak keluar dari konteks pembahasan yang telah ditentukan, maka dibuat batasan - batasan penelitian sebagai berikut :

- Evaluasi pencahayaan alam pada penelitian ini difokuskan pada pengaruh pengaplikasian bukaan pada selubung bangunan terhadap kinerja pencahayaan alami dalam ruangan.
- Dimensi bukaan pada fasad bangunan mengikuti kondisi fisik bukaan pada eksisting Rumah Betang dan memperhatikan adat istiadat masyarakat Dayak Ngaju dalam membangun Rumah Betang tradisional.
- Subjek penelitian adalah bangunan tradisional Rumah Betang dengan lingkup penelitian difokuskan pada ruang-ruang yang banyak terjadi aktivitas.

- Halaman ini sengaja dikosongkan -

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pencahayaan Alami

2.1.1 Pengertian Pencahayaan Alami

Pencahayaan dibutuhkan untuk mengenali lingkungan disekitar dan menjalankan aktivitas (Frick, 2008: 01). Pencahayaan merupakan salah satu faktor untuk mendapatkan kondisi lingkungan yang aman dan nyaman dan berkaitan erat dengan produktivitas manusia. Pencahayaan dapat berasal dari pancaran sinar matahari yang biasa disebut dengan pencahayaan alami. Pencahayaan alami dapat digunakan sebagai salah satu metode pasif pemanfaatan sinar matahari untuk pencahayaan bangunan terutama pada siang hari. Menurut Egan dan Olgyay (2002 : 28) tiga dasar yang dapat menjadi sumber pencahayaan alami yaitu

- Cahaya alami (*Daylight*) merupakan cahaya yang terdisfus melalui awan atau atau langit yang berawan
- Cahaya matahari (*Sunlight*) merupakan pancaran cahaya matahari langsung melalui langit cerah atau berawan
- Cahaya Pantul (*Reflected light*) merupakan cahaya yang berasal dari pantulan cahaya melalui permukaan alami atau buatan manusia.

2.1.2 Tujuan Pencahayaan Alami

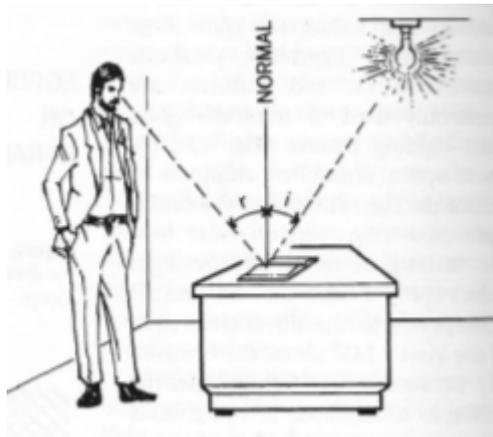
Tujuan dari pencahayaan alami dapat dibagi dua yaitu secara kuantitatif dan secara kualitatif. Menurut Lechner (2009: 393) tujuan pencahayaan alami secara kuantitatif adalah untuk mengumpulkan cahaya yang cukup untuk mendukung performa visual dan untuk meminimalkan penggunaan pencahayaan buatan. Secara kualitatif pencahayaan alami memiliki tujuan yang hampir sama dengan pencahayaan buatan yaitu mendistribusikan cahaya kedalam ruangan secara menyeluruh, meminimalkan kesilauan, meminimalkan refleksi terselubung serta menghindari rasio kecerlangan yang berlebihan.

a. Meminimalkan kesilauan

Silau berasal dari kontras kecerlangan yang berlebihan pada area pandang, Kontras yang berlebihan antara latar depan dan latar belakang dapat mengurangi visibilitas terutama dalam melihat detail. Tujuan dari desain pencahayaan alami antara lain dapat memenuhi kebutuhan pencahayaan alami untuk performa visual dengan baik dan menciptakan atmosfer yang nyaman untuk melihat, oleh karena itu penanganan akan kesialauan cukup penting.

b. Meminimalkan refleksi terselubung (*Veiling Reflections*)

Menurut Evans (1981: 09) refleksi terselubung merupakan suatu kondisi ketika cahaya mengenai permukaan bidang kerja pada sudut cermin, kemudian cahaya dipantulkan kembali dari bidang kerja ke mata. Lechner (2009: 365) menambahkan bahwa refleksi terselubung maksimal terjadi ketika sudut datang cahaya sejajar dengan sudut pandang mata dan sudut refleksi. Akibat kondisi ini terjadi pengurangan kontras antara bidang kerja dan sekelilingnya yang menyebabkan kemampuan melihat jadi berkurang (Evans, 1981: 09). Kesulitan dalam melihat terutama untuk melihat bagian yang detail (Lechner, 2009: 365).



Gambar 2.1 Refleksi Terselubung Dalam Kondisi Maksimal Apabila Sudut Datang Cahaya (i) Sejajar dengan Sudut Pantulan (r) (Lechner, 2009: 364)

Refleksi terselubung merupakan masalah yang paling serius dalam desain pencahayaan, permasalahan ini tidak hanya berlaku pada refleksi cahaya secara

horizontal misalnya dari cahaya langit tapi juga refleksi secara vertikal seperti pantulan dari permukaan dinding ke bidang kerja vertikal. Menurut Egan dan Olgyay (2002: 28) terdapat beberapa acara untuk mengurangi refleksi terselubung, antara lain :

- Menjauhkan posisi sumber cahaya dengan sudut cermin
- Menggunakan perlengkapan pencahayaan dengan permukaan luminan yang rendah
- Menggunakan penerangan dengan luminan yang seragam dalam ruangan
- Menggunakan finising *matte* pada bidang kerja dengan tingkat refleksi 35 sampai 50%
- Memposisikan permukaan bidang kerja dengan kemiringan yang jauh dari sudut cermin.

c. Menghindari rasio kecerlangan yang berlebihan

Tujuan pencahayaan alami adalah memperbanyak cahaya masuk dan menyelaraskan *uniformity* kedalam ruangan, untuk meningkatkan nilai iluminan pada area tersebut serta mengurangi tingkat iluminan yang menyebrangi ruang. Penggunaan jendela memiliki kelemahan, sering terjadi rasio kecerlangan yang berlebih pada area yang dekat dengan jendela dan semakin menurun sesuai dengan jarak yang semakin menjauh dari jendela.

d. Mendistribusikan cahaya kedalam ruangan secara menyeluruh

Rasio kualitas terang cahaya berlebihan muncul akibat *spot* cahaya pada area kerja yang dihasilkan oleh cahaya matahari. Kualitas kecerlangan yang berlebihan muncul di sekitar kritikal *visual task* menghasilkan visibilitas yang tidak terlalu baik dan timbul rasa ketidaknyamanan dalam melihat. Tujuan pencahayaan alami adalah untuk mencegah rasio kualitas terang cahaya berlebihan pada bidang kerja. Kontrol bukaan harus dipertimbangkan jika iluminan cahaya langsung pada kritikal *visual task* tidak diinginkan.

2.1.3 Sumber Cahaya Langit

Menurut Lechner (2009: 386) Cahaya dapat berasal dari beberapa sumber, diantaranya dari sinar matahari langsung (*Direct Sunlight*), *Clear sky*, *Overcast sky*, dan Refleksi dari tanah dan sekitarnya.

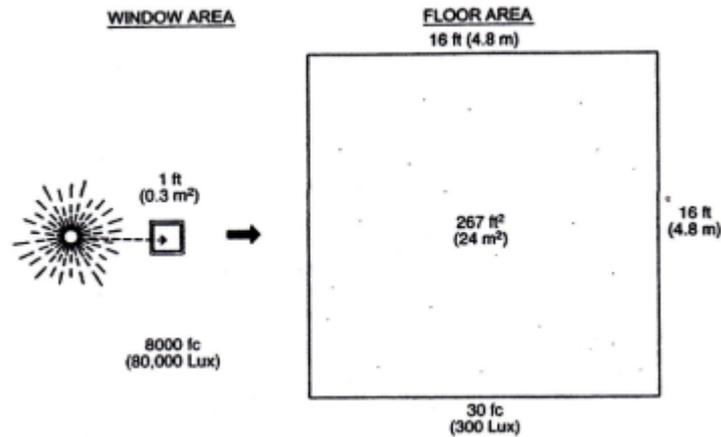
- *Direct Sunlight*

Cahaya alami terbagi menjadi dua bagian utama yaitu cahaya alami (*daylight*) dan cahaya matahari (*sunlight*). Kedua cahaya ini memiliki karakteristik yang berbeda, cahaya alami bersifat difus dengan tingkat kecerlangan yang rendah, sedangkan cahaya matahari bersifat langsung dengan kecerlangan yang kuat. *Direct sunlight* seringkali menimbulkan kesilauan, rasio kecerlangan dan pemanasan yang berlebih sehingga dihindari untuk pencahayaan pada ruangan.

- *Clear sky*

Clear sky adalah kondisi dimana kubah langit hampir tidak tertutup oleh awan. *Clear sky* lebih terang daripada kondisi langit *overcast* dan kuat penerangannya lebih tinggi dari pada *horizon* (dekat dengan matahari) daripada *zenith*. Kuat pencahayaannya pada kondisi ini cukup stabil kecuali pada area sekeliling matahari yang berubah seiring dengan pergerakan matahari. Total iluminasi yang diproduksi oleh kondisi *clear sky* dan matahari bersifat konstan namun lambat dalam perubahannya (Evans, 1981 :97). Kondisi *clear sky* cahaya matahari langsung dapat memberikan iluminan sekitar 1000 lux, dan memberikan iluminan difus sekitar 400-500 lux jika tidak termasuk cahaya matahari itu sendiri (Szokolay, 2004: 109).

Evans (1981 :97) menambahkan bahwa level Iluminasi yang dihasilkan dari kondisi *clear sky* dapat mencapai 5000-12.000 footcandela berdasarkan pada letak geografi dan kondisi atmosfer lokalnya. Hal tersebut melebihi kebutuhan iluminan dalam ruangan. Menurut Lam (1986: 45) Pada kondisi *clear sky*, pencahayaan untuk area seluas 267ft / 24m² dapat tercukupi secara merata hanya dari sebuah jendela dengan ukuran 1ft.



Gambar 2.2 Penyinaran Ruang pada Kondisi *Clear Sky* (Lechner, 2009: 388)

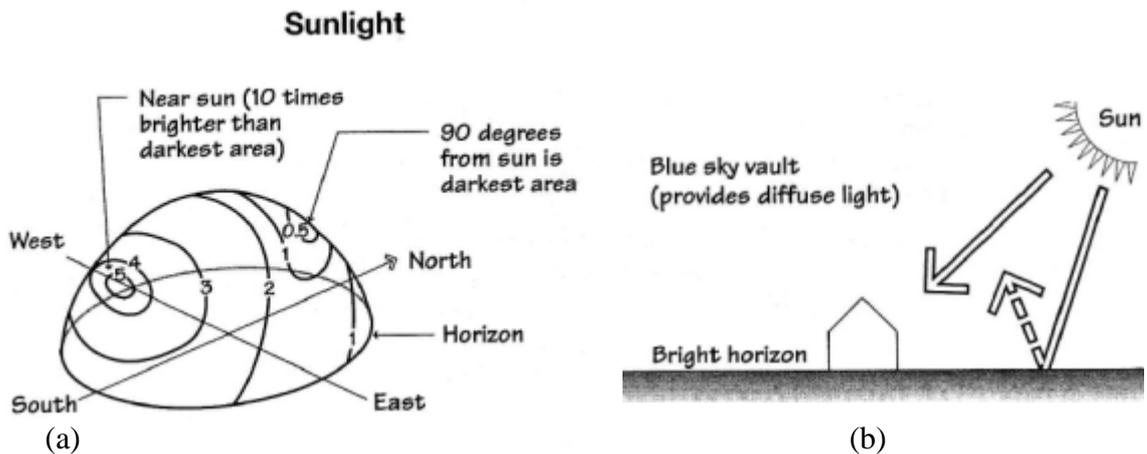
Rata-rata iluminan yang dapat dihasilkan kondisi *clear sky* dapat dituliskan dalam rumus (Szokolay, 2004: 109).

$$E \approx 500 \times \text{ALT} \quad (2.1)$$

Dengan :

E = Iluminan

ALT = Sudut ketinggian matahari



Gambar 2.3 (a) dan (b) Kondisi *Clear Sky* (Egan Dan Olgyay, 2002: 90)

- *Overcast Sky*

Menurut Evans (1981 :96) *overcast sky* adalah kondisi langit dimana hampir keseluruhan kubah langit tertutupi oleh awan . *Overcast sky* secara umum

mengalami perubahan yang paling lambat daripada tipe langit lainnya. Distribusi pencahayaan umum pada kondisi *overcast sky* tiga kali lebih terang pada bagian *zenith* (titik di angkasa yang berada langsung di atas kepala pengamat) daripada horizon. Egan dan Olgyay (2002: 89) menambahkan bahwa pada kondisi *overcast sky*, cahaya yang dipantulkan pada permukaan cenderung memiliki luminan yang rendah dari pada luminan cahaya yang berada di atas awan.

Overcast sky menyebabkan kenyamanan visual yang tidak terlalu baik dalam bangunan, hal tersebut dikarenakan perbedaan kontras yang signifikan antara kecerlangan yang tinggi dari langit dengan kecerlangan yang rendah didalam ruangan (Evans, 1981 :96) dan *overcast sky* menghasilkan cahaya yang membias pada area yang tertutup awan yang akan menyebabkan bayangan tidak terlalu jelas (Egan dan Olgyay, 2002: 89).

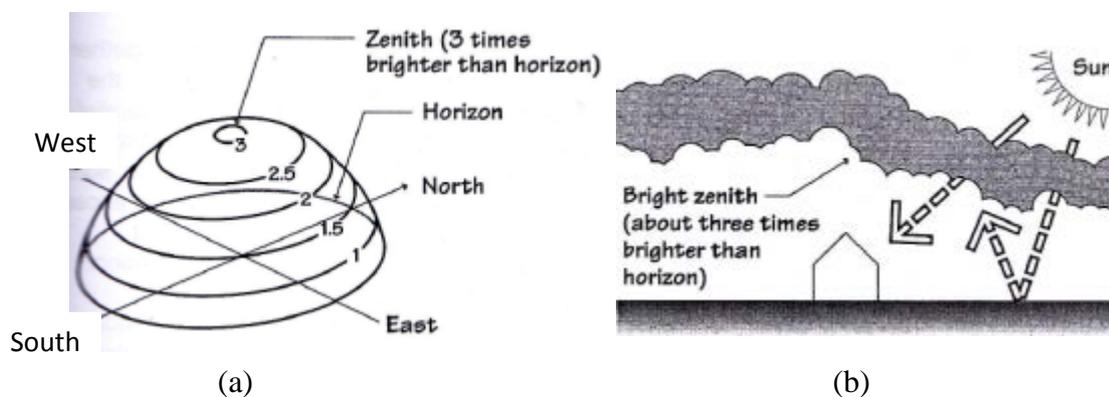
Iluminan yang diproduksi oleh sebuah *overcast sky* sangat bergantung pada sudut ketinggian matahari di belakang awan. Untuk mengetahui tingkat iluminan pada Kondisi *overcast sky* dapat dituliskan dalam rumus (Szokolay, 2004:109)

$$E \approx 200 \times \text{ALT}. \quad (2.2)$$

Dengan :

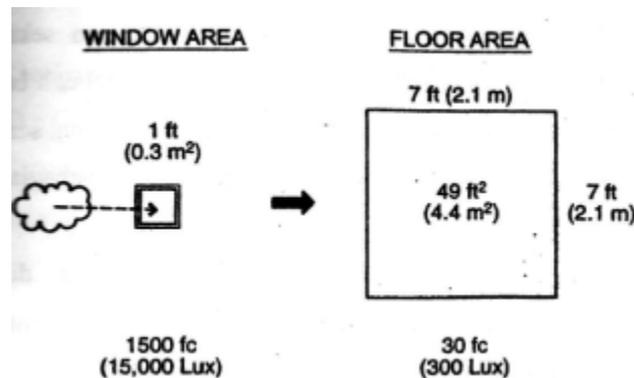
E = Iluminan

ALT = Sudut ketinggian matahari



Gambar 2.4 (a) dan (b) Kondisi *Overcast Sky* (Egan Dan Olgyay, 2002: 89)

Tingkatan iluminasi yang dihasilkan dari kondisi langit *overcast* bervariasi tergantung dari tingkat kepadatan awan dan ketinggian matahari (Lam, 1986: 45). Menurut Lechner (2009: 386) Kuat penerangan yang dihasilkan oleh kondisi langit *overcast* dapat mencapai 5000-20.000 lux, tergolong rendah namun kuantitasnya sepuluh kali lebih besar dari jumlah lux yang dibutuhkan dalam ruangan. Pada kondisi *overcast sky*, pencahayaan untuk area seluas 49ft / 24m² dapat tercukupi secara merata hanya dari sebuah jendela dengan ukuran 1ft (Lam, 1986: 45), seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Penyerapan Ruang pada Kondisi *Overcast Sky* (Lechner, 2009: 388)

- Refleksi dari tanah dan sekitarnya

Cahaya alami yang masuk ke dalam ruangan tidak hanya berasal dari sinar matahari langsung, tetapi juga berasal dari pantulan-pantulan sinar matahari yang mengenai bidang lain diluar ruangan. Adanya objek di luar ruangan seperti bangunan turut menyumbang iluminasi dalam ruangan. Keberadaan bangunan atau objek lain diluar ruangan turut meningkatkan pencahayaan, cahaya yang dipantulkan dari tanah akan meningkat saat posisi matahari tinggi, misalnya pada *latitude* rendah (Lam, 1986: 49).

2.1.4 Kenyamanan Visual Pencahayaan Alami pada Rumah Tinggal

Pemenuhan terhadap standar pencahayaan pada hunian penting untuk mencapai kenyamanan visual dan peningkatan aktivitas. Beberapa studi menemukan bahwa cahaya alami memberi efek yang lebih baik dari pada cahaya buatan, terutama untuk aktivitas, oleh karena itu penting pemanfaatannya untuk menjadikan cahaya alami sebagai cahaya utama pada bangunan. Menurut SNI 03-

2396-2001 tentang Tata cara perancangan system pencahayaan alami pada bangunan, kualitas pencahayaan alami yang layak ditentukan oleh beberapa faktor antara lain:

1. Penggunaan ruangan, khususnya ditinjau dari segi beratnya penglihatan oleh mata terhadap aktivitas yang harus dilakukan dalam ruangan.
2. Lamanya waktu aktivitas yang memerlukan daya penglihatan yang tinggi
3. Sifat aktivitasnya, sifat aktivitasnya dapat secara terus menerus memerlukan perhatian dan penglihatan yang tepat, atau dapat pula secara periodik dimana mata dapat beristirahat

Berbagai macam aktivitas yang dapat dilakukan pada hunian, berdasarkan klasifikasi kualitas pencahayaan menurut RSNI 04-2396-2001 (2001: 02), dapat digolongkan sebagai berikut :

- Kualitas A : Kerja halus sekali, pekerjaan secara cermat terus menerus, seperti menggambar detil, menggravir, menjahit kain warna gelap, dan sebagainya.
- Kualitas B : Kerja halus, pekerjaan cermat tidak secara intensif terus menerus, seperti menulis, membaca, membuat alat atau merakit komponen-komponen kecil, dan sebagainya.
- Kualitas C : Kerja sedang, pekerjaan n tanpa konsentrasi yang besar dari si pelaku, seperti pekedaan kayu, merakit suku cadang yang agak besar, dan sebagainya.
- Kualitas D : Kerja kasar, pekerjaan dimana hanya detil-detil yang besar harus dikenal, seperti pada guclang, lorong falu lintas orang, dan sebagainya.

Kualitas pencahayaan alami dalam ruangan dapat dikatakan baik apabila memenuhi kondisi tingkat pencahayaan minimal yang dibutuhkan sesilau dengan jenis aktivitas yang dilakukan, nilai iluminan bersifat menyeluruh dan tingkat keseragamannya merata pada seluruh area ruangan. Pencahayaan yang baik yaitu tidak terjadi kontras yang berlebih antara sumber cahaya atau bagian yang terang dengan bagian yang gelap (rasio 4: 1) sehingga tidak kenyamanan dalam melihat.

Secara umum kenyamanan visual dalam ruangan dipengaruhi oleh dua faktor penting antara lain iluminasi dan *daylight factor*.

- Iluminasi

Untuk kenyamanan visual yang baik, menurut Szokolay (2004) selain nilai iluminasi ruang mencukupi, kualitas pencahayaan yang sesuai juga harus dipertimbangkan. kualitas pencahayaan meliputi distribusi iluminasi yang tidak menimbulkan silau, arah datang cahaya, rasio vector, *colour appearance* dan *colour rendering* serta efek psikologi dan estetika.

Dengan tingkat iluminasi yang lebih tinggi, maka suatu objek dapat visibilitasnya semakin meningkat. Dengan peningkatan nilai iluminasi maka tingkat kejelasan detail semakin besar dan waktu yang dibutuhkan untuk memahami suatu objek semakin kecil (Evans, 1981: 7). Terdapat beberapa kategori standar iluminasi yang disesuaikan dengan fungsi ruang atau bangunan menurut IESNA (Illuminating Engineering Society of Nort America).

Pada Gambar 2.6 dapat dilihat bahwa standar iluminasi untuk rumah tinggal termasuk pada kategori B dengan katifitas seperti percakapan, istirahat dan hiburan dengan kebutuhan cahaya yang umum. Sedangkan untuk ruang dengan fungsi kecermatan lebih tinggi seperti dapur, mencuci atau menjahit dengan kebutuhan cahaya yang khusus termasuk dalam golongan D.

Illuminance category ¹	Type of space (and activity)
A	Corridors (at night) Waiting rooms (such as medical diagnostic)
B	Dance halls, discotheques Dining halls Residences (for conversation, relaxation, and entertainment) Airport concourses
C	Corridors, lobbies, reception areas Churches (for main worship)
D	Hotels (bedrooms, lobby reading areas) Residences (kitchens, laundries, and sewing rooms)
E	Banks (teller areas) Churches (altar, reredos) Classrooms (science laboratories) Offices (for clerical tasks)
F	Drafting (low-contrast Mylar or vellum, sepia prints) Lecture rooms (for demonstrations)
G	Hospitals (autopsy tables)
H	Hospitals (operating tables)
I	Industrial (cloth inspection)

Gambar 2.6 Standar Kategori Iluminasi (Egan dan Olgyay, 2002: 33)

Pada Gambar 2.7 dapat dilihat rentang level iluminasi untuk masing-masing kategori.

Illuminance category	Ranges of illuminance maintained in service, lux (fc)	Type of activity
General illuminance throughout room:		
A	20-30-50 (2-3-5)	Public spaces with dark surroundings
B	50-75-100 (5-7.5-10)	Simple orientation for short temporary visits
C	100-150-200 (10-15-20)	Working spaces where visual tasks are only occasionally performed
Illuminance on task:		
D	200-300-500 (20-30-50)	Performance of visual tasks of high contrast or large size: reading printed material, typed originals, handwriting in ink, and good xerography; rough bench and machine work; ordinary inspection; rough assembly
E	500-750-1000 (50-75-100)	Performance of visual tasks of medium contrast or small size: reading medium pencil handwriting, poorly printed or reproduced material; medium bench and machine work; difficult inspection; medium assembly
F	1000-1500-2000 (100-150-200)	Performance of visual tasks of low contrast or very small size: reading handwriting in hard pencil on poor-quality paper and very poorly reproduced material; highly difficult inspection
Illuminance on task, obtained by a combination of general and local (supplementary) lighting:		
G	2000-3000-5000 (200-300-500)	Performance of visual tasks of low contrast and very small size over a prolonged period: fine assembly; very difficult inspection; fine bench and machine work
H	5000-7500-10,000 (500-750-1000)	Performance of very prolonged and exacting visual tasks: the most difficult inspection; extra-fine bench and machine work; extra-fine assembly
I	10,000-15,000-20,000 (1000-1500-2000)	Performance of very special visual tasks of extremely low contrast and small size: for example surgical procedures

Courtesy of Illuminating Engineering Society of North America.

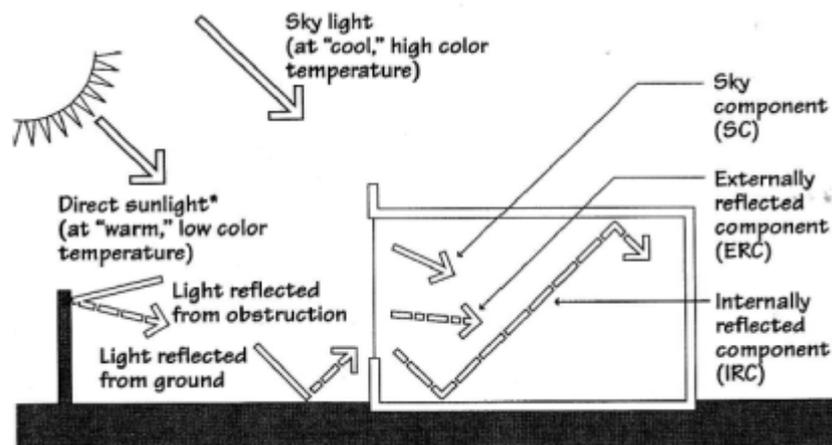
Gambar 2.7 Standar Nilai Iluminasi Berdasarkan IESNA

(Egan dan Olgyay, 2002: 34)

- *Daylight Factor* (DF)

Menurut Moore (1993: 323) *Daylight factor* (DF) adalah rasio dari interior horizontal ke eksterior horizontal iluminan dibawah kondisi langit *overcast*, tidak terdapat penghalang pada langit dan tetap konstan terlepas dari perubahan iluminan pada langit. *Daylight factor* dapat digunakan untuk mengindikasikan keefektifan sebuah desain dalam memasukkan cahaya alami kedalam ruangan. Egan dan Olgyay (2002: 303) Jumlah dari *daylight factor* dipengaruhi oleh tiga komponen, yaitu :

- *Sky Component* (SC) adalah jumlah cahaya langit yang masuk kedalam ruangan melalui bukaan jendela, berasal dari pencahayaan langsung dari langit (SNI 03-2396-2001).
- *External Reflected* component (ERC) adalah cahaya yang memantul dari objek diluar ruangan, berasal dari refleksi benda-benda yang berada di sekitar bangunan yang bersangkutan (SNI 03-2396-2001).
- *Internal Reflected Component* (IRC) adalah cahaya yang memantul melalui permukaan interior, berasal dari refleksi permukaan-permukaan dalam ruangan, dari cahaya yang masuk ke dalam ruangan akibat refleksi benda-benda di luar ruangan maupun dari cahaya langit (SNI 03-2396-2001).



Gambar 2.8 Tiga Komponen Yang Mempengaruhi *Daylight Factor* (DF)
(Egan dan Olgyay, 2002: 303)

Menurut Szokolay (2004: 121) Iluminan pada kondisi langit *overcast* bervariasi, sedangkan perbandingan antara iluminan pada sebuah titik dalam bangunan tetap konstan. Perbandingan ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$DF = (E_i/E_o) \times 100\% \quad (2.3)$$

Dengan :

DF = *Daylight Factor*

E_i = Iluminan interior

E_o = Iluminan eksterior

Menurut Moore (1993: 323) Hopkinson dan Kay (1969) mengemukakan terdapat dua jenis rumus untuk menghitung nilai daylight factor yaitu daylight factor dari *side lighting* dan *top lighting*

$$DF (at a reference point) = \frac{10 (W) (H)^2 + 4 (G) (R)}{(D) (D^2+H^2) F (1-R)} \quad (2.4)$$

Dengan :

- DF = *Daylight factor*, %
- W = Lebar jendela, ft
- H = Tinggi jendela dari atas bidang kerja, ft
- D = Jarak dari jendela dinding ke titik referensi, ft
- G = Area kaca, ft²
- R = Reflektan dinding, %

$$DF (at a reference point) = \frac{(S)(U)(G)}{(F)} \quad (2.5)$$

Dengan :

- DF = *Daylight factor*, %
- S = Faktor penghalang langit (*Unobstruction* = 1.0)
- U = Koefisien pemanfaatan (0.4 dari tipikal *horizontal sky* – cahaya dengan rata-rata interior reflektan)
- G = Area kaca, ft²
- F = Area lantai, ft²

Menurut Lechner (2009: 390) tipikal *daylight factor* pada tiap ruang berbeda-beda, nilai minimum *daylight factor* pada tiap tipe ruangan bervariasi, berikut ini standar *daylight factor* yang digunakan pada rumah tinggal dari beberapa sumber :

Tabel 2.1 *Typical Minimum Daylight Factor*

Type of space	<i>Daylight Factor</i> (%)
Art Studios, Galleries	4-6
Factories, laboratories	3-5
Offices, classrooms, gymnasiums, kitchens	2
Lobbies, lounges, living rooms, churches	1
Corridors, bedrooms	0.5

Sumber : Lechner, 2009: 391

Tabel 2.2 Standar *Daylight Factor* pada Rumah tinggal

Jenis Ruang	<i>Daylight Factor</i> minimum (%)
Dapur, Secara umum	1%
Dapur, pada meja kerja	1.5%
Ruang keluarga, secara umum	0.5%
Ruang keluarga, meja untuk menulis	1.5%
Ruang tidur, secara umum	0.25%
Ruang tidur, meja rias	1%
Sirkulasi	0.2%

Sumber : Baker, 2001

Tabel 2.3 Standar *Daylight Factor* pada Rumah tinggal

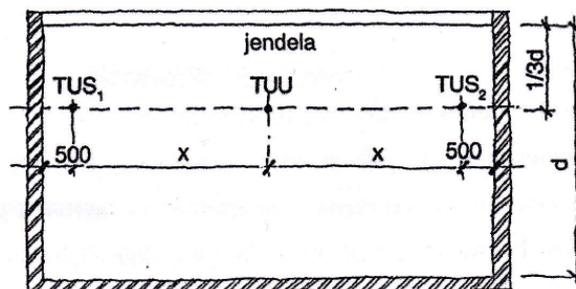
Tipe Ruang	DF Minimum	Luas ruangan minimum yang menerima cahaya dengan DF senilai tersebut
Ruang Keluarga	1%	8m ² , setengah dari kedalaman ruang
Ruang Tidur	0.5%	6m ² , setengah dari kedalaman ruang
Dapur dan <i>Pantry</i>	2%	5m ² , setengah dari kedalaman ruang

Sumber : Evans, 1981

Untuk mencapai kondisi pencahayaan yang baik, maka faktor langit (DF) harus memenuhi nilai minimum tertentu yang ditetapkan menurut fungsi dan ukuran ruangan. Menurut Frick, dkk (2008:16) terdapat dua jenis titik ukur yang digunakan dalam perhitungan daylight factor (DF), antara lain :

- Titik Ukur Utama (TUU) diambil pada tengah-tengah antara kedua dinding samping yang berada pada jarak 1/3 dari bidang cahaya efektif
- Titik Ukur Samping (TUS) diambil pada jarak 0.5 m dari dinding samping yang juga berada pada jarak 1/3 dari bidang lubang cahaya efektif

Kedua titik ukur diambil pada suatu budang datar yang letaknya pada ketinggian 0.75 m diatas lantai (bidang kerja)



Gambar 2.9 Penentuan Titik Ukur (Frick, 2008: 16)

2.16 Strategi Pemanfaatan Pencahayaan Alami

Strategi dasar pencahayaan alami berpengaruh dalam pemenuhan kebutuhan cahaya yang memadai pada ruangan didalam suatu bangunan. Menurut Lechner (2009: 394) pencahayaan alami tidak dapat ditambahkan kedalam ruangan seperti halnya pencahayaan buatan, melainkan menjadi satu bagian sejak pada tahap awal bangunan direncanakan. Terdapat beberapa strategi dasar dalam pencahayaan alami (Lechner, 2009: 394), antara lain:

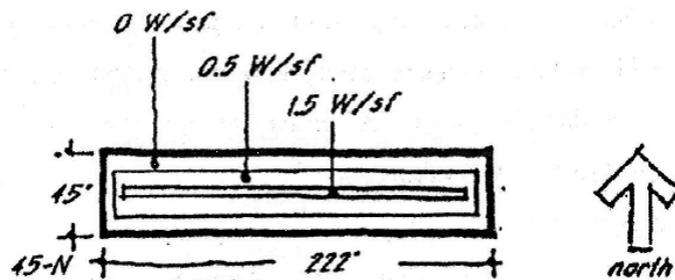
- Bentuk bangunan

Bentuk bangunan tidak hanya menentukan kemungkinan pembukaan vertical dan horizontal, tetapi juga seberapa banyak area yang dapat diakses cahaya alami dari pencahayaan samping. Secara umum, area pada kedalaman 4.5 meter dari keliling bangunan bertingkat dapat mengakses cahaya alami dari pencahayaan samping secara penuh (*full daylight*), area pada kedalaman 4.5meter hingga 9 meter dapat mengakses cahaya alami dari pencahayaan samping secara parsial. Perbandingan bentuk denah dengan area yang sama terhadap distribusi cahaya alami, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.11 :

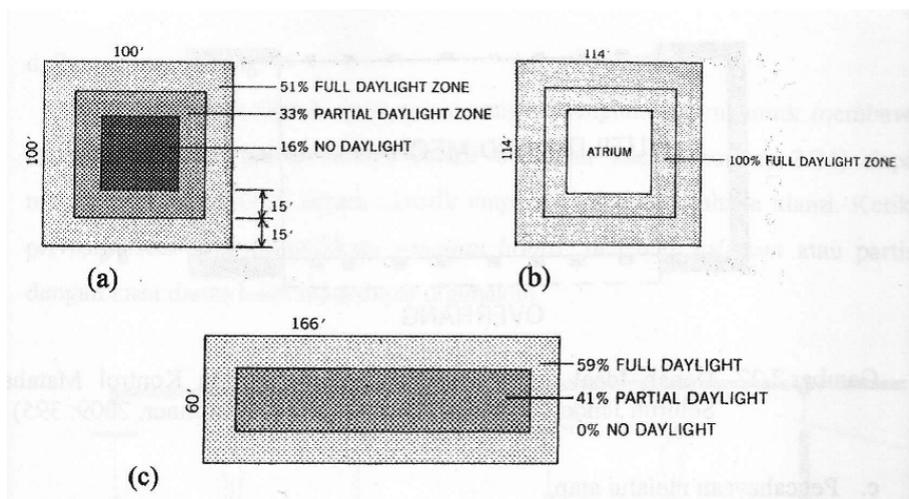
- Bentuk denah persegi tanpa atrium, 16 persen tidak mendapatkan cahaya alami, 33 persen mendapat sebagian cahaya alami dan 51 persen mendapat cahaya alami keseluruhan.
- Bentuk denah persegi dengan atrium memungkinkan keseluruhan area mendapatkan cahaya alami.
- Bentuk denah persegi panjang dapat mengeliminasi area core yang tidak mendapatkan cahaya alami, namun tetap memiliki area yang luas yang menerima cahaya alami secara parsial.

Salah satu strategi pencahayaan alami dalam kaitannya dengan bentukan dikemukakan oleh moore (1993: 306) bahwa denah bangunan berlantai banyak harus berbentuk memanjang dengan panjang maksimum menghadap Utara dan Selatan. Bangunan yang ramping akan memaksimalkan ruang dalam yang terpapar cahaya matahari (Moore, 1993: 306).

Selain itu, untuk meningkatkan akses terhadap pencahayaan alami, rasio permukaan terhadap volume bangunan juga harus ditingkatkan (Moore, 1993: 305). Namun dampak termal dari penerangan buatan dan peningkatan panjang linear dari pencahayaan samping tetap harus dipertimbangkan dengan penetapan strategi ini.



Gambar 2.10 Bentuk Denah Bangunan Memanjang dengan Panjang Maksimum Menghadap Utara dan Selatan (Moore, 1993: 306)



Gambar 2.11 (a) Bentuk Denah Persegi Tanpa Atrium, (b) Persegi dengan Atrium, (c) Persegi Panjang (Lechner, 2009: 396)

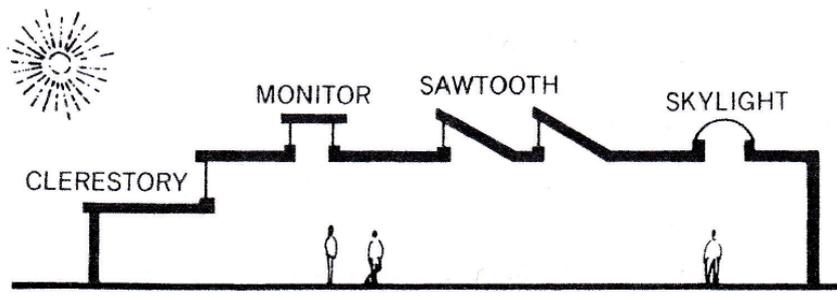
- Orientasi

Menurut Egan dan Olgyay (2002: 103) orientasi bangunan memfasilitasi pemanfaatan cahaya alami pada bangunan. Secara umum, arah Utara dan Selatan merupakan Orientasi yang paling diinginkan, sedangkan arah Timur dan Barat harus diminimalkan (Moore, 1993: 304). Hal tersebut sesuai dengan apa yang diungkapkan oleh Lechner (2009: 395) tentang denah lantai ideal berkaitan

dengan orientasi bangunan, yakni memanjang dengan seluruh jendela menghadap Utara-Selatan.

- Pencahayaan melalui atap

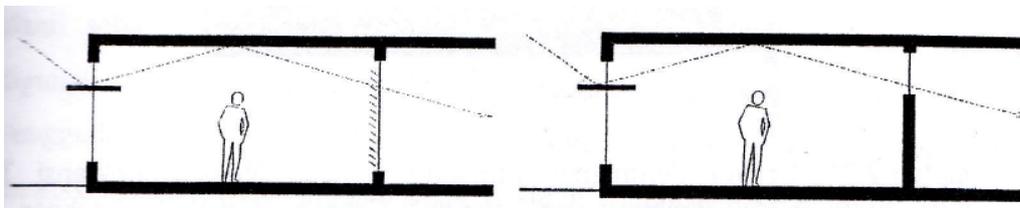
Pencahayaan melalui atap (cahaya langit/*sky light*) hanya dapat diaplikasikan pada lantai atas dari bangunan tingkat tinggi, kecuali *lightwells*. Ketika diaplikasikan, bukaan horizontal dengan cahaya langit memberikan keunggulan sekaligus kelemahan. Cahaya langit menciptakan iluminasi yang seragam pada area interior yang luas dibandingkan dengan *sidelighting*. Bukaan horizontal pada atap juga menerima lebih banyak cahaya daripada pembukaan vertikal, namun memiliki kelemahan, dimana pembukaan horizontal sulit untuk dibayangi. Oleh karena itu, bukaan vertikal pada atap, misalnya dengan jendela atas (*clerestories*), monitor atau *sawtooth* lebih sesuai untuk digunakan.



Gambar 2.12 Jenis Pencahayaan Atas (Lechner, 2009: 395)

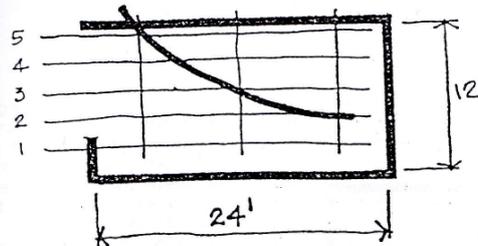
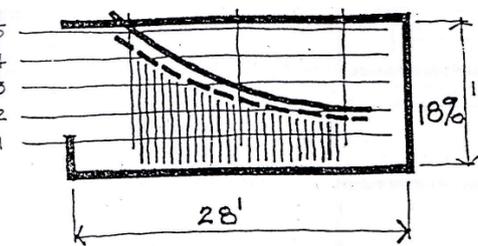
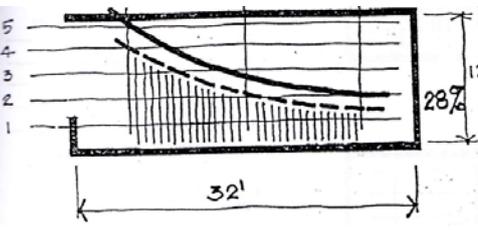
- Perencanaan ruang

Perencanaan denah open space sangat menguntungkan untuk membawa cahaya alami ke ruang dalam. Partisi berbahan kaca dapat mengakomodasi privasi visual juga dibutuhkan, *ventilasi blinds*, bahan *translucent* atau partisi dengan kaca diatas level mata dapat digunakan.



Gambar 2.13 Partisi dengan Kaca Secara Keseluruhan atau Parsial Dapat Membawa Cahaya Masuk Ke Dalam Ruang (Lechner, 2009: 395)

Kedalaman ruang memiliki efek langsung terhadap intensitas iluminasi cahaya alami dari *sidelighting*. Mengubah kedalaman ruang tanpa perubahan ukuran, lokasi jendela dan ketinggian plafond dapat mengubah intensitas cahaya. Ruang yang lebih dalam akan mendistribusikan cahaya yang masuk dengan kuantitas yang sama ke area yang lebih luas. Menurut Evans (1981) semakin dalam ruangan maka distribusi cahaya alami akan diterima semakin berkurang dan tidak merata. Semakin jauh dari bukaan, maka cahaya alami yang didapatkan akan semakin berkurang. Apabila kedalaman ruang bertambah dalam untuk ukuran tertentu, maka cahaya yang dapat terpenetrasi semakin berkurang dengan prosentase tertentu seperti pada Gambar 2.14.

Kedalaman Ruang	Keterangan
	Kondisi awal ruang dengan kedalaman 24 ft
	Penambahan kedalaman ruang menjadi 28ft dengan luas bukaan yang sama, menyebabkan nilai Df turun sebesar 18% dari kondisi ruang awal.
	Penambahan kedalaman ruang menjadi 32ft dengan luas bukaan yang sama, menyebabkan nilai Df turun sebesar 28% dari kondisi ruang awal.

Gambar 2.14 Kedalam Ruang Mempengaruhi Kondisi Pencahayaan Ruang (Evans,1981: 59)

- Warna

Menurut Lechner (2009: 397) pengaplikasian warna-warna terang pada dalam ruang dan luar ruang dapat merefleksikan lebih banyak cahaya kedalam bangunan dan lebih jauh ke dalam interior. Interior dengan warna terang tidak hanya merefleksikan cahaya lebih jauh kedalam bangunan, tetapi juga mendifuskannya untuk mengurangi bayang-bayang gelap, kesilauan dan rasio terang cahaya yang berlebih. Urutan elemen ruang yang paling mempengaruhi distribusi cahaya alami adalah plafond, dinding belakang, dinding samping, lantai dan beberapa elemen perabot. Plafond harus tetap memiliki faktor reflektansi yang paling tinggi. Lantai dan beberapa bagian perabot merupakan reflector dengan pengaruh yang lebih rendah, maka msih dapat diberi warna dengan faktor reflektansi rendah, misalnya dengan warna gelap.

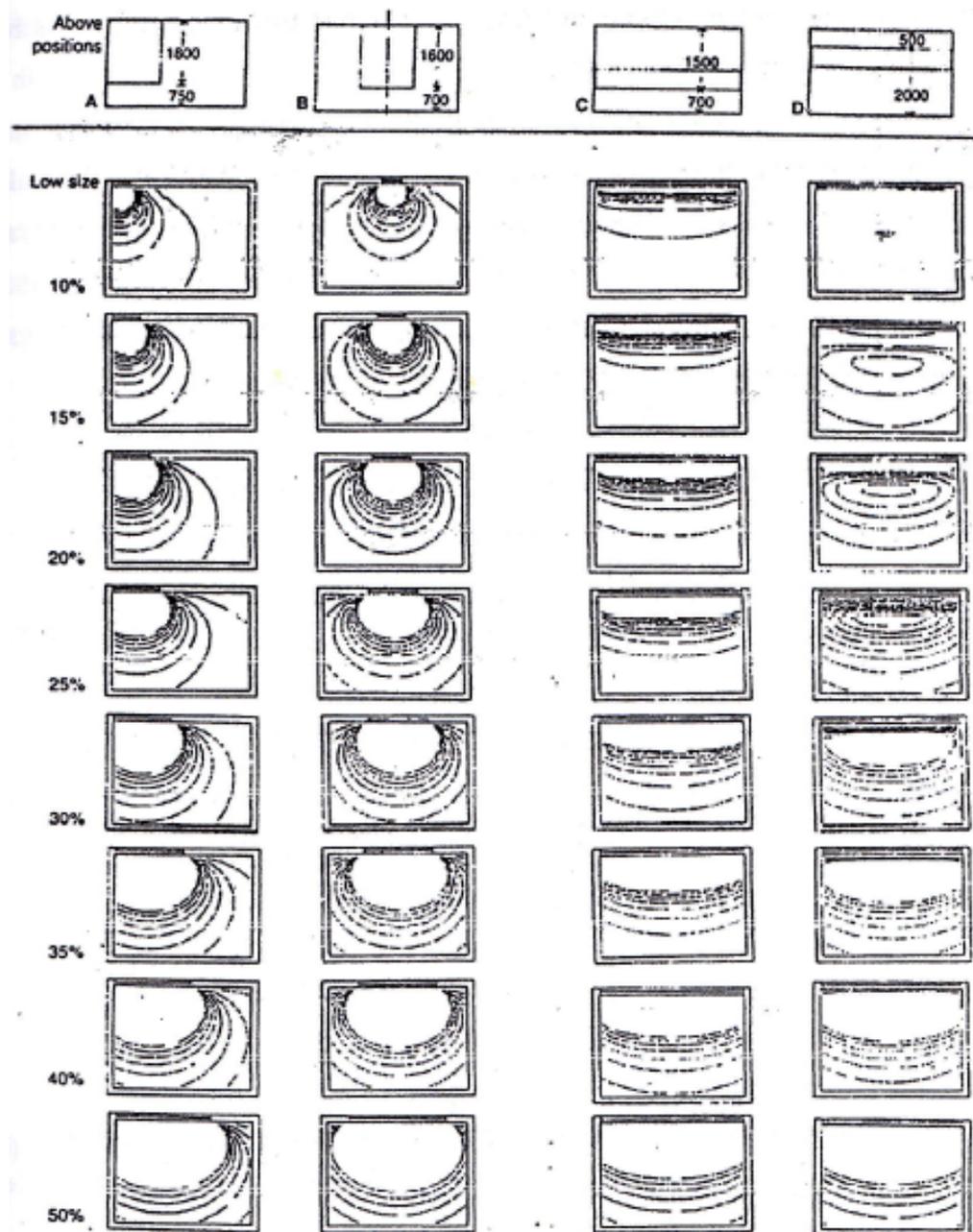
- Pembukaan (*sidelighting*)

Menurut Lechner (2009: 397) pembukaan untuk *view* dan pencahayaan alami sebaiknya dipisahkan. Jendela yang tinggi, *clerestories* atau *skylight* digunakan untuk pencahayaan alami, dan jendela rendah selevel mata untuk *view*. Penggunaan kaca harus bersih atau dipilih dari sebuah spectrum untuk memaksimalkan pengumpulan cahaya alami sedangkan kaca untuk *view* lebih fleksibel, ditinta atau reflektif untuk mengontrol beban panas atau kesilauan.

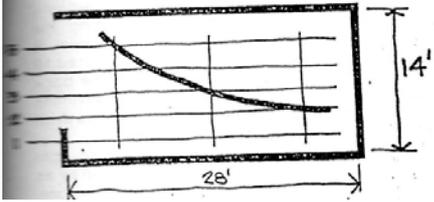
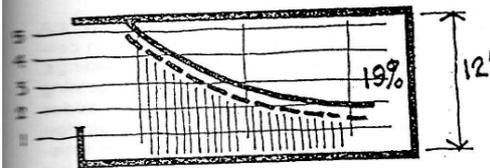
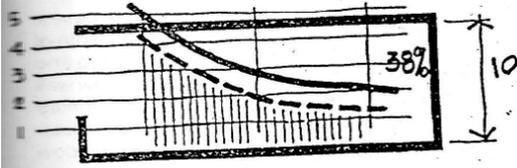
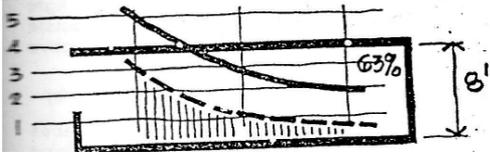
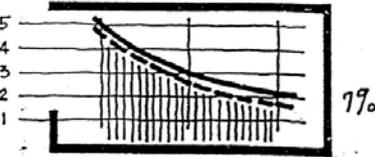
Menurut Szokolay (2004: 121) ketinggian jendela (*sidelighting*) menentukan kedalaman dari penetrasi cahaya alami, sedang lebar *dari side lighting* menentukan penyebaran kearah samping dari cahaya alami. Efek dari ukuran, bentuk dan posisi dari *sidelighting* terhadap cakupan distribusi cahaya dalam ruang ditunjukkan oleh Gambar 2.21, dimana setiap varian yang diteliti dengan ukuran 10-50% dari area dinding.

Sama halnya dengan teori yang dikemukakan oleh Evans (1981) bahwa semakin tinggi ukuran dari jendela dan semakin tinggi peletakan dari bukaan, maka semakin banyak cahaya alami yang dapat masuk kedalam ruangan. Ketinggian bukaan yang mendekati langit-langit memiliki potensi cahaya akan terefleksikan melalui plafon kedalam ruangan lebih optimal. Serta semakin lebar

bidang yang diberi bukaan, maka semakin banyak cahaya yang dapat masuk ke dalam ruang , semakin diperkecil bukaan pada sisi ruang maka iluminan yang diperoleh juga semakin berkurang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.15



Gambar 2.15 Cakupan Distribusi Cahaya Alami Berdasarkan Luas dan Ketinggian Bukaan(Szokolay, 2001: 121)

Pengaruh lebar dan ketinggian bukaan	Keterangan
	<p style="text-align: center;">PENGARUH TINGGI BUKAAN</p> <p>Kondisi ruang awal dengan lebar 28 ft dan ketinggian 14 ft</p>
	<p>Ketinggian ruang berkurang menjadi 12 ft dari kondisi awal, iluminan ruang berkurang 19%</p>
	<p>Ketinggian ruang berkurang menjadi 10 ft dari kondisi awal, iluminan ruang berkurang 25%</p>
	<p>Ketinggian ruang berkurang menjadi 8 ft dari kondisi awal, iluminan ruang berkurang 44%</p>
PENGARUH LUAS BUKAAN	
<p>36' ACROSS</p> 	<p>Kondisi ruang awal dengan lebar 24 ft dan ketinggian 12 ft, Lebar bukaan 36 ft</p>
<p>28' ACROSS</p> 	<p>Lebar bukaan dikurangi menjadi 28 ft dari kondisi awal, iluminan berkurang 7%</p>
<p>20' ACROSS</p> 	<p>Lebar bukaan dikurangi menjadi 20 ft dari kondisi awal, iluminan berkurang 25%</p>

Gambar 2.16 Pengaruh Lebar dan Tinggi Bukaan Terhadap Iluminan Ruang
(Evans,1981: 57, 60)

2.2 Bangunan Tradisional Rumah Betang

Rumah Betang adalah rumah adat khas Kalimantan yang terdapat di berbagai penjuru Kalimantan dan dihuni oleh masyarakat Dayak terutama di daerah hulu sungai yang biasanya menjadi pusat pemukiman suku Dayak. Rumah ini ditempati satu keluarga besar secara turun temurun sehingga memiliki dimensi yang besar dan panjang (Kebudayaan Indonesia, 2013). Ciri-ciri Rumah Betang yaitu bentuk panggung dan memanjang. Panjangnya bisa mencapai hingga 30-150 meter serta lebarnya dapat mencapai sekitar 10-30 meter, memiliki tiang yang tingginya sekitar 3-5 meter. Pada Umumnya Rumah Betang dihuni oleh 100-150 jiwa, Rumah Betang dapat dikatakan sebagai rumah suku, karena selain di dalamnya terdapat satu keluarga besar yang menjadi penghuninya dan dipimpin pula oleh seorang Pambakas Lewu. Bagian dalam Rumah Betang terbagi menjadi beberapa ruangan yang bisa dihuni oleh setiap keluarga.

2.2.1 Jenis Rumah Betang

Arsitektur yang berkembang pada masyarakat suku dayak yang pada umumnya memiliki kemiripan satu sama lain di antara sub-sub rumpun Dayak, umumnya berupa rumah panjang yang disebut dalam berbagai istilah seperti rumah panjai (Dayak Iban Sarawak), rumah radank (Dayak Kanayatn), huma betang (Dayak Ngaju), Rumah Balay (Dayak Meratus), Rumah Baloy (Dayak Tidung) (id.wikipedia.org, 2013). Rumah adat suku Dayak tersebar di beberapa provinsi di Kalimantan diantaranya Kalimantan Tengah dan Kalimantan Barat. Arsitektur pada rumah adat pada kedua provinsi tersebut secara keseluruhan memiliki banyak kesamaan dengan tipikal bentuk fisik bangunannya terdiri dari tiga bagian yaitu pondasi kayu, badan bangunan dan atap. Pembagian ruang pada rumah adat di Kalimantan tengah dan Kalimantan timur juga memiliki kesamaan, yang membedakan hanyalah luasan bangunan tergantung dari kondisi topografi dan banyaknya kepala keluarga didalam rumah tersebut. Pada rumah panjang daerah Kalimantan tengah memiliki beberapa jenis yang dibedakan berdasarkan ukuran, layout bangunan, jumlah penghuni dan fungsi dari rumah, antara lain :

- Huma Betang

Rumah Betang atau yang disebut dengan Rumah Betang merupakan bentukan bangunan asli masyarakat dayak di Kalimantan tengah. Menurut Pertisly (2010) merupakan tradisi bagi suku Dayak membangun rumah dilaksanakan bersama - sama secara bergotong royong oleh seluruh keluarga. Pada umumnya daerah pinggiran sungai merupakan lokasi yang digunakan untuk membangun rumah masyarakat dayak. Rumah yang dibangun berukuran besar dengan panjang mencapai tiga puluh hingga seratus lima puluh meter, lebarnya antara sepuluh hingga tigapuluh meter, bertiang tinggi antara tiga hingga empat meter dari tanah.

Bangunan Rumah Betang terdiri dari beberapa ruangan, yaitu *Batang Huma* yang merupakan bangunan utama sebagai tempat tidur para penghuninya; ruang (*los*) tempat tamu – tamu menginap; serta dapur yang seolah - olah terpisah dari bangunan utama. Dalam suatu rumah banyak terdapat dapur yang digunakan bersama – sama oleh keluarga – keluarga yang yang mendiami rumah tersebut. Diantara bangunan utama dan dapur terdapat *karayan*, yang menghubungkan kedua bagian tersebut. Ruang ini berfungsi sebagai tempat istirahat para penghuninya, juga tempat menyimpan hasil hutan.



Gambar 2.17 Huma Betang (Dokumentasi Pribadi)

- Huma Gantung

Menurut Pertisly (2010) yang membedakan Rumah Betang dengan rumah tinggi (*Huma Gantung*) yaitu badan bangunan yang dibuat diatas tiang – tiang tinggi, hingga mencapai empat meter atau lebih dari permukaan tanah. Luasan *huma gantung* tidak lebih besar dibandingkan dengan Rumah Betang,

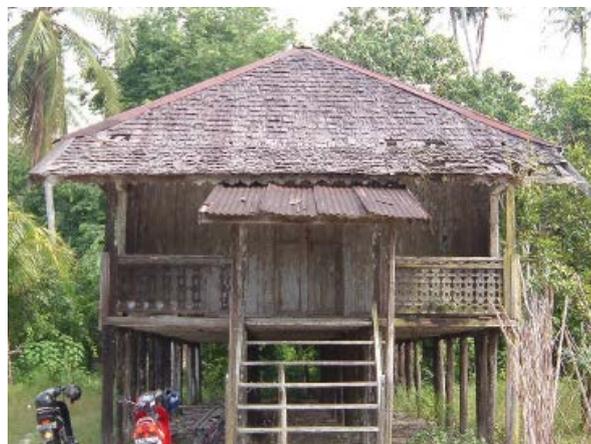
namun tiang - tiang rumahnya lebih tinggi. Pembagian ruangan rumah ini tidak berbeda dengan rumah biasa, terdiri dari bangunan utama (*betang huma*) dan dapur yang dibangun dengan jarak 5-6 meter dari rumah utama. Didalam bangunan utama dibuat kamar – kamar tidur yang saling berhadapan dan dipisahkan oleh sebuah ruangan (*los*) yang berfungsi sebagai tempat untuk tamu menginap serta menyimpan harta benda keluarga penghuni rumah.



Gambar 2.18 Huma Gantung (Amiany, 2011: 19)

- Karak Betang

Karak Betang merupakan salah satu jenis Rumah Betang namun dengan luasan bangunan yang lebih kecil. Arti kata karak sama dengan bongkar, sehingga karak betang adalah rumah betang yang dibongkar. Karak Betang dihuni oleh satu kepala keluarga saja. Pembagian ruang pada karak betang sama seperti rumah pada umumnya, fungsi ruang los mulai hilang karena pada rumah ini tidak dihuni oleh banyak kepala keluarga.



Gambar 2.19 Karak Betang (Nugraha, 2010: 20)

- Rumah lanting

Lanting yaitu rumah yang dibuat mengapung di sungai sebagai rumah tinggal dan tempat berdagang, kebiasaan membuat rumah diatas sungai dilakukan di Kalimantan Tengah. Rumah lanting biasanya dibuat dari material kayu dan ukurannya lebih kecil dari karak betang agar memudahkan bangunan mengapung pada permukaan sungai.



