

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Tapak

4.1.1 Kota Malang

Kota Malang berada di Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Secara astronomis terletak pada $112,06^{\circ}$ - $112,07^{\circ}$ Bujur Timur dan $7,06^{\circ}$ - $8,02^{\circ}$ Lintang Selatan. Kota Malang merupakan kota terbesar kedua di Jawa Timur setelah Kota Surabaya, dengan luas wilayah sebesar $110,06 \text{ km}^2$. Kota Malang terletak pada ketinggian 440-667 meter di atas permukaan air laut dan dikelilingi oleh beberapa gunung. Pada sebelah Utara terdapat Gunung Arjuno, sebelah Timur terdapat Gunung Semeru, sebelah Barat terdapat Gunung Panderman dan Gunung Kawi, serta pada sebelah Selatan terdapat Gunung Kelud. Hal ini menyebabkan wilayah pada Kota Malang termasuk dalam dataran tinggi yang cukup sejuk. (www.id.wikipedia.org)

Data kondisi iklim yang dihimpun pada Kota Malang selama tahun 2013 rata-rata suhu udara berkisar antara $21,6^{\circ}\text{C}$ – $24,7^{\circ}\text{C}$, dengan suhu maksimum mencapai $32,7^{\circ}\text{C}$ dan suhu minimum $17,5^{\circ}\text{C}$. Sedangkan pada rata-rata kelembaban udara berkisar antara 70% - 86%, dengan kelembaban maksimum 98% dan kelembaban minimum 20%. Berada di kawasan iklim tropis lembab, Kota Malang memiliki dua putaran musim, yaitu musim kemarau dan musim hujan. Pada bulan Februari, November, dan Desember curah hujan relatif tinggi, sedangkan curah hujan relatif rendah pada bulan Juni dan September. Kecepatan angin maksimum terjadi pada bulan Mei, Juli, dan September (www.malangkota.go.id). Hal ini menjadi salah satu penyebab banyak pendatang dari luar Kota Malang yang kemudian menetap di Malang. Selain urusan pekerjaan, para pendatang yang menetap biasanya melanjutkan studi. Hal ini yang menyebabkan Kota Malang disebut juga dengan Kota Pendidikan. Salah satu perguruan tinggi negeri ternama adalah Universitas Brawijaya.

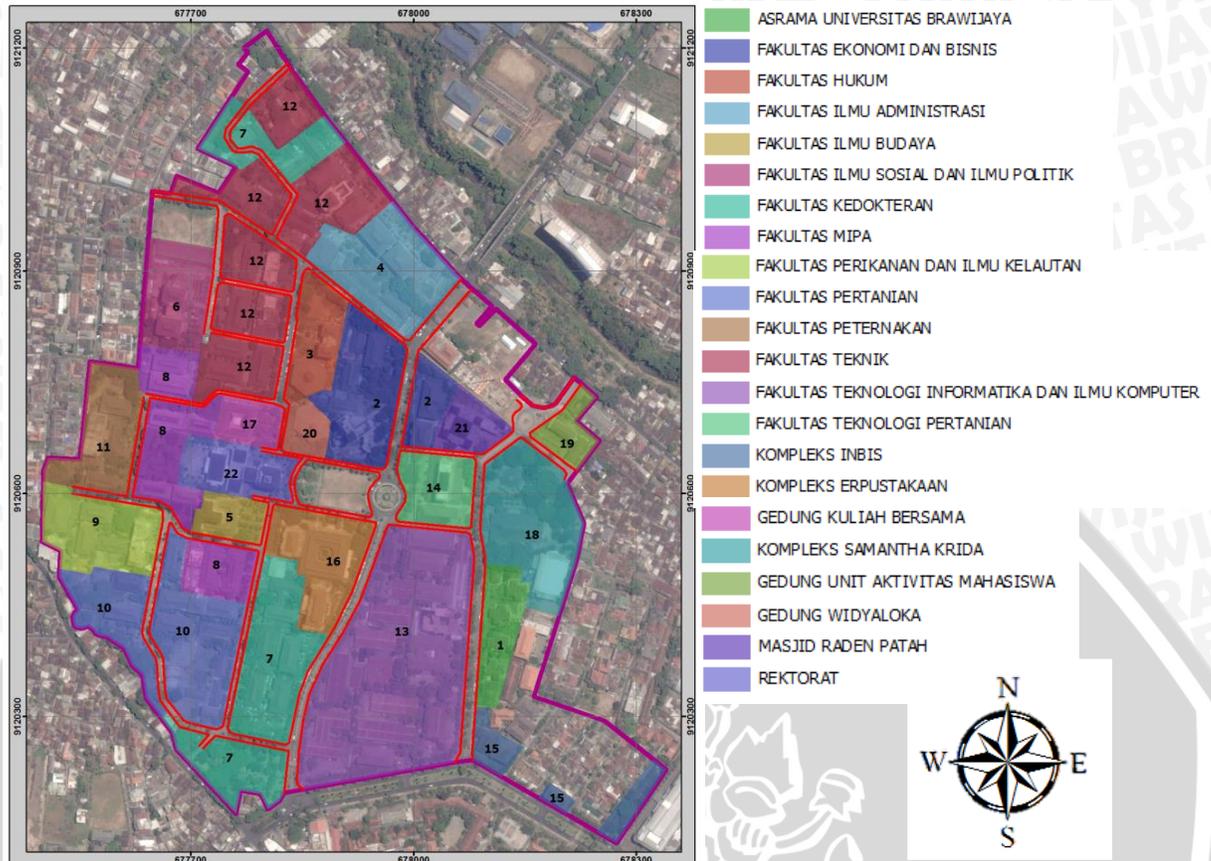
4.1.3 Universitas Brawijaya



Gambar 4. 1 Wilayah Universitas Brawijaya
Sumber: Peta persil Kota Malang

Gambar 4.1 merupakan peta garis wilayah Universitas Brawijaya. Kampus pusat dari Universitas Brawijaya berada pada kawasan Barat dari Kota Malang, yaitu di Jalan veteran dengan luas lahan 58 ha. Terletak pada $112^{\circ}36'45,88''$ Bujur Timur dan $7^{\circ}57'20,00''$ Lintang Selatan secara astronomi. Universitas Brawijaya memiliki 12 fakultas dan 2 program setara fakultas, yaitu Fakultas Ekinomi da Bisnis, Fakultas Hukum, Fakultas Ilmu Administrasi, Fakultas Ilmu Budaya, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Fakultas Pertanian, Fakultas Peternakan, Fakultas Teknik, Fakultas Kedokteran, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Teknologi Pertanian, Program Kedokteran Hewan, dan Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (**Gambar 4.2**).

Mayoritas gedung-gedung di Universitas Brawijaya berlantai tiga, bahkan beberapa gedung di tiap-tiap fakultas berlantai tujuh sampai delapan, hal ini untuk efisien penggunaan lahan. Gedung tersebut pada umumnya digunakan sebagai gedung perkuliahan dan gedung perkantoran. Gedung-gedung tersebut dikelompokkan sesuai fakultas masing-masing untuk memudahkan zoning daerah. Bentuk karakteristik masing-masing bangunan berbeda, hal ini dikarenakan beberapa bangunan merupakan bangunan lama dan beberapa bangunan merupakan bangunan baru atau sudah direnovasi. Gedung perkuliahan tersebar mengelilingi gedung kantor masing-masing fakultas serta terdapat fasilitas taman diantaranya sebagai tempat berkumpul mahasiswa, peredam suara dan membiaskan cahaya (peneduh).



Gambar 4. 2 Lokasi Gedung di Lingkungan Universitas Brawijaya
 Sumber: *Digital Globe Google* (diakses: 2/8/2016))

Universitas menduduki strata tertinggi dalam lembaga pendidikan. Kegiatan yang dilakukan didalamnya jauh lebih kompleks dari tingkat lembaga pendidikan sebelumnya. Seiring dengan meningkatnya kompleksitas kegiatan tersebut maka terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan demi kenyamanan selama proses kegiatan tersebut berlangsung, salah satunya yaitu faktor pencahayaan. Universitas Brawijaya merupakan salah satu badan pendidikan terbaik di kota Malang. Untuk mempertahankan kualitas tersebut maka diperlukan pengolahan tata pencahayaan alami untuk kenyamanan pengguna sehingga menghasilkan hasil yang lebih maksimal.

4.1.3 Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya



Gambar 4. 3 Letak Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Objek yang diteliti pada penelitian ini adalah Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan berada di sisi Barat lingkungan Universitas Brawijaya (**Gambar 4.3**) yang dengan fungsi bangunan sebagai kantor dan ruang perkuliahan. Dengan ketinggian lantai mencapai 8 lantai, fungsi kantor pada bangunan ini adalah pada lantai 1-4, sedangkan lantai 5-8 difungsikan sebagai ruang perkuliahan. Dari keseluruhan bangunan ini tidak semua lantai akan diteliti, melainkan hanya diambil sampel berupa ruangan-ruangan yang sudah dapat mewakili objek studi. Bangunan berbentuk persegi panjang yang ruang kerjanya menghadap ke dua sisi orientasi, yaitu Timur dan Barat. Fasad masing-masing sisi dapat dilihat pada **Gambar 4.4** sampai dengan **Gambar 4.5**.



Gambar 4. 4 Fasad Sisi Utara dan Fasad Sisi Timur



Gambar 4. 5 Fasad Sisi Selatan dan Fasad Sisi Barat

Jumlah lantai Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan adalah delapan lantai, 6 lantai sudah aktif dan 2 lantai paling atas masih dalam proses pengerjaan. Facade bangunan berwarna abu muda dengan aksen berwarna abu gelap pada kolom strukturnya. Warna abu memberikan kesan formal pada bangunan. Sebagian besar dinding merupakan warna abu terang, yang mana memantulkan cahaya cukup baik. Pada bagian kolom yang menonjol diberi warna abu gelap yang cenderung kurang baik dalam memantulkan cahaya.



Gambar 4. 6 Eksisting Jendela Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Data kuantitatif gedung, berupa luas bangunan, volume bangunan, luas permukaan

bangunan (fasad), akan dijelaskan pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4. 1 Data Luas dan Volume Bangunan

	Utara	Selatan	Timur	Barat	Total
Luas bangunan (m²)	-	-	-	-	891
Volume bangunan (m³)	-	-	-	-	7128
Luas permukaan bangunan (fasad) (m²)	518.4	518.4	1996.8	1900.8	4934,4
Luas permukaan pintu dan jendela (m²)	34.58	34.58	178.96	176.06	424.18
Luas permukaan dinding (m²)	483,82	483.82	1817,84	1724,2	4509,77

Luas permukaan dinding atau solid pada gedung FPIK adalah 4132,62 m² atau 90,6% dari total luas permukaan bangunan, dengan kata lain luas permukaan pintu dan jendela adalah sebesar 424,18 m² atau 9,4% dari luas permukaan bangunan. Persentase eksisting tersebut menunjukkan seberapa banyak sinar matahari atau cahaya alami dapat diteruskan masuk menuju ruang kerja.

4.1.4 Lingkungan Sekitar Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan



Gambar 4. 7 Lingkungan Sekitar Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Pada peta (**Gambar 4.7**) terlihat bahwa gedung dikelilingi oleh gedung perkuliahan. Ketinggian bangunan di sekitar gedung berkisar antara satu sampai dengan tiga lantai yang difungsikan sebagai gedung perkuliahan.



Gambar 4. 8 Gedung kuliah di sisi Utara



Gambar 4. 9 Gedung kuliah di sisi Timur

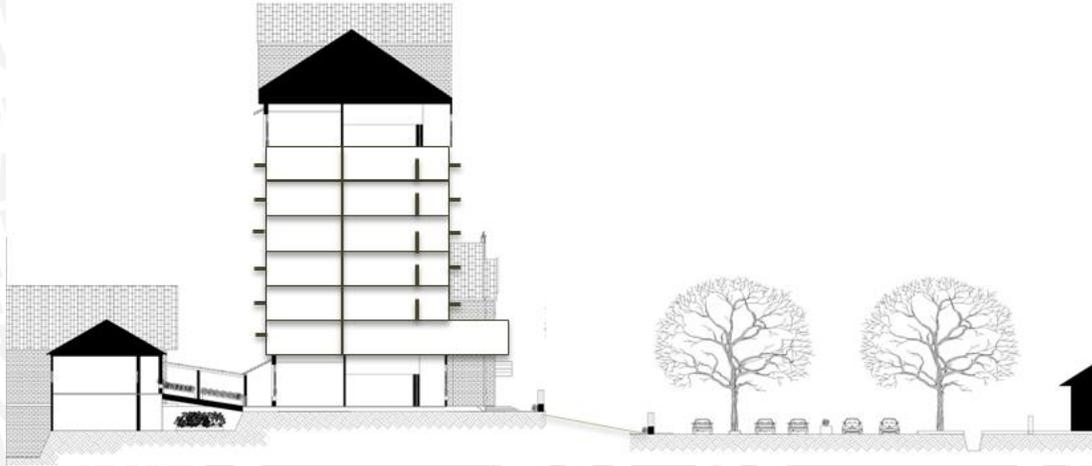


Gambar 4. 10 Gedung kuliah sisi selatan dan sisi barat

Pada sekitar eksisting tapak terdapat vegetasi berupa pohon, terutama pada sisi timur bangunan yang merupakan muka bangunan. Banyak pohon berupa pohon mahoni, pohon samania, pohon trembesi, serta buah-buahan seperti kelengkeng dan mangga. Vegetasi ini selain berpengaruh terhadap visual penglihatan fasad muka bangunan, ini juga membiaskan cahaya yang berlebihan dan sebagai peneduh.



Gambar 4. 11 Gambar vegetasi pada sisi depan Gedung FPIK



Gambar 4. 12 Potongan tapak Gedung FPIK untuk memperlihatkan posisi bangunan terhadap lingkungan sekitar

Vegetasi berupa pepohonan memang banyak tersebar pada sisi utara dan timur bangunan yang mana merupakan muka bangunan dengan jarak antara vegetasi dengan tapak berkisar antara 7 meter. Vegetasi cukup berjarak dengan bangunan, karena jarak ini maka bias cahaya sedikit berpengaruh pada lantai 1 dan tidak mempegaruhi bias cahaya pada lantai-lantai berikutnya. Pada sisi barat bangunan terdapat gedung Pasca Sarjana dengan ketinggian bangunan 2 lantai, sehingga pembayangan dari gedung tersebut membayangi sisi barat gedung pada lantai 1 dan 2.

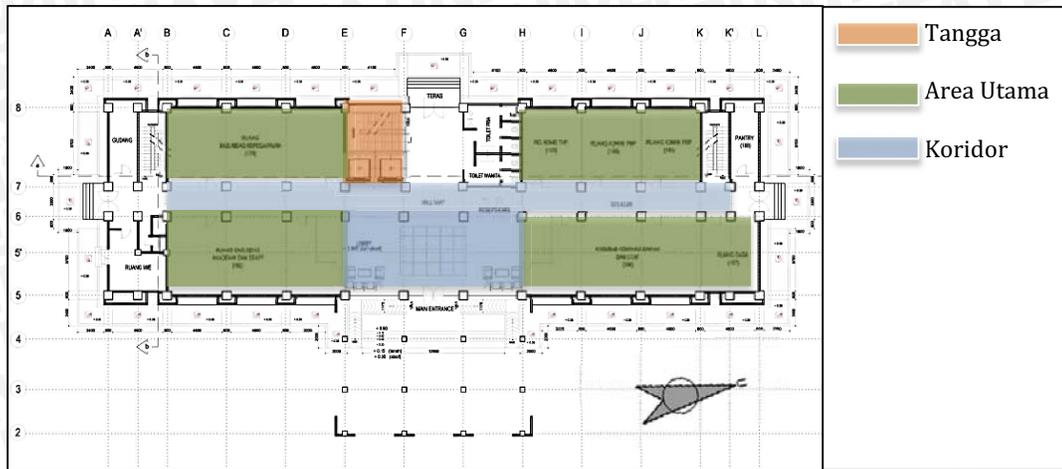
Pada sisi selatan bangunan atau sisi kanan bangunan terdapat gedung Fakultas Pertanian. Bangunan ini berjarak sekitar 5 meter dari gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, dengan ketinggian bangunan 3 lantai. Pembayangan dari gedung tersebut tidak menghalangi cahaya matahari masuk menuju ruang kerja, hal ini dikarenakan pada sisi selatan bangunan merupakan area *service*.

