

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

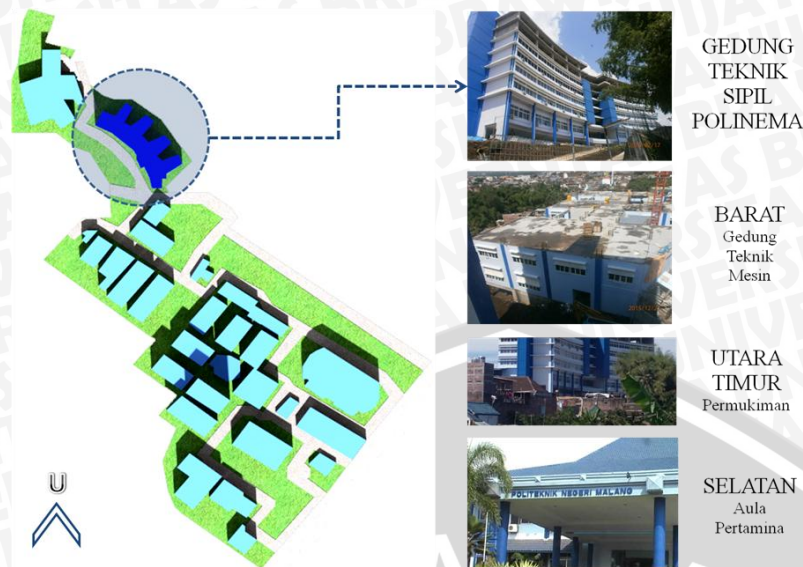
4.1. Tinjauan Umum Gedung Teknik Sipil Polinema

Politeknik Negeri Malang merupakan perguruan tinggi akademik berbasis praktek kerja yang lokasinya berada di Jalan Soekarno Hatta no 9 Kota Malang. Kota Malang merupakan kota terbesar kedua di Provinsi Jawa Timur yang merupakan dataran tinggi. Terletak pada ketinggian 429-667 meter diatas permukaan air laut, Kota Malang memiliki sinar matahari sepanjang tahun dan radiasi matahari yang besar. Suhu rata-rata di Kota Malang mencapai 20°C - 30°C dengan kelembaban rata-rata 65% - 96% dan kecepatan angin 35km/jam – 40km/jam. Kota Malang memiliki 5 Kecamatan yang terdiri dari Kecamatan Klojen, Belimbing, Kedungkandang, Lowokwaru, dan Sukun. Politeknik Negeri Malang berada di Kecamatan Lowokwaru yang merupakan Kota Malang bagian utara seperti pada Gambar 4.1.



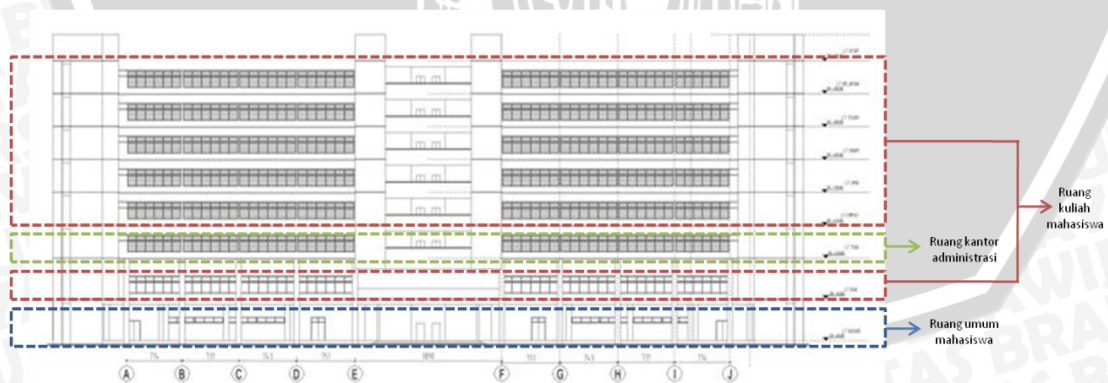
Gambar 4.1. Peta Kota Malang
Sumber: maps.google.com

Politeknik Negeri Malang atau Polinema terletak pada titik koordinat $7^{\circ}56'49''\text{LS}$ dan $112^{\circ}36'58''\text{BT}$. Orientasi tapak Polinema menghadap sisi barat laut-tenggara Kota Malang. Pada Polinema terdapat 2 jenis bidang akademis yaitu rekayasa dan tata niaga dengan tingkat diploma III dan sarjana. Salah satu bidang akademis yang ada yaitu Teknik Sipil. Gedung Teknik Sipil terletak di sisi barat laut Polinema dan merupakan gedung baru yang aktif digunakan sejak tahun 2015. Gedung Teknik Sipil berbatasan dengan Gedung Teknik Mesin pada sisi barat, Aula Pertamina pada sisi selatan, dan permukiman penduduk pada sisi utara dan timur seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Kawasan Kampus Polinema

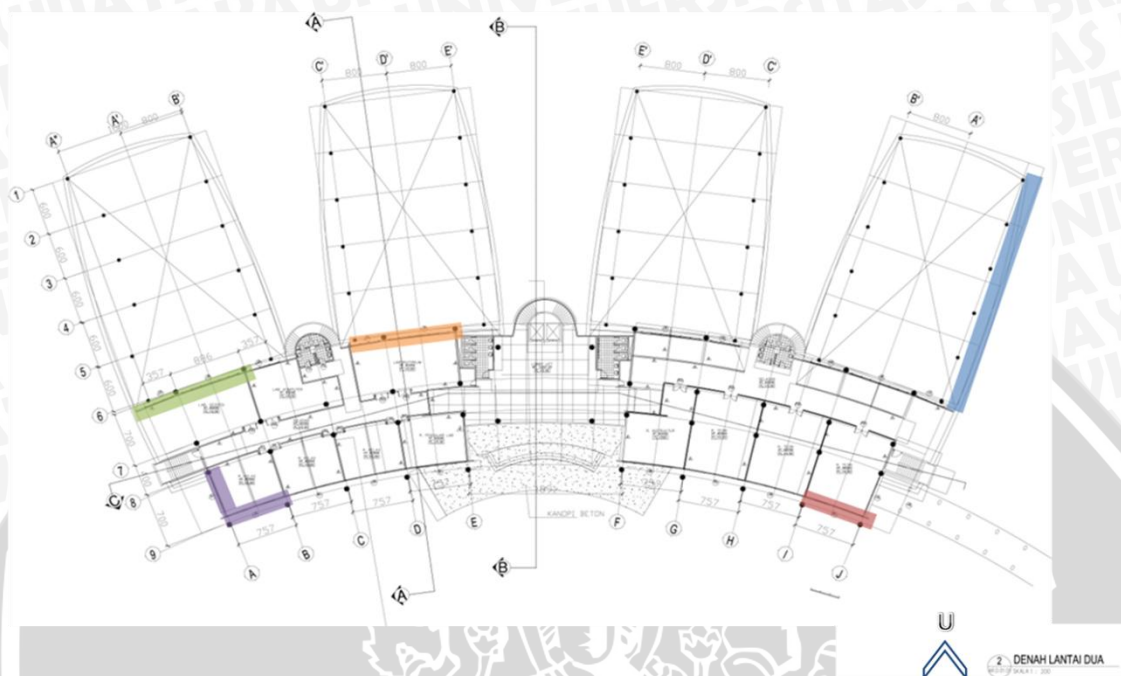
Gedung Teknik Sipil terdiri dari 7 lantai dengan lantai yang saat ini aktif digunakan yaitu lantai 1-5 sedangkan lantai 6 dan 7 sedang dalam tahap konstruksi akhir. Lantai 1 merupakan ruang kuliah praktek yang berupa bengkel dan laboratorium sipil, sedangkan lantai 2,3, dan 5 merupakan ruang kelas. Lantai 4 pada bangunan difungsikan sebagai ruang kantor dan administrasi jurusan. Gedung Teknik Sipil memiliki warna dominan putih dan biru yang merupakan simbol dari Politeknik Negeri Malang. Bentuk bangunan Teknik Sipil menggunakan bentuk dasar persegi panjang yang ditata secara melingkar. Bangunan terdiri atas 2 bagian yaitu podium 1 lantai dan tower 6 lantai. Bangunan dibangun diatas tanah dengan kontur rata dan jarak antar bangunan pada setiap sisinya lebih dari 15 meter. Bangunan memiliki desain bukaan yang tipikal seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Tampak Depan Gedung Teknik Sipil Polinema

Gedung Teknik Sipil memiliki orientasi bangunan yang menghadap tenggara. Terdapat bukaan pada 4 sisi fasade yaitu pada sisi utara, barat, timur dan selatan. Gedung Teknik Sipil memiliki sudut azimuth terhadap utara sebesar 155,5 derajat. Jarak antar

bangunan yang berada di sekitar tapak adalah 15-20 meter sehingga pencahayaan alami tidak terhalangi ke dalam bangunan. Masing-masing ruang memiliki orientasi bukaan yang berbeda-beda seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Layout Jenis dan Orientasi Bukaan Ruang Kuliah

Gedung Teknik Sipil memiliki ruang yang terdiri dari ruang kuliah, ruang dosen, bengkel, dan ruang servis. Ruang yang digunakan sebagai objek penelitian adalah ruang yang dominan pada Gedung Teknik Sipil yaitu ruang kuliah. Ruang Kuliah pada bangunan diklasifikasikan menjadi 5 yaitu ruang kuliah kelas teori, ruang kuliah kelas hitungan, ruang kuliah kelas gambar, ruang kuliah kelas komputer, dan ruang kuliah praktek atau bengkel. Pada masing-masing ruang kuliah memiliki aktivitas dan kebutuhan melihat bidang kerja yang berbeda-beda. Hal ini berkaitan dengan kebutuhan intensitas pencahayaan yang juga berbeda-beda pada setiap ruangnya. Pada setiap ruang kuliah memiliki jendela dengan dengan jenis yang tipikal dari lantai 1-7 namun memiliki orientasi yang berbeda-beda.

4.2. Ruang Kelas Teori

Ruang kelas teori berada pada lantai 3 Gedung Teknik Sipil Polinema. Aktivitas pada ruang ini terdiri dari membaca, menulis, dan melihat ke arah papan tulis. Ruang kelas teori memiliki standar kenyamanan visual 250 Lux.

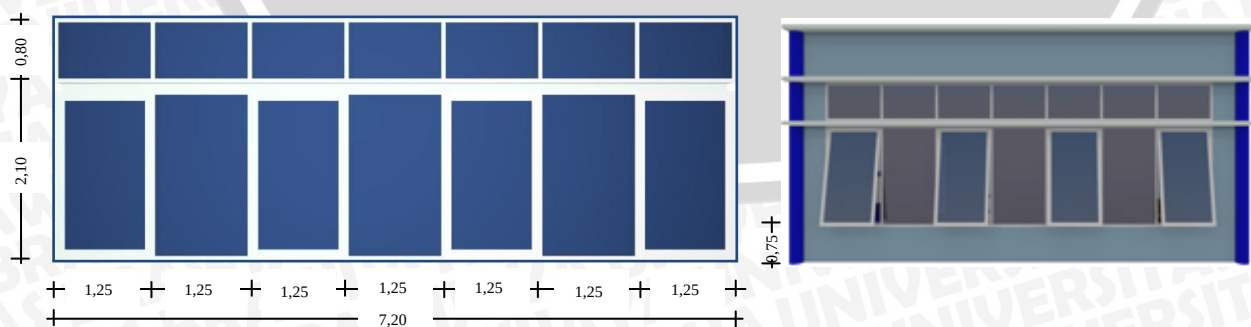
4.2.1. Analisa Visual

Ruang kelas teori memiliki orientasi ruang menghadap sisi utara. Pada ruang kelas teori terdapat bukaan berupa jendela dengan orientasi menghadap sisi selatan bangunan dan pintu dengan orientasi menghadap sisi utara. Ruangan ini mewadahi kegiatan belajar mengajar dengan mata kuliah teori. Jam aktif pada ruangan ini mulai dari pukul 10.00-19.00. Ruangan memiliki bentuk persegi panjang dengan panjang 10 meter dan lebar 6 meter dan tinggi ruang 4 meter, seperti pada Gambar 4.5.



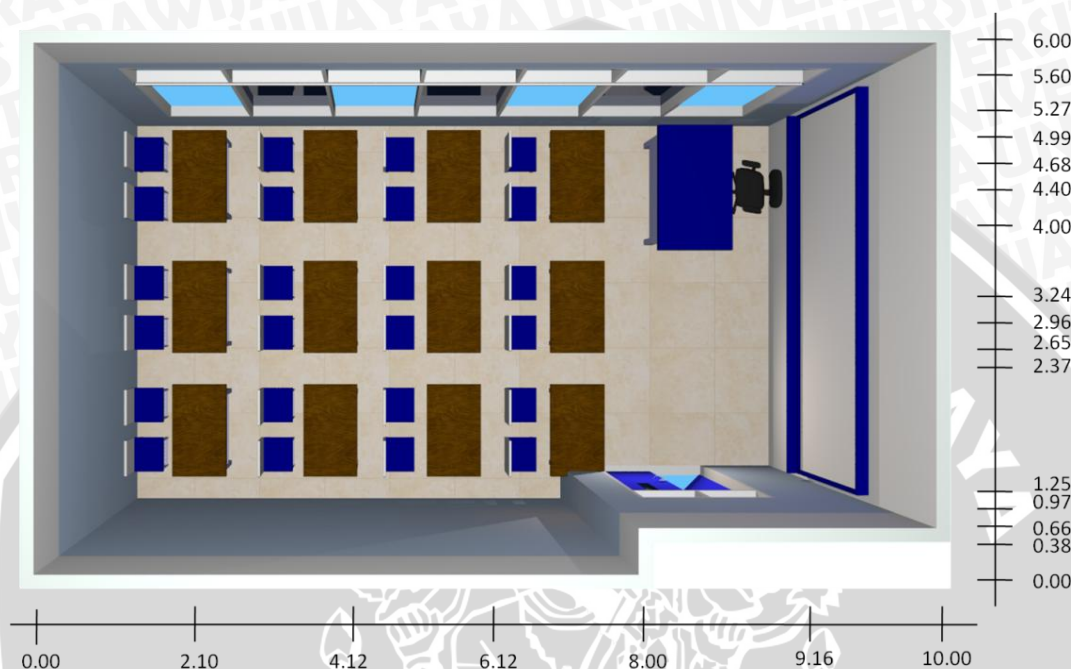
Gambar 4.5. Eksterior dan Interior Ruang Kelas Teori

Ruang kelas memiliki ketinggian plafon 2,8 meter dengan luas bukaan jendela mencapai 63,3%. Bukaan berupa jendela terdiri dari 2 jenis yaitu jendela mati dan hidup dengan orientasi ke sisi selatan selatan bangunan. Kedua jendela ini merupakan jendela jenis *awning*, yaitu jendela membuka keluar dengan posisi engsel diatas. Jendela ini dapat membuka keluar dengan sudut maksimum 45 derajat. Setiap unit jendela memiliki lebar 1,25 meter dan tinggi 2,1 meter. Pada satu ruang kelas teori terdapat 7 unit jendela yang terdiri dari 4 jendela mati dan 3 jendela hidup dengan ukuran yang sama setiap unitnya. Jendela ini menggunakan kusen dengan material alumunium dan kaca dengan ketebalan 6mm seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Jenis Bukaan pada Ruang Kelas Teori

Pada ruang kelas teori terdapat *shading device* sebagai teritisan atau pembayang matahari dengan tipe *horizontal shading device*. Panjang *shading device* 0,3 meter dengan jumlah 3 buah. *Shading device* berada pada jarak antara jendela, jendela atas, dan jarak antar lantai. Ketiga *shading device* memiliki tebal 0,1 meter dengan arah orientasi ke sisi selatan bangunan. Interior ruang kelas teori terlihat seperti pada Gambar 4.7.

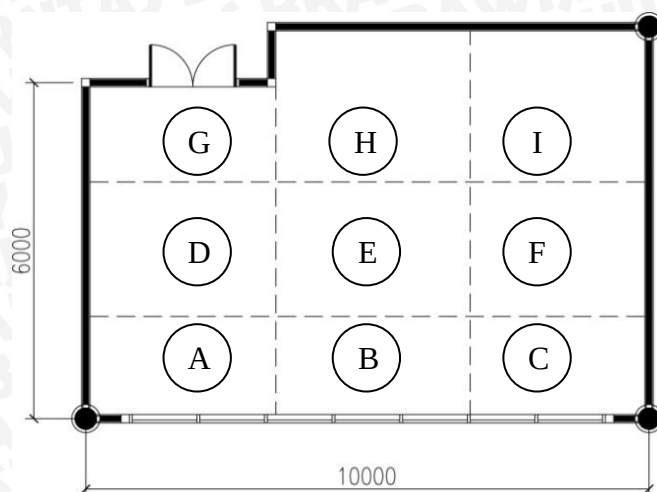


Gambar 4.7. Interior Ruang Kelas Teori

Pada ruang kelas teori terdapat bidang kerja berupa meja belajar dan papan tulis. Ruang kelas ini menggunakan jenis meja panjang dengan kapasitas 1 meja untuk 2 kursi. Ketinggian meja sebagai bidang kerja pengguna ruang kelas teori ini adalah 0,75 meter yang sejajar dengan ketinggian jendela. Penataan perabot pada ruang kelas ditata secara linear yang terdiri dari 3 kolom dan 4 baris dengan jarak antar 1 unit meja yang terdiri dari meja dan 2 kursi adalah 0,6 meter. Pengguna pada ruang ini terdiri dari dosen dan mahasiswa dengan jumlah maksimum mahasiswa 24 orang.

4.2.2. Analisis Pengukuran

Ruang kelas teori memiliki luas 60 meter persegi dengan kedalaman cahaya 6 meter. Berdasarkan standar penentuan titik ukur SNI 03-2396-2001, ruangan dengan luas kurang dari 100 meter persegi maka titik ukur ditentukan setiap 3 meter persegi. Oleh karena itu, ruang kelas teori menggunakan 9 titik ukur seperti pada Gambar 4.8.

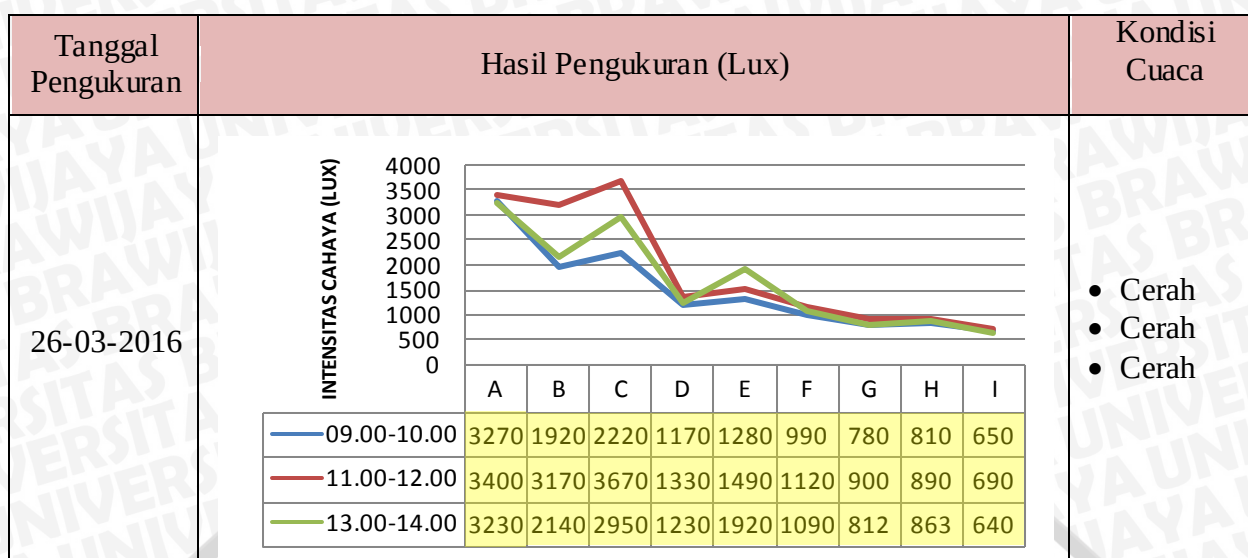


Gambar 4.8. Denah Titik Ukur Ruang Kelas Teori

Pada setiap titik ukur, pengukuran dilakukan dengan meletakkan Luxmeter sejajar dengan ketinggian bidang kerja dan posisi arah Luxmeter menghadap ke sumber cahaya. Ketinggian bidang kerja pada ruang kelas teori ini adalah 0,75 meter dan arah sumber cahaya menghadap sisi selatan bangunan. Pengukuran dilakukan selama 7 hari berurutan dengan pembagian waktu menjadi 3 zona. Hasil pengukuran intensitas cahaya matahari pada ruang kelas teori seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Ruang Kelas Teori

Tanggal Pengukuran	Hasil Pengukuran (Lux)	Kondisi Cuaca																																								
24-03-2016	INTENSITAS CAHAYA (LUX) <table><thead><tr><th></th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th><th>F</th><th>G</th><th>H</th><th>I</th></tr></thead><tbody><tr><td>— 09.00-10.00</td><td>7680</td><td>7570</td><td>1860</td><td>1085</td><td>1257</td><td>1081</td><td>775</td><td>605</td><td>512</td></tr><tr><td>— 11.00-12.00</td><td>7980</td><td>9370</td><td>7580</td><td>1780</td><td>1759</td><td>1547</td><td>1040</td><td>802</td><td>775</td></tr><tr><td>— 13.00-14.00</td><td>4760</td><td>5680</td><td>6270</td><td>7680</td><td>7570</td><td>1860</td><td>765</td><td>512</td><td>413</td></tr></tbody></table>		A	B	C	D	E	F	G	H	I	— 09.00-10.00	7680	7570	1860	1085	1257	1081	775	605	512	— 11.00-12.00	7980	9370	7580	1780	1759	1547	1040	802	775	— 13.00-14.00	4760	5680	6270	7680	7570	1860	765	512	413	• Cerah • Cerah • Cerah
	A	B	C	D	E	F	G	H	I																																	
— 09.00-10.00	7680	7570	1860	1085	1257	1081	775	605	512																																	
— 11.00-12.00	7980	9370	7580	1780	1759	1547	1040	802	775																																	
— 13.00-14.00	4760	5680	6270	7680	7570	1860	765	512	413																																	
25-03-2016	INTENSITAS CAHAYA (LUX) <table><thead><tr><th></th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th><th>F</th><th>G</th><th>H</th><th>I</th></tr></thead><tbody><tr><td>— 09.00-10.00</td><td>3060</td><td>2210</td><td>3430</td><td>1290</td><td>1270</td><td>760</td><td>670</td><td>710</td><td>490</td></tr><tr><td>— 11.00-12.00</td><td>3730</td><td>2810</td><td>4130</td><td>1480</td><td>1570</td><td>1060</td><td>1030</td><td>1130</td><td>910</td></tr><tr><td>— 13.00-14.00</td><td>3280</td><td>2510</td><td>2170</td><td>3060</td><td>2210</td><td>3430</td><td>1020</td><td>1070</td><td>820</td></tr></tbody></table>		A	B	C	D	E	F	G	H	I	— 09.00-10.00	3060	2210	3430	1290	1270	760	670	710	490	— 11.00-12.00	3730	2810	4130	1480	1570	1060	1030	1130	910	— 13.00-14.00	3280	2510	2170	3060	2210	3430	1020	1070	820	• Cerah • Cerah • Cerah
	A	B	C	D	E	F	G	H	I																																	
— 09.00-10.00	3060	2210	3430	1290	1270	760	670	710	490																																	
— 11.00-12.00	3730	2810	4130	1480	1570	1060	1030	1130	910																																	
— 13.00-14.00	3280	2510	2170	3060	2210	3430	1020	1070	820																																	



Keterangan:

- Terlalu Terang (>300 Lux)
- Nyaman (200-300 Lux)
- Terlalu Gelap (<200 Lux)

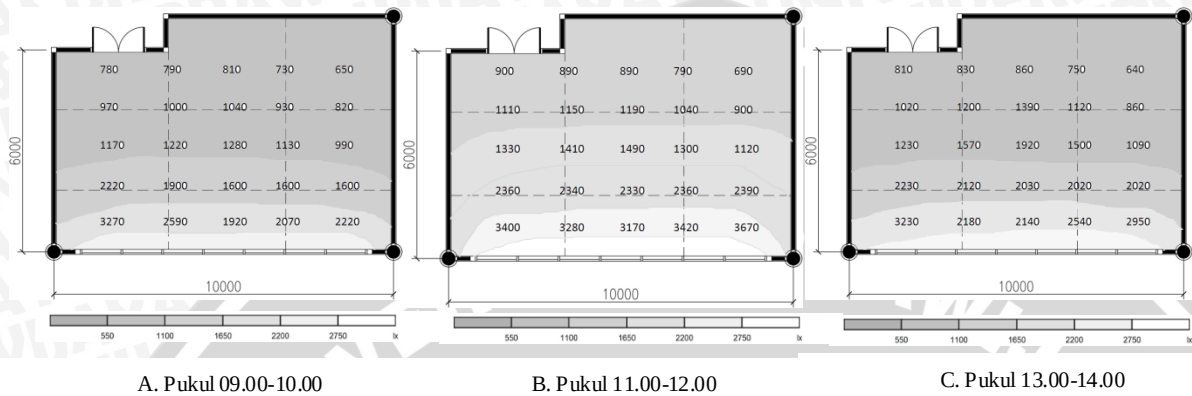
Proses pengukuran dilakukan selama 3 hari pada kondisi cuaca cerah dengan parameter *daylight outdoor* minimal 10.000 Lux. Pengukuran dilakukan selama 3 hari sebagai proses validasi data melalui validasi alat luxmeter dan hasil pengukuran. Setelah dilakukan pengukuran selama 3 hari terlihat hasil faktor langit yang sama pada ketiga hari tersebut yaitu 0,1. Hal ini membuktikan validasi data hasil pengukuran dapat digunakan sebagai dasar analisis data. Hasil pengkuran ruang kelas teori seperti pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Perbandingan Hasil Rata-Rata Pengukuran Ruang Kelas Teori

Waktu Pengukuran		Daylight Indoor	Daylight Outdoor	Daylight Factor
24-03-2016	09.00-10.00	2491,67	12690	0,196
	11.00-12.00	3625,89	18360	0,197
	13.00-14.00	1987,65	10240	0,194
25-03-2016	09.00-10.00	1543,33	10400	0,148
	11.00-12.00	1786,20	11200	0,159
	13.00-14.00	1328,87	10020	0,132
26-03-2016	09.00-10.00	1454,44	11700	0,124
	11.00-12.00	1851,10	15400	0,120
	13.00-14.00	1652,8	10820	0,152

Berdasarkan hasil pengukuran selama 3 hari, terlihat bahwa ruang kelas teori berada dalam kategori tidak nyaman karena terlalu silau. Standar nyaman pada ruang kelas teori berdasarkan SNI 03-6575-2001 adalah 250 Lux. Pada ruang kelas intensitas cahaya matahari tertinggi rata-rata terdapat pada zona waktu kedua yaitu pukul 11.00-12.00. Iluminasi tertinggi selama 7 hari pengukuran yaitu 9370 Lux pada cuaca cerah, sedangkan

iluminasi terendah yaitu 100 Lux pada zona waktu ketiga dengan kondisi cuaca hujan. Pada kondisi cuaca normal atau cerah, iluminasi terendah yaitu 413 Lux. Berdasarkan hasil tersebut terlihat ruangan terlalu terang sehingga kenyamanan visual di dalam ruang termasuk dalam kategori kurang nyaman. Kontur cahaya pada ruang kelas teori terlihat seperti pada Gambar 4.9.



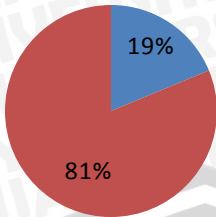
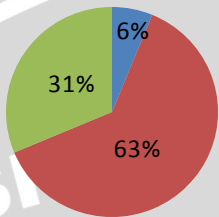
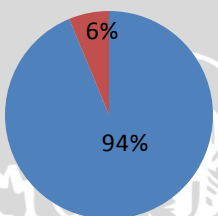
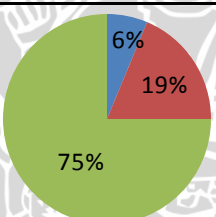
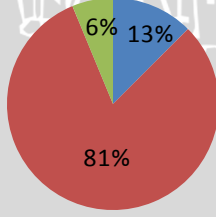
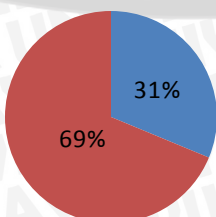
Gambar 4.9. Kontur Cahaya Ruang Kuliah Teori

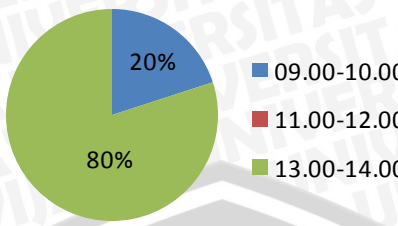
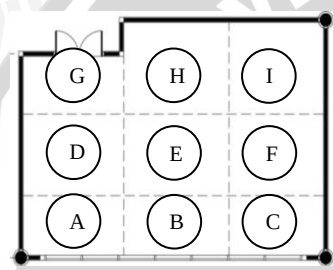
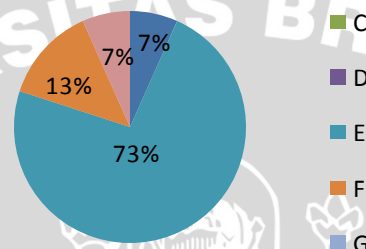
Salah satu faktor yang menyebabkan ruangan kurang nyaman karena terlalu silau yaitu bentuk dan luas bukaan jendela yang kurang tepat. Pada ruang kelas, luas jendela terhadap dinding mencapai 63,3%, sedangkan standar bukaan yang paling nyaman untuk ruangan adalah 30%. Hal ini menyebabkan intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam ruang kelas terlalu tinggi dan menimbulkan silau. Bentuk bukaan ruang kelas teori memiliki *shading device* dengan tipe *horizontal shading device*. Tipe ini sudah sesuai karena *horizontal shading device* memiliki orientasi terbaik pada sisi selatan, barat, dan timur. Namun *horizontal shading device* kurang dapat bekerja dengan baik sebagai pembayang matahari dikarenakan panjangnya hanya 30cm. Oleh karena itu, cahaya matahari yang masuk ke dalam ruang tidak terbayangi dengan baik melalui *horizontal shading device* dan menyebabkan ruang terasa silau dan panas.

4.2.3. Analisis Kuisisioner

Pada ruang kelas teori kuisisioner disebar sejumlah 20 lembar dengan subjek pengguna ruang yaitu mahasiswa. Terdapat 8 pertanyaan pada kuisisioner seperti terlihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil Kuisioner Kenyamanan Visual Ruang Kelas Teori

No	Pertanyaan	Jawaban	Konversi
1	Apakah sistem pencahayaan di dalam ruang kuliah sudah nyaman untuk kebutuhan belajar dan mengajar?	 - Terlalu terang - Nyaman - Terlalu gelap	- Terlalu terang (>300 Lux) - Nyaman (200-300 Lux) - Terlalu gelap (<200 Lux)
2	Pada pukul berapa anda merasa pencahayaan terlalu terang di dalam ruang kuliah?	 09.00-10.00 11.00-12.00 13.00-14.00	Terlalu terang (>300 Lux)
3	Pada pukul berapa anda merasa pencahayaan nyaman di dalam ruang kuliah?	 09.00-10.00 11.00-12.00 13.00-14.00	Nyaman (200-300 Lux)
4	Pada pukul berapa anda merasa pencahayaan terlalu gelap di dalam ruang kuliah?	 09.00-10.00 11.00-12.00 13.00-14.00	Terlalu gelap (<200 Lux)
5	Menurut anda, apakah pencahayaan alami di ruang kuliah sudah baik?	 - Sangat baik - Baik - Tidak baik	- Sangat baik (Jendela dan <i>shading device</i> sudah sesuai) - Baik (Jendela atau <i>shading device</i> sudah sesuai) - Tidak baik (Jendela dan <i>shading device</i> tidak sesuai)
6	Menurut anda, apakah ruang kuliah masih membutuhkan lampu di siang hari?	 - Ya - Tidak	- Terlalu terang (>300 Lux) - Nyaman (200-300 Lux) - Terlalu gelap (<200 Lux)

No	Pertanyaan	Jawaban	Konversi
7	Jika menjawab ya, pada pukul berapa lampu perlu dinyalakan?	 ■ 09.00-10.00 ■ 11.00-12.00 ■ 13.00-14.00	- Ya (Ruangan terlalu gelap atau ruangan membutuhkan LCD) - Tidak (Ruangan terlalu terang atau sudah nyaman)
8	Menurut anda, pada area mana posisi duduk terasa nyaman di dalam ruang kuliah? Beri tanda silang pada area yang ada pilih sesuai denah berikut.	  ■ A ■ B ■ C ■ D ■ E ■ F ■ G ■ H ■ I	- Posisi A, B, dan C memiliki jarak 3 meter dari jendela - Posisi D, E, dan F memiliki jarak 6 meter dari jendela - Posisi G, H, dan I memiliki jarak 9 meter dari jendela

Berdasarkan hasil kuisisioner tingkat kenyamanan visual yang dirasakan pengguna ruang kelas teori, 81% pengguna menyatakan ruang terasa nyaman sisanya menyatakan ruang terlalu terang dan tidak ada ada yang menyatakan ruang terlalu gelap. Pengguna rata-rata merasa ruang kelas pada pukul 09.00-10.00 terasa nyaman, pukul 11.00-12.00 terasa terlalu terang, dan pukul 13.00-14.00 terasa terlalu gelap. Pengguna ruang juga merasa ruang sudah memiliki pencahayaan alami yang baik sehingga 69% pengguna menyatakan ruang tidak membutuhkan lampu di siang hari. Berdasarkan pemilihan posisi duduk yang paling nyaman, 73% pengguna memilih posisi E yang berada di area tengah bangunan. Hal ini mengindikasikan daerah yang berada dekat bukaan cenderung terlalu terang sedangkan daerah yang berada jauh dari bukaan cenderung terlalu gelap sehingga pengguna lebih merasa nyaman pada posisi duduk ditengah ruang. Oleh karena itu perlu dilakukan rekomendasi untuk mengurangi tingkat pencahayaan pada area dekat bukaan dan meningkatkan tingkat pencahayaan pada area yang jauh dari bukaan sehingga kenyamanan visual ruang dapat tercapai.

4.2.4. Analisis Simulasi

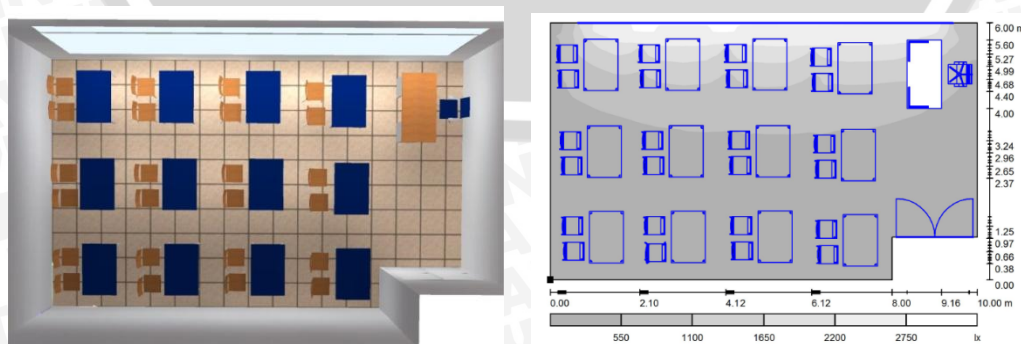
Pengukuran tingkat pencahayaan pada ruang kuliah teori menggunakan simulasi pencahayaan dengan software Dialux 4.12. Software Dialux 4.12 merupakan software dengan standar internasional yang digunakan sebagai alat penelitian dengan variabel pencahayaan baik pencahayaan alami maupun pencahayaan buatan. Pengukuran dilakukan pada salah satu waktu sesuai dengan pengukuran langsung yaitu 26 Maret 2016. Jam pengukuran menyesuaikan dengan pengukuran langsung yang sudah ditentukan berdasarkan waktu aktivitas mahasiswa yaitu pukul 10.00, 12.00, dan 14.00. Analisis simulasi dilakukan sebagai proses verifikasi analisis pengukuran langsung dan kuisisioner. Tingkat pencahayaan akan dibandingkan melalui tahap analisis pengukuran langsung, kuisisioner, dan simulasi yang nantinya akan menghasilkan kesimpulan kondisi kenyamanan visual pada ruang kuliah teori.

a. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang kuliah teori pada Bulan Maret pukul 10.00

Tabel 4.4. Hasil Simulasi Tingkat Pencahayaan Ruang Kuliah Teori Pukul 10.00

Surface	P [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	uD
Workplane	/	544	88	2213	0.161
Floor	63	303	96	908	0.316
Ceiling	70	128	70	312	0.551
Walls	50	0.00	0.00	0.00	/

Pada Tabel 4.4. terlihat bahwa tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja dengan ketinggian 0.75 meter adalah 544 Lux. Tingkat pencahayaan ini tergolong dalam terlalu terang atau melebihi standar ruang kuliah yaitu 200-300 Lux. Distribusi cahaya pada ruang kuliah teori juga terlihat kurang merata, pada area dekat dengan jendela tingkat pencahayaan mencapai 2213 Lux sedangkan pada area yang jauh dari jendela tingkat pencahayaan hanya 88 Lux. Hal ini menunjukkan kinerja bukaan pencahayaan alami pada ruang kuliah teori masih belum baik.



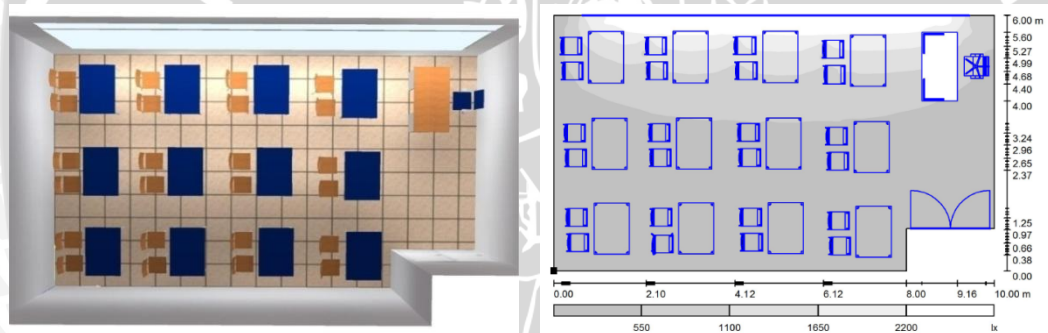
Gambar 4.10. Rendering dan Kontur Cahaya Ruang Kuliah Teori Pukul 10.00

b. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang kuliah teori pada Bulan Maret pukul 12.00

Tabel 4.5. Hasil Simulasi Tingkat Pencahayaan Ruang Kuliah Teori Pukul 12.00

Surface	P [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	uD
Workplane	/	690	111	2803	0,161
Floor	63	383	121	1150	0,316
Ceiling	70	162	89	395	0,551
Walls	50	0.00	0.00	0.00	/

Pada Tabel 4.5. terlihat bahwa tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja dengan ketinggian 0.75 meter adalah 690 Lux. Tingkat pencahayaan ini tergolong dalam terlalu terang atau melebihi standar ruang kuliah yaitu 200-300 Lux. Distribusi cahaya pada ruang kuliah teori juga terlihat kurang merata, pada area dekat dengan jendela tingkat pencahayaan mencapai 2803 Lux sedangkan pada area yang jauh dari jendela tingkat pencahayaan 111 Lux. Hal ini menunjukkan kinerja bukaan pencahayaan alami pada ruang kuliah teori masih belum baik.



Gambar 4.11. Rendering dan Kontur Cahaya Ruang Kuliah Teori Pukul 12.00

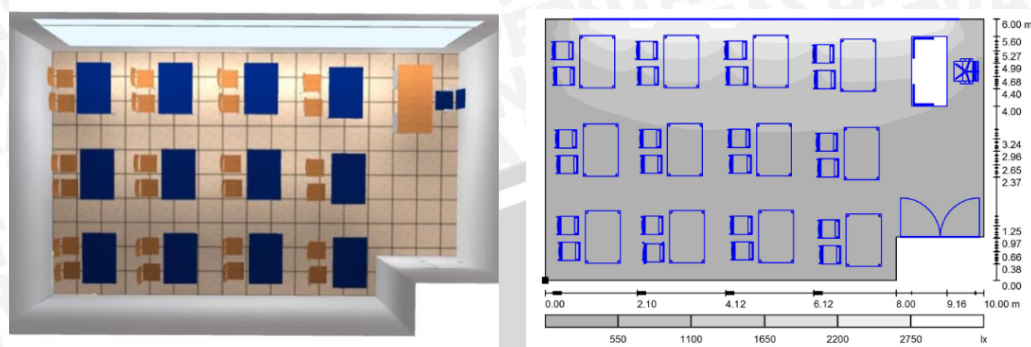
c. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang kuliah teori pada Bulan Maret pukul 14.00

Tabel 4.6. Hasil Simulasi Tingkat Pencahayaan Ruang Kuliah Teori Pukul 14.00

Surface	P [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	uD
Workplane	/	652	105	2651	0,161
Floor	63	363	115	1088	0,316
Ceiling	70	153	84	374	0,551
Walls	50	0.00	0.00	0.00	/

Pada Tabel 4.6. terlihat bahwa tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja dengan ketinggian 0.75 meter adalah 652 Lux. Tingkat pencahayaan ini tergolong dalam terlalu terang atau melebihi standar ruang kuliah yaitu 200-300 Lux. Distribusi cahaya pada ruang kuliah teori juga terlihat kurang merata, pada area dekat dengan jendela tingkat pencahayaan mencapai 2651 Lux sedangkan pada area yang jauh dari

jendela tingkat pencahayaan hanya 105 Lux. Hal ini menunjukkan kinerja bukaan pencahayaan alami pada ruang kuliah teori masih belum baik.



