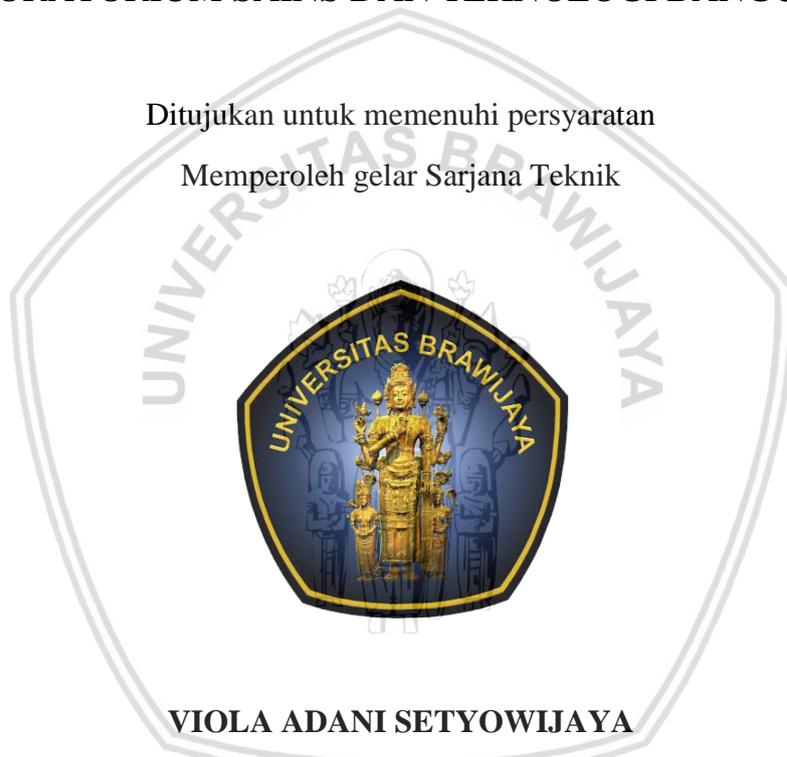


**BUKAAN PENCAHAYAAN ALAMI PADA RUANG TUNGGU
TERMINAL TIRTONADI KOTA SURAKARTA UNTUK
MENGURANGI PENGGUNAAN PENCAHAYAAN BUATAN**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR
LABORATORIUM SAINS DAN TEKNOLOGI BANGUNAN**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



VIOLA ADANI SETYOWIJAYA

NIM. 135060500111029

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2018

LEMBAR PENGESAHAN**BUKAAN PENCAHAYAAN ALAMI PADA RUANG TUNGGU
TERMINAL TIRTONADI KOTA SURAKARTA UNTUK
MENGURANGI PENGGUNAAN PENCAHAYAAN BUATAN****SKRIPSI****PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR
LABORATORIUM SAINS DAN TEKNOLOGI BANGUNAN**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

**VIOLA ADANI SETYOWIJAYA****135060500111029**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 28 Juni 2018

Mengetahui,
Ketua Program Studi Sarjana Aritektural

Dosen Pembimbing

Ir. Heru Sufianto, M.Arch.St., Ph.D.
NIP. 19650218 199002 1 001

Andika Citraningrum, ST., MT., MSc.
NIP. 201201 870425 2 001

DAFTAR ISI

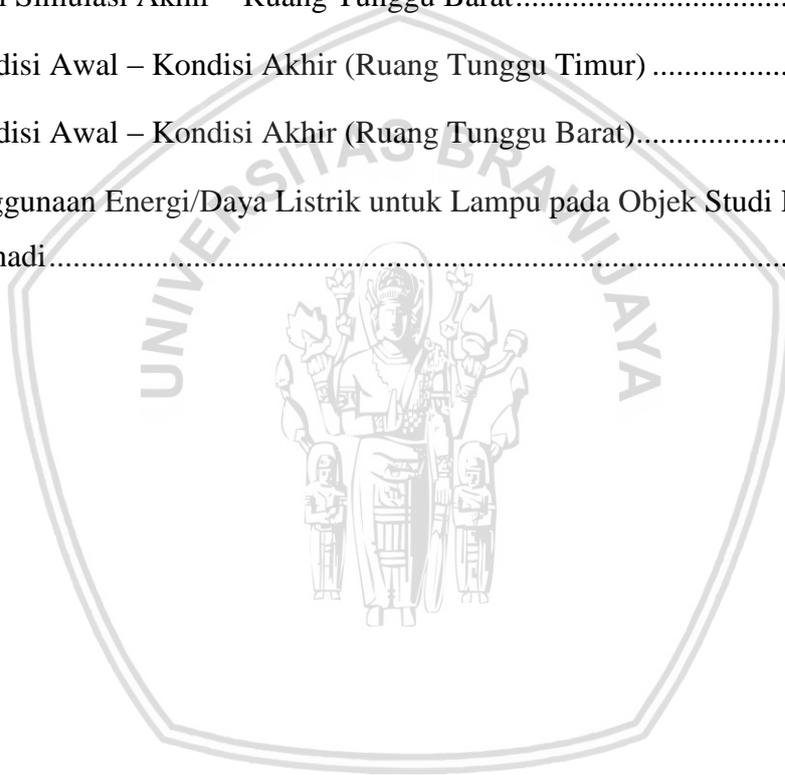
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I.....	21
PENDAHULUAN	21
1.1 Latar Belakang	21
1.2 Identifikasi Masalah.....	23
1.3 Rumusan Masalah.....	23
1.4 Batasan Masalah	23
1.5 Tujuan	23
1.6 Manfaat	23
1.7 Sistematika Penulisan	24
1.8 Kerangka Pemikiran	25
BAB II	26
KAJIAN PUSTAKA	26
2.1 Pencahayaan Alami.....	26
2.1.1 Definisi Pencahayaan Alami	26
2.1.2 Faktor Pencahayaan Alami Siang Hari	26
2.1.3 Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan	27
2.1.4 Pencahayaan Samping (<i>side lighting</i>)	29
2.1.5 Rasio Bukaan atau Jendela.....	32
2.1.6 Pencahayaan Atas (<i>top lighting</i>)	33
2.1.7 Silau dan Indeks Silau	34
2.1.8 Kemerataan Cahaya (<i>Uniformity</i>)	36

2.1.9 Pembayang (<i>Shading Device</i>)	36
2.2 Ruang Tunggu Terminal	36
2.2.1 Definisi Terminal	36
2.2.2 Ruang Tunggu	37
2.2.3 Ruang Tunggu Terminal	37
2.3 Arsitektur Hemat Energi	38
2.4 Tinjauan Penelitian Terdahulu	38
2.5 Kerangka Pustaka.....	39
BAB III.....	40
METODE	40
3.1 Objek Studi	40
3.2 Metode Deskriptif Kuantitatif.....	41
3.3 Instrumen Penelitian	41
3.3.1 Pengukuran dengan Lux Meter.....	42
3.3.2 Simulasi dengan software <i>DiaLux</i>	43
3.4 Langkah-langkah Penelitian	43
3.4.1 Pengumpulan Data	43
3.4.2 Analisa dan Pengolahan Data.....	44
3.5 Kerangka Metode.....	46
BAB IV.....	47
HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Kondisi Sekitar Ruang Tunggu Terminal Tirtonadi	47
4.1.1 Kondisi Sekitar Ruang Tunggu Timur.....	48
4.1.2 Kondisi Sekitar Ruang Tunggu Barat	50
4.2 Data Objek Ruangan yang Diteliti	52
4.2.1 Ruang Tunggu Timur.....	53
4.2.2 Ruang Tunggu Barat	55

4.2.3	Bukaan Pencahayaan Alami pada Objek Studi	58
4.2.4	Sudut Bayang Vertikal dan Horizontal pada Objek Studi.....	61
4.3	Hasil Observasi Lapangan	71
4.3.1	Hasil Pengukuran	72
4.3.2	Hasil Simulasi dengan Kondisi Sama pada Saat Pengukuran.....	85
4.4	Hasil Simulasi Objek Studi dengan Kondisi Tanpa Lampu (dengan software <i>DiaLux evo</i>)	98
4.4.1	Hasil Simulasi Ruang Tunggu Timur (10 April 2017) – kondisi lampu mati	98
4.4.2	Hasil Simulasi Ruang Tunggu Barat (11 April 2017) – kondisi lampu mati....	104
4.5	Hasil Simulasi Objek Studi dengan Kondisi Seluruh Lampu Menyala.....	113
4.5.1	Hasil Simulasi Ruang Tunggu Timur (10 April 2017) – kondisi seluruh lampu menyala	113
4.5.2	Hasil Simulasi Ruang Tunggu Barat (11 April 2017) – kondisi seluruh lampu menyala	119
4.6	Pengelompokan Hasil Temuan	128
4.7	Hasil Simulasi dengan Perubahan pada Variabel Bebas.....	135
4.7.1	Hasil Simulasi Ruang Tunggu Timur dengan Merubah Variabel Bebas	136
4.7.2	Hasil Simulasi Ruang Tunggu Barat dengan Merubah Variabel Bebas	153
4.8	Indeks Silau pada Hasil Akhir Simulasi	174
4.9	Kemerataan Cahaya (<i>Uniformity</i>) pada Hasil Akhir Simulasi.....	179
4.10	Perbandingan Hasil Simulasi setelah Perubahan Variabel Bebas.....	184
BAB V	194
KESIMPULAN DAN SARAN	194
5.1	Kesimpulan	194
5.2	Saran	194
DAFTAR PUSTAKA	195
LAMPIRAN	197

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu	38
Tabel 2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu	38
Tabel 4.1 Sudut Bayang Matahari	71
Tabel 4.2 Hasil Temuan – Ruang Tunggu Timur.....	129
Tabel 4.3 Hasil Temuan – Ruang Tunggu Barat.....	132
Tabel 4.4 Hasil Simulasi Akhir – Ruang Tunggu Timur	184
Tabel 4.5 Hasil Simulasi Akhir – Ruang Tunggu Barat.....	186
Tabel 4.6 Kondisi Awal – Kondisi Akhir (Ruang Tunggu Timur)	188
Tabel 4.7 Kondisi Awal – Kondisi Akhir (Ruang Tunggu Barat).....	190
Tabel 4.8 Penggunaan Energi/Daya Listrik untuk Lampu pada Objek Studi Ruang Tunggu Termnal Tirtonadi.....	193



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Komposisi jumlah kendaraan bermotor	21
Sumber: Statistik Transportasi Darat, 2014.....	21
Gambar 1.2 Tagihan listrik Terminal Tirtonadi naik 15 kali lipat	22
Sumber: https://www.suaramerdeka.com/	22
Gambar 1.3 Kerangka Pemikiran	25
Gambar 2.1 Komponen-komponen faktor pencahayaan alami siang hari.....	26
Gambar 2.2 Bentuk dasar bangunan.....	28
Sumber: Lechner, 2007.....	28
Gambar 2.3 Masuknya cahaya alami ke dalam bangunan.....	29
Sumber: https://i.pining.com/classic-architecture-green-architecture	29
Gambar 2.4 Jenis-jenis jendela.....	30
Sumber: https://seoproperti.com/	30
Gambar 2.5 Jangkauan cahaya pada bangunan berdasar orientasi	31
Sumber: Hootman, 2013.....	31
Gambar 2.6 Jangkauan cahaya pada bangunan berdasar ketinggian jendela	31
Sumber: Lawrence, 2013.....	31
Gambar 2.7 Rasio bukaan (jendela)	32
Sumber: Hausladen, 2006.....	32
Gambar 2.8 <i>Skylight</i> dekat dengan dinding	33
Sumber: Lechner, 2007.....	33
Gambar 2.9 <i>Skylight</i> pada tempat yang tinggi.....	34
Sumber: Lechner, 2007.....	34
Gambar 2.10 Tabel indeks kesilauan.....	35
Sumber: SNI 03-6575-2001	35
Gambar 2.11 Persamaan UGR.....	35
Gambar 2.12 Jenis-jenis shading device.....	36

Sumber: http://windows.lbl.gov/pub/designguide/default.htm	36
Gambar 2.13 Ruang tunggu terminal Tirtonadi.....	37
Sumber: https://kompasiana.com/	37
Gambar 2.11 Kerangka Pustaka	39
Gambar 3.1 Lokasi objek studi: Terminal Tirtonadi	40
Sumber: http://wikimapia.org/	40
Gambar 3.2 Ruang tunggu Terminal Tirtonadi	40
Gambar 3.3 Ruang tunggu Terminal Tirtonadi	40
Sumber: http://www.kompasiana.com/irsyamfaiz/terminal-tirtonadi-solo-dengan-nuansa-bandara/	40
Gambar 3.4 Layout Plan Terminal Tirtonadi	42
Sumber: Arsip Kantor Pengelola Terminal Tirtonadi	42
Gambar 3.5 Zonasi Terminal Tirtonadi.....	43
Sumber: Arsip Kantor Pengelola Terminal Tirtonadi	43
Gambar 3.6 Kerangka Metode	46
Gambar 4.1 Kondisi sekitar ruang tunggu Terminal Tirtonadi	47
Gambar 4.2 Posisi Ruang Tunggu Timur Terminal Tirtonadi	48
Gambar 4.3 Sisi Timur Ruang Tunggu Timur Terminal Tirtonadi.....	48
Gambar 4.4 Sisi Selatan Ruang Tunggu Timur Terminal Tirtonadi.....	49
Gambar 4.5a Kondisi Bangunan Sekitar Ruang Tunggu Timur Terminal Tirtonadi.....	49
Gambar 4.5b Kondisi Bangunan Sekitar Ruang Tunggu Timur Terminal Tirtonadi.....	49
Gambar 4.6 Posisi Ruang Tunggu Barat Terminal Tirtonadi.....	50
Gambar 4.7 Sisi Utara Tunggu Barat Terminal Tirtonadi.....	50
Gambar 4.8 Sisi Barat Tunggu Barat Terminal Tirtonadi.....	51
Gambar 4.9a Kondisi Bangunan Sekitar Ruang Tunggu Barat Terminal Tirtonadi	51
Gambar 4.9b Kondisi Bangunan Sekitar Ruang Tunggu Barat Terminal Tirtonadi.....	52
Gambar 4.10 Posisi Objek yang Diteliti (Ruang Tunggu)	52

Sumber: Arsip Kantor Pengelola Terminal Tirtonadi	52
Gambar 4.11 Denah Ruang Tunggu Timur	53
Gambar 4.12 Potongan Ruang Tunggu Timur	54
Gambar 4.13 Titik Lampu & Posisi Jendela pada Ruang Tunggu Timur	54
Gambar 4.14 Ruang Tunggu Timur (dokumentasi foto).....	55
Gambar 4.15 Denah Ruang Tunggu Barat	56
Gambar 4.16 Potongan Ruang Tunggu Barat.....	56
Gambar 4.17 Titik Lampu & Posisi Jendela pada Ruang Tunggu Barat	57
Gambar 4.18 Ruang Tunggu Barat (dokumentasi foto)	57
Gambar 4.19 Ilustrasi Jendela dan Ukurannya pada Objek Studi	58
Gambar 4.20 Jendela pada Objek Studi (dokumentasi foto).....	58
Gambar 4.21a Masuknya cahaya alami ke dalam ruang tunggu timur	59
Gambar 4.21b Masuknya cahaya alami ke dalam ruang tunggu timur	59
Gambar 4.22a Masuknya cahaya alami ke dalam ruang tunggu barat	60
Gambar 4.22b Masuknya cahaya alami ke dalam ruang tunggu barat	61
Gambar 4.23 Posisi matahari terhadap garis khatulistiwa.....	61
Gambar 4.24 SBV-SBH ruang tunggu timur (10 April)	62
Gambar 4.25a Sun path ruang tunggu timur 08.00 (10 April)	62
Gambar 4.25b Sun path ruang tunggu timur 10.00 (10 April)	62
Sumber: http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html	62
Gambar 4.25d Sun path ruang tunggu timur 14.00 (10 April)	63
Sumber: http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html	63
Gambar 4.25c Sun path ruang tunggu timur 12.00 (10 April)	63
Sumber: http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html	63
Gambar 4.26 SBV-SBH ruang tunggu barat (11 April)	63
Gambar 4.27a Sun path ruang tunggu barat 08.00 (11 April)	64
Sumber: http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html	64

Gambar 4.27b Sun path ruang tunggu barat 10.00 (11 April).....	64
Sumber: http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html	64
Gambar 4.27c Sun path ruang tunggu barat 12.00 (11 April).....	64
Sumber: http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html	64
Gambar 4.27d Sun path ruang tunggu barat 14.00 (11 April).....	65
Sumber: http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html	65
Gambar 4.28 SBV-SBH objek studi (21 Maret)	65
Gambar 4.29a Sun path pada objek studi 08.00 (21 Maret)	65
Sumber: http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html	65
Gambar 4.29b Sun path pada objek sudi 10.00 (21 Maret).....	66
Sumber: http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html	66
Gambar 4.29c Sun path pada objek sudi 12.00 (21 Maret)	66
Sumber: http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html	66
Gambar 4.29d Sun path pada objek sudi 14.00 (21 Maret).....	66
Sumber: http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html	66
Gambar 4.30 SBV-SBH objek studi (21 Juni)	67
Gambar 4.31a Sun path objek studi 08.00 (21 Juni)	67
Sumber: http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html	67
Gambar 4.31b Sun path objek studi 10.00 (21 Juni)	67
Sumber: http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html	67
Gambar 4.31c Sun path objek studi 12.00 (21 Juni)	68
Sumber: http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html	68
Gambar 4.31d Sun path objek studi 14.00 (21 Juni)	68
Sumber: http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html	68
Gambar 4.32 SBV-SBH objek studi (21 Desember).....	69
Gambar 4.33a Sun path objek studi 08.00 (21 Desember).....	69
Sumber: http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html	69

Gambar 4.33b Sun path objek studi 10.00 (21 Desember).....	69
Sumber: http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html	69
Gambar 4.33c Sun path objek studi 12.00 (21 Desember).....	70
Sumber: http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html	70
Gambar 4.33d Sun path objek studi 14.00 (21 Desember).....	70
Sumber: http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html	70
Gambar 4.34 Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Timur pukul 08.00	72
Gambar 4.35 Zonasi Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Timur pukul 08.00	73
Gambar 4.36 Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Timur pukul 10.00	73
Gambar 4.37 Zonasi Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Timur pukul 10.00	74
Gambar 4.38 Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Timur pukul 12.00	75
Gambar 4.39 Zonasi Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Timur pukul 12.00	75
Gambar 4.40 Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Timur pukul 14.00	76
Gambar 4.41 Zonasi Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Timur pukul 14.00	76
Gambar 4.42 Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Barat pukul 08.00.....	77
Gambar 4.43 Zonasi Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Barat pukul 08.00	78
Gambar 4.44 Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Barat pukul 10.00.....	79
Gambar 4.45 Zonasi Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Barat pukul 10.00	80
Gambar 4.46 Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Barat pukul 12.00.....	81
Gambar 4.47 Zonasi Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Barat pukul 12.00	82
Gambar 4.48 Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Barat pukul 14.00.....	83

Gambar 4.49 Zonasi Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Barat pukul 14.00	84
Gambar 4.50 Hasil Simulasi Ruang Tunggu Timur (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 08.00	85
Gambar 4.51 Zonasi Hasil Simulasi Ruang Tunggu Timur (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 08.00	85
Gambar 4.52 Hasil Simulasi Ruang Tunggu Timur (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 10.00	86
Gambar 4.53 Zonasi Hasil Simulasi Ruang Tunggu Timur (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 10.00	87
Gambar 4.54 Hasil Simulasi Ruang Tunggu Timur (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 12.00	88
Gambar 4.55 Zonasi Hasil Simulasi Ruang Tunggu Timur (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 12.00	88
Gambar 4.56 Hasil Simulasi Ruang Tunggu Timur (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 14.00	89
Gambar 4.57 Zonasi Hasil Simulasi Ruang Tunggu Timur (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 14.00	89
Gambar 4.58 Hasil Simulasi Ruang Tunggu Barat (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 08.00	90
Gambar 4.59 Zonasi Hasil Simulasi Ruang Tunggu Barat (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 08.00	91
Gambar 4.60 Hasil Simulasi Ruang Tunggu Barat (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 10.00	92
Gambar 4.61 Zonasi Hasil Simulasi Ruang Tunggu Barat (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 10.00	93
Gambar 4.62 Hasil Simulasi Ruang Tunggu Barat (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 12.00	94
Gambar 4.63 Zonasi Hasil Simulasi Ruang Tunggu Barat (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 12.00	95

Gambar 4.64 Hasil Simulasi Ruang Tunggu Barat (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 14.00	96
Gambar 4.65 Zonasi Hasil Simulasi Ruang Tunggu Barat (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 12.00	97
Gambar 4.66 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 08.00 (<i>average sky</i>).....	99
Gambar 4.67 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 08.00 (<i>average sky</i>).....	99
Gambar 4.68 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 10.00 (<i>average sky</i>).....	100
Gambar 4.69 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 10.00 (<i>average sky</i>).....	100
Gambar 4.70 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 12.00 (<i>average sky</i>).....	102
Gambar 4.71 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 12.00 (<i>average sky</i>).....	102
Gambar 4.72 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 14.00 (<i>average sky</i>).....	103
Gambar 4.73 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 14.00 (<i>average sky</i>).....	103
Gambar 4.74 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 08.00 (<i>average sky</i>).....	105
Gambar 4.75 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 08.00 (<i>average sky</i>).....	106
Gambar 4.76 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 10.00 (<i>average sky</i>).....	107
Gambar 4.77 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 10.00 (<i>average sky</i>).....	108
Gambar 4.78 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 12.00 (<i>average sky</i>).....	109

Gambar 4.79 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 12.00 (<i>average sky</i>).....	110
Gambar 4.80 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 14.00 (<i>average sky</i>).....	111
Gambar 4.81 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 14.00 (<i>average sky</i>).....	112
Gambar 4.82 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 08.00 (<i>average sky</i>).....	113
Gambar 4.83 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 08.00 (<i>average sky</i>).....	114
Gambar 4.84 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 10.00 (<i>average sky</i>).....	115
Gambar 4.85 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 10.00 (<i>average sky</i>).....	116
Gambar 4.86 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 12.00 (<i>average sky</i>).....	117
Gambar 4.87 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 12.00 (<i>average sky</i>).....	117
Gambar 4.88 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 14.00 (<i>average sky</i>).....	118
Gambar 4.89 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 14.00 (<i>average sky</i>).....	119
Gambar 4.90 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 08.00 (<i>average sky</i>).....	120
Gambar 4.91 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 08.00 (<i>average sky</i>).....	121
Gambar 4.92 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 10.00 (<i>average sky</i>).....	122
Gambar 4.93 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 10.00 (<i>average sky</i>).....	123

Gambar 4.94 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 12.00 (<i>average sky</i>).....	124
Gambar 4.95 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 12.00 (<i>average sky</i>).....	125
Gambar 4.96 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 14.00 (<i>average sky</i>).....	126
Gambar 4.97 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 14.00 (<i>average sky</i>).....	127
Gambar 4.98 Posisi Bukaannya Pencahayaan (tambahan) berupa 4 jendela pada sisi timur .	136
Gambar 4.99 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 08.00 (<i>average sky</i>).....	137
Gambar 4.100 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 08.00 (<i>average sky</i>).....	137
Gambar 4.101 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 10.00 (<i>average sky</i>).....	138
Gambar 4.102 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 10.00 (<i>average sky</i>).....	139
Gambar 4.103 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 12.00 (<i>average sky</i>).....	140
Gambar 4.104 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 12.00 (<i>average sky</i>).....	140
Gambar 4.105 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 14.00 (<i>average sky</i>).....	141
Gambar 4.106 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 14.00 (<i>average sky</i>).....	142
Gambar 4.107 Posisi Bukaannya Pencahayaan (tambahan) berupa 4 jendela pada sisi timur & bukaan pencahayaan atas.....	142
Gambar 4.108 Ilustrasi masuknya cahaya melalui pencahayaan atas (ruang tunggu timur)	143

Gambar 4.109 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 08.00 (<i>average sky</i>).....	144
Gambar 4.110 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 08.00 (<i>average sky</i>).....	145
Gambar 4.111 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 10.00 (<i>average sky</i>).....	145
Gambar 4.112 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 10.00 (<i>average sky</i>).....	146
Gambar 4.113 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 12.00 (<i>average sky</i>).....	147
Gambar 4.114 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 12.00 (<i>average sky</i>).....	147
Gambar 4.115 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 14.00 (<i>average sky</i>).....	148
Gambar 4.116 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 14.00 (<i>average sky</i>).....	149
Gambar 4.117 Denah Ruang Tunggu Timur (Hasil Akhir).....	151
Gambar 4.118 Potongan Ruang Tunggu Timur (Hasil Akhir).....	151
Gambar 4.119 Bukaan Pencahayaan Atas pada Ruang Tunggu Timur	152
Gambar 4.120 Posisi Bukaan Pencahayaan (tambahan) berupa 5 jendela pada sisi utara	153
Gambar 4.121 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 08.00 (<i>average sky</i>).....	154
Gambar 4.122 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 08.00 (<i>average sky</i>).....	155
Gambar 4.123 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 10.00 (<i>average sky</i>).....	156
Gambar 4.124 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 10.00 (<i>average sky</i>).....	157
Gambar 4.125 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 12.00 (<i>average sky</i>).....	158

Gambar 4.126 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 12.00 (<i>average sky</i>).....	159
Gambar 4.127 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 14.00 (<i>average sky</i>).....	160
Gambar 4.128 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 14.00 (<i>average sky</i>).....	161
Gambar 4.129 Posisi Bukaan Pencahayaan (tambahan) berupa 5 jendela pada sisi utara & bukaan pencahayaan atas.....	161
Gambar 4.130 Ilustrasi masuknya cahaya melalui pencahayaan atas (ruang tunggu barat)	162
Gambar 4.131 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 08.00 (<i>average sky</i>).....	163
Gambar 4.132 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 08.00 (<i>average sky</i>).....	164
Gambar 4.133 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 10.00 (<i>average sky</i>).....	165
Gambar 4.134 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 10.00 (<i>average sky</i>).....	166
Gambar 4.135 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 12.00 (<i>average sky</i>).....	167
Gambar 4.136 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 12.00 (<i>average sky</i>).....	168
Gambar 4.137 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 14.00 (<i>average sky</i>).....	169
Gambar 4.138 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 14.00 (<i>average sky</i>).....	170
Gambar 4.139 Denah Ruang Tunggu Barat (Hasil Akhir).....	172
Gambar 4.140 Potongan Ruang Tunggu Barat (Hasil Akhir)	172
Gambar 4.141 Bukaan Pencahayaan Atas pada Ruang Tunggu Barat.....	173

Gambar 4.142 Hasil Simulasi Indeks Silau Ruang Tunggu Timur dengan DiaLux (pukul 08.00).....	174
Gambar 4.143 Hasil Simulasi Indeks Silau Ruang Tunggu Timur dengan DiaLux (pukul 10.00).....	175
Gambar 4.144 Hasil Simulasi Indeks Silau Ruang Tunggu Timur dengan DiaLux (pukul 12.00).....	175
Gambar 4.145 Hasil Simulasi Indeks Silau Ruang Tunggu Timur dengan DiaLux (pukul 14.00).....	176
Gambar 4.146 Hasil Simulasi Indeks Silau Ruang Tunggu Barat dengan DiaLux (pukul 08.00).....	177
Gambar 4.147 Hasil Simulasi Indeks Silau Ruang Tunggu Barat dengan DiaLux (pukul 10.00).....	177
Gambar 4.148 Hasil Simulasi Indeks Silau Ruang Tunggu Barat dengan DiaLux (pukul 12.00).....	178
Gambar 4.149 Hasil Simulasi Indeks Silau Ruang Tunggu Barat dengan DiaLux (pukul 14.00).....	178
Gambar 4.150 Hasil Simulasi <i>Uniformity</i> Ruang Tunggu Timur dengan DiaLux (pukul 08.00).....	179
Gambar 4.151 Hasil Simulasi <i>Uniformity</i> Ruang Tunggu Timur dengan DiaLux (pukul 10.00).....	180
Gambar 4.152 Hasil Simulasi <i>Uniformity</i> Ruang Tunggu Timur dengan DiaLux (pukul 12.00).....	180
Gambar 4.153 Hasil Simulasi <i>Uniformity</i> Ruang Tunggu Timur dengan DiaLux (pukul 14.00).....	181
Gambar 4.154 Hasil Simulasi <i>Uniformity</i> Ruang Tunggu Barat dengan DiaLux (pukul 08.00).....	181
Gambar 4.155 Hasil Simulasi <i>Uniformity</i> Ruang Tunggu Barat dengan DiaLux (pukul 10.00).....	182
Gambar 4.156 Hasil Simulasi <i>Uniformity</i> Ruang Tunggu Barat dengan DiaLux (pukul 12.00).....	182

Gambar 4.157 Hasil Simulasi *Uniformity* Ruang Tunggu Barat dengan DiaLux (pukul 14.00)..... 183



DAFTAR LAMPIRAN

Gambar Denah dan Potongan.....	198
Lain-lain.....	199



RINGKASAN

Viola Adani Setyowijaya, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juli 2018, *Bukaan Pencahayaan Alami pada Ruang Tunggu Terminal Tirtonadi Kota Surakarta untuk Mengurangi Penggunaan Pencahayaan Buatan*, Dosen Pembimbing: Andika Citraningrum, ST., MT., MSc.

Terminal Tirtonadi merupakan salah satu terminal bus percontohan yang sudah melakukan peningkatan kualitas fasilitas terminal. Peningkatan fasilitas tersebut menyebabkan meningkatnya penggunaan energi listrik akibat penggunaan pendingin ruangan dan pencahayaan buatan. Penelitian ini diharapkan dapat menyumbang ide untuk mengurangi penggunaan pencahayaan buatan melalui desain pasif pencahayaan alami pada bangunan Terminal Tirtonadi. Pengolahan data dilakukan dengan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan eksperimental menggunakan simulasi dengan DiaLux. Hasil dari penelitian berupa rekomendasi bukaan pencahayaan alami yang optimal pada ruang tunggu Terminal Tirtonadi meliputi jenis bukaan, penempatan, dan luasan bukaan. Pada masing-masing ruang tunggu dilakukan dua alternatif rekomendasi bukaan yaitu yang pertama adalah memaksimalkan bukaan pencahayaan samping pada bagian ruangan yang memungkinkan adanya penambahan pencahayaan samping. Sedangkan yang kedua adalah penambahan bukaan pencahayaan atas berupa *sky light* dikarenakan orientasi bangunan yang tidak memungkinkan untuk memperoleh pencahayaan optimal apabila hanya melalui pencahayaan samping. Hasil simulasi ditunjukkan dengan kontur cahaya dengan rentang 0-50 lux, 51-100 lux, 101-150 lux, 151-200 lux, 201-400 lux, dan ≥ 400 lux. Hasil simulasi yang digunakan sebagai hasil akhir untuk rekomendasi desain pencahayaan alami pada ruang tunggu Terminal Tirtonadi dapat menghemat penggunaan pencahayaan buatan sekitar 30% setiap harinya.

Kata Kunci: pencahayaan alami, ruang tunggu, terminal bus, penggunaan energi

SUMMARY

Viola Adani Setyowijaya, Department of Architecture, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, July 2018, Natural Lighting in Waiting Room of Tirtonadi Bus Station in Surakarta for Reducing The Artificial Lighting, Preceptor Lecturer: Andika Citraningrum, ST., MT., MSc

Tirtonadi Bus Station is one of sequential bus station that has been upgrading the quality of its facilities. Facility upgrading caused the increasing of energy using from air conditioners and artificial lightings. This research is expected to contribute the idea to reduce the use of artificial lighting through passive design of natural lighting in Tirtonadi Bus Station. Data processing is done by quantitative descriptive method with experimental approach using simulation with DiaLux. The results of research are design recommendations of optimal natural lighting in waiting rooms of Tirtonadi Bus Station include type, placing, and area of openings. In each waiting room, two alternative openings are recommended, the first is to maximize the side lighting openings on the part of the room that allows the addition of side lighting. While the second is the addition of top lighting in the form of sky light due to building orientation that doesn't allow to obtain optimal natural lighting through side lighting only. The simulation results are shown with light contours with a range of 0-50 lux, 51-100 lux, 101-150 lux, 151-200 lux, 201-400 lux, and ≥ 400 lux. The simulation result used as final result for natural lighting design recommendation in waiting rooms of Tirtonadi Bus Station can save the use of artificial lighting about 30% each day.

Keywords: natural lighting, waiting room, bus station, energy using

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas petunjuk, rahmat, dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyusun Skripsi ini dengan baik. Skripsi ini terdiri dari Pendahuluan yaitu berupa latar belakang masalah dan rumusan masalah yang akan dibahas, Kajian Pustaka berupa teori dan pustaka yang digunakan sebagai acuan dalam menyusun Skripsi, Metode yaitu berupa cara atau langkah-langkah Penulis dalam melakukan penelitian, Hasil dan Pembahasan berupa pemaparan hasil yang diperoleh dari data yang telah diolah oleh Penulis, serta Kesimpulan dan Saran dari keseluruhan hasil penelitian.

Dengan ini saya menyadari bahwa laporan Skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini tak lupa saya mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, antara lain:

1. Ibu Andika Citraningrum ST., MT., MSc selaku dosen pembimbing Skripsi saya,
2. Bapak Agung Murti Nugroho, ST., MT., PhD dan Ibu Wasiska Iyati ST., MT selaku dosen penguji Skripsi yang telah memberikan saran dan masukan,
3. Dosen-dosen Jurusan Arsitektur di Universitas Brawijaya yang telah banyak memberikan ilmu selama menempuh perkuliahan,
4. Segenap staf dan karyawan pengelola UPTD Terminal Tirtonadi yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian, memberi informasi, dan membantu kelancaran dalam proses penelitian,
5. Segenap staf dan karyawan Jurusan Arsitektur Universitas Brawijaya yang telah membantu dalam berbagai hal,
6. Serta teman-teman Jurusan Arsitektur dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Skripsi ini.

Saya menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat saya harapkan demi kesempurnaan Skripsi ini. Akhir kata, saya mohon maaf apabila dalam penyusunan Skripsi ini terdapat banyak kesalahan. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Malang, Juli 2018

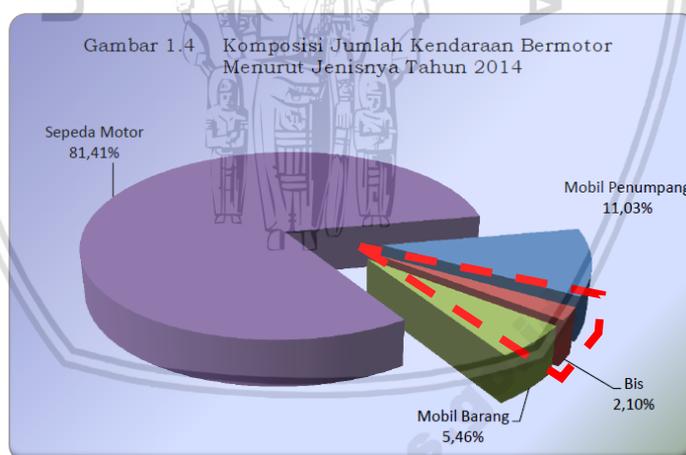
Penulis

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya kegiatan bepergian manusia menyebabkan peningkatan jumlah kendaraan. Menurut data BPS (Badan Pusat Statistik) pada tahun 2014, jumlah kendaraan bermotor jenis bus adalah 2,1% dari jumlah semua jenis kendaraan bermotor. Meskipun paling sedikit jumlahnya, namun cukup diperhitungkan karena karakteristik dari jenis kendaraan tersebut yang memiliki kapasitas penumpang cukup besar sehingga jumlah kendaraan yang digunakan relatif lebih sedikit (Statistik Transportasi Darat, 2014). Data tersebut menunjukkan bahwa sarana-prasarana transportasi darat seperti bus kini memerlukan perhatian yang lebih, bahkan beberapa daerah telah memperbaiki sistem kerja dan kualitas fasilitas terminal angkutan darat mereka, salah satunya adalah kota Surakarta yang cukup memperhatikan dan melakukan pembenahan yang cukup signifikan pada fasilitas Terminal Tortonadi.



Gambar 1.1 Komposisi jumlah kendaraan bermotor

Sumber: Statistik Transportasi Darat, 2014

Terminal Tirtonadi yang berada di Kota Surakarta ini merupakan salah satu terminal bus yang dijadikan percontohan di Indonesia karena berhasil mengubah kesan kumuh, kotor, dan rawan kejahatan pada terminal menjadi terminal yang bersih, nyaman, dan aman. Terminal ini pertama kali beroperasi pada 14 Juli 1976 hingga sekarang telah mengalami perluasan sebanyak tiga kali yaitu pada tahun 1988 berupa pembuatan jalur penurunan penumpang, tahun 1991 berupa pembangunan jalur keberangkatan, dan

rencana perluasan yang ketiga pada tahun 2009 yang sudah terealisasi hingga sekarang. Terminal yang dulunya disebut sebagai “kandang copet” ini kini sudah dilengkapi dengan sistem keamanan yang baik dan fasilitas yang memudahkan penumpang melakukan kegiatan didalamnya.

Perbaikan yang dilakukan pada terminal ini tentunya berupa peningkatan kualitas fasilitas di dalamnya seperti ruang tunggu yang dulunya panas sekarang sudah nyaman karena dipasang pendingin ruangan (AC) dan juga pencahayaan buatan (lampu) yang cukup banyak sehingga pada malam hari pun pengguna terminal dapat beraktivitas dengan baik mengingat terminal ini beroperasi 24 jam *non-stop*.

Namun peningkatan kualitas fasilitas dengan penggunaan AC dan lampu selama 24 jam ini menyebabkan penggunaan dan pengeluaran biaya untuk listrik yang disuplai oleh PLN ini meningkat hingga lima belas kali lipat yang dulunya hanya sekitar lima juta rupiah kini menjadi kurang lebih seartus lima puluh juta rupiah setiap bulannya.

Retribusi yang dipungut pada terminal ini tentunya tidak dapat memenuhi dengan baik biaya tersebut. Pemerintah melalui Dinas Perhubungan setempat mengeluarkan pernyataan bahwa jika hal ini terus berlanjut pemerintah tidak bisa mengatasi dengan baik sehingga perlu dilakukannya tinjauan ulang untuk mendapatkan energi alternatif yang memasok listrik di terminal tersebut agar tidak terjadi penurunan kualitas fasilitas di dalamnya, salah satu ide yang dicanangkan oleh pemerintah adalah pemasangan panel surya seluas 80m² yang kemungkinan dapat menyuplai listrik hingga 60%.

Dalam penelitian ini, penulis akan menyumbangkan ide untuk mengurangi tingkat konsumsi energi listrik bangunan dengan meneliti seberapa besar peran bukaan pencahayaan alami pada ruang tunggu Terminal Tirtonadi. Bukaan pencahayaan alami tersebut akan dihitung dapat memasukkan cahaya alami siang hari seberapa besar ke



Gambar 1.2 Tagihan listrik Terminal Tirtonadi naik 15 kali lipat

Sumber: <https://www.suaramerdeka.com/>

dalam ruangan, kemudian akan direkomendasikan desain bukaan pencahayaan alami yang efektif untuk mengurangi konsumsi energi listrik dalam bangunan.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Ruang tunggu Terminal Tirtonadi yang gelap saat siang hari sehingga harus menggunakan lampu (pencahayaan buatan)
2. Peningkatan konsumsi energi listrik pada bangunan Terminal Tirtonadi setelah dilakukan peningkatan kualitas fasilitas bangunan.

1.3 Rumusan Masalah

Bagaimana menurunkan tingkat penggunaan energi listrik pada ruang tunggu bangunan Terminal Tirtonadi melalui desain pasif bukaan pencahayaan alami?

1.4 Batasan Masalah

1. Objek yang diteliti adalah ruang tunggu Terminal Tirtonadi di kota Surakarta
2. Elemen yang diteliti adalah bukaan pencahayaan alami pada ruang tunggu Terminal Tirtonadi di kota Surakarta
3. Upaya penghematan energi listrik (mengurangi penggunaan pencahayaan buatan) melalui desain bukaan pencahayaan alami pada ruang tunggu Terminal Tirtonadi

1.5 Tujuan

Mengetahui jenis dan luasan bukaan pencahayaan yang tepat pada ruang tunggu Terminal Tirtonadi yang dapat memasukkan cahaya alami siang hari ke dalam bangunan secara optimal sehingga dapat mengurangi konsumsi energi listrik untuk pencahayaan buatan pada siang hari.

1.6 Manfaat

Manfaat dilakukannya penelitian mengenai bukaan pencahayaan alami pada ruang tunggu Terminal Tirtonadi adalah peneliti mampu menghitung intensitas cahaya alami

siang hari yang masuk ke dalam bangunan melalui bukaan pencahayaan yang sudah ada dan melakukan pengkajian tentang bukaan tersebut sehingga dapat mengusulkan alternatif desain bukaan pencahayaan alami yang sesuai untuk dapat berpartisipasi mengurangi tingkat konsumsi energi listrik pada pencahayaan buatan pada bangunan.

1.7 Sistematika Penulisan

Bab I Pendahuluan, berisi latar belakang dan isu yang diangkat, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan, manfaat, sistematika penulisan, dan kerangka pemikiran.

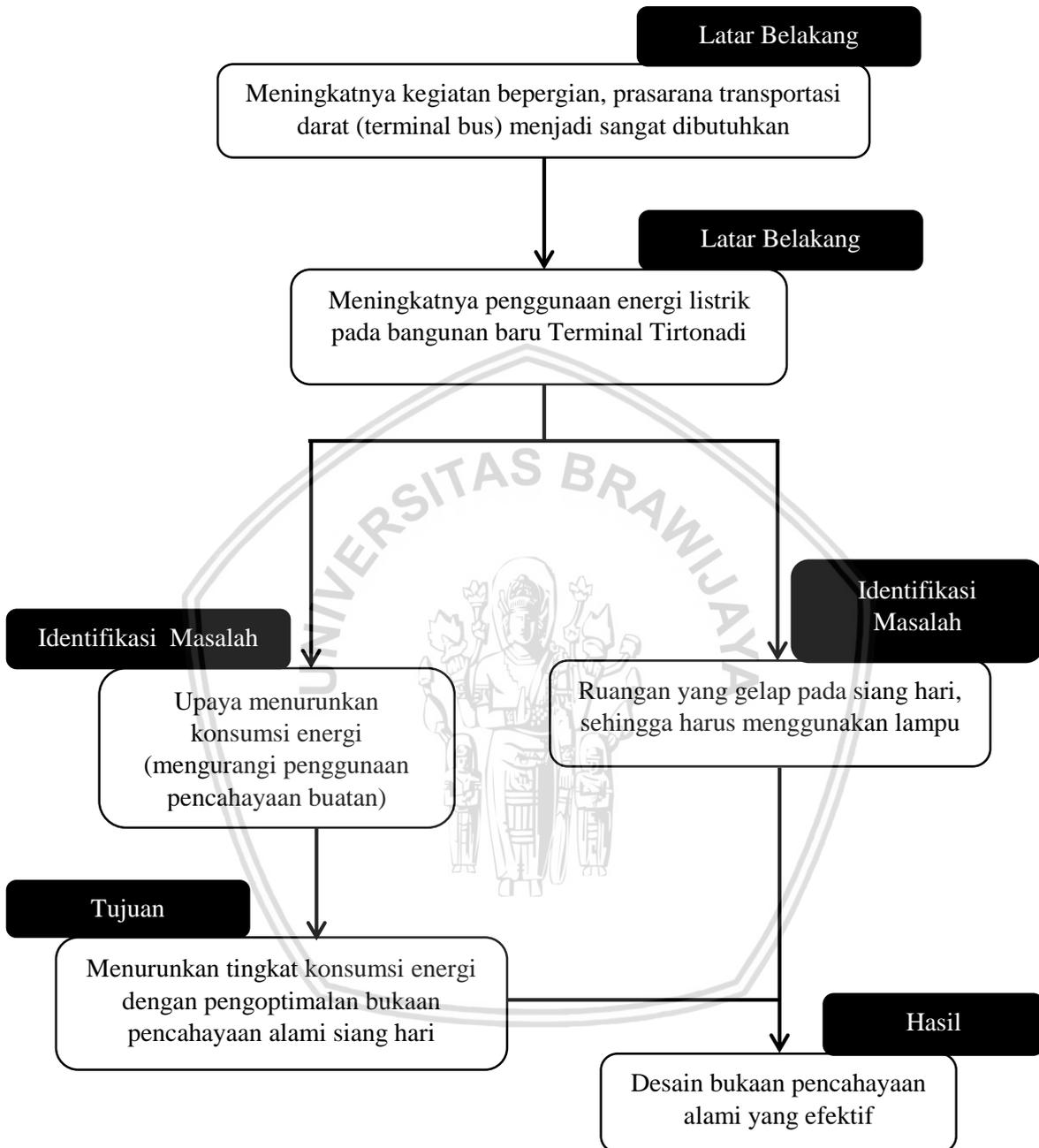
Bab II Kajian Pustaka, berisi teori-teori dari pustaka berupa buku, jurnal, internet maupun yang lainnya yang berguna sebagai acuan dalam melakukan penelitian.

Bab III Metode, berisi metode penelitian yang digunakan oleh peneliti, langkah-langkah melakukan penelitian mulai dari memperoleh data, mengolah data, hingga mendapat hasil dan menarik kesimpulan.

Bab IV Hasil dan Pembahasan, berisi hasil dari penelitian yaitu hasil dari observasi lapangan dan pengolahan data dari observasi yang telah dilakukan sebelumnya. Pada bab ini peneliti akan menjelaskan hasil temuannya yang berhubungan dengan fokus dan tujuan penelitian.

Bab V Kesimpulan dan Saran, berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk penelitian selanjutnya.

1.8 Kerangka Pemikiran



Gambar 1.3 Kerangka Pemikiran

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pencahayaan Alami

2.1.1 Definisi Pencahayaan Alami

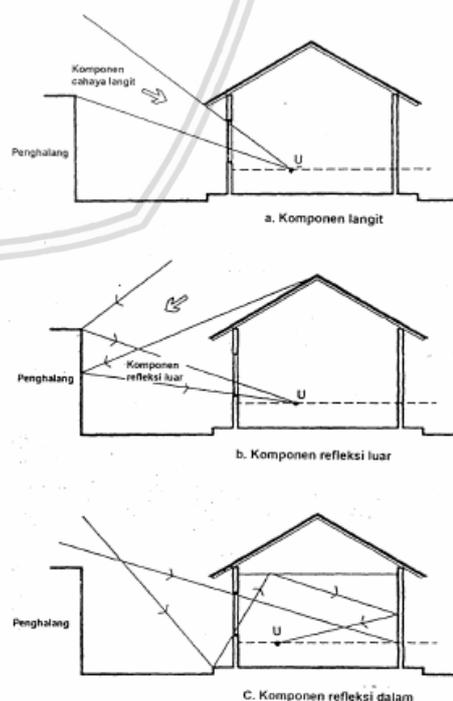
Cahaya merupakan bagian dari spektrum elektromagnetik yang sensitif bagi penglihatan mata manusia. Cahaya yang kasat mata memiliki panjang gelombang yang berkisar antara 380-750 nm. Cahaya matahari yang masuk ke dalam bangunan dibedakan menjadi tiga (Szokolay et al, 2001), yaitu:

1. Cahaya matahari langsung
2. Cahaya difus dari terang langit
3. Cahaya difus dari pantulan tanah atau bangunan

2.1.2 Faktor Pencahayaan Alami Siang Hari

Merupakan perbandingan tingkat pencahayaan pada suatu titik dari suatu bidang tertentu di dalam suatu ruangan terhadap tingkat pencahayaan bidang datar di lapangan terbuka yang merupakan ukuran kinerja lubang cahaya ruangan tersebut. Komponen-komponen faktor pencahayaan alami siang hari meliputi:

1. Komponen langit (faktor langit-fl) yakni komponen pencahayaan langsung dari cahaya langit
2. Komponen refleksi luar (faktor refleksi luar-frl) yakni komponen yang berasal dari refleksi benda-benda yang berada di sekitar bangunan yang bersangkutan
3. Komponen refleksi dalam (faktor refleksi dalam-frd) yakni komponen pencahayaan yang berasal dari refleksi permukaan-permukaan dalam ruangan.



Gambar 2.1 Komponen-komponen faktor pencahayaan alami siang hari
Sumber: SNI 03-2396-2001

(SNI 03-2396-2001, Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung)

2.1.3 Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan

Cahaya alami dapat didistribusikan ke dalam bangunan melalui beberapa cara yaitu melalui bukaan di samping (*side lighting*), bukaan di atas (*top lighting*), atau mengkombinasikan keduanya. Penggunaan *side lighting*, *top lighting*, atau keduanya tergantung pada pertimbangan-pertimbangan seperti tipe bangunan, ketinggian bangunan, rasio bangunan dan tata massa, serta keberadaan bangunan lain di sekitar bangunan (Kroelinger, 2005).

Penerapan sistem pencahayaan alami pada bangunan dipengaruhi oleh beberapa aspek strategi dasar pencahayaan alami, antara lain (Lechner, 2007):

1. Orientasi

Orientasi ke arah selatan merupakan yang terbaik dalam pencahayaan alami karena sisi selatan bangunan biasanya mendapatkan sinar matahari paling konsisten sepanjang hari dan tahun. Orientasi terbaik kedua adalah sisi utara bangunan karena cahaya pada sisi ini konstan. Sedangkan orientasi terburuk adalah barat dan timur, alasannya tidak hanya karena kedua sisi ini menerima sinar matahari hanya setengah setiap harinya, tetapi juga karena matahari di timur dan barat berada sampai posisi rendah di langit sehingga menimbulkan masalah silau dan bayangan.

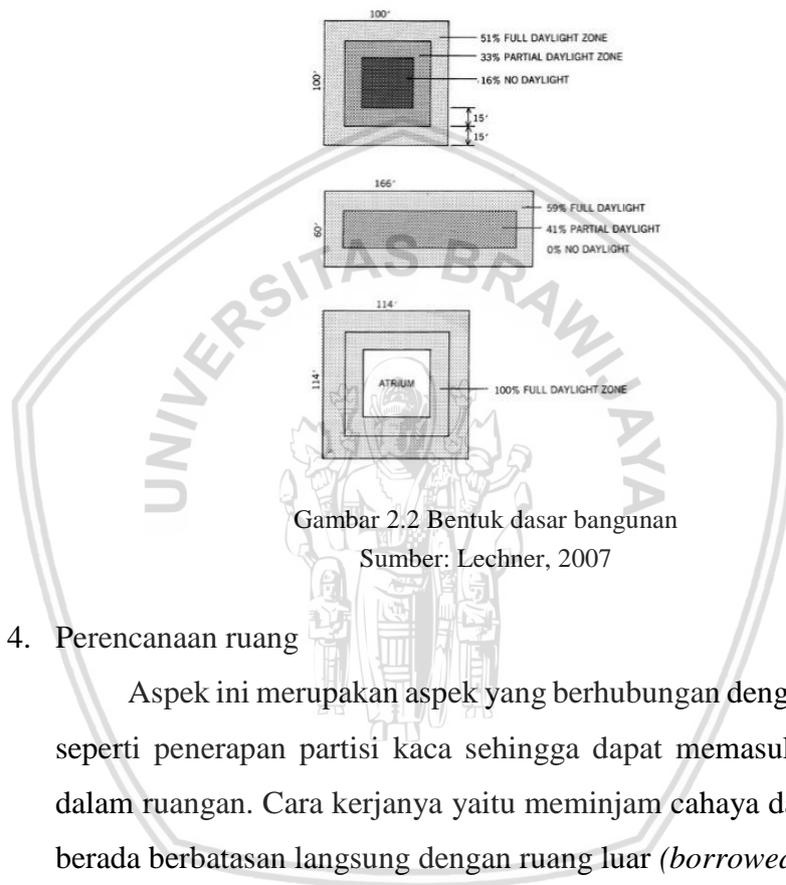
2. Pencahayaan Melalui Atap

Bukaan pada atap dapat berupa bukaan horizontal maupun vertikal. Bukaan horizontal menerima lebih banyak cahaya daripada bukaan vertikal, akan tetapi membuat pembayangan pada bukaan horizontal merupakan hal yang sulit, untuk alasan itulah bangunan sering disarankan untuk menggunakan bukaan vertikal pada atap dalam bentuk jendela *clerestory*, monitor, atau pengauran seperti gigi gergaji.

3. Bentuk

Dengan luasan yang sama, bentuk bangunan dapat diupamakan dibagi menjadi dua bentuk dasar yaitu persegi dan persegi panjang. Pada denah dengan bentuk persegi, 16% dari luasannya sama sekali tidak

mendapatkan cahaya alami, 33% mendapatkan sebagian, dan sisanya lah yang mendapatkan cahaya alami secara maksimal yaitu 51% dari luas lantai. Sedangkan denah dengan bentuk persegi panjang dapat menghilangkan area tengah yang tidak menerima cahaya tetapi tetap memiliki area yang luas yang mendapatkan cahaya sebagian. Sementara itu denah bentuk persegi dengan atrium di tengahnya dapat menerima seluruh cahaya dengan menempatkan *top lighting* di atas atrium.



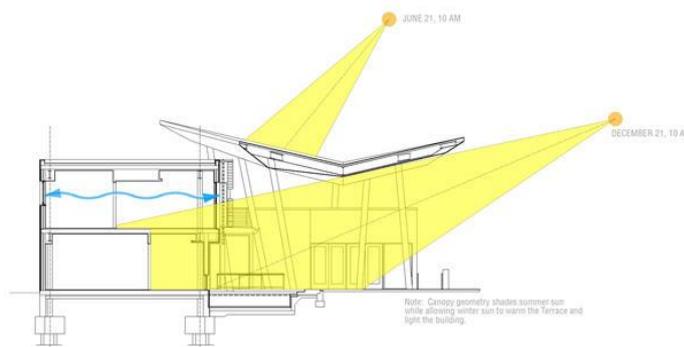
Gambar 2.2 Bentuk dasar bangunan
Sumber: Lechner, 2007

4. Perencanaan ruang

Aspek ini merupakan aspek yang berhubungan dengan ruang dalam, seperti penerapan partisi kaca sehingga dapat memasukkan cahaya ke dalam ruangan. Cara kerjanya yaitu meminjam cahaya dari bukaan yang berada berbatasan langsung dengan ruang luar (*borrowed lighting*).

5. Warna

Penggunaan warna terang atau ringan lebih diutamakan untuk memantulkan lebih banyak cahaya pada bangunan baik eksterior maupun interior bangunan.



Gambar 2.3 Masuknya cahaya alami ke dalam bangunan
Sumber: <https://i.pining.com/classic-architecture-green-architecture>

Pada bulan tertentu cahaya yang masuk ke dalam bangunan juga ditentukan oleh posisi matahari seperti pada 21 Juni dan 21 Desember matahari akan berada pada posisi paling jauh dari khatulistiwa.

2.1.4 Pencahayaan Samping (*side lighting*)

Side lighting merupakan bukaan yang ada di bagian samping ruangan, yang paling umum dijumpai adalah jendela. Perencanaan jendela dilakukan dengan hati-hati agar tidak menimbulkan silau dan panas. (Ashita, 2015)

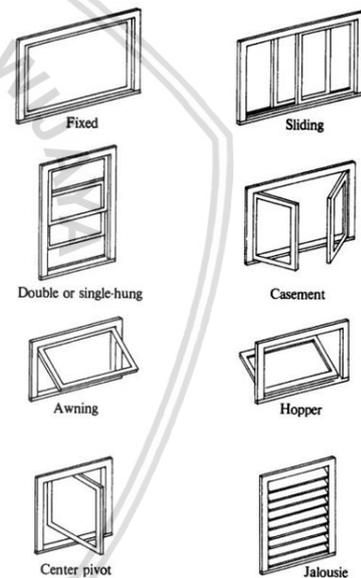
Berikut adalah beberapa strategi yang dapat diterapkan dalam perencanaan jendela yang baik (Ashita, 2015):

1. Penempatan jendela sebaiknya berada tinggi dari lantai dan tersebar merata (tidak hanya berada pada satu dinding saja) agar dapat mendistribusikan cahaya dengan merata
2. Jendela yang terlalu lus sering kali tidak tepat digunakan pada negara yang beriklim tropis, karena panas dan radiasi silau terlalu banyak masuk ke dalam ruangan
3. Perlindungan terhadap cahaya matahari dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pembayangan cahaya matahari dan/atau penyaringan cahaya matahari.

Pencahayaan samping (*side lighting*) dengan jendela memiliki beberapa jenis, antara lain:

1. *Fixed window* atau jendela mati. Jendela ini disebut jendela mati karena tidak bisa dibuka untuk memasukkan udara atau angin, jendela ini dirancang khusus hanya untuk memasukkan cahaya alami, biasanya jendela ini diterakan pada bangunan yang ruangan di dalamnya menggunakan sistem penghawaan buatan.

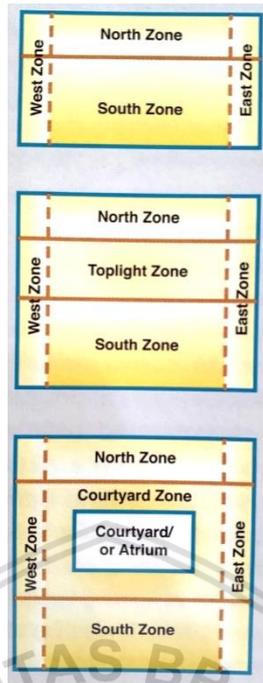
2. *Sliding window* atau jendela geser. Sistem kerja bukaan jendela ini adalah dengan cara digeser. Jendela ini menghemat tempat karena bukaannya yang menggeser ke arah samping, mirip dengan pintu geser.
3. *Double or single hung window*, atau jendela gantung. Sitem kerja jendela ini adalah menggeser ke atas dan ke bawah, sehingga secara fisik terlihat menggantung.
4. *Casement window*, jendela ini memiliki arah buka yang mirip dengan pintu kebanyakan.
5. *Awning window*, jendela yang paling sering ditemui pada kebanyakan bangunan. Engsel daun jendela berada di bagian atas, biasanya jika dibuka dapat membentuk sudut tertentu.
6. *Hopper window*, jendela ini mirip dengan *awning window*, akan tetapi engsel daun jendela berada di bagian bawah sehingga arah membukanya berlawanan dengan *awning window*.
7. *Center pivot window*, jendela yang memiliki dua engsel dibagian tengah atas dan tengah bawah, sistem kerjanya mirip dengan pintu putar, bekerja dengan satu poros di tengah.
8. *Jalousie window*, merupakan jendela yang daun jendelanya berupa kisi-kisi, biasanya diterapkan agar angin yang masuk ke dalam ruangan tidak terlalu kencang.



Gambar 2.4 Jenis-jenis jendela

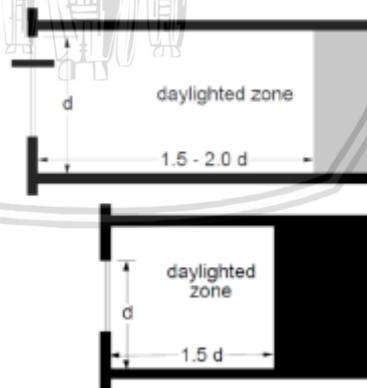
Sumber: <https://seoproperti.com/>

Namun sistem pencahayaan *side lighting* memiliki kelemahan yaitu jangkauan cahaya yang masuk tidak cukup dalam. Hubungannya dengan orientasi bangunan, jangkauan cahaya paling dalam adalah pencahayaan melalui sisi selatan, jangkauan kedua terdalam adalah pencahayaan melalui sisi utara, dan yang paling pendek adalah melalui sisi barat dan timur. (Hootman, 2013)



Gambar 2.5 Jangkauan cahaya pada bangunan berdasar orientasi
 Sumber: Hootman, 2013

Semakin tinggi jendela, maka semakin dalam jangkauan cahaya yang masuk ke dalam ruangan. Biasanya kedalaman jangkauan cahaya berkisar antara 1,5 kali hingga 2 kali dari tinggi jendela, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.6 di bawah ini (Lawrence, 2013):



Gambar 2.6 Jangkauan cahaya pada bangunan berdasar ketinggian jendela
 Sumber: Lawrence, 2013

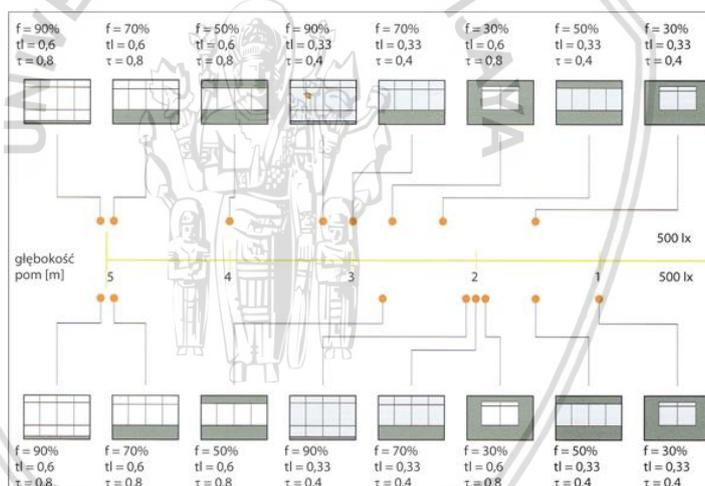
Dikutip dari Ibrahim & Hayman (2005) diketahui beberapa sumber yang memaparkan batas maksimum kedalaman ruangan yang dapat dijangkau oleh cahaya alami yang masuk ke dalam ruangan:



1. Kedalaman maksimum ruangan kira-kira 8 meter dengan tinggi langit-langit 2,7 meter untuk pencahayaan dan ventilasi yang memadai (Willis, 1995), referensi dari *1930's New York skyscrapers*
2. Kedalaman maksimum ruangan 6 meter dari referensi Frank Lloyd Wright (Schiller, 1992), *British planning legislation* (HMSO, 1964)
3. Kedalaman ruangan 5 meter untuk ruangan dengan jendela atau pencahayaan atas dari satu sisi (Ruck, 1995)
4. Untuk pencahayaan penuh kedalaman hingga 4,5 meter (Manning, 1965) dan pencahayaan sebagian kedalaman hingga 9 meter (Lechner, 2001)
5. Kedalaman 3,6 meter untuk pencahayaan penuh dan efektif (Manasseh dan Cunliffe, 1962).

Referensi tersebut digunakan dengan tetap mempertimbangkan karakteristik bangunan dan kondisi sekitarnya.

2.1.5 Rasio Bukaannya atau Jendela



Gambar 2.7 Rasio bukaan (jendela)

Sumber: Hausladen, 2006

Terdapat beberapa konfigurasi proporsi bukaan atau jendela untuk memaksimalkan pencahayaan alami yang masuk ke dalam bangunan mulai dari 30% dari luas dinding hingga 90% dari luas dinding (Hausladen et al, 2006). Rasio jendela biasanya berhubungan dengan kenyamanan visual (silau) dan panas yang masuk ke dalam ruangnya, rata-rata rasio jendela yang masih dalam batas baik adalah 30-50% (Ibrahim dan Hayman, 2005). Tentunya rasio bukaan/jendela tersebut disesuaikan dengan kebutuhan standar pencahayaan masing-masing ruang dan juga kondisi eksisting ruangan. Rasio bukaan berhubungan dengan variabel

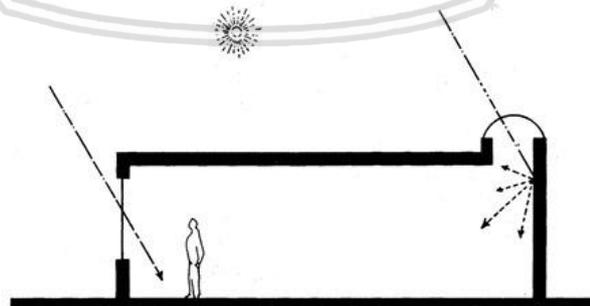
bebas dalam penelitian yaitu bukaan pencahayaan berupa dimensi dari bukaan yang sesuai dengan kebutuhan ruangan.

2.1.6 Pencahayaan Atas (*top lighting*)

Terdapat beberapa metode pencahayaan atas antara lain *skylight*, *monitor*, dan *clerestory*. Keuntungan utama pencahayaan atas adalah memungkinkan adanya keseragaman dan iluminasi tinggi. (Lechner, 2007)

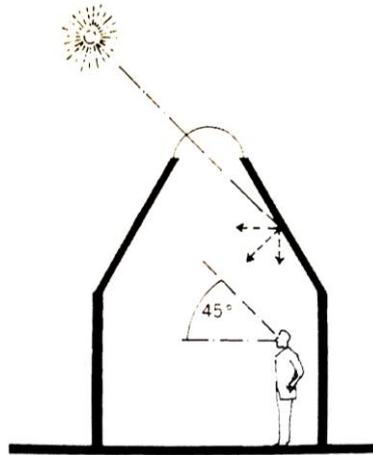
Apabila dibandingkan dengan *side lighting*, *top lighting* merupakan sistem pencahayaan yang cukup fleksibel, yaitu dapat menjangkau kedalaman ruang yang lebih dalam. Jika dihubungkan dengan bentuk bangunan, *top lighting* yang paling optimal adalah *top lighting* melalui atrium dimana cahaya dapat masuk secara vertikal dan horizontal. (Hootman, 2013)

Skylight merupakan bukaan berlapis kaca horizontal atau miring pada atap. Sistem pencahayaan dengan *skylight* merupakan yang paling optimal untuk memasukkan cahaya ke dalam ruangan dibandingkan metode pencahayaan atas lainnya. Namun metode ini memiliki kekurangan yaitu dari bukaan dapat terlihat bagian langit yang tidak terbatas sehingga memancarkan iluminasi yang cukup tinggi yang berakibat muncul kesilauan. Untuk menghindari hal tersebut dapat dilakukan pemasangan *skylight* dengan beberapa strategi seperti menempatkan *skylight* pada tempat yang tinggi dalam ruangan, menempatkan *skylight* pada dekat dengan dinding (khususnya di bagian utara), ataupun strategi lainnya seperti penempatan *skylight* yang tidak langsung berada pada atap ruangan.



Gambar 2.8 *Skylight* dekat dengan dinding

Sumber: Lechner, 2007



Gambar 2.9 *Skylight* pada tempat yang tinggi

Sumber: Lechner, 2007

2.1.7 Silau dan Indeks Silau

Silau menurut KBBI adalah berkelau-kilau pandangannya, tidak dapat melihat nyata karena terlampau terang cahayanya, sehingga silau dapat diartikan sebagai suatu kondisi dimana mata tidak dapat melihat dengan nyaman dikarenakan cahaya yang diterima oleh mata dari bidang kerja berlebihan (sangat terang). Silau terjadi apabila kecerahan dari suatu bagian dari interior jauh melebihi kecerahan dari interior tersebut pada umumnya. Silau biasanya berhubungan dengan luminasi, yaitu suatu ukuran terangnya suatu benda baik pada sumber cahaya maupun pada suatu permukaan, nilai luminasi yang terlalu besar akan menyilaukan pandangan (mata). Angka yang menunjukkan tingkat kesilauan dari suatu sistem pencahayaan disebut indeks kesilauan, dimana semakin besar nilainya maka semakin tinggi nilai pengaruh penyilauannya. Berikut adalah gambar berupa tabel yang menunjukkan rekomendasi nilai indeks kesilauan maksimum untuk berbagai tugas visual atau jenis interior (SNI 03-6575-2001).

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

Gambar 2.10 Tabel indeks kesilauan

Sumber: SNI 03-6575-2001

Indeks silau dapat dihitung dengan menghitung UGR (*unified glare rating*). *Unified glare rating* adalah metode menghitung silau dari lampu maupun sumber cahaya terang lainnya seperti cahaya alami yang masuk melalui jendela atau bukaan pencahayaan lainnya. Nilai indeks silau biasanya berkisar antara 5 hingga 40. UGR dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$UGR = 8 \log \left[\frac{0.25}{L_b} \sum \left(\frac{L^2 \omega}{p^2} \right) \right]$$

Gambar 2.11 Persamaan UGR

Sumber: <http://www.northgatelighting.co.uk/what-is-ugr/>

UGR juga dapat dihitung dengan simulasi DiaLux sehingga tidak perlu menggunakan persamaan seperti di atas, cukup dengan membuat model ruangan yang akan diteliti lengkap dengan orientasi, lokasi, dan informasi mengenai bukaan pencahayaan yang ada. Standar UGR pada DiaLux adalah ≤ 19 , angka tersebut menunjukkan tingkat silau rendah (*low glare*) sehingga apabila dari hasil simulasi didapatkan angka >19 maka objek yang diteliti memiliki tingkat silau yang cukup tinggi.

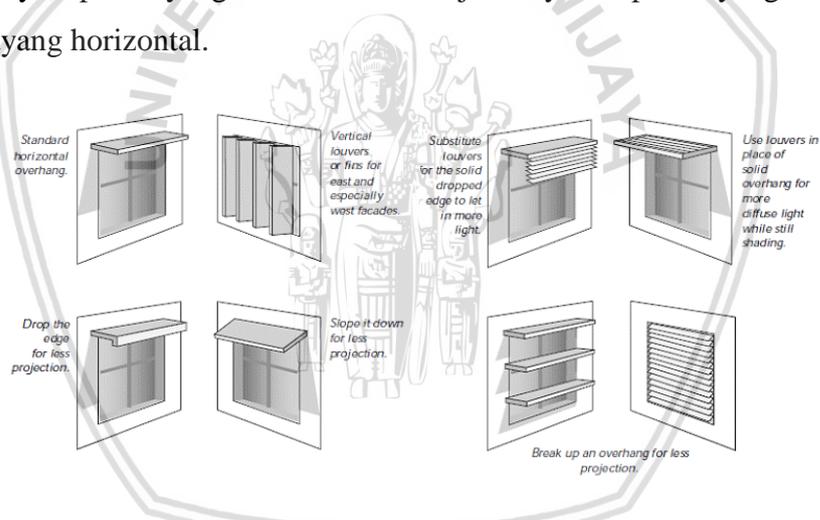
2.1.8 Kemerataan Cahaya (*Uniformity*)

Selain indeks silau, pencahayaan alami pada bangunan juga meliputi pemerataan distribusi cahaya yang masuk pada ruangan/objek studi. Kemerataan cahaya tersebut dapat dihitung dengan *uniformity* yang mengacu pada nilai *daylight factor* (DF) dengan ketentuan sebagai berikut (BREEAM dalam *Daylight Calculations in Practice*), apabila:

- Nilai DF_{min}/DF_{mean} = minimum 0,4 atau
- Nilai DF_{min}/DF_{max} = minimum 0,08

2.1.9 Pembayang (*Shading Device*)

Penerapan pembayang atau *shading device* merupakan salah satu cara perlindungan terhadap panas matahari masuk ke dalam suatu ruangan. Berdasarkan bentuknya, pembayang memiliki dua jenis yaitu pembayang vertikal dan pembayang horizontal.



Gambar 2.12 Jenis-jenis shading device

Sumber: <http://windows.lbl.gov/pub/designguide/default.htm>

2.2 Ruang Tunggu Terminal

2.2.1 Definisi Terminal

Terminal bus adalah sebuah prasarana transportasi jalan untuk keperluan menurunkan dan menaikkan penumpang, perpindahan intra dan/atau antar moda transportasi serta mengatur kedatangan dan pemberangkatan kendaraan umum (Wikipedia Bahasa Indonesia). Terminal memiliki peran penting sebagai tempat berinteraksi dan bersosialisasi antar individu.

2.2.2 Ruang Tunggu

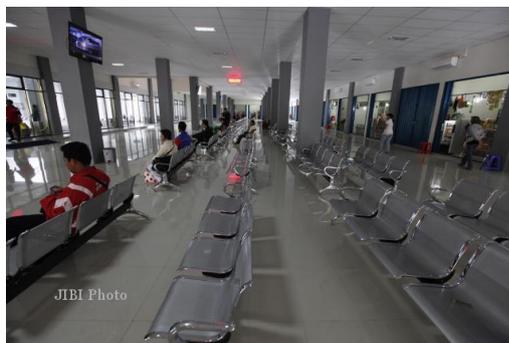
Definisi ruang tunggu menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah ruang tempat menunggu. Sedangkan aktivitas yang biasanya dilakukan pada ruang tunggu adalah duduk.

Sesuai dengan aktivitas yang dilakukan di dalamnya, ruang tunggu dapat disejajarkan dengan lobby yang memiliki fungsi ruang sejenis. Sehingga standar yang digunakan dapat menggunakan standar lobby. Dalam SNI 03-6197-2000, tingkat pencahayaan minimum lobby adalah 100 lux.

2.2.3 Ruang Tunggu Terminal

Ruang tunggu pada terminal adalah ruang dimana calon penumpang menunggu bus atau kendaraan umum yang akan mereka gunakan untuk bepergian. Ruang tersebut dibuat se nyaman mungkin agar pengguna di dalamnya tidak merasa jenuh saat menunggu, sehingga semua aspek yang menunjang seperti aspek pencahayaan dan penghawaan harus baik.

Kriteria tentang pencahayaan pada ruang tunggu terminal bus belum diatur dalam suatu peraturan atau standar tertentu, sehingga penggunaan pencahayaan pada ruang tunggu terminal untuk saat ini dapat disesuaikan dengan standar kebutuhan ruang tunggu dan kegiatan di dalamnya. Untuk kebutuhan visual calon penumpang pada ruang tunggu, pencahayaan yang baik memudahkan untuk mengetahui datangnya bus yang akan mereka naiki, selain itu kebutuhan pencahayaan dalam ruang tunggu juga untuk kenyamanan visual kegiatan di dalamnya seperti memudahkan calon penumpang untuk mengawasi barang bawaannya sehingga dalam proses menunggu tidak terganggu oleh rasa tidak aman.



Gambar 2.13 Ruang tunggu terminal Tirtonadi

Sumber: <https://kompasiana.com/>

2.3 Arsitektur Hemat Energi

Arsitektur yang berlandaskan pada pemikiran “meminimalkan penggunaan energi tanpa membatasi atau merubah fungsi bangunan, kenyamanan maupun produktivitas penghuninya” dengan memanfaatkan sains dan teknologi mutakhir secara aktif. Mengoptimalkan sistem tata udara – tata cahaya, integrasi antara sistem tata udara buatan-alamiah, sistem tata cahaya buatan-alamiah serta sinergi antara metode pasif dan aktif dengan material dan instrumen hemat energi.