Gambar 2.20 Rumah Lanting (Dokumentasi Pribadi)

2.2.2 Bentuk Bangunan pada Rumah Betang

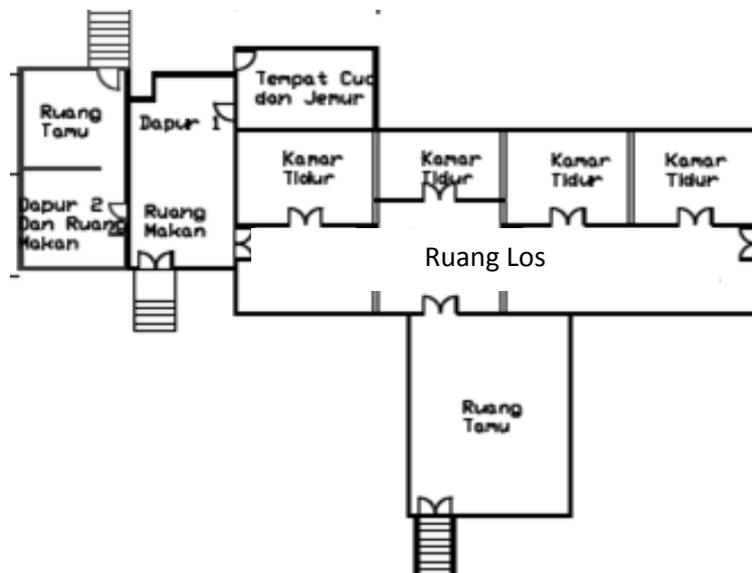
Menurut Asteria (2008: 137) dalam setiap aspek kehidupan suku Dayak selalu didasari oleh kepercayaan terhadap penguasa tertinggi yang menempati dua alam yaitu alam atas serta alam bawah dan manusia berada diantara kedua alam tersebut. Pandangan terhadap kepercayaan tersebut mempengaruhi dalam pembagian bangunan rumah tradisional suku Dayak, secara umum bangunan dibagi menjadi tiga yaitu kepala, badan, dan kaki. Atap dianalogikan sebagai kepala, dinding sebagai badan dan pondasi atau kolom struktur sebagai kaki.

Prinsip tersebut berlaku juga pada bangunan tradisional Rumah Betang yang berbentuk rumah panggung dengan bilik – bilik didalamnya. Panjang bangunan Rumah Betang dapat melebihi 200m (Gunawan, 2003: 32). Pada mulanya nenek moyang penghuni Rumah Betang mengambil bentuk rumah didasarkan pada kepercayaan mereka, namun saat ini pengambilan bentuk arsitektural pada Rumah Betang juga memperhatikan aspek lingkungan disekitarnya sehingga Rumah Betang dapat beradaptasi dengan iklim tropis.

Suku Dayak menganut sistem keluarga besar dan kekerabatan yang kuat sehingga membutuhkan ruang untuk keluarga berkumpul. Hal tersebut menyebabkan bangunan Rumah Betang berukuran besar dan berbentuk memanjang. Menurut Asteria (2008: 197) luasan didalam bangunan disesuaikan agar dapat memenuhi kebutuhan akan ruang dan kenyamanan penghuni. Dalam penentuan luas dan banyaknya ruang yang dibutuhkan, didasarkan pada jumlah anggota dan susunan keluarga yang berada dalam Rumah Betang. Menurut Gunawan (2003: 32) didalam Rumah Betang dibagi bilik-bilik persegi panjang yang dihuni oleh tiap kepala keluarga. Ukuran bilik tersebut sekitar Sembilan meter lebar dan kedalaman 6 - 9 meter, bilik ini saling bersebelahan yang dihubungkan dengan ruang tengah (Los) (Gunawan, 2003: 32).

2.2.3 Pembagian Ruang pada Rumah Betang

Pada bagian dalam bangunan Rumah Betang kebutuhan akan ruang dibagi berdasarkan fungsinya. Pembagian ruang sangat sederhana terlihat dari denah pada Gambar 2.21, dimana ruangan dibagi menjadi tiga bagian yaitu *batang huma* yang terdiri dari ruang los dan ruang tidur, dapur dan *karayan*.



Gambar 2.21 Denah Pembagian Ruang pada Rumah Betang (Dokumen pribadi)

Menurut Asteria (2008: 193) dalam Rumah Betang berdasarkan kepercayaan suku Dayak ada ketentuan dalam peletakan ruang seperti berikut:

- Ruang los

Ruang los berupa ruangan yang menerus sepanjang rumah. Ruang los harus berada ditengah bangunan karena merupakan pusat aktivitas di dalam bangunan dimana tempat orang berkumpul melakukan berbagai macam kegiatan baik itu kegiatan sehari-hari, keagamaan, sosial masyarakat dan lain-lain.

- Ruang Tidur

Ruang tidur bersifat privat karena diperuntukkan bagi anggota keluarga inti yang disebut bilik. Bilik berfungsi sebagai tempat istirahat dan menyimpan barang-barang tiap keluarga. Setiap keluarga bertanggung jawab dengan bilik mereka masing-masing. Setiap bilik dibatasi oleh sekat-sekat bahkan biasanya hanya di sekat selembur kain atau papan dan ukuran setiap bilik sama besar dengan luasan sekitar 5 x 7 meter. Ruang tidur harus disusun berjajar sepanjang bangunan Rumah Betang. Peletakan ruang tidur anak dan orang tua ada ketentuan tertentu dimana ruang tidur orang tua harus berada paling ujung dari aliran sungai dan ruang tidur anak bungsu harus berada pada paling ujung hilir aliran sungai.

- Dapur

Dapur berada pada bagian belakang rumah sebagai tempat memasak. Dapur diposisikan sebelah kanan atau kiri dari badan rumah. Dapur menghadap kealiran sungai sesuai dengan mitos kepercayaan suku dayak. Pada bagian dapur dibuat dengan bilik kayu sebagai penyekat, kerapatan bilik kayu tersebut tergolong renggang sehingga dapat terjadi pergantian udara.

Pada mulanya peletakan dan pembagian ruang berdasarkan kepercayaan dari masyarakat yang menghuni Rumah Betang. Sekarang ini dalam peletakkan ruang Rumah Betang tidak semuanya berdasarkan kepercayaan, melainkan berdasarkan kebutuhan penghuninya pula. Susunan sebuah ruang dikatakan sesuai kalau tata ruang itu selaras dengan pribadi penghuni didalamnya.

2.2.4 Aktivitas dalam Rumah Betang

Selain berfungsi sebagai tempat tinggal, didalam Rumah Betang juga berfungsi sebagai tempat melakukan berbagai macam kegiatan tradisional dari masyarakat dayak. Jenis aktivitas pada Rumah Betang dulu dan sekarang tidak jauh berbeda, yang membedakan adalah kapasitas kegiatan di dalam dan diluar

ruangan pada saat siang hari. Kegiatan pada Rumah Betang dulu banyak dilakukan diluar rumah untuk bercocok tanam, namun seiring dengan berkembangnya jaman aktivitas di Rumah Betang pada siang hari juga mulai banyak dilakukan. Aktivitas dirumah pada siang hari dilakukan pada ruang los, aktivitas yang dilakukan meliputi aktivitas secara bersama maupun individual. Menurut jenisnya, aktivitas yang banyak dilakukan pada ruang los di bagi menjadi tiga, yaitu:

- Aktivitas Keagamaan

Rumah Betang merupakan tempat berkumpulnya masyarakat dalam berbagai aktivitas, diantaranya aktivitas keagamaan. Kegiatan seperti upacara adat biasa dilakukan bersama diantaranya seperti upacara *naik dago* sebagai ucapan syukur atas panen yang melimpah dan upacara perobatan atau *balengang* sebagai upaya penyembuhan penyakit. Upacara ini dilaksanakan pada bagian ruang los karena ruangnya yang cukup panjang dan besar sehingga memungkinkan menampung banyak keluarga yang menghadiri upacara tersebut.

- Aktivitas Kesenian

Rumah Betang selain tempat kediaman juga merupakan pusat segala kegiatan tradisional warga masyarakat. Apabila diamati secara lebih seksama, kegiatan di Rumah Betang menyerupai proses pendidikan tradisional yang bersifat non formal. Dalam masyarakat Dayak terdapat pembagian tugas atau perbedaan dalam mengerjakan seni tradisional. Kaum pria terampil dalam *ngamboh* (pandai besi), menganyam, dan mengukir, sedangkan wanita lebih terampil dalam menenun dan menganyam yang halus (Kebudayaan Indonesia, 2013). Aktivitas kesenian pada umumnya dilakukan disiang hari karena membutuhkan pencahayaan yang optimal, terutama untuk mendukung pekerjaan dengan detail yang tinggi.

- Aktivitas Sosial

Rumah Betang menjadi tempat dan sekaligus menjadi sarana yang efektif bagi masyarakat Dayak untuk membina keakraban satu sama lain. Aktifitas sosial yang sering dilakukan diantaranya berkumpul berbincang-bincang bersama di ruang los untuk saling bertukar pikiran mengenai berbagai pengalaman,

pengetahuan dan keterampilan satu sama lain. Demikianlah pengalaman, pengetahuan dan keterampilan diwariskan secara lisan kepada generasi penerus. Dalam kehidupan bersosial di Rumah Betang, setiap warga selalu dengan sukarela dan terbuka terhadap warga lainnya dalam memberikan petunjuk dan bimbingan dalam mengerjakan sesuatu. Kesempatan seperti itu juga terbuka bagi kelompok dari luar Rumah Betang (Kebudayaan Indonesia, 2013). Selain itu aktivitas mengolah pangan juga dilakukan pada siang hari, para penghuni wanita bersama-sama melakukan kegiatan meumbuk pada secara tradisional di ruang los.

2.2.5 Pola Aktivitas Berdasarkan Pembagian Ruang pada Rumah Betang

Jenis aktivitas pada Rumah Betang dulu dan sekarang tidak jauh berbeda, yang membedakan adalah kapasitas kegiatan di dalam dan diluar ruangan pada saat siang hari. Kegiatan pada Rumah Betang dulu banyak dilakukan diluar rumah untuk bercocok tanam dan menyadap pohon karet, namun seiring dengan berkembangnya jaman aktivitas di Rumah Betang pada pagi hingga sore hari juga mulai banyak dilakukan. Aktivitas yang dilakukan di Rumah Betang meliputi aktivitas secara bersama maupun individual. Menurut jenisnya, aktivitas yang banyak dilakukan pada hunian dapat di bagi berdasarkan fungsi dan intensitas penghuni pada ruangan, antara lain :

- Ruang Tamu

Ruang tamu merupakan ruang paling depan pada Rumah Betang. Aktivitas yang dilakukan pada area ini antara lain menerima tamu, berkumpul dengan masyarakat, kegiatan administrasi, dan aktivitas dengan masyarakat yang bersifat formal. Pada hari-hari biasa ruangan ini jarang digunakan oleh penghuni. Intensitas penghuni pada ruangan ini sekitar empat jam pada pukul dua siang hingga lima sore. Sedangkan pada akhir pekan intensitasnya lebih meningkat yaitu sekitar enam jam mulai dari pukul dua siang hingga delapan malam.

- Ruang Tidur

Ruang tidur merupakan area privat dimana penghuni banyak melakukan aktivitas didalamnya. Pada umumnya aktivitas yang dilakukan pada ruangan ini adalah aktivitas ringan seperti tidur, beristirahat, berbenah, membaca, berdandan, dll. Intensitas aktivitas pada ruang tidur berbeda pada hari biasa dan akhir pekan.

Pada hari biasa penghuni menghabiskan waktu hingga sebelas jam pada ruangan dengan rentan waktu pukul dua siang hingga tiga siang dan pukul delapan malam hingga empat pagi. Pada akhir pekan penghuni memiliki kecenderungan jarang berada didalam ruang tidur, penghuni menghabiskan waktu selama sembilan jam untuk beristirahan dari pukul delapan malam hingga empat pagi. Hal tersebut dikarenakan pada akhir pekan penghuni melakukan aktivitas keagamaan yang di kebanyakan dilakukan diluar rumah.

- Ruang Keluarga

Ruang keluarga merupakan ruangan yang paling banyak dilakukan aktivitas oleh penghuni dari pada ruang-ruang lainnya pada hunian.. Umumnya jenis aktivitas yang dilakukan bersifat ringan hingga sedang seperti tidur, makan, bersantai, berkumpul bersama keluarga, menonton tv, belajar, menyetrika baju, dan berbincang-bincang. Pada area ini aktivitasnya lebih privat khusus keluarga penghuni saja, sedangkan untuk tamu diutamakan dilakukan pada ruang tamu saja. Intensitas kegiatan yang dilakukan pada area ini cukup banyak. Terjadi perbedaan jam aktivitas yang signifikan pada pada hari biasa dan akhir pekan. Pada hari biasa penghuni menghabiskan sekitar sepuluh jam per harinya pada ruangan ini, sekitar pukul lima sampai enam pagi dan pukul satu siang hingga delapan malam. Sedangkan pada akhir pekan hampir sepanjang hari penghuni berada pada ruangan ini, mulai dari pukul lima pagi hingga delapan malam.

- Dapur

Intensitas kegiatan pada dapur sekitar enam jam setiap harinya, baik hari biasa atau akhir pekan dengan jenis aktivitas mulai dari ringan hingga aktivitas sedang. Aktivitas didapur berlangsung pada pagi hari sekitar pukul empat sampai enam dan sore hari sekitar pukul tiga hingga lima. Fungsi dapur pada umumnya yaitu sebagai tempat menyiapkan makanan dan memasak. Penghuni Rumah Betang umumnya makan bersama keluarga didapur. Selain ruang tamu dan ruang keluarga, dapur juga sebagai tempat berinteraksi sosial dengan masyarakat sekitar yang sifatnya lebih santai dan tidak formal. Aktivitas yang dilakukan biasanya berbincang atau melakukan pekerjaan rumah ringan bersama tetangga di sekitar hunian.

2.2.6 Metode Pencahayaan Alami pada Rumah Betang

Berkaitan dengan iklim tropis lembab yang memiliki karakteristik pencahayaan alami yang melimpah, pemenuhan kebutuhan pencahayaan Rumah Betang pada pagi hingga sore hari didominasi oleh pencahayaan alami yang masuk melalui bukaan pada fasad bangunan. Menurut Asteria (2008: 147) baik bangunan Rumah Betang sekarang atau dahulu lebih mengandalkan cahaya matahari sebagai sumber penyinaran pada siang hari. Cahaya alami dapat mendukung kegiatan-kegiatan pada Rumah Betang terutama untuk kegiatan yang membutuhkan detail yang tinggi. Berdasarkan sumber cahaya yang masuk kedalam bangunan, metode pencahayaan alami yang digunakan pada Rumah Betang dibagi menjadi *toplighting* dan *sidelighting*.

- *Toplighting*

Toplighting merupakan konsep pencahayaan dengan memasukkan cahaya alami melalui bukaan yang ditempatkan diatas garis plafon. Menurut Lam (1986: 138) Penggunaan *toplighting* memiliki keuntungan yang cukup besar yaitu cahaya yang terdistribusikan dan keseragaman dari iluminasi dalam bangunan lebih merata. Selain itu bebas menempatkan sumber cahaya alami dimanapun iluminasi yang diinginkan dengan pola apapun yang ditentukan oleh program kegiatan dalam ruangan. Metode pencahayaan alami dengan *toplighting* pada Rumah Betang diaplikasikan melalui *rumbak tahansengan*. Ditinjau dari bentuk dan posisinya, penggunaan *rumbak tahansengan* hampir sama dengan salah satu jenis *toplighting* yaitu *clerestories* atau yang biasa disebut dengan *low-angle light*. *Clerestories* berupa jendela namun diletakkan pada area yang paling tinggi pada dinding mendekati atap bangunan (Boubekri, 2008: 113)

- *Sidelighting*

Sidelighting merupakan upaya memasukkan cahaya alami kedalam ruangan melalui bukaan pada sisi bangunan. *Sidelighting* memberikan pencahayaan dengan arah yang kuat pada area yang dekat dengan sumber cahaya dan kemudian level pencahayaan menurun sebagaimana jarak dari sumber cahaya bertambah. *Sidelighting* memiliki kekurangan diantaranya menimbulkan kontras yang cukup tinggi pada area dekat bukaan dan tingkat uniformity dalam ruangan cenderung tidak merata (Lechner, 2009: 393). Pada bangunan Rumah Betang

sidelighting diposisikan dengan memperhatikan orientasi bangunan dan arah datangnya cahaya matahari. Pengaplikasian *sidelighting* pada Rumah Betang menggunakan jendela tanpa kaca dengan yang bukaan yang cukup besar

2.2.7 Jenis Bukaan pada Rumah Betang

Bangunan Rumah Betang mengandalkan cahaya matahari sebagai sumber pencahayaan (Asteria, 2008: 147). Sistem pencahayaannya menggunakan bukaan sebagai sumber masuknya cahaya alami kedalam ruangan. Cahaya alami masuk kedalam bangunan dengan dua cara yaitu melalui bagian atas bangunan (*toplighting*) dan melalui bagian sisi samping bangunan (*sidelighting*). Pada bangunan Rumah Betang terdapat beberapa bukaan sebagai sumber masuknya cahaya alami yaitu jendela samping, pintu roster dan *rumbak tahansengan*. Bukaan tersebut memiliki fungsi yang hampir sama sebagai sistem pasif pencahayaan dan penghawaan namun berbeda dalam penyebaran cahaya, dimensi, peletakan, bentuk dan jarak terhadap bidang kerja.

2.3 Jendela Samping

2.3.1 Peran Jendela Samping pada Bangunan Rumah Betang

Jendela merupakan sumber utama pencahayaan alami pada Rumah Betang. Menurut Asteria (2008: 145) jendela pada Rumah Betang berupa bukaan berbentuk persegi panjang dan memiliki tiga fungsi utama yaitu sebagai perlindungan dari bahaya, penghawaan dan pencahayaan alami pada bangunan. Fungsi perlindungan yaitu untuk melindungi penghuni dari serangan atau bahaya diluar hunian, fungsi penghawaan alami adalah jendela berperan sebagai bukaan agar udara segar dapat masuk dan menjaga kelembaban dalam ruangan, sedangkan fungsinya dalam pencahayaan alami adalah jendela samping berperan untuk memasukkan cahaya alami dari sisi samping bangunan.

Penggunaan jendela samping sebagai sistem pencahayaan pasif dalam bangunan turut mengurangi penggunaan energi listrik untuk pemenuhan kebutuhan pencahayaan. Cahaya alami dapat terdistribusikan kedalam ruangan hamper sepanjang hari mulai dari pagi hingga sore. Hampir seluruh area pada

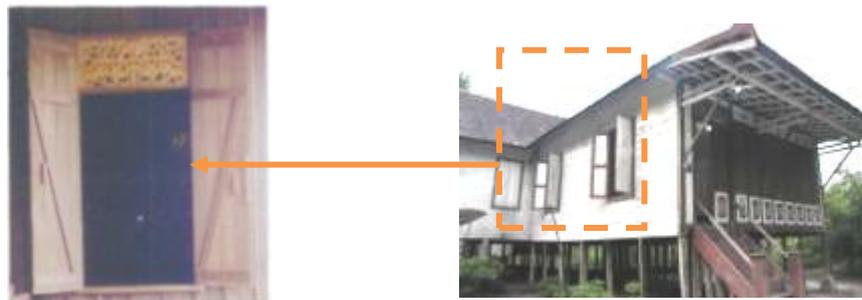
Rumah Betang mendapatkan penyinaran melalui jendela samping, tergantung pada letak bukaan dan luas jangkauan penyinaran terhadap rasio ruangan.

2.3.2 Bentuk, Posisi dan Orientasi Jendela Samping pada Bangunan Rumah Betang

- Bentuk

Bentuk dari jendela pada fasad bangunan Rumah Betang dipengaruhi oleh material yang digunakan untuk membuat jendela (Asteria, 2008: 145). Bentuk jendela berupa persegi panjang dengan kusen jendela yang terbuat dari kayu solid. Pada umumnya material yang digunakan adalah kayu dan kulit kayu sehingga bentuk dari jendela cenderung sederhana dengan permukaan daun jendela polos. Mengingat salah satu fungsinya sebagai pelindung, maka jendela bersifat tertutup tanpa ada kaca atau material transparan lainnya yang terpasang pada daun jendela yang menyebabkan cahaya alami tidak dapat menembus ke dalam ruangan ketika daun jendela dalam kondisi tertutup.

Dengan berkembangnya jaman modern, keberadaan jendela nyatanya tidak hanya sekedar sebuah bukaan untuk masuknya cahaya dan udara saja tetapi sekarang mulai diberi list lubang ventilasi pada bagian atas jendela dengan bentuk ukiran yang beragam dan dipilih bahan yang baik yang menunjukkan strata sosial yang terpandang dalam masyarakat (Asteria, 2008: 145).



Gambar 2.22 Bentuk Fisik Jendela Samping (Asteria, 2008: 145)

- Dimensi

Dimensi jendela pada Rumah Betang cukup besar dari jendela pada karak betang. Dimensi jendela Rumah Betang sekitar ± 185 cm x 90 cm sedangkan dimensi jendela pada Rumah Betang sekarang lebih kecil yaitu 90 cm x 60 cm bahkan lebih. Menurut pernyataan Surowiyono (1982: 19) yang dikutip oleh

Asteria (2008: 145) terdapat perbedaan dalam mengukur besaran bukaan dan tinggi jendela dari lantai antara Rumah Betang dulu dan sekarang. Ditemukan perbedaan dalam cara pengukuran dan standar yang digunakan sehingga mempengaruhi besaran bukaan jendela.

Pada Rumah Betang dulu mengukur lebar jendela dengan menggunakan ukuran tubuh manusia terutama tubuh wanita. Penentuan dimensi jendela diukur dengan cara menggunakan kedua siku maka didapatkan lebar jendela sedangkan tinggi jendela dari lantai setinggi dagu wanita apabila berdiri. Sedangkan dimensi bukaan dan tinggi jendela dari lantai pada Rumah Betang sekarang, ditentukan dari minimal luas lubang atau bukaan jendela tanpa rintangan adalah sepersepuluh dari luas lantai ruangan dan sepersepuluh bagian dapat terbuka dengan bentuk jendela meluas ke arah atas sampai sekurang-kurangnya 1,92 m dari lantai. Karena tidak ada standar ukuran pada Rumah Betang tradisional maka sebagai alat ukur adalah tubuh manusia dan saat ini digunakan standar ukur sehingga ukuran yang didapat lebih akurat.

- Posisi

Menurut pernyataan Surowiyono (1982: 19) yang dikutip oleh Asteria (2008: 145), penempatan jendela pada Rumah Betang dulu hanya berada pada sisi samping fasad pada bagian panjang dari bangunan dan jendela ada hanya pada bilik-bilik saja dimana setiap bilik hanya mempunyai satu jendela. Dengan berkembangnya jaman modern, posisi jendela memperhatikan pula aktivitas yang dilakukan dalam ruangan, sehingga setiap ruangan pada Rumah Betang modern harus memiliki jendela sebagai bukaan cahaya alami dan ventilasi udara. Meskipun peletakan posisi jendela berada pada samping fasad, cakupan area yang tersinari cahaya alami dapat menyeluruh karena jumlah jendela yang cukup banyak.

- Orientasi

Bangunan Rumah Betang umumnya menghadap hulu sungai dan harus searah dengan matahari terbit (Kebudayaan Indonesia, 2013). Berdasarkan posisi jendela samping yang berada pada bagian depan dan belakang bangunan, maka orientasi dari jendela mengikuti arah bangunan dan kemana bagian panjang bangunan (depan dan belakang) menghadap. Apabila posisi kiri dan kanan

bangunan memanjang sesuai dengan orientasi matahari dari barat ke timur, maka posisi depan dan belakang bangunan akan menghadap arah utara dan selatan. Hal tersebut menguntungkan dalam perolehan cahaya alami karena cahaya yang masuk kedalam ruangan dalam kuantitas yang cukup tanpa membawa radiasi panas matahari yang berlebih.

2.3.3 Konsep Pencahayaan Melalui Jendela Samping pada Bangunan Rumah Betang

Konsep pencahayaan melalui jendela samping bersumber pada cahaya alami yang masuk melalui samping bangunan kemudian diteruskan kedalam ruangan baik secara langsung dari pendaran cahaya matahari maupun pantulan objek disekitar bangunan. Letak jendela yang berada pada dua bagian sisi memanjang pada bangunan memungkinkan kebutuhan pencahayaan alami dapat terpenuhi sepanjang hari. Pendistribusian cahaya alami melalui jendela dapat berlangsung tanpa tergantung pada sudut pergerakan matahari. Area yang dapat tersinari cahaya alami luas dan kuantitas cahaya yang masuk kedalam ruangan cukup banyak mengingat dimensi jendela yang besar. Penyebaran cahaya melalui jendela bersifat menerus tanpa adanya pemantulan balik ataupun penghalang yang dapat mengurangi intensitas cahaya yang masuk kedalam ruangan. Fenomena pencahayaan alami yang umum didapatkan apabila menggunakan jendela samping sebagai bukaan yaitu sering terjadi kontras kecerlangan yang berlebih di sekitar area jendela. Perbedaan kontras ini akan tidak terlalu mengganggu kenyamanan visual tergantung dari banyaknya jendela yang dibuka dan keseragaman penyebaran iluminan dalam ruangan.

2.4 Pintu

2.4.1 Peran Pintu pada Bangunan Rumah Betang

Bagi masyarakat suku Dayak, pintu merupakan hal penting pada rumah karena menghubungkan area luar dan dalam ruangan yang ditafsirkan sebagai dunia luar dan dunia dalam. Menurut Asteria (2008, 13) penempatan pintu masuk pada tradisi adat dayak dahulu yaitu pintu ditempatkan di tengah-tengah bangunan rumah sehingga seakan-akan menjadi garis yang membagi rumah sama rata,

dengan kata lain terlihat pola simetri pada bangunan. Pintu harus berada di bagian sisi panjang bangunan rumah, dan selalu berada di depan ruang los. Seiring dengan perkembangan jaman, saat ini penempatan pintu juga mempertimbangkan pada kemudahan dalam mencapai ruang.

2.4.2 Bentuk, Posisi dan Orientasi Pintu pada Bangunan Rumah Betang

- Bentuk

Bentuk pintu Rumah Betang sangat sederhana, berbentuk polos baik itu pada pintu masuk dan pintu ruangan. Untuk membuka serta menutup pintu masuk digunakan tangan kiri dengan maksud bila ada tamu dengan maksud baik, maka tangan kanan digunakan untuk mempersilahkan tamu masuk. Sebaliknya jika tamu bermaksud jahat dan langsung menyerang maka tangan kanan dapat digunakan untuk menangkis serangan (Depdikbud, 1997/ 1998:61). Walaupun berbentuk sederhana karena yang lebih diutamakan adalah fungsi pintu sehingga nilai estetis tidak menjadi pertimbangan utama, namun dengan perkembangan jaman, saat ini pintu yang semula hanya berfungsi sebagai unsur pengamanan sekarang diberi ornamen, menggunakan bahan yang lebih untuk memperlihatkan strata sosial dalam masyarakat.



Gambar 2.23 Bentuk Fisik Pintu (Dokumen Pribadi)

- Dimensi

Dimensi Pintu pada Rumah Betang sekitar ± 210 cm x 100 cm. Pada Rumah Betang dulu mengukur lebar pintu sama halnya dengan mengukur lebar jendela, yaitu dengan menggunakan ukuran tubuh manusia. Ukuran ini ditentukan dengan cara wanita duduk bersandar dan kaki diselonjorkan maka didapatkan

bukaan pintu. Sedangkan menentukan tinggi pintu wanita berdiri dan sebelah tangannya menggapai ke atas maka didapat tinggi pintu, sehingga tidak ada ukuran baku yang menjadi standar bukaan pintu Rumah Betang dulu. Sedangkan pada Betang sekarang ukuran setiap pintu hampir sama karena pintu berfungsi sebagai jalan keluar dan masuk ke dalam ruangan maka pintu direncanakan dengan ukuran yang sesuai dengan fungsi ruang, dengan ukuran standar (Surowiyono, 1982:19). Walaupun ada kesamaan dimana semuanya bertitik tolak dari ukuran tubuh manusia namun yang berbeda adalah cara dan makna pengukuran yang digunakan. Pintu bagi suku Dayak adalah salah satu bagian penting dari rumah, dimana tempat mengawali dan mengakhiri suatu pekerjaan sehingga dalam menentukan ukurannya selalu dikaitkan dengan kepercayaan mereka, maka dipilih tubuh wanita sebagai tolak ukur karena wanita dianggap sebagai lambang kesejahteraan, kedamaian, hingga diharapkan kehidupan penghuni pun demikian.

- Posisi

Posisi pintu pada bangunan Rumah Betang dibuat tinggi mengikuti tinggi tiang pondasi kayu penyangga rumah. Terdapat dua peletakan pintu yang menghubungkan area dalam dan area luar yaitu pintu masuk utama dan pintu dapur. penempatan pintu masuk pada tradisi adat dayak dahulu yaitu pintu ditempatkan di tengah-tengah bangunan rumah sehingga seakan-akan menjadi garis yang membagi rumah sama rata, dengan kata lain terlihat pola simetri pada bangunan. Pintu harus berada di bagian sisi panjang bangunan rumah, dan pintu selalu berada di depan ruang los.



Gambar 2.24 Posisi Pintu Depan dan Pintu Dapur (Dokumen Pribadi)

- **Orientasi**

Orientasi pintu pada Rumah Betang pada umumnya menghadap arah sungai sebagai sumber penghidupan masyarakat Dayak. Berdasarkan posisi pintu yang berada pada bagian depan, maka orientasi dari pintu mengikuti arah bangunan dan kemana bagian panjang bangunan (depan dan belakang) menghadap. Apabila posisi kiri dan kanan bangunan memanjang sesuai dengan orientasi matahari dari barat ke timur, maka posisi depan dan belakang bangunan akan menghadap arah utara dan selatan. Hal tersebut menguntungkan dalam perolehan cahaya alami karena cahaya yang masuk kedalam ruangan dalam kuantitas yang tidak berlebihan dan menghindari terjadinya silau berlebih.

2.4.3 Konsep Pencahayaan Melalui Pintu pada Bangunan Rumah Betang

Konsep pencahayaan melalui pintu bersumber pada cahaya alami yang masuk melalui pintu kemudian diteruskan kedalam ruangan baik secara langsung dari pendaran cahaya matahari maupun pantulan objek disekitar bangunan. Pendistribusian cahaya alami melalui pintu tergantung pada sudut pergerakan matahari. Pintu merupakan sumber penerangan yang melengkapi keberadaan jendela sebagai penerangan utama pada Rumah Betang. Penyebaran cahaya melalui pintu bersifat menerus tanpa adanya pemantulan balik ataupun penghalang yang dapat mengurangi intensitas cahaya yang masuk kedalam ruangan. Fenomena pencahayaan alami yang didapatkan apabila menggunakan pintu sebagai bukaan yaitu sering terjadi kontras kecerlangan yang berlebih apabila nilai iluminan diluar ruangan berbeda cukup besar dengan iluminan yang masuk kedalam ruangan.. Perbedaan kontras ini akan tidak terlalu mengganggu kenyamanan visual tergantung dari frekuensi buka tutup pintu guna mengontrol keseragaman penyebaran iluminan dalam ruangan.

2.5 Roster

2.5.1 Peran Roster pada Bangunan Rumah Betang

Pada Rumah Betang selain jendela digunakan roster dengan ornamen ukiran khas suku Dayak sebagai pendukung pencahayaan alami pada ruangan. Roster memiliki dua fungsi utama yaitu sebagai penghawaan dan pencahayaan

alami pada bangunan. Yang dimaksud dengan fungsi penghawaan alami adalah roster berperan sebagai *cross ventilation*, tempat terjadinya pertukaran udara sehingga bagian dalam Rumah Betang tidak lembab. Sedangkan fungsinya dalam pencahayaan alami adalah roster berperan sebagai *toplighting* dimana sinar matahari dapat masuk dari bagian atas dinding untuk menyinari bagian dalam ruangan. Penggunaan roster untuk mendukung performa jendela merupakan salah satu bukti bahwa arsitektur tradisional memiliki kepekaan yang tinggi terhadap iklim dan keadaan alam disekitarnya, Keberadaan roster pada fasad bangunan turut menurunkan penggunaan pencahayaan buatan di siang hari.

2.5.2 Bentuk, Posisi dan Orientasi Roster pada Bangunan Rumah Betang

- Bentuk

Roster pada Rumah Betang memiliki dua fungsi utama, yaitu sebagai sumber pencahayaan alami sekaligus sebagai *cross ventilation* untuk mengalirkan udara segar kedalam ruangan. Dari kedua fungsi utama tersebut turut mempengaruhi peletakan dan bentuk roster. Pada Rumah Betang, roster yang digunakan pada dinding berupa lubang persegi panjang. Material roster pada umumnya terbuat dari kayu sesuai dengan material yang digunakan sebagai jendela. Roster menggunakan kusen seperti jendela yang didalamnya terdapat papan kayu yang diukir dan dicoak dengan motif khas suku Dayak, roster ini dibiarkan terbuka tanpa ada penutup transparan untuk memudahkan udara dan cahaya alami masuk kedalam rumah.



Gambar 2.25 Bentuk Fisik Roster (Dokumen Pribadi)

- Posisi

Roster pada umumnya diposisikan pada bagian atas jendela atau pintu, terletak hampir berdekatan dengan atap bangunan (Gambar 2.26). Posisi tersebut

bertujuan agar udara segar dari luar dapat bertukar ke dalam hunian tanpa terhalang oleh dinding sekat antar ruang tidur, selain itu posisinya yang tinggi mempermudah pendistribusian cahaya alami ke dalam ruangan. Area yang tersinari cahaya alami dapat menyeluruh karena posisi roster yang lebih tinggi dari pintu maupun jendela.



Gambar 2.26 Posisi Roster pada Fasad Bangunan (Dokumen Pribadi)

- **Orientasi**

Orientasi dari roster mengikuti orientasi jendela atau pintu. Berdasarkan posisi jendela samping yang berada pada bagian depan dan belakang bangunan, Roster jarang diposisikan pada arah timur karena dapat membawa radiasi panas ke dalam ruangan, apabila jendela berada pada samping rumah, roster lebih sering diposisikan menghadap arah kanan dengan pertimbangan cahaya sore hari tidak membawa radiasi panas sebesar orientasi menghadap timur.

2.5.3 Konsep Pencahayaan melalui Roster pada Bangunan Rumah Betang

Konsep pencahayaan melalui roster menggunakan cahaya alami yang didapat dari cahaya matahari baik secara langsung atau melalui pantulan objek disekitarnya. Penyebaran cahaya melalui roster bersifat refleksi difus, cahaya matahari dipantulkan dari permukaan objek diluar ruangan baik yang bersifat terang atau tidak terang kemudian diteruskan ke dalam ruangan melalui lubang roster. Pada area dekat dengan bukaan terjadi kontras kecerlangan yang berlebihan, namun secara keseluruhan tidak mempengaruhi kenyamanan visual dan penyebaran iluminasi dalam ruangan lebih luas karena letak bukaannya yang berada di atas mendekati plafon.

2.6 Rumbak Tahansengan

2.6.1 Peran *Rumbak Tahansengan* pada Bangunan Rumah Betang

Ragam arsitektur nusantara di Indonesia tidak terlepas dari konteks iklim dan kondisi alam disekitarnya. Akibat kondisi iklim tropis lembab yang ekstrim dan sering berubah – ubah, pada akhirnya mendorong manusia untuk dapat bertahan dengan menyesuaikan bentuk huniannya dengan alam disekitarnya. Dari sinilah arsitektur nusantara dari tempat yang satu dengan tempat yang lain memiliki banyak ragam bentuk dan keunikan tersendiri. Salah satunya pada bangunan Rumah Betang di Kalimantan Tengah. Rumah Betang memiliki satu keunikan yang tidak dimiliki oleh rumah tradisional lainnya, yaitu dengan adanya elemen *rumbak tahansengan* pada bagian fasadnya.

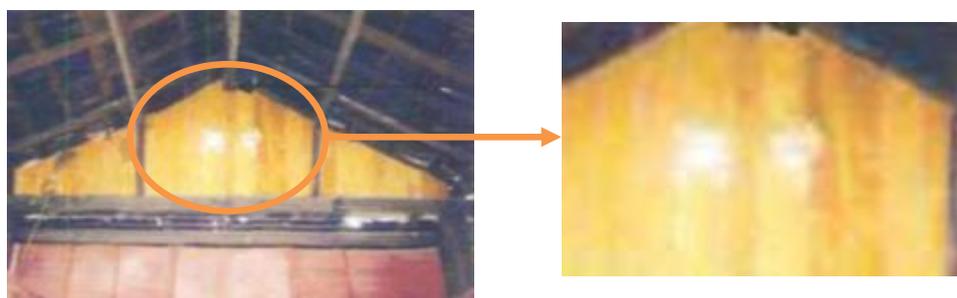
Menurut Asteria (2008: 147) *rumbak tahansengan* merupakan dua buah lubang menyerupai lubang hidung yang dibuat pada dinding *gevel*. *Rumbak tahansengan* memiliki dua fungsi utama yaitu sebagai penghawaan dan pencahayaan alami pada bangunan. Fungsi penghawaan alami adalah *rumbak tahansengan* berperan sebagai tempat terjadinya pertukaran udara sehingga bagian dalam Rumah Betang tidak lembab. Sedangkan fungsinya dalam pencahayaan alami adalah *rumbak tahansengan* berperan sebagai *toplighting* dimana sinar matahari dapat masuk dari bagian atas dinding *gevel* untuk menyinari bagian dalam ruangan. *Rumbak tahansengan* merupakan salah satu bukti bahwa arsitektur tradisional memiliki kepekaan yang tinggi terhadap iklim dan keadaan alam disekitarnya,

Keberadaan *rumbak tahansengan* pada fasad bangunan turut menurunkan penggunaan pencahayaan buatan di siang hari. Asteria (2008: 141) menambahkan umumnya bangunan Rumah Betang tradisional tidak menggunakan plafon, hanya terdiri dari kerangka - kerangka yang memperlihatkan struktur atap, dimana struktur tersebut sudah menjadi satu kesatuan dengan elemen ruang yang lain, sehingga cahaya alami dapat terdistribusi kedalam rumah hampir sepanjang hari , tergantung dari ketinggian matahari dan kondisi langit. Area yang mendapatkan penyinaran melalui *rumbak tahansengan* adalah ruang los dan ruang tidur karena ruangan sejajar dengan orientasi *rumbak tahansengan*.

2.6.2 Bentuk, Posisi dan Oriensiasi *Rumbak Tahansengan*

- Bentuk

Rumbak tahansengan berupa lubang persegi menyerupai lubang hidung panjang tanpa ada penutup atau peneduh pada bagian luar fasadnya seperti yang terlihat pada Gambar 2.27. Material *rumbak tahansengan* terbuat dari kayu sesuai dengan material yang digunakan sebagai dinding *gevel*. Lubang *rumbak tahansengan* tidak menggunakan kusen seperti jendela, lubang ini dibiarkan terbuka untuk memudahkan udara dan cahaya alami masuk kedalam rumah.



Gambar 2.27 Bentuk Fisik *Rumbak Tahansengan* (Asteria, 2008: 147)

- Posisi

Rumbak tahansengan diposisikan pada bagian samping fasad bangunan, terletak pada bagian atas dinding *gevel* hampir berdekatan dengan atap bangunan (Gambar 2.28). Posisi tersebut bertujuan agar udara segar dari luar dapat bertukar kedalam hunian tanpa terhalang oleh dinding sekat antar ruang tidur, selain itu posisinya yang tinggi mempermudah pendistribusian cahaya alami kedalam ruangan. Area yang tersinari cahaya alami dapat menyeluruh karena posisi *rumbak tahansengan* yang lebih tinggi dari dinding bilik ruang tidur.



Gambar 2.28 Posisi *Rumbak Tahansengan* (Asteria, 2008: 147)

- Orientasi

Bangunan Rumah Betang banyak dijumpai pada daerah yang dekat dengan hulu sungai. Orientasi bangunan diumpamakan sebagai hulu dan hilir, bagian hulunya haruslah searah dengan matahari terbit dan sebelah hilirnya ke arah matahari terbenam (Kebudayaan Indonesia, 2013). *Rumbak tahansengan* diposisikan di bagian kiri dan kanan badan rumah pada dinding *gevel*, sehingga orientasi *rumbak tahansengan* berdasarkan arah datangnya matahari menyesuaikan dengan paturan adat hulu dan hilir. Orientasi *rumbak tahansengan* mendukung system pencahayaan pasif pada bangunan, letaknya yang menghadap sesuai dengan arah datangnya matahari memberi peluang cahaya alami terdistribusikan kedalam ruangan hampir sepanjang hari tergantung pada lamanya waktu penyinaran matahari. Hal tersebut sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Lam (1986: 136) bahwa orientasi bukaan yang menghadap utara atau selatan efektif dalam mempermudah pemanfaatan cahaya matahari.

2.6.3 Konsep Pencahayaan melalui *Rumbak Tahansengan*

Konsep pencahayaan melalui *rumbak tahansengan* menggunakan cahaya alami yang didapat dari cahaya matahari baik secara langsung atau melalui pantulan objek disekitarnya. Kuantitas pendistribusian cahaya dalam ruangan sangat tergantung pada sudut dan pergerakan matahari. *Rumbak tahansengan* mengadopsi metode *Toplighting* sesuai dengan letak bukaannya pada bagian atas dinding *gevel* yang hampir berdekatan dengan atap bangunan. Ditinjau dari bentuk dan posisinya, penggunaan *rumbak tahansengan* hampir sama dengan salah satu jenis *toplighting* yaitu *clerestories* yang berupa jendela namun diletakkan pada area yang paling tinggi pada dinding mendekati atap bangunan (Boubekri, 2008: 113). Penyebaran cahaya melalui *rumbak tahansengan* bersifat refleksi difus, cahaya matahari dipantulkan dari permukaan objek diluar ruangan baik yang bersifat terang atau tidak terang kemudian diteruskan kedalam ruangan melalui lubang *rumbak tahansengan*. Pada area dekat dengan bukaan terjadi kontras kecerlangan yang berlebih, namun secara keseluruhan tidak mempengaruhi kenyamanan visual dan penyebaran iluminasinya dalam ruangan lebih luas

karena letak bukaannya yang berada diatas mendekati plafon. Area yang dapat tersinari cahaya alami melalui *rumbak tahansengan* tergantung dari luasan bangunannya.

2.7 Sintesa Kajian Pustaka

Pencahayaan alami berbeda dengan pencahayaan buatan, seperti yang dikemukakan oleh Lechner (2009: 394) pencahayaan alami tidak dapat hanya ditambahkan kedalam bangunan, melainkan sudah menjadi satu kesatuan dengan desain bangunan. Pencahayaan matahari sangat dipengaruhi oleh kondisi langit. Pada daerah dengan iklim tropis lembab seperti Indonesia, kondisi langit yang biasa terjadi adalah *overcast sky* dengan kuat penerangan yang dihasilkan oleh kondisi langit *overcast* dapat mencapai 5000-20.000 lux (Lechner, 2009). Dengan melimpahnya cahaya matahari pada iklim tropis, Umumnya hunian di wilayah ini memanfaatkan sistem pencahayaan pasif untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan pada hunian. Pada bangunan tradisional Rumah Betang menggunakan sistem pencahayaan pasif yang memanfaatkan bukaan pada selubung bangunan sebagai sumber masuknya cahaya alami. Pencahayaan utama pada bangunan Rumah Betang berasal dari cahaya yang masuk melalui bukaan samping yang terdiri dari jendela samping, roster, pintu. *Rumbak tahansengan* memasukkan cahaya melalui atas bangunan sebagai pencahayaan komplemen yang melengkapi pencahayaan utama dari bukaan samping.

Strategi desain pencahayaan alami mempengaruhi pencapaian tingkat pemenuhan kebutuhan pencahayaan pada ruang. Penetrasi dan persebaran cahaya alami melalui bukaan pada fasad bangunan dapat dipengaruhi oleh beberapa aspek diantaranya bentuk ruangan, kedalaman ruang, luas bukaan dan ketinggian bukaan. Bentuk bangunan tidak hanya menentukan kemungkinan pembukaan vertikal dan horizontal, tetapi juga seberapa banyak area yang dapat diakses cahaya alami dari pencahayaan samping. Moore(1993) mengemukakan bahwa bentuk ruang yang ramping akan memaksimalkan ruang dalam yang terpapar cahaya matahari. Kedalaman ruang memiliki efek langsung terhadap intensitas iluminasi cahaya alami dalam bangunan. Menurut Evans (1981) semakin dalam

ruangan maka distribusi cahaya alami akan diterima semakin berkurang dan tidak merata. Semakin jauh dari bukaan, maka cahaya alami yang didapatkan akan semakin berkurang.

Kuantitas bukaan sebagai sumber pencahayaan alami dapat disesuaikan dengan luasan dan ketinggian bukaan pada fasad agar dapat mengakomodasi kebutuhan pencahayaan didalam bangunan. Menurut Evans (1981) bahwa semakin tinggi ukuran dari jendela dan semakin tinggi peletakan dari bukaan, maka semakin banyak cahaya alami yang dapat masuk kedalam ruangan. Ketinggian bukaan yang mendekati langit-langit memiliki potensi cahaya akan terefleksikan melalui plafon kedalam ruangan lebih optimal. Serta semakin lebar bidang yang diberi bukaan, maka semakin banyak cahaya yang dapat masuk kedalam ruang. Fenomena pendistribusian pencahayaan alami melalui bukaan pada fasad bangunan dijelaskan pula melalui teori yang dikemukakan oleh Szokolay (2004) bahwa ketinggian bukaan menentukan kedalaman dari penetrasi cahaya alami, sedangkan lebar dari bukaan menentukan penyebaran cahaya alami kedalam ruangan. Ukuran, bentuk dan posisi dari bukaan mempengaruhi cakupan distribusi cahaya alami kedalam ruangan.

Variabel terkait dengan kinerja pencahayaan alami melalui bukaan pada selubung bangunan yaitu meliputi jenis bukaan dengan parameter luasan bukaan dan ketinggian bukaan dengan permukaan bidang kerja. Luasan bukaan terhadap bidang fasad dan ketinggian dari bukaan terhadap permukaan lantai berpengaruh terhadap fenomena persebaran cahaya dalam ruang, kuantitas cahaya alami dan jangkauan kedalaman area yang dapat tersinari oleh pencahayaan alami. Penentuan variabel tersebut didasarkan pada teori strategi dasar pencahayaan alami yang dikemukakan oleh Lechner (2009: 394), yaitu pendistribusian cahaya alami kedalam bangunan yang salah satunya ditentukan oleh desain bukaan. Serta teori yang dikemukakan oleh Moore (1993) yaitu kedalaman dan ketinggian bangunan apabila dihubungkan dengan luasan bangunan akan mempengaruhi seberapa banyak kuantitas dari iluminan cahaya alami yang masuk kedalam ruangan.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Paradigma Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menjelaskan pengaruh penggunaan bukaan pada selubung bangunan rumah tradisional betang terhadap kinerja pencahayaan alami didalam bangunan, terutama pada area-area yang banyak digunakan sebagai tempat aktivitas di siang hari. Penelitian ini membahas tentang kinerja pencahayaan dalam bangunan tradisional yang analisa dan penjelasannya difokuskan pada dua hal yaitu distribusi pencahayaan alami dan pemenuhan standar iluminan untuk beraktivitas yang dihasilkan dari bukaan pada selubung bangunan Rumah Betang. Penelitian ini memiliki karakteristik yang dapat digolongkan kedalam penelitian dengan jenis kuantitatif. Hal tersebut didasarkan pada kesamaan karakteristik penelitian dengan pernyataan Groat dan Wang (2002: 26) mengenai penelitian kuantitatif, yaitu:

- Prosesnya bersifat deduktif, penelitian ini mencari hubungan sebab-akibat dari pengaplikasian bukaan pada selubung bangunan terhadap kinerja pencahayaan alami didalam Rumah Betang.
- Fenomena yang dapat diukur dengan angka, dalam hal ini kinerja pencahayaan alami yang diteliti dilihat dari data nilai iluminan cahaya alami yang berupa angka.
- Realitas bersifat objektif, yaitu berupa realitas kinerja pencahayaan alami yang dihasilkan melalui penggunaan bukaan pada selubung bangunan Rumah Betang.

Paradigma digunakan sebagai pedoman dalam pemilihan metodologi penelitian. Apabila dilihat dari karakteristiknya, penelitian ini menggunakan paradigma positivism. Adapun pemilihan paradigma positivism pada penelitian ini didasarkan pada pertimbangan sebagai berikut :

- Penelitian mengutamakan objektivitas (Groat dan Wang,2002: 32) melalui prosedur penelitian yang relevan menggunakan instrument yang terukur

sehingga menghasikan penelitian yang konsisten dan teruji melalui pengukuran kinerja pencahayaan pada Rumah Betang.

- Penelitian mengungkapkan validasi internal yaitu melalui pengujian kesamaan data berupa kinerja pencahayaan alami dengan permasalahan pemenuhan pencahayaan alami untuk beraktivitas pada Rumah Betang melalui penggunaan bukaan pada selubung bangunan.
- Penelitian mengutamakan validasi eksternal yaitu melalui penggeneralisasian hasil dari penelitian yang dapat digunakan dalam penanganan masalah pemenuhan kebutuhan pencahayaan alami pada bangunan Rumah Betang maupun bangunan yang sejenis pada iklim tropis.

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dipilih untuk meneliti kinerja pencahayaan dengan kondisi langit *overcast* pada umumnya menggunakan metode eksperimen. Pada penelitian-penelitian sejenis menggunakan metode eksperimen karena metode ini memiliki banyak keuntungan, antara lain:

- Mengalami usulan desain dalam “realitas virtual” sebelum dibangun.
- Memberikan informasi tentang kondisi berbahaya tanpa membahayakan orang.
- Dapat mensimulasikan fenomena alam atau buatan baik skala mikro maupun makro.
- Mempelajari dimensi subjektif dari perilaku manusia dalam relasi dengan lingkungan binaan.
- Menghemat biaya dalam test material.

Metode eksperimental banyak digunakan dalam penelitian tentang pencahayaan alami, pada umumnya metode eksperimen tidak lepas kaitannya dengan metode simulasi. Pengaplikasian metode eksperimen dan simulasi salah satunya dilakukan oleh Alrikagustin W. Putri & Yuni Sri Wahyuni (2012) dalam penelitiannya tentang kinerja pencahayaan alami dan kajian perbaikan pencahayaan alami dengan *skylight* pada bangunan tradisional rumah limas,

Hedy (2008) dalam meneliti kinerja penerangan alami pada hunian rumah susun Dupak Bangunrejo Surabaya. Metode eksperimen dengan bantuan simulasi juga digunakan pada penelitian yang dilakukan oleh Ignacio Acosta dkk (2012) yaitu berupa optimalisasi desain *lightscoop skylight* ditinjau dari proporsi dan optimasi jarak antar *lightscoop skylight* dengan luasan ruangan, kemudian pada penelitian Ignacio Acosta dkk (2013) yaitu tentang desain pencahayaan alami dengan *lightscoop skylight* ditinjau dari optimasi bentuk *lightscoop skylight* dan analisis performa *lightwell skylight* dilihat dari parameter spasi, rasio, dimensi *skylight* terhadap proporsi ruang yang berbeda pada kondisi langit *overcast*.

Untuk meneliti pengaruh bukaan pada selubung bangunan terhadap kinerja pencahayaan alami di Rumah Betang, metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan bantuan simulasi. Menurut Groat dan Wang (2002: 252) Metode eksperimen digunakan dalam penelitian dengan pertimbangan sebagai berikut :

- Adanya hubungan sebab-akibat dari subjek yang diteliti, yaitu hubungan penggunaan bukaan pada selubung bangunan terhadap kinerja pencahayaan dengan parameter distribusi dan nilai iluminan cahaya alami yang dihasilkan dalam ruang.
- Adanya grup control, yaitu subjek penelitian berupa bangunan tradisional Rumah Betang.
- Penggunaan Variabel bebas (*treatment*), yaitu jenis bukaan pada selubung bangunan Rumah Betang dengan sub.variabel berupa jendela samping, roster, pintu dan *rumbak tahansengan*.
- Pengukuran Variabel terikat, yaitu kinerja pencahayaan alami dalam ruangan dengan parameter distribusi dan nilai iluminan dari cahaya alami.

Metode eksperimen digunakan dengan tujuan untuk mencari hubungan sebab-akibat dari pengaplikasian bukaan pada selubung bangunan terhadap kinerja pencahayaan alami didalam Rumah Betang. Pengamatan dan pengukuran langsung dapat dilakukan pada objek penelitian, namun dengan pertimbangan keterbatasan waktu penelitian dan keterbatasan untuk meninjau lebih dalam

kondisi fisik dari bangunan terhadap hubungannya dengan kinerja pencahayaan, maka digunakan simulasi sebagai alat bantu dalam penelitian ini. Dengan digunakannya metode simulasi akan mempermudah penelitian dalam mengendalikan kondisi iklim eksperimen serta kemudahan penyesuaian model dari fisik bangunan Rumah Betang terhadap kinerja pencahayaan alami.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian tentang pencahayaan alami pada Rumah Betang dibagi menjadi dua, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Pendefinisian variabel dilakukan untuk memperjelaskan makna dari masing-masing variabel yang digunakan dalam penelitian. Variabel bebas merupakan variabel yang dapat mempengaruhi variabel terikat, variabel bebas bisa diubah sesuai dengan kondisi yang ditetapkan pada objek yang diteliti. Variabel bebas pada penelitian ini adalah bukaan pada selubung bangunan Rumah Betang (huma betang) yang terdiri dari beberapa jenis bukaan yaitu jendela samping, pintu, roster dan *rumbak tahansengan*. Adapun parameter dari bukaan pada fasad bangunan antara, yaitu :

- Luas bukaan
- Ketinggian bukaan terhadap permukaan lantai

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas dan merupakan variabel yang akan diamati. Variabel terikat pada penelitian ini difokuskan pada pengamatan kinerja pencahayaan alami dengan indikator berikut:

- Distribusi dari cahaya alami
- Nilai Iluminan dari cahaya alami
- Nilai *daylight factor* (DF) dari cahaya alami

Dari dua jenis variabel tersebut, masing-masing memiliki definisi operasional sebagai penjelasan dari makna variabel, sebagai berikut :

- Variabel bebas berupa jenis bukaan pada selubung bangunan, Menurut Asteria (2008: 147) pencahayaan pada Rumah Betang mengandalkan cahaya alami, dalam sistem pencahayaannya mengandalkan bukaan

sebagai sumber masuknya cahaya alami kedalam ruangan. Jendela samping pada fasad bangunan digunakan sebagai sumber penerangan utama pada bangunan. Pada variabel bebas memiliki dua parameter yaitu luas bukaan dan ketinggian bukaan. Parameter luas bukaan yaitu penambahan jumlah bukaan dengan menambahkan satu jendela samping pada tiap sisi fasad yang terdapat jendela sehingga menambah rasio luas bukaan terhadap bidang fasad. Dengan bertambahnya luasan bukaan maka cahaya alami dapat terpenetrasikan lebih banyak kedalam ruangan. Penambahan ketinggian bukaan dari ketinggian normal bukaan sebesar 70cm mejadi 100cm, dapat mempengaruhi distribusi dan kondisi pencahayaan dalam ruang. Pengaplikasian pintu dan roster bersifat saling melengkapi dengan jendela samping sebagai sumber pencahayaan pada bangunan, bukaan-bukaan ini mendistribusikan cahaya alami melalui sisi samping fasad kedalam ruangan. *Rumbak tahansengan* merupakan bukaan khas Rumah Betang yang terdapat pada dinding gevel dengan fungsi mendistribusikan cahaya alami dari atas bangunan yang mendukung persebaran pencahayaan dari jendela sebagai sumber penerangan utama. Pengaplikasian jendela samping, pintu, roster serta penambahan *rumbak tahansengan* pada fasad bangunan akan mempengaruhi kinerja pencahayaan dalam ruangan, dimana luasan bukaan terhadap luas bidang fasad dan ketinggian dari bukaan terhadap bidang kerja berpengaruh terhadap fenomena persebaran cahaya, kuantitas cahyaa ayalami, penetrasi cahaya alami kedalam ruangan dan cakupan area yang dapat tersinari oleh pencahayaan alami.

- Variabel terikat merupakan kinerja pencahayaan alami yang terjadi didalam bangunan akibat dari adanya variabel bebas (jenis bukaan pada selubung bangunan Rumah Betang). Kinerja pencahayaan alami ini diamati dari indikator berupa distribusi cahaya alami dan kesesuaian nilai iluminan dan nilai *daylight factor* (DF) yang dihasilkan dari pengaplikasian bukaan pada selubung bangunan dengan standar pemenuhan kebutuhan pencahayaan alami untuk beraktivitas.

3.4 Subjek Penelitian

Dalam sebuah penelitian, subjek merupakan bagian yang akan diteliti. Penentuan subjek bertujuan untuk menggeneralisasikan hasil penelitian yang akan dilakukan terhadap berbagai kondisi yang berhubungan dengan variabel – variabel sejenis. Pada penelitian ini subjek yang akan diteliti adalah bangunan tradisional rumah panjang.