Gambar 4.12. Rendering dan Kontur Cahaya Ruang Kelas Teori Pukul 14.00

4.2.5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis visual, ruang kelas teori memiliki tipe jendela dengan engsel membuka keatas (*awning*) dengan 2 jenis yaitu jendela mati dan hidup. Penggunaan jendela mati dan hidup difungsikan sebagai keamanan ruang karena ruang berada di lantai 3 dan bangunan merupakan bangunan dengan tinggi menengah. Pada ruang kelas teori terdapat *shading device* dengan bentuk horizontal yang panjangnya 0,3 meter. Berdasarkan hasil analisis pengukuran didapatkan bahwa ruang kelas teori termasuk dalam kategori kurang nyaman karena terlalu silau. Intensitas cahaya rata-rata pada ruang kelas teori mencapai angka ribuan (>1000). Hal ini bertentangan dengan standar kenyamanan visual ruang kelas teori yang seharusnya hanya 250 lux. Berdasarkan analisis kuisioner pengguna sebanyak 81% menyatakan ruangan sudah nyaman sedangkan sisanya yaitu 19% menyatakan ruang terlalu terang. Hasil kuisioner terlihat kurang sesuai dengan pengukuran langsung dimana hasil pengukuran dominan terlalu terang seperti pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Perbandingan Hasil Pengukuran dan Kuisioner Ruang Kelas Teori

Waktu Pengukuran	Kuisioner (Lux)	Pengukuran Langsung (Lux)	Simulasi Dialux (Lux)	Verifikasi Daylight Factor (%)		
				Pengukuran Langsung	Simulasi Dialux	Verifikasi
09.00-10.00	200-300	1454,44	544	5,09	3,32	1,25%
11.00-12.00	200-300	1851,11	690	4,77	3,32	1,02%
13.00-14.00	200-300	1652,78	652	5,35	3,32	1,36%

Pada hasil kuisioner pengguna memilih ruangan terasa nyaman saat pukul 09.00-10.00, terlalu terang saat pukul 11.00-12.00, dan terlalu gelap saat pukul 13.00-14.00. Hal ini sesuai dengan hasil pengukuran yang rata-rata intensitas cahaya mengalami kenaikan

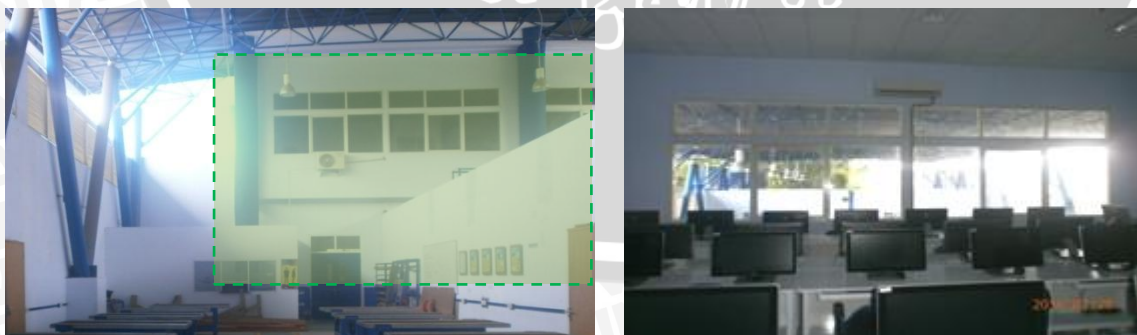
pada pukul 11.00-12.00 dan kemudian mengalami penurunan pada pukul 13.00-14.00. Pengguna ruang kelas teori dominan memilih ruangan tidak membutuhkan lampu di siang hari. Terdapat 2 kemungkinan pengguna menyatakan yaitu ruangan sudah nyaman atau ruangan terlalu terang. Hal ini dibuktikan berdasarkan pengukuran langsung yang terlihat sampai pukul 13.00-14.00 ruangan termasuk dalam kategori terlalu terang. Pengguna ruang kelas teori memilih posisi duduk yang paling nyaman berada di titik E. Berdasarkan pengukuran dengan cuaca cerah posisi E termasuk dalam kategori terlalu terang. Oleh karena itu berdasarkan pilihan dari pengguna, maka titik E akan dijadikan acuan kenyamanan visual pada proses rekomendasi. Berdasarkan ketiga analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa ruang kelas teori termasuk dalam kategori terlalu terang dan membutuhkan rekomendasi desain untuk mendapatkan kenyamanan visual.

4.3. Ruang Kelas Komputer

Ruang kelas komputer berada pada lantai 2 Gedung Teknik Sipil Polinema. Aktivitas di dalam ruang komputer yaitu menulis, mengetik, dan melihat pada layar komputer. Standar kenyamanan visual pada ruang komputer yaitu 500 Lux.

4.3.1. Analisis Visual

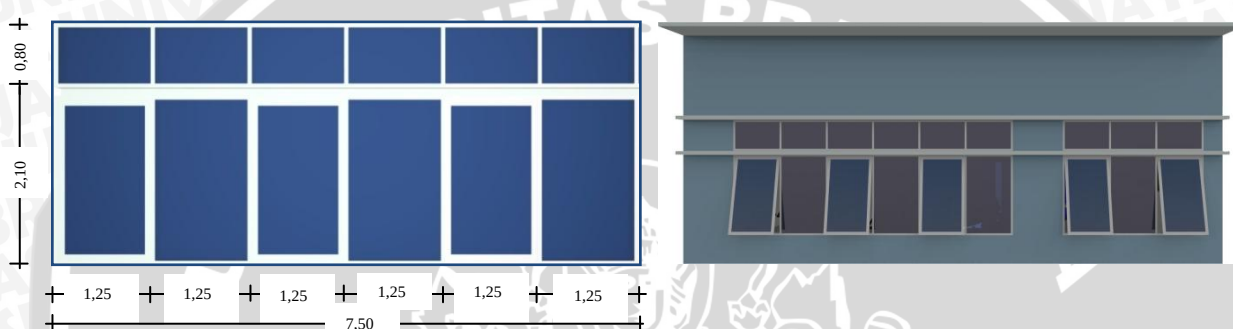
Ruang kelas komputer memiliki orientasi ruang menghadap sisi selatan. Pada ruang kelas teori terdapat bukaan berupa jendela dengan orientasi menghadap sisi utara bangunan dan pintu dengan orientasi menghadap sisi selatan. Ruangan memiliki bentuk persegi panjang dengan panjang 14,4 meter dan lebar 7 meter dan tinggi ruang 5 meter. Ruangan ini mewadahi kegiatan belajar mengajar dengan mata kuliah komputer. Jam aktif pada ruangan ini mulai dari pukul 07.00-19.00.



Gambar 4.13. Eksterior dan Interior Ruang Kelas Komputer

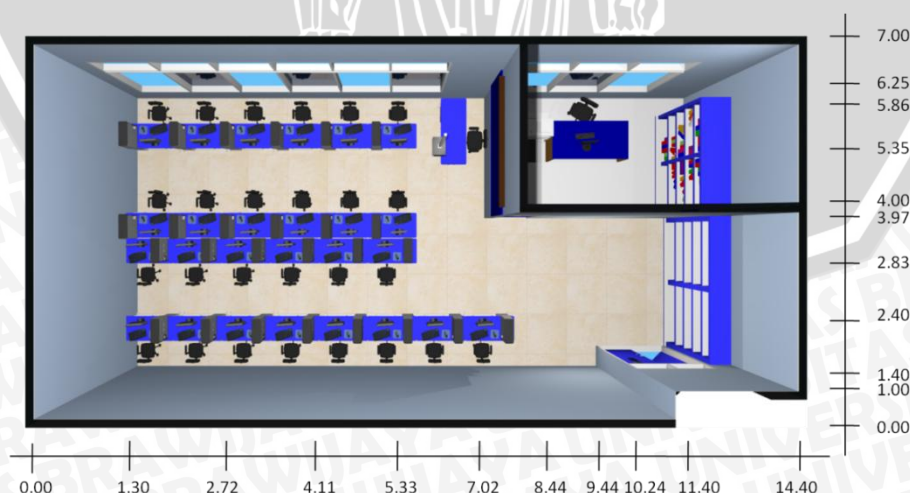
Ruang kelas memiliki ketinggian plafon 3,8 meter dengan luas bukaan jendela mencapai 32,7%. Bukaan berupa jendela terdiri dari 2 jenis yaitu jendela mati dan hidup

dengan orientasi ke sisi utara bangunan. Kedua jendela ini merupakan jendela jenis *awning*, yaitu jendela membuka keluar dengan posisi engsel diatas. Jendela ini dapat membuka keluar dengan sudut maksimum 45 derajat. Setiap unit jendela memiliki lebar 1,25 meter dan tinggi 2,1 meter. Pada satu ruang kelas komputer terdapat 9 unit jendela yang terdiri dari 4 jendela mati dan 5 jendela hidup dengan ukuran yang sama setiap unitnya. Jendela ini menggunakan kusen dengan material alumunium dan kaca dengan ketebalan 6mm. Penataan jendela pada ruang kelas komputer dibagi menjadi 2 area yaitu area kuliah komputer dan ruang asisten komputer. Pada ruang kuliah komputer terdapat 6 jendela, sedangkan pada ruang asisten komputer terdapat 3 jendela.



Gambar 4.14. Jenis Bukaan pada Ruang Kelas Komputer

Pada ruang kelas komputer terdapat *shading device* dengan tipe *horizontal shading device*. Panjang *shading device* 0,3 meter dengan jumlah 2 buah dan *shading device* 0,9 meter dengan jumlah 1 buah sebagai teritisan lantai 2. *Shading device* berada pada jarak antara jendela, jendela atas, dan jarak antar lantai. Ketiga *shading device* memiliki tebal 0,1 meter dengan arah orientasi ke sisi utara bangunan.

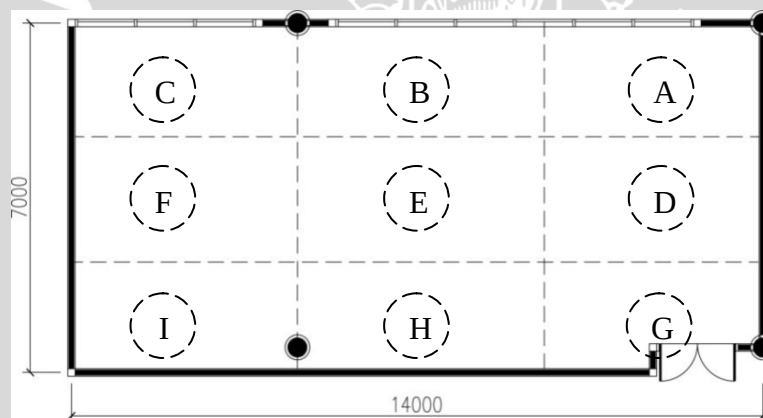


Gambar 4.15. Interior Ruang Kelas Komputer

Pada ruang kelas komputer terdapat bidang kerja berupa komputer dan papan tulis. Ruang komputer ini menggunakan jenis meja komputer yang mewadahi monitor, CPU, dan keyboard komputer dengan kapasitas 1 meja untuk 1 kursi. Ketinggian meja sebagai bidang kerja pengguna ruang kelas teori ini adalah 0,75 meter yang sejajar dengan ketinggian jendela. Penataan perabot pada ruang kelas ditata secara linear yang terdiri dari 4 kolom dan 6 baris dengan penataan unit meja saling menempel satu sama lain. Jarak penataan meja antar kolom adalah 1,2 meter. Pengguna pada ruang ini terdiri dari dosen, mahasiswa, dan asisten komputer dengan jumlah maksimum mahasiswa 24 orang.

4.3.2. Analisis Pengukuran

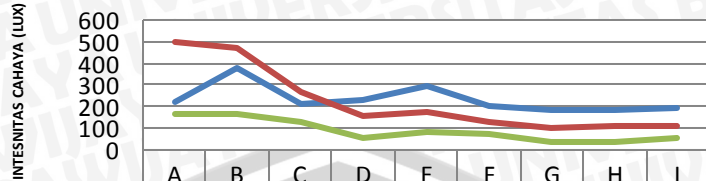
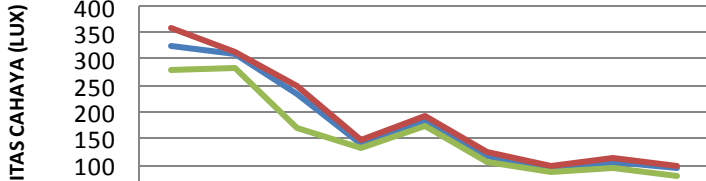
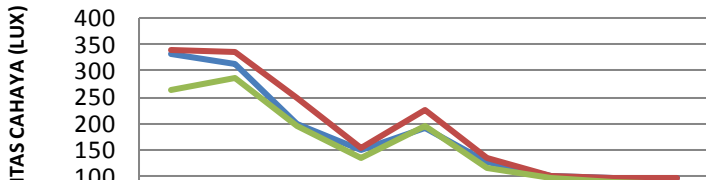
Ruang kelas komputer memiliki luas 98 meter persegi dengan kedalaman cahaya 7 meter. Berdasarkan standar penentuan titik ukur SNI 03-2396-2001, ruangan dengan luas kurang dari 100 meter persegi maka titik ukur ditentukan setiap 3 meter persegi. Oleh karena itu, ruang kelas teori menggunakan 9 titik ukur.



Gambar 4.16. Denah Titik Ukur Ruang Kelas Komputer

Pada setiap titik ukur, pengukuran dilakukan dengan meletakkan Luxmeter sejajar dengan ketinggian bidang kerja dan posisi arah Luxmeter menghadap ke sumber cahaya. Ketinggian bidang kerja pada ruang kelas komputer ini adalah 0,75 meter dan arah sumber cahaya menghadap sisi utara bangunan. Pengukuran dilakukan selama 7 hari berurutan dengan pembagian waktu menjadi 3 zona. Hasil pengukuran intensitas cahaya matahari pada ruang kelas komputer sebagai berikut.

Tabel 4.8. Hasil Pengukuran Ruang Kelas Komputer

Tanggal Pengukuran	Hasil Pengukuran	Kondisi Cuaca																																								
24-03-2016	INTENSITAS CAHAYA (LUX)  <table><tr><th></th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th><th>F</th><th>G</th><th>H</th><th>I</th></tr><tr><td>09.00-10.00</td><td>229</td><td>380</td><td>211</td><td>231</td><td>296</td><td>206</td><td>191</td><td>188</td><td>199</td></tr><tr><td>11.00-12.00</td><td>498</td><td>468</td><td>271</td><td>162</td><td>181</td><td>131</td><td>103</td><td>108</td><td>109</td></tr><tr><td>13.00-14.00</td><td>167</td><td>171</td><td>127</td><td>50</td><td>79</td><td>78</td><td>34</td><td>37</td><td>54</td></tr></table> <td> • Cerah • Cerah • Cerah </td>		A	B	C	D	E	F	G	H	I	09.00-10.00	229	380	211	231	296	206	191	188	199	11.00-12.00	498	468	271	162	181	131	103	108	109	13.00-14.00	167	171	127	50	79	78	34	37	54	• Cerah • Cerah • Cerah
	A	B	C	D	E	F	G	H	I																																	
09.00-10.00	229	380	211	231	296	206	191	188	199																																	
11.00-12.00	498	468	271	162	181	131	103	108	109																																	
13.00-14.00	167	171	127	50	79	78	34	37	54																																	
25-03-2016	INTENSITAS CAHAYA (LUX)  <table><tr><th></th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th><th>F</th><th>G</th><th>H</th><th>I</th></tr><tr><td>09.00-10.00</td><td>324</td><td>309</td><td>232</td><td>138</td><td>184</td><td>117</td><td>89</td><td>103</td><td>92</td></tr><tr><td>11.00-12.00</td><td>361</td><td>315</td><td>249</td><td>147</td><td>191</td><td>121</td><td>96</td><td>111</td><td>97</td></tr><tr><td>13.00-14.00</td><td>281</td><td>285</td><td>172</td><td>132</td><td>175</td><td>105</td><td>89</td><td>95</td><td>80</td></tr></table> <td> • Cerah • Cerah • Cerah </td>		A	B	C	D	E	F	G	H	I	09.00-10.00	324	309	232	138	184	117	89	103	92	11.00-12.00	361	315	249	147	191	121	96	111	97	13.00-14.00	281	285	172	132	175	105	89	95	80	• Cerah • Cerah • Cerah
	A	B	C	D	E	F	G	H	I																																	
09.00-10.00	324	309	232	138	184	117	89	103	92																																	
11.00-12.00	361	315	249	147	191	121	96	111	97																																	
13.00-14.00	281	285	172	132	175	105	89	95	80																																	
26-03-2016	INTENSITAS CAHAYA (LUX)  <table><tr><th></th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th><th>F</th><th>G</th><th>H</th><th>I</th></tr><tr><td>09.00-10.00</td><td>332</td><td>315</td><td>199</td><td>150</td><td>194</td><td>129</td><td>100</td><td>99</td><td>98</td></tr><tr><td>11.00-12.00</td><td>340</td><td>336</td><td>249</td><td>156</td><td>226</td><td>137</td><td>103</td><td>100</td><td>99</td></tr><tr><td>13.00-14.00</td><td>264</td><td>286</td><td>196</td><td>136</td><td>195</td><td>118</td><td>99</td><td>93</td><td>88</td></tr></table> <td> • Cerah • Cerah • Cerah </td>		A	B	C	D	E	F	G	H	I	09.00-10.00	332	315	199	150	194	129	100	99	98	11.00-12.00	340	336	249	156	226	137	103	100	99	13.00-14.00	264	286	196	136	195	118	99	93	88	• Cerah • Cerah • Cerah
	A	B	C	D	E	F	G	H	I																																	
09.00-10.00	332	315	199	150	194	129	100	99	98																																	
11.00-12.00	340	336	249	156	226	137	103	100	99																																	
13.00-14.00	264	286	196	136	195	118	99	93	88																																	

Keterangan:

- Terlalu Terang (>550 Lux)
- Nyaman (450-550 Lux)
- Terlalu Gelap (<450 Lux)

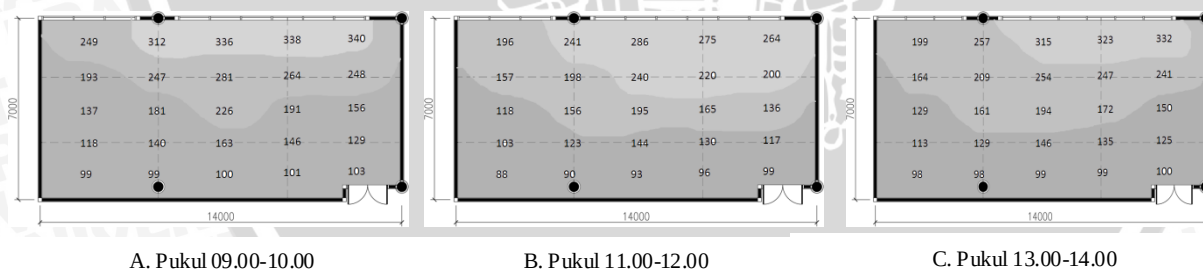
Proses pengukuran dilakukan selama 3 hari pada kondisi cuaca cerah dengan parameter *daylight outdoor* minimal 10.000 Lux. Pengukuran dilakukan selama 3 hari sebagai proses validasi data melalui validasi alat luxmeter dan hasil pengukuran. Setelah

dilakukan pengukuran selama 3 hari terlihat hasil faktor langit yang sama pada ketiga hari tersebut yaitu 0,1. Hal ini membuktikan validasi data hasil pengukuran dapat digunakan sebagai dasar analisis data seperti terlihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Perbandingan Hasil Rata-Rata Pengukuran Ruang Kelas Komputer

Waktu Pengukuran		Daylight Indoor	Daylight Outdoor	Daylight Factor
24-03-2016	09.00-10.00	274,66	12020	0,019
	11.00-12.00	278,33	13680	0,016
	13.00-14.00	187,98	10145	0,019
25-03-2016	09.00-10.00	176,44	10890	0,016
	11.00-12.00	187,56	10980	0,017
	13.00-14.00	157,11	10938	0,014
26-03-2016	09.00-10.00	179,56	10746	0,016
	11.00-12.00	194,00	10800	0,017
	13.00-14.00	163,88	10790	0,015

Berdasarkan hasil pengukuran selama 7 hari, terlihat bahwa ruang kelas komputer berada dalam kategori tidak nyaman karena terlalu silau. Standar nyaman pada ruang kelas komputer berdasarkan SNI 03-6575-2001 adalah 500 Lux. Pada ruang komputer intensitas cahaya matahari tertinggi rata-rata terdapat pada zona waktu kedua yaitu pukul 11.00-12.00. Iluminasi tertinggi selama 7 hari pengukuran yaitu 498 Lux pada cuaca cerah, sedangkan iluminasi terendah yaitu 17 Lux pada zona waktu ketiga dengan kondisi cuaca hujan. Pada kondisi cuaca normal atau cerah, iluminasi terendah yaitu 34 Lux. Berdasarkan hasil tersebut terlihat ruangan terlalu gelap sehingga kenyamanan visual di dalam ruang termasuk dalam kategori kurang nyaman.



Gambar 4.17. Kontur Cahaya Ruang Kuliah Komputer

Salah satu faktor yang menyebabkan ruangan kurang nyaman karena terlalu gelap yaitu hubungan ruang dengan ruang lainnya. Pada sisi utara ruang komputer tepatnya didepan jendela merupakan bagian dari konstruksi atap bengkel. Hal ini menyebabkan cahaya matahari yang masuk melalui sisi utara tidak optimal karena terhalang konstruksi atap bengkel sehingga ruang komputer terasa gelap. Luas bukaan pada ruang komputer 32,7%, dengan luas tersebut cahaya masih belum masuk secara optimal ke dalam ruang.

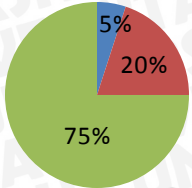
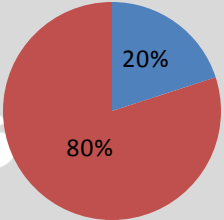
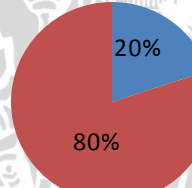
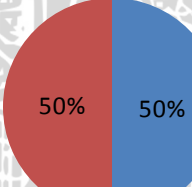
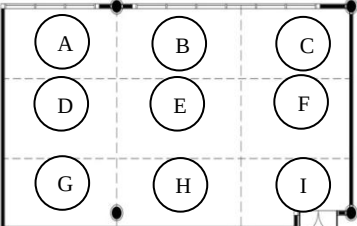
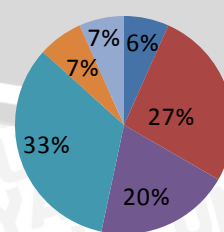
Bentuk bukaan ruang kelas komputer memiliki *shading device* dengan tipe *horizontal shading device*. Tipe ini kurang sesuai karena *horizontal shading device* memiliki orientasi terbaik pada sisi selatan, barat, dan timur. Sedangkan tipe yang baik untuk orientasi utara adalah *vertical shading device*. Panjang *horizontal shading device* yang ada di ruang komputer merupakan kombinasi panjang 90 cm dan 30cm. Oleh karena itu, cahaya matahari yang masuk ke dalam ruang semakin berkurang akibat terbayangi *shading device* dan konstruksi atap yang ada di depan jendela sehingga menyebabkan ruangan terasa gelap dan kurang nyaman.

4.3.3. Analisis Kuisioner

Pada ruang kelas komputer kuisioner disebar sejumlah 20 lembar dengan subjek pengguna ruang yaitu mahasiswa dan asisten komputer. Terdapat 8 pertanyaan pada kuisioner sebagai berikut.

Tabel 4.10. Hasil Kuisioner Kenyamanan Visual Ruang Kelas Komputer

No	Pertanyaan	Jawaban	Konversi
1	Apakah sistem pencahayaan di dalam ruang kuliah sudah nyaman untuk kebutuhan belajar dan mengajar?	- Terlalu terang - Nyaman - Terlalu gelap	- Terlalu terang (>550 Lux) - Nyaman (450-550 Lux) - Terlalu gelap (<450 Lux)
2	Pada pukul berapa anda merasa pencahayaan terlalu terang di dalam ruang kuliah?	09.00-10.00 11.00-12.00 13.00-14.00	Terlalu terang (>550 Lux)
3	Pada pukul berapa anda merasa pencahayaan nyaman di dalam ruang kuliah?	09.00-10.00 11.00-12.00 13.00-14.00	Nyaman (450-550 Lux)

No	Pertanyaan	Jawaban	Konversi
4	Pada pukul berapa anda merasa pencahayaan terlalu gelap di dalam ruang kuliah?	 09.00-10.00 11.00-12.00 13.00-14.00	Terlalu gelap (<450 Lux)
5	Menurut anda, apakah pencahayaan alami di ruang kuliah sudah baik?	 - Sangat baik - Baik - Tidak baik	- Sangat baik (Jendela dan <i>shading device</i> sudah sesuai) - Baik (Jendela atau <i>shading device</i> sudah sesuai) - Tidak baik (Jendela dan <i>shading device</i> tidak sesuai)
6	Menurut anda, apakah ruang kuliah masih membutuhkan lampu di siang hari?	 - Ya - Tidak	- Terlalu terang (>550 Lux) - Nyaman (450-550 Lux) - Terlalu gelap (<450 Lux)
7	Jika menjawab ya , pada pukul berapa lampu perlu dinyalakan?	 09.00-10.00 11.00-12.00 13.00-14.00	- Ya (Ruangan terlalu gelap atau ruangan membutuhkan LCD) - Tidak (Ruangan terlalu terang atau sudah nyaman)
8	Menurut anda, pada area mana posisi duduk terasa nyaman di dalam ruang kuliah? Beri tanda silang pada area yang ada pilih sesuai denah berikut.	  - A - B - C - D - E - F - G	- Posisi A, B, dan C memiliki jarak 3 meter dari jendela - Posisi D, E, dan F memiliki jarak 6 meter dari jendela - Posisi G, H, dan I memiliki jarak 9 meter dari jendela

Berdasarkan hasil kuisioner tingkat kenyamanan visual yang dirasakan pengguna ruang kelas komputer, 80% pengguna menyatakan ruang terasa nyaman sisanya menyatakan ruang terlalu terang dan tidak ada ada yang menyatakan ruang terlalu gelap. Pengguna rata-rata merasa ruang kelas pada pukul 09.00-10.00 terasa nyaman, pukul 11.00-12.00 terasa terlalu terang, dan pukul 13.00-14.00 terasa terlalu gelap. Pengguna ruang juga merasa ruang sudah memiliki pencahayaan alami yang baik sehingga 80% pengguna menyatakan ruang tidak membutuhkan lampu di siang hari. Berdasarkan pemilihan posisi duduk yang paling nyaman, 33% pengguna memilih posisi E yang berada di area tengah bangunan. Hal ini mengindikasikan daerah yang berada dekat bukaan cenderung terlalu terang sedangkan daerah yang berada jauh dari bukaan cenderung terlalu gelap sehingga pengguna lebih merasa nyaman pada posisi duduk ditengah ruang. Oleh karena itu perlu dilakukan rekomendasi untuk mengurangi tingkat pencahayaan pada area dekat bukaan dan meningkatkan tingkat pencahayaan pada area yang jauh dari bukaan sehingga kenyamanan visual ruang dapat tercapai.

4.3.4. Analisis Simulasi

Pengukuran tingkat pencahayaan pada ruang kuliah teori menggunakan simulasi pencahayaan dengan software Dialux 4.12. Pengukuran dilakukan pada salah satu waktu sesuai dengan pengukuran langsung yaitu 26 Maret 2016. Jam pengukuran menyesuaikan dengan pengukuran langsung yang sudah ditentukan berdasarkan waktu aktivitas mahasiswa yaitu pukul 10.00, 12.00, dan 14.00. Analisis simulasi dilakukan sebagai proses verifikasi analisis pengukuran langsung dan kuisioner. Tingkat pencahayaan akan dibandingkan melalui tahap analisis pengukuran langsung, kuisioner, dan simulasi yang nantinya akan menghasilkan kesimpulan kondisi kenyamanan visual pada ruang kuliah teori.

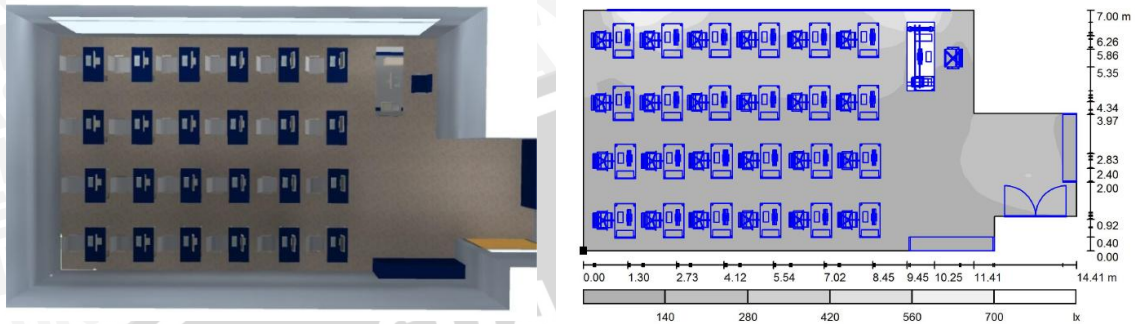
a. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang komputer pada Bulan Maret pukul 10.00

Tabel 4.11. Hasil Simulasi Tingkat Pencahayaan Ruang Komputer Pukul 10.00

Surface	P [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	uD
Workplane	/	148	38	736	0.258
Floor	68	79	28	193	0.350
Ceiling	70	330	109	583	0.330
Walls	82	0.00	0.00	0.00	/

Pada Tabel 4.11. terlihat bahwa tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja dengan ketinggian 0.75 meter adalah 148 Lux. Tingkat pencahayaan ini tergolong dalam terlalu gelap atau kurang dari standar ruang komputer yaitu 450-550 Lux.

Distribusi cahaya pada ruang kuliah teori juga terlihat kurang merata, pada area dekat dengan jendela tingkat pencahayaan mencapai 736 Lux sedangkan pada area yang jauh dari jendela tingkat pencahayaan hanya 38 Lux. Hal ini menunjukkan kinerja bukaan pencahayaan alami pada ruang kuliah komputer masih belum baik.



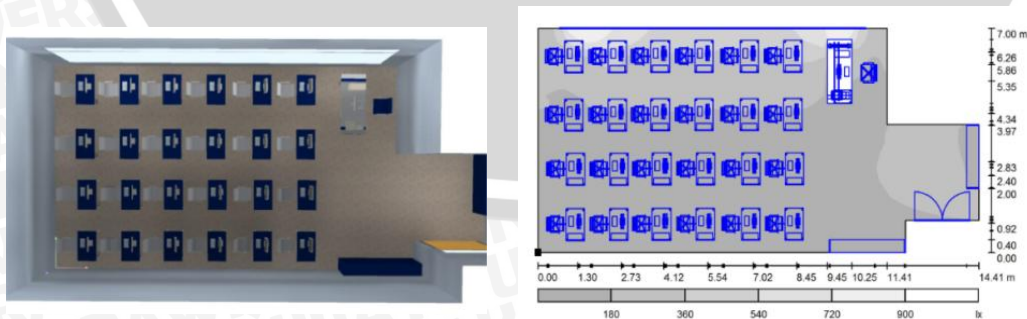
Gambar 4.18. Rendering dan Kontur Cahaya Ruang Komputer Pukul 10.00

b. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang komputer pada Bulan Maret pukul 12.00

Tabel 4.12. Hasil Simulasi Tingkat Pencahayaan Ruang Kuliah Komputer Pukul 12.00

Surface	P [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	uD
Workplane	/	187	48	928	0.258
Floor	68	99	35	243	0.350
Ceiling	70	416	137	736	0.350
Walls	82	0.00	0.00	0.00	/

Pada Tabel 4.12. terlihat bahwa tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja dengan ketinggian 0.75 meter adalah 187 Lux. Tingkat pencahayaan ini tergolong dalam terlalu gelap atau kurang dari standar ruang komputer yaitu 450-550 Lux. Distribusi cahaya pada ruang kuliah teori juga terlihat kurang merata, pada area dekat dengan jendela tingkat pencahayaan mencapai 928 Lux sedangkan pada area yang jauh dari jendela tingkat pencahayaan 48 Lux. Hal ini menunjukkan kinerja bukaan pencahayaan alami pada ruang kuliah komputer masih belum baik.



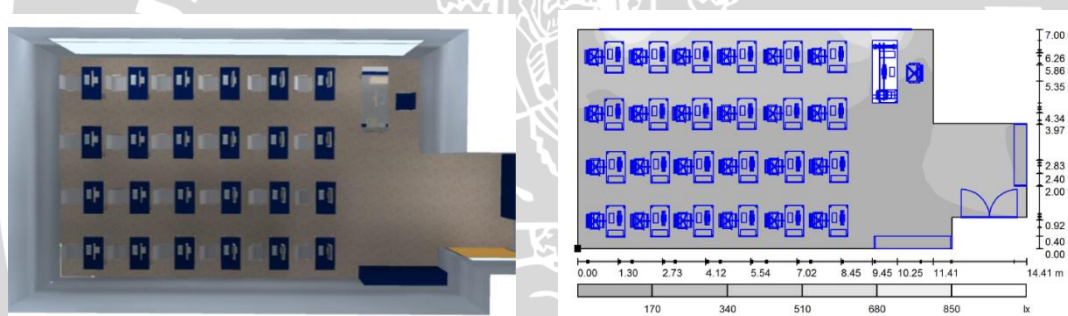
Gambar 4.19. Rendering dan Kontur Cahaya Ruang Kuliah Komputer Pukul 12.00

c. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang komputer pada Bulan Maret pukul 14.00

Tabel 4.13. Hasil Simulasi Tingkat Pencahayaan Ruang Komputer Pukul 14.00

Surface	P [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	uD
Workplane	/	177	46	877	0.258
Floor	68	94	33	230	0.350
Ceiling	70	393	130	695	0.330
Walls	82	0.00	0.00	0.00	/

Pada Tabel 4.13. terlihat bahwa tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja dengan ketinggian 0.75 meter adalah 177 Lux. Tingkat pencahayaan ini tergolong dalam terlalu gelap atau kurang dari standar ruang komputer yaitu 450-550 Lux. Distribusi cahaya pada ruang kuliah komputer juga terlihat kurang merata, pada area dekat dengan jendela tingkat pencahayaan mencapai 877 Lux sedangkan pada area yang jauh dari jendela tingkat pencahayaan hanya 46 Lux. Hal ini menunjukkan kinerja bukaan pencahayaan alami pada ruang kuliah komputer masih belum baik.



Gambar 4.20. Rendering dan Kontur Cahaya Ruang Kuliah komputer Pukul 14.00

4.3.5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis visual, ruang kelas komputer memiliki tipe jendela dengan engsel membuka keatas (*awning*) dengan 2 jenis yaitu jendela mati dan hidup. Jendela ini merupakan jendela tipikal yang dipasang pada lantai 2-6. Pada ruang kelas komputer terdapat *shading device* dengan bentuk horizontal yang panjangnya 0,9 meter. Berdasarkan hasil analisis pengukuran didapatkan bahwa ruang kelas komputer termasuk dalam kategori kurang nyaman karena terlalu gelap. Intensitas cahaya rata-rata pada ruang kelas komputer kurang dari 500 Lux sehingga berdasarkan SNI ruang kelas komputer termasuk dalam kategori kurang nyaman. Hasil pengukuran langsung dengan hasil kuisioner pengguna menunjukkan bahwa pengguna merasa ruang kelas sudah nyaman namun melalui pengukuran Luxmeter terlihat bahwa ruangan masih tergolong dalam kategori terlalu gelap. Berdasarkan visual ruang kelas komputer, ruangan tergolong gelap

dikarenakan terdapat konstruksi atap yang merupakan bagian dari bengkel lantai 1. Hal ini menyebabkan cahaya yang masuk ke dalam ruang tidak maksimal karena dipantulkan oleh konstruksi atap. Hal ini diperkuat dengan bentuk *shading device* yang tidak sesuai dengan orientasi. Berdasarkan orientasi ruang yaitu utara seharusnya *shading device* yang sesuai adalah jenis vertikal.

Tabel 4.14. Perbandingan Hasil Pengukuran dan Kuisisioner Ruang Kelas Komputer

Waktu Pengukuran	Kuisisioner (Lux)	Pengukuran Langsung (Lux)	Simulasi Dialux (Lux)	Verifikasi Daylight Factor (%)		
				Pengukuran Langsung	Simulasi Dialux	Verifikasi
09.00-10.00	450-550	179,56	148	2,27	0,89	0,97%
11.00-12.00	450-550	194	187	1,93	0,89	0,73%
13.00-14.00	450-550	163,89	177	1,86	0,89	0,69%

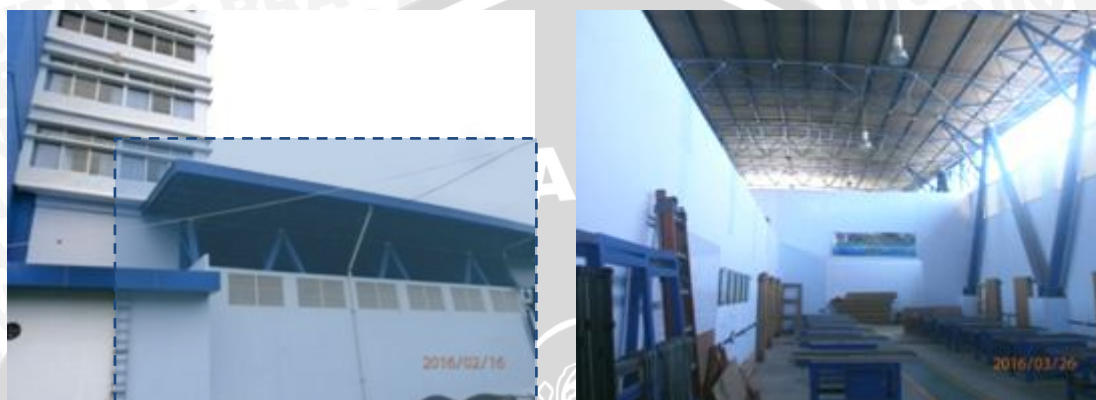
Pada hasil kuisisioner pengguna memilih ruangan terasa nyaman saat pukul 09.00-10.00, terlalu terang saat pukul 11.00-12.00, dan terlalu gelap saat pukul 13.00-14.00. Hal ini sesuai dengan hasil pengukuran yang rata-rata intensitas cahaya mengalami kenaikan pada pukul 11.00-12.00 dan kemudian mengalami penurunan pada pukul 13.00-14.00. Pengguna ruang kelas komputer terbanyak memilih posisi duduk yang nyaman berada di titik B, D, dan E. Berdasarkan hal tersebut terlihat pengguna lebih memilih posisi duduk yang dekat dengan jendela sebagai posisi yang nyaman. Hal ini sesuai dengan hasil pengukuran yang menyatakan ruang paling nyaman berada di posisi A dan B yang dekat dengan jendela. Diantara posisi B, D, dan E 33% pengguna memilih posisi E yang berada di tengah ruang sebagai posisi yang paling nyaman. Oleh karena itu berdasarkan pilihan dari pengguna, maka titik E akan dijadikan acuan kenyamanan visual pada proses rekomendasi. Berdasarkan ketiga analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa ruang kelas komputer termasuk dalam kategori terlalu gelap dan membutuhkan rekomendasi desain untuk mendapatkan kenyamanan visual.

4.4. Ruang Kelas Praktek / Bengkel

Ruang kelas praktek/bengkel yang diteliti adalah bengkel kayu. Bengkel kayu berada pada lantai 1 Gedung Teknik Sipil Polinema. Aktivitas pada bengkel kayu merupakan pekerjaan halus-sedang. Standar kenyamanan visual pada bengkel kayu adalah 200-1000 Lux.

4.4.1. Analisis Visual

Ruang kelas bengkel kayu memiliki orientasi ruang menghadap utara dan terdapat bukaan berupa jendela dengan orientasi bukaan menghadap sisi timur bangunan serta pintu dengan orientasi menghadap sisi selatan. Ruangan memiliki bentuk persegi panjang dengan panjang 19 meter dan lebar 9,5 meter dan tinggi ruang 6 meter. Jam aktif pada ruangan ini mulai dari pukul 07.00-18.00.



Gambar 4.21. Eksterior dan Interior Ruang Kelas Praktek/Bengkel Kayu

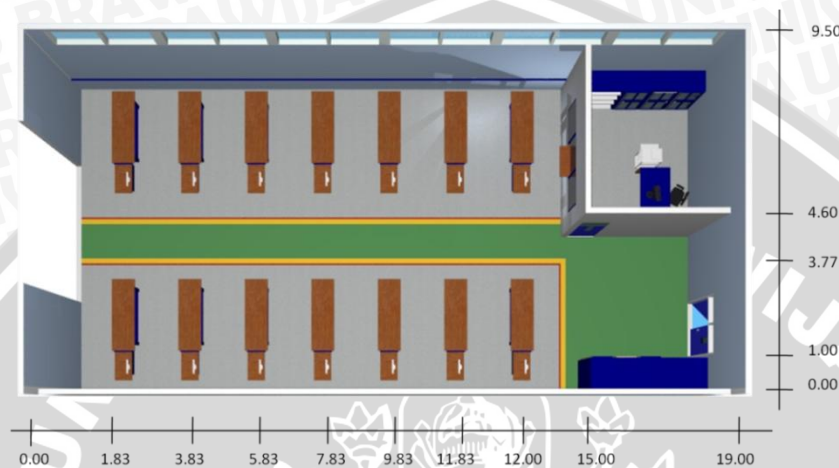
Ruang kelas bengkel kayu tidak memiliki plafon karena menggunakan atap dengan konstruksi ekspose baja. Terdapat bukaan berupa jendela boven dengan orientasi ke sisi timur bangunan. Jendela boven memiliki lebar 7,80 meter dan tinggi 1,2 meter dengan jumlah 6 unit. Setiap satu unit terdapat sepasang jendela boven dengan luas 1,56 meter persegi. Jendela boven dipasang dengan ketinggian 2,8 meter dari lantai dasar. Jendela ini menggunakan kusen dengan material alumunium. Penataan jendela boven pada ruang kelas bengkel ini ditata secara linear pada sisi timur bangunan.



Gambar 4.22. Jenis Bukaan pada Ruang Kelas Praktek/Bengkel Kayu

Pada ruang kelas bengkel terdapat bidang kerja berupa meja dan mesin kayu. Ruang ini menggunakan jenis meja dengan panjang 2 meter dan meja mesin dengan panjang 0,8 meter. Ketinggian meja sebagai bidang kerja pengguna ruang kelas teori ini

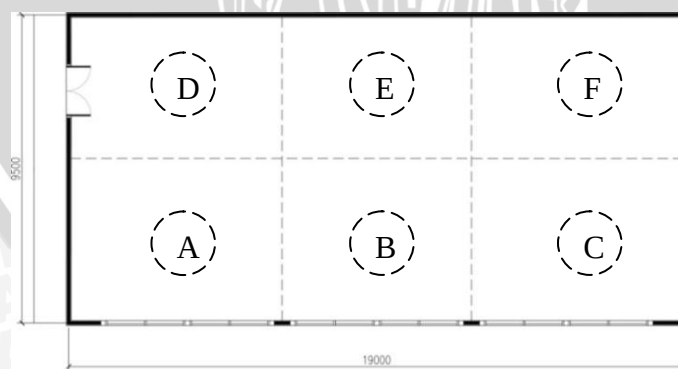
adalah 0,75 meter. Pada ruang kelas bengkel tidak menggunakan kursi dan papan karena kebutuhan aktivitas di dalam ruang sudah diwadahi melalui meja dan mesin kayu. Penataan meja pada ruang kelas bengkel ditata secara linear yang terdiri dari 2 kolom dan 7 baris. Jarak penataan antar unit meja adalah 1,2 meter. Pengguna pada ruang ini terdiri dari dosen, mahasiswa, dan asisten bengkel dengan jumlah maksimum mahasiswa 25 orang.