Pada bangunan di negara dengan kelimpahan sinar matahari, penggunaan pencahayaan alami bagi ruang-ruang dalam bangunan sangat memungkinkan, salah satunya adalah di Indonesia. Dengan teknik penempatan bidang bukaan cahaya alami yang tepat, maka cahaya alami dapat dimanfaatkan di dalam ruangan selama kurang lebih setengah hari (pada siang hari), sehingga bangunan menjadi lebih hemat energi. (Mediastika, 2013)

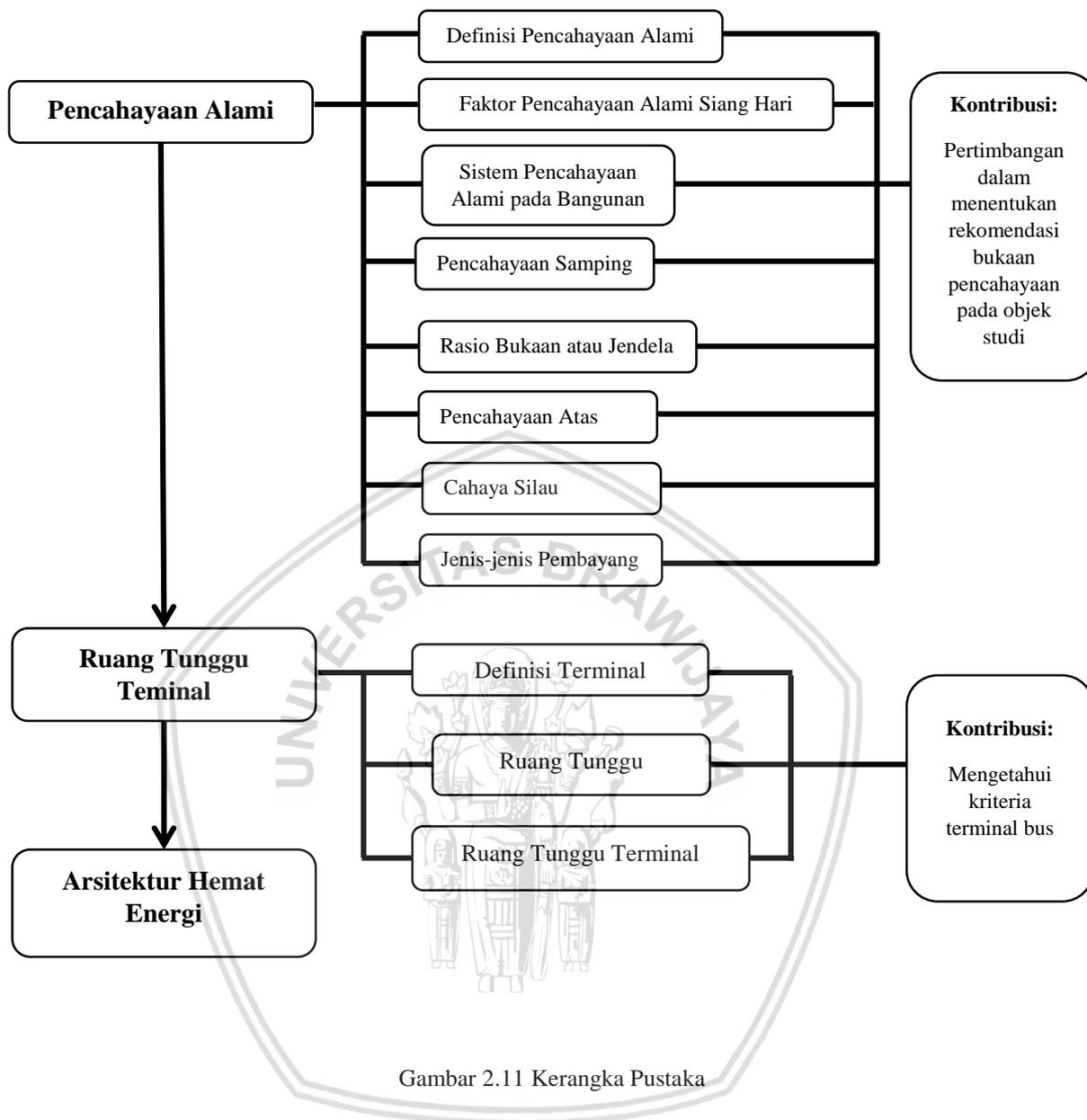
2.4 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Tinjauan penelitian terdahulu diambil dari beberapa jurnal yang memiliki topik sejenis yaitu tentang pencahayaan alami. Dari jurnal-jurnal tersebut diambil beberapa teori yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan kemudian dimasukkan ke dalam kajian pustaka.

Tabel 2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Peneliti	Tahun
1.	Dominasi Pencahayaan Alami sebagai Dasar Rancangan Galeri Kerajinan Kalimantan Timur di Samarinda	Ashita, N, Thojib, J, dan Asikin, D	2015
2.	Optimalisasi Pencahayaan Alami dalam Efisiensi Energi di Perpustakaan UGM	Milaningrum, T.H.	2015
3.	Pengaruh Orientasi dan Luas Bukaan Terhadap Intensitas Pencahayaan pada Ruang Laboratorium	Juddah, S, Rahim, R, dan Wikantari, R	2012
4.	Pengolahan <i>Side Lighting</i> sebagai Strategi Optimasi Pencahayaan Alami pada Ruang Pamer Museum Brawijaya Malang	Putri, R.A, Tojib, J, dan Mustikawati, T	2015

2.5 Kerangka Pustaka



Gambar 2.11 Kerangka Pustaka

BAB III

METODE

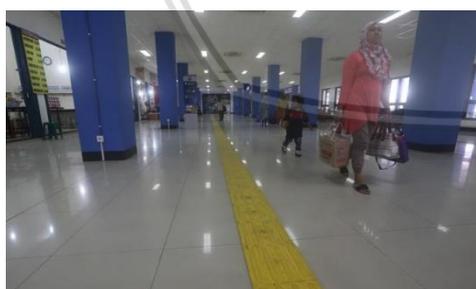
3.1 Objek Studi

Objek studi merupakan bagian dari bangunan publik dengan fungsi terminal bus, yaitu Terminal Tirtonadi yang beralamat di Jl. Merak VI, Gilingan, Kecamatan Banjarsari, Kota Surakarta, Provinsi Jawa Tengah. Objek studi yang diteliti adalah ruang tunggu pada Terminal Tirtonadi (ruang tunggu timur dan ruang tunggu barat).



Gambar 3.1 Lokasi objek studi: Terminal Tirtonadi

Sumber: <http://wikimapia.org/>



Gambar 3.2 Ruang tunggu Terminal Tirtonadi (dokumentasi foto)



Gambar 3.3 Ruang tunggu Terminal Tirtonadi
Sumber: <http://www.kompasiana.com/irsyam-faiz/terminal-tirtonadi-solo-dengan-nuansa-bandara/>

3.2 Metode Deskriptif Kuantitatif

1. Metode Penelitian Kuantitatif

Metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivism, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik, dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan. (Sugiyono, 2012)

2. Metode Penelitian Deskriptif

Penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai variabel mandiri, baik satu variabel atau lebih (independen) tanpa membuat perbandingan, atau menghubungkan dengan variabel yang lain. (Sugiyono, 2012)

Metode penelitian deskriptif kuantitatif yaitu data yang diperoleh dari sampel populasi penelitian dianalisis sesuai dengan metode statistik atau lainnya yang digunakan. Dalam penelitian ini, sampel maupun populasi berupa bukaan pencahayaan alami pada ruang tunggu, luasan dari bukaan dan bentuk bukaan merupakan variabel utama yang dianalisis. Sehingga dalam penelitian ini yang bertindak sebagai variabel terikat adalah intensitas pencahayaan yang masuk ke dalam ruang tunggu, indeks silau pada ruang tunggu, dan pemerataan distribusi cahaya pada ruang tunggu, sedangkan variabel bebas adalah bukaan pencahayaan (posisi, rasio terhadap dinding, jenis, dan dimensi) dan elemen pembayang berupa pembayang yang terdapat pada objek studi. Metode kuantitatif yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan pendekatan eksperimental menggunakan instrumen penelitian berupa program simulasi dengan DiaLux. Pendeskripsian dilakukan untuk menerjemahkan hasil simulasi yang telah dilakukan oleh peneliti.

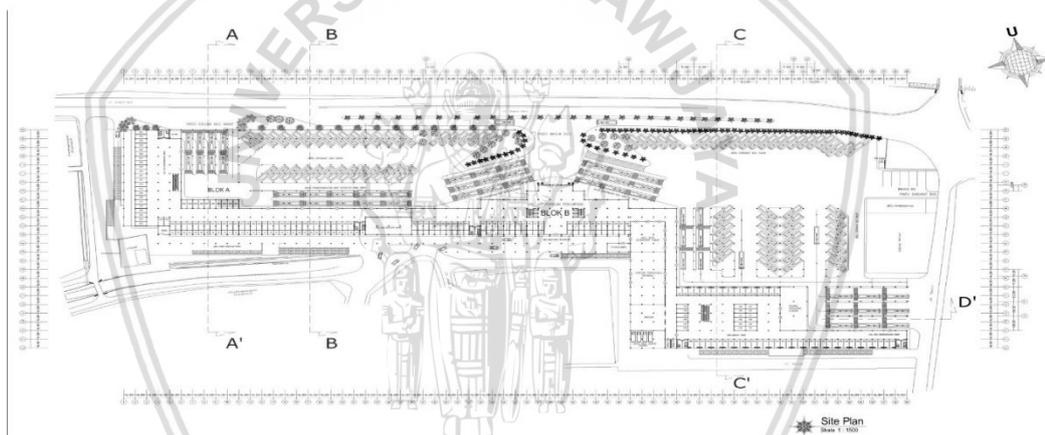
3.3 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat-alat yang digunakan untuk mengumpulkan maupun mengolah atau menganalisa data yang dibutuhkan untuk kepentingan penelitian. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan lux meter dan kamera untuk mengumpulkan data di lapangan secara langsung. Untuk menganalisa data yang telah diperoleh, peneliti menggunakan instrumen berupa program dalam komputer untuk melakukan simulasi terhadap objek studi.

3.3.1 Pengukuran dengan Lux Meter

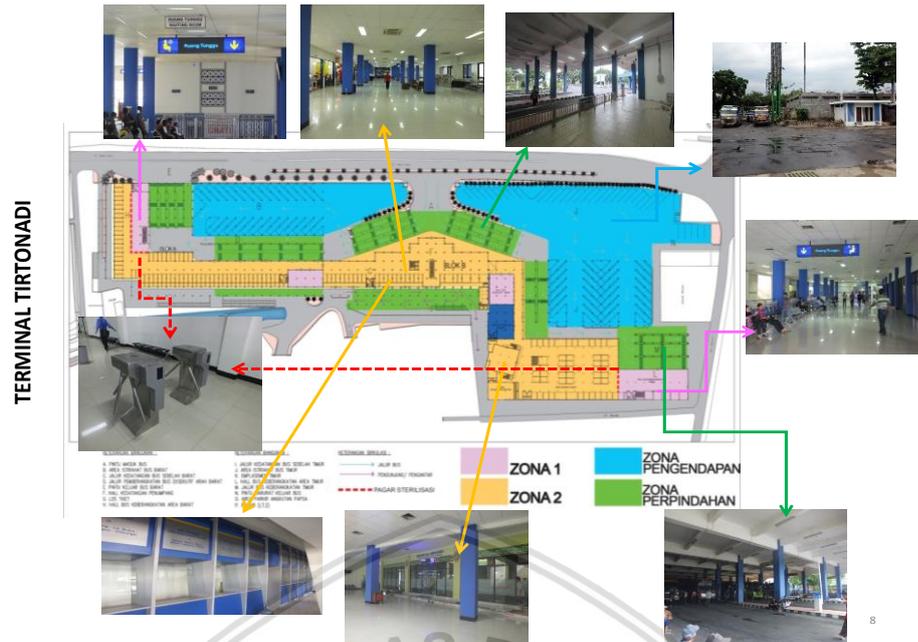
Pengumpulan data dengan pengukuran menggunakan lux meter dilakukan pada waktu-waktu tertentu. Sesuai dengan koordinat Indonesia, deklinasi (garis edar) matahari berubah-ubah antara $23,5^{\circ}$ LU pada bulan Juni, 0° garis khatulistiwa pada bulan Maret dan September, dan $23,5^{\circ}$ LS pada bulan Desember dan pergerakan dari timur ke barat mempengaruhi besarnya cahaya yang masuk ke dalam ruangan (Tangoro dalam Juddah, 2004). Pengukuran dapat dilakukan pada pukul 08.00-10.00, 10.00-12.00, 12.00-14.00, dan 14.00-16.00. Pengukuran dilakukan di beberapa titik dengan ketinggian tertentu menyesuaikan bidang kerja pada ruangan, 75 cm dari lantai.

Data mengenai denah bangunan yang menunjukkan ruang tunggu di dalamnya dibutuhkan untuk menentukan titik-titik pengukuran dengan lux meter.



Gambar 3.4 Layout Plan Terminal Tirtonadi
Sumber: Arsip Kantor Pengelola Terminal Tirtonadi

Zonasi area dalam maupun luar bangunan yang berada dalam lingkup Terminal Tirtonadi dibutuhkan untuk mengetahui posisi ruang tunggu terhadap bangunan maupun tapak.



Gambar 3.5 Zonasi Terminal Tirtonadi
Sumber: Arsip Kantor Pengelola Terminal Tirtonadi

Penulis melakukan pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter pada tanggal 10 April 2017 (Ruang Tunggu Timur) dan 11 April 2017 (Ruang Tunggu Barat) yang masing-masing dilakukan pada pukul 08.00, 10.00, 12.00, dan 14.00 waktu setempat.

3.3.2 Simulasi dengan software *DiaLux*

Simulasi dengan perangkat lunak dilakukan karena tidak memungkinkan untuk dilakukannya pengukuran menggunakan lux meter dengan seluruh kondisi murni pencahayaan alami. Melalui perangkat tersebut peneliti membuat model ruang tunggu terminal Tirtonadi lengkap dengan posisi bukaan dan orientasi bangunan yang kemudian berlanjut dengan mengubah variabel bebas pada objek studi melalui simulasi sehingga memperoleh kondisi pencahayaan alami yang paling optimal.

3.4 Langkah-langkah Penelitian

3.4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dimulai dari menyusun latar belakang dan isu yang diangkat yang dideskripsikan pada Bab I Pendahuluan, setelah tersusun peneliti merumuskan masalah dan melakukan observasi langsung ke objek studi untuk

mendapatkan data yang dibutuhkan untuk penelitian seperti melakukan pengukuran dengan lux meter dan melakukan beberapa pengamatan terhadap objek studi. Data yang diperoleh secara langsung oleh peneliti merupakan data primer, sedangkan data sekunder berupa data jenis lampu dan layout plan bangunan yang diperoleh dari pengelola terminal Tirtonadi.

3.4.2 Analisa dan Pengolahan Data

Setelah melakukan pengumpulan data, peneliti menganalisa dan mengolah data yang diperoleh dengan instrumen penelitian program simulasi. Simulasi dengan *software* DiaLux digunakan untuk memvalidasi data yang sudah diperoleh yaitu pengukuran dengan lux meter, apabila hasil yang diperoleh tidak memiliki perbedaan yang cukup jauh (*relative error* <20%) maka simulasi dapat digunakan untuk mengolah data. Simulasi dengan *software* DiaLux dilakukan dengan membuat model objek ruangan yang diteliti lengkap dengan bukaan pencahayaan sesuai kondisi eksisting dan orientasi arah mata angin serta data iklim yang berlaku pada lokasi objek studi. Simulasi dilakukan sesuai dengan waktu pengukuran yaitu pukul 08.00, 10.00, 12.00 dan 14.00 waktu setempat. Setelah dilakukan proses simulasi untuk memvalidasi data, selanjutnya dilakukan simulasi dengan kondisi ruangan tanpa lampu karena pada saat pengukuran kondisi tersebut tidak didapatkan. Pada proses simulasi terakhir dilakukan pembuatan model dengan merubah variabel bebas yaitu bukaan pencahayaan yang terdapat pada ruang tunggu timur dan barat untuk mendapatkan hasil yang paling mendekati dengan hasil yang diinginkan (*optimal*).

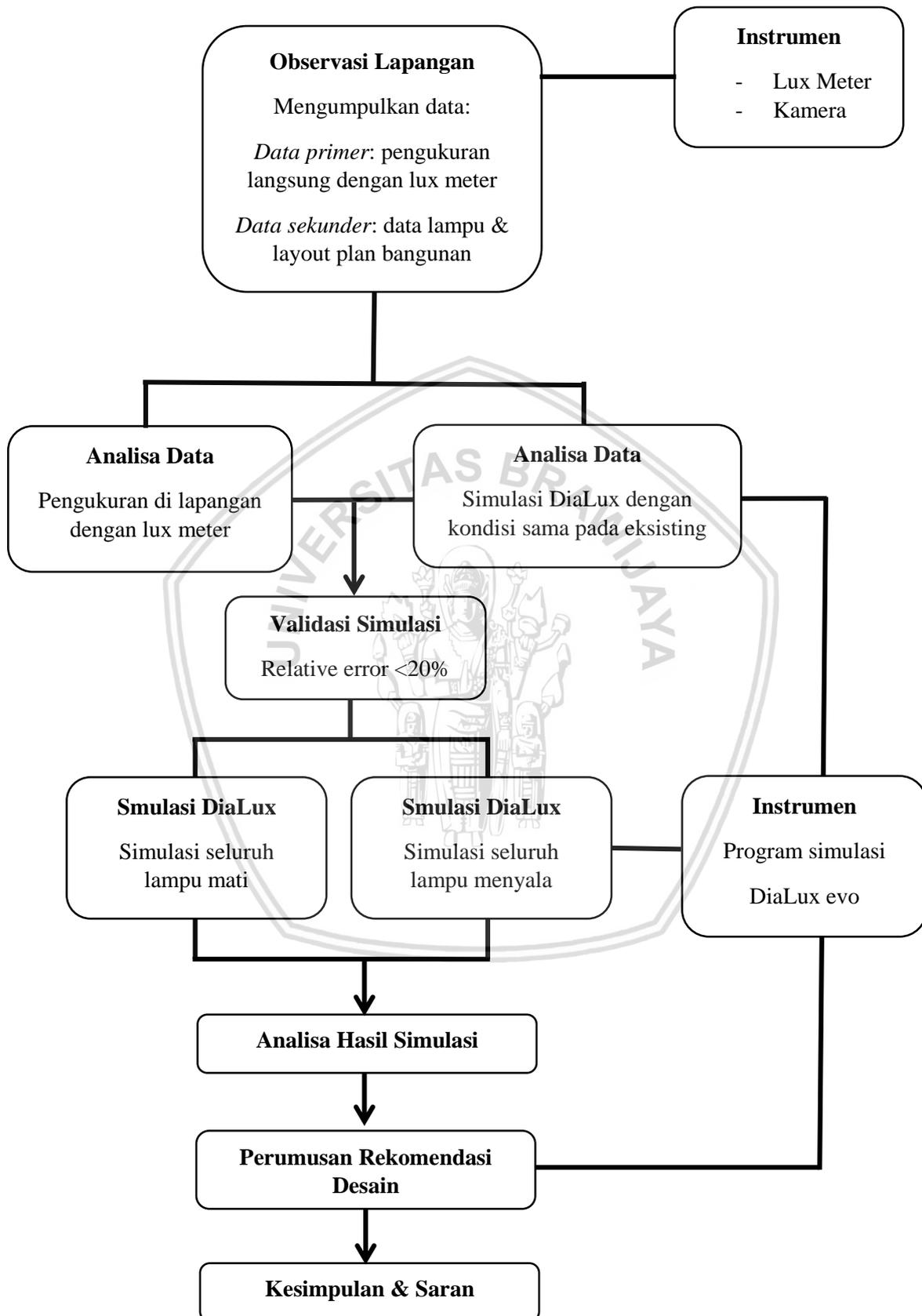
Perubahan pada variabel bebas yaitu bukaan pencahayaan alami dilakukan dengan pertimbangan-pertimbangan berdasarkan tinjauan pustaka yang telah dibahas pada Bab II, mulai dari pustaka mengenai pencahayaan alami, terminal bus, hingga peran pencahayaan alami untuk penghematan energi pada bangunan. Pertimbangan yang diambil dari tinjauan pustaka pencahayaan alami antara lain adalah orientasi bangunan (ruangan), bentuk ruangan, dan jenis bukaan pencahayaan (*side lighting* atau *top lighting*). Pustaka mengenai ruang tunggu terminal bus digunakan untuk mengetahui kriteria pencahayaan alami pada ruang tunggu tersebut, namun kriteria tersebut belum diatur dalam suatu standar tertentu sehingga pengolahan dilakukan dengan pertimbangan kondisi eksisting objek studi.

Selain itu dilakukan pula simulasi dengan kondisi seluruh lampu menyala, kemudian dibandingkan dengan kondisi simulasi tanpa lampu sehingga dapat mengetahui kondisi pencahayaan dan besar daya listrik yang digunakan pada objek studi apabila seluruh lampu menyala. Seluruh simulasi tersebut dilakukan pada kondisi langit rata-rata (*average sky*) dikarenakan kondisi langit yang tidak selalu stabil (tidak selalu menunjukkan kondisi cerah optimal).

Untuk mengetahui kenyamanan visual dari hasil akhir simulasi (penyelesaian) dilakukan pula simulasi dengan DiaLux untuk mengukur indeks silau pada objek studi sesuai dengan teori mengenai cahaya silau yang sudah dijelaskan pada Bab II (sub sub bab 2.1.7) dengan standar indeks silau maksimum pada ruang tunggu adalah 19.



3.5 Kerangka Metode



Gambar 3.6 Kerangka Metode

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Sekitar Ruang Tunggu Terminal Tirtonadi

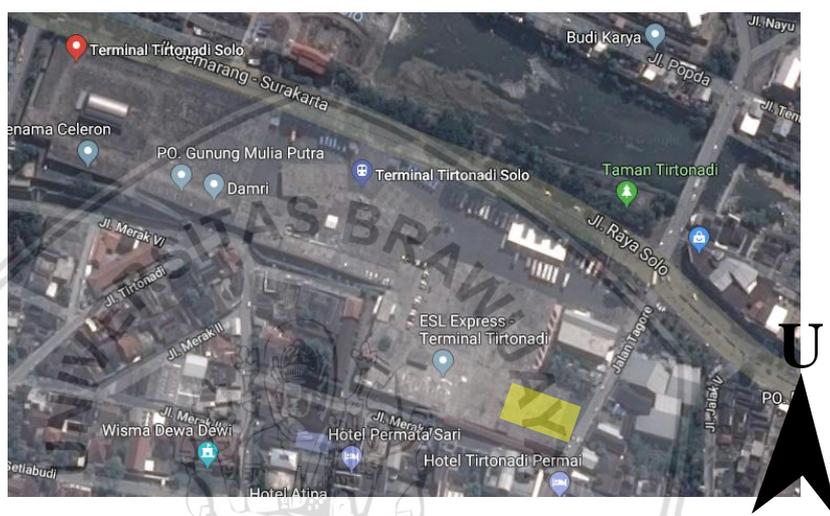
Kondisi eksisting sekitar objek studi dijelaskan pada paparan gambar berikut ini. Gambar di bawah menunjukkan kondisi sekitar gedung Terminal Tirtonadi yang berbatasan langsung dengan ruang tunggu pada sisi timur dan barat terminal. Secara keseluruhan, sisi terluar gedung berbatasan langsung dengan jalan (dikelilingi jalan), bangunan di sekitar terminal tidak ada yang termasuk dalam kategori bangunan tinggi sehingga tidak terjadi pembayangan pada gedung yang diakibatkan oleh bangunan sekitar. Ketinggian gedung (Terminal Tirtonadi) berkisar antara 3,5 meter hingga 9,25 meter (atap tertinggi).



Gambar 4.1 Kondisi sekitar ruang tunggu Terminal Tirtonadi
sumber: <https://google.co.id/maps/>

4.1.1 Kondisi Sekitar Ruang Tunggu Timur

Ruang tunggu timur berada pada posisi seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.2 dengan kotak kuning. Sisi utara ruang tunggu timur berbatasan langsung dengan emplasemen keberangkatan bus sisi timur, sisi timur ruangan berbatasan dengan ruang luar (menghadap ke jalan), sisi selatan ruangan berbatasan dengan ruangan (kios) yang belum difungsikan oleh pengelola, ruangan tersebut menghadap ke selatan (sisi belakang gedung Terminal Tirtonadi).



Gambar 4.2 Posisi Ruang Tunggu Timur Terminal Tirtonadi
sumber: <https://google.co.id/maps/>

Gambar 4.3 menunjukkan kondisi eksisting pada sisi timur ruangan. Seperti terlihat pada gambar, sisi timur ruangan berbatasan langsung dengan ruang luar, vegetasi berupa pohon berdahan kecil dan relatif tidak tinggi dengan jarak kurang lebih 4 meter dari dinding terluar yang tidak berpotensi untuk menimbulkan pembayangan pada ruangan. Material penutup tanah di sekitar gedung pada posisi ini adalah aspal dan ada sebagian berupa vegetasi rumput pada taman.



Gambar 4.3 Sisi Timur Ruang Tunggu Timur Terminal Tirtonadi
sumber: <https://google.co.id/maps/>



Gambar 4.4 Sisi Selatan Ruang Tunggu Timur Terminal Tirtonadi
sumber: <https://google.co.id/maps/>

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, sisi selatan ruang tunggu timur berbatasan langsung dengan ruangan yang menghadap ke selatan yang belum difungsikan oleh pengelola (ditunjukkan pada gambar 4.4). Kondisi bangunan sekitar ruang tunggu timur adalah berupa pemukiman dengan ketinggian rata-rata 1-2 lantai yang berkisar antara 3-7 meter. Serta terdapat beberapa bangunan yang difungsikan sebagai penginapan.



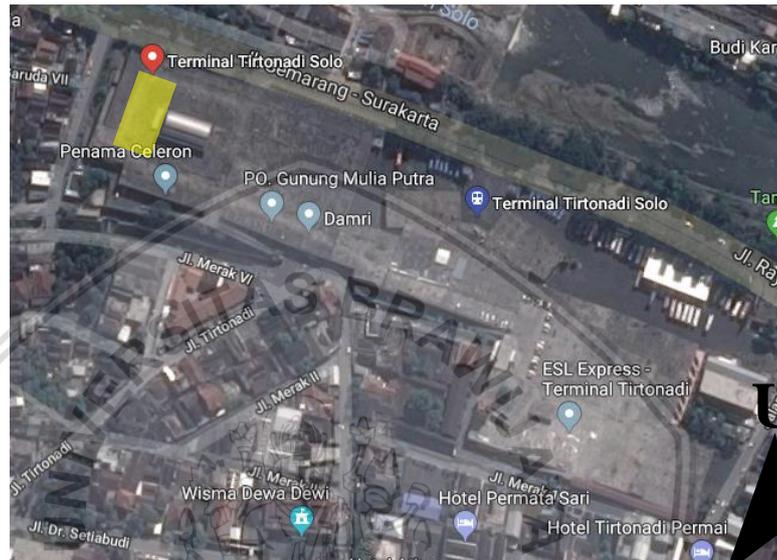
Gambar 4.5a Kondisi Bangunan Sekitar Ruang Tunggu Timur Terminal Tirtonadi
sumber: <https://google.co.id/maps/>



Gambar 4.5b Kondisi Bangunan Sekitar Ruang Tunggu Timur Terminal Tirtonadi
sumber: <https://google.co.id/maps/>

4.1.2 Kondisi Sekitar Ruang Tunggu Barat

Ruang tunggu barat berada pada sisi barat terminal ditunjukkan dengan kotak kuning pada gambar 4.6 berikut. Sisi utara ruang tunggu berbatasan langsung dengan ruang luar (menghadap ke jalan), sedangkan sisi barat ruangan berbatasan dengan ruang-ruang berupa kios yang menghadap ke dalam bangunan, pada sisi barat kios-kios tersebut berbatasan dengan lahan parkir dan jalan.



Gambar 4.6 Posisi Ruang Tunggu Barat Terminal Tirtonadi
sumber: <https://google.co.id/maps/>



Gambar 4.7 Sisi Utara Tunggu Barat Terminal Tirtonadi
sumber: <https://google.co.id/maps/>

Gambar 4.7 menunjukkan kondisi eksisting sisi utara ruang tunggu barat, terdapat beberapa vegetasi dengan ketinggian 3-4 meter, jenis vegetasi berupa pohon palem dan pohon-pohon dengan dahan yang ramping dan berdaun jarang. Jarak antara dinding terluar dengan vegetasi adalah 2,5 meter.



Gambar 4.8 Sisi Barat Tunggu Barat Terminal Tirtonadi
sumber: <https://google.co.id/maps/>

Gambar 4.8 menunjukkan kondisi eksisting sisi barat ruang tunggu barat, sisi barat ruang tunggu barat (area yang diteliti) tidak berbatasan langsung dengan ruang luar seperti pada gambar, namun terlebih dahulu berbatasan dengan kios-kios, pada gambar 4.8 tersebut menunjukkan sisi belakang kios-kios yang pada kondisi eksistingnya digunakan sebagai lahan parkir sepeda motor.

Kondisi sekitar objek studi pada sisi utara berbatasan dengan jalan raya, berseberangan dengan terminal terdapat lahan kosong yang difungsikan oleh pemkot sebagai taman, sedangkan pada sisi barat setelah berbatasan dengan jalan, terdapat pemukiman penduduk dengan ketinggian bangunan rata-rata satu lantai.



Gambar 4.9a Kondisi Bangunan Sekitar Ruang Tunggu Barat Terminal Tirtonadi
sumber: <https://google.co.id/maps/>

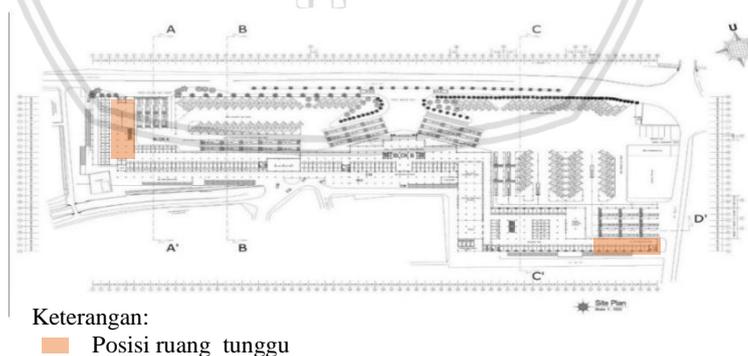


Gambar 4.9b Kondisi Bangunan Sekitar Ruang Tunggu Barat Terminal Tirtonadi
sumber: <https://google.co.id/maps/>

4.2 Data Objek Ruangan yang Diteliti

Objek yang diteliti berupa ruang tunggu Terminal Tirtonadi yang berada pada sisi timur dan barat. Keduanya memiliki bentuk ruang yang memanjang (persegi panjang) namun dengan ukuran yang berbeda. Bentuk persegi panjang tersebut memiliki kelemahan dalam sistem pencahayaan *side lighting* dikarenakan bukaan pencahayaan pada kedua ruangan tersebut hanya berada pada satu sisi.

Posisi kedua ruang tunggu tersebut berada pada sisi paling barat dan paling timur bangunan memiliki akses langsung dengan emplasemen keberangkatan bus pada sisi timur dan sisi barat, memudahkan calon penumpang mengetahui kedatangan armada dan menuju armada yang akan digunakan.



Gambar 4.10 Posisi Objek yang Diteliti (Ruang Tunggu)
Sumber: Arsip Kantor Pengelola Terminal Tirtonadi

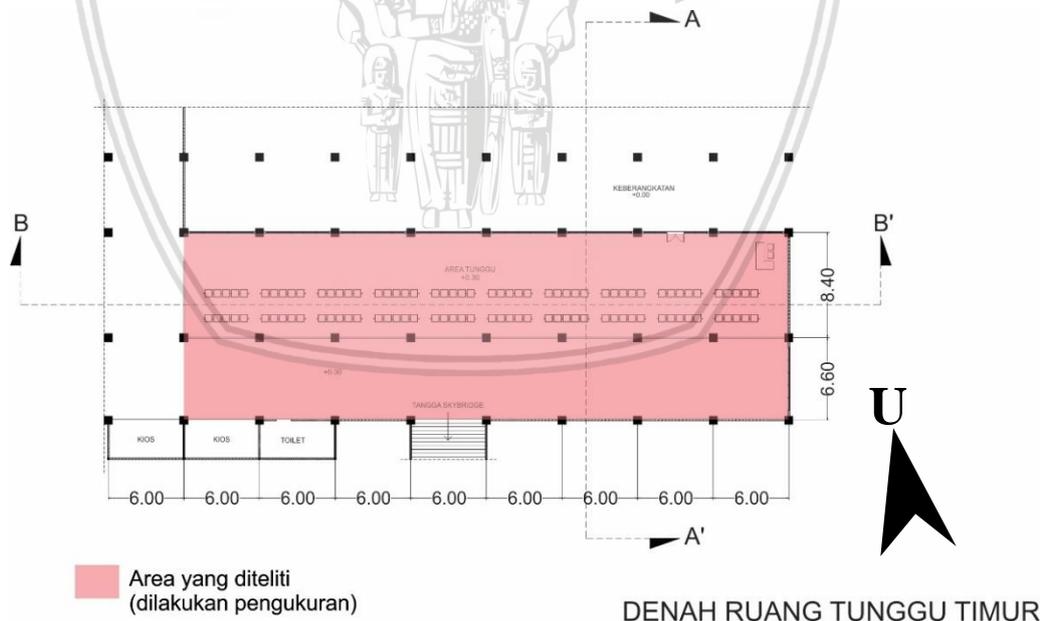
Bangunan Terminal Tirtonadi memanjang dari arah timur ke barat dengan arah orientasi bangunan ke arah utara, sedangkan arah orientasi bukaan pencahayaan paling baik adalah arah selatan. Kedua ruangan yaitu ruang tunggu barat dan timur tidak

memungkinkan adanya bukaan pencahayaan (*side lighting*) pada sisi selatan. Ruang tunggu timur memiliki bukaan pencahayaan paling luas pada sisi utara, sedangkan ruang tunggu barat memiliki bukaan pencahayaan paling luas pada sisi timur.

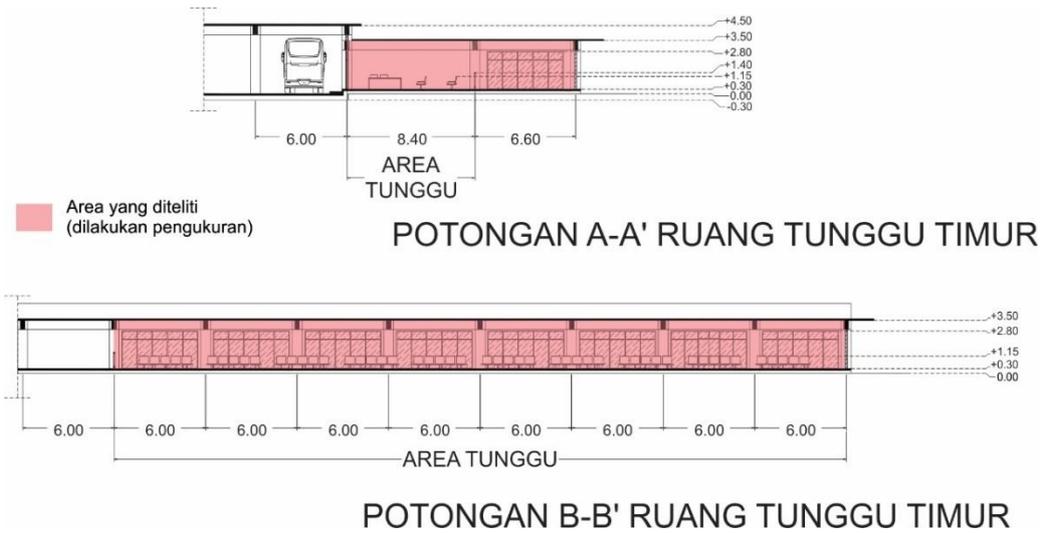
4.2.1 Ruang Tunggu Timur

Ruang tunggu ini berada pada sisi paling timur dari bangunan terminal, memiliki luas area tunggu yaitu 403,2 m² dengan kapasitas kursi sebanyak seratus kursi. Ruangan ini berbentuk persegi panjang dengan tinggi ruangan 3,5 m.

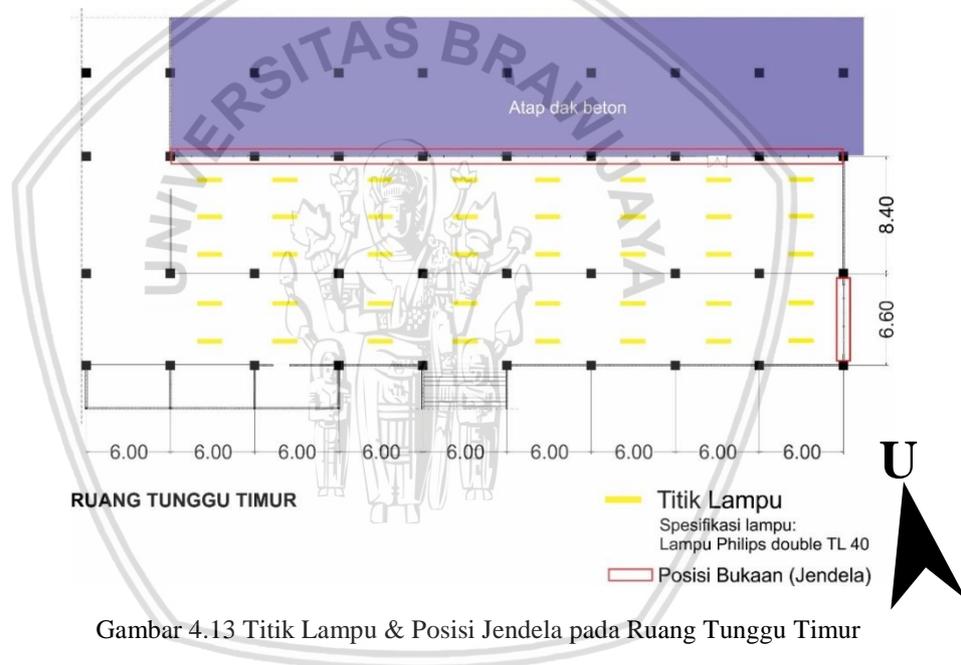
Area ruang tunggu timur yang diukur atau diteliti memiliki luas 720 m² dengan bukaan pencahayaan berada sisi samping utara dan timur berupa pencahayaan samping yaitu jendela mati (*fixed window*) dengan total luas bukaan 100,85 m². Bukaan pencahayaan alami yang paling luas berada pada sisi utara dimana bila dihubungkan dengan orientasi, bukaan pencahayaan paling baik berada pada sisi selatan. Ruang tunggu timur merupakan ruangan yang tebal, dengan kedalaman ruang yaitu 15 meter. Sisi selatan pada ruangan ini tidak memungkinkan adanya bukaan pencahayaan samping dikarenakan berbatasan dengan dinding ruangan (kios-kios) yang menghadap ke selatan.



Gambar 4.11 Denah Ruang Tunggu Timur

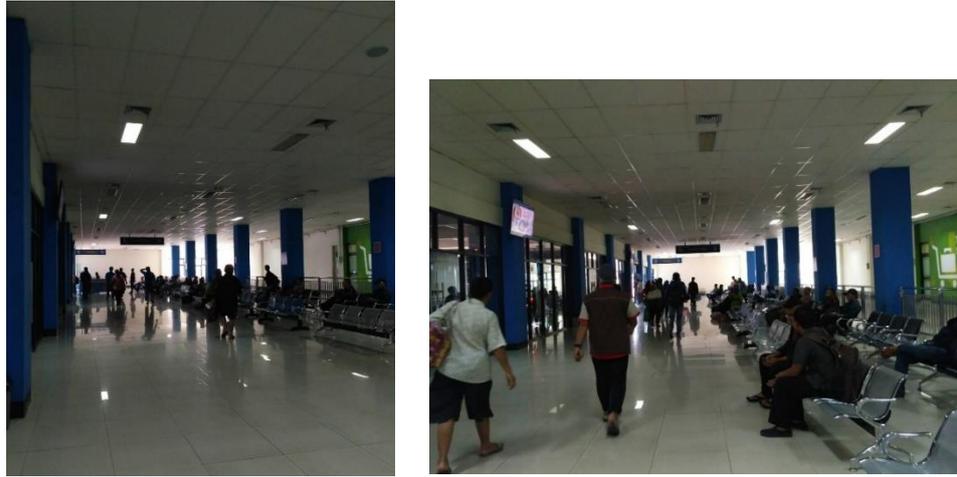


Gambar 4.12 Potongan Ruang Tunggu Timur



Gambar 4.13 Titik Lampu & Posisi Jendela pada Ruang Tunggu Timur

Selain itu pada area tunggu terdapat pencahayaan buatan berupa lampu jenis *double TL* dengan merk *Philips* sebanyak 40 lampu. Titik-titik lampu tersebut digunakan sebagai titik ukur pada saat pengukuran di lapangan dengan ketinggian 75cm dari lantai.

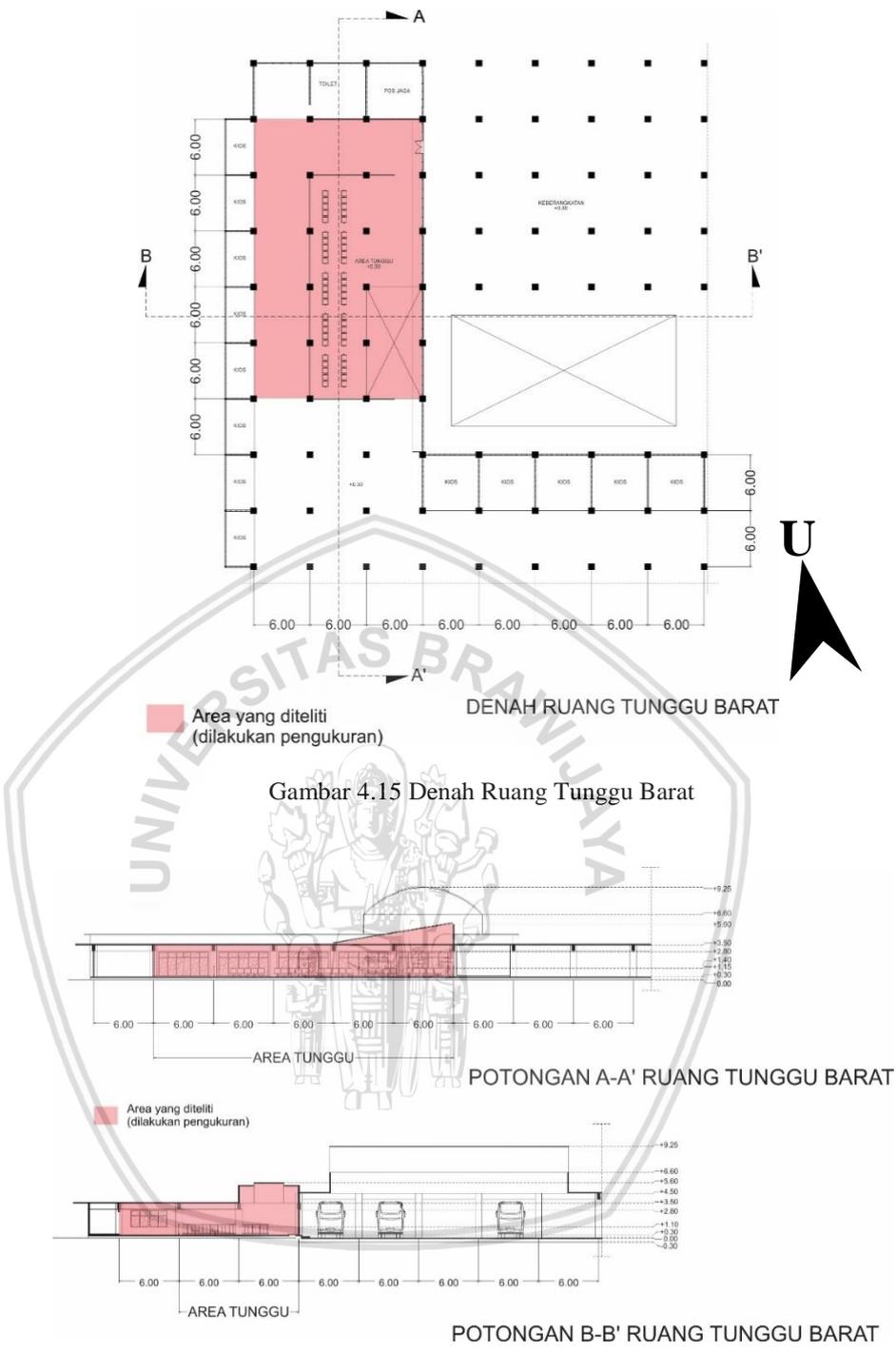


Gambar 4.14 Ruang Tunggu Timur (dokumentasi foto)

4.2.2 Ruang Tunggu Barat

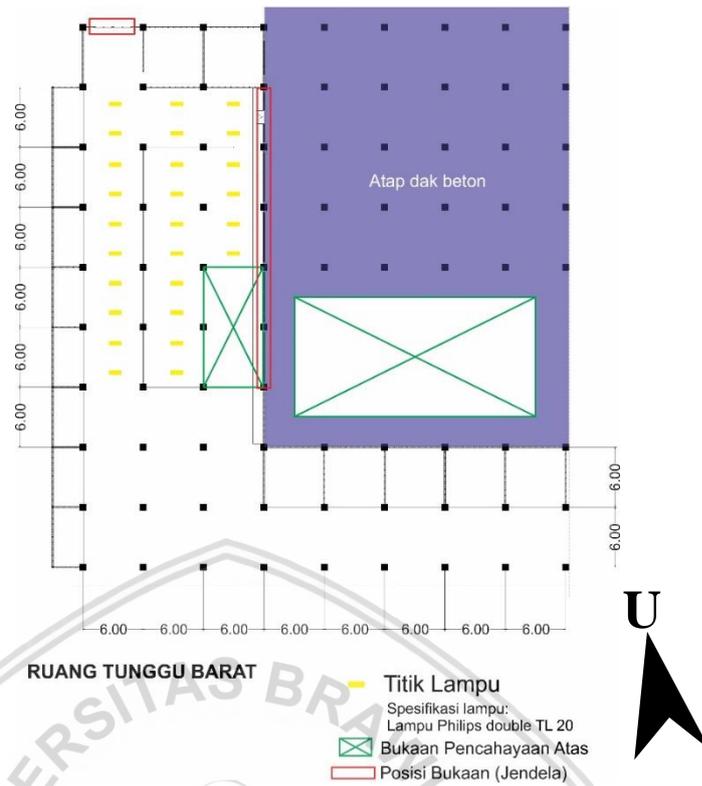
Ruang tunggu yang berada pada sisi barat ini memiliki luas area tunggu sebesar 288 m^2 dengan kapasitas kursi yaitu 50 kursi. Ruangan berbentuk persegi panjang dengan tinggi ruangan 3,5 m.

Area ruang tunggu barat yang diukur atau diteliti memiliki luas 540 m^2 dengan bukaan pencahayaan samping pada sisi timur dan utara berupa jendela mati dengan total luas bukaan $58,64 \text{ m}^2$ dan bukaan pencahayaan pada bagian atas dengan luas 72 m^2 . Namun bukaan pencahayaan pada bagian atas tidak berfungsi dengan baik karena ditutup, sehingga cahaya dari bukaan tersebut tidak masuk ke dalam ruangan dengan optimal. Bukaan pencahayaan samping paling luas berada pada sisi timur. Sisi timur ruangan berbatasan dengan emplasemen keberangkatan bus dimana terdapat bukaan pencahayaan atas yang cukup besar seluas $285,3 \text{ m}^2$, cahaya yang masuk dari bukaan tersebut kemudian diteruskan masuk ke dalam ruang tunggu barat. Ruang tunggu barat juga merupakan ruangan yang tebal, dengan kedalaman ruang yaitu 18 meter. Sisi selatan pada ruangan ini tidak memungkinkan adanya bukaan pencahayaan samping dikarenakan berbatasan dengan ruang dalam, area ruang tunggu dengan dinding terluar pada sisi selatan memiliki jarak lebih dari 20 meter.



Gambar 4.15 Denah Ruang Tunggu Barat

Gambar 4.16 Potongan Ruang Tunggu Barat



Gambar 4.17 Titik Lampu & Posisi Jendela pada Ruang Tunggu Barat

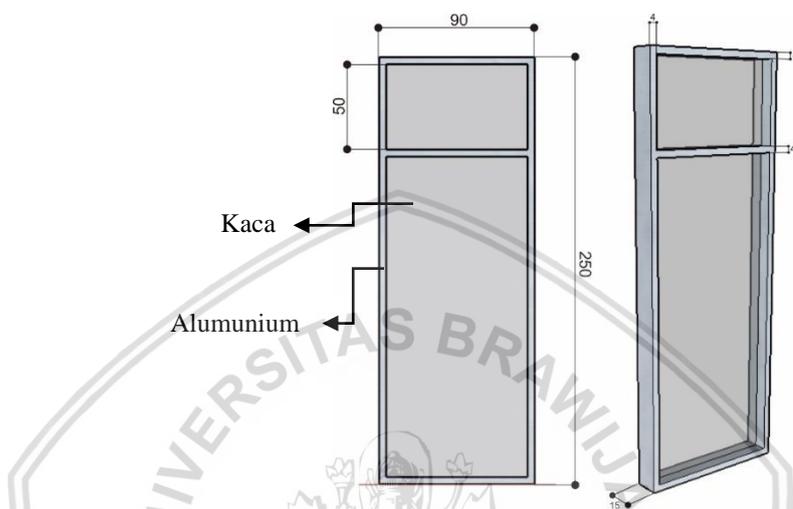
Selain itu pada area tunggu terdapat pencahayaan buatan berupa lampu jenis *double TL* dengan merk *Philips* sebanyak 26 lampu. Titik-titik lampu tersebut digunakan sebagai titik ukur pada saat pengukuran di lapangan dengan ketinggian 75cm dari lantai.



Gambar 4.18 Ruang Tunggu Barat (dokumentasi foto)

4.2.3 Bukaannya Pencahayaan Alami pada Objek Studi

Bukaan pencahayaan alami yang terdapat pada objek studi yaitu ruang tunggu adalah jendela dengan jenis jendela mati. Ukuran jendela tersebut adalah lebar 90 cm dan tinggi 250 cm. Setiap satu sisi dinding di antara dua kolom terdapat 5 jendela. Gambar di bawah ini adalah ilustrasi yang menunjukkan ukuran jendela yang terdapat pada objek studi.

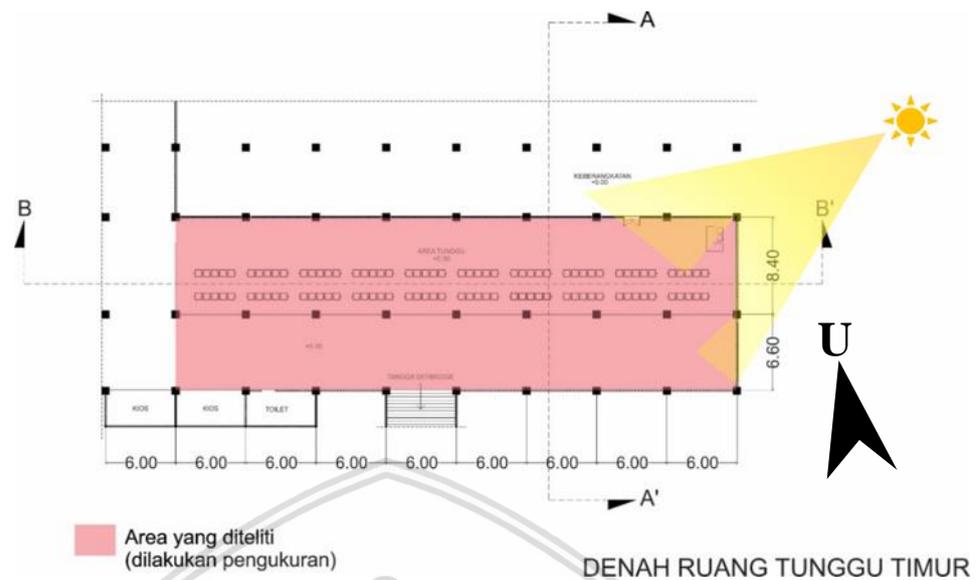


Gambar 4.19 Ilustrasi Jendela dan Ukurannya pada Objek Studi



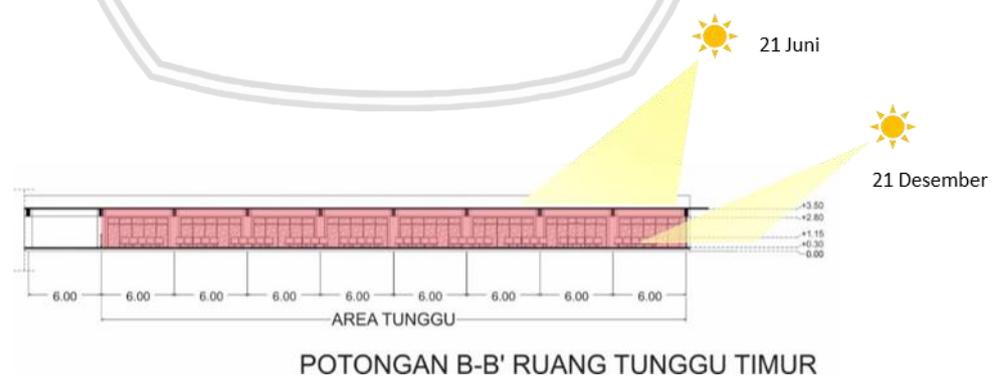
Gambar 4.20 Jendela pada Objek Studi (dokumentasi foto)

1. Pencahayaan pada Ruang Tunggu Timur



Gambar 4.21a Masuknya cahaya alami ke dalam ruang tunggu timur

Gambar 4.21a menunjukkan arah masuknya cahaya alami pada kondisi eksisting yaitu dari arah timur. Bukaan pencahayaan alami paling luas terdapat pada sisi utara namun pada sisi tersebut cahaya tidak dapat masuk karena terdapat pembayang yang cukup panjang berupa atap emplasemen bus. Karena ruangan tergolong dalam ruangan yang cukup tebal yaitu dengan ukuran 48m x 15m dan ketinggian langit-langit 3,5 meter serta ketinggian jendela 2,5 meter maka cahaya alami tidak dapat masuk sepenuhnya dengan efektif ke dalam ruangan.

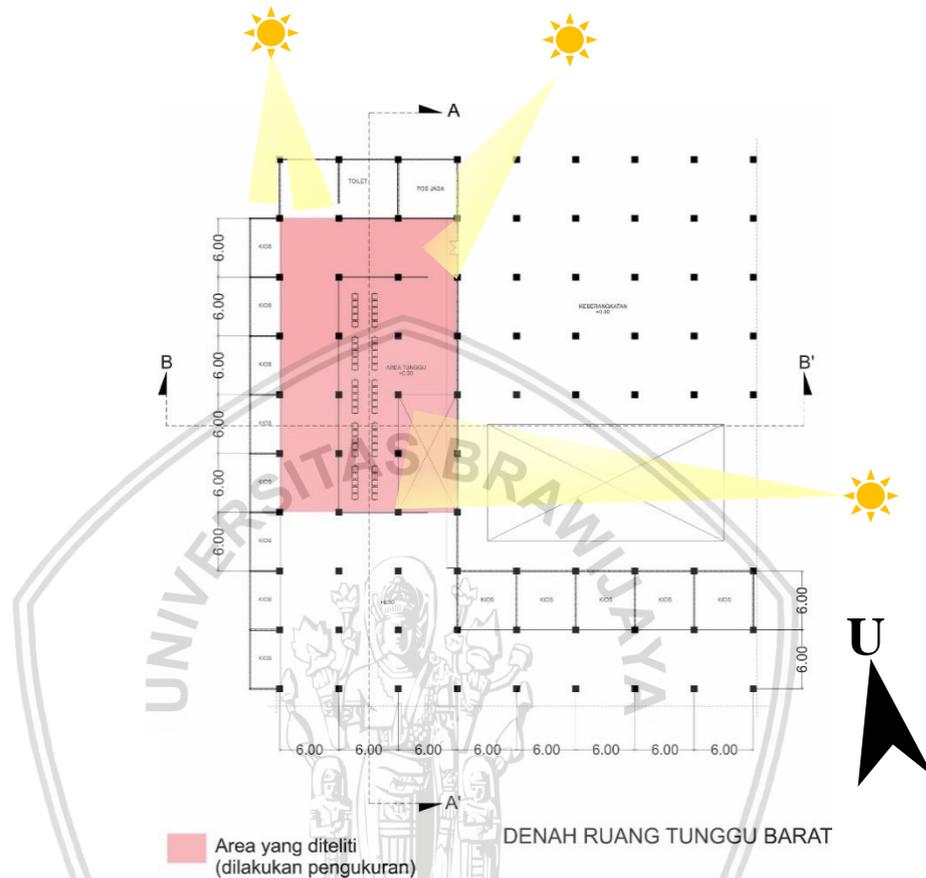


Gambar 4.21b Masuknya cahaya alami ke dalam ruang tunggu timur

Dengan ketinggian kepala jendela 2,5 meter maka secara teori cahaya yang masuk dapat menjangkau hingga kedalaman 3,75 meter hingga 5 meter saja, sehingga ruangan dengan kondisi eksisting tersebut tidak

memperoleh pencahayaan alami secara optimal, selain itu posisi sumber cahaya yang dapat masuk adalah melalui sisi timur dimana sisi tersebut merupakan sisi yang mendapat pencahayaan paling buruk.

2. Pencahayaan pada Ruang Tunggu Barat

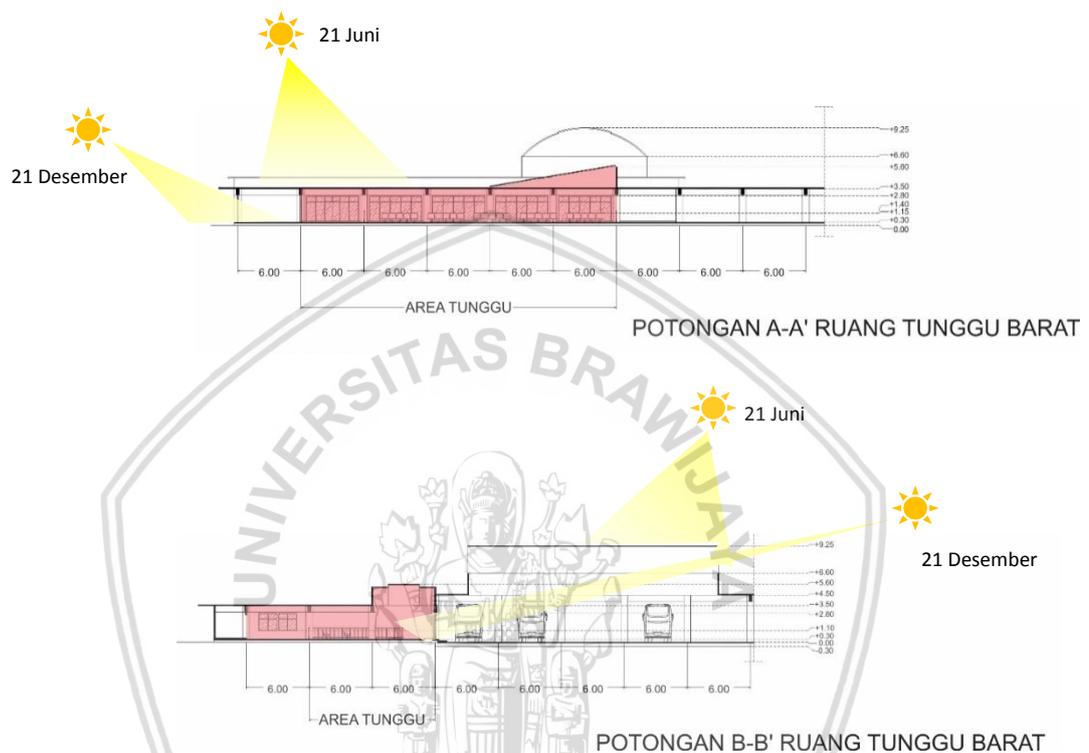


Gambar 4.22a Masuknya cahaya alami ke dalam ruang tunggu barat

Gambar 4.22a menunjukkan arah masuknya cahaya alami pada kondisi eksisting yaitu dari arah utara (jendela) dan dari arah timur yang masuk melalui bukaan pencahayaan atas yang terdapat pada atap emplasemen bus. Apabila dilihat dari gambar di atas, cahaya alami tidak dapat masuk secara optimal dikarenakan ruangan tergolong dalam ruangan yang memiliki ketebalan cukup tebal dengan ukuran 30m x 18m dan ketinggian ruangan 3,5 meter serta tinggi jendela 2,5 meter.

Serupa dengan ruang tunggu timur, pada ruang tunggu barat dengan ketinggian kepala jendela 2,5 meter maka secara teori cahaya yang masuk dapat menjangkau hingga kedalaman 3,75 meter hingga 5 meter saja, sehingga ruangan dengan kondisi eksisting tersebut tidak memperoleh pencahayaan alami secara optimal, selain itu posisi sumber cahaya yang

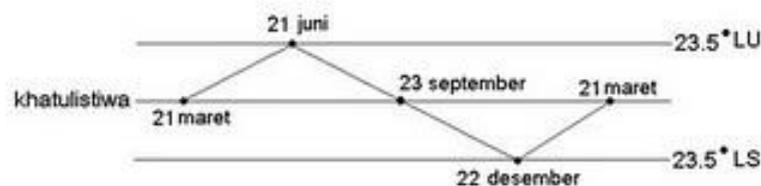
dapat masuk adalah melalui sisi timur dan utara dimana sisi tersebut merupakan sisi yang mendapat pencahayaan paling buruk sedangkan sisi utara merupakan sisi terbaik kedua untuk pencahayaan namun dilihat dari kondisi eksisting dari sisi tersebut cahaya alami tidak dapat masuk secara optimal.



Gambar 4.22b Masuknya cahaya alami ke dalam ruang tunggu barat

4.2.4 Sudut Bayang Vertikal dan Horizontal pada Objek Studi

Sudut bayang vertikal (SBV) dan sudut bayang horizontal (SBH) dapat dihitung dengan *solar calculator* dengan memasukkan data-data bangunan berupa lokasi (longitude dan latitude), waktu, sudut azimuth, serta sudut deklinasi. Berikut hasil dari SBV dan SBH pada objek studi pada waktu pengukuran dan pada saat bulan-bulan kritis yaitu 21 Maret, 21 Juni, dan 21 Desember:



Gambar 4.23 Posisi matahari terhadap garis khatulistiwa

1. 10 April 2017 (Ruang Tunggu Timur)

Report Generated by Solar Calculator 4.0

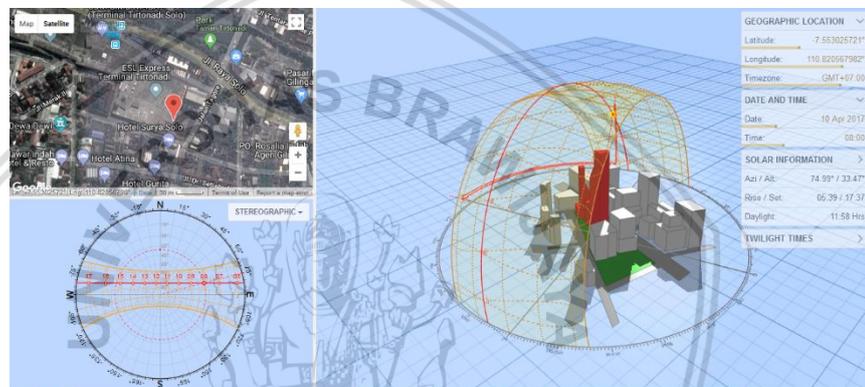
Date:	April 10
Time zone:	7 hour0 minutes ahead of GMT
Latitude:	7.553025721 ° South
Longitude:	110.820567982 ° East
Julian Date:	100
Equation of Time:	-1.3 minutes
Local correction:	21.98 minutes
Declination of earth:	7.53°
Horizontal angles measured with:	True North
Magnetic Declination:	53 ° East
Local Sunrise Time:	05 : 42 hrs
Sunrise Azimuth:	82.4°
Local Sunset Time:	17 : 34 hrs
Sunset Azimuth:	277.6°
Total Sun Hours:	11 hours and 52 minutes
Wall azimuth angle:	20
Receiving plane:	31 ° with horizon

Table of solar angles every 60 minutes

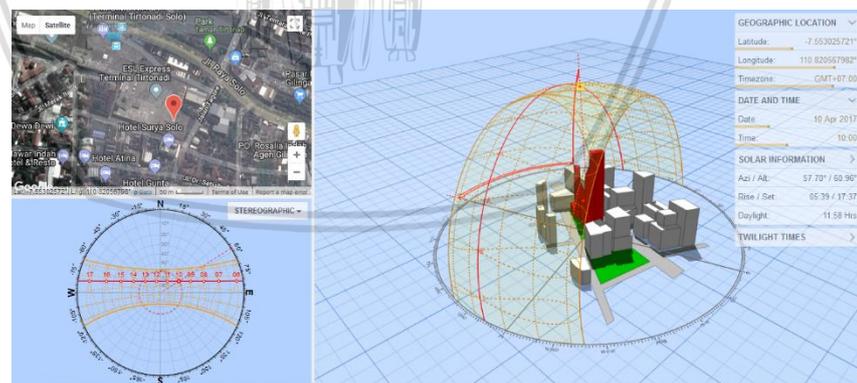
Time	Azimuth (°)	Altitude (°)	HSA (°)	VSA (°)
05 : 00	83.7	-10.3	63.7	-22.4
06 : 00	81.8	4.4	61.8	9.3
07 : 00	79.3	19.1	59.3	34.1
08 : 00	75.7	33.6	55.7	49.7
09 : 00	69.9	47.8	49.9	59.7
10 : 00	58.8	61.3	38.8	66.9
11 : 00	32.3	72.2	12.3	72.6
12 : 00	339.9	73.9	319.9	77.6
13 : 00	306	64.6	286	82.6
14 : 00	292.3	51.5	272.3	88.2
15 : 00	285.6	37.4	265.6	-84.2
16 : 00	281.5	23	261.5	-70.8
17 : 00	278.8	8.3	258.8	-37.1
18 : 00	276.8	-6.4	256.8	26.1

* This page was generated by 'Solar Calculator 4.0'

Gambar 4.24 SBV-SBH ruang tunggu timur (10 April)

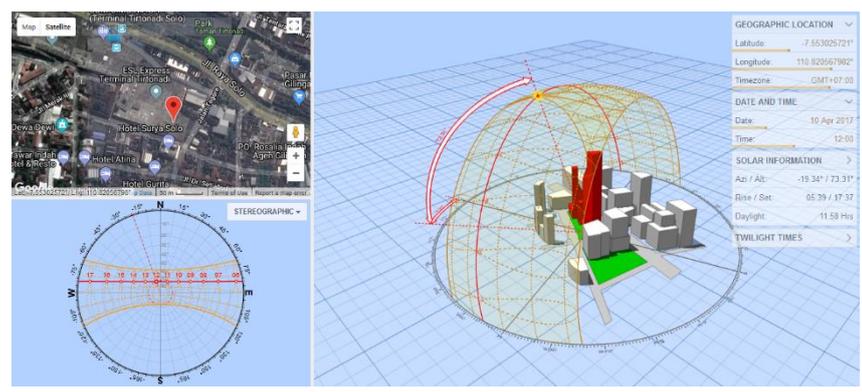
Sumber: <https://codepen.io/lulunac27/full/VbLeGW>

Gambar 4.25a Sun path ruang tunggu timur 08.00 (10 April)

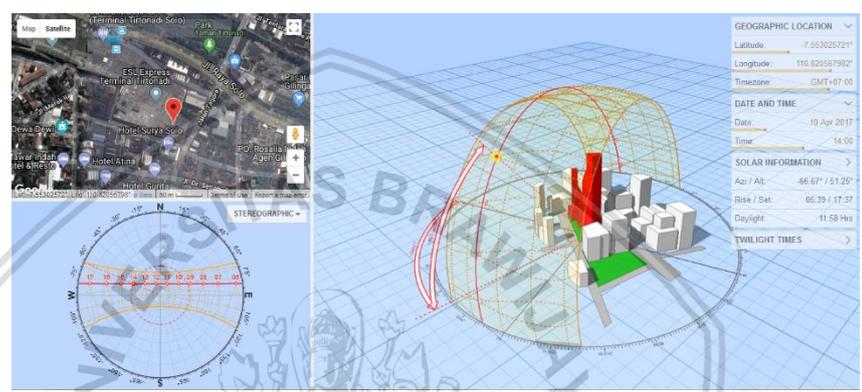
Sumber: <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>

Gambar 4.25b Sun path ruang tunggu timur 10.00 (10 April)

Sumber: <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>



Gambar 4.25c Sun path ruang tunggu timur 12.00 (10 April)
 Sumber: <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>



Gambar 4.25d Sun path ruang tunggu timur 14.00 (10 April)
 Sumber: <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>

Gambar 4.24 menunjukkan hasil dari *solar calculator* berupa SBV dan SBH pada objek studi pada 10 April. Gambar 4.25a-d menunjukkan ilustrasi posisi matahari dan pembayangan yang terjadi pada objek studi di tanggal yang sama pada pukul 08.00, 10.00, 12.00 dan 14.00 WIB.

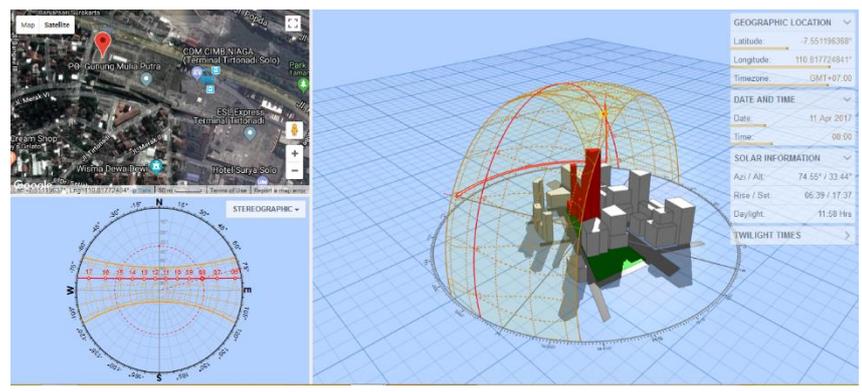
2. 11 April 2017 (Ruang Tunggu Barat)

Report Generated by Solar Calculator 4.0		Table of solar angles every 60 minutes				
Date:	April 11	Time	Azimuth (°)	Altitude (°)	HSA (°)	VSA (°)
Time zone:	7 hour0 minutes ahead of GMT	05 : 00	83.3	-10.3	63.3	-22.1
Latitude:	7.551196368 ° South	06 : 00	81.4	4.4	61.4	9.1
Longitude:	110.817724841 ° East	07 : 00	78.9	19.1	58.9	33.8
Julian Date:	101	08 : 00	75.3	33.6	55.3	49.3
Equation of Time:	-1.1 minutes	09 : 00	69.4	47.7	49.4	59.4
Local correction:	22.17 minutes	10 : 00	58.1	61.1	38.1	66.5
Declination of earth:	7.91°	11 : 00	31.6	71.9	11.6	72.2
Horizontal angles measured with:	True North	12 : 00	340.2	73.6	320.2	77.2
Magnetic Declination:	53 ° East	13 : 00	306.6	64.3	286.6	82.2
Local Sunrise Time:	05 : 42 hrs	14 : 00	292.8	51.3	272.8	87.7
Sunrise Azimuth:	82.02°	15 : 00	286	37.3	266	-84.8
Local Sunset Time:	17 : 34 hrs	16 : 00	281.9	22.9	261.9	-71.6
Sunset Azimuth:	277.98°	17 : 00	279.2	8.2	259.2	-37.6
Total Sun Hours:	11 hours and 52 minutes	18 : 00	277.2	-6.5	257.2	27.1
Wall azimuth angle:	20					
Receiving plane:	31 ° with horizon					

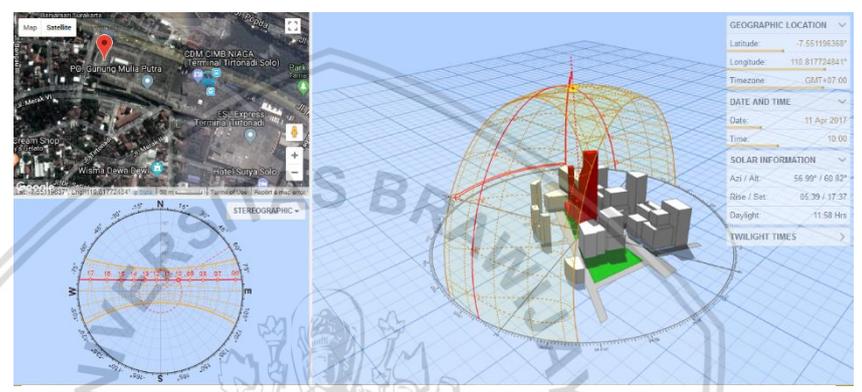
* This page was generated by 'Solar Calculator 4.0'

Gambar 4.26 SBV-SBH ruang tunggu barat (11 April)
 Sumber: <https://codepen.io/lulunac27/full/VbLeGW>

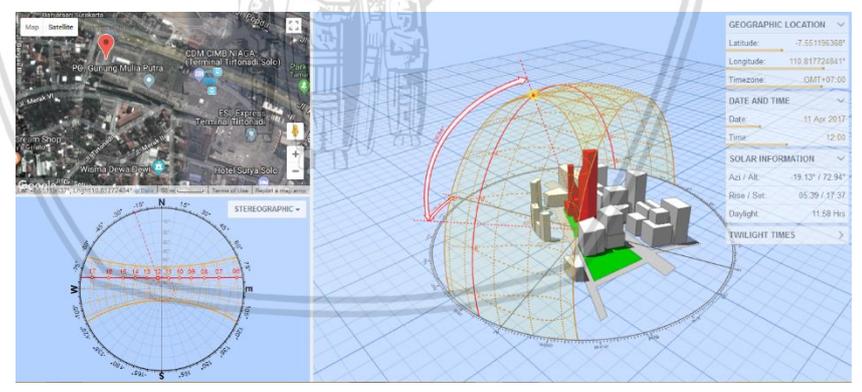




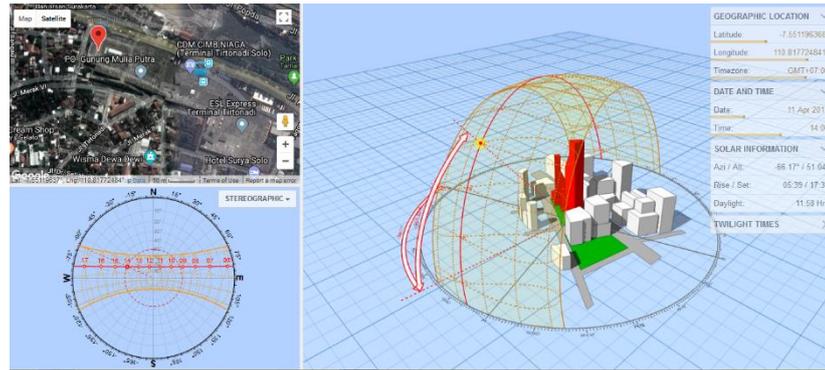
Gambar 4.27a Sun path ruang tunggu barat 08.00 (11 April)
Sumber: <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>



Gambar 4.27b Sun path ruang tunggu barat 10.00 (11 April)
Sumber: <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>



Gambar 4.27c Sun path ruang tunggu barat 12.00 (11 April)
Sumber: <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>



Gambar 4.27d Sun path ruang tunggu barat 14.00 (11 April)

Sumber: <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>

Gambar 4.26 menunjukkan hasil dari *solar calculator* berupa SBV dan SBH pada objek studi pada 11 April. Gambar 4.27a-d menunjukkan ilustrasi posisi matahari dan pembayangan yang terjadi pada objek studi di tanggal yang sama pada pukul 08.00, 10.00, 12.00 dan 14.00 WIB.