4.2 Identifikasi Bangunan

4.2.1 Bentuk dan Orientasi Bangunan

Gedung Perikanan dan Ilmu Kelautan memiliki bentuk dasar persegi panjang yang sisi terpanjangnya menghadap ke Timur dan Barat. Bentuk persegi ini mencerminkan bentuk formal gedung kampus yang fungsional sesuai dengan bentuk gedung disekitarnya. Bentukkan ruang pada Gedung Perikanan dan Ilmu Kelautan terdiri dari pertemuan garis lurus sehingga tidak ditemukan ruangan dengan dinding lengkung maupun membentuk setengah lingkaran. Orientasi bangunan Gedung Perikanan dan Ilmu Kelautan sudah cukup baik. Kondisi eksisting bangunan antar ruang dipisahkan yaitu berupa dengan dinding massif yang menyesuaikan kebutuhan dari fungsi didalamnya yaitu ruang kantor dan ruang kelas.

Dinding yang digunakan dalam bangunan berupa plesteran dengan finishing cat dengan warna krem. Jarak modul antar kolomnya adalah 5,40 m dengandimensi kolom 60 cm x 60 cm. Ketebalan dinding pada bangunan ini adalah 15 cm.



Gambar 4. 13 Orientasi dan Organisasi Bangunan pada Lantai 1
Sumber: Data Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

4.2.2 Identifikasi Bukaannya

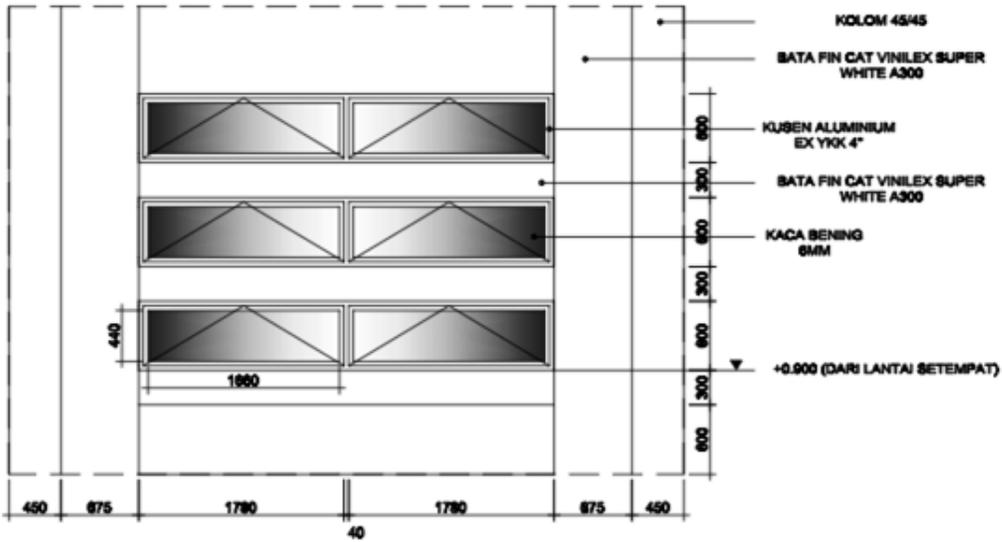
Jendela terletak diantara kolom bangunan dengan letak yang cukup tinggi. Pada gedung ini terdapat 5 tipe jendela, 3 tipe diantaranya berada pada ruang kantor dan ruang kelas sedangkan 2 tipe jendela lainnya berada di lorong atau area sirkulasi bangunan. Pada gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan yang merupakan tempat objek penelitian memiliki 66 ruang di dalamnya, 18 ruang kelas dan 48 ruang kantor.

Bukaan yang digunakan pada gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan adalah bukaan jendela geser atau (*sliding window*) dan bukaan jendela mati (*fixed windows*). Pada gedung ini bukaan jendela terdapat bukaan jendela pada setiap lantainya, baik endela hidup maupun endela mati. Bukaan jendela paling banyak pada sisi terpanjang bangunan yaitu sisi timur dan sisi barat bangunan.

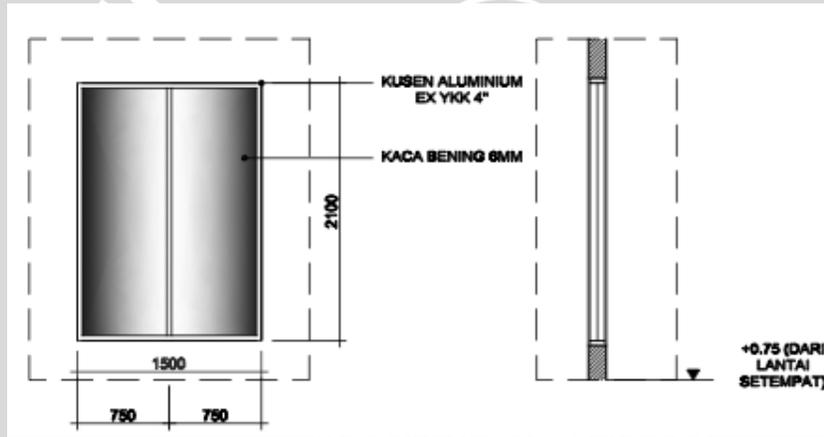
Fasade Gedung Perikanan dan Ilmu kelautan Universitas Brawijaya terdiri dari dinding, jendela dan pintu. Terdapat beberapa jenis jendela pada tiap lantai, yaitu:

J1: kusen aluminium, kaca 6mm (168 x 124 cm

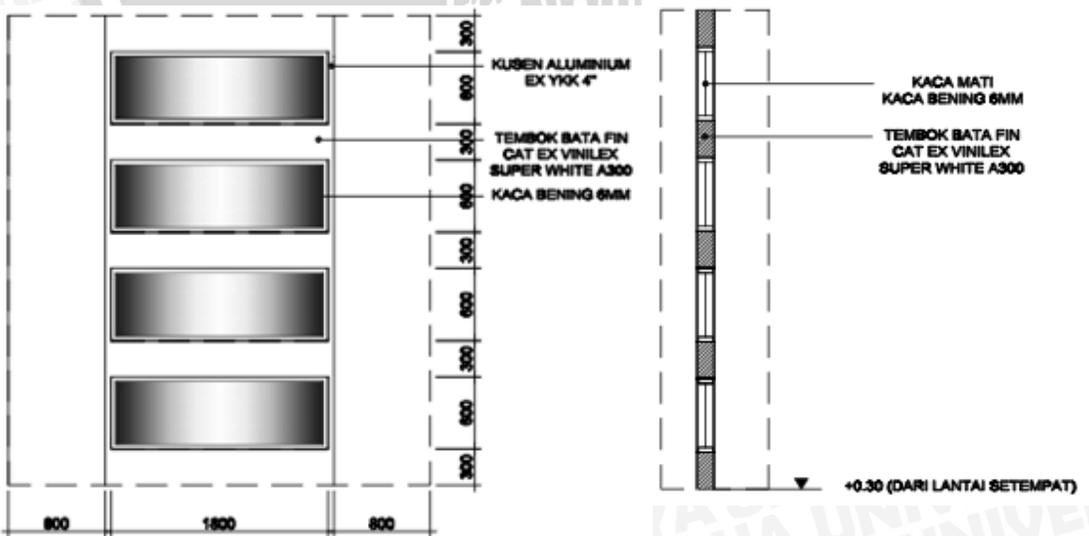




J4: kusen aluminium, kaca 6mm (210 x 150 cm)



J5: kusen aluminium, kaca 6mm (97.5 x 252 cm)



Gambar 4. 14 Detail Jendela

4.2.3 Identifikasi Pembayangan Bangunan dengan Lingkungan Sekitar

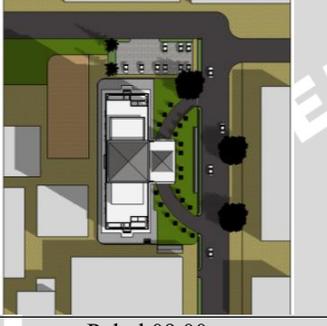
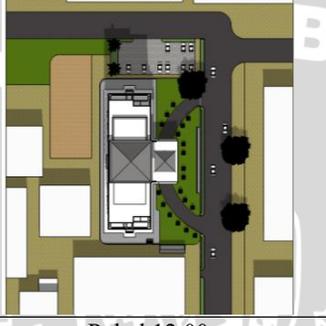
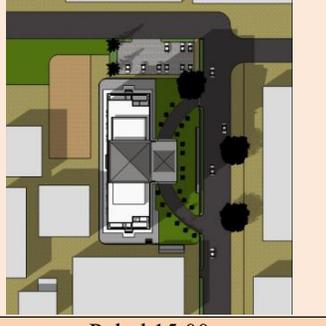
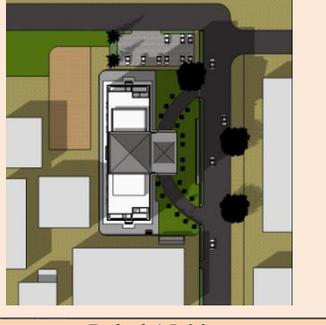


Gambar 4. 15 Bangunan Sekitar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Objek bangunan yang diteliti berada pada lingkungan Universitas Brawijaya yaitu pada area Perikanan dan Ilmu Kelautan. Pada kondisi siteplan di atas terlihat bahwa sisi selatan gedung berbatasan dengan gedung Peternakan sedangkan pada sisi barat berbatasan dengan gedung Pasca Sarjana. Gedung Peternakan pada sisi selatan bangunan merupakan bangunan dengan tinggi 3 lantai, sedangkan pada belakang bangunan yang merupakan sisi barat bangunan adalah gedung Pasca Sarjana dengan tinggi 2 lantai. Pada gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Perikanan area bukaan jendela pada sisi timur dan sisi barat bangunan, area bangunan yang bersinggungan dengan lingkungan sekitar yaitu sisi barat bangunan.

Pembayangan dari lingkungan pada bangunan akan berbeda sesuai arah mataharinya, oleh karena itu berikut merupakan olah pembayangan dari lingkungan sekitar pada bangunan sesuai arah matahari:

Tabel 4. 2 Pembayangan Lingkungan Sekitar pada Bangunan

Bulan Juni		
		
Pukul 09.00	Pukul 12.00	Pukul 15.00
Bulan Maret		
		
Pukul 09.00	Pukul 12.00	Pukul 15.00
Bulan Desember		
		
Pukul 09.00	Pukul 12.00	Pukul 15.00

Pembayangan lingkungan sekitar yang membayangi bangunan berasal dari sisi barat bangunan, yaitu berasal dari gedung Pasca Sarjana yang berada pada belakang gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Gedung Pasca Sarjana berlantai 2, sehingga pembayangan membayangi sisi belakang gedung hingga lantai 2. Dari analisa diatas maka diketahui area yang terbayangi bangunan luar, yaitu ruangan pada lantai 1 dan 2 yang berorientasi barat.



Gambar 4. 16 Denah Lantai 2

Area yang terkena pembayangan yaitu ruang yang berada pada sisi kiri bangunan yang berorientasi ke barat. Maka diambil ruang KTU sebagai sampel yang akan disimulasikan dengan bangunan luar.

4.2.4 Identifikasi Faktor Non-Teknis

Identifikasi berikut adalah berdasarkan factor non-teknis, seperti factor perijinan mengenai area mana saja yang mendapatkan perijinan untuk diteliti dan area mana saja yang mendapatkan batasan untuk tidak dapat diteliti.

Tabel 4. 3 Identifikasi Faktor Non-Teknis

Lantai	Identifikasi Faktor Non-Teknis
Lantai 1	98% ruangan dapat diteliti
Lantai 2	100% ruangan dapat diteliti
Lantai 3	100% ruangan dapat diteliti
Lantai 4	100% ruangan dapat diteliti
Lantai 5	97% ruangan dapat diteliti
Lantai 6	100% ruangan dapat diteliti
Lantai 7	100% ruangan tidak dapat diteliti
Lantai 8	100% ruangan tidak dapat diteliti

Dari identifikasi factor non-teknis diatas maka dapat diketahui bahwa tidak semua ruangan dapat diteliti untuk dijadikan sampel penelitian. Dari data tersebut menunjukkan sebagian besar ruangan dapat diteliti, beberapa lantai yang dapat dijadikan sampel antara lain lantai 1 – lantai 6.

4.2.5 Identifikasi per Lantai

Tabel 4. 4 Identifikasi tiap Lantai

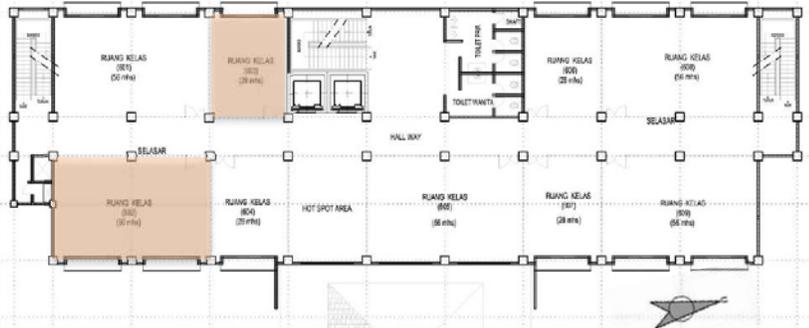
Lantai	Denah	Keterangan
Lantai 1		<ol style="list-style-type: none"> 1. Fungsi ruang kantor 2. Terdapat bukaan pencahayaan alami 3. Orientasi Timur dan Barat 4. Bentuk ruang tipikal
Lantai 2		<ol style="list-style-type: none"> 1. Fungsi ruang kantor 2. Terdapat bukaan pencahayaan alami 3. Orientasi Timur dan Barat 4. Bentuk ruang tipikal
Lantai 3		<ol style="list-style-type: none"> 1. Fungsi ruang kantor 2. Terdapat bukaan pencahayaan alami 3. Orientasi Timur dan Barat 4. Bentuk ruang tipikal
Lantai 4		<ol style="list-style-type: none"> 1. Fungsi ruang kantor 2. Terdapat bukaan pencahayaan alami 3. Orientasi Timur dan Barat 4. Bentuk ruang tipikal
Lantai 5		<ol style="list-style-type: none"> 1. Fungsi ruang kantor 2. Terdapat bukaan pencahayaan alami 3. Orientasi Timur dan Barat 4. Bentuk ruang tipikal
Lantai 6		<ol style="list-style-type: none"> 1. Fungsi ruang kelas 2. Terdapat bukaan pencahayaan alami 3. Orientasi Timur dan Barat 4. Bentuk ruang tipikal



Orientasi Timur: Ruang Guru Besar

Orientasi Barat: Ruang Sidang

3. Lantai 6



Gambar 4. 19 Denah Lt. 6

Orientasi Timur: Ruang Kelas

Orientasi Barat: Ruang Kelas



4.2.6 Identifikasi Bukaannya Lingkungan Sekitar terhadap Rekomendasi Bukaannya

Jenis bukaan yang akan dipilih berdasarkan variabel yang telah ditentukan. Pemilihan jenis bukaan tidak dipengaruhi oleh karakteristik bangunan atau bukaan yang ada di lingkungan Universitas Brawijaya. Hal ini dikarenakan jenis bukaan yang digunakan pada tiap-tiap bangunan tidak memiliki karakteristik tertentu.