Rumah panjang merupakan salah satu rumah adat yang terdapat di Kalimantan dan dihuni oleh masyarakat Dayak terutama di daerah hulu sungai yang biasanya menjadi pusat pemukiman suku Dayak. Rumah ini ditempati satu keluarga besar secara turun temurun sehingga memiliki dimensi yang besar dan panjang (Kebudayaan Indonesia, 2013). Arsitektur Dayak merupakan arsitektur yang berkembang pada masyarakat suku Dayak yang pada umumnya memiliki kemiripan satu sama lain di antara sub-sub rumpun Dayak. Rumah adat suku Dayak tersebar di beberapa provinsi di Kalimantan diantaranya Kalimantan Tengah dan Kalimantan Barat. Arsitektur pada rumah adat pada kedua provinsi tersebut secara keseluruhan memiliki banyak kesamaan dengan tipikal bentuk fisik bangunannya terdiri dari tiga bagian yaitu pondasi kayu, badan bangunan dan atap. Pembagian ruang pada rumah adat di Kalimantan tengah dan Kalimantan timur juga memiliki kesamaan, yang membedakan hanyalah luasan bangunan tergantung dari kondisi topografi dan banyaknya kepala keluarga didalam rumah tersebut.

Dari keseluruhan rumah panjang yang tersebar di Kalimantan, diambil satu sampel yang dapat mewakili keseluruhan dari populasi rumah panjang di Kalimantan yaitu Rumah Betang yang dihuni oleh masyarakat suku Dayak ngaju. Lokasi dari rumah adat Dayak yang dijadikan subjek penelitian berada di daerah Bahu Palawa, Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah. Jenis Rumah Betang yang dijadikan subjek penelitian tergolong dalam *huma betang* karena luasan bangunan yang cukup besar dan pada mulanya rumah tersebut dihuni oleh banyak kepala keluarga. Kondisi bangunan masih alami dan terdapat beberapa penambahan ruang pada layout bangunan. Penambahan ruangan ini tidak

mengubah konstruksi rumah dan esensi dari ruangan-ruangan yang telah dibangun sebelumnya.

Bangunan Rumah Betang mengandalkan cahaya matahari sebagai sumber pencahayaan (Astoria, 2008: 147). Sistem pencahayaannya menggunakan bukaan pada selubung bangunan sebagai sumber masuknya cahaya alami kedalam ruangan. Untuk meneliti pengaruh bukaan pada selubung bangunan terhadap kinerja pencahayaan alami pada Rumah Betang, bukaan yang diteliti difokuskan pada jendela samping, roster, pintu dan *rumbak tahansengan*.

Pada bagian dalam Rumah Betang terbagi menjadi beberapa ruangan yang memiliki fungsi dan frekuensi aktivitas penghuni yang berbeda-beda. Untuk mempermudah penelitian, dilakukan pemilihan area sesuai dengan karakteristik yang memenuhi kebutuhan variabel penelitian, diantaranya:

- Area penelitian merupakan ruangan dalam Rumah Betang yang paling banyak dilakukan aktivitas mulai dari pagi hingga sore hari.
- Pada ruang yang diteliti terdapat bukaan cahaya alami berupa jendela samping, roster atau pintu. pada fasad bangunan yang memungkinkan adanya cahaya matahari yang masuk kedalam ruangan.

Setelah dilakukan pengelompokan berdasarkan karakteristik kebutuhan variabel, terdapat ruangan - ruangan yang sesuai dengan kriteria yang akan diteliti, antara lain :

- Ruang Tamu
Merupakan ruangan tambahan pada Rumah Betang yang dibangun untuk mengakomodasi kebutuhan penghuni. Aktivitas yang dilakukan pada ruang tamu meliputi kegiatan privat penghuni, kegiatan sosial, berkumpul keluarga, pertemuan masyarakat, keagamaan dan upacara adat. Pada ruang tamu terdapat banyak bukaan untuk mengakomodasi beragam aktivitas didalamnya. Bukaan berupa jendela terletak pada bagian kanan, kiri dan depan ruangan. Bagian depan dan belakang ruang terdapat pintu yang menghubungkan antar ruang dengan area luar rumah, pintu ini

dikondisikan terus dibuka mulai pagi hingga sore hari. Selain itu pada bagian atas jendela pada ruangan tamu dilengkapi dengan roster. Roster bersifat terbuka sepanjang hari tanpa adanya penutup permanen.

- Ruang tidur

Ruang tidur terdiri dari bilik yang dibatasi oleh papan kayu dengan fungsinya sebagai tempat istirahat dan menyimpan barang. Aktivitas yang dilakukan pada ruang ini bersifat privat. Kondisi bilik saat ini ditempati perorangan oleh penghuni rumah,. Pada tiap bilik dilengkapi dengan jendela samping pada bagian fasad luar yang berfungsi sebagai ventilasi udara dan masuknya cahaya alami kedalam ruangan. Pada tiap bilik dilengkapi dengan pintu yang selalu dibuka pada saat pagi hingga sore hari.

- Ruang los

Terletak pada bagian tengah bangunan, berupa ruangan yang menerus sepanjang rumah. Ruang ini merupakan pusat aktivitas di dalam bangunan dimana tempat orang berkumpul melakukan berbagai macam kegiatan baik itu kegiatan sehari-hari, keagamaan, sosial masyarakat dan lain-lain. Sepanjang dinding ruang los terdapat bukaan besar berupa jendela samping, sedangkan pada bagian sisi kanan dan kiri ruang los terdapat bukaan berupa pintu yang menghubungkan ruang los dengan ruangan lainnya.

- Dapur

Berada pada bagian belakang rumah sebagai tempat memasak. Dapur diposisikan sebelah kanan atau kiri dari badan rumah. Area dapur banyak dilakukan bermacam aktivitas mulai dari pagi hingga malam hari dengan frekuensi waktu aktivitas yang beragam, aktivitasnya antara lain memasak dan berkumpul santai yang dilakukan oleh penghuni terutama kalangan wanita.. Pada area dapur tidak dilengkapi jendela, bukaan di area ini berupa pintu pada bagian depan dan belakang ruang sebagai sumber masuknya udara dan cahaya alami.

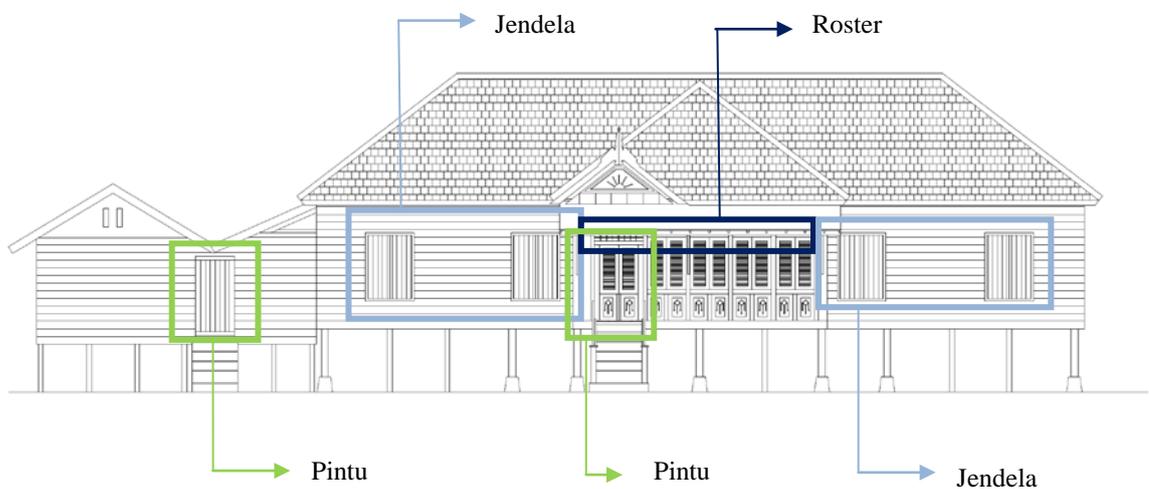
Secara umum ruang - ruang yang terpilih sebagai area penelitian memiliki deskripsi sebagai berikut :

- Menurut Asteria (2008: 137) bangunan Rumah Betang dibagi atas tiga bagian yaitu kaki bangunan yang terdiri dari pondasi tiang-tiang kayu, badan bangunan dan atap. Ketinggian dari kaki hingga badan bangunan Rumah Betang sekitar 5,5 meter, sedangkan untuk ketinggian lantai badan bangunan sekitar 2 meter dari permukaan tanah. Pada bagian dalam bangunan, tinggi dinding penyekat sampai menutup hingga langit-langit atap. Ketinggian bangunan sekitar 3,1 meter dengan posisi ketinggian jendela dan roster mendekati atap bangunan.
- Ketinggian bidang kerja pada ruangan apabila diukur dari keseluruhan tinggi bangunan, sekitar 2.75 meter dari atas permukaan tanah. Pada penelitian ini tinggi permukaan bidang kerja yang digunakan dilihat dari badan bangunan tanpa memperjatkan ketinggian kaki pondasi kayu, jarak permukaan bidang kerja diasumsikan 75 cm dari permukaan lantai.
- Bukaan berupa jendela samping, roster, pintu dan *rumbak tahansengan* yang diaplikasikan pada selubung bangunan disesuaikan karakteristiknya berdasarkan penelitian dan pengamatan yang dilakukan pada Rumah Betang sebelumnya, yaitu :
 - Jendela samping
 - Orientasi jendela menghadap arah utara dan selatan disesuaikan dengan orientasi bangunan dengan lebar jendela ± 185 cm x 100 cm sesuai dengan dimensi jendela pada Rumah Betang dengan ambang bawah sekitar 0.7 meter dari permukaan lantai pada bangunan.
 - Material kayu dan kulit kayu digunakan sebagai kusen dan daun jendela. Tidak terdapat kaca atau material transparan lainnya yang terpasang pada daun jendela
 - Roster
 - Terletak pada bagian atas jendela samping, berbentuk persegi panjang dengan dimensi dan jumlah disesuaikan dengan kondisi fisik jendela pada bangunan.

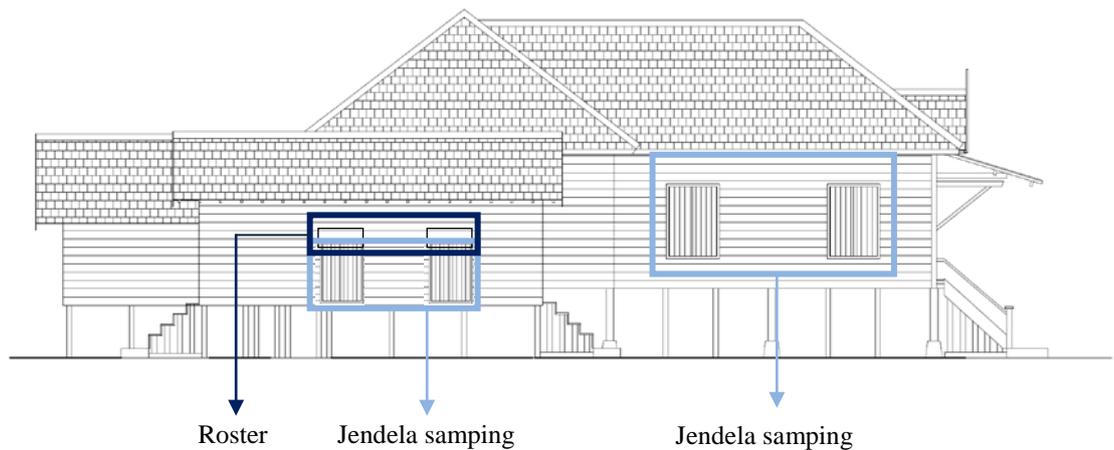
- Lebar roster ± 25 cm, sedangkan panjangnya mengikuti panjang jendela pada bangunan. Ketinggian roster terhadap lantai bergantung pada ketinggian jendela samping dan dinding fasad bangun.
- Lubang pada roster menggunakan kusen kayu dengan coakan pahatan kayu, roster dibiarkan terbuka tanpa adanya penutup.
- Orientasi mengikuti letak jendela pada fasad bangunan sehingga orientasi roster berdasarkan arah datangnya matahari menyesuaikan dengan paturan adat hulu dan hilir.
- Pintu
 - Terdapat tiga macam pintu pada Rumah Betang yaitu pintu depan, pintu tengah dan pintu tiap ruangan yang memiliki bentuk dan ukuran yang berbeda.
 - Pintu depan ditetapkan memiliki dimensi ± 220 cm x 130 cm, pada bagian atas pintu depan dilengkapi dengan roster dengan ketinggian 220 cm dari permukaan lantai.
 - Pintu tiap ruang memiliki dimensi yang lebih kecil dari pada pintu depan dan pintu tengah yaitu ± 240 cm x 130 cm, pada bagian atas pintu tengah tidak dilengkapi dengan roster.
 - Pintu tiap ruang memiliki dimensi yang lebih kecil dari pada pintu depan dan pintu tengah yaitu ± 210 cm x 100 cm, pada bagian atas pintu tengah tidak dilengkapi dengan roster.
 - Material kayu dan kulit kayu digunakan sebagai kusen dan daun pintu. Pintu bersifat tertutup tanpa ada ukiran, coakan atau material transparan lainnya yang terpasang pada daun pintu.
 - Orientasi pintu tergantung dari arah hadap ruang.
- *Rumbak tahansengan*
 - *Rumbak tahansengan* berbentuk persegi panjang dengan dimensi dan jumlah bukaan disesuaikan dengan kondisi fisik *rumbak tahansengan* pada bangunan.
 - Lubang pada *rumbak tahansengan* tidak menggunakan kusen atau frame kayu, lubang berupa coakan pada dinding gevel dan dibiarkan terbuka tanpa adanya penutup.

- Ketinggian rumbak tahansengan terhadap lantai bergantung pada ketinggian dinding fasad bangun
- Orientasi dari *rumbak tahansengan* diposisikan pada bagian kiri dan kanan badan rumah pada dinding *gevel*, sehingga orientasi *rumbak tahansengan* berdasarkan arah datangnya matahari menyesuaikan dengan paturan adat hulu dan hilir.

Tampak dari bangunan Rumah Betang serta penempatan bukaan pada fasad bangunan dapat diamati pada Gambar 3.1, Gambar 3.2.



Gambar 3.1 Tampak Depan Rumah Betang dan Penempatan Jendela, Roster dan Pintu



Gambar 3.2 Tampak Samping Rumah Betang dan Penempatan Jendela Samping Serta Roster pada Fasad Bangunan

3.5 Jenis Data dan Koleksi Data

Jenis data pada penelitian ini di klasifikasikan dalam dua jenis yaitu data primer dan sekunder. Data primer merupakan data utama yang diperoleh dari objek penelitian. Dalam proses pengumpulan data, untuk mendapatkan data primer dapat dilakukan melalui teknik pengumpulan data dengan pengukuran, perekaman, pencatatan atau sketsa. Untuk dapat menganalisa data primer dengan detail, dibutuhkan data sekunder sebagai data penunjang melengkapi data primer. Data sekunder didapatkan secara tidak nyata dari olahan data primer atau sumber lainnya.

Pada penelitian ini data - data yang dibutuhkan ditentukan berdasarkan variabel penelitian yang digunakan. Teknik pengumpulan data beragam disesuaikan dengan variabelnya yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

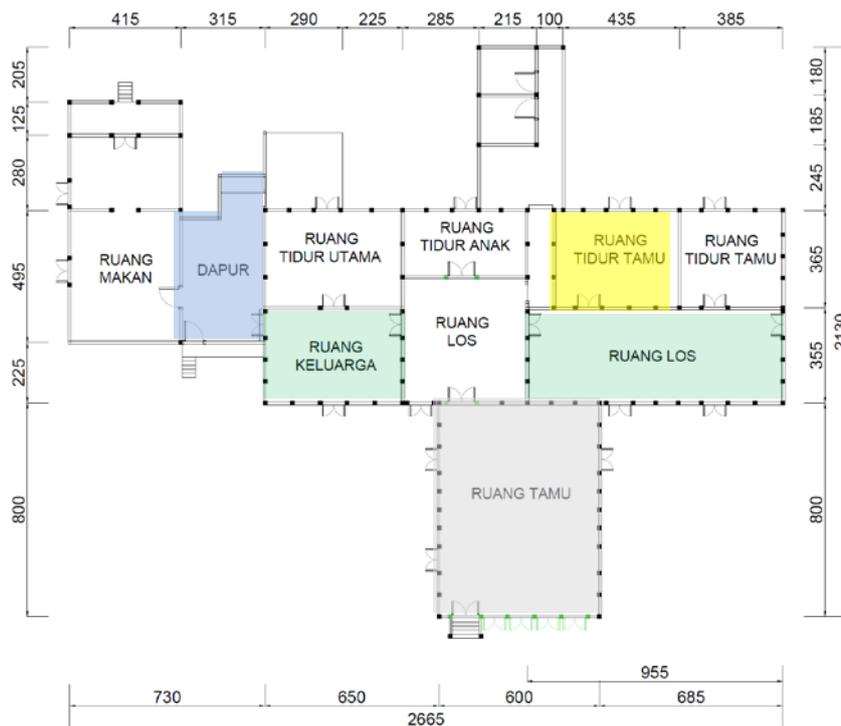
Tabel 3.1 Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data

Variabel Bebas	Sub.Variabel	Data	Teknik pengumpulan	Instrumen
Jenis bukaan pada selubung bangunan Rumah Betang	Jendela Samping, Roster, Pintu, <i>Rumbak tahansengan</i>	Dimensi bukaan	Pengukuran / sketsa	Pita ukur/alat sketsa
		Jumlah bukaan	Penghitungan / perekaman	Kamera/alat sketsa
		Jarak antar bukaan	Pengukuran / sketsa	Pita ukur/alat sketsa
		Ketinggian bukaan terhadap bidang kerja	Pengukuran / sketsa	Pita ukur/alat sketsa
Variabel Terikat	Sub.Variabel	Data	Teknik pengumpulan Data	Instrumen
Kinerja Pencahayaan Alami	Distribusi cahaya alami	Data pola distribusi pencahayaan alami dalam ruangan yang dihasilkan dari penggunaan bukaan pada selubung bangunan, digambarkan dalam bentuk grafik isokontur	Penghitungan dan Simulasi	<i>Software Autodesk Ecotect Analysis 2011</i>

		Data Iluminasi	Pengukuran	<i>Digital lux meter yang sudah dikalibrasi</i>
	Iluminan dan nilai DF dari cahaya alami	Data nilai DF (<i>Daylight Factor</i>) berdasarkan pada grid yang sudah ditentukan pada ruangan	Penghitungan dan Simulasi	<i>Software Microsoft excel dan Software Autodesk Ecotect Analysis 2011</i>

3.6 Penelitian Lapangan

Untuk mendapatkan data pengukuran yang valid, dibutuhkan data primer sebagai dasar dari eksperimen dan simulasi, data primer diperoleh dari hasil pengamatan dan pengukuran langsung pada lokasi penelitian. Tujuan dari penelitian lapangan yaitu untuk menangkap fenomena pencahayaan yang terjadi pada subjek penelitian. Dari hasil penelitian lapangan dapat diketahui performa dari kinerja pencahayaan alami dan hubungannya terhadap desain bukaan pada eksisting yang selanjutnya dijadikan dasar pertimbangan dalam menentukan langkah eksperimen.



Gambar 3.3 Denah Ruangan Sebagai Tempat Pengukuran Lapangan

Penelitian lapangan dilakukan pada rumah *Djaga Bahen* sebagai subjek penelitian dan difokuskan pada beberapa ruang antara lain ruang tamu, ruang tidur, ruang los dan dapur seperti pada Gambar 3.3. Pemilihan ruang yang akan diukur berdasarkan pertimbangan sesuai dengan karakteristik yang memenuhi variabel penelitian yaitu terdapat bukaan sebagai sumber pencahayaan alami utama dan pola aktivitas penghuni yang banyak dilakukan pada area-area tersebut.

Pemilihan waktu penelitian lapangan berdasarkan teori yang dikemukakan oleh Steffy (2002: 108), analisa pencahayaan alami harus mereview data pencahayaan alami sekurangnya tiga hari dalam setahun, masing-masing sekurangnya tiga kali dari masing-masing hari (09.00, 12.00 dan 15.00 menyesuaikan dengan waktu setempat). Pada penelitian ini Pengukuran lapangan dilaksanakan pada minggu ketiga di bulan Juli dengan kondisi langit *overcast*. Pengukuran dilakukan selama satu hari dengan waktu pengukuran disesuaikan dengan aktivitas penghuni, yaitu mulai dari pukul 07.00, 12.00 dan 16.00 waktu setempat.

Adapun tahapan pada pengukuran lapangan yaitu sebagai berikut :

- *Geometric assessment*

Pada tahap ini dilakukan pengukuran dimensi ruangan dan dimensi bidang transparan (bukaan) serta *aperture*-nya pada bangunan dimensi ruangan difokuskan pada ruang tamu, ruang tidur, ruang los, dan dapur. Selain itu dilakukan pula pengukuran geometri dari fasad luar dan keseluruhan bangunan. Pengumpulan data fisik bangunan dilakukan menggunakan alat sesuai dengan kebutuhan data variabel bebas pada Tabel 3.1.

- Mendefinisikan grid atau titik ukur pada ruang yang akan diteliti.

Grid pengukur pada tiap ruangan memiliki jarak 1 meter atau 0.5 meter dari tepi dinding sesuai dengan luasan dari ruangan. Grid ditempatkan pada bidang kerja diukur dari ketinggian 0.75 m dari permukaan lantai pada tiap ruang.

- *Daylight Factor (DF) assessment*

Dilakukan dengan mengukur iluminasi ruang dalam dan iluminasi ruang luar secara bersamaan pada titik-titik ukur (grid) dalam ruang. Indikator yang diamati adalah illuminance (E) dan *daylight factor* (DF).Alat yang

digunakan adalah lux meter, yaitu merupakan alat yang digunakan untuk mengukur besarnya intensitas cahaya disuatu tempat.

- *Material characterization*

Mengidentifikasi material yang digunakan pada fasad bangunan dan bukaan pada bangunan serta dilakukan pengukuran tingkat reflektansi dan tingkat transmisi cahaya pada permukaan material.

- *Visual comfort assessment*

Tahap ini mengacu pada iluminan area pandang pengguna (*field of view*). Pengamatan dilakukan dengan merekam sensasi pencahayaan yang dihasilkan dari bukaan pada fasad bangunan dengan menghadap pada sumber bukaan pada tiap-tiap ruang.

- Merekam sensasi penghuni terhadap lingkungan penerangan alam

Dilakukan pengamatan dan perekaman sensasi dari fenomena pencahayaan yang terjadi mulai dari pagi hingga sore hari. Proses ini dilakukan bersamaan dengan melakukan berbagai kegiatan sehari-hari didalam bangunan untuk mengetahui efek dari kinerja pencahayaan alami yang dihasilkan melalui bukaan pada fasad bangunan terhadap aktivitas penghuni.

3.7 Eksperimen dan Simulasi

3.7.1 Eksperimen

Pada eksperimen dilakukan dengan model tertentu dimana melalui simulasi digunakan untuk mengetahui hubungan sebab akibat dengan cara memperlakukan suatu kondisi pada suatu atau lebih kelompok eksperimen dan membandingkan satu dengan lainnya, maupun tidak diberikan perlakuan guna mendapatkan kondisi yang diharapkan. Kondisi eksisting, distribusi illuminance dan kondisi *Daylight Factor* (DF) bangunan Rumah Betang menjadi kasus dasar. Eksperimen berupa pengondisian bukaan berupa jendela samping, roster, pintu dan *rumbak tahansengan* pada selubung bangunan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kinerja pencahayaan alami dalam ruangan, khususnya dalam hal distribusi iluminasi dan kondisi *daylight factor* (DF).

Guna mencapai tujuan dan menjawab pertanyaan penelitian, maka perlu dirancang prosedur eksperimen kedalam beberapa tahapan, antara lain:

- Penetapan *base case*, yaitu ruangan pada Rumah Betang yang terdiri dari ruang tamu, ruang los, ruang tidur dan dapur.
- Penetapan perlakuan eksperimental, yaitu pengaplikasian bukaan pada selubung bangunan yang terdiri dari jendela samping, pintu, roster dan *rumbak tahansengan*.
- Perlakuan yang dilakukan pada *base case* adalah penggunaan bukaan dengan pengondisian yang berbeda pada ruangan yang sama, dan ini dilakukan pada tiap ruang yang dijadikan eksperimen
- Pengukuran variabel terikat, berupa kinerja pencahayaan alami pada *case* dimana bukaan diaplikasikan.
- Dari hasil eksperimen dilakukan perbandingan dengan pengukuran lapangan untuk mengetahui sebab akibat dari penggunaan bukaan.

Bentuk dan dimensi bukaan pada fasad bangunan Rumah Betang sesuai dengan peraturan adat dimana bentuk dan dimensi tersebut terus digunakan pada rumah tradisional betang tanpa adanya perubahan. Untuk mengetahui kinerja pencahayaan dengan mempertahankan kekhasan bentuk arsitektur tradisionalnya, sesuai dengan variabel bebas penelitian dilakukan eksperimen terhadap kuantitas bukaan pada ruang dan ketinggian dari bukaan.

Dilakukan perlakuan berbeda terhadap konfigurasi bukaan untuk mengetahui hasil pengaplikasian bukaan terhadap kinerja pencahayaan alami dalam ruangan, eksperimen tersebut didasarkan pada variabel bebas dan hasil dari pengamatan lapangan yang dikelompokkan menjadi beberapa pengondisian yang berbeda berdasarkan pada hasil pengamatan lapangan dan parameter variabel bebas yang diteliti.

Untuk pola bukaan pada tiap pengondisian eksperimen, jendela samping, pintu, roster dan *rumbak tahansengan* pada tiap ruang dibiarkan terbuka mulai dari pagi hingga sore hari. Tiap bukaan dibiarkan terbuka sepanjang hari untuk menghubungkan pencahayaan pada tiap ruang. Adapun deskripsi masing-masing dari pengondisian bukaan adalah sebagai berikut:

- Pengondisian 1

Pengondisian 1 dibuat berdasarkan kondisi fisik Rumah Betang. Bukaan pada tiap ruangan mengikuti kondisi asli eksisting, posisi ketinggian dan jumlah bukaan dibuat sama seperti pada kondisi lapangan. Pengondisian ini bertujuan untuk mengetahui performa kinerja pencahayaan alami pada eksisting tanpa dipengaruhi faktor eksternal dan digunakan sebagai pembandingan terhadap performa kinerja pencahayaan pada pengondisian lainnya. Pada pengondisian 1 jendela samping, pintu dan roster dikondisikan dalam keadaan terbuka dari pagi hingga sore hari.

- Pengondisian 2

Pengondisian 2 dilakukan penambahan luas bukaan, pada pengondisian ini penambahan luas bukaan terhadap tiap bidang fasad yang terdapat bukaan dilakukan dengan menambah jendela samping dan roster pada tiap sisi ruang yang terdapat bukaan tanpa mengubah ketinggian bukaan dari permukaan lantai. Peletakan dan pengaturan tambahan bukaan dengan bukaan lainnya menyesuaikan luasan dari tiap sisi ruangan. Pada pengondisian 2 tidak ada perlakuan khusus untuk pintu. Untuk pola pembukaan jendela samping, pintu dan roster dikondisikan dalam keadaan terbuka dari pagi hingga sore hari.

- Pengondisian 3

Pengondisian 3 bukaan dalam ruangan mengikuti kondisi asli eksisting dan jumlah bukaan tiap ruang dibuat sama seperti pada lapangan. Pada pengondisian 3 dilakukan penambahan ketinggian dari pemosisian jendela samping pada tiap sisi ruangan yang terdapat bukaan tanpa mengubah jumlah bukaan. Ketinggian bukaan pada Rumah Betang umumnya sekitar 0.7m - 0.9m, untuk itu dilakukan penambahan

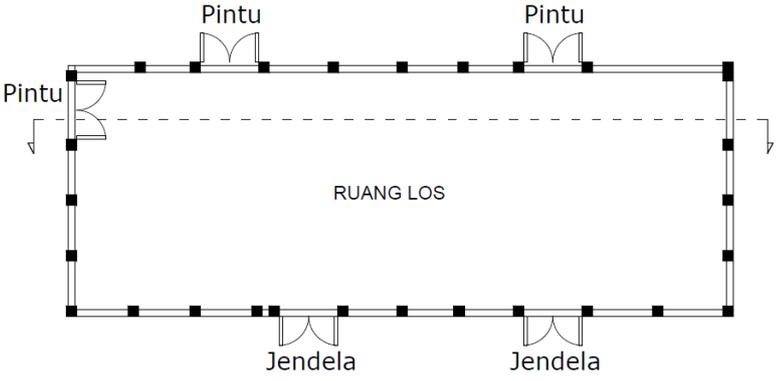
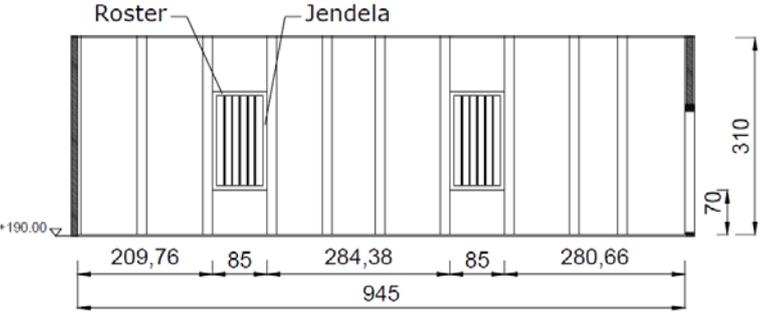
ketinggian menjadi 1m dari permukaan lantai. Pada pengondisian 3 tidak ada perlakuan khusus untuk pintu. Pola pembukaan jendela samping, pintu dan roster dikondisikan dalam keadaan terbuka dari pagi hingga sore hari.

- Pengondisian 4

Pengondisian bukaan dalam ruangan mengikuti kondisi asli eksisting, dimana posisi ketinggian dan jumlah bukaan dibuat sama seperti pada lapangan. Pada pengondisian 4 konfigurasi antara jendela samping, pintu dan roster hanya digunakan pada ruang tamu saja, sedangkan untuk ruangan yang lainnya sumber cahaya alami berasal dari jendela samping dan pintu. Dilakukan penambahan *rumbak tahansengan* pada sisi kanan dan kiri bangunan sejajar dengan ruang tamu 2 dan ruang keluarga. Dengan tujuan untuk mengetahui efek dari penggunaan *rumbak tahansengan* sebagai bukaan khas Rumah Betang terhadap kinerja pencahayaan. Pengondisian 4 pada dinding samping kanan ruang keluarga dan kiri ruang tamu 2 dilakukan penambahan ketinggian sebagai dinding gevel. Pada pengondisian 4 dilakukan perubahan bentuk atap bangunan untuk menyesuaikan dengan bentuk atap pada Rumah Betang tradisional yang menggunakan *rumbak tahansengan*. Pada pengondisian ini dinding samping kiri dan kanan bangunan dibuat tinggi mendekati atap sebagai tempat peletakan *rumbak tahansengan*. Pola pembukaan jendela samping, pintu dan roster dikondisikan dalam keadaan terbuka dari pagi hingga sore hari. Untuk *rumbak tahansengan* dibiarkan terbuka sepanjang hari tanpa ada penutup yang menghalangi sesuai dengan kondisi *rumbak tahansengan* pada Rumah Betang tradisional.

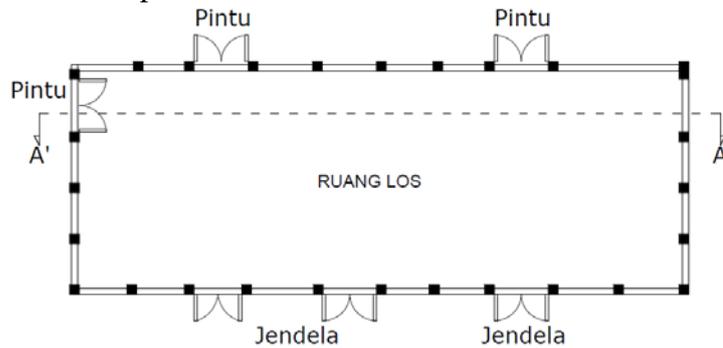
Masing – masing pengondisian akan diaplikasikan pada seluruh ruang yang diteliti. Sebagai contoh pengalokasian eksperimen pada ruangan sesuai dengan deskripsi pengondisian, dapat diamati pada ruang Tabel 3.2

Tabel 3.2 Deskripsi Pengondisian Bukaan pada Salah Satu Ruang Eksperimen

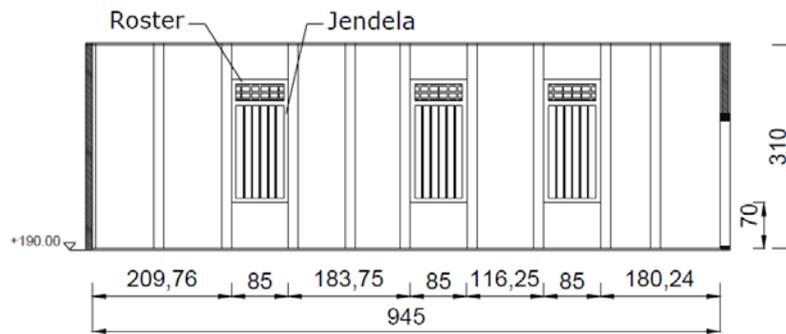
<p>Pengondisian</p>	<p>Gambar denah tampak dan potongan ruang los dengan pengondisian bukaan dalam ruangan mengikuti kondisi asli eksisting</p>
<p>1</p>	<p>Denah Tampak Atas</p> 
	<p>Potongan A-A' Pengondisian 1</p> 
	<p>Permodelan Pengondisian 1 (Sesuai Kondisi Eksisting)</p> 

Gambar denah tampak dan potongan ruang los dengan penambahan luas bukaan pada tiap bidang fasad yang terdapat bukaan di lakukan dengan menambah jendela samping dan roster pada tiap sisi ruang yang terdapat bukaan tanpa mengubah ketinggian bukaan dari permukaan lantai.

Denah Tampak Atas



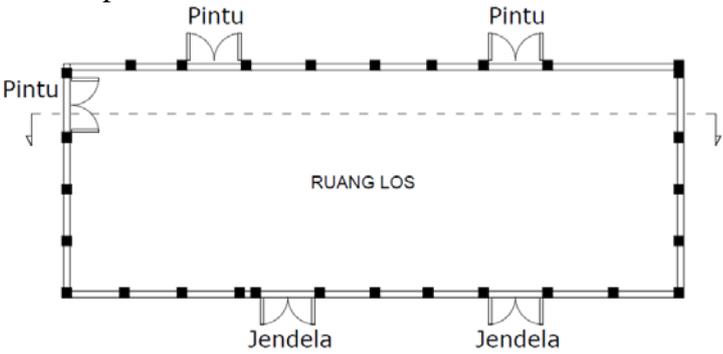
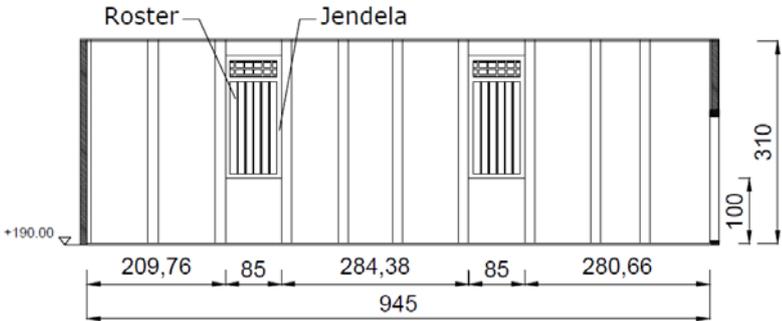
Potongan A-A' Pengondisian 2

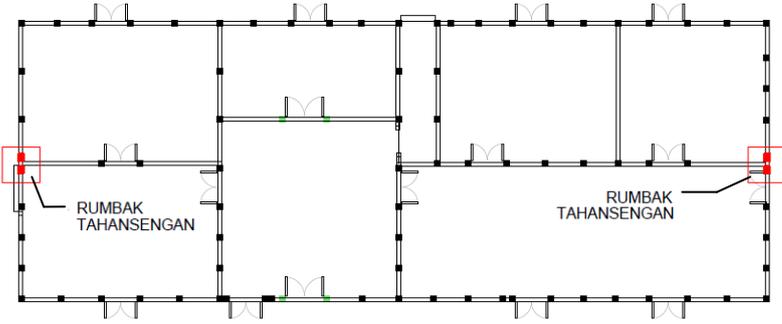
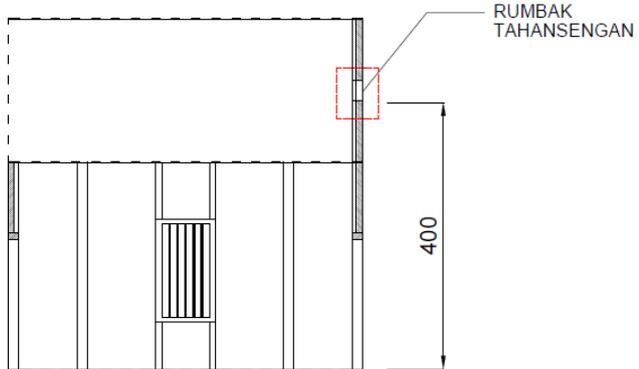
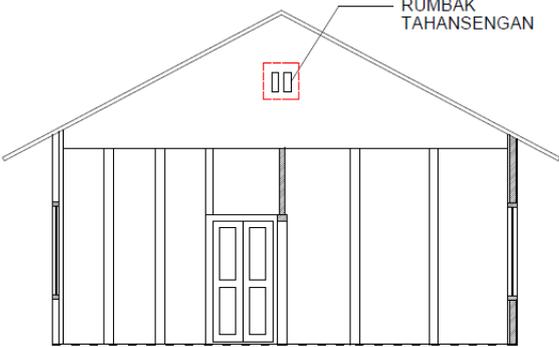


2

Permodelan Pengondisian 2 (Penambahan Luasan Bukaan)



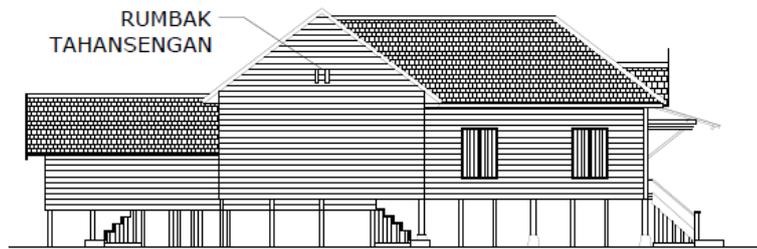
<p>Pengondisian</p>	<p>Gambar denah tampak dan potongan ruang los dengan penambahan ketinggian pemosisian dari jendela samping pada tiap sisi ruangan yang terdapat bukaan tanpa mengubah jumlah bukaan.</p>
<p>3</p>	<p>Denah Tampak Atas</p> 
<p>3</p>	<p>Potongan A-A' Pengondisian 3</p> 
	<p>Permodelan Pengondisian 3 (Penambahan Ketinggian Bukaan)</p> 

<p>Pengondisian</p>	<p>Penambahan <i>rumbak tahansengan</i> pada sisi kanan dan kiri bangunan sejajar dengan ruang los dan ruang keluarga, pengondisian bukaan dalam ruangan mengikuti kondisi asli eksisting. Dilakukan perubahan bentuk atap bangunan dengan menambahkan dinding gevel pada sisi kiri kanan bangunan menyesuaikan dengan bentuk atap Rumah Betang tradisional yang menggunakan <i>rumbak tahansengan</i></p>
<p>4</p>	<p>Denah Tampak Atas</p> 
	<p>Potongan A-A' Pengondisian 4 (Ruang Keluarga)</p> 
	<p>Potongan B-B' Pengondisian 4 (Ruang Keluarga & Ruang Tidur)</p> 

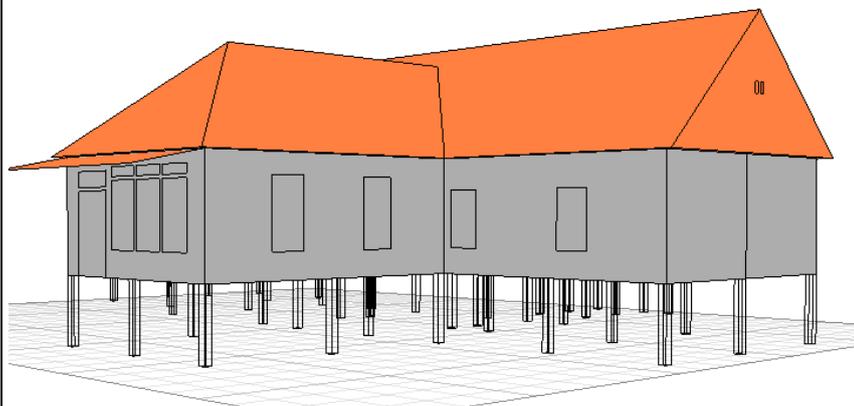
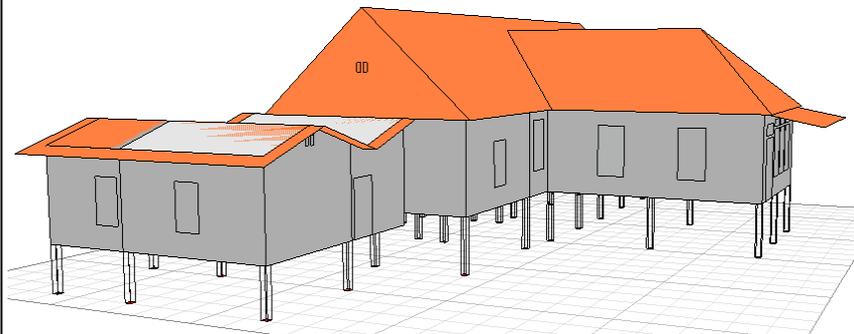
Tampak kiri bangunan



Tampak kiri bangunan



Permodelan Pengondisian 4 (Penambahan *Rumbak Tahansengan*)



3.7.2 Simulasi

Pada penelitian ini, simulasi difungsikan sebagai alat bantu dalam eksperimen untuk mencari nilai iluminan, *Daylight Factor* (DF) serta distribusi pencahayaan alami dalam ruangan yang dihasilkan dari pengaplikasian bukaan berupa jendela samping, roster pintu dan *rumbak tahansengan* pada selubung bangunan Rumah Betang. *Autodesk Ecotect Analysis 2011* digunakan sebagai *software* simulasi pada penelitian ini. Program *Autodesk Ecotect Analysis 2011* dikembangkan oleh oleh Dr Andrew Marsh (2000).

Pada penelitian yang dilakukan Alrikagusti (2012) tentang kajian awal terhadap kondisi pencahayaan alami pada bangunan rumah limas digunakan *software ecotect* sebagai alat simulasinya. *software ecotect* dapat menangani hampir semua bentuk geometri ruang dan reflektansi non-difus. penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa *software Ecotect* dapat mengakomodasi dalam simulasi kinerja pencahayaan untuk berbagai variabel desain dan kondisi langit. *Software Ecotect* mampu melihat sebuah ruang yang mendapat pencahayaan tanpa harus membangunnya secara fisik. Output yang dihasilkan dari *software* ini berupa foto-realistik berwarna yang menunjukkan prediksi numerik dan level cahaya pada poin yang telah ditentukan.

Adapun tahapan simulasi dengan *software Autodesk Ecotect Analysis 2011* adalah sebagai berikut :

- Dilakukan permodelan menggunakan *Autodesk Ecotect Analysis 2011* dari keseluruhan bangunan Rumah Betang dengan mengaplikasikan bukaan berupa jendela samping, roster dan pintu pada bagian fasad bangunannya. Permodelan ruang disesuaikan dengan deskripsi dari bangunan rumah betang yang didapat dari hasil pengukuran langsung pada lapangan.
- Material permodelan ruangan yang diteliti disesuaikan dengan deskripsi dari bangunan Rumah Betang yang didapat dari hasil pengukuran langsung pada lapangan. Penetapan material dengan data *Autodesk Ecotect Analysis 2011* disesuaikan mendekati karakteristik material bangunan berdasarkan pengamatan langsung pada lapangan. Untuk tujuan penyederhanaan pada proses simulasi, jenis perabotan yang ada di dalam

ruangan diabaikan karena banyaknya variasi jenis perabot dan penataan posisi perabot pada tiap ruang.

- Menetapkan orientasi bangunan

Orientasi bangunan disesuaikan dengan kondisi eksisting bangunan yang dijadikan subjek penelitian. Pada bangunan rumah *Djaga Bahen* orientasinya menghadap arah Utara-Selatan

- Pendefinisian grid atau titik ukur pada ruang.

Grid pengukur pada tiap ruangan memiliki jarak 1 meter atau 0.5 meter dari tepi dinding disesuaikan dengan luasan dari ruangan. Grid tersebut ditempatkan pada bidang kerja setinggi 0.75 m dari permukaan lantai. Perencanaan grid tersebut pada ruangan berfungsi untuk memperoleh nilai iluminan, DF dan ketelitian penggambaran profil iluminan pada potongan ruang untuk tahapan analisa data. Selain itu dari pola grid yang sudah ditentukan dapat dilihat data isokontur pola penyebaran iluminan dan *uniformity* cahaya alami didalam ruangan. Untuk mendapatkan data isokontur yang menyeluruh dalam ruangan digunakan kamera dengan dimensi aperture yang telah disesuaikan dengan luasan ruangan dan diletakkan pada jarak 1 m dari permukaan lantai.

- Pendefinisian zona dan ketentuan iklim, lokasi dan waktu simulasi.

Zona yang digunakan untuk simulasi pencahayaan yaitu koordinat lintang dan bujur Kota Palangka Raya ($02^{\circ}12'26''$ LS dan $133^{\circ}55'00''$ BT) sesuai dengan lokasi eksisting Rumah Betang. Data iklim yang digunakan adalah data iklim kota Surabaya. Data tersebut diasumsikan dapat mewakili data iklim Kalimantan Tengah sesuai dengan lokasi Rumah Betang. Kondisi langit yaitu *Overcast* disesuaikan dengan kondisi langit pada iklim tropis lembab (Lauber,2005:19), untuk iluminan langit yang dipergunakan sebagai patokan perancangan yaitu kondisi iluminan langit Indonesia sebesar 10.000 lux (Satwiko,2004).

- Pendefinisian lokasi dan waktu simulasi.

Penelitian dilakukan di Rumah Betang pada ruang tamu, ruang tidur, ruang los dan dapur dimana pada ruangan-ruangan tersebut banyak dilakukan aktivitas penghuni mulai dari pagi hingga sore hari selain itu

terdapat bukaan sebagai sumber pencahayaan alami didalam ruangan. Untuk waktu pengukuran iluminan menurut Steffy (2002: 108), analisa pencahayaan alami harus *mereview* data pencahayaan alami sekurangnya tiga hari dalam setahun, masing-masing sekurangnya tiga kali dari masing-masing hari yaitu pada pukul 09.00, 12.00 dan 15.00. Pada penelitian ini waktu dari pengukuran diambil saat kondisi *solar altitude* tepat pada *zenith* sehingga iluminan yang dihasilkan dalam kondisi optimal yaitu pada pukul 12.00.

- o Setelah simulasi dijalankan, maka akan didapatkan data berupa nilai iluminan (lux), nilai *daylight factor* (%) dan grafik isokontur iluminan pada tiap ruang. Kemudian dari nilai iluminan dan DF yang sudah didapat, diplot kembali disesuaikan dengan pola grid pengukuran pada tiap ruangan dan digabungkan kembali dengan grafik isokontur iluminan untuk memperoleh gambaran lengkap pola pendistribusian cahaya alami didalam ruangan – ruangan yang telah diteliti.

3.8 Analisa dan Pembahasan

Setelah melakukan pengukuran pada subjek penelitian dan pengolahan data melalui simulasi, tahapan selanjutnya adalah menganalisis data. Data yang dianalisa yaitu data hasil pengamatan lapangan dan hasil dari eksperimen dengan simulasi. Data yang diperoleh adalah data pengukuran fisik dan data kuantitatif dari kinerja pencahayaan pada Rumah Betang yang berguna untuk proses analisis data. Analisa data pada penelitian ini difokuskan pada beberapa hal, sebagai berikut:

Tabel 3.3 Tahap Analisa dan Penelitian Hasil Pengamatan Lapangan

Tahapan	Tujuan	Parameter yang digunakan dalam analisa
Analisa Hasil Pengamatan Lapangan	Untuk melihat pengaruh lingkungan dan <i>solar altitude</i> terhadap pencahayaan alami yang dihasilkan melalui bukaan	<ul style="list-style-type: none"> • Nilai Iluminan maksimum dan minimum yang dihasilkan melalui bukaan pada tiap ruang • Penyebaran iluminan pada ruangan • Fluktuasi nilai iluminan mulai dari pagi hingga sore hari

	<p>Untuk melihat pengaruh kondisi fisik ruangan dan pengaplikasian bukaan terhadap kinerja pencahayaan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Distribusi nilai iluminan pada tiap-tiap ruang (nilai minimum, maksimum, rata-rata, rasio keseragaman, dan pola distribusi) • Distribusi nilai <i>daylight factor</i> (DF) pada tiap-tiap ruang (nilai minimum, maksimum, rata-rata, rasio keseragaman, dan pola distribusi)
--	--	---

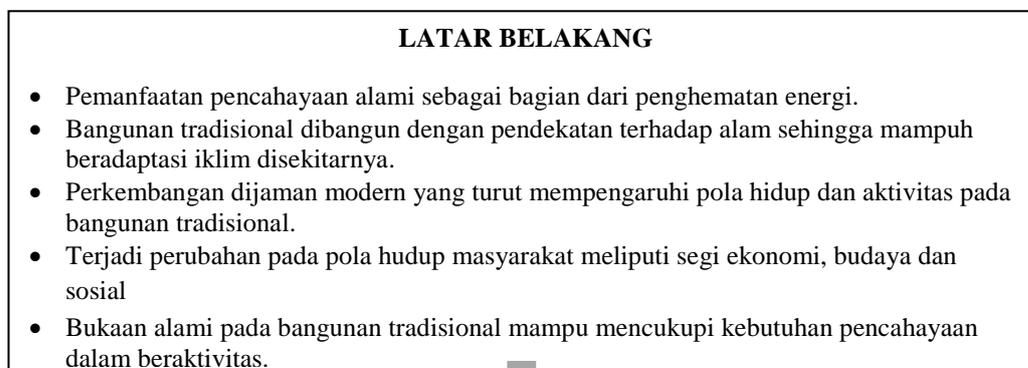
Tabel 3.4 Tahap Analisa dan Penelitian Hasil Simulasi

<p>Analisa Kinerja pencahayaan alami di ruangan yang diteliti pada tiap pengondisian</p>	<p>Untuk melihat tingkat kuantitas dan kesesuaian pencahayaan alami yang dihasilkan melalui bukaan dengan kebutuhan iluminan untuk beraktivitas dalam ruangan</p>	<p>Membandingkan kesesuaian nilai iluminan dan DF hasil pengamatan lapangan dengan standar pencahayaan berdasarkan pada :</p> <p>Nilai Iluminan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Standar iluminan berdasarkan IESNA • Standar iluminasi berdasarkan Martin Evans (1980), disesuaikan dengan fungsi ruang dan tipe bangunan • Standar iluminasi berdasarkan Egan & Olgyay (2002), disesuaikan dengan fungsi ruang dan tipe bangunan <p>Nilai <i>Daylight Factor</i> (DF)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Standar iluminasi berdasarkan Martin Evans (1980), disesuaikan dengan fungsi ruang dan tipe bangunan
	<p>Untuk mengetahui distribusi, pola, keseragaman nilai iluminan dan DF yang dihasilkan melalui pengaplikasian bukaan tiap ruang pada tiap pengondisian eksperimen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fluktuasi nilai iluminandan DF tiap waktu pengukuran pada tiap ruang • Nilai Iluminan dan DF maksimum - minimum yang dihasilkan melalui bukaan pada atiap ruang • Distribusi nilai iluminan dan DF pada tiap-tiap ruang (nilai minimum, maksimum, rata-rata, rasio keseragaman, dan pola distribusi) • Membandingkan hasil simulasi pada setiap pengondisian dengan standar pencahayaan berdasarkan pada : <p>Nilai Iluminan</p> <ul style="list-style-type: none"> o Standar iluminan berdasarkan IESNA

		<ul style="list-style-type: none"> ○ Standar iluminasi berdasarkan Martin Evans (1980), disesuaikan dengan fungsi ruang dan tipe bangunan ○ Standar iluminasi berdasarkan Egan & Olgyay (2002), disesuaikan dengan fungsi ruang dan tipe bangunan <p>Nilai <i>Daylight Factor</i> (DF)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Standar iluminasi berdasarkan Martin Evans (1980), disesuaikan dengan fungsi ruang dan tipe bangunan
Analisa Pengaruh pengaplikasian bukaan terhadap pemenuhan kebutuhan pencahayaan alami untuk aktivitas	Untuk melihat keterkaitan antara aspek desain dengan tingkat kuantitas dan kesesuaian pencahayaan alami yang dihasilkan melalui bukaan dengan kebutuhan iluminan untuk beraktivitas dalam ruangan	<ul style="list-style-type: none"> ● Perbandingan distribusi iluminan (nilai minimum, maksimum, rata-rata, pola distribusi dan keseragaman pencahayaan) dari masing-masing pengondisian dengan hasil pengukuran lapangan sesuai dengan tiap waktu pengukuran ● Perbandingan distribusi DF (nilai minimum, maksimum, rata-rata, pola distribusi dan keseragaman pencahayaan) dari masing-masing pengondisian dengan hasil pengukuran lapangan sesuai dengan tiap waktu pengukuran

3.9 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian memiliki langkah-langkah yang harus ditempuh guna mencapai tujuan penelitian yang sudah di rumuskan. Berikut merupakan skema tahapan penelitian :





- Halaman ini sengaja dikosongkan -

BAB 4

HASIL PENGAMATAN LAPANGAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengamatan Lapangan

Pengamatan lapangan merupakan pengamatan yang dilakukan langsung pada subjek penelitian, pada prosesnya dilakukan pengamatan terhadap kondisi fisik bangunan, lingkungan, aktivitas penghuni dan kinerja pencahayaan didalam maupun diluar bangunan. Hasil yang didapatkan dari pengamatan lapangan antara lain data fisik bangunan dan kinerja pencahayaan alami dari hasil pengukuran.

4.1.1 Deskripsi Kondisi Eksisting Bangunan dan Aktivitas Pengguna

Bangunan yang menjadi subjek penelitian adalah *huma* betang *Djaga Bahen* merupakan salah satu rumah tradisional betang yang berada di Kalimantan Tengah. Bangunan ini merupakan contoh nyata aplikasi dari bangunan tropis lembab yang hemat energi dan ramah lingkungan. Rumah Betang *Djaga Bahen* adalah bangunan tunggal yang berada diantara bangunan rumah lain dengan kepadatan yang sedang. Lingkungan disekitar Rumah Betang sebagian besar berupa tanah lapang yang ditutupi oleh pepohonan dengan kepadatan tinggi. Kondisi lingkungan yang asri hampir selalu dijumpai pada pemukiman diwilayah yang sama dengan lokasi Rumah Betang *Djaga Bahen*. Terdapat obstruksi berupa vegetasi dengan kepadatan sedang yang mengelilingi bangunan rumah *Djaga Bahen*. Adanya obstruksi ini dapat mempengaruhi kondisi pencahayaan didalam bangunan.

- Deskripsi fisik bangunan
- Konstruksi bangunan

Pada bangunan rumah *Djaga Bahen* menggunakan perpaduan kolom dan rangka kayu. Bangunan ini merupakan bangunan satu lantai berupa rumah panggung dengan ketinggian kolom kayu sekitar 1.9 meter. Keseluruhan rumah terbuat dari material kayu ulin dan kayu lokal. Kolom bangunan menggunakan kayu ulin yang berfungsi sebagai pondasi dan menyangga konstruksi bangunan. Dinding bangunan berupa rangka kayu yang ditutup papan kayu. Pada bagian atap

bangunan menggunakan kuda-kuda kayu dengan penutup atap sirap yang menggunakan material kulit atau papan kayu ulin yang dibentuk dan ditata layaknya genteng tanah liat. Pada bagian atap tidak terdapat *skylight* atau celah yang memungkinkan cahaya matahari masuk melalui bagian atas bangunan.