3. 21 Maret 2017

Report Generated by Solar Calculator 4.0

Date:	March 21
Time zone:	7 hour 0 minutes ahead of GMT
Latitude:	7.551196368 ° South
Longitude:	110.817724841 ° East
Julian Date:	80
Equation of Time:	-7.2 minutes
Local correction:	16.07 minutes
Declination of earth:	-0.4°
Horizontal angles measured with:	True North
Magnetic Declination:	53 ° East
Local Sunrise Time:	05 : 44 hrs
Sunrise Azimuth:	90.41°
Local Sunset Time:	17 : 44 hrs
Sunset Azimuth:	269.59°
Total Sun Hours:	12 hours and 0 minutes
Wall azimuth angle:	20
Receiving plane:	31 ° with horizon

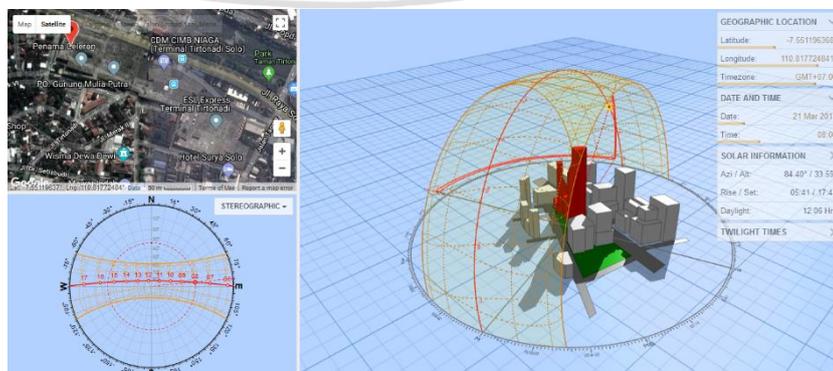
Table of solar angles every 60 minutes

Time	Azimuth (°)	Altitude (°)	HSA (°)	VSA (°)
05 : 00	91.9	-10.8	71.9	-31.6
06 : 00	89.9	4	69.9	11.6
07 : 00	87.8	18.9	67.8	42.2
08 : 00	85.4	33.7	65.4	58.1
09 : 00	82	48.5	62	67.5
10 : 00	75.8	63.1	55.8	74.1
11 : 00	57.4	76.9	37.4	79.5
12 : 00	330.6	81.8	310.6	84.7
13 : 00	289.8	69.7	269.8	-89.9
14 : 00	280.3	55.3	260.3	-83.4
15 : 00	276	40.6	256	-74.2
16 : 00	273.2	25.8	253.2	-59.2
17 : 00	271.1	10.9	251.1	-30.8
18 : 00	269.1	-3.9	249.1	10.9

* This page was generated by 'Solar Calculator 4.0'

Gambar 4.28 SBV-SBH objek studi (21 Maret)

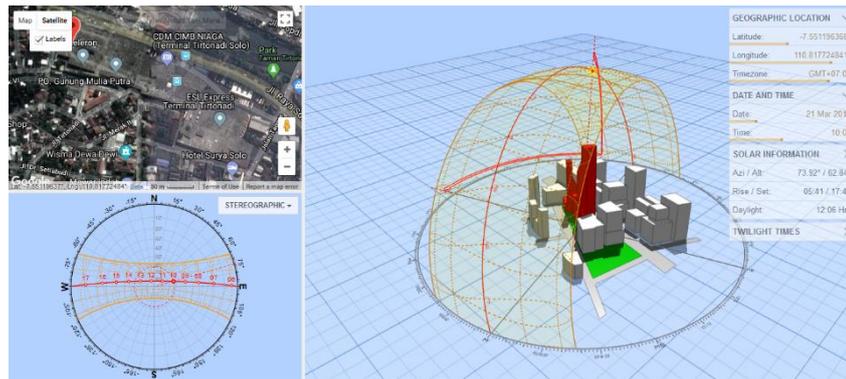
Sumber: <https://codepen.io/lulunac27/full/VbLeGW>



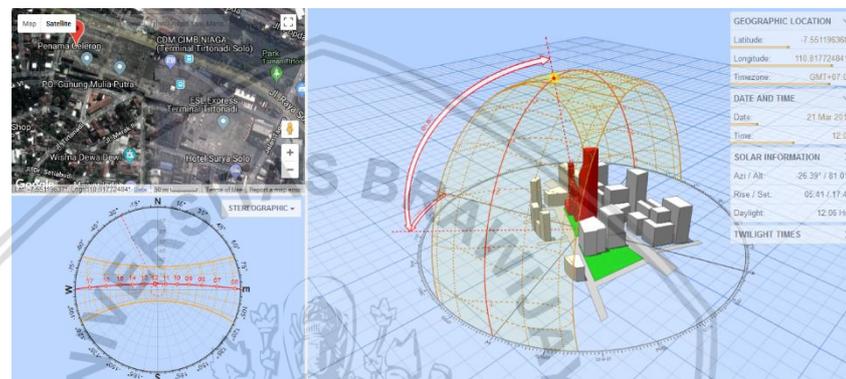
Gambar 4.29a Sun path pada objek studi 08.00 (21 Maret)

Sumber: <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>

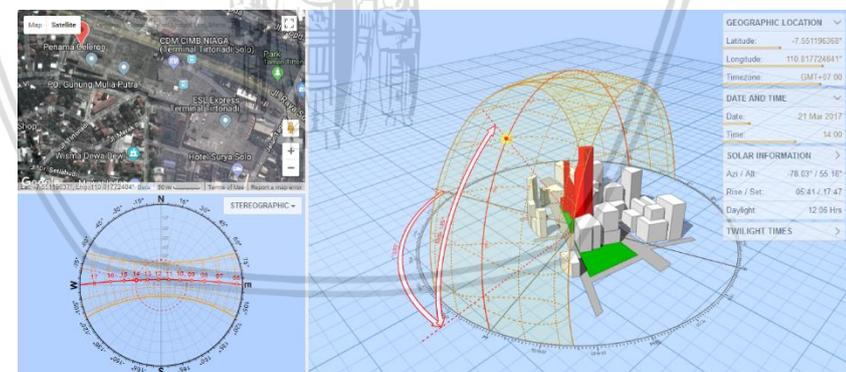




Gambar 4.29b Sun path pada objek sudi 10.00 (21 Maret)
 Sumber: <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>



Gambar 4.29c Sun path pada objek sudi 12.00 (21 Maret)
 Sumber: <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>



Gambar 4.29d Sun path pada objek sudi 14.00 (21 Maret)
 Sumber: <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>

Gambar 4.28 menunjukkan hasil dari *solar calculator* berupa SBV dan SBH pada objek studi pada 21 Maret. Gambar 4.29a-d menunjukkan ilustrasi posisi matahari dan pembayangan yang terjadi pada objek studi di tanggal yang sama pada pukul 08.00, 10.00, 12.00 dan 14.00 WIB. Pada bulan ini area yang terbayangi lebih sedikit dikarenakan posisi matahari di atas garis khatulistiwa.

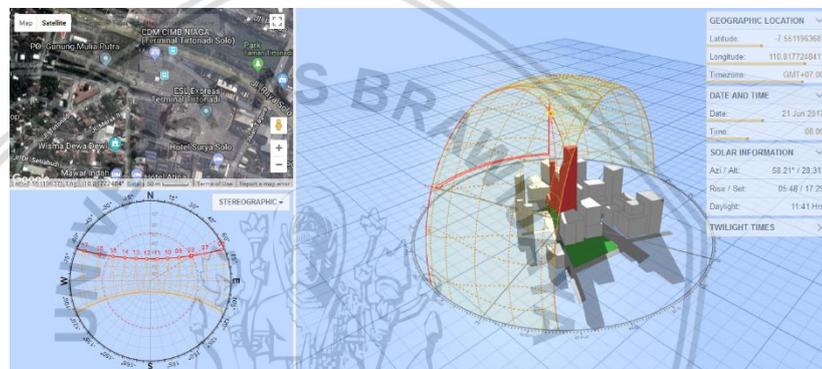


4. 21 Juni 2017

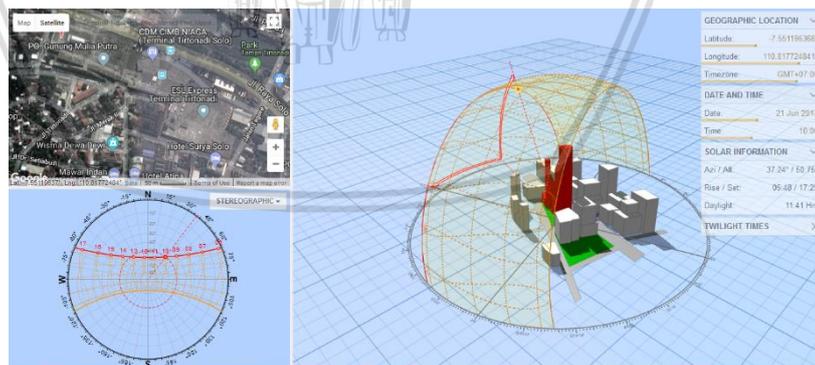
Report Generated by Solar Calculator 4.0		Table of solar angles every 60 minutes				
Date:	June 21	Time	Azimuth (°)	Altitude (°)	HSA (°)	VSA (°)
Time zone:	7 hour 0 minutes ahead of GMT	05 : 00	67.5	-11.8	47.5	-17.1
Latitude:	7.551196368 ° South	06 : 00	66	1.9	46	2.8
Longitude:	110.817724841 ° East	07 : 00	63.1	15.4	43.1	20.6
Julian Date:	172	08 : 00	58.2	28.3	38.2	34.5
Equation of Time:	-1.6 minutes	09 : 00	50.2	40.4	30.2	44.6
Local correction:	21.67 minutes	10 : 00	37.1	50.8	17.1	52
Declination of earth:	23.45°	11 : 00	16.6	57.6	3.4	57.7
Horizontal angles measured with:	True North	12 : 00	350.4	58.5	330.4	62
Magnetic Declination:	53 ° East	13 : 00	327.8	53.1	307.8	65.3
Local Sunrise Time:	05 : 52 hrs	14 : 00	312.8	43.5	292.8	67.8
Sunrise Azimuth:	66.33°	15 : 00	303.7	31.8	283.7	69.1
Local Sunset Time:	17 : 25 hrs	16 : 00	298.1	19	278.1	67.9
Sunset Azimuth:	293.67°	17 : 00	294.6	5.7	274.6	51
Total Sun Hours:	11 hours and 34 minutes	18 : 00	292.8	-7.9	272.8	-71
Wall azimuth angle:	20					
Receiving plane:	31 ° with horizon					

* This page was generated by 'Solar Calculator 4.0'

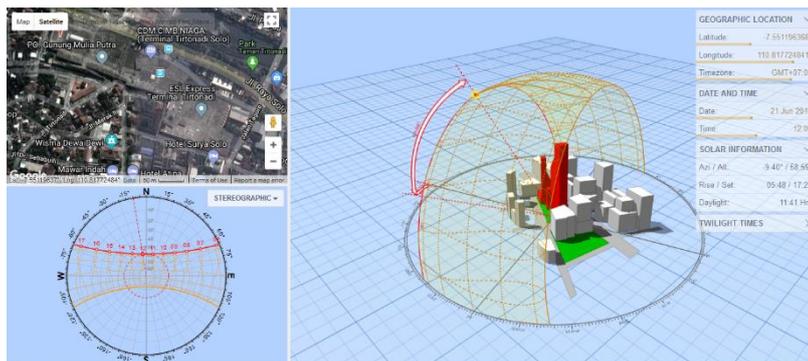
Gambar 4.30 SBV-SBH objek studi (21 Juni)
 Sumber: <https://codepen.io/lulunac27/full/VbLeGW>



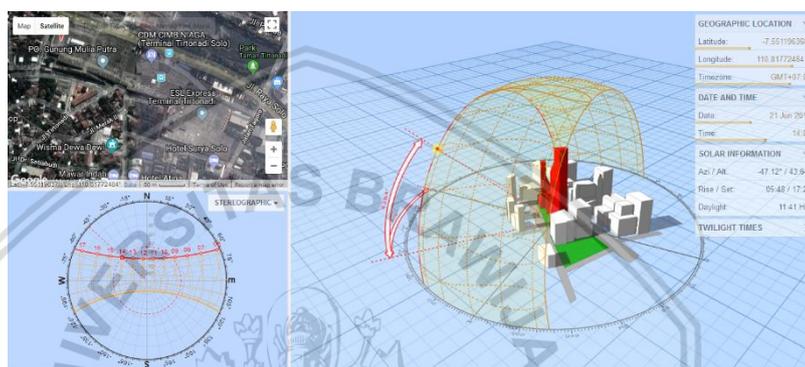
Gambar 4.31a Sun path objek studi 08.00 (21 Juni)
 Sumber: <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>



Gambar 4.31b Sun path objek studi 10.00 (21 Juni)
 Sumber: <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>



Gambar 4.31c Sun path objek studi 12.00 (21 Juni)
 Sumber: <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>



Gambar 4.31d Sun path objek studi 14.00 (21 Juni)
 Sumber: <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>

Gambar 4.30 menunjukkan hasil dari *solar calculator* berupa SBV dan SBH pada objek studi pada 21 Juni. Gambar 4.31a-d menunjukkan ilustrasi posisi matahari dan pembayangan yang terjadi pada objek studi di tanggal yang sama pada pukul 08.00, 10.00, 12.00 dan 14.00 WIB. Pada bulan Juni cahaya matahari akan lebih mendominasi pada sisi utara sehingga sumber cahaya akan masuk lebih banyak melalui sisi utara. Objek studi akan mendapat lebih banyak cahaya masuk dibandingkan biasanya karena orientasi bangunan menghadap ke arah utara, bukaan pencahayaan pada objek studi salah satunya berada pada sisi utara. Ruang tunggu timur akan mendapat cahaya lebih dari biasanya karena bukaan pencahayaan paling luas terdapat pada sisi utara.

5. 21 Desember 2017

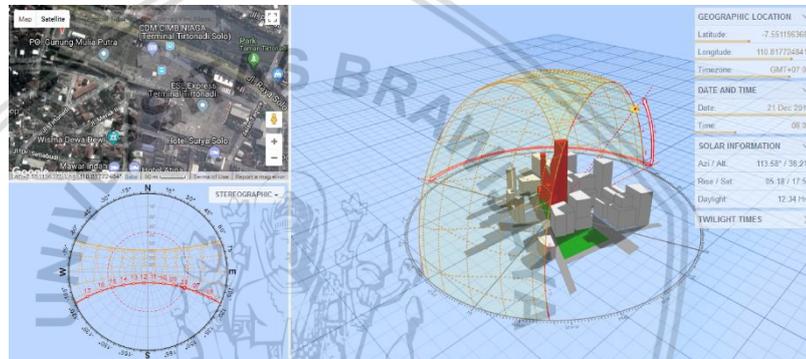
Report Generated by Solar Calculator 4.0

Date:	December 21
Time zone:	7 hour0 minutes ahead of GMT
Latitude:	7.551196368 ° South
Longitude:	110.817724841 ° East
Julian Date:	355
Equation of Time:	2.1 minutes
Local correction:	25.37 minutes
Declination of earth:	-23.45°
Horizontal angles measured with:	True North
Magnetic Declination:	53 ° East
Local Sunrise Time:	05 : 21 hrs
Sunrise Azimuth:	113.67°
Local Sunset Time:	17 : 48 hrs
Sunset Azimuth:	246.33°
Total Sun Hours:	12 hours and 26 minutes
Wall azimuth angle:	20
Receiving plane:	31 ° with horizon

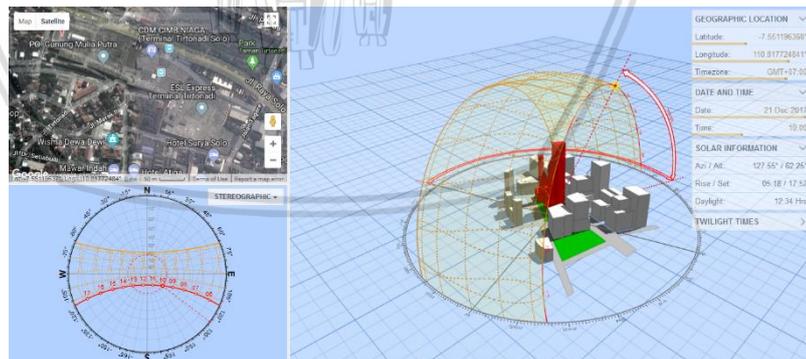
Time	Azimuth (°)	Altitude (°)	HSA (°)	VSA (°)
05 : 00	114.5	-4.9	94.5	47.5
06 : 00	112.7	8.8	92.7	-73.1
07 : 00	112.3	22.5	92.3	-84.5
08 : 00	113.6	36.2	93.6	-85.1
09 : 00	117.7	49.7	97.7	-83.5
10 : 00	127.7	62.3	107.7	-80.9
11 : 00	153.4	72.1	133.4	-77.5
12 : 00	200.3	73	180.3	-73
13 : 00	229.8	64.1	209.8	-67.1
14 : 00	241.3	51.7	221.3	-59.3
15 : 00	246	38.3	226	-48.7
16 : 00	247.6	24.7	227.6	-34.3
17 : 00	247.5	10.9	227.5	-15.9
18 : 00	245.9	-2.8	225.9	4

* This page was generated by 'Solar Calculator 4.0'

Gambar 4.32 SBV-SBH objek studi (21 Desember)
 Sumber: <https://codepen.io/lulunac27/full/VbLeGW>

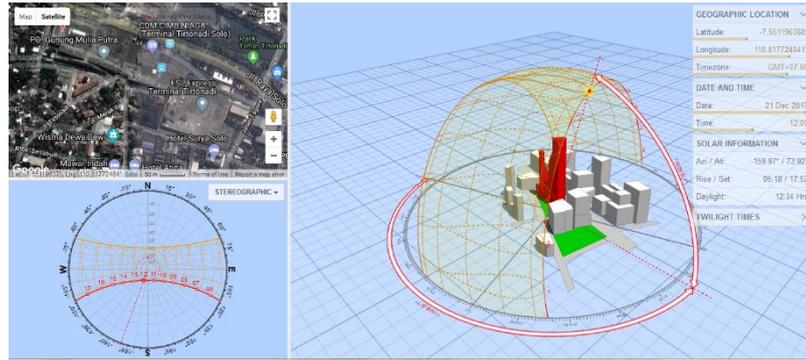


Gambar 4.33a Sun path objek studi 08.00 (21 Desember)
 Sumber: <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>

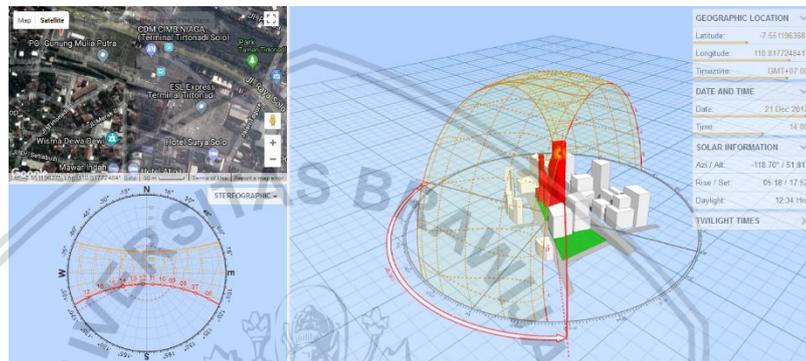


Gambar 4.33b Sun path objek studi 10.00 (21 Desember)
 Sumber: <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>





Gambar 4.33c Sun path objek studi 12.00 (21 Desember)
 Sumber: <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>



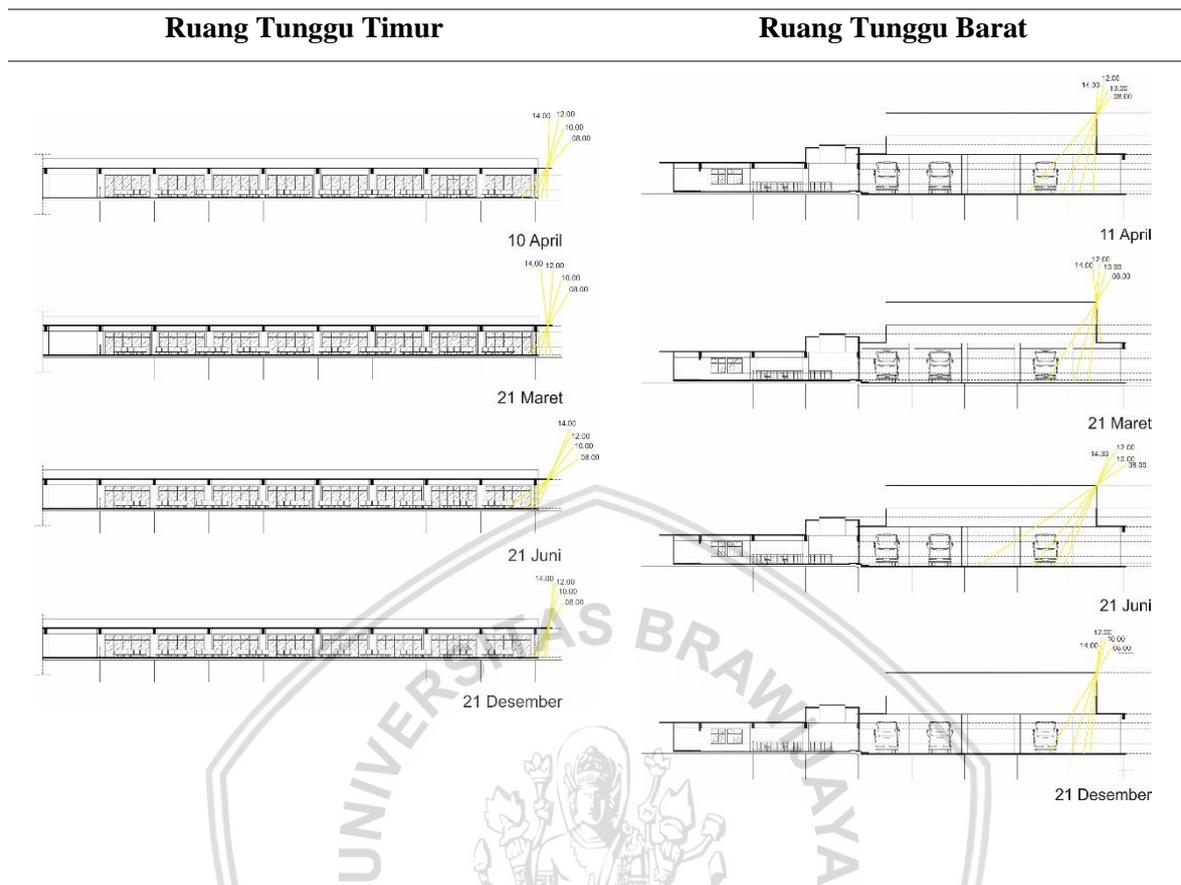
Gambar 4.33d Sun path objek studi 14.00 (21 Desember)
 Sumber: <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>

Gambar 4.32 menunjukkan hasil dari *solar calculator* berupa SBV dan SBH pada objek studi pada 21 Desember. Gambar 4.33a-d menunjukkan ilustrasi posisi matahari dan pembayangan yang terjadi pada objek studi di tanggal yang sama pada pukul 08.00, 10.00, 12.00 dan 14.00 WIB. Pada bulan Desember cahaya matahari akan lebih mendominasi pada sisi selatan sehingga sumber cahaya akan masuk lebih banyak melalui sisi selatan. Objek studi akan mendapat lebih sedikit cahaya masuk dibandingkan biasanya karena orientasi bukaan pencahayaan pada objek menghadap ke arah utara dan timur. Pada bulan ini objek studi akan mendapat cahaya paling sedikit dibanding pada bulan-bulan lainnya dikarenakan objek studi tidak memiliki bukaan pencahayaan pada sisi selatan.

Tabel 4.1 di bawah ini menunjukkan sudut bayang matahari terhadap objek studi pada 10 April (ruang tunggu timur), 11 April (ruang tunggu barat), serta 21 Maret, 21 Juni dan 21 Desember (kedua ruangan). Dari tabel diketahui bahwa pada bulan Maret area yang terbayangi paling sedikit dibandingkan pada bulan lainnya.



Tabel 4.1 Sudut Bayang Matahari



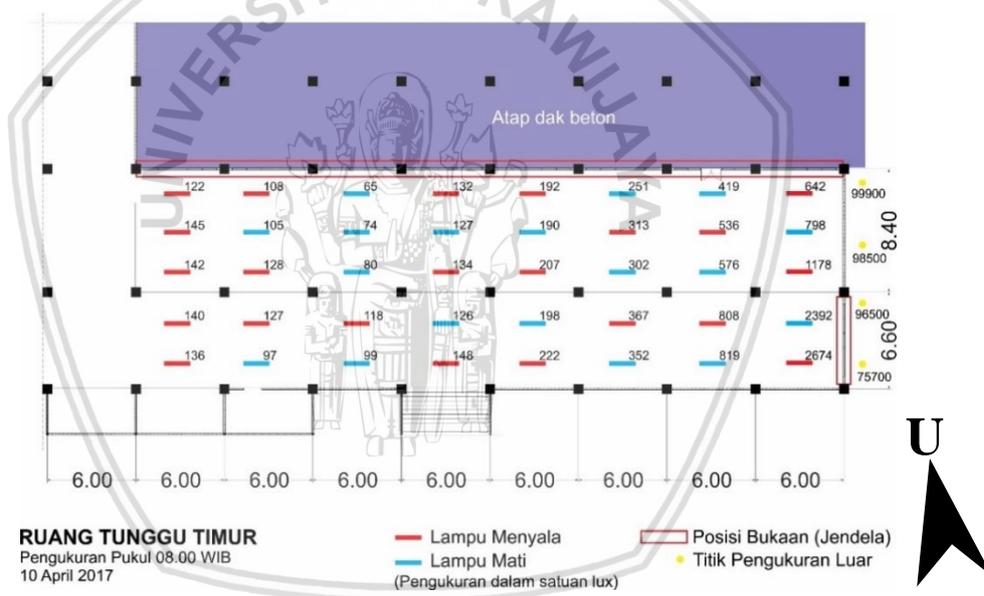
4.3 Hasil Observasi Lapangan

Observasi lapangan berupa pengukuran cahaya pada ruang tunggu terminal yang terbagi menjadi dua ruangan yaitu ruang tunggu timur dan ruang tunggu barat. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan *lux meter* dengan bidang kerja yaitu posisi tinggi manusia saat duduk di tempat duduk atau kursi tunggu di dalam ruang setinggi kurang lebih tujuh puluh lima centimeter dari permukaan lantai. Titik pengukuran dalam ruangan disesuaikan dengan titik lampu di dalam ruangan dikarenakan tidak memungkinkan untuk memadamkan lampu pada saat dilakukannya pengukuran. Sedangkan di luar ruangan diambil 4 titik yang paling dekat dengan ruangan yang mendapatkan cahaya matahari. Waktu pengukuran yaitu dalam sehari dilakukan empat kali pengukuran, pukul 08.00, pukul 10.00, pukul 12.00, dan pukul 14.00 waktu setempat. Pengukuran di lapangan dilakukan pada 10 April 2017 (ruang tunggu timur) dan 11 April 2017 (ruang tunggu barat).

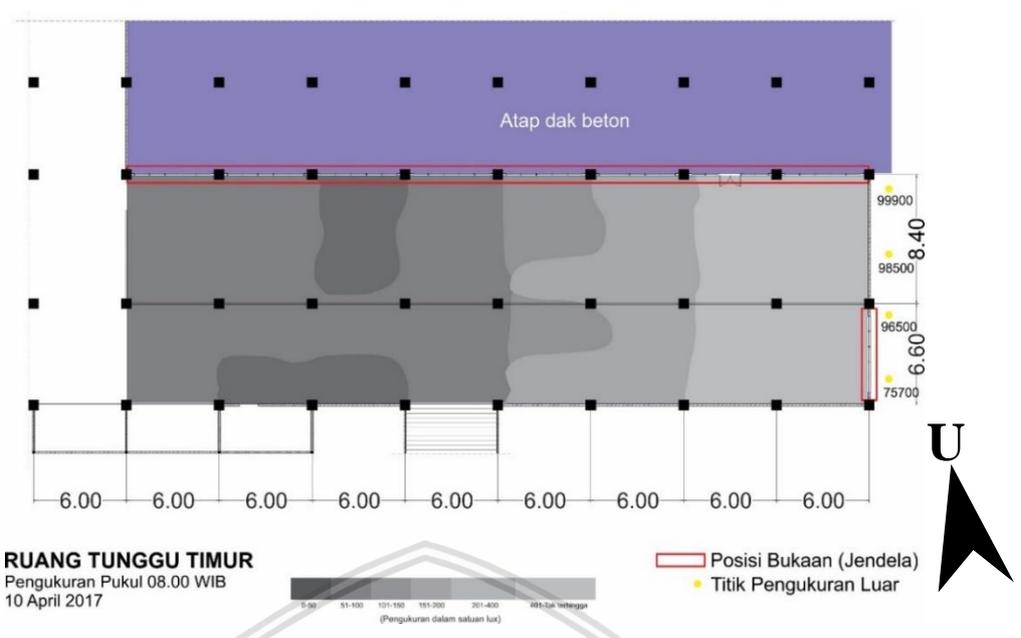
4.3.1 Hasil Pengukuran

1. Pengukuran pada Ruang Tunggu Timur pukul 08.00 (10 April 2017)

Gambar 4.34 merupakan hasil pengukuran intensitas cahaya di lapangan (dalam satuan lux) pukul 08.00 WIB pada Ruang Tunggu Timur dengan keadaan lampu menyala digambarkan dengan warna merah dan lampu mati digambarkan dengan warna biru. Sedangkan gambar 4.35 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.34 berdasarkan intensitas cahaya yang terdeteksi menggunakan alat ukur lux meter, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Timur. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur.



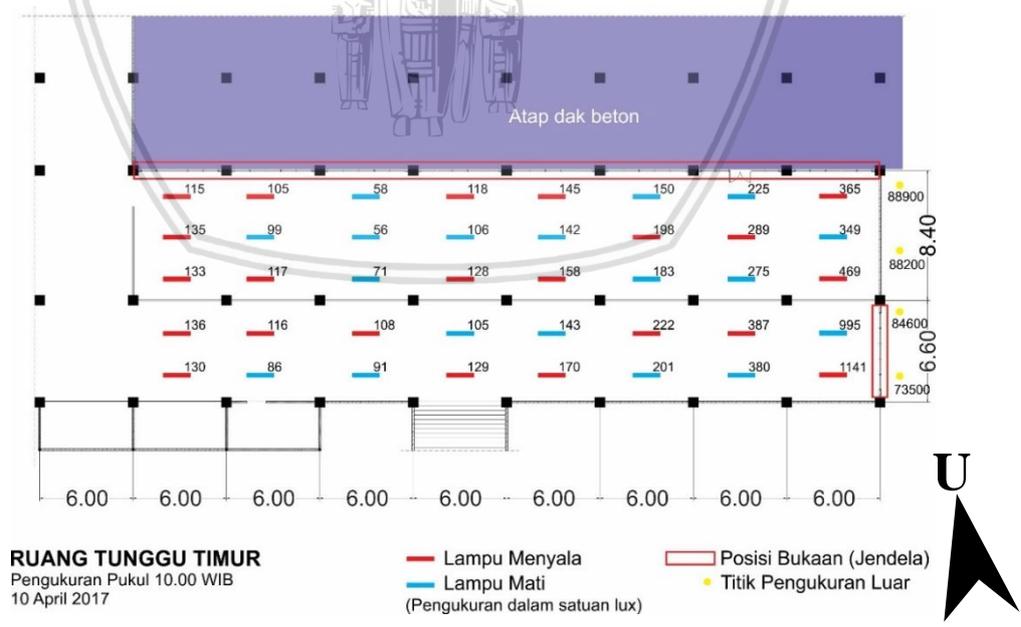
Gambar 4.34 Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Timur pukul 08.00



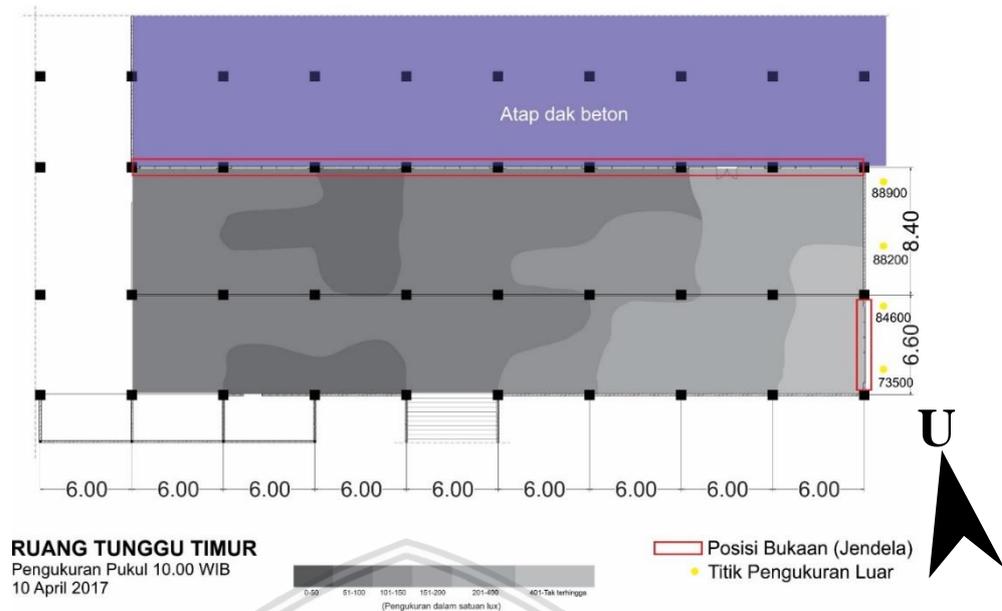
Gambar 4.35 Zonasi Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Timur pukul 08.00

Distribusi terang cahaya belum merata dikarenakan pada saat pengukuran kondisi ruangan adalah terdapat beberapa lampu menyala, sehingga terjadi perbedaan yang cukup besar (nilai intensitas cahaya) antar titik pengukuran.

2. Pengukuran pada Ruang Tunggu Timur pukul 10.00 (10 April 2017)



Gambar 4.36 Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Timur pukul 10.00



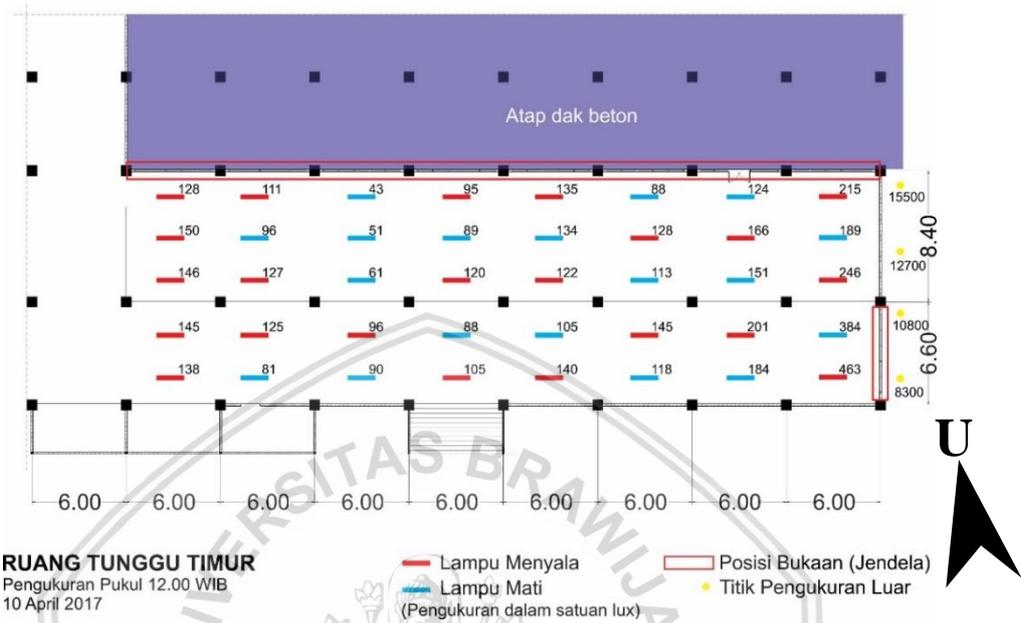
Gambar 4.37 Zonasi Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Timur pukul 10.00

Pada pukul 10.00 WIB penulis melakukan pengukuran di lapangan yang hasilnya diperoleh seperti pada gambar 4.36 dengan keadaan lampu menyala digambarkan dengan warna merah dan lampu mati digambarkan dengan warna biru. Sedangkan gambar 4.37 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.36 berdasarkan intensitas cahaya yang terdeteksi menggunakan alat ukur lux meter, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Timur. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Sama dengan kondisi pada pukul 08.00, distribusi terang cahaya belum merata dikarenakan pada saat pengukuran kondisi ruangan adalah terdapat beberapa lampu menyala, sehingga terjadi perbedaan yang cukup besar (nilai intensitas cahaya) antar titik pengukuran.

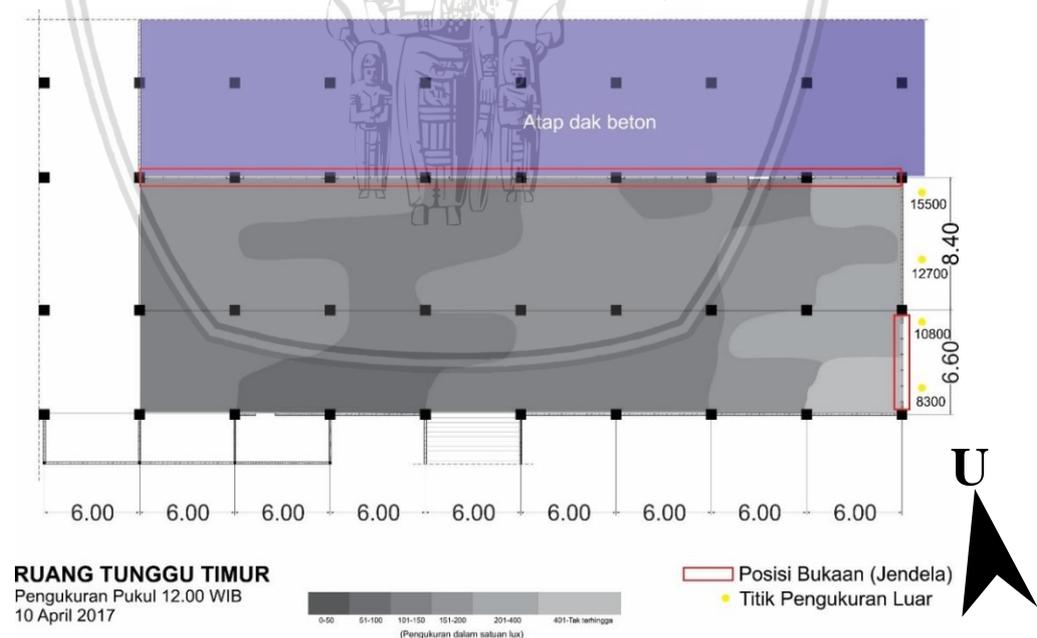
3. Pengukuran pada Ruang Tunggu Timur pukul 12.00 (10 April 2017)

Gambar 4.38 merupakan hasil pengukuran intensitas cahaya di lapangan (dalam satuan lux) pukul 12.00 WIB pada Ruang Tunggu Timur dengan keadaan lampu menyala digambarkan dengan warna merah dan lampu mati digambarkan dengan warna biru. Sedangkan gambar 4.39 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.38 berdasarkan intensitas cahaya yang terdeteksi menggunakan alat ukur lux meter, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna

dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Timur. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur.



Gambar 4.38 Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Timur pukul 12.00

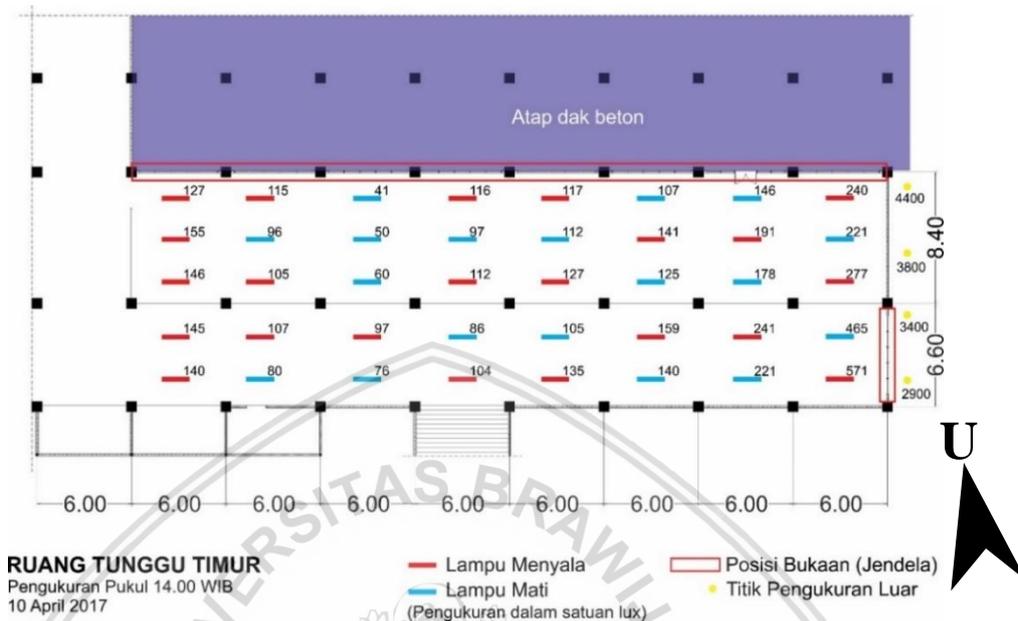


Gambar 4.39 Zonasi Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Timur pukul 12.00

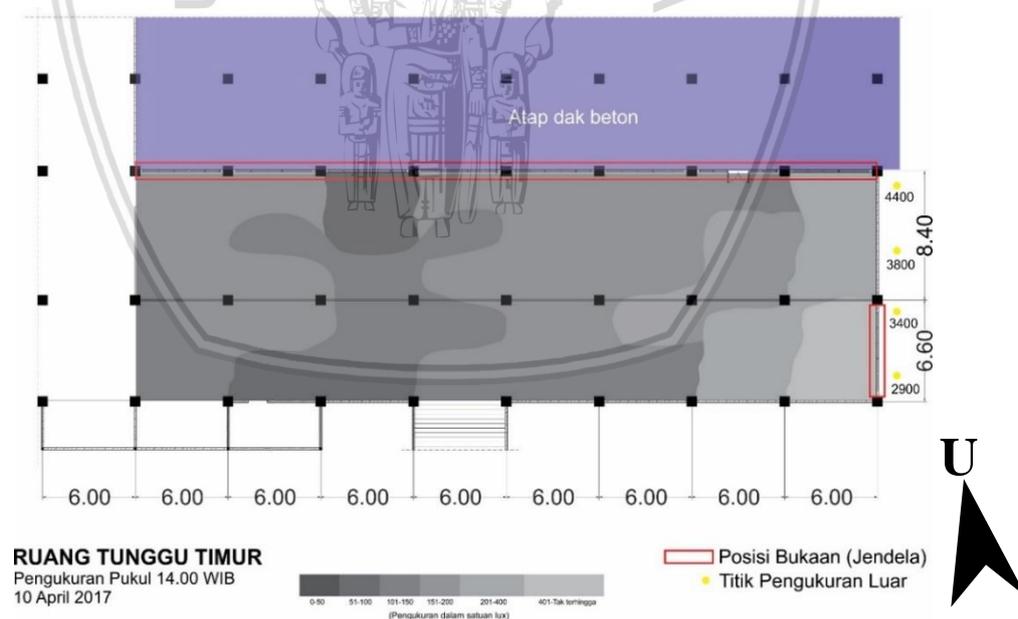
Kondisi distribusi terang cahaya pada pukul 12.00 juga belum merata dikarenakan pada saat pengukuran kondisi ruangan adalah terdapat beberapa

lampu menyala, sehingga terjadi perbedaan yang cukup besar (nilai intensitas cahaya) antar titik pengukuran.

4. Pengukuran pada Ruang Tunggu Timur pukul 14.00 (10 April 2017)



Gambar 4.40 Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Timur pukul 14.00

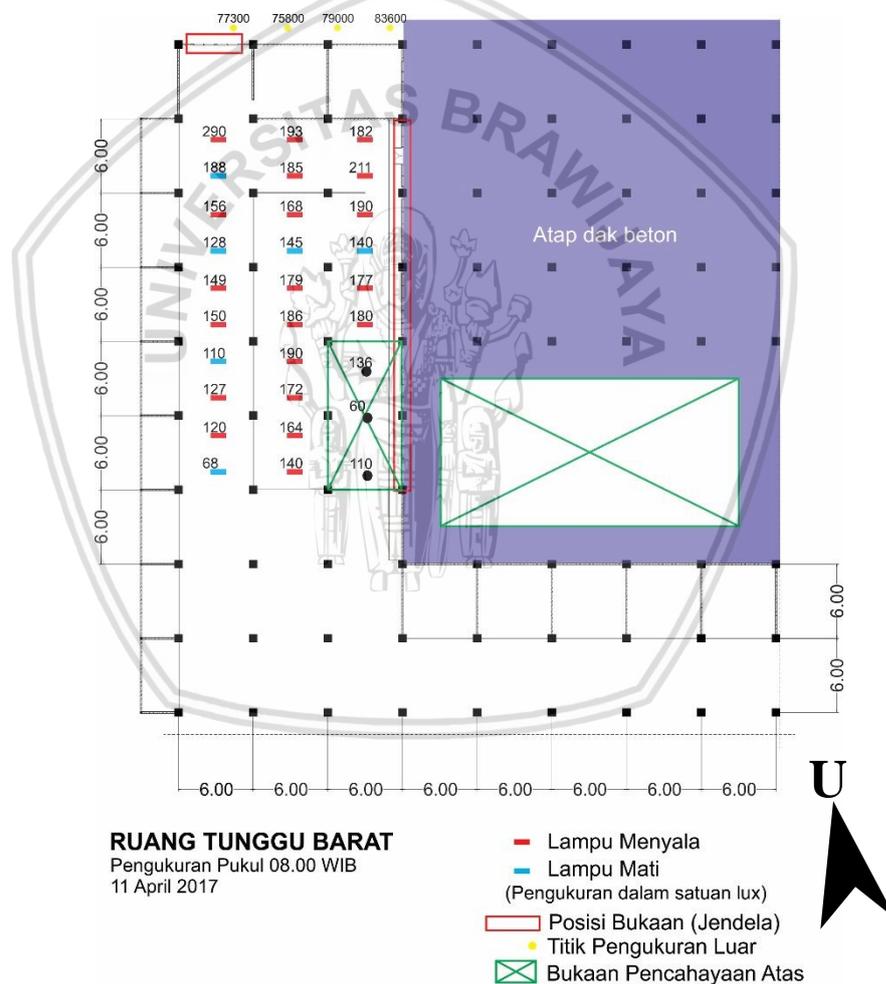


Gambar 4.41 Zonasi Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Timur pukul 14.00

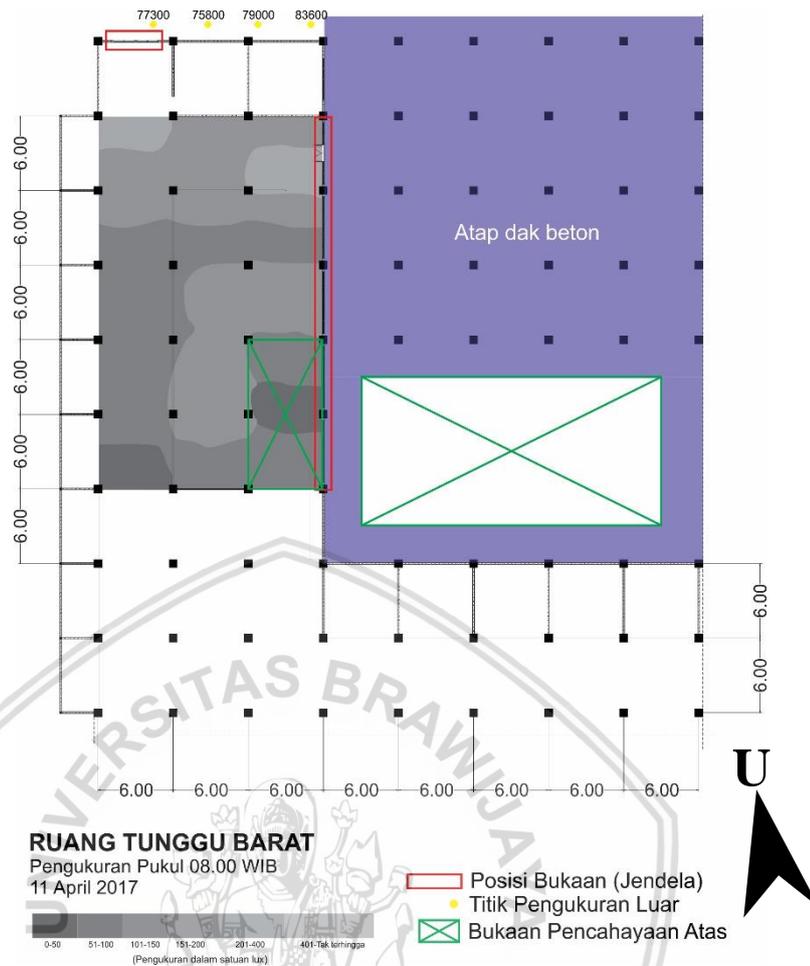
Gambar 4.40 merupakan hasil pengukuran intensitas cahaya di lapangan (dalam satuan lux) pukul 14.00 WIB pada Ruang Tunggu Timur dengan keadaan lampu menyala digambarkan dengan warna merah dan lampu mati digambarkan dengan warna biru. Sedangkan gambar 4.38 merupakan penjelasan

berupa zonasi dari gambar 4.41 berdasarkan intensitas cahaya yang terdeteksi menggunakan alat ukur lux meter, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Timur. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Pengukuran pada pukul 14.00 juga menunjukkan distribusi terang cahaya belum merata dikarenakan pada saat pengukuran kondisi ruangan adalah terdapat beberapa lampu menyala, sehingga terjadi perbedaan yang cukup besar (nilai intensitas cahaya) antar titik pengukuran.

5. Pengukuran pada Ruang Tunggu Barat pukul 08.00 (11 April 2017)



Gambar 4.42 Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Barat pukul 08.00

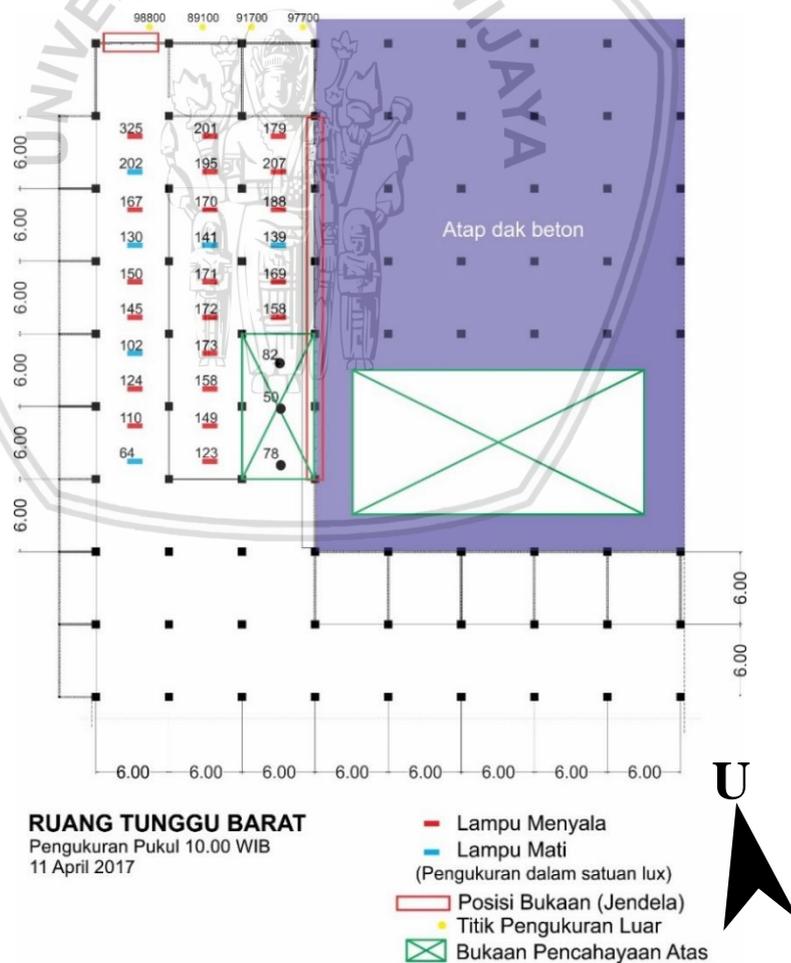


Gambar 4.43 Zonasi Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Barat pukul 08.00

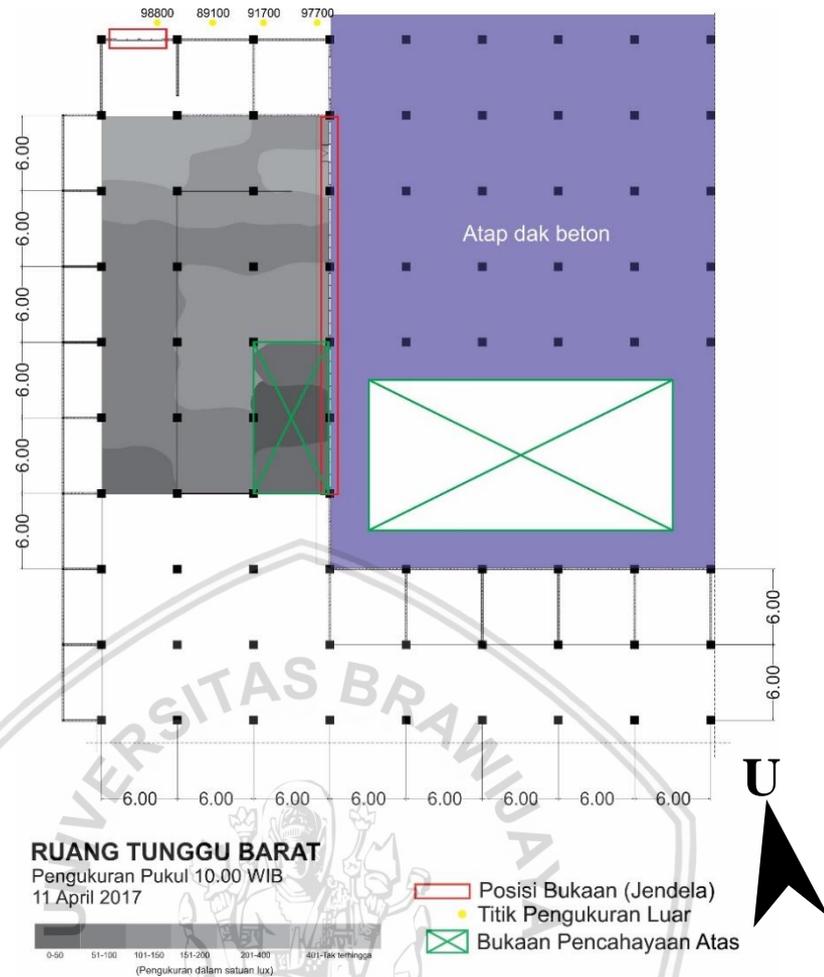
Gambar 4.42 merupakan hasil pengukuran intensitas cahaya di lapangan (dalam satuan lux) pukul 08.00 WIB pada Ruang Tunggu Barat dengan keadaan lampu menyala digambarkan dengan warna merah dan lampu mati digambarkan dengan warna biru. Sedangkan gambar 4.43 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.42 berdasarkan intensitas cahaya yang terdeteksi menggunakan alat ukur lux meter, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Seperti pengukuran pada ruang tunggu timur, distribusi terang cahaya pada ruang tunggu barat pada pukul 08.00 belum merata dikarenakan pada saat pengukuran kondisi ruangan adalah terdapat beberapa lampu menyala, sehingga terjadi perbedaan yang cukup besar (nilai intensitas cahaya) antar titik pengukuran.

6. Pengukuran pada Ruang Tunggu Barat pukul 10.00 (11 April 2017)

Gambar 4.44 merupakan hasil pengukuran intensitas cahaya di lapangan (dalam satuan lux) pukul 10.00 WIB pada Ruang Tunggu Barat dengan keadaan lampu menyala digambarkan dengan warna merah dan lampu mati digambarkan dengan warna biru. Sedangkan gambar 4.45 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.44 berdasarkan intensitas cahaya yang terdeteksi menggunakan alat ukur lux meter, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Distribusi terang cahaya pada pukul 10.00 di ruang tunggu barat belum merata dikarenakan pada saat pengukuran kondisi ruangan adalah terdapat beberapa lampu menyala, sehingga terjadi perbedaan yang cukup besar (nilai intensitas cahaya) antar titik pengukuran.



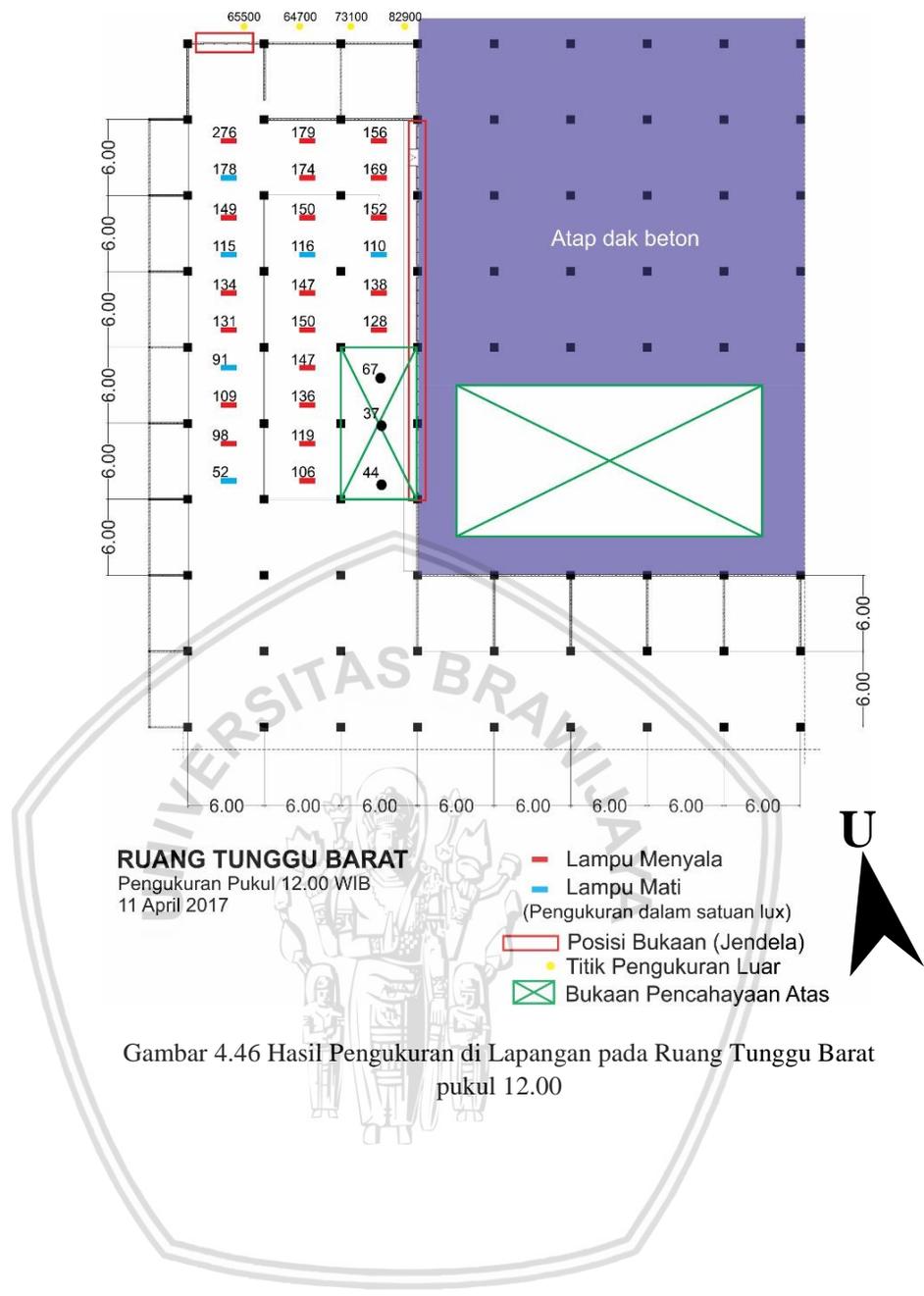
Gambar 4.44 Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Barat pukul 10.00

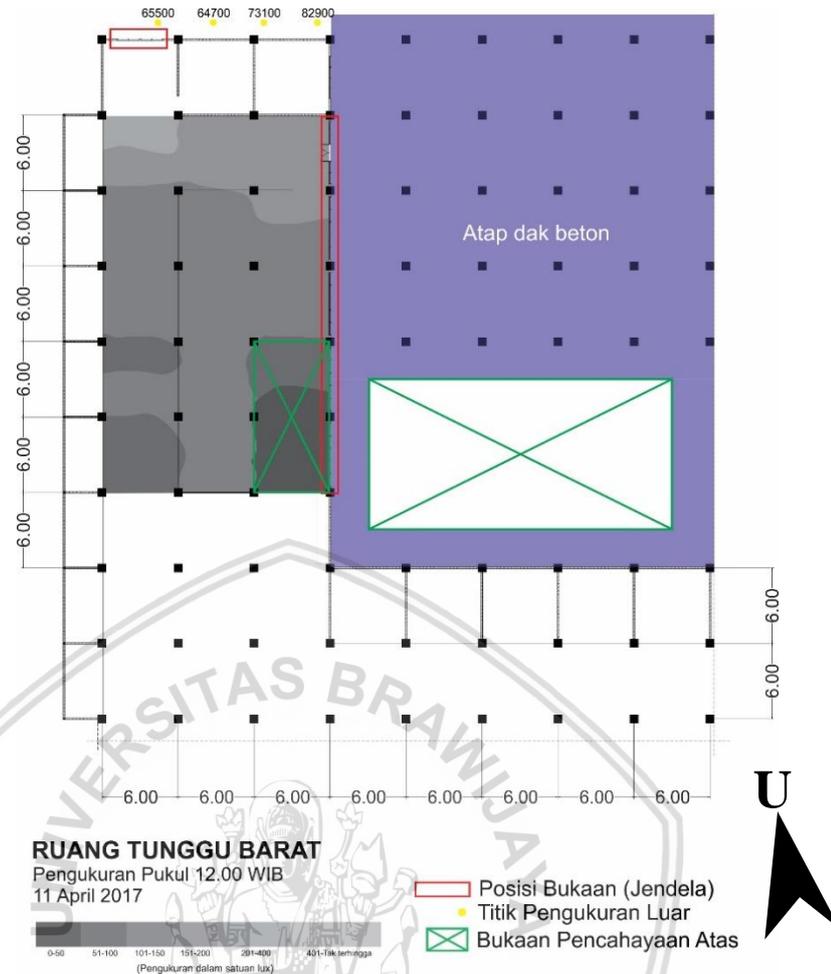


Gambar 4.45 Zonasi Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Barat pukul 10.00

7. Pengukuran pada Ruang Tunggu Barat pukul 12.00 (11 April 2017)

Gambar 4.46 merupakan hasil pengukuran intensitas cahaya di lapangan (dalam satuan lux) pukul 12.00 WIB pada Ruang Tunggu Barat dengan keadaan lampu menyala digambarkan dengan warna merah dan lampu mati digambarkan dengan warna biru. Sedangkan gambar 4.47 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.46 berdasarkan intensitas cahaya yang terdeteksi menggunakan alat ukur lux meter, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Distribusi terang cahaya pada pukul 12.00 juga belum merata dikarenakan pada saat pengukuran kondisi ruangan adalah terdapat beberapa lampu menyala, sehingga terjadi perbedaan yang cukup besar (nilai intensitas cahaya) antar titik pengukuran.

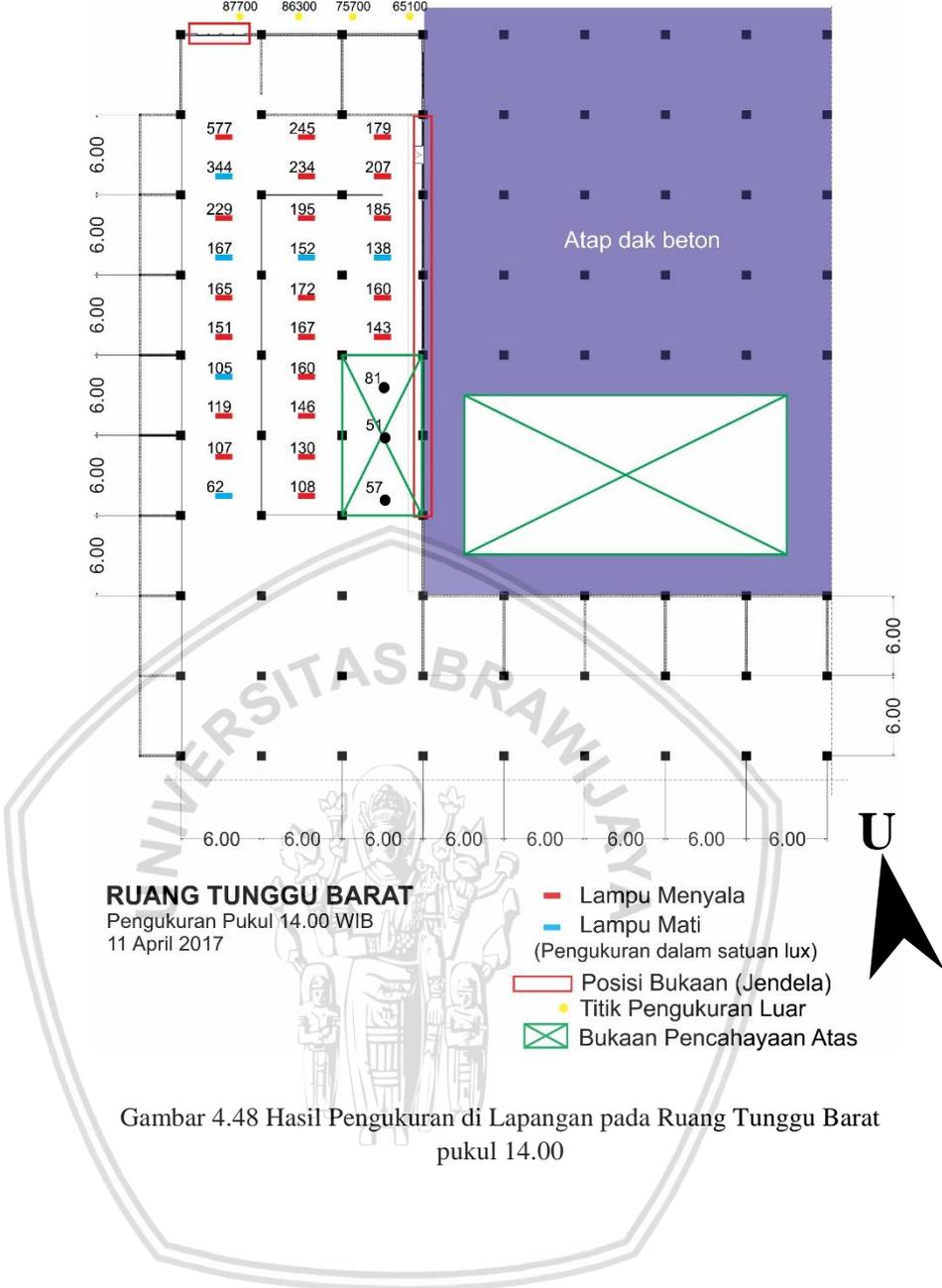


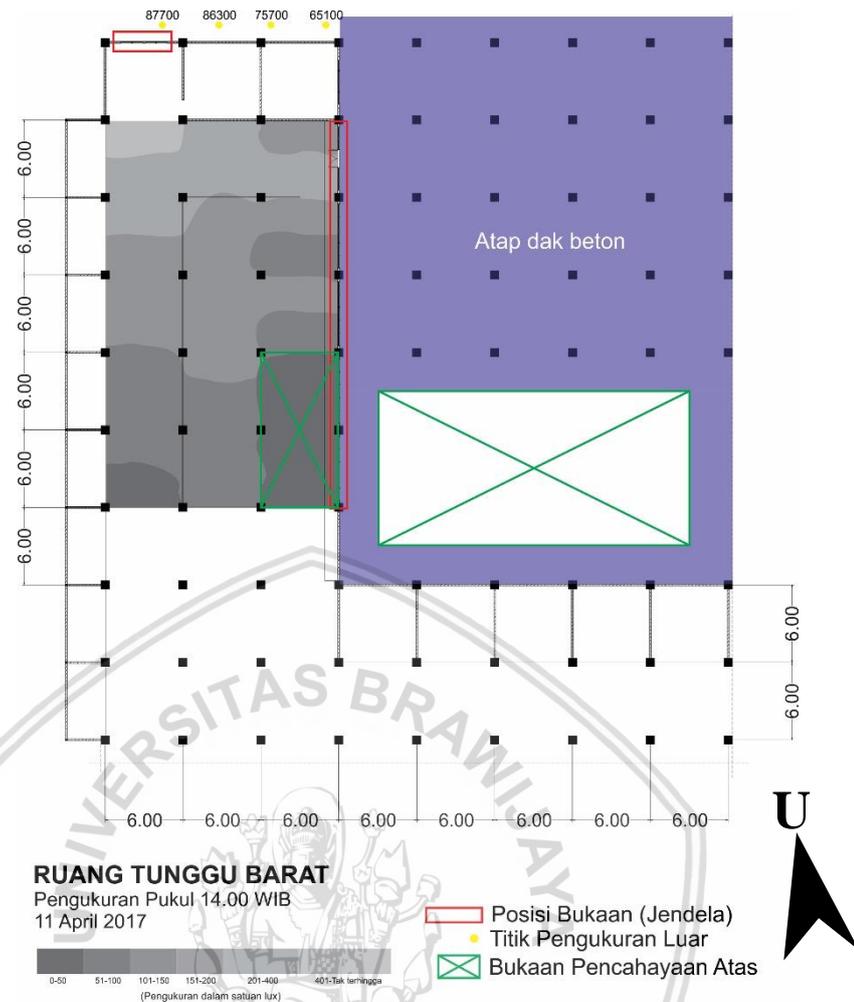


Gambar 4.47 Zonasi Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Barat pukul 12.00

8. Pengukuran pada Ruang Tunggu Barat pukul 14.00 (11 April 2017)

Gambar 4.48 merupakan hasil pengukuran intensitas cahaya di lapangan (dalam satuan lux) pukul 14.00 WIB pada Ruang Tunggu Barat dengan keadaan lampu menyala digambarkan dengan warna merah dan lampu mati digambarkan dengan warna biru. Sedangkan gambar 4.49 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.48 berdasarkan intensitas cahaya yang terdeteksi menggunakan alat ukur lux meter, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Pada pukul 14.00 seperti pada pengukuran sebelumnya, distribusi terang cahaya belum merata dikarenakan pada saat pengukuran kondisi ruangan adalah terdapat beberapa lampu menyala, sehingga terjadi perbedaan yang cukup besar (nilai intensitas cahaya) antar titik pengukuran.





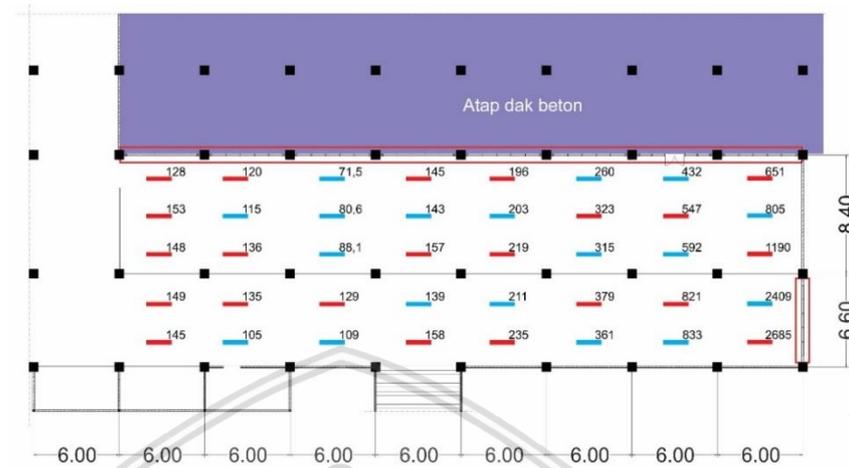
Gambar 4.49 Zonasi Hasil Pengukuran di Lapangan pada Ruang Tunggu Barat pukul 14.00

Pada tahap pengukuran langsung di lapangan penulis belum dapat mengetahui kondisi objek apakah akan menjadi gelap yaitu tidak memenuhi standar SNI pencahayaan ruang tunggu sebesar minimum 100 lux, dikarenakan penulis melakukan pengukuran dengan kondisi beberapa lampu menyala dan beberapa lampu mati, karena hal tersebut pula distribusi terang cahaya juga belum merata baik pada ruang tunggu timur maupun barat pada pukul 08.00-14.00, sehingga perlu dilakukan simulasi dengan *software* yang berkaitan, dalam penelitian ini penulis menggunakan *software* DiaLux evo. Namun sebelum melakukan simulasi dengan DiaLux evo dengan kondisi tanpa lampu, penulis melakukan simulasi dengan program tersebut dengan kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan yaitu beberapa lampu menyala dan beberapa lampu mati. Hasil dari simulasi akan dijelaskan pada sub sub bab 4.3.2.