Gambar 4.23. Interior Ruang Kelas Praktek/Bengkel Kayu

4.4.2. Analisis Pengukuran

Ruang kelas bengkel kayu memiliki luas 180,5 meter persegi dengan kedalaman cahaya 9,5 meter. Berdasarkan standar penentuan titik ukur SNI 03-2396-2001, ruangan dengan luas lebih dari 100 meter persegi maka titik ukur ditentukan setiap 6 meter persegi. Oleh karena itu, ruang kelas bengkel kayu menggunakan 6 titik ukur.

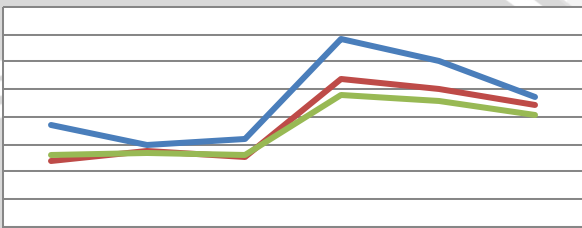
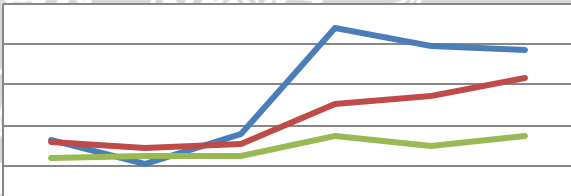
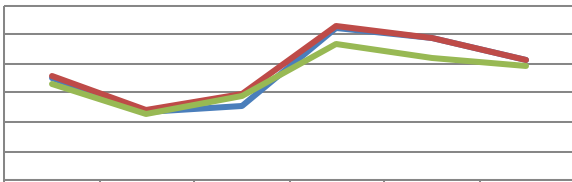


Gambar 4.24. Denah Titik Ukur Ruang Kelas Praktek/Bengkel Kayu

Pada setiap titik ukur, pengukuran dilakukan dengan meletakkan Luxmeter sejajar dengan ketinggian bidang kerja dan posisi arah Luxmeter menghadap ke sumber

cahaya. Ketinggian bidang kerja pada ruang kelas komputer ini adalah 0,75 meter dan arah sumber cahaya menghadap sisi timur bangunan. Pengukuran dilakukan selama 7 hari berurutan dengan pembagian waktu menjadi 3 zona. Hasil pengukuran intensitas cahaya matahari pada ruang kelas komputer sebagai berikut.

Tabel 4.15. Hasil Pengukuran Ruang Kelas Praktek/Bengkel Kayu

Tanggal Pengukuran	Hasil Pengukuran	Kondisi Cuaca																												
24-03-2016	INTENSITAS CAHAYA (LUX)  <table><thead><tr><th></th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th><th>F</th></tr></thead><tbody><tr><td>11.00-12.00</td><td>480</td><td>550</td><td>515</td><td>1071</td><td>1006</td><td>880</td></tr><tr><td>13.00-14.00</td><td>523</td><td>535</td><td>525</td><td>966</td><td>915</td><td>813</td></tr><tr><td>09.00-10.00</td><td>739</td><td>598</td><td>643</td><td>1373</td><td>1211</td><td>948</td></tr></tbody></table>		A	B	C	D	E	F	11.00-12.00	480	550	515	1071	1006	880	13.00-14.00	523	535	525	966	915	813	09.00-10.00	739	598	643	1373	1211	948	• Cerah • Cerah • Cerah
	A	B	C	D	E	F																								
11.00-12.00	480	550	515	1071	1006	880																								
13.00-14.00	523	535	525	966	915	813																								
09.00-10.00	739	598	643	1373	1211	948																								
25-03-2016	INTENSITAS CAHAYA (UX)  <table><thead><tr><th></th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th><th>F</th></tr></thead><tbody><tr><td>09.00-10.00</td><td>327</td><td>211</td><td>363</td><td>883</td><td>791</td><td>774</td></tr><tr><td>11.00-12.00</td><td>317</td><td>286</td><td>301</td><td>505</td><td>549</td><td>635</td></tr><tr><td>13.00-14.00</td><td>237</td><td>245</td><td>248</td><td>343</td><td>290</td><td>339</td></tr></tbody></table>		A	B	C	D	E	F	09.00-10.00	327	211	363	883	791	774	11.00-12.00	317	286	301	505	549	635	13.00-14.00	237	245	248	343	290	339	• Cerah • Cerah • Cerah
	A	B	C	D	E	F																								
09.00-10.00	327	211	363	883	791	774																								
11.00-12.00	317	286	301	505	549	635																								
13.00-14.00	237	245	248	343	290	339																								
26-03-2016	INTENSITAS CAHAYA (UX)  <table><thead><tr><th></th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th><th>F</th></tr></thead><tbody><tr><td>09.00-10.00</td><td>355</td><td>240</td><td>258</td><td>523</td><td>490</td><td>412</td></tr><tr><td>11.00-12.00</td><td>362</td><td>247</td><td>305</td><td>536</td><td>493</td><td>417</td></tr><tr><td>13.00-14.00</td><td>335</td><td>229</td><td>294</td><td>469</td><td>423</td><td>397</td></tr></tbody></table>		A	B	C	D	E	F	09.00-10.00	355	240	258	523	490	412	11.00-12.00	362	247	305	536	493	417	13.00-14.00	335	229	294	469	423	397	• Cerah • Cerah • Cerah
	A	B	C	D	E	F																								
09.00-10.00	355	240	258	523	490	412																								
11.00-12.00	362	247	305	536	493	417																								
13.00-14.00	335	229	294	469	423	397																								

Keterangan:

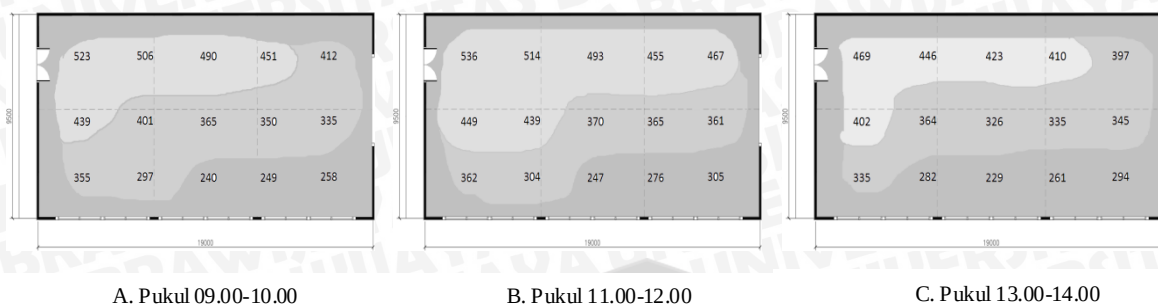
	Terlalu Terang (>1000 Lux)
	Nyaman (200-1000 Lux)
	Terlalu Gelap (<200 Lux)

Proses pengukuran dilakukan selama 3 hari pada kondisi cuaca cerah dengan parameter *daylight outdoor* minimal 10.000 Lux. Pengukuran dilakukan selama 3 hari sebagai proses validasi data melalui validasi alat luxmeter dan hasil pengukuran. Setelah dilakukan pengukuran selama 3 hari terlihat hasil faktor langit yang sama pada ketiga hari tersebut yaitu 0,1. Hal ini membuktikan validasi data hasil pengukuran dapat digunakan sebagai dasar analisis data seperti pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16. Perbandingan Hasil Rata-Rata Pengukuran Ruang Bengkel Kayu

Waktu Pengukuran		Daylight Indoor	Daylight Outdoor	Daylight Factor
24-03-2016	09.00-10.00	916,5	39800	0,023
	11.00-12.00	1077,2	41200	0,026
	13.00-14.00	251,3	12400	0,021
25-03-2016	09.00-10.00	398,83	18900	0,021
	11.00-12.00	558,14	20100	0,027
	13.00-14.00	217,00	10450	0,020
26-03-2016	09.00-10.00	379,66	16290	0,023
	11.00-12.00	393,33	17900	0,021
	13.00-14.00	357,83	15200	0,023

Berdasarkan hasil pengukuran selama 7 hari, terlihat bahwa ruang kelas bengkel kayu berada dalam kategori nyaman. Standar nyaman pada ruang kelas bengkel kayu dengan pekerjaan halus-sedang berdasarkan SNI 03-6575-2001 adalah 200-1000 Lux. Pada ruang bengkel kayu intensitas cahaya matahari tertinggi rata-rata terdapat pada zona waktu kedua yaitu pukul 11.00-12.00. Iluminasi tertinggi selama 7 hari pengukuran yaitu 2290 Lux pada cuaca cerah, sedangkan iluminasi terendah yaitu 65 Lux pada zona waktu ketiga dengan kondisi cuaca hujan. Pada kondisi cuaca normal atau cerah, iluminasi terendah yaitu 229 Lux. Berdasarkan standar, ruang bengkel kayu dinyatakan nyaman apabila berada pada 200-1000 Lux, dinyatakan terlalu terang apabila berada pada >1000 Lux, dan dinyatakan terlalu gelap apabila berada pada <200 Lux. Berdasarkan hal tersebut 63,5% hasil pengukuran menyatakan ruangan masuk dalam kategori nyaman, 19,8% masuk dalam kategori terlalu terang, dan 14,3% masuk dalam kategori terlalu gelap. Berdasarkan hal tersebut terlihat bahwa kenyamanan visual ruang bengkel kayu termasuk dalam kategori nyaman.



Gambar 4.25. Kontur Cahaya Ruang Bengkel Kayu

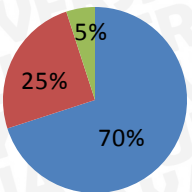
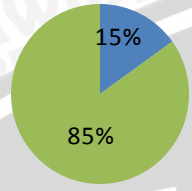
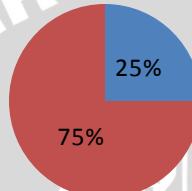
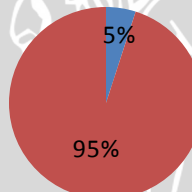
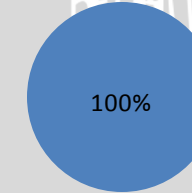
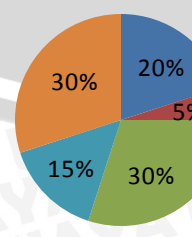
Salah satu faktor yang menyebabkan ruang bengkel kayu nyaman karena terdapat bukaan yang optimal berupa *sidelighting* dan *toplighting*. Bukaan berupa jendela boven pada ruang bengkel kayu berada pada sisi timur dengan persentase 19,7%, sedangkan bukaan berupa *toplighting* berupa *space frame* dengan jarak dari dinding 3,10 meter. Ruang bengkel kayu memiliki ketinggian ruang 6 meter ditambah dengan ketinggian *space frame* 3,10 meter, sehingga total ketinggian ruang pada bengkel kayu adalah 9,10 meter. Hal ini menyebabkan cahaya yang masuk ke dalam ruang lebih optimal dikarenakan titik pantul cahaya lebih luas. Berdasarkan hal tersebut terlihat bahwa ruang bengkel kayu termasuk dalam kategori nyaman walaupun tidak 100% nyaman. Hal ini dikarenakan tidak memungkinkan bagi sebuah ruang untuk dapat terasa nyaman sepenuhnya.

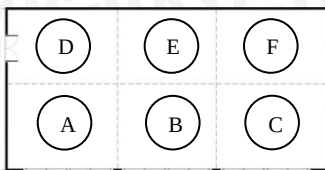
4.4.3. Analisis Kuisioner

Pada ruang kelas bengkel kayu kuisioner disebar sejumlah 20 lembar dengan subjek pengguna ruang yaitu mahasiswa dan asisten bengkel. Terdapat 8 pertanyaan pada kuisioner sebagai berikut.

Tabel 4.17. Hasil Kuisioner Kenyamanan Visual Ruang Kelas Praktek/Bengkel Kayu

No	Pertanyaan	Jawaban	Konversi
1	Apakah sistem pencahayaan di dalam ruang kuliah sudah nyaman untuk kebutuhan belajar dan mengajar?	100% - Terlalu terang - Nyaman - Terlalu gelap	- Terlalu terang (>1000 Lux) - Nyaman (200-1000 Lux) - Terlalu gelap (<200 Lux)
2	Pada pukul berapa anda merasa pencahayaan terlalu terang di dalam ruang kuliah?	15% 10% 75% 09.00-10.00 11.00-12.00 13.00-14.00	Terlalu terang (>1000 Lux)

No	Pertanyaan	Jawaban	Konversi
3	Pada pukul berapa anda merasa pencahayaan nyaman di dalam ruang kuliah?	 09.00-10.00 11.00-12.00 13.00-14.00	Nyaman (200-1000 Lux)
4	Pada pukul berapa anda merasa pencahayaan terlalu gelap di dalam ruang kuliah?	 09.00-10.00 11.00-12.00 13.00-14.00	Terlalu gelap (<200 Lux)
5	Menurut anda, apakah pencahayaan alami di ruang kuliah sudah baik?	 - Sangat baik - Baik - Tidak baik	- Sangat baik (Jendela dan <i>shading device</i> sudah sesuai) - Baik (Jendela atau <i>shading device</i> sudah sesuai) - Tidak baik (Jendela dan <i>shading device</i> tidak sesuai)
6	Menurut anda, apakah ruang kuliah masih membutuhkan lampu di siang hari?	 - Ya - Tidak	- Terlalu terang (>1000 Lux) - Nyaman (200-1000 Lux) - Terlalu gelap (<200 Lux)
7	Jika menjawab ya, pada pukul berapa lampu perlu dinyalakan?	 09.00-10.00 11.00-12.00 13.00-14.00	- Ya (Ruangan terlalu gelap atau ruangan membutuhkan LCD) - Tidak (Ruangan terlalu terang atau sudah nyaman)
8	Menurut anda, pada area mana posisi duduk terasa nyaman di dalam ruang kuliah? Beri tanda silang pada area yang ada pilih sesuai denah berikut.	 - A - B - C - D - E - F - G	- Posisi A, B, dan C memiliki jarak 3 meter dari jendela - Posisi D, E, dan F memiliki jarak 6 meter dari jendela - Posisi G, H, dan I memiliki jarak 9 meter dari jendela



Berdasarkan hasil kuisioner tingkat kenyamanan visual yang dirasakan pengguna ruang kelas teori, 100% pengguna menyatakan ruang terasa nyaman dan tidak ada yang menyatakan ruang terlalu gelap atau terlalu terang. Pengguna rata-rata merasa ruang kelas pada pukul 09.00-10.00 terasa nyaman, pukul 11.00-12.00 terasa terlalu terang, dan pukul 13.00-14.00 terasa terlalu gelap. Pengguna ruang juga merasa ruang sudah memiliki pencahayaan alami yang baik sehingga 95% pengguna menyatakan ruang tidak membutuhkan lampu di siang hari. Berdasarkan pemilihan posisi duduk yang paling nyaman, terdapat hasil yang seri yaitu 30% pengguna memilih posisi C dan 30% pengguna memilih posisi F yang keduanya berada di area tepi belakang. Hal ini mengindikasikan daerah yang berada dekat bukaan cenderung terlalu terang sedangkan daerah yang berada jauh dari bukaan cenderung terlalu gelap sehingga pengguna lebih merasa nyaman pada posisi duduk ditengah ruang. Oleh karena itu perlu dilakukan rekomendasi untuk mengurangi tingkat pencahayaan pada area dekat bukaan dan meningkatkan tingkat pencahayaan pada area yang jauh dari bukaan sehingga kenyamanan visual ruang dapat tercapai.

4.4.4. Analisis Simulasi

Pengukuran tingkat pencahayaan pada ruang bengkel kayu menggunakan simulasi pencahayaan dengan software Dialux 4.12. Pengukuran dilakukan pada salah satu waktu sesuai dengan pengukuran langsung yaitu 26 Maret 2016. Jam pengukuran menyesuaikan dengan pengukuran langsung yang sudah ditentukan berdasarkan waktu aktivitas mahasiswa yaitu pukul 10.00, 12.00, dan 14.00. Analisis simulasi dilakukan sebagai proses verifikasi analisis pengukuran langsung dan kuisioner. Tingkat pencahayaan akan dibandingkan melalui tahap analisis pengukuran langsung, kuisioner, dan simulasi yang nantinya akan menghasilkan kesimpulan kondisi kenyamanan visual pada ruang kuliah teori.

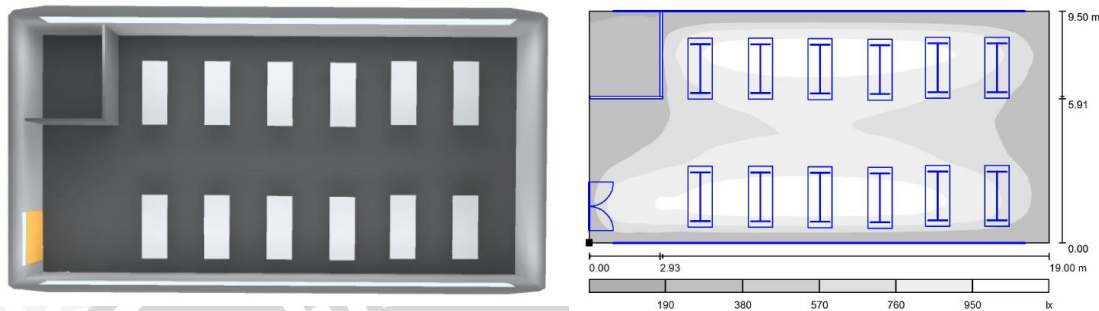
- a. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang bengkel kayu pada Bulan Maret pukul 10.00

Tabel 4.18. Hasil Simulasi Tingkat Pencahayaan Ruang Bengkel Kayu Pukul 10.00

Surface	P [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	uD
Workplane	/	719	125	1066	0.174
Floor	20	511	96	823	0.188
Ceiling	70	232	162	323	0.696
Walls	50	292	81	678	/

Pada Tabel 4.18. terlihat bahwa tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja dengan ketinggian 0.75 meter adalah 719 Lux. Tingkat pencahayaan ini tergolong

sudah nyaman dan sesuai dengan standar yaitu 200-1000 Lux. Distribusi cahaya pada ruang bengkel kayu juga sudah merata, pada area dekat dengan jendela tingkat pencahayaan mencapai 1066 Lux sedangkan pada area yang jauh dari jendela tingkat pencahayaan hanya 125 Lux. Hal ini menunjukkan kinerja bukaan pencahayaan alami pada ruang bengkel kayu sudah baik.



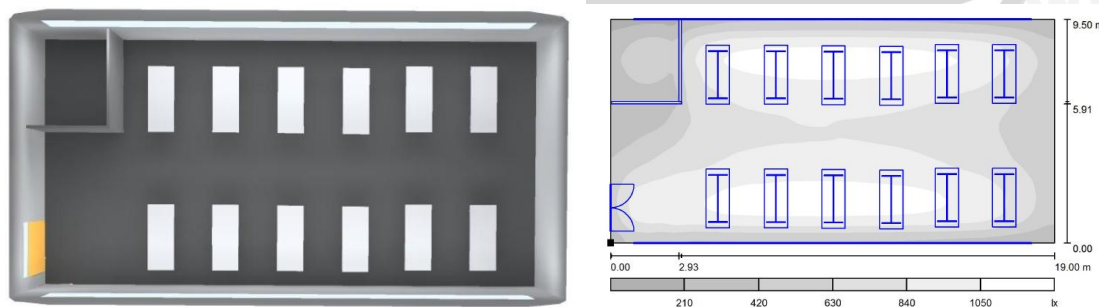
Gambar 4.26. Rendering dan Kontur Cahaya Ruang Bengkel Kayu Pukul 10.00

b. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang kuliah teori pada Bulan Maret pukul 12.00

Tabel 4.19. Hasil Simulasi Tingkat Pencahayaan Ruang Bengkel Kayu Pukul 12.00

Surface	P [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	uD
Workplane	/	781	136	1157	0.174
Floor	20	555	105	893	0.188
Ceiling	70	252	175	351	0.696
Walls	50	317	88	736	/

Pada Tabel 4.19. terlihat bahwa tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja dengan ketinggian 0.75 meter adalah 781 Lux. Tingkat pencahayaan ini tergolong nyaman dan sudah sesuai dengan standar 200-1000 Lux. Distribusi cahaya pada ruang bengkel kayu sudah merata, pada area dekat dengan jendela tingkat pencahayaan mencapai 1157 Lux sedangkan pada area yang jauh dari jendela tingkat pencahayaan 136 Lux. Hal ini menunjukkan kinerja bukaan pencahayaan alami pada ruang bengkel kayu sudah baik.



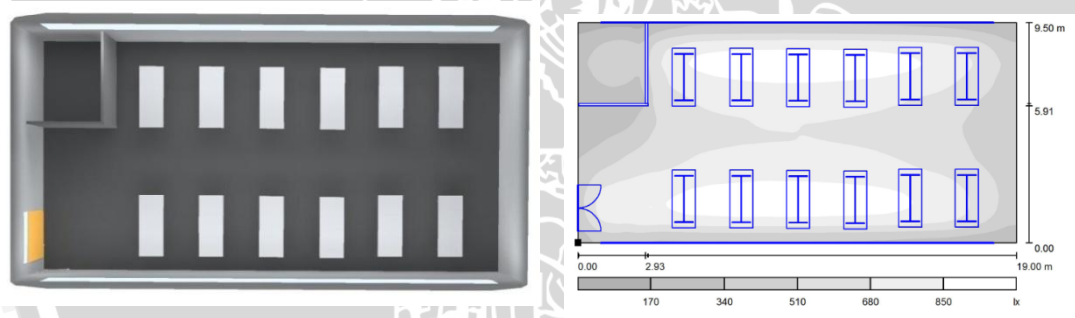
Gambar 4.27. Rendering dan Kontur Cahaya Ruang Bengkel Kayu Pukul 12.00

c. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang kuliah teori pada Bulan Maret pukul 14.00

Tabel 4.20. Hasil Simulasi Tingkat Pencahayaan Ruang Bengkel Kayu Pukul 14.00

Surface	P [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	uD
Workplane	/	635	111	942	0.174
Floor	20	452	85	727	0.188
Ceiling	70	205	143	285	0.696
Walls	50	258	71	599	/

Pada Tabel 4.20. terlihat bahwa tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja dengan ketinggian 0.75 meter adalah 635 Lux. Tingkat pencahayaan ini tergolong nyaman dan sesuai dengan standar 200-1000 Lux. Distribusi cahaya pada ruang bengkel kayu sudah merata, pada area dekat dengan jendela tingkat pencahayaan mencapai 942 Lux sedangkan pada area yang jauh dari jendela tingkat pencahayaan hanya 111 Lux. Hal ini menunjukkan kinerja bukaan pencahayaan alami pada ruang bengkel kayu sudah baik.



Gambar 4.28. Rendering dan Kontur Cahaya Ruang Bengkel Kayu Pukul 14.00

4.4.5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis visual, ruang kelas praktek/bengkel kayu memiliki tipe jendela boven. Selain menggunakan bukaan jendela boven sebagai *sidelighting* ruang kelas bengkel kayu juga menggunakan bukaan *toplighting* melalui konstruksi atap baja ekspose. Berdasarkan hasil analisis pengukuran didapatkan bahwa ruang kelas bengkel kayu termasuk dalam kategori nyaman. Intensitas cahaya rata-rata pada ruang kelas bengkel kayu sudah sesuai dengan SNI yaitu berada pada rentang 200-1000 Lux. Bengkel kayu merupakan ruang kelas dengan pekerjaan halus-sedang. Hasil pengukuran langsung menggunakan Luxmeter terlihat sesuai dengan hasil kuisioner pengguna yang 100% menyatakan pencahayaan pada ruang bengkel kayu sudah termasuk dalam kategori nyaman. Kondisi nyaman pada ruang kelas bengkel kayu dipengaruhi oleh bentuk ruang

yang memiliki ketinggian 6 meter. Selain itu ruangan menggunakan konstruksi atap baja ekspose dengan lebar bukaan disamping 3,10 meter. Hal ini menyebabkan cahaya yang masuk ke dalam ruang dipantulkan dengan tepat dan merata ke dalam ruang.

Tabel 4.21. Perbandingan Hasil Pengukuran dan Kuisioner Ruang Kelas Bengkel Kayu

Waktu Pengukuran	Kuisioner (Lux)	Pengukuran Langsung (Lux)	Simulasi Dialux (Lux)	Verifikasi Daylight Factor (%)		
				Pengukuran Langsung	Simulasi Dialux	Verifikasi
09.00-10.00	200-1000	379,67	719	2,46	3,74	0,91%
11.00-12.00	200-1000	393,33	781	1,95	3,74	1,26%
13.00-14.00	200-1000	357,83	635	2,02	3,74	1,21%

Pada hasil kuisioner seluruh pengguna memilih ruangan nyaman secara visual. Hal ini sesuai dengan hasil pengukuran yang rata-rata intensitas cahaya sesuai standar namun mengalami kenaikan pada pukul 11.00-12.00 dan kemudian mengalami penurunan pada pukul 13.00-14.00. Pengguna ruang kelas teori dominan memilih ruangan tidak membutuhkan lampu di siang hari. Terdapat 2 kemungkinan pengguna menyatakan yaitu ruangan sudah nyaman atau ruangan terlalu terang. Hal ini dibuktikan melalui pengukuran langsung yang terlihat bahwa pada ruangan sudah nyaman sehingga pada pukul 13.00-14.00 ruangan tidak membutuhkan lampu lagi. Pengguna ruang kelas teori memilih posisi duduk yang paling nyaman berada di titik C dan F. Berdasarkan pengukuran dengan cuaca cerah posisi E termasuk dalam kategori nyaman. Hal ini terlihat bahwa pengguna lebih merasa nyaman dengan posisi duduk yang berada di area belakang ruang dan dekat dengan bukaan. Berdasarkan ketiga analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa kenyamanan visual pada ruang kelas praktek/bengkel kayu termasuk dalam kategori nyaman dan tidak membutuhkan rekomendasi desain.

4.5. Ruang Kelas Gambar

Ruang kelas gambar berada pada lantai 2 Gedung Teknik Sipil Polinema. Aktivitas di dalam ruang kelas gambar yaitu menggambar dan melihat ke arah bidang kerja meja gambar. Standar kenyamanan visual pada ruang kelas gambar adalah 700 Lux.

4.5.1. Analisis Visual

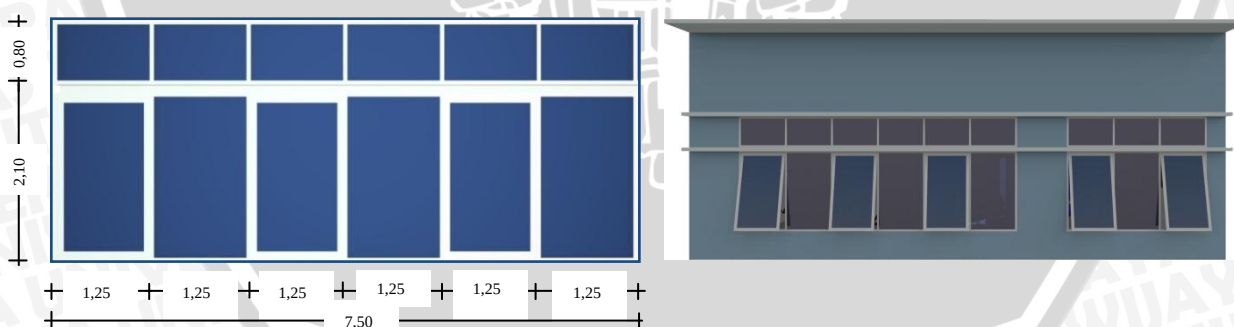
Ruang kelas gambar memiliki orientasi ruang menghadap sisi selatan. Pada ruang kelas gambar terdapat bukaan berupa jendela dengan orientasi menghadap sisi utara bangunan dan pintu dengan orientasi menghadap sisi selatan. Ruangan memiliki bentuk

persegi panjang dengan panjang 14 meter dan lebar 7 meter dan tinggi ruang 5 meter. Ruang ini mewadahi kegiatan belajar mengajar dengan mata kuliah gambar teknik. Jam aktif pada ruangan ini mulai dari pukul 10.00-15.00.



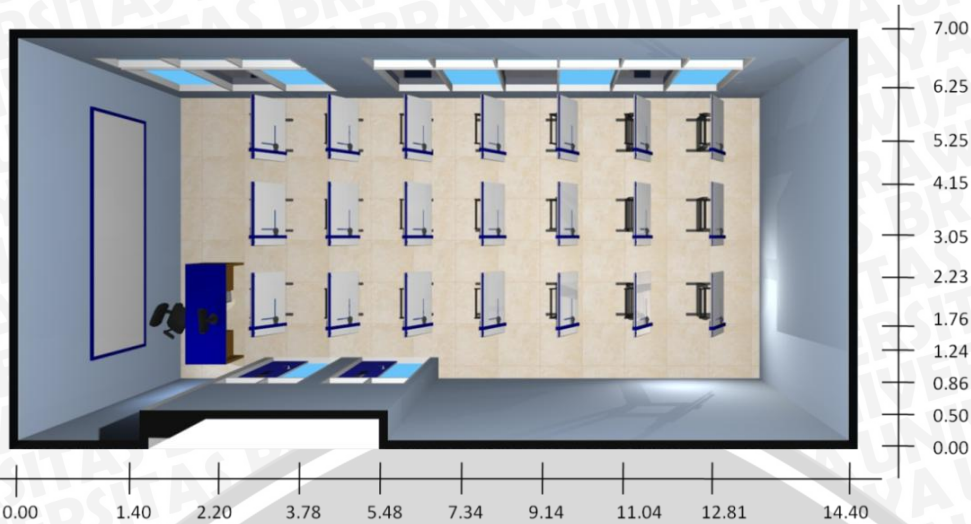
Gambar 4.29. Eksterior dan Interior Ruang Kelas Gambar

Ruang kelas gambar memiliki ketinggian plafon 3,8 meter dengan luas bukaan jendela mencapai 32,7%. Bukaan berupa jendela terdiri dari 2 jenis yaitu jendela mati dan hidup dengan orientasi ke sisi utara bangunan. Kedua jendela ini merupakan jendela jenis *awning*, yaitu jendela membuka keluar dengan posisi engsel diatas. Jendela ini dapat membuka keluar dengan sudut maksimum 45 derajat. Setiap unit jendela memiliki lebar 1,25 meter dan tinggi 2,1 meter. Pada satu ruang kelas teori terdapat 9 unit jendela yang terdiri dari 4 jendela mati dan 5 jendela hidup dengan ukuran yang sama setiap unitnya. Jendela ini menggunakan kusen dengan material alumunium dan kaca dengan ketebalan 6mm.



Gambar 4.30. Jenis Bukaan pada Ruang Kelas Gambar

Pada ruang kelas gambar terdapat *shading device* sebagai teritisan atau pembayang matahari dengan tipe *horizontal shading device*. Panjang *shading device* 0,9 meter dengan jumlah 1 buah. *Shading device* berada pada ketinggian 5 meter dari lantai sebagai teritisan antara lantai 2 dan lantai 3. *Shading device* ini memiliki tebal 0,1 meter dengan arah orientasi ke sisi utara bangunan.

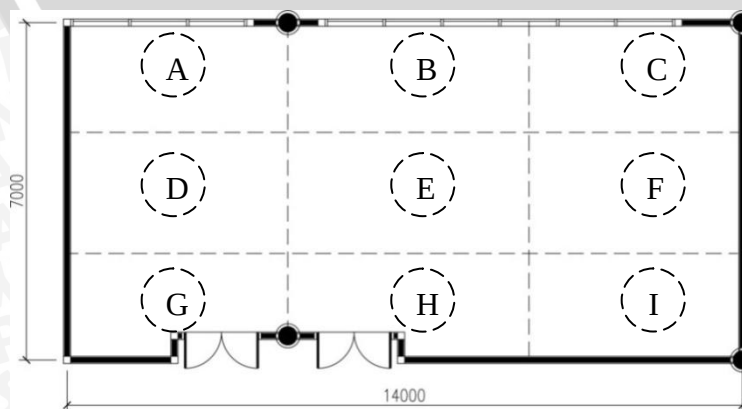


Gambar 4.31. Interior Ruang Kelas Gambar

Pada ruang kelas gambar terdapat bidang kerja berupa meja gambar dan papan tulis. Meja gambar pada ruang ini mewadahi kebutuhan menggambar mahasiswa dengan kapasitas 1 unit meja untuk 1 mahasiswa. Ketinggian meja sebagai bidang kerja pengguna ruang kelas teori ini adalah 0,75 meter yang sejajar dengan ketinggian jendela. Meja gambar pada ruang gambar ini dipasang dengan kemiringan sudut 15 derajat. Penataan unit meja gambar pada ruang kelas ditata secara linear yang terdiri dari 3 kolom dan 7 baris dengan jarak antar 1 unit meja adalah 0,8 meter. Pengguna pada ruang ini terdiri dari dosen dan mahasiswa dengan jumlah maksimum mahasiswa 21 orang.

4.5.2. Analisis Pengukuran

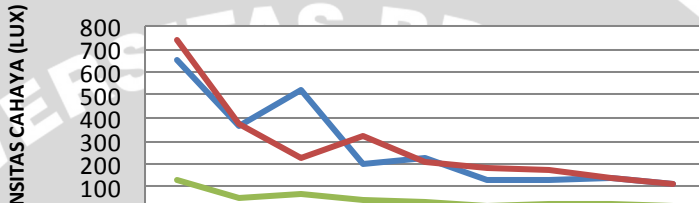
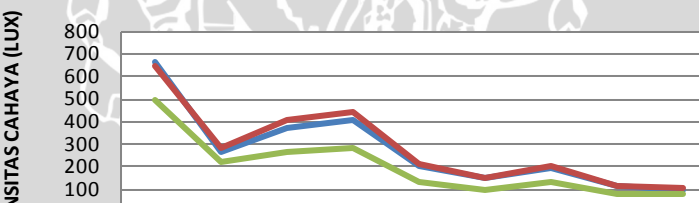
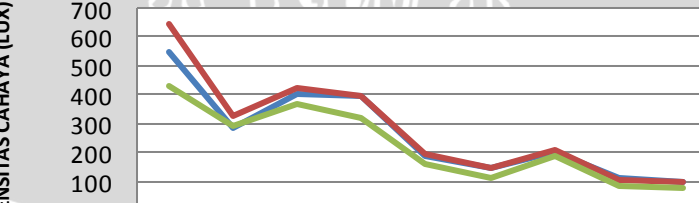
Ruang kelas teori memiliki luas 98 meter persegi dengan kedalaman cahaya 7 meter. Berdasarkan standar penentuan titik ukur SNI 03-2396-2001, ruangan dengan luas kurang dari 100 meter persegi maka titik ukur ditentukan setiap 3 meter persegi. Oleh karena itu, ruang kelas teori menggunakan 9 titik ukur.



Gambar 4.32. Denah Titik Ukur Ruang Kelas Gambar

Pada setiap titik ukur, pengukuran dilakukan dengan meletakkan Luxmeter sejajar dengan ketinggian bidang kerja dan posisi arah Luxmeter menghadap ke sumber cahaya. Bidang kerja pada ruangan ini memiliki tinggi 0,75 meter dengan kemiringan 15 derajat dan arah sumber cahaya menghadap sisi utara bangunan. Pengukuran dilakukan selama 7 hari berurutan dengan pembagian waktu menjadi 3 zona. Hasil pengukuran intensitas cahaya matahari pada ruang kelas teori sebagai berikut.

Tabel 4.22. Hasil Pengukuran Ruang Kelas Gambar

Tanggal Pengukuran	Hasil Pengukuran	Kondisi Cuaca																																								
24-03-2016	 <table> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> <th>H</th> <th>I</th> </tr> <tr> <td>09.00-10.00</td> <td>656</td> <td>368</td> <td>521</td> <td>196</td> <td>226</td> <td>125</td> <td>132</td> <td>137</td> <td>111</td> </tr> <tr> <td>11.00-12.00</td> <td>745</td> <td>376</td> <td>231</td> <td>328</td> <td>211</td> <td>187</td> <td>175</td> <td>138</td> <td>114</td> </tr> <tr> <td>13.00-14.00</td> <td>133</td> <td>56</td> <td>70</td> <td>48</td> <td>34</td> <td>21</td> <td>29</td> <td>27</td> <td>17</td> </tr> </table>		A	B	C	D	E	F	G	H	I	09.00-10.00	656	368	521	196	226	125	132	137	111	11.00-12.00	745	376	231	328	211	187	175	138	114	13.00-14.00	133	56	70	48	34	21	29	27	17	• Cerah • Cerah • Cerah
	A	B	C	D	E	F	G	H	I																																	
09.00-10.00	656	368	521	196	226	125	132	137	111																																	
11.00-12.00	745	376	231	328	211	187	175	138	114																																	
13.00-14.00	133	56	70	48	34	21	29	27	17																																	
25-03-2016	 <table> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> <th>H</th> <th>I</th> </tr> <tr> <td>09.00-10.00</td> <td>669</td> <td>267</td> <td>374</td> <td>410</td> <td>203</td> <td>149</td> <td>198</td> <td>116</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>11.00-12.00</td> <td>653</td> <td>285</td> <td>412</td> <td>443</td> <td>213</td> <td>151</td> <td>201</td> <td>117</td> <td>105</td> </tr> <tr> <td>13.00-14.00</td> <td>501</td> <td>226</td> <td>268</td> <td>284</td> <td>139</td> <td>104</td> <td>133</td> <td>85</td> <td>82</td> </tr> </table>		A	B	C	D	E	F	G	H	I	09.00-10.00	669	267	374	410	203	149	198	116	100	11.00-12.00	653	285	412	443	213	151	201	117	105	13.00-14.00	501	226	268	284	139	104	133	85	82	• Cerah • Cerah • Cerah
	A	B	C	D	E	F	G	H	I																																	
09.00-10.00	669	267	374	410	203	149	198	116	100																																	
11.00-12.00	653	285	412	443	213	151	201	117	105																																	
13.00-14.00	501	226	268	284	139	104	133	85	82																																	
26-03-2016	 <table> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> <th>H</th> <th>I</th> </tr> <tr> <td>09.00-10.00</td> <td>550</td> <td>287</td> <td>403</td> <td>399</td> <td>191</td> <td>146</td> <td>202</td> <td>108</td> <td>97</td> </tr> <tr> <td>11.00-12.00</td> <td>649</td> <td>331</td> <td>425</td> <td>401</td> <td>194</td> <td>151</td> <td>213</td> <td>107</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>13.00-14.00</td> <td>432</td> <td>295</td> <td>371</td> <td>318</td> <td>161</td> <td>113</td> <td>192</td> <td>88</td> <td>78</td> </tr> </table>		A	B	C	D	E	F	G	H	I	09.00-10.00	550	287	403	399	191	146	202	108	97	11.00-12.00	649	331	425	401	194	151	213	107	100	13.00-14.00	432	295	371	318	161	113	192	88	78	• Cerah • Cerah • Cerah
	A	B	C	D	E	F	G	H	I																																	
09.00-10.00	550	287	403	399	191	146	202	108	97																																	
11.00-12.00	649	331	425	401	194	151	213	107	100																																	
13.00-14.00	432	295	371	318	161	113	192	88	78																																	

Keterangan:

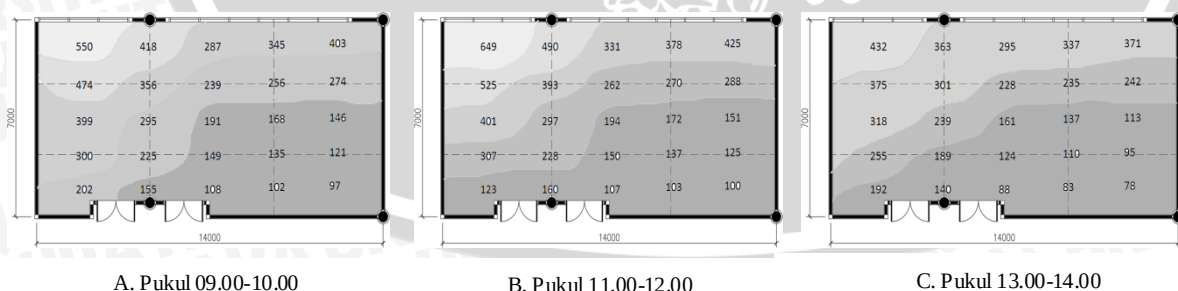
- Terlalu Terang (>750 Lux)
- Nyaman (650-750 Lux)
- Terlalu Gelap (<650 Lux)

Proses pengukuran dilakukan selama 3 hari pada kondisi cuaca cerah dengan parameter *daylight outdoor* minimal 10.000 Lux. Pengukuran dilakukan selama 3 hari sebagai proses validasi data melalui validasi alat luxmeter dan hasil pengukuran. Setelah dilakukan pengukuran selama 3 hari terlihat hasil faktor langit yang sama pada ketiga hari tersebut yaitu 0,1. Hal ini membuktikan validasi data hasil pengukuran dapat digunakan sebagai dasar analisis data.

Tabel 4.23. Perbandingan Hasil Rata-Rata Pengukuran Ruang Kelas Gambar

Waktu Pengukuran		Daylight Indoor	Daylight Outdoor	Daylight Factor
24-03-2016	09.00-10.00	274,66	10614	0,025
	11.00-12.00	278,33	11636	0,023
	13.00-14.00	187,98	10145	0,018
25-03-2016	09.00-10.00	276,22	12100	0,022
	11.00-12.00	286,66	12400	0,023
	13.00-14.00	202,44	11800	0,017
26-03-2016	09.00-10.00	264,78	11240	0,023
	11.00-12.00	285,66	11900	0,024
	13.00-14.00	227,56	11300	0,020

Berdasarkan hasil pengukuran selama 7 hari, terlihat bahwa ruang kelas gambar berada dalam kategori tidak nyaman karena terlalu gelap. Standar nyaman pada ruang kelas gambar berdasarkan SNI 03-6575-2001 adalah 700 Lux. Pada ruang kelas gambar intensitas cahaya matahari tertinggi rata-rata terdapat pada zona waktu kedua yaitu pukul 11.00-12.00. Iluminasi tertinggi selama 7 hari pengukuran yaitu 745 Lux pada cuaca cerah, sedangkan iluminasi terendah yaitu 10 Lux pada zona waktu ketiga dengan kondisi cuaca hujan. Pada kondisi cuaca normal atau cerah, iluminasi terendah yaitu 78 Lux. Berdasarkan hasil tersebut terlihat ruangan dominan terlalu gelap sehingga kenyamanan visual di dalam ruang termasuk dalam kategori kurang nyaman.