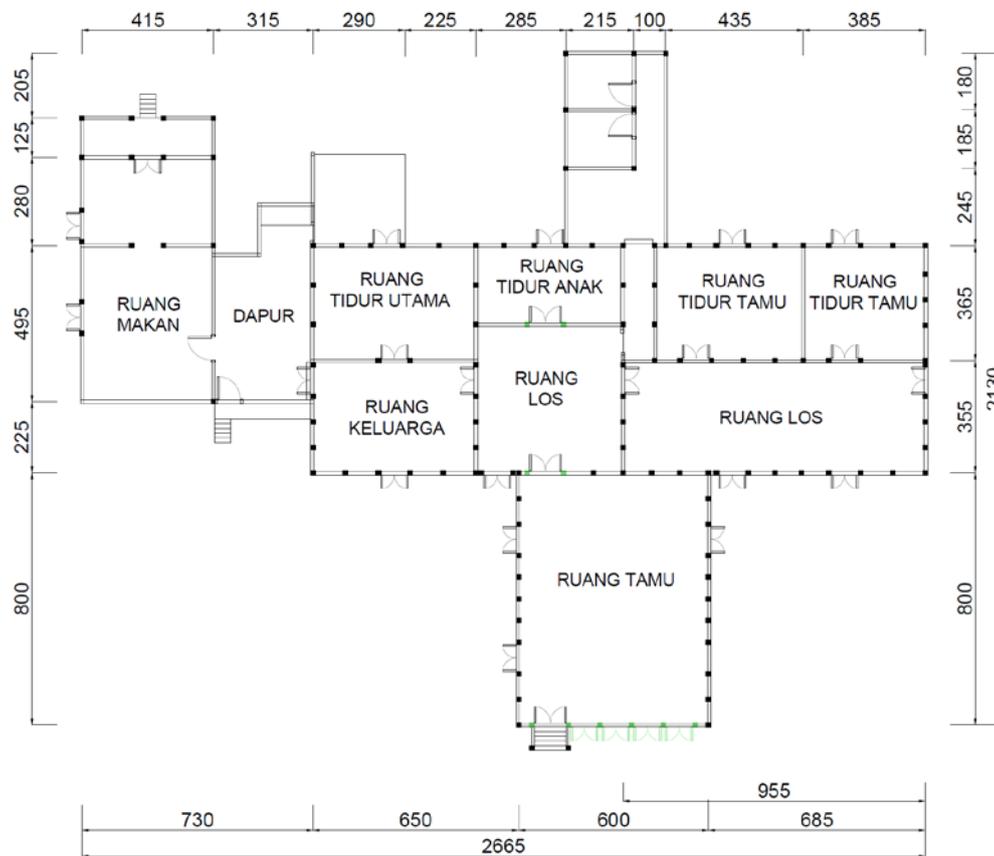


Gambar 4.1 Kontruksi Bangunan pada Rumah Betang *Djaga Bahen*

- Detail fasad bangunan

Pada bangunan rumah *Djaga Bahen* menggunakan lantai kayu warna coklat kehitaman dengan tekstur halus. Pada lantai di beberapa ruang dalam rumah ditutup dengan lantai vinyl untuk menghalangi udara malam masuk dari celah lantai. Dinding rumah terbuat dari papan kayu yang disusun dengan kerapatan yang cukup untuk menghalau angin masuk melalui celah kayu. Pada bagian dinding seluruh ruangan dalam rumah menggunakan finishing cat warna putih. Pada bagian plafon bangunan juga menggunakan lembaran papan kayu yang disusun rapat dan difinishing warna putih. Hampir seluruh area rumah bersifat privat, namun pada ruang tamu dibuat terbuka dengan jendela-jendela besar yang dapat mengekspose kegiatan yang didalamnya.

Pada bagian dalam Rumah Betang terdapat banyak ruang-ruang yang memiliki fungsi berbeda. Pembagian ruang pada bangunan Rumah Betang *Djaga Bahen* disesuaikan dengan adat dalam membuat rumah bagi masyarakat Dayak pada umumnya. Rumah Betang merupakan jenis hunian masyarakat dayak dengan luasan yang cukup besar dan memiliki kebutuhan ruang yang cukup banyak. Pada pengamatan langsung yang dilakukan pada bangunan Rumah Betang *Djaga Bahen* kebutuhan ruang didalamnya seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pembagian Ruang pada Rumah Betang *Djaga Bahen*

Pembagian ruang pada Rumah Betang dikelompokkan berdasarkan zona ruang mulai dari ruang los dan ruang tamu sebagai area publik yang bisa diakses seluruh penghuni, ruang tidur sebagai area privat penghuni, dan dapur sebagai area servis. Terdapat beberapa ruang tambahan pada rumah *Djaga Bahen* seperti ruang makan dan kamar mandi dalam yang disesuaikan dengan kebutuhan ruang penghuni saat ini. Luas dari tiap ruang disesuaikan dengan adat yang berlaku pada Rumah Betang, area yang paling luas yaitu pada ruang tamu dan ruang los. Untuk luas bukaan cahaya alami pada tiap ruangan disesuaikan dengan luas ruangan, luas penampang dinding dan fungsi tiap ruangan.

Secara garis besar penggunaan material bangunan pada tiap ruang didalam Rumah Betang *Djaga Bahen* memiliki jenis dan spesifikasi material yang sama, baik material yang digunakan pada fasad bangunan dan bukaan. Adapun deskripsi jenis dan material fasad bangunan yang digunakan seperti yang tertera pada Tabel 4.1

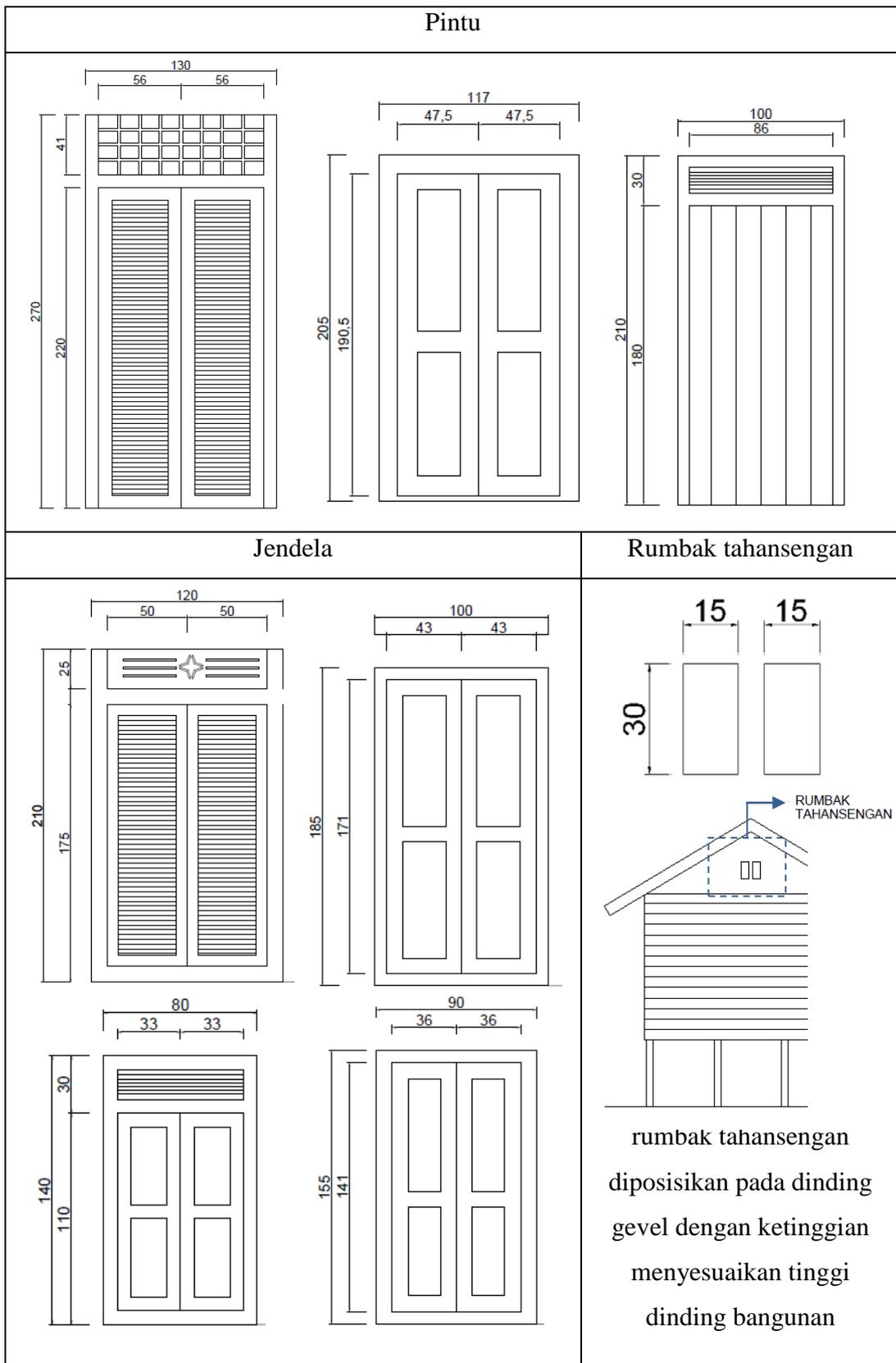
Tabel 4.1 Jenis dan Spesifikasi Material Bangunan Rumah Betang *Djaga Bahen*

Elemen Bangunan	Jenis Material	Reflectance	Warna	Transmittance	Specularity	Roughness
Dinding	Wood	57.00%	Putih	0.00%	0.00%	0.00%
Kusen Jendela	Wood	31.70%	Coklat	0.00%	15.00%	8.00%
Kusen Pintu	Wood	31.70%	Coklat	0.00%	15.00%	8.00%
Daun Jendela	Wood	31.70%	Coklat	0.00%	15.00%	8.00%
Daun Pintu	Wood	31.70%	Coklat	0.00%	15.00%	8.00%
Roster	Wood	31.70%	Coklat	0.00%	15.00%	8.00%
Plafon	wood	68.00%	Putih	0.00%	0.00%	0.00%
Lantai	Wood	31.70%	Coklat	0.00%	15.00%	8.00%

- Spesifikasi Bukaannya

Pada setiap ruang pada bangunan Rumah Betang *Djaga Bahen* dilengkapi dengan bukaan. Terdapat beberapa jenis bukaan untuk pencahayaan alami yang digunakan pada bangunan Rumah Betang *Djaga Bahen* yaitu jendela samping, pintu roster dan *rumbak tahansengan*. Penggunaan konfigurasi tipe bukaan dan komposisi bukaan terhadap luas penampang dinding berbeda-beda tergantung dari fungsi masing-masing ruang, Tiap jenis bukaan pada Rumah Betang memiliki kriteria yang digunakan pada rumah adat dayak yang diterapkan pada bentuk dan luasannya seperti pada Gambar 4.3.

Menurut Asteria (2008:147) baik bangunan Rumah Betang dahulu dan sekarang sangat mengandalkan cahaya matahari sebagai sumber pencahayaan alami dari pagi hingga sore hari. Sumber pencahayaan alami pada Rumah Betang *Djaga Bahen* berasal dari bukaan pada selubung bangunannya. Dari pengamatan lapangan yang telah dilakukan, secara garis besar sistem pencahayaan yang digunakan pada bangunan Rumah Betang *Djaga Bahen* yaitu pencahayaan melalui atas yang berasal dari roster dan pencahayaan samping yang berasal dari jendela serta pintu. Bukaan pada fasad bangunan Rumah Betang umumnya bersifat terbuka tanpa adanya penutup transparan seperti kaca dan material lainnya sehingga cahaya alami dapat masuk tanpa terdapat penghalang.



Gambar 4.3 Bentuk dan Dimensi Bukaan pada Rumah Betang *Djaga Bahen*

Bukaan berupa jendela samping, roster, pintu dan *rumbak tahansengan* yang diaplikasikan pada selubung bangunan berdasarkan penelitian dan pengamatan yang dilakukan pada Rumah Betang sebelumnya, memiliki deskripsi sebagai berikut :

o Jendela Samping

- Orientasi jendela menghadap arah utara dan selatan disesuaikan dengan orientasi bangunan
- Lebar jendela ± 185 cm x 100 cm sesuai dengan dimensi jendela pada Rumah Betang
- Ambang bawah jendela antara 0.7-0.9 meter dari permukaan lantai pada bangunan.
- Material kayu dan kulit kayu digunakan sebagai kusen dan daun jendela.
- Jendela bersifat terbuka, tidak terdapat kaca atau material transparan lainnya yang terpasang pada daun jendela

o Roster

- Terletak pada bagian atas jendela samping, berbentuk persegi panjang dengan dimensi dan jumlah disesuaikan dengan kondisi fisik jendela pada bangunan.
- Lebar roster ± 25 cm, sedangkan panjangnya mengikuti panjang jendela pada bangunan.
- Ketinggian roster terhadap lantai bergantung pada ketinggian jendela samping dan dinding fasad bangun.
- Lubang pada roster menggunakan kusen kayu dengan coakan pahatan kayu, roster dibiarkan terbuka tanpa adanya penutup.
- Orientasi mengikuti letak jendela pada fasad bangunan sehingga orientasi roster berdasarkan arah datangnya matahari menyesuaikan dengan peraturan adat hulu dan hilir.

o Pintu

- Terdapat tiga macam pintu pada Rumah Betang yaitu pintu depan, pintu tengah dan pintu tiap ruangan yang memiliki bentuk dan ukuran yang berbeda (Gambar 4.4).

- Pintu depan ditetapkan memiliki dimensi ± 220 cm x 130 cm, pada bagian atas pintu depan dilengkapi dengan roster dengan ketinggian 220 cm dari permukaan lantai.
- Pintu tiap ruang memiliki dimensi yang lebih kecil dari pada pintu depan dan pintu tengah yaitu ± 240 cm x 130 cm, pada bagian atas pintu tengah tidak dilengkapi dengan roster.
- Pintu tiap ruang memiliki dimensi yang lebih kecil dari pada pintu depan dan pintu tengah yaitu ± 210 cm x 100 cm, pada bagian atas pintu tengah tidak dilengkapi dengan roster.
- Material kayu dan kulit kayu digunakan sebagai kusen dan daun pintu.
- Pintu bersifat tertutup tanpa ada ukiran, coakan atau material transparan lainnya yang terpasang pada daun pintu.
- Orientasi pintu tergantung dari arah hadap ruang.
- *Rumbak Tahansengan*
 - *Rumbak tahansengan* berbentuk persegi panjang dengan dimensi dan jumlah bukaan disesuaikan dengan kondisi fisik *rumbak tahansengan* pada bangunan.
 - Lubang pada *rumbak tahansengan* tidak menggunakan kusen atau frame kayu, lubang berupa coakan pada dinding *gevel* dan dibiarkan terbuka tanpa adanya penutup.
 - Ketinggian *rumbak tahansengan* terhadap lantai bergantung pada ketinggian dinding fasad bangun
 - Orientasi dari *rumbak tahansengan* diposisikan pada bagian kiri dan kanan badan rumah pada dinding *gevel*, sehingga orientasi *rumbak tahansengan* berdasarkan arah datangnya matahari menyesuaikan dengan peraturan adat hulu dan hilir.
- Pola Aktifitas Penghuni Rumah Betang

Hampir seluruh ruang pada Rumah Betang *Djaga Bahen* digunakan untuk beraktivitas melakukan kegiatan sehari-hari. Selain berfungsi sebagai tempat tinggal, didalam Rumah Betang juga berfungsi sebagai tempat melakukan berbagai macam kegiatan tradisional dari masyarakat dayak dan kegiatan

keagamaan. Jenis aktivitas pada Rumah Betang dulu dan sekarang tidak jauh berbeda, yang membedakan adalah kapasitas kegiatan di dalam dan diluar ruangan pada saat siang hari. Kegiatan pada Rumah Betang dulu banyak dilakukan diluar rumah. Mayoritas masyarakat tradisional yang menghuni Rumah Betang adalah bercocok tanam dan menyadap pohon karet, umumnya ladang berlokasi cukup jauh dari rumah dan membutuhkan waktu yang lama untuk menjangkaunya. Penghuni umumnya pergi ke ladang pada pagi hari dan kembali ke rumah menjelang malam hari. Namun seiring dengan berkembangnya jaman aktivitas di Rumah Betang pada pagi hingga sore hari juga mulai banyak dilakukan. Aktivitas yang dilakukan di Rumah Betang meliputi aktivitas secara bersama maupun individual. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan pada Tabel 4.2 menjelaskan tentang pola waktu aktivitas penghuni Rumah Betang saat ini.

Tabel 4.2 Pola Aktvitas Penghuni Rumah Betang

Ruang Tamu																						
weekdays																						
pm						am												pm				
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	1	2	3	4	5
weekend																						
pm						am												pm				
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	1	2	3	4	5
Kegiatan : Pada akhir pekan aktivitas pada ruang tamu lebih lama karena digunakan untuk berbagai aktivitas. Kegiatan yang paling banyak dilakukan pada ruang ini yaitu pertemuan, kegiatan sosial dan agama.																						

Ruang Keluarga																						
weekdays																						
pm						am												pm				
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	1	2	3	4	5
weekend																						
pm						am												pm				
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	1	2	3	4	5
Kegiatan : Aktivitas pada ruang ini lebih bersifat aktivitas internal keluarga yang dilakukan bersama-sama atau individu. Pada akhir pekan lebih banyak dilakukan aktivitas pada ruang ini karena hari libur.																						

Ruang Tidur																						
weekdays																						
pm						am												pm				
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	1	2	3	4	5
weekend																						
pm						am												pm				
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	1	2	3	4	5
Kegiatan : Aktivitas yang dilakukan pada ruang ini umumnya beristirahat dan berbenah. Pada akhir pekan penghuni lebih banyak menghabiskan waktu diluar ruangan atau diluar rum untuk aktivitas keagamaan																						

Dapur																						
weekdays																						
pm						am						pm										
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	1	2	3	4	5
weekend																						
pm						am						pm										
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	1	2	3	4	5
Kegiatan : Aktivitas yang dilakukan pada dapur umumnya memasak, menyiapkan makanan, makan bersama keluarga, mencuci piring. Pada sore hari dapur digunakan sebagai tempat berbincang- bincang dan bersosialisasi dengan tetangga																						

Keterangan : Terdapat aktivitas

Tidak terdapat aktivitas

Dari Tabel 4.2 dapat diamati pola aktivitas, waktu dalam beraktivitas dan ruang mana saja yang banyak dilakukan aktivitas pada Rumah Betang, khususnya Rumah Betang *Djaga bahen*. Pada data lapangan yang didapatkan ruang yang paling banyak dilakukan kegiatan adalah ruang keluarga dimana kegiatan seluruh penghuni dilakukan. Tiap ruang memiliki waktu aktivitas yang berbeda-beda tergantung dari fungsi ruangan. Pada kondisi tertentu seperti pada area dapur, aktivitas yang dilakukan tidak hanya kegiatan memasak, penghuni menggunakan area dapur untuk tempat bersosialisasi dengan masyarakat. Hal tersebut bukan didasarkan pada fungsi ruang namun lebih menekankan pada kenyamanan penghuni dan faktor lain seperti kondisi penghawaan, pencahayaan atau termal.

Terjadi perbedaan pada kuantitas penghuni melakukan aktivitas dalam ruang antara hari-hari biasa dengan akhir pekan. Pada hari-hari biasa penghuni melakukan aktivitas dalam rumah seperti biasa baik aktivitas didalam ruangan atau aktivitas diluar ruangan. Namun pada akhir pekan didapatkan ruangan-ruangan yang banyak dilakukan aktivitas dalam ruangan. Pada ruang tamu dan ruang keluarga, antara aktivitas tradisional dan modern sama-sama terjadi peningkatan kuantitas waktu kegiatan di ruang-ruang tersebut. Pada aktivitas tradisional maupun modern tidak terjadi penyimpangan jenis aktivitas yang berbeda, akhir pekan sama-sama digunakan sebagai waktu untuk beribadah, aktivitas sosial maupun berkumpul bersama keluarga dan masyarakat sekitar. Pada akhir pekan penghuni relative melakukan aktivitas yang lebih banyak dibandingkan hari-hari normal.

- Pola Waktu Operasional Bukaannya

Bukaan pada fasad bangunan Rumah Betang berfungsi sebagai sumber penghawaan dan pencahayaan alami. Pola waktu operasional bukaan dipengaruhi oleh aktivitas yang dilakukan penghuni dalam ruang. Adapun waktu operasional dari bukaan seperti pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Waktu Operasional Bukaannya

WAKTU OPERASIONAL BUKAAN																																		
Jendela																																		
weekdays																																		
pm												am												pm										
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	1	2	3	4	5												
weekend																																		
pm												am												pm										
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	1	2	3	4	5												
Pintu yang menghubungkan dengan luar rumah																																		
weekdays																																		
pm												am												pm										
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	1	2	3	4	5												
weekend																																		
pm												am												pm										
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	1	2	3	4	5												
Pintu pada ruangan dalam rumah																																		
weekdays																																		
pm												am												pm										
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	1	2	3	4	5												
weekend																																		
pm												am												pm										
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	1	2	3	4	5												
Roster																																		
weekdays																																		
pm												am												pm										
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	1	2	3	4	5												
weekend																																		
pm												am												pm										
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	1	2	3	4	5												
Rumbak Tahansengan																																		
weekdays																																		
pm												am												pm										
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	1	2	3	4	5												
weekend																																		
pm												am												pm										
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	1	2	3	4	5												

Keterangan : Bukaan dalam kondisi terbuka

Bukaan dalam kondisi Tertutup

Dari pengamatan langsung yang dilakukan penghuni terhadap pengkondisian bukaan, keseluruhan bukaan pada tiap ruang cenderung dibiarkan terbuka mulai dari pagi hingga sore hari. Waktu operasional bukaan pada

bangunan Rumah Betang dengan aktivitas tradisional dan aktivitas modern tidak terlalu berbeda. Untuk kegiatan sehari-hari waktu operasional jendela dibuka hampir sepanjang hari dan baru ditutup ketika penghuni menjelang tidur, sedangkan roster dibiarkan terbuka sepanjang hari tanpa ditutup material solid. Bukaannya berupa pintu pada ruang dalam dibiarkan terbuka untuk membantu penyebaran cahaya alami antar ruang. Pintu pada fasad luar tergantung dari pola aktivitas penghuni, umumnya di buka pada pagi hingga sore hari dan ditutup ketika penghuni keluar rumah atau menjelang malam hari.

Pada akhir pekan terjadi perbedaan operasional bukaan pintu yang menghubungkan dengan luar ruangan, penghuni umumnya melakukan kegiatan keagamaan diluar rumah sehingga pintu harus ditutup untuk menjaga keamanan. Namun jendela samping dan pintu dalam ruang tetap dibuka sebagai akses udara dan cahaya alami. Kondisi bangunan yang berupa rumah panggung dan jendela yang terpasang teralis kayu membuat kondisi bangunan lebih aman dari gangguan bahaya sehingga memungkinkan dapat membuka jendela saat penghuni beraktivitas di luar rumah. Apabila dikorelasikan dengan pencahayaan alami sebagai sumber pencahayaan utama, bukaan dibiarkan terbuka guna memudahkan penetrasi dari pencahayaan alami kedalam ruangan. Kuantitas yang dihasilkan dari pencahayaan melalui bukaan ini dapat mengakomodasi keperluan pencahayaan untuk beraktivitas. Terjadi fenomena yang bertolak belakang apabila seluruh bukaan dikondisikan dalam keadaan tertutup, ruangan berubah menjadi gelap dan terjadi penurunan kemampuan untuk melihat.

4.1.2 Deskripsi Ruang Bagian Dalam dan Kondisi *Daylighting* pada Rumah Betang *Djaga Bahen*

Bangunan Rumah Betang *Djaga Bahen* merupakan bangunan yang terdiri dari satu lantai, bentuk bangunan dibuat berupa rumah panggung dengan banyak ruang didalamnya. Tiap ruangan memiliki luasan dan fungsi yang berbeda. Pada bangunan ini tidak semua ruangan terdapat aktivitas dengan intensitas yang tinggi. Area yang banyak dilakukan aktivitas seperti ruang tamu, ruang keluarga, ruang tidur dan dapur. Banyaknya aktivitas dalam ruang tentunya akan mempengaruhi

layout interior kepadatan dan banyaknya furniture dalam ruangan, hal tersebut tentunya akan mempengaruhi pendistribusian cahaya alami dari luar kedalam ruangan.

Berikut ini adalah deskripsi masing-masing ruang yang telah diamati pada Rumah Betang *Djaga Bahen*:

- Ruang Tamu

Pada area ruang tamu keseluruhan elemen interiornya menggunakan kayu dengan finishing yang berbeda tiap elemennya. Lantai ruangan ini menggunakan papan kayu yang dilapisi dengan lantai vinyl dengan warna yang cerah dan tekstur yang halus. Dinding dan plafon berupa papan kayu yang disusun dengan kerapatan yang cukup tinggi untuk menghalau angin diluaran masuk melalui celah kayu. Dinding dan plafon memiliki tekstur yang cukup rata dan difinishing dengan warna putih. Pemilihan warna putih pada elemen dinding dan plafon membatu pemantulan cahaya alami kedalam ruangan. Pada Ruang tamu menggunakan banyak jendela dengan luasan yang cukup besar pada tiap sisi ruangan yang memungkinkan cahaya alami masuk dalam ruangan dengan kuantitas yang cukup banyak. Luasan ruang tamu cukup besar dengan furniture yang tidak terlalu padat dan besar. Tinggi furniture pada ruangan ini pada umumnya setinggi bidang kerja. Sehingga tidak terjadi pembayangan dalam ruangan. Terdapat obstruksi berupa pepohonan dengan kepadatan sedang pada sisi kiri rumah. Ketinggian obstruksi tidak lebih tinggi dari bangunan, sehingga tidak terlalu menghalangi masuknya cahaya alami kedalam ruang.



Gambar 4.4 Kondisi Eksisting Ruang Tamu pada Rumah Betang *Djaga Bahen*

- Ruang Tidur



Gambar 4.5 Kondisi Eksisting Ruang Tidur pada Rumah Betang *Djaga Bahen*

Pada ruang tidur keseluruhan elemen interiornya menggunakan material kayu yang difinishing dengan cat putih. Untuk lantai ruangan menggunakan material kayu warna coklat gelap dengan tekstur halus. Pada area ini sumber cahaya alami masuk melalui sebuah jendela besar pada tengah ruangan dan pintu besar yang menghubungkan dengan ruang tengah. Ruang tidur merupakan salah satu area privat pada rumah dan terdapat banyak kegiatan yang dilakukan oleh penghuninya, sehingga furnitur pada ruangan ini cukup padat. Terdapat obstruksi berupa tanaman dengan kepadatan sedang pada luar ruangan yang menghalangi pendistribusian cahaya alami, sehingga pada waktu tertentu pencahayaan pada kamar tidur kurang sesuai dengan standar pencahayaan.

- Ruang Los

Ruang Los terdiri dari ruang keluarga dan ruang tamu 2. Pada area ruang los keseluruhan elemen interiornya menggunakan kayu dengan finishing yang berbeda tiap elemennya. Lantai ruangan los menggunakan papan kayu yang dilapisi dengan lantai vinyl dengan warna yang cerah dan tekstur yang halus. Dinding dan plafon berupa papan kayu yang disusun dengan kerapatan yang cukup tinggi untuk menghalau angin diluaran masuk melalui celah kayu. Dinding dan plafon memiliki tekstur yang cukup rata dan difinishing dengan warna putih. Pemilihan warna putih pada elemen dinding dan plafon membatu pemantulan cahaya alami kedalam ruangan. Pada Ruang los terdapat jendela dengan luasan yang cukup besar pada tengah ruangan yang memungkinkan cahaya alami masuk dalam ruangan dengan kuantitas yang cukup banyak. Luasan ruang tamu tidak

terlalu besar dengan furniture yang terlalu padat dan besar. Tinggi furniture pada ruangan ini lebih tinggi dari bidang kerja. Sehingga terjadi pembayangan dalam ruangan. Tidak terdapat obtruksi di luar ruangan yang dapat menghalangi masuknya cahaya alami kedalam.



Gambar 4.6 Kondisi Eksisting Ruang Los pada Rumah Betang *Djaga Bahen*

- Ruang Dapur

Dapur terdapat pada bagian samping rumah, keseluruhan elemen interiornya menggunakan kayu. Berbeda dengan ruangan lainnya, pada area dapur dindingnya menggunakan papan kayu yang disusun menyirip dan tidak terlalu rapat sehingga memungkinkan masuknya angin kedalam ruangan, pada lantainya menggunakan papan kayu dengan warna coklat gelap dengan tekstur kasar. Tidak terdapat plafon pada area dapur sehingga rangka atap dapat terekspose dengan jelas. Plafon menggunakan rangka kayu dan ditutup dengan seng, tekstur plafon bergelombang. Tidak terdapat bukaan berupa jendela pada area dapur, pencahayaan alami utama masuk melalui pintu yang terdapat pada bagian depan dan belakang dapur, terdapat celah pada sisi samping dinding berdekatan dengan atap guna mengeluarkan asap dari aktivitas memasak, celah ini sekaligus berfungsi untuk mendistribusikan pencahayaan alami dari atas bangunan. Pada bagian luar ruangan berupa tanah pekarangan lapang dengan *cover* berupa pasir yang bercampur dengan kapur sehingga teksturnya halus dan berwarna putih. Tidak terdapat obstruksi pada bagian luar ruangan yang berdekatan dengan dapur. Kondisi luar ruangan yang rata dengan warna yang cerah dapat memantulkan cahaya langit dengan baik kedalam ruangan. Namun pada saat pengamatan ditemui fenomena persebaran cahaya yang tidak rata pada waktu

tertentu dan terjadi kecerlangan berlebih disekitar pintu yang menyebabkan *discomford glare*.



Gambar 4.7 Kondisi Eksisting Dapur pada Rumah Betang *Djaga Bahen*

4.2 Pembahasan Hasil Pengamatan Lapangan

4.2.1 Analisa Kuantitas dan Distribusi Pencahayaan Alami dalam Ruang-Ruang pada Bangunan Rumah Betang

Analisa pencahayaan dilakukan dengan melihat nilai iluminan dan *daylight factor* (DF) yang dihasilkan dari ruang-ruang yang diteliti pada tiap waktu pengukuran. Pengukuran lapangan dilakukan pada tiga waktu yang berbeda, yaitu pada pukul 07.00, 12.00 dan 16.00 sesuai dengan aktivitas penghuni. Dari nilai pengukuran pencahayaan pada eksisting lapangan yang didapatkan kemudian disesuaikan dengan standar pencahayaan sesuai kebutuhan aktivitas tiap ruang untuk mengetahui distribusi dan kuantitas pencahayaan yang dapat dihasilkan. Adapun deskripsi dari kinerja pencahayaan hasil pengamatan lapangan tersebut sebagai berikut:

A. Ruang Tamu

Nilai iluminan yang dihasilkan dari bukaan pada ruang tamu cukup besar yaitu antara 60 lux - 2720 lux dengan rata-rata sekitar 238 lux – 854 lux. Tabel 4.4 menunjukkan nilai iluminan hasil pengukuran lapangan pada ruang tamu. Dilakukan perbandingan nilai rata-rata yang dihasilkan pada ruang tamu dengan standar iluminan untuk pencahayaan alami. Mengacu pada pola aktivitas pada ruang dan klasifikasi kualitas pencahayaan menurut RSNI 03-2396-2001, ruang tamu merupakan kualitas B yaitu untuk kerja halus dan pekerjaan cermat tidak

intensif terus menerus, maka dilakukan perbandingan dengan standar pencahayaan alami menurut Egan dan Olgay (2002), Evans (1980) dan standar IESNA.

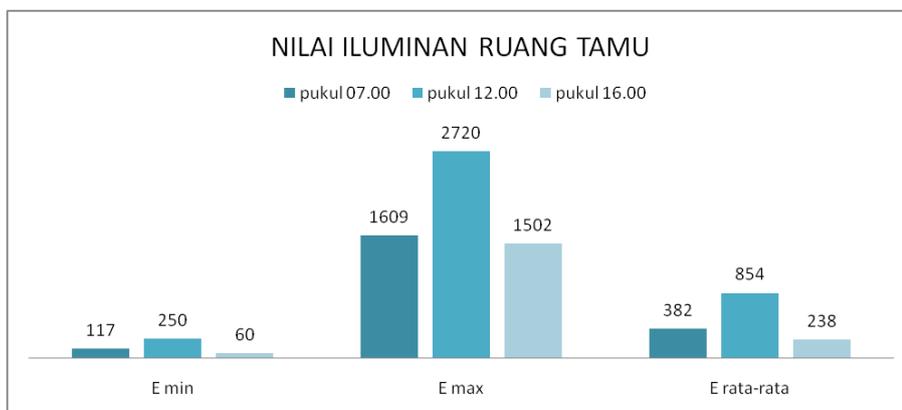
Tabel 4.4 Perbandingan Rata-Rata Nilai Iluminan dengan Standard Pencahayaan Ruang Tamu

RUANG TAMU						
Waktu Pengukuran	nilai iluminan minimal	nilai iluminan maksimal	Rata- Rata Iluminan pada bidang kerja	Standard iluminasi ruang tamu (lux)		
				50-75-100 lux (Egan dan Olgay,2002)	50 - 150 lux (Evans ,1980)	50-100 lux (Standart IESNA)
Pukul 07.00	117	1609	382 lux	v	v	v
Pukul 12.00	250	2720	854 lux	v	v	v
Pukul 16.00	60	1502	238 lux	v	v	v

Keterangan : v = memenuhi x = tidak memenuhi

Nilai iluminan dari tiga waktu pengukuran yang didapatkan memiliki perbedaan cukup jauh antara nilai iluminan minimum dan maksimum. Dari keseluruhan rata-rata nilai iluminan yang dihasilkan, pengukuran pada waktu sore hari lebih rendah dibandingkan dengan waktu pengukuran lainnya yaitu sebesar 238 lux. Terjadi perubahan nilai iluminan yang signifikan pada waktu pagi hingga sore hari, kondisi iluminan yang cukup tinggi terjadi pada siang hari yaitu sebesar 854 lux. Adapun kenaikan rata-rata iluminan pada pagi ke siang hari sebesar 472 lux dan mengalami penurunan sebesar 616 lux dari pengukuran siang ke sore hari.

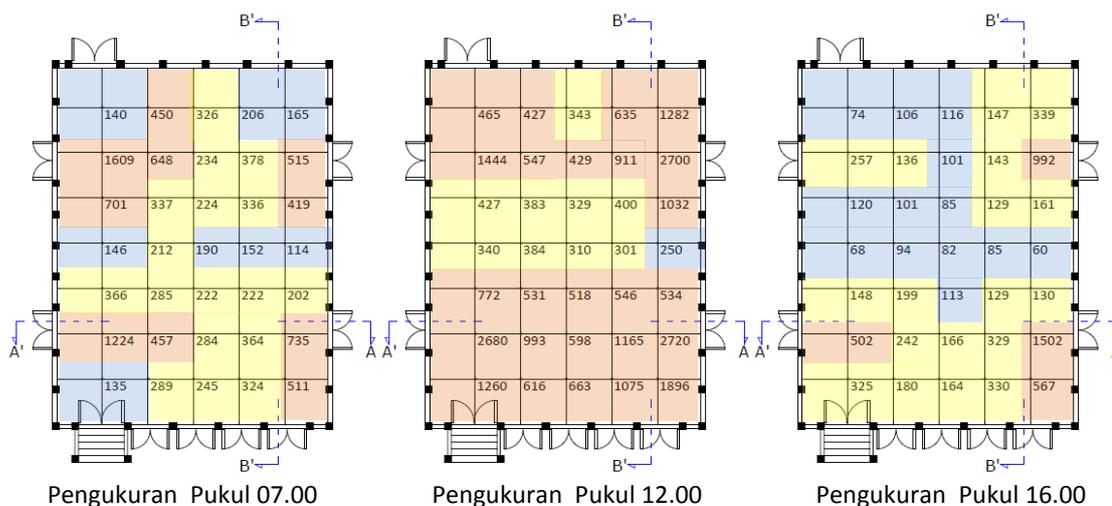
Fluktuasi nilai iluminan ruang tamu yang dihasilkan pada tiap waktu pengukuran memiliki pola yang sama yaitu cenderung naik pada siang hari dan mengalami penurunan pada sore hari seperti pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Fluktuasi Iluminan (E) Pengukuran Lapangan pada Ruang Tamu

Secara umum nilai rata-rata iluminan pada ruang tamu dari tiga waktu pengukuran yang didapatkan cukup besar dan memenuhi standar nilai iluminan untuk beraktivitas. Kuantitas dan fluktuasi dari rata-rata nilai iluminan pada ruang tamu dipengaruhi oleh kondisi kubah langit. Posisi *solar altitude* mempengaruhi pembayangan dari obstruksi pada luar bangunan sehingga dapat mempengaruhi penetrasi pantulan cahaya alami kedalam ruangan. Adanya bukaan dengan luasan yang besar pada tiap sisi ruang, bentuk ruangan yang ramping dan banyaknya bukaan turut membantu kuantitas cahaya alami yang terpenetrasikan pada ruang tamu, hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Moore (1993) bahwa bentuk bangunan yang ramping dan rasio bukaan terhadap volume bangunan dapat memaksimalkan penetrasi cahaya matahari kedalam ruangan.

Untuk melihat distribusi dari nilai iluminan pada ruang tamu, dilakukan analisa nilai iluminan pada tiap titik ukur pada ruang tamu, pada Gambar 4.9 menunjukkan persebaran nilai iluminan pada ruang tamu



Keterangan : Nilai iluminan tinggi Nilai Iluminan Sedang
 Nilai iluminan rendah

Gambar 4.9 Nilai Iluminan Pengukuran Lapangan pada Ruang Tamu

Pada Gambar 4.9 ditemui fenomena perbedaan rentan nilai iluminan pada titik ukur yang dekat dengan bukaan dan titik ukur yang jauh dari bukaan. Sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Lechner (2009) bahwa semakin dekat dengan bukaan nilai iluminan yang didapatkan semakin tinggi dan berlaku

sebaliknya apabila semakin jauh dari bukaan maka iluminan yang didapatkan semakin menurun. Seiring dengan berubahnya *solar altitude* terjadi fluktuasi pada nilai iluminan dalam ruang. Pada pagi hari saat *solar altitude* masih dekat dengan horizon, rata-rata iluminan yang didapatkan tidak terlalu jauh perbandingannya pada tiap titik ukur. Siang hari pada saat posisi matahari mulai mendekati *zenith* terjadi kenaikan pada nilai iluminan. Nilai iluminan pada ruang tamu mulai mengalami penurunan ketika sore hari, namun nilai iluminan antara titik ukur satu dengan lainnya tidak memiliki rentang yang cukup jauh.

Rasio keseragaman (*uniformity ratio*) merupakan pemerataan nilai iluminan didalam ruangan yang didapatkan melalui perbandingan nilai illuminance minimal dengan nilai illuminance rata-rata (Yaik dkk.2012). Pada Tabel 4.5 menunjukkan rasio keseragaman iluminan tiap waktu pengukuran pada ruang tamu.

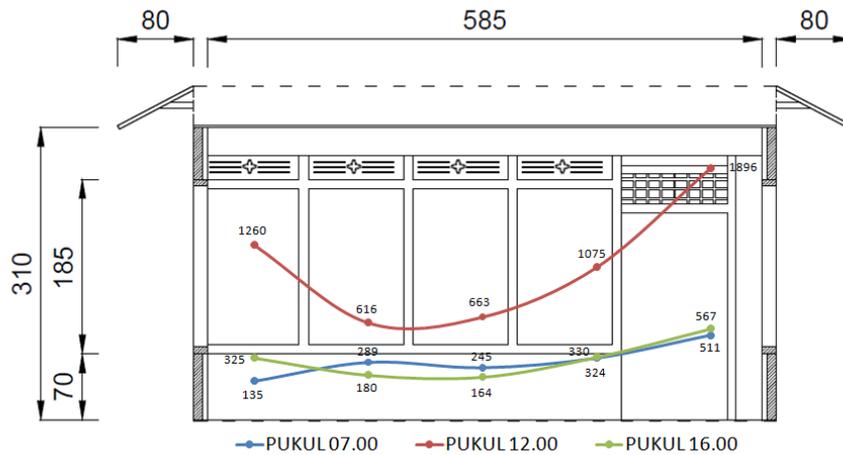
Tabel 4.5 *Uniformity Ratio* pada Ruang Tamu

Ruang Tamu						
Waktu Pengukuran	Iluminan minimum	iluminan rata-rata	Uniformity ratio	Standart Iluminan 50 - 150 lux		
				< 50 lux	50 - 150 lux	> 150 lux
Pukul 07.00	117	382	0.31	0%	11%	89%
Pukul 12.00	250	854	0.29	0%	0%	100%
Pukul 16.00	60	238	0.25	0%	57%	43%

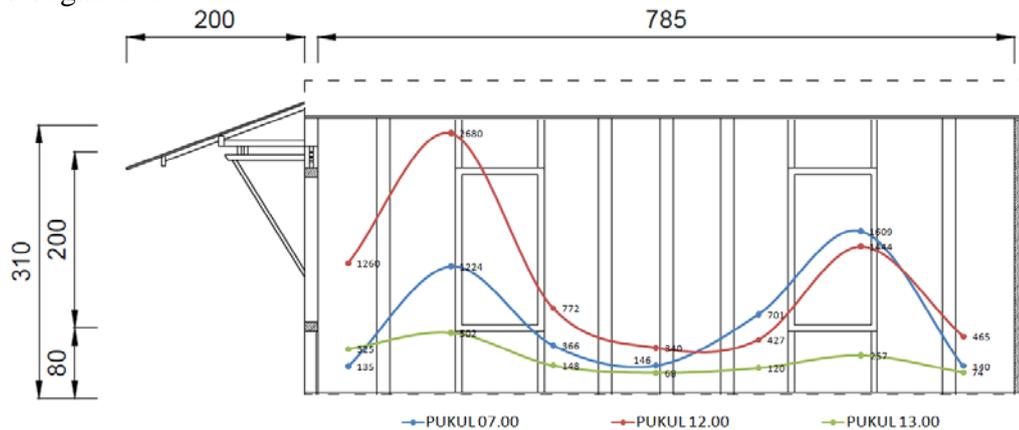
Tabel 4.5 menunjukan prosentase titik dalam ruang tamu dengan nilai iluminan yang sudah mencukupi standar pencahayaan alami sebesar 100% pada tiap waktu pengukuran. Secara umum keseluruhan titik ukur pada ruang tamu telah memenuhi standar iluminan untuk beraktivitas. Prosentase titik dengan nilai iluminan lebih dari 50-150 lux lebih tinggi yaitu mencapai 89-100% dari nilai iluminan yang distandarkan. Tidak terdapat nilai iluminan yang rendah dibawah standar 50-150 lux pada tiap waktu pengukuran di ruang tamu. Dari nilai *uniformity ratio* yang didapatkan menunjukkan pada ruang tamu keseragaman iluminannya masih kurang, walaupun rata-rata iluminannya sudah mencukupi. Keseluruhan nilai keseragaman pada tiap waktu pengukuran belum melebihi minimal standar keseragaman pencahayaan sebesar 0.4. Hal tersebut disebabkan perbedaan nilai iluminan pada titik ukur yang cukup kontras akibat area-area yang terkena pembayangan matahari.

Untuk mengetahui hubungan antara *uniformity ratio* dan kaitannya dengan distribusi pencahayaan dalam ruangan dilakukan analisa melalui grafik isokontur pencahayaan dalam ruang seperti pada Gambar 4.10.

Potongan A-A'



Potongan B-B'



Gambar 4.10 Isokontur Iluminan Pengukuran Lapangan pada Ruang Tamu

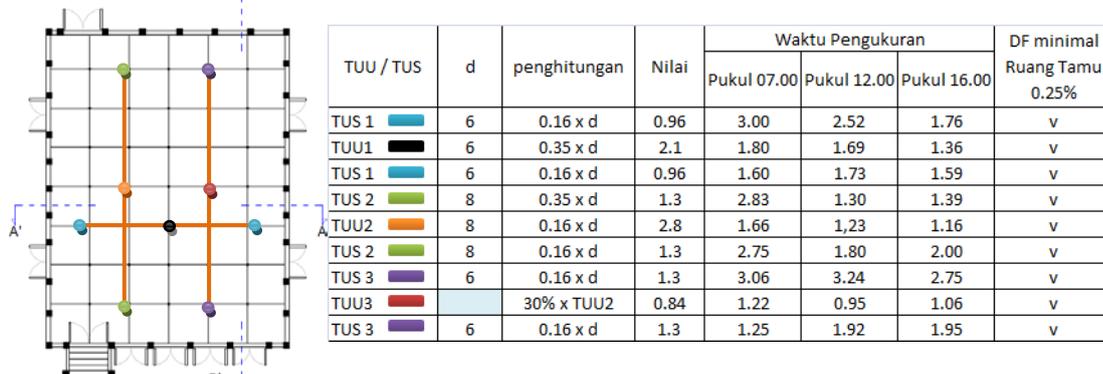
Pada bagian depan dan samping bangunan terdapat teritisan, lebar teritisan depan sebesar 2 meter dan lebar teritisan samping sebesar 0.8 meter. Bertambahnya *overhang* atau teritisan, menyebabkan nilai iluminasi di dekat bukaan semakin menurun sesuai dengan teori yang diungkapkan oleh Nurlihawanti (2000). Untuk pola waktu bukaan pada ruang tamu, jendela samping, roster dan pintu dikondisikan dalam keadaan terbuka mulai dari pagi hingga sore hari. Persebaran posisi iluminasi tertinggi terdapat pada titik-titik ukur yang berdekatan dengan bukaan, sedangkan posisi iluminasi yang rendah terdapat pada tengah hingga ke belakang ruang dan area-area yang terkena pembayangan. Distribusi iluminasi pada ruang tamu menunjukkan rentang yang cukup besar antara

nilai iluminan pada titik ukur yang berdekatan dengan bukaan dan semakin menurun ketika menuju titik ukur bagian tengah dan belakang ruangan.

Terdapat nilai iluminan yang rendah pada posisi titik ukur yang bersebelahan dengan bukaan dengan pola persebaran yang sama, fenomena ini terjadi pada tiap waktu pengukuran. *Solar altitude* mempengaruhi persebaran iluminan dalam ruangan yang mempengaruhi pola pembayangan sehingga area yang tertutup dinding di dekat bukaan tidak dapat tersinari cahaya alami secara langsung. Seperti pada Gambar 4.10 area yang terkena pembayangan dekat bukaan memiliki perbedaan nilai iluminan yang cukup tinggi dengan area yang terkena cahaya matahari langsung.

Hal tersebut sesuai dengan teori yang diungkapkan Winarto (2004) bahwa adanya pembayangan matahari menyebabkan berkurangnya iluminan. Semakin luas pembayangan akan semakin menurunkan nilai iluminan. Ketinggian bukaan pada ruang tamu yang mendekati plafon dapat memasukkan cahaya alami lebih banyak dan memungkinkan cakupan area yang tersinari lebih luas, sehingga area yang dekat dengan bukaan cenderung memiliki nilai yang cukup tinggi. Hal ini mendukung teori dari Ander (1995) bahwa kedalaman penetrasi cahaya kedalam ruang bergantung pada ketinggian plafon relative terhadap ketinggian jendela.

Analisa selanjutnya dilakukan pada nilai DF yang dihasilkan pada ruang tamu. Mengacu pada persyaratan rata-rata nilai *daylight factor* pada ruang tamu, dan dengan pertimbangan kondisi bukaan pada tiap sisi ruang, maka dilakukan penetapan titik ukur DF sesuai dengan RSNI 03-2396-2001 dengan persyaratan sebagai berikut:



Gambar 4.11 Nilai Nilai TUU dan TUS pada Ruang Tamu

Apabila dilihat dari kesesuaian DF pada pengukuran dengan standar DF minimal ruang tamu sebesar 0.25% maka pada tiap TUU dan TUS pada titik ukur yang telah ditentukan sudah memenuhi standar DF minimal untuk ruang tamu. Seperti yang tertera pada Tabel 4.6 dari perbandingan nilai DF pengukuran lapangan dengan standar DF minimal, didapatkan bahwa nilai DF pencahayaan alami pada ruang tamu yang dihasilkan sudah memenuhi persyaratan untuk standar pencahayaan general maupun pencahayaan dengan *visual task* berkontras tinggi.

Tabel 4.6 Perbandingan Rata-Rata Nilai *Daylight Factor* (DF) dengan Standard DF untuk Ruang Tamu

RUANG TAMU							
Waktu Pengukuran	nilai DF minimal	nilai DF maksimal	Rata- Rata DF pada bidang	Rentan DF			Standar DF 0.25 - 1%
				< 0.25 %	0.25 - 1 %	> 1 %	
Pukul 07.00	0.9	11.58	3	0%	9%	91%	v
Pukul 12.00	0.79	8.92	2.7	0%	6%	94%	v
Pukul 16.00	0.75	17.88	2.9	0%	9%	91%	v

Keterangan : v = memenuhi x = tidak memenuhi

Prosentase nilai *daylight factor* ruang tamu menunjukkan lebih dari 90% titik ukur pada ruang tamu memiliki DF diatas dari 1% yang distandarkan. Nilai rata-rata DF yang dihasilkan oleh bukaan pada waktu pengukuran dari pagi hingga sore hari sudah memenuhi rekomendasi DF pada ruang tamu. Kondisi ini dipengaruhi oleh banyaknya cahaya matahari yang dapat terpenetrasikan kedalam ruangan melalui bukaan yang lebar pada tiap sisi ruang, sehingga nilai iluminan dalam dan luar dapat berimbang dan DF pada tiap titik perbandingannya tidak terlalu jauh. Hal tersebut sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Nurlihawanti (2000) bahwa lebih lebar bukaan dapat menaikkan nilai DF dalam ruang.

B. Ruang Tamu 2

Nilai iluminan yang dihasilkan dari bukaan pada ruang tamu 2 yaitu antara 4 lux - 892 lux dengan rata-rata sekitar 30 lux – 144 lux. Tabel 4.7 menunjukkan nilai iluminan hasil pengukuran lapangan pada ruang tamu 2. Untuk mengetahui

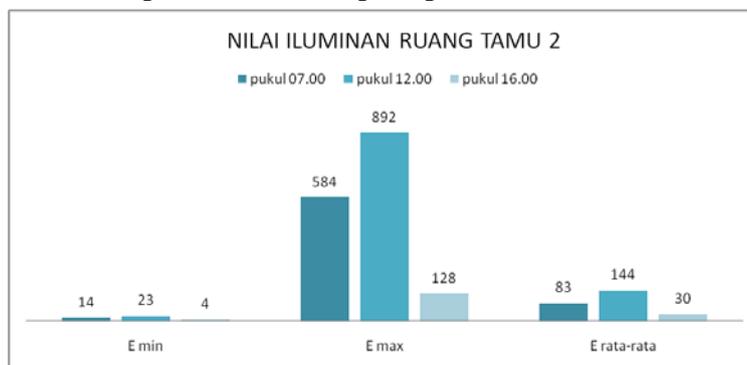
kuantitas iluminan dilakukan perbandingan nilai rata-rata yang dihasilkan pada ruang tamu 2 dengan standar iluminan untuk pencahayaan alami. Mengacu pada pola aktivitas pada ruang dan klasifikasi kualitas pencahayaan menurut RSNI 03-2396-2001, ruang tamu merupakan kualitas B yaitu untuk kerja halus dan pekerjaan cermat tidak intensif terus menerus, maka dilakukan perbandingan dengan standar pencahayaan alami menurut Egan dan Olgyay (2002), Evans (1980) dan standar IESNA.

Tabel 4.7 Perbandingan Rata-Rata Nilai Iluminan dengan Standard Pencahayaan Ruang Tamu

RUANG LOS (RUANG TAMU 2A)						
Waktu Pengukuran	nilai iluminan minimal	nilai iluminan maksimal	Rata- Rata Iluminan pada bidang kerja	Standard iluminasi ruang Los (ruang Tamu 2) (lux)		
				50-75-100 lux (Egan dan Olgyay,2002)	50 - 150 (Evans ,1980)	50-100 lux (Standart IESNA)
Pukul 07.00	14	584	83 lux	v	v	v
Pukul 12.00	23	892	144 lux	v	v	v
Pukul 16.00	4	128	30 lux	x	x	x

Keterangan : v = memenuhi x = tidak memenuhi

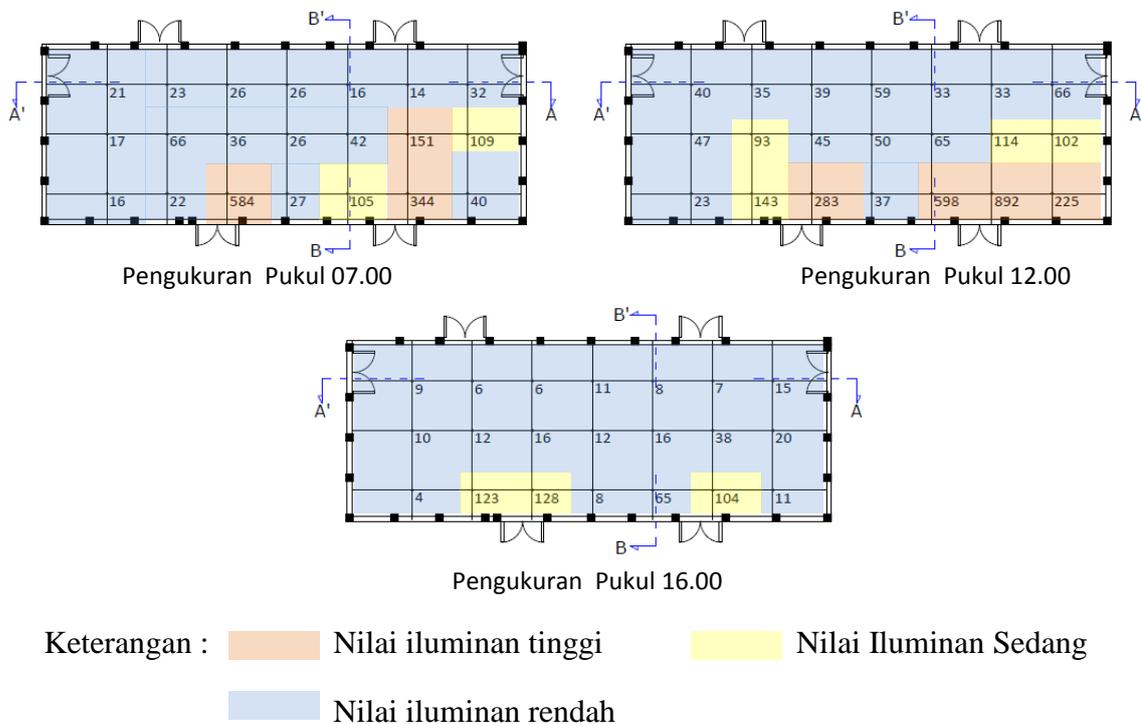
Rata – rata iluminan yang dihasilkan melalui bukaan pada pagi hingga siang hari di ruang tamu 2 dapat memenuhi standar pencahayaan antara 50 lux – 150 lux. Pada pagi ke siang hari terjadi kenaikan iluminan sebesar 61 lux dari nilai iluminan pagi hari sebesar 83 lux, namun pada siang hari terjadi penurunan nilai iluminan pada keseluruhan titik ukur. Dengan rata-rata nilai iluminan 30 lux pada sore hari belum mampu mengakomodasi kebutuhan pencahayaan untuk beraktivitas. Fluktuasi nilai iluminan iluminan ruang tamu 2 yang dihasilkan pada tiap waktu pengukuran mengalami kenaikan pada siang hari dan mengalami penurunan drastis pada sore hari seperti pada Gambar 4.12



Gambar 4.12 Fluktuasi Iluminan Pengukuran Lapangan pada Ruang Tamu 2

Nilai rata-rata iluminan pada ruang tamu 2 dapat terpenuhi pada saat pagi hingga sore hari, namun pada sore hari nilai rata-rata yang didapatkan cukup rendah dan dibawah standar iluminan pencahayaan untuk beraktifitas. Perubahan kuantitas dan fluktuasi pada ruang tamu 2 dipengaruhi pembayangan yang dihasilkan dari perubahan kondisi kubah langit. Pada saat sore hari posisi *solar altitude* mendekati *horizon* yang menyebabkan terjadinya pembayangan dari obtruksi disekitar bangunan yang mempengaruhi pantulan cahaya matahari kedalam ruang tamu 2. Perbandingan antara kondisi ruang yang luas dengan bukaan yang terdapat pada satu sisi fasad kurang berimbang sehingga saat *solar altitude* mendekati horizon cahaya alami kurang terdistribusikan dengan baik dalam ruang. Fenomena ini seperti teori yang diungkapkan oleh Moore (1993) bahwa kedalaman dan ketinggian bangunan apabila dihubungkan dengan luasan bangunan akan mempengaruhi seberapa banyak kuantitas dari iluminan cahaya alami yang masuk kedalam ruangan.

Untuk melihat distribusi dari nilai iluminan pada ruang tamu 2, dilakukan analisa nilai iluminan pada tiap titik ukur pada ruang tamu 2, pada Gambar 4.13 menunjukkan persebaran nilai iluminan pada ruang tamu 2.



Gambar 4.13 Nilai Iluminan Pengukuran Lapangan pada Ruang Tamu 2

Perbedaan rentan nilai iluminan cukup tinggi terjadi antara titik ukur yang dekat dengan bukaan dan titik ukur yang jauh dari bukaan. Posisi iluminan tertinggi terdapat pada titik ukur yang berdekatan dengan bukaan, dari pengukuran nilai iluminan dari pagi hingga sore hari rentan iluminan mulai dari 104 lux – 892 lux. Posisi iluminan yang rendah terdapat pada tengah hingga ke belakang ruang dengan nilai iluminan terendah dari pengukuran pagi hingga sore yaitu 16 lux – 23 lux -4 lux. Nilai iluminan yang rendah di pengaruhi oleh *solar altitude* sehingga area yang tertutup dinding di dekat bukaan tidak dapat tersinari cahaya alami secara langsung. Selain itu kedalaman dan bentuk ruang mempengaruhi efek penyebaran iluminan dalam ruang.

Rasio keseragaman (*uniformity ratio*) merupakan pemerataan nilai iluminan didalam ruangan yang didapatkan melalui perbandingan nilai illuminance minimal dengan nilai illuminance rata-rata (Yaik dkk.2012). Pada Tabel 4.8 menunjukkan rasio keseragaman iluminan tiap waktu pengukuran pada ruang tamu.