Pada bangunan lama dengan jumlah lantai antara satu sampai tiga lantai, jenis bukaan yang digunakan adalah jenis



Gambar 4.14 Jendela pada sekitar gedung FPIK

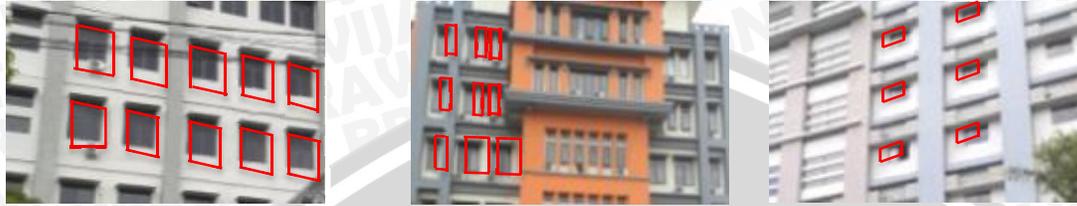
Pada gedung sekitar gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan tidak menggunakan tipe atau jenis jendela tertentu. Bentuk jendela memanjang sepanjang dinding guna memaksimalkan cahaya sesuai yang dibutuhkan ruangan perkuliahan.



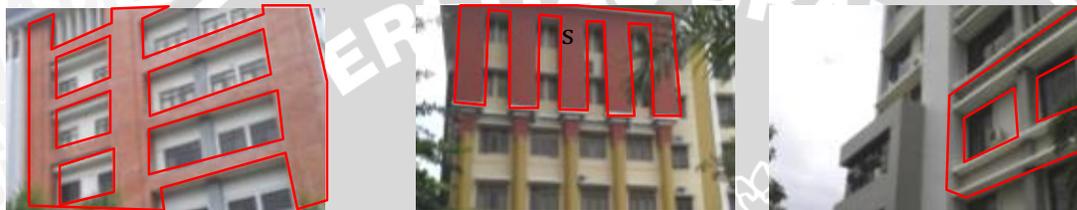
Gambar 4.16 Penerapan tritisan

Pada bangunan yang mayoritas berada pada Universitas Brawijaya yaitu *mid-rise building* menggunakan bentuk jendela yang cenderung minimalis menyesuaikan bentuk bangunannya dan dengan jenis jendela *fixed*, *casement* atau *sliding*. Jenis jendela yang

digunakan biasanya menyesuaikan sekitar atau menyesuaikan kebutuhan ruang didalamnya. menggunakan jenis peneduh *overhang* dan *self-shaded* atau kombinasi dari keduanya. Jenis peneduh yang terdapat pada bangunan sekitar yaitu menggunakan jenis peneduh *overhang* dan *self-shaded* atau kombinasi dari keduanya.



Gambar 4.17 Jenis Jendela



Gambar 4.18 Penerapan *self shaded* dan *overhang*

Berdasarkan kondisi eksisting bukaan jendela pada Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dan mayoritas *mid-rise building* yang berada pada lingkungan Universitas Brawijaya, maka dapat disimpulkan bahwa karakteristik jendela pada bangunan sekitar yaitu persegi namun tidak ditentukan persegi ataupun persegi panjangnya karena daerah sekitar memiliki ukuran yang beragam. *Shading device* pada bangunan sekitar tidak memiliki ciri dan ukuran tertentu, sehingga acuan rekomendasi desain untuk rekomendasi desain bebas. Rekomendasi desain bukaan mengacu variabel yang telah ditentukan.

4.3 Evaluasi Kondisi Eksisting Pencahayaan Alami Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

4.3.1 Analisis Elemen Peneduh (Shading Device)

Elemen pada Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan yaitu berupa *shading device* berbahan dasar beton setebal 0,09 m yang berada tepat di atas jendela. *Shading device* ini berada di sepanjang dinding yaitu dari kolom ke kolom, dengan ukuran lebar sebesar kolom yaitu 0,6 m.

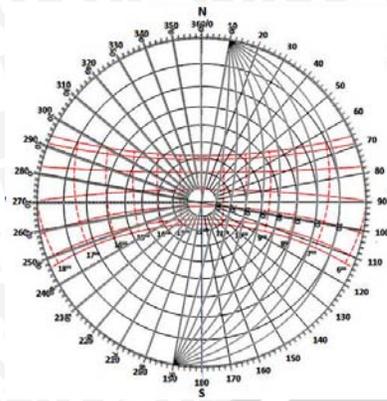


Gambar 4. 20 Foto shading device eksisting

Shading device ini berada pada dua sisi bangunan, yaitu pada orientasi Timur dan orientasi Barat bangunan. Foto diatas menunjukkan bahwa *shading device* tidak optimal dalam menaungi cahaya matahari langsung. Letak *shading device* dan ukuran yang tidak tepat dapat mengganggu aktivitas di dalam ruangan, hal ini dikarenakan silau dan panas dari matahari langsung diteruskan masuk ke dalam ruang kerja.

Dari kondisi eksisting tersebut maka perlu dilakukan pemberian rekomendasi desain pembayang eksternal (*shading device*) yang berdasarkan analisis Sudut Bayang Vertikal (SBV) dan Sudut Bayang Horisontal (SBH). Perhitungan ini disesuaikan dengan lokasi dan orientasi bangunan. Bangunan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan ini memiliki 2 orientasi, yaitu sisi Timur (azimuth 190 °) dan sisi Barat (azimuth 10 °). Pembayangan matahari diolah dengan analisis *sunpath diagram* untuk mendapatkan shading device yang paling optimal. Evaluasi ini menggunakan tiga waktu dalam satu tahun yaitu bulan Maret, Juni dan Desember berdasarkan pergerakan matahari.

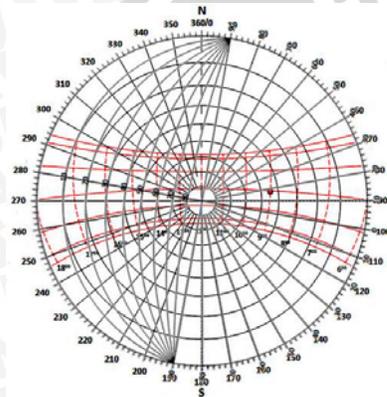
Sisi Timur (azimuth 190^0)



Tabel 4. 5 Perhitungan SBV sesuai Pergerakan Matahari

Jam	22 Juni 2016		21 Maret 2016		22 Desember 2016	
	SBH	SBV	SBH	SBV	SBH	SBV
09.00	-46	46	-18	45	+14	44
12.00	-	-	-	-	+80	86
15.00	-	-	-	-	-	-

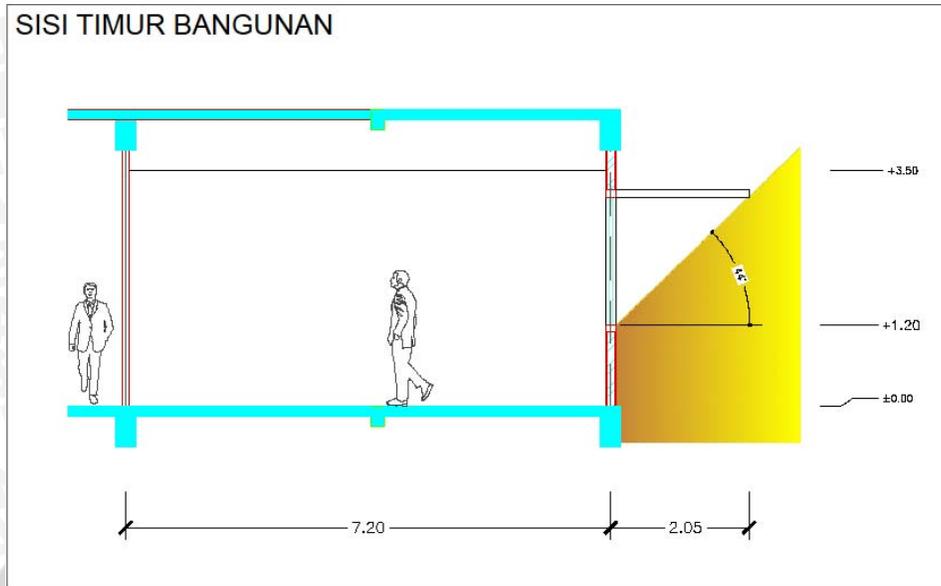
Sisi Barat (azimuth 10^0)



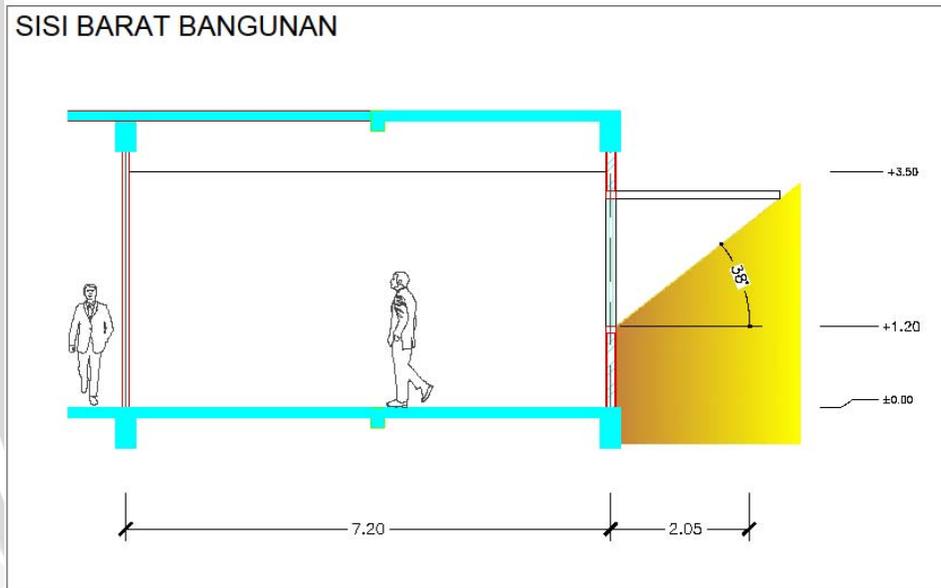
Tabel 4. 6 Perhitungan SBV sesuai Pergerakan Matahari

Jam	22 Juni 2016		21 Maret 2016		22 Desember 2016	
	SBH	SBV	SBH	SBV	SBH	SBV
09.00	-	-	-	-	-	-
12.00	+80	82	+80	88	-	-
15.00	+26	38	0	44	-34	50



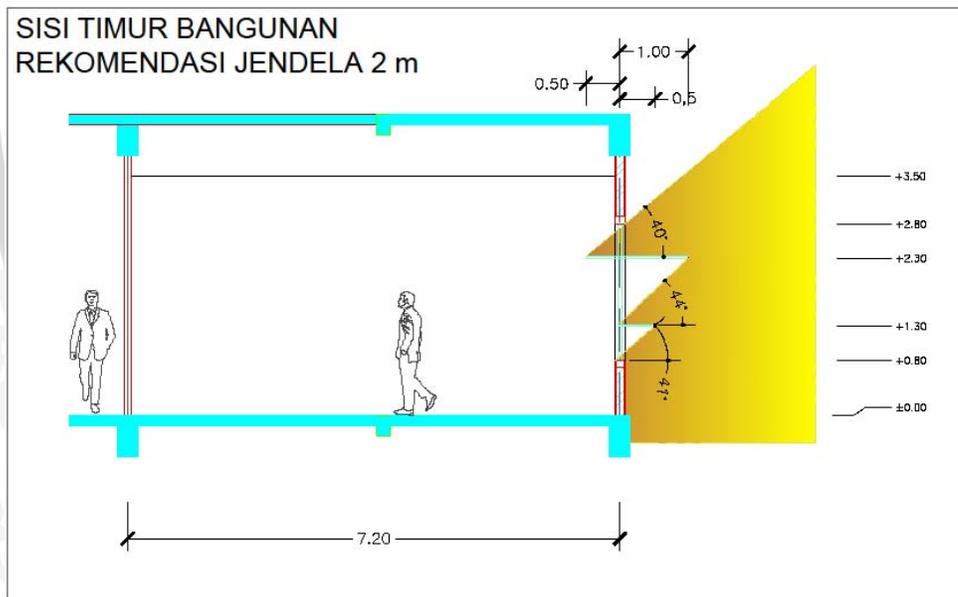
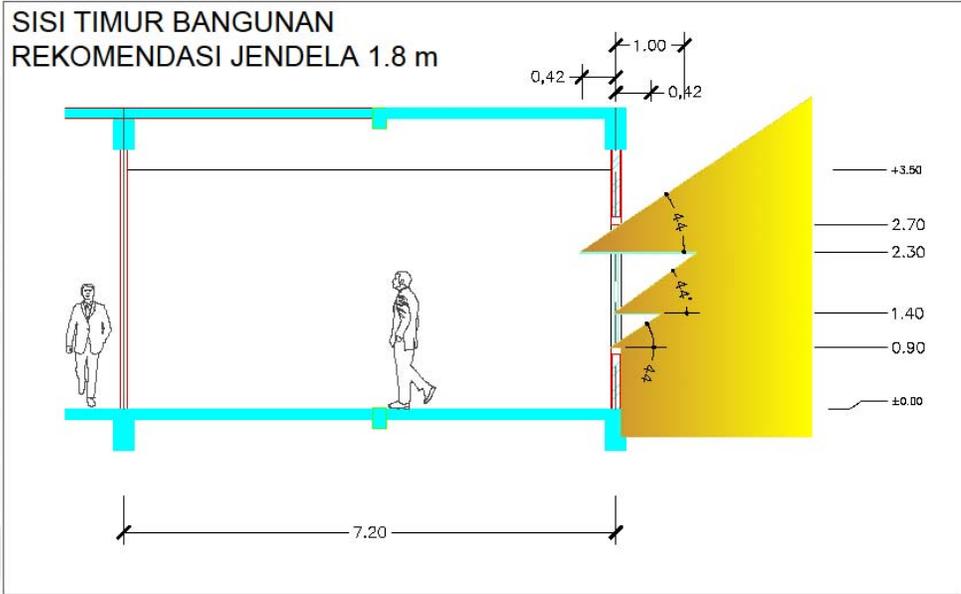