Gambar 4.33. Kontur Cahaya Ruang Kuliah Gambar

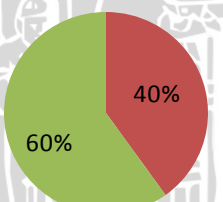
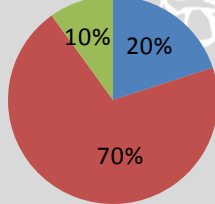
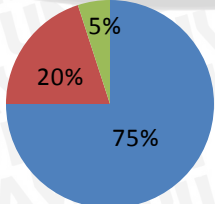
Ruang kelas gambar memiliki permasalahan yang serupa dengan ruang komputer yaitu hubungan ruang dengan ruang lainnya. Pada sisi utara ruang gambar tepatnya didepan jendela merupakan bagian dari konstruksi atap bengkel. Hal ini

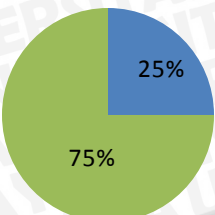
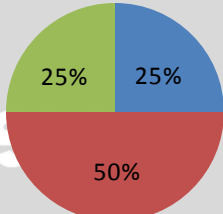
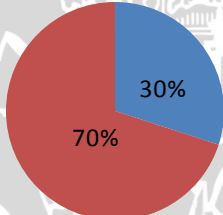
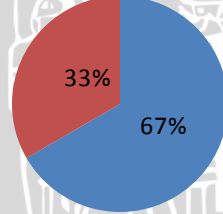
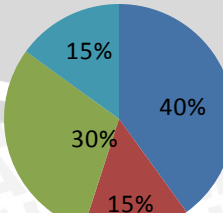
menyebabkan cahaya matahari yang masuk melalui sisi utara tidak optimal karena terhalang konstruksi atap bengkel sehingga ruang komputer terasa gelap. Luas bukaan pada ruang gambar 32,7%, dengan luas tersebut cahaya masih belum masuk secara optimal ke dalam ruang. Bentuk bukaan ruang kelas komputer memiliki *shading device* dengan tipe *horizontal shading device*. Tipe ini kurang sesuai karena *horizontal shading device* memiliki orientasi terbaik pada sisi selatan, barat, dan timur. Sedangkan tipe yang baik untuk orientasi utara adalah *vertical shading device*. Panjang *horizontal shading device* yang ada di ruang komputer merupakan kombinasi panjang 90 cm dan 30cm. Oleh karena itu, cahaya matahari yang masuk ke dalam ruang semakin berkurang akibat terbayangi *shading device* dan konstruksi atap yang ada di depan jendela sehingga menyebabkan ruangan terasa gelap dan kurang nyaman.

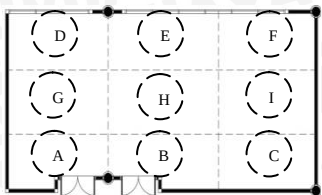
4.5.3. Analisis Kuisisioner

Pada ruang kelas bengkel kayu kuisisioner disebar sejumlah 20 lembar dengan subjek pengguna ruang yaitu mahasiswa dan asisten bengkel. Terdapat 8 pertanyaan pada kuisisioner sebagai berikut.

Tabel 4.24. Hasil Kuisisioner Kenyamanan Visual Ruang Kelas Praktek/Bengkel Kayu

No	Pertanyaan	Jawaban	Konversi
1	Apakah sistem pencahayaan di dalam ruang kuliah sudah nyaman untuk kebutuhan belajar dan mengajar?	 - Terlalu terang - Nyaman - Terlalu gelap	- Terlalu terang (>750 Lux) - Nyaman (650-750 Lux) - Terlalu gelap (<650 Lux)
2	Pada pukul berapa anda merasa pencahayaan terlalu terang di dalam ruang kuliah?	 09.00-10.00 11.00-12.00 13.00-14.00	Terlalu terang (>750 Lux)
3	Pada pukul berapa anda merasa pencahayaan nyaman di dalam ruang kuliah?	 09.00-10.00 11.00-12.00 13.00-14.00	Nyaman (650-750 Lux)

No	Pertanyaan	Jawaban	Konversi
4	Pada pukul berapa anda merasa pencahayaan terlalu gelap di dalam ruang kuliah?	 09.00-10.00 11.00-12.00 13.00-14.00	Terlalu gelap (<650 Lux)
5	Menurut anda, apakah pencahayaan alami di ruang kuliah sudah baik?	 - Sangat baik - Baik - Tidak baik	- Sangat baik (Jendela dan <i>shading device</i> sudah sesuai) - Baik (Jendela atau <i>shading device</i> sudah sesuai) - Tidak baik (Jendela dan <i>shading device</i> tidak sesuai)
6	Menurut anda, apakah ruang kuliah masih membutuhkan lampu di siang hari?	 - Ya - Tidak	- Terlalu terang (>750 Lux) - Nyaman (650-750 Lux) - Terlalu gelap (<650 Lux)
7	Jika menjawab ya , pada pukul berapa lampu perlu dinyalakan?	 09.00-10.00 11.00-12.00 13.00-14.00	- Ya (Ruangan terlalu gelap atau ruangan membutuhkan LCD) - Tidak (Ruangan terlalu terang atau sudah nyaman)
8	Menurut anda, pada area mana posisi duduk terasa nyaman di dalam ruang kuliah? Beri tanda silang pada area yang ada pilih sesuai denah berikut.	 - A - B - C - D - E - F - G - H - I	- Posisi A, B, dan C memiliki jarak 3 meter dari jendela - Posisi D,E, dan F memiliki jarak 6 meter dari jendela - Posisi G,H, dan I memiliki jarak 9 meter dari jendela



Berdasarkan hasil kuisioner tingkat kenyamanan visual yang dirasakan pengguna ruang kelas gambar, 60% pengguna menyatakan ruang terasa tidak nyaman karena terlalu gelap dan sisanya 40% menyatakan ruangan sudah nyaman. Pengguna rata-rata merasa ruang kelas pada pukul 09.00-10.00 terasa nyaman, pukul 11.00-12.00 terasa terlalu terang, dan pukul 13.00-14.00 terasa terlalu gelap. Rata-rata pengguna merasa ruangan sudah menggunakan pencahayaan alami yang baik, namun terdapat 25% pengguna yang menyatakan ruangan masih membutuhkan lampu pada pukul 09.00-10.00. Berdasarkan pemilihan posisi duduk yang paling nyaman, pengguna memilih posisi A, B, C, dan E dengan posisi A yang dipilih terbanyak oleh pengguna yaitu 40%. Posisi A, B, dan C merupakan posisi duduk yang paling dekat dengan jendela, sedangkan posisi E merupakan posisi duduk yang berada di tengah ruangan. Hal ini mengindikasikan daerah yang berada dekat bukaan cenderung terlalu terang sedangkan daerah yang berada jauh dari bukaan cenderung terlalu gelap sehingga pengguna lebih merasa nyaman pada posisi duduk ditengah ruang. Oleh karena itu perlu dilakukan rekomendasi untuk mengurangi tingkat pencahayaan pada area dekat bukaan dan meningkatkan tingkat pencahayaan pada area yang jauh dari bukaan sehingga kenyamanan visual ruang dapat tercapai.

4.5.4. Analisis Simulasi

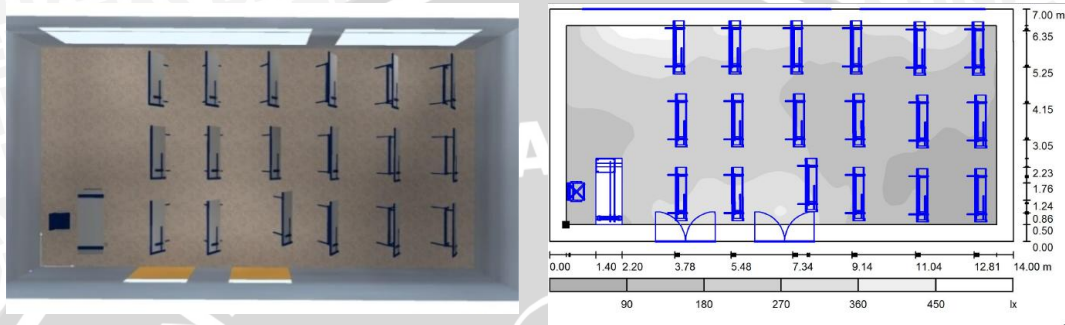
Pengukuran tingkat pencahayaan pada ruang kuliah gambar menggunakan simulasi pencahayaan dengan software Dialux 4.12. Pengukuran dilakukan pada salah satu waktu sesuai dengan pengukuran langsung yaitu 26 Maret 2016. Jam pengukuran menyesuaikan dengan pengukuran langsung yang sudah ditentukan berdasarkan waktu aktivitas mahasiswa yaitu pukul 10.00, 12.00, dan 14.00. Analisis simulasi dilakukan sebagai proses verifikasi analisis pengukuran langsung dan kuisioner. Tingkat pencahayaan akan dibandingkan melalui tahap analisis pengukuran langsung, kuisioner, dan simulasi yang nantinya akan menghasilkan kesimpulan kondisi kenyamanan visual pada ruang kuliah teori.

- a. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang kuliah gambar pada Bulan Maret pukul 10.00

Tabel 4.25. Hasil Simulasi Tingkat Pencahayaan Ruang Kuliah Gambar Pukul 10.00

Surface	P [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	uD
Workplane	/	197	58	506	0.294
Floor	68	167	64	314	0.380
Ceiling	70	375	215	574	0.573
Walls	81	0.00	0.00	0.00	/

Pada Tabel 4.25, terlihat bahwa tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja dengan ketinggian 0.75 meter adalah 197 Lux. Tingkat pencahayaan ini tergolong dalam terlalu rendah atau kurang dari standar ruang kuliah yaitu 650-750 Lux. Distribusi cahaya pada ruang kuliah gambar juga terlihat kurang merata, pada area dekat dengan jendela tingkat pencahayaan 506 Lux sedangkan pada area yang jauh dari jendela tingkat pencahayaan hanya 58 Lux. Hal ini menunjukkan kinerja bukaan pencahayaan alami pada ruang kuliah gambar masih belum baik.



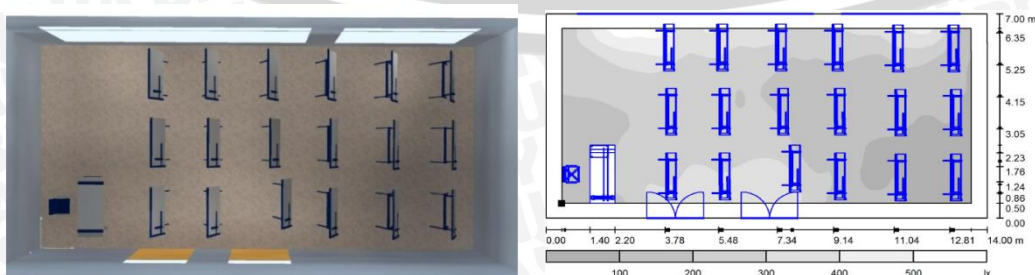
Gambar 4.34. Rendering dan Kontur Cahaya Ruang Kuliah Gambar Pukul 10.00

b. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang kuliah gambar pada Bulan Maret pukul 12.00

Tabel 4.26. Hasil Simulasi Tingkat Pencahayaan Ruang Kuliah Gambar Pukul 12.00

Surface	P [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	uD
Workplane	/	214	63	550	0.294
Floor	68	182	69	341	0.380
Ceiling	70	407	234	623	0.573
Walls	81	0.00	0.00	0.00	/

Pada Tabel 4.26, terlihat bahwa tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja dengan ketinggian 0.75 meter adalah 214 Lux. Tingkat pencahayaan ini tergolong dalam terlalu gelap atau kurang dari standar ruang gambar yaitu 650-750 Lux. Distribusi cahaya pada ruang kuliah gambar juga terlihat kurang merata, pada area dekat dengan jendela tingkat pencahayaan 550 Lux sedangkan pada area yang jauh dari jendela tingkat pencahayaan hanya 63 Lux. Hal ini menunjukkan kinerja bukaan pencahayaan alami pada ruang kuliah gambar masih belum baik.



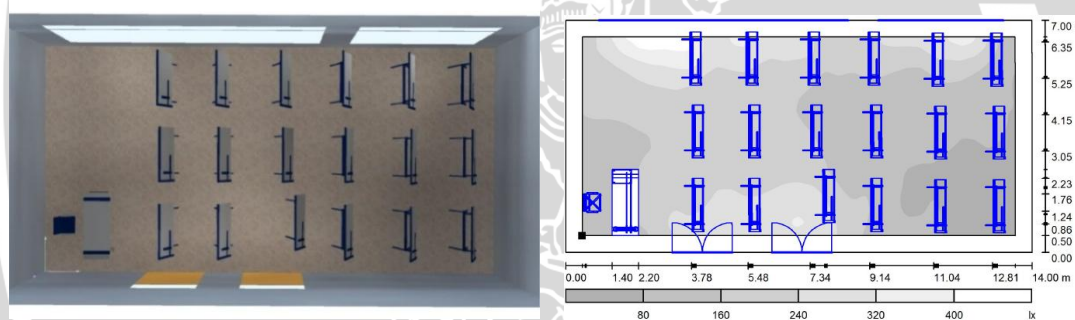
Gambar 4.35. Rendering dan Kontur Cahaya Ruang Kuliah Gambar Pukul 12.00

c. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang kuliah gambar pada Bulan Maret pukul 14.00

Tabel 4.27. Hasil Simulasi Tingkat Pencahayaan Ruang Kuliah Gambar Pukul 14.00

Surface	P [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	uD
Workplane	/	175	52	449	0.294
Floor	68	148	56	279	0.380
Ceiling	70	333	191	510	0.573
Walls	81	0.00	0.00	0.00	/

Pada Tabel 4.27. terlihat bahwa tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja dengan ketinggian 0.75 meter adalah 449 Lux. Tingkat pencahayaan ini tergolong dalam terlalu terang atau melebihi standar ruang kuliah yaitu 650-750 Lux. Distribusi cahaya pada ruang kuliah gambar juga terlihat kurang merata, pada area dekat dengan jendela tingkat pencahayaan 449 Lux sedangkan pada area yang jauh dari jendela tingkat pencahayaan hanya 52 Lux. Hal ini menunjukkan kinerja bukaan pencahayaan alami pada ruang kuliah gambar masih belum baik.



Gambar 4.36. Rendering dan Kontur Cahaya Ruang Kuliah Gambar Pukul 14.00

4.5.5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis visual, ruang kelas gambar memiliki tipe jendela dengan engsel membuka keatas (*awning*) dengan 2 jenis yaitu jendela mati dan hidup. Jendela ini merupakan jendela tipikal yang dipasang pada lantai 2-6. Pada ruang kelas komputer terdapat *shading device* dengan bentuk horizontal yang panjangnya 0,9 meter. Berdasarkan hasil analisis pengukuran didapatkan bahwa ruang kelas gambar termasuk dalam kategori kurang nyaman karena terlalu gelap. Intensitas cahaya rata-rata pada ruang kelas gambar kurang dari 700 Lux sehingga berdasarkan SNI ruang kelas gambar termasuk dalam kategori kurang nyaman. Terdapat kesinambungan antara hasil pengukuran langsung dan hasil kuisioner pengguna yaitu sama-sama menyatakan ruangan terlalu gelap.

Tabel 4.28. Perbandingan Hasil Pengukuran dan Kuisisioner Ruang Kelas Gambar

Waktu Pengukuran	Kuisisioner (Lux)	Pengukuran Langsung (Lux)	Simulasi Dialux (Lux)	Verifikasi Daylight Factor (%)		
				Pengukuran Langsung	Simulasi Dialux	Verifikasi
09.00-10.00	<650	264,78	197	2,71	1,06	1,17%
11.00-12.00	<650	285,67	214	2,38	1,06	0,93%
13.00-14.00	<650	227,56	175	2,59	1,06	1,08%

Berdasarkan visual ruang kelas gambar, ruangan tergolong gelap dikarenakan terdapat konstruksi atap yang merupakan bagian dari bengkel lantai 1. Hal ini menyebabkan cahaya yang masuk ke dalam ruang tidak maksimal karena dipantulkan oleh konstruksi atap. Hal ini diperkuat dengan bentuk *shading device* yang tidak sesuai dengan orientasi. Berdasarkan orientasi ruang yaitu utara seharusnya *shading device* yang sesuai adalah jenis vertikal. Pada hasil kuisisioner pengguna memilih ruangan terasa gelap, hal ini sesuai dengan hasil pengukuran yang rata-rata intensitas cahaya kurang dari standar. Pengguna ruang kelas gambar terbanyak memilih posisi duduk yang nyaman berada di titik A dan C. Berdasarkan hal tersebut terlihat pengguna lebih memilih posisi duduk yang dekat dengan jendela sebagai posisi yang nyaman. Hal ini sesuai dengan hasil pengukuran yang menyatakan ruang paling nyaman berada di posisi A yang dekat dengan jendela. Diantara posisi A dan C 40% pengguna memilih posisi A sebagai posisi yang paling nyaman. Berdasarkan ketiga analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa ruang kelas gambar termasuk dalam kategori terlalu gelap dan membutuhkan rekomendasi desain untuk mendapatkan kenyamanan visual.

4.6. Ruang Kelas Hitungan

Ruang kelas hitungan berada pada lantai 3 Gedung Teknik Sipil Polinema. Aktivitas pada ruang ini yaitu membaca, menulis, dan melihat papan tulis. Standar kenyamanan visual pada ruang kelas hitungan yaitu 250 Lux.

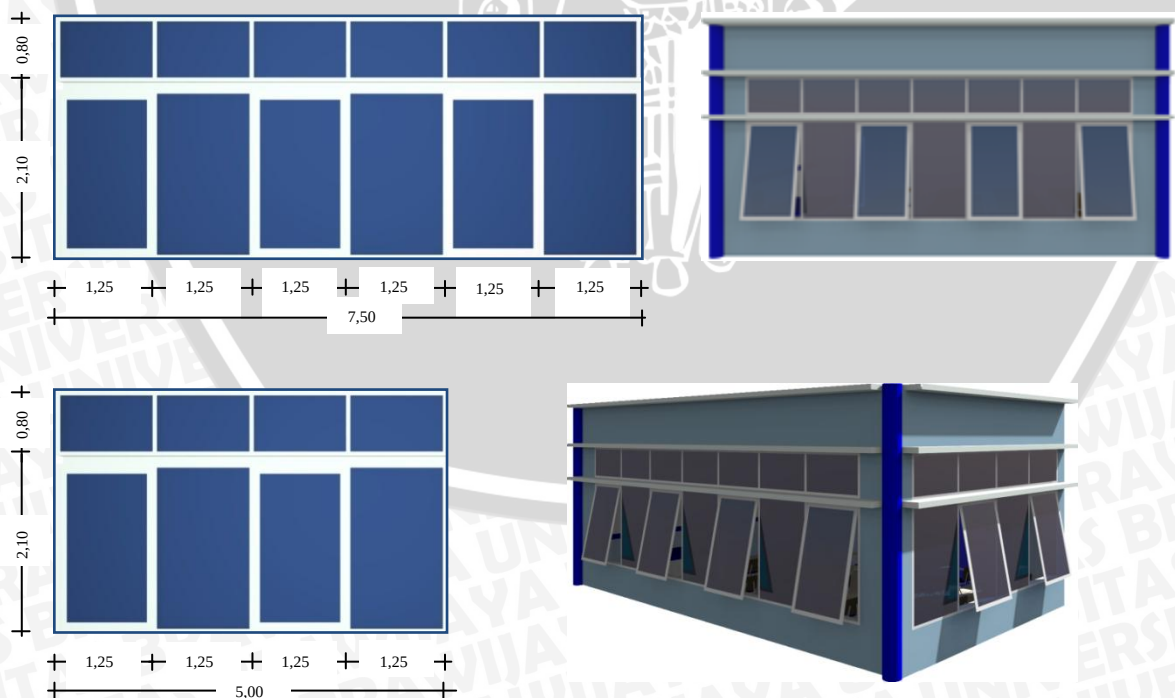
4.6.1. Analisis Visual

Ruang kelas memiliki orientasi ruang menghadap sisi selatan. Pada ruang kelas teori terdapat bukaan berupa jendela sudut dengan orientasi menghadap sisi utara-barat bangunan dan pintu dengan orientasi menghadap sisi selatan. Ruangan memiliki bentuk persegi panjang dengan panjang 10 meter dan lebar 6 meter dan tinggi ruang 4 meter. Ruangan ini mewadahi kegiatan belajar mengajar dengan mata kuliah hitungan. Jam aktif pada ruangan ini mulai dari pukul 10.00-19.00.



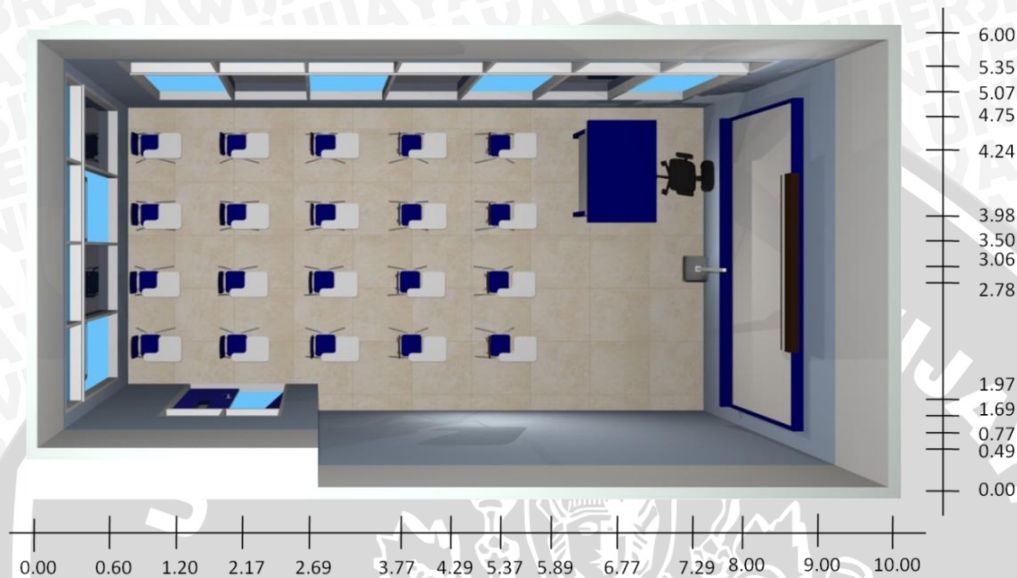
Gambar 4.37. Eksterior dan Interior Ruang Kelas Hitungan

Ruang kelas ini memiliki ketinggian plafon 2,8 meter dengan luas bukaan jendela mencapai 63,3% pada sisi utara dan 60,63% pada sisi barat. Bukaan berupa jendela pada sisi utara dan barat terdiri dari 2 jenis yaitu jendela mati dan hidup dengan orientasi ke sisi selatan selatan bangunan. Kedua jendela ini merupakan jendela jenis *awning*, yaitu jendela membuka keluar dengan posisi engsel diatas. Jendela ini dapat membuka keluar dengan sudut maksimum 45 derajat. Setiap unit jendela memiliki lebar 1,25 meter dan tinggi 2,1 meter. Pada bukaan dengan orientasi utara terdapat 6 unit jendela yang terdiri dari 3 jendela mati dan 3 jendela hidup, sedangkan pada bukaan dengan orientasi barat terdapat 4 unit jendela yang terdiri dari 2 jendela mati dan 2 jendela hidup dengan ukuran yang sama setiap unitnya. Jendela ini menggunakan kusen dengan material alumunium dan kaca dengan ketebalan 6mm.



Gambar 4.38. Jenis Bukaan pada Ruang Kelas Hitungan

Pada ruang kelas hitungan terdapat *shading device* sebagai teritisan atau pembayang matahari dengan tipe *horizontal shading device*. Panjang *shading device* 0,3 meter dengan jumlah 3 buah pada orientasi utara dan 3 buah pada orientasi barat. *Shading device* berada pada jarak antara jendela, jendela atas, dan jarak antar lantai. Keenam *shading device* memiliki tebal 0,1 meter dengan arah orientasi ke sisi selatan bangunan.

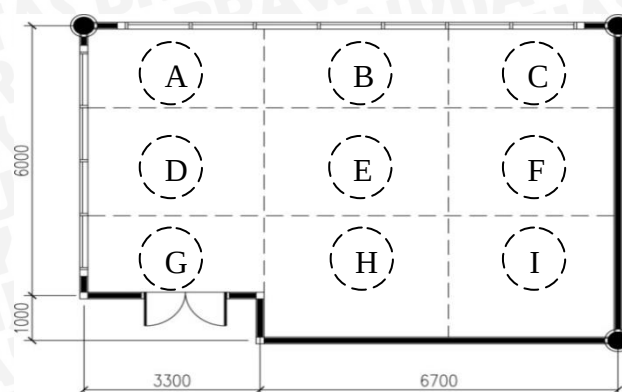


Gambar 4.39. Interior Ruang Kelas Hitungan

Pada ruang kelas hitungan terdapat bidang kerja berupa meja belajar dan papan tulis. Ruang kelas ini menggunakan jenis kursi yang menyatu dengan meja dengan kapasitas satu unit untuk satu orang. Ketinggian meja sebagai bidang kerja pengguna ruang kelas teori ini adalah 0,75 meter yang sejajar dengan ketinggian jendela. Penataan perabot pada ruang kelas ditata secara linear yang terdiri dari 4 kolom dan 5 baris dengan jarak antar 1 unit meja adalah 0,6 meter. Pengguna pada ruang ini terdiri dari dosen dan mahasiswa dengan jumlah maksimum mahasiswa 20 orang.

4.6.2. Analisis Pengukuran

Ruang kelas teori memiliki luas 60 meter persegi dengan kedalaman cahaya 6 meter. Berdasarkan standar penentuan titik ukur SNI 03-2396-2001, ruangan dengan luas kurang dari 100 meter persegi maka titik ukur ditentukan setiap 3 meter persegi. Oleh karena itu, ruang kelas teori menggunakan 9 titik ukur seperti pada Gambar 4.40.

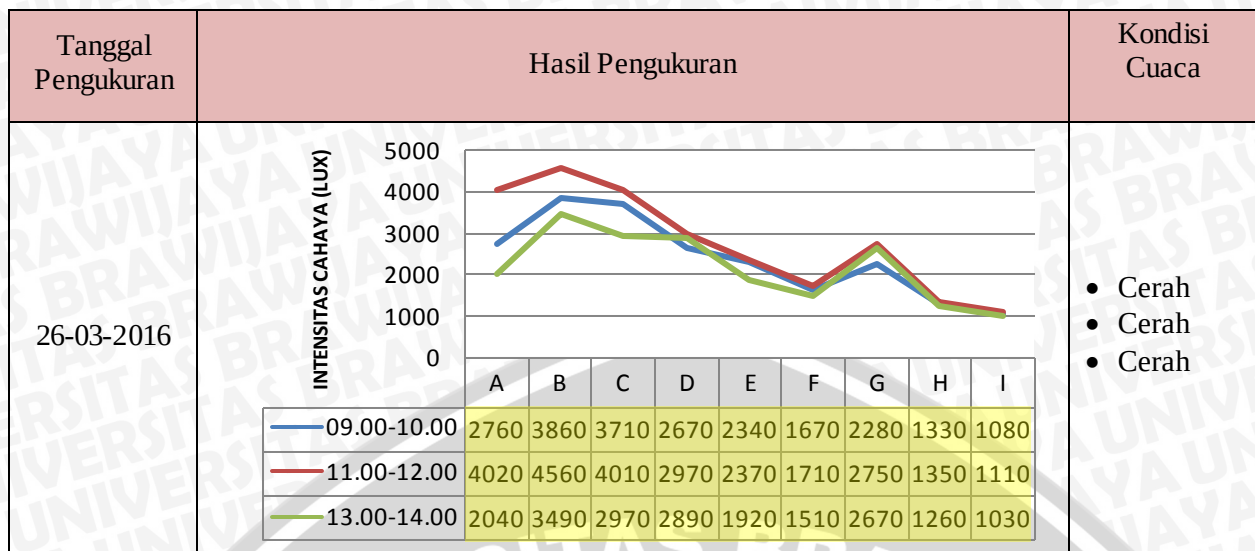


Gambar 4.40. Denah Titik Ukur Ruang Kelas Hitungan

Pada setiap titik ukur, pengukuran dilakukan dengan meletakkan Luxmeter sejajar dengan ketinggian bidang kerja dan posisi arah Luxmeter menghadap ke sumber cahaya. Ketinggian bidang kerja pada ruang kelas teori ini adalah 0,75 meter dan arah sumber cahaya menghadap sisi selatan bangunan. Pengukuran dilakukan selama 7 hari berurutan dengan pembagian waktu menjadi 3 zona. Hasil pengukuran intensitas cahaya matahari pada ruang kelas teori seperti pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29. Hasil Pengukuran Ruang Kelas Hitungan

Tanggal Pengukuran	Hasil Pengukuran	Kondisi Cuaca																																								
24-03-2016	INTENSITAS CAHAYA (LUX) <table><thead><tr><th></th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th><th>F</th><th>G</th><th>H</th><th>I</th></tr></thead><tbody><tr><td>09.00-10.00</td><td>6430</td><td>9380</td><td>9870</td><td>4920</td><td>5080</td><td>3510</td><td>4780</td><td>2940</td><td>2210</td></tr><tr><td>11.00-12.00</td><td>5410</td><td>8250</td><td>8130</td><td>3110</td><td>2900</td><td>2260</td><td>3111</td><td>1930</td><td>1410</td></tr><tr><td>13.00-14.00</td><td>1480</td><td>1760</td><td>1560</td><td>811</td><td>781</td><td>567</td><td>863</td><td>497</td><td>415</td></tr></tbody></table>		A	B	C	D	E	F	G	H	I	09.00-10.00	6430	9380	9870	4920	5080	3510	4780	2940	2210	11.00-12.00	5410	8250	8130	3110	2900	2260	3111	1930	1410	13.00-14.00	1480	1760	1560	811	781	567	863	497	415	• Cerah • Cerah • Cerah
	A	B	C	D	E	F	G	H	I																																	
09.00-10.00	6430	9380	9870	4920	5080	3510	4780	2940	2210																																	
11.00-12.00	5410	8250	8130	3110	2900	2260	3111	1930	1410																																	
13.00-14.00	1480	1760	1560	811	781	567	863	497	415																																	
25-03-2016	INTENSITAS CAHAYA (LUX) <table><thead><tr><th></th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th><th>F</th><th>G</th><th>H</th><th>I</th></tr></thead><tbody><tr><td>09.00-10.00</td><td>3690</td><td>5530</td><td>4810</td><td>2780</td><td>2480</td><td>2660</td><td>2430</td><td>1290</td><td>1090</td></tr><tr><td>11.00-12.00</td><td>4900</td><td>5850</td><td>4910</td><td>3630</td><td>2510</td><td>2150</td><td>4100</td><td>1470</td><td>1110</td></tr><tr><td>13.00-14.00</td><td>1120</td><td>1650</td><td>1690</td><td>1210</td><td>1070</td><td>760</td><td>1330</td><td>620</td><td>430</td></tr></tbody></table>		A	B	C	D	E	F	G	H	I	09.00-10.00	3690	5530	4810	2780	2480	2660	2430	1290	1090	11.00-12.00	4900	5850	4910	3630	2510	2150	4100	1470	1110	13.00-14.00	1120	1650	1690	1210	1070	760	1330	620	430	• Cerah • Cerah • Cerah
	A	B	C	D	E	F	G	H	I																																	
09.00-10.00	3690	5530	4810	2780	2480	2660	2430	1290	1090																																	
11.00-12.00	4900	5850	4910	3630	2510	2150	4100	1470	1110																																	
13.00-14.00	1120	1650	1690	1210	1070	760	1330	620	430																																	



Keterangan:

- Terlalu Terang (>300 Lux)
- Nyaman (200-300 Lux)
- Terlalu Gelap (<200 Lux)

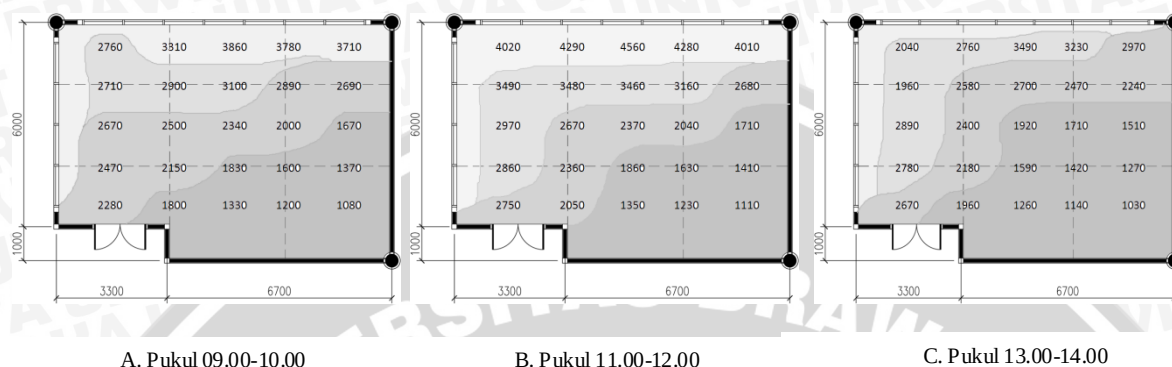
Proses pengukuran dilakukan selama 3 hari pada kondisi cuaca cerah dengan parameter *daylight outdoor* minimal 10.000 Lux. Pengukuran dilakukan selama 3 hari sebagai proses validasi data melalui validasi alat luxmeter dan hasil pengukuran. Setelah dilakukan pengukuran selama 3 hari terlihat hasil faktor langit yang sama pada ketiga hari tersebut yaitu 0,1. Hal ini membuktikan validasi data hasil pengukuran dapat digunakan sebagai dasar analisis data.

Tabel 4.30. Perbandingan Hasil Rata-Rata Pengukuran Ruang Kelas Hitungan

Waktu Pengukuran		Daylight Indoor	Daylight Outdoor	Daylight Factor
24-03-2016	09.00-10.00	3056,77	83100	0,036
	11.00-12.00	3557,67	91400	0,038
	13.00-14.00	1544,22	42250	0,036
25-03-2016	09.00-10.00	2973,33	93500	0,031
	11.00-12.00	3403,33	96300	0,035
	13.00-14.00	2765,31	90800	0,030
26-03-2016	09.00-10.00	2411,11	77400	0,034
	11.00-12.00	2761,11	98200	0,030
	13.00-14.00	2197,78	54200	0,026

Berdasarkan hasil pengukuran selama 7 hari, terlihat bahwa ruang kelas hitungan berada dalam kategori tidak nyaman karena terlalu silau. Standar nyaman pada ruang kelas hitungan berdasarkan SNI 03-6575-2001 adalah 250 Lux. Pada ruang kelas intensitas cahaya matahari tertinggi rata-rata terdapat pada zona waktu kedua yaitu pukul 11.00-12.00. Iluminasi tertinggi selama 7 hari pengukuran yaitu 9840 Lux pada cuaca cerah,

sedangkan iluminasi terendah yaitu 330 Lux pada zona waktu ketiga dengan kondisi cuaca hujan. Pada kondisi cuaca normal atau cerah, iluminasi terendah yaitu 430 Lux. Berdasarkan hasil tersebut terlihat ruangan terlalu terang sehingga kenyamanan visual di dalam ruang termasuk dalam kategori kurang nyaman.



Gambar 4.41. Kontur Cahaya Ruang Kuliah Hitungan

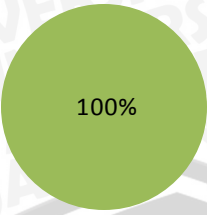
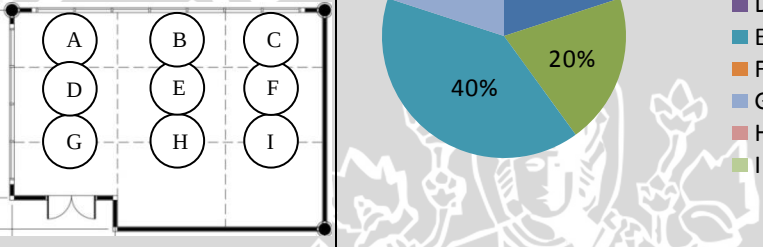
Salah satu faktor yang menyebabkan ruangan kurang nyaman karena terlalu silau yaitu bentuk dan luas bukaan jendela yang kurang tepat. Pada ruang kelas, luas jendela terhadap dinding mencapai 63,3% pada sisi utara dan 60,3% pada sisi barat, sedangkan standar bukaan yang tepat untuk ruangan adalah 20%. Bentuk bukaan pada ruang kelas hitungan ini menggunakan jendela pada 2 sisi yang bersudut yaitu pada sisi barat dan utara. Hal ini menyebabkan intensitas cahaya matahari yang masuk melalui sisi barat dan utara terlalu tinggi dan menimbulkan silau. Bentuk bukaan ruang kelas teori memiliki *shading device* dengan tipe *horizontal shading device*. Tipe ini sudah sesuai untuk orientasi barat namun tipe ini kurang sesuai untuk orientasi utara. *Horizontal shading device* memiliki orientasi terbaik pada sisi selatan, barat, dan timur. Pada orientasi utara, tipe yang sesuai yaitu *vertical shading device*. Namun kedua sisi bukaan sama-sama menggunakan *horizontal shading device* sehingga *shading device* kurang dapat bekerja dengan baik sebagai pembayang matahari. Panjang *shading device* pada ruang kelas hitungan hanya 30cm. Oleh karena itu, cahaya matahari yang masuk ke dalam ruang tidak terbayangi dengan baik dan menyebabkan ruang terasa silau dan panas.

4.6.3. Analisis Kuisisioner

Pada ruang kelas hitungan kuisisioner disebar sejumlah 20 lembar dengan subjek pengguna ruang yaitu mahasiswa. Terdapat 8 pertanyaan pada kuisisioner seperti pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31. Hasil Kuisisioner Kenyamanan Visual Ruang Kelas Hitungan

No	Pertanyaan	Jawaban	Konversi
1	Apakah sistem pencahayaan di dalam ruang kuliah sudah nyaman untuk kebutuhan belajar dan mengajar?	■ Terlalu terang ■ Nyaman ■ Terlalu gelap	• Terlalu terang (>300 Lux) • Nyaman (200-300 Lux) • Terlalu gelap (<200 Lux)
2	Pada pukul berapa anda merasa pencahayaan terlalu terang di dalam ruang kuliah?	■ 09.00-10.00 ■ 11.00-12.00 ■ 13.00-14.00	• Terlalu terang (>300 Lux)
3	Pada pukul berapa anda merasa pencahayaan nyaman di dalam ruang kuliah?	■ 09.00-10.00 ■ 11.00-12.00 ■ 13.00-14.00	• Nyaman (200-300 Lux)
4	Pada pukul berapa anda merasa pencahayaan terlalu gelap di dalam ruang kuliah?	■ 09.00-10.00 ■ 11.00-12.00 ■ 13.00-14.00	• Terlalu gelap (<200 Lux)
5	Menurut anda, apakah pencahayaan alami di ruang kuliah sudah baik?	■ Sangat baik ■ Baik ■ Tidak baik	• Sangat baik (Jendela dan <i>shading device</i> sudah sesuai) • Baik (Jendela atau <i>shading device</i> sudah sesuai) • Tidak baik (Jendela dan <i>shading device</i> tidak sesuai)
6	Menurut anda, apakah ruang kuliah masih membutuhkan lampu di siang hari?	■ Ya ■ Tidak	• Terlalu terang (>300 Lux) • Nyaman (200-300 Lux) • Terlalu gelap (<200 Lux)

No	Pertanyaan	Jawaban	Konversi
7	Jika menjawab ya , pada pukul berapa lampu perlu dinyalakan?	 09.00-10.00 11.00-12.00 13.00-14.00	- Ya (Ruangan terlalu gelap atau ruangan membutuhkan LCD) - Tidak (Ruangan terlalu terang atau sudah nyaman)
8	Menurut anda, pada area mana posisi duduk terasa nyaman di dalam ruang kuliah? Beri tanda silang pada area yang ada pilih sesuai denah berikut.		- Posisi A, B, dan C memiliki jarak 3 meter dari jendela - Posisi D,E, dan F memiliki jarak 6 meter dari jendela - Posisi G,H, dan I memiliki jarak 9 meter dari jendela

Berdasarkan hasil kuisioner tingkat kenyamanan visual yang dirasakan pengguna ruang kelas gambar, 60% pengguna menyatakan ruang terasa tidak nyaman karena terlalu terang dan sisanya 40% menyatakan ruangan sudah nyaman. Pengguna rata-rata merasa ruang kelas pada pukul 09.00-10.00 terasa nyaman, pukul 11.00-12.00 terasa terlalu terang, dan pukul 13.00-14.00 terasa terlalu gelap. Sebanyak 60% pengguna dominan merasa ruangan sudah menggunakan pencahayaan alami yang sangat baik. Oleh karena itu, 90% pengguna merasa ruangan tidak membutuhkan lampu, namun masih ada 10% pengguna yang merasa perlu adanya lampu pada pukul 13.00-14.00. Berdasarkan pemilihan posisi duduk yang paling nyaman, pengguna memilih posisi A, C, E, dan G dengan posisi E yang dipilih terbanyak oleh pengguna yaitu 40%. Hal ini menunjukkan bahwa pengguna ruang kelas hitungan merasa posisi duduk yang nyaman berada di area tengah ruangan yaitu E dan area yang dekat dengan jendela yaitu A, C, dan G. Hal ini mengindikasikan daerah yang berada dekat bukaan cenderung terlalu terang sedangkan daerah yang berada jauh dari bukaan cenderung terlalu gelap sehingga pengguna lebih merasa nyaman pada posisi duduk ditengah ruang. Oleh karena itu perlu dilakukan rekomendasi untuk mengurangi

tingkat pencahayaan pada area dekat bukaan dan meningkatkan tingkat pencahayaan pada area yang jauh dari bukaan sehingga kenyamanan visual ruang dapat tercapai.