4.3.2 Hasil Simulasi dengan Kondisi Sama pada Saat Pengukuran

1. Ruang Tunggu Timur (10 April 2017)

a. Pukul 08.00 WIB

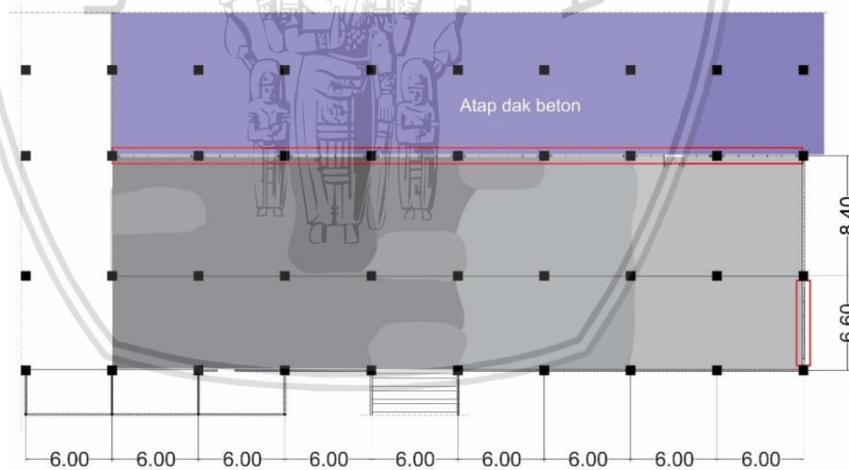


RUANG TUNGGU TIMUR
Pengukuran Pukul 08.00 WIB
10 April 2017
(Hasil simulasi dengan DIALux evo:
kondisi sama pada saat pengukuran
di lapangan, average sky)

— Lampu Menyala
— Lampu Mati
(Pengukuran dalam satuan lux)

□ Posisi Bukaannya (Jendela)
● Titik Pengukuran Luar

Gambar 4.50 Hasil Simulasi Ruang Tunggu Timur (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 08.00



RUANG TUNGGU TIMUR
Pengukuran Pukul 08.00 WIB
10 April 2017
(Hasil simulasi dengan DIALux evo:
kondisi sama pada saat pengukuran
di lapangan, average sky)

□ Posisi Bukaannya (Jendela)
● Titik Pengukuran Luar

0-50 51-100 101-150 151-200 201-400 401-Tak terbagi
(Pengukuran dalam satuan lux)

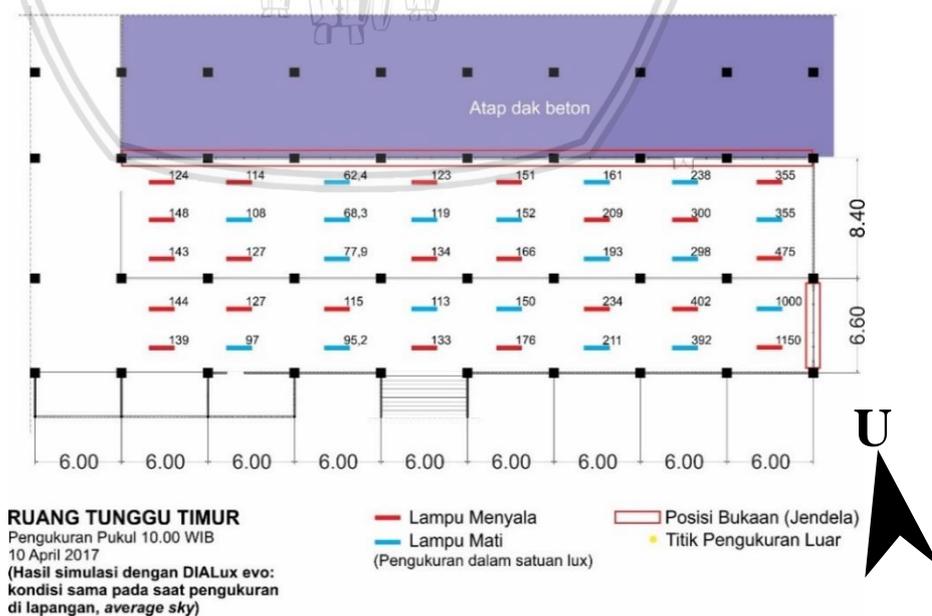
Gambar 4.51 Zonasi Hasil Simulasi Ruang Tunggu Timur (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 08.00

Gambar 4.50 merupakan hasil simulasi dengan kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan (dalam satuan lux) pukul 08.00 WIB pada Ruang Tunggu Timur dengan keadaan lampu menyala digambarkan

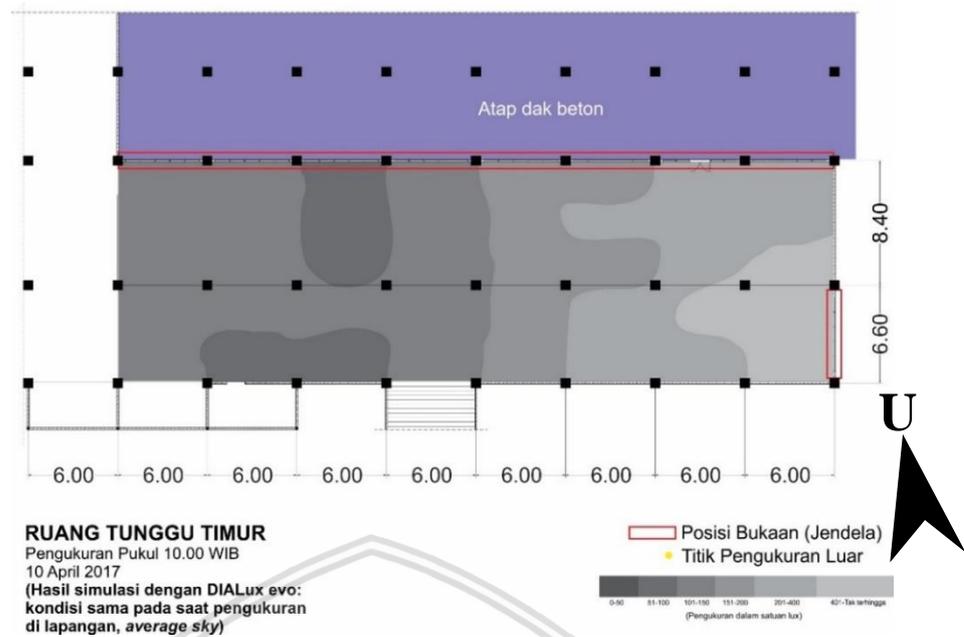
dengan warna merah dan lampu mati digambarkan dengan warna biru. Sedangkan gambar 4.51 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.50 berdasarkan intensitas cahaya yang terdeteksi menggunakan alat ukur lux meter, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Timur. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur.

b. Pukul 10.00 WIB

Gambar 4.52 merupakan hasil simulasi dengan kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan (dalam satuan lux) pukul 10.00 WIB pada Ruang Tunggu Timur dengan keadaan lampu menyala digambarkan dengan warna merah dan lampu mati digambarkan dengan warna biru. Sedangkan gambar 4.53 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.52 berdasarkan intensitas cahaya yang terdeteksi menggunakan alat ukur lux meter, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Timur. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur.



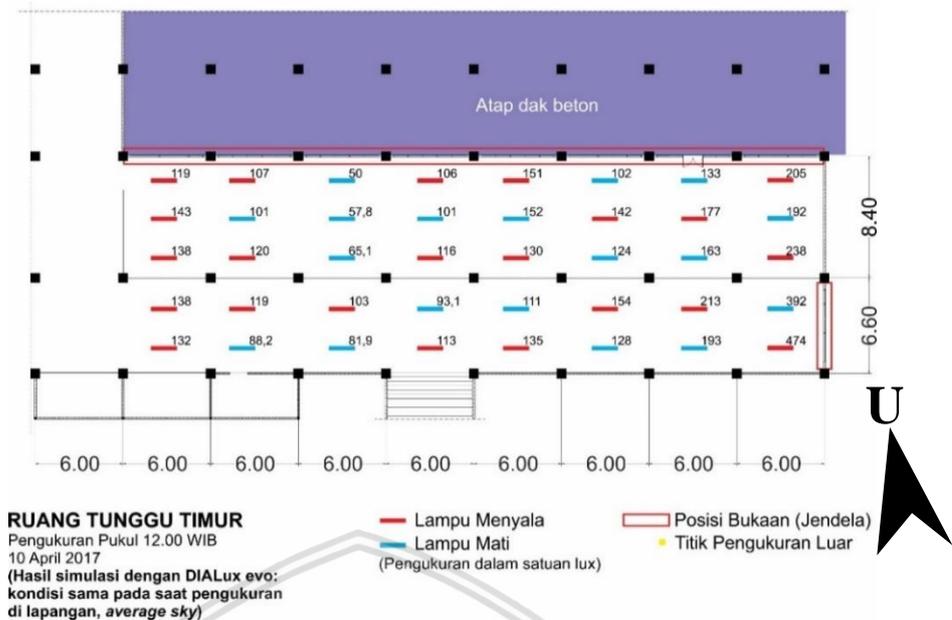
Gambar 4.52 Hasil Simulasi Ruang Tunggu Timur (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 10.00



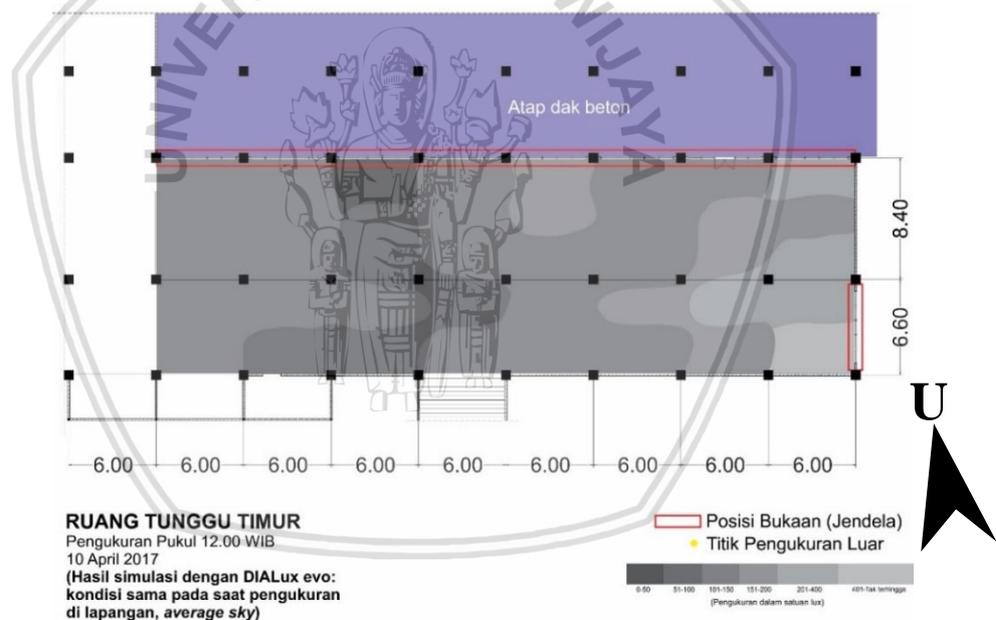
Gambar 4.53 Zonasi Hasil Simulasi Ruang Tunggu Timur (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 10.00

c. Pukul 12.00 WIB

Gambar 4.54 merupakan hasil simulasi dengan kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan (dalam satuan lux) pukul 12.00 WIB pada Ruang Tunggu Timur dengan keadaan lampu menyala digambarkan dengan warna merah dan lampu mati digambarkan dengan warna biru. Sedangkan gambar 4.55 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.54 berdasarkan intensitas cahaya yang terdeteksi menggunakan alat ukur lux meter, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Timur. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur.



Gambar 4.54 Hasil Simulasi Ruang Tunggu Timur (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 12.00

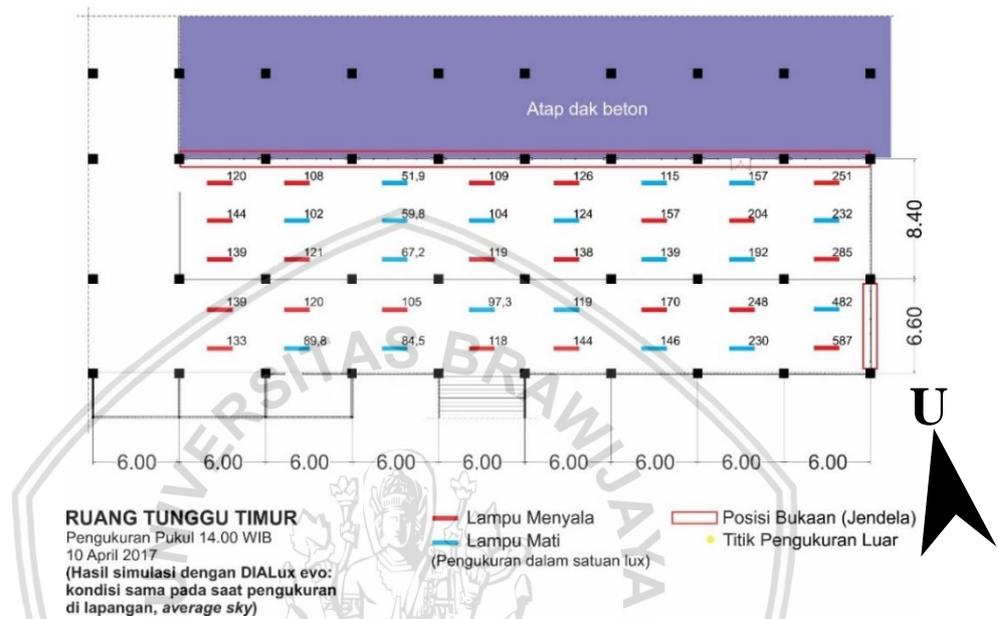


Gambar 4.55 Zonasi Hasil Simulasi Ruang Tunggu Timur (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 12.00

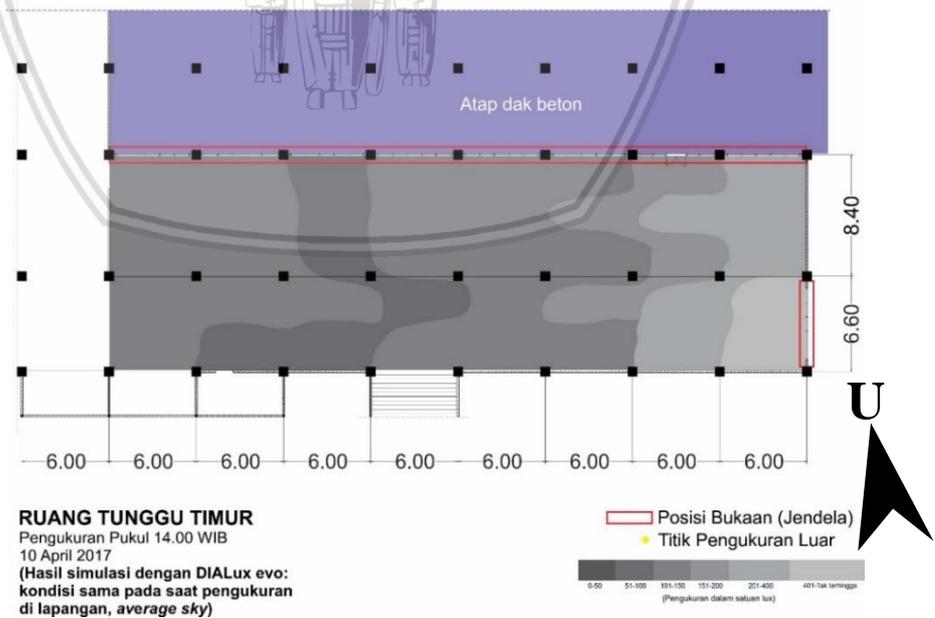
d. Pukul 14.00 WIB

Gambar 4.56 merupakan hasil simulasi dengan kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan (dalam satuan lux) pukul 14.00 WIB pada Ruang Tunggu Timur dengan keadaan lampu menyala digambarkan dengan warna merah dan lampu mati digambarkan dengan warna biru. Sedangkan gambar 4.57 merupakan penjelasan berupa zonasi dari

gambar 4.56 berdasarkan intensitas cahaya yang terdeteksi menggunakan alat ukur lux meter, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Timur. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur.



Gambar 4.56 Hasil Simulasi Ruang Tunggu Timur (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 14.00

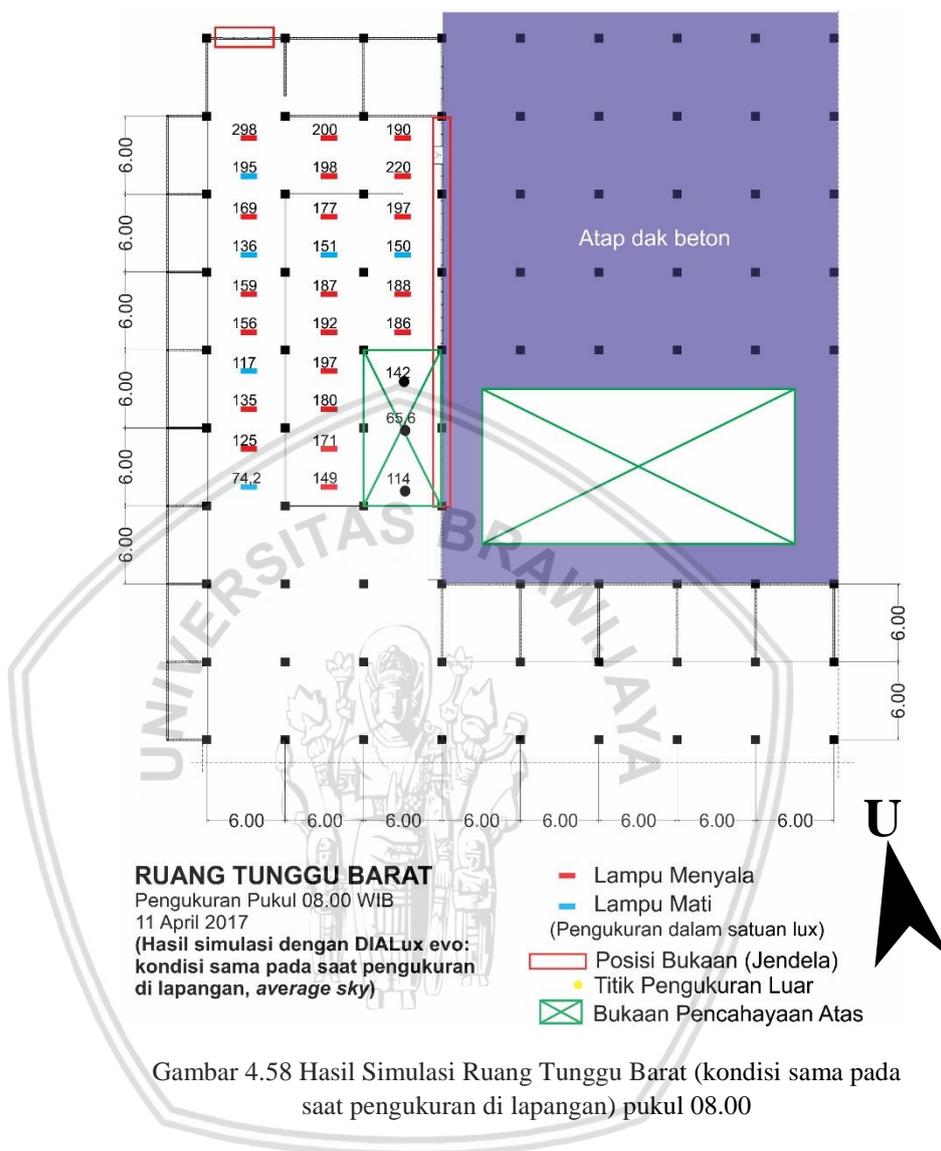


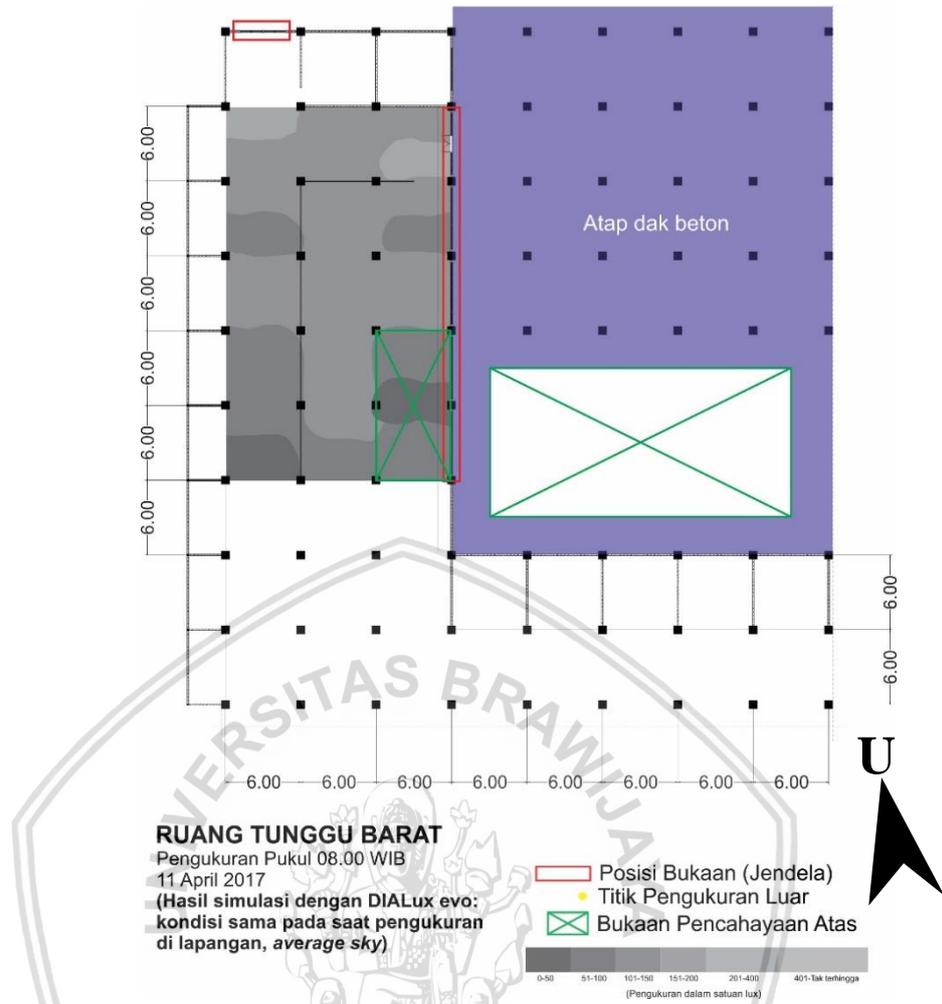
Gambar 4.57 Zonasi Hasil Simulasi Ruang Tunggu Timur (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 14.00



2. Ruang Tunggu Barat (11 April 2017)

a. Pukul 08.00 WIB



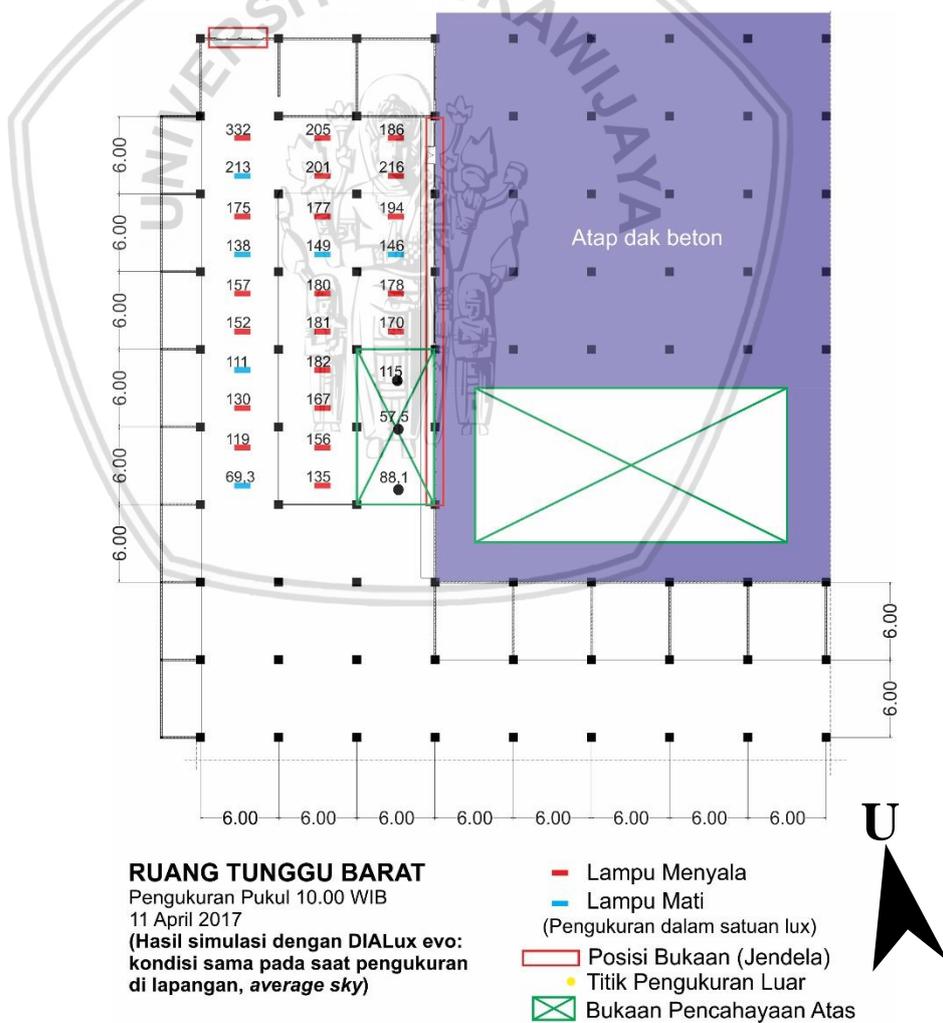


Gambar 4.59 Zonasi Hasil Simulasi Ruang Tunggu Barat (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 08.00

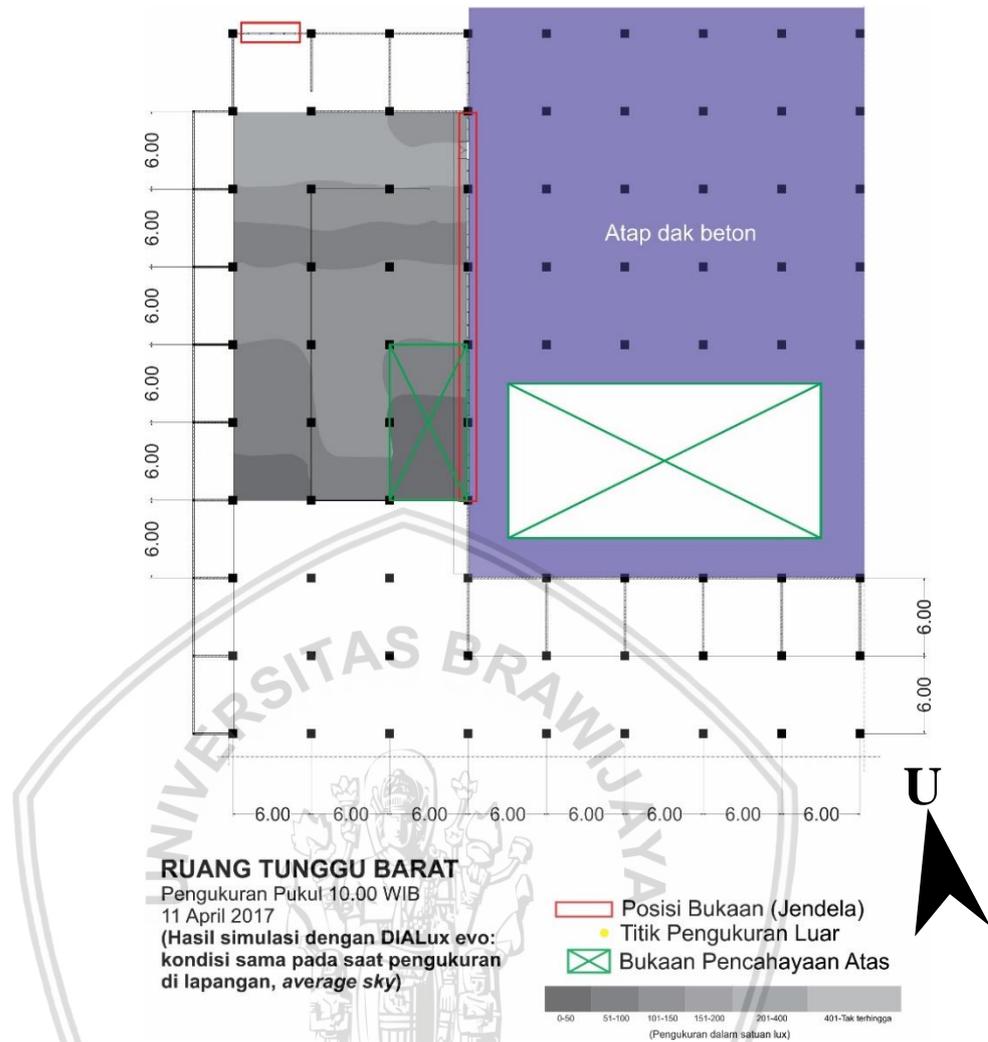
Gambar 4.58 merupakan hasil simulasi dengan kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan (dalam satuan lux) pukul 08.00 WIB pada Ruang Tunggu Barat dengan keadaan lampu menyala digambarkan dengan warna merah dan lampu mati digambarkan dengan warna biru. Sedangkan gambar 4.59 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.58 berdasarkan intensitas cahaya yang terdeteksi menggunakan alat ukur lux meter, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan instensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur.

b. Pukul 10.00 WIB

Gambar 4.60 merupakan hasil simulasi dengan kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan (dalam satuan lux) pukul 10.00 WIB pada Ruang Tunggu Barat dengan keadaan lampu menyala digambarkan dengan warna merah dan lampu mati digambarkan dengan warna biru. Sedangkan gambar 4.61 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.60 berdasarkan intensitas cahaya yang terdeteksi menggunakan alat ukur lux meter, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan instensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur.



Gambar 4.60 Hasil Simulasi Ruang Tunggu Barat (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 10.00

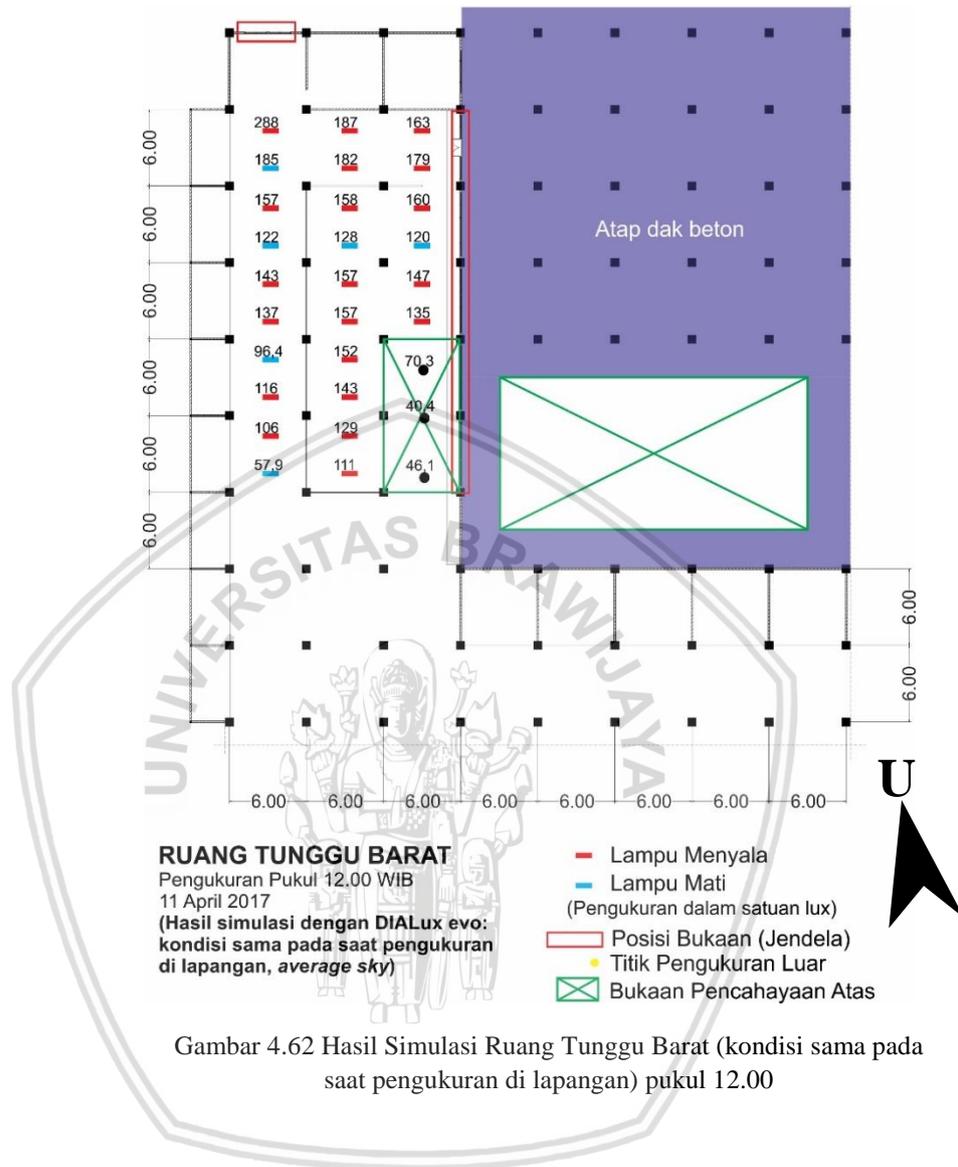


Gambar 4.61 Zonasi Hasil Simulasi Ruang Tunggu Barat (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 10.00

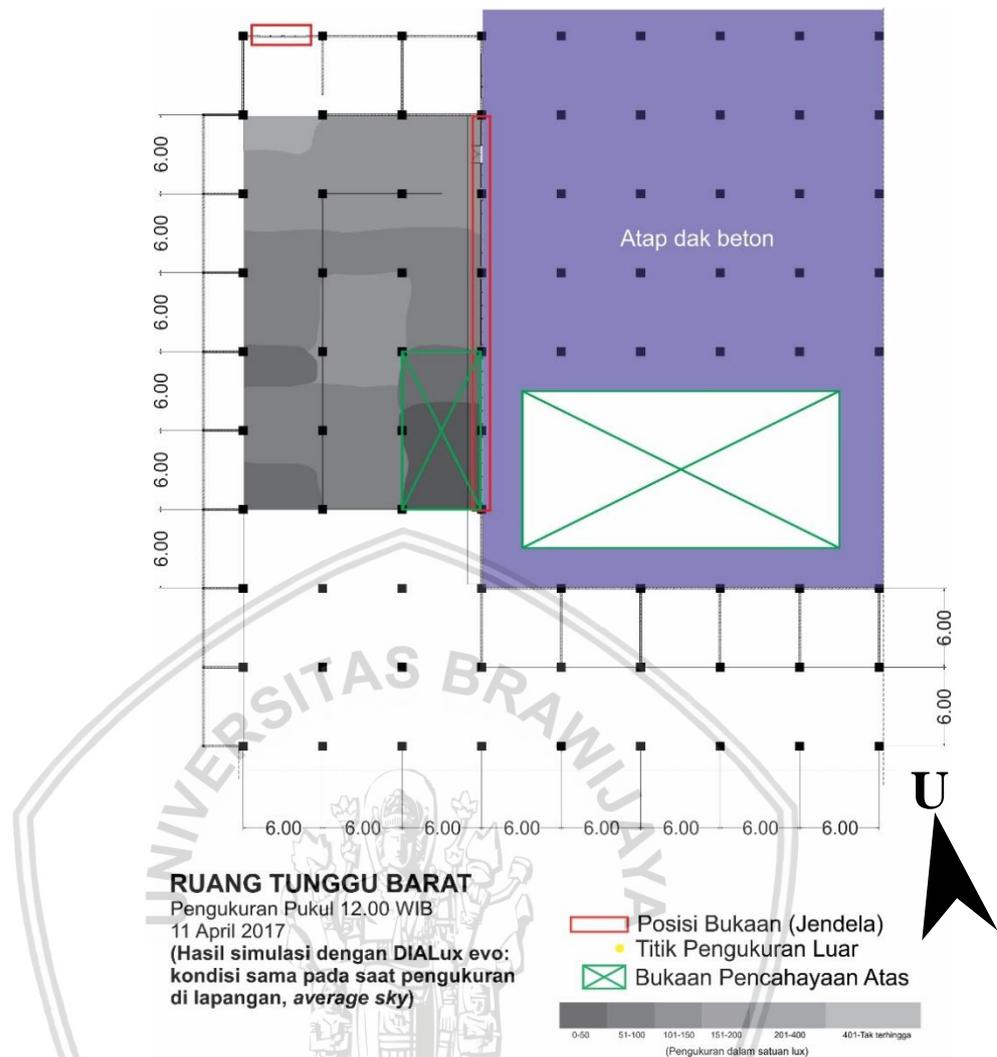
c. Pukul 12.00 WIB

Gambar 4.62 merupakan hasil simulasi dengan kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan (dalam satuan lux) pukul 12.00 WIB pada Ruang Tunggu Barat dengan keadaan lampu menyala digambarkan dengan warna merah dan lampu mati digambarkan dengan warna biru. Sedangkan gambar 4.63 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.62 berdasarkan intensitas cahaya yang terdeteksi menggunakan alat ukur lux meter, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat. Semakin

gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur.



Gambar 4.62 Hasil Simulasi Ruang Tunggu Barat (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 12.00

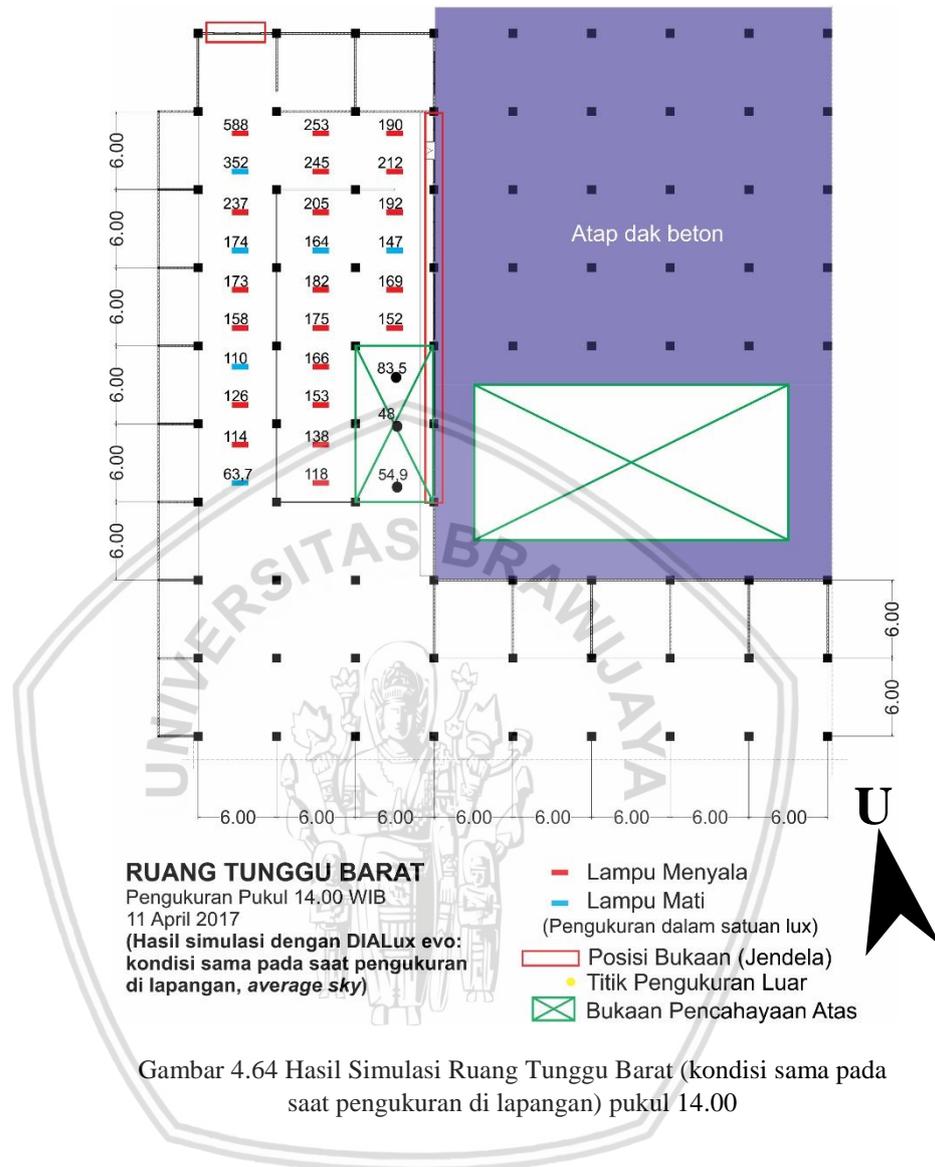


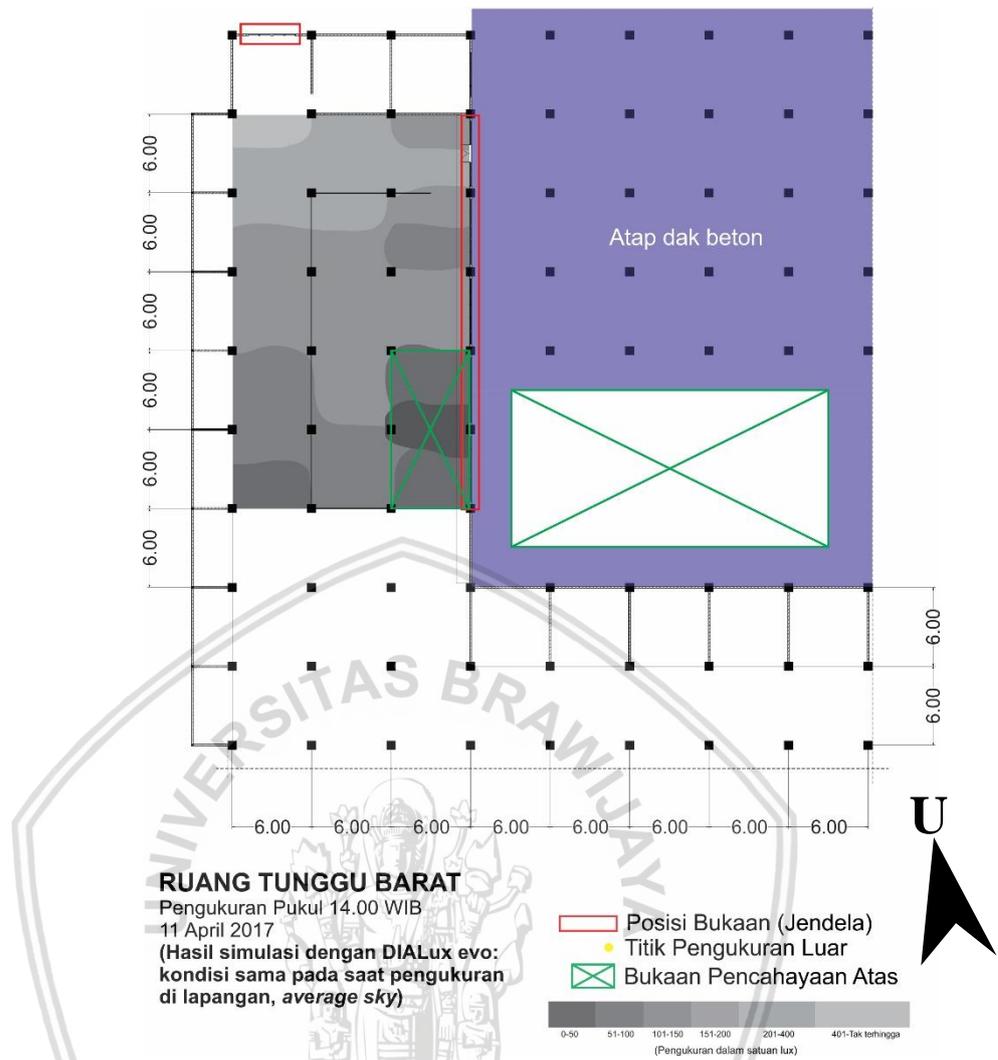
Gambar 4.63 Zonasi Hasil Simulasi Ruang Tunggu Barat (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 12.00

d. Pukul 14.00 WIB

Gambar 4.64 merupakan hasil simulasi dengan kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan (dalam satuan lux) pukul 14.00 WIB pada Ruang Tunggu Barat dengan keadaan lampu menyala digambarkan dengan warna merah dan lampu mati digambarkan dengan warna biru. Sedangkan gambar 4.65 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.64 berdasarkan intensitas cahaya yang terdeteksi menggunakan alat ukur lux meter, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat. Semakin

gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur.





Gambar 4.65 Zonasi Hasil Simulasi Ruang Tunggu Barat (kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan) pukul 12.00

Simulasi di atas dilakukan dengan kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan, dengan beberapa lampu menyala dan beberapa lampu mati serta kondisi langit yang digunakan adalah kondisi *average sky* atau langit rata-rata menyesuaikan dengan kondisi di lapangan dimana langit tidak cerah sepanjang hari. Distribusi terang cahaya pada ruang tunggu timur dan barat juga belum merata. Dari simulasi di atas ditemukan selisih besar intensitas cahaya pada ruangan antara pengukuran langsung dengan simulasi yaitu rata-rata berkisar 1-15lux dengan rata-rata *relative error* 5,85%. Berikut ini adalah perhitungan rata-rata *relative error* dari hasil pengukuran di lapangan dengan simulasi menggunakan DiaLux.



Ruang Timur

08.00	<i>pengukuran</i>	Rata-rata = $\frac{15789}{40} = 394,725$	$R_E = \frac{10,805}{394,725} = 0,027 = 2,7\%$
	<i>simulasi</i>	Rata-rata = $\frac{16221,2}{40} = 405,53$	
10.00	<i>pengukuran</i>	Rata-rata = $\frac{8729}{40} = 218,225$	$R_E = \frac{8,77}{218,225} = 0,040 = 4\%$
	<i>simulasi</i>	Rata-rata = $\frac{9079,8}{40} = 226,995$	
12.00	<i>pengukuran</i>	Rata-rata = $\frac{5526}{40} = 138,15$	$R_E = \frac{6,8775}{138,15} = 0,049 = 4,9\%$
	<i>simulasi</i>	Rata-rata = $\frac{5801,1}{40} = 145,0275$	
14.00	<i>pengukuran</i>	Rata-rata = $\frac{6074}{40} = 151,85$	$R_E = \frac{22,8875}{151,85} = 0,150 = 15\%$
	<i>simulasi</i>	Rata-rata = $\frac{6989,5}{40} = 174,7375$	

$$\text{Rata-rata } R_E = \frac{2,7\% + 4\% + 4,9\% + 15\%}{4} = 6,65\%$$

Ruang Barat

08.00	<i>pengukuran</i>	Rata-rata = $\frac{4594}{29} = 158,413$	$R_E = \frac{7,752}{158,413} = 0,048 = 4,8\%$
	<i>simulasi</i>	Rata-rata = $\frac{4818,8}{29} = 166,165$	
10.00	<i>pengukuran</i>	Rata-rata = $\frac{4421}{29} = 152,448$	$R_E = \frac{8,927}{152,448} = 0,058 = 5,8\%$
	<i>simulasi</i>	Rata-rata = $\frac{4679,9}{29} = 161,375$	
12.00	<i>pengukuran</i>	Rata-rata = $\frac{3578}{29} = 129,586$	$R_E = \frac{7,417}{137,003} = 0,054 = 5,4\%$
	<i>simulasi</i>	Rata-rata = $\frac{3973,1}{29} = 137,003$	
14.00	<i>pengukuran</i>	Rata-rata = $\frac{4936}{29} = 170,206$	$R_E = \frac{7,142}{170,206} = 0,042 = 4,2\%$
	<i>simulasi</i>	Rata-rata = $\frac{5143,1}{29} = 177,348$	

$$\text{Rata-rata } R_E = \frac{4,8\% + 5,8\% + 5,4\% + 4,2\%}{4} = 5,05\%$$

$$\text{Rata-rata Total } R_E = \frac{6,65\% + 5,05\%}{2} = 5,85\%$$

4.4 Hasil Simulasi Objek Studi dengan Kondisi Tanpa Lampu (dengan software *DiaLux evo*)

Simulasi yang pertama adalah simulasi dengan asumsi pencahayaan buatan atau lampu pada objek penelitian mati (murni pencahayaan alami), simulasi ini dilakukan karena pada saat pengukuran langsung di lapangan, kondisi tidak memungkinkan penulis untuk mengukur cahaya dalam keadaan lampu mati atau tanpa ada pencahayaan buatan. Simulasi ini dilakukan sesuai kondisi eksisting (belum ada perubahan variabel bebas). Hasil simulasi nantinya akan dibandingkan dengan hasil pengukuran langsung di lapangan (dengan kondisi beberapa lampu menyala).

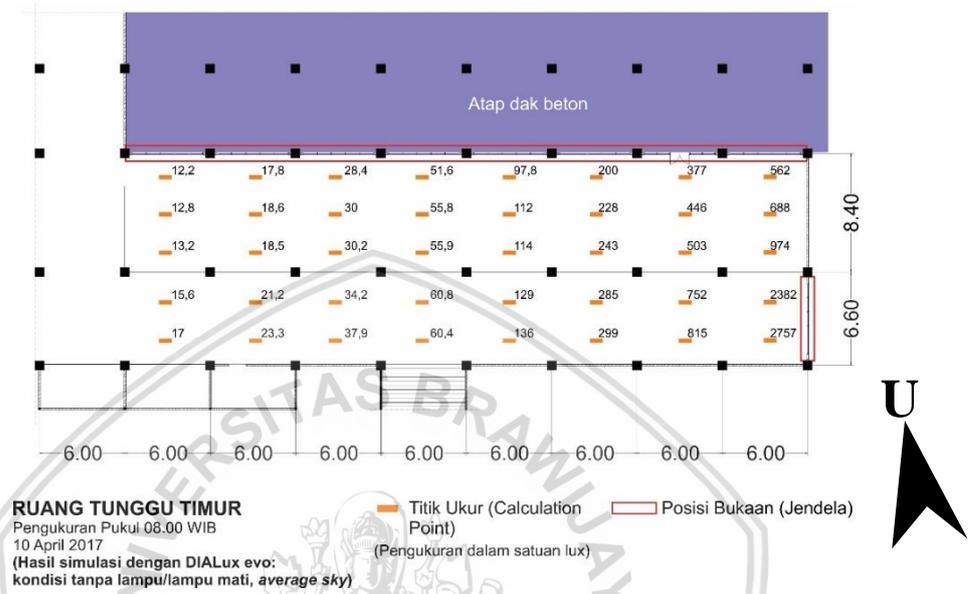
Penulis melakukan simulasi dengan kondisi rata-rata langit (*average sky*), sehingga didapatkan hasil simulasi seperti berikut.

4.4.1 Hasil Simulasi Ruang Tunggu Timur (10 April 2017) – kondisi lampu mati

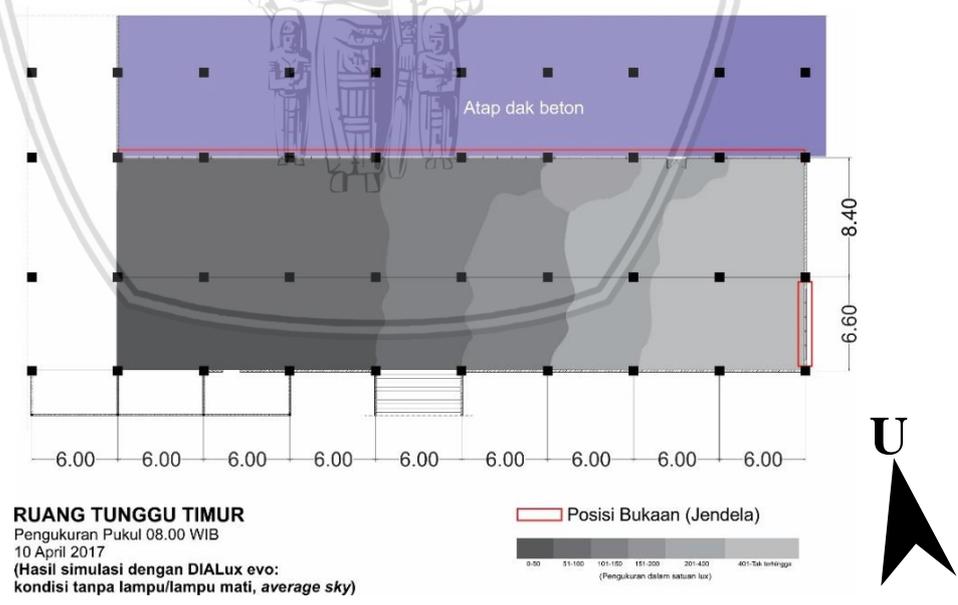
1. Pukul 08.00 WIB

Gambar 4.66 merupakan hasil pengukuran intensitas cahaya melalui simulasi dengan *software* *DiaLux evo* (dalam satuan lux), pukul 08.00 WIB pada Ruang Tunggu Timur dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan tanpa lampu. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.67 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.66 berdasarkan intensitas cahaya yang

didapat dari simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan instensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Timur. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur.



Gambar 4.66 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 08.00 (average sky)

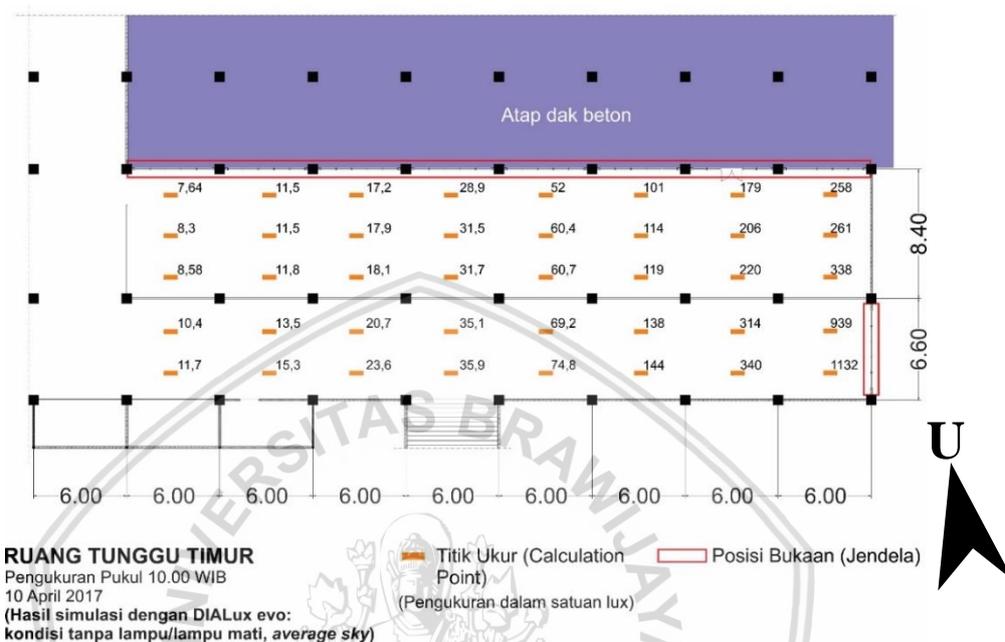


Gambar 4.67 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 08.00 (average sky)

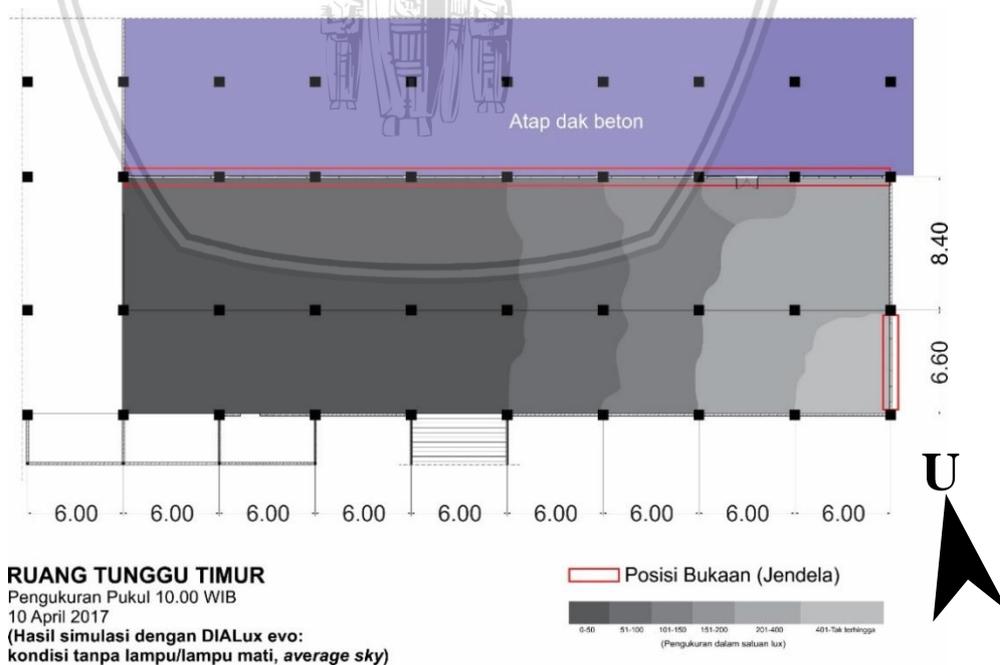
Distribusi terang cahaya lebih merata dibandingkan pada saat pengukuran langsung karena kondisi ruangan pada saat simulasi adalah seluruh lampu dimatikan (tanpa lampu), dimana angka intensitas cahaya didominasi dengan

angka <100 lux. Dari zonasi (kontur) cahaya diketahui bahwa tingkat intensitas cahaya dari sisi timur ke barat mengalami penurunan dimana sisi timur lebih terang, semakin ke barat semakin gelap.

2. Pukul 10.00 WIB



Gambar 4.68 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 10.00 (average sky)



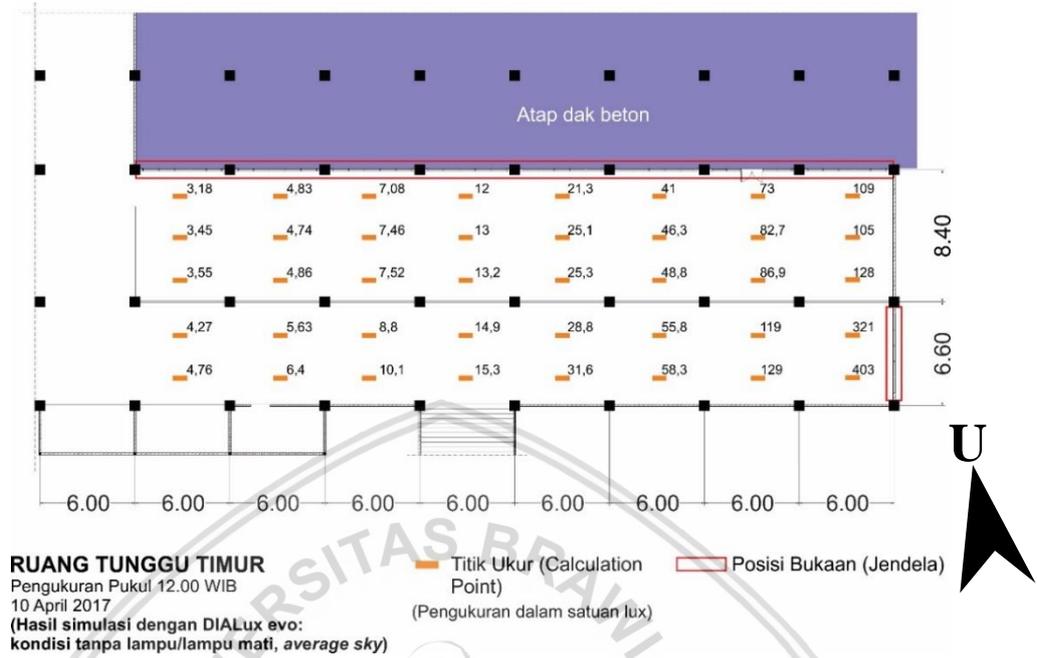
Gambar 4.69 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 10.00 (average sky)

Penulis melakukan simulasi dengan DiaLux evo pada pukul 10.00 WIB yang hasilnya diperoleh seperti pada gambar 4.68 dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan keadaan lampu mati. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.69 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.68 berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh dari hasil simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Timur. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Distribusi terang cahaya lebih merata dibandingkan pada saat pengukuran langsung karena kondisi ruangan pada saat simulasi adalah seluruh lampu dimatikan (tanpa lampu), dimana angka intensitas cahaya didominasi dengan angka <100 lux. Seperti pada simulasi pukul 08.00, dari zonasi (kontur) cahaya diketahui bahwa tingkat intensitas cahaya dari sisi timur ke barat mengalami penurunan dimana sisi timur lebih terang, semakin ke barat semakin gelap.

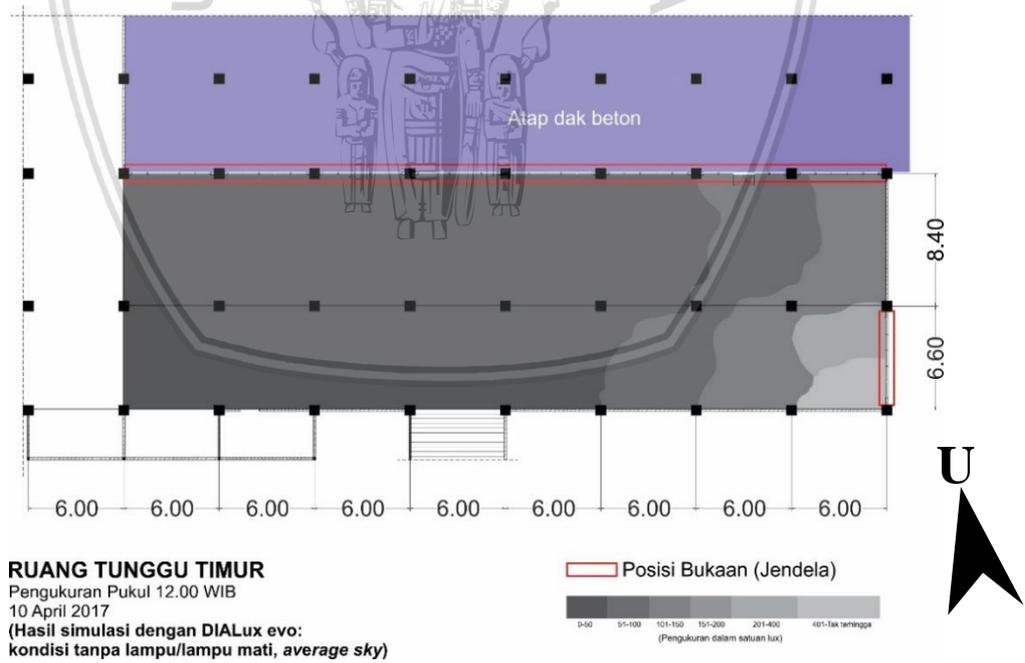
3. Pukul 12.00 WIB

Gambar 4.70 merupakan hasil pengukuran intensitas cahaya melalui simulasi dengan *software* DiaLux evo (dalam satuan lux), pukul 12.00 WIB pada Ruang Tunggu Timur dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan tanpa lampu. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.71 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.70 berdasarkan intensitas cahaya yang didapat dari simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Timur. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Distribusi terang cahaya lebih merata dibandingkan pada saat pengukuran langsung karena kondisi ruangan pada saat simulasi adalah seluruh lampu dimatikan (tanpa lampu), dimana angka intensitas cahaya didominasi dengan angka <100 lux. Seperti pada simulasi pukul 10.00, dari zonasi (kontur) cahaya diketahui bahwa tingkat intensitas cahaya dari sisi timur ke barat mengalami penurunan dimana sisi timur lebih terang, semakin ke barat semakin

gelap. Intensitas cahaya dengan nilai <100 lux paling mendominasi pada pukul 12.00 dibandingkan dengan pukul 08.00, 10.00 dan 14.00

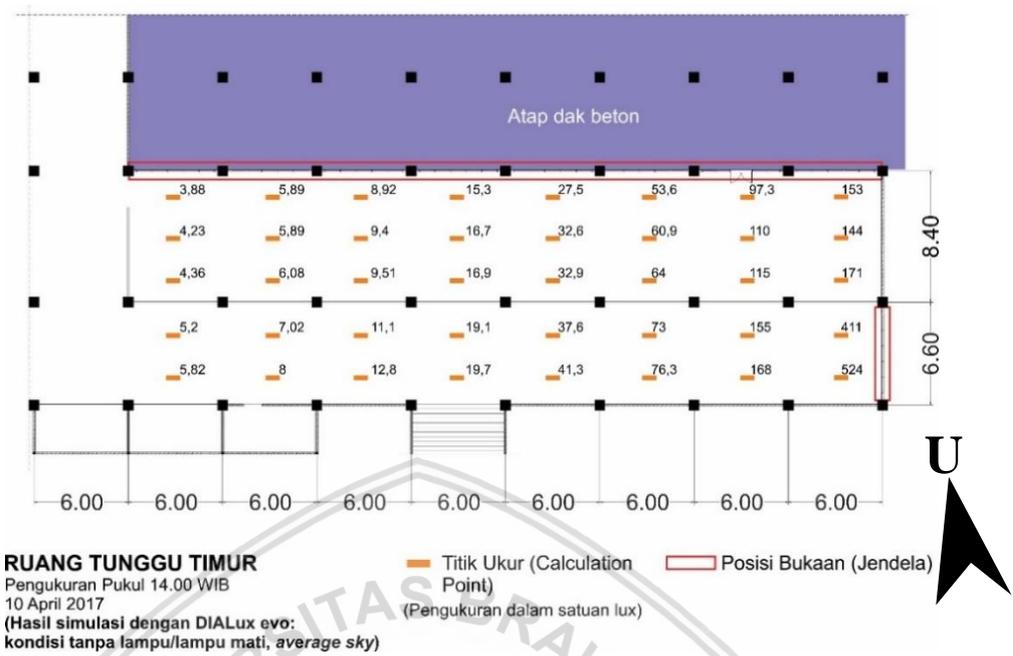


Gambar 4.70 Hasil Simulasi dengan Dialux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 12.00 (average sky)

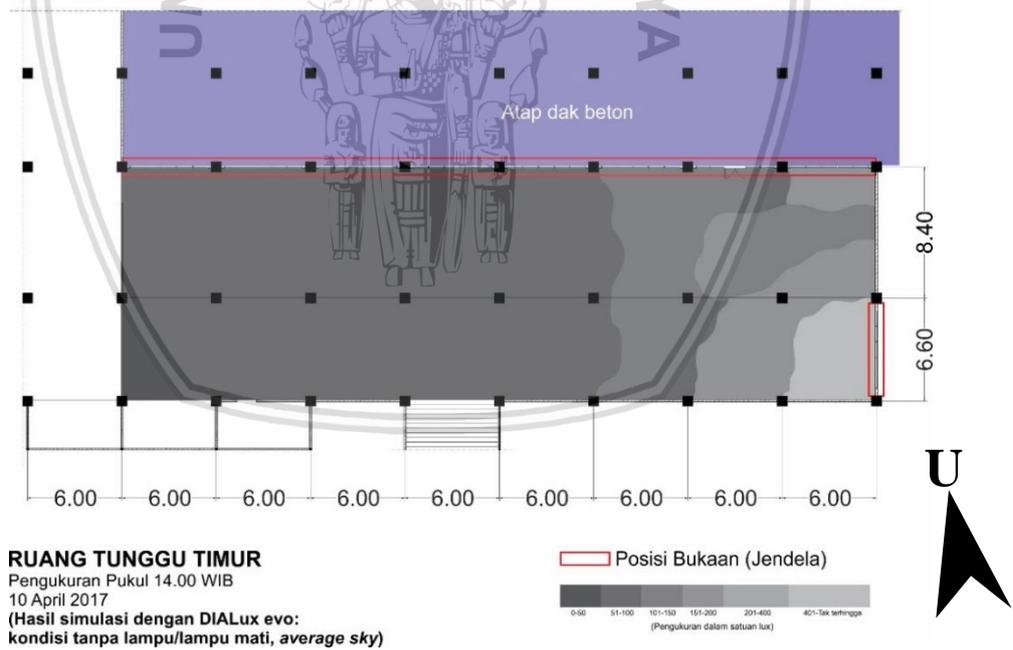


Gambar 4.71 Zonasi Hasil Simulasi dengan Dialux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 12.00 (average sky)

4. Pukul 14.00 WIB



Gambar 4.72 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 14.00 (average sky)



Gambar 4.73 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 14.00 (average sky)

Gambar 4.72 merupakan hasil pengukuran intensitas cahaya melalui simulasi dengan software DiaLux evo (dalam satuan lux), pukul 14.00 WIB pada Ruang Tunggu Timur dengan kondisi langit rata-rata (average sky) dan tanpa lampu. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran



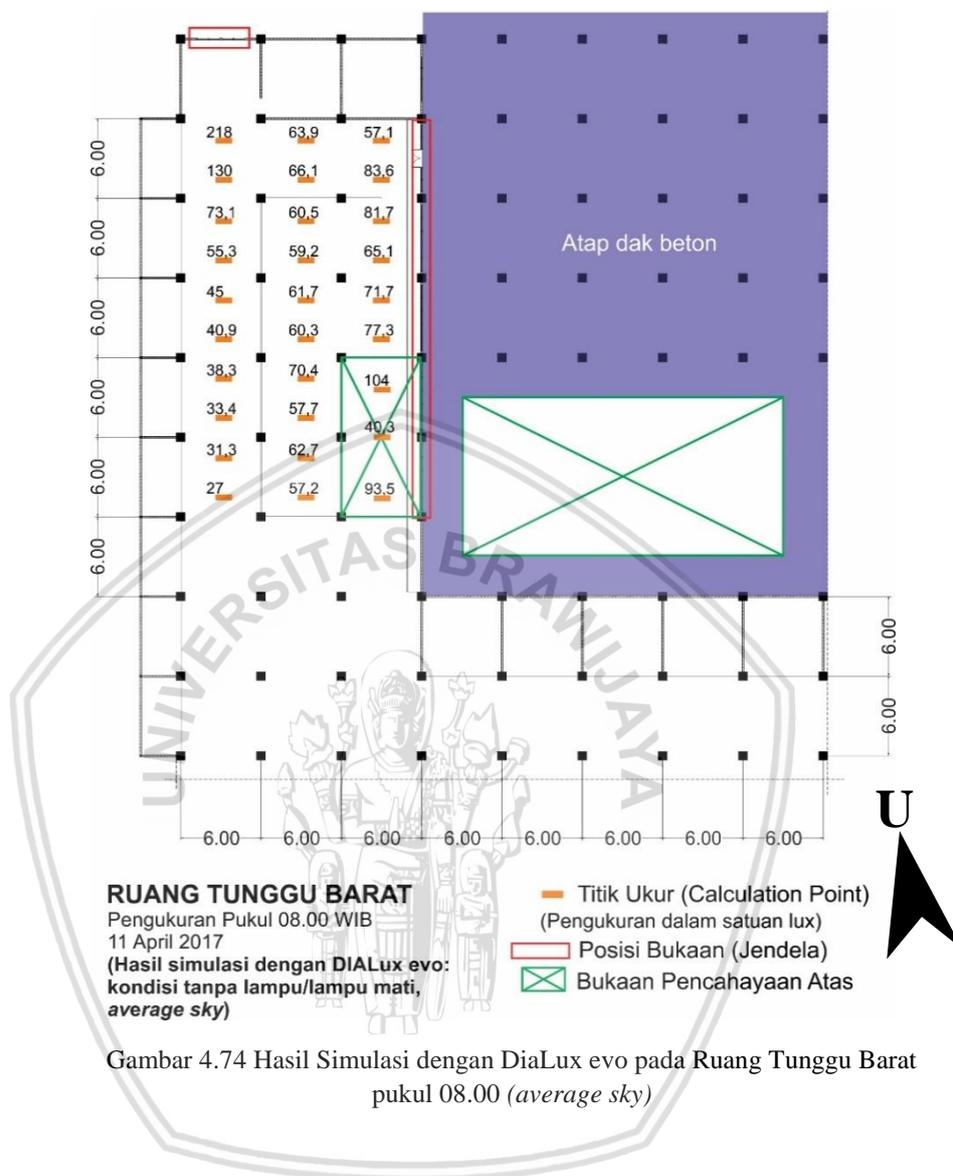
langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.73 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.72 berdasarkan intensitas cahaya yang didapat dari simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Timur. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Distribusi terang cahaya lebih merata dibandingkan pada saat pengukuran langsung karena kondisi ruangan pada saat simulasi adalah seluruh lampu dimatikan (tanpa lampu), dimana angka intensitas cahaya didominasi dengan angka <100 lux. Seperti pada simulasi pukul 12.00, dari zonasi (kontur) cahaya diketahui bahwa tingkat intensitas cahaya dari sisi timur ke barat mengalami penurunan dimana sisi timur lebih terang, semakin ke barat semakin gelap.

4.4.2 Hasil Simulasi Ruang Tunggu Barat (11 April 2017) – kondisi lampu mati

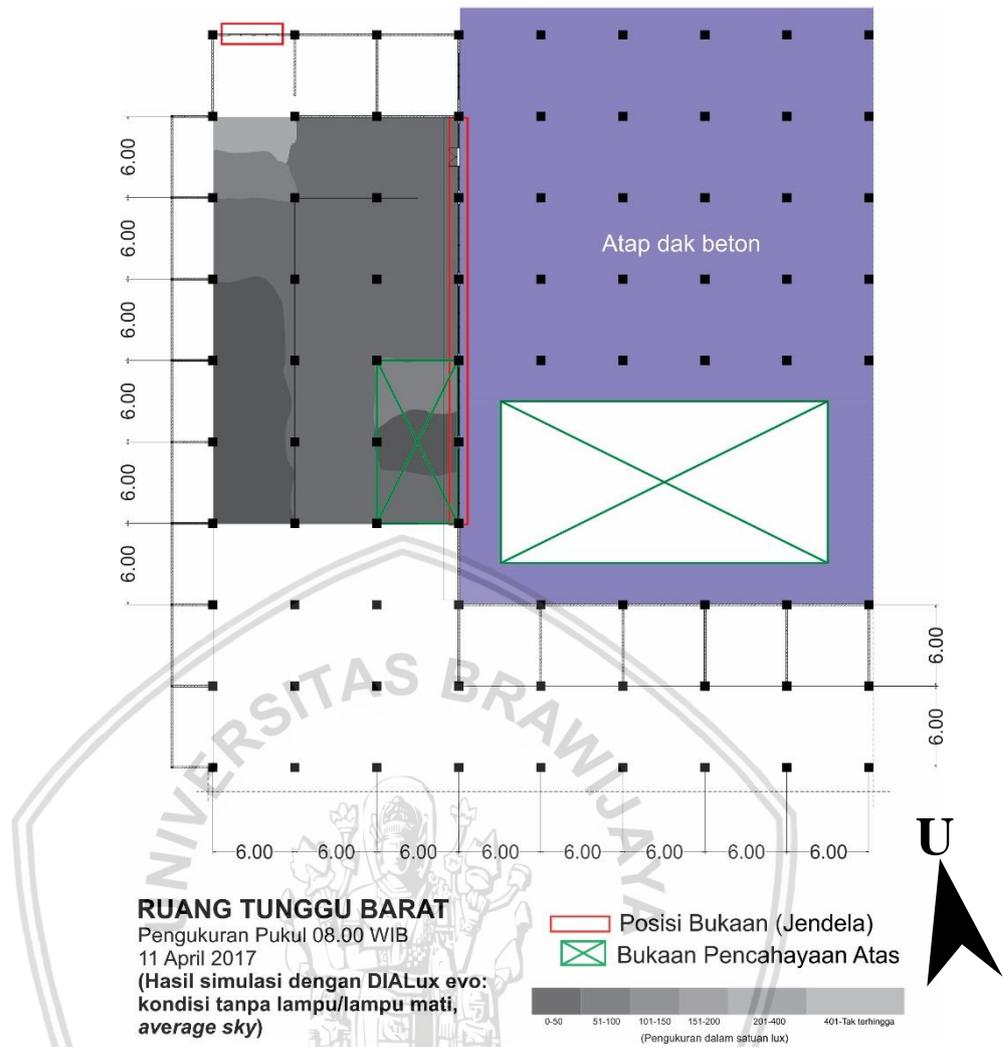
1. Pukul 08.00 WIB

Penulis melakukan simulasi dengan DiaLux evo pada pukul 08.00 WIB yang hasilnya diperoleh seperti pada gambar 4.74 dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan keadaan lampu mati. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.75 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.74 berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh dari hasil simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Distribusi terang cahaya lebih merata dibandingkan pada saat pengukuran langsung karena kondisi ruangan pada saat simulasi adalah seluruh lampu dimatikan (tanpa lampu), dimana angka intensitas cahaya didominasi dengan angka <100 lux. Namun jika dibandingkan dengan ruang tunggu timur, pada ruang tunggu barat dengan kondisi yang sama (tanpa

lampu) zonasi cahaya menunjukkan intensitas cahaya tidak merata pada ruang tunggu timur.