Gambar 4. 21 Visualisasi SBV sisi timur bangunan

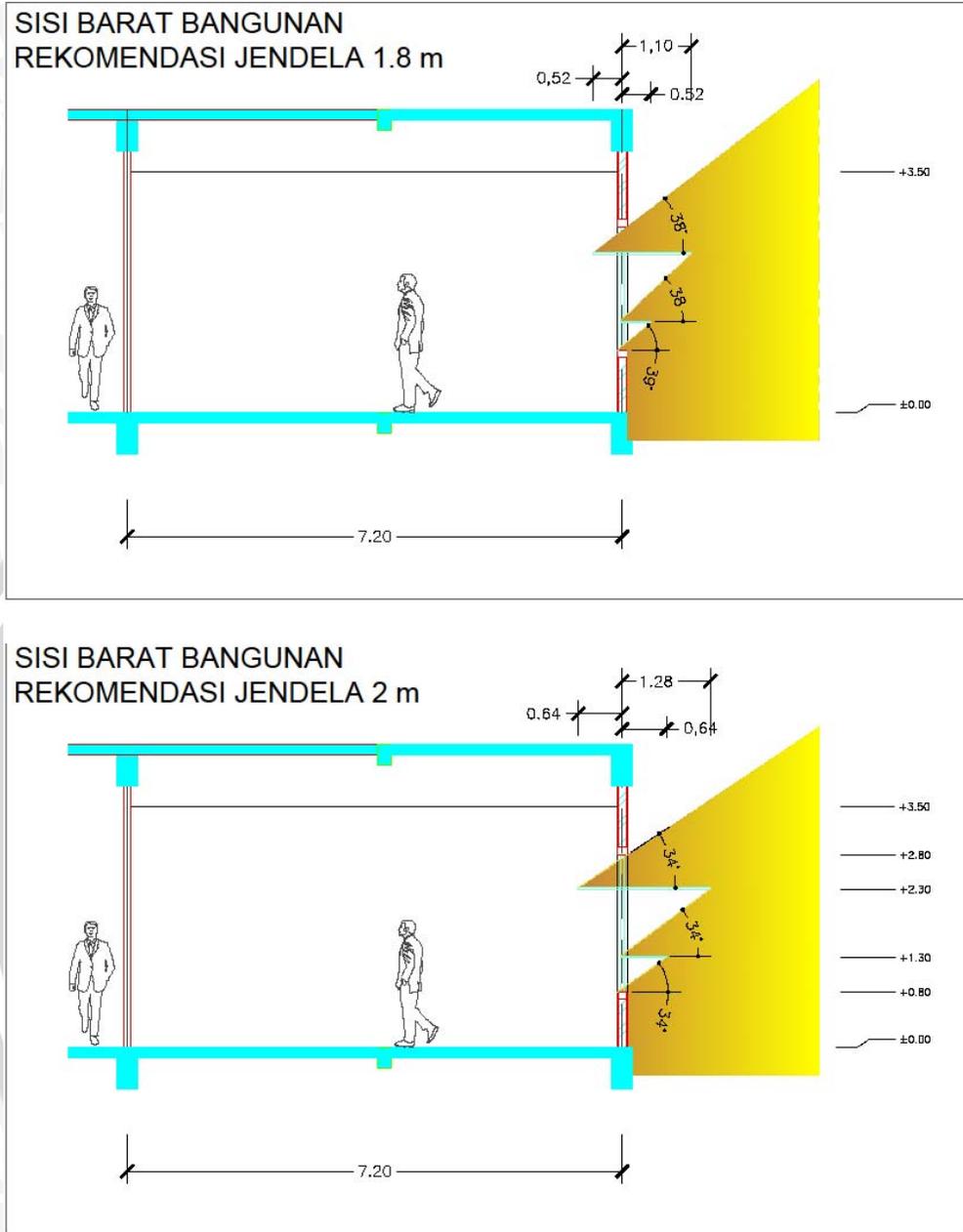


Gambar 4. 22 Visualisasi SBV sisi barat bangunan

Dari data tersebut maka diambil sudut datang cahaya paling kecil sehingga dapat mendapatkan ukuran shading device yang paling optimal dalam menaungi bukaan jendela. Perhitungan desain rekomendasi desain *shading device* untuk mengupayakan optimalisasi kinerja pembayangan matahari. Dengan perhitungan SBV maka *shading device* dapat bekerja maksimal. Dari evaluasi tersebut maka shading device diolah lagi untuk menyesuaikan pada bangunan, yaitu sebagai berikut:



Gambar 4. 24 Modifikasi Shading Device pada Orientasi Timur



Gambar 4. 25 Modifikasi *Shading Device* pada Orientasi Barat

Modifikasi *shading device* sengaja memberi ruang lebih panjang pada antar layer ditengah karena memperhitungkan jarak pandang pengguna ruangan untuk melihat ke luar jendela.

4.3.2 Analisis Kondisi Eksisting Pencahayaan Alami dengan Pengukuran Langsung

Gedung Perikanan dan Ilmu Kelautan ini memiliki bukaan pencahayaan alami dengan menerapkan *side lighting* dalam memasukkan pencahayaan alami ke dalam bangunan. Bukaan pencahayaan alami berupa jendela pada Gedung Astaka terdiri dari lima tipe jendela, tiga diantaranya pada ruang kerja dan dua diantaranya pada lorong dan area *service*. Jenis *side lighting* yang digunakan berupa jendela tipikal yakni Tipe 1 yang digunakan mayoritas pada bangunan. Jendela ini berupa jendela geser (*sliding windows*) yang dapat dimanfaatkan juga sebagai penghawaan alami. Jenis kaca yang digunakan adalah *window glass* bening dengan frame aluminium. Untuk lantai atas gedung yaitu lantai 5 – lantai 8 pada tengah bangunan menggunakan jendela dengan Tipe 2, yaitu berupa jendela mati berbentuk persegi panjang yang diulang. Jenis jendela Tipe 2 ini terdiri dari 3 – 6 buah jendela pada satu sisi dinding. Jendela ini digunakan pada ruang kelas perkuliahan. Jenis kaca yang digunakan adalah kaca *window glass* bening dengan frame aluminium.

Pembayang matahari eksternal pada Gedung Perikanan dan Ilmu Kelautan berupa shading device dengan lebar yang membentang antar kolom yaitu 5,40 m x 0,30 m yang juga menaungi area di sekeliling bangunan. Berdasarkan analisa SBV dan SBH yang disesuaikan dengan orientasi dan lokasi bangunan maka didapatkan hasil sudut jatuh bayangan pada setiapfasadnya. Gedung Perikanan dan Ilmu Kelautan memiliki 2 orientasi yaitu 10 ° Azimuth Barat, 190 ° Azimuth Timur. Pembayangan dari matahari eksisting dievaluasi dengan menggunakan analisis sunpath diagram untuk mengetahui kinerja selubung gedung objek yang diteliti. Evaluasi menggunakan tiga waktu yang mewakili dalam satu tahun yaitu adalah bulan Maret, Juni dan Desember didasari pergerakan matahari.

Berikutnya adalah pengukuran intensitas pencahayaan alami dalam ruangan Gedung Perikanan dan Ilmu Kelautan. Ruang yang diteliti berjumlah 6 ruang. Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2016 selama dua hari di jam yang sama yaitu pada pukul 10.00 WIB. Alat yang digunakan dalam penelitian berupa 2 buah Luxmeter, catatan, alat tulis, alat pengukur meter, dan denah Gedung Astaka. Hasil dari penelitian kondisi eksisting Gedung Astaka akan menunjukkan tingkat pencahayaan alami pada tiap ruang, faktor langit yang terjadi pada Gedung Astaka dengan kondisi selubung bangunan dan bukaan pencahayaan alami, yang kemudian menjadi bahan dasar simulasi strategi desain.

Gedung Perikanan dan Ilmu Kelautan memiliki jumlah lantai 8, dari 8 lantai tersebut di ambil sampel 2 ruang yang akan diteliti dari lantai 2, lantai 4 dan lantai 6. Pertimbangan pengambilan sampel ini adalah orientasi ruangan yang sama, menggunakan tipe jendela yang sama, fungsi ruang yang sama dan beberapa ruangan yang tipikal. Titik ukur berdasarkan

SNI 03-2396-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung dengan ketinggian 0,75 m. Titik Ukur Samping (TUS) 0,50 m dari dinding bukaan, dan jarak maksimal antar titik 2,00 m.

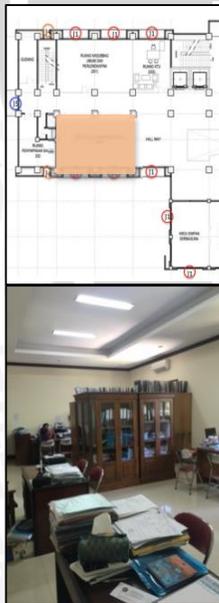
A. Lantai 2



Gambar 4. 26 Denah Lantai 2

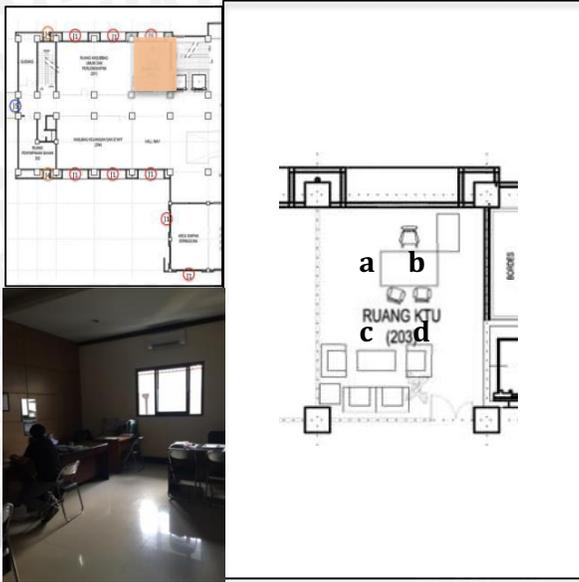
Lantai 2 terdiri dari 10 ruangan dengan fungsi ruang kantor. Jendela Tipe 1 (17), Jendela Tipe 4 (4), Jendela Tipe 5 (2).

a. Ruang Keuangan dan Staff – Orientasi Timur



Titik Ukur	Tingkat pencahayaan (Lux)	
	10.00 WIB 2 / 10 / 2016	10.00 WIB 3 / 10 / 2016
A	85 Lux	96 Lux
B	84 Lux	81 Lux
C	114 Lux	77 Lux
D	99 Lux	59 Lux
E	360 Lux	342 Lux
F	490 Lux	435 Lux
G	729 Lux	691 Lux
H	588 Lux	489 Lux

b. Ruang KTU – Orientasi Barat



Titik Ukur	Tingkat pencahayaan (Lux)	
	10.00 WIB 2 / 10 / 2016	10.00 WIB 3 / 10 / 2016
A	275 Lux	289 Lux
B	375 Lux	401 Lux
C	97 Lux	115 Lux
D	68 Lux	82 Lux

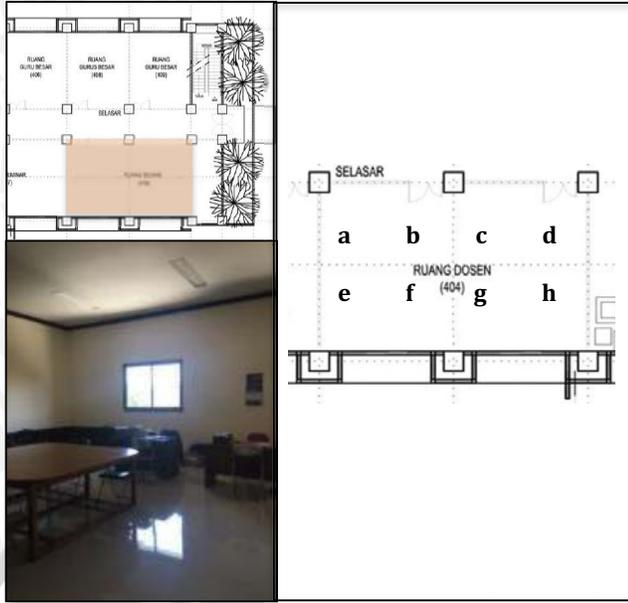
B. Lantai 4



Gambar 4. 27 Denah Lt. 4

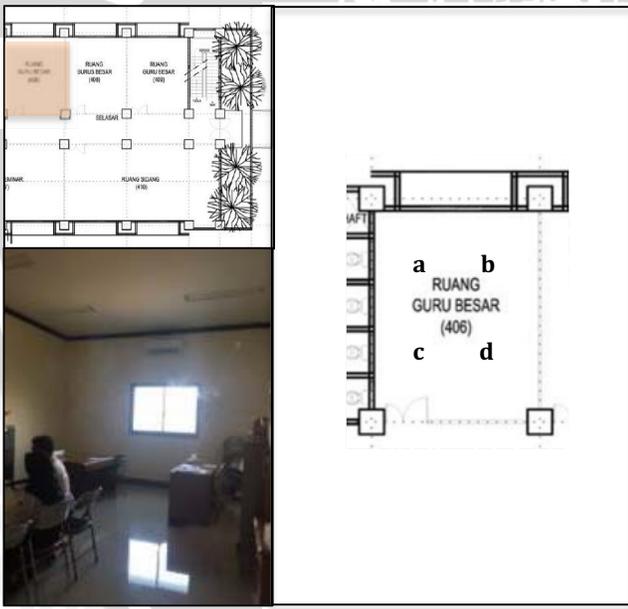
Lantai 4 terdiri dari 10 ruangan dengan fungsi ruang kantor. Jendela Tipe 1 (14), Jendela Tipe 4 (2), Sample ruangan yang di pilih adalah Ruang Seminar (orientasi Timur) dan Ruang Guru Besar (orientasi Barat)

1. Ruang Seminar – Orientasi Timur



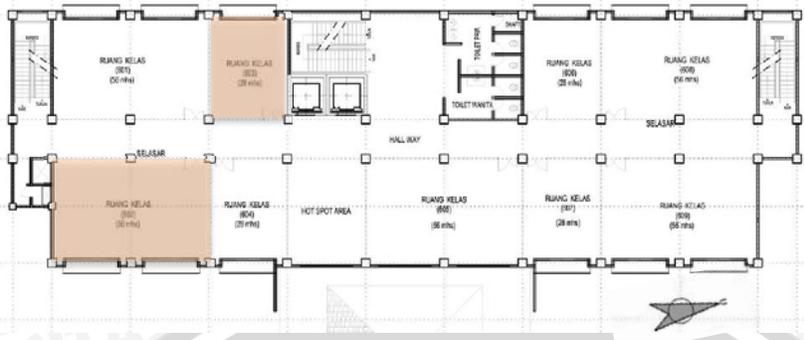
Titik Ukur	Tingkat pencahayaan (Lux)	
	10.00 WIB 2 / 10 / 2016	10.00 WIB 3 / 10 / 2016
A	230 Lux	291 Lux
B	150 Lux	179 Lux
C	264 Lux	247 Lux
D	92 Lux	202 Lux
E	371 Lux	402 Lux
F	223 Lux	430 Lux
G	410 Lux	480 Lux
H	337 Lux	422 Lux

2. Ruang Guru Besar – Orientasi Barat



Titik Ukur	Tingkat pencahayaan (Lux)	
	10.00 WIB 2 / 10 / 2016	10.00 WIB 3 / 10 / 2016
A	319 Lux	451 Lux
B	428 Lux	472 Lux
C	120 Lux	310 Lux
D	173 Lux	336 Lux

C. Lantai 6



Gambar 4. 28 Denah Lt. 6

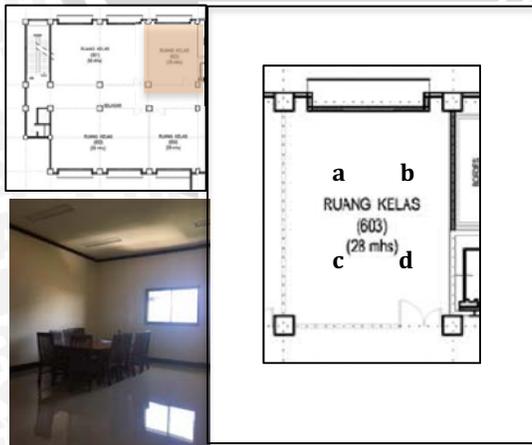
Lantai 6 terdiri dari 9 ruang dengan fungsi ruang kelas. Jendela Tipe 1 (14), Jendela Tipe 2 (4), Sample ruangan yang di pilih adalah Ruang Kelas (orientasi Timur) dan Ruang Kelas (orientasi Barat).