Tabel 4.8 *Uniformity Ratio* pada Ruang Tamu 2

Ruang Tamu 2						
Waktu Pengukuran	Iluminan minimum	iluminan rata-rata	Uniformity ratio	Standart Iluminan 50 - 150 lux		
				< 50 lux	50 - 150 lux	> 150 lux
Pukul 07.00	14	83	0.17	71%	14%	14%
Pukul 12.00	23	144	0.16	43%	38%	19%
Pukul 16.00	4	30	0.13	81%	19%	0%

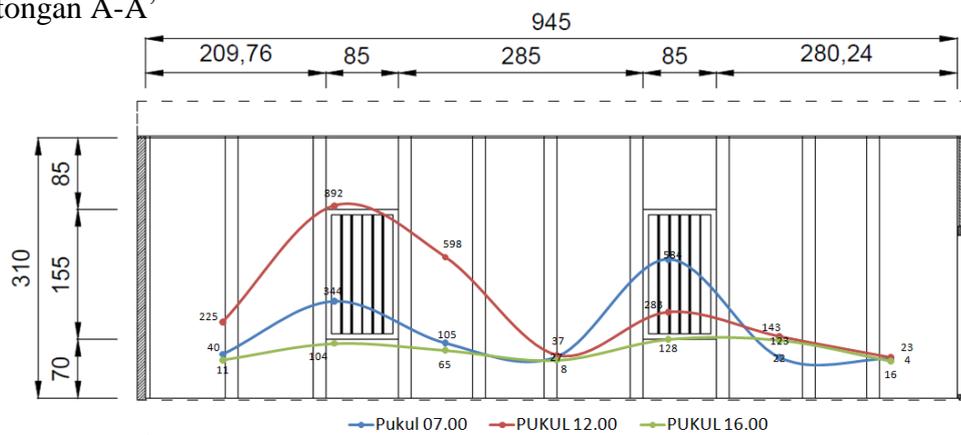
Keterangan : v = memenuhi x = tidak memenuhi

Prosentase nilai iluminan yang memenuhi standar pencahayaan berbeda-beda tiap waktu pengukuran. Pada saat pagi hari iluminan tidak dapat terpenuhi dengan baik, terbukti dengan nilai iluminan di bawah 50 lux sebesar 71%. Waktu pengukuran siang hari menunjukkan prosentase yang dapat terpenuhi lebih besar dengan nilai iluminan 50 – 150 lux sebesar 38% dan iluminan yang lebih dari 150lux sebesar 19%. Sore hari prosentase iluminan yang sesuai standar mengalami penurunan, area dengan nilai iluminan rendah sebesar 81%. Perolehan prosentase iluminan yang tidak merata ini dipengaruhi oleh perbandingan luas ruang dengan bidang bukaan serta pola pembayangan yang mempengaruhi

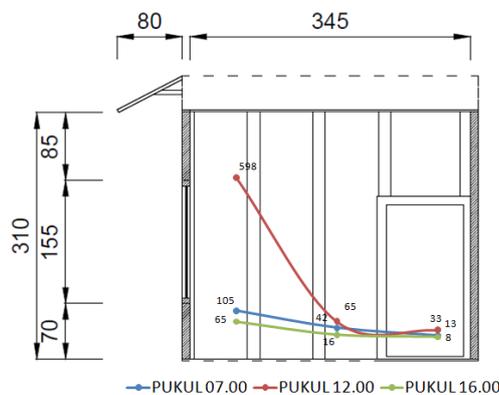
penetrasi dan persebaran iluminan kedalam ruang tamu 2. Dari nilai *uniformity ratio* yang didapatkan menunjukkan pada ruang tamu 2 keseragaman iluminannya masih sangat kurang karena dari semua waktu pengukuran nilai keseragamannya dibawah 0.4.

Untuk mengetahui hubungan antara *uniformity ratio* dan kaitannya dengan distribusi pencahayaan dalam ruangan dilakukan analisa melalui grafik isokontur pencahayaan dalam ruang seperti pada Gambar 4.14.

Potongan A-A'



Potongan B-B'

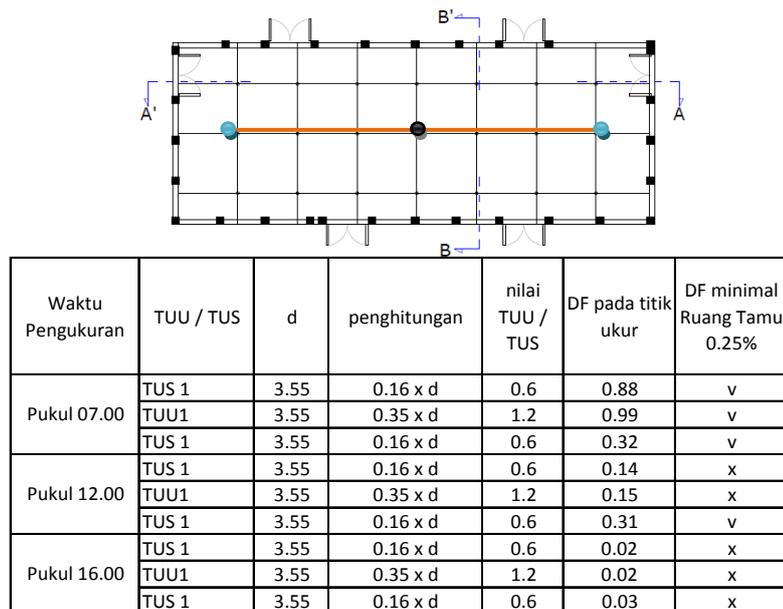


Gambar 4.14 Isokontur Iluminan Pengukuran Lapangan pada Ruang Tamu 2

Pada Gambar 4.14 persebaran posisi iluminan tertinggi terdapat pada titik-titik ukur yang berdekatan dengan bukaan saja sedangkan area yang menjauhi bukaan memiliki iluminan . Distribusi iluminan pada ruang tamu 2 menunjukkan rentan yang cukup besar antara nilai iluminan pada titik ukur yang berdekatan dengan bukaan dan yang jauh dari bukaan. Area-area yang memiliki nilai iluminan tinggi tergantung pula pada pergerakan matahari dan pembayangannya.

Area-area yang tidak terkena pembayangan cenderung gelap dengan pola persebaran yang sama, fenomena ini terjadi pada tiap waktu pengukuran. *Solar altitude* mempengaruhi persebaran iluminasi dalam ruangan yang mempengaruhi pola pembayangan sehingga area yang tertutup dinding di dekat bukaan tidak dapat tersinari cahaya alami secara langsung. Adanya pembayangan matahari menyebabkan berkurangnya nilai penerangan alam. Semakin luas pembayangan akan semakin menurunkan nilai pencahayaan alam sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Winarto (2004).

Analisa selanjutnya dilakukan pada nilai DF yang dihasilkan pada ruang tamu 2. Mengacu pada persyaratan rata-rata nilai *daylight factor* pada ruang tamu, dan dengan pertimbangan kondisi bukaan pada fasad, maka dilakukan penetapan titik ukur DF sesuai dengan RSNI 03-2396-2001 dengan persyaratan sebagai berikut:



Gambar 4.15 Nilai Nilai TUU dan TUS pada Ruang Tamu 2

Nilai DF yang didapatkan pada tiap titik ukur memiliki hasil yang berbeda-beda pada tiap waktu pengukuran. Pada pagi hari nilai DF sudah memenuhi standar DF minimal dan TUU/TUS yang telah ditentukan. Pada Siang hari belum dapat memenuhi Standar DF dan TUU/TUS, pada salah satu TUS yang berada dekat dengan bukaan dapat memenuhi standar DF minimal 0.25%, sedangkan pada titik lainnya masih belum dapat mencukupi. Pengukuran sore hari

menunjukkan pada TUU/TUS yang telah ditentukan belum dapat memenuhi standar. Dari perbandingan tersebut didapatkan bahwa nilai DF pencahayaan alami pada ruang tamu yang dihasilkan dari bukaan masih belum mencukupi untuk kebutuhan pencahayaan pada pagi hingga sore hari.

Tabel 4.9 Perbandingan Rata-Rata Nilai *Daylight Factor* (DF) dengan Standard DF untuk Ruang Tamu 2

RUANG TAMU 2							
Waktu Pengukuran	nilai DF minimal	nilai DF maksimal	Rata- Rata DF pada	Rentan DF			Standar DF 0.25 - 1%
				< 0.25 %	0.25 - 1 %	> 1 %	
Pukul 07.00	0.03	1.93	0.36	71%	19%	10%	v
Pukul 12.00	0.07	2.72	0.44	62%	29%	10%	v
Pukul 16.00	0.01	0.2	0.05	100%	0%	0%	x

Keterangan : v = memenuhi x = tidak memenuhi

Nilai rata-rata DF yang dihasilkan oleh bukaan pada waktu pengukuran dari pagi hingga sore hari masih belum optimal dalam memenuhi rekomendasi DF. Prosentase nilai *daylight factor* ruang tamu 2 menunjukkan nilai DF yang lebih rendah cukup besar dari pada nilai DF yang telah memenuhi standar. Pada saat pagi dan siang hari rata-rata DF pada ruang tamu 2 dapat memenuhi standar namun prosentase DF dibawah standar lebih besar. Pada saat sore hari prosentase DF dibawah standar mencapai 100%. Kondisi ini dipengaruhi oleh posisi matahari semakin mendekati *horizon* yang menyebabkan pembayangan akibat obstruksi, sehingga nilai iluminan mengalami penurunan terutama bagian dalam bangunan yang menyebabkan perbandingan iluminan dalam dan luar tidak berimbang.

C. Ruang Keluarga

Nilai iluminan yang dihasilkan dari bukaan pada ruang Keluarga yaitu antara 4 lux - 1519 lux dengan rata-rata sekitar 80 lux – 238 lux. Tabel 4.10 menunjukkan nilai iluminan hasil pengukuran lapangan pada ruang keluarga. Untuk mengetahui kuantitas iluminan dilakukan perbandingan nilai rata-rata yang dihasilkan pada ruang keluarga dengan standar iluminan untuk pencahayaan alami. Mengacu pada pola aktivitas pada ruang dan klasifikasi pencahayaan

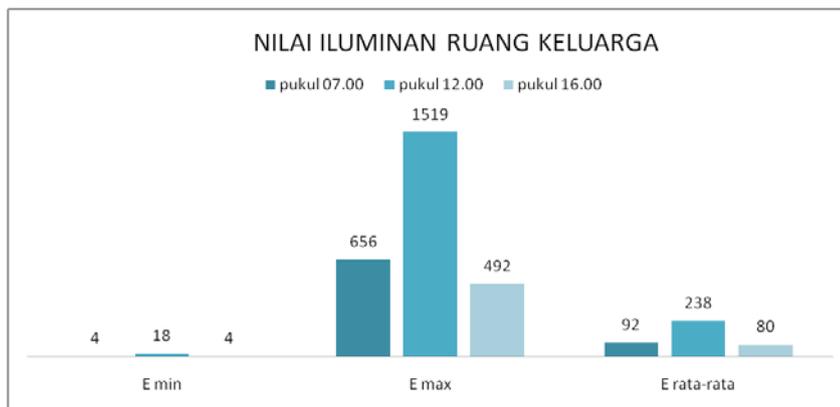
berdasarkan fungsi ruang, maka dilakukan perbandingan dengan standar pencahayaan alami menurut SNI 03-6575-2001 dan standar IESNA.

Tabel 4.10 Perbandingan Rata-Rata Nilai Iluminan dengan Standard Pencahayaan Ruang Keluarga

RUANG LOS (RUANG KELUARGA)					
Waktu Pengukuran	nilai iluminan minimal	nilai iluminan maksimal	Rata- Rata Iluminan pada bidang kerja	Standard iluminasi ruang Los (ruang Keluarga) (lux)	
				Visual task of high contrast 200-300-500 lux (Standart IESNA)	120 - 250 lux (SNI 03-6575-2001)
Pukul 07.00	4	656	92 lux	x	x
Pukul 12.00	18	1519	238 lux	v	v
Pukul 16.00	4	492	80 lux	x	x

Keterangan : v = memenuhi x = tidak memenuhi

Pada ruang keluarga selain digunakan untuk aktivitas bersantai digunakan pula sebagai area kerja dari penghuni, aktivitas kerja teliti pada area ruang keluarga menyebabkan kenutuhan iluminannya lebih tinggi. Rata-rata iluminan yang dihasilkan bergantung pada *solar latitude*. Fluktuasi nilai iluminan pada ruang ini memiliki pola yang sama dengan ruang lainnya, yaitu cenderung naik pada pagi ke siang hari dan kembali turun pada saat siang ke sore hari seperti pada Gambar 4.16. Nilai iluminan yang dapat memenuhi standar *visual task high contrast* hanya pada siang hari, sedangkan pada pagi dan sore hari masih belum dapat mencukupi. Selain *solar altitude*, kuantitas iluminan pada ruang ini dipengaruhi pula oleh kedalaman bukaan terhadap luas bukaan seperti teori yang dikemukakan oleh Moore (1993).

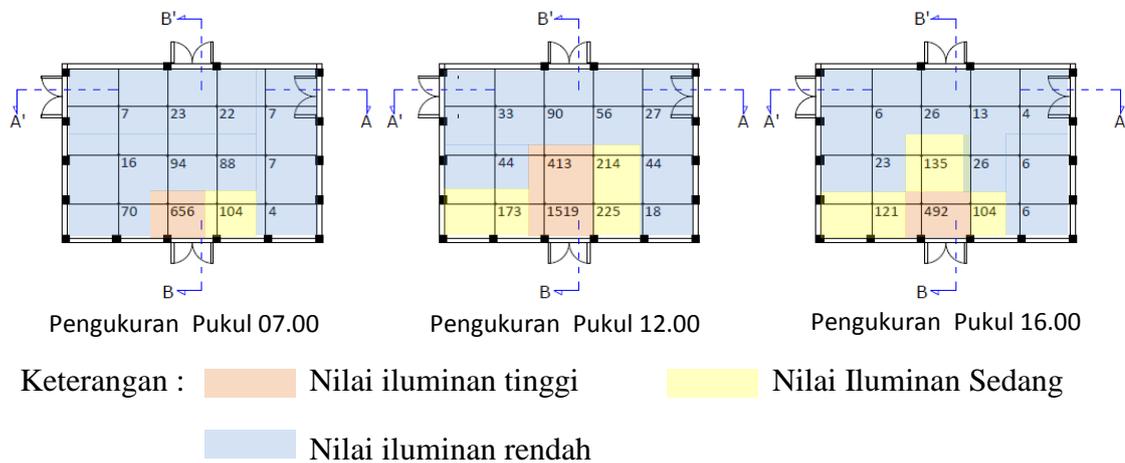


Gambar 4.16 Fluktuasi Iluminan Pengukuran Lapangan Ruang keluarga

Nilai rata-rata yang dapat terpenuhi pada ruang keluarga hanya saat siang hari yaitu 1519 lux. Sedangkan pada saat pagi dan sore hari masih belum

mencukupi nilai rata-rata yang didapatkan cukup rendah dan dibawah standar iluminan pencahayaan untuk beraktifitas. Pola aktivitas penghuni yang biasa mengerjakan pekerjaan detail pada ruangan ini tidak berimbang dengan luas bukaan yang hanya terdapat pada satu sisi fasad, sehingga saat *solar altitude* mendekati horizon cahaya alami kurang terdistribusikan dengan baik dalam ruang. Cahaya alami dari luar ruangan tidak dapat terpenetrasi dengan optimal kedalam ruang yang sebenarnya membutuhkan kuantitas cahaya yang banyak.

Untuk melihat distribusi dari nilai iluminan pada ruang keluarga, dilakukan analisa nilai iluminan pada tiap titik ukur pada ruang keluarga, pada Gambar 4.17 menunjukkan persebaran nilai iluminan pada ruang keluarga.



Gambar 4.17 Nilai Iluminan Pengukuran Lapangan pada Ruang Keluarga

Ditemui fenomena perbedaan rentan nilai iluminan yang tinggi pada titik ukur yang dekat dengan bukaan dan titik ukur yang jauh dari bukaan. Distribusi iluminan pada ruang keluarga menunjukkan rentan yang cukup besar antara nilai iluminan pada titik ukur yang berdekatan dengan bukaan dan semakin menurun ketika menuju titik ukur bagian samping dan belakang ruangan. Pada waktu pengukuran siang hari rentan nilai iluminan tertinggi dan terendah sangat besar yaitu 1519 lux berbanding dengan 18 lux. Posisi iluminan tertinggi terdapat pada titik ukur yang berdekatan dengan bukaan, dari pengukuran nilai iluminan dari pagi hingga sore hari rentan iluminan mulai dari 492 lux – 1519 lux. Posisi iluminan yang rendah terdapat pada samping ruangan dengan nilai iluminan terendah dari pengukuran pagi hingga sore yaitu 4 lux – 18 lux - 4 lux.

Rasio keseragaman (*uniformity ratio*) merupakan pemerataan nilai iluminan didalam ruangan yang didapatkan melalui perbandingan nilai illuminance minimal dengan nilai illuminance rata-rata (Yaik dkk.2012). Pada Tabel 4.11 menunjukkan rasio keseragaman iluminan tiap waktu pengukuran pada ruang keluarga.

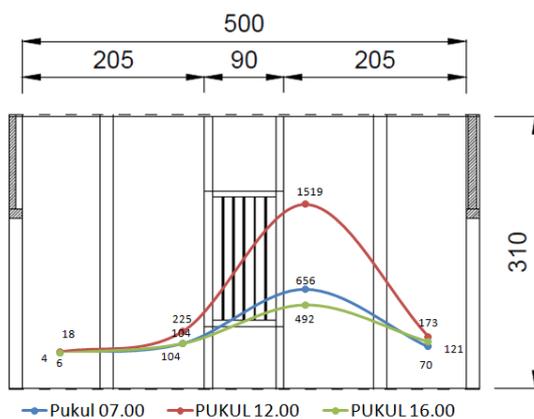
Tabel 4.11 *Uniformity Ratio* pada Ruang Keluarga

Ruang Keluarga						
Waktu Pengukuran	Iluminan minimum	iluminan rata-rata	Uniformity ratio	Standart Iluminan 120 - 150 lux		
				< 120 lux	120 - 150 lux	> 150 lux
Pukul 07.00	4	92	0.04	92%	0%	8%
Pukul 12.00	18	238	0.08	58%	0%	42%
Pukul 16.00	4	80	0.05	75%	17%	8%

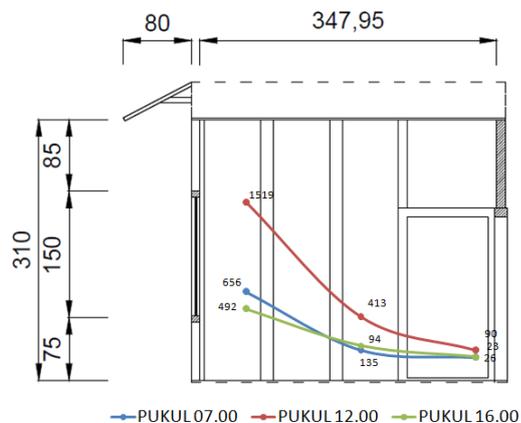
Dari Tabel 4.11 diketahui bahwa pencahayaan pada ruang keluarga belum seragam, nilai keseragamannya cukup rendah. Hal tersebut dipengaruhi oleh jauhnya rentan antara nilai iluminan minimum dengan iluminan maksimum. Titik-titik ukur pada ruang keluarga banyak yang tidak memenuhi standar. Dari ketiga waktu pengukuran menunjukkan bahwa prosentase nilai iluminan dibawah standar cukup besar yaitu 92% pada waktu pengukuran pagi hari, 58% pada waktu pengukuran siang hari dan 75% pada waktu pengukuran sorei hari. Secara umum pencahayaan ruang keluarga tidak cukup terang untuk aktivitas kerja teliti.

Untuk mengetahui hubungan antara *uniformity ratio* dan kaitannya dengan distribusi pencahayaan dalam ruangan dilakukan analisa melalui grafik isokontur pencahayaan dalam ruang seperti pada Gambar 4.18.

Potongan A-A'

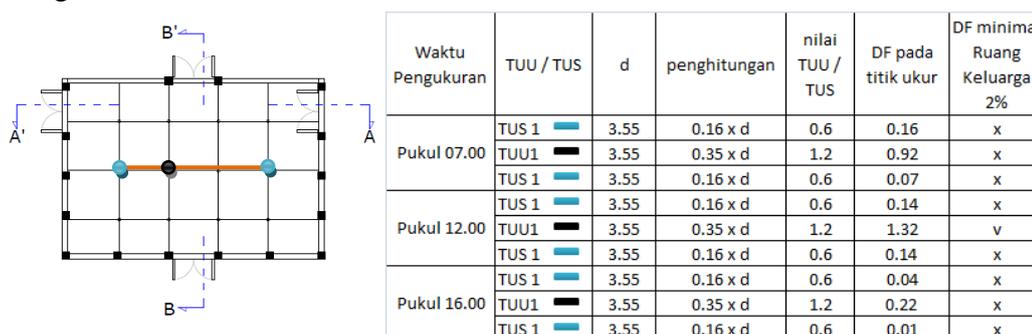


Potongan B-B'



Gambar 4.18 Isokontur Iluminan Pengukuran Lapangan pada Ruang Keluarga

Analisa selanjutnya dilakukan pada nilai DF yang dihasilkan pada ruang keluarga. Mengacu pada persyaratan rata-rata nilai *daylight factor* pada ruang keluarga, dan dengan pertimbangan kondisi bukaan pada fasad, maka dilakukan penetapan titik ukur DF sesuai dengan RSNI 03-2396-2001 dengan persyaratan sebagai berikut:



Gambar 4.19 Nilai TUU dan TUS pada Ruang Keluarga

Apabila disesuaikan dengan standar DF minimal ruang keluarga sebesar 2-3% maka pada tiap TUU dan TUS yang telah ditentukan belum memenuhi standar DF minimal untuk ruang keluarga pada tiap titik ukurnya. Dari perbandingan tersebut didapatkan bahwa nilai DF pencahayaan alami pada ruang keluarga yang dihasilkan dari bukaan apabila dibandingkan dengan standar DF untuk aktivitas yang membutuhkan detail masih belum memenuhi. menunjukkan pada TUU/TUS yang telah ditentukan belum dapat memenuhi standar. Pada Tabel 4.12 didapatkan bahwa nilai DF pencahayaan alami pada ruang keluarga yang dihasilkan dari bukaan masih belum mencukupi untuk kebutuhan pencahayaan pada pagi hingga sore hari.

Tabel 4.12 Perbandingan Rata-Rata Nilai *Daylight Factor* (DF) dengan Standard DF untuk Ruang Keluarga

RUANG KELUARGA							
Waktu Pengukuran	nilai DF minimal	nilai DF maksimal	Rata- Rata DF pada	Rentan DF			Standar DF 2 - 3%
				< 2 %	2 - 3 %	> 3 %	
Pukul 07.00	0.04	0.79	0.9	92%	0%	8%	x
Pukul 12.00	0.08	4.95	0.8	92%	0%	8%	x
Pukul 16.00	0.01	6.25	0.1	100%	0%	0%	x

Keterangan : v = memenuhi x = tidak memenuhi

Prosentase nilai *daylight factor* ruang keluarga menunjukkan lebih dari 90% titik ukur pada ruang keluarga memiliki DF minimal kurang dari 2% yang

distandarkan. Pada waktu pengukuran pagi dan siang hari DF pada tiap titik ukur menunjukkan prosentase sebesar 92% tidak memenuhi standar, sedangkan pada sore hari prosentase titik ukur yang tidak memenuhi standar sebesar 100%. Nilai rata-rata DF yang dihasilkan oleh bukaan pada waktu pengukuran dari pagi hingga sore hari belum memenuhi rekomendasi DF pada ruang keluarga Kondisi ini dipengaruhi oleh minimnya bukaan yang tidak berimbang dengan kedalaman ruang sehingga nilai iluminan dalam dan luar tidak dapat berimbang dan DF pada tiap titik perbandingannya cukup besar.

D. Ruang Tidur

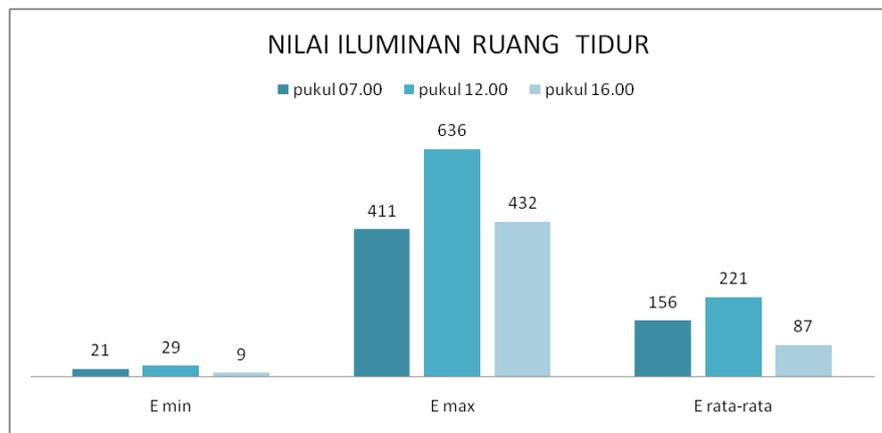
Pada Tabel 4.13 menunjukkan nilai iluminan hasil pengukuran lapangan pada ruang tidur. Untuk mengetahui kuantitas iluminan dilakukan perbandingan nilai rata-rata yang dihasilkan pada ruang tidur dengan standar iluminan untuk pencahayaan alami. Mengacu pada pola aktivitas pada ruang dan klasifikasi pencahayaan berdasarkan fungsi ruang, maka dilakukan perbandingan dengan standar pencahayaan alami menurut SNI 03-6575-2001 dan standar IESNA.

Tabel 4.13 Perbandingan Rata-Rata Nilai Iluminan dengan Standard Pencahayaan Ruang Tidur

RUANG TIDUR					
Waktu Pengukuran	nilai iluminan minimal	nilai iluminan maksimal	Rata- Rata Iluminan pada bidang kerja	Standard iluminasi ruang tidur (lux)	
				200-300-500 lux (standart IESNA)	120 - 250 lux (SNI 03-6575-2001)
Pukul 07.00	21	411	156 lux	v	v
Pukul 12.00	29	636	221 lux	v	v
Pukul 16.00	9	432	87 lux	x	x

Keterangan : v = memenuhi x = tidak memenuhi

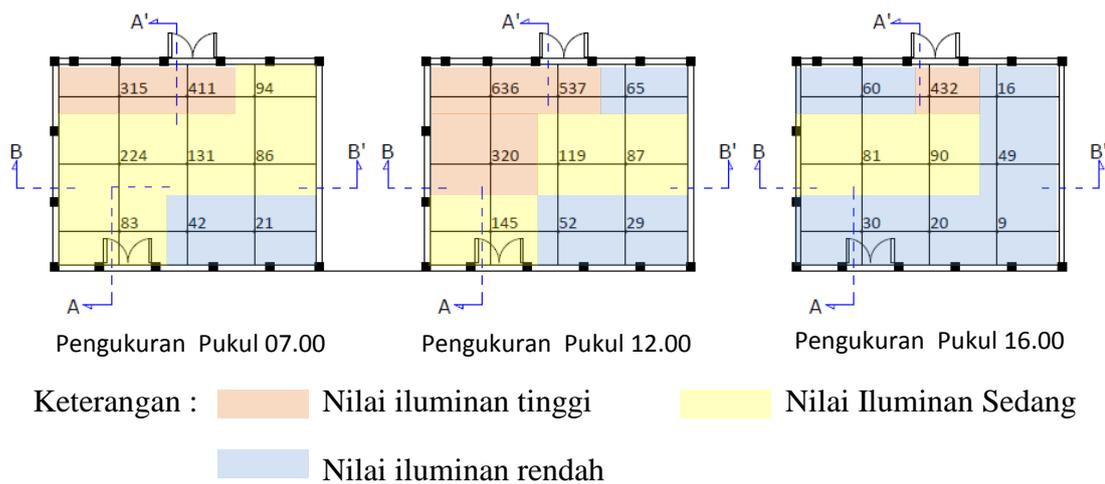
Perbandingan nilai iluminan dari tiga waktu pengukuran yang didapatkan cukup jauh rentan antara nilai iluminan minimum dan iluminan maksimum. Dari keseluruhan rata-rata nilai iluminan yang dihasilkan, pengukuran pada waktu sore hari lebih rendah dibandingkan dengan waktu pengukuran lainnya. Iluminan yang dihasilkan pada saat sore hari tidak dapat mencukupi standar pencahayaan yang dibutuhkan untuk ruang tidur. Fluktuasi nilai iluminan iluminan ruang tidur yang dihasilkan pada tiap waktu pengukuran memiliki pola yang sama yaitu cenderung naik pada siang hari dan mengalami penurunan pada sore hari seperti pada Gambar 4.20



Gambar 4.20 Fluktuasi Iluminan Pengukuran Lapangan pada Ruang Tidur

Secara umum nilai rata-rata iluminan pada ruang tidur dari tiga waktu pengukuran yang didapatkan cukup besar dan memenuhi standar nilai iluminan untuk beraktivitas. Kuantitas dan fluktuasi dari rata-rata nilai iluminan pada ruang tidur dipengaruhi oleh kondisi kubah langit. Posisi *solar altitude* mempengaruhi pembayangan dari obstruksi pada luar bangunan yang dapat mempengaruhi penetrasi pantulan cahaya alami kedalam ruangan.

Untuk melihat distribusi dari nilai iluminan pada ruang tidur, dilakukan analisa nilai iluminan pada tiap titik ukur pada ruang tidur, pada Gambar 4.21 menunjukkan persebaran nilai iluminan pada ruang tidur



Gambar 4.21 Nilai Iluminan Pengukuran Lapangan pada Ruang Tidur

Rasio keseragaman (*uniformity ratio*) merupakan pemerataan nilai iluminan didalam ruangan yang didapatkan melalui perbandingan nilai illuminance minimal dengan nilai illuminance rata-rata (Yaik dkk.2012). Pada Tabel 4.14

menunjukkan rasio keseragaman iluminan tiap waktu pengukuran pada ruang tidur.

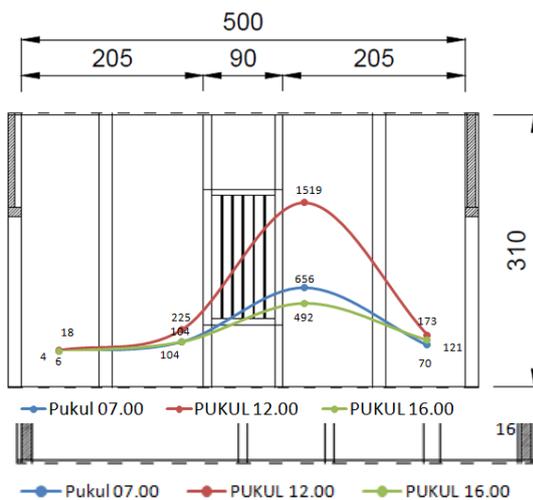
Tabel 4.14 *Uniformity Ratio* pada Ruang Tidur

RUANG TIDUR						
Waktu Pengukuran	Iluminan minimal	Iluminan rata-rata	Uniformity ratio	Standard iluminan 120 - 150 lux		
				< 120	120 - 150	> 150
Pukul 07.00	21	156	0.13	56%	11%	33%
Pukul 12.00	29	221	0.13	44%	11%	44%
Pukul 16.00	9	87	0.10	89%	0%	11%

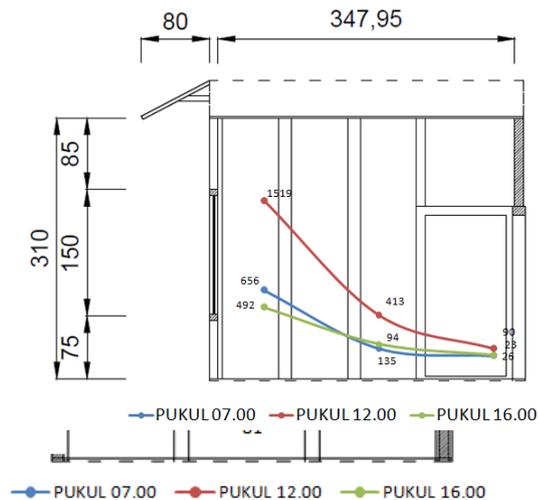
Tabel 4.14 menunjukkan prosentase titik dalam ruang tidur dengan nilai iluminan yang belum mencukupi standar pencahayaan alami lebih besar dari yang memenuhi standar iluminan. Dari nilai *uniformity ratio* yang didapatkan menunjukkan pada ruang tidur keseragaman iluminannya masih kurang, walaupun rata-rata iluminannya sudah mencukupi. Hal tersebut disebabkan perbedaan nilai iluminan pada titik ukur yang cukup kontras akibat area-area yang terkena pembayangan matahari.

Untuk menetahui hubungan antara *uniformity ratio* dan kaitannya dengan distribusi pencahayaan dalam ruangan dilakukan analisa melalui grafik isokontur pencahayaan dalam ruang seperti pada Gambar 4.22.

Potongan A-A'



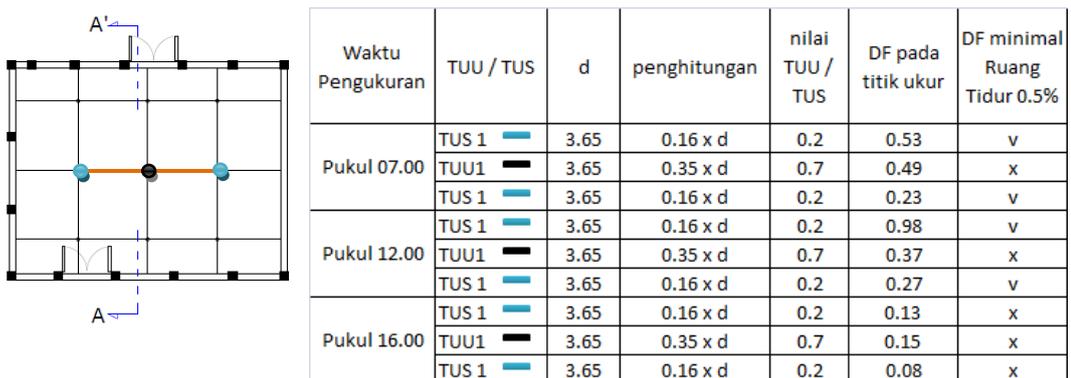
Potongan B-B'



Gambar 4.22 Isokontur Iluminan Pengukuran Lapangan pada Ruang Tidur

Pada area yang dekat dengan bukaan kondisi pencahayaannya cukup terang dan semakin meredup pada saat semakin menjauh dari bukaan. Nilai iluminan pada ruang tidur mulai mengalami penurunan ketika sore hari, hingga mencapai iluminan terendah dan mendekati gelap pada sudut ruangan. Pola persebaran nilai iluminan terendah berapa pada titik yang sama mulai dari pengukuran pencahayaan waktu pagi, siang dan sore hari. Distribusi iluminan pada ruang tidur dipengaruhi juga oleh posisi matahari, cahaya alami yang masuk pada ruangan bergerak sesuai dengan posisi *solar altitude*.

Analisa selanjutnya dilakukan pada nilai DF yang dihasilkan pada ruang tidur. Mengacu pada persyaratan rata-rata nilai *daylight factor* pada ruang tidur, dan dengan pertimbangan kondisi bukaan pada sisi ruang, maka dilakukan penetapan titik ukur DF sesuai dengan RSNi 03-2396-2001 dengan persyaratan sebagai berikut:



Gambar 4.23 Nilai TUU dan TUS pada Ruang Tidur

Apabila disesuaikan dengan standar minimal DF ruang tidur sebesar 0.5%, nilai TUU pada waktu pengukuran sepanjang hari masih belum memenuhi untuk kebutuhan beraktivitas, namun pada TUS pagi dan siang hari sudah sesuai dengan TUS yang di tentukan, pada sore hari nilai Df pada TUU/TUS masih belum dapat terpenuhi. Seperti yang tertera pada Tabel 4.15 dari perbandingan tersebut didapatkan bahwa nilai DF pencahayan alami pada ruang tidur yang dihasilkan dari bukaan masih belum cukup baik karena masih belum dapat mengakomodasi standar DF sepanjang hari.

Tabel 4.15 Perbandingan Rata-Rata Nilai *Daylight Factor* (DF) dengan Standard DF untuk Ruang Tidur

RUANG TIDUR							
Waktu Pengukuran	nilai DF minimal	nilai DF maksimal	Rata- Rata DF pada	Rentan DF			Standar DF 0.5 - 2%
				< 0.5 %	0.5 - 2 %	> 2 %	
Pukul 07.00	0.04	0.82	0.37	56%	44%	0%	x
Pukul 12.00	0.09	1.96	0.68	67%	33%	0%	v
Pukul 16.00	0.01	0.7	0.14	89%	11%	0%	x

Keterangan : v = memenuhi x = tidak memenuhi

Perbandingan nilai rata-rata *daylight factor* pada ruang tidur menunjukkan pada waktu pengukuran siang hari saja yang dapat memenuhi standar DF ruang tidur sebesar 0.5 – 2%. Pada saat pagi ke siang hari nilai rentan nilai DF tidak terlalu besar, namun terjadi penurunan drastis nilai DF pada pengukuran sore hari. Nilai DF yang tidak memenuhi standar dipengaruhi oleh banyaknya nilai iluminan rendah pada titik-titik ukur di ruang tidur. Rendahnya nilai iluminan dalam tidak seimbang dengan nilai iluminan luar ruangan. Kondisi ini dipengaruhi juga oleh minimnya bukaan yang tidak berimbang dengan kedalaman ruang sehingga nilai iluminan dalam dan luar tidak dapat berimbang dan DF pada tiap titik perbandingannya cukup besar.

E. Dapur

Pada area dapur memiliki ketinggian lantai yang berbeda dengan ruang-ruang lainnya pada Rumah Betang. Perbedaan ketinggian lantai dapur lebih rendah 40 cm dibandingkan ruang lainnya. Bentuk ruang area dapur memanjang dengan bukaan berupa pintu pada bagian depan – belakang dan sisi kiri - kanan ruang. Tidak terdapat bukaan berupa jendela pada dapur Rumah Betang *djaga bahen*. Kondisi bukaan ini akan mempengaruhi rata-rata nilai iluminan dalam ruang. Fluktuasi nilai iluminan rata-rata yang dihasilkan dari bukaan pintu pada dapur antara 3 - 1365 lux dengan rata-rata iluminan sebesar 33 – 205 lux.

Tabel 4.16 menunjukkan nilai iluminan hasil pengukuran lapangan pada dapur. Dilakukan perbandingan nilai rata-rata yang dihasilkan pada dapur dengan standar iluminan untuk pencahayaan alami. Dapur merupakan area dengan aktivitas yang membutuhkan ketelitian tinggi. Mengacu pada pola aktivitas pada

ruang maka dilakukan perbandingan hasil pengukuran lapangan dengan standar pencahayaan alami menurut Evans (1980) dan standar IESNA.

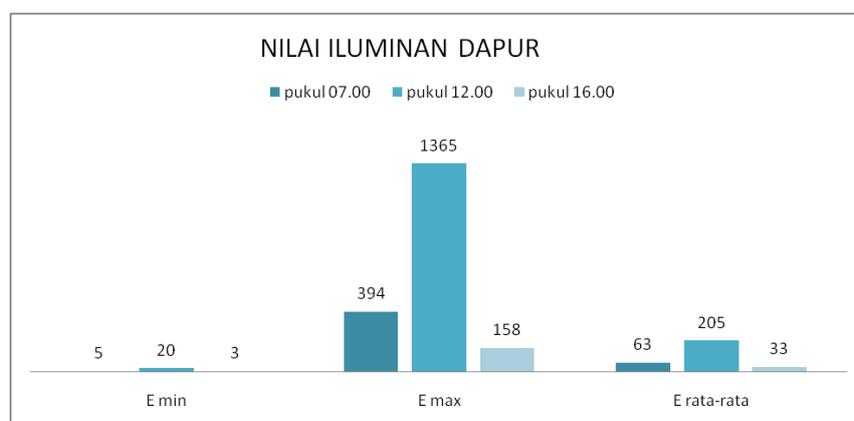
Tabel 4.16 Perbandingan Rata-Rata Nilai Iluminan dengan Standard Pencahayaan Dapur

DAPUR					
Waktu Pengukuran	nilai iluminan minimal	nilai iluminan maksimal	Rata-Rata Iluminan pada bidang kerja	Standard iluminasi Dapur (lux)	
				200 - 300 - 500 lux (Standart IESNA)	100 - 150 lux (Evans ,1980)
Pukul 07.00	5	394	63 lux	x	x
Pukul 12.00	20	1365	205 lux	v	v
Pukul 16.00	3	158	33 lux	x	x

Keterangan : v = memenuhi x = tidak memenuhi

Apabila dibandingkan dengan standar iluminan beraktivitas pada dapur, rata-rata iluminan pada ruang ini belum dapat terpenuhi pada saat pagi dan sore hari. Nilai rata-rata yang didapatkan cukup rendah, namun pada saat siang hari terjadi peningkatan rata-rata nilai iluminan sehingga dapat memenuhi standar. Perbandingan nilai iluminan dari tiga waktu pengukuran yang didapatkan cukup jauh rentan antara nilai iluminan minimum dan iluminan maksimum.

Dari keseluruhan rata-rata nilai iluminan yang dihasilkan, pengukuran pada waktu sore hari lebih rendah dibandingkan dengan waktu pengukuran lainnya. Terjadi perubahan nilai iluminan yang signifikan pada waktu pagi hingga sore hari, kondisi iluminan yang cukup tinggi terjadi pada siang hari. Fluktuasi nilai iluminan pada dapur yang dihasilkan tiap waktu pengukuran memiliki pola yang sama yaitu cenderung naik pada siang hari dan mengalami penurunan pada sore hari seperti pada Gambar 4.24



Gambar 4.24 Fluktuasi Nilai Iluminan Pengukuran Lapangan pada Dapur

Kuantitas dan fluktuasi dari rata-rata nilai iluminan pada dapur dipengaruhi oleh kondisi kubah langit. Posisi *solar altitude* mempengaruhi pembayangan dari obstruksi pada luar bangunan yang dapat mempengaruhi penetrasi pantulan cahaya alami kedalam ruangan. Kondisi luar bangunan berupa lahan luas dengan permukaan datar dan tertutup pasir putih membantu pemantulan cahaya alami kedalam ruangan. Selain itu adanya bukaan berupa pintu dengan ketinggian hampir menyamai tinggi dinding turut membantu kuantitas cahaya alami yang terpenetrasikan pada dapur, hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Moore (1993) bahwa rasio bukaan terhadap volume bangunan dapat memaksimalkan penetrasi cahaya matahari kedalam ruangan.

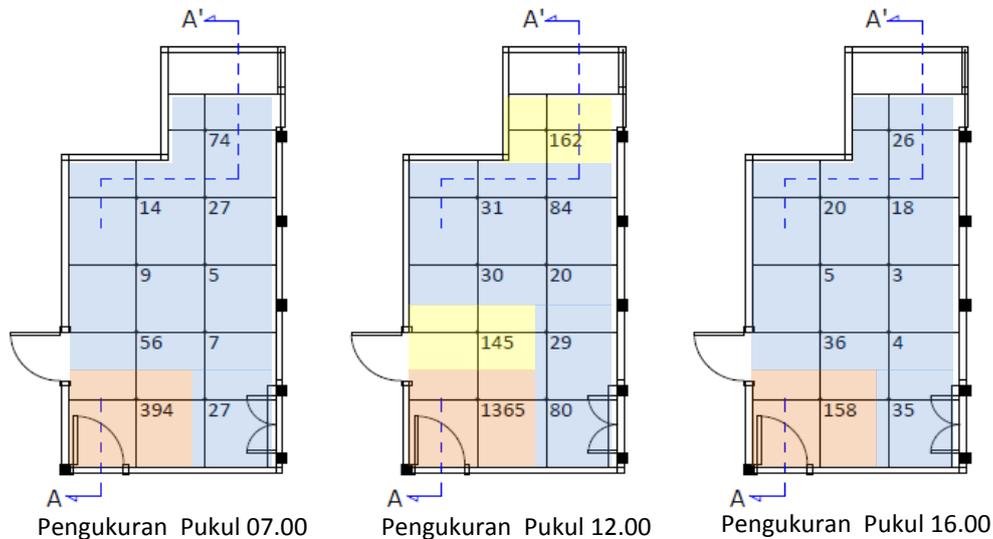
Untuk melihat distribusi dari nilai iluminan pada dapur, dilakukan analisa nilai iluminan pada tiap titik ukur pada dapur, Gambar 4.25 menunjukkan persebaran nilai iluminan pada dapur. Ditemui fenomena perbedaan rentan nilai iluminan yang tinggi pada titik ukur yang dekat dengan bukaan dan titik ukur pada tengah ruangan. Distribusi iluminan pada dapur menunjukkan titik ukur yang berdekatan dengan bukaan dapat mencapai nilai iluminan tertinggi hingga 1365 lux pada siang hari. Fenomena tersebut dapat diamati pada Gambar 4.25. Bukaan berupa pintu yang dapat memasukkan iluminan lebih banyak dari jendela, namun tidak dapat merata karena posisi bukaan dan kedalaman ruang. Kondisi pantulan iluminan dari permukaan diluar ruangan turut mempengaruhi nilai iluminan yang dihasilkan.

Rasio keseragaman (*uniformity ratio*) merupakan pemerataan nilai iluminan didalam ruangan yang didapatkan melalui perbandingan nilai illuminance minimal dengan nilai illuminance rata-rata (Yaik dkk.2012). Pada Tabel 4.17 menunjukkan rasio keseragaman iluminan tiap waktu pengukuran pada dapur.

Tabel 4.17 *Uniformity Ratio* pada Dapur

DAPUR						
Waktu Pengukuran	Iluminan minimal	Iluminan rata-rata	Uniformity ratio	Standard iluminan 100 - 150 lux		
				< 100	100 - 150	> 150
Pukul 07.00	5	63	0.08	89%	0%	11%
Pukul 12.00	20	205	0.10	78%	11%	11%
Pukul 16.00	3	33	0.09	89%	0%	11%

Tabel 4.17 menunjukkan prosentase titik dalam dapur dengan nilai iluminan yang belum mencukupi standar pencahayaan alami lebih besar dari yang memenuhi standar iluminan. Dari nilai *uniformity ratio* yang didapatkan menunjukkan pada dapur keseragaman iluminannya masih kurang. Hal tersebut disebabkan perbedaan nilai iluminan pada titik ukur yang cukup kontras akibat area-area yang terkena sinar matahari langsung dan yang terkena pembayangan.

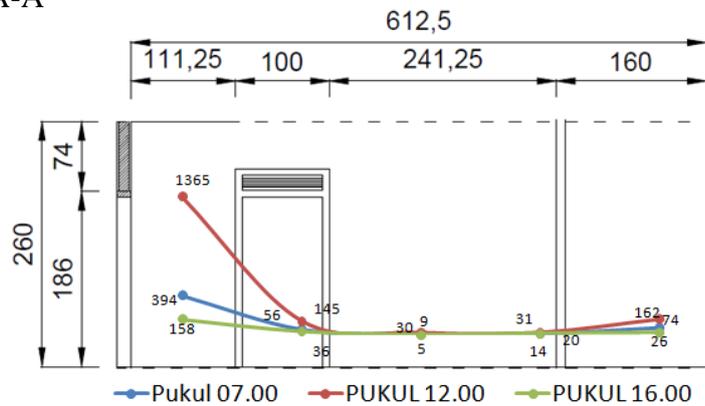


Keterangan : Nilai iluminan tinggi Nilai Iluminan Sedang
 Nilai iluminan rendah

Gambar 4.25 Nilai Iluminan Pengukuran Lapangan pada Dapur

Ditemui fenomena perbedaan rentan nilai iluminan yang tinggi pada titik ukur yang dekat dengan bukaan dan titik ukur pada tengah ruangan. Distribusi iluminan pada dapur menunjukkan titik ukur yang berdekatan dengan bukaan dapat mencapai nilai iluminan tertinggi hingga 1365 lux pada siang hari. Fenomena tersebut dapat diamati pada Gambar 4.26. Bukaan berupa pintu yang dapat memasukkan iluminan lebih banyak dari jendela, namun tidak dapat merata karena posisi bukaan dan kedalaman ruang. Kondisi pantulan iluminan dari permukaan diluar ruangan turut mempengaruhi nilai iluminan yang dihasilkan.

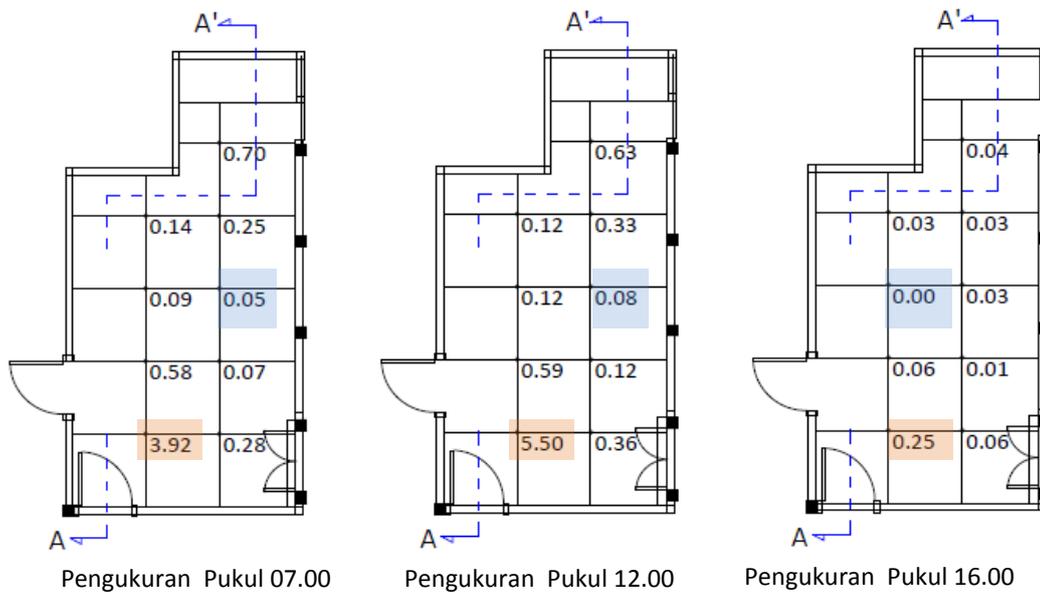
Potongan A-A'



Gambar 4.26 Isokontur Iluminasi Pengukuran Lapangan pada Dapur

Analisa selanjutnya dilakukan pada nilai DF yang dihasilkan pada dapur. Mengacu pada pola aktivitas dapur yang memerlukan ketelitian dan pencahayaan dengan kuantitas yang banyak. Pada Gambar 4.27 nilai DF tertinggi berapa pada area yang sejajar dengan bukaan, terjadi perbandingan DF yang tidak berimbang dalam satu ruang. Bukaan berupa pintu memberi akses yang lebih untuk penetrasi cahaya alami, namun menyebabkan ketidak seimbangan DF pada area yang tidak terkena cahaya matahari langsung. Kondisi ini selain dipengaruhi oleh luasan bukaan, bentuk ruang dan ketinggian plafon juga dapat mempengaruhi kuantitas pencahayaan didalamnya. Area dapur memiliki ketinggian plafon yang cukup rendah dengan bentuk ruang yang memanjang. Cakupan area yang dapat tersinari cahaya alami cukup luas namun nilai iluminasi maupun DFnya tidak berimbang antara titik ukur satu dengan titik ukur lainnya.

Nilai *daylight factor* pada area dapur mengalami fluktuasi mulai dari pagi hingga sore hari. Nilai DF paling tinggi didapatkan pada pengukuran siang hari dan terendah pada pengukuran sore hari. Mengacu pada aktivitas pada dapur dengan standar nilai DF sebesar 2-3%, kondisi Df yang dihasilkan pada area ini belum dapat terpenuhi baik itu pada pengukuran pagi, siang maupun sore hari seperti yang tertera pada Tabel 4.18. DF yang dihasilkan cukup rendah dan tidak merata dalam satu ruang, pada pengukuran sore hari DF yang tidak memenuhi standar mencapai 100%. Secara umum pencahayaan pada dapur kurang baik mengingat aktivitas pada dapur banyak dilakukan pada pagi dan sore hari, sedangkan kondisi pencahayaannya belum dapat terpenuhi.



Keterangan : Nilai DF tertinggi Nilai DF terendah

Gambar 4.27 Nilai *Daylight Factor* pada Dapur

Tabel 4.18 Perbandingan Rata-Rata *Daylight Factor* (DF) dengan Standard Pencahayaan pada Dapur

DAPUR							
Waktu Pengukuran	nilai DF minimal	nilai DF maksimal	Rata-Rata DF pada	Rentan DF			Standar DF 2 - 3%
				< 2 %	2 - 3 %	> 3 %	
Pukul 07.00	0.05	3.94	0.63	89%	11%	0%	x
Pukul 12.00	0.08	5.5	0.82	89%	11%	0%	x
Pukul 16.00	0.01	0.25	0.05	100%	0%	0%	x

Keterangan : v = memenuhi x = tidak memenuhi

4.2.2 Analisa Tingkat Pencahayaan Alami pada Bangunan Rumah Betang

Hasil pembahasan tentang kuantitas pencahayaan alami yang di hasilkan melalui bukaan pada Rumah Betang, didapatkan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kinerja pencahayaan alami dalam ruang, baik dari internal bangunan maupun eksternal bangunan. Adapun faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kinerja pencahayaan alami dalam bangunan Rumah Betang yaitu:

- **Pengaruh Kondisi Langit Terhadap Kinerja Pencahayaan Alami**

Kondisi kubah langit turut mempengaruhi pancaran cahaya matahari. Kondisi kubah langit dipengaruhi oleh musim dan cuaca. Lokasi dari bangunan Rumah Betang berada pada iklim tropis lembab dengan tipe kubah langit berawan. Langit *overcast* cenderung berawan dan menyebarkan cahaya matahari

dalam intensitas yang cukup tinggi. Kondisi langit berawan cenderung berubah ubah dan dapat mempengaruhi fluktuasi nilai iluminan sepanjang hari. Menurut teori dari Evans (1981) distribusi pencahayaan *overcast* umumnya tiga kali lebih terang pada bagian *zenith* dari pada *horizon*, hal ini menyebabkan nilai iluminan pada waktu siang hari akan lebih tinggi dari pada pagi dan sore hari.

- **Pengaruh Orientasi Terhadap Kinerja Pencahayaan Alami**

Rumah tradisional betang *Djaga Bahen* sebagai tempat pengukuran berada pada arah hadap utara dan selatan, posisi bangunan ini mengikuti kepercayaan pada masyarakat Dayak yaitu bangunan rumah menghadap ke arah sungai. Pemosisian ini secara kebutuhan pencahayaan cukup menguntungkan, karena pada fasad bangunan yang sejalan dengan lintasan matahari yaitu arah barat dan timur tidak terdapat terlalu banyak bukaan sehingga meminimalkan transfer panas dari radiasi matahari kedalam ruangan. Bukaan pada bangunan ini banyak terdapat pada arah utara selatan, orientasi ini memungkinkan iluminan dari cahaya alami yang masuk kedalam ruangan lebih merata dan dapat terdistribusikan hampir sepanjang hari.

Orientasi bangunan ini berpengaruh pada fluktuasi kuantitas iluminan dari pagi hingga sore hari. Tingkat iluminasi bergerak meningkat seiring dengan perubahan *solar altitude*. Fluktuasi iluminan ini terus meningkat dari pagi hingga sore hari, pada pengukuran lapangan nilai luminasi yang diukur pada sore hari lebih besar dibandingkan dengan pengukuran pada pagi dan siang hari. Hal ini terjadi baik pada nilai iluminan luar ruangan dan di dalam ruangan.

- **Pengaruh Lingkungan dan Ketinggian Bangunan Terhadap Kinerja Pencahayaan Alami**

Lingkungan sekitar bangunan secara tidak langsung dapat mempengaruhi pemantulan cahaya matahari kedalam ruangan. Penetrasi dari *sky component* dan *external reflected component* dapat terdistribusikan dengan abaik atau tidak tergantung dari adanya *obstruction* pada lingkungan sekitar bangunan. Pada pengukuran lapangan, *obstruction* berupa pepohonan dengan kepadatan cukup tinggi banyak dijumpai di sekitar bangunan, pada pengukuran pagi hari adanya penghalang pepohonan tinggi di sekitar bangunan cukup menghalangi masuknya kuantitas cahaya alami kedalam bangunan dikarenakan *solar altitude* pada pagi

hari masih mendekati horizon. Kekasaran dan jenis dari penutup permukaan tanah juga berpengaruh pada kuantitas iluminan yang dapat masuk kedalam ruangan apabila dihubungkan dengan kemampuan reflektansi dari material *obstruction*. Pada lingkungan sekitar bangunan *Djaga Bahen* permukaan tanahnya berupa pasir berwarna putih dengan tekstur halus dan kemampuan reflektansi cukup baik. Hal ini berpengaruh pada *external reflected component* dan dapat membantu pemantulan cahaya matahari kedalam bangunan.