Gambar 4.74 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 08.00 (average sky)

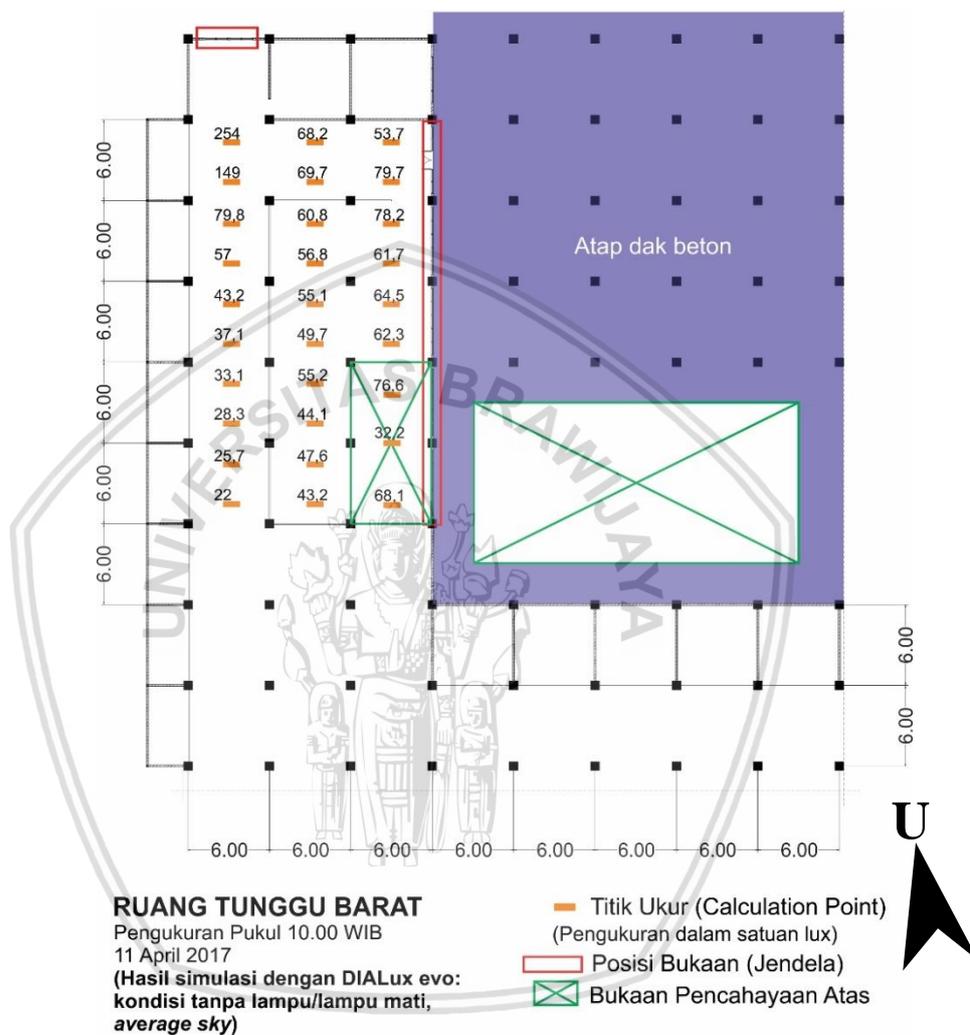


Gambar 4.75 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 08.00 (*average sky*)

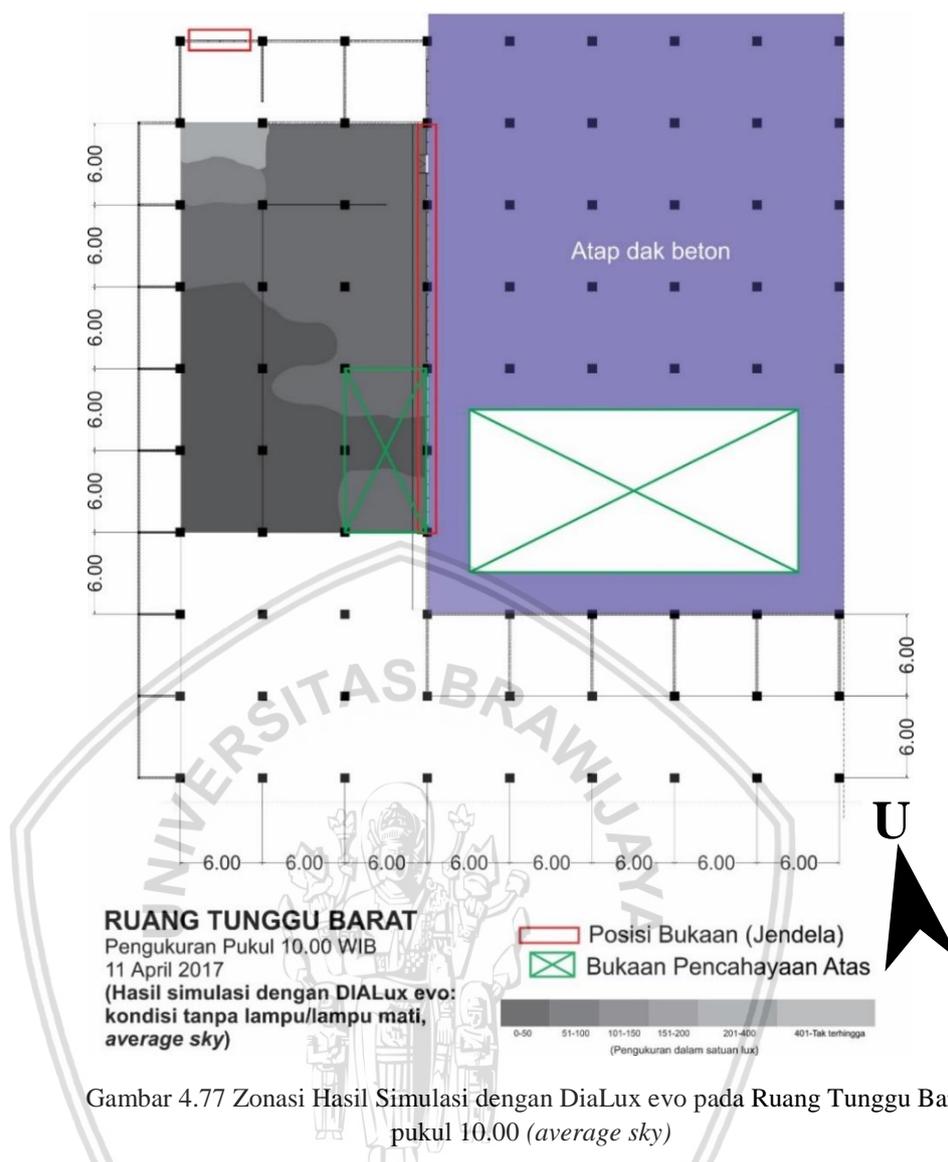
2. Pukul 10.00 WIB

Gambar 4.76 merupakan hasil pengukuran intensitas cahaya melalui simulasi dengan *software* DiaLux evo (dalam satuan lux), pukul 10.00 WIB pada Ruang Tunggu Barat dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan tanpa lampu. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.77 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.76 berdasarkan intensitas cahaya yang didapat dari simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Kondisi distribusi terang

cahaya seperti pada simulasi pukul 08.00, lebih merata dibandingkan pada saat pengukuran langsung karena kondisi ruangan pada saat simulasi adalah seluruh lampu dimatikan (tanpa lampu), dimana angka intensitas cahaya didominasi dengan angka <100 lux namun tidak merata distribusi cahaya pada ruang tunggu timur.



Gambar 4.76 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 10.00 (average sky)

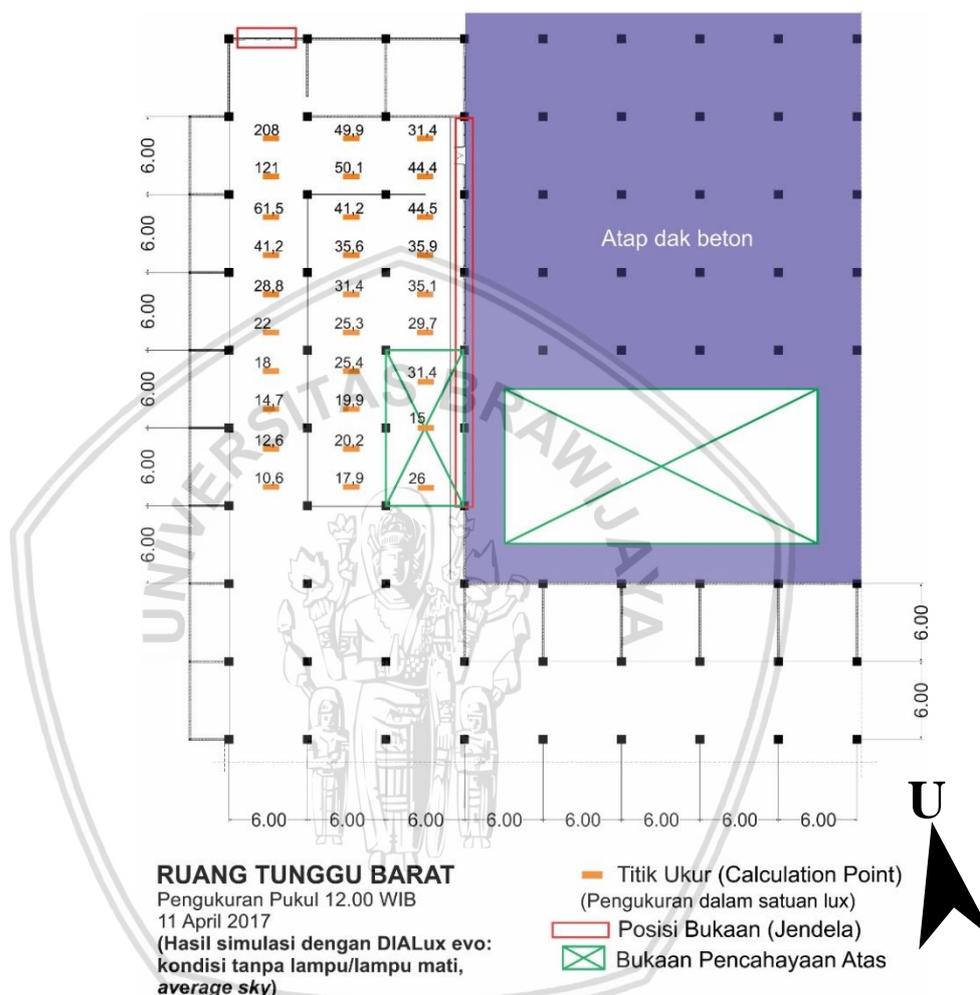


Gambar 4.77 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 10.00 (*average sky*)

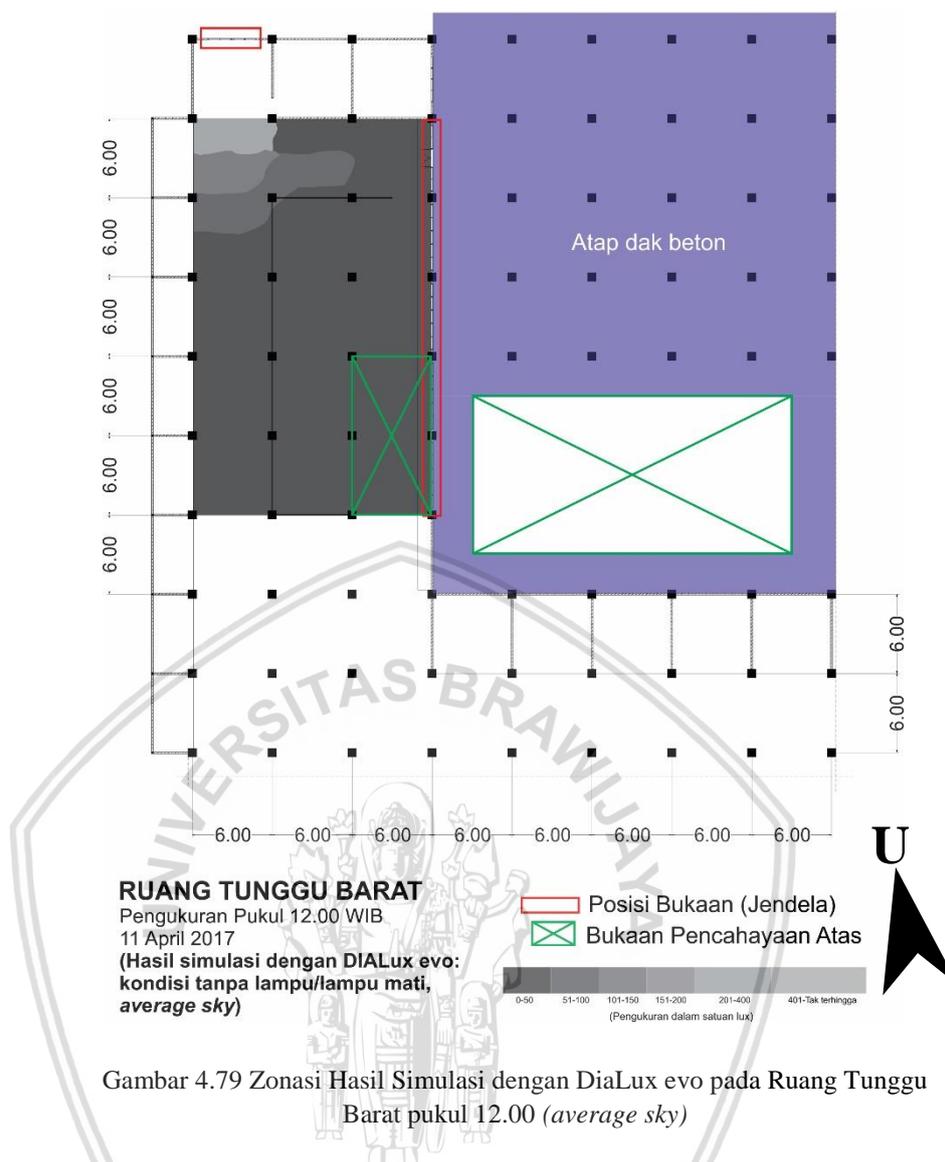
3. Pukul 12.00 WIB

Penulis melakukan simulasi dengan DiaLux evo pada pukul 12.00 WIB yang hasilnya diperoleh seperti pada gambar 4.78 dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan keadaan lampu mati. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.79 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.78 berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh dari hasil simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Kondisi distribusi terang cahaya seperti pada simulasi

pukul 10.00, lebih merata dibandingkan pada saat pengukuran langsung karena kondisi ruangan pada saat simulasi adalah seluruh lampu dimatikan (tanpa lampu), dimana angka intensitas cahaya didominasi dengan angka <math><100\text{ lux}</math>, pada pukul 12.00 distribusi cahaya paling merata apabila dibandingkan dengan simulasi pada pukul 08.00, 10.00 dan 14.00.



Gambar 4.78 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 12.00 (average sky)

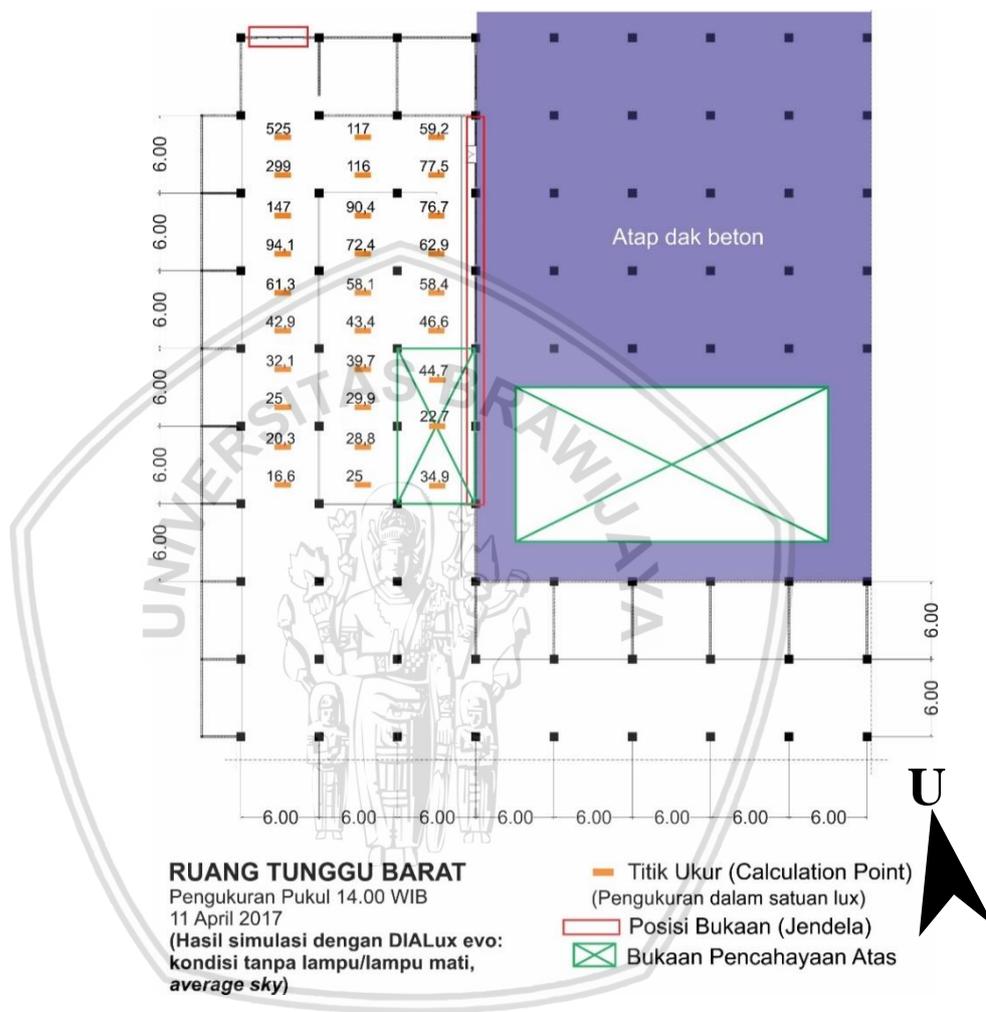


Gambar 4.79 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 12.00 (*average sky*)

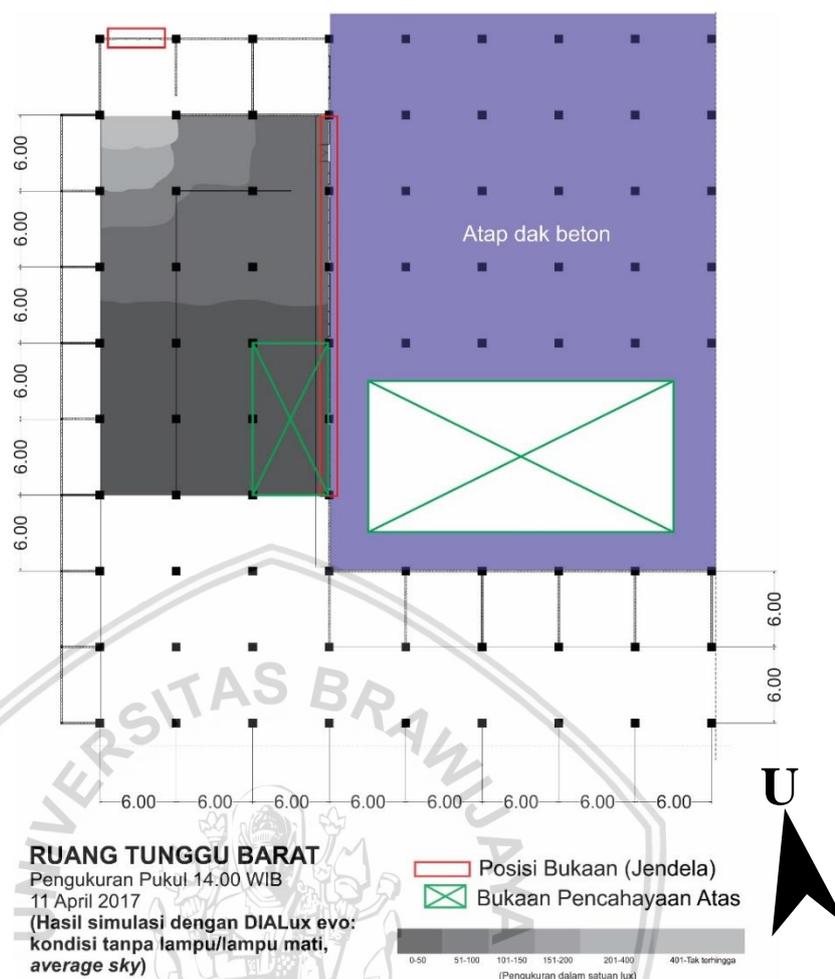
4. Pukul 14.00 WIB

Gambar 4.80 merupakan hasil pengukuran intensitas cahaya melalui simulasi dengan *software* DiaLux evo (dalam satuan lux), pukul 14.00 WIB pada Ruang Tunggu Barat dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan tanpa lampu. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.81 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.80 berdasarkan intensitas cahaya yang didapat dari simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Kondisi distribusi terang cahaya seperti pada simulasi sebelumnya, lebih merata dibandingkan pada

saat pengukuran langsung karena kondisi ruangan pada saat simulasi adalah seluruh lampu dimatikan (tanpa lampu), dimana angka intensitas cahaya didominasi dengan angka <100 lux dimana paling terang adalah sisi utara yang berdekatan dengan jendela, sedangkan semakin ke selatan semakin gelap.



Gambar 4.80 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 14.00 (average sky)



Gambar 4.81 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 14.00 (*average sky*)

Sesuai dengan hasil simulasi, titik ukur yang berada pada sisi yang berdekatan dengan bukaan berupa jendela memiliki nilai intensitas cahaya yang lebih besar, sedangkan titik ukur pada sisi yang berada jauh dari jendela memiliki intensitas cahaya yang kecil bahkan hingga di bawah 10 lux. Distribusi cahaya cukup merata dengan dominasi nilai intensitas cahaya <100 lux, pada ruang tunggu timur menunjukkan tingkat intensitas cahaya paling tinggi pada sisi timur dan semakin ke barat semakin menurun. Sedangkan pada ruang tunggu barat sebagian besar menunjukkan tingkat intensitas cahaya paling tinggi pada sisi utara dan semakin ke selatan semakin gelap, namun pada sisi timur yang berdekatan dengan jendela dan pencahayaan atas pada emplasemen bus pada waktu tertentu terlihat lebih terang. Dari hasil simulasi tersebut diketahui bahwa objek yang diteliti yaitu Ruang Tunggu Barat dan Ruang Tunggu Timur apabila hanya mengandalkan pencahayaan alami yang

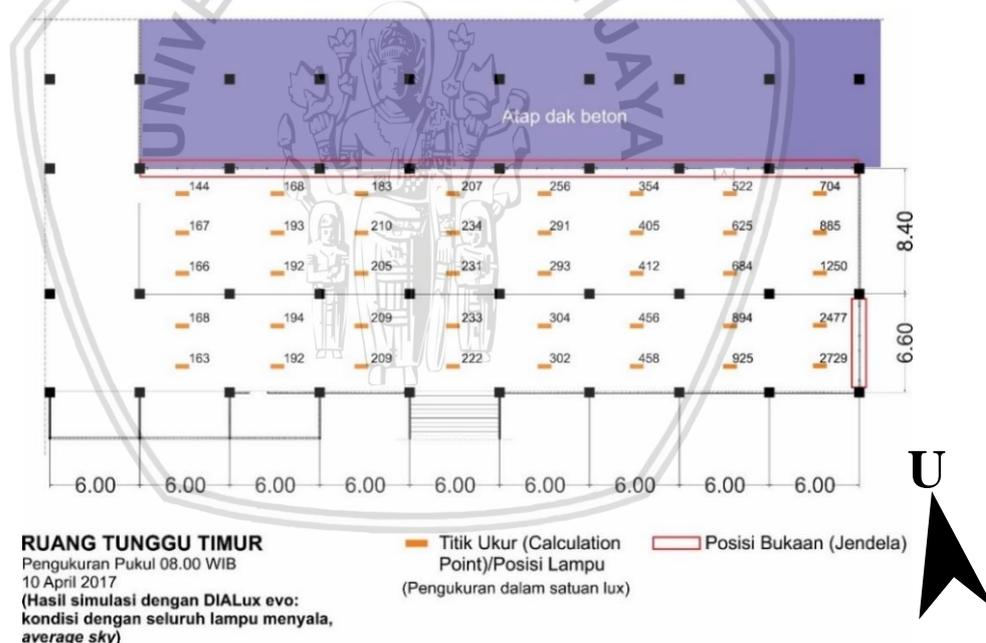
sudah ada maka standar pencahayaan ruangan tidak terpenuhi pada semua bagian area tunggu sehingga ruangan masih gelap.

4.5 Hasil Simulasi Objek Studi dengan Kondisi Seluruh Lampu Menyala

Simulasi ini dilakukan dengan program DiaLux evo dengan tujuan mengetahui tingkat pencahayaan yang terjadi pada objek apabila lampu yang ada pada objek tersebut dinyalakan secara keseluruhan pada area tunggu barat dan timur. Jenis lampu yang digunakan pada masing-masing ruang tunggu adalah lampu TL ganda milik perusahaan *Philips* dengan ukuran 2x18 watt pada setiap titik lampu. Simulasi ini dilakukan sesuai kondisi eksisting (belum ada perubahan variabel bebas).

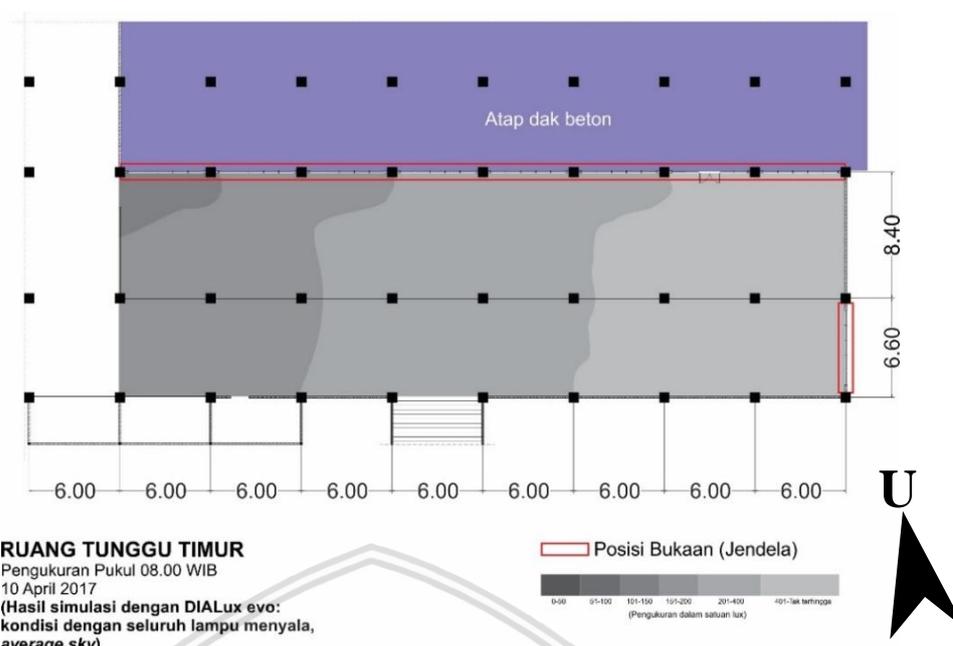
4.5.1 Hasil Simulasi Ruang Tunggu Timur (10 April 2017) – kondisi seluruh lampu menyala

1. Pukul 08.00 WIB



Gambar 4.82 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 08.00 (*average sky*)

Kondisi: seluruh lampu menyala



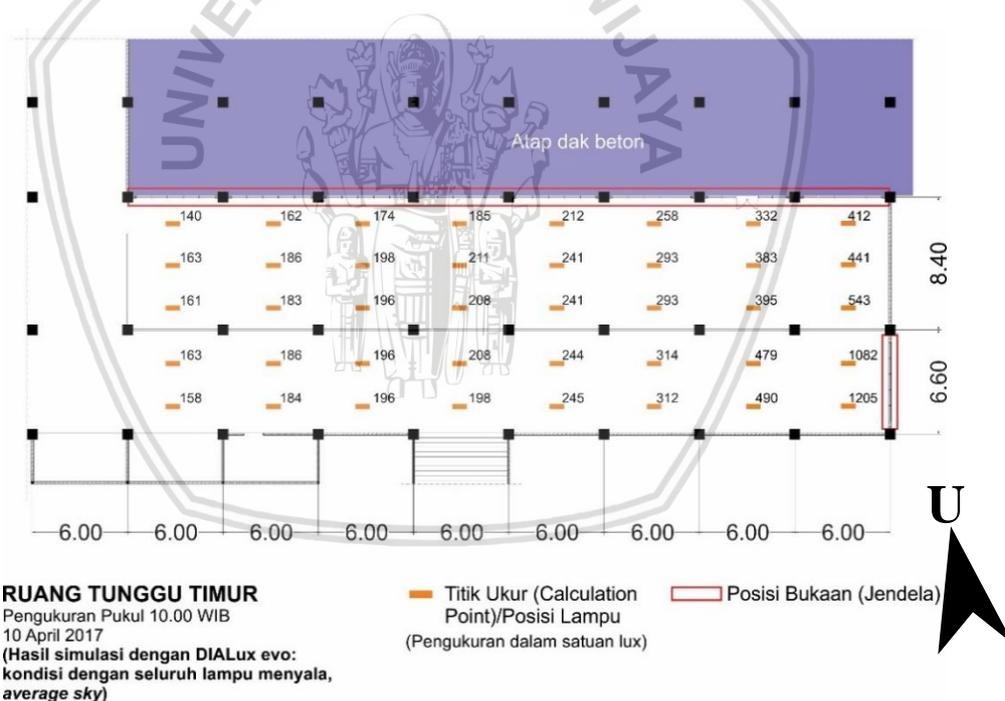
Gambar 4.83 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 08.00 (*average sky*)
Kondisi: seluruh lampu menyala

Gambar 4.82 merupakan hasil pengukuran intensitas cahaya melalui simulasi dengan *software* DiaLux evo (dalam satuan lux), pukul 08.00 WIB pada Ruang Tunggu Timur dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan seluruh lampu menyala. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter yaitu menyesuaikan dengan posisi lampu. Sedangkan gambar 4.83 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.82 berdasarkan intensitas cahaya yang didapat dari simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Timur. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Dari hasil simulasi diketahui bahwa distribusi terang cahaya cukup merata dengan dominasi angka >100 lux dimana sisi paling terang adalah sisi timur dan semakin ke barat intensitas cahaya semakin menurun. Perbedaan nilai intensitas cahaya tidak mengalami perbedaan yang cukup jauh antara titik-titik ukur yang saling berdekatan.

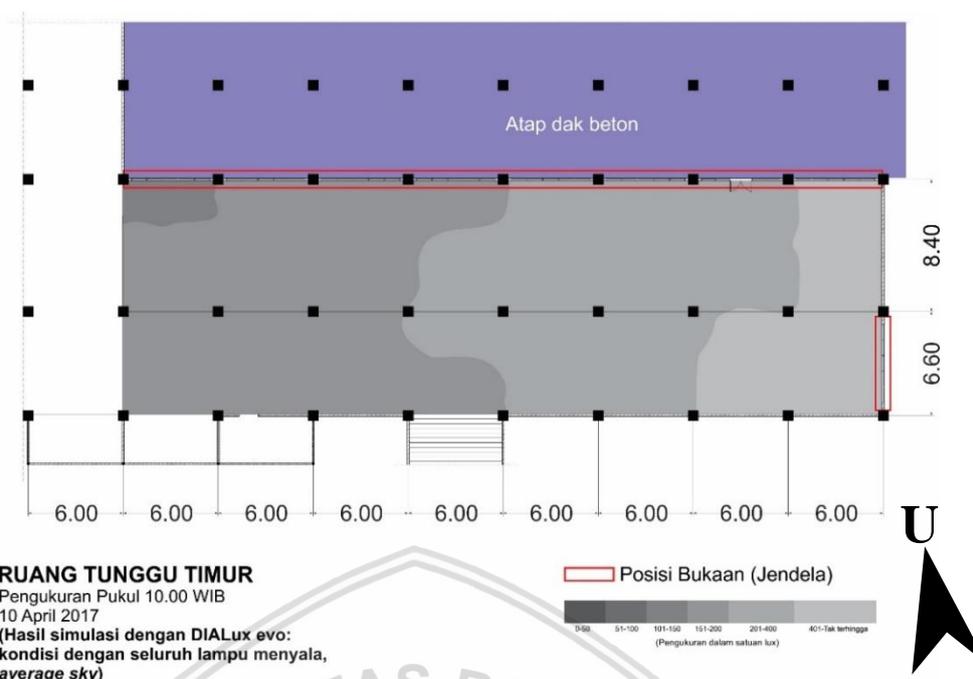
2. Pukul 10.00 WIB

Gambar 4.84 merupakan hasil pengukuran intensitas cahaya melalui simulasi dengan *software* DiaLux evo (dalam satuan lux), pukul 10.00 WIB

pada Ruang Tunggu Timur dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan seluruh lampu menyala. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter yaitu menyesuaikan dengan posisi lampu. Sedangkan gambar 4.85 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.84 berdasarkan intensitas cahaya yang didapat dari simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Timur. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Dari hasil simulasi seperti pada pukul 08.00 diketahui bahwa distribusi terang cahaya cukup merata dengan dominasi angka >100 lux dimana sisi paling terang adalah sisi timur dan semakin ke barat intensitas cahaya semakin menurun. Perbedaan nilai intensitas cahaya tidak mengalami perbedaan yang cukup jauh antara titik-titik ukur yang saling berdekatan.



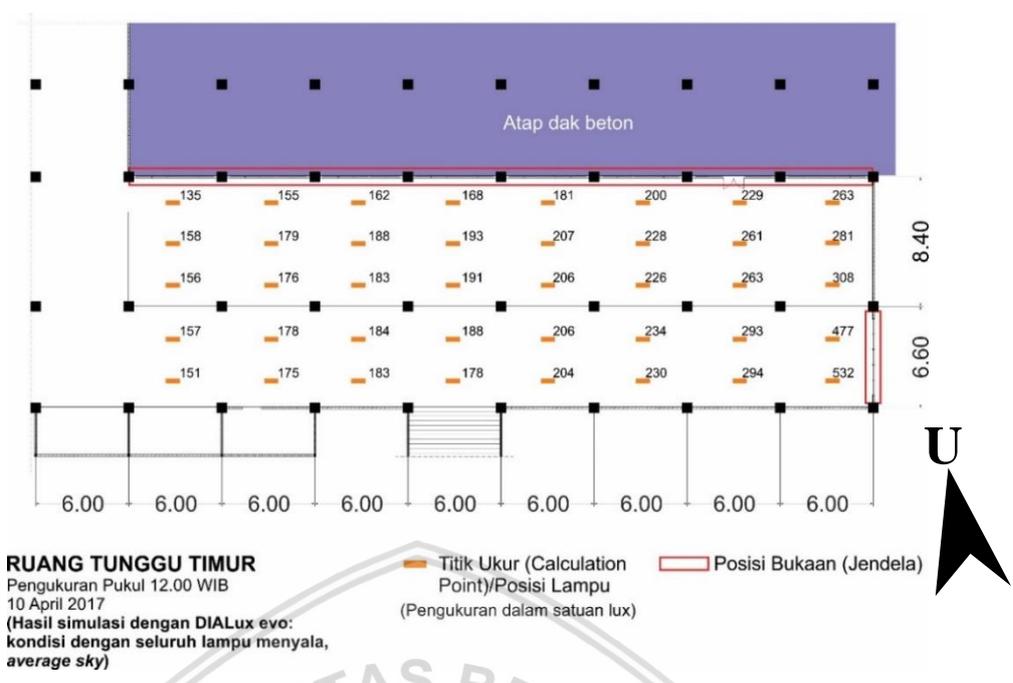
Gambar 4.84 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 10.00 (*average sky*)
Kondisi: seluruh lampu menyala



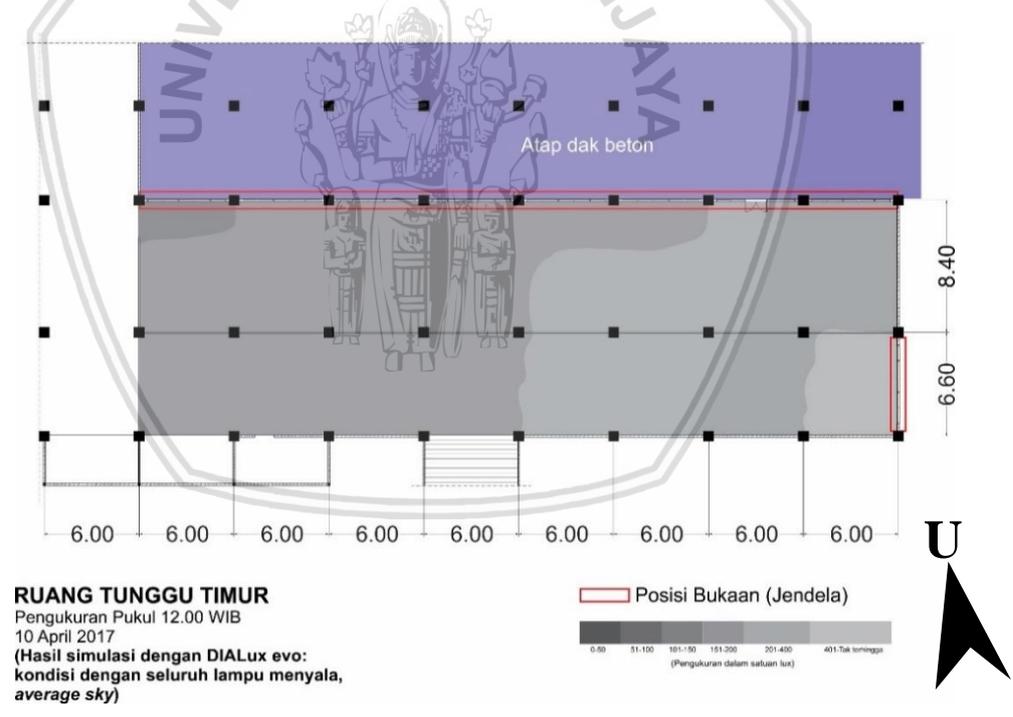
Gambar 4.85 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 10.00 (*average sky*)
Kondisi: seluruh lampu menyala

3. Pukul 12.00 WIB

Gambar 4.86 merupakan hasil pengukuran intensitas cahaya melalui simulasi dengan *software* DiaLux evo (dalam satuan lux), pukul 12.00 WIB pada Ruang Tunggu Timur dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan seluruh lampu menyala. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter yaitu menyesuaikan dengan posisi lampu. Sedangkan gambar 4.87 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.86 berdasarkan intensitas cahaya yang didapat dari simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Timur. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Dari hasil simulasi seperti pada pukul 10.00, diketahui bahwa distribusi terang cahaya cukup merata dengan dominasi angka >100 lux dimana sisi paling terang adalah sisi timur dan semakin ke barat intensitas cahaya semakin menurun. Perbedaan nilai intensitas cahaya tidak mengalami perbedaan yang cukup jauh antara titik-titik ukur yang saling berdekatan.



Gambar 4.86 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 12.00 (average sky) Kondisi: seluruh lampu menyala

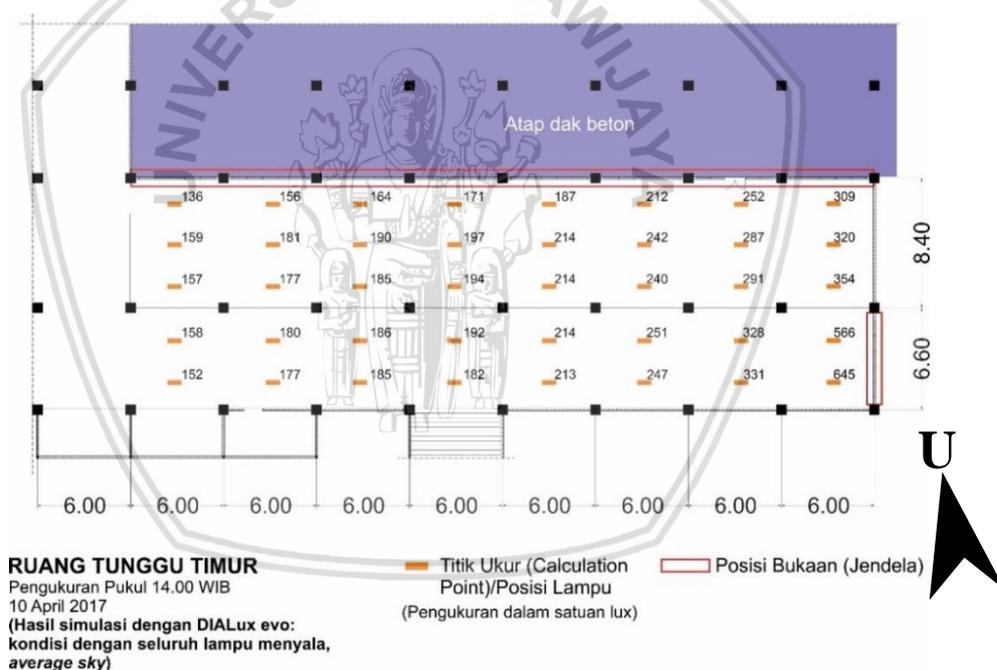


Gambar 4.87 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 12.00 (average sky) Kondisi: seluruh lampu menyala

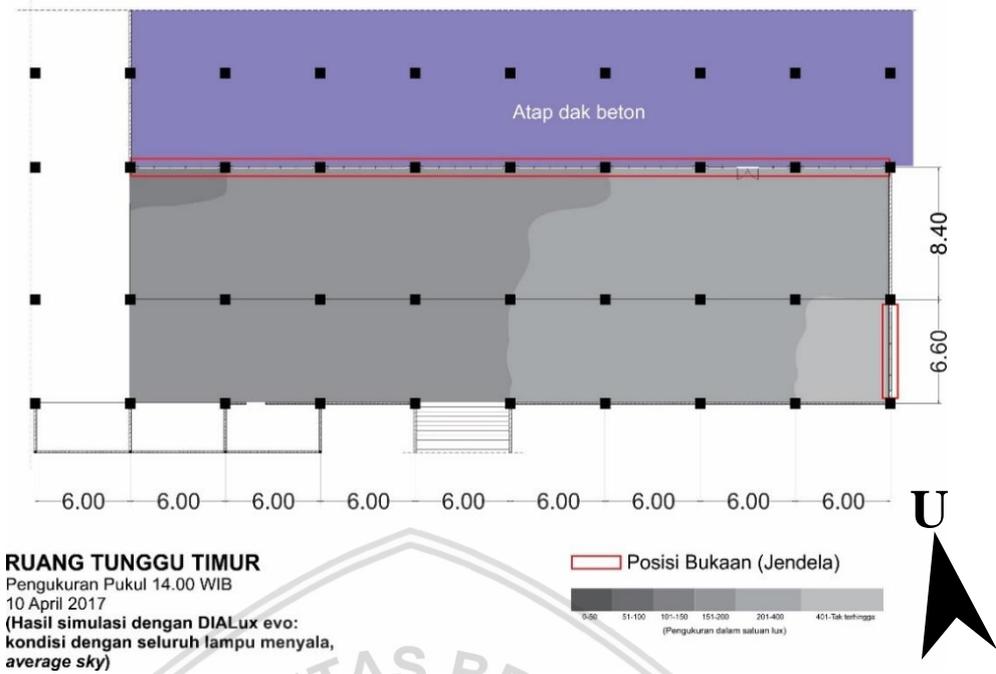
4. Pukul 14.00 WIB

Gambar 4.88 merupakan hasil pengukuran intensitas cahaya melalui simulasi dengan software DiaLux evo (dalam satuan lux), pukul 14.00 WIB pada Ruang Tunggu Timur dengan kondisi langit rata-rata (average sky) dan

seluruh lampu menyala. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter yaitu menyesuaikan dengan posisi lampu. Sedangkan gambar 4.89 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.88 berdasarkan intensitas cahaya yang didapat dari simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Timur. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Dari hasil simulasi diketahui bahwa distribusi terang cahaya pada pukul 14.00 cukup merata dengan dominasi angka >100 lux dimana sisi paling terang adalah sisi timur dan semakin ke barat intensitas cahaya semakin menurun. Perbedaan nilai intensitas cahaya tidak mengalami perbedaan yang cukup jauh antara titik-titik ukur yang saling berdekatan.



Gambar 4.88 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 14.00 (*average sky*)
Kondisi: seluruh lampu menyala



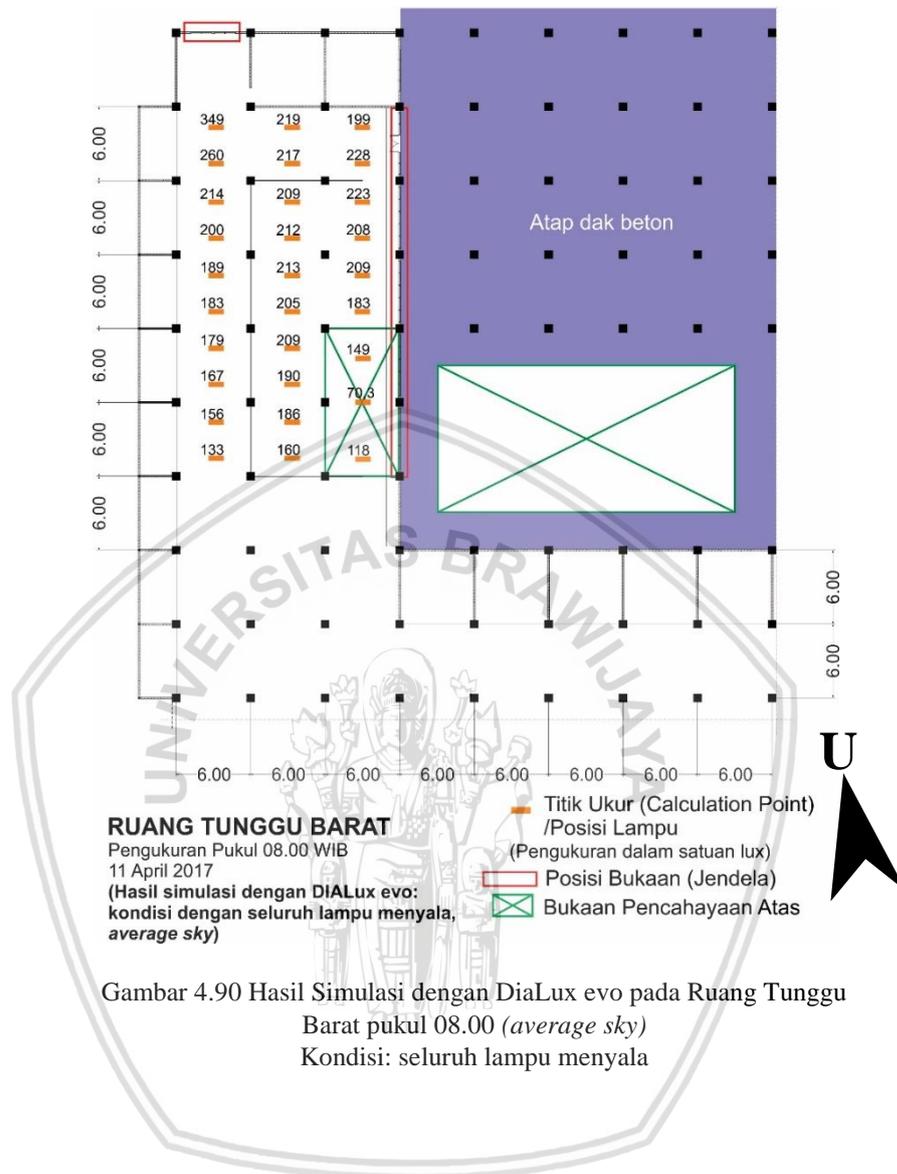
Gambar 4.89 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 14.00 (*average sky*)
 Kondisi: seluruh lampu menyala

4.5.2 Hasil Simulasi Ruang Tunggu Barat (11 April 2017) – kondisi seluruh lampu menyala

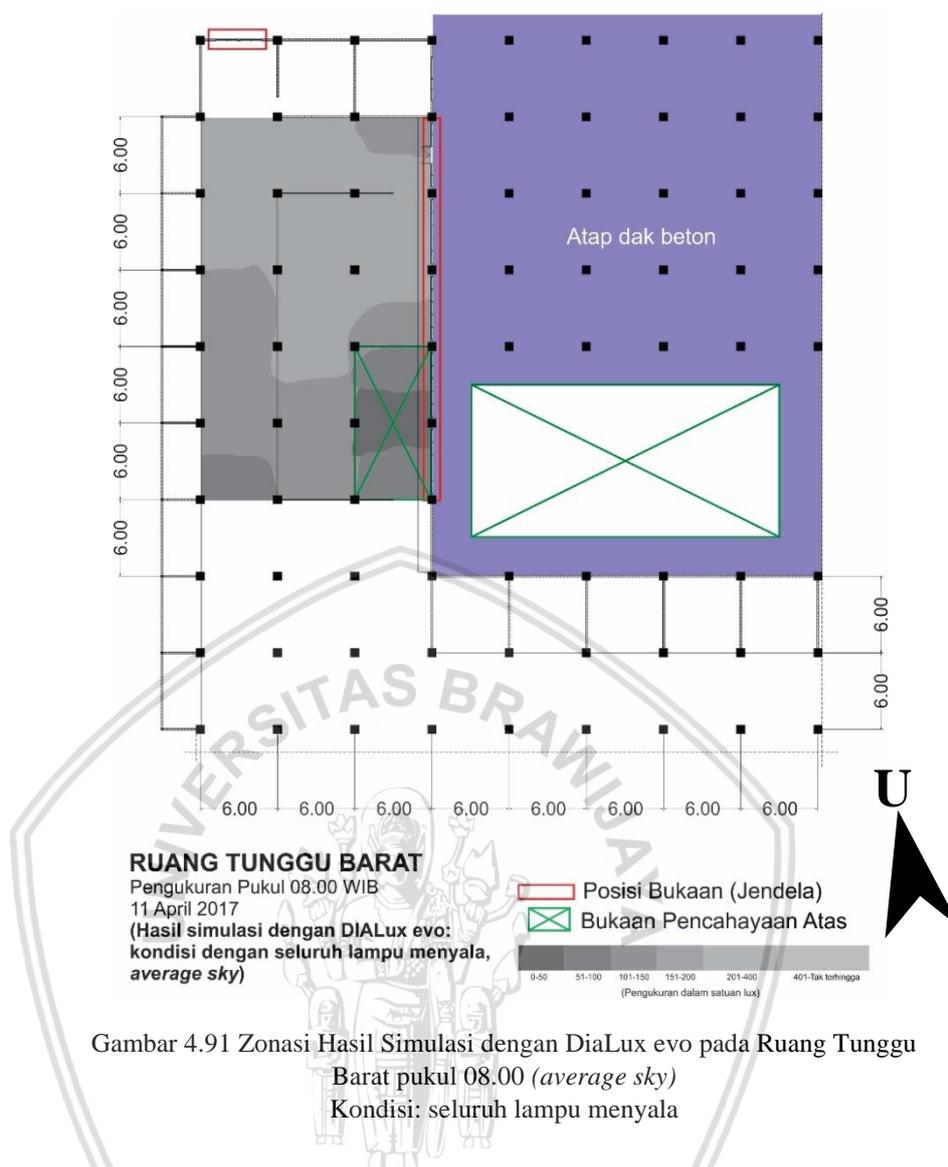
1. Pukul 08.00 WIB

Penulis melakukan simulasi dengan DiaLux evo pada pukul 08.00 WIB yang hasilnya diperoleh seperti pada gambar 4.90 dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan keadaan lampu mati. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.91 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.90 berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh dari hasil simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan instensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Distribusi terang cahaya pada ruang tunggu barat dengan kondisi seluruh lampu menyala tidak merata seperti pada ruang tunggu timur dimana pada sisi timur yang berdekatan dengan jendela dan pencahayaan atas tidak terdapat lampu sehingga terjadi perbedaan nilai intensitas cahaya yang cukup besar antara titik tersebut

dengan titik ukur yang berdekatan dengan titik tersebut, nilai intensitas cahaya didominasi dengan angka >100 lux.



Gambar 4.90 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 08.00 (average sky)
 Kondisi: seluruh lampu menyala

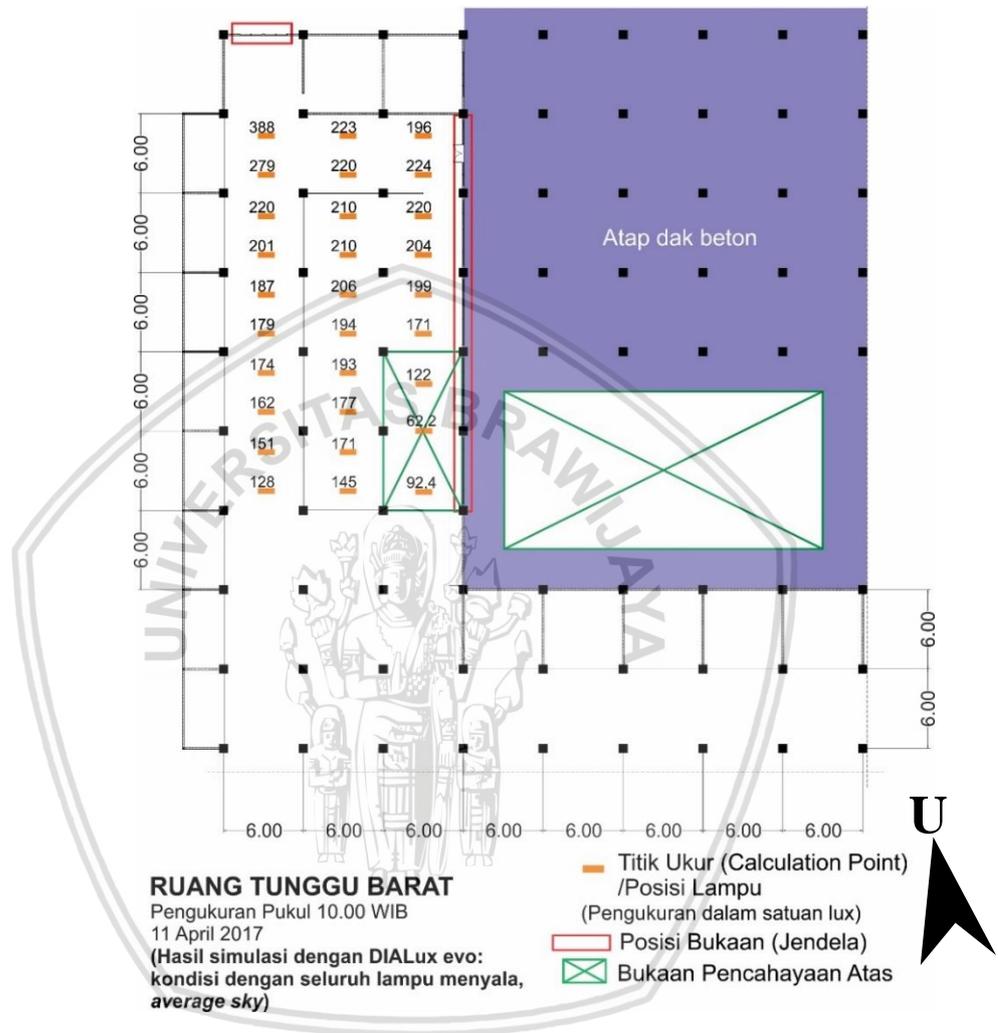


Gambar 4.91 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 08.00 (*average sky*)
 Kondisi: seluruh lampu menyala

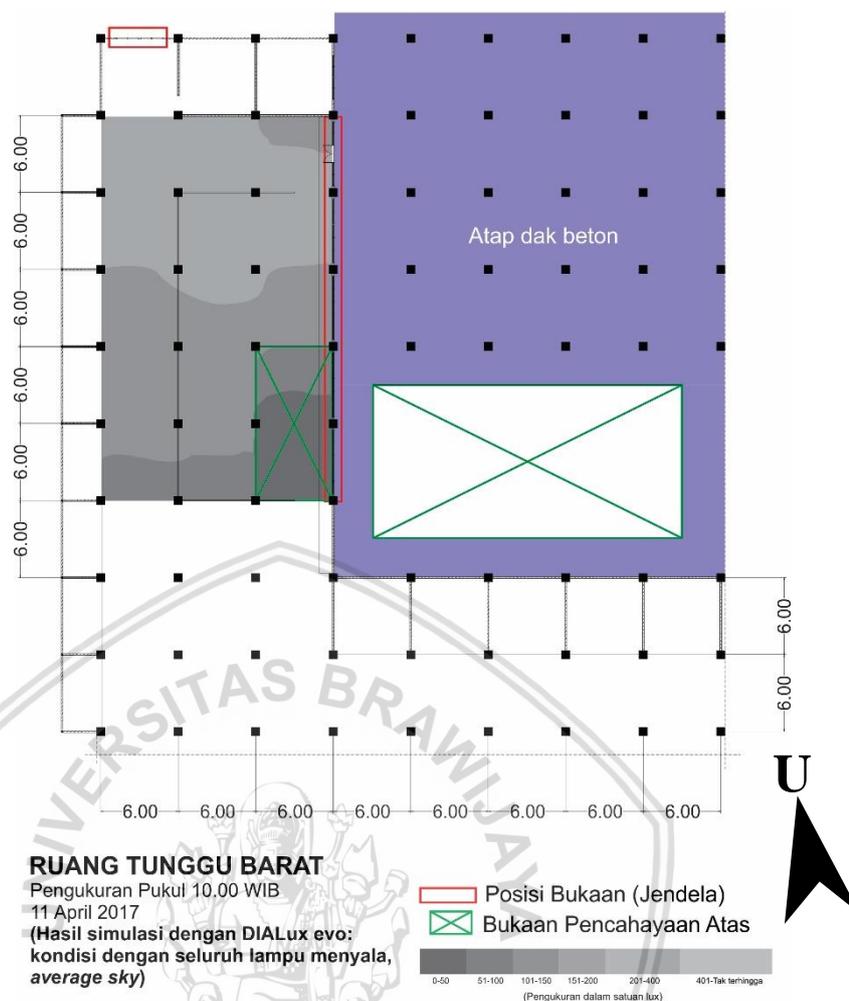
2. Pukul 10.00 WIB

Penulis melakukan simulasi dengan DiaLux evo pada pukul 10.00 WIB yang hasilnya diperoleh seperti pada gambar 4.92 dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan keadaan lampu mati. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.93 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.92 berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh dari hasil simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Seperti pada simulasi pukul 08.00, distribusi terang cahaya pada ruang tunggu barat dengan kondisi seluruh lampu menyala tidak merata seperti pada ruang tunggu timur

dimana pada sisi timur yang berdekatan dengan jendela dan pencahayaan atas tidak terdapat lampu sehingga terjadi perbedaan nilai intensitas cahaya yang cukup besar antara titik tersebut dengan titik ukur yang berdekatan dengan titik tersebut, nilai intensitas cahaya didominasi dengan angka >100 lux.



Gambar 4.92 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 10.00 (average sky) Kondisi: seluruh lampu menyala

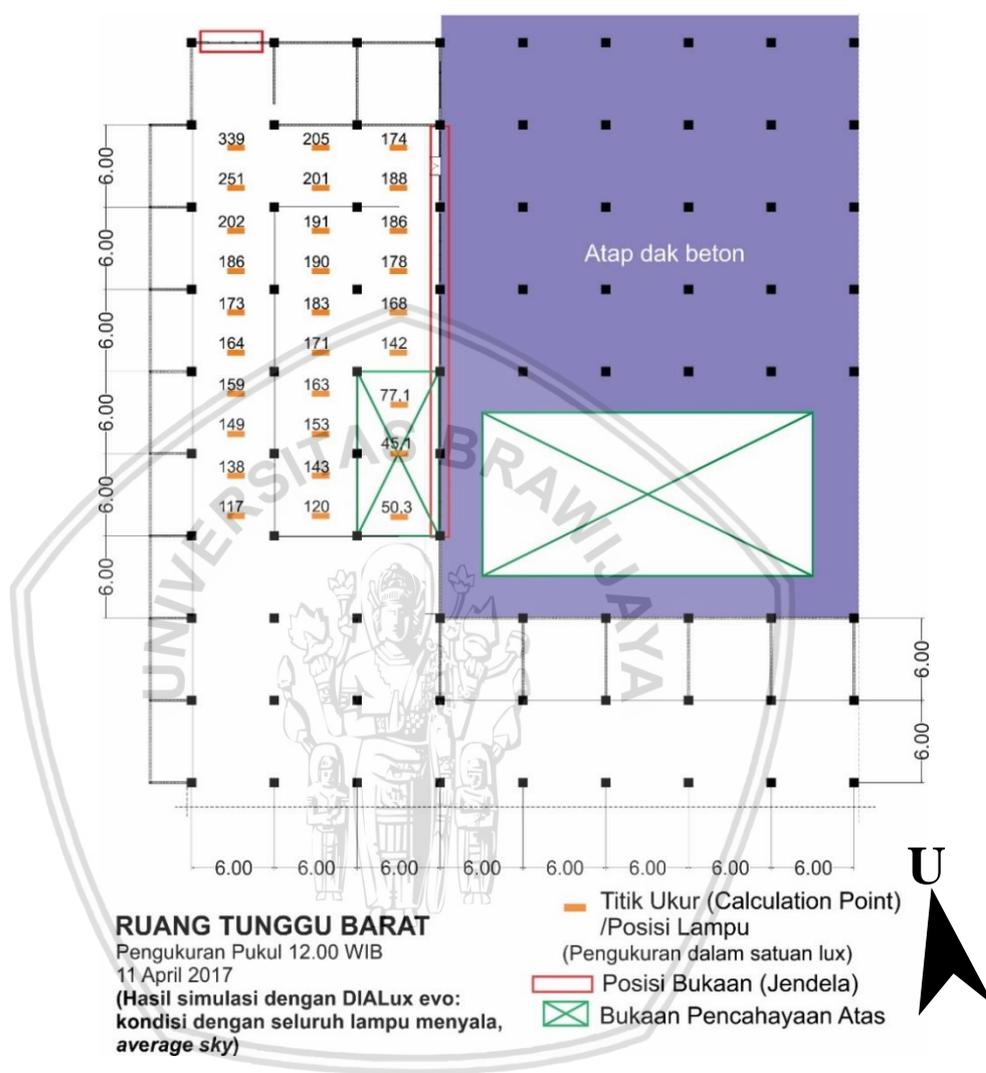


Gambar 4.93 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 10.00 (*average sky*)
 Kondisi: seluruh lampu menyala

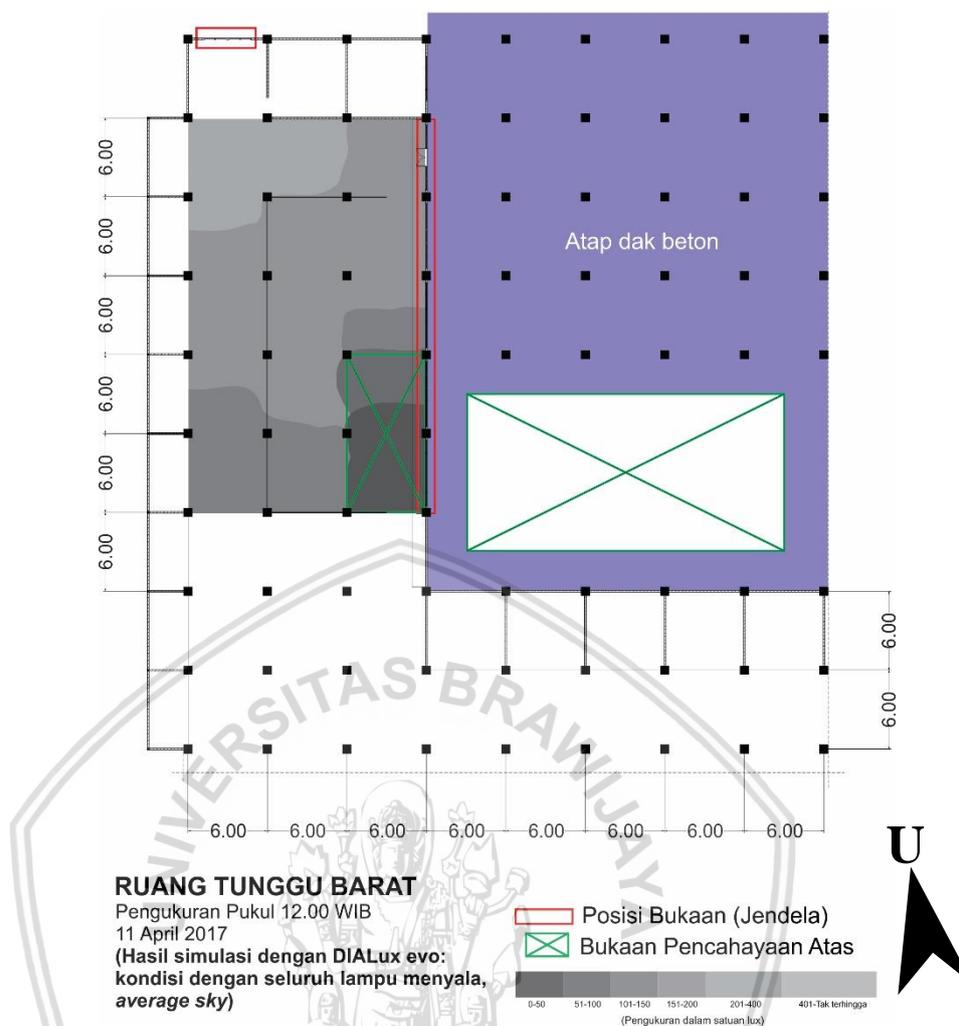
3. Pukul 12.00 WIB

Penulis melakukan simulasi dengan DiaLux evo pada pukul 12.00 WIB yang hasilnya diperoleh seperti pada gambar 4.94 dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan keadaan lampu mati. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.95 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.94 berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh dari hasil simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Distribusi terang cahaya pada pukul 12.00 di ruang tunggu barat dengan kondisi seluruh lampu menyala tidak semerata seperti pada ruang tunggu timur dimana pada sisi timur

yang berdekatan dengan jendela dan pencahayaan atas tidak terdapat lampu sehingga terjadi perbedaan nilai intensitas cahaya yang cukup besar antara titik tersebut dengan titik ukur yang berdekatan dengan titik tersebut, nilai intensitas cahaya didominasi dengan angka >100 lux.



Gambar 4.94 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 12.00 (average sky)
 Kondisi: seluruh lampu menyala

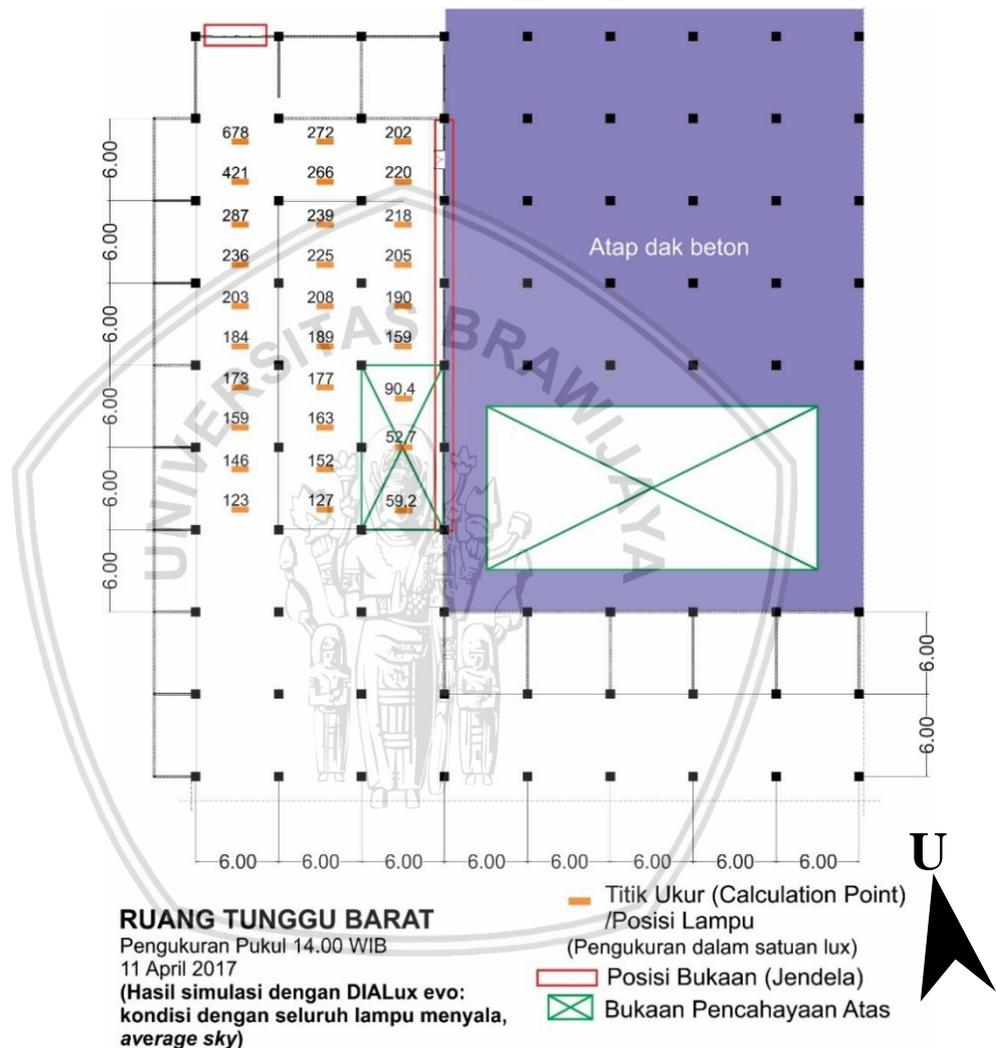


Gambar 4.95 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 12.00 (*average sky*)
 Kondisi: seluruh lampu menyala

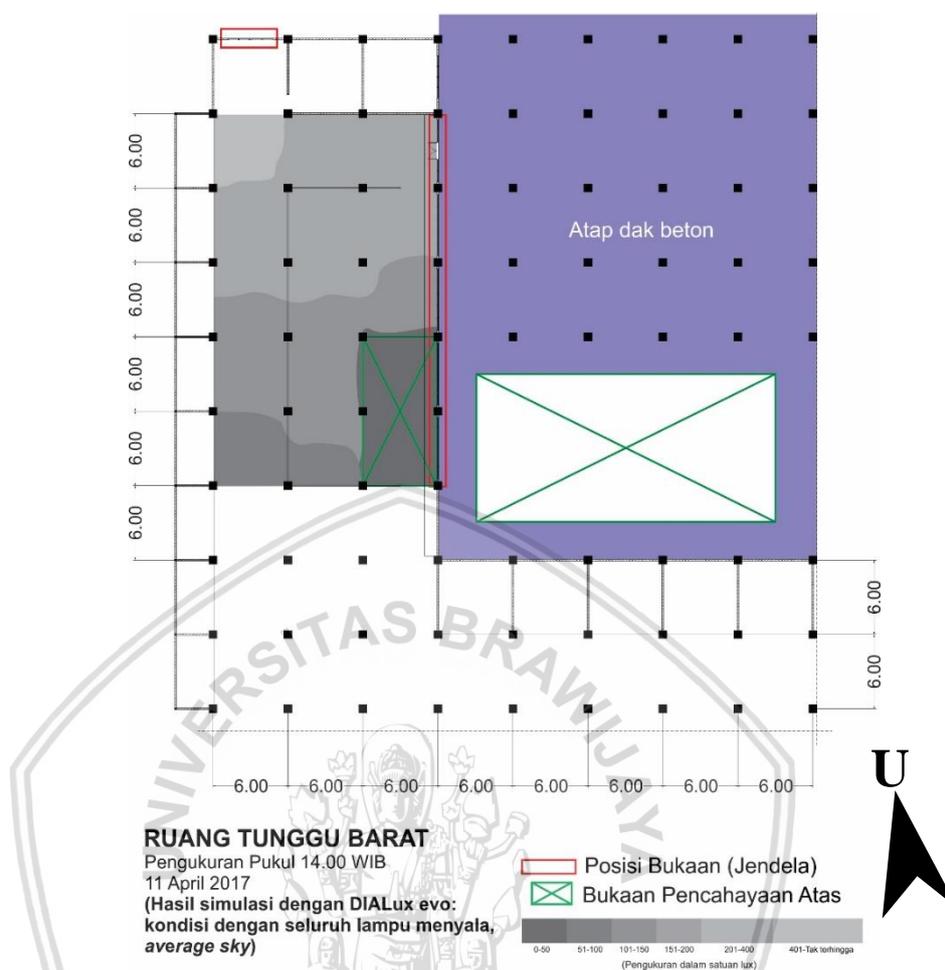
4. Pukul 14.00 WIB

Penulis melakukan simulasi dengan DiaLux evo pada pukul 14.00 WIB yang hasilnya diperoleh seperti pada gambar 4.96 dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan keadaan lampu mati. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.97 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.96 berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh dari hasil simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Distribusi terang

cahaya pada pukul 14.00 di ruang tunggu barat dengan kondisi seluruh lampu menyala juga tidak merata seperti pada ruang tunggu timur dimana pada sisi timur yang berdekatan dengan jendela dan pencahayaan atas tidak terdapat lampu sehingga terjadi perbedaan nilai intensitas cahaya yang cukup besar antara titik tersebut dengan titik ukur yang berdekatan dengan titik tersebut, nilai intensitas cahaya didominasi dengan angka >100 lux.



Gambar 4.96 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 14.00 (average sky)
 Kondisi: seluruh lampu menyala



Gambar 4.97 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 14.00 (*average sky*)
 Kondisi: seluruh lampu menyala

Beberapa hasil simulasi di atas menunjukkan kondisi apabila seluruh lampu pada objek studi yaitu area ruang tunggu barat dan timur dinyalakan maka akan diperoleh kondisi yang memenuhi standar pencahayaan ruang tunggu yaitu minimal 100 lux, dengan distribusi cahaya pada ruang tunggu timur cukup merata namun pada ruang tunggu barat kurang merata dikarenakan ada beberapa titik ukur yang tidak terdapat lampu sehingga terjadi selisih nilai intensitas cahaya antara titik-titik tersebut dengan titik-titik ukur yang berdekatan dengan titik tersebut namun masih dengan dominasi angka >100 lux. Secara keseluruhan apabila seluruh lampu dinyalakan maka ruang tunggu timur dan barat memenuhi standar pencahayaan akan tetapi apabila seluruh lampu dinyalakan maka konsumsi energi (listrik) akan meningkat sehingga dibutuhkan penyelesaian yang tepat untuk permasalahan tersebut.