1. Ruang Kelas – Orientasi Timur



Titik Ukur	Tingkat pencahayaan (Lux)	
	10.00 WIB 2 / 10 / 2016	10.00 WIB 3 / 10 / 2016
A	96 Lux	127 Lux
B	81 Lux	122 Lux
C	77 Lux	132 Lux
D	69 Lux	112 Lux
E	342 Lux	425 Lux
F	335 Lux	412 Lux
G	391 Lux	457 Lux
H	387 Lux	423 Lux

2. Ruang Kelas – Orientasi Barat



Titik Ukur	Tingkat pencahayaan (Lux)	
	10.00 WIB 2 / 10 / 2016	10.00 WIB 3 / 10 / 2016
A	319 Lux	451 Lux
B	428 Lux	472 Lux
C	120 Lux	310 Lux
D	173 Lux	336 Lux

4.3.3 Analisis Tingkat Pencahayaan dengan Simulasi Software DIALux

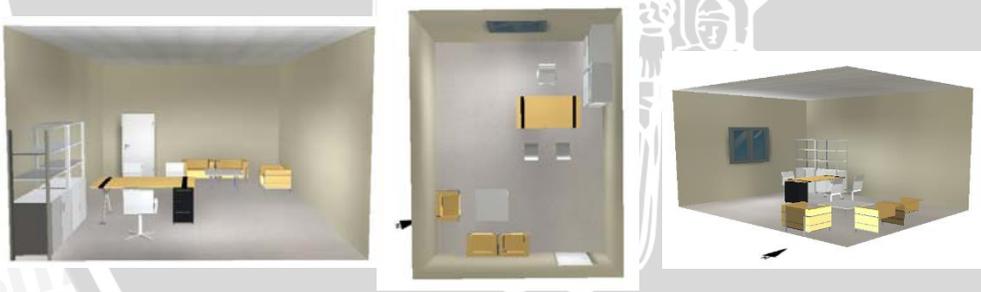
Tahapan simulasi dilakukan yaitu dengan memasukkan data kondisi eksisting bangunan ke dalam program yang telah ditentukan yaitu software DIALux. DIALux merupakan program simulasi digital yang bertujuan dapat mengetahui tingkat pencahayaan alami maupun buatan pada suatu bangunan. Pada tahapan ini pengukuran yang digunakan pada ruang sample pada tiap lantai. Hal ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara pengukuran langsung dan pengukuran menggunakan program DIALux.

Berdasarkan standar SNI 03-6197-2000 diketahui bahwa standar pencahayaan untuk ruang kantor adalah 300-350 lux, sedangkan rata-rata tingkat pencahayaan alami yang masuk pada ruang kantor Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan adalah 125 Lux. Pada data tersebut dapat dilihat bahwa tingkat cahaya pada gedung yang masuk ke dalam ruangan terhitung rendah, terutama pada ruangan bagian dalam. Penyebaran yang tidak merata ini disebabkan karena dimensi bukaan pada bangunan eksisting. Pada Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan ini terdiri dari 2 sample pada lantai-lantai tertentu, datanya sebagai berikut:

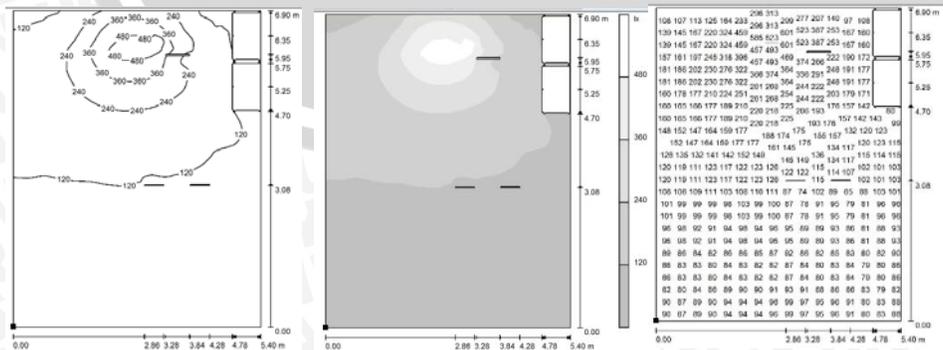
A. Lantai 2

Pada dua ruang sample disimulasikan sesuai kondisi eksisting untuk mengetahui tingkat cahaya pada ruangan, yaitu:

1. Ruang KTU – Orientasi Barat



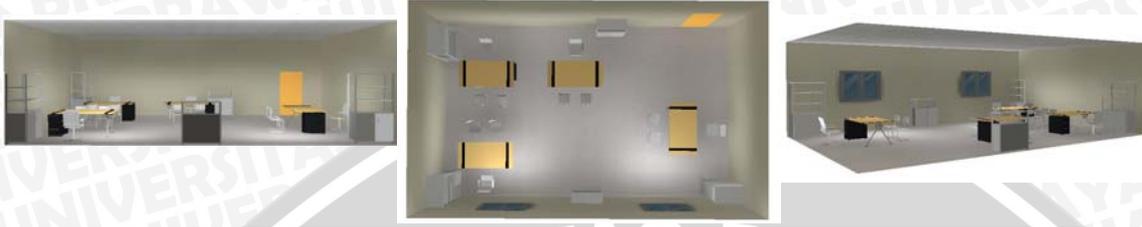
Gambar 4. 29 Simulasi Eksisting



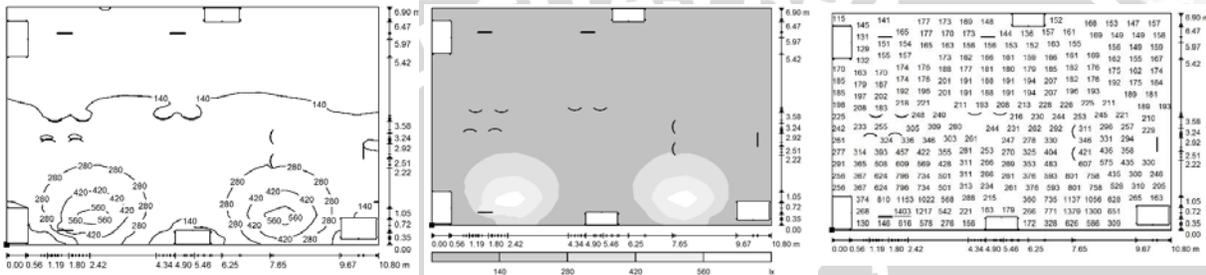
Gambar 4. 30 Simulasi Eksisting

Pada kondisi eksisting didapatkan rata-rata tingkat pencahayaan sebesar 153 lux dengan tingkat pencahayaan terendah sebesar 54 lux dan tertinggi 623 lux pada area sekitar jendela.

2. Ruang Keuangan – Orientasi Timur



Gambar 4. 31 Simulasi Eksisting



Gambar 4. 32 Simulasi Eksisting

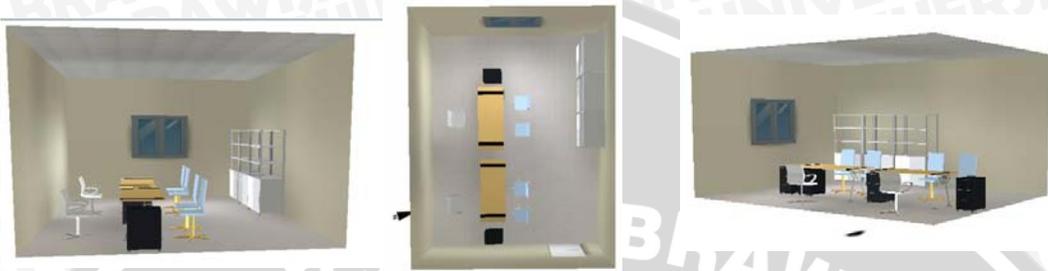
Pada kondisi eksisting didapatkan rata-rata tingkat pencahayaan sebesar 192 lux dengan tingkat pencahayaan terendah sebesar 62 lux dan tertinggi 737 lux pada area sekitar jendela.



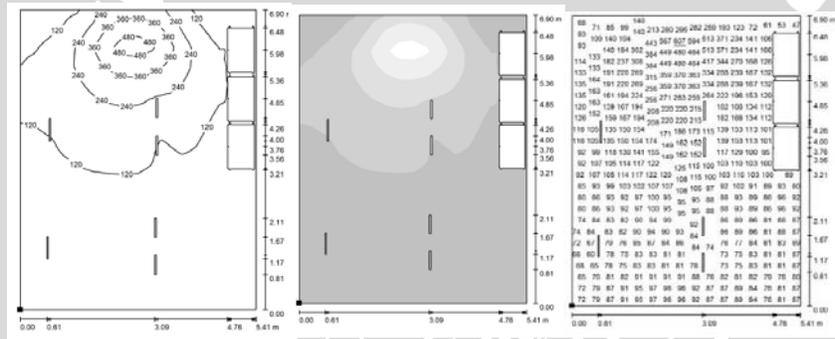
B. Lantai 4

Pada dua ruang sample disimulasikan sesuai kondisi eksisting untuk mengetahui tingkat cahaya pada ruangan, yaitu:

1. Ruang Guru – Orientasi Barat



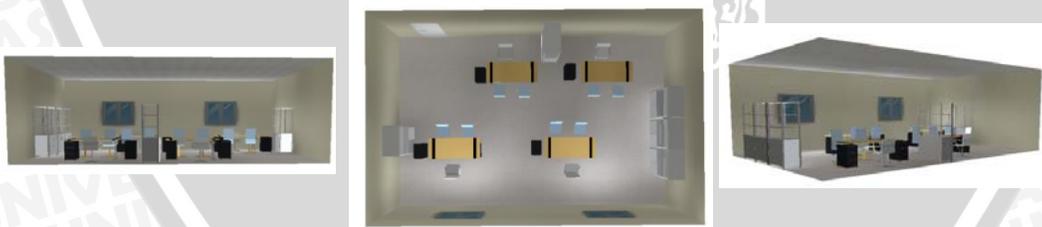
Gambar 4. 33 Hasil Simulasi Eksisting



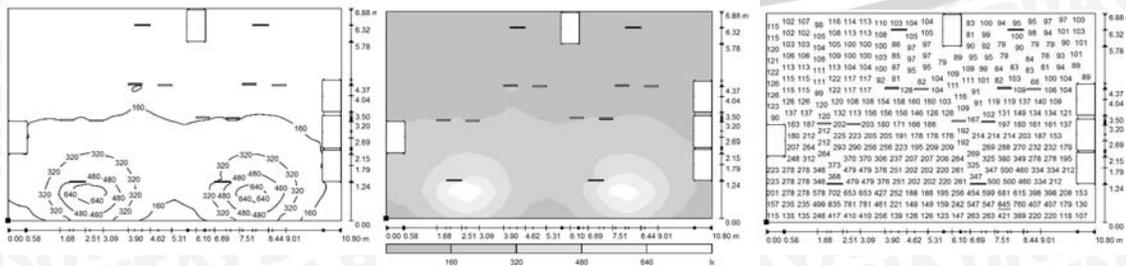
Gambar 4. 34 Hasil Simulasi Eksisting

Pada kondisi eksisting didapatkan rata-rata tingkat pencahayaan sebesar 143 lux dengan tingkat pencahayaan terendah sebesar 37 lux dan tertinggi 607 lux pada area sekitar jendela

2. Ruang Sidang – Orientasi Timur



Gambar 4. 35 Hasil Simulasi Eksisting



Gambar 4. 36 Hasil Simulasi Eksisting

Pada kondisi eksisting didapatkan rata-rata tingkat pencahayaan sebesar 193 lux dengan tingkat pencahayaan terendah sebesar 54 lux dan tertinggi 845 lux pada area sekitar jendela.

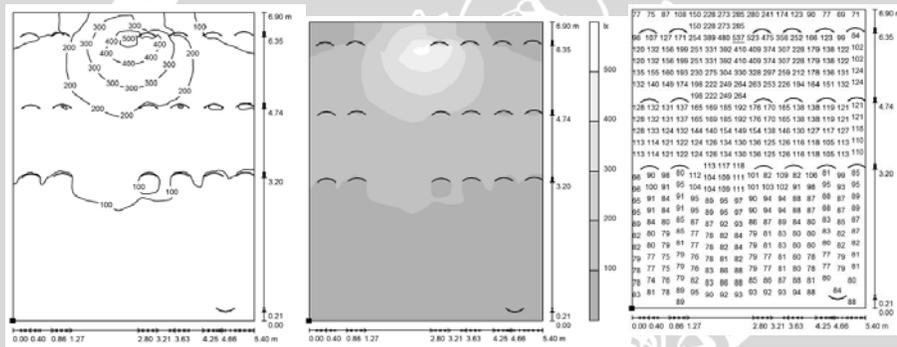
C. Lantai 6

Pada dua ruang sample disimulasikan sesuai kondisi eksisting untuk mengetahui tingkat cahaya pada ruangan, yaitu:

1. Ruang Kelas – Orientasi Barat



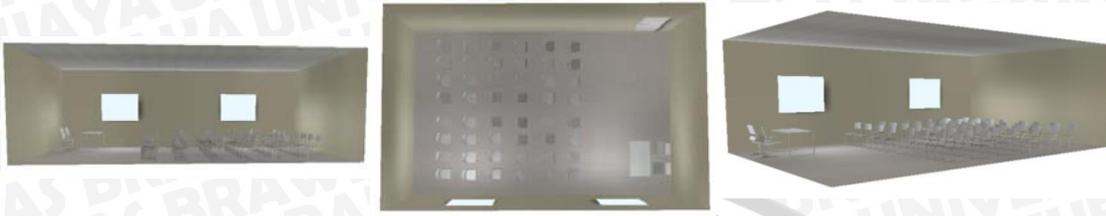
Gambar 4. 38 Hasil Simulasi Eksisting



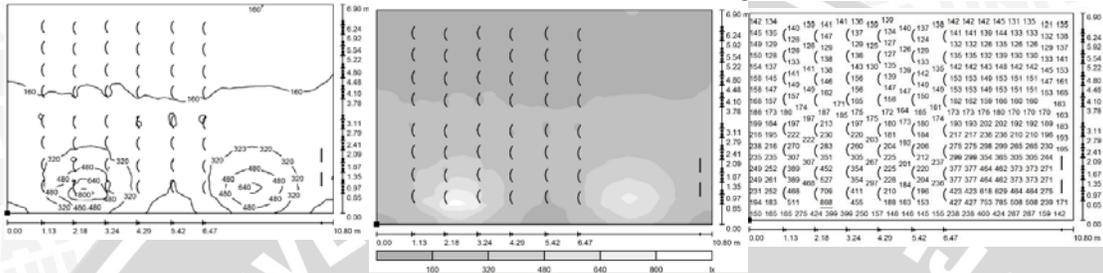
Gambar 4. 37 Hasil Simulasi Eksisting

Pada kondisi eksisting didapatkan rata-rata tingkat pencahayaan sebesar 134 lux dengan tingkat pencahayaan terendah sebesar 58 lux dan tertinggi 537 lux pada area sekitar jendela.

2. Ruang Kelas – Orientasi Timur



Gambar 4. 39 Hasil Simulasi Eksisting



Gambar 4. 40 Hasil Simulasi Eksisting

Pada kondisi eksisting didapatkan rata-rata tingkat pencahayaan sebesar 215 lux dengan tingkat pencahayaan terendah sebesar 99 lux dan tertinggi 868 lux pada area sekitar jendela.

4.3.4 Validasi Data Pengukuran Lapangan dan Simulasi Digital

Tahap selanjutnya setelah melakukan analisis pengukuran lapangan adalah melakukan simulasi digital ruangan eksisting dengan waktu dan kondisi yang sama saat melakukan pengukuran lapangan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui hasil simulasi menggunakan *software* DIALux 4.12 adalah valid dan hasil yang didapatkan nantinya tidak berbeda jauh dengan pengukuran lapangan. Strategi desain yang akan dibahas akan menggunakan *software* DIALux 4.12 dengan beragam percobaan desain maka validasi data simulasi digital ini sangat diperlukan. Untuk mengetahui hasil simulasi yang dilakukan telah sesuai dengan hasil pengukuran langsung adalah dengan mencari perbedaan hasil simulasi digital dan hasil pengukuran lapangan (*relative error* (%)). Semakin kecil persentase *relative error* yang dihasilkan maka semakin kecil perbedaan hasil simulasi digital dan pengukuran lapangan. Untuk mengetahui *relative error* tersebut menggunakan rumus:

$$Relative\ error\ (\%) = \frac{a-b}{b} \times 100$$

Keterangan:

a : Tingkat pencahayaan alami pengukuran lapangan

b : Tingkat pencahayaan alami simulasi digital

Pada simulasi eksisting ini mengambil salah satu sampel ruang yakni Kasbeg Keuangan pada Lantai 2, dengan waktu pengukuran lapangan tanggal 2 Oktober 2016 dan 3 Oktober 2016 pada pukul 10.00 WIB.