4.6.4. Analisis Simulasi

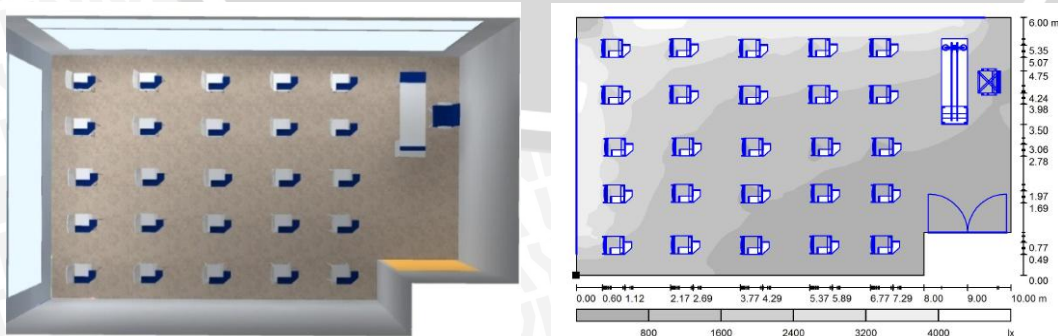
Pengukuran tingkat pencahayaan pada ruang kuliah hitungan menggunakan simulasi pencahayaan dengan software Dialux 4.12. Pengukuran dilakukan pada salah satu waktu sesuai dengan pengukuran langsung yaitu 26 Maret 2016. Jam pengukuran menyesuaikan dengan pengukuran langsung yang sudah ditentukan berdasarkan waktu aktivitas mahasiswa yaitu pukul 10.00, 12.00, dan 14.00. Analisis simulasi dilakukan sebagai proses verifikasi analisis pengukuran langsung dan kuisioner. Tingkat pencahayaan akan dibandingkan melalui tahap analisis pengukuran langsung, kuisioner, dan simulasi yang nantinya akan menghasilkan kesimpulan kondisi kenyamanan visual pada ruang kuliah teori.

a. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang kuliah hitungan pada Bulan Maret pukul 10.00

Tabel 4.32. Hasil Simulasi Tingkat Pencahayaan Ruang Kelas Hitungan Pukul 10.00

Surface	P [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	uD
Workplane	/	1593	289	4285	0.182
Floor	20	1105	358	2146	0.324
Ceiling	70	349	176	950	0.505
Walls	56	0.00	0.00	0.00	/

Pada Tabel 4.32. terlihat bahwa tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja dengan ketinggian 0.75 meter adalah 927 Lux. Tingkat pencahayaan ini tergolong dalam terlalu terang atau melebihi standar ruang kuliah yaitu 200-300 Lux. Distribusi cahaya pada ruang kuliah hitungan juga terlihat kurang merata, pada area dekat dengan jendela tingkat pencahayaan mencapai 2494 Lux sedangkan pada area yang jauh dari jendela tingkat pencahayaan hanya 168 Lux. Hal ini menunjukkan kinerja bukaan pencahayaan alami pada ruang kuliah hitungan masih belum baik.



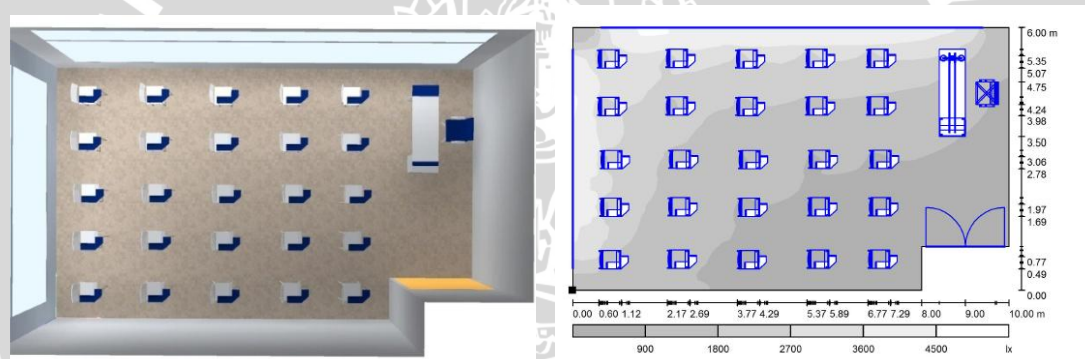
Gambar 4.42. Rendering dan Kontur Cahaya Ruang Kelas Hitungan Pukul 10.00

b. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang kuliah teori pada Bulan Maret pukul 12.00

Tabel 4.33. Hasil Simulasi Tingkat Pencahayaan Ruang Kelas Hitungan Pukul 12.00

Surface	P [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	uD
Workplane	/	1730	314	4653	0.182
Floor	20	1200	388	2330	0.324
Ceiling	70	379	191	1031	0.505
Walls	56	0.00	0.00	0.00	/

Pada Tabel 4.33. terlihat bahwa tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja dengan ketinggian 0.75 meter adalah 1154 Lux. Tingkat pencahayaan ini tergolong dalam terlalu terang atau melebihi standar ruang kuliah yaitu 200-300 Lux. Distribusi cahaya pada ruang kuliah teori juga terlihat kurang merata, pada area dekat dengan jendela tingkat pencahayaan mencapai 3104 Lux sedangkan pada area yang jauh dari jendela tingkat pencahayaan 210 Lux. Hal ini menunjukkan kinerja bukaan pencahayaan alami pada ruang kuliah teori masih belum baik.



Gambar 4.43. Rendering dan Kontur Cahaya Ruang Kelas Hitungan Pukul 12.00

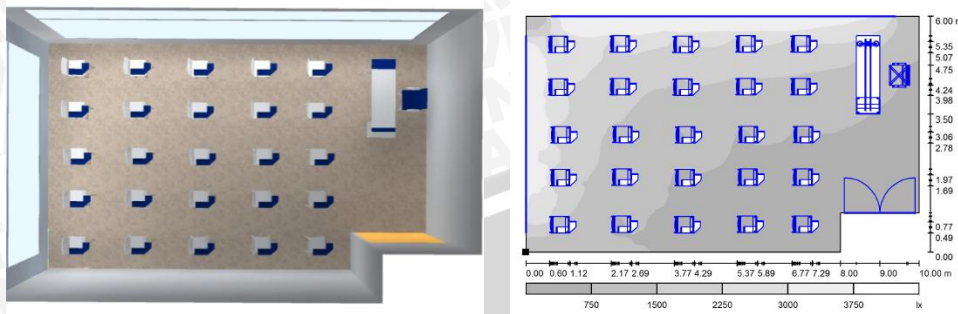
c. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang kuliah teori pada Bulan Maret pukul 14.00

Tabel 4.34. Hasil Simulasi Tingkat Pencahayaan Ruang Kelas Hitungan Pukul 14.00

Surface	P [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	uD
Workplane	/	1408	256	3785	0.182
Floor	20	977	316	1896	0.324
Ceiling	70	308	156	839	0.505
Walls	56	0.00	0.00	0.00	/

Pada Tabel 4.34. terlihat bahwa tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja dengan ketinggian 0.75 meter adalah 1093 Lux. Tingkat pencahayaan ini tergolong dalam terlalu terang atau melebihi standar ruang kuliah yaitu 200-300 Lux. Distribusi cahaya pada ruang kuliah teori juga terlihat kurang merata, pada area dekat dengan jendela tingkat pencahayaan mencapai 2939 Lux sedangkan pada area yang jauh dari

jendela tingkat pencahayaan hanya 198 Lux. Hal ini menunjukkan kinerja bukaan pencahayaan alami pada ruang kuliah teori masih belum baik.



Gambar 4.44. Rendering dan Kontur Cahaya Ruang Kelas Hitungan Pukul 14.00

4.6.5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis visual, ruang kelas hitungan memiliki tipe jendela dengan engsel membuka keatas (*awning*) dengan 2 jenis yaitu jendela mati dan hidup. Tipe jendela ini berada pada sudut ruang dengan orientasi utara-barat. Pada ruang kelas hitungan terdapat *shading device* dengan bentuk horizontal yang panjangnya 0,3 meter. Berdasarkan hasil analisis pengukuran didapatkan bahwa ruang kelas teori termasuk dalam kategori kurang nyaman karena terlalu silau. Intensitas cahaya rata-rata pada ruang kelas teori mencapai angka ribuan (>1000). Hal ini bertentangan dengan standar kenyamanan visual ruang kelas teori yang seharusnya hanya 250 lux. Terdapat kesinambungan antara hasil pengukuran langsung dan hasil kuisioner yang menyatakan ruangan termasuk dalam kategori terlalu terang. Hal ini dikarenakan ruangan menggunakan 63,3% dan 60,3% dinding pada sisi utara dan barat sebagai bukaan jendela yang menyebabkan cahaya matahari masuk secara maksimal ke dalam ruang melalui sisi utara dan barat. Ruang kelas hitungan menggunakan tipe *shading device* yang sudah tepat yaitu horizontal, namun panjangnya hanya 0,3 meter. Hal ini menyebabkan cahaya matahari kurang dapat terbayangi dengan baik sehingga ruangan terasa terlalu terang dan menimbulkan silau khususnya pada area yang dekat dengan jendela.

Tabel 4.35. Perbandingan Hasil Pengukuran dan Kuisioner Ruang Kelas Hitungan

Waktu Pengukuran	Kuisioner (Lux)	Pengukuran Langsung (Lux)	Simulasi Dialux (Lux)	Verifikasi Daylight Factor (%)		
				Pengukuran Langsung	Simulasi Dialux	Verifikasi
09.00-10.00	>300	2411,11	1593	6,91	8,28	0,96%
11.00-12.00	>300	2761,11	1730	6,86	8,28	0,99%
13.00-14.00	>300	2197,78	1408	6,99	8,28	0,91%

Pada hasil kuisioner pengguna memilih ruangan terasa terlalu terang, hal ini sesuai dengan hasil pengukuran yang rata-rata intensitas cahaya diatas standar 200-300 Lux mengalami kenaikan pada pukul 11.00-12.00 dan kemudian mengalami penurunan pada pukul 13.00-14.00. Pengguna ruang kelas hitungan dominan memilih ruangan tidak membutuhkan lampu di siang hari. Terdapat 2 kemungkinan pengguna menyatakan yaitu ruangan sudah nyaman atau ruangan terlalu terang. Hal ini dibuktikan berdasarkan pengukuran langsung yang terlihat sampai pukul 13.00-14.00 ruangan termasuk dalam kategori terlalu terang. Pengguna ruang kelas teori memilih posisi duduk yang paling nyaman berada di titik E. Berdasarkan pengukuran dengan cuaca cerah posisi E termasuk dalam kategori terlalu terang. Oleh karena itu berdasarkan pilihan dari pengguna, maka titik E akan dijadikan acuan kenyamanan visual pada proses rekomendasi. Berdasarkan ketiga analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa ruang kelas teori termasuk dalam kategori terlalu terang dan membutuhkan rekomendasi desain untuk mendapatkan kenyamanan visual.



4.7. Kesimpulan Analisis

Berdasarkan hasil analisis 5 ruang perkuliahan yang diteliti yaitu ruang kuliah teori, ruang kuliah komputer, ruang kuliah praktek/bengkel kayu, ruang kuliah gambar, dan ruang kuliah hitungan, dapat disimpulkan aspek-aspek yang mempengaruhi tingkat kenyamanan visual di dalam ruang seperti pada Tabel 4.36 sampai dengan Tabel 4.40.

Tabel 4.36. Tabulasi Kesimpulan Analisis Keyamanan Visual Ruang Kelas Teori

RUANG KULIAH TEORI			Studi Literatur		
			Sesuai	Tidak Sesuai	Keterangan
Ruang	Bentuk	Persegi panjang dengan bidang kerja meja belajar dan papan tulis.	√		Bentuk ruang sudah sesuai dengan lebar 6 meter pencahayaan alami dapat digunakan sebagai pencahayaan utama di siang hari.
	Luas	Memiliki panjang 10 meter, lebar 6 meter, dan tinggi 4 meter.	√		
	Orientasi	Orientasi ruang menghadap selatan bangunan.	√		
Jendela	Bentuk	Menggunakan jendela tipikal dengan tipe jendela <i>awning</i> (engsel membuka keatas).	√		Luas bukaan berdasarkan standar SNI Pencahayaan Alami yang baik adalah 20-30%.
	Luas	Luas bukaan jendela 63,3%. Lebar jendela 1,25 dan tinggi 2,1 meter. Terdapat 7 unit jendela dengan 4 unit jendela mati dan 3 unit jendela hidup sudut 45 derajat.		√	
	Orientasi	Orientasi jendela menghadap selatan bangunan.	√		
Shading Device	Bentuk	Menggunakan tipe <i>horizontal shading device</i> .	√		Tipe <i>shading device</i> untuk orientasi selatan sudah sesuai namun panjang <i>shading device</i> tidak memenuhi sebagai pembayang matahari
	Luas	Panjang <i>shading device</i> 0,3 meter dengan ketebalan 0,1 meter.		√	
	Orientasi	Orientasi <i>shading device</i> menghadap sisi selatan bangunan.	√		
Kenyamanan Visual	Pengukuran	>300 Lux		√	Ruang termasuk dalam kategori terlalu terang
	Kuis ioner	200-300 Lux	√		
	Simulasi	>300 Lux		√	

Tabel 4.37. Tabulasi Kesimpulan Analisis Keyamanan Visual Ruang Kelas Komputer

RUANG KULIAH KOMPUTER			Studi Literatur		
			Sesuai	Tidak Sesuai	Keterangan
Ruang	Bentuk	Persegi panjang dengan bidang kerja meja komputer dan papan tulis.	√		Bentuk ruang sudah sesuai dengan lebar 7 meter pencahayaan alami dapat digunakan sebagai pencahayaan utama di siang hari.
	Luas	Memiliki panjang 14,4 meter, lebar 7 meter, dan tinggi 5 meter.	√		
	Orientasi	Orientasi ruang menghadap selatan bangunan.	√		
Jendela	Bentuk	Menggunakan jendela tipikal dengan tipe jendela <i>awning</i> (engsel membuka keatas).	√		Luas bukaan berdasarkan standar SNI Pencahayaan Alami yang baik adalah 20-30%.
	Luas	Luas bukaan jendela 32,7 %. Lebar jendela 1,25 dan tinggi 2,1 meter. Terdapat 9 unit jendela dengan 4 unit jendela mati dan 5 unit jendela hidup sudut 45 derajat.	√		
	Orientasi	Orientasi jendela menghadap utara bangunan.	√		
Shading Device	Bentuk	Menggunakan tipe <i>horizontal shading device</i> .		√	Tipe <i>shading device</i> untuk orientasi selatan yang sesuai adalah vertikal. Terdapat konstruksi atap bengkel pada sisi utara menyebabkan cahaya matahari yang masuk tidak optimal.
	Luas	Panjang <i>shading device</i> 0,9 meter dengan ketebalan 0,1 meter.		√	
	Orientasi	Orientasi <i>shading device</i> menghadap sisi utara bangunan.	√		
Kenyamanan Visual	Pengukuran	<450 Lux		√	Ruang termasuk dalam kategori terlalu gelap
	Kuisi oner	450-550 Lux	√		
	Simulasi	<450 Lux		√	

Tabel 4.38. Tabulasi Kesimpulan Analisis Keyamanan Visual Ruang Kuliah Praktek Bengkel Kayu

RUANG KULIAH PRAKTEK BENGKEL KAYU			Studi Literatur		
			Sesuai	Tidak Sesuai	Keterangan
Ruang	Bentuk	Persegi panjang dengan bidang kerja meja praktek kayu.	√		Bentuk ruang sudah sesuai dengan lebar 9,5 meter dan tinggi 6 meter pencahayaan alami dapat digunakan sebagai pencahayaan utama di siang hari.
	Luas	Memiliki panjang 19 meter, lebar 9,5 meter , dan tinggi 6 meter.	√		
	Orientasi	Orientasi ruang menghadap timur bangunan.	√		
Jendela	Bentuk	Menggunakan jendela tipe boven.	√		Luas bukaan berdasarkan standar SNI Pencahayaan Alami yang baik adalah 20-30%. Terdapat kombinasi bukaan <i>sidelighting</i> dan <i>toplighting</i> yang menyebabkan cahaya matahari dipantulkan dengan baik.
	Luas	Luas bukaan jendela 19,8%. Lebar jendela 1,56 dan tinggi 1,2 meter. Terdapat 6 unit jendela boven.	√		
	Orientasi	Orientasi jendela menghadap timur bangunan.	√		
Shading Device	Bentuk	Menggunakan konstruksi atap baja ekspose dengan teritisan.	√		Panjang teritisan sudah sesuai menyebabkan cahaya matahari yang masuk terbayangi sehingga ruangan tidak silau.
	Luas	Panjang teritisan 1,5 meter dan tinggi 3,1 meter			
	Orientasi	Orientasi menghadap timur bangunan	√		
Kenyamanan Visual	Pengukuran	200-1000 Lux	√		Ruangan termasuk dalam kategori terla lu nyaman
	Kuisiomer	200-1000 Lux	√		
	Simulasi	200-1000 Lux	√		

Tabel 4.39. Tabulasi Kesimpulan Analisis Keyamanan Visual Ruang Kuliah Gambar

RUANG KULIAH GAMBAR			Studi Literatur		
			Sesuai	Tidak Sesuai	Keterangan
Ruang	Bentuk	Persegi panjang dengan bidang kerja meja gambar sudut 15 derajat.	√		Bentuk ruang sudah sesuai dengan lebar 7 meter pencahayaan alami dapat digunakan sebagai pencahayaan utama di siang hari.
	Luas	Memiliki panjang 14 meter, lebar 7 meter, dan tinggi 5 meter.	√		
	Orientasi	Orientasi ruang menghadap selatan bangunan.	√		
Jendela	Bentuk	Menggunakan jendela tipikal dengan tipe jendela <i>awning</i> (engsel membuka keatas).	√		Luas bukaan berdasarkan standar SNI Pencahayaan Alami yang baik adalah 20-30%.
	Luas	Luas bukaan jendela 32,7%. Lebar jendela 1,25 dan tinggi 2,1 meter. Terdapat 9 unit jendela dengan 4 unit jendela mati dan 5 unit jendela hidup sudut 45 derajat.			
	Orientasi	Orientasi jendela menghadap utara bangunan.	√		
Shading Device	Bentuk	Menggunakan tipe <i>horizontal shading device</i> .		√	Tipe <i>shading device</i> untuk orientasi selatan yang sesuai adalah vertikal. Terdapat konstruksi atap bengkel pada sisi utara menyebabkan cahaya matahari yang masuk tidak optimal.
	Luas	Panjang <i>shading device</i> 0,9 meter dengan ketebalan 0,1 meter.		√	
	Orientasi	Orientasi <i>shading device</i> menghadap sisi utara bangunan.	√		
Kenyamanan Visual	Pengukuran	>650 Lux		√	Ruang termasuk dalam kategori terlalu gelap
	Kuis ioner	>650 Lux	√		
	Simulasi	>650 Lux		√	

Tabel 4.40. Tabulasi Kesimpulan Analisis Keyamanan Visual Ruang Kuliah Hitungan

RUANG KULIAH HITUNGAN			Studi Literatur		
			Sesuai	Tidak Sesuai	Keterangan
Ruang	Bentuk	Persegi panjang dengan bidang kerja meja belajar dan papan tulis.	√		Bentuk ruang sudah sesuai dengan lebar 6 meter pencahayaan alami dapat digunakan sebagai pencahayaan utama di siang hari.
	Luas	Memiliki panjang 10 meter, lebar 6 meter, dan tinggi 4 meter.	√		
	Orientasi	Orientasi ruang menghadap selatan bangunan.	√		
Jendela	Bentuk	Menggunakan jendela sudut dengan tipe jendela <i>awning</i> (engsel membuka keatas).	√		Luas bukaan berdasarkan standar SNI Pencahayaan Alami yang baik adalah 20-30%.
	Luas	Luas bukaan jendela 63,3% sisi utara dan 60,3% sisi barat. Lebar jendela 1,25 dan tinggi 2,1 meter. Terdapat 6 unit jendela pada sisi utara dengan 3 unit jendela mati dan 3 unit jendela hidup sudut 45 derajat. Terdapat 4 unit jendela pada sisi barat dengan 2 unit jendela mati dan 2 unit jendela hidup sudut 45 derajat.		√	
	Orientasi	Orientasi jendela menghadap utara-barat bangunan.	√		
Shading Device	Bentuk	Menggunakan tipe <i>horizontal shading device</i> .		√	Tipe <i>shading device</i> sudah sesuai untuk orientasi barat namun tidak sesuai untuk orientasi utara yang seharusnya vertikal. Panjang <i>shading device</i> tidak memenuhi sebagai pembayang matahari
	Luas	Panjang <i>shading device</i> 0,3 meter dengan ketebalan 0,1 meter.		√	
	Orientasi	Orientasi <i>shading device</i> menghadap sisi utara-barat bangunan.	√		
Kenyamanan Visual	Pengukuran	>300 Lux		√	Ruang termasuk dalam kategori terlalu terang
	Kuisi oner	>300 Lux		√	
	Simulasi	>300 Lux		√	

4.8. Rekomendasi Desain

Berdasarkan hasil kesimpulan analisis visual, pengukuran, dan kuisisioner yang dilakukan pada 5 ruang perkuliahan, terdapat ruang-ruang yang membutuhkan rekomendasi desain dikarenakan tingkat kenyamanan visual termasuk dalam kategori kurang nyaman. Kategori kurang nyaman pada studi ini terbagi menjadi 2 yaitu terlalu gelap dan terlalu terang. Ruang-ruang yang termasuk dalam kategori kurang nyaman karena terlalu gelap yaitu ruang kuliah komputer dan ruang kuliah gambar. Ruang-ruang yang termasuk dalam kategori kurang nyaman karena terlalu terang yaitu ruang kelas teori dan ruang kelas hitungan. Sedangkan ruang yang tingkat kenyamanan visual termasuk dalam kategori nyaman hanya terdapat pada ruang kuliah praktek yaitu bengkel kayu. Rekomendasi desain dilakukan dengan proses simulasi menggunakan *software* Dialux. Simulasi dilakukan melalui 3 jenis variabel yaitu eksterior (jendela dan shading device), interior (plafond, dinding, lantai), dan penambahan lightshelves. Melalui tahap simulasi, hasil akhir akan didapatkan desain bukaan pencahayaan alami yang baik sesuai untuk mendapatkan kenyamanan visual pada ruang perkuliahan sebagai berikut.

4.8.1. Rekomendasi Eksterior

Rekomendasi eksterior dilakukan melalui simulasi variabel bukaan pencahayaan alami bangunan yang terdiri dari jendela dan shading device. Variabel ini terpilih berdasarkan hasil analisis data pengukuran langsung dan kuisisioner. Alternatif desain pada rekomendasi eksterior terdiri dari alternatif adaptif dan redesain. Alternatif adaptif merupakan alternatif desain bukaan pencahayaan alami yang tidak mengubah struktur utama eksisting, sedangkan pada alternatif redesain dilakukan perubahan pada elemen-elemen tertentu menyesuaikan hasil simulasi. Berikut adalah hasil rekomendasi bukaan pencahayaan alami eksterior pada masing-masing ruang yang diteliti.

1. Ruang Kuliah Teori

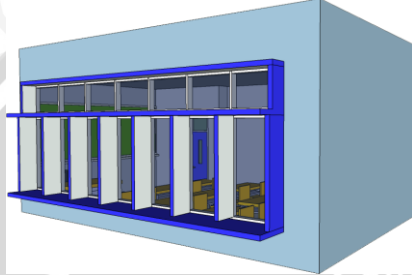
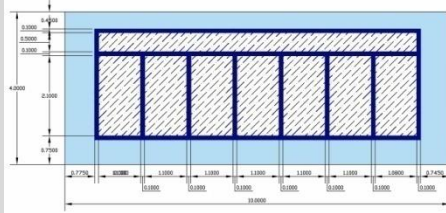
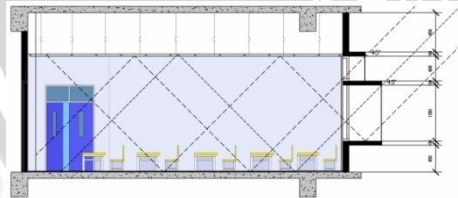
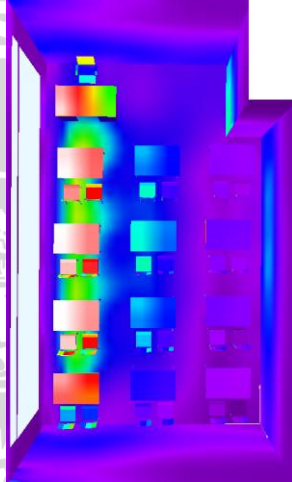
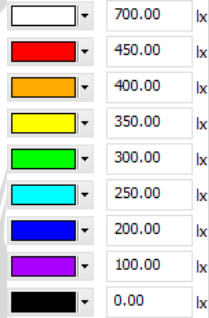
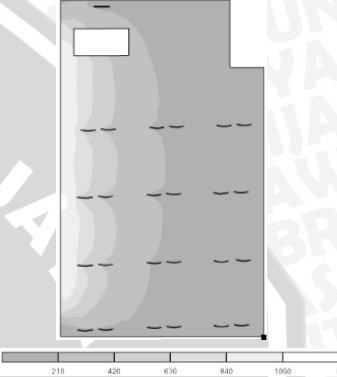
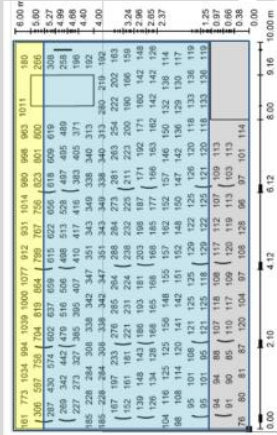
Berdasarkan hasil analisis tingkat pencahayaan melalui pengukuran langsung, kuisisioner, dan simulasi, terlihat bahwa ruang kelas teori termasuk dalam kategori terlalu terang. Tingkat pencahayaan rata-rata pada kondisi eksisting ruang kuliah teori adalah 1291 Lux. Berdasarkan standar SNI 03-2396-2001 standar tingkat pencahayaan ruang kelas dalam kondisi nyaman adalah 200-300 Lux. Oleh karena itu rekomendasi desain jendela dan shading device harus dapat menurunkan 991-1091 Lux. Alternatif yang digunakan pada rekomendasi desain terdiri dari 2 alternatif desain yaitu adaptif dan inovasi. Alternatif

adaptif menggunakan jendela dengan bentuk, luas dan orientasi yang sama dengan kondisi eksisting sedangkan alternatif inovasi merubah bentuk dan luas jendela namun tetap menyesuaikan kondisi eksisting yaitu dengan menghilangkan 2 unit jendela pada sisi kanan dan kiri. Alternatif adaptif menggunakan shading device dengan jumlah layer yang sesuai kondisi eksisting hanya menambah lebarnya saja menyesuaikan sudut datang matahari sedangkan padaa alternatif inovasi shading device ditambah jumlah layernya dengan panjang menyesuaikan sudut datang matahari. Masing-masing alternatif desain memiliki 2 alternatif yang saling dikombinasikan satu sama lain sehingga menghasilkan desain yang optimal tingkat pencahayaannya bagi ruang kelas teori.



VARIABLE BASES

4.42. Tabel Hasil Simulasi Alternatif Adaptif pada Ruang Kuliah Teori

Kombinasi	Analisis	Desain Adaptif	Simulasi Software Dialux		Kesimpulan Kinerja
			Distribusi Cahaya	Hasil Ukur	
J1S1 (Jendela tipe 1 dan Shading Device tipe 1)	Orientasi bukaan=164,2° Sbv=45°= 2 meter Sbh=18°=3,9 meter Arah hadap bukaan sisi utara Jendela menggunakan jendela dengan bentuk, ukuran, dan posisi yang sesuai dengan eksisting. Shading device menggunakan bentuk gabungan horizontal dan vertikal. Shading horizontal memiliki lebar 1 meter dengan jumlah 3 layer. Shading vertikal memiliki lebar 0,5 meter dengan jumlah 8 layer.	  	 	  	Berdasarkan hasil simulasi terlihat tingkat pencahayaan rata-rata ruang teori adalah 292 Lux. Hal ini tergolong dalam kondisi nyaman sesuai standar SNI yaitu 200-300 Lux. Melalui kombinasi J1S1 cahaya yang masuk ke dalam ruang direduksi 999 Lux dari kondisi eksisting.

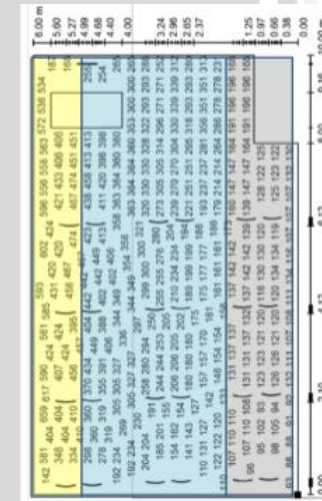
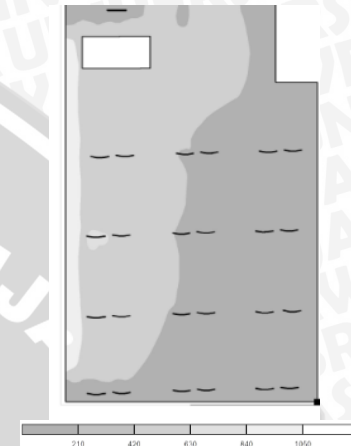
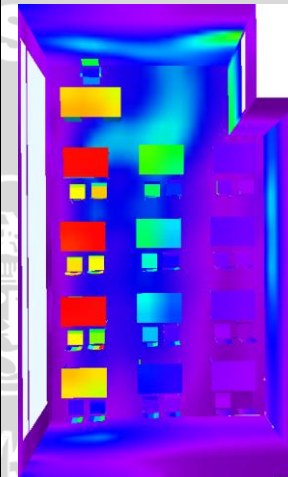
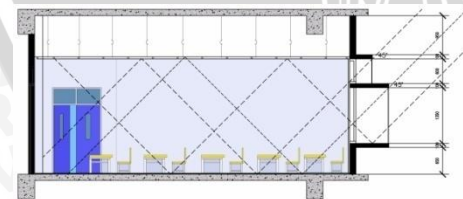
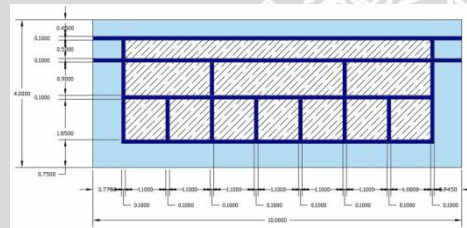
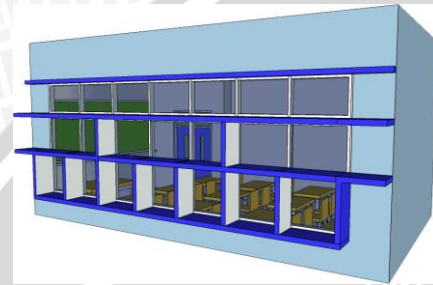
J1S2

(Jendela tipe 1
dan *Shading*
Device tipe 2)

Orientasi
bukaan=164,2°
Sbv=45°= 2 meter
Sbh=18°=3,9 meter
Arah hadap bukaan
sisi utara

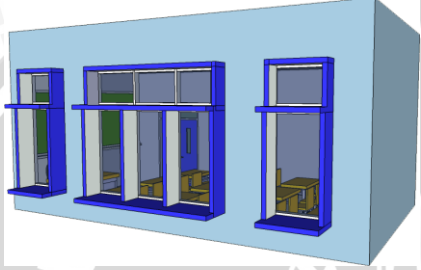
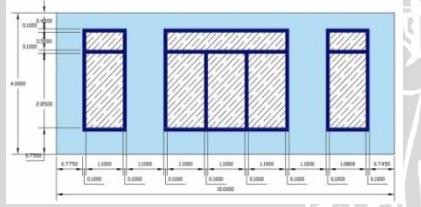
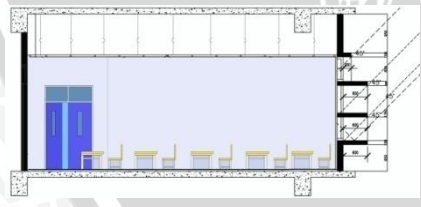
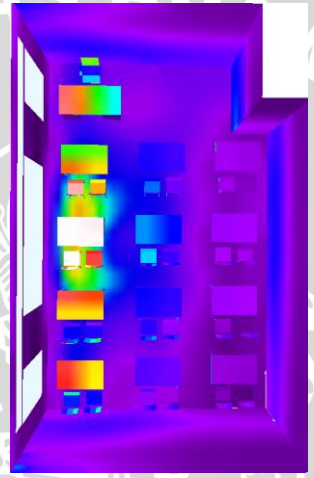
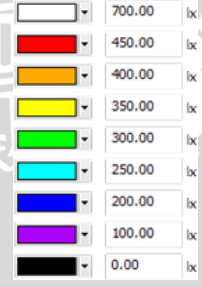
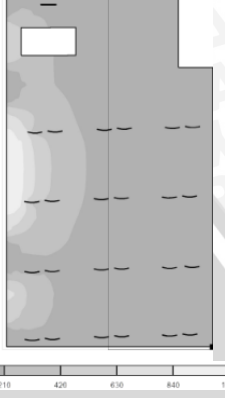
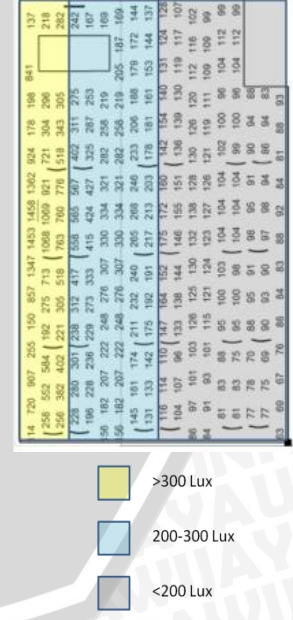
Jendela
menggunakan
jendela dengan
bentuk, ukuran, dan
posisi yang sesuai
dengan eksisting.

Shading device
menggunakan
bentuk gabungan
horizontal dan
vertikal. *Shading*
horizontal memiliki
4 layer dengan
lebar 0,2 dan 0,6.
Shading vertikal
memiliki lebar 0,5
meter dengan
jumlah 8 layer.



Berdasarkan
hasil simulasi
terlihat tingkat
pencahayaan
rata-rata ruang
teori adalah **265 Lux**. Hal ini
tergolong dalam
kondisi nyaman
sesuai standar
SNI yaitu 200-
300 Lux.
Melalui
kombinasi J1S2
cahaya yang
masuk ke dalam
ruang direduksi
1026 Lux dari
kondisi
eksisting.

4.43. Tabel Hasil Simulasi Alternatif Inovasi pada Ruang Kuliah Teori

Kombinasi	Analisis	Desain	Simulasi <i>Software</i> Dialux		Kesimpulan Kinerja
			Distribusi Cahaya	Hasil Ukur	
J2S1 (Jendela tipe 2 dan <i>Shading Device</i> tipe 2)	Orientasi bukaan=164,2° Sbv=45°= 2 meter Sbh=18°=3,9 meter Arah hadap bukaan sisi utara Jendela menggunakan alternatif 2 yaitu menutup 2 unit jendela sehingga luas jendela keseluruhan 13,12 meter persegi atau 21,86%. <i>Shading device</i> menggunakan bentuk gabungan horizontal dan vertikal. <i>Shading</i> horizontal memiliki lebar 1 meter dengan jumlah 3 layer. <i>Shading</i> vertikal memiliki lebar 0,5 meter dengan jumlah 8 layer.	  	 	 	Berdasarkan hasil simulasi terlihat tingkat pencahayaan rata-rata ruang teori adalah 242 Lux. Hal ini tergolong dalam kondisi nyaman sesuai standar SNI yaitu 200-300 Lux. Melalui kombinasi J1S1 cahaya yang masuk ke dalam ruang direduksi 1049 Lux dari kondisi eksisting.

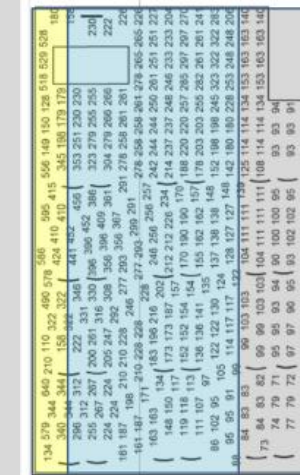
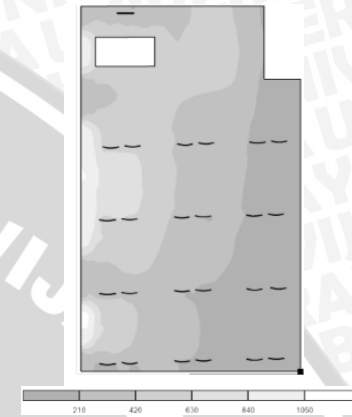
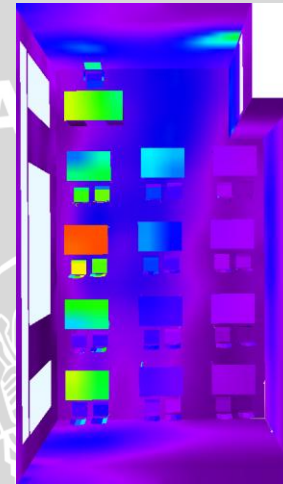
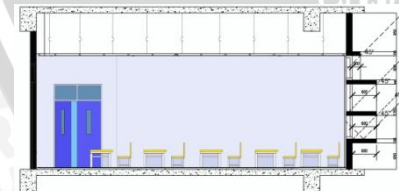
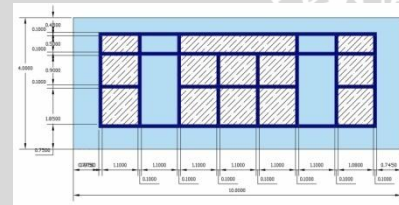
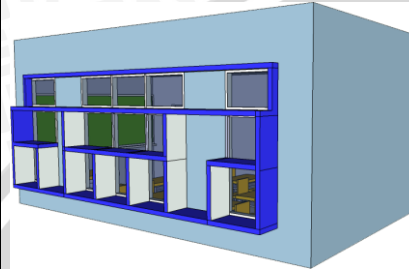
J2S2

(Jendela tipe 2
dan *Shading*
Device tipe 2)

Orientasi
bukaan=164,2°
Sbv=45°= 2 meter
Sbh=18°=3,9 meter
Arah hadap bukaan
sisi utara

Jendela
menggunakan
alternatif 2 yaitu
menutup 2 unit
jendela sehingga
luas jendela
keseluruhan 13,12
meter persegi atau
21,86%.

Shading device
menggunakan
bentuk gabungan
horizontal dan
vertikal. *Shading*
horizontal memiliki
4 layer dengan
lebar 0,2 dan 0,6.
Shading vertikal
memiliki lebar 0,5
meter dengan
jumlah 8 layer.



Berdasarkan
hasil simulasi
terlihat tingkat
pencahayaan
rata-rata ruang
teori adalah **207
Lux**. Hal ini
tergolong dalam
kondisi nyaman
sesuai standar
SNI yaitu 200-
300 Lux.
Melalui
kombinasi J1S1
cahaya yang
masuk ke dalam
ruang direduksi
1084 Lux dari
kondisi
eksisting.

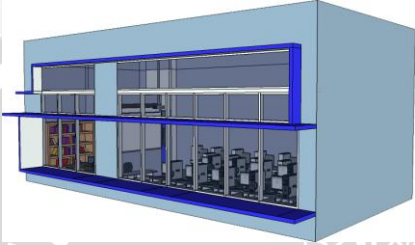
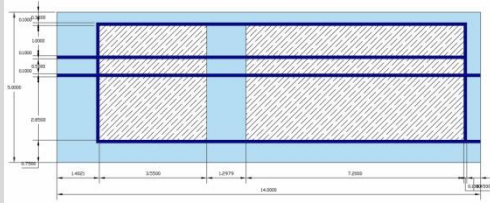
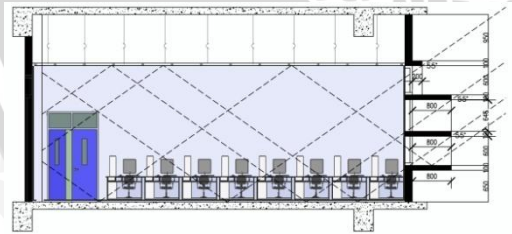
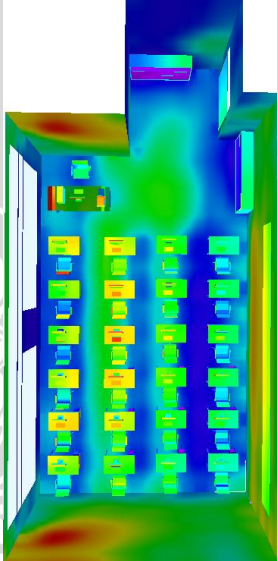
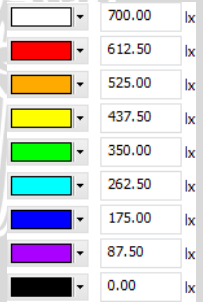
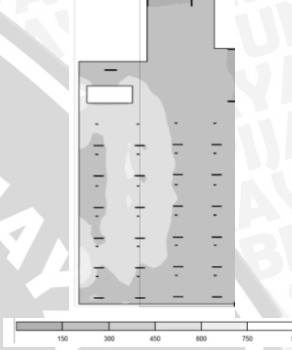
Berdasarkan hasil simulasi 2 alternatif desain dengan 4 kombinasi tipe jendela dan *shading device*, terlihat bahwa tingkat pencahayaan pada masing-masing kombinasi desain sudah memenuhi standar pencahayaan untuk ruang kelas yaitu 200-300 Lux. Pada alternatif adaptif tingkat pencahayaan ruang kelas teori adalah 292 Lux dan 265 Lux sedangkan pada alternatif inovasi tingkat pencahayaan ruang kelas teori adalah 242 dan 207 Lux. Oleh karena itu keempat kombinasi desain dapat diterapkan pada ruang kelas teori, namun desain yang lebih direkomendasikan adalah desain alternatif adaptif tipe J1S1. Tipe ini dipilih karena tidak merubah desain eksisting terlalu banyak dengan tingkat pencahayaan yang mendekati standar optimal yaitu 292 Lux.

2. Ruang Kuliah Komputer

Berdasarkan hasil analisis tingkat pencahayaan melalui pengukuran langsung, kuisioner, dan simulasi, terlihat bahwa ruang kelas teori termasuk dalam kategori terlalu gelap. Tingkat pencahayaan rata-rata pada kondisi eksisting ruang kuliah teori adalah 147 Lux. Berdasarkan standar SNI 03-2396-2001 standar tingkat pencahayaan ruang komputer dalam kondisi nyaman adalah 450-550 Lux. Oleh karena itu rekomendasi desain jendela dan *shading device* harus dapat menaikkan 303-403 Lux. Alternatif yang digunakan pada rekomendasi desain terdiri dari 2 alternatif desain yaitu adaptif dan inovasi. Alternatif adaptif menggunakan jendela dengan bentuk, luas dan orientasi yang sama dengan kondisi eksisting sedangkan alternatif inovasi merubah bentuk dan luas jendela namun tetap menyesuaikan kondisi eksisting yaitu dengan menghilangkan 2 unit jendela pada sisi kanan dan kiri. Alternatif adaptif menggunakan *shading device* dengan jumlah layer yang sesuai kondisi eksisting hanya menambah lebarnya saja menyesuaikan sudut datang matahari sedangkan pada alternatif inovasi *shading device* ditambah jumlah layernya dengan panjang menyesuaikan sudut datang matahari. Masing-masing alternatif desain memiliki 2 alternatif yang saling dikombinasikan satu sama lain sehingga menghasilkan desain yang optimal tingkat pencahayaannya bagi ruang kelas teori.