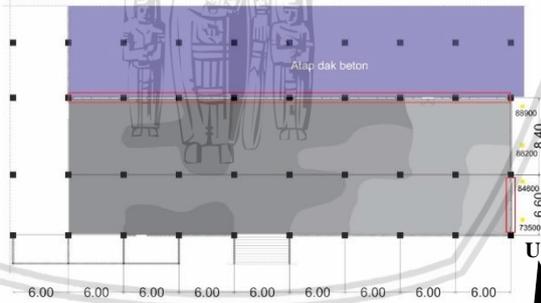
Dari simulasi yang dilakukan oleh Penulis diperoleh hasil berupa angka yang menunjukkan besar kecilnya intensitas cahaya (*daylight*) yang masuk ke dalam Ruang Tunggu Timur dan Ruang Tunggu Barat yang kemudian dikelompokkan menjadi beberapa zona yang digambarkan dengan warna abu-abu tua hampir hitam hingga abu-abu muda mendekati putih. Zona tersebut dibagi menjadi 6 bagian yaitu 0-50 lux, 51-100 lux, 101-150 lux, 151-200 lux, 201-400 lux, dan ≥ 401 lux.

Untuk mendapatkan penyelesaian masalah mengenai konsumsi energi yang meningkat apabila seluruh lampu dinyalakan karena tingkat pencahayaan yang tidak memenuhi standar, maka langkah pertama adalah mengelompokkan hasil temuan baik melalui pengukuran langsung maupun simulasi menjadi sebuah tabel yang dapat menjelaskan dengan lebih baik pada tiap-tiap kondisi.

4.6 Pengelompokan Hasil Temuan

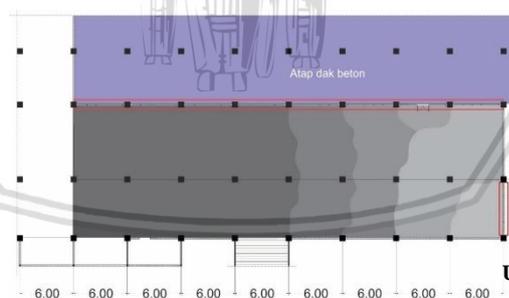
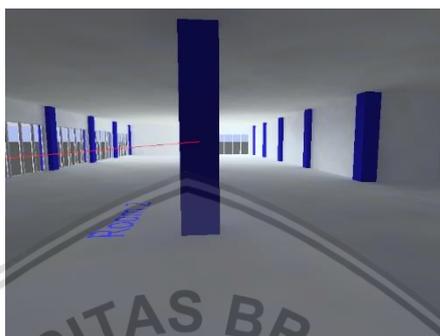
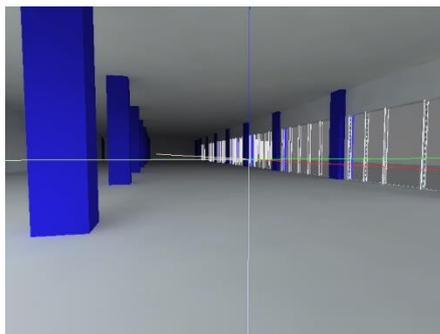
Pengelompokan dilakukan berdasarkan pengukuran langsung dan simulasi serta kondisi lampu mati maupun menyala dan keterangan yang memberi penjelasan pada setiap kelompok. Penjelasan tersebut berupa nilai intensitas cahaya yang sudah memenuhi standar pencahayaan ruang tunggu atau belum, kondisi distribusi cahaya, maupun penggunaan daya listrik apabila menggunakan lampu. Sampel foto atau model simulasi yang diambil dari tiap ruang tunggu adalah pukul 10.00 WIB dikarenakan waktu tersebut matahari sudah mulai pada posisi naik namun belum tegak lurus dengan bangunan dan pada waktu tersebut adalah waktu dimana terminal mulai terlihat ramai dengan berbagai aktifitas.

Tabel 4.2 Hasil Temuan – Ruang Tunggu Timur

Ruang Tunggu Timur Pengukuran langsung di lapangan	Foto/Model Simulasi	Keterangan
		<p>Sebagian lampu menyala, sebagian mati. Ruangan sebagian tidak terkena cahaya sehingga masih terlihat gelap. Pada foto terlihat cahaya matahari paling banyak masuk melalui ujung yaitu dari jendela yang berada pada sisi timur. Distribusi terang cahaya belum merata dikarenakan beberapa lampu menyala dan beberapa lampu mati sehingga selisih nilai intensitas antar titik-titik yang berdekatan cukup besar dan signifikan.</p>
		
		



**Simulasi dengan
DIALux (kondisi tanpa
lampu)**

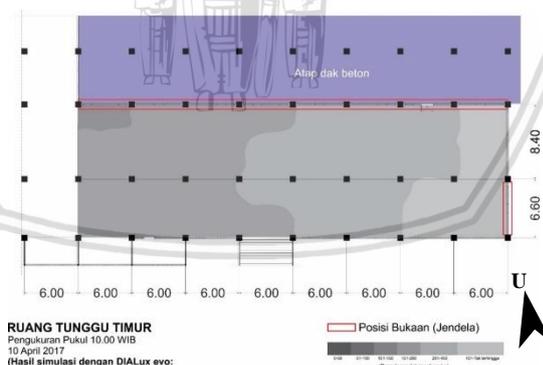
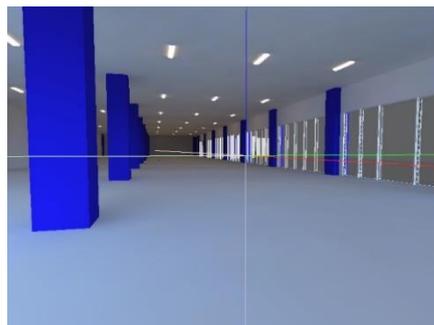


RUANG TUNGGU TIMUR
Pengukuran Pukul 10.00 WIB
10 April 2017
(Hasil simulasi dengan DIALux evo:
kondisi tanpa lampulampu mati, average sky)

Posisi Bukaannya (Jendela)
0-50 50-100 100-150 150-200 200-250
(Pengukuran dalam satuan lux)

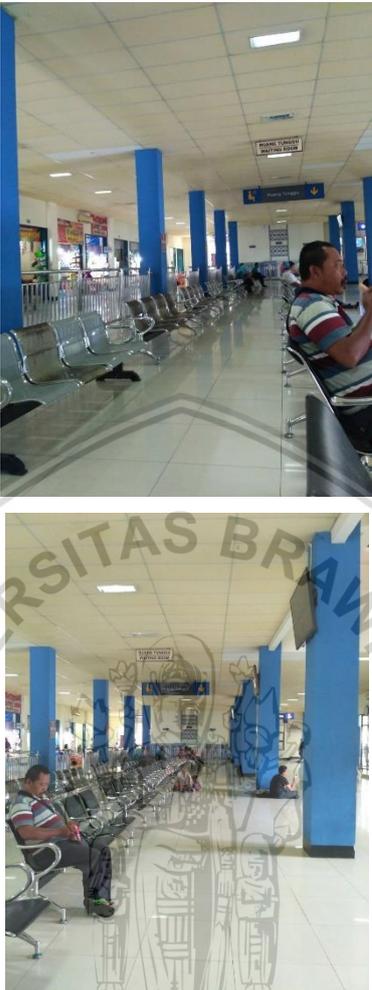
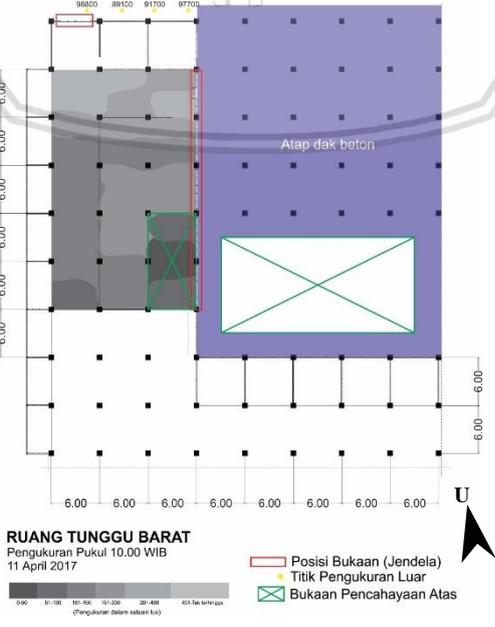
Seluruh lampu mati, ujung ruangan yaitu pada sisi timur mendapat cahaya matahari yang masuk melalui jendela pada sisi tersebut. Menuju ke barat ruangan semakin terlihat gelap karena bentuk ruangan yang memanjang sehingga cahaya dari sisi timur tidak sampai ke sisi barat. Jendela pada sisi panjang (utara) kurang mampu untuk memasukkan cahaya matahari dikarenakan atap dak yang berada pada sisi tersebut tepat di atas emplasemen keberangkatan bus. Distribusi cahaya pada kondisi ini menunjukkan distribusi yang cukup merata dengan dominasi angka <100 lux, dan tingkat intensitas cahaya paling terang berada pada sisi timur, semakin ke barat semakin gelap.

**Simulasi dengan
DiaLux (kondisi
seluruh lampu
menyala)**

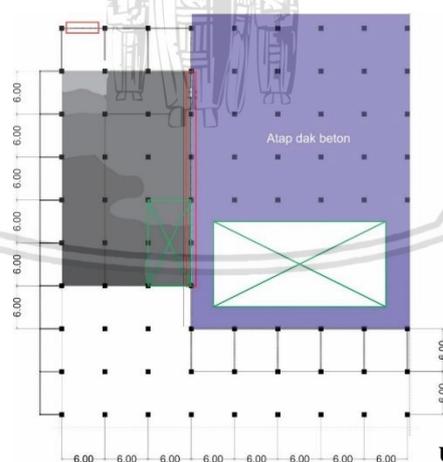
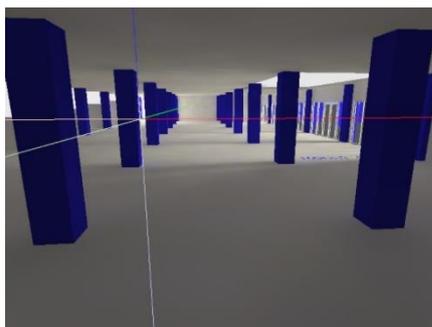


Seluruh lampu menyala, hasil simulasi menunjukkan tingkat pencahayaan sudah memenuhi standar yang seharusnya (≥ 100 lux). Distribusi terang cahaya juga cukup merata dengan dominasi angka >100 lux, dimana sisi timur masih merupakan sisi yang paling terang dan semakin ke barat semakin gelap. Namun dengan menyalakan seluruh lampu maka energi (listrik) yang digunakan yaitu 1440 watt.

Tabel 4.3 Hasil Temuan – Ruang Tunggu Barat

Ruang Tunggu Barat Pengukuran langsung di lapangan	Foto/Model Simulasi	Keterangan
		<p>Sebagian lampu menyala, sebagian mati. Ruang tunggu barat tidak terlihat begitu gelap jika dibandingkan dengan ruang tunggu timur, dikarenakan pada jendela terdapat pada sisi panjang ruangan (sebelah timur) dan bertemu langsung dengan pancahayaan dari atas yang terdapat diatas emplasemen keberangkatan bus sehingga cahaya matahari yang masuk dari atas diteruskan ke jendela dan masuk ke dalam ruangan. Namun dari hasil pengukuran di lapangan masih terdapat beberapa titik yang tingkat pencahayaannya tidak memenuhi standar yang seharusnya. Distribusi terang cahaya pada kondisi ini belum merata dikarenakan beberapa lampu menyala dan beberapa lampu mati pada saat pengukuran sehingga terjadi perbedaan nilai intensitas cahaya antara titik-titik ukur yang berdekatan yang cukup besar.</p>
	 <p>RUANG TUNGGU BARAT Pengukuran Pukul 10.00 WIB 11 April 2017</p> <p>Atap dak beton</p> <p>98800 99100 91700 97700</p> <p>6.00 6.00 6.00 6.00 6.00 6.00 6.00 6.00 6.00 6.00</p> <p>6.00 6.00 6.00 6.00 6.00 6.00 6.00 6.00 6.00 6.00</p> <p>U</p> <p>Posisi Buka (Jendela) Titik Pengukuran Luar Buka Pencahayaan Atas</p> <p>040 51-100 80-100 151-200 200-400 410-500 (Pengukuran dalam satuan lux)</p>	

**Simulasi dengan
DiaLux (kondisi tanpa
lampu)**



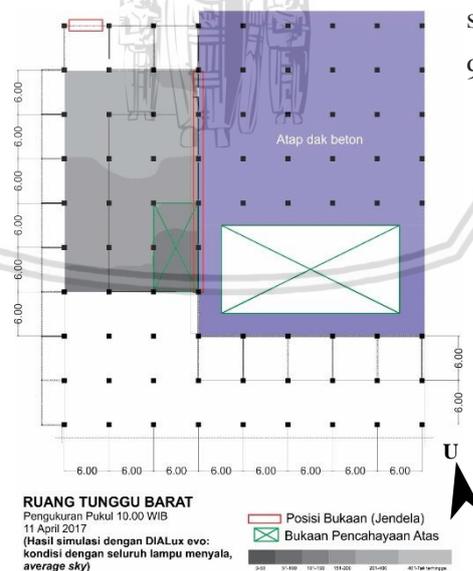
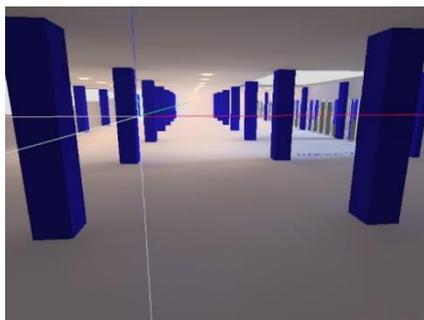
RUANG TUNGGU BARAT
Pengukuran Pukul 10.00 WIB
11 April 2017
(Hasil simulasi dengan DIALux evo:
kondisi tanpa lampu/lampu mati,
average sky)

Posisi Bukaan (Jendela)
Bukaan Pencahayaan Atas

0-50 51-100 101-200 201-400 401-600
(Pengukuran dalam satuan lux)

Kondisi: seluruh lampu mati. Pada kondisi ini sesuai dengan hasil simulasi, area ruang tunggu yang terlihat terang adalah yang bersebelahan dengan jendela karena mendapatkan cahaya matahari yang diteruskan dari pencahayaan atas menuju ke dalam ruangan melalui jendela, namun pada kondisi ini ruang tunggu barat masih terlihat memiliki pencahayaan alami lebih baik dibandingkan dengan ruang tunggu timur walaupun ada beberapa titik yang masih belum memenuhi standar pencahayaan yang seharusnya (≥ 100 lux). Distribusi terang cahaya pada kondisi ini lebih merata dibandingkan pada saat pengukuran langsung, dengan dominasi angka < 100 lux.

**Simulasi dengan
DiaLux (kondisi
seluruh lampu
menyala)**



Seluruh lampu menyala, hasil simulasi menunjukkan seluruh bagian memenuhi standar tingkat pencahayaan yang seharusnya, distribus terang cahaya cukup merata dengan dominasi angka >100 lux, namun terdapat beberapa titik yang tidak terdapat lampu yaitu pada sisi timur yang berdekatan dengan pencahayaan atas sehingga distribusi cahaya pada sisi tersebut menyebabkan ketidak merataan walaupun kondisi lampu dinyalakan, selisih nilai intensitas cahaya antara titi-titik tersebut dengan titik yang berdekatan dengan titik tersebut cukup besar. Penggunaan energi (listrik) jika seluruh lampu menyala adalah 936 watt.

Dari dua tabel di atas dapat diambil kesimpulan yaitu apabila tidak menggunakan lampu sama sekali pencahayaan alami pada kedua ruangan masih belum memenuhi standar, ruang tunggu barat memiliki tingkat pencahayaan alami lebih baik dibandingkan

dengan ruang tunggu timur walaupun masih berada di bawah standar. Distribusi terang cahaya secara keseluruhan cukup merata (kondisi lampu mati maupun menyala) dengan nilai intensitas cahaya paling tinggi berada pada sisi yang berdekatan dengan bukaan dan semakin menjauh dari bukaan maka nilai intensitas semakin mengecil, pada saat kondisi tanpa lampu maka dominasi nilai intensitas cahaya berada pada angka <100 lux, sebaliknya pada saat kondisi seluruh lampu menyala maka didominasi oleh angka >100 lux. Jika seluruh lampu dinyalakan pada kedua ruangan tersebut, maka standar pencahayaan alami akan terpenuhi namun akan ada konsekuensi energi yang digunakan sebesar 1440 watt pada ruang tunggu timur dan 936 watt pada ruang tunggu barat (menggunakan lampu yang tersedia di ruangan tersebut). Dengan hasil seperti tersebut di atas maka akan dilakukan simulasi dengan merubah variabel bebas sehingga diperoleh kondisi ideal untuk pencahayaan pada ruangan tersebut.

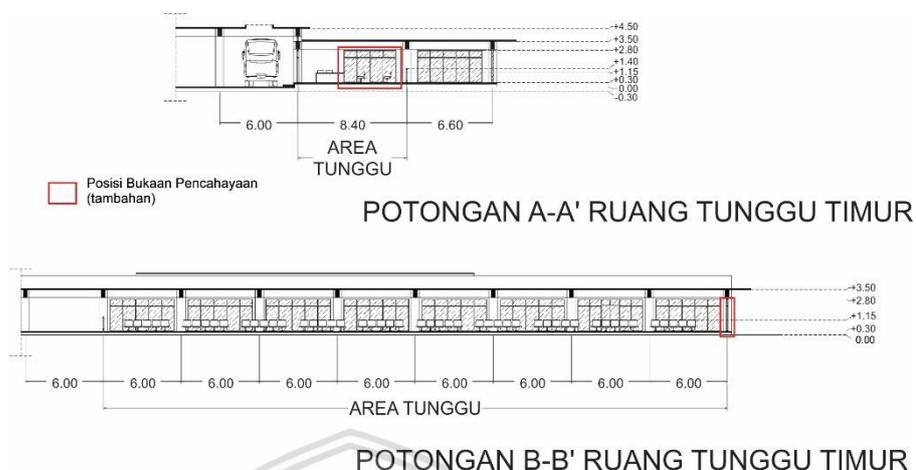
4.7 Hasil Simulasi dengan Perubahan pada Variabel Bebas

Simulasi dengan program DIALux evo dilakukan dengan merubah variabel bebas yaitu bukaan pencahayaan pada objek studi (penambahan, perluasan, dll) yang disesuaikan dengan kondisi sekitar di lapangan. Penambahan dan perluasan bukaan mempertimbangkan kondisi eksisting pada objek studi sehingga memungkinkan untuk adanya perubahan. Kondisi sekitar telah dipaparkan pada sub bab 4.1.

Setelah mengetahui kondisi sekitar ruang tunggu pada Terminal Tirtonadi, maka dilakukan simulasi dengan DIALux evo yang menyesuaikan dengan hasil simulasi sebelumnya (pada waktu yang sama).

4.7.1 Hasil Simulasi Ruang Tunggu Timur dengan Merubah Variabel Bebas

1. Penambahan Empat Jendela pada Sisi Timur



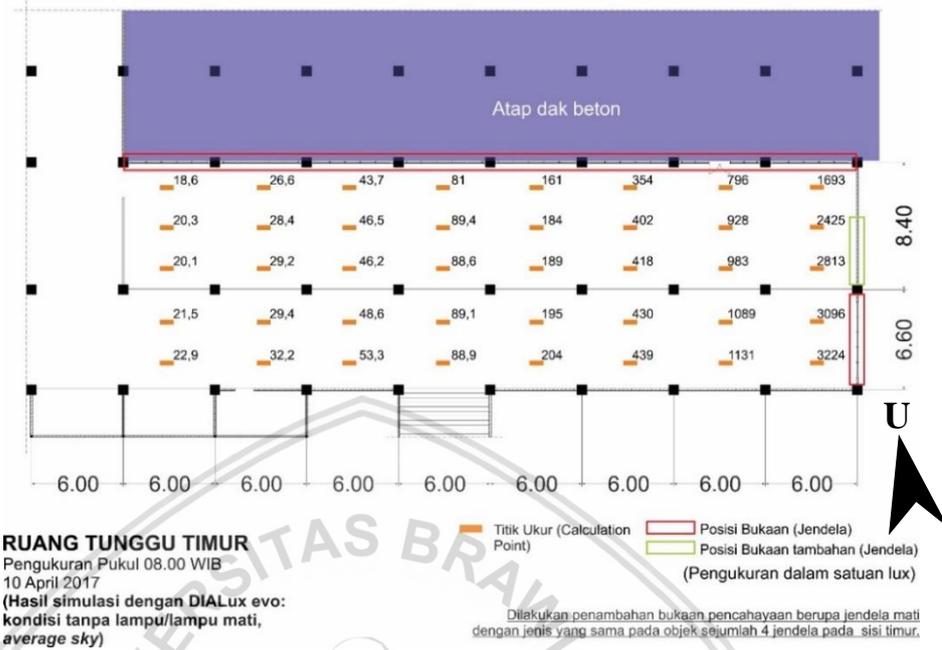
Gambar 4.98 Posisi Bukaan Pencahayaan (tambahan) berupa 4 jendela pada sisi timur

Simulasi yang pertama adalah melakukan penambahan jendela pada sisi timur ruangan dengan jenis dan ukuran jendela yang sama pada sisi lainnya sejumlah empat jendela. Penambahan jendela dilakukan untuk mengoptimalkan bukaan pencahayaan samping yang sudah ada pada kondisi eksisting. Berikut adalah hasil dari simulasi dengan kondisi tanpa lampu dan langit rata-rata (*average sky*):

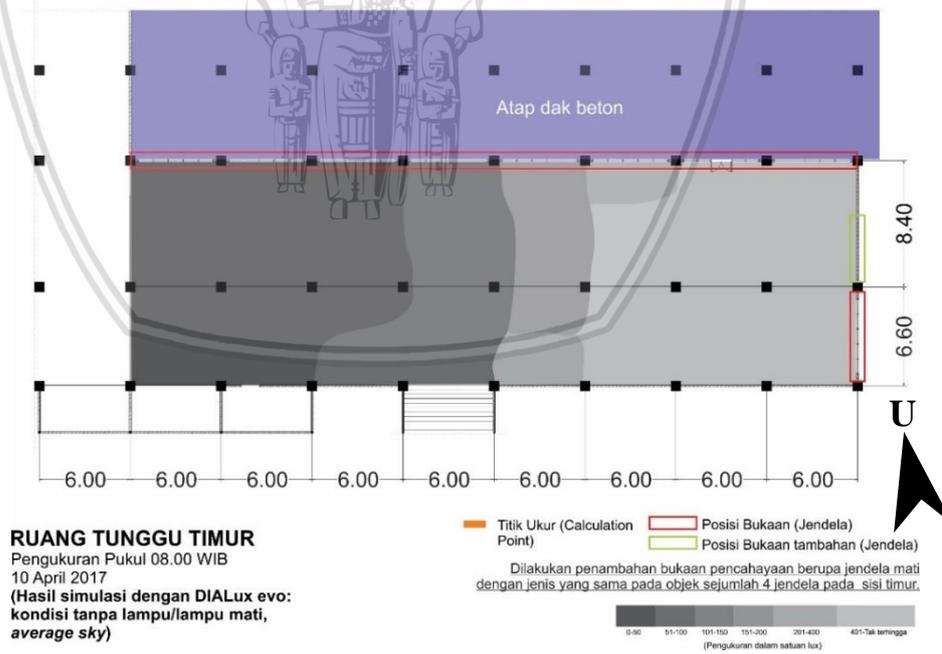
a. Pukul 08.00 WIB (10 April 2017)

Penulis melakukan simulasi dengan DiaLux evo pada pukul 08.00 WIB yang hasilnya diperoleh seperti pada gambar 4.99 dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan keadaan lampu mati serta ada penambahan jendela pada sisi timur ruangan. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.100 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.99 berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh dari hasil simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi ruang tunggu timur setelah dilakukan perubahan pada variabel bebas (bukaan pencahayaan). Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Distribusi terang cahaya pada kondisi ini belum merata dikarenakan pada sisi timur nilai intensitas cahaya sudah berada pada angka

>100 lux sedangkan pada sisi barat masih menunjukkan angka <100 lux sehingga terjadi selisih nilai intensitas cahaya yang cukup besar.



Gambar 4.99 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 08.00 (average sky) Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela)

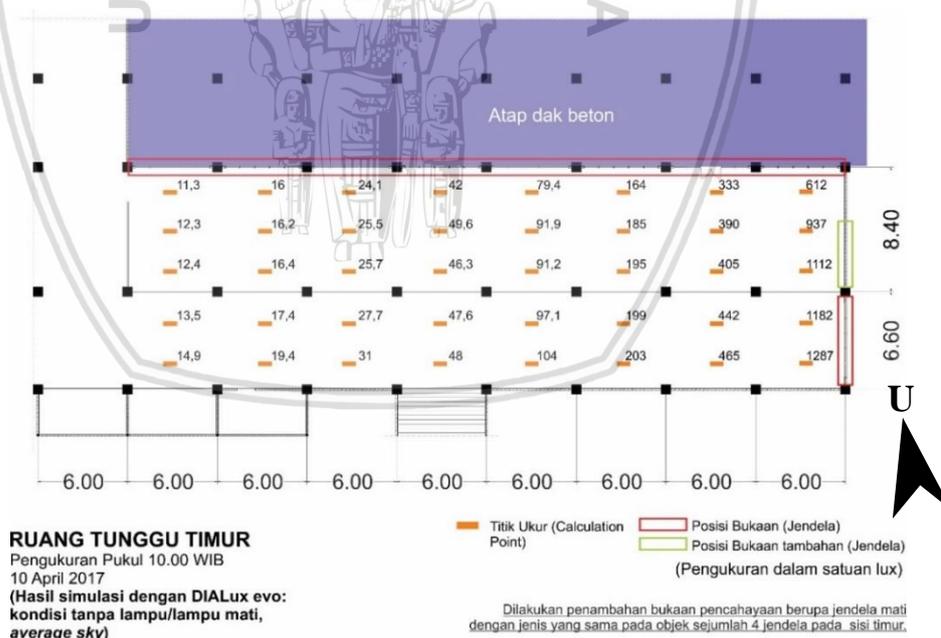


Gambar 4.100 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 08.00 (average sky) Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela)

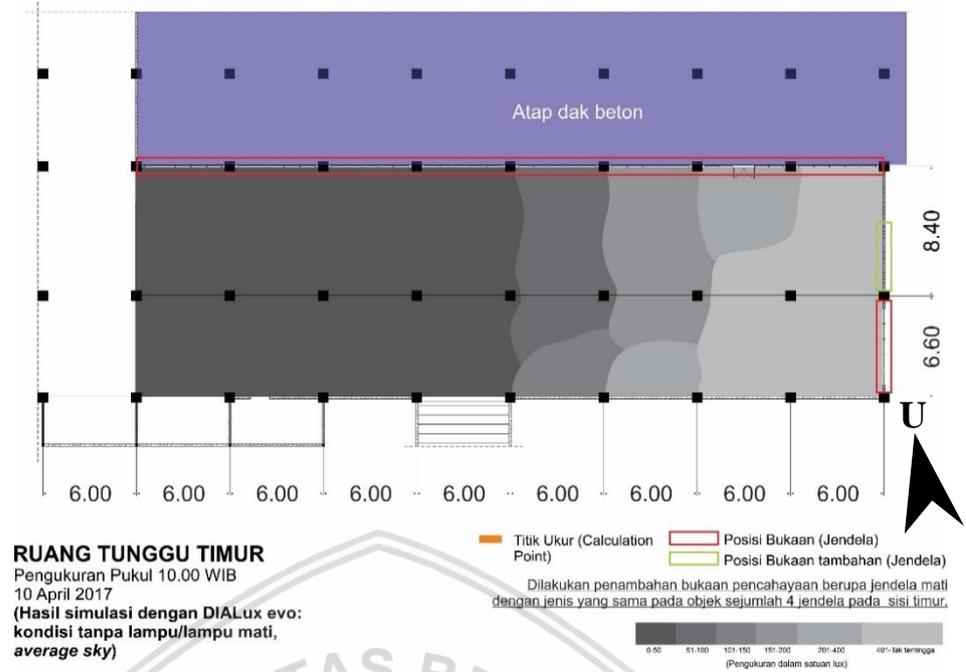


b. Pukul 10.00 WIB

Penulis melakukan simulasi dengan DiaLux evo pada pukul 10.00 WIB yang hasilnya diperoleh seperti pada gambar 4.101 dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan keadaan lampu mati serta ada penambahan jendela pada sisi timur ruangan. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.102 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.103 berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh dari hasil simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Timur setelah dilakukan perubahan pada variabel bebas (bukaan pencahayaan). Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Seperti pada pukul 08.00, distribusi terang cahaya pada kondisi ini masih belum merata dengan sisi timur menunjukkan nilai intensitas cahaya dengan selisih cukup besar dibandingkan pada sisi barat.



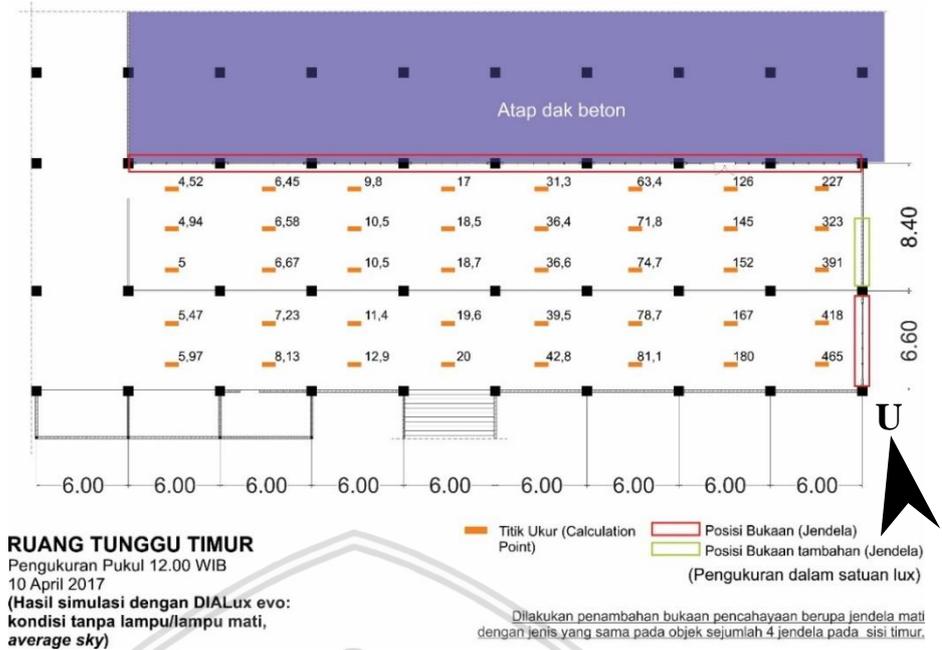
Gambar 4.101 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 10.00 (*average sky*)
Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela)



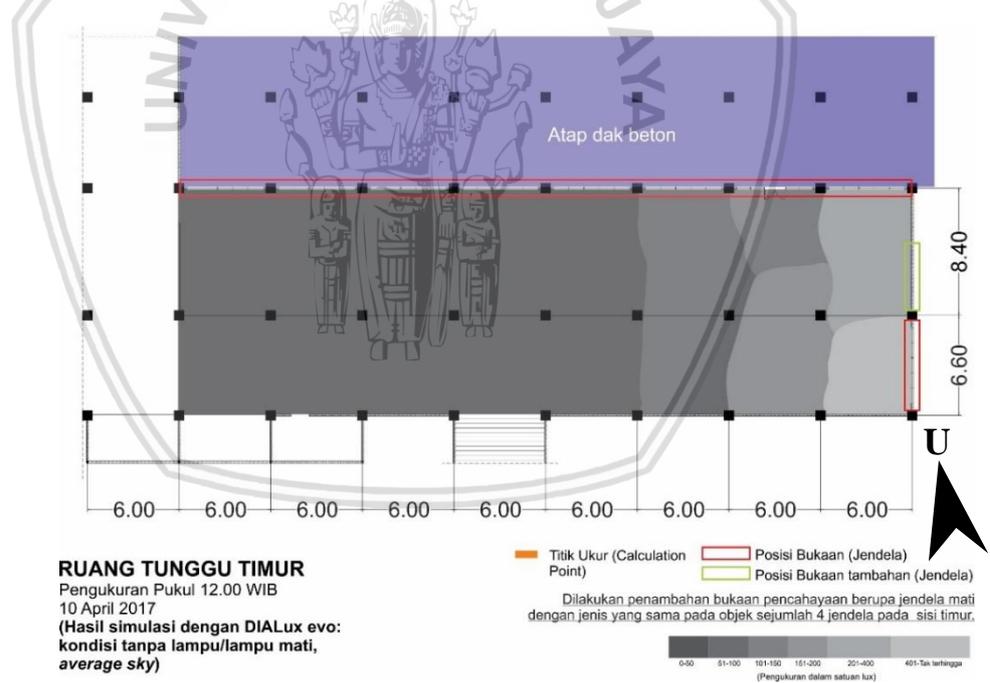
Gambar 4.102 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 10.00 (*average sky*)
Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela)

c. Pukul 12.00 WIB

Penulis melakukan simulasi dengan DiaLux evo pada pukul 12.00 WIB yang hasilnya diperoleh seperti pada gambar 4.103 dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan keadaan lampu mati serta ada penambahan jendela pada sisi timur ruangan. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.104 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.103 berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh dari hasil simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan instensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Timur setelah dilakukan perubahan pada variabel bebas (bukaan pencahayaan). Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Distribusi terang cahaya pada kondisi ini lebih merata dibandingkan pada pukul 10.00 dengan dominasi angka <100 lux dikarenakan pada cahaya paling optimal masuk melalui sisi timur sedangkan pada pukul 12.00 posisi matahari sudah berada tegak lurus dengan bangunan sehingga cahaya yang masuk tidak optimal.



Gambar 4.103 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 12.00 (average sky)
 Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela)



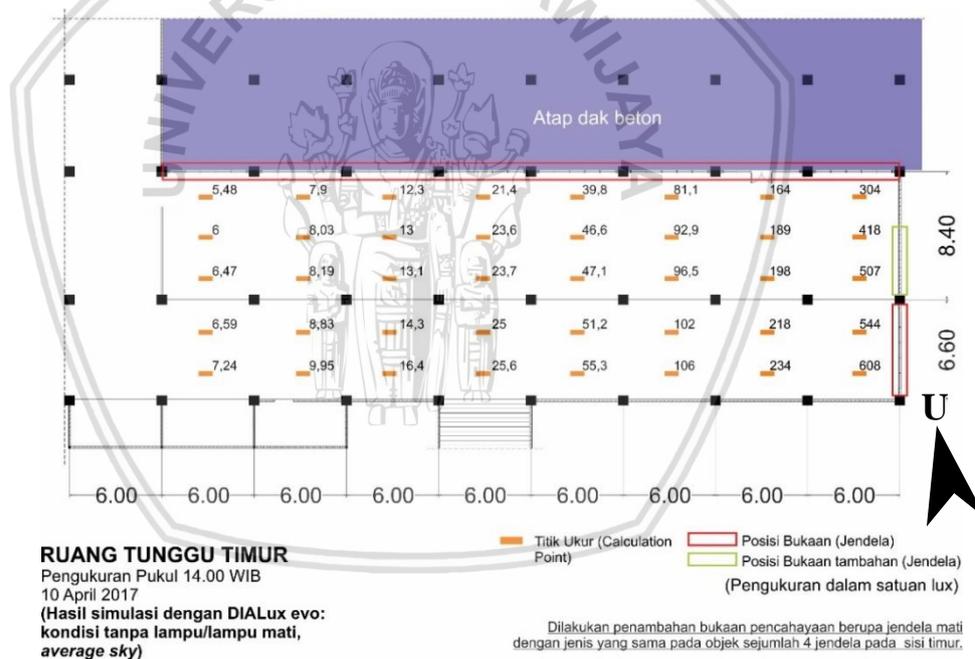
Gambar 4.104 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 12.00 (average sky)
 Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela)

d. Pukul 14.00 WIB

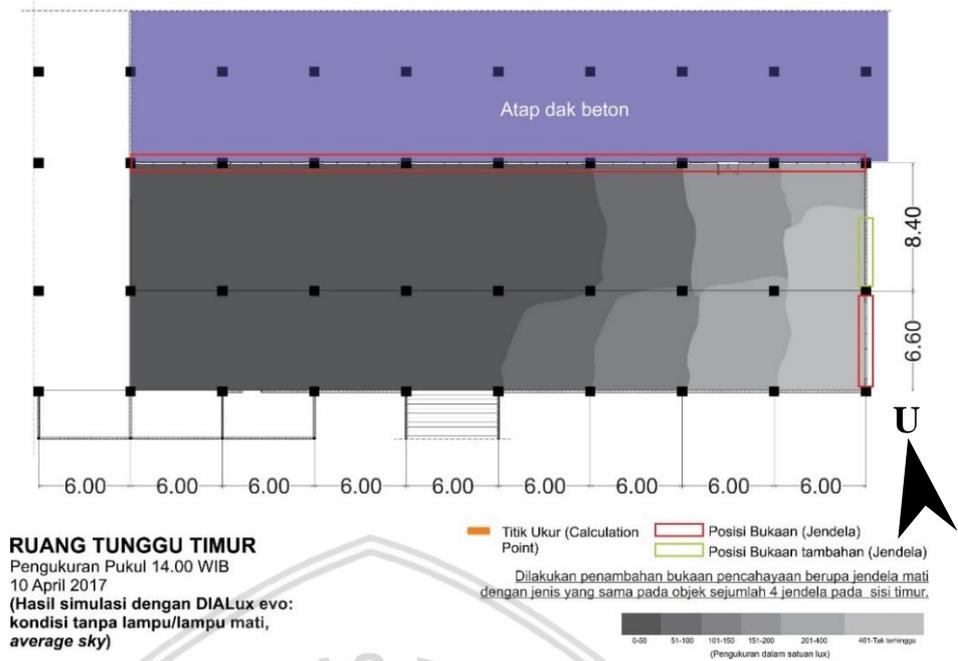
Penulis melakukan simulasi dengan DiaLux evo pada pukul 14.00 WIB yang hasilnya diperoleh seperti pada gambar 4.105 dengan kondisi langit rata-rata (average sky) dan keadaan lampu mati serta ada



penambahan jendela pada sisi timur ruangan. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.106 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.105 berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh dari hasil simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Timur setelah dilakukan perubahan pada variabel bebas (bukaan pencahayaan). Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Distribusi terang cahaya pada sisi ini juga lebih merata dengan dominasi angka masih berada pada angka <100 lux, sisi paling terang berada pada sisi timur dan semakin ke barat semakin gelap namun peralihan nilai intensitas cahaya dengan selisih yang tidak besar.

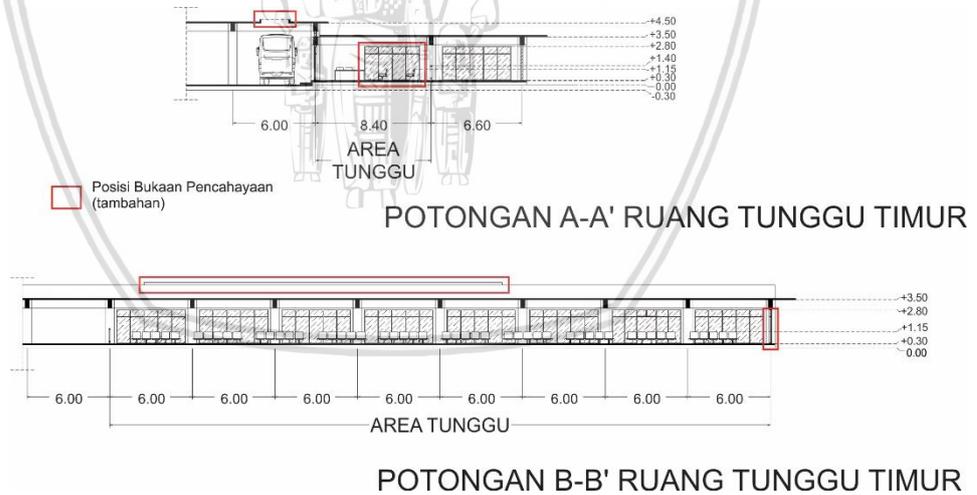


Gambar 4.105 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 14.00 (average sky)
 Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela)



Gambar 4.106 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 14.00 (average sky)
 Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela)

2. Penambahan Empat Jendela pada Sisi Timur dan Bukaan Pencahayaan Atas

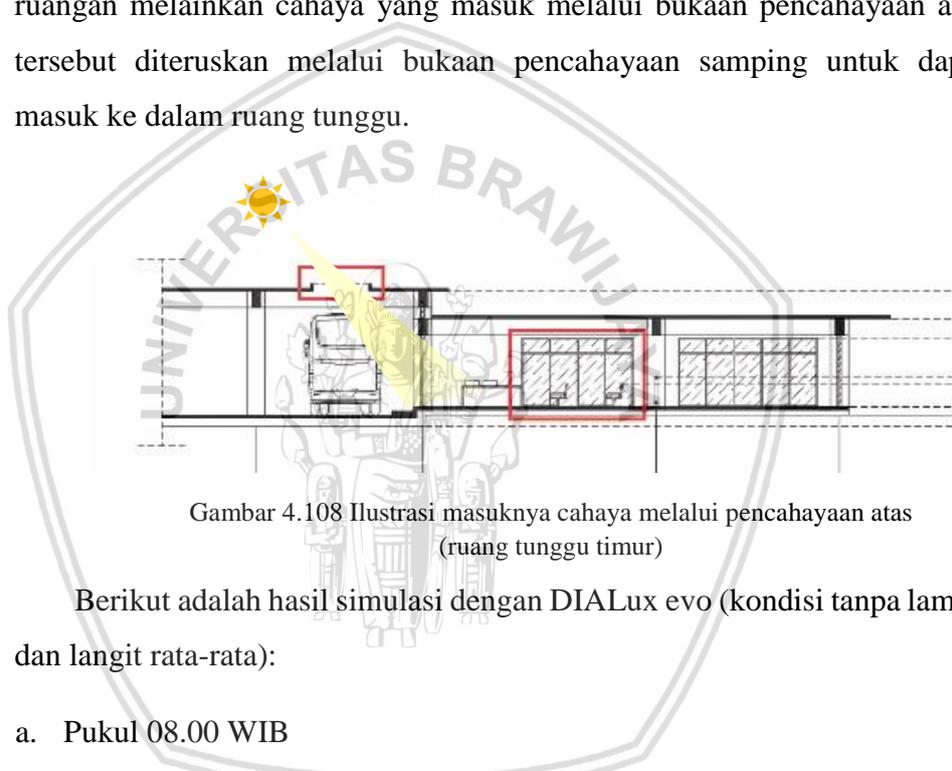


Gambar 4.107 Posisi Bukaan Pencahayaan (tambahan) berupa 4 jendela pada sisi timur & bukaan pencahayaan atas

Simulasi dengan penambahan bukaan pencahayaan atas dilakukan karena penambahan empat buah jendela pada sisi timur belum dapat memenuhi standar pencahayaan pada ruang tunggu serta sisi selatan ruangan tidak memungkinkan untuk dilakukan penambahan bukaan samping karena berbatasan dengan ruangan yang menghadap ke selatan, karena ketebalan



ruangan adalah 15 meter maka apabila pencahayaan tidak pada dua sisi, cahaya masuk ke dalam ruangan tidak akan optimal. Bentuk ruangan yang memanjang (persegi panjang) dan bukan berupa atrium juga tidak memungkinkan ruangan untuk mendapatkan cahaya alami yang optimal, maka dilakukan penambahan pencahayaan atas (*top lighting*). Bukaan pencahayaan atas berupa *sky light* yang ditambahkan berada pada sisi utara ruangan tepat di atas emplasemen keberangkatan bus pada terminal timur dengan ukuran luas 26m x 2m memanjang dari barat ke timur. Bukaan tersebut berada pada bagian luar ruangan, cahaya tidak masuk langsung ke ruangan melainkan cahaya yang masuk melalui bukaan pencahayaan atas tersebut diteruskan melalui bukaan pencahayaan samping untuk dapat masuk ke dalam ruang tunggu.



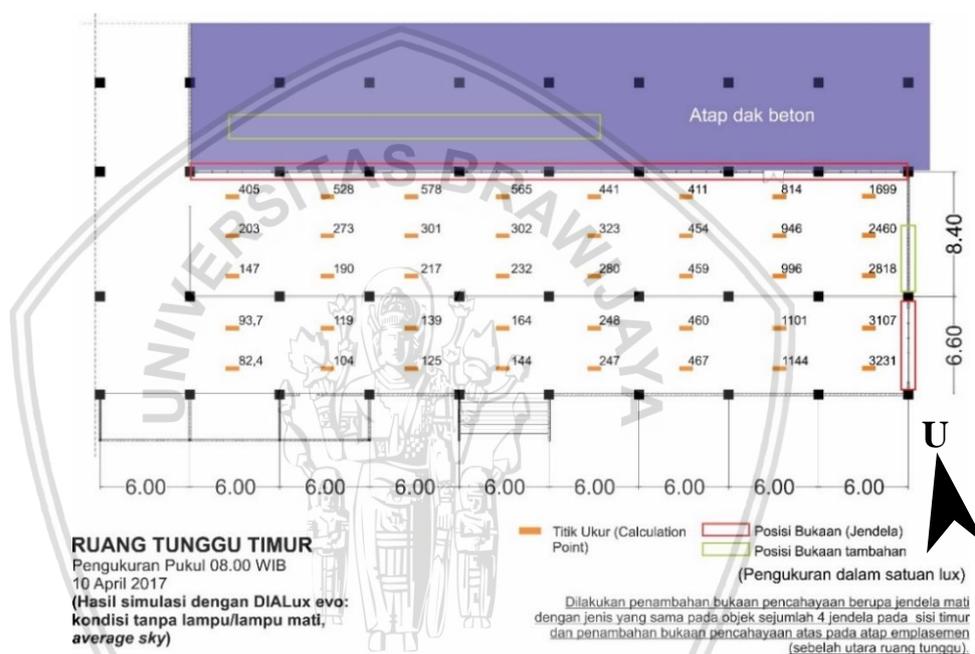
Gambar 4.108 Ilustrasi masuknya cahaya melalui pencahayaan atas (ruang tunggu timur)

Berikut adalah hasil simulasi dengan DIALux evo (kondisi tanpa lampu dan langit rata-rata):

a. Pukul 08.00 WIB

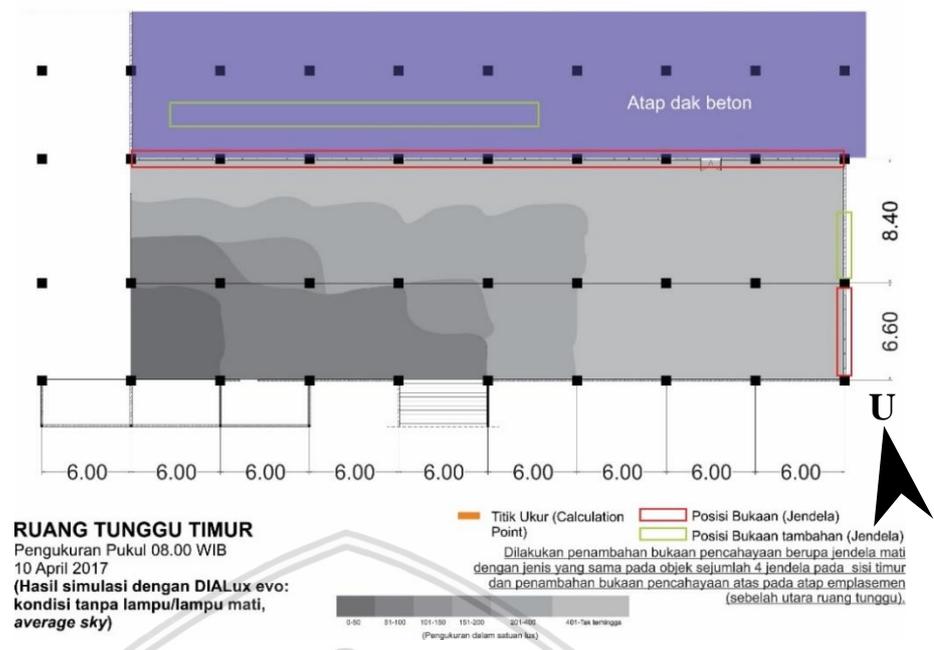
Penulis melakukan simulasi dengan DiaLux evo pada pukul 08.00 WIB yang hasilnya diperoleh seperti pada gambar 4.109 dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan keadaan lampu mati serta ada penambahan jendela pada sisi timur ruangan. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.110 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.109 berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh dari hasil simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Timur setelah

dilakukan perubahan pada variabel bebas (bukaan pencahayaan) berupa penambahan jendela pada sisi timur dan bukaan pencahayaan atas pada sisi utara. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Distribusi terang cahaya lebih merata dengan dominasi angka >100 lux, sisi yang memiliki jarak terjauh dari bukaan pencahayaan memiliki nilai intensitas cahaya yang paling kecil. Penurunan nilai intensitas cahaya dari timur ke barat mengalami peralihan dengan selisih yang tidak besar antara dari warna terang ke warna yang lebih gelap jika dilihat pada zonasi cahaya.



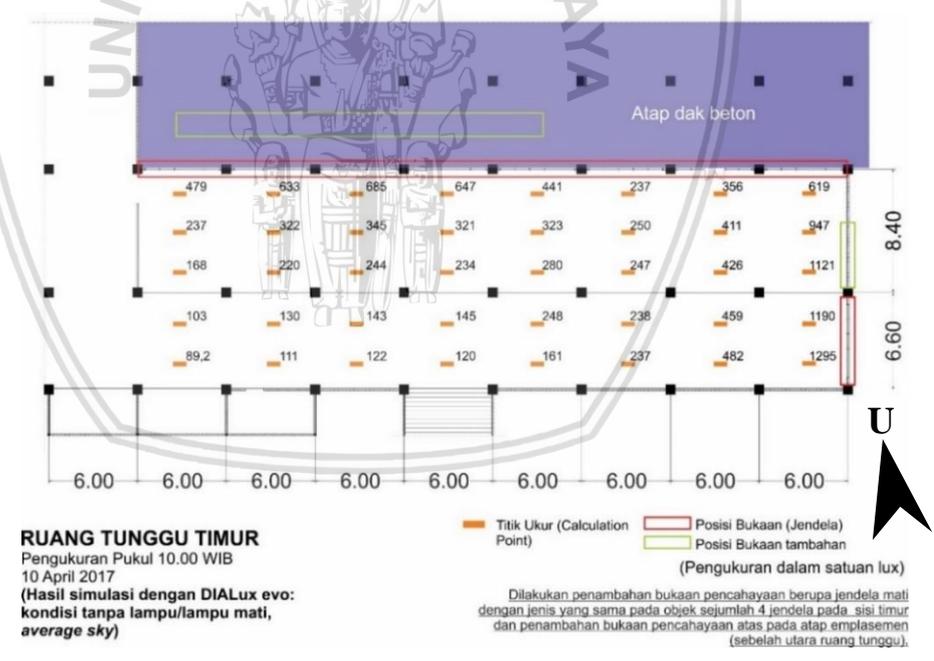
Gambar 4.109 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 08.00 (average sky)

Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela dan pencahayaan atas)



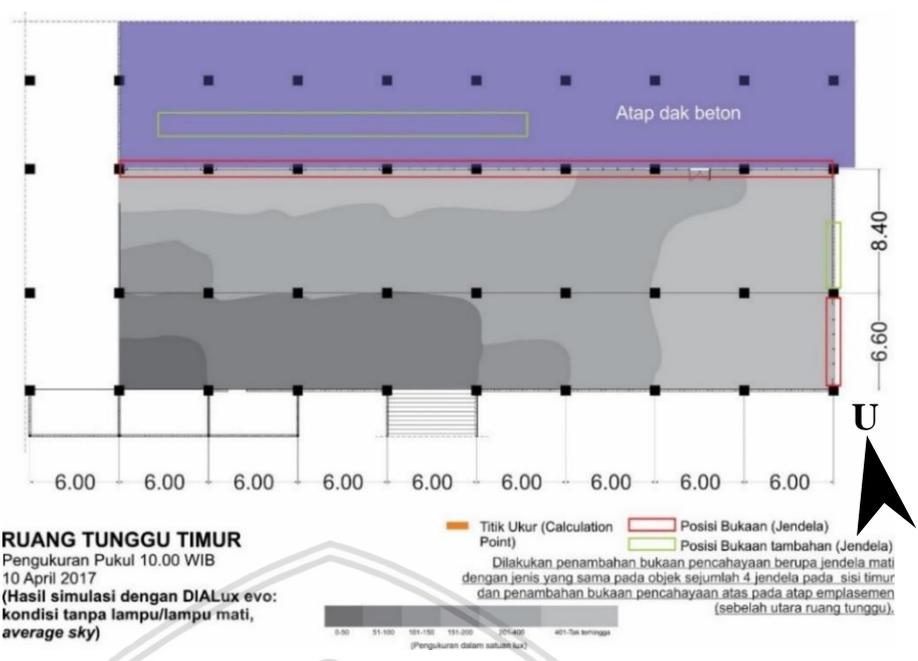
Gambar 4.110 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 08.00 (average sky)
 Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela dan pencahayaan atas)

b. Pukul 10.00 WIB



Gambar 4.111 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 10.00 (average sky)
 Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela dan pencahayaan atas)

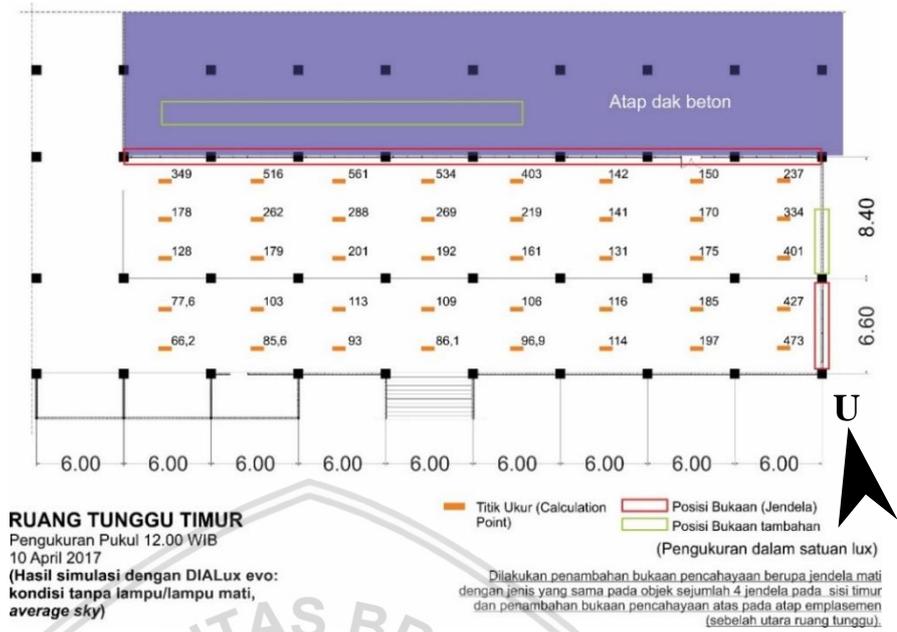




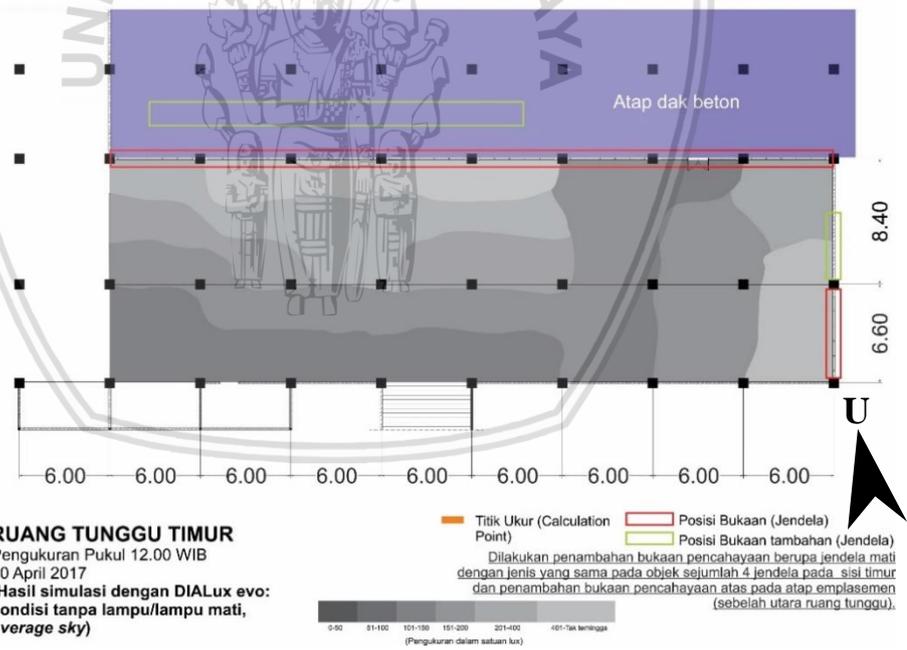
Gambar 4.112 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 10.00 (*average sky*)
 Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela dan pencahayaan atas)

Penulis melakukan simulasi dengan DiaLux evo pada pukul 10.00 WIB yang hasilnya diperoleh seperti pada gambar 4.111 dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan keadaan lampu mati serta ada penambahan jendela pada sisi timur ruangan. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.112 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.111 berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh dari hasil simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Timur setelah dilakukan perubahan pada variabel bebas (bukaan pencahayaan) berupa penambahan jendela pada sisi timur dan bukaan pencahayaan atas pada sisi utara. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Distribusi terang cahaya cukup merata dengan dominasi angka >100 lux, sisi yang memiliki jarak terjauh dari bukaan pencahayaan memiliki nilai intensitas cahaya yang paling kecil. Penurunan nilai intensitas cahaya dari timur ke barat mengalami peralihan dengan selisih yang tidak besar antara dari warna terang ke warna yang lebih gelap jika dilihat pada zonasi cahaya.

c. Pukul 12.00 WIB



Gambar 4.113 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 12.00 (average sky)
 Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela dan pencahayaan atas)



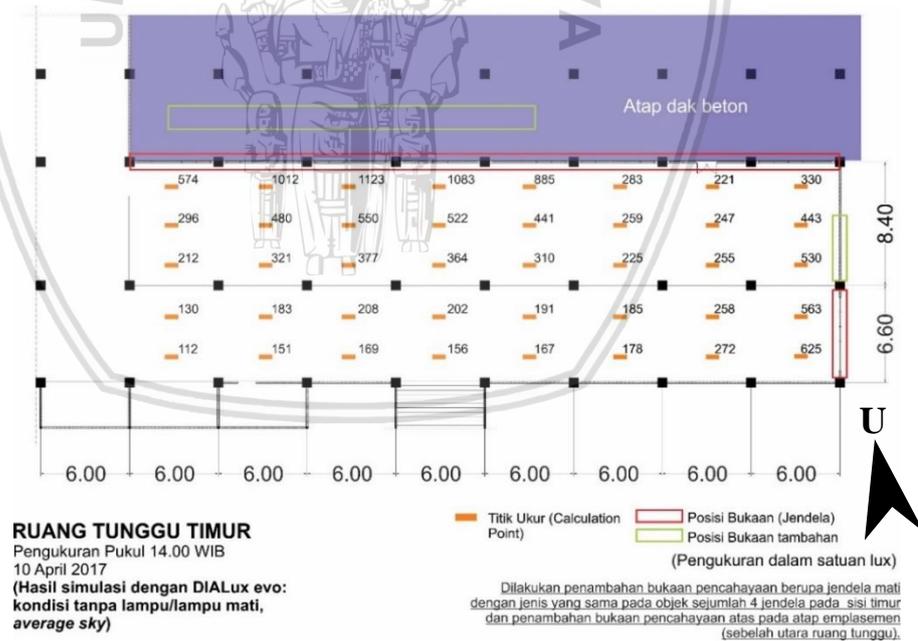
Gambar 4.114 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 12.00 (average sky)
 Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela dan pencahayaan atas)

Penulis melakukan simulasi dengan DiaLux evo pada pukul 12.00 WIB yang hasilnya diperoleh seperti pada gambar 4.113 dengan kondisi langit rata-rata (average sky) dan keadaan lampu mati serta ada penambahan jendela pada sisi timur ruangan. Titik-titik ukur dibuat



sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.114 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.113 berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh dari hasil simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan instensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Timur setelah dilakukan perubahan pada variabel bebas (bukaan pencahayaan) berupa penambahan jendela pada sisi timur dan bukaan pencahayaan atas pada sisi utara. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Pada pukul 12.00 distribusi terang cahaya belum merata dikarenakan posisi matahari berada tegak lurus dengan bangunan, sehingga cahaya terang hanya terdapat pada sisi yang berdekatan dengan bukaan pencahayaan namun pada kondisi ini nilai intensitas cahaya sudah berada pada angka >100 lux.

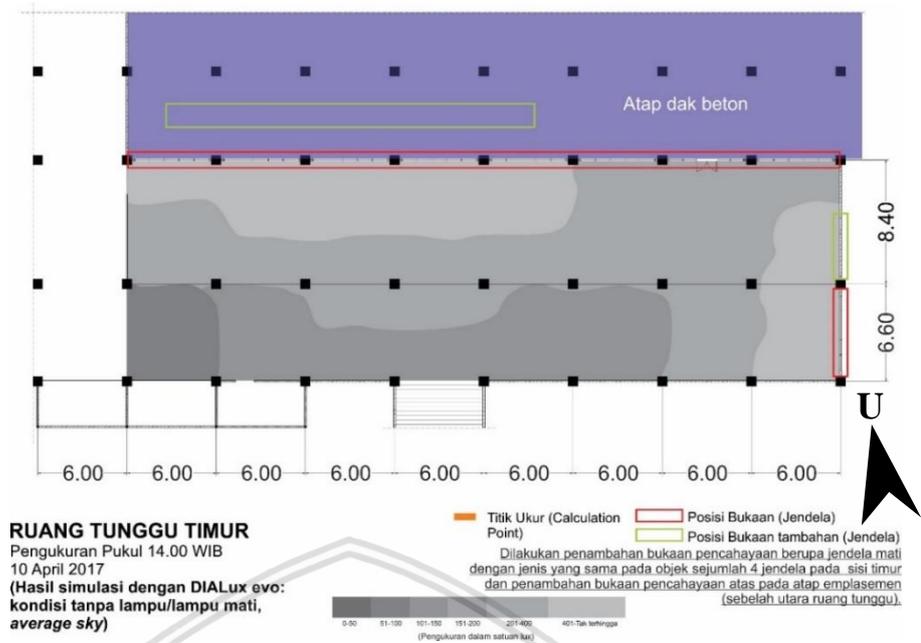
d. Pukul 14.00 WIB



Gambar 4.115 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 14.00 (average sky)

Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela dan pencahayaan atas)



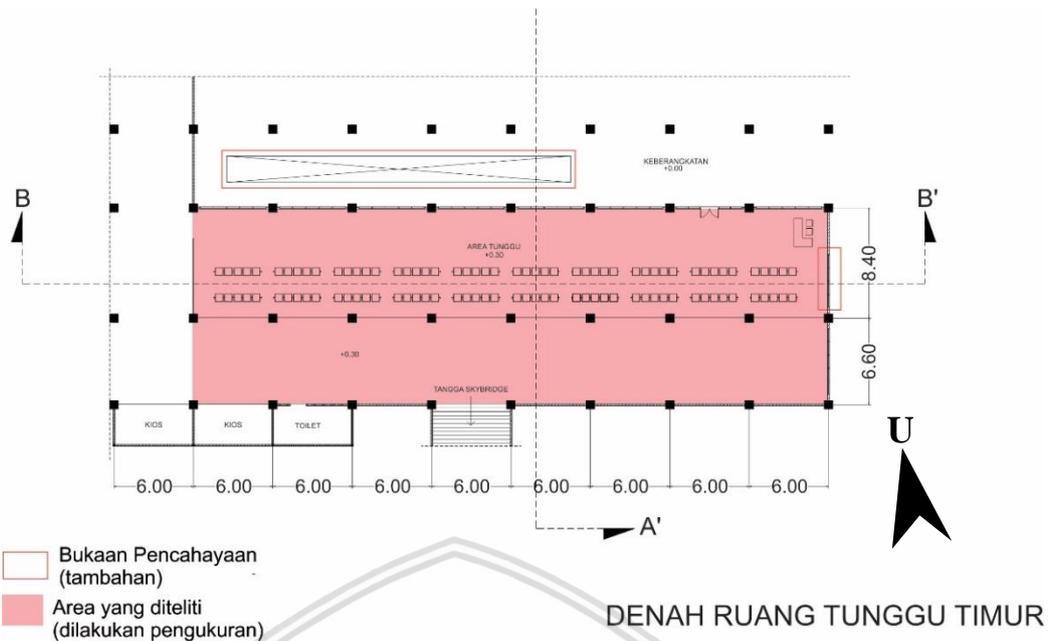


Gambar 4.116 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Timur pukul 14.00 (*average sky*)
Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela dan pencahayaan atas)

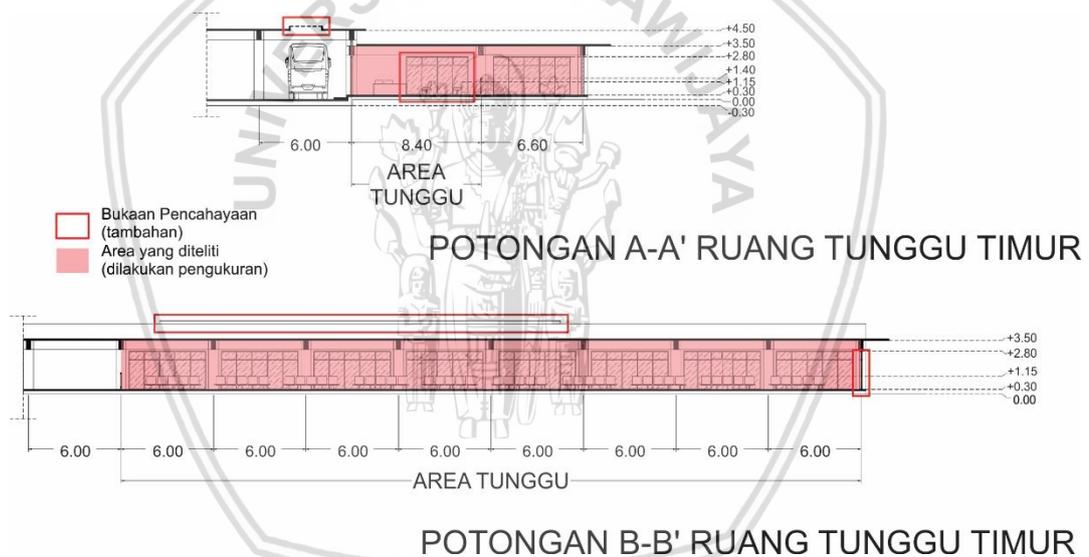
Penulis melakukan simulasi dengan DiaLux evo pada pukul 14.00 WIB yang hasilnya diperoleh seperti pada gambar 4.115 dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan keadaan lampu mati serta ada penambahan jendela pada sisi timur ruangan. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.116 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.115 berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh dari hasil simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Timur setelah dilakukan perubahan pada variabel bebas (bukaan pencahayaan) berupa penambahan jendela pada sisi timur dan bukaan pencahayaan atas pada sisi utara. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur..

Pada pukul 14.00 distribusi terang cahaya mulai merata kembali, pada kondisi ini nilai intensitas cahaya sudah didominasi dengan angka >100 lux. Penurunan nilai intensitas cahaya dari timur ke barat mengalami peralihan dengan selisih yang tidak besar antara dari warna terang ke warna yang lebih gelap jika dilihat pada zonasi cahaya

Simulasi di atas menunjukkan peluang untuk mengubah variabel bebas dengan menambah bukaan pencahayaan alami pada ruang tunggu timur memungkinkan untuk mengurangi konsumsi energi dari penggunaan lampu pada siang hari, hal ini dapat dilihat pada poin 2 yaitu simulasi dengan penambahan empat buah jendela pada sisi timur dan penambahan bukaan pencahayaan atas (*sky light*) pada emplasemen keberangkatan bus (sisi utara ruangan) menunjukkan bahwa ruangan memperoleh intensitas cahaya yang memenuhi standar lebih dari 90% dari semua titik pengukuran pada setiap waktu (08.00, 10.00, 12.00, dan 14.00). Sedangkan untuk distribusi terang cahaya, secara keseluruhan cukup merata dengan sisi paling terang tetap berada pada sisi yang berdekatan dengan bukaan pencahayaan, nilai intensitas cahaya juga sudah menunjukkan angka >100 lux. Distribusi cahaya yang paling tidak merata adalah pada pukul 12.00 dimana posisi matahari tegal lurus dengan bangunan, sehingga perbedaan warna kontur cahaya terlihat lebih jelas pada waktu tersebut.