Berdasarkan teori yang diungkapkan oleh Moore (1993) kedalaman dan ketinggian bangunan apabila dihubungkan dengan luasan bangunan akan mempengaruhi seberapa banyak kuantitas dari iluminan cahaya alami yang masuk kedalam ruangan. Pada bangunan tradisional dengan arsitektur rumah panggung memiliki ketinggian yang lebih dari permukaan tanah dibandingkan dengan hunian pada umumnya. Kondisi bangunan yang lebih tinggi ini akan mempengaruhi penetrasi pencahayaan alami kedalam bangunan dan mengurangi dari gangguan pembayangan *obstruction*.

4.3 Kesimpulan Hasil Pengamatan Lapangan

Dari hasil pengamatan dan pembahasan penelitian lapangan didapatkan kesimpulan dari pengamatan yang berhubungan dengan kinerja pencahayaan alami yang dihasilkan melalui bukaan pada Rumah Betang dan pengaruh pengaplikasian bukaan terhadap kinerja pencahayaan dan aktivitas didalam hunian, yaitu:

- Iluminan pada tiap ruangan yang dihasilkan melalui bukaan dapat terpenuhi standar pencahayaan untuk beraktivitas, namun tidak sepanjang hari. Secara umum nilai Iluminan rata-rata pada siang hari dapat terpenuhi, terjadi beragam kondisi pencahayaan pada pagi dan sore hari, terdapat ruangan yang dapat terpenuhi standar pencahayaannya dan yang tidak.
- Distribusi cahaya alami pada tiap ruangan yang dihasilkan melalui bukaan belum dapat merata. Dari tiap ruangan, hampir seluruhnya masih belum dapat memenuhi nilai *daylight factor* yang ditentukan berdasarkan TUU dan TUS.

Persebaran iluminan dan nilai *uniformity ratio* minimal sebesar 0.4 masih belum dapat terpenuhi secara menyeluruh pada tiap ruang.

- Nilai Iluminan dan *daylight factor* lebih tinggi pada area yang dekat bukaan dibandingkan dengan area yang semakin menjauh dari bukaan. Hal tersebut dipengaruhi oleh luas bukaan terhadap luas ruang, kedalaman ruangan, penghalang di sekitar bangunan ataupun *solar altitude*.
- Ruang dengan luas bukaan yang besar pada tiap sisi ruang mendapat penyinaran cahaya alami yang baik, nilai rata-rata iluminan dan *daylight factor* yang didapatkan lebih tinggi. Pada ruangan dengan luasan bukaan yang lebih kecil dan tidak berimbang dengan luasan sisi fasad cenderung mendapatkan rata-rata iluminan dan *daylight factor* yang didapatkan lebih rendah. Luasan bukaan pada fasad menentukan banyaknya penetrasi cahaya alami dan kinerja pencahayaan alami dalam ruang.
- Posisi ketinggian bukaan menentukan distribusi dari cahaya alami kedalam ruangan. Ketinggian bukaan pada fasad bangunan yang mendekati plafon membantu pemantulan cahaya alami lebih baik kedalam ruangan. Namun dengan tidak berimbangnya luas bukaan dengan luas ruangan, membuat distribusi iluminan tidak merata. dan *daylight factor* yang didapatkan belum memenuhi standar pencahayaan untuk beraktivitas sesuai dengan fungsi masing-masing ruang.
- Kuantitas pencahayaan di dalam ruangan dipengaruhi juga oleh faktor-faktor seperti orientasi bangunan, adanya obstruksi, posisi *solar altitude* dan ketinggian permukaan lantai bangunan. Semakin tinggi permukaan lantai dari permukaan tanah maka kuantitas cahaya alami yang dapat masuk kedalam ruangan semakin besar dan mengurangi efek dari pembayangan obstruksi yang dapat menghalangi pantulan cahaya alami ke dalam ruangan.
- Kondisi kubah langit dan posisi dari matahari cukup mempengaruhi penetrasi cahaya alami melalui bukaan pada fasad. Posisi dari *solar altitude* terhadap bukaan menghasilkan fluktuasi nilai iluminan dan *daylight factor* didalam ruangan. Pada beberapa ruangan terjadi fluktuasi besaran nilai yang cukup besar antara titik ukur satu dengan titik ukur yang lain. Selama pengambilan

data lapangan dijumpai perubahan nilai iluminan dan *daylight factor* yang meningkat pada saat siang hari dan meurun saat sore hari.

- Berkaitan dengan kinerja pencahayaan alami dalam bangunan Rumah Betang, keberadaan bukaan sebagai sumber pencahayaan alami menghasilkan rata-rata iluminan dan *daylight factor* yang cukup besar. Namun pada beberapa ruangan pendistribusian cahaya alaminya masih belum merata dikarenakan perbandingan antara bukaan dan luasan ruangan yang tidak berimbang.
- Dari hasil pengamatan lapangan, performa kinerja pencahayaan alami yang didapatkan masih belum optimal akibat dipengaruhi banyak faktor eksternal seperti adanya penghalang di luar ruangan dan perubahan *solar altitude*. Selain itu terdapat perbedaan performa kinerja pencahayaan alami yang dihasilkan melalui bukaan antara subjek penelitian dengan kondisi Rumah Betang tradisional yang belum termodifikasi. Pada dulunya Rumah Betang tradisional menggunakan *rumbak tahansengan* pada dinding gevel sebagai penghawaan dan pencahayaan alami dalam ruangan, namun dengan berkembangnya aktivitas masyarakat yang turut merubah fungsi dan fisik dari bangunan Rumah Betang.
- Pada hasil pengamatan lapangan, kondisi pencahayaan alami di bangunan Rumah Betang yang sudah termodifikasi belum dapat mencukupi kebutuhan pencahayaan untuk beraktivitas secara optimal. Maka dari itu dilakukan eksperimen dengan mengaplikasikan kembali *rumbak tahansengan* yang tidak terdapat di Rumah Betang termodifikasi guna mengetahui peranan dan performanya sebagai pencahayaan komplemen dalam membangun kinerja pencahayaan alami. Hasil pengamatan lapangan dijadikan sebagai dasar untuk melakukan eksperimen dengan bantuan simulasi terkait dengan variabel penelitian guna mengetahui sejauh mana performa kinerja pencahayaan alami yang dapat dihasilkan dari pengaplikasian bukaan pada bangunan Rumah Betang.

- Halaman ini sengaja dikosongkan -

BAB 5

SIMULASI DAN PEMBAHASAN

5.1 Verifikasi Hasil Simulasi

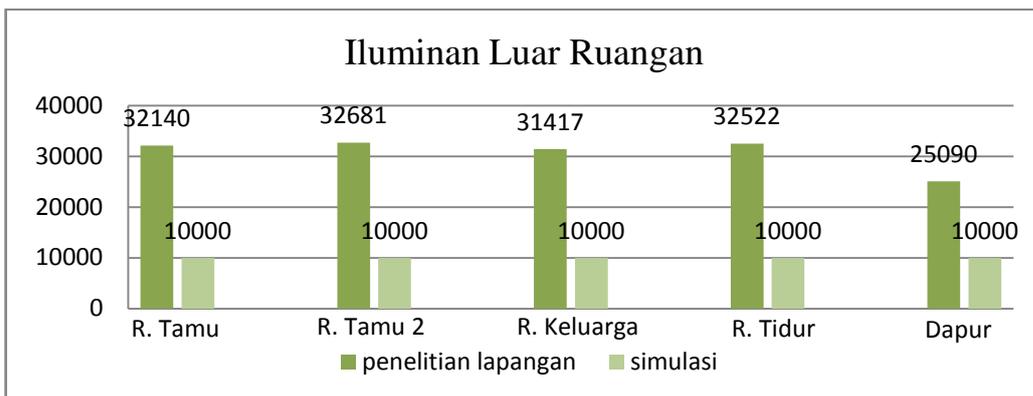
Verifikasi dilakukan untuk melihat kesesuaian dari hasil pengukuran lapangan dengan hasil simulasi. Data iluminan dan *daylight factor* (DF) yang diperoleh dari hasil lapangan dan simulasi digunakan sebagai perbandingan. Pada tahapan verifikasi dilakukan perbandingan fluktuasi iluminan yang dihasilkan antara data pengamatan lapangan dengan hasil dari simulasi. Verifikasi dilakukan pada ruang tamu dan ruang keluarga. Pemilihan ruang –ruang tersebut di dasarkan pada pola aktivitas penghuni dan pengaplikasian bukaan pada fasad bangunan. Ruang tamu merupakan ruangan dengan bukaan pada tiga sisi ruang. Aktivitas pada ruang tamu tergolong dalam aktivitas yang membutuhkan pencahayaan dengan *visual task* sedang. Sedangkan pada ruang keluarga merupakan ruangan dengan bukaan luas bukaan yang lebih kecil dari ruang tamu. Ruang keluarga memiliki pola aktivitas yang intens dan beragam. Aktivitas yang dilakukan pada ruang keluarga umumnya membutuhkan pencahayaan dengan *visual task* berkontras tinggi.

5.1.1 Perbandingan antara Pengukuran Lapangan dengan Hasil Simulasi

A. Nilai Iluminan pada Luar Bangunan Rumah Betang

Pada simulasi kinerja pencahayaan alami pada rumah betang kondisi luar ruangan yang digunakan yaitu langit *Overcast* disesuaikan dengan kondisi langit iklim tropis lembab, untuk iluminan langit yang dipergunakan sebagai dasar perancangan yaitu kondisi iluminan langit Indonesia sebesar 10.000 lux sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Frick (2008). Waktu pengukuran dibuat pada pukul 12.00 saat kondisi *solar latitude* tepat pada *zenith* sehingga iluminan yang dihasilkan dalam kondisi optimal. Tanggal pengukuran disesuaikan dengan tanggal pengukuran di lapangan.

Nilai iluminan yang digunakan pada simulasi dengan hasil penelitian lapangan memiliki perbedaan. Pada hasil penelitian lapangan rata-rata iluminan yang didapatkan pada pukul 12.00 berkisar antara 22.000 - 35.000 lux, sedangkan pada simulasi nilai iluminan luar ruangan yang digunakan yaitu iluminan langit untuk Indonesia sebesar 10.000 lux (Frick, 2008:5). Rentan yang cukup besar tersebut dikarenakan perbedaan sumber cahaya yang diukur. Cahaya yang diukur pada hasil simulasi berasal dari cahaya diffus saja, sedangkan pada hasil penelitian lapangan cahaya yang diukur merupakan gabungan antara sinar matahari langsung dan cahaya diffus. Selain itu pengaruh pantulan cahaya dari penghalang di sekitar bangunan turut menjadi faktor yang mempengaruhi kondisi iluminan luar ruangan pada penelitian lapangan. Perbedaan iluminan luar ruangan hasil simulasi dan penelitian lapangan dapat diamati pada Gambar 5.1



Gambar 5.1 Perbedaan Iluminan Luar Ruangan Hasil Simulasi dan Pengukuran Lapangan

Iluminan luar ruangan hasil simulasi menunjukkan hasil yang konsisten sepanjang hari, berbeda dengan iluminan luar ruangan hasil penelitian lapangan yang memiliki fluktuasi dan variasi yang tinggi mulai dari pagi hingga sore hari. Hal tersebut menyebabkan kecenderungan hasil simulasi memiliki fluktuasi yang konstan dibandingkan dengan penelitian lapangan.

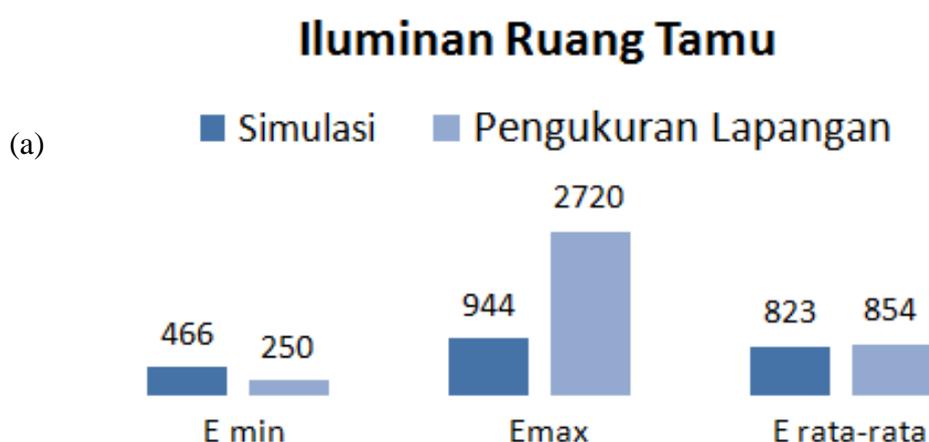
B. Distribusi Iluminan Dalam Ruang pada Bangunan Rumah Betang.

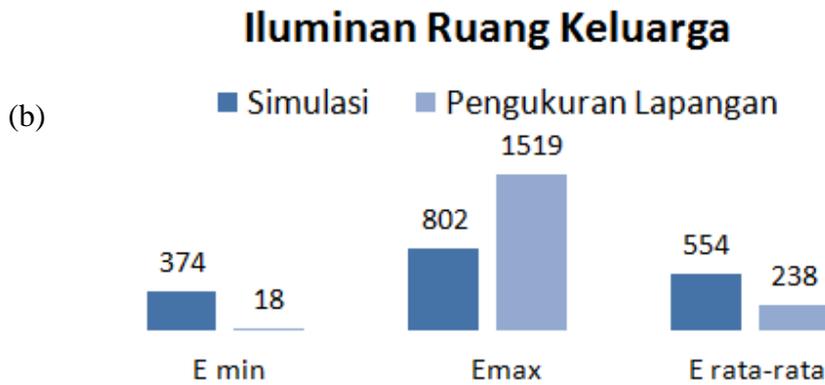
Pengukuran iluminan Rumah Betang pada penelitian lapangan pada tiga waktu yaitu pagi, siang dan sore hari. Dalam verifikasi kinerja pencahayaan antara hasil penelitian lapangan dan hasil simulasi diambil waktu pengukuran pada pukul

12.00 saat pencahayaan alami dalam kondisi optimal, kedua hasil tersebut kemudian dibandingkan. Dari perbandingan tersebut diperoleh beberapa perbedaan dari hasil kinerja pencahayaan antara penelitian lapangan dengan simulasi pada tiap ruang. Dilakukan perbandingan kinerja pencahayaan alami pada ruang-ruang yang dapat merepresentasikan kebutuhan pencahayaan untuk aktivitas-aktivitas yang berbeda, antara lain pada ruang tamu untuk aktivitas dengan kebutuhan pencahayaan yang general dan ruang keluarga untuk aktivitas dengan *visual task* berkontras tinggi Ruang Tamu

Kinerja iluminan dan *daylight factor* yang dihasilkan pada simulasi menunjukkan nilai yang lebih tinggi daripada hasil pengukuran lapangan. Distribusi pencahayaan dari simulasi dan hasil penelitian lapangan memiliki pola yang sama. Nilai iluminan dan *daylight factor* cenderung tinggi pada area-area yang dekat dengan bukaan dan semakin berkurang seiring posisinya menjauhi bukaan. Fluktuasi nilai iluminan dan *daylight factor* simulasi lebih konstan dari penelitian lapangan, hal tersebut disebabkan pada simulasi iluminan luar langit selama pengondisian konstan dan tidak dipengaruhi oleh pantulan obstruksi.

Dilakukan perbandingan antara iluminan ruang tamu dan ruang keluarga untuk mengetahui retan kuantitas pencahayaan yang dihasilkan pada hasil simulasi dengan hasil penelitian lapangan. Seperti yang tertera pada Gambar 5.2





Gambar 5.2 (a) Iluminan pada Ruang Tamu, (b) Iluminan pada Ruang Keluarga

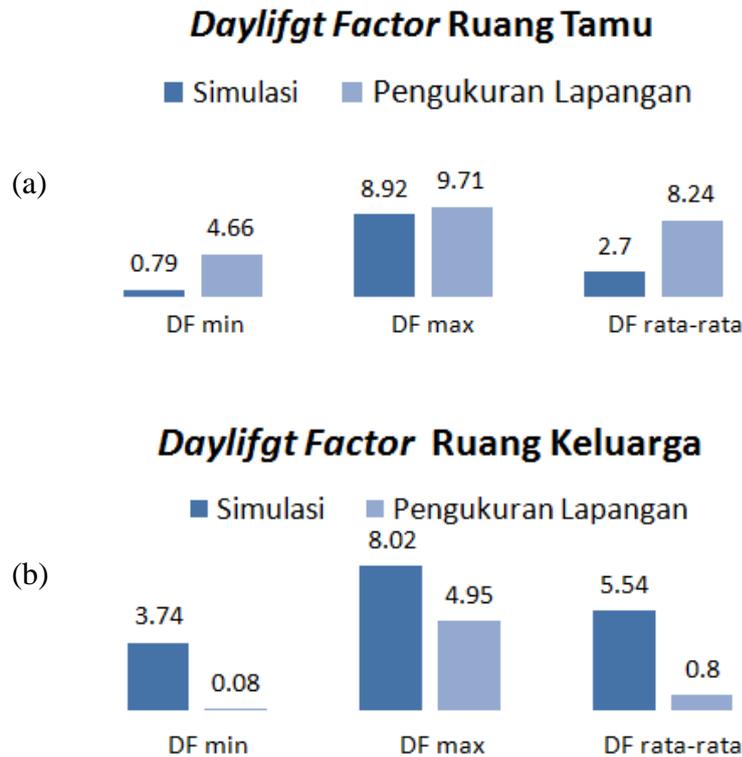
C. Distribusi *Daylight factor* Dalam Ruang pada Bangunan Rumah Betang

Daylight factor pada simulasi diperoleh dari perbandingan antara hasil pengukuran tidak dapat menggambarkan kondisi sesungguhnya karena iluminan yang terukur berasal dari cahaya diffuse. Termasuk iluminan luar ruangan pada simulasi yang cenderung konstan dan lebih kecil dari kondisi iluminan luar pada pengukuran lapangan. Dengan iluminan luar ruangan yang konstan maka kecenderungan nilai *daylight factor* yang dihitung dari simulasi akan sangat besar. Yang akan diperhatikan nantinya adalah apabila terdapat persamaan atau perbedaan kecenderungan pola distribusi antara hasil pengukuran lapangan hasil simulasi.

Perbandingan nilai *daylight factor* pada ruang tamu menunjukkan nilai rata-rata yang dihasilkan dari simulasi lebih tinggi dari hasil pengukuran lapangan. *Daylight factor* pada pengukuran lapangan menunjukkan fluktuasi nilai yang lebih beragam, namun pada hasil simulasi fluktuasinya lebih konsisten. Kondisi serupa terjadi pula pada rata-rata *daylight factor* pada ruang keluarga, dimana rata-rata yang dihasilkan dari simulasi lebih tinggi dan konsisten dari pada hasil pengukuran lapangan. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.3

Perbandingan nilai *daylight factor* maksimum dan minimum pada ruang tamu dan ruang keluarga hasil simulasi dengan hasil pengukuran lapangan menunjukkan perbedaan. Nilai *daylight factor* minimum pengukuran lapangan sebesar, sedangkan pada simulasi sebesar. Pada simulasi menunjukkan nilai yang

selalu diatas nilai terukur maksimum pengukuran lapangan. Fluktuasi nilai maksimum dan minimum pada pengukuran lapangan menunjukkan fluktuasi yang beragam sedangkan pada simulasi menunjukkan konsistensi fluktuasi.



Gambar 5.3 (a) *Daylight Factor* pada Ruang Tamu, (b) *Daylight Factor* pada Ruang Keluarga

5.1.2 Pembahasan Verifikasi Hasil Simulasi

Dari hasil perbandingan antara pengamatan lapangan dan hasil simulasi, terdapat perbedaan antara iluminasi dalam dan luar ruangan. Perbedaan tersebut terjadi karena perbedaan jenis sumber cahaya yang terukur dan adanya penyederhanaan dalam proses simulasi.

- Perbedaan Kondisi Cuaca Luar Bangunan

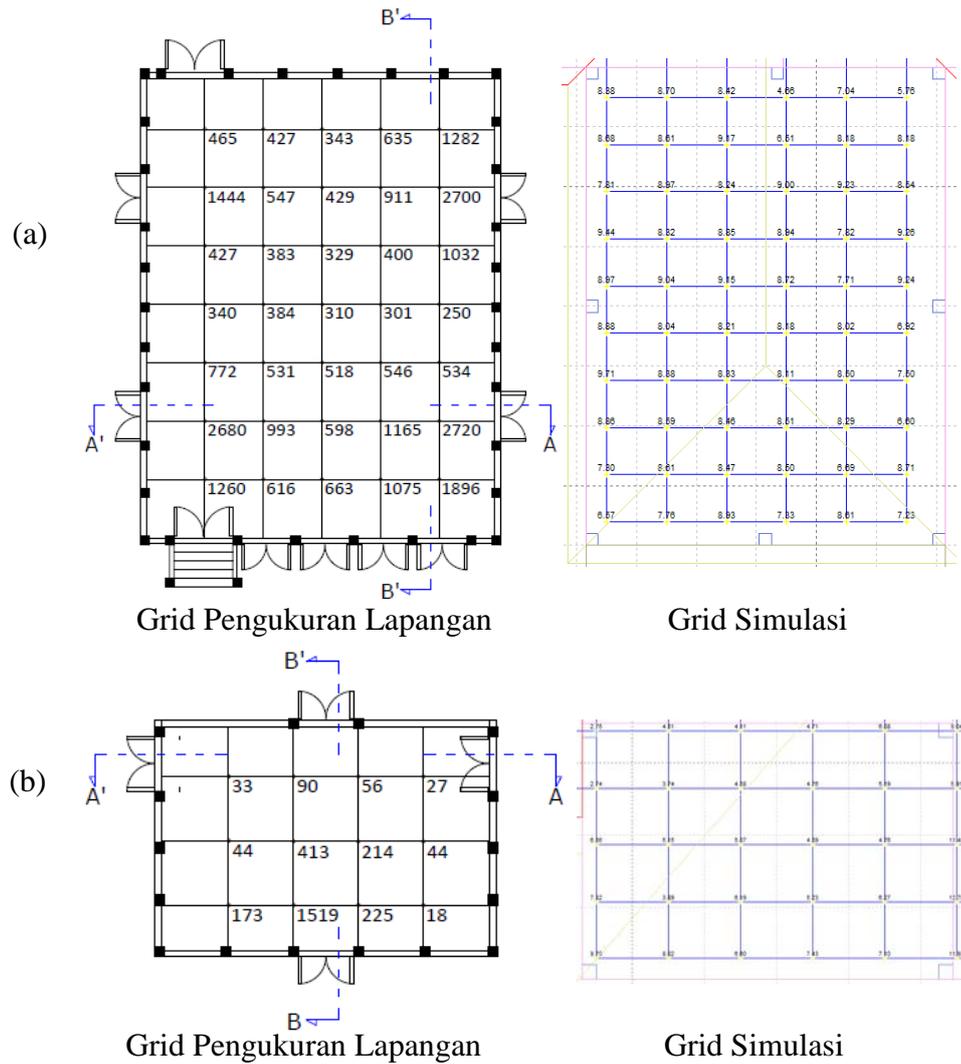
Keberadaan penghalang seperti tanaman di luar ruangan, permukaan tanah dan bangunan di sekitar objek turut memberikan pengaruh pada kuantitas pencahayaan alami dalam ruangan. Perubahan ini berkaitan dengan pembayangan dalam ruangan yang dipengaruhi oleh kondisi kubah langit dan perubahan *solar*

altitude. Selain itu perubahan reflektansi dari tanaman dan permukaan tanah akibat perubahan musim juga dapat mempengaruhi pantulan cahaya alami kedalam bangunan.

Pada pengukuran lapangan, keberadaan penghalang tanaman, permukaan tanah, posisi matahari dan kondisi langit mempengaruhi kondisi pencahayaan saat pengukuran. Perubahan kondisi kubah langit sulit untuk di prediksi. Kondisi pada saat pengukuran lapangan memasuki musim hujan, sehingga kondisi langit cukup berawan dan membuat variabilitas kondisi langit yang tinggi. Sedangkan pada proses simulasi kondisi langit berawan diabaikan dan diasumsikan langit dalam kondisi cerah. Pada proses simulasi pergerakan posisi matahari dan distribusi iluminan langit *overcast* dapat dimasukkan kedalam dasar perhitungan. Namun variabilitas langit sesuai dengan kondisi saat pengukuran lapangan silit untuk dimasukkan dalam perhitungan sehingga akan membuat perolehan hasil yang berbeda.

- Perbedaan Titik Ukur dan Karakteristik Simulasi dengan *Software Ecotect*

Perbedaan isokontur rata-rata iluminan dan *daylight factor* dalam ruangan sangat dipegaruhi oleh adanya perbedaan posisi titik ukur anantara pengukuran lapangan dengan simulasi. Pada pengukuran lapangan titik ukur dibagi berdasarkan luasan ruangan, posisi titik ukur seluruhnya berada pada satu ruangan saja sesuai dengan ruangan mana yang di ukur. Sedangkan pada simulasi, permodelan dilakukan pada seluruh bagian rumah sehingga titik ukur diposisikan di seluruh perimeter ruangan termasuk di sisi tembok dan saling terhubung. Hal tersebut meyebabkan luasan antara titik ukur tidak dapat diatur berdasarkan luasan tiap ruang dan harus mnyesuaikan dengan luas keseluruhan bangunan. Luasan tiap titik ukur menjadi lebih rapat antara titik ukur satu dengan titik ukur yang lainnya seperti pada Gambar 5.4



Gambar 5.4 (a) Titik Ukur pada Ruang Tamu, (b) Titik Ukur pada Ruang Keluarga

Selain posisi pengukuran, karakteristik simulasi pencahayaan menggunakan *software Ecotect* yaitu menghitung cahaya diffuse dari material-material yang digunakan dalam model. Masing-masing material memiliki material diffus yang berbeda sesuai dengan nilai reflectancenya. Hal ini memunculkan nilai terukur lebih tinggi dari nilai pada pengukuran lapangan.

- Perbedaan Permodelan Ruang dan Bukaannya

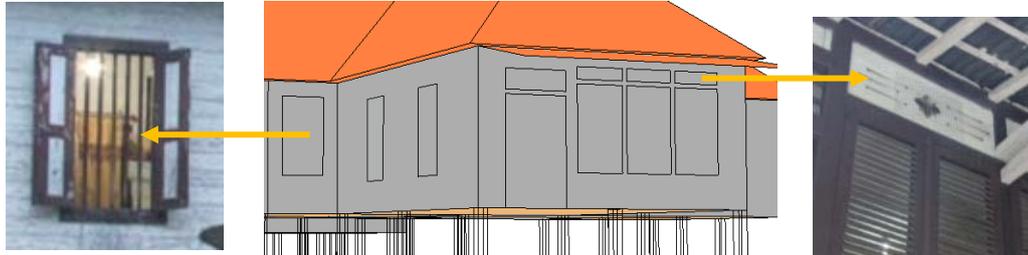
Dalam proses simulasi dilakukan penyederhanaan bentuk bukaan, bangunan dan material pada permodelan bangunan Rumah Betang. Pada kondisi lapangan jendela samping di beberapa ruang menggunakan teralis kayu dan pada

roster menggunakan uliran kayu. Kondisi bukaan pada simulasi dibuat terbuka tanpa penutup seperti pada kondisi aslinya, namun dilakukan penyederhanaan pada jendela samping dan roster dengan menghilangkan teralis dan ukiran kayu.

Adapun beberapa penyederhanaan yang dilakukan pada model simulasi antara lain:

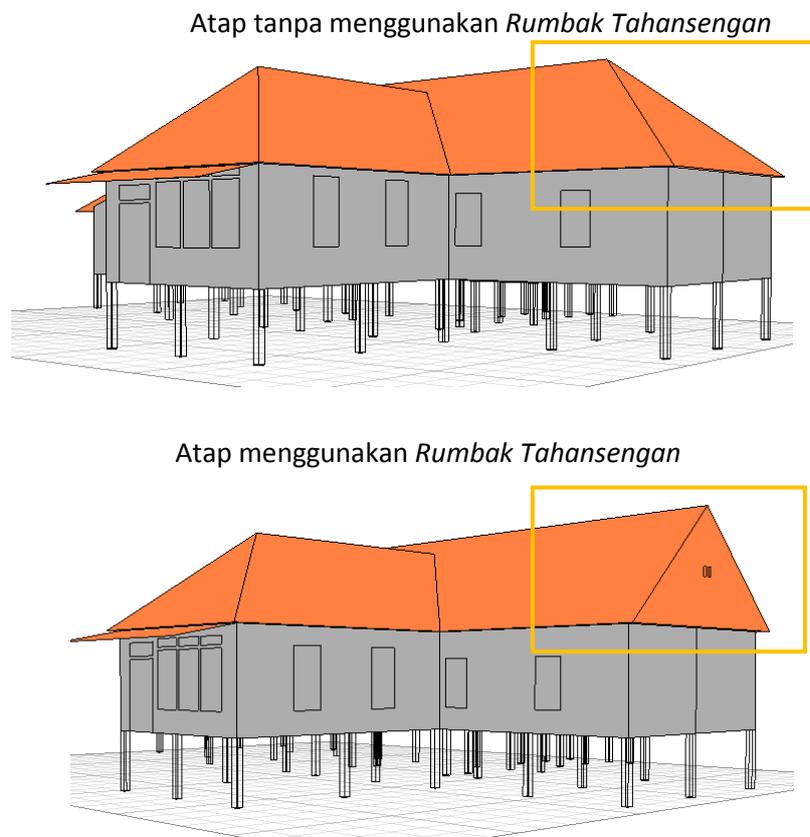
- Untuk meringankan proses simulasi dan mengoptimalkan pencahayaan dalam ruangan, keberadaan *obstruction* seperti tanaman, pepohonan dan permukaan tanah di luar bangunan diabaikan. Pertimbangan mengabaikan kondisi penghalang pada luar ruangan dikarenakan kondisi bangunan yang berupa rumah panggung sehingga tanaman di sekitar bangunan tingginya tidak ada yang melebihi ketinggian bukaan, oleh karena itu dapat dianggap tidak menghalangi cahaya matahari secara langsung kedalam ruangan. Posisi pepohonan dengan bangunan cukup jauh sehingga dianggap tidak mempengaruhi pencahayaan secara berlebihan. Kondisi lingkungan juga disederhanakan dengan tidak mengikut sertakan objek lain disekitar bangunan kedalam simulasi.
- Bentuk fisik bangunan khususnya pada bagian dinding dan lantai menggunakan papan kayu yang disusun, kerapatan papan kayu cukup tinggi sehingga dinding kayu dianggap tidak terdapat celah yang dapat memasukkan cahaya selain dari bukaan. Maka pada simulasi dinding dan lantai bangunan dibuat rata dan tidak bercelah.
- Untuk mengetahui hubungan pencahayaan dari bukaan antara tiap ruang, maka pada proses simulasi permodelan dibuat dalam bentuk rumah utuh. Namun karena keterbatasan dari simulasi ketebalan material dinding, lantai, plafon, atap dan bukaan tidak dapat dibuat sama persis dengan kondisi lapangan. Material yang digunakan dalam bangunan menyesuaikan dengan material pada perpustakaan simulasi yang mendekati material di kondisi asli bangunan
- Pada kondisi lapangan jendela samping di beberapa ruang menggunakan teralis kayu dan pada roster menggunakan uliran kayu. Kondisi bukaan

pada simulasi dibuat terbuka tanpa penutup seperti pada kondisi aslinya, namun dilakukan penyederhanaan pada jendela samping dan roster dengan menghilangkan teralis dan ukiran kayu seperti pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Penyederhanaan Permodelan Bentuk Bukaan pada Simulasi

- Pada simulasi dengan mengaplikasikan *rumbak tahansengan* dilakukan perubahan bentuk atap dengan menambahkan dinding gevel seperti pada Gambar 5.6. sehingga atap dari permodelan dengan *rumbak tahansengan* berbeda dari atap pada kondisi eksisting lapangan.



Gambar 5.6 Perubahan Atap Menggunakan *Rumbak Tahansengan*

5.2 Analisa dan Pembahasan Hasil Simulasi

Pada eksperimen dilakukan beberapa pengondisian bukaan menggunakan bantuan simulasi untuk mengetahui performa pencahayaan alami yang dihasilkan oleh bukaan pada selubung bangunan rumah betang. Dari simulasi yang dilakukan menghasilkan data-data distribusi dan kuantitas pencahayaan iluminan maupun *daylight factor*. Isokontur iluminan yang menggambarkan pola distribusi pencahayaan alami yang terpenetrasikan kedalam ruang melalui beberapa pengondisian bukaan, sedangkan nilai iluminan dan *daylight factor* pada tiap titik ukur yang telah ditentukan menunjukkan kuantitas pencahayaan yang dihasilkan dari pengondisian bukaan pada fasad bangunan rumah betang.

Analisa hasil simulasi akan diuraikan dalam dua bahasan yang berkaitan dengan distribusi dan kuantitas pencahayaan yang dihasilkan melalui bukaan terhadap kesesuaian kebutuhan pencahayaan alami untuk beraktivitas dalam ruang dan pengaruh pengaplikasian bukaan sesuai dengan pengondisian eksperimen terhadap pola distribusi, keseragaman nilai iluminan dan nilai *daylight factor* pada tiap ruangan.

5.2.1 Kuantitas dan Distribusi Cahaya Alami dalam Ruang yang Dihasilkan Melalui Bukaan pada Selubung Bangunan

Analisa performa pencahayaan alami yang dihasilkan oleh pengondisian bukaan pada selubung bangunan dilakukan dengan membandingkan kuantitas nilai iluminan dan *daylight factor* hasil simulasi dengan standar pencahayaan alami sesuai dengan kebutuhan pencahayaan untuk beraktivitas pada tiap ruang. Distribusi cahaya alami dalam ruang dilakukan dengan menganalisa keseragaman iluminan pada tiap ruang yang dihasilkan oleh bukaan pada selubung bangunan. Selanjutnya untuk kinerja pencahayaan alami akan dibahas berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi pencahayaan pada tiap ruang yang diteliti.

A. Rata - Rata Iluminan

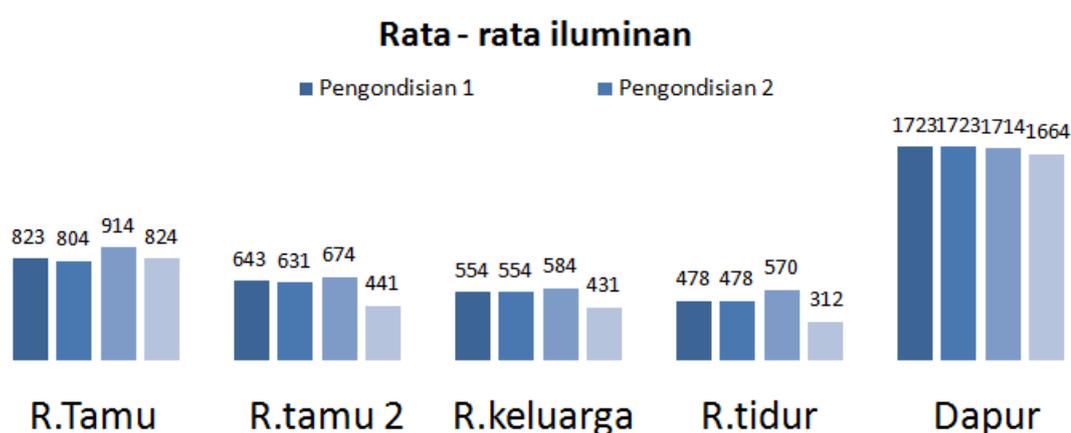
Dari hasil simulasi didapatkan nilai rata-rata iluminan tiap ruang yang berbeda-beda tergantung dari kebutuhan pencahayaan dan aktivitas yang ada didalamnya. Tabel 5.1 menunjukkan perbandingan rata-rata iluminan dari pengondisian pada pengukuran pukul 12.00. Data iluminan tersebut kemudian dibandingkan dengan standar pencahayaan alami menurut SNI 03-6575-2001,

Egan dan Olgay (2002), Evans (1980) serta standar IESNA mengacu pada pola aktivitas tiap ruang.

Berdasarkan perubahan pola aktivitas mengikuti kondisi modern, aktivitas yang dilakukan pada Rumah Betang dibagi menjadi dua kualifikasi kualitas pencahayaan. Kualitas B menurut RSNI 03-2396-2001 untuk kerja halus dan pekerjaan cermat tidak intensif terus menerus dan kualitas D menurut IESNA untuk aktivitas yang membutuhkan performa *visual task* dengan kontras tinggi untuk kegiatan membaca, mengetik, menulis yang membutuhkan kecermatan. Selanjutnya untuk mengidentifikasi kuantitas kinerja pencahayaan alami yang didapatkan nilai iluminan dari hasil simulasi tiap pengondisian dibandingkan dengan standar pencahayaan untuk kebutuhan beraktivitas tiap ruang sesuai standar pencahayaan alami menurut SNI 03-6575-2001, Egan dan Olgay (2002), Evans (1980) serta standar IESNA.

Tabel 5.1 Perbandingan Rata-Rata Nilai Iluminan dengan Standard Pencahayaan Tiap Ruang

Ruang	Standar iluminan	Rata-rata iluminan			
		Pengondisian 1	Pengondisian 2	Pengondisian 3	Pengondisian 4
Ruang Tamu	50 -150 lux	823	804	914	824
Ruang Tamu 2	50 -150 lux	643	631	674	441
Ruang Keluarga	120 -500 lux	554	554	584	431
Ruang Tidur	120 -500 lux	478	478	570	312
Dapur	120 -500 lux	1723	1723	1714	1664



Gambar 5.7 Rata-Rata Iluminan Ruang pada Tiap Pengondisian

Pada Tabel 5.1 didapatkan kuantitas pencahayaan pada tiap pengondisian dibandingkan dengan standart pencahayaan, secara keseluruhan rata-rata nilai

iluminan yang dihasilkan masing-masing pengondisian berada diatas persyaratan iluminan dengan klasifikasi aktivitas kerja halus dan pekerjaan tidak cermat. Nilai iluminan yang dihasilkan tiap pengondisian pada masing-masing ruang cukup beragam, secara umum iluminan yang dihasilkan berada diatas standar pencahayaan untuk kegiatan dengan *visual task* sederhana maupun *visual task* berkontras tinggi.

Pada Gambar 5.7 didapatkan pengondisian 2 yaitu penambahan ketinggian bukaan nilai iluminan yang dihasilkan lebih rendah dari pengondisian 1 dengan kondisi bukaan seperti pada eksisting. Terjadi penurunan yang tidak terlalu signifikan yaitu sebesar 2% dari rata-rata iluminan pengondisian 1 pada ruang dengan luasan area yang besar seperti ruang tamu dan ruang tamu 2. Namun dari persebaran iluminan tiap ruang didapatkan bahwa nilai iluminan antara satu titik dengan titik lainnya pada pengondisian 2 tidak memiliki perbandingan yang terlalu signifikan dan jangkauan iluminannya lebih merata. Hal tersebut mendukung teori yang dikemukakan oleh Lawrence (1997) bahwa semakin tinggi posisi atau ukuran jendela, makin dalam ruang yang mendapat cahaya alami

Pengondisian 3 dengan menambah luasan bukaan pada tiap sisi ruang menunjukkan peningkatan kuantitas iluminan dan memiliki nilai iluminan maksimal yang lebih besar di bandingkan pengondisian lainnya yaitu dengan rata-rata iluminan 570 lux hingga 1714lux. Apabila dibandingkan dengan pengondisian bukaan sesuai eksisting, penambahan luas bukaan dapat meningkatkan kuantitas iluminan sebesar 91 lux dibanding kondisi awal sebesar 823 lux. Hal tersebut sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Evans (1981) bahwa iluminan ruang akan bertambah seiring dengan bertambahnya luasan bukaan.

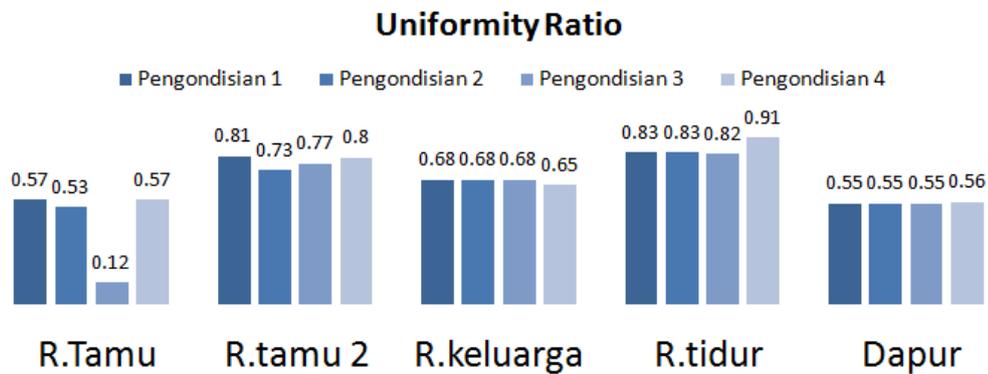
Pada pengondisian 1 dan 4 bukaan pada masing-masing ruang dikondisikan sesuai dengan eksisting, namun dari hasil simulasi menunjukkan selisih rata-rata iluminan antara kedua pengondisian tersebut. Rata-rata iluminan yang dihasilkan pada pengondisian 4 dengan penambahan *rumbak tahansengan* lebih rendah dari pengondisian 1 dengan kondisi bukaan sesuai eksisting lapangan. Pada pengondisian 4 dengan penambahan *rumbak tahansengan* di area

ruang los, terjadi penurunan rata-rata iluminan hingga 32% pada ruang tamu 2, ruang keluarga dan ruang tidur.

B. Rasio Keseragaman (*Uniformity Ratio*)

Tabel 5.2 *Uniformity Ratio* pada Tiap Pengondisian

Ruang	<i>Uniformity Ratio</i>			
	Pengondisian 1	Pengondisian 2	Pengondisian 3	Pengondisian 4
Ruang Tamu	0.57	0.53	0.12	0.57
Ruang Tamu 2	0.81	0.73	0.77	0.80
Ruang Keluarga	0.68	0.68	0.65	0.68
Ruang Tidur	0.83	0.83	0.82	0.91
Dapur	0.55	0.55	0.55	0.56



Gambar 5.8 *Uniformity Ratio* Ruang pada Tiap Pengondisian

Secara umum hasil dari simulasi menunjukkan tiap ruang yang diteliti memiliki nilai keseragaman yang baik pada setiap pengondisian bukaan. Nilai keseragaman yang didapatkan diatas nilai minimum untuk *uniformity ratio* yaitu 0.4 dan pada beberapa ruang keseragamannya mendekati nilai 1 sehingga dapat dikatakan seragam. Berdasarkan hasil dari Gambar 5.8 ditemui fenomena bahwa secara rata-rata penambahan ketinggian dan luasan bukaan dapat menghasilkan kuantitas iluminan yang besar, namun nilai keseragamannya menurun.

Pada Gambar 5.8 pada pengondisian 2 dan 3, beberapa ruangan seperti ruang keluarga, ruang tidur dan dapur memiliki keseragaman yang sama dengan pengondisian 1 yaitu bukaan sesuai kondisi eksisting. Terdapat selisih nilai keseragaman antara pengondisian 1 dengan pengondisian 2. Penambahan ketinggian berpengaruh pada jangkauan pencahayaan dalam ruang, iluminan yang terdistribusikan lebih menjangkau kedalam ruang, selisih keseragaman yang

dihasilkan tidak terlalu signifikan yaitu sebesar 8% dibandingkan dengan nilai keseragaman rata-rata tiap ruang pengondisian 1.

Pada ruangan dengan luasan bukaan yang besar seperti pada ruang tamu dan ruang tamu 2 didapatkan pengondisian 3 paling rendah. Pada ruang tamu dengan bukaan di ketiga sisi fasad, selisih *uniformity ratio* yang didapatkan hingga 79% dari nilai keseragaman 0.57 pada pengondisian 1. Penambahan luasan bukaan memberi efek penyebaran iluminan lebih menyeluruh kedalam ruang, namun terdapat perbedaan nilai iluminan yang cukup signifikan antara area yang dekat bukaan dengan area yang jauh dari bukaan. Hal tersebut dikarenakan banyaknya bukaan pada sisi fasad memungkinkan cahaya alami dapat terpenetrasikan kedalam ruangan dengan kuantitas yang banyak.

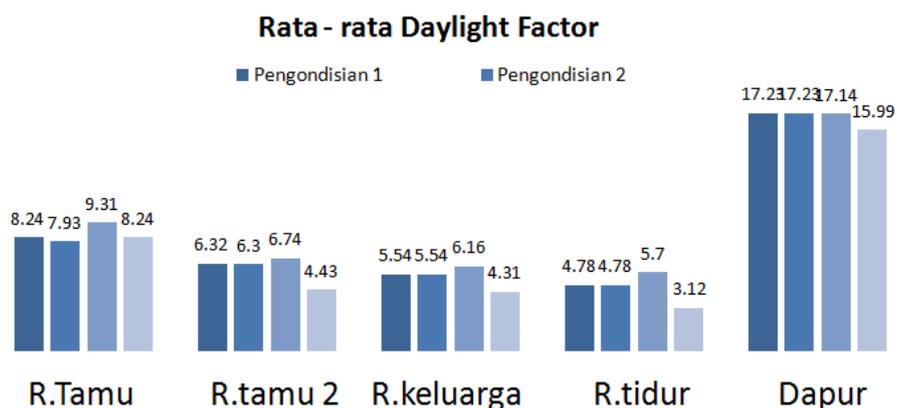
Kuantitas rata-rata iluminan tiap ruang yang dihasilkan pengondisian 4 cukup rendah. Namun dari keseluruhan pengondisian, keseragaman iluminan daripengoni disian 4 cukup merata yaitu 0.57-0.91. Apabila dibandingkan dengan pengondisian 1, peningkatan keseragaman iluminan yang didapatkan hingga 9.6% dari kondisi bukaan sesuai dengan eksisting yang tidak menggunakan *rumbak tahansengan* sebesar 0.83. Kondisi tersebut dikatakan cukup baik mengingat dengan pengaplikasian *rumbak tahansengan* terjadi perubahan bentuk atap sehingga volume ruang menjadi semakin besar dan cahaya yang dipantulkan terdiffus karena tidak dilengkapi dengan plafon. Pengaplikasian *rumbak tahansengan* dapat memperbaiki kondisi pencahayaan ruang lebih merata kebagian yang tidak mendapat kuantitas iluminan cukup dari jendela samping, pintu maupun roster.

C. Rata - Rata *Daylight Factor* (DF)

Analisa selanjutnya dilakukan pada nilai DF yang dihasilkan pada masing-masing ruangan yang diteliti. Mengacu pada persyaratan rata-rata nilai *daylight factor* untuk beraktivitas, maka dilakukan perbandingan rata-rata DF sesuai dengan standar RSNI 03-2396-2001 sebagai berikut:

Tabel 5.3 Perbandingan Rata-Rata Nilai DF dengan Standard Pencahayaan Tiap Ruang

Ruang	Standar DF	Rata-rata <i>Daylight Factor</i>			
		Pengondisian 1	Pengondisian 2	Pengondisian 3	Pengondisian 4
Ruang Tamu	0.25 - 1%	8.24	7.93	9.31	8.24
Ruang Tamu 2	0.25 - 1%	6.32	6.3	6.74	4.43
Ruang Keluarga	2 - 3%	5.54	5.72	6.16	4.31
Ruang Tidur	0.5 - 2%	4.78	4.78	5.7	3.12
Dapur	2 - 3%	17.23	17.23	17.14	15.99



Gambar 5.9 Rata-Rata *Daylight Factor* Ruang pada Tiap Pengondisian

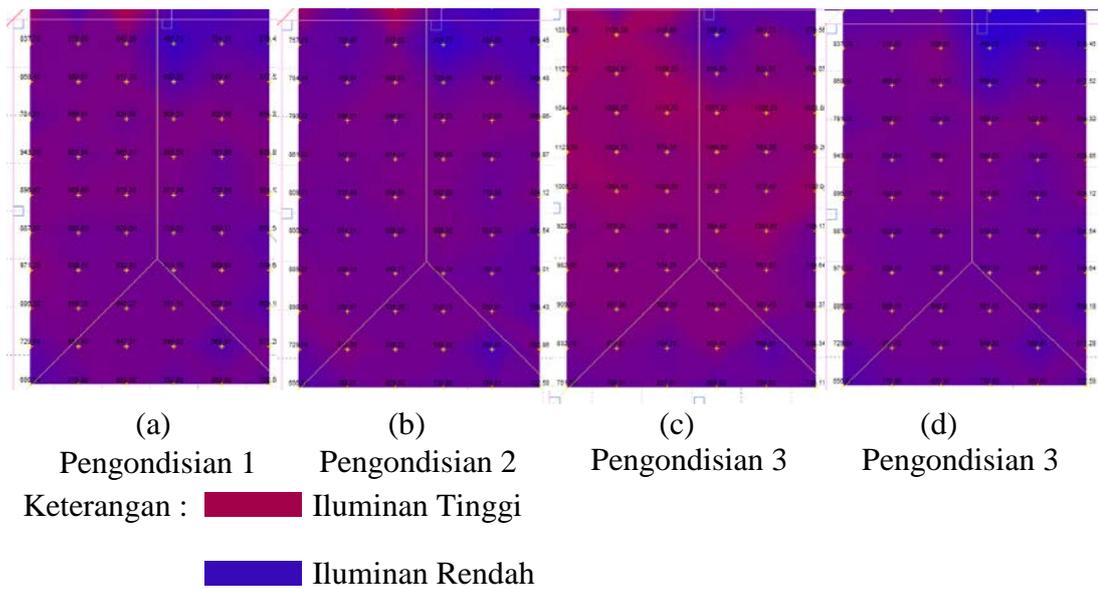
Secara umum perbandingan nilai rata-rata *daylight factor* pada masing-masing ruang menunjukkan tiap pengondisian bukaan dapat memenuhi standar *daylight factor* untuk beraktivitas. Nilai *daylight factor* yang sudah sesuai dengan standar *daylight factor* pada ruang keluarga memiliki prosentase sebesar 100% untuk tiap pengondisian. Keseluruhan ruang dari masing-masing pengondisian memiliki nilai rata-rata *daylight factor* diatas 3%. Kenaikan rata-rata *daylight factor* terbesar pada pengondisian 3 dengan penambahan luasan bukaan yaitu sebesar 13% dari keseluruhan ruang. Semakin luas bukaan pada sisi fasad memungkinkan semakin banyak cahaya alami yang dapat masuk kedalam ruangan sehingga menaikkan nilai *daylight factor* ruang sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Evans (1981). Pada pengondisian 2 dengan penambahan ketinggian tidak menambah kuantitas rata-rata *daylight factor*. Pada beberapa ruang berselisih tidak jauh dari pengondisian 1 tanpa mengubah bukaan sesuai eksisting. Adapun selisih penurunan atau kenaikan dengan pengondisian 1 yaitu sebesar 0.3%.

Rata-rata *daylight factor* terendah terjadi pada pengondisian 4 dengan pengaplikasian *rumbak tahansengan* pada dinding gevel sebesar 3.12% pada ruang tidur. Apabila dibandingkan antara pengondisian 1 dan 4, hasil simulasi menunjukkan selisih rata-rata iluminan antara kedua pengondisian tersebut. Rata-rata *daylight factor* yang dihasilkan pada pengondisian 4 dengan penambahan *rumbak tahansengan* lebih rendah dari pengondisian 1 dengan kondisi bukaan sesuai eksisiting lapangan. Selisih rata-rata antara tiap ruang pada pengondisian 4 hingga lebih rendah 23% dari pengondisian 1.

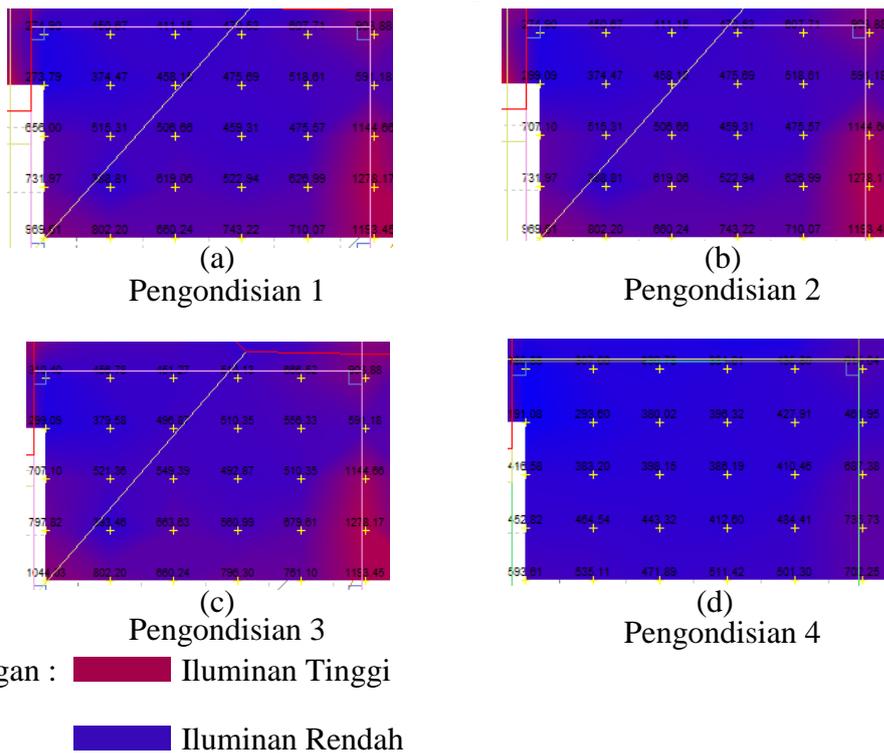
Kondisi tersebut dipengaruhi oleh perubahan bentuk atap dari penambahan *rumbak tahansengan* yang menyebabkan bentuk atap pada pengondisian 4 berbeda dari pengondisian lainnya. Penambahan dinding gevel, atap terekspose dan tidak menggunakan plafon menyebabkan volume ruang menjadi lebih besar dan pantulan cahaya alami yang masuk kedalam ruang lebih membias. Apabila diidentifikasi dari selisih nilai tiap titik pengukuran, rentan *daylight factor* pada pengondisian 4 tidak terlalu jauh anatara area dekat bukaan dengan area yang menjauhi bukaan.

D. Distribusi Iluminan pada Ruangan

Untuk melihat distribusi dari nilai iluminan pada ruang, dilakukan analisa nilai iluminan tiap titik ukur pada ruang yang diteliti. Pada Gambar 5.10 menunjukkan kontur persebaran nilai iluminan tiap pengondisian dari ruang tamu dengan jumlah bukaan yang banyak. Pada Gambar 5.11 menunjukkan distribusi persebaran nilai iluminan tiap pengondisian dari ruang keluarga dengan jumlah bukaan yang lebih sedikit. Ruang-ruang tersebut mewakili pola aktivitas penghuni dengan kebutuhan pencahayaan yang berbeda. Pada ruang tamu dengan aktivitas yang membutuhkan pencahayaan dengan *visual task* sedang, dan ruang keluarga membutuhkan pencahayaan dengan *visual task* berkontras. Pada ruang tamu dan ruang keluarga memiliki pola ya persebaran iluminan yang sama pada tiap pengondisian. Iluminan tertinggi terletak pada titik-titik yang berdekatan dengan bukaan, dan semakin menjauh dari bukaan nilai iluminannya akan berkurang sesuai dengan teori yang diungkapkan oleh Lechner (2009).



Gambar 5.10 Distribusi iluminan pada Ruang Tamu



Gambar 5.11 Distribusi iluminan pada Ruang Keluarga

Keseluruhan titik pada tiap pengondisian memiliki nilai yang lebih dari standar. Adapun prosentase titik dalam ruang dengan nilai iluminan mencukupi standar sebesar 100% pada tiap pengondisian. Dari Gambar 5.10 dapat diamati bahwa pada pengondisian 2 menunjukkan jangkauan iluminan lebih luas ke

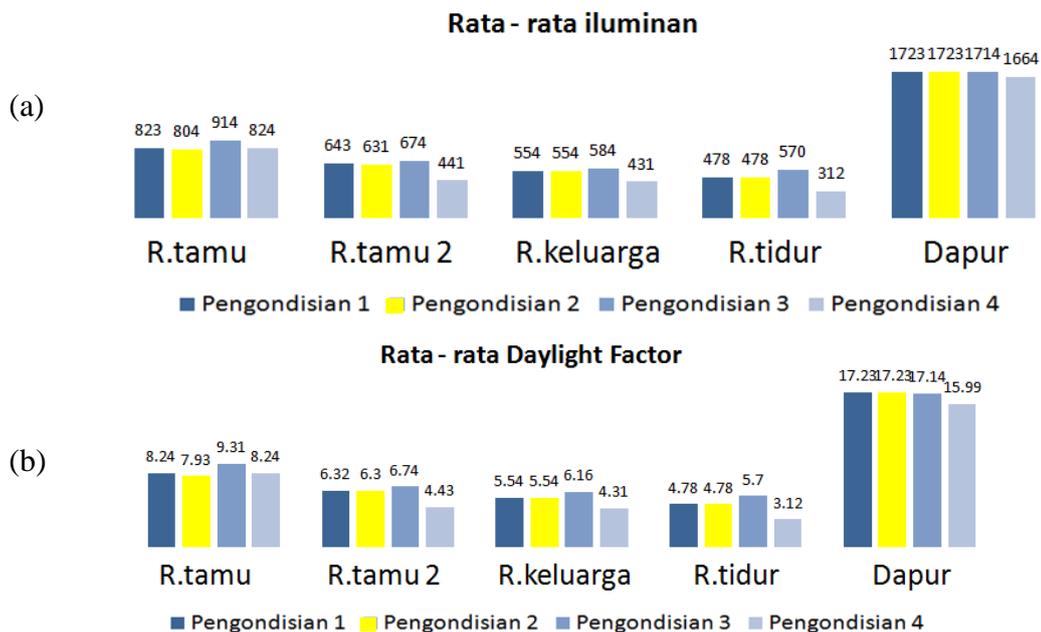
belakang ruang dibandingkan dengan pengondisian 1. Bagian kontur dengan iluminan tinggi pada pengondisian 2 lebih merata di bagian belakang ruang. Pengondisian 3 menunjukkan kuantitas iluminan yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan pengondisian lainnya, namun area dengan kontur iluminan tinggi terkonsentrasi pada area yang dekat dengan bukaan. Pengondisian 4 memiliki kuantitas iluminan yang lebih rendah dibandingkan dengan pengondisian lainnya, namun kontur iluminan yang dihasilkan pada pengondisian 4 lebih merata dibandingkan pengondisian lainnya. Tidak terdapat perbedaan warna yang signifikan pada tiap titik ukur.