VARIABLE BASES

4.45. Tabel Hasil Simulasi Alternatif Adaptif pada Ruang Kelas Komputer

Kombinasi	Analisis	Desain Adaptif	Simulasi Software Dialux		Kesimpulan Kinerja
			Distribusi Cahaya	Hasil Ukur	
J1S1 (Jendela tipe 1 dan Shading Device tipe 1)	Orientasi bukaan=$115,5^0$ $Sbv=55^0=2,9$ meter $Sbh=45^0=1,25$ meter Arah hadap bukaan sisi utara Jendela menggunakan jendela dengan bentuk, ukuran, dan posisi yang sesuai dengan eksisting. Shading device menggunakan bentuk gabungan horizontal dan vertikal. Shading horizontal memiliki lebar 1 meter dengan jumlah 3 layer. Shading vertikal memiliki lebar 0,5 meter dengan jumlah 8 layer.	  	 	  	Berdasarkan hasil simulasi terlihat tingkat pencahayaan rata-rata ruang komputer adalah 412 Lux. Hal ini masih tergolong dalam kondisi terlalu gelap sesuai standar SNI yaitu 450-550 Lux. Melalui kombinasi J1S1 cahaya yang masuk ke dalam ruang meningkat 265 Lux dari kondisi eksisting.

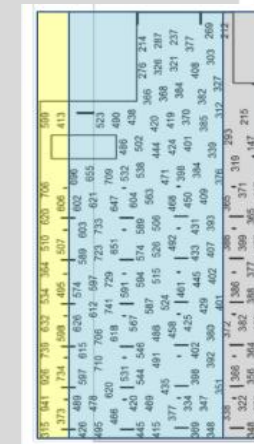
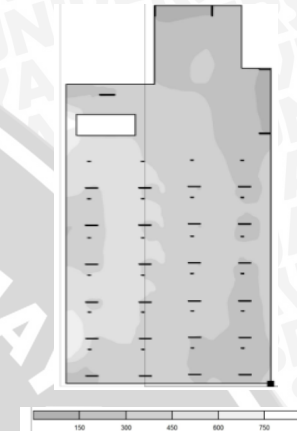
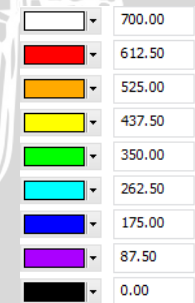
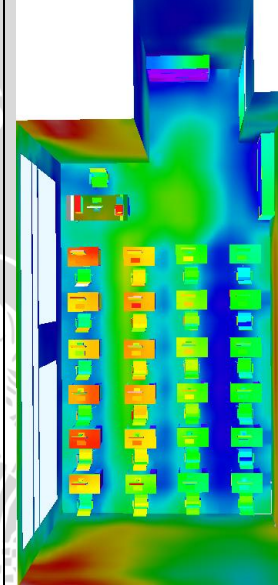
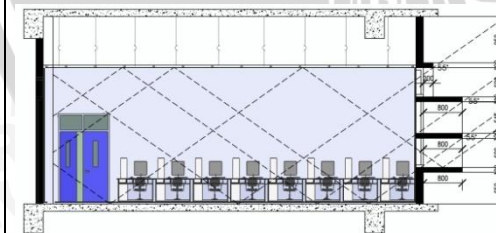
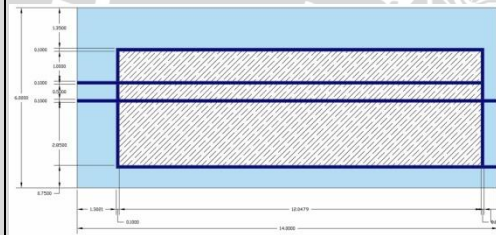
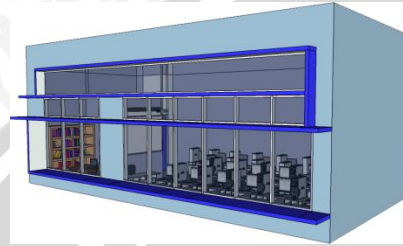
J1S2

(Jendela tipe 1
dan *Shading*
Device tipe 2)

Orientasi
bukaan=115,5°
Sbv=55°= 2,9meter
Sbh=45°=1,25meter
Arah hadap bukaan
sisi utara

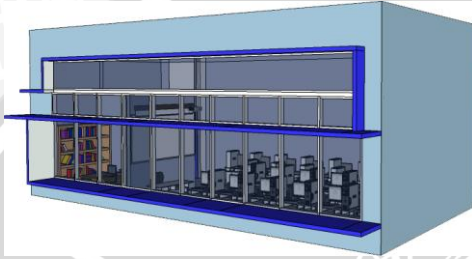
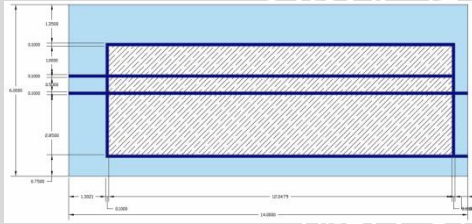
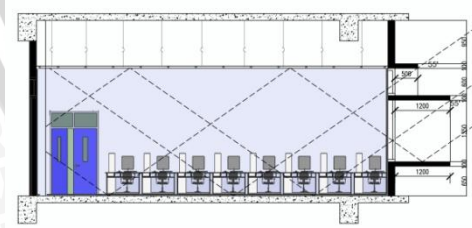
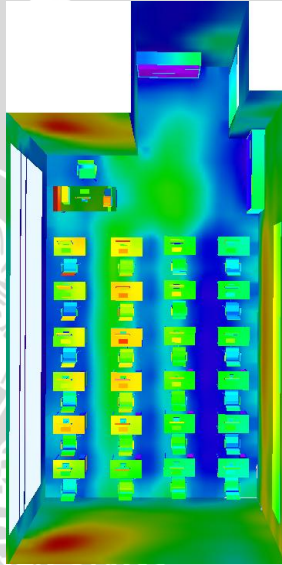
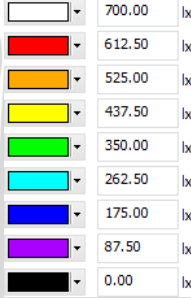
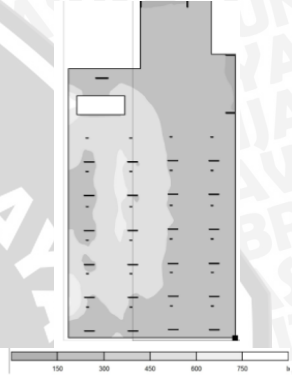
Jendela
menggunakan
jendela dengan
bentuk, ukuran, dan
posisi yang sesuai
dengan eksisting.

Shading device
menggunakan
bentuk gabungan
horizontal dan
vertikal. *Shading*
horizontal memiliki
jumlah 4 layer
dengan lebar 0,2 dan
0,9 meter dengan.
Shading vertikal
memiliki lebar 0,5
meter dengan jumlah
8 layer.



Berdasarkan
hasil simulasi
terlihat tingkat
pencahayaan
rata-rata ruang
komputer
adalah **459 Lux**. Hal ini
tergolong
dalam kondisi
nyaman sesuai
standar SNI
yaitu 450-550
Lux. Melalui
kombinasi
J1S2 cahaya
yang masuk ke
dalam ruang
meningkat 312
Lux dari
kondisi
eksisting.

4.46 Tabel Hasil Simulasi Alternatif Redesain Pada Ruang Kelas Komputer

Kombinasi	Analisis	Desain	Simulasi <i>Software</i> Dialux		Kesimpulan Kinerja
			Distribusi Cahaya	Hasil Ukur	
J2S1 (Jendela tipe 2 dan <i>Shading Device</i> tipe 2)	Orientasi bukaan=115,5° Sbv=55°= 2,9meter Sbh=45°=1,25meter Arah hadap bukaan sisi utara Jendela menggunakan alternatif 2 modifikasi desain dengan menambahkan 1 unit jendela sehingga luas bukaan menjadi 29,34 m2. <i>Shading device</i> menggunakan bentuk gabungan horizontal dan vertikal. <i>Shading</i> horizontal memiliki lebar 1 meter dengan jumlah 3 layer. <i>Shading</i> vertikal memiliki lebar 0,5 meter dengan jumlah 8 layer.	  	 	  	Berdasarkan hasil simulasi terlihat tingkat pencahayaan rata-rata ruang komputer adalah 418 Lux. Hal ini masih tergolong dalam kondisi terlalu gelap sesuai standar SNI yaitu 450-550 Lux. Melalui kombinasi J2S1 cahaya yang masuk ke dalam ruang meningkat 271 Lux dari kondisi eksisting.

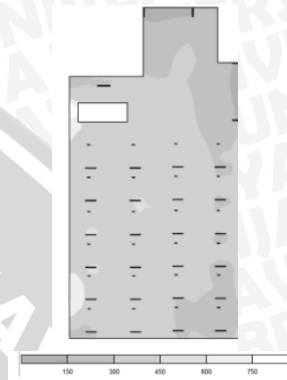
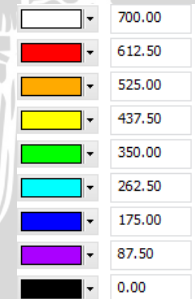
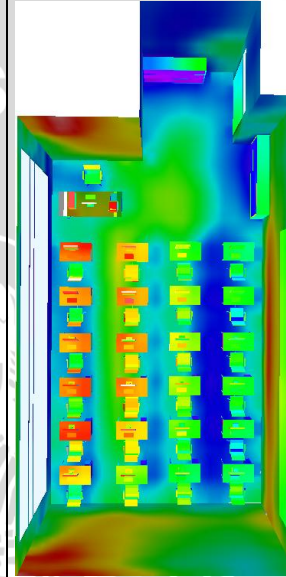
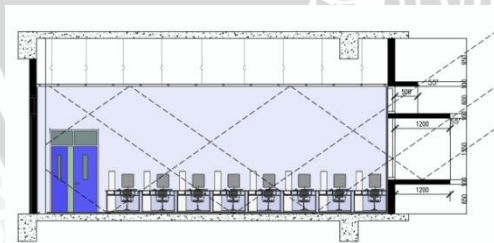
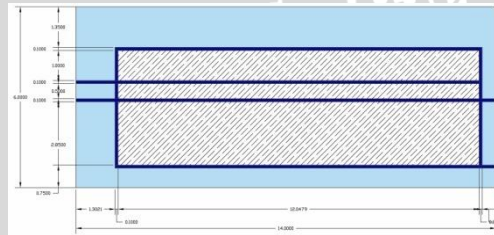
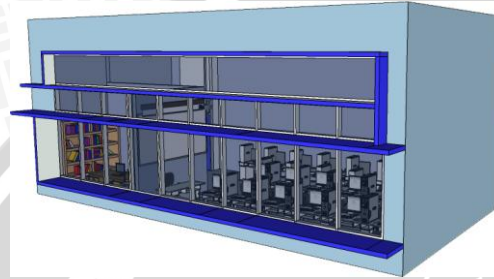
J2S2

(Jendela tipe 2
dan *Shading*
Device tipe 2)

Orientasi
bukaan=115,5°
Sbv=55°= 2,9meter
Sbh=45°=1,25meter
Arah hadap bukaan
sisi utara

Jendela
menggunakan
alternatif 2
modifikasi desain
dengan
menambahkan 1 unit
jendela sehingga
luas bukaan menjadi
29,34 m2.

Shading device
menggunakan
bentuk gabungan
horizontal dan
vertikal. *Shading*
horizontal memiliki
jumlah 4 layer
dengan lebar 0,2 dan
0,9 meter dengan.
Shading vertikal
memiliki lebar 0,5
meter dengan jumlah
8 layer.



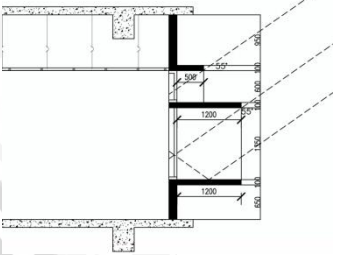
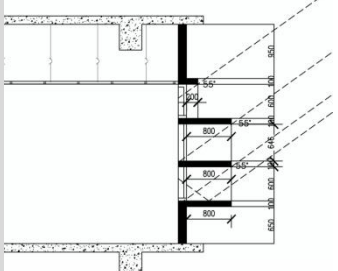
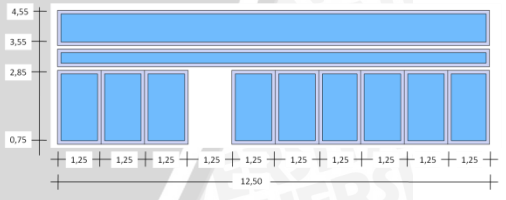
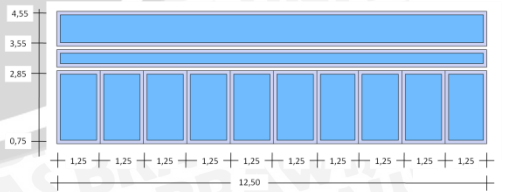
Berdasarkan hasil simulasi terlihat tingkat pencahayaan rata-rata ruang komputer adalah **471 Lux**. Hal ini tergolong dalam kondisi nyaman sesuai standar SNI yaitu 450-550 Lux. Melalui kombinasi J2S2 cahaya yang masuk ke dalam ruang meningkat 324 Lux dari kondisi eksisting.

Berdasarkan hasil simulasi 2 alternatif desain dengan 4 kombinasi tipe jendela dan *shading device*, terlihat bahwa hanya 2 kombinasi desain yang sudah memenuhi standar pencahayaan untuk ruang komputer yaitu 450-550 Lux. Pada alternatif adaptif tingkat pencahayaan ruang kelas komputer adalah 412 Lux dan 459 Lux sedangkan pada alternatif inovasi tingkat pencahayaan ruang kelas teori adalah 418 dan 471 Lux. Oleh karena itu desain yang lebih direkomendasikan adalah desain alternatif inovatif tipe J2S2. Tipe ini dipilih karena tingkat pencahayaan yang dihasilkan lebih mendekati optimal sesuai standar. Desain ini mengubah bentuk jendela dengan memperbesar luasan bukaan dari kondisi eksisting 29,05% menjadi 34,01%. *Shading device* ditambahkan dari kondisi eksisting 2 layer masing-masing 0,3 meter menjadi 4 layer masing-masing 0,2 dan 0,5 meter. Melalui desain tipe J2S2 didapatkan hasil tingkat pencahayaan 471 Lux dengan peningkatan 324 Lux dari kondisi eksisting.

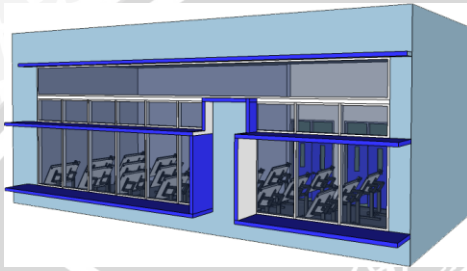
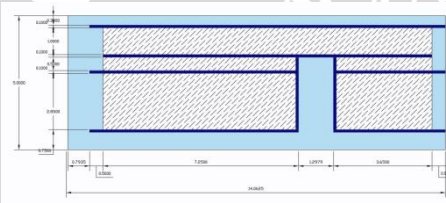
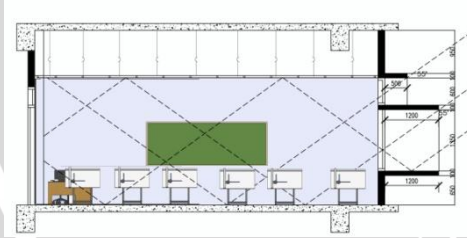
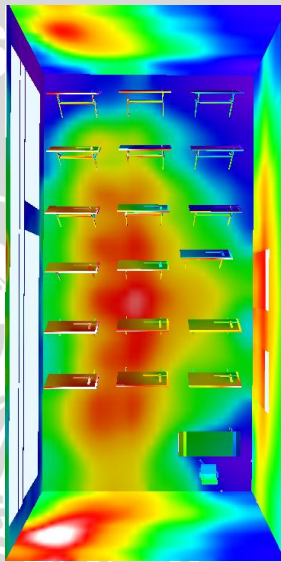
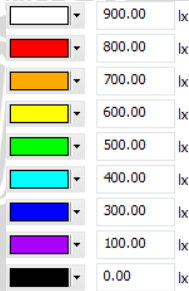
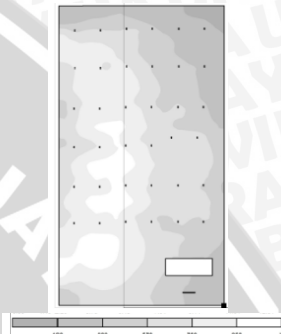
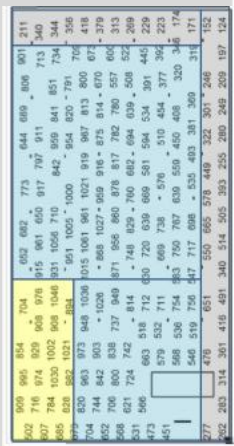
3. Ruang Kuliah Gambar

Berdasarkan hasil analisis tingkat pencahayaan melalui pengukuran langsung, kuisioner, dan simulasi, terlihat bahwa ruang kuliah gambar termasuk dalam kategori terlalu gelap. Tingkat pencahayaan rata-rata pada kondisi eksisting ruang kuliah gambar adalah 197 Lux. Berdasarkan standar SNI 03-2396-2001 standar tingkat pencahayaan ruang gambar dalam kondisi nyaman adalah 650-750 Lux. Oleh karena itu rekomendasi desain jendela dan *shading device* harus dapat menaikkan 453-553 Lux. Alternatif yang digunakan pada rekomendasi desain terdiri dari 2 alternatif desain yaitu adaptif dan inovasi. Alternatif adaptif menggunakan jendela dengan bentuk, luas dan orientasi yang sama dengan kondisi eksisting sedangkan alternatif inovasi merubah bentuk dan luas jendela namun tetap menyesuaikan kondisi eksisting yaitu dengan menghilangkan 2 unit jendela pada sisi kanan dan kiri. Alternatif adaptif menggunakan *shading device* dengan jumlah layer yang sesuai kondisi eksisting hanya menambah lebarnya saja menyesuaikan sudut datang matahari sedangkan pada alternatif inovasi *shading device* ditambah jumlah layernya dengan panjang menyesuaikan sudut datang matahari. Masing-masing alternatif desain memiliki 2 alternatif yang saling dikombinasikan satu sama lain sehingga menghasilkan desain yang optimal tingkat pencahayaannya bagi ruang kelas gambar.

4.47. Tabel Variabel yang Diuji pada Ruang Kuliah Gambar

V A R I A B E L B E B A S	Elemen	Analisis	Alternatif
	Shading Device	SBV = 55 SBH = 45 Orientasi = Utara Berdasarkan sudut SBV, SBH, dan orientasi jendela didapatkan 3 alternatif. 1. Berdasarkan sudut SBV 55 derajat sebesar 2,90 meter. Panjang tersebut akan membuat struktur bangunan khususnya bangunan berlantai banyak menjadi lebih berat. 2. Alternatif shading horizontal dibagi menjadi 3 layer untuk mengurangi beban struktur bangunan. Setiap layer shading horizontal memiliki panjang 0,5 dan 1,2 meter. 3. Alternatif shading horizontal dibagi menjadi 4 layer dengan panjang layer paling atas 0,20 dan ketiga layer dibawahnya 0,90 meter. Shading horizontal layer paling atas dibuat lebih pendek untuk memantulkan cahaya matahari secara optimal ke setiap sudut ruang.	1. Alternatif adaptif (S1) 
			2. Alternatif redesign (S2) 
	Jendela	Luas bukaan pencahayaan alami berdasarkan standar SNI 03-2396-2001 adalah 20% dari luas lantai : a. Eksisting 29,34 m ² b. Standar 20,16 m ² Berdasarkan standar SNI bukaan pencahayaan alami ruang gambar terlalu besar namun terdapat faktor lain yang menyebabkan ruang menjadi gelap yaitu adanya konstruksi atap pada ketinggian 2,85 meter.	1. Alternatif adaptif (J1) 
		1. Alternatif 1 tetap mempertahankan bentuk eksisting jendela. 2. Alternatif 2 menambah luas jendela dengan menambah 1 unit jendela sehingga persentase bukaan menjadi 34,01%.	2. Alternatif redesign (J2) 

4.48. Tabel Hasil Simulasi Alternatif Adaptif pada Ruang Kelas Gambar

Kombinasi	Analisis	Desain Adaptif	Simulasi Software Dialux		Kesimpulan Kinerja
			Distribusi Cahaya	Hasil Ukur	
J1S1 (Jendela tipe 1 dan Shading Device tipe 1)	Orientasi bukaan=115,5° Sbv=55°= 2,9meter Sbh=45°=1,25meter Arah hadap bukaan sisi utara Jendela menggunakan jendela dengan bentuk, ukuran, dan posisi yang sesuai dengan eksisting. Shading device menggunakan bentuk gabungan horizontal dan vertikal. Shading horizontal memiliki lebar 1 meter dengan jumlah 3 layer. Shading vertikal memiliki lebar 0,5 meter dengan jumlah 8 layer.	  	 	  	Berdasarkan hasil simulasi terlihat tingkat pencahayaan rata-rata ruang gambar adalah 697 Lux. Hal ini tergolong dalam kondisi nyaman sesuai standar SNI yaitu 650-750 Lux. Melalui kombinasi J1S1 cahaya yang masuk ke dalam ruang meningkat 500 Lux dari kondisi eksisting.

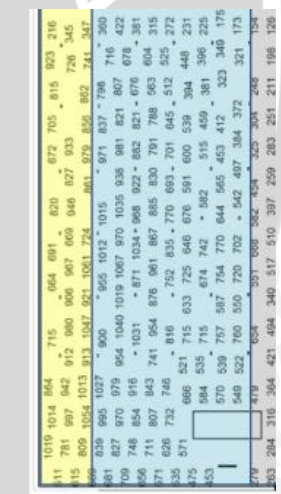
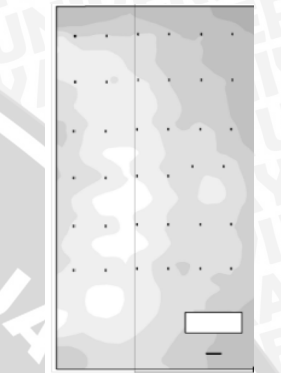
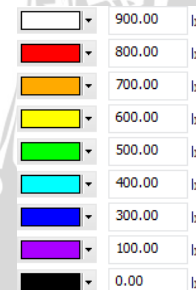
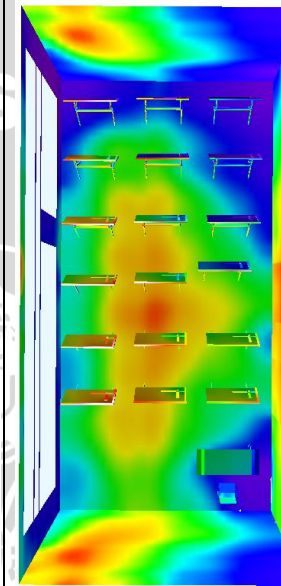
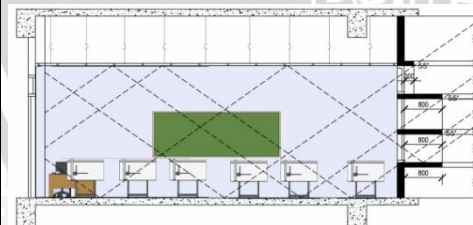
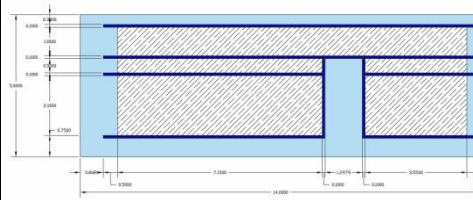
J1S2

(Jendela tipe 1
dan Shading
Device tipe 2)

Orientasi
bukaan=115,5°
Sbv=55°= 2,9meter
Sbh=45°=1,25meter
Arah hadap bukaan
sisi utara

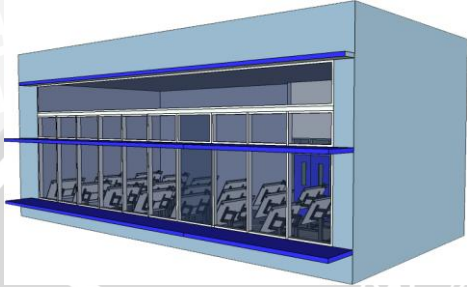
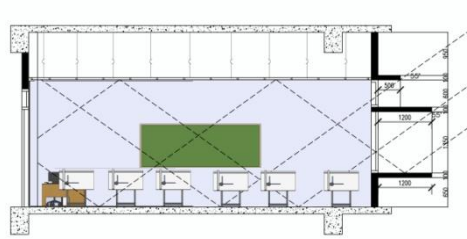
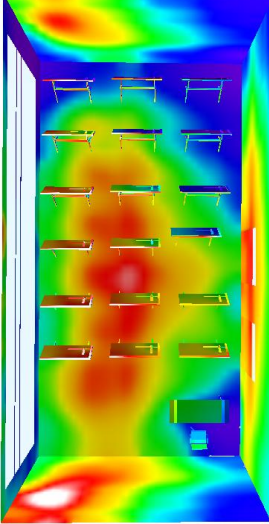
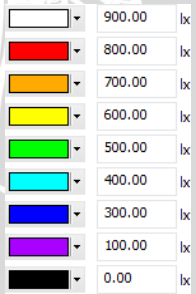
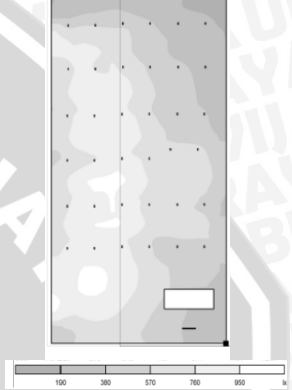
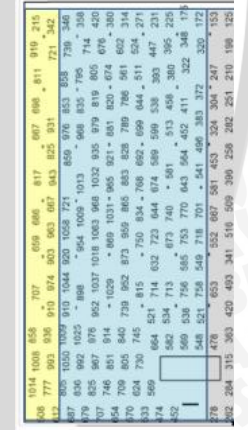
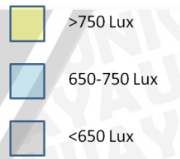
Jendela
menggunakan
jendela dengan
bentuk, ukuran, dan
posisi yang sesuai
dengan eksisting.

Shading device
menggunakan
bentuk gabungan
horizontal dan
vertikal. Shading
horizontal memiliki
jumlah 4 layer
dengan lebar 0,2 dan
0,9 meter dengan.
Shading vertikal
memiliki lebar 0,5
meter dengan jumlah
8 layer.



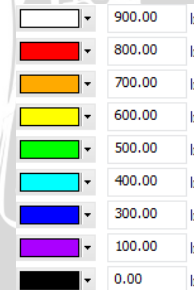
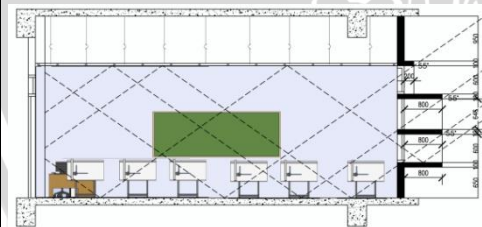
Berdasarkan
hasil simulasi
terlihat tingkat
pencahayaan
rata-rata ruang
gambar adalah
625 Lux. Hal
ini masih
tergolong
dalam kondisi
terlalu gelap
sesuai standar
SNI yaitu 650-
750 Lux.
Melalui
kombinasi
J1S2 cahaya
yang masuk ke
dalam ruang
meningkat 428
Lux dari
kondisi
eksisting.

4.49. Tabel Hasil Simulasi A Iteratif Redesain pada Ruang Kelas Gambar

Kombinasi	Analisis	Desain	Simulasi Software Dialux		Kesimpulan Kinerja
			Distribusi Cahaya	Hasil Ukur	
J2S1 (Jendela tipe 2 dan Shading Device tipe 2)	Orientasi bukaan=115,5° Sbv=55°= 2,9meter Sbh=45°=1,25meter Arah hadap bukaan sisi utara Jendela menggunakan alternatif 2 modifikasi desain dengan menambahkan 1 unit jendela sehingga luas bukaan menjadi 29,34 m2. Shading device menggunakan bentuk gabungan horizontal dan vertikal. Shading horizontal memiliki lebar 1 meter dengan jumlah 3 layer. Shading vertikal memiliki lebar 0,5 meter dengan jumlah 8 layer.	  	 	  	Berdasarkan hasil simulasi terlihat tingkat pencahayaan rata-rata ruang gambar adalah 702 Lux. Hal ini tergolong dalam kondisi nyaman sesuai standar SNI yaitu 650-750 Lux. Melalui kombinasi J2S1 cahaya yang masuk ke dalam ruang meningkat 505 Lux dari kondisi eksisting.

(Jendela tipe 2
dan *Shading*
Device tipe 2)

Shading device menggunakan bentuk gabungan horizontal dan vertikal. Shading horizontal memiliki jumlah 4 layer dengan lebar 0,2 dan 0,9 meter dengan. Shading vertikal memiliki lebar 0,5 meter dengan jumlah 8 layer.



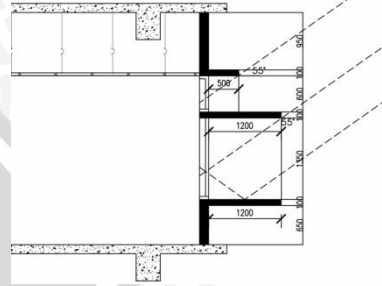
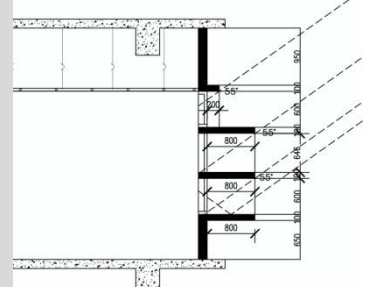
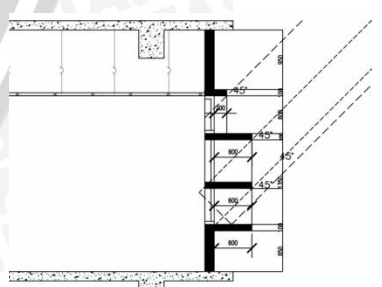
Berdasarkan hasil simulasi terlihat tingkat pencahayaan rata-rata ruang gambar adalah **630 Lux**. Hal ini masih tergolong dalam kondisi terlalu gelap sesuai standar SNI yaitu 650-750 Lux. Melalui kombinasi J2S2 cahaya yang masuk ke dalam ruang meningkat 433 Lux dari kondisi eksisting.

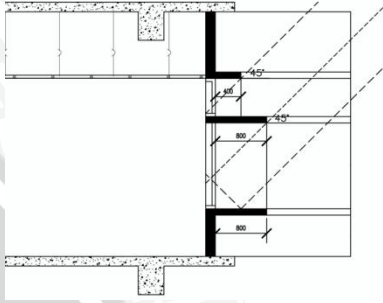
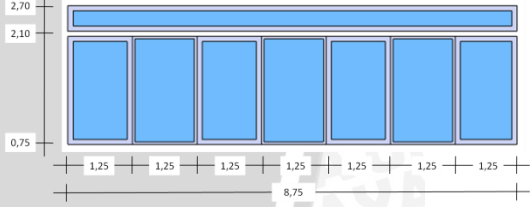
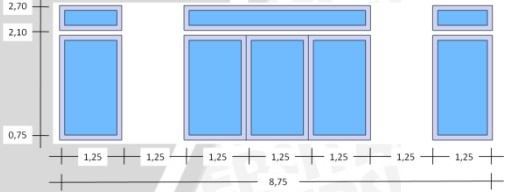
Berdasarkan hasil simulasi 2 alternatif desain dengan 4 kombinasi tipe jendela dan *shading device*, terlihat bahwa hanya 2 kombinasi yang sudah memenuhi standar pencahayaan untuk ruang gambar yaitu 650-750 Lux. Pada alternatif adaptif tingkat pencahayaan ruang kelas teori adalah 697 Lux dan 625 Lux sedangkan pada alternatif inovasi tingkat pencahayaan ruang kelas teori adalah 702 dan 630 Lux. Oleh karena itu desain yang lebih direkomendasikan adalah desain alternatif inovatif tipe J2S1. Tipe ini dipilih karena tingkat pencahayaan paling mendekati optimal sesuai standar. Desain ini menambahkan bukaan dari kondisi eksisting 29,05% menjadi 34,01%. Bukaan ditambahkan pada ketinggian 3,55 meter dengan luas 7,5 meter persegi. *Shading device* yang digunakan yaitu tipe 1 yang terdiri dari 3 layer dengan panjang 0,5 meter dan 1 meter. Melalui desain ini tingkat pencahayaan meningkat 505 Lux dari kondisi eksisting menjadi 702 Lux.

4. Ruang Kuliah Hitungan

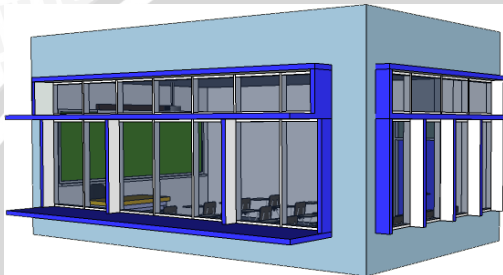
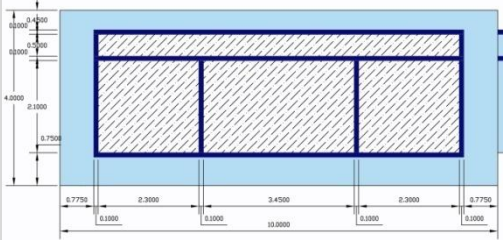
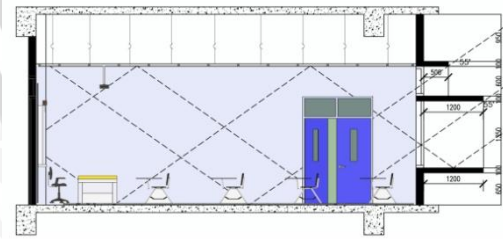
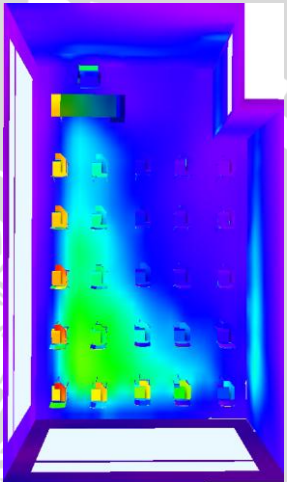
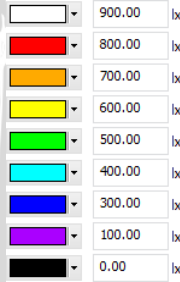
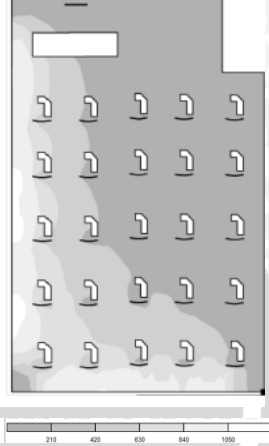
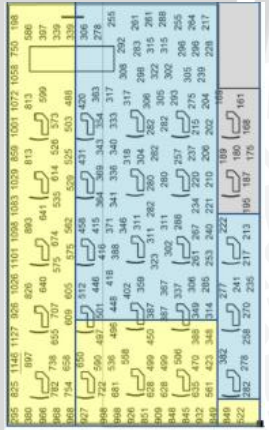
Berdasarkan hasil analisis tingkat pencahayaan melalui pengukuran langsung, kuisioner, dan simulasi, terlihat bahwa ruang kelas teori termasuk dalam kategori terlalu terang. Tingkat pencahayaan rata-rata pada kondisi eksisting ruang kuliah hitungan adalah 877 Lux. Berdasarkan standar SNI 03-2396-2001 standar tingkat pencahayaan ruang kuliah hitungan dalam kondisi nyaman adalah 200-300 Lux. Oleh karena itu rekomendasi desain jendela dan *shading device* harus dapat menurunkan 577-677 Lux. Alternatif yang digunakan pada rekomendasi desain terdiri dari 2 alternatif desain yaitu adaptif dan inovasi. Alternatif adaptif menggunakan jendela dengan bentuk, luas dan orientasi yang sama dengan kondisi eksisting sedangkan alternatif inovasi merubah bentuk dan luas jendela namun tetap menyesuaikan kondisi eksisting yaitu dengan menghilangkan 2 unit jendela pada sisi kanan dan kiri. Alternatif adaptif menggunakan *shading device* dengan jumlah layer yang sesuai kondisi eksisting hanya menambah lebarnya saja menyesuaikan sudut datang matahari sedangkan pada alternatif inovasi *shading device* ditambah jumlah layernya dengan panjang menyesuaikan sudut datang matahari. Masing-masing alternatif desain memiliki 2 alternatif yang saling dikombinasikan satu sama lain sehingga menghasilkan desain yang optimal tingkat pencahayaannya bagi ruang kelas hitungan.

4.50. Tabel Variabel yang Diuji pada Ruang Kuliah Hitungan

V A R I A B E L B E B A S	Elemen	Analisis	Alternatif
	Shading Device	SBV = 45 SBH = 55 Orientasi = Utara Berdasarkan sudut SBV, SBH, dan orientasi jendela didapatkan 3 alternatif. 1. Berdasarkan sudut SBV 45 derajat sebesar 2,90 meter. Panjang tersebut akan membuat struktur bangunan khususnya bangunan berlantai banyak menjadi lebih berat . 2. Alternatif shading horizontal dibagi menjadi 3 layer untuk mengurangi beban struktur bangunan. Setiap layer shading horizontal memiliki panjang 1,00 meter. 3. Alternatif shading horizontal dibagi menjadi 4 layer dengan panjang layer paling atas 0,20 dan ketiga layer dibawahnya 0,60 meter. Shading horizontal layer paling atas dibuat lebih pendek untuk memantulkan cahaya matahari secara optimal ke setiap sudut ruang.	1. Alternatif adaptif (S1) 
			2. Alternatif redesain (S2) 
		SBV = 30 SBH = 44 Orientasi = Barat Berdasarkan sudut SBV, SBH, dan orientasi jendela didapatkan 3 alternatif. 1. Berdasarkan sudut SBV 30 derajat sebesar 1,20 meter. Panjang tersebut akan membuat struktur bangunan khususnya bangunan berlantai banyak menjadi lebih berat .	1. Alternatif adaptif (S1) 

		2. Alternatif shading horizontal dibagi menjadi 2 layer untuk mengurangi beban struktur bangunan. Setiap layer shading horizontal memiliki panjang 0,30 dan 0,90 meter. Shading horizontal layer paling atas dibuat lebih pendek untuk memantulkan cahaya matahari secara optimal ke setiap sudut ruang. 3. Alternatif shading horizontal dibagi menjadi 3 layer dengan panjang layer 0,40 meter.	2. Alternatif redesain (S2) 
Jendela		Luas bukaan pencahayaan alami berdasarkan standar SNI 03-2396-2001 adalah 20% dari luas lantai : a. Eksisting 30,25 m² b. Standar 12 m² Berdasarkan standar SNI bukaan pencahayaan alami ruang teori terlalu besar sehingga menyebabkan ruang terlalu terang. 1. Alternatif 1 tetap mempertahankan bentuk eksisting jendela. 2. Alternatif 2 mengurangi luas jendela dengan menutup 2 unit jendela sehingga persentase bukaan menjadi 13,12 m².	1. Alternatif adaptif (J1)  2. Alternatif redesain (J2) 

4.51. Tabel Hasil Simulasi A lternatif Adaptif pada Ruang Kelas Hitungan

Kombinasi	Analisis	Desain Adaptif	Simulasi <i>Software</i> Dialux		Kesimpulan Kinerja
			Distribusi Cahaya	Hasil Ukur	
J1S1 (Jendela tipe 1 dan <i>Shading Device</i> tipe 1)	Orientasi bukaan=115,5° Sbv=55°= 2,9meter Sbh=45°=1,25meter Arah hadap bukaan sisi utara Orientasi bukaan=255° Sbv=30°= 1,2meter Sbh=10°=1,4meter Arah hadap bukaan sisi barat Jendela menggunakan jendela dengan bentuk, ukuran, dan posisi yang sesuai dengan eksisting. <i>Shading device</i> menggunakan gabungan horizontal dan vertikal. <i>Shading</i> horizontal memiliki jumlah 3 layer dan vertikal 4 layer pada sisi utara. <i>Shading</i> horizontal 2 layer dan vertikal 5 layer pada sisi barat.	  	 	  	Berdasarkan hasil simulasi terlihat tingkat pencahayaan rata-rata ruang hitungan adalah 457 Lux. Hal ini tergolong dalam kondisi terlalu terang sesuai standar SNI yaitu 200-300 Lux. Melalui kombinasi J1S1 cahaya yang masuk ke dalam ruang direduksi 420 Lux dari kondisi eksisting.