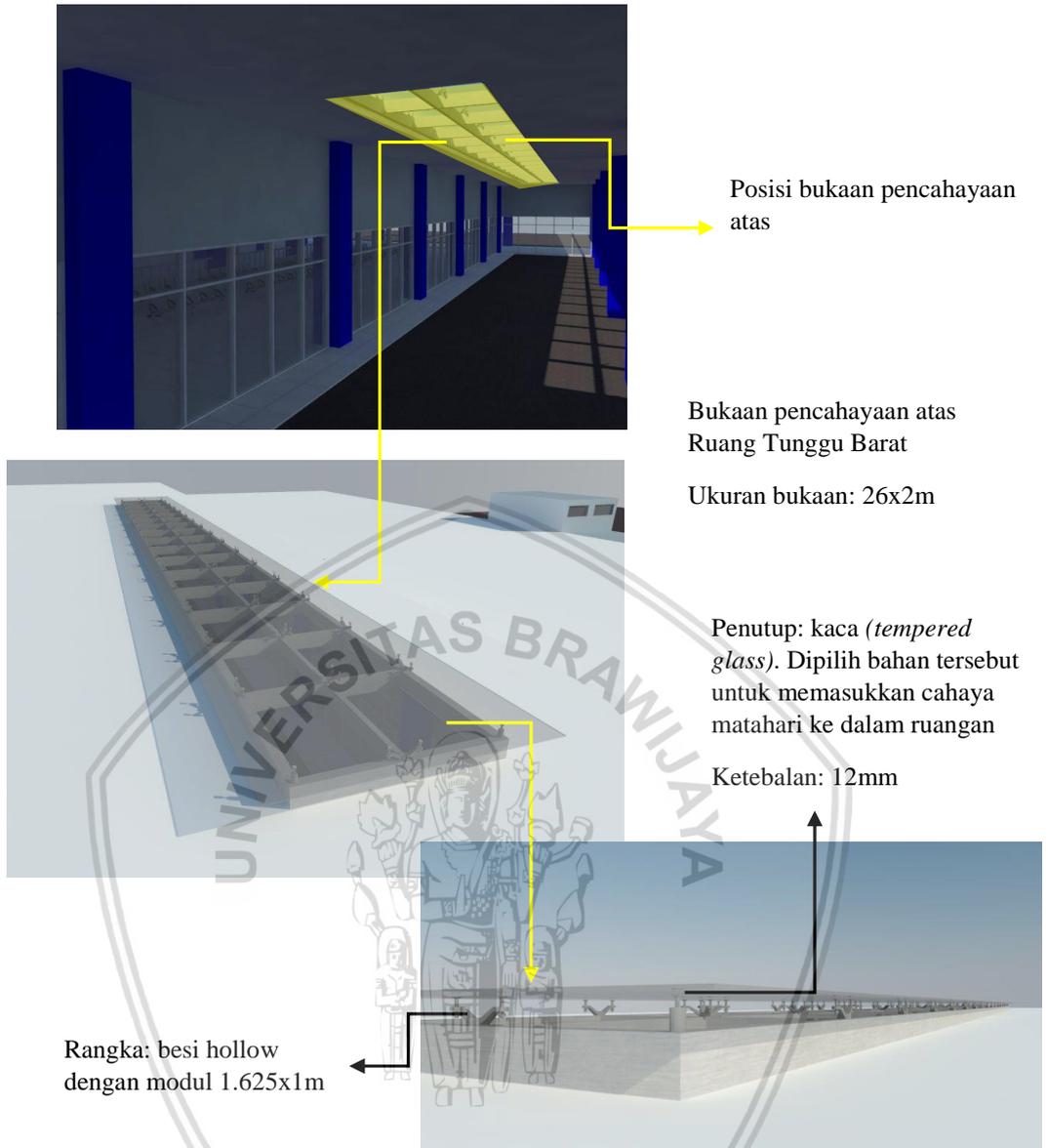


Gambar 4.117 Denah Ruang Tunggu Timur (Hasil Akhir)



Gambar 4.118 Potongan Ruang Tunggu Timur (Hasil Akhir)

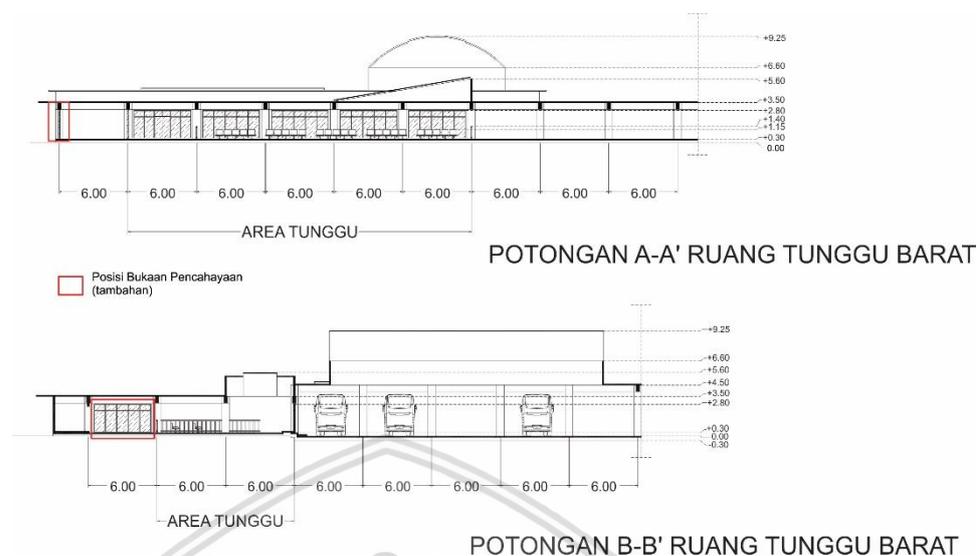
Gambar 4.117 merupakan denah Ruang Tunggu Timur yang sudah dilakukan perubahan pada variabel bebas berupa bukaan jendela dan bukaan pencahayaan atas, gambar 4.118 merupakan potongan dari denah tersebut. Dari denah dan potongan di atas, dapat diketahui posisi bukaan yang diubah adalah pada bagian yang ditandai dengan kotak warna merah. Bukaan berupa jendela dibuat sama dengan bukaan yang sudah ada pada objek (ukuran dan jenis jendela) yang sudah dijelaskan pada sub sub bab 4.2.3, sedangkan untuk keterangan bukaan pencahayaan atas ditunjukkan pada gambar di bawah ini,



Gambar 4.119 Bukaan Pencahayaan Atas pada Ruang Tunggu Timur

4.7.2 Hasil Simulasi Ruang Tunggu Barat dengan Merubah Variabel Bebas

1. Perluasan dan Penambahan Jendela pada Sisi Utara



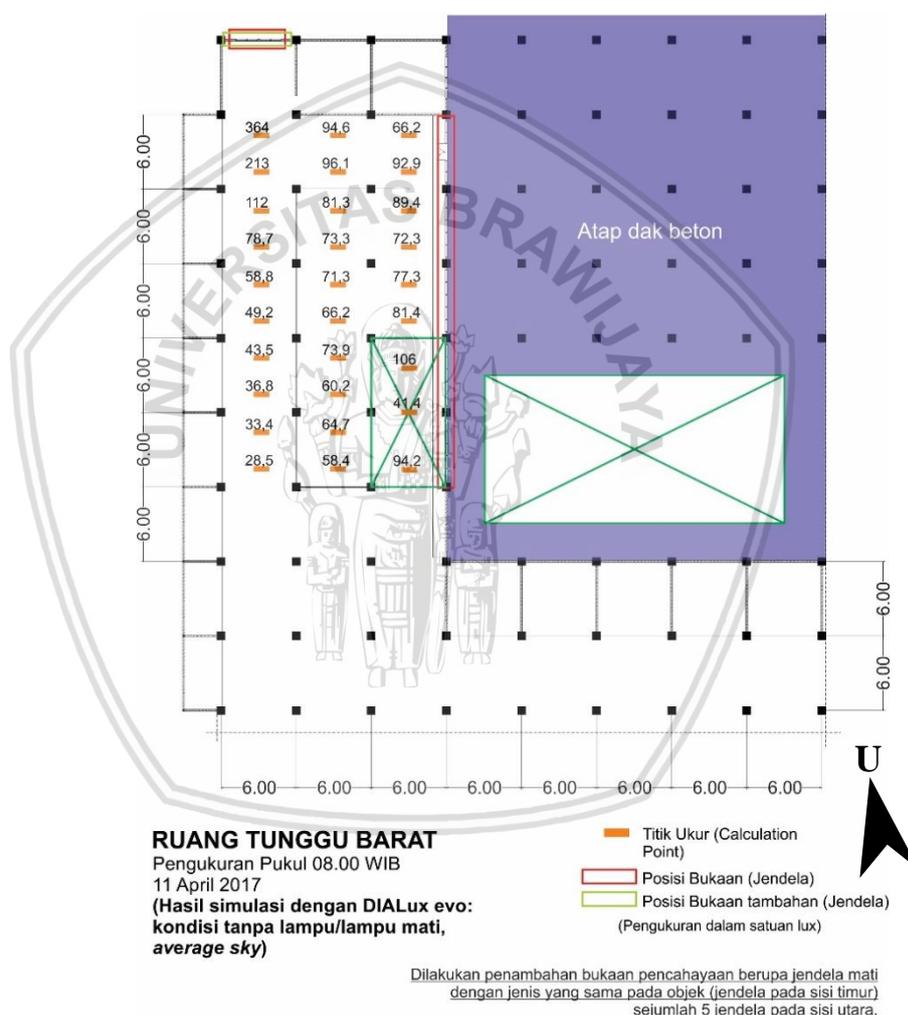
Gambar 4.120 Posisi Bukaan Pencahayaan (tambahan) berupa 5 jendela pada sisi utara

Simulasi yang pertama adalah melakukan perluasan dan penambahan jendela pada sisi utara ruangan dengan jenis dan ukuran jendela yang sama pada sisi timur ruangan. Rasio bukaan diperbesar dan jumlah jendela ditambah yang semula empat buah menjadi lima buah sehingga cahaya masuk lebih optimal. Perluasan dan penambahan jumlah jendela tersebut untuk mengoptimalkan pencahayaan samping pada ruangan pada seluruh sisi ruangan yang memungkinkan adanya pencahayaan samping. Berikut adalah hasil dari simulasi dengan kondisi tanpa lampu dan langit rata-rata (*average sky*):

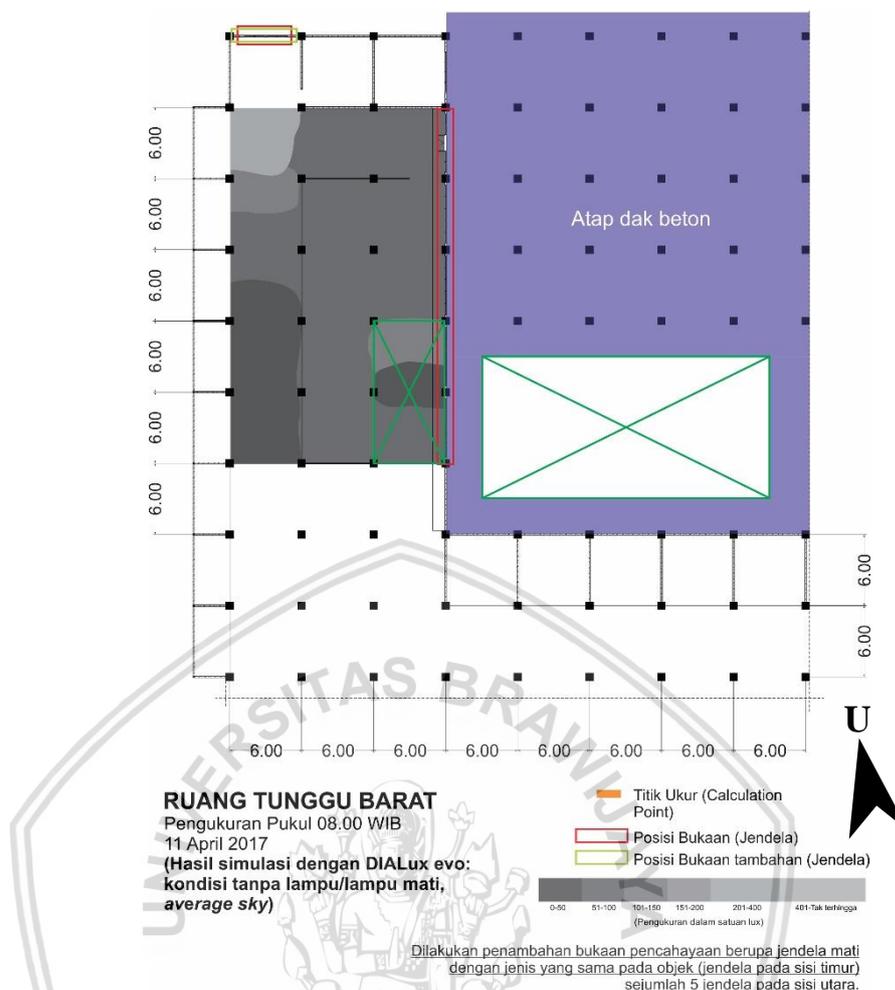
a. Pukul 08.00 WIB

Gambar 4.121 menunjukkan hasil simulasi dengan DIALux evo pada pukul 08.00 WIB (11 April 2017) dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan keadaan lampu mati serta ada penambahan jendela pada sisi utara ruangan. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.122 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.121 berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh dari hasil simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya

yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat setelah dilakukan perubahan pada variabel bebas (bukaan pencahayaan) berupa penambahan dan perluasan jendela pada sisi utara. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Distribusi terang cahaya pada kondisi ini belum merata dikarenakan dari zonasi cahaya terlihat perbedaan warna yang cukup signifikan yang menunjukkan selisih nilai intensitas cahaya pada titik-titik yang saling berdekatan cukup besar.



Gambar 4.121 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 08.00 (*average sky*)
 Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela)

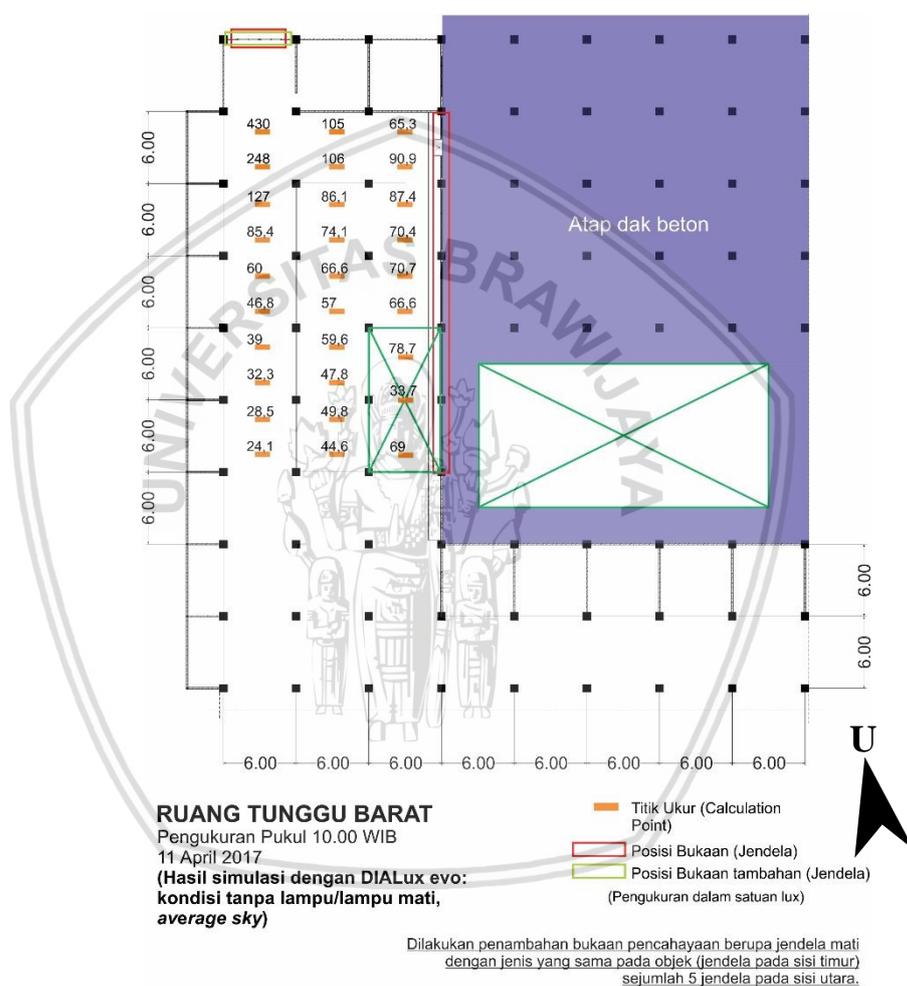


Gambar 4.122 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 08.00 (*average sky*)
 Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela)

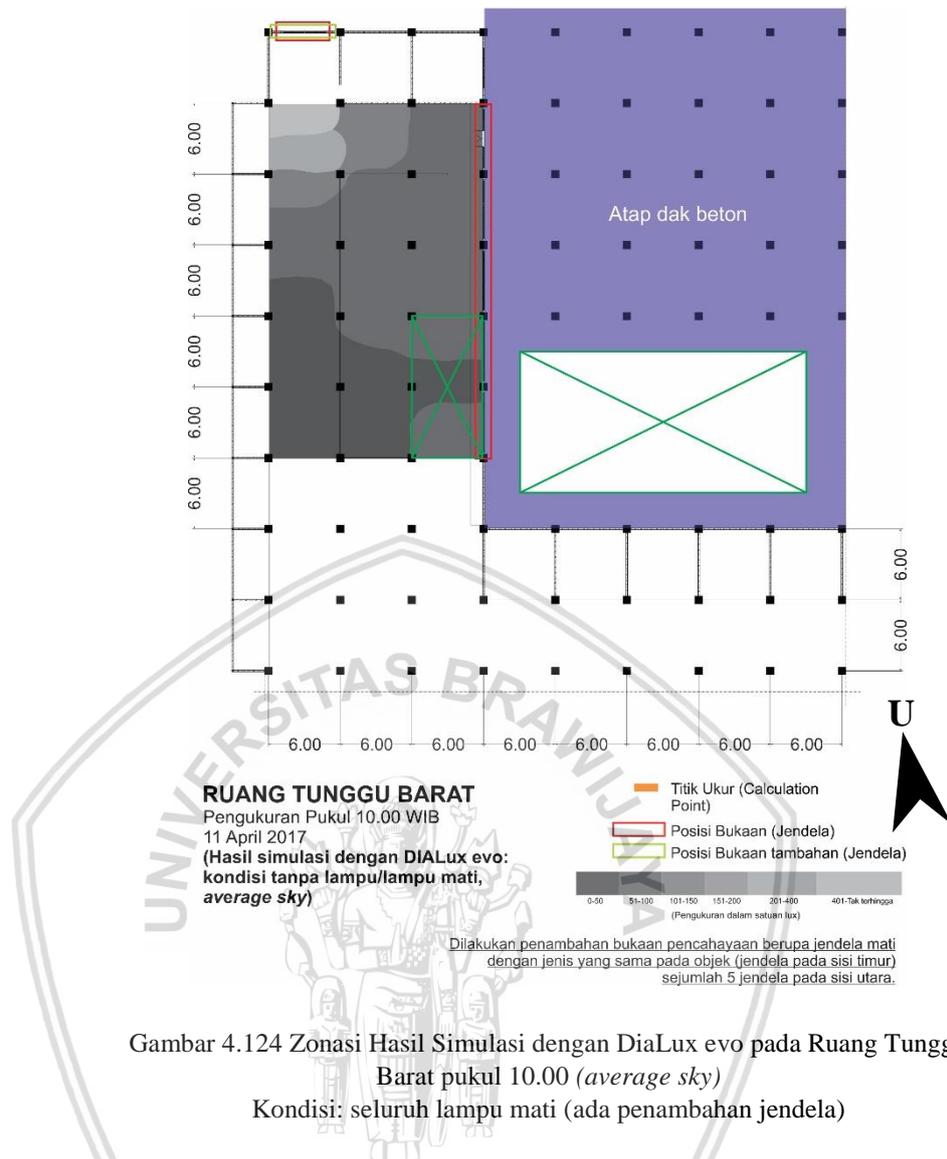
b. Pukul 10.00 WIB

Gambar 4.123 menunjukkan hasil simulasi dengan DIALux evo pada pukul 10.00 WIB (11 April 2017) dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan keadaan lampu mati serta ada penambahan jendela pada sisi utara ruangan. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.124 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.123 berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh dari hasil simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat setelah dilakukan perubahan pada variabel bebas (bukaan pencahayaan) berupa

penambahan dan perluasan jendela pada sisi utara. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Pada kondisi ini distribusi terang cahaya mulai merata dibandingkan pada pukul 08.00 dilihat dari peralihan warna pada zonasi cahaya yang menunjukkan perbedaan nilai intensitas cahaya antar titik yang berdekatan tidak sebesar pada hasil simulasi pukul 08.00.



Gambar 4.123 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 10.00 (average sky)
Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela)

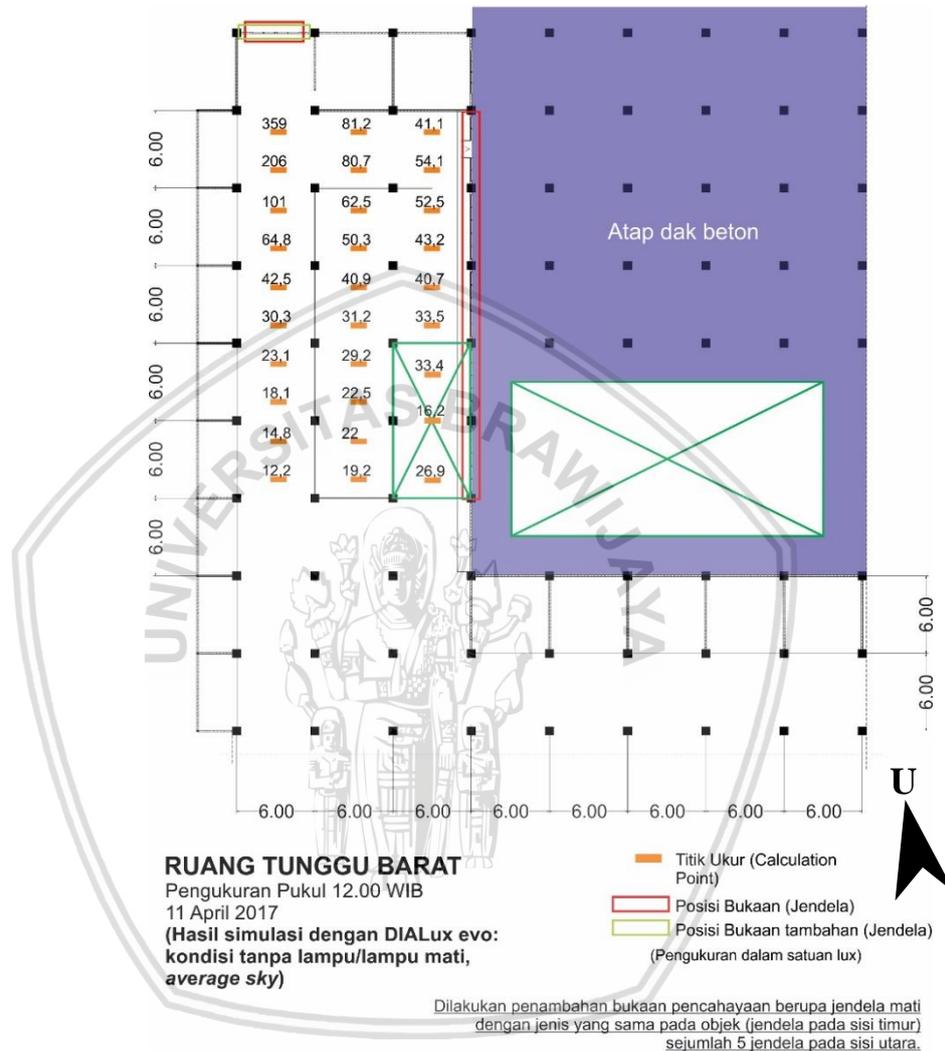


Gambar 4.124 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 10.00 (average sky)
 Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela)

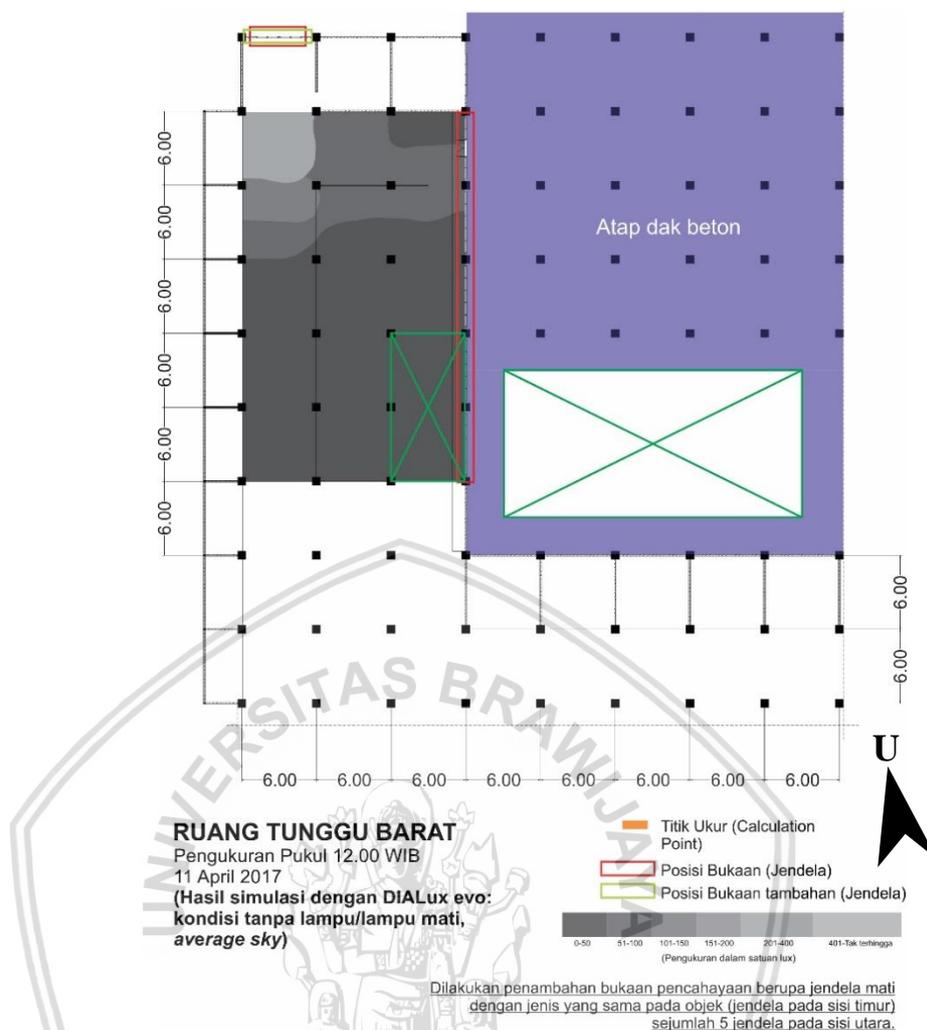
c. Pukul 12.00 WIB

Gambar 4.125 menunjukkan hasil simulasi dengan DIALux evo pada pukul 12.00 WIB (11 April 2017) dengan kondisi langit rata-rata (average sky) dan keadaan lampu mati serta ada penambahan jendela pada sisi utara ruangan. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.126 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.125 berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh dari hasil simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat setelah dilakukan perubahan pada variabel bebas (bukaan pencahayaan) berupa

penambahan dan perluasan jendela pada sisi utara. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Distribusi terang cahaya pada kondisi ini cukup merata dengan dominasi angka <math><100\text{ lux}</math>.



Gambar 4.125 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 12.00 (*average sky*)
Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela)

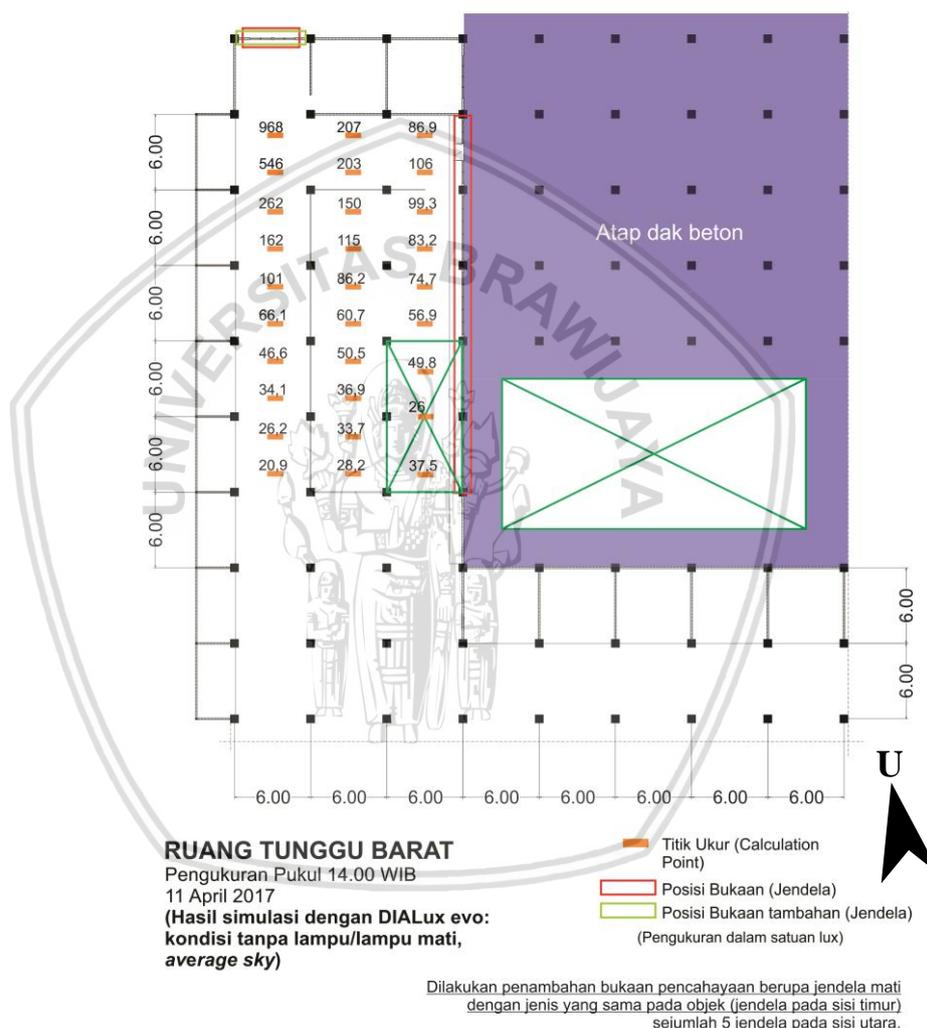


Gambar 4.126 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 12.00 (*average sky*)
 Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela)

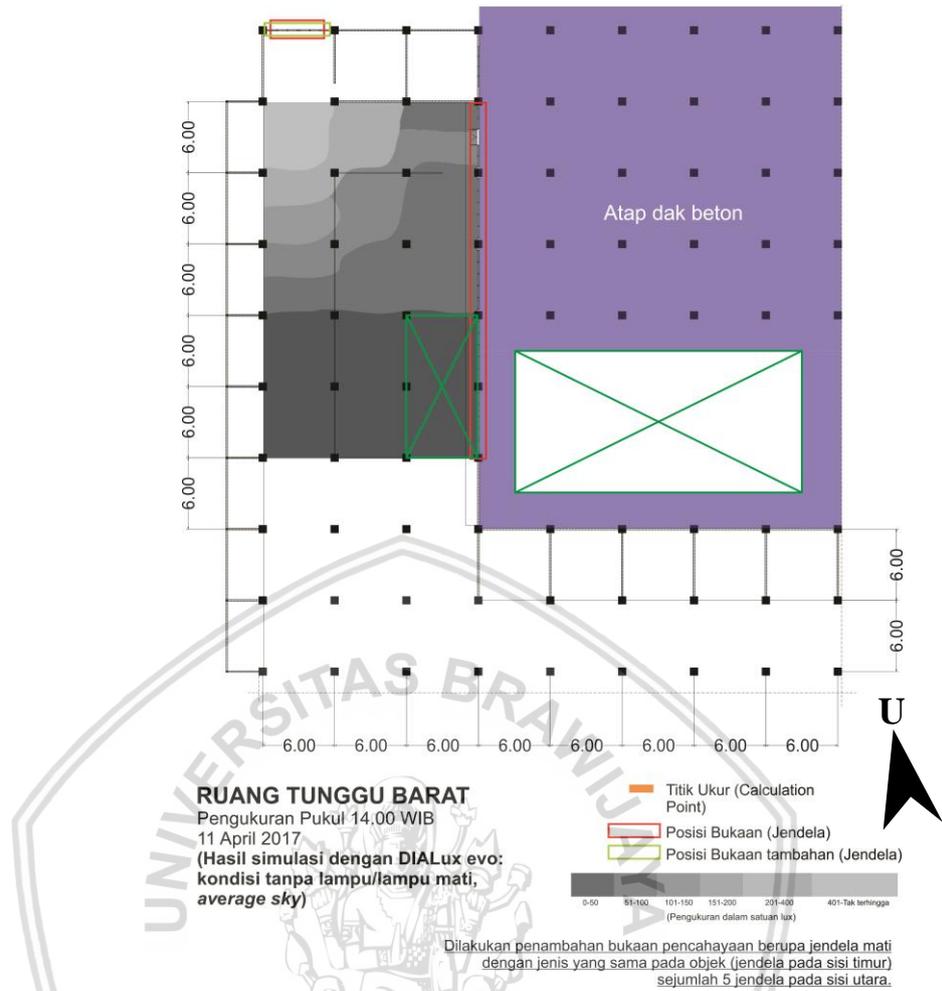
d. Pukul 14.00 WIB

Gambar 4.127 menunjukkan hasil simulasi dengan DIALux evo pada pukul 14.00 WIB (11 April 2017) dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan keadaan lampu mati serta ada penambahan jendela pada sisi utara ruangan. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.128 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.127 berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh dari hasil simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat setelah dilakukan

perubahan pada variabel bebas (bukaan pencahayaan) berupa penambahan dan perluasan jendela pada sisi utara. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Distribusi terang cahaya pada kondisi ini cukup merata dengan peralihan warna pada kontur cahaya tidak terjadi perbedaan yang signifikan, sisi paling terang berada pada sisi utara dan semakin ke selatan semakin gelap.

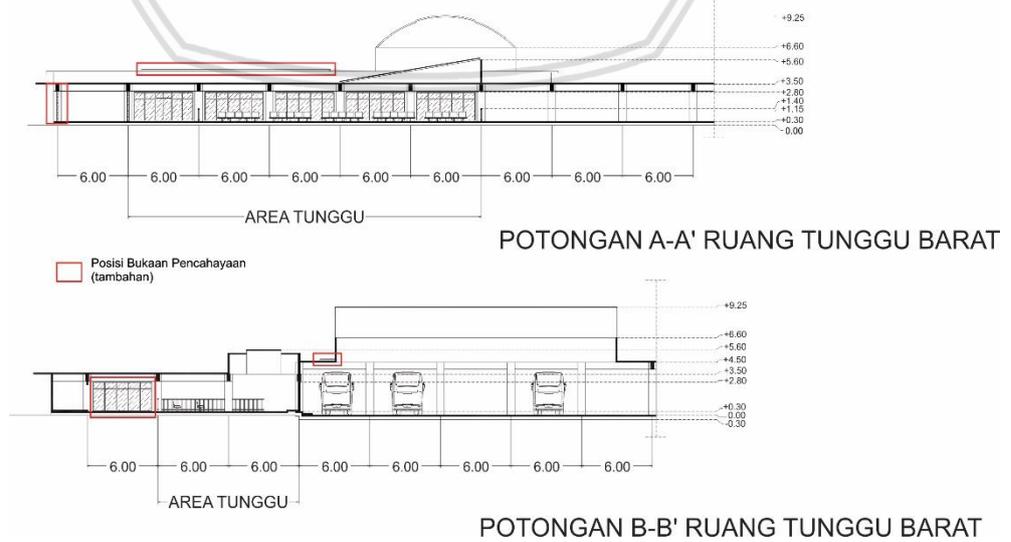


Gambar 4.127 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 14.00 (*average sky*)
 Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela)



Gambar 4.128 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 14.00 (average sky)
 Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela)

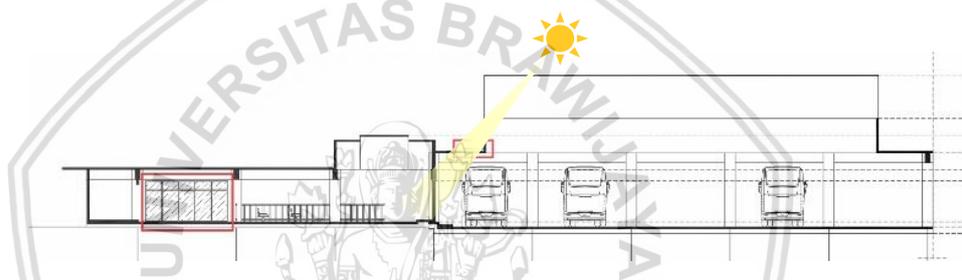
2. Penambahan Jendela dan Bukaan Pencahayaan Atas



Gambar 4.129 Posisi Bukaan Pencahayaan (tambahan) berupa 5 jendela pada sisi utara & bukaan pencahayaan atas



Simulasi yang kedua pada ruang tunggu barat adalah melakukan penambahan jendela pada sisi utara dan menambah bukaan pencahayaan atas pada atap emplasemen keberangkatan bus yang berada di timur ruangan (memanjang dari utara ke selatan) dengan luas 16m x 2m. Penambahan pencahayaan atas berupa *sky light* dilakukan karena orientasi ruangan yang tidak memungkinkan lagi adanya penambahan pencahayaan samping, selain itu bentuk ruangan yang memanjang (persegi panjang) dengan ketebalan 18 meter dan bukan berupa atrium mengakibatkan ruangan tidak mendapatkan cahaya alami secara optimal. Sama dengan ruang tunggu timur, pencahayaan atas pada ruang tunggu barat berada pada luar ruangan, sehingga cahaya yang masuk ke ruangan juga merupakan cahaya yang diteruskan dari pencahayaan atas menuju pencahayaan samping kemudian masuk ke ruangan.



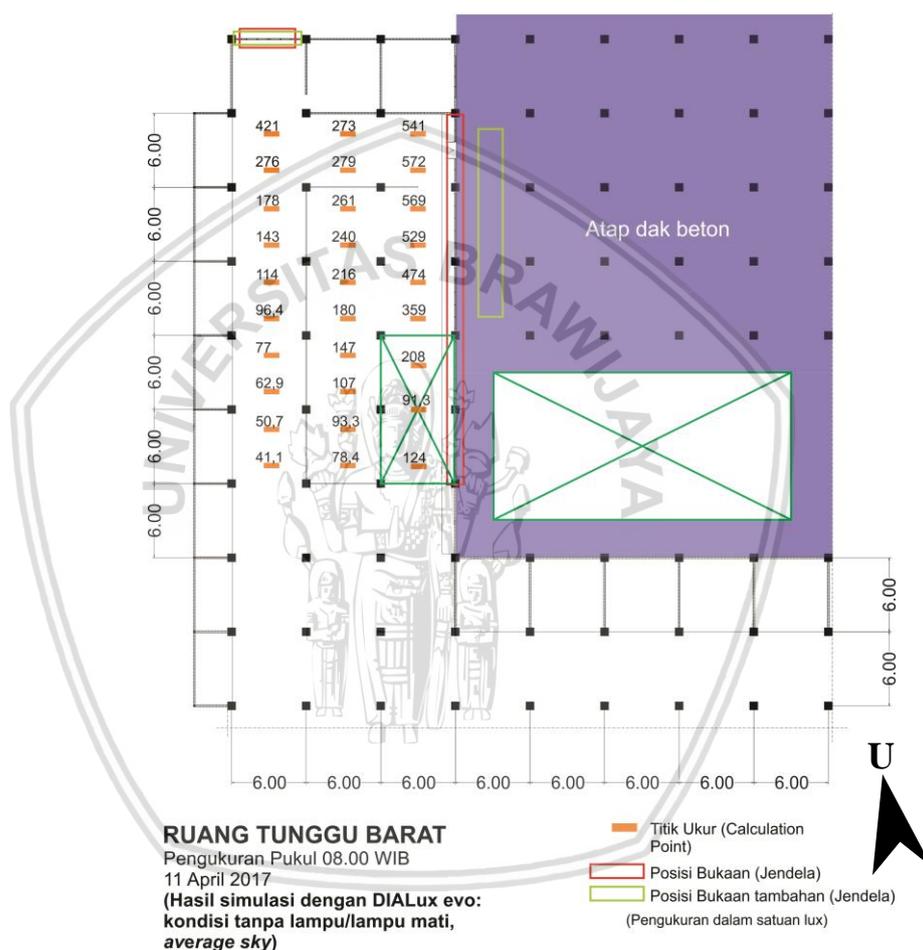
Gambar 4.130 Ilustrasi masuknya cahaya melalui pencahayaan atas (ruang tunggu barat)

Berikut adalah hasil dari simulasi dengan kondisi tanpa lampu dan langit rata-rata (*average sky*):

a. Pukul 08.00 WIB

Gambar 4.131 menunjukkan hasil simulasi dengan DIALux evo pada pukul 08.00 WIB (11 April 2017) dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan keadaan lampu mati serta ada penambahan jendela pada sisi utara ruangan. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.132 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.131 berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh dari hasil simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat setelah dilakukan perubahan pada variabel bebas (bukaan pencahayaan) berupa

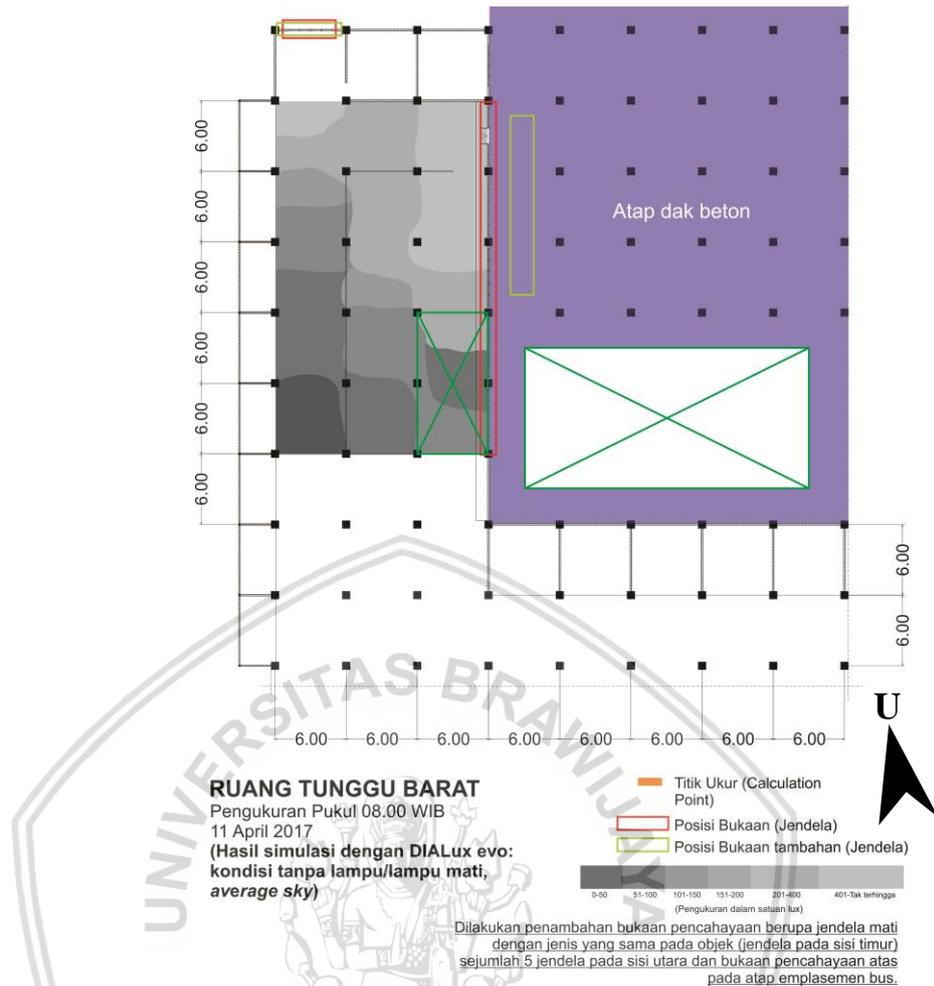
penambahan dan perluasan jendela pada sisi utara dan bukaan pencahayaan atas pada sisi timur ruangan tepat pada atap emplasemen keberangkatan bus. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Pada kondisi ini distribusi terang cahaya didominasi angka >100 lux, dengan peralihan warna pada kontur cahaya yang berurutan menunjukkan selisih nilai intensitas cahaya antara titik-titik ukur yang berdekatan tidak besar.



Dilakukan penambahan bukaan pencahayaan berupa jendela mati dengan jenis yang sama pada objek (jendela pada sisi timur) sejumlah 5 jendela pada sisi utara dan bukaan pencahayaan atas pada atap emplasemen bus.

Gambar 4.131 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 08.00 (average sky)

Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela dan pencahayaan atas)



Gambar 4.132 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 08.00 (average sky)

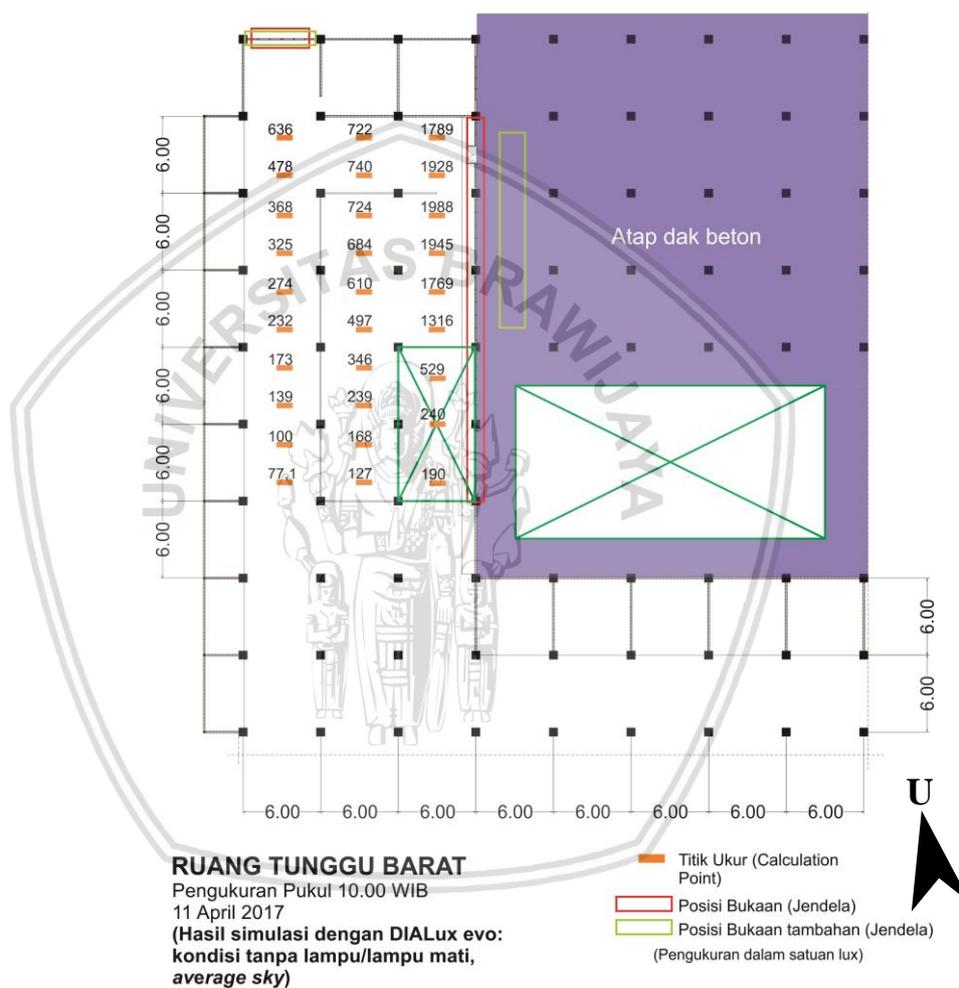
Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela dan pencahayaan atas)

b. Pukul 10.00 WIB

Gambar 4.133 menunjukkan hasil simulasi dengan DIALux evo pada pukul 10.00 WIB (11 April 2017) dengan kondisi langit rata-rata (average sky) dan keadaan lampu mati serta ada penambahan jendela pada sisi utara ruangan. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.134 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.133 berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh dari hasil simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan instensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat setelah dilakukan perubahan pada variabel bebas (bukaan pencahayaan) berupa penambahan dan perluasan jendela pada sisi utara dan bukaan



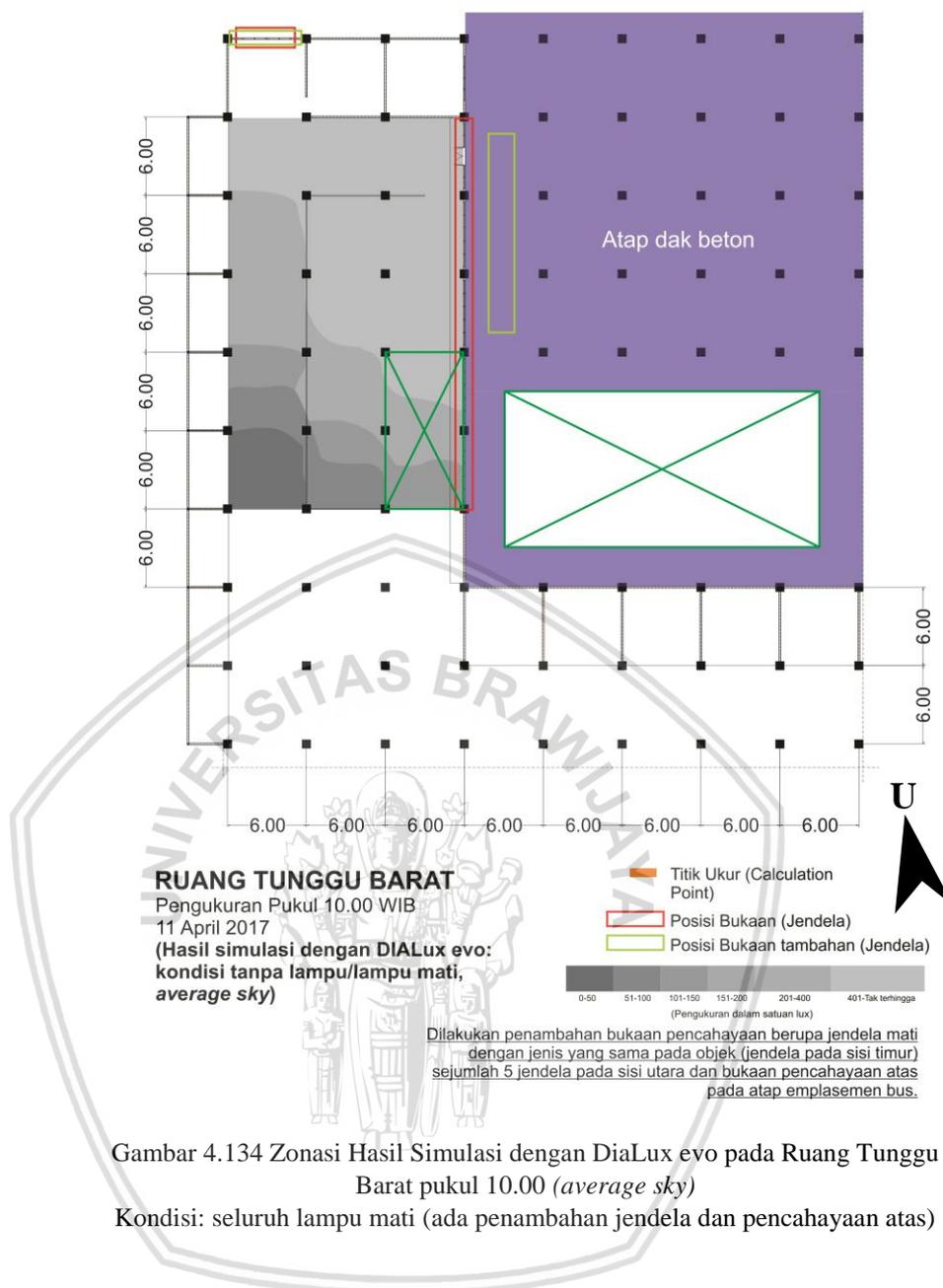
pencahayaan atas pada sisi timur ruangan tepat pada atap emplasemen keberangkatan bus. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Pada kondisi ini distribusi terang cahaya sudah merata dimana angka >100 lux mendominasi, peralihan warna pada zonasi/kontur cahaya juga terlihat berurutan menunjukkan titik-titik ukur yang berdekatan tidak memiliki selisih nilai intensitas cahaya yang besar.



Dilakukan penambahan bukaan pencahayaan berupa jendela mati dengan jenis yang sama pada objek (jendela pada sisi timur) sejumlah 5 jendela pada sisi utara dan bukaan pencahayaan atas pada atap emplasemen bus.

Gambar 4.133 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 10.00 (average sky)

Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela dan pencahayaan atas)

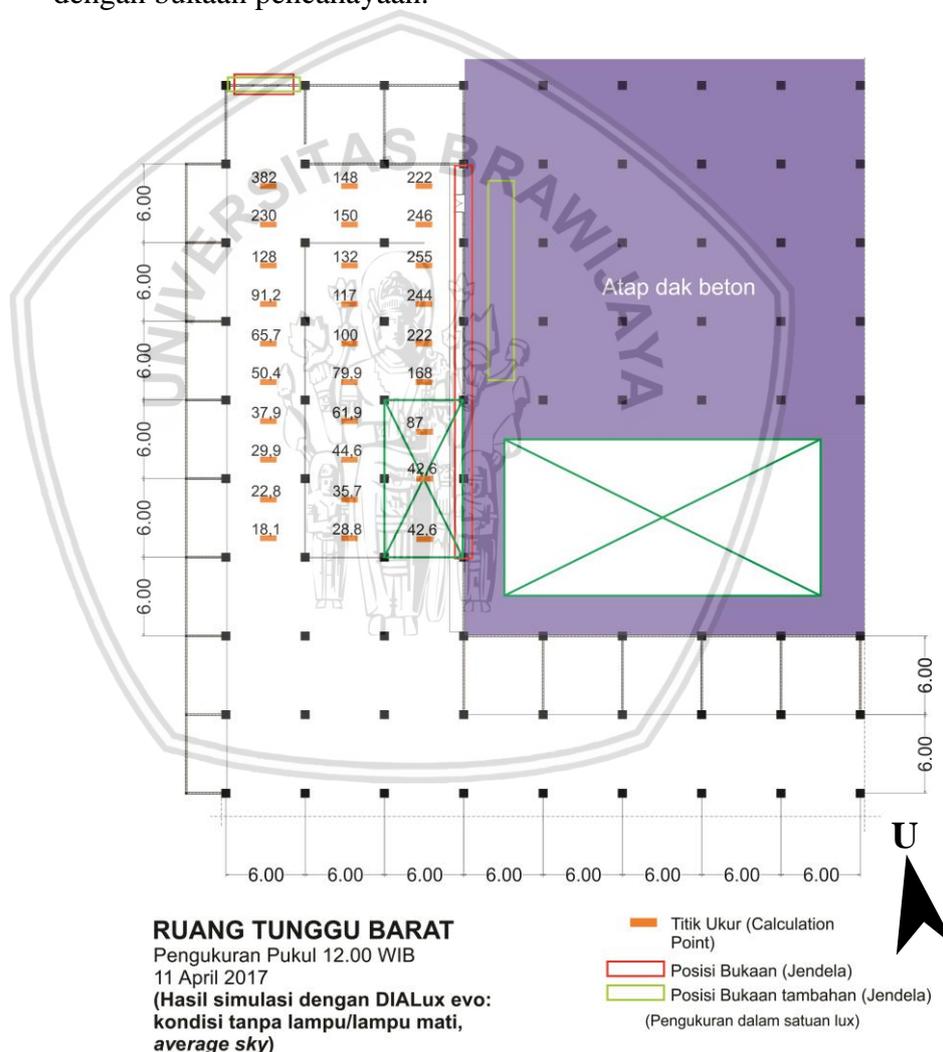


Gambar 4.134 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 10.00 (*average sky*)
 Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela dan pencahayaan atas)

c. Pukul 12.00 WIB

Gambar 4.135 menunjukkan hasil simulasi dengan DIALux evo pada pukul 12.00 WIB (11 April 2017) dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan keadaan lampu mati serta ada penambahan jendela pada sisi utara ruangan. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.136 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.135 berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh dari hasil simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya

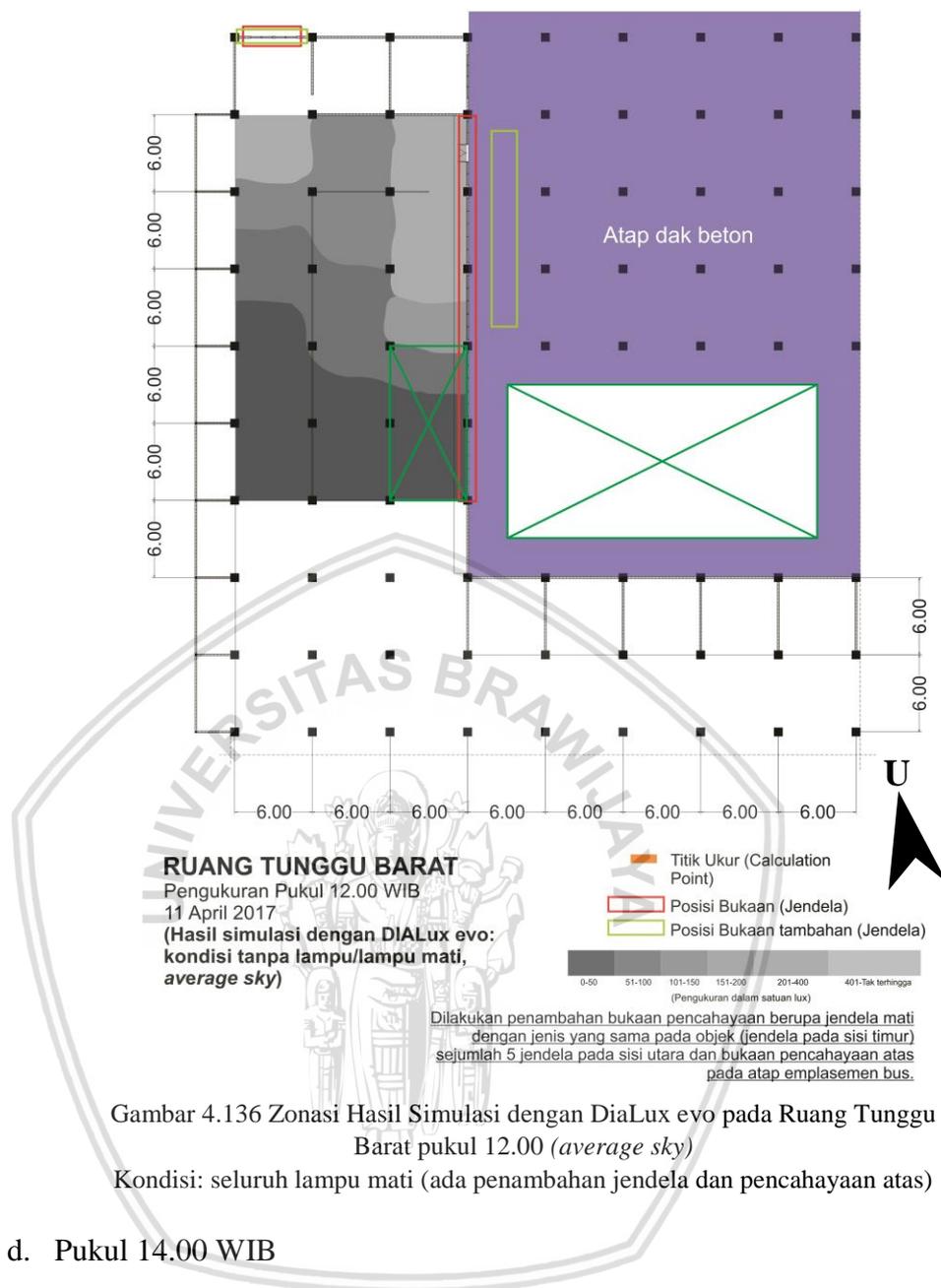
yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat setelah dilakukan perubahan pada variabel bebas (bukaan pencahayaan) berupa penambahan dan perluasan jendela pada sisi utara dan bukaan pencahayaan atas pada sisi timur ruangan tepat pada atap emplasemen keberangkatan bus. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Pada pukul 12.00 distribusi terang cahaya kembali mengalami pemerataan yang tidak baik dimana peralihan warna pada kontur cahaya terlihat kurang berurutan, sisi paling terang berada pada sisi yang berdekatan dengan bukaan pencahayaan.



Dilakukan penambahan bukaan pencahayaan berupa jendela mati dengan jenis yang sama pada objek (jendela pada sisi timur) sejumlah 5 jendela pada sisi utara dan bukaan pencahayaan atas pada atap emplasemen bus.

Gambar 4.135 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 12.00 (average sky)

Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela dan pencahayaan atas)

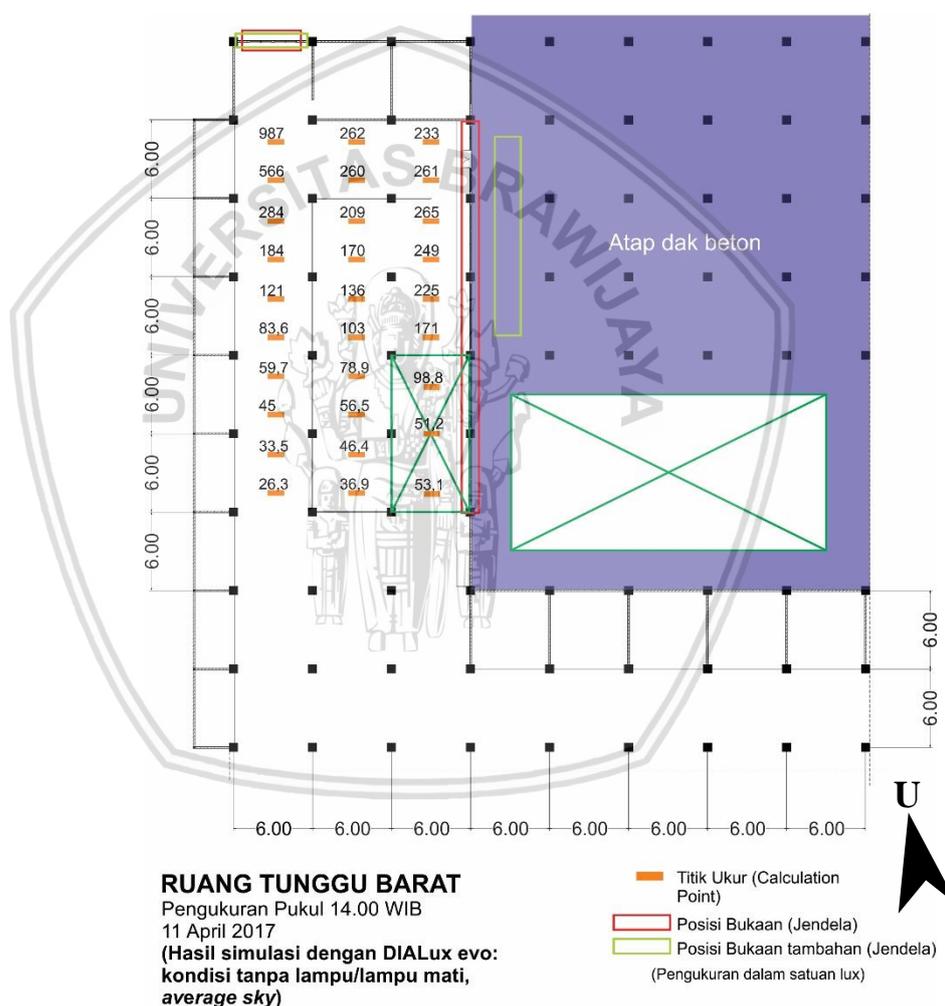


Gambar 4.136 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 12.00 (*average sky*)
 Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela dan pencahayaan atas)

d. Pukul 14.00 WIB

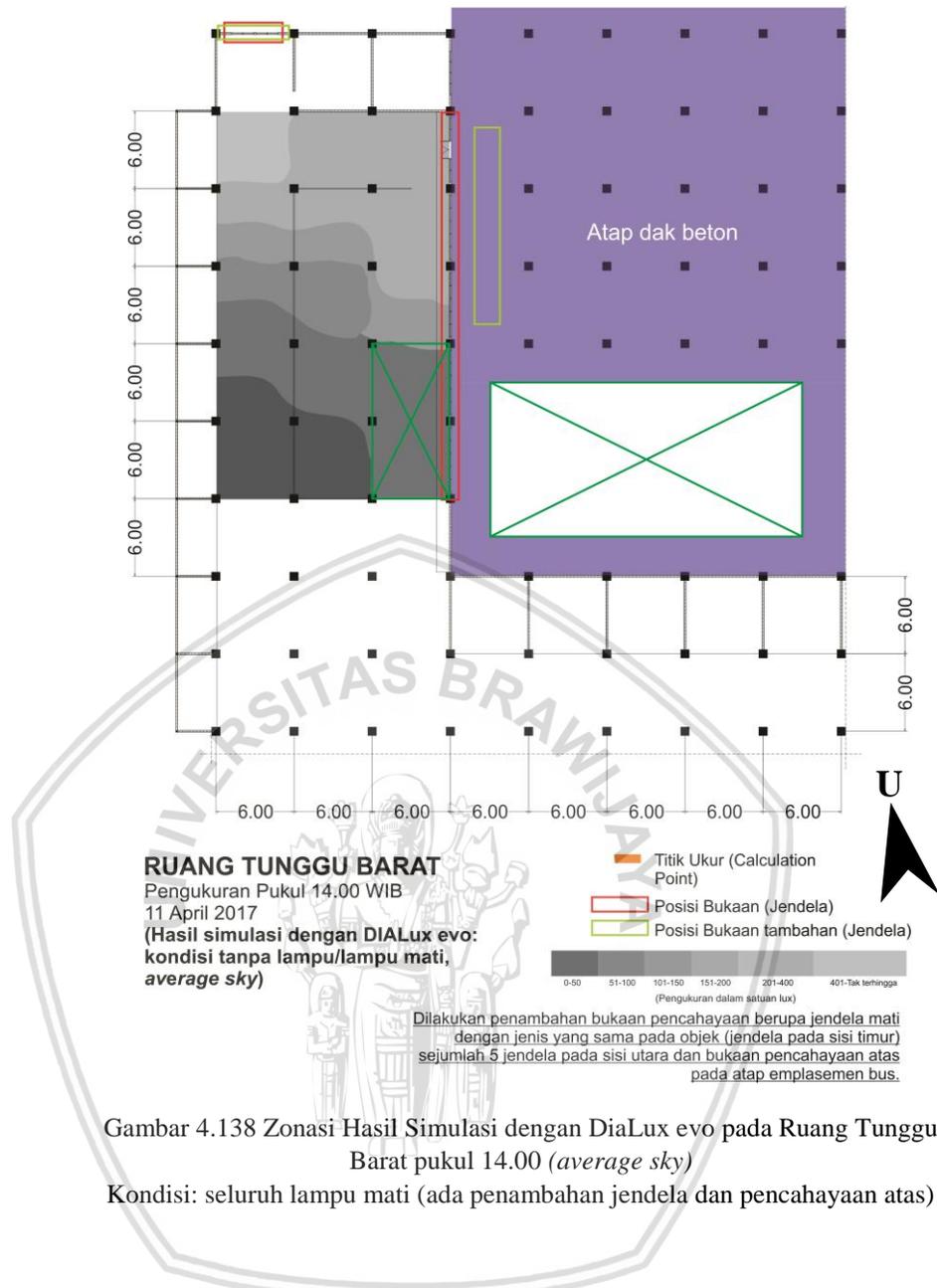
Gambar 4.137 menunjukkan hasil simulasi dengan DIALux evo pada pukul 14.00 WIB (11 April 2017) dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*) dan keadaan lampu mati serta ada penambahan jendela pada sisi utara ruangan. Titik-titik ukur dibuat sama dengan titik ukur pada pengukuran langsung di lapangan dengan lux meter. Sedangkan gambar 4.138 merupakan penjelasan berupa zonasi dari gambar 4.137 berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh dari hasil simulasi, zonasi digambarkan dengan perbedaan warna dari abu-abu muda hingga mendekati hitam yang menggambarkan perbedaan intensitas cahaya yang terjadi di setiap sisi Ruang Tunggu Barat setelah dilakukan

perubahan pada variabel bebas (bukaan pencahayaan) berupa penambahan dan perluasan jendela pada sisi utara dan bukaan pencahayaan atas pada sisi timur ruangan tepat pada atap emplasemen keberangkatan bus. Semakin gelap warna yang digambarkan pada zonasi maka semakin kecil nilai intensitas cahaya pada titik yang diukur. Distribusi terang cahaya pada kondisi ini mulai merata kembali dengan peralihan warna pada kontur cahaya cukup berurutan yang menunjukkan perbedaan nilai intensitas cahaya antara titik-titik yang berdekatan tidak besar.



Dilakukan penambahan bukaan pencahayaan berupa jendela mati dengan jenis yang sama pada objek (jendela pada sisi timur) sejumlah 5 jendela pada sisi utara dan bukaan pencahayaan atas pada atap emplasemen bus.

Gambar 4.137 Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 14.00 (average sky)
Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela dan pencahayaan atas)

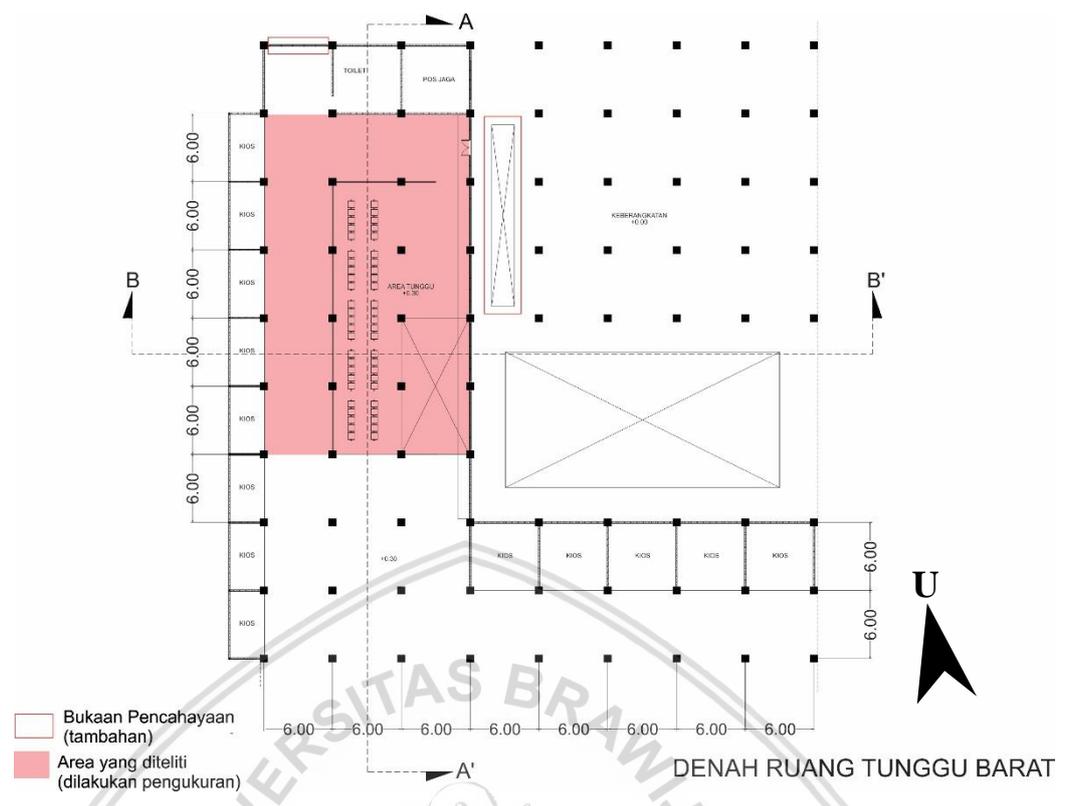


Gambar 4.138 Zonasi Hasil Simulasi dengan DiaLux evo pada Ruang Tunggu Barat pukul 14.00 (average sky)
 Kondisi: seluruh lampu mati (ada penambahan jendela dan pencahayaan atas)

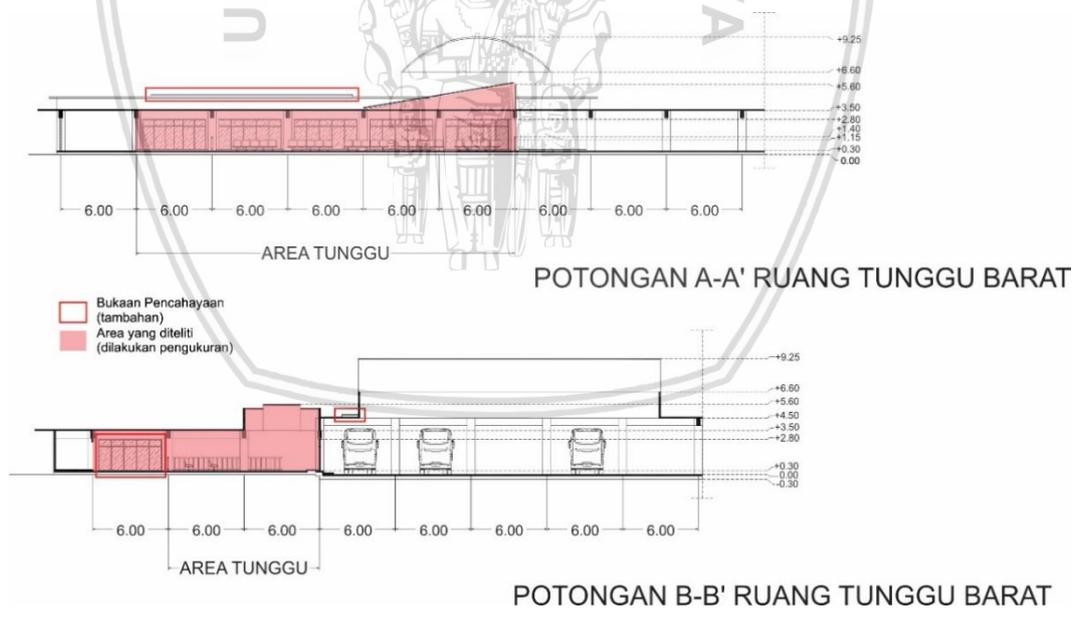
Data di atas menunjukkan hasil simulasi pada ruang tunggu barat setelah dilakukan beberapa perubahan pada variabel bebas yaitu bukaan pencahayaan berupa jendela mati dan bukaan pencahayaan atas pada atap emplasemen bus. Hasil simulasi menunjukkan apabila simulasi pada poin 2 yang menggabungkan antara penambahan jendela dan bukaan pencahayaan atas memiliki potensi untuk mengurangi penggunaan energi listrik dari lampu pada siang hari, hal ini ditunjukkan dari angka yang ditunjukkan pada besarnya intensitas cahaya yang masuk pada tiap titik ukur dari hasil simulasi. Seperti pada ruang tunggu timur, distribusi cahaya yang paling buruk adalah pada pukul 12.00 dimana posisi matahari berada tegak lurus dengan bangunan

sehingga sisi terang hanya pada sisi yang berdekatan dengan bukaan dan terjadi peralihan warna pada kontur cahaya yang tidak berurutan yang menunjukkan adanya selisih nilai intensitas cahaya antar titik-titik ukur yang berdekatan yang cukup besar.

Pada pukul 08.00 terdapat 8 titik pada pertemuan sisi selatan dan barat yang tidak memenuhi standar dari total 29 titik, 8 titik tersebut menunjukkan angka kisaran antara 41-96 lux. Sedangkan pukul 10.00 hanya satu titik saja yang tidak memenuhi standar pencahayaan ruang tunggu yaitu menunjukkan angka 77 lux, pada waktu ini hampir seluruh sudut ruang terkena cahaya matahari yang memenuhi standar. Pada pukul 12.00 dimana matahari mulai berada tegak lurus dengan bangunan, beberapa titik kembali tertutupi bayangan sehingga cahaya yang masuk tidak maksimal namun dapat ditoleransi karena pada sisi timur ruang tunggu terdapat beberapa kios yang selalu menyalakan lampu walaupun di siang hari karena tidak memungkinkan apabila diadakan bukaan pada sisi belakang kios karena adanya lahan parkir yang apabila diberi bukaan pencahayaan akan kurang baik dilihat dari segi estetika. Pada pukul 14.00 titik yang kurang mendapat cahaya maksimal berkurang sehingga keadaan dimana cahaya matahari dalam ruangan kurang maksimal hanya bertahan pada siang hari tepatnya pada kisaran pukul 12.00.