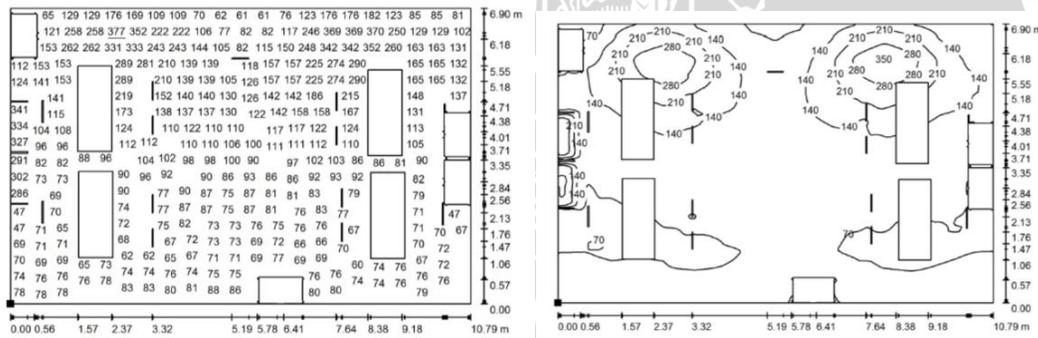
Tabel 4. 7 Validasi Data Pengukuran Lapangan dan Simulasi Digital
Tingkat Pencahayaan Alami (lux)

Titik Ukur	10.00 WIB (2 Oktober 2016)		10.00 WIB (3 Oktober 2016)	
T1	85 lux	113 lux	96 lux	108 lux
T2	84 lux	143 lux	81 lux	125 lux
T3	114 lux	138 lux	77 lux	127 lux
T4	99 lux	120 lux	59 lux	118 lux
T5	460 lux	430 lux	442 lux	442 lux
T6	360 lux	343 lux	342 lux	338 lux
T7	439 lux	454 lux	691 lux	501 lux
T8	588 lux	564 lux	489 lux	612 lux
Relative Error	3,2 %		4,1%	

Keterangan:

A : Tingkat pencahayaan alami pengukuran lapangan

B : Tingkat pencahayaan alami simulasi digital



Gambar 4. 41 Simulasi Digital Eksisting Ruang Kasubag pada Lantai 2

Setelah dilakukan simulasi digital dengan kondisi eksisting didapatkan bahwa tingkat pencahayaan alami pada ruangan dibandingkan antara pengukuran survey lapangan dan simulasi digital tidak berbeda jauh.

4.4 Strategi Rekomendasi Desain Pencahayaan Alami pada Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Setelah melakukan survey pada ruang sample, didapat data pencahayaan alami Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan maka disimpulkan bahwa iluminasi pencahayaan alami pada gedung tersebut dibawah standar kebutuhan pencahayaan untuk ruang kantor dan ruang kelas. Dibutuhkan modifikasi bukaan pencahayaan alami yang dapat mengoptimalkan iluminasi pencahayaan alami pada ruang kerja dan penambahan *shading device* yang optimal untuk mengurangi silau masuk ke dalam ruangan demi kenyamanan pengguna. Hasil dari evaluasi tersebut akan menjadi strategi rekomendasi desain yang disimulasikan dengan software DIALUX 4.12. Ruang yang disimulasikan mengacu pada sample masing-masing fungsi dan masing-masing orientasi yaitu terdiri dari 4 ruang kantor dan 2 ruang kelas. Waktu yang digunakan dalam simulasi ini adalah 22 Maret, 22 Juni dan 22 Desember berdasarkan perwakilan pergerakan matahari selama setahun.

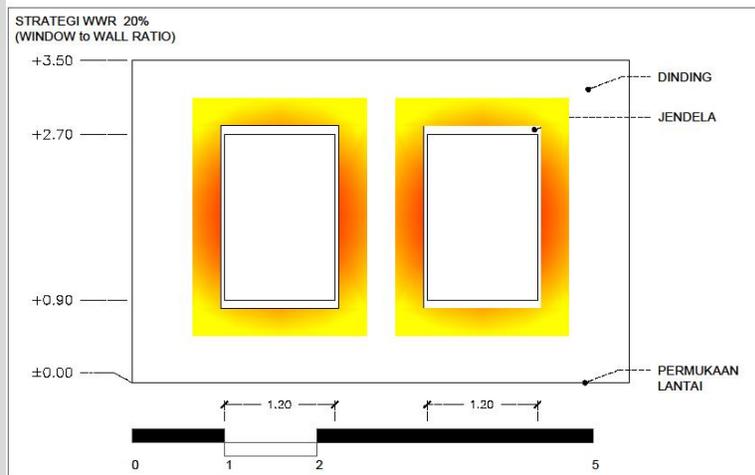
Rekomendasi desain yang paling optimal didapatkan dari hasil evaluasi simulasi dari beberapa strategi rekomendasi desain. Strategi rekomendasi desain didapatkan dari pengolahan *Window to Wall Ratio (WWR)* pada bidang bukaan pencahayaan alami pada bangunan dan pengolahan nilai Sudut Bayang Vertikal (SBV) yang akan menjadi patokan pemilihan bentuk serta ukuran *shading device* yang diaplikasikan pada bukaan. *Window to Wall Ratio (WWR)* adalah rasio bukaan jendela pada dinding bidang kerja bangunan. Proses analisis dimulai dari menentukan berapa besar WWR yang akan disimulasikan. Setelah terpilih berapa besaran WWR yang akan dipilih kemudian diaplikasikan elemen peneduh sesuai dengan SBV bangunan. Kombinasi bukaan jendela dan elemen peneduh tersebut kemudian disimulasikan pada model 3D sample-sample ruang pada Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.

Bukaan eksisting Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan adalah bukaan dengantipe slide window dengan dimensi bukaan sebesar 1,64 m x 1,24 m dengan jumlah satu pada setiap modul kolomnya dan pada 3 ruang di lantai 6, lantai 7, lantai 8 terdapat ruangan dengan dimensi bukaan jendela yang terlalu besar. Perbedaan tersebut menyebabkan tingkat pencahayaan alami yang masuk ke dalam ruangan menjadi berbeda. Pada mayoritas ruangan yang menggunakan jendela tipe J1 diketahui tingkat pencahayaan alaminya dibawah standar, sedangkan pada 3 ruang yang menggunakan bukaan jendela tipe J2 dikrtahui rata-rata tingkat pencahayaannya di atas rata-rata standar.

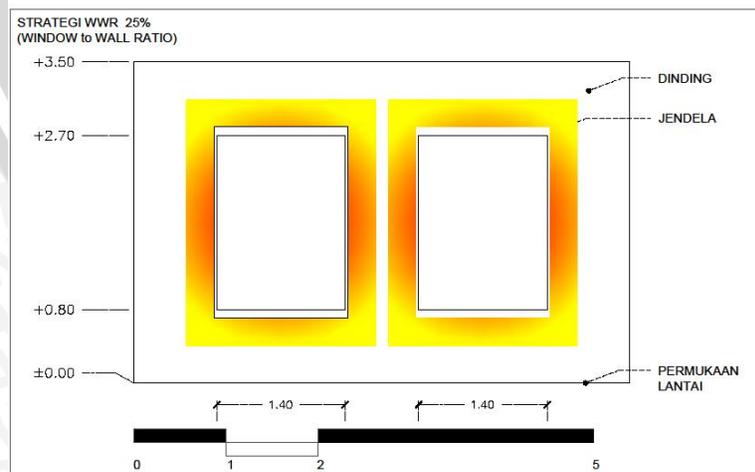
Untuk itu dibutuhkan perubahan dengan cara modifikasi dimensi bukaan pada ruangan yang sudah diteliti, modifikasi tersebut berdasarkan SNI 03-2396-2001 yang

menyebutkan bahwa bukaan yang baik pada ruangan sedikitnya adalah 20% dari luas dinding keseluruhan pada ruangan tersebut. Untuk itu rekomendasi akan dilakukan dengan membandingkan antara penggunaan bukaan kondisi eksisting dengan bukaan yang sudah dimodifikasi.

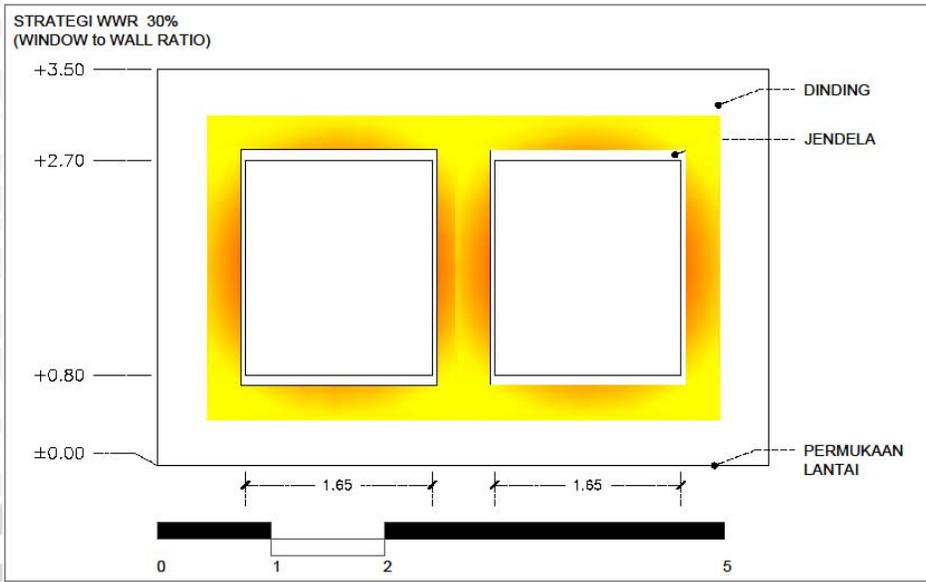
Rekomendasi desain memodifikasi dimensi bukaan jendela eksisting dan jumlah bukaan jendela. Penambahan *internal light shelves* dan *shading device* dalam optimalisasi SBV serta untuk melindungi pengguna ruang dari paparan matahari langsung. Hasil dari evaluasi tersebut kemudian akan menjadi bahan strategi desain yang disimulasikan dengan software DIALux 4.12. Waktu yang digunakan dalam simulasi ini adalah tanggal 22 Maret, 22 Juni dan 22 Desember yaitu berdasarkan perwakilan pergerakan matahari selama satu tahun.



Gambar 4. 43 Strategi WWR 20%



Gambar 4. 42 Strategi WWR 25%

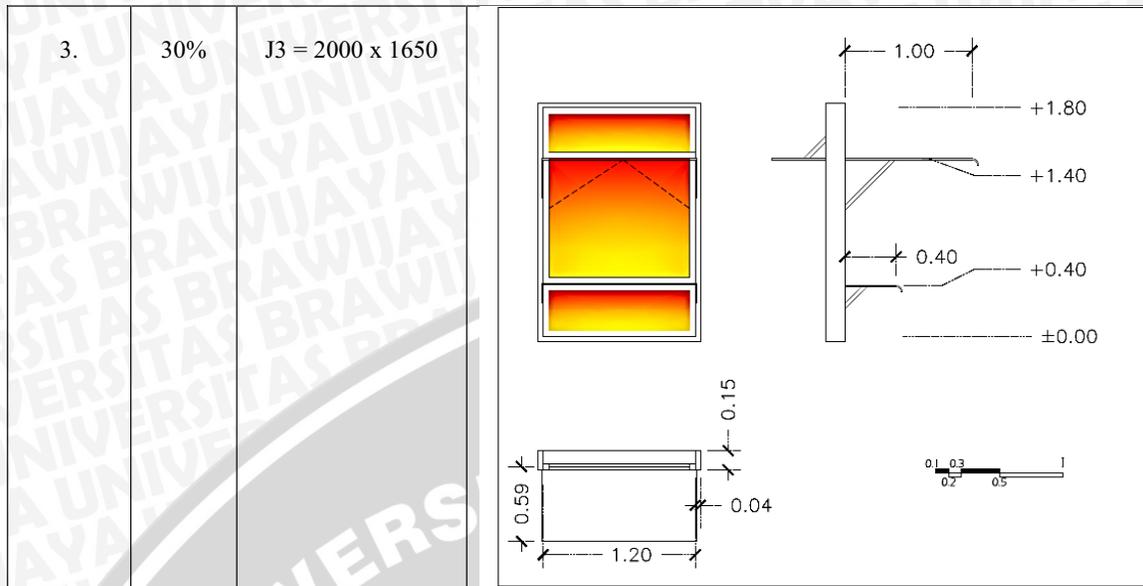


Gambar 4. 44 Strategi WWR 30%



Tabel 4. 8 Rekomendasi Desain Bukaan Pencahayaan Alami

Rek. Desain	WWR	Dimensi (mm)	Bukaan Jendela
1.	20%	J1 = 1800 x 1200	
2.	25%	J2 = 2000 x 1400	



Pada skenario rekomendasi desain menggunakan dua ukuran tinggi jendela yaitu 1,80 m dan 2,00 m. hal ini akan dikelompokkan sesuai strategi WWR dan orientasi jendela yang diberi elemen peneduh (*shading device*). Penggolongan skenario rekomendasi desain yaitu arah orientasi dari ruang sample yang digunakan dalam simulasi.

4.4.1 Strategi Rekomendasi Desain dengan Orientasi Bangunan Timur

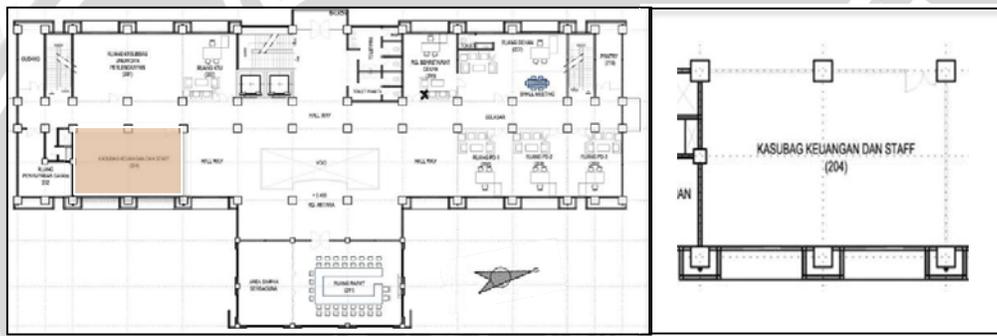
Strategi rekomendasi desain ini akan membahas 3 skenario WWR pada 3 ruang sample dari lantai 2, lantai 4 dan lantai 6. Pada strategi rekomendasi desain ini yang dilakukan adalah dengan memodifikasi, merubah dan mencoba bukaan pencahayaan alami yang dipadukan dengan olah elemen peneduh (*shading device*) yang sesuai dengan SBV orientasi bangunan. Pada kondisi eksisting bangunan Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan memiliki bukaan pencahayaan alami yaitu berupa jendela pada tiap ruang dengan dimensi 1,68 m x 1,24 m dengan material kaca bening. Berdasarkan analisis kebutuhan pencahayaan alami untuk ruang kantor dan ruang kelas, bukaan jendela eksisting tidak dapat memenuhi standard lux kebutuhan pencahayaan alami ruang sehingga bukaan jendela tidak memungkinkan untuk tetap digunakan. Dibutuhkan modifikasi jendela untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan alami ruang kerja.