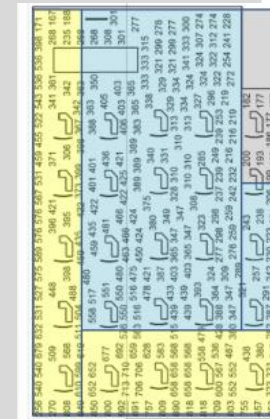
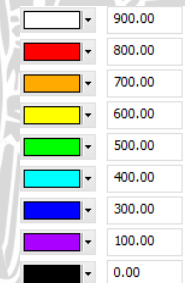
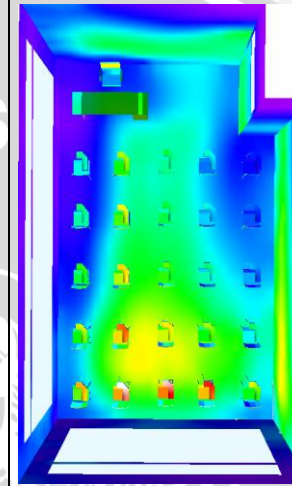
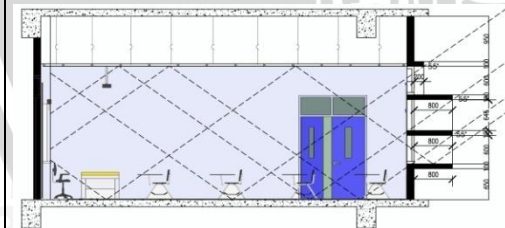
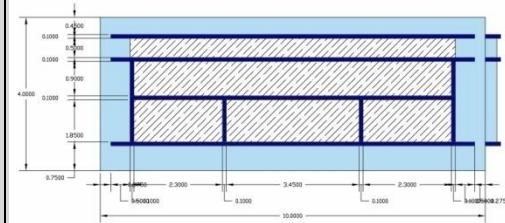
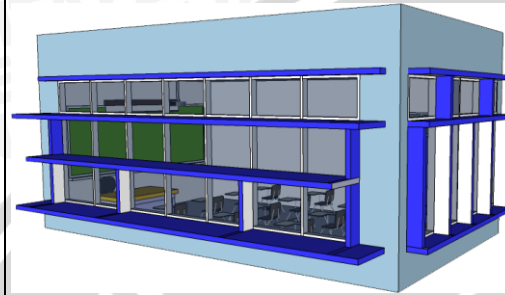
J1S2

(Jendela tipe 1
dan *Shading*
Device tipe 2)

Orientasi
bukaan=115,5°
Sbv=55°= 2,9meter
Sbh=45°=1,25meter
Arah hadap bukaan
sisi utara
Orientasi
bukaan=255°
Sbv=30°= 1,2meter
Sbh=10°=1,4meter
Arah hadap bukaan
sisi barat

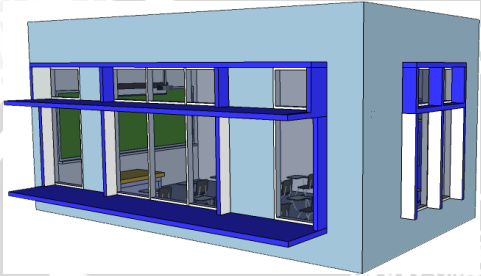
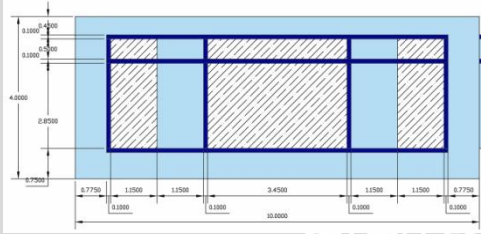
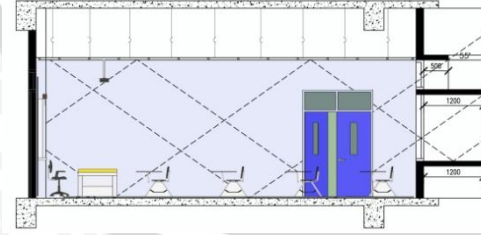
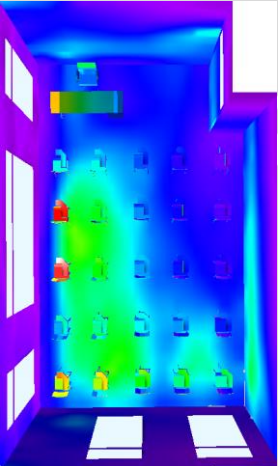
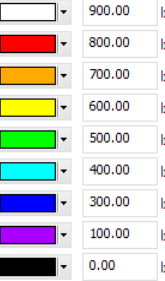
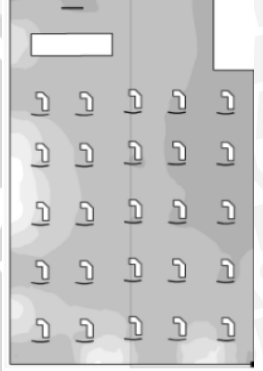
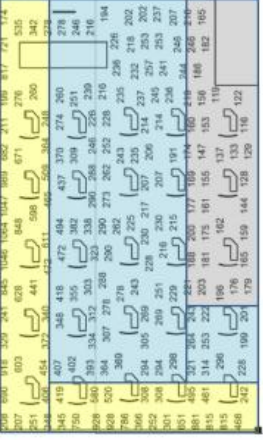
Jendela
menggunakan
jendela dengan
bentuk, ukuran, dan
posisi yang sesuai
dengan eksisting.

Shading device
menggunakan
bentuk gabungan
horizontal dan
vertikal. *Shading*
horizontal memiliki
jumlah 4 layer dan
vertikal 4 layer pada
sisi utara. *Shading*
horizontal 3 layer
dan vertikal 5 layer
pada sisi barat.



Berdasarkan
hasil simulasi
terlihat tingkat
pencahayaan
rata-rata ruang
hitungan adalah
400 Lux. Hal ini
tergolong dalam
kondisi terlalu
terang sesuai
standar SNI
yaitu 200-300
Lux. Melalui
kombinasi J1S2
cahaya yang
masuk ke dalam
ruang direduksi
477 Lux dari
kondisi
eksisting.

4.52. Tabel Hasil Simulasi Alternatif Redesain pada Ruang Kelas Hitungan

Kombinasi	Analisis	Desain	Simulasi <i>Software</i> Dialux		Kesimpulan Kinerja
			Distribusi Cahaya	Hasil Ukur	
J2S1 (Jendela tipe 2 dan <i>Shading Device</i> tipe 2)	Orientasi bukaan=115,5° Sbv=55°= 2,9meter Sbh=45°=1,25meter Arah hadap bukaan sisi utara Orientasi bukaan=255° Sbv=30°= 1,2meter Sbh=10°=1,4meter Arah hadap bukaan sisi barat Jendela menggunakan alternatif 2 yaitu menutup 2 unit jendela pada sisi utara dan barat. <i>Shading device</i> menggunakan gabungan horizontal dan vertikal. <i>Shading</i> horizontal 3 layer dan vertikal 4 layer pada sisi utara. <i>Shading</i> horizontal 2 layer dan vertikal 5 layer pada sisi barat.	  	 	  >300 Lux 200-300 Lux <200 Lux	Berdasarkan hasil simulasi terlihat tingkat pencahayaan rata-rata ruang hitungan adalah 320 Lux. Hal ini tergolong dalam kondisi terlalu terang sesuai standar SNI yaitu 200-300 Lux. Melalui kombinasi J1S2 cahaya yang masuk ke dalam ruang direduksi 557 Lux dari kondisi eksisting.

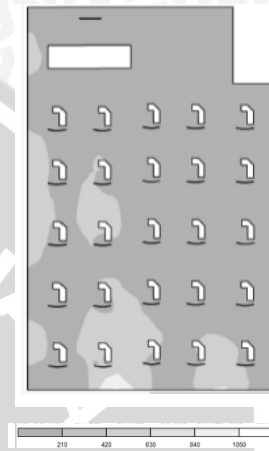
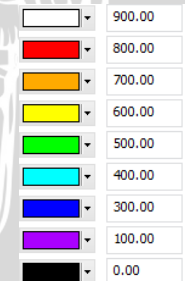
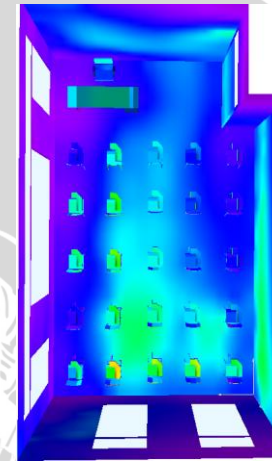
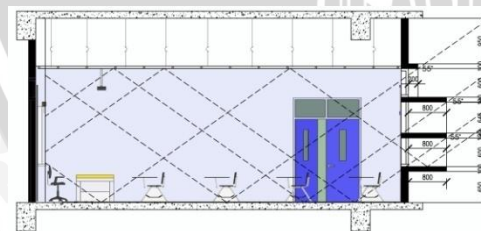
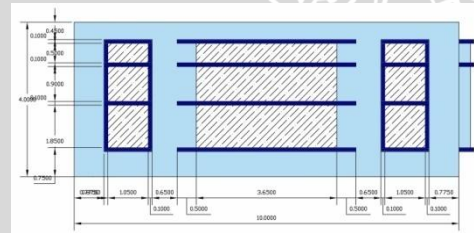
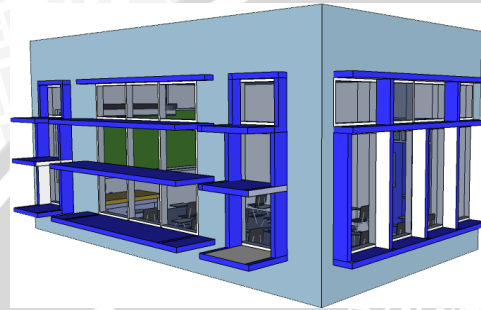
J2S2

(Jendela tipe 2
dan *Shading Device* tipe 2)

Orientasi
bukaan=115,5°
Sbv=55°= 2,9meter
Sbh=45°=1,25meter
Arah hadap bukaan
sisi utara
Orientasi
bukaan=255°
Sbv=30°= 1,2meter
Sbh=10°=1,4meter
Arah hadap bukaan
sisi barat

Jendela
menggunakan
alternatif 2 yaitu
menutup 2 unit
jendela pada sisi
utara dan barat.

Shading device
menggunakan
bentuk gabungan
horizontal dan
vertikal. *Shading*
horizontal memiliki
jumlah 4 layer dan
vertikal 4 layer pada
sisi utara. *Shading*
horizontal 3 layer
dan vertikal 5 layer
pada sisi barat.



Berdasarkan hasil simulasi terlihat tingkat pencahayaan rata-rata ruang hitungan adalah **291 Lux**. Hal ini tergolong dalam kondisi nyaman sesuai standar SNI yaitu 200-300 Lux. Melalui kombinasi J2S2 cahaya yang masuk ke dalam ruang direduksi 568 Lux dari kondisi eksisting.

Berdasarkan hasil simulasi 2 alternatif desain dengan 4 kombinasi tipe jendela dan *shading device*, terlihat bahwa hanya 1 kombinasi yang sudah memenuhi standar pencahayaan untuk ruang kelas yaitu 200-300 Lux. Pada alternatif adaptif tingkat pencahayaan ruang kelas teori adalah 457 Lux dan 400 Lux sedangkan pada alternatif inovasi tingkat pencahayaan ruang kelas teori adalah 320 Lux dan 291 Lux. Oleh karena kombinasi desain yang dapat diterapkan pada ruang kelas teori hanya alternatif inovasi tipe J2S2. Desain ini mengurangi luas bukaan dari kondisi eksisting 50,4% menjadi 23,95% dengan menghilangkan 2 unit jendela. *Shading device* ditambahkan menjadi 4 layer pada orientasi utara dan 3 layer pada orientasi barat. Melalui desain tipe J2S2 tingkat pencahayaan menjadi optimal dengan penurunan 586 Lux dari kondisi eksisting.

4.8.2. Kesimpulan Rekomendasi Desain Eksterior

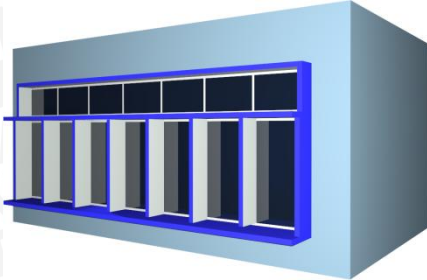
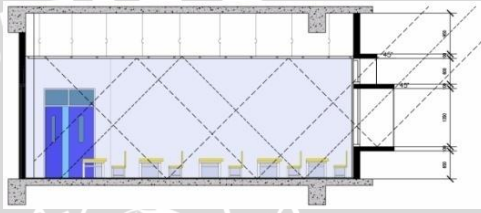
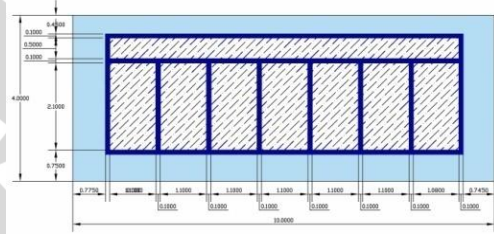
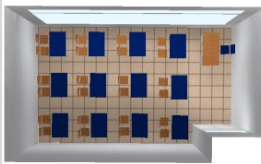
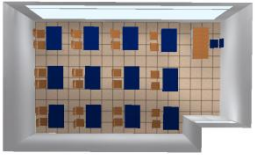
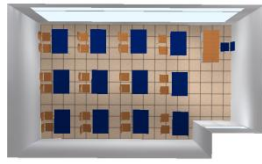
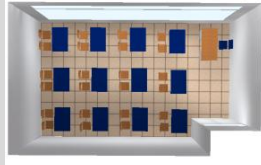
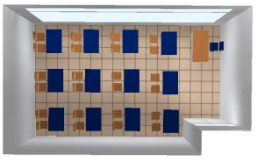
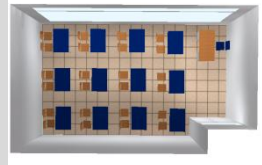
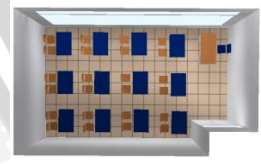
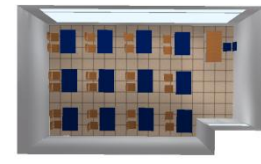
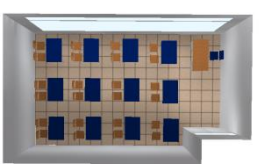
Berdasarkan hasil analisis simulasi rekomendasi desain yang terdiri dari 2 alternatif yaitu alternatif adaptif dan alternatif inovasi dengan masing-masing alternatif terdapat 4 kombinasi desain jendela dan *shading device*. Penentuan desain terpilih berdasarkan standar tingkat pencahayaan sesuai SNI 03-2396-2001 yang paling mendekati optimal. Perbandingan hasil simulasi rekomendasi desain sebagai berikut.

4.53. Tabel Perbandingan Tingkat Pencahayaan Rekomendasi Desain

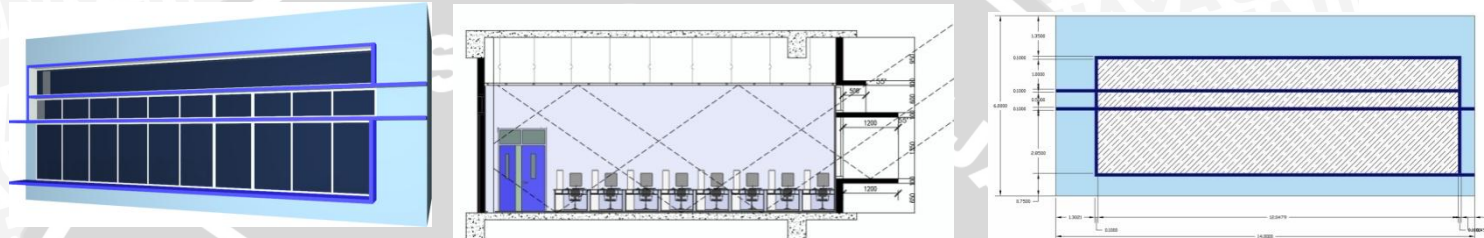
Jenis Ruang	Standar (Lux)	Eksisting (Lux)	Rekomendasi Desain					Kesimpulan Tingkat Pencahayaan Melalui Kinerja Jendela dan <i>Shading Device</i> Terhadap Standar SNI	
			Adaptif		Redesain		Desain Terpilih	Eksisting	Rekomendasi Desain
			J1S1 (Lux)	J1S2 (Lux)	J2S1 (Lux)	J2S2 (Lux)			
Teori	200-300	1291	292	265	242	207	J1S1	19,36%	94,34%
Komputer	450-550	147	412	459	418	471	J1S2	29,40%	91,80%
Gambar	650-750	197	697	625	702	630	J2S1	28,14%	99,71%
Hitungan	200-300	877	457	400	320	291	J2S2	28,50%	85,91%

Berdasarkan tabel perbandingan tingkat pencahayaan ruang perkuliahan Teknik Sipil Polinema terlihat peningkatan kinerja jendela dan *shading device* setelah dilakukan modifikasi desain. Hal ini menunjukkan desain dapat diterapkan untuk menghasilkan ruang perkuliahan yang nyaman secara visual melalui pencahayaan alami.

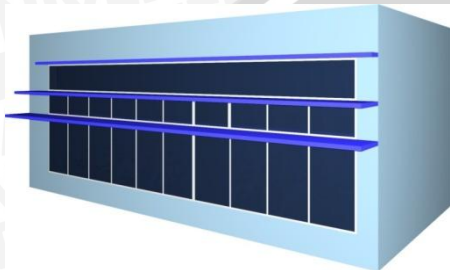
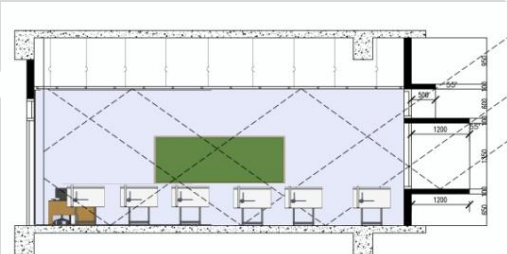
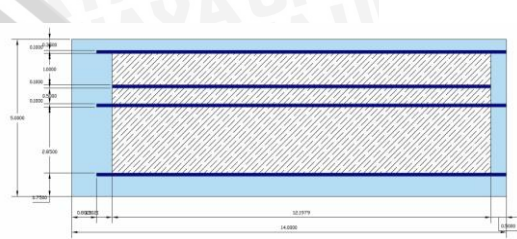
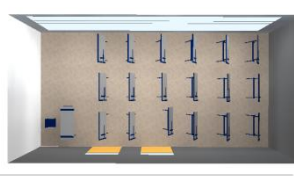
4.49. Tabel Hasil Rekomendasi Desain Eksterior Terpilih Pada Ruang Kuliah Teori

Alternatif terpilih	Alternatif Adaptif			
Desain	  			
Tingkat pencahayaan sepanjang tahun	Waktu	Maret	Juni	Desember
	10.00	 265 Lux	 271 Lux	 308 Lux
	12.00	 337 Lux	 294 Lux	 329 Lux
	15.00	 278 Lux	 178 Lux	 210 Lux
	Kelebihan	Bentuk, luas, dan orientasi jendela tetap sama dengan kondisi eksisting ; Tingkat pencahayaan sesuai standar		
	Kekurangan	Bentuk dan luas <i>shading device</i> dimodifikasi dari eksisting menyesuaikan sudut datang matahari		

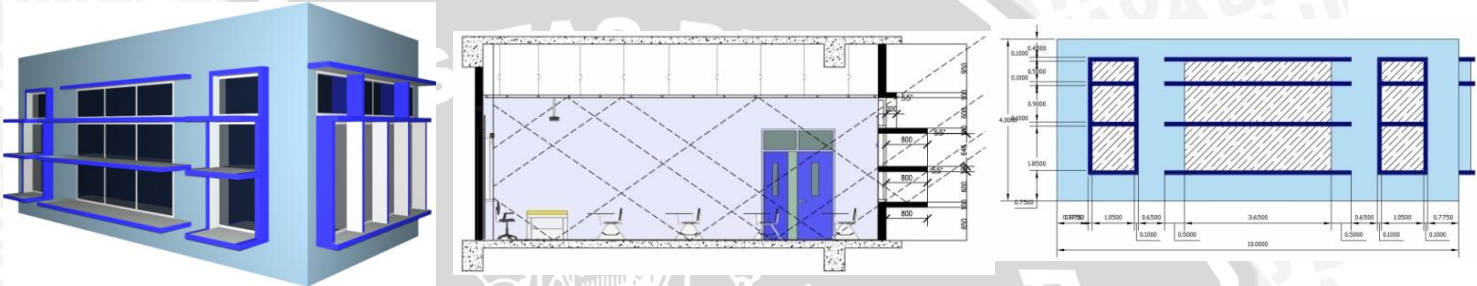
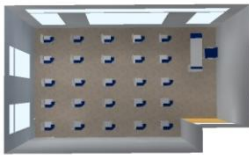
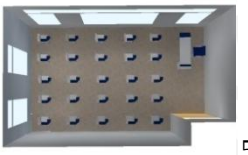
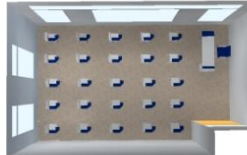
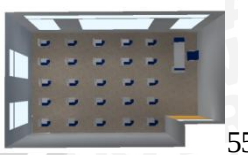
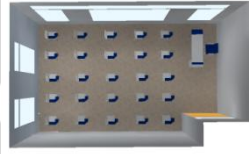
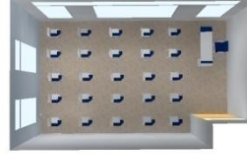
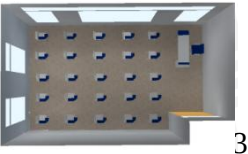
4.50. Tabel Hasil Rekomendasi Desain Eksterior Terpilih Pada Ruang Kuliah Komputer

Alternatif terpilih		Alternatif Redesain			
Desain					
Tingkat pencahayaan sepanjang tahun	Waktu	Maret	Juni	Desember	
	10.00	 471 Lux	 471 Lux	 415 Lux	
	12.00	 598 Lux	 581 Lux	 598 Lux	
	15.00	 493 Lux	 476 Lux	 493 Lux	
	Kelebihan	Penambahan luas bukaan membuat ruang menjadi lebih terang dan nyaman sesuai standar ; Penambahan jendela tidak mengubah struktur eksisting			
	Kekurangan	Bentuk dan luas jendela dan <i>shading device</i> dimodifikasi dari eksisting			

4.51. Tabel Hasil Rekomendasi Desain Eksterior Terpilih Pada Ruang Kuliah Gambar

Alternatif terpilih	Alternatif Redesain			
Desain	  			
Tingkat pencahayaan sepanjang tahun	Waktu	Maret	Juni	Desember
	10.00	 702 Lux	 686 Lux	 610 Lux
	12.00	 761 Lux	 736 Lux	 656 Lux
	15.00	 489 Lux	 477 Lux	 389 Lux
	Kelebihan	Tingkat pencahayaan sesuai standar sehingga ruang menjadi terang dan nyaman ; Bentuk <i>shading device</i> eksisiting dipertahankan ; Penambahan luas jendela tidak mengubah struktur eksisting		
	Kekurangan	Persentase bukaan pencahayaan alami lebih besar dari standar		

4.52. Tabel Hasil Rekomendasi Desain Eksterior Terpilih Pada Ruang Kuliah Hitungan

Alternatif terpilih	Alternatif Redesain			
Desain				
Tingkat pencahayaan sepanjang tahun	Waktu	Maret	Juni	Desember
	10.00	 291 Lux	 388 Lux	 525 Lux
	12.00	 368 Lux	 493 Lux	 559 Lux
	15.00	 304 Lux	 495 Lux	 357 Lux
	Kelebihan	Tingkat pencahayaan sesuai standar sehingga ruang menjadi nyaman ; Perubahan luas jendela tidak mengubah struktur eksisting		
	Kekurangan	Bentuk, luas jendela dan <i>shading device</i> dimodifikasi dari kondisi eksisting		

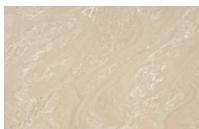
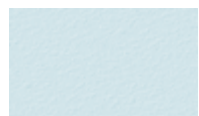
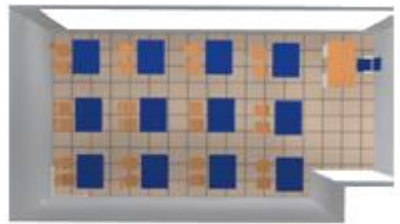
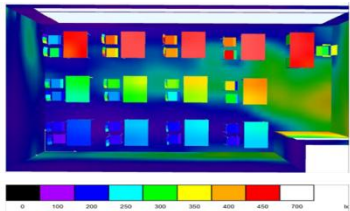
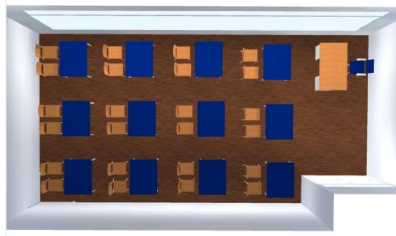
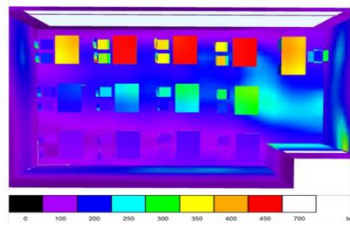
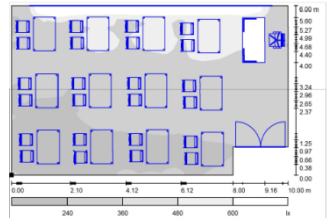
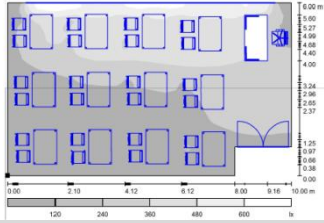
4.8.3. Rekomendasi Interior

Rekomendasi interior dilakukan setelah ditemukan jenis bukaan pencahayaan alami yang sesuai untuk kebutuhan tingkat pencahayaan pada masing-masing ruang. Rekomendasi interior dilakukan melalui simulasi variabel yang berpengaruh terhadap intensitas pencahayaan alami yang masuk ke bangunan. Variabel yang digunakan pada rekomendasi interior terdiri dari warna dan material. Kedua variabel diaplikasikan pada elemen interior yang terdiri dari lantai, dinding, dan plafond. Melalui penambahan variabel tersebut akan didapatkan hasil warna dan material yang tepat untuk menjawab permasalahan tingkat kenyamanan visual pada masing-masing ruang menyesuaikan kebutuhannya. Berikut adalah hasil rekomendasi penambahan warna dan material pada lantai, dinding, dan plafon di masing-masing ruang yang diteliti.

1. Ruang Kuliah Teori

Berdasarkan hasil simulasi desain bukaan pencahayaan alami yang terdiri dari jendela dan *shading device*, didapatkan desain terpilih alternatif adaptif. Desain jendela terpilih menggunakan jenis *awning* (engsel atas) dengan luas dan orientasi sesuai kondisi eksisting yaitu 18,37 m². Desain *shading device* terpilih yaitu kombinasi *shading* horizontal dan vertikal dengan jumlah 3 layer. Berdasarkan desain terpilih, tingkat pencahayaan ruang kuliah teori adalah 292 Lux. Hasil tingkat pencahayaan ini sudah sesuai dengan standar yaitu 200-300 Lux. Setelah ditemukan jenis bukaan pencahayaan alami yang tepat, rekomendasi interior dilakukan melalui 2 alternatif yang merupakan sampel mewakili warna dan material yang memiliki reflektansi tinggi dan yang memiliki reflektansi rendah. Pemilihan kedua variabel ini dilakukan untuk membuktikan pengaruh warna dan material pada interior terhadap tingkat kenyamanan visual ruang kuliah teori. Hasil simulasi alternatif warna dan material pada interior ruang kuliah teori sebagai berikut.

Tabel 4.58. Hasil Simulasi Alternatif Interior Pada Ruang Teori

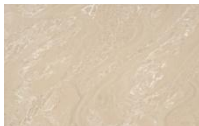
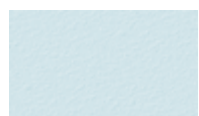
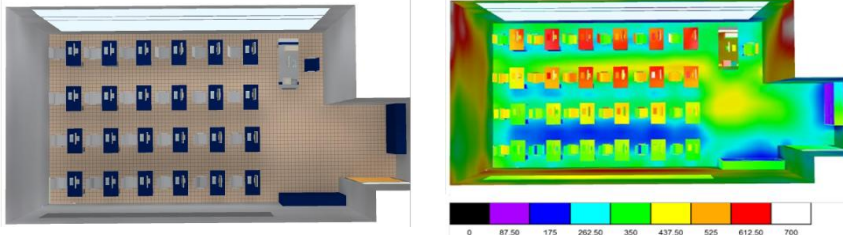
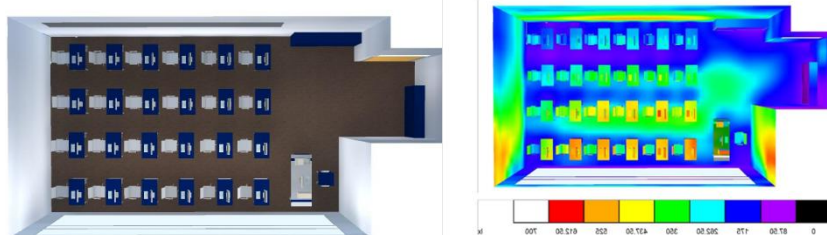
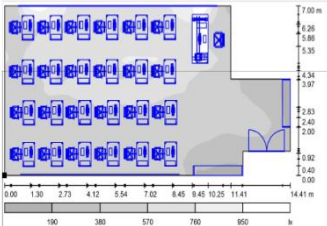
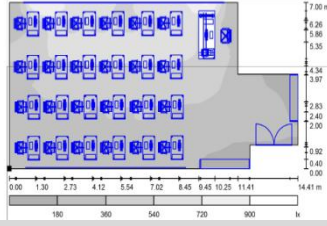
Elemen	Alternatif 1				Alternatif 2					
Lantai	Warna	Light brown	Reflektansi: 80%		Warna	Dark brown	Reflektansi: 26%			
	Material	Keramik			Material	Parket kayu				
Dinding	Warna	Pure white	Reflektansi: 86%		Warna	Light blue	Reflektansi: 50%			
	Material	Plester halus			Material	Plester kasar				
Plafon	Warna	Grey white	Reflektansi: 90%		Warna	Grey white	Reflektansi: 73%			
	Material	Gypsum			Material	Perforated aluminum				
Visualisasi Interior	 				 					
Hasil Simulasi				Reflektansi	Tingkat Pencahayaan				Reflektansi	Tingkat Pencahayaan
			Bidang Kerja	/	354 Lux			Bidang Kerja	/	289 Lux
			Lantai	80%	217 Lux			Lantai	26%	160 Lux
			Plafon	90%	204 Lux			Plafon	73%	96 Lux
Kesimpulan	Alternatif terpilih sesuai standar (200-300Lux) adalah alternatif 2 = Lantai (dark brown parket kayu) + Dinding (light blue plester kasar) + Plafond (grey white perforated alumunium) = 289 Lux									

Berdasarkan hasil simulasi 2 alternatif warna dan material yang diaplikasikan pada lantai, dinding, dan plafon, terlihat bahwa alternatif 2 sudah memenuhi standar pencahayaan untuk ruang kuliah teori yaitu 200-300 Lux. Alternatif 2 merupakan alternatif warna dan material dengan reflektansi rendah. Setelah diaplikasikan pada lantai, dinding, dan plafon, terlihat penurunan tingkat pencahayaan pada ruang kuliah teori dari 292 Lux menjadi 289 Lux. Pada elemen lantai terpilih menggunakan parket kayu dengan warna *dark brown* yang memiliki reflektansi 26%. Pada elemen dinding terpilih menggunakan dinding plester kasar dengan cat warna *light blue* yang memiliki reflektansi 50%. Pada elemen plafon terpilih menggunakan perforated alumunium dengan warna *grey white* yang memiliki reflektansi 73%. Berdasarkan hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa warna dan material lantai, dinding, dan plafon dengan reflektansi rendah dapat meurunkan intensitas tingkat pencahayaan alami di dalam ruang.

2. Ruang Kuliah Komputer

Berdasarkan hasil simulasi desain bukaan pencahayaan alami yang terdiri dari jendela dan *shading device*, didapatkan desain terpilih alternatif adaptif. Desain jendela terpilih menggunakan jenis *awning* (engsel atas) dengan luas dan orientasi sesuai kondisi eksisting yaitu 29,34 m². Desain *shading device* terpilih yaitu kombinasi shading horizontal dan vertikal dengan jumlah 4 layer. Berdasarkan desain terpilih, tingkat pencahayaan ruang kuliah komputer adalah 471 Lux. Hasil tingkat pencahayaan ini sudah sesuai dengan standar yaitu 450-550 Lux. Setelah ditemukan jenis bukaan pencahayaan alami yang tepat, rekomendasi interior dilakukan melalui 2 alternatif yang merupakan sampel mewakili warna dan material yang memiliki reflektansi tinggi dan yang memiliki reflektansi rendah. Pemilihan kedua variabel ini dilakukan untuk membuktikan pengaruh warna dan material pada interior terhadap tingkat kenyamanan visual ruang kuliah komputer. Hasil simulasi alternatif warna dan material pada interior ruang kuliah komputer sebagai berikut.

Tabel 4.59. Hasil Simulasi Alternatif Interior Pada Ruang Komputer

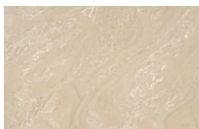
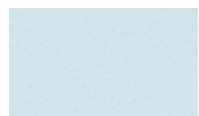
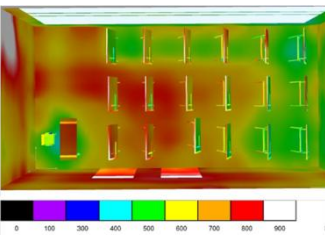
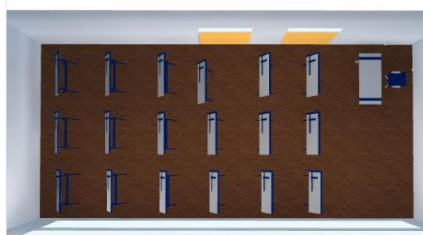
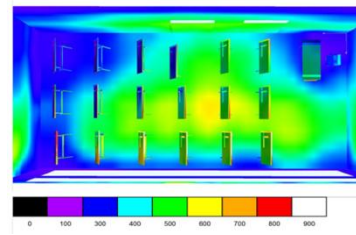
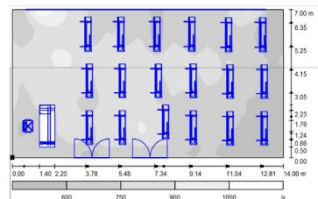
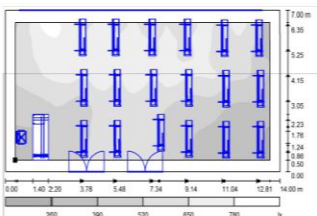
Elemen	Alternatif 1				Alternatif 2					
Lantai	Warna	Light brown	Reflektansi: 80%		Warna	Dark brown	Reflektansi: 26%			
	Material	Keramik			Material	Parket kayu				
Dinding	Warna	Pure white	Reflektansi: 86%		Warna	Light blue	Reflektansi: 50%			
	Material	Plester halus			Material	Plester kasar				
Plafon	Warna	Grey white	Reflektansi: 90%		Warna	Grey white	Reflektansi: 73%			
	Material	Gypsum			Material	Perforated aluminum				
Visualisasi Interior										
Hasil Simulasi			Reflektansi	Tingkat Pencahayaan			Reflektansi	Tingkat Pencahayaan		
			Bidang Kerja	/			523 Lux	Bidang Kerja	/	392 Lux
			Lantai	80%			296 Lux	Lantai	26%	205 Lux
			Plafon	90%			432 Lux	Plafon	73%	296 Lux
Kesimpulan	Alternatif terpilih sesuai standar (450-550Lux) adalah alternatif 1 = Lantai (light brown keramik) + Dinding (pure white plester halus) + Plafond (grey white gypsum)									

Berdasarkan hasil simulasi 2 alternatif warna dan material yang diaplikasikan pada lantai, dinding, dan plafon, terlihat bahwa alternatif 1 sudah memenuhi standar pencahayaan untuk ruang kuliah komputer yaitu 550-650 Lux. Alternatif 1 merupakan alternatif warna dan material dengan reflektansi tinggi. Setelah diaplikasikan pada lantai, dinding, dan plafon, terlihat peningkatan tingkat pencahayaan pada ruang kuliah gambar dari 471 Lux menjadi 523 Lux. Pada elemen lantai terpilih menggunakan keramik dengan warna *light brown* yang memiliki reflektansi 80%. Pada elemen dinding terpilih menggunakan dinding plester halus dengan cat warna *pure white* yang memiliki reflektansi 86%. Pada elemen plafon terpilih menggunakan gypsum dengan warna *grey white* yang memiliki reflektansi 90%. Berdasarkan hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa warna dan material lantai, dinding, dan plafon dengan reflektansi tinggi dapat meningkatkan intensitas tingkat pencahayaan alami di dalam ruang.

3. Ruang Kuliah Gambar

Berdasarkan hasil simulasi desain bukaan pencahayaan alami yang terdiri dari jendela dan *shading device*, didapatkan desain terpilih alternatif adaptif. Desain jendela terpilih menggunakan jenis *awning* (engsel atas) dengan luas dan orientasi sesuai kondisi eksisting yaitu 29,34 m². Desain *shading device* terpilih yaitu kombinasi *shading* horizontal dan vertikal dengan jumlah 4 layer. Berdasarkan desain terpilih, tingkat pencahayaan ruang kuliah gambar adalah 702 Lux. Hasil tingkat pencahayaan ini sudah sesuai dengan standar yaitu 650-750 Lux. Setelah ditemukan jenis bukaan pencahayaan alami yang tepat, rekomendasi interior dilakukan melalui 2 alternatif yang merupakan sampel mewakili warna dan material yang memiliki reflektansi tinggi dan yang memiliki reflektansi rendah. Pemilihan kedua variabel ini dilakukan untuk membuktikan pengaruh warna dan material pada interior terhadap tingkat kenyamanan visual ruang kuliah gambar. Hasil simulasi alternatif warna dan material pada interior ruang kuliah gambar sebagai berikut.

Tabel 4.60. Hasil Simulasi Alternatif Interior Pada Ruang Gambar

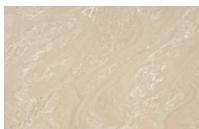
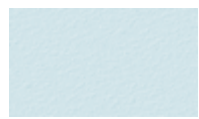
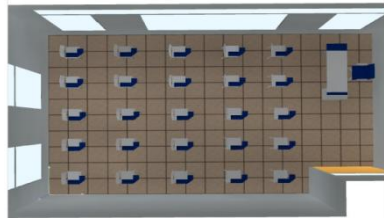
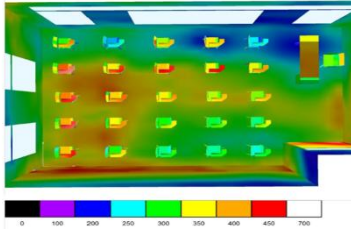
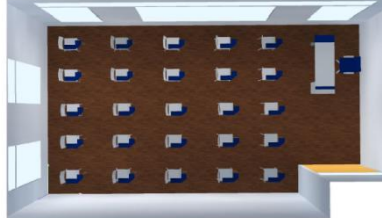
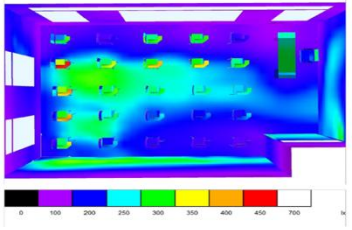
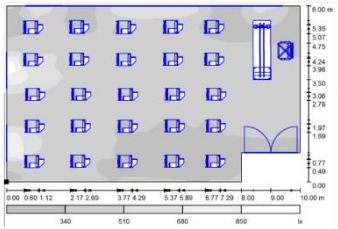
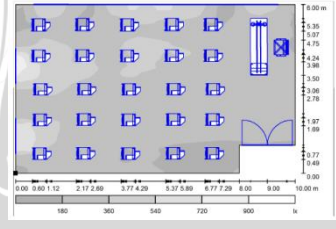
Elemen	Alternatif 1				Alternatif 2					
Lantai	Warna	Light brown	Reflektansi: 80%		Warna	Dark brown	Reflektansi: 26%			
	Material	Keramik			Material	Parket kayu				
Dinding	Warna	Pure white	Reflektansi: 86%		Warna	Light blue	Reflektansi: 50%			
	Material	Plester halus			Material	Plester kasar				
Plafon	Warna	Grey white	Reflektansi: 90%		Warna	Grey white	Reflektansi: 73%			
	Material	Gypsum			Material	Perforated aluminum				
Visualisasi Interior	 				 					
Hasil Simulasi			Reflektansi	Tingkat Pencahayaan			Reflektansi	Tingkat Pencahayaan		
			Bidang Kerja	/			728 Lux	Bidang Kerja	/	553 Lux
			Lantai	80%			630 Lux	Lantai	26%	423 Lux
			Plafon	90%			736 Lux	Plafon	73%	446 Lux
Kesimpulan	Alternatif terpilih sesuai standar (650-750 Lux) adalah alternatif 1 = Lantai (light brown keramik) + Dinding (pure white plester halus) + Plafond (grey white gypsum)									

Berdasarkan hasil simulasi 2 alternatif warna dan material yang diaplikasikan pada lantai, dinding, dan plafon, terlihat bahwa alternatif 1 sudah memenuhi standar pencahayaan untuk ruang kuliah gambar yaitu 650-750 Lux. Alternatif 1 merupakan alternatif warna dan material dengan reflektansi tinggi. Setelah diaplikasikan pada lantai, dinding, dan plafon, terlihat peningkatan tingkat pencahayaan pada ruang kuliah gambar dari 702 Lux menjadi 728 Lux. Pada elemen lantai terpilih menggunakan keramik dengan warna *light brown* yang memiliki reflektansi 80%. Pada elemen dinding terpilih menggunakan dinding plester halus dengan cat warna *pure white* yang memiliki reflektansi 86%. Pada elemen plafon terpilih menggunakan gypsum dengan warna *grey white* yang memiliki reflektansi 90%. Berdasarkan hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa warna dan material lantai, dinding, dan plafon dengan reflektansi tinggi dapat meningkatkan intensitas tingkat pencahayaan alami di dalam ruang.

4. Ruang Kuliah Hitungan

Berdasarkan hasil simulasi desain bukaan pencahayaan alami yang terdiri dari jendela dan *shading device*, didapatkan desain terpilih alternatif adaptif. Desain jendela terpilih menggunakan jenis *awning* (engsel atas) dengan luas dan orientasi sesuai kondisi eksisting yaitu 30,25 m². Desain *shading device* terpilih yaitu kombinasi shading horizontal dan vertikal dengan jumlah 4 layer. Berdasarkan desain terpilih, tingkat pencahayaan ruang kuliah hitungan adalah 291 Lux. Hasil tingkat pencahayaan ini sudah sesuai dengan standar yaitu 200-300 Lux. Setelah ditemukan jenis bukaan pencahayaan alami yang tepat, rekomendasi interior dilakukan melalui 2 alternatif yang merupakan sampel mewakili warna dan material yang memiliki reflektansi tinggi dan yang memiliki reflektansi rendah. Pemilihan kedua variabel ini dilakukan untuk membuktikan pengaruh warna dan material pada interior terhadap tingkat kenyamanan visual ruang kuliah hitungan. Hasil simulasi alternatif warna dan material pada interior ruang kuliah hitungan sebagai berikut.