5.2.2 Pengaruh Pengaplikasian Bukaan Pada Selubung Bangunan Terhadap Kinerja Pencahayaan untuk Kebutuhan Beraktivitas.

Keterkaitan antara pengaplikasian bukaan dengan performa pencahayaan alami dalam ruang akan dibahas pada bab ini. Analisa pencahayaan alami yang dihasilkan oleh pengondisian bukaan dilakukan dengan membandingkan kuantitas, distribusi dan isokontur pencahayaan pada tiap ruang. Nilai rata-rata iluminan dan *daylight factor* dari pengondisian dengan penambahan luasan bukaan, ketinggian bukaan dan pengaplikasian *rumbak tahansengan* akan dibandingkan dengan hasil simulasi kondisi bukaan sesuai dengan eksisting. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui sejauh mana performa yang dapat dihasilkan dari bukaan dalam memenuhi kebutuhan pencahayaan sesuai standar iluminan dan *daylight factor* untuk beraktivitas.

- **Pengaruh Penambahan Ketinggian Bukaan . pada Selubung Bangunan**

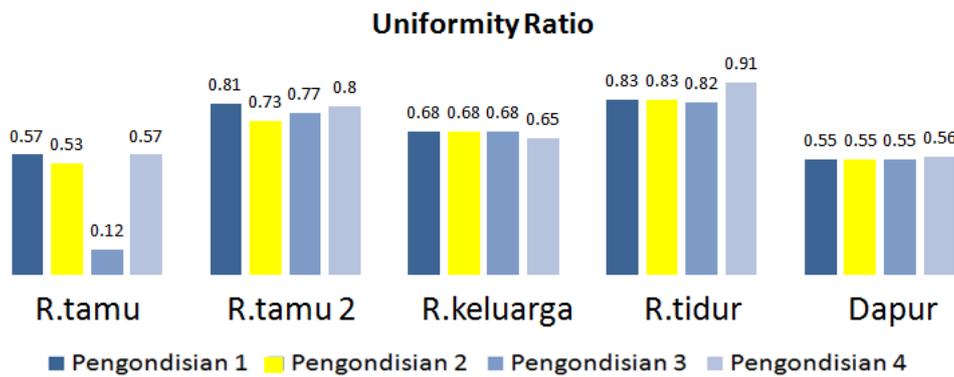
Untuk mengetahui performa pencahayaan alami yang dihasilkan dari penambahan ketinggian bukaan, dilakukan perbandingan terhadap kuantitas iluminan dan *daylight factor* yang dihasilkan dari pengondisian bukaan sesuai eksisting, penambahan luasan bukaan dan pengaplikasian *rumbak tahansengan* terhadap pengondisian dengan penambahan ketinggian bukaan. Pada Gambar 5.12 dapat diamati perbandingan kuantitas iluminan pada tiap ruang yang dihasilkan dari pengondisian bukaan



Gambar 5.12 (a) Rata-Rata Iluminan, (b) DF dari Penambahan Ketinggian Bukaannya

Penambahan ketinggian pada bukaan memberi pengaruh terhadap performa pencahayaan alami pada ruangan didalam Rumah Betang. Penambahan ketinggian bukaan menjadi 1 meter diatas permukaan lantai membuat ambang atas bukaan dapat menjangkau lebih atas bagian dinding. Hal tersebut berefek pada distribusi iluminan dan *daylight factor* dapat menjangkau lebih luas pada ruangan. Namun apabila dibandingkan dengan pengondisian bukaan sesuai dengan kondisi eksisting, nilai iluminan dan *daylight factor* yang dihasilkan dari pengondisian dengan penambahan ketinggian bukaan lebih rendah. Ditinjau dari kuantitas pencahayaan alami dari penambahan ketinggian bukaan terhadap standar pencahayaan, kuantitas pencahayaan yang dihasilkan sudah mencukupi untuk berbagai aktivitas pada Rumah Betang, baik yang membutuhkan pencahayaan dengan *visual task* berkontras tinggi maupun pencahayaan secara general.

Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh penambahan ketinggian bukaan terhadap distribusi cahaya alami pada ruang-ruang yang diteliti dilakukan dengan membandingkan keseragaman kondisi pencahayaan yang dihasilkan oleh pengondisian bukaan. Seperti pada Gambar 5.13



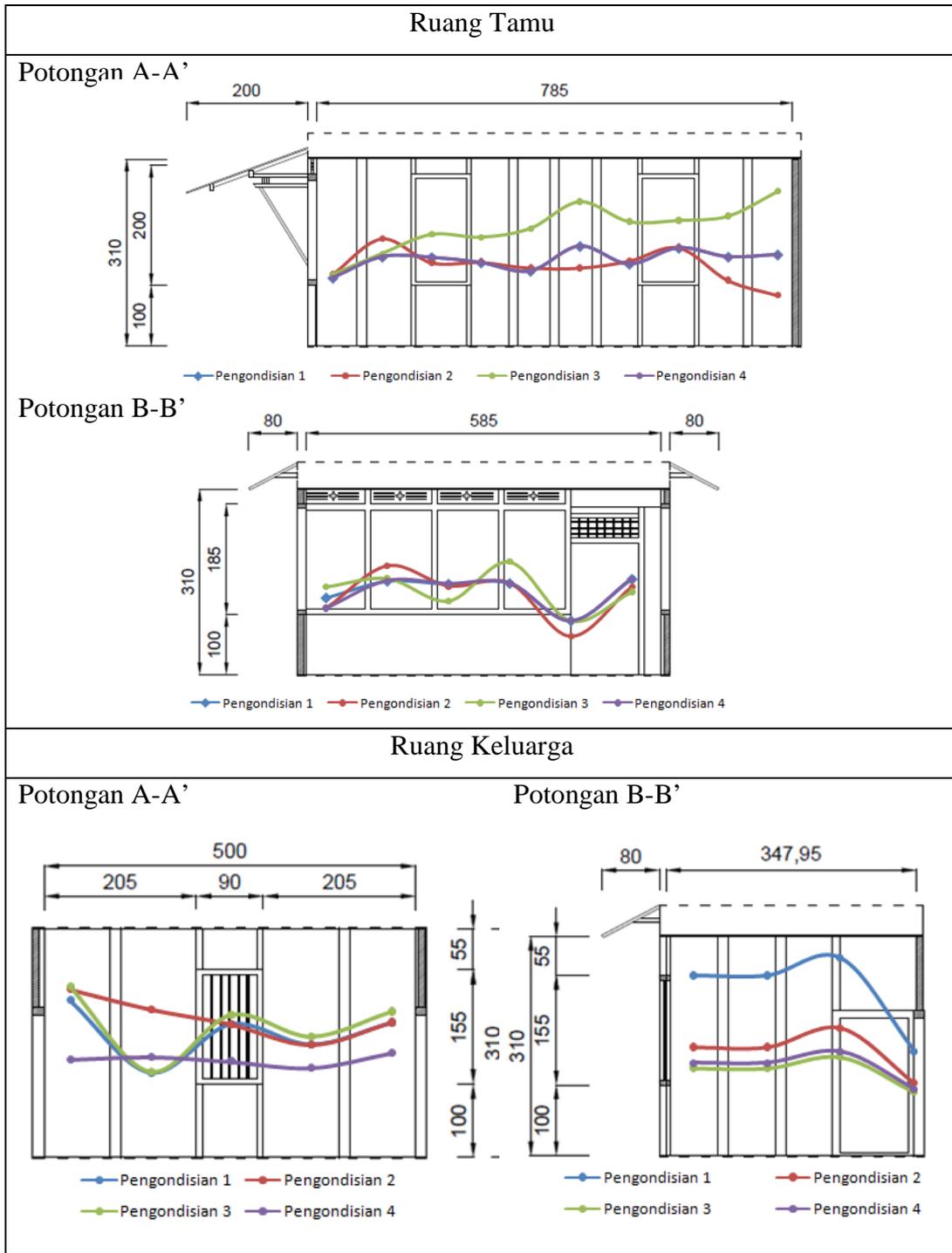
Gambar 5.13 *Uniformity Ratio* dari Penambahan Ketinggian Bukaannya

Apabila ditinjau dari keseragaman iluminasi, penambahan ketinggian bukaan tidak terlalu memberi perbedaan keseragaman yang signifikan apabila dibandingkan dengan pengondisian bukaan sesuai dengan kondisi eksisting. Hasil keseragaman yang didapatkan cenderung sama atau mendekati dengan selisih yang tidak terlalu besar. Penambahan ketinggian bukaan dapat mendistribusikan cahaya alami lebih masuk ke bagian dalam ruang sehingga dapat lebih menyeimbangkan cahaya di dalam ruangan dan mengurangi potensi silau yang dapat mengganggu aktivitas akibat ketidakseimbangan kuantitas iluminasi pada area yang dekat dengan yang jauh dari bukaan.

Untuk mempelajari lebih lanjut tentang pengaruh penambahan ketinggian bukaan terhadap distribusi cahaya alami pada ruang-ruang dalam bangunan Rumah Betang, analisa selanjutnya dilakukan perbandingan isokontur yang dihasilkan dari kinerja pencahayaan alami. Gambar 5.14 menunjukkan grafik isokontur yang diperoleh dari pengondisian bukaan pada ruang tamu dan ruang keluarga. Ruang-ruang tersebut mewakili pola aktivitas penghuni dengan kebutuhan pencahayaan yang berbeda. Pada ruang tamu dengan aktivitas yang membutuhkan pencahayaan dengan *visual task* sedang, dan ruang keluarga membutuhkan pencahayaan dengan *visual task* berkontras.

Dari Gambar 5.x didapatkan bahwa kuantitas kinerja pencahayaan alami dari penambahan ketinggian bukaan lebih tinggi dari pada grafik isokontur pengondisian lainnya. Penambahan ketinggian bukaan turut meningkatkan jangkauan distribusi cahaya alami dalam ruang, semakin tinggi peletakan bukaan maka semakin jauh ke dalam ruang area yang mendapatkan pencahayaan sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Evans (1981). Selain itu penambahan

ketinggian bukaan dengan posisi menyebar, dapat mengoptimalkan dan menyebarkan iluminasi maupun *daylight factor* secara merata.

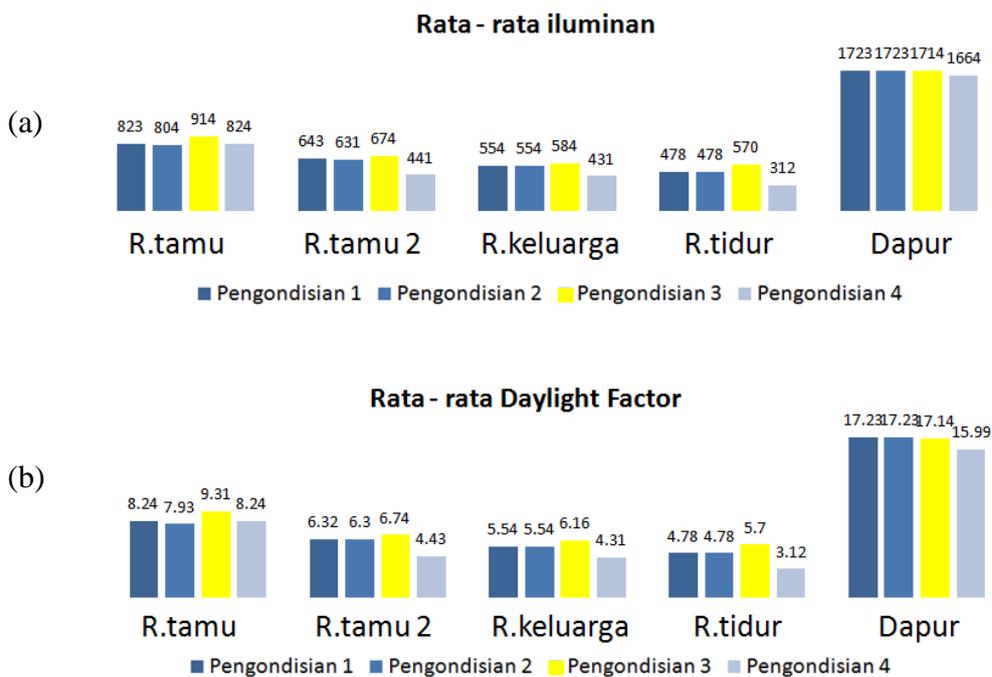


Gambar 5.14 Grafik Isokontur dari Penambahan Ketinggian Bukaan (Pengondisian 2)

Kinerja pencahayaan alami dengan penambahan ketinggian bukaan menghasilkan kuantitas pencahayaan yang sudah mencukupi untuk berbagai aktivitas, baik yang membutuhkan pencahayaan dengan *visual task* berkontras tinggi maupun pencahayaan secara general. Pada hubungan sebab akibat dari penambahan ketinggian bukaan diketahui bahwa semakin tinggi peletakan jendela dapat meningkatkan jangkauan distribusi iluminan kebagiaian dalam ruang, namun pada beberapa ruangan dengan luas ruangan yang besar iluminan yang di hasilkan sedikit berkurang.

- Pengaruh Penambahan Luasan Bukaan pada Fasad Bangunan

Pengaruh penambahan luasan bukaan pada fasad bangunan terhadap kinerja pencahayaan alami dalam ruang untuk beraktivitas dilakukan dengan membandingkan kuantitas, distribusi dan keseragaman iluminan maupun *daylight factor* yang dihasilkan dari bukaan. Untuk mengetahui kinerja pencahayaan alami yang dihasilkan dilakukan perbandingan terhadap pengondisian penambahan luas bukaan dengan kinerja pencahayaan alami dari pengondisian lainnya. Dapat diamati pada Gambar 5.15 kuantitas iluminan dan *daylight factor* pada tiap ruang yang dihasilkan dari pengondisian bukaan

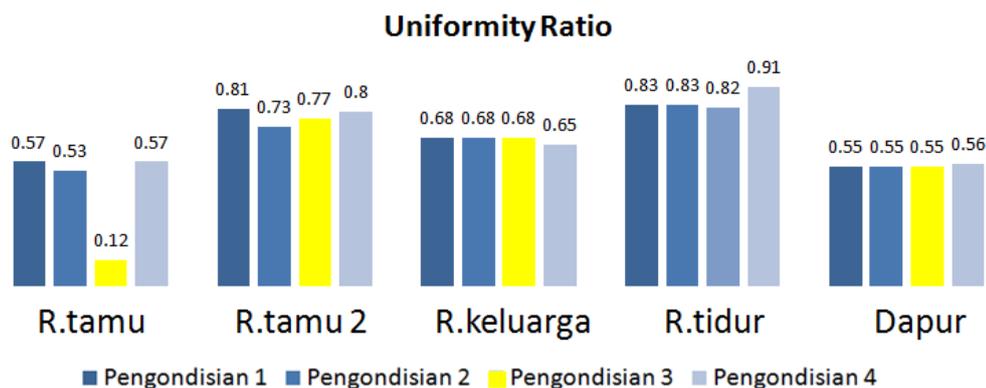


Gambar 5.15 (a) Rata-Rata Iluminan, (b) DF dari Penambahan Luasan Bukaan

Penambahan luasan bukaan mempengaruhi kuantitas dari kinerja pencahayaan pada ruang-ruang dalam bangunan Rumah Betang. Pada Gambar 5.15 didapatkan bahwa penambahan luasan bukaan pada tiap ruang dapat meningkatkan kuantitas iluminan dan *daylight factor*. Rata-rata iluminan dan *daylight factor* tiap ruang diatas 500 lux dan 0.5 %. Dibandingkan dengan ruangan yang menggunakan bukaan sesuai kondisi eksisting, kenaikan iluminan yang didapatkan dari penambahan luasan cukup signifikan pada keseluruhan ruang yaitu sebesar 10%. Pada ruang tamu dengan luasan bukaan yang paling besar terjadi kenaikan iluminan dan DF paling besar yaitu sebesar 91 lux dan 1.07%. Dengan penambahan jumlah jendela dan roster pada fasad bangunan, cahaya yang terpenetrasi ke dalam bangunan juga bertambah.

Ditinjau dari kuantitas pencahayaan alami yang mampu di hasilkan dari penambahan luasan bukaan, kuantitas pencahayaan yang dihasilkan sudah mencukupi untuk berbagai aktivitas, baik yang membutuhkan pencahayaan dengan *visual task* berkontras tinggi maupun pencahayaan secara general.

Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh penambahan luasan bukaan terhadap distribusi cahaya alami pada ruang-ruang yang diteliti dilakukan dengan membandingkan keseragaman kondisi pencahayaan yang dihasilkan oleh pengondisian bukaan seperti pada Gambar 5.16



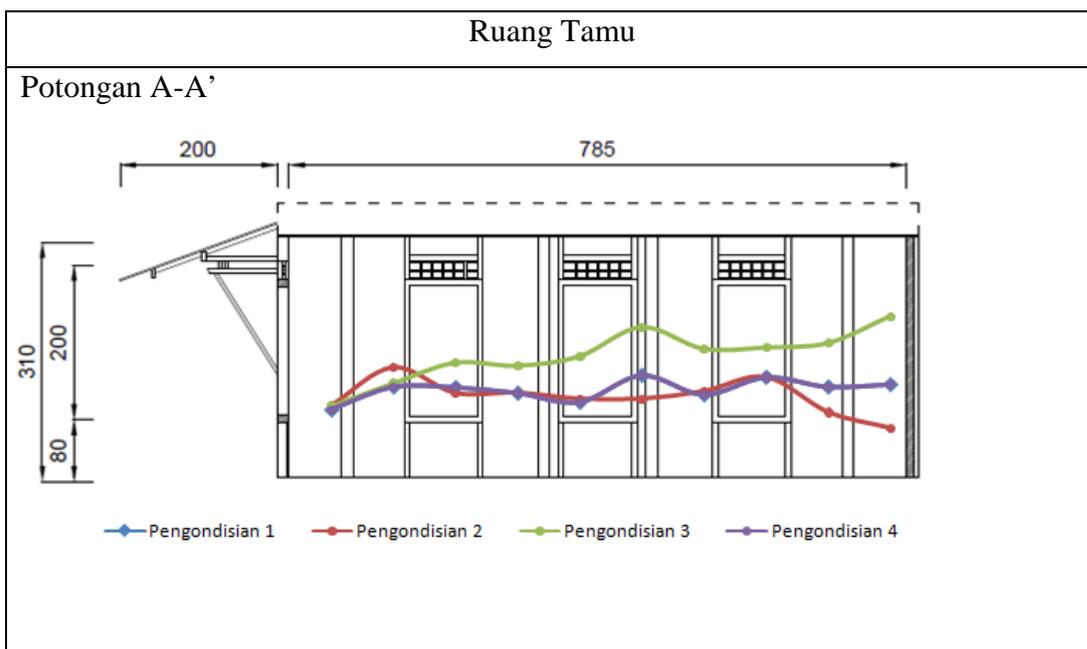
Gambar 5.16 *Uniformity Ratio* dari Penambahan Luasan Bukaan

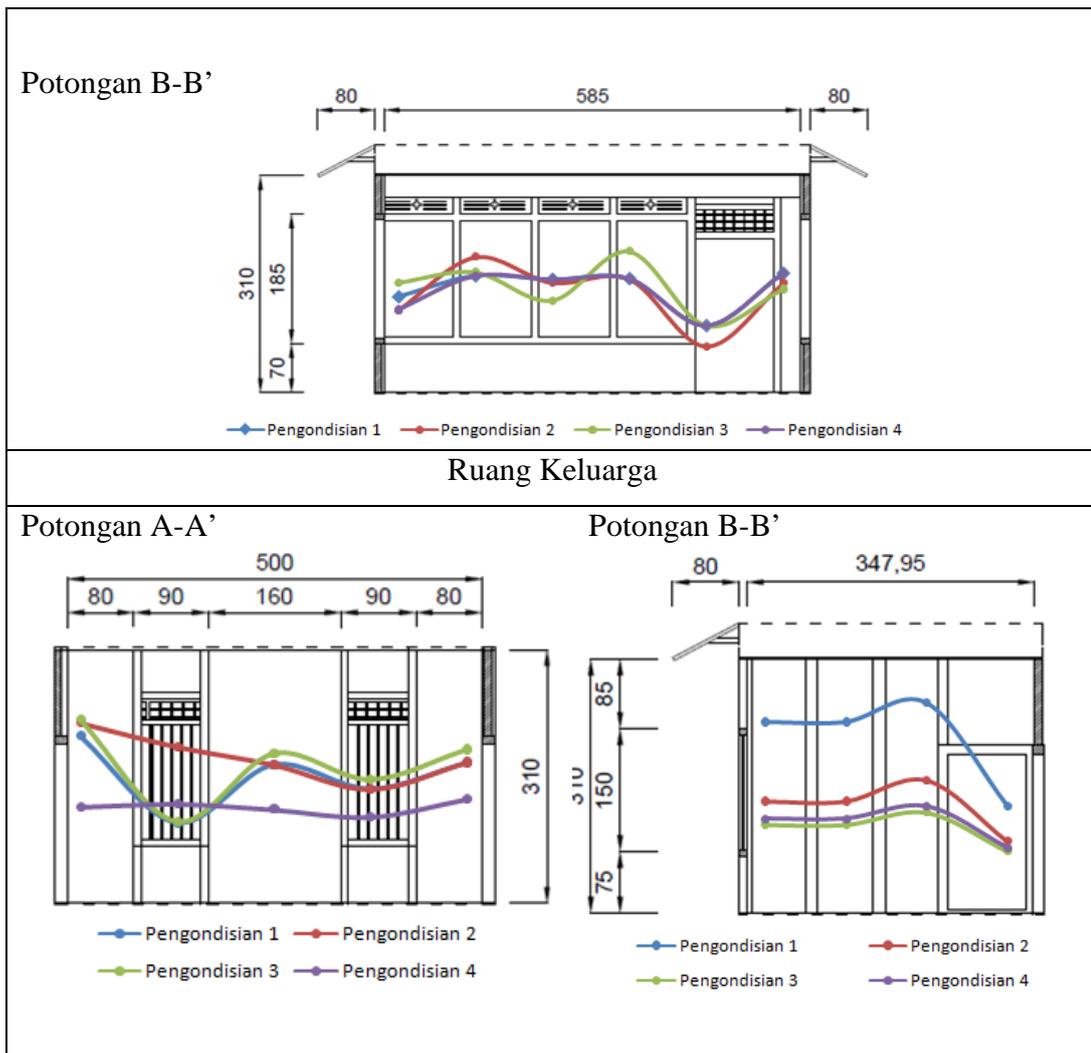
Apabila ditinjau dari keseragaman iluminan, keseluruhan keseragaman iluminan pada tiap ruang yang dihasilkan melalui pengondisian penambahan luasan bukaan memiliki kondisi keseragaman yang berbeda pada tiap ruang. Pada tiap ruang, tidak semua keseragaman yang dihasilkan dari penambahan luasan

cukup baik. Dari Gambar 5.16 diatas hampir pada tiap ruang, keseragaman yang dihasilkan lebih rendah dari pengondisian bukaan sesuai dengan kondisi eksisting.

Ditemukan fenomena bahwa penambahan luasan bukaan menghasilkan kuantitas rata-rata iluminan dan *daylight factor* yang besar pada tiap ruang, namun menghasilkan rentan iluminan maupun *daylight factor* yang cukup tinggi antara area yang dekat bukaan dengan yang jauh dari bukaan. Hal tersebut menimbulkan potensi silau pada area yang dekat dengan bukaan apabila banyaknya bukaan tidak berimbang dengan luas ruangan. Akibat rentan iluminan yang besar antar titik ukur, keseragaman yang dihasilkan menjadi tidak terlalu tinggi, meskipun sudah melebihi keseragaman minimum sebesar 0.4.

Untuk mempelajari lebih lanjut tentang pengaruh penambahan luasan bukaan terhadap distribusi cahaya alami pada ruang-ruang dalam bangunan Rumah Betang, analisa selanjutnya dilakukan perbandingan isokontur yang dihasilkan dari performa pencahayaan alami. Gambar 5.17 menunjukkan grafik isokontur yang diperoleh dari pengondisian bukaan pada ruang tamu dan ruang keluarga. Ruang-ruang tersebut mewakili pola aktivitas penghuni dengan kebutuhan pencahayaan yang berbeda. Pada ruang tamu dengan aktivitas yang membutuhkan pencahayaan dengan *visual task* sedang, dan ruang keluarga membutuhkan pencahayaan dengan *visual task* berkontras.





Gambar 5.17 Grafik Isokontur dari Penambahan Luasan Bukaannya (Pengondisian 3)

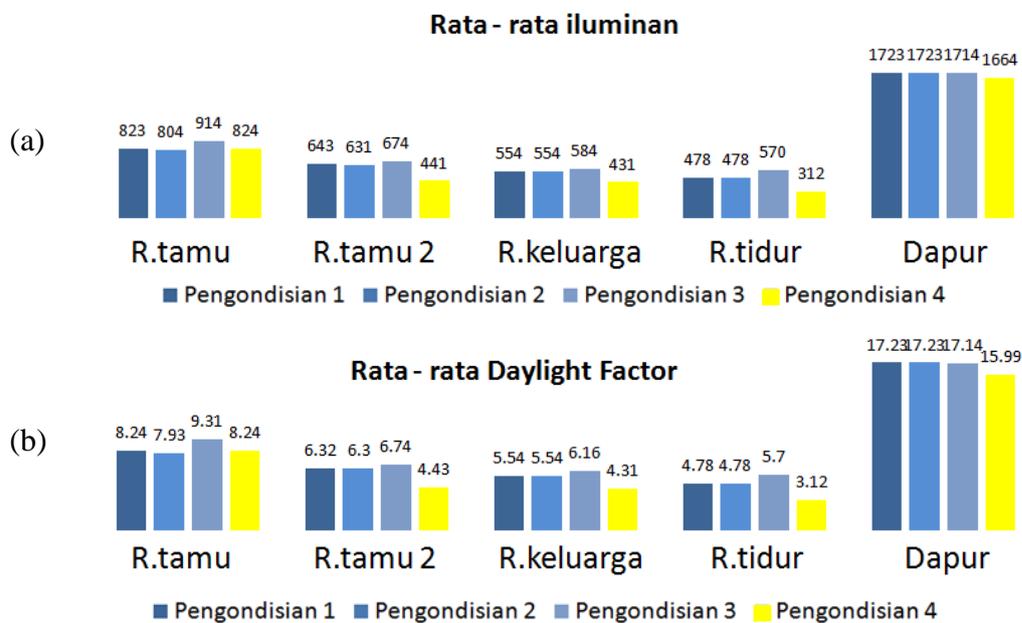
Dari Gambar 5.17 didapatkan bahwa kuantitas kinerja pencahayaan alami dari penambahan luasan bukaan lebih tinggi dari pada grafik isokontur pengondisian lainnya. Penambahan luasan bukaan turut meningkatkan distribusi cahaya alami dalam ruang, semakin banyak bukaan maka semakin banyak area yang mendapatkan pencahayaan sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Evans (1981). Selain itu penambahan luasan bukaan dengan posisi menyebar, dapat mengoptimalkan dan menyebarkan iluminasi maupun *daylight factor* secara merata.

Kinerja pencahayaan alami dengan penambahan luasan bukaan menghasilkan kuantitas pencahayaan yang sudah mencukupi untuk berbagai

aktivitas, baik yang membutuhkan pencahayaan dengan *visual task* berkontras tinggi maupun pencahayaan secara general. Pada hubungan sebab akibat dari penambahan luasan bukaan diketahui bahwa luas bukaan yang besar dapat menghasilkan kuantitas cahaya alami yang besar pula, namun di sisi lain terjadi kesimpangan antara rentan iluminan minimum dan maksimum yang menjadikan rasio keseragamannya tergolong rendah dibanding pengondisian bukaan sesuai dengan keadaan eksisting Rumah Betang. Hal tersebut menimbulkan potensi silau pada area yang dekat dengan bukaan.

- Pengaruh Penambahan *Rumbak Tahansengan* pada Selubung Bangunan

Untuk mengetahui performa pencahayaan alami yang dihasilkan dari pengaplikasian *rumbak tahansengan* sebagai komplemen dari pencahayaan utama yang berasal dari jendela samping, dilakukan perbandingan terhadap kuantitas iluminan dan *daylight factor* yang dihasilkan dari pengondisian bukaan sesuai eksisting, penambahan luasan bukaan dan ketinggian bukaan terhadap pengondisian dengan penambahan ketinggian bukaan. Pada Gambar 5.18 dapat diamati perbandingan kuantitas iluminan pada tiap ruang yang dihasilkan dari pengondisian bukaan



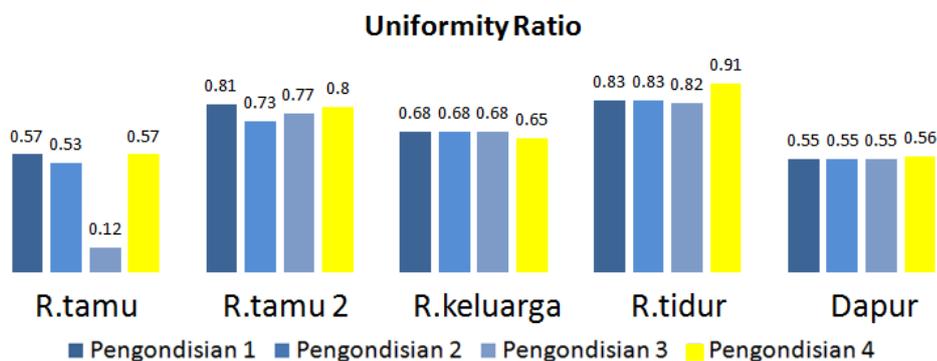
Gambar 5.18 (a) Rata-Rata Iluminan, (b) DF dari Penambahan *Rumbak Tahansengan*

Dari Gambar 5.18 kuantitas pencahayaan alami yang dihasilkan melalui pengaplikasian rumbak tahansengan memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan kondisi bukaan sesuai dengan eksisting maupun pengondisian bukaan lainnya. Nilai yang rendah tersebut tentunya di pengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:

- Perubahan bentuk atap pada model simulasi untuk mengaplikasikan *rumbak tahansengan* pada bangunan.
- Pada pengondisian 4 tidak digunakan plafon untuk menyesuaikan kondisi simulasi dengan rumah tradisional yang masih menggunakan *rumbak tahansengan*.
- Akibat bentuk atap yang berubah menjadikan volume bangunan semakin besar dan cahaya alami yang terpenetrasi kedalam bangunan lebih terdiffus.

Ditinjau dari kuantitas pencahayaan alami yang mampu di hasilkan dari pengaplikasian *rumbak tahansengan* dengan standar pencahayaan untuk ruang, kuantitas pencahayaan yang dihasilkan sudah mencukupi untuk berbagai aktivitas, baik yang membutuhkan pencahayaan dengan *visual task* berkontras tinggi maupun pencahayaan secara general.

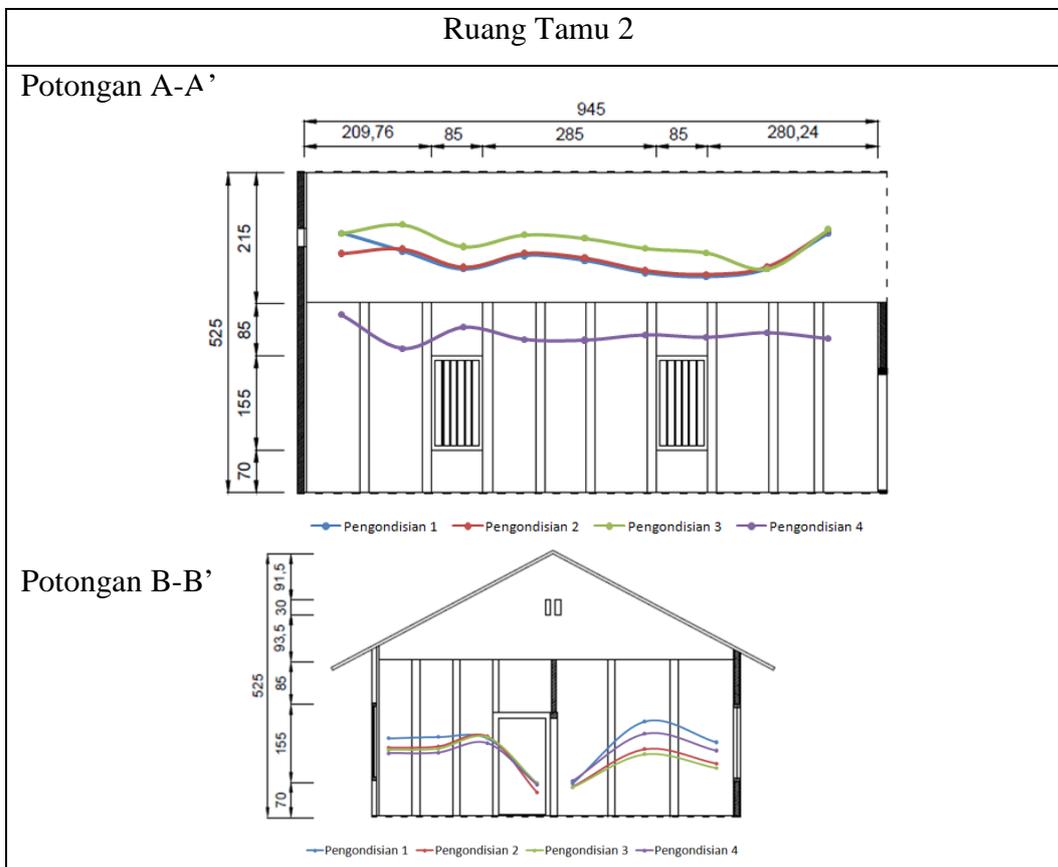
Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh pengaplikasian *rumbak tahansengan* terhadap distribusi cahaya alami pada ruang-ruang yang diteliti dilakukan dengan membandingkan keseragaman kondisi pencahayaan yang dihasilkan oleh pengondisiaan bukaan. Seperti pada Gambar 5.19

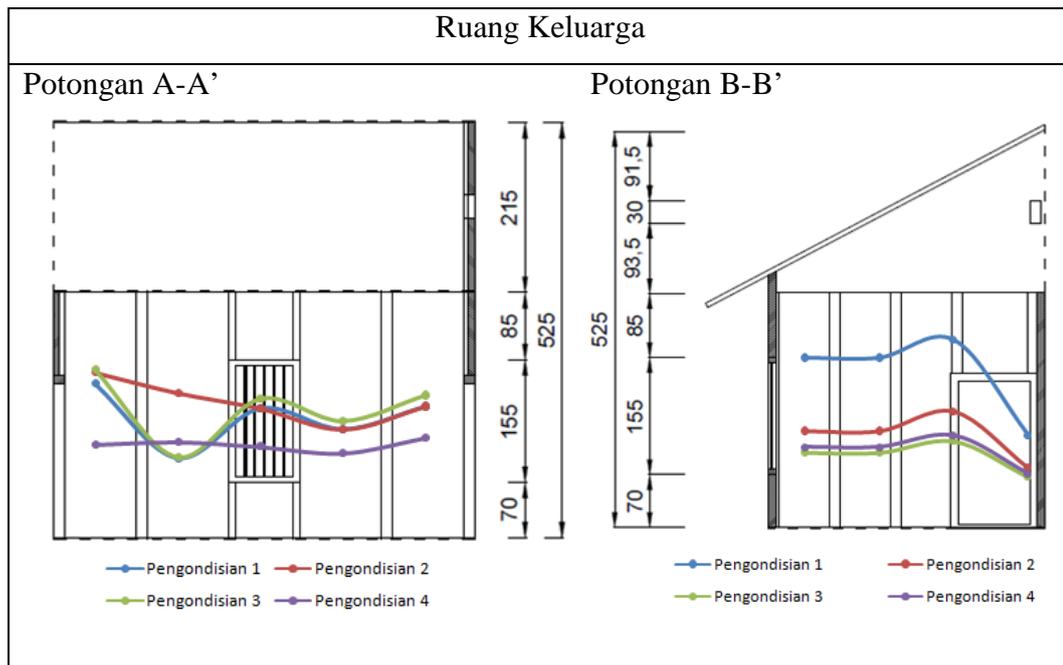


Gambar 5.19 *Uniformity Ratio* dari Penambahan *Rumbak Tahansengan*

Illuminannya pada pengondisian yang mengaplikasikan *rumbak tahansengan* menghasilkan keseragaman iluminan yang cukup merata. Nilai keseragaman pada tiap ruang antara 0.56 – 0.91. Kondisi tersebut dikatakan cukup baik, secara umum pengaplikasian *rumbak tahansengan* dapat memperbaiki kondisi pencahayaan ruang lebih merata kebagian yang tidak mendapat kuantitas iluminan cukup dari jendela samping, pintu maupun roster. Posisi *rumbak tahansengan* yang berada pada bagian atas dinding gevel memberikan kelebihan distribusi cahaya yang lebih baik. Jangkauan area yang dapat tersinari cahaya alami hingga pada area yang terkena pembayangan atau pada area yang tidak mendapatkan cahaya matahari cukup dari jendela samping.

Untuk mempelajari lebih lanjut tentang pengaruh pengaplikasian *rumbak tahansengan* terhadap distribusi cahaya alami pada ruang-ruang dalam bangunan Rumah Betang, analisa selanjutnya dilakukan perbandingan isokontur yang dihasilkan dari performa pencahayaan alami. Gambar 5.20 menunjukkan grafik isokontur yang diperoleh dari pengondisian bukaan pada tiap ruang.





Gambar 5.20 Grafik Isokontur dari Penambahan *Rumbak Tahansengan* (Pengondisian 4)

Dari grafik isokontur yang didapatkan, pengaplikasian *rumbak tahansengan* tidak menghasilkan kuantitas iluminan yang sangat tinggi. Kuantitas iluminan yang dihasilkan terbilang lebih rendah dari iluminan yang dihasilkan pada kondisi bukaan sesuai eksisting namun tetap mencukupi untuk standar pencahayaan untuk beraktivitas. Pada grafik isokontur, kuantitas pencahayaan alami yang dihasilkan tidak memiliki rentang yang jauh antara iluminan pada titik satu dengan titik lainnya. Kondisi tersebut yang menyebabkan rasio keseragaman pada tiap ruangan lebih merata, tidak ada area dalam ruang yang terlalu gelap maupun terlalu terang. Selain itu kondisi pencahayaan alami yang seragam dapat mengurangi terjadinya kesilauan pada area di dekat bukaan..

Dari hasil penelitian didapatkan pengaplikasian *rumbak tahansengan* selain sebagai pertukaran udara untuk ventilasi, dapat pula membantu memperbaiki kondisi pencahayaan alami dalam ruangan. Posisi *rumbak tahansengan* yang mendekati atap memungkinkan cahaya alami dapat terdistribusikan lebih merata hingga ke bagian ruangan yang sulit mendapatkan distribusi cahaya alami dari jendela samping, pintu, maupun roster. Pengaplikasian *rumbak tahansengan* dapat menambah kuantitas pencahayaan

alami dalam ruang, penghuni tidak perlu menggunakan pencahayaan buatan pada pagi hingga sore hari karena performa pencahayaan yang didapat dari bukaan pada fasad dapat memenuhi standar pencahayaan tiap ruang untuk beraktivitas.

5.3 Rangkuman Hasil

Berkaitan dengan kinerja pencahayaan alami yang dihasilkan melalui bukaan dengan pengondisian penambahan luasan bukaan, ketinggian bukaan, penambahan rumbak tahansengan pada sisi kanan dan kiri sisi dinding gevel pada bangunan, penelitian menunjukkan :

- Rata-rata iluminan dan *daylight factor* yang dihasilkan dari pengondisian bukaan pada tiap ruang secara umum sudah dapat memenuhi persyaratan iluminasi penerangan dengan klasifikasi B (kerja halus, pekerjaan cermat tidak secara intensif terus menerus). Secara umum sudah dapat memenuhi iluminasi untuk standar pencahayaan general maupun pencahayaan dengan *visual task* berkontras tinggi.
- Pengaplikasian bukaan pada fasad bangunan Rumah Betang menghasilkan rata-rata nilai iluminan yang cukup besar yaitu antar 804-914 lux pada ruang tamu, 441-674 lux pada ruang tamu 2, 431-584 lux pada ruang keluarga, 312-570 lux pada ruang tidur dan 1664-1723 lux pada dapur.
- Pengaplikasian bukaan pada fasad bangunan Rumah Betang menghasilkan rata-rata nilai *daylight factor* yang cukup besar yaitu antar 7.93-9.31% pada ruang tamu, 4.43-6.74% pada ruang tamu 2, 4.31-6.16% pada ruang keluarga, 3.12-5.7% lux pada ruang tidur dan 15.99-17.23% pada dapur.
- Pada pengondisian bukaan tiap ruang, keseragaman iluminan yang dihasilkan sangat baik mendekati angka 1 pada beberapa ruang. Keseragaman iluminan paling baik ditemui pada pengaplikasian *rumbak tahansengan* yaitu berkisar antara 0.57-0.91. Secara keseluruhan rasio keseragaman yang dihasilkan sudah memenuhi persyaratan keseragaman iluminan minimum sebesar 0,4 .
- Distribusi iluminan yang dihasilkan melalui bukaan pada fasad bangunan Rumah Betang cukup merata dan dapat menjangkau luas kedalam

ruangan. Dari hasil pengamatan pada kinerja pencahayaan alami tiap ruang, distribusi pencahayaan yang dihasilkan memiliki pola yang sama, nilai iluminan dan *daylight factor* nya cenderung tinggi pada area-area yang dekat dengan bukaan dan semakin berkurang seiring posisinya menjauhi bukaan.

- Penambahan ketinggian bukaan dapat memperluas distribusi cahaya alami hingga ke bagian belakan ruangan. Sedangkan penambahan luasan berpengaruh pada semakin banyaknya cahaya yang dapat masuk kedalam ruangan sehingga meningkatkan kuantitas pencahayaan alami didalamnya.

Berkaitan dengan pengaruh pengaplikasian bukaan terhadap kinerja pencahayaan untuk kebutuhan beraktivitas., Hasil penelitian menunjukkan bahwa:

- Penambahan Luas Bukaan
 - Terjadi kenaikan rata-rata iluminan dan *daylight factor* pada tiap ruang dibandingkan dengan pengondisian bukaan sesuai dengan kondisi eksisting rumah betang. Penambahan luasan bukaan turut meningkatkan distribusi cahaya alami dalam ruang, semakin banyak bukaan maka semakin banyak area yang mendapatkan pencahayaan sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Evans (1981).
 - Penambahan luasan bukaan dengan posisi menyebar, dapat mengoptimalkan dan menyebarkan iluminan maupun *daylight factor* secara merata.
 - Pada hasil simulasi penelitian ditemukan fenomena bahwa penambahan luasan bukaan mengasilkan kuantitas rata-rata iluminan dan *daylight factor* yang besar pada tiap ruang,
 - Terjadi rentan iluminan maupun *daylight factor* yang cukup tinggi antara area yang dekat bukaan dengan yang jauh dari bukaan. Hal tersebut menimbulkan potensi silau pada area yang dekat dengan bukaan apabila banyaknya bukaan tidak berimbang dengan luas ruangan.

- Penambahan Ketinggian Bukaannya
 - Penambahan ketinggian bukaan menjadi 1 meter di atas permukaan lantai membuat ambang atas bukaan dapat menjangkau lebih atas bagian dinding, sehingga persebaran cahaya alami dapat menjangkau lebih luas ke dalam ruangan. Namun apabila dibandingkan dengan kondisi bukaan sesuai eksisting nilai rata-rata iluminan dan *daylight factor* yang dihasilkan lebih rendah.
 - Ketinggian bukaan yang mendekati plafon memberi keuntungan cahaya dapat tereflektasikan lebih baik ke dalam ruangan. Kuantitas iluminan dan *daylight factor* yang dihasilkan cukup merata dan tidak memiliki rentang yang terlalu jauh antara nilai iluminan dan *daylight factor* yang berada pada area dekat bukaan dengan area yang menjauhi bukaan.
 - Semakin tinggi ukuran dari jendela dan semakin tinggi peletakan dari bukaan, maka semakin banyak cahaya alami yang dapat masuk ke dalam ruangan, hal tersebut sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Evans (1981).
 - Pada umumnya cahaya alami bisa mencapai 1.5 kali dari ketinggian jendela. Apabila cahaya dapat tereflektasikan lebih baik melalui lingkungan sekitarnya maka kedalaman jangkauan pencahayaan dapat mencapai 2.5 kali tinggi jendela.

- Pengaplikasian *Rumbak Tahansengan*
 - Pengaplikasian *rumbak tahansengan* bertujuan untuk mengetahui performa pencahayaan di dalam ruangan yang dihasilkan sebagai komplemen pencahayaan alami dari jendela. Apabila dibandingkan dengan kuantitas iluminan maupun *daylight factor* dari kondisi pencahayaan pada ruangan tanpa mengaplikasikan *rumbak tahansengan*, rata-rata iluminan yang dihasilkan terbilang lebih rendah.
 - Performa pencahayaan alami dengan pengaplikasian *rumbak tahansengan* dapat lebih merata pada ruang dan tidak menyebabkan silau yang berlebihan. *Uniformity ratio* yang didapatkan pada ruangan yang

mengaplikasikan rumbak tahansengan lebih merata dibandingkan ruangan yang tidak mengaplikasikan *rumbak tahansengan*.

- Pengaplikasian *rumbak tahansengan* selain sebagai pertukaran udara untuk ventilasi, dapat pula membantu memperbaiki kondisi pencahayaan alami dalam ruangan. Pengaplikasian *rumbak tahansengan* dapat menambah keseragaman pencahayaan alami dalam ruang. Performa pencahayaan yang didapat dari *rumbak tahansengan* dapat memenuhi standar pencahayan tiap ruang untuk beraktivitas.

- Halaman ini sengaja dikosongkan -

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa dari pengaplikasian bukaan terhadap pemenuhan pencahayaan untuk beraktivitas pada rumah betang. Melalui tahapan simulasi diperoleh hasil analisa dan identifikasi tentang pengaruh penggunaan bukaan terhadap pencahayaan ruangan yang dikelompokkan menjadi dua bahasan yaitu hubungan antara pengaplikasian bukaan terhadap kuantitas pencahayaan dan pengaruhnya terhadap kinerja pencahayaan untuk kebutuhan beraktifitas.

A. Kuantitas dan Distribusi Cahaya Alami dalam Ruang yang Dihasilkan Melalui Bukaan pada Selubung Bangunan

- Distribusi pencahayaan alami yang dihasilkan melalui bukaan pada fasad bangunan Rumah Betang cukup merata dan dapat menjangkau kedalam ruangan. Kuantitas pencahayaan alami yang dihasilkan sudah memenuhi persyaratan iluminan pada keseluruhan ruang untuk aktivitas dengan *visual task* sederhana maupun *visual task* berkontras tinggi.
- Kinerja pencahayaan yang dihasilkan dari bukaan pada fasad bangunan Rumah Betang sudah memenuhi standar kebutuhan iluminan dan *daylight factor* untuk menunjang berbagai aktivitas pada tiap ruang yang dilakukan mulai dari pagi hingga sore hari.
- Pengaplikasian bukaan pada fasad bangunan Rumah Betang dapat menghasilkan nilai *daylight factor* yang memenuhi untuk mengakomodasi jenis aktivitas yang dengan kualitas penerangan B (kerja halus, pekerjaan cermat tidak secara intensif terus menerus)
- Pengaplikasian bukaan pada fasad bangunan Rumah Betang menghasilkan rata-rata nilai *daylight factor* yang cukup besar yaitu antar 7.93%-9.31% pada ruang tamu, 4.43%-6.74% pada ruang tamu 2, 4.31%-6.16% pada

ruang keluarga, 3.12%-5.7% pada ruang tidur dan 15.99%-17.14% pada dapur.

- Dari hasil pengamatan pada isokontur pencahayaan alami pada tiap ruang, distribusi pencahayaan yang dihasilkan dari pengaplikasian bukaan memiliki pola yang sama. Nilai iluminan dan *daylight factor* cenderung tinggi pada area-area yang dekat dengan bukaan dan semakin berkurang seiring posisinya menjauhi bukaan. Penambahan ketinggian bukaan dapat memperluas distribusi cahaya alami hingga ke bagian belakan ruangan. Sedangkan penambahan luasan berpengaruh pada semakin banyaknya cahaya yang dapat masuk kedalam ruangan.
- Penambahan luas dan ketinggian bukaan pada fasad bangunan Rumah Betang menentukan banyaknya cahaya alami yang dapat terpenetrasikan kedalam ruangan. Hal ini sesuai dengan teori yang diungkapkan oleh Evans (1981) bahwa semakin tinggi ukuran dari jendela dan semakin tinggi peletakan dari bukaan, maka semakin banyak cahaya alami yang dapat masuk kedalam ruangan.
- Penambahan luas bukaan pada tiap ruang dalam bangunan Rumah Betang dapat meningkatkan kuantitas iluminan dan *daylight factor* sebesar 10% dan 14%. Penambahan ketinggian bukaan pada tiap ruang dalam bangunan Rumah Betang dapat meningkatkan kuantitas *daylight factor* sebesar 13% namun menurunkan iluminan sebesar 0.3%.
- Penambahan luasan bukaan, ketinggian bukaan dan pengaplikasian *rumbak tahansengan* memberi pengaruh pada keseragaman nilai iluminan dalam ruangan. Keseragaman iluminan yang dihasilkan melalui bukaan pada fasad bangunan rumah betang keseluruhan sudah dapat memenuhi standar minimum untuk keseragaman iluminan minimum sebesar 0.4.
- Dari keseluruhan pengondisian bukaan, pengaplikasian *rumbak tahansengan* menghasilkan nilai keseragaman yang paling tinggi yaitu antara 0.57-0.91. Pengaplikasian *rumbak tahansengan* tersebut dapat meningkatkan keseragaman iluminan hingga 9.6% dibanding sebelum menggunakan *rumbak tahansengan*.

- Posisi *rumbak tahansengan* yang mendekati atap membantu persebaran iluminan lebih merata hingga pada bagian dalam ruang yang sulit dijangkau pencahayaan alami yang masuk melalui jendela samping, pintu maupun roster.
- *Rumbak tahansengan* yang dulunya digunakan sebagai bukaan pada Rumah Betang tradisional, diaplikasikan kembali pada Rumah betang termodifikasi dengan pola aktivitas modern. Dari hasil simulasi didapatkan performa kinerja pencahayaan alami dengan menambah *rumbak tahansengan* sebagai pencahayaan komplemen memiliki nilai keseragaman iluminan yang tinggi dan dapat memperbaiki performa pencahayaan alami lebih seragam dibandingkan dengan menggunakan pencahayaan utama dari jendela samping, pintu dan roster saja .

B. Pengaruh Pengaplikasian Bukaan pada Selubung Bangunan Terhadap Kinerja Pencahayaan untuk Kebutuhan Beraktivitas

Pengaplikasian bukaan pada selubung bangunan Rumah Betang secara umum dapat memenuhi kebutuhan pencahayaan untuk beraktivitas pada pagi hingga sore hari. Adapun deskripsi pengaruh pengaplikasian bukaan pada pencahayaan berdasarkan penondisian sebagai berikut :

- **Penambahan Luas Bukaan**

Penambahan luasan bukaan mempengaruhi kuantitas dari performa kinerja pencahayaan alami pada ruang-ruang dalam bangunan Rumah Betang. Dengan penambahan jumlah jendela dan roster pada fasad bangunan, cahaya yang terpenetrasikan kedalam bangunan juga bertambah. Terjadi kenaikan rata-rata iluminan dan *daylight factor* pada tiap ruang dibandingkan dengan pengondisian bukaan sesuai dengan kondisi eksisting rumah betang. Penambahan luasan bukaan turut meningkatkan distribusi cahaya alami dalam ruang, semakin banyak bukaan maka semakin banyak area yang mendapatkan pencahayaan sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Evans (1981). Selain itu penambahan luasan bukaan dengan posisi menyebar, dapat mengoptimalkan dan menyebarkan iluminan maupun *daylight factor* secara merata.

Pada hasil simulasi penelitian ditemukan fenomena bahwa penambahan luasan bukaan menghasilkan kuantitas rata-rata iluminan dan *daylight factor* yang besar pada tiap ruang, namun menghasilkan rentan iluminan maupun *daylight factor* yang cukup tinggi antara area yang dekat bukaan dengan yang jauh dari bukaan. Hal tersebut menimbulkan potensi silau pada area yang dekat dengan bukaan apabila banyaknya bukaan tidak berimbang dengan luas ruangan.

- Penambahan Ketinggian Bukaan

Penambahan ketinggian pada bukaan memberi pengaruh terhadap performa kinerja pencahayaan alami pada ruangan dalam Rumah Betang. Penambahan ketinggian bukaan menjadi 1 meter di atas permukaan lantai membuat ambang atas bukaan dapat menjangkau lebih atas bagian dinding. Hal tersebut berpengaruh pada distribusi iluminan dan *daylight factor* dapat menjangkau lebih luas pada ruangan.

Ketinggian bukaan yang mendekati plafon memberi keuntungan cahaya dapat tereflektasikan lebih baik kedalam ruangan. Kuantitas iluminan dan *daylight factor* yang dihasilkan cukup merata dan tidak memiliki rentan yang terlalu jauh antara nilai iluminan dan *daylight factor* yang berada pada area dekat bukaan dengan area yang menjauhi bukaan. Namun apabila dibandingkan dengan kondisi bukaan sesuai eksisting nilai rata-rata iluminan dan *daylight factor* yang dihasilkan lebih rendah.

Semakin tinggi ukuran dari jendela dan semakin tinggi peletakan dari bukaan, maka semakin banyak cahaya alami yang dapat masuk kedalam ruangan, hal tersebut sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Evans (1981). Selain itu mendukung pula teori dari penelitian Lawrence Berkeley National Laboratory (1997) bahwa semakin tinggi ukuran jendela, makin dalam ruang yang mendapat cahaya alami. Pada umumnya cahaya alami bisa mencapai 1.5 kali dari ketinggian jendela. Apabila cahaya dapat tereflektasikan lebih baik melalui lingkungan disekitarnya maka kedalaman jangkauan pencahayaan dapat mencapai 2.5 kali tinggi jendela.

- Pengaplikasian *Rumbak Tahansengan*

Pengaplikasian *rumbak tahansengan* bertujuan untuk mengetahui performa pencahayaan didalam ruangan yang dihasilkan sebagai komplemen pencahayaan alami dari jendela. Apabila dibandingkan dengan kuantitas iluminan maupun *daylight factor* dari kondisi pencahayaan pada ruangan tanpa mengaplikasikan *rumbak tahansengan*, rata-rata iluminan yang dihasilkan terbilang lebih rendah. Hal tersebut dikarenakan pada bangunan yang menggunakan *rumbak tahansengan* tidak dilengkapi dengan plafon sehingga volume ruang menjadi lebih besar dan pantulan cahaya alami yang masuk kedalam ruang lebih membias. Performa pencahayaan alami dengan pengaplikasian *rumbak tahansengan* dapat lebih merata pada ruang dan tidak menyebabkan silau yang berlebihan. *Uniformity ratio* yang didapatkan pada ruangan yang mengaplikasikan *rumbak tahansengan* lebih merata dibandingkan ruangan yang tidak mengaplikasikan *rumbak tahansengan*.

Dari hasil penelitian didapatkan pengaplikasian *rumbak tahansengan* selain sebagai pertukaran udara untuk ventilasi, dapat pula membantu memperbaiki kondisi pencahayaan alami dalam ruangan. Pengaplikasian *rumbak tahansengan* dapat menambah kuantitas pencahayaan alami dalam ruang, penghuni tidak perlu menggunakan pencahayaan buatan pada pagi hingga sore hari karena performa pencahayaan yang didapat dari bukaan pada fasad dapat memenuhi standar pencahayaan tiap ruang untuk beraktivitas.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengaplikasian bukaan pada selubung bangunan rumah betang, antara lain:

- Penambahan ketinggian bukaan jendela samping menjadi 1 meter di atas permukaan lantai dapat mendistribusikan cahaya alami dengan jangkauan lebih luas.
- Penambahan luas bukaan pada fasad dengan menambah jumlah jendela dapat memberikan kondisi pencahayaan lebih baik terutama untuk aktivitas dalam ruang yang berhubungan dengan detail.

- Penambahan *rumbak tahansengan* pada dinding gevel dapat membantu distribusi pencahayaan alami lebih merata didalam ruang dari pada hanya sekedar mengandalkan pencahayaan utama dari jendela, pintu dan roster.