Gambar 4.139 Denah Ruang Tunggu Barat (Hasil Akhir)

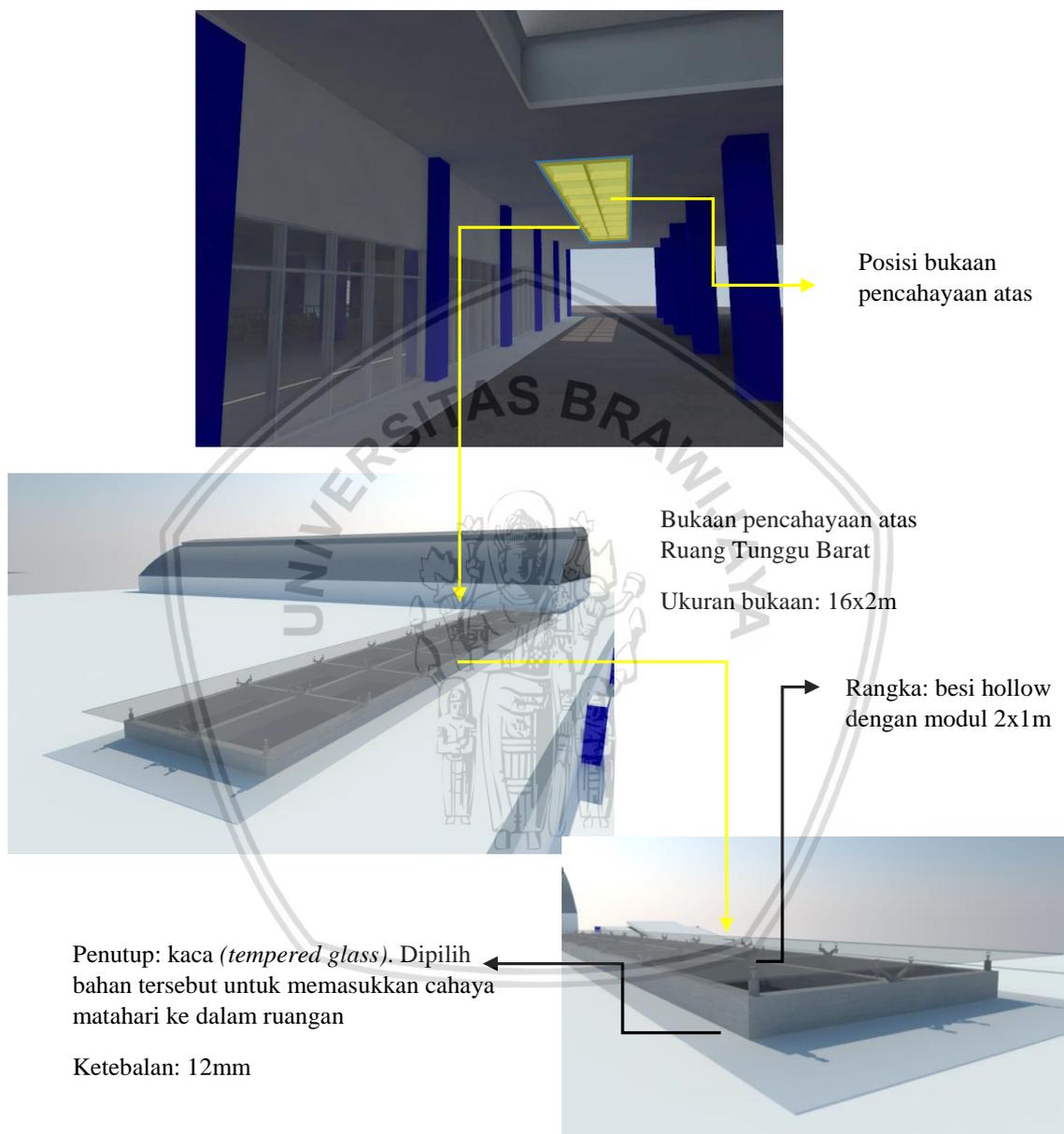


Gambar 4.140 Potongan Ruang Tunggu Barat (Hasil Akhir)

Gambar 4.139 merupakan denah Ruang Tunggu Barat yang sudah dilakukan perubahan pada variabel bebas berupa bukaan jendela dan bukaan pencahayaan atas, gambar 4.140 merupakan potongan dari denah tersebut. Dari denah dan potongan di atas, dapat diketahui posisi bukaan yang diubah adalah



pada bagian yang ditandai dengan kotak warna merah. Bukaan berupa jendela dibuat sama dengan bukaan yang sudah ada pada objek (ukuran dan jenis jendela) yang sudah dijelaskan pada sub sub bab 4.2.3, sedangkan untuk keterangan bukaan pencahayaan atas ditunjukkan pada gambar di bawah ini,

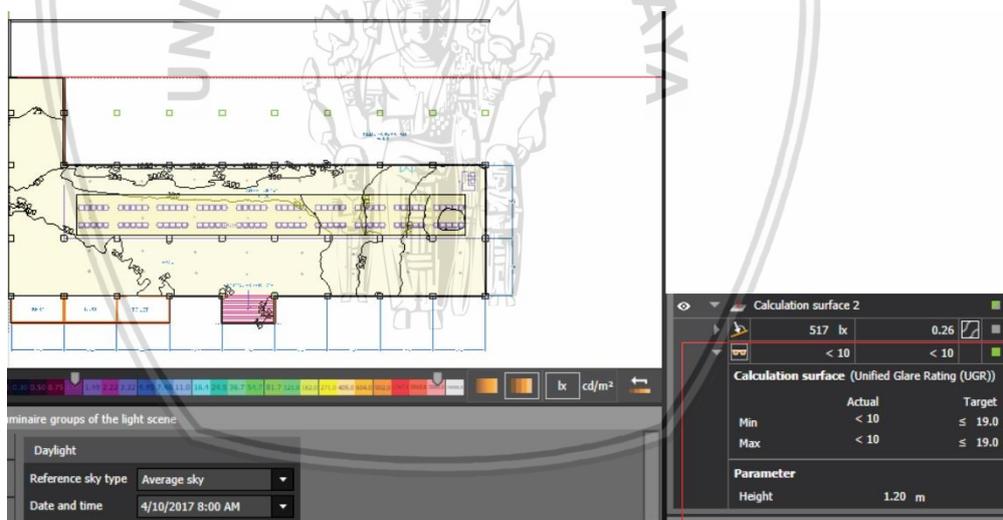


Gambar 4.141 Bukaan Pencahayaan Atas pada Ruang Tunggu Barat

4.8 Indeks Silau pada Hasil Akhir Simulasi

Nilai maksimum indeks silau pada ruang tunggu sesuai dengan SNI 03-6575-2001 adalah 19, maka apabila diperoleh hasil indeks silau melebihi dari angka tersebut, ruangan dikategorikan dalam kategori tidak standar karena ruangan tidak nyaman untuk aktifitas menunggu di dalamnya. Setelah dilakukan simulasi dengan melakukan perubahan variabel bebas, maka diperoleh hasil dimana nilai intensitas cahaya sudah memenuhi standar pencahayaan ruang tunggu yaitu >100 lux. Kemudian dilakukan simulasi kembali dengan DiaLux dengan menghitung indeks silau (*unified glare rating*), pada simulasi DiaLux target dari nilai UGR sudah ditentukan yaitu ≤ 19 yang mengacu pada standar eropa (The Lighting Handbook, 2018). Area yang dihitung indeks silaunya adalah area menunggu (area yang terdapat kursi tunggu) dengan ketinggian 120cm dari lantai (d disesuaikan dengan ketinggian mata manusia saat duduk), diperoleh hasil seperti di bawah ini:

1. Ruang Tunggu Timur
 - a. Pukul 08.00

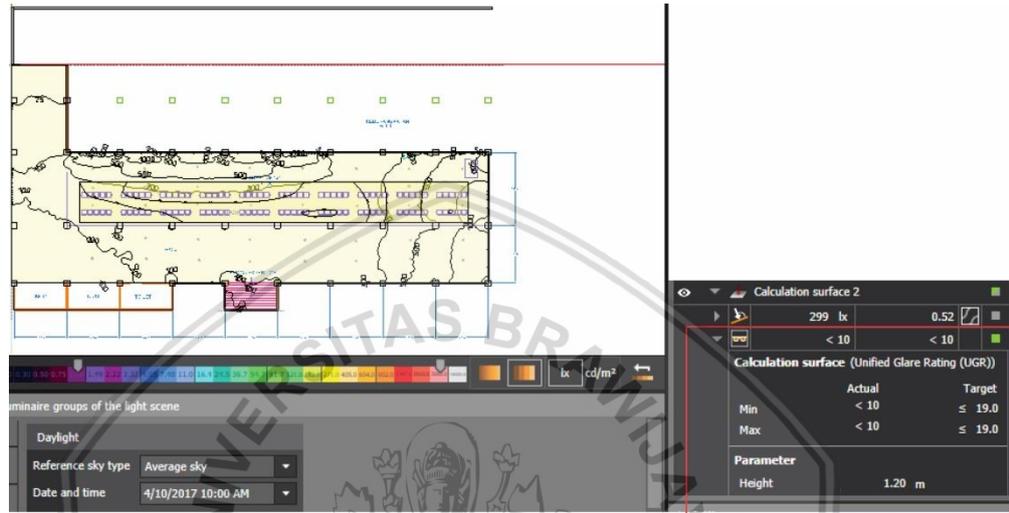


Gambar 4.142 Hasil Simulasi Indeks Silau Ruang Tunggu Timur dengan DiaLux (pukul 08.00)

Gambar 4.142 merupakan hasil simulasi DiaLux yang menunjukkan indeks silau pada ruang tinggi timur pada pukul 08.00 yaitu sebesar < 10 . Hasil tersebut sudah memenuhi standar indeks silau pada ruang tunggu yaitu ≤ 19 . Simulasi tersebut dilakukan dengan kondisi sesuai hasil akhir simulasi pada ruang tunggu timur setelah dilakukan penambahan jendela dan *skylight*.

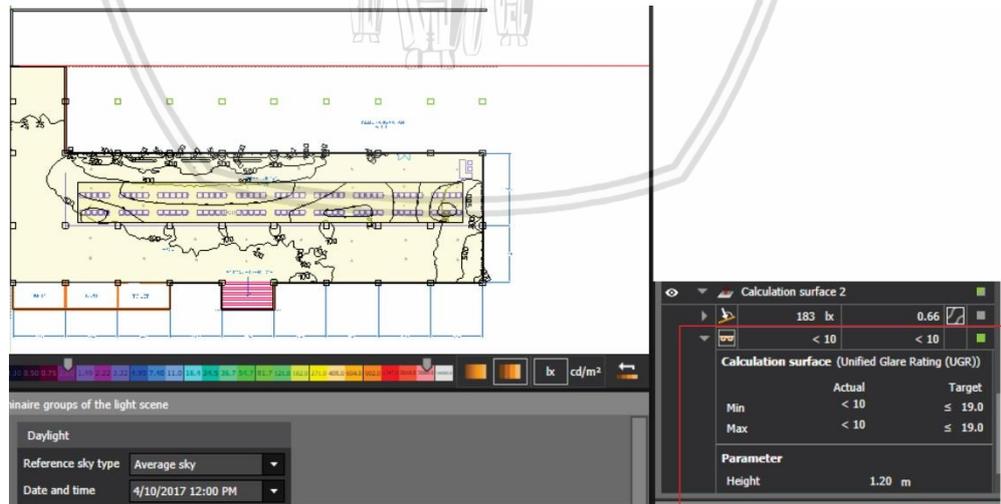
b. Pukul 10.00

Gambar 4.143 merupakan hasil simulasi DiaLux yang menunjukkan indeks silau pada ruang tinggi timur pada pukul 10.00 yaitu sebesar <10 . Hasil tersebut sudah memenuhi standar indeks silau pada ruang tunggu yaitu ≤ 19 . Simulasi tersebut dilakukan dengan kondisi sesuai hasil akhir simulasi pada ruang tunggu timur setelah dilakukan penambahan jendela dan *skylight*.



Gambar 4.143 Hasil Simulasi Indeks Silau Ruang Tunggu Timur dengan DiaLux (pukul 10.00)

c. Pukul 12.00



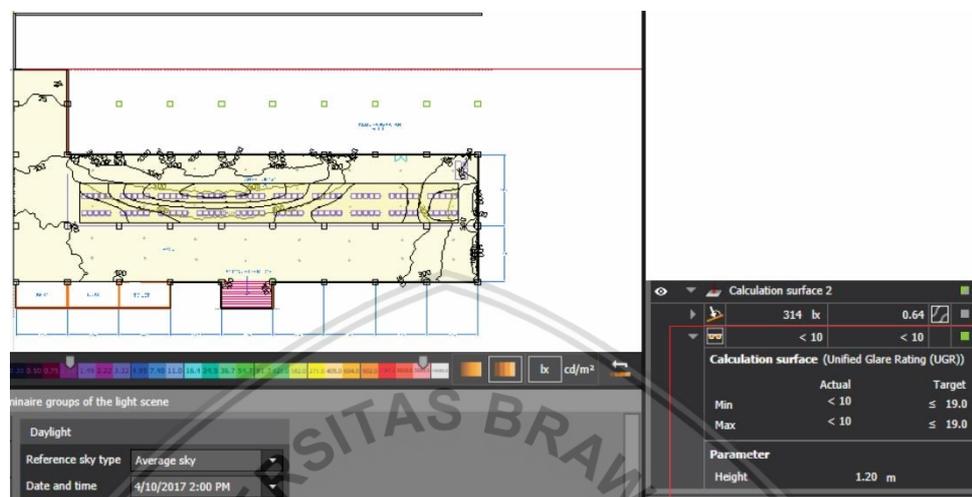
Gambar 4.144 Hasil Simulasi Indeks Silau Ruang Tunggu Timur dengan DiaLux (pukul 12.00)

Gambar 4.144 merupakan hasil simulasi DiaLux yang menunjukkan indeks silau pada ruang tinggi timur pada pukul 12.00 yaitu sebesar <10 . Hasil



tersebut sudah memenuhi standar indeks silau pada ruang tunggu yaitu ≤ 19 . Simulasi tersebut dilakukan dengan kondisi sesuai hasil akhir simulasi pada ruang tunggu timur setelah dilakukan penambahan jendela dan *skylight*.

d. Pukul 14.00



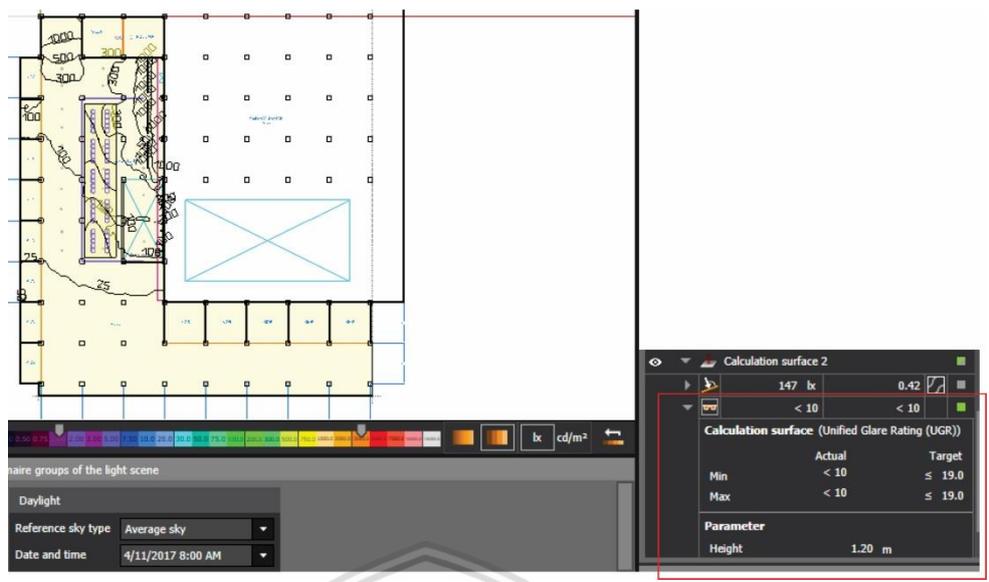
Gambar 4.145 Hasil Simulasi Indeks Silau Ruang Tunggu Timur dengan Dialux (pukul 14.00)

Gambar 4.145 merupakan hasil simulasi Dialux yang menunjukkan indeks silau pada ruang tinggi timur pada pukul 14.00 yaitu sebesar < 10 . Hasil tersebut sudah memenuhi standar indeks silau pada ruang tunggu yaitu ≤ 19 . Simulasi tersebut dilakukan dengan kondisi sesuai hasil akhir simulasi pada ruang tunggu timur setelah dilakukan penambahan jendela dan *skylight*.

2. Ruang Tunggu Barat

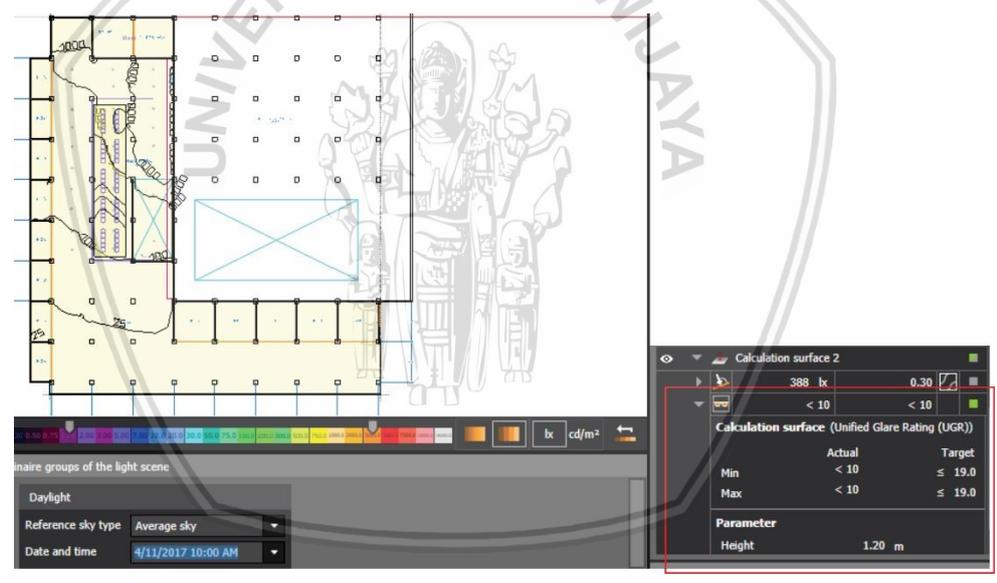
a. Pukul 08.00

Gambar 4.146 merupakan hasil simulasi Dialux yang menunjukkan indeks silau pada ruang tinggi barat pada pukul 08.00 yaitu sebesar < 10 . Hasil tersebut sudah memenuhi standar indeks silau pada ruang tunggu yaitu ≤ 19 . Simulasi tersebut dilakukan dengan kondisi sesuai hasil akhir simulasi pada ruang tunggu barat setelah dilakukan penambahan jendela dan *skylight*.



Gambar 4.146 Hasil Simulasi Indeks Silau Ruang Tunggu Barat dengan DiaLux (pukul 08.00)

b. Pukul 10.00



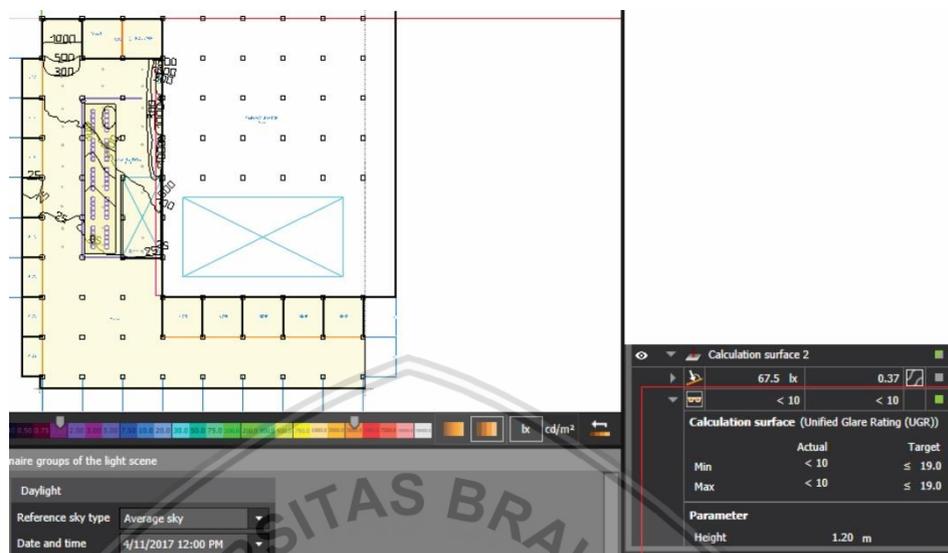
Gambar 4.147 Hasil Simulasi Indeks Silau Ruang Tunggu Barat dengan DiaLux (pukul 10.00)

Gambar 4.147 merupakan hasil simulasi DiaLux yang menunjukkan indeks silau pada ruang tinggi barat pada pukul 10.00 yaitu sebesar <10. Hasil tersebut sudah memenuhi standar indeks silau pada ruang tunggu yaitu ≤19. Simulasi tersebut dilakukan dengan kondisi sesuai hasil akhir simulasi pada ruang tunggu barat setelah dilakukan penambahan jendela dan *skylight*.

c. Pukul 12.00

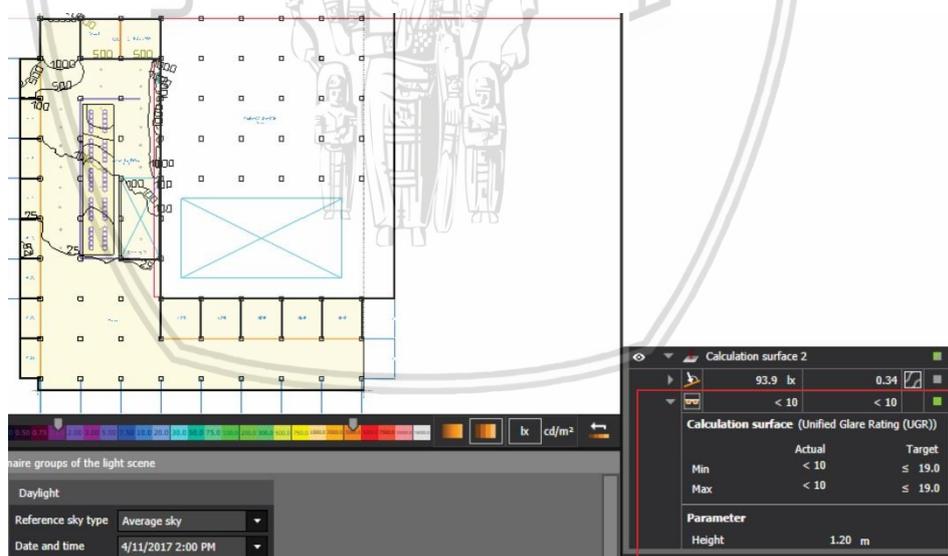
Gambar 4.148 merupakan hasil simulasi DiaLux yang menunjukkan indeks silau pada ruang tinggi barat pada pukul 12.00 yaitu sebesar <10. Hasil

tersebut sudah memenuhi standar indeks silau pada ruang tunggu yaitu ≤ 19 . Simulasi tersebut dilakukan dengan kondisi sesuai hasil akhir simulasi pada ruang tunggu barat setelah dilakukan penambahan jendela dan *skylight*.



Gambar 4.148 Hasil Simulasi Indeks Silau Ruang Tunggu Barat dengan DiaLux (pukul 12.00)

d. Pukul 14.00



Gambar 4.149 Hasil Simulasi Indeks Silau Ruang Tunggu Barat dengan DiaLux (pukul 14.00)

Gambar 4.149 merupakan hasil simulasi DiaLux yang menunjukkan indeks silau pada ruang tinggi barat pada pukul 14.00 yaitu sebesar < 10 . Hasil tersebut sudah memenuhi standar indeks silau pada ruang tunggu yaitu ≤ 19 . Simulasi tersebut dilakukan dengan kondisi sesuai hasil akhir simulasi pada ruang tunggu barat setelah dilakukan penambahan jendela dan *skylight*.

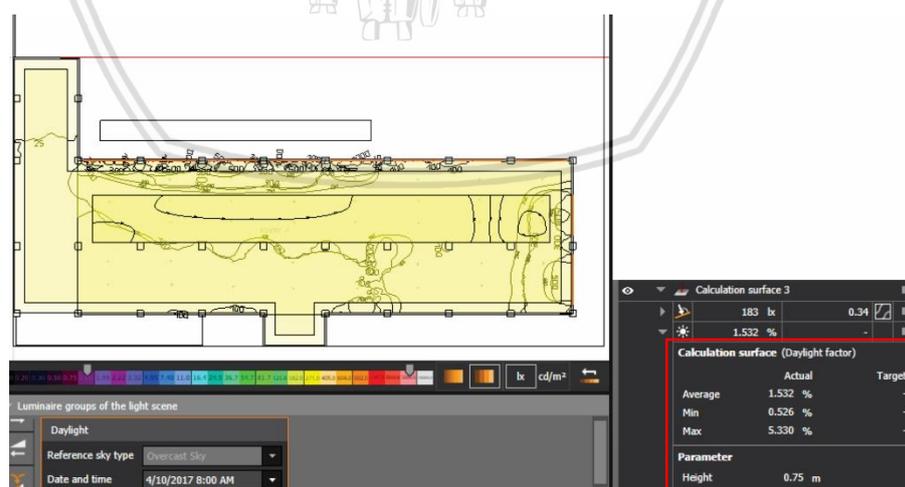
Dari hasil simulasi DiaLux di atas, diketahui bahwa indeks silau ruang tunggu timur dan ruang tunggu barat pada pukul 08.00-14.00 setelah dilakukan penambahan jendela dan *skylight* masih berada pada angka <10 , sehingga masuk dalam kategori memenuhi standar indeks silau sesuai dengan fungsi ruangan tersebut.

4.9 Kemerataan Cahaya (*Uniformity*) pada Hasil Akhir Simulasi

Selain simulasi mengenai indeks silau, dilakukan pula simulasi dengan DiaLux untuk mengetahui kemerataan cahaya berupa *uniformity* yang didapat dari hasil simulasi *daylight factor* dengan ketentuan yang sudah dijelaskan pada sub sub bab 2.1.8 mengenai kemerataan cahaya.

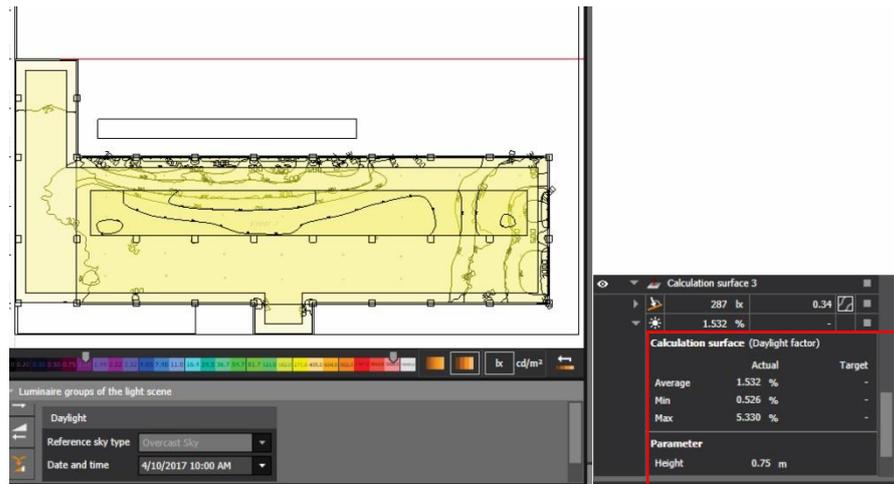
Nilai DF (*daylight factor*) didapatkan dari simulasi hanya pada kondisi *overcast sky*. *Overcast sky* adalah keadaan langit dimana posisi matahari tidak dapat ditentukan karena kepadatan awan yang menutupi langit, karena tidak adanya *direct sun* maka sudut kemiringan matahari pada tiap jam tidak berpengaruh pada hasil simulasi sehingga diperoleh hasil yang sama pada setiap jamnya. Berikut adalah hasil dari perhitungan *uniformity* pada objek studi setelah dilakukan perubahan pada variabel bebas (hasil akhir):

1. Ruang Tunggu Timur
 - a. Pukul 08.00



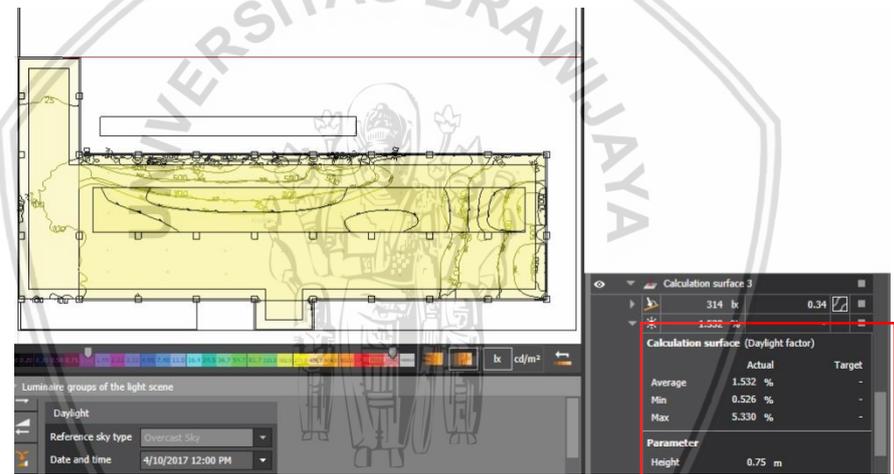
Gambar 4.150 Hasil Simulasi *Uniformity* Ruang Tunggu Timur dengan DiaLux (pukul 08.00)

b. Pukul 10.00



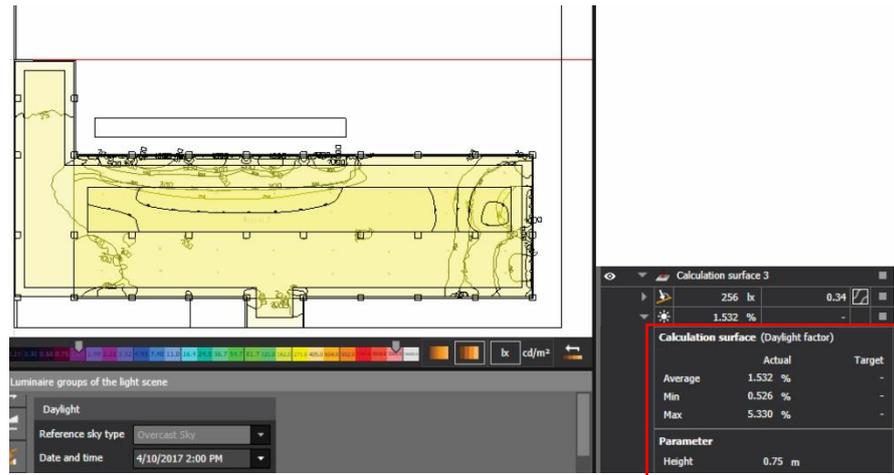
Gambar 4.151 Hasil Simulasi *Uniformity* Ruang Tunggu Timur dengan DiaLux (pukul 10.00)

c. Pukul 12.00



Gambar 4.152 Hasil Simulasi *Uniformity* Ruang Tunggu Timur dengan DiaLux (pukul 12.00)

d. Pukul 14.00

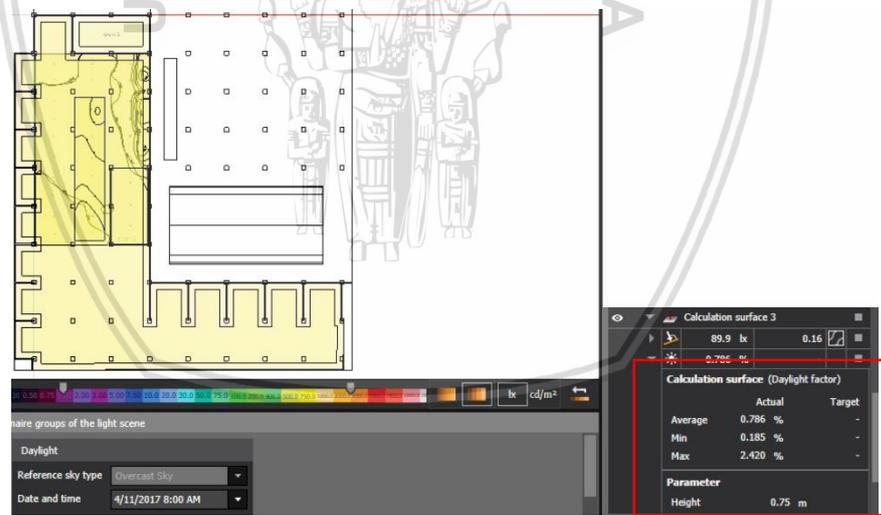


Gambar 4.153 Hasil Simulasi *Uniformity* Ruang Tunggu Timur dengan DiaLux (pukul 14.00)

Uniformity pada ruang tunggu timur memiliki nilai yaitu DF_{min}/DF_{max} : $0.53/5.3 = 0.1$, maka *uniformity* pada ruangan tersebut memenuhi standar yaitu $DF_{min}/DF_{max} \geq 0.08$.

2. Ruang Tunggu Barat

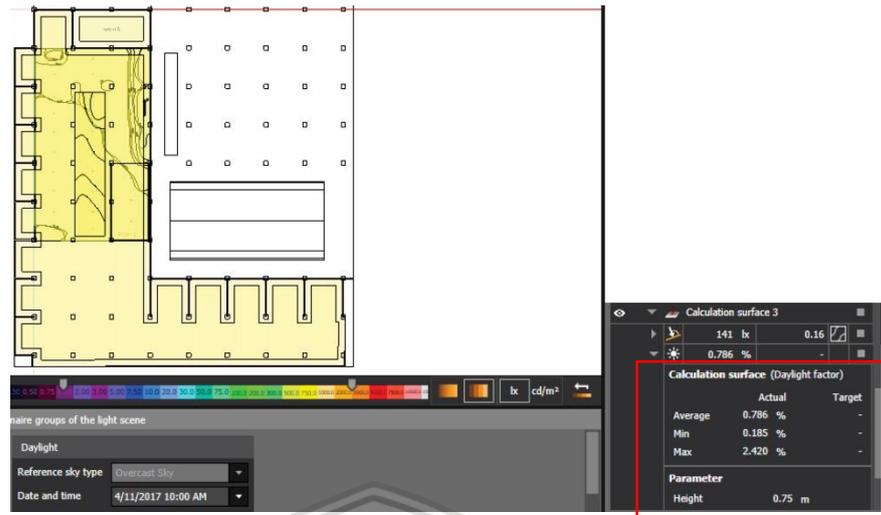
a. Pukul 08.00



Gambar 4.154 Hasil Simulasi *Uniformity* Ruang Tunggu Barat dengan DiaLux (pukul 08.00)

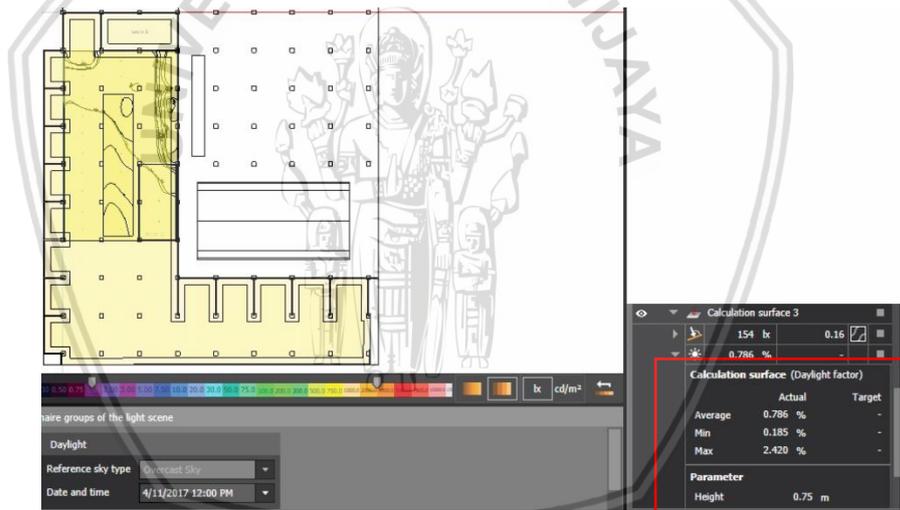


b. Pukul 10.00



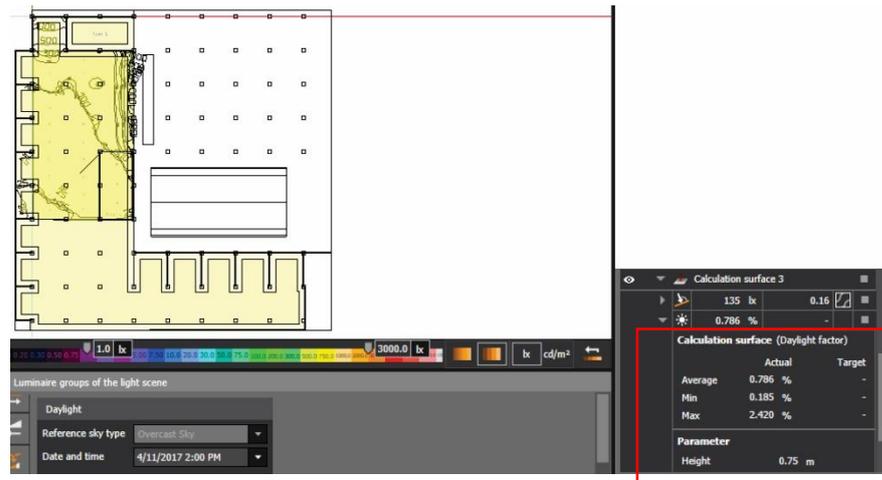
Gambar 4.155 Hasil Simulasi *Uniformity* Ruang Tunggu Barat dengan DiaLux (pukul 10.00)

c. Pukul 12.00



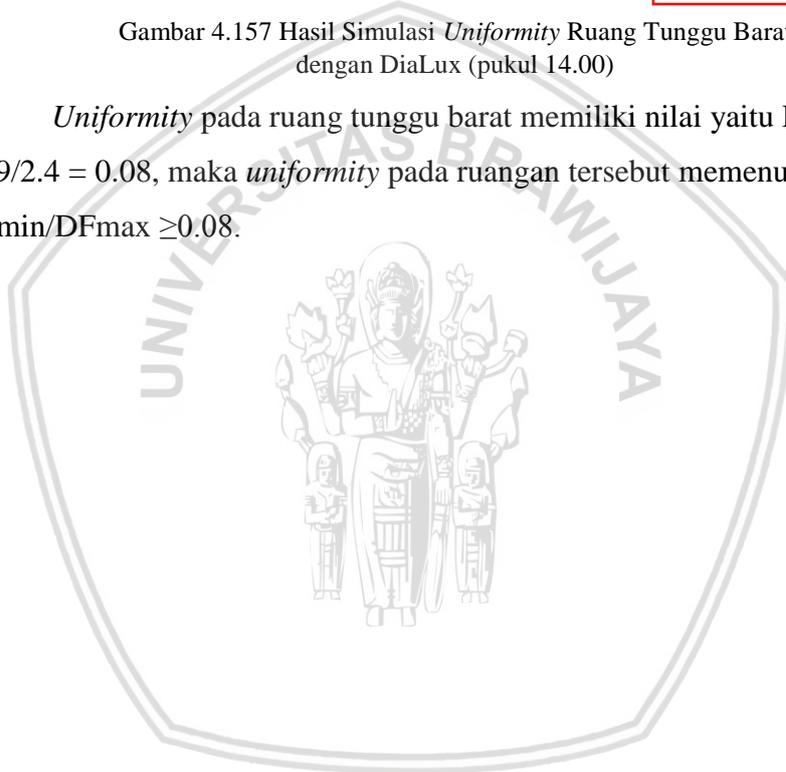
Gambar 4.156 Hasil Simulasi *Uniformity* Ruang Tunggu Barat dengan DiaLux (pukul 12.00)

d. Pukul 14.00



Gambar 4.157 Hasil Simulasi *Uniformity* Ruang Tunggu Barat dengan DiaLux (pukul 14.00)

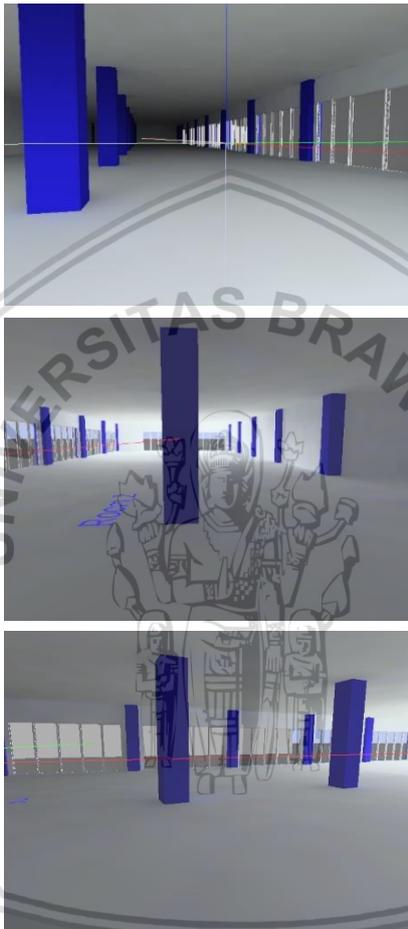
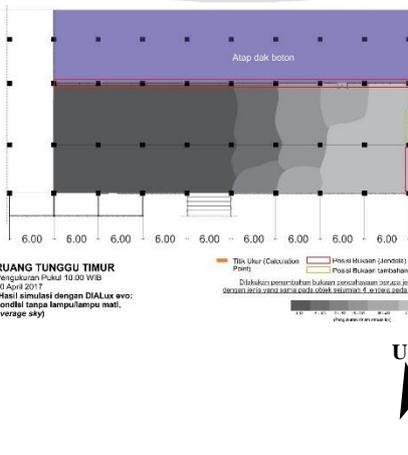
Uniformity pada ruang tunggu barat memiliki nilai yaitu DF_{min}/DF_{max} : $0.19/2.4 = 0.08$, maka *uniformity* pada ruangan tersebut memenuhi standar yaitu $DF_{min}/DF_{max} \geq 0.08$.



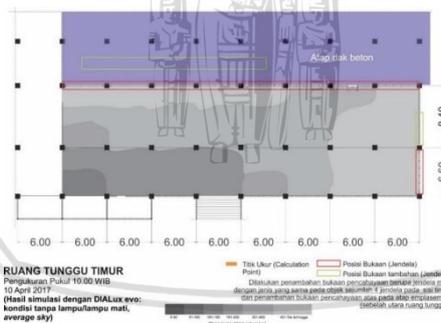
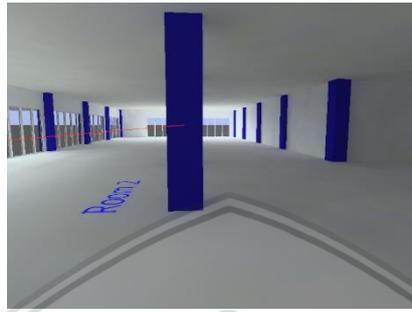
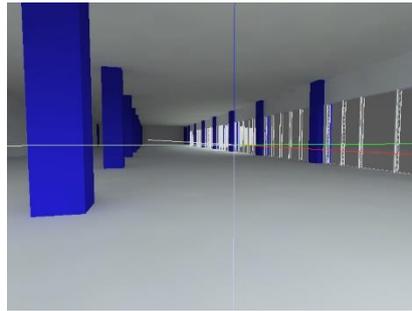
4.10 Perbandingan Hasil Simulasi setelah Perubahan Variabel Bebas

Perbandingan hasil simulasi setelah dilakukan perubahan pada variabel bebas pada ruang tunggu timur dan ruang tunggu barat akan dijelaskan pada tabel di bawah ini. Sampel model yang diambil adalah hasil simulasi pada pukul 10.00 WIB.

Tabel 4.4 Hasil Simulasi Akhir – Ruang Tunggu Timur

<i>Ruang Tunggu Timur</i> Penambahan jendela mati pada sisi timur ruangan	Model Simulasi	Keterangan
		<p>Simulasi dilakukan dengan kondisi tanpa lampu (murni pencahayaan alami). Penambahan jendela mati dilakukan pada sisi timur ruangan yang berbatasan langsung dengan ruang luar. Jumlah jendela yang ditambahkan adalah empat buah dengan ukuran sama seperti jendela pada sisi utara ruangan. Hasil simulasi menunjukkan lebih dari setengah ruangan dari semua titik pengukuran masih belum memenuhi standar pencahayaan ruang tunggu sesuai SNI yaitu masih kurang dari 100 lux walaupun angka intensitas sudah mulai naik dari kondisi sebelumnya, distribusi terang cahaya belum merata, sehingga opsi perubahan variabel bebas belum dapat digunakan untuk hasil akhir.</p>
	 <p>RUANG TUNGGU TIMUR Pengukuran Pukul 10.00 WIB 10 April 2017 (Hasil simulasi dengan DIALux evo: kondisi tanpa lampu mati, average-xy)</p> <p>Atap dak beton</p> <p>6.00 6.00 6.00 6.00 6.00 6.00 6.00 6.00</p> <p>8.60</p> <p>8.60</p> <p>0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100</p> <p>Titik Ukur (Cekungan Point) Posisi Jendela (Jendela)</p> <p>Dibuatkan dengan bantuan aplikasi simulasi pencahayaan interior dan exterior dengan menggunakan software DIALux evo. Hasil simulasi ini adalah hasil rata-rata dari beberapa simulasi yang dilakukan.</p> <p>U</p>	

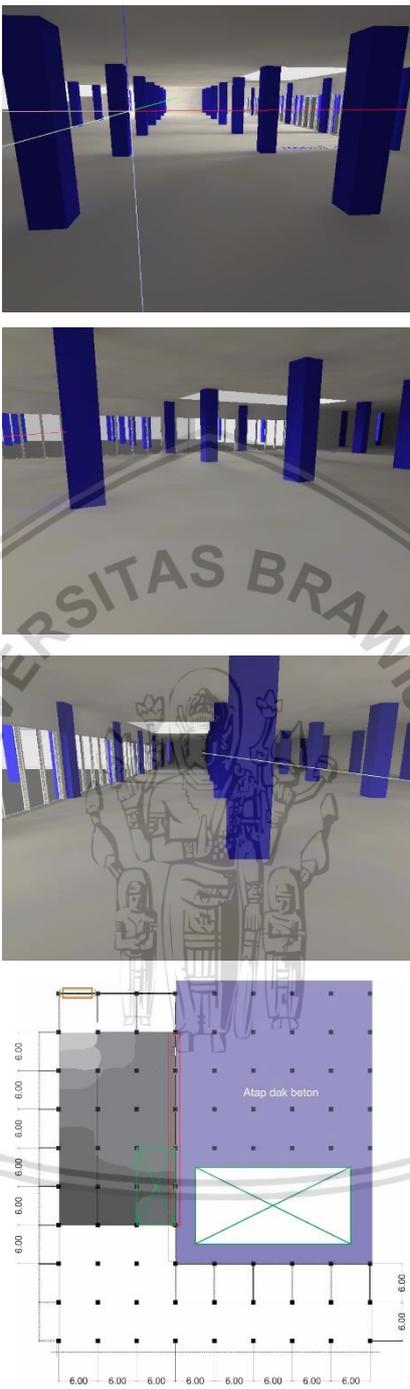
Penambahan jendela mati pada sisi timur ruangan dan bukaan pencahayaan atas pada atap emplasemen keberangkatan bus



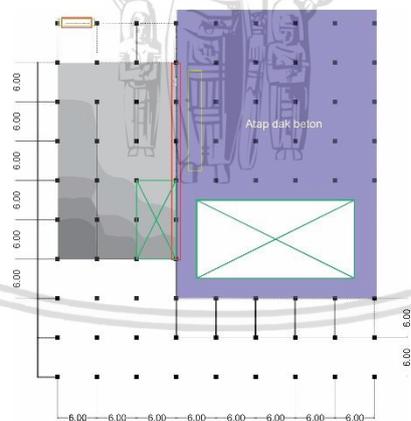
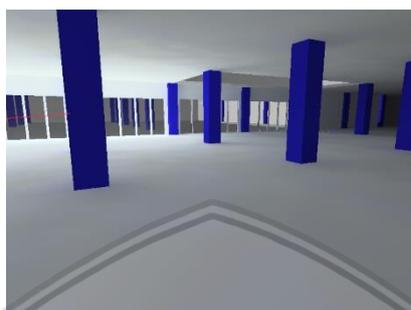
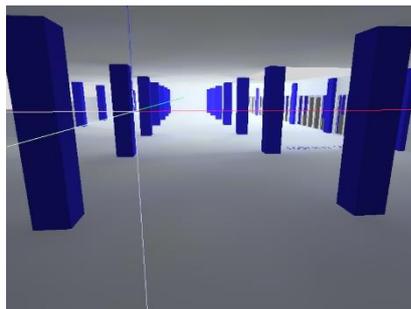
Simulasi dilakukan dengan kondisi tanpa lampu (murni pencahayaan alami). Penambahan jendela mati sama dengan poin sebelumnya, namun ditambah bukaan pencahayaan atas pada atap emplasemen keberangkatan bus seluas dengan ukuran 26m x 2m memanjang dari barat ke timur yang berada di utara ruangan. Cahaya yang masuk melalui bukaan tersebut kemudian diteruskan ke dalam ruang tunggu. Hasil dari simulasi ini menunjukkan kenaikan intensitas cahaya dalam ruangan yang cukup signifikan, titik-titik ukur pada tiap waktu (08.00, 10.00, 12.000) 90% menunjukkan bahwa intensitas cahaya yang masuk sudah memenuhi standar pencahayaan untuk ruang tunggu, distribusi terang cahaya cukup merata sehingga poin ini digunakan untuk hasil akhir penyelesaian masalah pengurangan konsumsi energi listrik dari lampu pada siang hari.



Tabel 4.5 Hasil Simulasi Akhir – Ruang Tunggu Barat

Ruang Tunggu Barat	Model Simulasi	Keterangan
Perluasan dan penambahan jumlah bukaan pencahayaan samping (jendela)	 <p data-bbox="627 1688 1011 1809"> RUANG TUNGGU BARAT Pengukuran Pukul 10.00 WIB 11 April 2017 (Hasil simulasi dengan DIALux evo: kondisi tanpa lampu/lampu mati, average sky) </p> <p data-bbox="858 1688 1011 1765"> ■ Titik Ukur (Calculation Point) ■ Posisi Bukaan (Jendela) ■ Posisi Bukaan tambahan (Jendela) </p> <p data-bbox="762 1771 1011 1809"> Diakukan penambahan bukaan pencahayaan berupa jendela mati dengan jenis rangka putih pada aspek (dinding) pada sisi timur sejumlah 5 jendela pada sisi utara. </p>	<p data-bbox="1046 286 1394 1682"> Simulasi dilakukan dengan kondisi tanpa lampu (murni pencahayaan alami). Jendela pada kondisi di lapangan adalah jendela dengan ukuran 85cm x 170cm sejumlah empat jendela pada sisi utara dengan ketinggian 80cm dari muka lantai. Pada simulasi ini jendela diganti dengan ukuran yang sama dengan jendela yang terdapat pada sisi timur yaitu 90cm x 250cm dengan ketinggian 0cm dari muka lantai sejumlah lima jendela. Angka intensitas cahaya yang masuk pada ruangan mulai naik mulai dari 2 lux pada masing-masing titik, namun yang memenuhi standar pencahayaan ruang tunggu kurang dari 50% dari semua titik ukur, distribusi terang cahaya belum merata, sehingga opsi ini belum dapat digunakan untuk hasil akhir. </p>

Perluasan dan penambahan jumlah bukaan pencahayaan samping (jendela) dan bukaan pencahayaan atas pada atap emplasemen keberangkatan bus



RUANG TUNGGU BARAT
Pengukuran Pukul 10.00 WIB
11 April 2017
(Hasil simulasi dengan DIALux evo:
kondisi tanpa lampu/lampu mati,
average sfly)



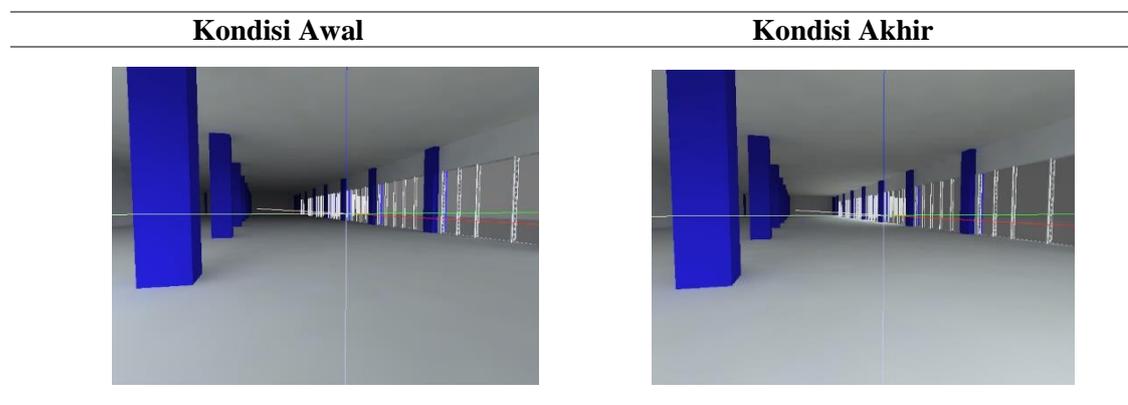
Dilakukan penambahan bukaan pencahayaan berupa jendela mati dengan motif yang sama pada titik, kondisi pada sisi timur sejumlah 5 jendela pada sisi utara dan bukaan pencahayaan atas pada atap emplasemen bus.

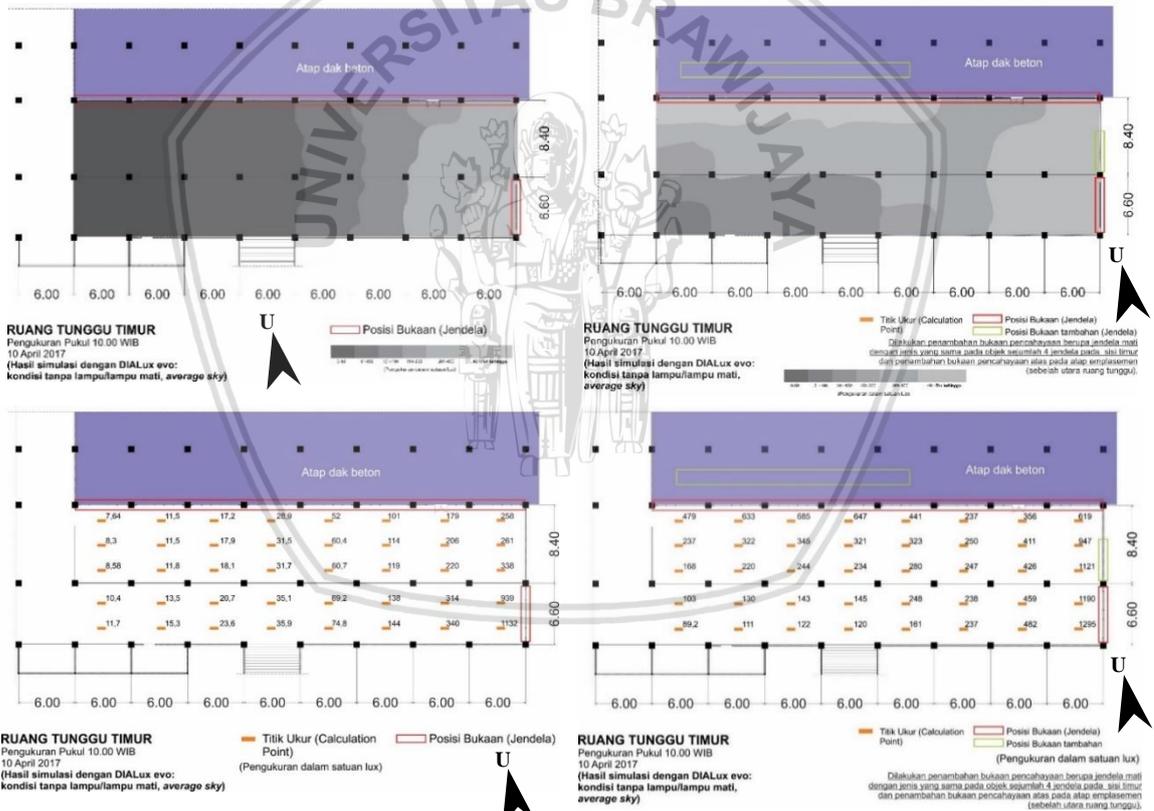
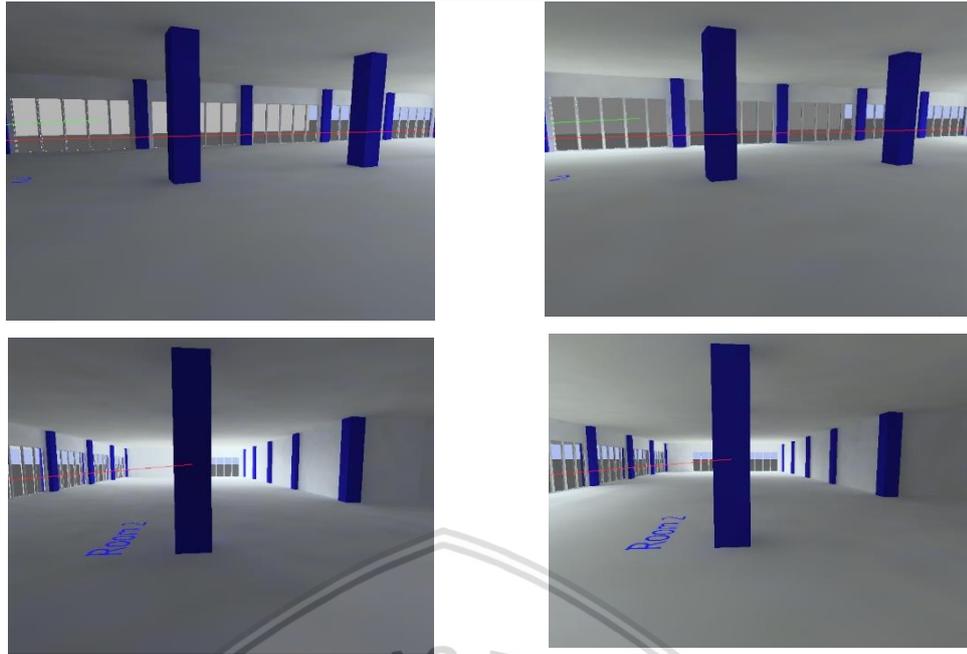
Simulasi dilakukan dengan kondisi tanpa lampu (murni pencahayaan alami). Perluasan dan penambahan bukaan pencahayaan samping berupa jendela mati sama dengan poin sebelumnya, kemudian ditambah dengan bukaan pencahayaan atas pada atap emplasemen keberangkatan bus yang berada pada timur ruangan dengan ukuran 16m x 2m memanjang dari utara ke selatan. Hasil dari simulasi ini menunjukkan bahwa pada pukul 10.00 hanya satu titik ukur saja yang belum memenuhi standar pencahayaan ruang tunggu,, pada pukul 08.00 lebih dari setengah area yang diukur sudah memenuhi standar pencahayaan ruang tunggu, begitu pula pada pukul 14.00. Namun pada pukul 12.00 hanya setengah saja yang memenuhi standar pencahayaan ruang tunggu, walaupun begitu hal ini dapat ditoleransi dikarenakan tidak diperhitungkannya cahaya yang didapat dari cahaya lampu yang berada pada kios dimana 24 jam lampu pada

kios menyala dikarenakan tidak memungkinkan adanya bukaan pencahayaan alami pada kios-kios tersebut, selain itu nilai intensitas cahaya yang belum memenuhi standar tersebut lebih dari 15 lux pada tiap titiknya, distribusi terang caahaya cukup merata, sehingga jika dibandingkan dengan kondisi sebelum dilakukan penambahan bukaan pencahayaan kondisi ini sudah lebih baik dan dapat menurunkan konsumsi energi listrik dari lampu pada siang hari.

Tabel 4.3 dan 4.4 menjelaskan tentang hasil simulasi pada kondisi objek studi yang telah dilakukan perubahan variabel bebas berupa penambahan jendela dan bukaan pencahayaan atas, sedangkan tabel 4.5 dan 4.6 berikut menjelaskan perbandingan simulasi objek studi dengan kondisi awal dengan simulasi objek studi pada kondisi akhir yang digunakan sebagai penyelesaian masalah.

Tabel 4.6 Kondisi Awal – Kondisi Akhir (Ruang Tunggu Timur)





Simulasi kondisi awal adalah simulasi dengan kondisi sesuai pada kondisi eksisting (posisi dan jenis jendela/bukaan), simulasi dilakukan dengan kondisi ruangan tanpa lampu atau murni pencahayaan alami dengan kondisi langit rata-rata (*average*

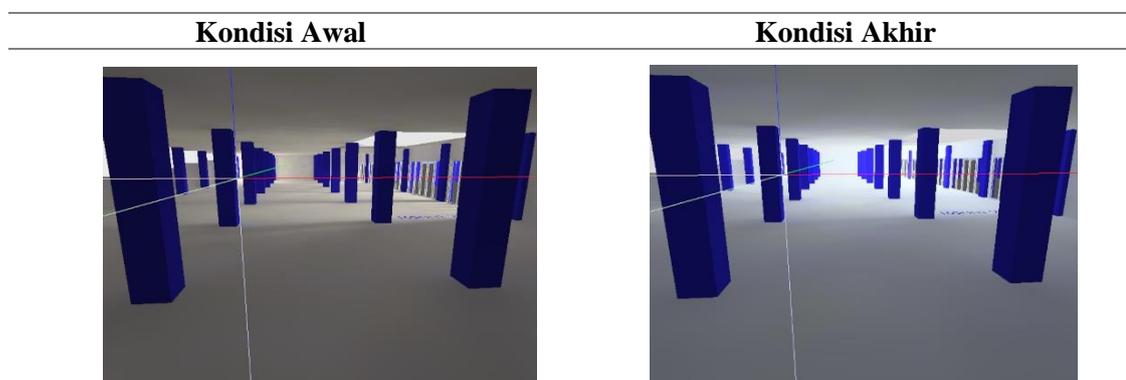
Simulasi kondisi akhir adalah simulasi dengan kondisi objek studi/ruang tunggu telah dilakukan perubahan pada variabel bebas yaitu bukaan pencahayaan, simulasi juga dilakukan dengan kondisi ruangan tanpa lampu dan kondisi langit rata-rata (*average sky*). Pada kondisi ini telah dilakukan penambahan jendela

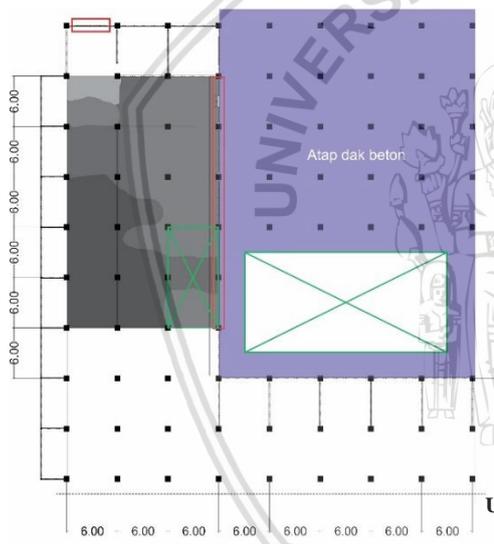
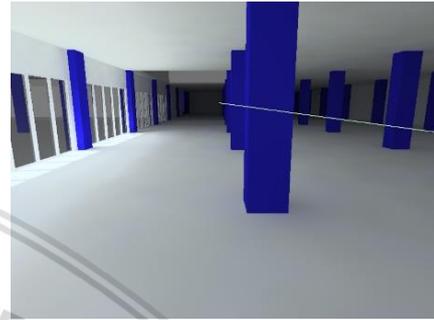
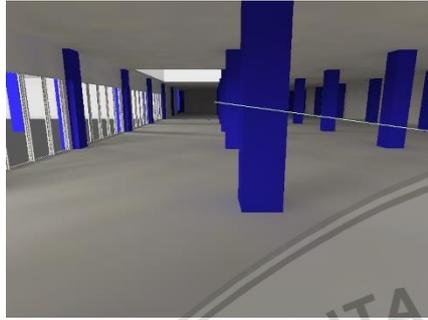
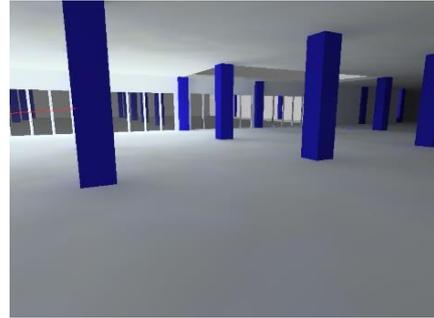


sky). Hasil dari simulasi pada kondisi ini menunjukkan pada sebagian ruangan, intensitas cahaya yang masuk ke dalam ruangan masih belum memenuhi SNI pencahayaan ruang tunggu yang seharusnya yaitu ≥ 100 lux (hasil simulasi menunjukkan masih di bawah 100 lux), sehingga pada hasil simulasi ini Ruang Tunggu Timur masih terlihat gelap dimana cahaya hanya masuk pada sebagian area ruangan yang dekat dengan jendela sehingga cahaya tidak merata pada seluruh ruangan. Hasil simulasi: nilai intensitas cahaya paling kecil 7,64 lux pada sisi barat (pojok atas kiri) dan terbesar 1132 lux pada sisi timur (pojok bawah kanan).

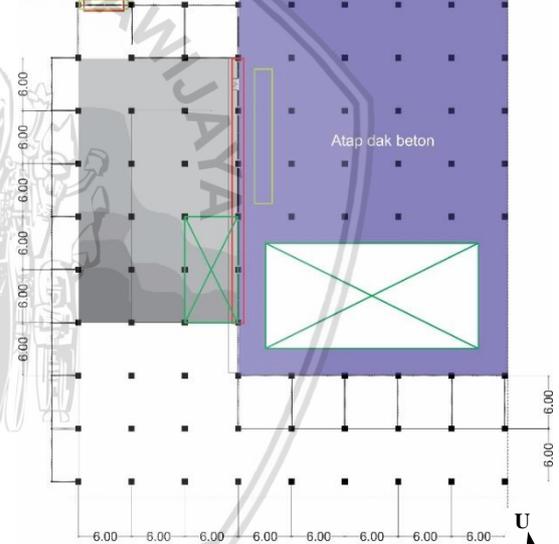
pada sisi timur sejumlah 4 jendela dengan jenis jendela yang sama pada kondisi eksisting yang berada di sisi utara, selain itu dilakukan penambahan bukaan pencahayaan atas pada sisi utara yaitu pada atap emplasemen keberangkatan bus seluas 26x2 meter. Hasil dari simulasi ini menunjukkan rata-rata intensitas cahaya yang masuk ke ruangan sudah memenuhi SNI pencahayaan ruang tunggu yaitu ≥ 100 lux, dimana 90% dari seluruh titik ukur pada ruangan sudah menunjukkan angka ≥ 100 lux, distribusi terang cahaya sudah cukup merata dengan nilai *uniformity* 0,1. Hasil simulasi: nilai intensitas cahaya paling kecil 89,2 lux pada sisi barat (pojok bawah kiri) dan terbesar 1296 lux pada sisi timur (pojok bawah kanan). Pada kondisi ini Ruang Tunggu Timur sudah cukup terlihat terang dibandingkan dengan kondisi awal yaitu dengan rata-rata intensitas cahaya 675,45 lux pada pukul 08.00; 386,65 lux pada pukul 10.00; 219,24 lux pada pukul 12.00; dan 377,78 lux pada pukul 14.00. Indeks silau pada hasil akhir sudah memenuhi standar dengan nilai < 10 (standar ≤ 19).

Tabel 4.7 Kondisi Awal – Kondisi Akhir (Ruang Tunggu Barat)

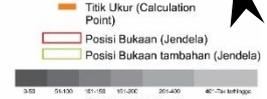




RUANG TUNGGU BARAT
 Pengukuran Pukul 10.00 WIB
 11 April 2017
 (Hasil simulasi dengan DIALux evo:
 kondisi tanpa lampu/lampu mati,
 average sky)

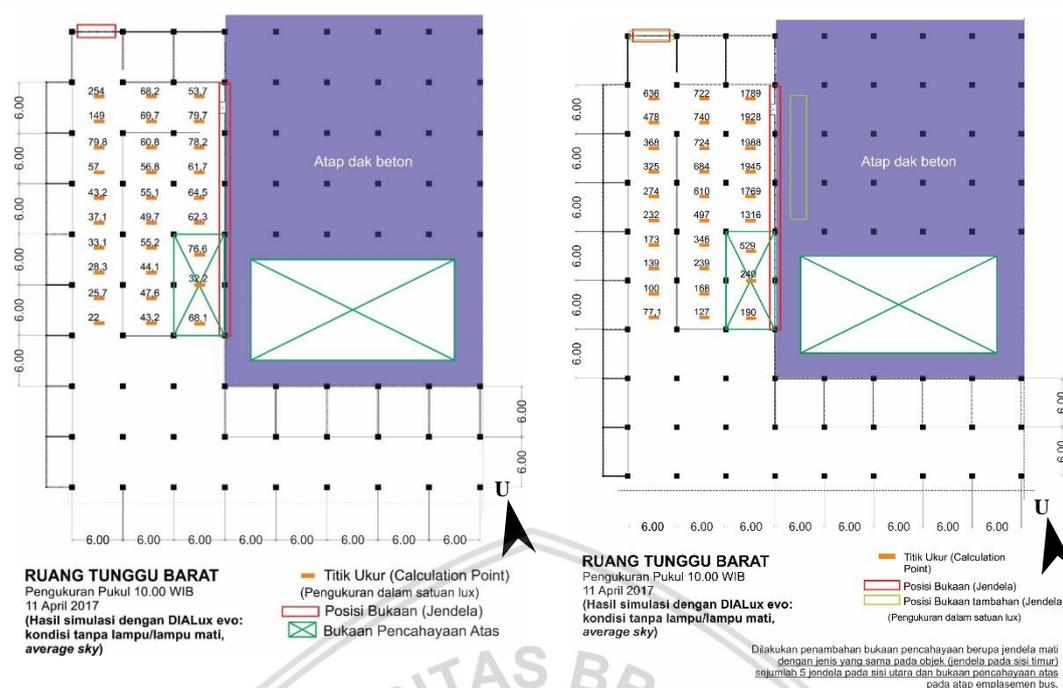


RUANG TUNGGU BARAT
 Pengukuran Pukul 10.00 WIB
 11 April 2017
 (Hasil simulasi dengan DIALux evo:
 kondisi tanpa lampu/lampu mati,
 average sky)



Dilakukan penambahan bukaan pencahayaan berupa jendela mati dengan jenis yang sama pada objek (jendela pada sisi timur) sejumlah 5 jendela pada sisi utara dan bukaan pencahayaan atas pada atap emplasemen bus.





Simulasi kondisi awal adalah simulasi dengan kondisi sesuai pada kondisi eksisting (posisi dan jenis jendela/bukaan), simulasi dilakukan dengan kondisi ruangan tanpa lampu atau murni pencahayaan alami dengan kondisi langit rata-rata (*average sky*). Hasil dari simulasi pada kondisi ini menunjukkan pada sebagian ruangan, intensitas cahaya yang masuk ke dalam ruangan masih belum memenuhi SNI pencahayaan ruang tunggu yang seharusnya yaitu ≥ 100 lux (hasil simulasi menunjukkan masih di bawah 100 lux), sehingga pada hasil simulasi ini Ruang Tunggu Barat masih terlihat gelap dimana cahaya hanya masuk pada sebagian area ruangan yang dekat dengan jendela sehingga cahaya belum merata pada seluruh ruangan. Hasil simulasi: nilai intensitas cahaya paling kecil 22 lux pada sisi selatan (pojok bawah kiri) dan terbesar 254 lux pada sisi utara (pojok atas kiri).

Simulasi kondisi akhir adalah simulasi dengan kondisi objek studi/ruang tunggu telah dilakukan perubahan pada variabel bebas yaitu bukaan pencahayaan, simulasi juga dilakukan dengan kondisi ruangan tanpa lampu dan kondisi langit rata-rata (*average sky*). Pada kondisi ini telah dilakukan penambahan jendela pada sisi utara sejumlah 5 jendela dengan jenis jendela yang sama pada kondisi eksisting yang berada di sisi timur, selain itu dilakukan penambahan bukaan pencahayaan atas pada sisi timur yaitu pada atap emplasemen keberangkatan bus seluas 16x2 meter. Hasil dari simulasi ini menunjukkan rata-rata intensitas cahaya yang masuk ke ruangan sudah meningkat dan 70% dari seluruh titik ukur pada ruangan sudah memenuhi SNI pencahayaan yaitu ≥ 100 lux sehingga rata-rata intensitas cahaya alami yang masuk ke dalam ruangan juga telah memenuhi standar, distribusi terang cahaya pada ruangan cukup merata dengan nilai *uniformity* 0,08. Hasil simulasi: nilai intensitas

cahaya paling kecil 77,1 lux pada sisi selatan (pojok bawah kiri) dan terbesar 1988 lux pada sisi timur (dekat dengan *skylight*). Pada kondisi ini Ruang Tunggu Barat sudah terlihat lebih terang apabila dibandingkan dengan kondisi awal yaitu dengan rata-rata intensitas cahaya 234,55 lux pada pukul 08.00; 667,35 lux pada pukul 10.00; 120,11 lux pada pukul 12.00; dan 175,55 lux pada pukul 14.00. Indeks silau pada hasil akhir sudah memenuhi standar dengan nilai <10 (standar ≤ 19).

Tabel 4.8 menunjukkan besar penggunaan energi/daya listrik pada ruang tunggu timur dan barat Terminal Tirtonadi. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa setelah dilakukan perubahan pada variabel bebas yaitu bukaan pencahayaan alami diperoleh hasil yang optimal dimana rata-rata intensitas cahaya alami yang masuk ke dalam ruangan lebih dari 100 lux, dengan rincian yaitu ruang tunggu timur: 675,45 lux pada pukul 08.00; 386,65 lux pada pukul 10.00; 219,24 lux pada pukul 12.00; dan 377,78 lux pada pukul 14.00; sedangkan ruang tunggu barat: 234,55 lux pada pukul 08.00; 667,35 lux pada pukul 10.00; 120,11 lux pada pukul 12.00; dan 175,55 lux pada pukul 14.00; sehingga penggunaan lampu sebagai pencahayaan pada area tunggu kedua ruangan tersebut di siang hari dapat ditiadakan.

Tabel 4.8 Penggunaan Energi/Daya Listrik untuk Lampu pada Objek Studi
Ruang Tunggu Terminal Tirtonadi

	Kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan	Kondisi seluruh lampu menyala	Kondisi akhir (setelah dilakukan perubahan pada variabel bebas)
Ruang Tunggu Timur	22 x 36 watt = 792 watt	40 x 36 watt = 1440 watt	0 watt (lampu dapat dimatikan pada siang hari yaitu pukul 08.00-16.00 dikarenakan rata-rata intensitas cahaya ≥ 100 lux)
Ruang Tunggu Barat	20 x 36 watt = 720 watt	26 x 36 watt = 936 watt	

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pencahayaan alami pada ruang tunggu Terminal Tirtonadi baik timur maupun barat belum memenuhi standar, sehingga pada kondisi di lapangan pihak manajemen menggunakan pencahayaan buatan berupa lampu yang mana membutuhkan energi listrik yang cukup besar apabila beroperasi selama 24 jam. Pengolahan data dengan simulasi menghasilkan penyelesaian masalah untuk mengoptimalkan cahaya alami yang masuk ke dalam ruang tunggu yang memenuhi standar pencahayaan ruang tunggu sesuai SNI dan dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan konsumsi energi listrik (penggunaan pencahayaan buatan). Perubahan variabel bebas pada objek studi berupa penambahan bukaan pencahayaan yaitu jendela dan bukaan pencahayaan atas/*skylight* mengakibatkan kurang lebih 90% dari area ruang tunggu pada kedua ruangan mendapat pencahayaan alami pada siang hari, penggunaan lampu pada pukul 08.00-16.00 dapat ditiadakan pada ruang tunggu Terminal Tirtonadi yang dapat menghemat penggunaan listrik pada lampu sekitar 30% setiap harinya.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka penulis memberi saran sebagai berikut:

1. Untuk mengoptimalkan penggunaan cahaya alami pada ruang tunggu Terminal Tirtonadi pihak pengelola dapat meninjau kembali desain bangunan sehingga bukaan pencahayaan alami dapat ditambahkan, dengan begitu konsumsi energi listrik yang selama ini menjadi perbincangan di masyarakat dapat dikurangi.
2. Penelitian ini hanya didasarkan pada kondisi saat ini dimana Terminal Tirtonadi belum terbangun secara utuh sesuai dengan *master plan* yang dicanangkan oleh pemerintah (pembangunan terhenti hanya sampai lantai dasar) sehingga apabila pembangunan diteruskan sesuai dengan *master plan* dapat dilakukan peninjauan kembali pada desain bangunan dari segi sains teknologi bangunan sehingga bangunan dapat menjadi bangunan publik yang hemat energi dikarenakan bangunan merupakan salah satu terminal percontohan yang memiliki fasilitas cukup memenuhi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashita, N, Thojib, J, dan Asikin, D. 2015. Dominasi Pencahayaan Alami sebagai Dasar Rancangan Galeri Kerajinan Kalimantan Timur di Samarinda.
- BPS. 2014. *Statistik Transportasi Darat*. Badan Pusat Statistik.
- Handayani, T. 2010. Efisiensi Energi dalam Rancangan Bangunan. *Spektrum Sipil*. 1 (2): 102-108.
- Hausladen, G, Saldanha, M.d, dan Liedl, P. 2006. *ClimateSkin*. Berlin: Birkhäuser.
- Hootman, T. 2013. *Net Zero Energy Design: A Guide For Commercial Architecture*. United States.
- Iversen, A, Roy, N, Hvass, M, Jorgensen, M, Christoffersen, J, Osterhaus, W, and Johnsen, K. 2013. *Daylight Calculations in Practice*. Copenhagen.
- Juddah, S, Rahim, R, dan Wikantari, R. 2012. Pengaruh Orientasi dan Luas Bukaannya Terhadap Intensitas Pencahayaan pada Ruang Laboratorium.
- Lawrence, E.O. 2013. *Tips for Daylighting with Windows*. California: Berkeley Lab.
- Lechner, N. 2007. *Heating, Cooling, Lighting: Metode Desain untuk Arsitektur*. Jakarta: Rajawali Press.
- Mediastika, C.E. 2013. *Hemat Energi dan Lestari Lingkungan Melalui Bangunan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Milaningrum, T.H. 2015. Optimalisasi Pencahayaan Alami dalam Efisiensi Energi di Perpustakaan UGM. *Prosiding Seminar Topik Khusus*: 1-10.
- Putri, R.A, Tojib, J, dan Mustikawati, T. 2015. Pengolahan *Side Lighting* sebagai Strategi Optimasi Pencahayaan Alami pada Ruang Pamer Museum Brawijaya Malang.
- SNI 03-2396-2001. Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung.

<https://id.wikihow.com/Menghitung-Kesalahan-Relatif> diakses 10 April 2018

<http://www.northgatelighting.co.uk/what-is-ugr/> diakses 10 Mei 2018

<https://codepen.io/lulunac27/full/VbLeGW> diakses 14 Mei 2018

<http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html> diakses 14 Mei 2018

<https://kbbi.web.id/silau> diakses 23 Juni 2018

<http://tarn2007.blogspot.com/2011/08/sejarah-perkembangan-sumber-cahaya.html> diakses 23 Juni 2018