Berdasarkan analisis kondisi eksisting yang tidak dapat memaksimalkan pencahayaan alami pada ruang kerja maka persentase WWR pada bidang diperbesar. Bentuk lantai dan bentuk ruang yang tipikal dengan bentang antar kolom 5,40 m, lebar 7,20 m dan tinggi ruangan 3,50 m, sehingga dapat dimodifikasi dimensi jendela pada bidang tersebut. Pada sisi orientasi bagian timur, bukaan jendela dimodifikasi dengan *shading device* yang

disesuaikan menurut perhitungan Sudut Bayang Vertikal (SBV). Pada orientasi timur dianalisis menerima sudut terkecil 44° menghasilkan *shading device* yang telah diolah. Terdapat layer *shading device* pada bagian luar jendela serta pada bagian dalam jendela. Pada sisi yang menghadap keluar terdapat 2 layer yaitu layer pertama pada ketinggian 2,30 m dari lantai dengan lebar 1,00 m dan layer kedua pada ketinggian 1,30 m dari lantai dengan lebar 0,50 m. Pada sisi bagian dalam jendela berada pada ketinggian 2,30 m sehingga tidak mengganggu aktifitas manusia didalam ruangan dengan lebar 0,50 m.

4.4.1.1 Lantai 2 – Ruang Keuangan

Ruangan ini memiliki luas $77,76 \text{ m}^2$ dengan ketinggian plafond 3,50 m. Fungsi dari ruangan ini yaitu ruang kantor dengan kondisi eksisting dua buah bukaan pencahayaan alami sebesar $1,68 \text{ m} \times 1,24 \text{ m}$ yang membutuhkan modifikasi.



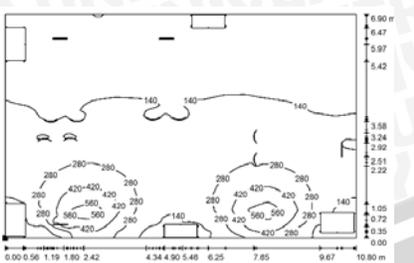
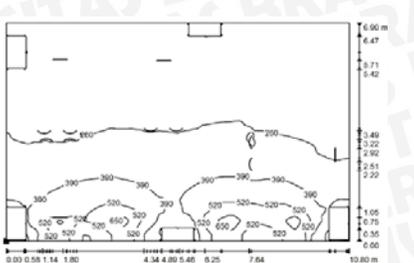
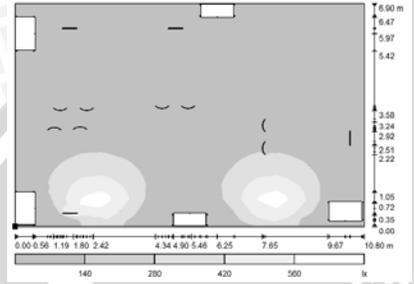
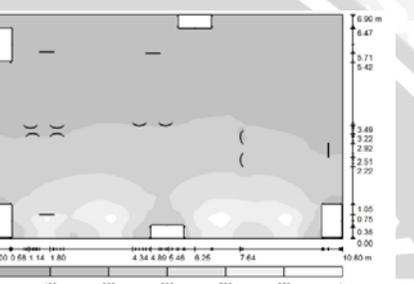
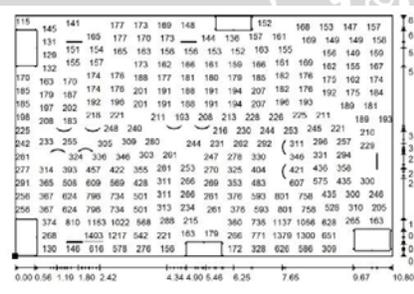
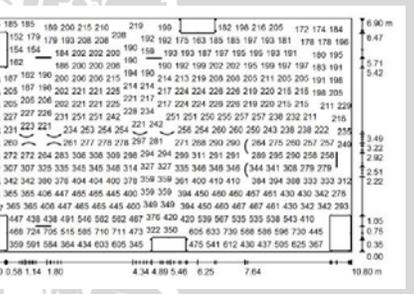
Gambar 4. 45 Ruang Keuangan pada Lantai 2

A. Strategi Rekomendasi Desain 1: *Window to Wall Ratio* 20%

Cara kerja strategi rekomendasi desain yaitu merubah dimensi bukaan pada bidang kerja dengan harapan dapat mengoptimalkan pencahayaan alami yang masuk ke dalam ruang. Strategi pertama dimulai dari memodifikasi prosentase bukaan terhadap luasan dindingnya sebesar 20% berbeda dari kondisi eksisting sebesar 5%. Dengan tipe *sidelighting* berupa jendela $1,80 \text{ m} \times 1,20 \text{ m}$ yang berada pada 0,90 m dari lantai. Strategi rekomendasi desain ini kan disimulasikan pada tiap sample ruang. Pada ruang kelas ini terdapat 4 bukaan modifikasi jendela yang terbagi 2 pada setiap antar kolom. Setiap rekomendasi desain digabungkan dengan modifikasi *shading device* sesuai SBV, pada sisi timur bangunan mendapatkan sudut 44° . *Shading device* yang digunakan memiliki 2 layer pada sisi luar jendela dan 1 layer pada sisi dalam jendela.

Untuk mengetahui kinerja pencahayaan alami dari strategi rekomendasi tersebut maka disimulasikan menggunakan *software* DIALux. Pengukuran dilakukan pada 22 Maret 2016, 22 Juni 2012 dan 22 Desember 2016. Analisanya sebagai berikut:

Tabel 4. 9 Simulasi Pencahayaan Strategi 1 pada Ruang Keuangan Lantai 2

KONTUR GARIS	Kondisi Eksisting	Simulasi Strategi 1
	 <p>Tingkat pencahayaan 192 lux</p>	 <p>Tingkat pencahayaan 302 lux</p>
KONTUR WARNA	 <p>Persebaran tidak merata</p>	 <p>Persebaran lebih merata</p>
ANGKA	 <p>Tingkat pencahayaan alami kurang dari standar</p>	 <p>Tingkat pencahayaan alami memenuhi standard</p>



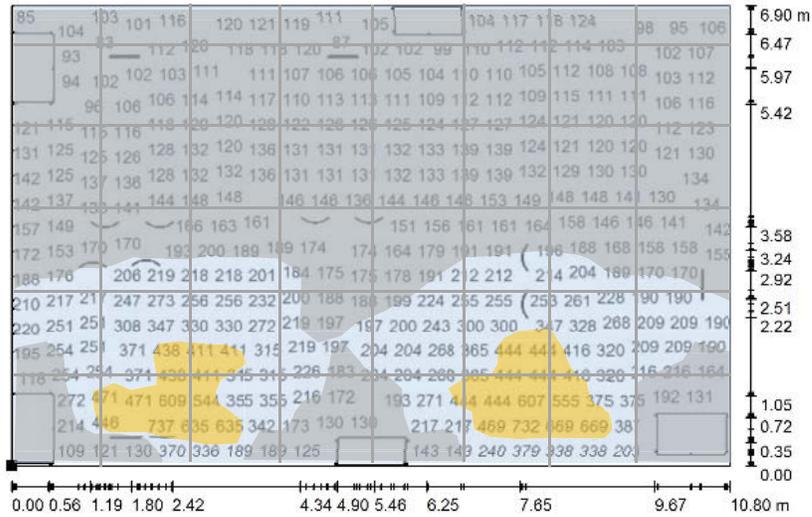
Hasil simulasi strategi 1 pada ruangan ini menunjukkan bahwa dengan dimensi bukaan jendela sebesar WWR 20% dan *shading device* tersebut menghasilkan tingkat pencahayaan alami yang masuk ke dalam ruangan terbagi menjadi dua yaitu memenuhi standar dan melebihi standar kebutuhan ruang kerja yaitu ± 350 lux. Pada strategi desain 1 ini dilakukan modifikasi pada dimensi jendela yaitu yang pada awal eksistingnya 1,68 m x 1,24 m pada ketinggian 1,20 m dari lantai menjadi 1,80 m x 1,20 m pada ketinggian 0,90 m dari lantai. Strategi ini dipilih yaitu dengan analisa semakin tinggi bukaan jendela maka semakin dalam cahaya matahari dapat masuk ke dalam ruangan, hal ini yang mendasari pemilihan tinggi bukaan jendela sebesar 1,80 m. Ketinggian jendela dari lantai yaitu 0,90 m dari lantai karena diupayakan antara $>0,75$ m sesuai standar untuk kenyamanan pengguna.

1. Tingkat Pencahayaan

Pada kondisi eksisting didapatkan rata-rata tingkat pencahayaan sebesar 192 lux dengan tingkat pencahayaan terendah sebesar 62 lux dan tertinggi 737 lux pada area sekitar jendela. Setelah dilakukan modifikasi sesuai strategi 1 kemudian didapatkan hasil simulasi yaitu rata-rata tingkat pencahayaan alami ruangan yaitu 302 lux dengan tingkat pencahayaan terendah 127 lux dan tingkat pencahayaan tertinggi sebesar 748 lux. Simulasi bukaan pencahayaan alami pada jarak 0 – 4,00 m dari bukaan pencahayaan alami memiliki tingkat pencahayaan alami sebesar 261 lux – 748 lux dan pada jarak 4,00 m – 7,20 m yaitu sebesar

127 lux – 261 lux. Pada ruangan ini peningkatan tingkat pencahayaan alami didapatkan dari menambahkan jumlah bukaan jendela serta menambah dimensi jendela, serta diaplikasikan light shelf untuk upaya memaksimalkan penyebaran pencahayaan alami ke dalam ruangan.

2. Pemerataan Cahaya

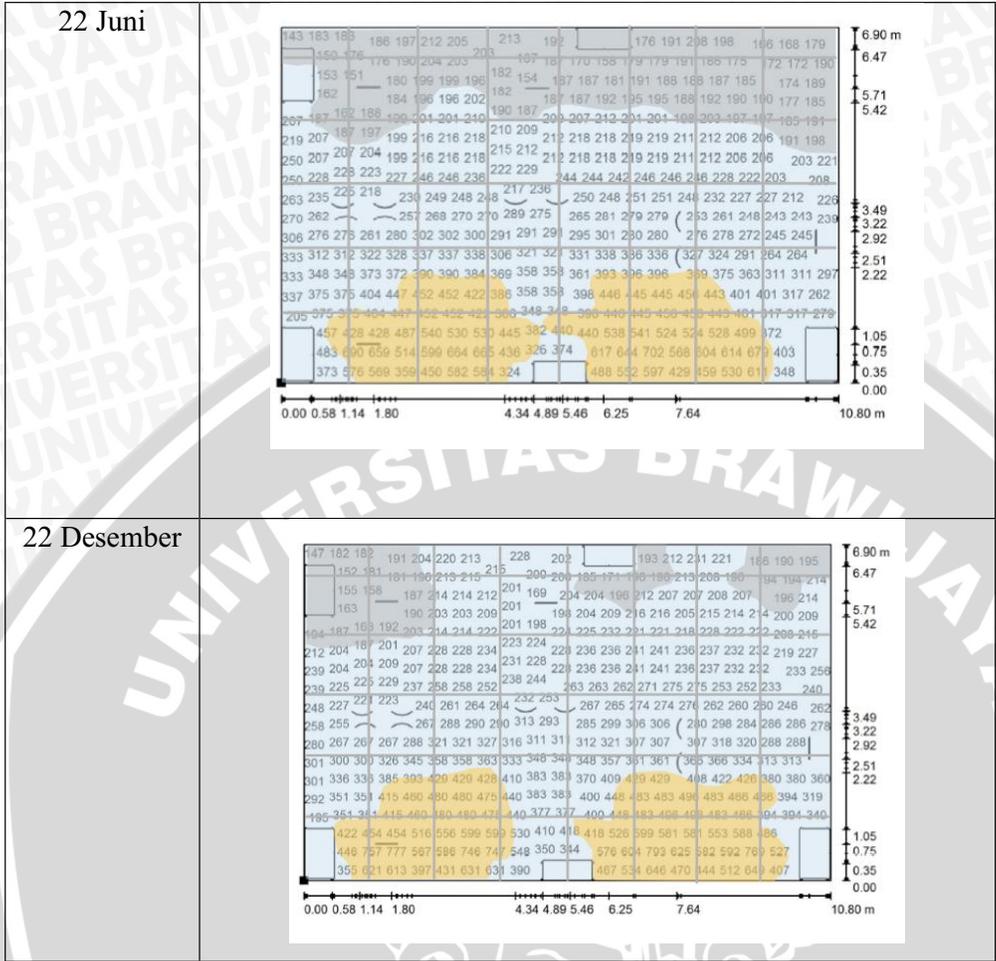


Gambar 4. 46 Zonasi Area Eksisting Ruang Keuangan pada Lantai 2

Pada kondisi eksisting didapatkan data bahwa cahaya alami yang masuk tidak merata, hal ini dikarenakan sumber cahaya tidak tersebar dan dimensinya kurang untuk meneruskan cahaya ke dalam ruangan. Hanya 21% area yang memenuhi standarr, 71% area merupakan area dengan cahaya yang kurang dari standar. Pada strategi modifikasi 1 ini didapatkan pencahayaan yang lebih merata dari sebelumnya, yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 10 Strategi Modifikasi 1

Bulan	Pemerataan Tingkat Pencahayaan pada Modifikasi Pencahayaan Alami
22 Maret	



Dari hasil simulasi strategi 1 didapatkan bahwa tingkat pencahayaan alami yang masuk didominasi area yang memenuhi standar pencahayaan alami ruang kantor. Area yang berwarna biru merupakan area yang telah berhasil memenuhi standar ruang kerja, area yang berwarna orange merupakan area yang melebihi standar ruang kerja dan area yang berwarna abu merupakan area yang kurang dari standar ruang kerja. Dari data diatas menunjukkan 73% ruangan sudah mendapatkan pencahayaan yang memenuhi standar ruang kerja, sedangkan 10% nya belum memenuhi. Kemerataan tingkat pencahayaan pada ruangan berhasil, hal ini dikarenakan cahaya yang sesuai dengan standar pencahayaan yang mendominasi ruangan dengan persebaran yang merata.

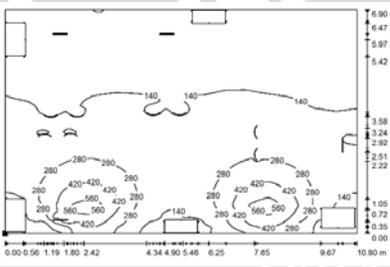
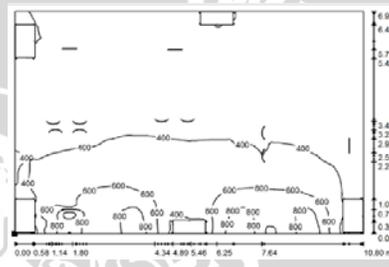
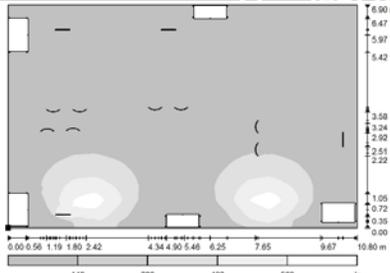
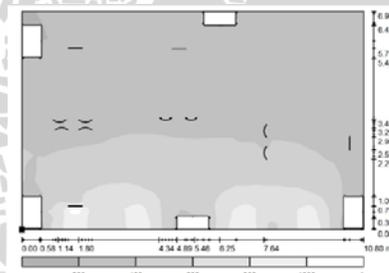
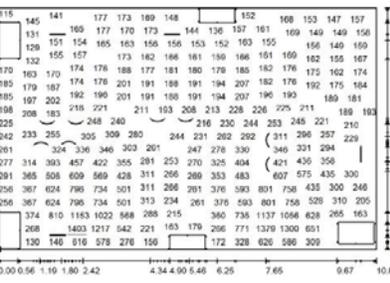
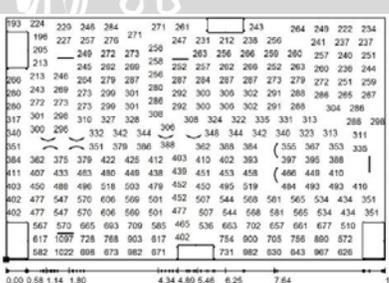
B. Strategi Rekomendasi Desain 2: *Window to Wall Ratio 25%*

Cara kerja strategi rekomendasi desain yaitu merubah dimensi bukaan pada bidang kerja dengan harapan dapat mengoptimalkan pencahayaan alami yang masuk ke dalam ruang. Strategi pertama dimulai dari memodifikasi prosentase bukaan terhadap luasan dindingnya sebesar 25 % berbeda dari kondisi eksisting sebesar 5%. Dengan tipe

sidelighting berupa jendela 2,00 m x 1,40 m yang berada pada 0.80 m dari lantai. Strategi rekomendasi desain ini kan disimulasikan pada tiap sample ruang. Pada ruang kelas ini terdapat 4 bukaan modifikasi jendela yang terbagi 2 pada setiap antar kolom. Setiap rekomendasi desain digabungkan dengan modifikasi *shading device* sesuai SBV, pada sisi timur bangunan mendapatkan sudut 44⁰. *Shading device* yang digunakan memiliki 2 layer pada sisi luar jendela dan 1 layer pada sisi dalam jendela.