Identifikasi yang dilakukan terhadap bukaan pada bangunan rumah betang hanya terbatas pada hubungan sebab akibat pengaplikasian bukaan terhadap kuantitas dan distribusi cahaya alami. Belum ada pembahasan lebih spesifik terhadap kualitas pencahayaan, indeks kesilauan (*glare index*) dan optimasi bentuk bukaan, sehingga masih dimungkinkan dapat dilanjutkan penelitian dengan penekanan pada pembahasan tersebut.

Selain berhubungan dengan pencahayaan alami, pengaplikasian bukaan pada selubung bangunan rumah betang juga berpengaruh terhadap kondisi penghawaan, termal dan akustik dalam bangunan. Oleh karena itu dapat dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui hubungan sebab akibat dari pengaplikasian bukaan pada selubung bangunan rumah betang terhadap kinerja penghawaan, termal maupun akustik bangunan terhadap aktivitas dan kenyamanan penghuni didalamnya.

Penelitian ini terbatas pada hubungan sebab akibat antara pengaplikasian bukaan terhadap pemenuhan kebutuhan pencahayaan untuk beraktivitas pada rumah betang. Untuk pengaplikasian bukaan pada jenis rumah tradisional dayak lainnya perlu dilakukan penelitian berikutnya. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan program *Autodesk Ecotect Analysis 2011* , untuk penelitian selanjutnya perlu dicoba untuk menggunakan program lain dengan basis visualisasi 3 dimensi seperti *Radiance*.

DAFTAR PUSTAKA

- Acosta, Jaime Navarro, Juan Jose sendra, Ignacio (2012) *Daylighting design with lightscoop skylight: towards an optimization of proportion and spacing under overcast condition*, *Energy and Buildings*. Vol.49, hal.394 - 401.
- Acosta, Jaime Navarro, Juan Jose sendra, Ignacio (2013) *Daylighting design with lightscoop skylight: towards an optimization of shape under overcast condition*, *Energy and Buildings*. Vol.60, hal.232 - 238.
- Acosta, Jaime Navarro, Juan Jose sendra, Ignacio (2013) *Toward an analysis of the performance of lightwell skylight under overcast sky condition*, *Energy and Buildings*. Vol.64, hal.10 - 16.
- Ander, Gregg D ,(1995), *Daylighting Performance and Design*, John Wiley & Sons, Inc, Canada.
- Asteria, (2008), *Perkembangan Penataan Interior Rumah Betang Suku Dayak Ditinjau dari Sudut Budaya (Studi Kasus Rumah Tradisional Palangkaraya di Kalimantan Tengah)*, *Dimensi Interior*, Volume 6, Nomer 2, Desember 2008, hal.134-148.
- Baker, Nick (2001), *Climate Responsive Architecture, A Design Handbook for energy Efficient Buildings*, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Boubekri, Mohamed, (2008), *Daylighting, Architecture and Health : Building Design Strategies*, Elsevier Ltd, Oxford
- Building Tehcnologies Program, Lawrence Berkeley national Laboratory (1997), *Envelope and Lighting System to Reduce electric Demand*, The Regents of the University of California.
- Egan, M.David dan Olgay, Victor W, (2002). *Architectural Lighting*, Second Edition, McGraw-Hill Company, NewYork.
- Evans, Benjamin H, AIA. (1981), *Daylight in Architecture*, McGraw-Hill, Inc, New York.

- Frick, Heinz, ardiyanto, Antonius, Darmawan, AMS, (2008), *Ilmu Fisika Bangunan: Pengantar Pemahaman Cahaya, Kalor, Kelembaban, Iklim, Gempa Bumi, Bunyi dan Kebakaran*, Kanisius, Yogyakarta.
- Groat, Linda dan Wang, David, (2002), *Architecture Research Methods*. John Wiley and Sons, Inc, Canada.
- Indrani, Hedy C., (2008), *Kinerja Penerangan Alam Pada Hunian Rumah Susun Dupak Bangun Rejo Surabaya*, Dimensi Interior, Vol.6, No.2, Desember 2008: 85-98 86.
- Koenigsberger, O.H., et all. 1973. *Manual of Tropical Housing and Building*. Bombay: Orient Longman, India.
- Lam, William M.C, (1986), *Sunlighting as Formgiver for Architecture*, Van Nostrad Reinhold Company, New York.
- Lauber, Wolfgang, (2005), *Tropical architecture*, Prestel, NewYork.
- Lechner, Nobert, (2009), *Heating, Cooling, Lighting, Sustainable Design Methods for Architects*, Prestel, New York.
- Mangunwijaya, Y.B. 1994. *Pengantar Fisika Bangunan*. Jakarta: Djambatan.
- Mangunwijaya, Y.B. 1995. *Wastu Citra*. Jakarta: PT Gramedia Pusaka Utama
- Moore, Fuller, (1993), *Environmental Control System; Heating Cooling Lighting*, McGra-Hill, Inc, USA.
- MT, Amiany, ST, (2011), *Tinjauan Desain Arsitektur Huma Gantung Buntoi*, Jurnal Perspektif Arsitektur, Vol.6, Nor.2 – Desember 2011, hal. 16-22.
- Ngini dan Nugraha Sagit Sahay, Giris, (2010), *Konservasi Bangunan Kerak Betang Di Desa Bukit Rawi*, Jurnal Perspektif Arsitektur, Vol.5, No.2 – Desember 2010, hal.18-22
- Nurlihawati, Dian (2001), *Optimasi Kenyaman Visual Penerangan Alami untuk Bangunan Akademik di Daerah Tropis Lembab*, Jurusan Arsitektur FTSP, Tesis ITS Surabaya.
- Perkasa, Petrisly, (2010), *Konservasi Bangunan Bersejarah Di Desa Bahu Palawa*, Jurnal Perspektif Arsitektur, Vol.5, No.1 – Juli 2010, hal.4-25.
- RSNI 03-2396-2001 (2001), *Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami Pada bangunan Gedung*, Diunduh dari www.ciptakarya.pu.go.id
- Satwiko, Prasato (2005), *Fisika Bangunan 1*, Andi, Yogyakarta.

- Siwi, Thyas Pramesti Widya (2002), *Peran Daylighting pada Bangunan Hemat Energi*, Jurusan Arsitektur FTSP, Tesis ITS Surabaya.
- Steffy, Gary, (2002), *Architectural Lighting Design*, John Wiley & Sons, Inc, New York.
- W. Putrid dan Yuni Sri Wahyuni, Alrikagusti, (2012), *Kajian Awal Terhadap Kondisi Pencahayaan Alami pada Bangunan Rumah Limas*, Jurnal Tesa Arsitektur, Vol.10, No.1 - Juni 2012, hal.52-61.
- W. Putrid dan Yuni Sri Wahyuni, Alrikagusti, (2012), *Kajian Penggunaan Skylight Untuk Perbaikan Pencahayaan Alami pada Bangunan Rumah Limas*, Jurnal Tesa Arsitektur, Vol.10, No.1 - Desember 2012, hal.119-129.
- Winarto, Erwin Djuni (2005), *Optimasi penghalang Matahari pada Kinerja Termal dan Penerangan Alami pada Rumah Tinggal di Daerah Tropis Lembab*, Jurusan Arsitektur FTSP, Tesis ITS Surabaya.
- Wirawan, Ratna Mulianingsih (2007), *Bukaan yang Efektif untuk Penerangan Alami pada Rumah Tinggal di Daerah Tropis Lembab*, Jurusan Arsitektur FTSP, Tesis ITS Surabaya.
- Yaik-Wah Lim, Kandar, Mohd Zin, Ahmad, Mohd Hamdan, Ossen, Dilshan Remaz, Aminatuzuhariah Megat Abdullah, (2012), *Building façade design for daylighting quality in typical government office building*, *Building and Environment* Vol.57, hal.194-204.
- id.wikipedia.org,
- Kebudayaan Indonesia, (2013), Rumah Betang, Diunduh dari www.KebudayaanIndonesia.com

- Halaman ini sengaja dikosongkan -

Lampiran 1 : Tabel Review Penelitian

	Alrikagustin W. Putri & Yuni Sri Wahyuni (2012)	Alrikagustin W. Putri & Yuni Sri Wahyuni (2012)	Hedy C. Indrani (2008)	Ignacio Acosta dkk (2012)	Ignacio Acosta dkk (2013)	Ignacio Acosta dkk (2013)	Peneliti (2015)
Judul	Kajian Awal Terhadap Kondisi Pencahayaan Alami pada Bangunan Rumah Limas	Kajian Penggunaan Skylight untuk Perbaikan Pencahayaan Alami pada Bangunan Rumah Limas	Kinerja Penerangan Alami pada Hunian Rumah Susun Dupak Bangunrejo Surabaya	<i>Daylighting Design with Lightscoop Skylight: Towards an Optimization of Proportion and Spacing Under Overcast Condition</i>	<i>Daylighting Design with Lightscoop Skylight: Towards an Optimization of Shape Under Overcast Condition</i>	<i>Toward an Analysis of The Performance of Lightwell Skylight Under Overcast Sky Condition</i>	Pengaruh Bukaannya pada Selubung Bangunan Terhadap Kinerja Pencahayaan Alami pada Rumah Betang Di Kalimantan Tengah
Tujuan penelitian	Untuk mengetahui sejauh mana tingkat pencahayaan alami pada ruangan rumah limas	Melakukan optimasi pencahayaan pada ruang dalam rumah limas menggunakan skylight	Melihat pengaruh dimensi bukaan, overhang terhadap strategi pencahayaan dan perannya dalam peningkatan kenyamanan visual.	Menentukan rasio tinggi/lebar lightscoop skylight terhadap ruangan guna mendapatkan tingkat distribusi nilai iluminansi yang merata dalam ruangan.	Menentukan desain lightscoop skylight yang dapat mendistribusikan iluminansi yang merata dalam ruangan.	Menentukan rasio tinggi/lebar lightwell skylight terhadap ruangan guna mendapatkan tingkat distribusi nilai iluminansi yang merata dalam ruangan.	Mengetahui distribusi dan kuantitas pencahayaan alami pada rumah betang yang dihasilkan melalui bukaan pada selubung bangunan.

	Mengetahui kondisi distribusi pencahayaan alami yang terjadi pada ruang dalam rumah limas	<p>Untuk mengetahui kualitas dan distribusi cahaya dalam rumah limas menggunakan <i>skylight</i></p> <p>Untuk mengetahui model <i>skylight</i> yang paling optimal dalam perbaikan kualitas pencahayaan dalam ruang rumah limas</p>		Untuk mengetahui desain <i>lightscoop skylight</i> dengan spasi dan dimensi yang tepat guna mendapatkan pencahayaan optimal.		Untuk mengetahui desain <i>lightwell skylight</i> dengan spasi dan dimensi yang tepat guna mendapatkan pencahayaan optimal.	<p>Mengidentifikasi pengaruh penggunaan bukaan pada selubung bangunan terhadap kinerja pencahayaan alami pada rumah betang</p> <p>Melakukan identifikasi kondisi pencahayaan alami pada rumah betang dengan nilai <i>daylight factor</i> sebagai kontrol.</p>
Metode penelitian	Pengukuran data lapangan	Eksperimental dengan bantuan simulasi software	Pengukuran data lapangan	Eksperimen simulasi distribusi cahaya dengan bantuan software	Eksperimen simulasi distribusi cahaya dengan bantuan software	Eksperimen simulasi distribusi cahaya dengan bantuan software	Pengukuran data lapangan
	Eksperimental dengan bantuan simulasi software		Eksperimental dengan bantuan simulasi software	Metode pengolahan data dengan merbandingkan data hasil simulasi	Metode pengolahan data dengan merbandingkan data hasil simulasi	Metode pengolahan data dengan merbandingkan data hasil simulasi	Eksperimental dengan bantuan simulasi software

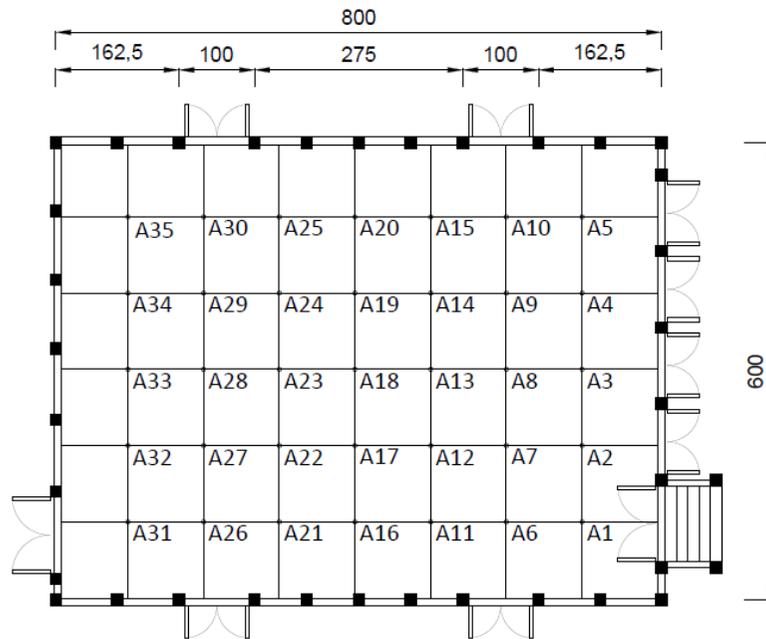
Variabel	VARIABEL BEBAS	VARIABEL BEBAS	VARIABEL BEBAS	VARIABEL BEBAS	VARIABEL BEBAS	VARIABEL BEBAS	VARIABEL BEBAS
	<ul style="list-style-type: none"> Desain ventilasi pada rumah limas 	<ul style="list-style-type: none"> Desain <i>skylight</i> pada rumah limas 	Dimensi bukaan, Overhang, Obstruction	<ul style="list-style-type: none"> Dimensi <i>lightscoop skylight</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Dimensi dan Bentuk <i>lightscoop skylight</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Dimensi <i>lightwell skylight</i> 	Jenis bukaan pada selubung bangunan rumah betang : jendela samping, pintu , roster dan <i>rumbak tahansengan</i>
	VARIABE TERIKAT	VARIABE TERIKAT	VARIABE TERIKAT	VARIABE TERIKAT	VARIABE TERIKAT	VARIABE TERIKAT	VARIABE TERIKAT
	Kuat pencahayaan alami dan Distribusi pencahayaan alami	Posisi , jumlah dan model <i>Skylight</i>	Kinerja pencahayaan alami	Distribusi iluminance dalam bangunan	Distribusi iluminance dalam bangunan	Distribusi iluminance dalam bangunan	Kinerja pencahayaan alami
Populasi dan sampel	Simulasi bangunan rumah limas dengan bentuk dan ukuran sesuai dengan deskripsi asli bangunan	42 model 3D dari rumah limas	Rusun dupak bangunrejo	3 ruang simulasi	ruang simulasi	ruang simulasi	Bangunan tradisional Rumah Betang
		42 model 3D dari <i>skylight</i> dengan penerapan jumlah dan posisi yang berbeda-beda.	Ruangan pada 3 lantai	9 <i>lightscoop skylight</i> dengan dimensi berbeda	<i>lightscoop skylight</i> dengan bentuk berbeda	<i>lightwell skylight</i> dengan rasio tinggi/lebar berbeda	5 ruang dalam rumah betang : ruang tamu, ruang tamu 2, ruang keluarga, ruang tidur, dapur.
				3 ruang dengan spasi <i>lightscoop skylight</i> yang berbeda	ruang dengan bentuk <i>lightscoop skylight</i> yang berbeda		
Koleksi Data	Data ruang	Data model simulasi skylight	Data model simulasi ruang	Data model simulasi ruang	Data model simulasi ruang	Data model simulasi ruang	Data ruang

	Data iluminan dan DF	Data iluminan dan DF	Data iluminan dan DF	Data iluminan dan DF	Data iluminan dan DF	Data iluminan dan DF	Data iluminan dan DF
	Data distribusi iluminasi	Data distribusi iluminasi	Data distribusi iluminasi	Data distribusi iluminasi	Data distribusi iluminasi	Data distribusi iluminasi	Data distribusi pencahayaan alami
Analisis data	Analisa kinerja pencahayaan alami (DF) dan <i>Unimormity</i> distribusi pencahayaan dalam ruang	Analisa kinerja pencahayaan alami (DF) berdasarkan hasil pengukuran pada 42 model <i>skylight</i>	Analisa kinerja pencahayaan alami (DF)	Analisa kinerja pencahayaan alami (DF) berdasarkan pada hasil pengukuran 42 model <i>skylight</i>	Analisa kinerja pencahayaan alami (DF) berdasarkan pada hasil pengukuran 42 model <i>skylight</i>	Analisa kinerja pencahayaan alami (DF) berdasarkan pada hasil pengukuran 42 model <i>skylight</i>	Analisa distribusi, kinerja pencahayaan alami dan pengaruh pengaplikasian bukaan pada ruang yang diteliti terhadap distribusi dan nilai iluminasi dalam ruang.
		<i>Unimormity</i> distribusi pencahayaan berdasarkan hasil pengukuran pada 42 model <i>skylight</i>	<i>Unimormity</i> distribusi pencahayaan dari dimensi bukaan, <i>overhang</i> dan <i>obstruction</i> disekitar objek	<i>Uniformity</i> distribusi pencahayaan dalam ruang berdasarkan hasil pengukuran pada 42 model <i>skylight</i>	<i>Uniformity</i> distribusi pencahayaan dalam ruang berdasarkan hasil pengukuran pada 42 model <i>skylight</i>	<i>Uniformity</i> distribusi pencahayaan dalam ruang berdasarkan hasil pengukuran pada 42 model <i>skylight</i>	
Tools pada metode penelitian	<i>Software Ecotect</i>	<i>Software Ecotect</i>	<i>Superlite v.2.0</i>	Simulasi dan Perbandingan iluminan dari hasil simulasi	<i>Software Ecotect Lightscape 3.2</i>	<i>Software Ecotect Lightscape 3.2</i>	<i>Software Autodesk Ecotect Analysis</i>

Lampiran 2 : Data Iluminan dan *Daylight Factor* Hasil Pengamatan Lapangan

A. Ruang Tamu

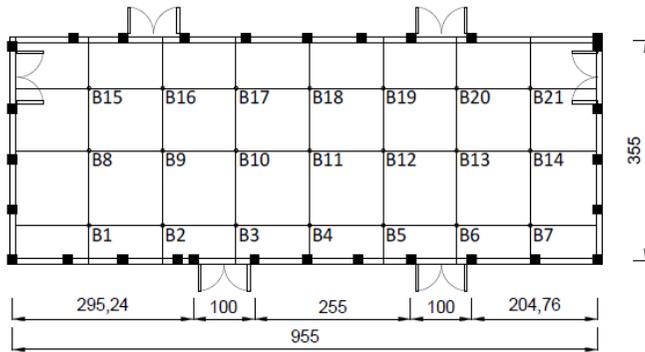
- Titik Ukur pada Ruang Tamu



Grid	7.00			12.00			16.00		
	Indoor	Outdoor	DF	Indoor	Outdoor	DF	Indoor	Outdoor	DF
1	135	10200	1.32	1260	34600	3.64	325	9000	3.61
2	289	10500	2.75	616	34300	1.80	180	9000	2.00
3	245	10600	2.31	663	33800	1.96	164	8900	1.84
4	324	10600	3.06	1075	33200	3.24	330	8800	3.75
5	511	10700	4.78	1896	32600	5.82	567	8800	6.44
6	1224	11100	11.03	2680	32300	8.30	502	8700	5.77
7	457	11300	4.04	993	31700	3.13	242	8600	2.81
8	284	11400	2.49	598	31200	1.92	166	8600	1.93
9	364	11500	3.17	1165	30600	3.81	329	8500	3.87
10	735	11600	6.34	2720	30500	8.92	1502	8400	17.88
11	366	12200	3.00	772	30600	2.52	148	8400	1.76
12	285	12300	2.32	531	30600	1.74	119	8300	1.43
13	222	12300	1.80	518	30700	1.69	113	8300	1.36
14	222	12500	1.78	546	30800	1.77	129	8200	1.57
15	202	12600	1.60	534	30900	1.73	130	8200	1.59
16	146	12700	1.15	340	31100	1.09	68	8100	0.84
17	212	12800	1.66	384	31300	1.23	94	8100	1.16
18	190	12500	1.52	310	31500	0.98	82	8000	1.03
19	152	12500	1.22	301	31600	0.95	85	8000	1.06
20	114	12600	0.90	250	31800	0.79	60	7970	0.75
21	701	13000	5.39	427	32000	1.33	120	7870	1.52
22	337	13200	2.55	383	32100	1.19	101	7780	1.30
23	224	13300	1.68	329	32200	1.02	85	7780	1.09
24	336	13400	2.51	400	32300	1.24	129	7760	1.66
25	419	13700	3.06	1032	32500	3.18	161	7760	2.07
26	1609	13900	11.58	1444	32500	4.44	257	7730	3.32
27	648	14100	4.60	547	32600	1.68	136	7720	1.76
28	234	14700	1.59	429	32700	1.31	101	7100	1.42
29	378	14900	2.54	911	32700	2.79	143	7670	1.86
30	515	15400	3.34	2700	32800	8.23	992	7660	12.95
31	140	15600	0.90	465	32900	1.41	74	7610	0.97
32	450	15900	2.83	427	32900	1.30	106	7600	1.39
33	326	16100	2.02	343	33000	1.04	116	7570	1.53
34	206	16500	1.25	635	33000	1.92	147	7550	1.95
35	165	17800	0.93	1282	33000	3.88	339	7530	4.50
Rata-rata	382	13028.57	3.00	854	32140	2.66	238	8102	2.91
Uniformity ratio	0.30			0.29			0.25		

B. Ruang Tamu 2

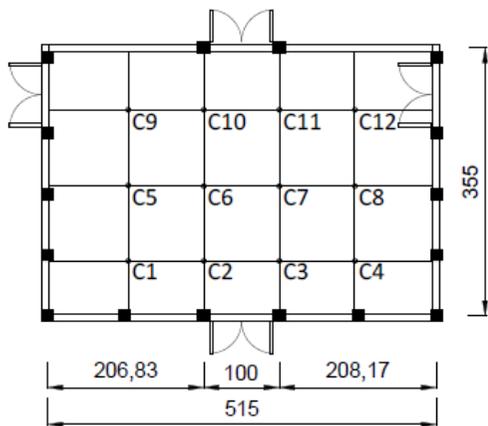
- Titik Ukur, Nilai Iluminan dan Nilai *Daylight Factor* Pengukuran Lapangan pada Ruang Tamu 2



Grid	7.00			12.00			16.00		
	Indoor	Outdoor	DF	Indoor	Outdoor	DF	Indoor	Outdoor	DF
1	16	55200	0.03	23	32700	0.07	4	66100	0.01
2	22	30200	0.07	143	32700	0.44	123	65600	0.19
3	584	23900	2.44	283	32700	0.87	128	64600	0.20
4	27	16600	0.16	37	32700	0.11	8	64200	0.01
5	105	16600	0.63	596	32800	1.82	65	60400	0.11
6	344	17800	1.93	892	32800	2.72	104	63800	0.16
7	40	19000	0.21	225	32700	0.69	11	63600	0.02
8	17	21500	0.08	47	32700	0.14	10	63400	0.02
9	66	23500	0.28	93	32700	0.28	12	63300	0.02
10	36	27000	0.13	45	32700	0.14	16	63100	0.03
11	26	28200	0.09	50	32600	0.15	12	62900	0.02
12	42	29300	0.14	65	32600	0.20	16	62800	0.03
13	151	30300	0.50	114	32600	0.35	38	62700	0.06
14	109	34000	0.32	102	32600	0.31	20	62700	0.03
15	21	53000	0.04	40	32600	0.12	9	62400	0.01
16	23	59300	0.04	35	32600	0.11	6	62100	0.01
17	26	50200	0.05	39	32700	0.12	6	62100	0.01
18	26	31100	0.08	59	32700	0.18	11	61900	0.02
19	16	24200	0.07	33	32700	0.10	8	61800	0.01
20	14	22300	0.06	33	32700	0.10	7	61800	0.01
21	32	21500	0.15	66	32700	0.20	15	61700	0.02
Rata-rata	83	30223.81	0.36	144	32681	0.44	30	63000	0.05
Uniformity ratio	0.17			0.16			0.13		

C. Ruang Keluarga

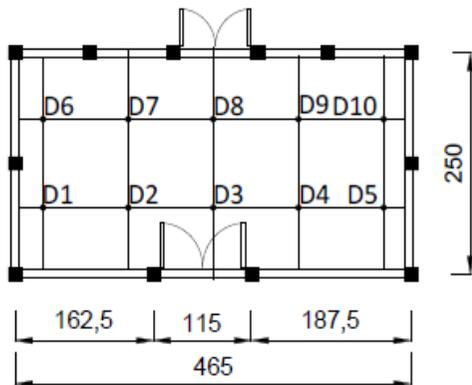
- Titik Ukur, Nilai Iluminan dan Nilai *Daylight Factor* Pengukuran Lapangan pada Ruang Keluarga



Grid	7.00			12.00			16.00		
	Indoor	Outdoor	DF	Indoor	Outdoor	DF	Indoor	Outdoor	DF
1	70	9400	0.74	173	30600	0.57	121	61900	0.20
2	656	10500	6.25	1519	30700	4.95	492	62200	0.79
3	104	10100	1.03	225	30800	0.73	104	62300	0.17
4	4	10100	0.04	18	31100	0.06	6	62300	0.01
5	16	10200	0.16	44	31300	0.14	23	62400	0.04
6	94	10200	0.92	413	31400	1.32	135	62500	0.22
7	88	10000	0.88	214	31500	0.68	26	62500	0.04
8	7	9700	0.07	44	31700	0.14	6	62800	0.01
9	7	9800	0.07	33	31900	0.10	6	63000	0.01
10	23	9800	0.23	90	31900	0.28	26	63200	0.04
11	22	10400	0.21	56	32000	0.18	13	63200	0.02
12	7	10500	0.07	27	32100	0.08	4	63300	0.01
Rata-rata	91.5	10058.33	0.89	238	31417	0.77	80.17	62633	0.13
Uniformity ratio	0.04			0.08			0.05		

D. Ruang Tidur

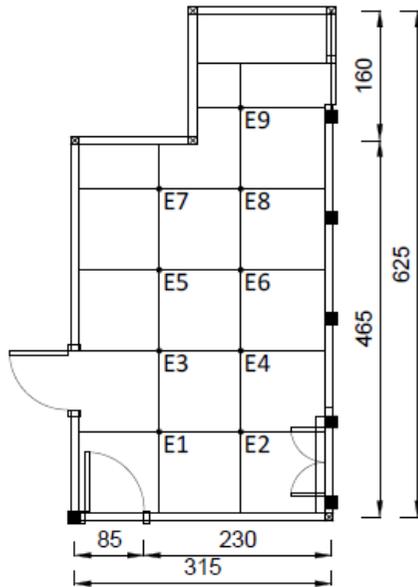
- Titik Ukur, Nilai Iluminan dan Nilai *Daylight Factor* Pengukuran Lapangan pada Ruang Tidur



Grid	7.00			12.00			16.00		
	Indoor	Outdoor	DF	Indoor	Outdoor	DF	Indoor	Outdoor	DF
1	83	30100	0.28	145	32700	0.44	30	61300	0.05
2	42	37600	0.11	52	32600	0.16	20	61200	0.03
3	21	48500	0.04	29	32600	0.09	9	61200	0.01
4	224	41900	0.53	320	32600	0.98	81	61200	0.13
5	131	27000	0.49	119	32500	0.37	90	61300	0.15
6	86	37800	0.23	87	32500	0.27	49	61300	0.08
7	315	48600	0.65	636	32400	1.96	60	61300	0.10
8	411	50100	0.82	537	32400	1.66	432	61300	0.70
9	94	49800	0.19	65	32400	0.20	16	61300	0.03
Rata-rata	156.3333	41266.67	0.37	221.11	32522	0.68	87.44	61266.67	0.14
Uniformity ratio	0.13			0.13			0.10		

E. Dapur

- Titik Ukur, Nilai Iluminan dan Nilai *Daylight Factor* Pengukuran Lapangan pada Dapur



Grid	7.00			12.00			16.00		
	Indoor	Outdoor	DF	Indoor	Outdoor	DF	Indoor	Outdoor	DF
1	394	10000	3.94	1365	24800	5.50	158	63600	0.25
2	27	9700	0.28	80	22500	0.36	35	63600	0.06
3	56	9700	0.58	145	24600	0.59	36	63500	0.06
4	7	9700	0.07	29	25000	0.12	4	63400	0.01
5	9	10200	0.09	30	25800	0.12	5	63400	0.01
6	5	10100	0.05	20	25600	0.08	3	63000	0.00
7	14	10100	0.14	31	25500	0.12	20	62900	0.03
8	27	10800	0.25	84	25500	0.33	18	62800	0.03
9	23	10700	0.21	101	25700	0.39	20	62600	0.03
10	74	10600	0.70	162	25900	0.63	26	62400	0.04
Rata-rata	63.6	10160	0.63	204.7	25090	0.82	32.5	63120	0.05
Uniformity ratio	0.08			0.10			0.09		

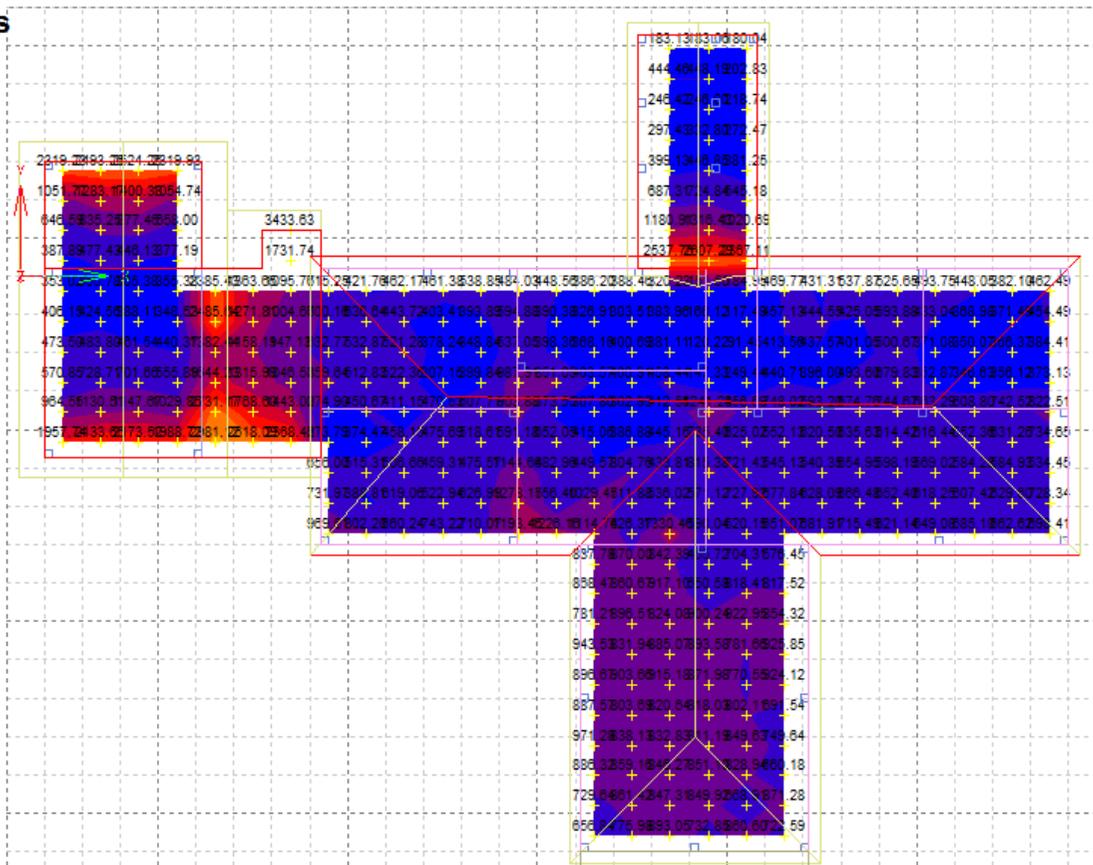
Lampiran 3 : Isokontur Iluminan dan *Daylight Factor* Hasil Simulasi

A. Isokontur Iluminan pada Permodelan Simulasi Bangunan Rumah Betang *Djaga Bahen*

- Iluminan Pengondisian 1 (kondisi bukaan sesuai eksisting)

Daylight Analysis

Daylighting Levels
 Contour Range: 90 - 3590 lux
 In Steps of: 350 lux
 © ECOTECT v5

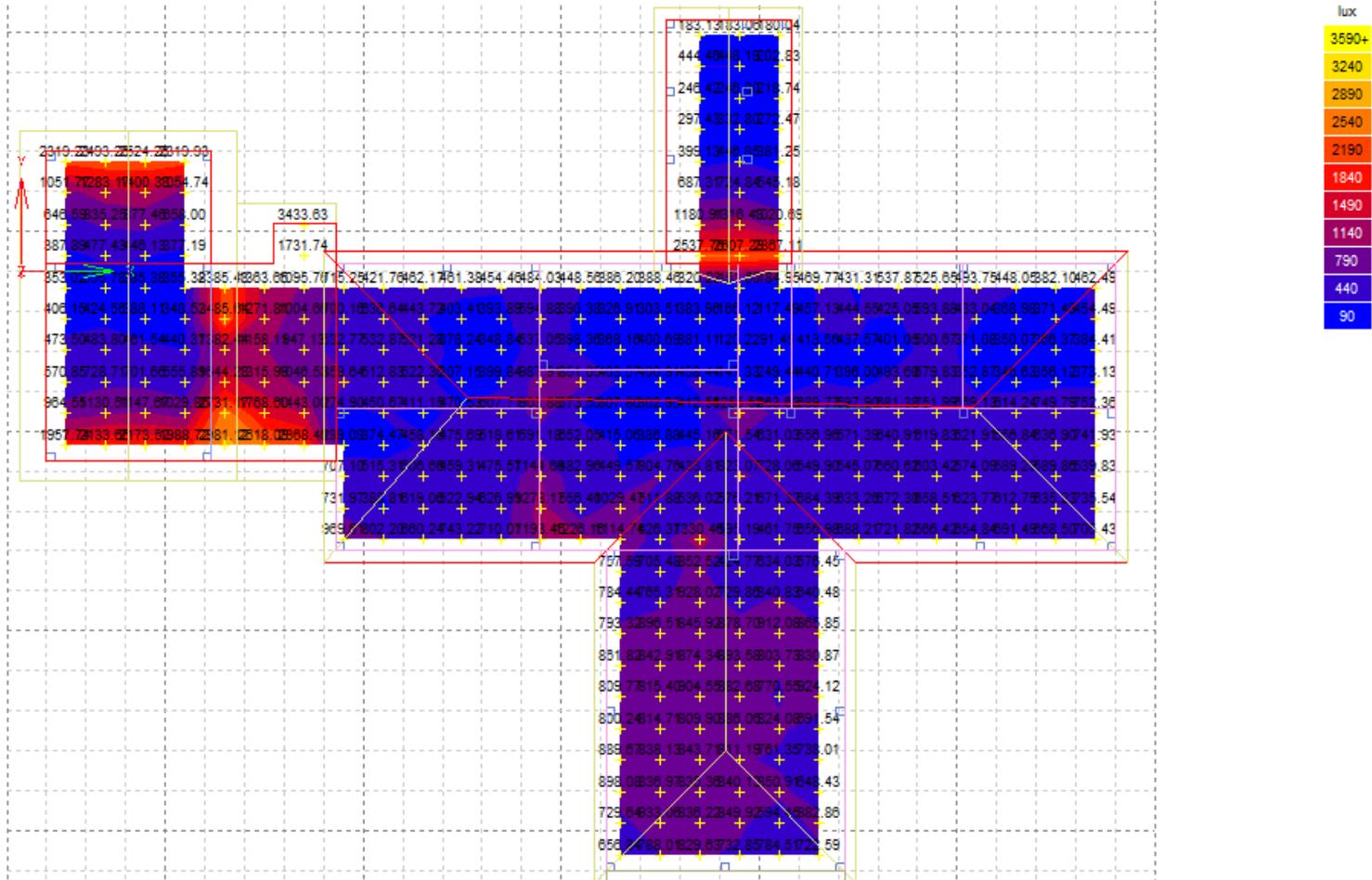


Average Value: 743.44 lux
 Visible Nodes: 324

- Iluminan Pengondisian 2 (Penambahan ketinggian bukaan)

Daylight Analysis

Daylighting Levels
 Contour Range: 90 - 3590 lux
 In Steps of: 350 lux
 © ECOTECT V5



- Iluminan Pengondisian 3 (Penambahan luasan bukaan)

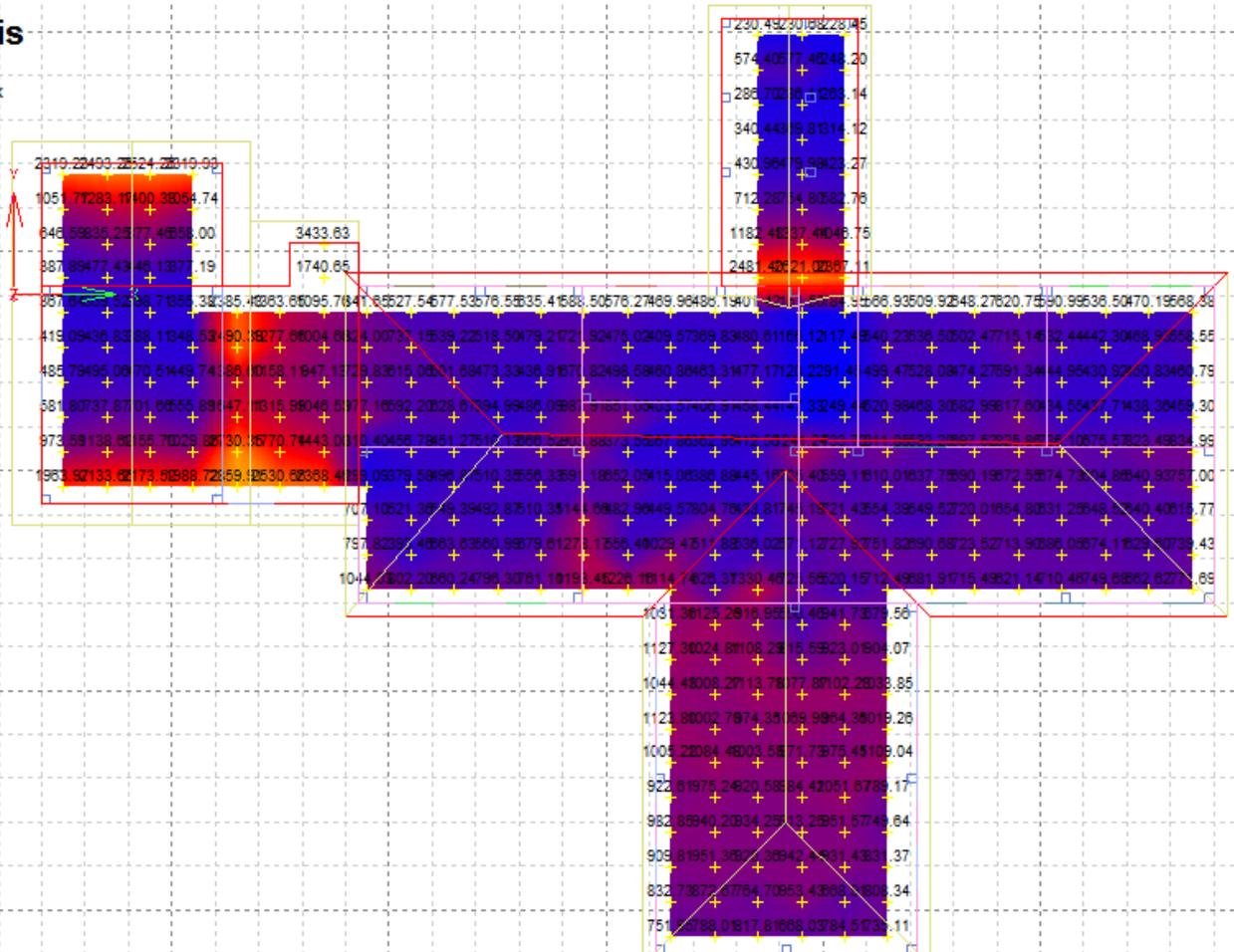
Daylight Analysis

Daylighting Levels

Contour Range: 90.0 - 3590.0 lux

In Steps of: 5.0 lux

© ECOTECT v6

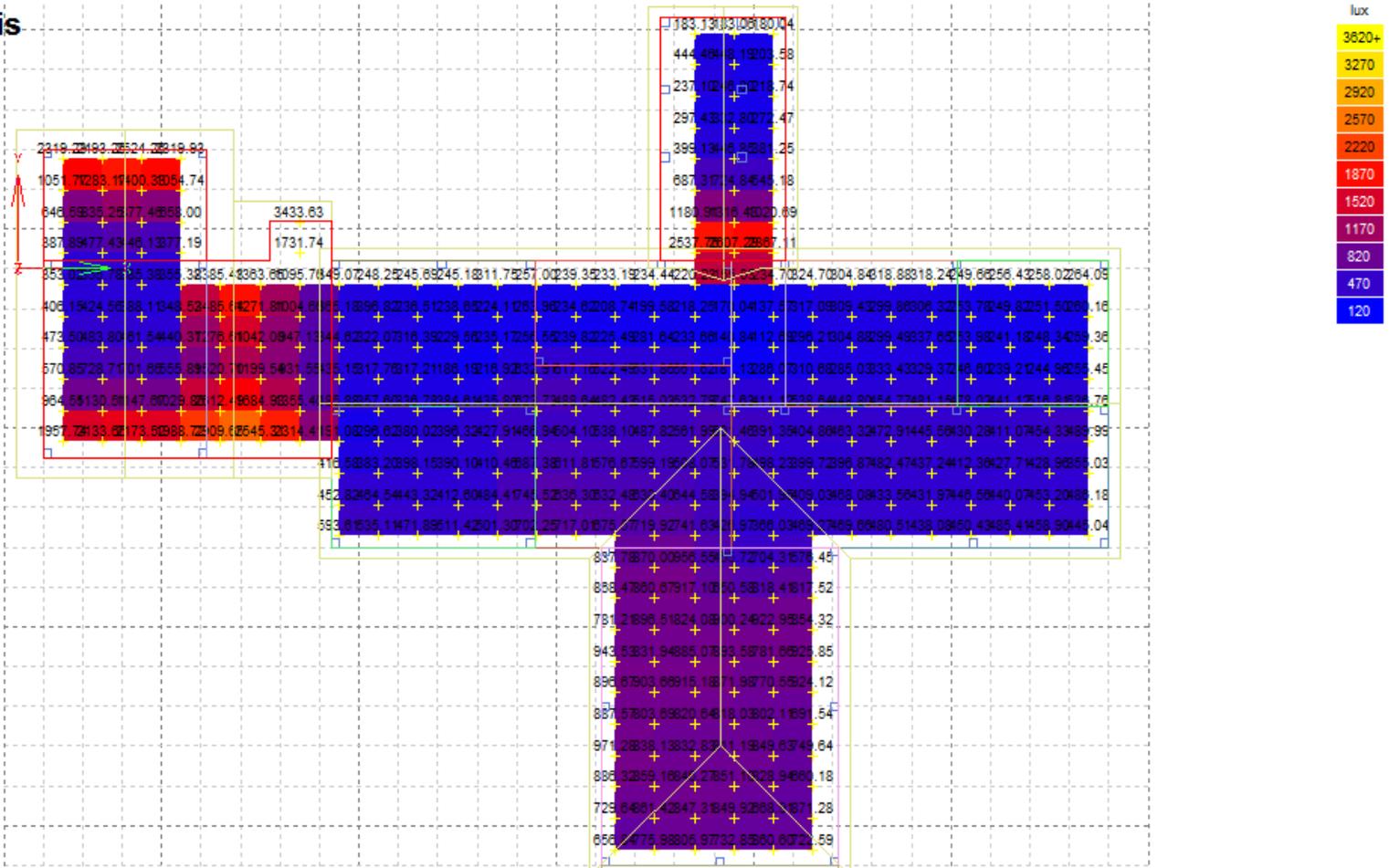


Average Value: 794.71 lux
 Visible Nodes: 324

- Iluminan Pengondisian 4 (Penambahan *rumbak tahansengan*)

Daylight Analysis

Daylighting Levels
Value Range: 120 - 3620 lux
© ECOTECH V5

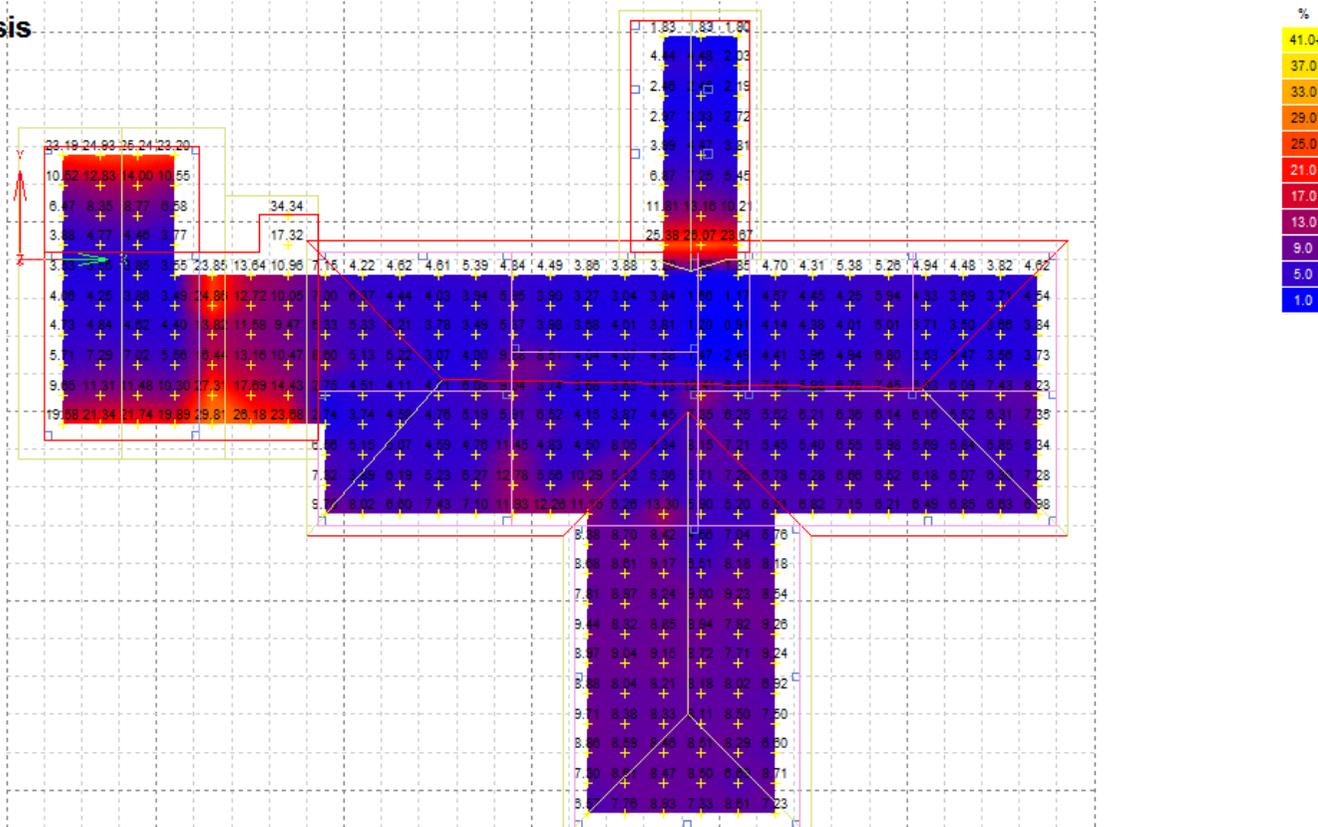


B. Isokontur *Daylight Factor* Pengondisian 1 (kondisi bukaan sesuai eksisting)

- *Daylight Factor* Pengondisian 1 (kondisi bukaan sesuai eksisting)

Daylight Analysis

Daylight Factor
 Contour Range: 1.00 - 41.00 %
 In Steps of: 0.10 %
 © ECOTECT V6



Average Value: 7.43 %
 Visible Nodes: 324

- Daylight Factor Pengondisian 2 (Penambahan ketinggian bukaan)

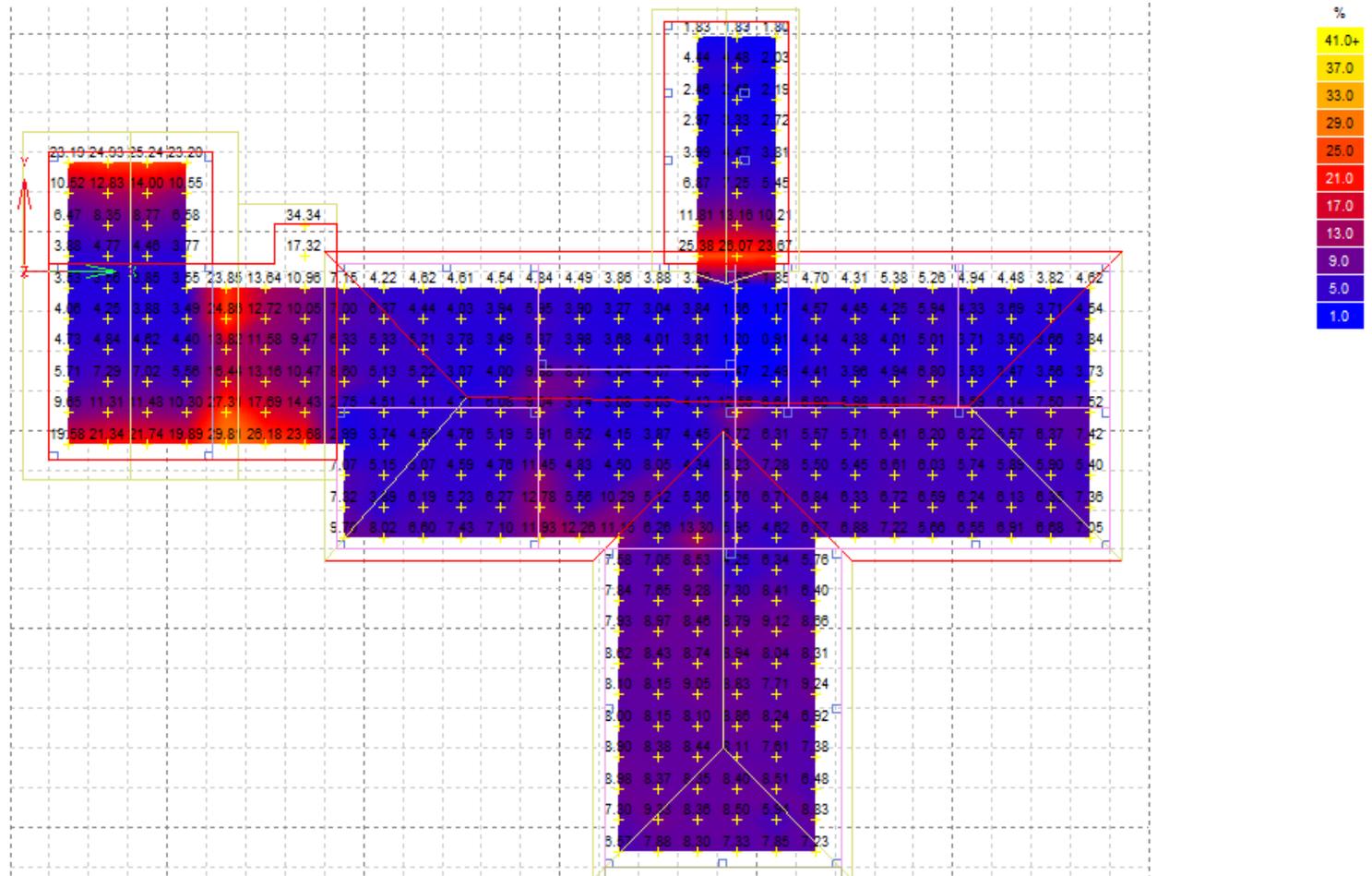
Daylight Analysis

Daylight Factor

Contour Range: 1.00 - 41.00 %

In Steps of: 0.10 %

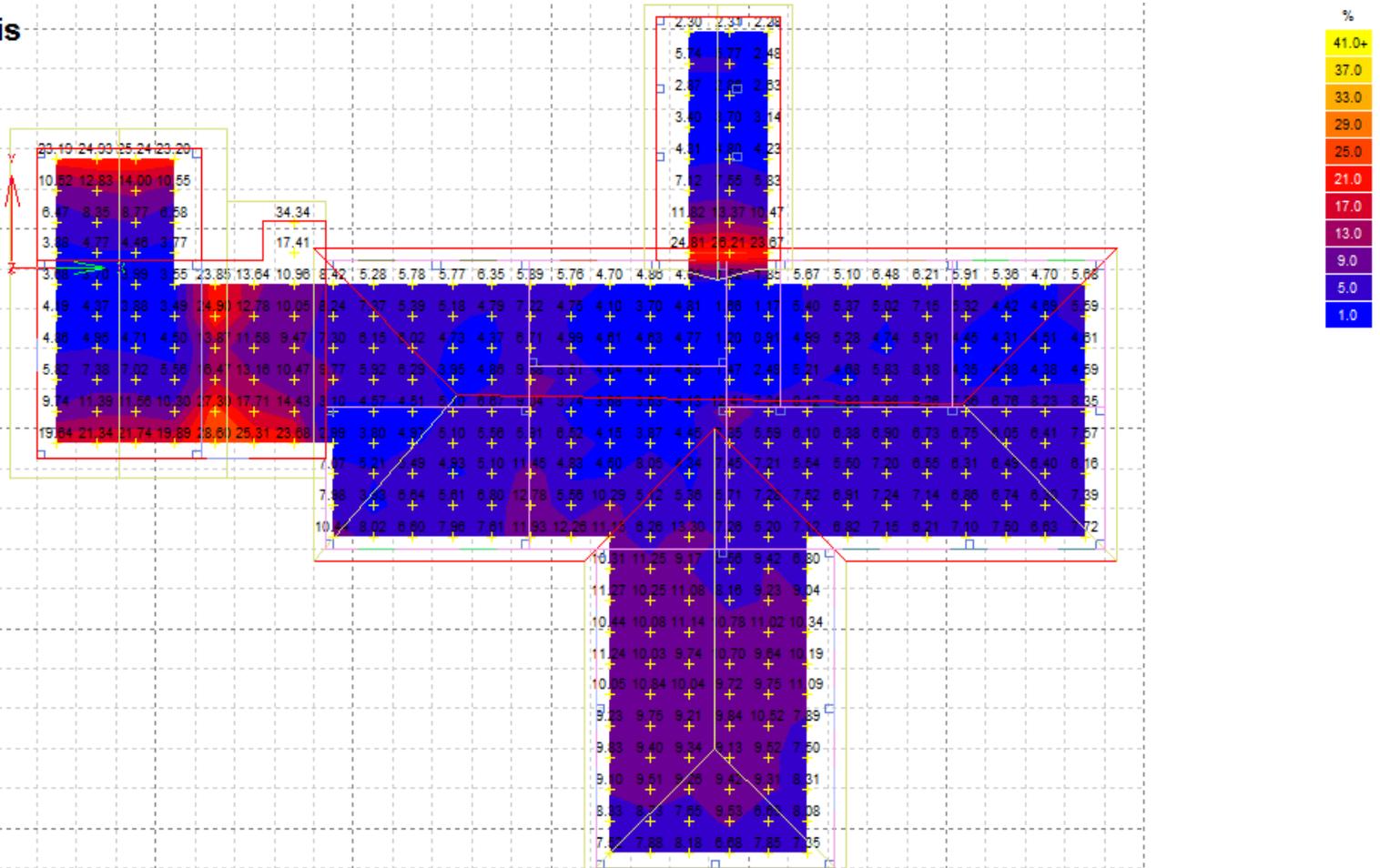
© ECOTECT v5



- Daylight Factor Pengondisian 3 (Penambahan luasan bukaan)

Daylight Analysis

Daylight Factor
 Contour Range: 1.0 - 41.0 %
 In Steps of: 4.0 %
 © ECOTECT v5



BIOGRAFI PENULIS



Penulis yang bernama lengkap Eka Susanti, lahir di Sidoarjo pada tanggal 22 September 1991. Merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Darma Wanita Gresik, SDN Kedunganyar 1 Gresik, SMPN 1 Wringinanom - Gresik, dan SMAN 3 Kota Mojokerto. Setelah lulus dari SMAN 3 Kota Mojokerto, penulis menempuh jenjang Sarjana di Jurusan Desain Produk Industri, program studi Desain Interior. Penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Magister

melalui program *fast track* di Jurusan Arsitektur dan mengambil konsentrasi pada alur Arsitektur Lingkungan.

Penulis mengambil Tesis dengan judul “Pengaruh Bukaan pada Selubung Bangunan Terhadap Kinerja Pencahayaan Alami pada Rumah Betang Di Kalimantan Tengah“ karena ketertarikan penulis pada bidang ilmu desain pencahayaan khususnya tentang pemanfaatan pencahayaan alami. Untuk berdiskusi dan bertukar pengetahuan tentang hal-hal yang berkaitan dengan judul Tesis tersebut dapat menghubungi penulis di eka.e.susan@gmail.com.