Untuk mengetahui kinerja pencahayaan alami dari strategi rekomendasi tersebut maka disimulasikan menggunakan *software* DIALux. Pengukuran dilakukan pada 22 Maret 2016, 22 Juni 2012 dan 22 Desember 2016. Analisanya sebagai berikut:

Tabel 4. 11 Simulasi Pencahayaan Strategi 1 pada Ruang Keuangan Lantai 2

	Kondisi Eksisting	Simulasi Strategi 1
KONTUR GARIS		
IS	Tingkat pencahayaan 192 lux	Tingkat pencahayaan 493 lux
KONTUR WARNA		
A	Persebaran tidak merata	Persebaran lebih merata
NGKA		
	Tingkat pencahayaan alami kurang dari standar	Tingkat pencahayaan alami memenuhi standard



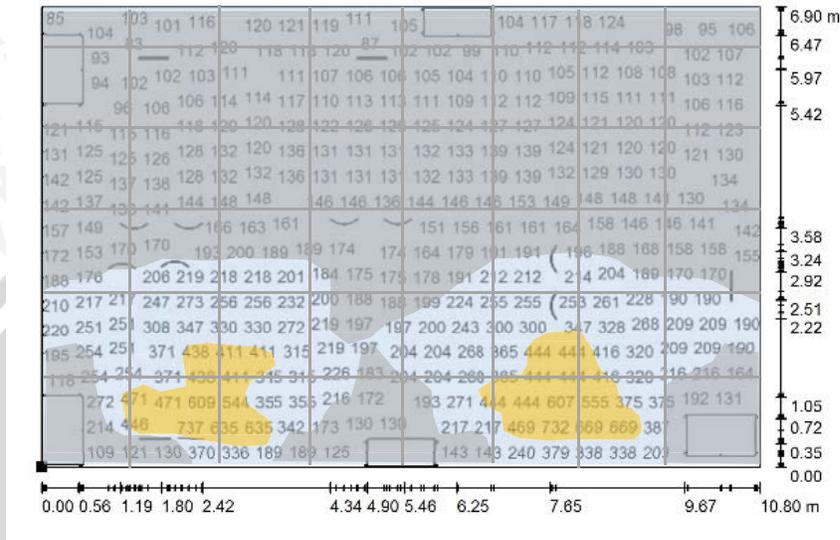
Hasil simulasi strategi 2 pada ruangan ini menunjukkan bahwa dengan dimensi bukaan jendela sebesar WWR 25% dan *shading device* tersebut menghasilkan tingkat pencahayaan alami yang masuk ke dalam ruangan terbagi menjadi dua yaitu memenuhi standar dan melebihi standar kebutuhan ruang kerja yaitu ± 350 lux. Pada strategi desain 2 ini dilakukan modifikasi pada dimensi jendela yaitu yang pada awal eksistingnya 1,68 m x 1,24 m pada ketinggian 1,20 m dari lantai menjadi 2,00 m x 1,40 m pada ketinggian 0,80 m dari lantai. Strategi ini dipilih yaitu dengan analisa semakin tinggi bukaan jendela maka semakin dalam cahaya matahari dapat masuk ke dalam ruangan, hal ini yang mendasari pemilihan tinggi bukaan jendela sebesar 2,00 m. Ketinggian jendela dari lantai yaitu 0,90 m dari lantai karena diupayakan antara $>0,75$ m sesuai standar untuk kenyamanan pengguna.

1. Tingkat Pencahayaan

Pada kondisi eksisting didapatkan rata-rata tingkat pencahayaan sebesar 192 lux dengan tingkat pencahayaan terendah sebesar 62 lux dan tertinggi 737 lux pada area sekitar jendela. Setelah dilakukan modifikasi sesuai strategi 2 kemudian didapatkan hasil simulasi yaitu rata-rata tingkat pencahayaan alami ruangan yaitu 393 lux dengan tingkat pencahayaan terendah 155 lux dan tingkat pencahayaan tertinggi sebesar 1133 lux. Simulasi bukaan pencahayaan alami pada jarak 0 – 4,00 m dari bukaan pencahayaan alami memiliki tingkat pencahayaan alami sebesar 299 lux – 1133 lux dan pada jarak 4,00 m – 7,20 m yaitu sebesar

299 lux – 155 lux. Pada ruangan ini peningkatan tingkat pencahayaan alami didapatkan dari menambahkan jumlah bukaan jendela serta menambah dimensi jendela, serta diaplikasikan light shelf untuk upaya memaksimalkan penyebaran pencahayaan alami.

2. Pemerataan Cahaya

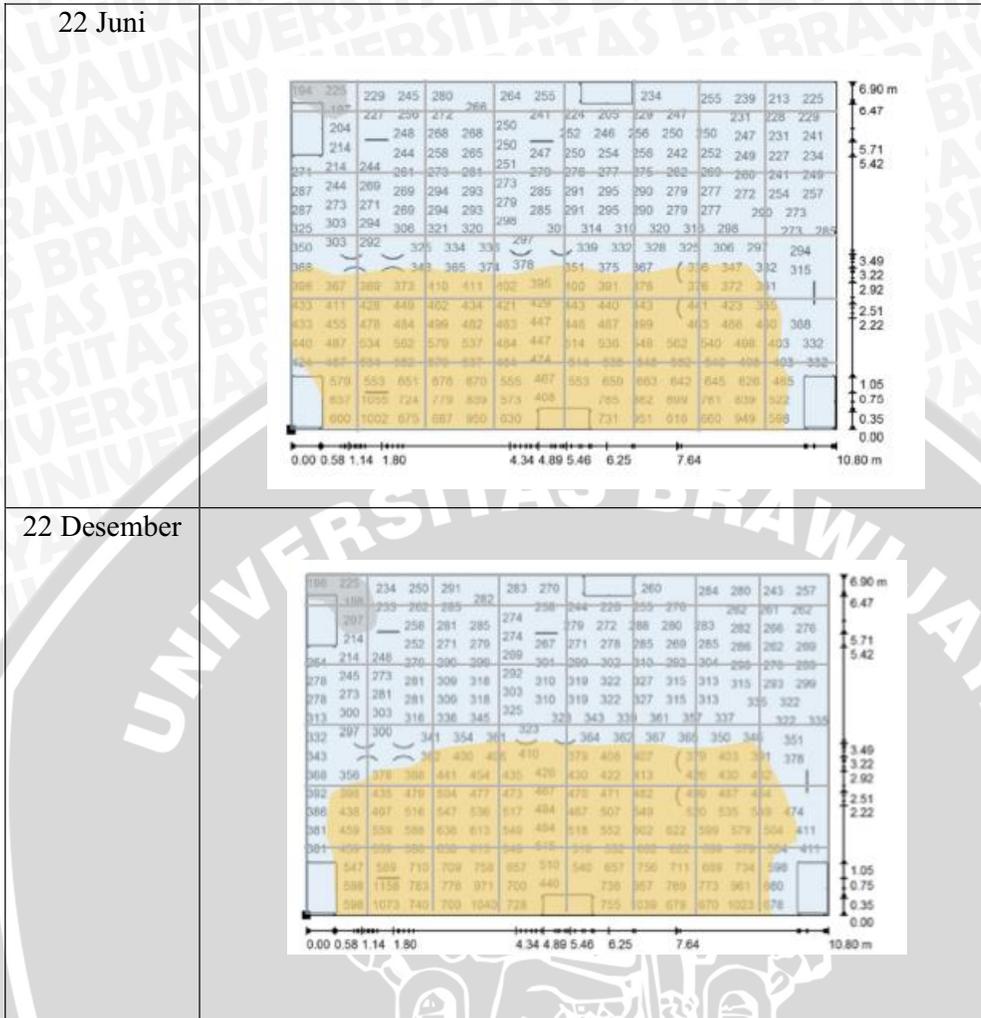


Gambar 4. 47 Zonasi Area Eksisting Ruang Keuangan pada Lantai 2

Pada kondisi eksisting didapatkan data bahwa cahaya alami yang masuk tidak merata, hal ini dikarenakan sumber cahaya tidak tersebar dan dimensinya kurang untuk meneruskan cahaya ke dalam ruangan. Hanya 21% area yang memenuhi standarr, 71% area merupakan area dengan cahaya yang kurang dari standar. Pada strategi modifikasi 2 ini didapatkan pencahayaan yang lebih merata dari seksisting, yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 12 Strategi Modifikasi 2

Bulan	Pemerataan Tingkat Pencahayaan pada Modifikasi Pencahayaan Alami
22 Maret	



Dari hasil simulasi strategi 2 didapatkan bahwa tingkat pencahayaan alami yang masuk didominasi area yang melebihi standar pencahayaan alami ruang kantor. Area yang berwarna biru merupakan area yang telah berhasil memenuhi standar ruang kerja, area yang berwarna orange merupakan area yang melebihi standar ruang kerja dan area yang berwarna abu merupakan area yang kurang dari standar ruang kerja. Pada simulasi strategi 2 ini menunjukkan bahwa 59% ruangan sudah mendapatkan pencahayaan yang memenuhi standar ruang kerja, namun 51% dari ruangan mendapatkan pencahayaan yang berlebihan. Sehingga pemerataan tingkat pencahayaan pada ruangan kurang berhasil, terlihat dari area cahaya yang melebihi standar hampir 1/2 ruangan.

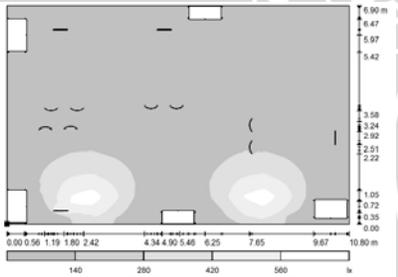
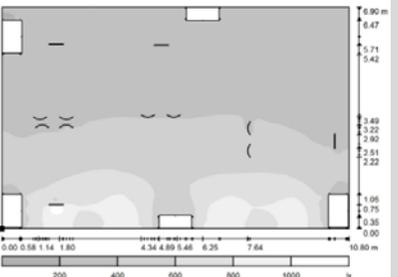
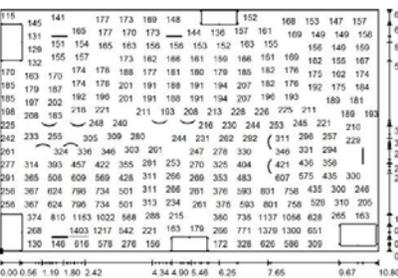
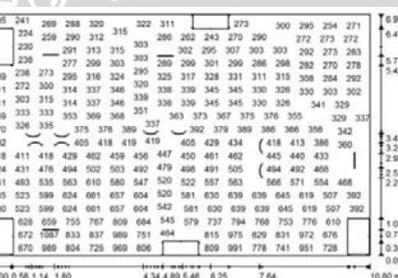
C. Strategi Rekomendasi Desain 3: *Window to Wall Ratio 30%*

Cara kerja strategi rekomendasi desain yaitu merubah dimensi bukaan pada bidang kerja dengan harapan dapat mengoptimalkan pencahayaan alami yang masuk ke dalam ruang. Strategi pertama dimulai dari memodifikasi prosentase bukaan terhadap luasan dindingnya sebesar 30% berbeda dari kondisi eksisting sebesar 5%. Dengan tipe *sidelighting*

berupa jendela 2,00 m x 1,65 m yang berada pada 0.80 m dari lantai. akan disimulasikan pada tiap sample ruang. Pada ruang kelas ini terdapat 4 bukaan modifikasi jendela yang terbagi 2 pada setiap antar kolom. Setiap rekomendasi desain digabungkan dengan modifikasi *shading device* sesuai SBV, pada sisi timur bangunan mendapatkan sudut 44° . *Shading device* yang digunakan memiliki 2 layer pada sisi luar jendela dan 1 layer pada sisi dalam jendela.

Untuk mengetahui kinerja pencahayaan alami dari strategi rekomendasi tersebut maka disimulasikan menggunakan software DIALux. Pengukuran dilakukan pada 22 Maret 2016, 22 Juni 2012 dan 22 Desember 2016. Analisanya sebagai berikut:

Tabel 4. 13 Simulasi Pencahayaan Strategi 3 pada Ruang Keuangan Lantai 2

KONTUR GARIS	Kondisi Eksisting	Simulasi Strategi 3
	Tingkat pencahayaan 192 lux	Tingkat pencahayaan 441 lux
KONTUR WARNA	 <p>Persebaran tidak merata</p>	 <p>Persebaran lebih merata</p>
ANGKA	 <p>Tingkat pencahayaan alami kurang dari standar</p>	 <p>Tingkat pencahayaan alami memenuhi standard an melebihi standar</p>



Hasil simulasi strategi 3 pada ruangan ini menunjukkan bahwa dengan dimensi bukaan jendela sebesar WWR 30% dan *shading device* tersebut menghasilkan tingkat pencahayaan alami yang masuk kedalam ruangan terbagi menjadi dua yaitu memenuhi standar dan melebihi standar kebutuhan ruang kerja yaitu ± 350 lux. Pada strategi desain 3 ini dilakukan modifikasi pada dimensi jendela yaitu yang pada awal eksistingnya 1,68 m x 1,24 m pada ketinggian 1,20 m dari lantai menjadi 2,00 m x 1,65 m pada ketinggian 0,80 m dari lantai. Strategi ini dipilih yaitu dengan analisa semakin tinggi bukaan jendela maka semakin dalam cahaya matahari dapat masuk ke dalam ruangan, hal ini yang mendasari pemilihan tinggi bukaan jendela sebesar 2,00 m. Ketinggian jendela dari lantai yaitu 0,80 m dari lantai karena diupayakan antara $>0,75$ m sesuai standar untuk kenyamanan pengguna.

1. Tingkat Pencahayaan

Pada kondisi eksisting didapatkan rata-rata tingkat pencahayaan sebesar 192 lux dengan tingkat pencahayaan terendah sebesar 62 lux dan tertinggi 737 lux pada area sekitar jendela. Setelah dilakukan modifikasi sesuai strategi 3 kemudian didapatkan hasil simulasi yaitu rata-rata tingkat pencahayaan alami ruangan yaitu 441 lux dengan tingkat pencahayaan terendah 175 lux dan tingkat pencahayaan tertinggi sebesar 1132 lux. Simulasi bukaan pencahayaan alami pada jarak 0 – 4,00 m dari bukaan pencahayaan alami memiliki tingkat pencahayaan alami sebesar 345 lux – 1132 lux dan pada jarak 4,00 m – 7,20 m yaitu sebesar