Tabel 4.61. Hasil Simulasi Alternatif Interior Pada Ruang Hitungan

Elemen	Alternatif 1				Alternatif 2					
Lantai	Warna	Light brown	Reflektansi: 80%		Warna	Dark brown	Reflektansi: 26%			
	Material	Keramik			Material	Parket kayu				
Dinding	Warna	Pure white	Reflektansi: 86%		Warna	Light blue	Reflektansi: 50%			
	Material	Plester halus			Material	Plester kasar				
Plafon	Warna	Grey white	Reflektansi: 90%		Warna	Grey white	Reflektansi: 73%			
	Material	Gypsum			Material	Perforated aluminum				
Visualisasi Interior	 				 					
Hasil Simulasi			Reflektansi	Tingkat Pencahayaan			Reflektansi	Tingkat Pencahayaan		
			Bidang Kerja	/			402 Lux	Bidang Kerja	/	295 Lux
			Lantai	80%			313 Lux	Lantai	26%	204 Lux
			Plafon	90%			287 Lux	Plafon	73%	142 Lux
Kesimpulan	Alternatif terpilih sesuai standar (200-300Lux) adalah alternatif 2 = Lantai (dark brown parket kayu) + Dinding (light blue plester kasar) + Plafond (grey white perforated alumunium)									

Berdasarkan hasil simulasi 2 alternatif warna dan material yang diaplikasikan pada lantai, dinding, dan plafon, terlihat bahwa alternatif 2 sudah memenuhi standar pencahayaan untuk ruang kuliah hitungan yaitu 200-300 Lux. Setelah diaplikasikan pada lantai, dinding, dan plafon, terlihat penurunan tingkat pencahayaan pada ruang kuliah hitungan dari 295 Lux menjadi 291 Lux. Pada elemen lantai terpilih menggunakan parket kayu dengan warna *dark brown* yang memiliki reflektansi 26%. Pada elemen dinding terpilih menggunakan dinding plester kasar dengan cat warna *light blue* yang memiliki reflektansi 50%. Pada elemen plafon terpilih menggunakan *perforated aluminium* dengan warna *grey white* yang memiliki reflektansi 73%. Berdasarkan hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa warna dan material lantai, dinding, dan plafon dengan reflektansi rendah dapat meurunkan intensitas tingkat pencahayaan alami di dalam ruang.

4.8.4. Kesimpulan Rekomendasi Desain Interior

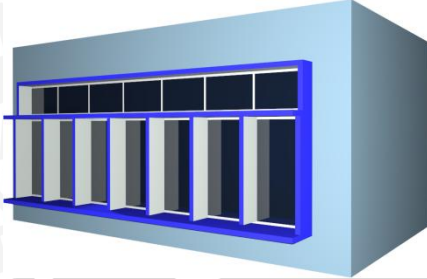
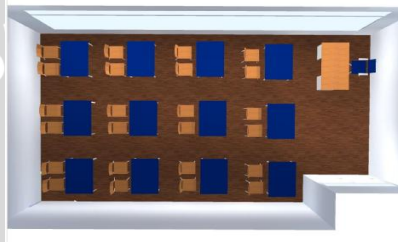
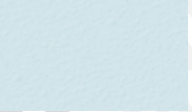
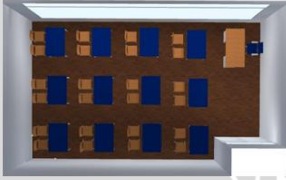
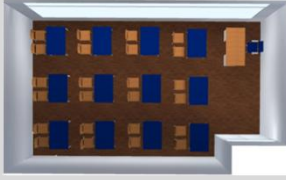
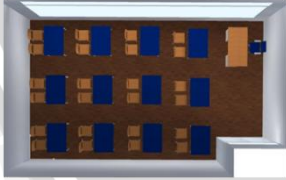
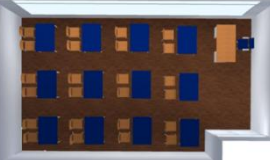
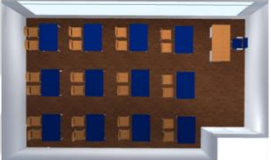
Berdasarkan hasil analisis simulasi rekomendasi desain yang terdiri dari 2 alternatif yaitu alternatif adaptif dan alternatif inovasi dengan masing-masing alternatif terdapat 4 kombinasi desain jendela dan shading device. Penentuan desain terpilih berdasarkan standar tingkat pencahayaan sesuai SNI 03-2396-2001 yang paling mendekati optimal. Perbandingan hasil simulasi rekomendasi desain sebagai berikut.

4.62. Tabel Kesimpulan Tingkat Pencahayaan Rekomendasi Desain Interior

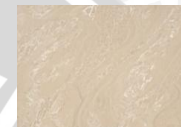
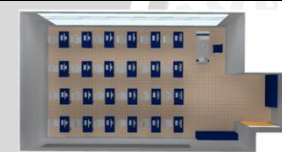
Jenis Ruang	Standar (Lux)	Eksisting (Lux)	Alternatif Rekomendasi Desain			Kesimpulan Tingkat Pencahayaan Melalui Warna dan Material Interior Terhadap Standar SNI	
			Alt 1	Alt 2	Desain Terpilih	Eksisting	Rekomendasi Desain
Teori	200-300	1291	354	289	Alt 2	19,36%	86,50%
Komputer	450-550	147	523	329	Alt 1	29,40%	95,60%
Gambar	650-750	197	728	553	Alt 1	28,14%	96,15%
Hitungan	200-300	877	402	295	Alt 2	28,50%	84,74%

Berdasarkan tabel perbandingan tingkat pencahayaan ruang perkuliahan Teknik Sipil Polinema terlihat peningkatan kinerja jendela dan *shading device* setelah dilakukan modifikasi desain. Berikut ini merupakan tabel hasil simulasi tingkat pencahayaan melalui rekomendasi penambahan lightshelve pada masing-masing ruang sepanjang tahun.

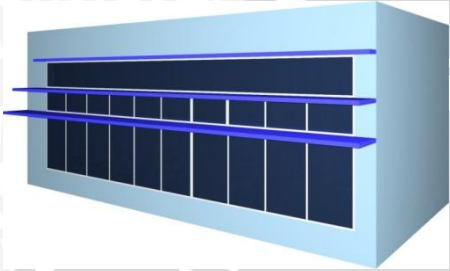
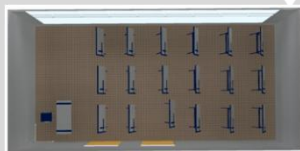
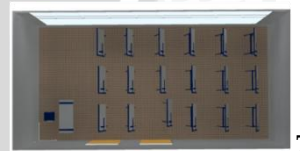
4.63. Tabel Hasil Rekomendasi Desain Interior Terpilih Pada Ruang Teori

Alternatif terpilih		Alternatif 2 Reflektansi rendah			
Desain		    			
		Lantai 26%	Dinding 50%	Plafon 73%	
Tingkat pencahayaan sepanjang tahun	Waktu	Maret		Juni	Desember
	10.00	 272Lux		 279 Lux	 217 Lux
	12.00	 306 Lux		 302 Lux	 318 Lux
	15.00	 286 Lux		 282 Lux	 215 Lux

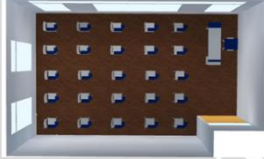
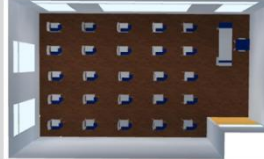
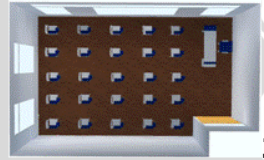
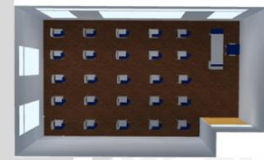
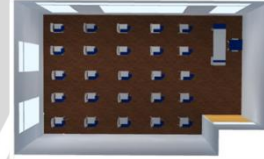
4.64. Tabel Hasil Rekomendasi Desain Interior Terpilih Pada Ruang Kuliah Komputer

Alternatif terpilih	Alternatif interior 1 reflektansi tinggi					
Desain	     Lantai 80% Dinding 86% Plafon 90%					
Tingkat pencahayaan sepanjang tahun	Waktu	Maret		Juni		Desember
	10.00	 523 Lux		 523 Lux		 461 Lux
	12.00	 564 Lux		 564 Lux		 529 Lux
	15.00	 547 Lux		 528Lux		 454 Lux

4.65. Tabel Hasil Rekomendasi Desain Interior Terpilih Pada Ruang Kuliah Gambar

Alternatif terpilih	Alternatif interior 1 reflektansi tinggi			
Desain	     Lantai 80% Dinding 86% Plafon 90%			
Tingkat pencahayaan sepanjang tahun	Waktu	Maret	Juni	Desember
	10.00	 728 Lux	 711 Lux	 681 Lux
	12.00	 759 Lux	 764Lux	 708 Lux
	15.00	 657 Lux	 694Lux	 696 Lux

4.66. Tabel Hasil Rekomendasi Desain Interior Terpilih Pada Ruang Kuliah Hitungan

Alternatif terpilih	Alternatif interior 2 reflektansi rendah					
Desain	 Lantai 26% Dinding 50% Plafon 73%					
Tingkat pencahayaan sepanjang tahun	Waktu	Maret		Juni		Desember
	10.00	 295 Lux		 293 Lux		 296 Lux
	12.00	 302 Lux		 300 Lux		 316 Lux
	15.00	 298 Lux		 301 Lux		 292 Lux

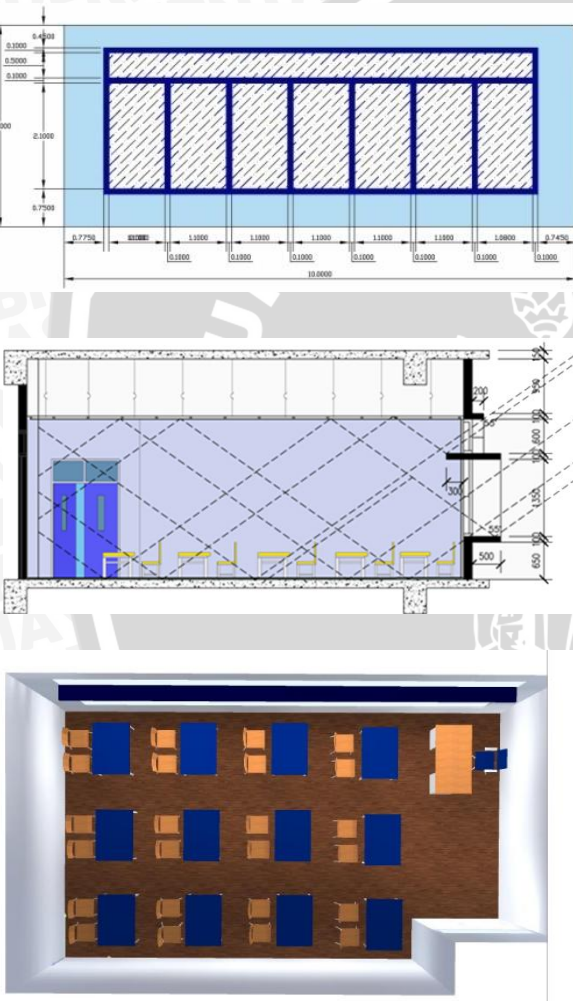
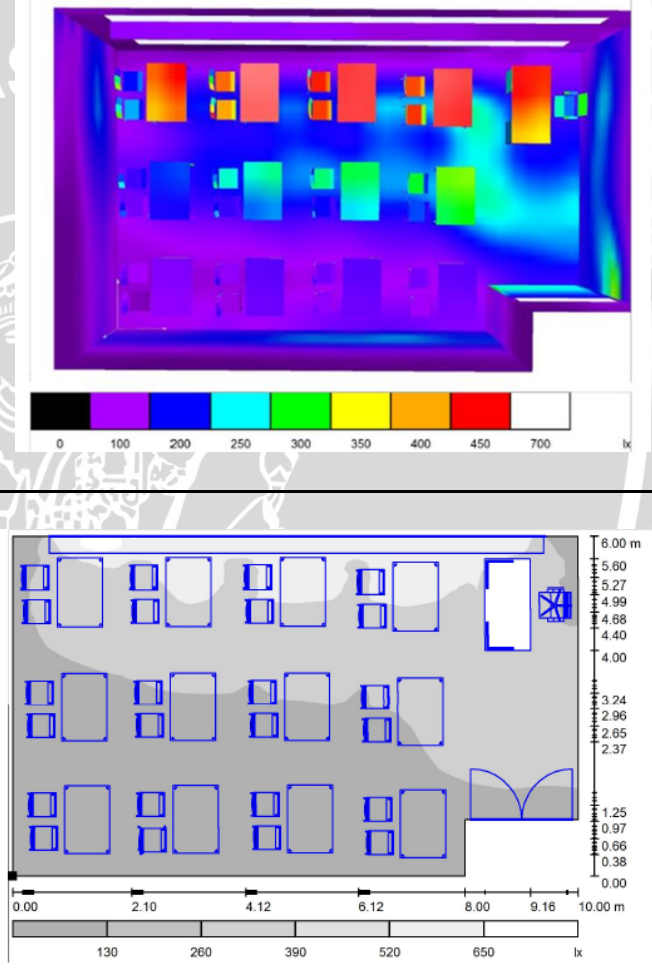
4.8.5. Rekomendasi Penambahan *Lighthshelves*

Rekomendasi penambahan *lighthshelves* dilakukan setelah ditemukan jenis bukaan pencahayaan alami yang sesuai untuk kebutuhan tingkat pencahayaan pada masing-masing ruang dan warna material yang sesuai pada interior ruang. *Lighthshelves* ditambahkan untuk membantu distribusi cahaya ke dalam ruang lebih merata. Rekomendasi *lighthshelves* dilakukan melalui simulasi ada dan tidaknya pengaruh penambahan *lighthshelve* ke dalam ruang. Panjang masing-masing *lighthshelves* menyesuaikan dengan panjang *shading device* yang sesuai dengan hasil desain terpilih. Berikut adalah hasil rekomendasi penambahan *lighthshelves* di masing-masing ruang yang diteliti.

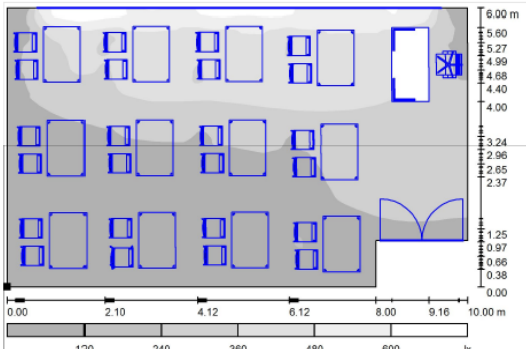
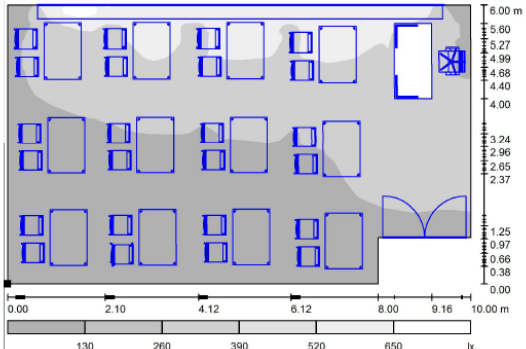
1. Ruang Kuliah Teori

Berdasarkan hasil simulasi pertama yaitu desain bukaan pencahayaan alami yang terdiri dari jendela dan *shading device*, didapatkan desain terpilih dengan tingkat pencahayaan 292 Lux. Hasil simulasi kedua yaitu pemilihan warna dan material pada elemen interior yang terdiri dari lantai, dinding, dan plafon, didapatkan desain terpilih dengan tingkat pencahayaan 272 Lux. Hasil simulasi rekomendasi eksterior dan interior tersebut sudah sesuai dengan standar ruang kuliah teori yaitu 200-300 Lux. Simulasi ketiga yaitu penambahan *lighthshelves* untuk membantu distribusi cahaya menjadi lebih merata. Hasil simulasi penambahan *lighthshelves* pada ruang kuliah teori sebagai berikut.

Tabel 4.67. Hasil Simulasi Penambahan *Lightshelves* Pada Ruang Teori

Analisis	Desain Lightshelve	Simulasi Software Dialux	Kesimpulan Kinerja
Orientasi bukaan=$164,2^0$ $Sbv=45^0=2$ meter $Sbh=18^0=3,9$ meter Arah hadap bukaan sisi utara Jendela menggunakan jendela awning luas bukaan 18,37 m². <i>Shading device</i> menggunakan bentuk gabungan horizontal dan vertikal. <i>Shading</i> horizontal memiliki lebar 1 meter dengan jumlah 3 layer. <i>Shading</i> vertikal memiliki lebar 0,5 meter dengan jumlah 8 layer. <i>Lightshelves</i> memiliki lebar 0,3 meter pada ketinggian 2,1 meter.			Berdasarkan hasil simulasi terlihat tingkat pencahayaan rata-rata ruang teori adalah 289 Lux. Hal ini tergolong dalam kondisi nyaman sesuai standar SNI yaitu 200-300 Lux. Melalui penambahan <i>lightshelves</i>, distribusi cahaya lebih merata. Area dekat jendela terbayangi oleh <i>lightshelves</i> sehingga silau berkurang. Area jauh jendela masih tergolong dalam standar.

Tabel 4.68. Tabel Perbandingan Distribusi Cahaya Pada Ruang Teori

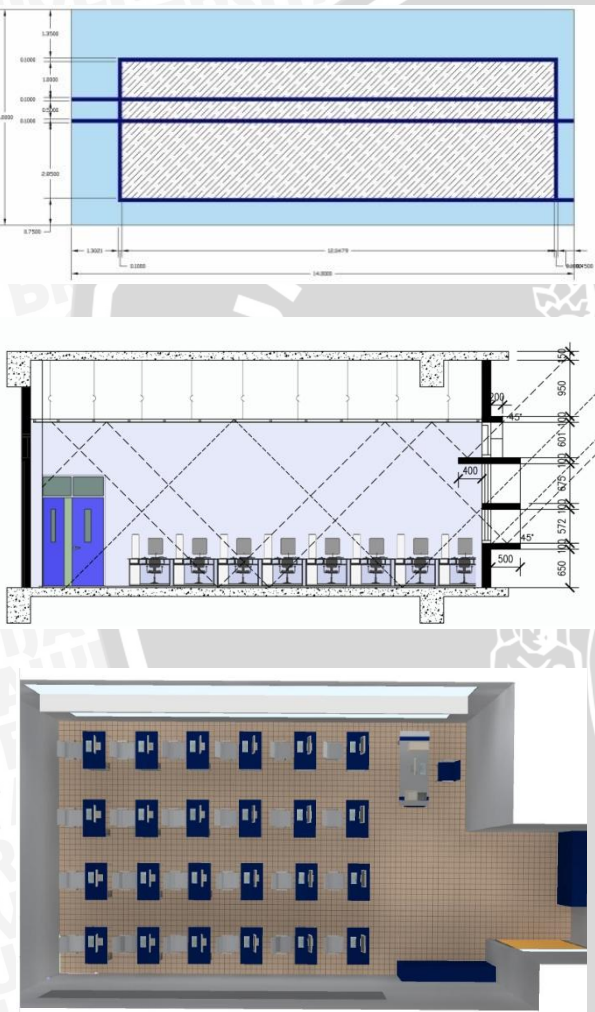
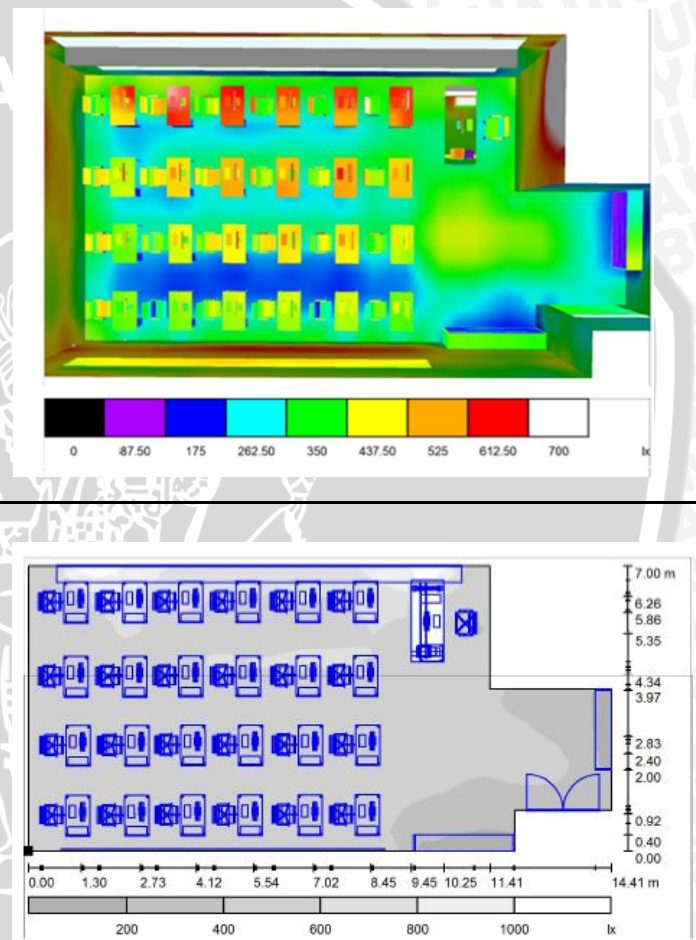
Tanpa <i>Lightshelves</i>	<i>Lightshelves</i>
 • Cahaya menyebar kurang merata • Tingkat pencahayaan pada area dekat jendela terlalu tinggi sehingga menimbulkan ketidaknyamanan visual	 • Cahaya menyebar lebih merata • Tingkat pencahayaan pada area dekat jendela menurun sehingga tidak ada lagi silau

Berdasarkan hasil simulasi penambahan *lightshelves* pada ruang kuliah teori, tingkat pencahayaan ruang menjadi 289 Lux. Hal ini sudah sesuai dengan standar untuk ruang kelas teori yaitu 200-300 Lux. Melalui penambahan *lightshelves* dengan panjang 0.30 meter pada ketinggian 2.10 meter, distribusi cahaya menyebar lebih merata dibandingkan dengan kondisi ruang saat tidak ada penambahan *lightshelves*. Hal ini membuktikan bahwa penerapan *lightshelves* pada ruang kuliah teori sudah tepat sehingga distribusi cahaya yang masuk lebih merata dan kenyamanan visual ruang tercapai.

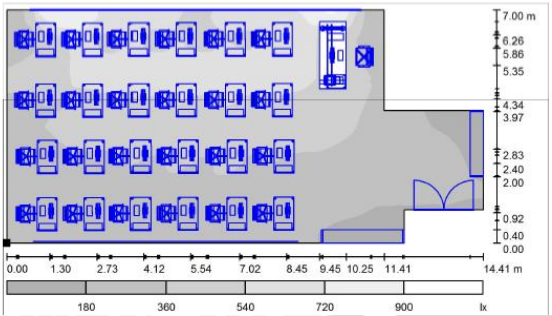
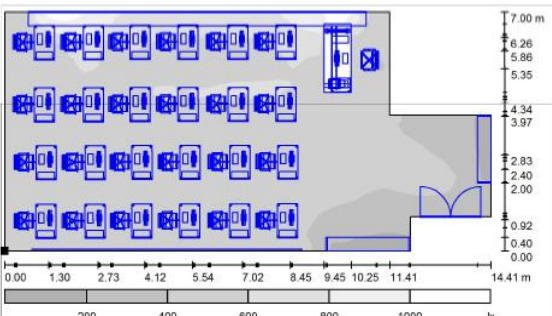
2. Ruang Kuliah Komputer

Berdasarkan hasil simulasi pertama yaitu desain bukaan pencahayaan alami yang terdiri dari jendela dan *shading device*, didapatkan desain terpilih dengan tingkat pencahayaan 471 Lux. Hasil simulasi kedua yaitu pemilihan warna dan material pada elemen interior yang terdiri dari lantai, dinding, dan plafon, didapatkan desain terpilih dengan tingkat pencahayaan 523 Lux. Hasil simulasi rekomendasi eksterior dan interior tersebut sudah sesuai dengan standar ruang kuliah komputer yaitu 450-550 Lux. Simulasi ketiga yaitu penambahan *lightshelves* untuk membantu distribusi cahaya menjadi lebih merata. Hasil simulasi penambahan *lightshelves* pada ruang kuliah teori sebagai berikut.

Tabel 4.69. Hasil Simulasi Penambahan *Lightshelves* Pada Ruang Komputer

Analisis	Desain <i>Lightshelve</i>	Simulasi Software Dialux	Kesimpulan Kinerja
Orientasi bukaan=115,5° $Sbv=55^\circ=2,9$ meter $Sbh=45^\circ=1,25$ meter Arah hadap bukaan sisi utara Jendela menggunakan jenis awning dengan luas bukaan 29,34 m². <i>Shading device</i> menggunakan bentuk gabungan horizontal dan vertikal. <i>Shading</i> horizontal memiliki jumlah 4 layer dengan lebar 0,2 dan 0,9 meter dengan. <i>Shading</i> vertikal memiliki lebar 0,5 meter dengan jumlah 8 layer. <i>Lightshelves</i> memiliki lebar 0,4 meter pada ketinggian 2,1 meter.			Berdasarkan hasil simulasi terlihat tingkat pencahayaan rata-rata ruang teori adalah 507 Lux. Hal ini tergolong dalam kondisi nyaman sesuai standar SNI yaitu 200-300 Lux. Melalui penambahan <i>lightshelves</i>, distribusi cahaya lebih merata. Area jauh jendela menjadi lebih terang akibat pantulan cahaya melalui <i>lightshelves</i>.

Tabel 4.70. Tabel Perbandingan Distribusi Cahaya Pada Ruang Kuliah Komputer

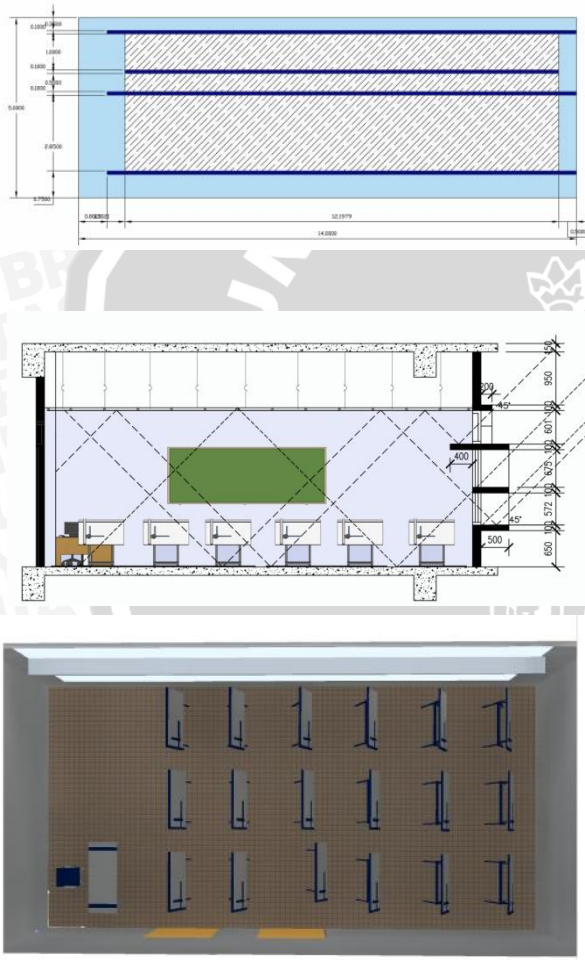
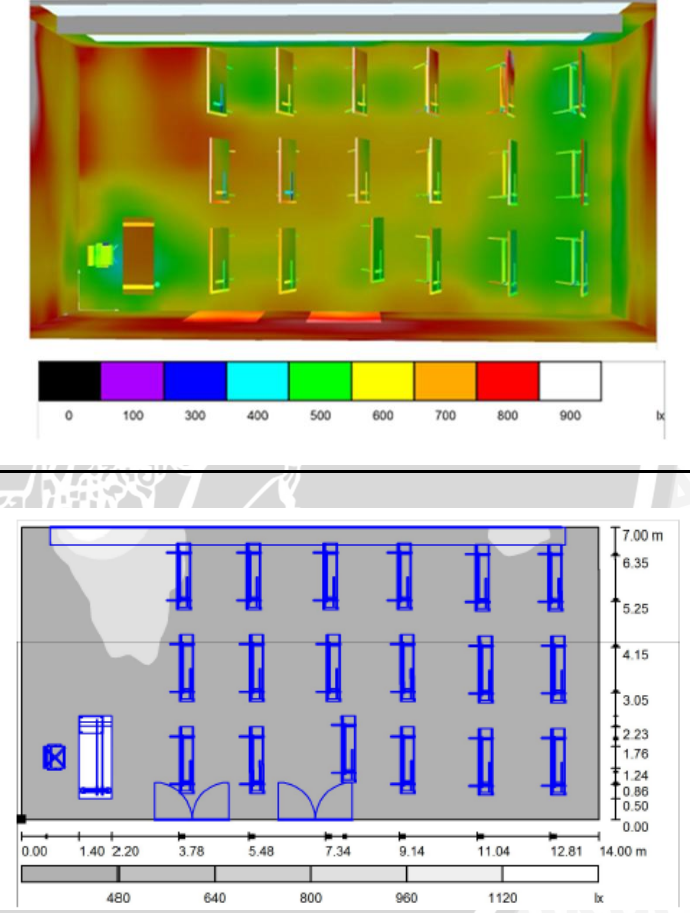
Tanpa <i>Lightshelve</i>	<i>Lightshelves</i>
	
• Cahaya menyebar kurang merata • Tingkat pencahayaan pada daerah jauh jendela masih terlalu gelap	• Cahaya menyebar lebih merata • Tingkat pencahayaan pada area jauh jendela sudah tergolong dalam standar akibat pantulan dari <i>lightshelve</i>

Berdasarkan hasil simulasi penambahan *lightshelves* pada ruang kuliah komputer, tingkat pencahayaan ruang menjadi 507 Lux. Hal ini sudah sesuai dengan standar untuk ruang kelas komputer yaitu 450-550 Lux. Melalui penambahan *lightshelve* dengan panjang 0.40 meter pada ketinggian 2.10 meter, distribusi cahaya menyebar lebih merata dibandingkan dengan kondisi ruang saat tidak ada penambahan *lightshelves*. Hal ini membuktikan bahwa penerapan *lightshelves* pada ruang kuliah komputer sudah tepat sehingga distribusi cahaya yang masuk lebih merata dan kenyamanan visual ruang tercapai.

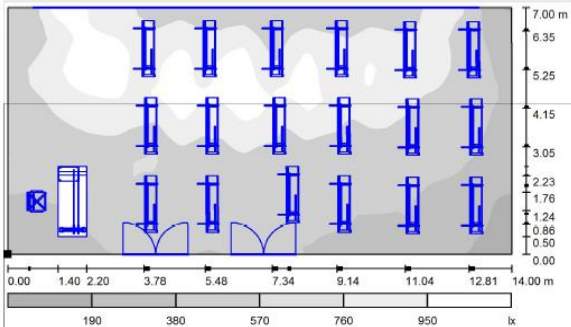
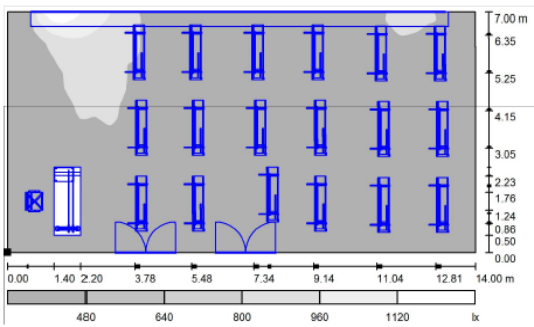
3. Ruang Kuliah Gambar

Berdasarkan hasil simulasi pertama yaitu desain bukaan pencahayaan alami yang terdiri dari jendela dan *shading device*, didapatkan desain terpilih dengan tingkat pencahayaan 702 Lux. Hasil simulasi kedua yaitu pemilihan warna dan material pada elemen interior yang terdiri dari lantai, dinding, dan plafon, didapatkan desain terpilih dengan tingkat pencahayaan 728 Lux. Hasil simulasi rekomendasi eksterior dan interior tersebut sudah sesuai dengan standar ruang kuliah gambar yaitu 650-750 Lux. Simulasi ketiga yaitu penambahan *lightshelves* untuk membantu distribusi cahaya menjadi lebih merata. Hasil simulasi penambahan *lightshelves* pada ruang kuliah gambar sebagai berikut.

Tabel 4.71. Hasil Simulasi Penambahan *Lightshelves* Pada Ruang Gambar

Analisis	Desain <i>Lightshelves</i>	Simulasi Software Dialux	Kesimpulan Kinerja
Orientasi bukaan=115,5° $Sbv=55^\circ=2,9$ meter $Sbh=45^\circ=1,25$ meter Arah hadap bukaan sisi utara Jendela menggunakan jenis awning dengan luas bukaan 29,34 m². <i>Shading device</i> menggunakan bentuk gabungan horizontal dan vertikal. <i>Shading</i> horizontal memiliki jumlah 4 layer dengan lebar 0,2 dan 0,9 meter dengan. <i>Shading</i> vertikal memiliki lebar 0,5 meter dengan jumlah 8 layer. <i>Lightshelves</i> memiliki lebar 0,4 meter pada ketinggian 2,1 meter.			Berdasarkan hasil simulasi terlihat tingkat pencahayaan rata-rata ruang teori adalah 684 Lux. Hal ini tergolong dalam kondisi nyaman sesuai standar SNI yaitu 200-300 Lux. Melalui penambahan <i>lightshelves</i>, distribusi cahaya lebih merata. Area jauh jendela menjadi lebih terang akibat pantulan cahaya melalui <i>lightshelves</i>.

Tabel 4.72. Tabel Perbandingan Distribusi Cahaya Pada Ruang Gambar

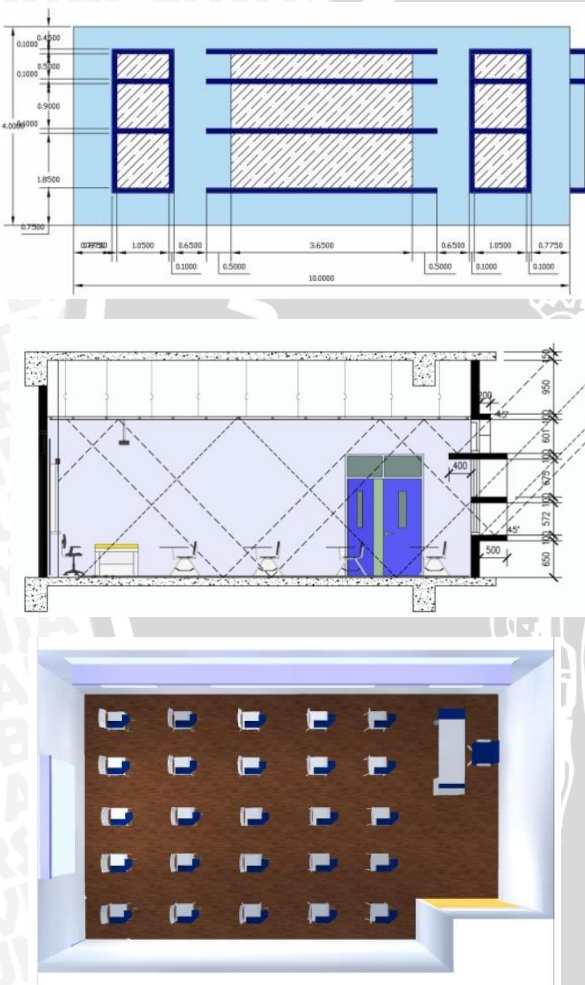
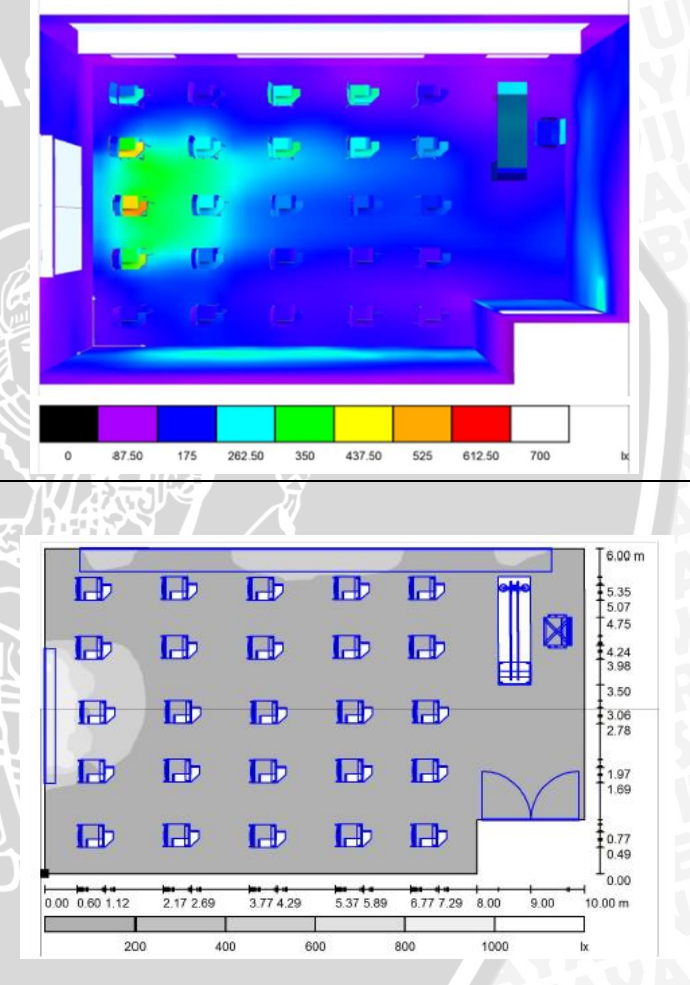
Tanpa <i>Lightshelve</i>	<i>Lightshelves</i>
	
• Cahaya menyebar kurang merata • Tingkat pencahayaan pada area jauh jendela terlalu rendah sehingga menimbulkan ketidaknyamanan visual	• Cahaya menyebar lebih merata • Tingkat pencahayaan pada area jauh jendela meningkat akibat pantulan dari <i>lightshelve</i>

Berdasarkan hasil simulasi penambahan *lightshelves* pada ruang kuliah gambar, tingkat pencahayaan ruang menjadi 684 Lux. Hal ini sudah sesuai dengan standar untuk ruang kelas teori yaitu 650-750 Lux. Melalui penambahan *lightshelves* dengan panjang 0.40 meter pada ketinggian 2.10 meter, distribusi cahaya menyebar lebih merata dibandingkan dengan kondisi ruang saat tidak ada penambahan *lightshelves*. Hal ini membuktikan bahwa penerapan *lightshelves* pada ruang kuliah teori sudah tepat sehingga distribusi cahaya yang masuk lebih merata dan kenyamanan visual ruang tercapai.

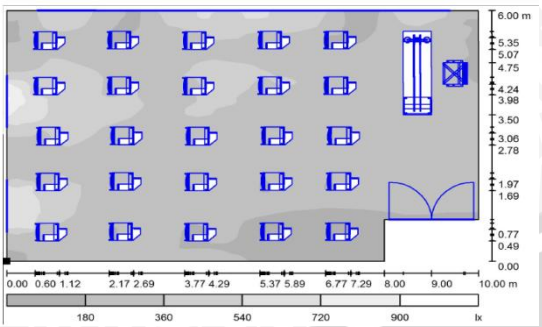
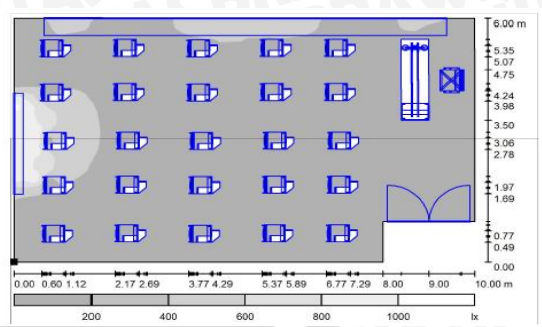
4. Ruang Kuliah Hitungan

Berdasarkan hasil simulasi pertama yaitu desain bukaan pencahayaan alami yang terdiri dari jendela dan *shading device*, didapatkan desain terpilih dengan tingkat pencahayaan 291 Lux. Hasil simulasi kedua yaitu pemilihan warna dan material pada elemen interior yang terdiri dari lantai, dinding, dan plafon, didapatkan desain terpilih dengan tingkat pencahayaan 295 Lux. Hasil simulasi rekomendasi eksterior dan interior tersebut sudah sesuai dengan standar ruang kuliah teori yaitu 200-300 Lux. Simulasi ketiga yaitu penambahan *lightshelves* untuk membantu distribusi cahaya menjadi lebih merata. Hasil simulasi penambahan *lightshelves* pada ruang kuliah teori sebagai berikut.

Tabel 4.73. Hasil Simulasi Penambahan *Lightshelves* Pada Ruang Hitungan

Analisis	Desain <i>Lightshelves</i>	Simulasi Software Dialux	Kesimpulan Kinerja
Orientasi bukaan=115,5° $Sbv=55^{\circ}=2,9\text{meter}$ $Sbh=45^{\circ}=1,25\text{meter}$ Arah hadap sisi utara Orientasi bukaan=255° $Sbv=30^{\circ}=1,2\text{meter}$ $Sbh=10^{\circ}=1,4\text{meter}$ Arah hadap sisi barat Jendela menggunakan jenis awning dengan luas bukaan 30,25 m² <i>Shading device</i> menggunakan bentuk gabungan horizontal dan vertikal. <i>Shading</i> horizontal memiliki jumlah 4 layer dan vertikal 4 layer. <i>Lightshelves</i> memiliki lebar 0,4 meter utara dan 0,2 meter barat pada ketinggian 2,1 meter.			Berdasarkan hasil simulasi terlihat tingkat pencahayaan rata-rata ruang teori adalah 263 Lux. Hal ini tergolong dalam kondisi nyaman sesuai standar SNI yaitu 200-300 Lux. Melalui penambahan <i>lightshelves</i>, distribusi cahaya lebih merata. Area dekat jendela terbayangi oleh <i>lightshelves</i> sehingga silau berkurang. Area jauh jendela masih tergolong dalam standar.

Tabel 4.74. Tabel Perbandingan Distribusi Cahaya Pada Ruang Hitungan

Tanpa <i>Lightshelves</i>	<i>Lightshelves</i>
 • Cahaya menyebar kurang merata • Tingkat pencahayaan pada area dekat jendela terlalu tinggi sehingga menimbulkan ketidaknyamanan visual	 • Cahaya menyebar lebih merata • Tingkat pencahayaan pada area dekat jendela menurun sehingga tidak ada lagi silau

Berdasarkan hasil simulasi penambahan *lightshelves* pada ruang kuliah hitungan, tingkat pencahayaan ruang menjadi 263 Lux. Hal ini sudah sesuai dengan standar untuk ruang kelas hitungan yaitu 200-300 Lux. Melalui penambahan *lightshelves* dengan panjang 0.40 meter pada ketinggian 2.10 meter, distribusi cahaya menyebar lebih merata dibandingkan dengan kondisi ruang saat tidak ada penambahan *lightshelves*. Hal ini membuktikan bahwa penerapan *lightshelves* pada ruang kuliah hitungan sudah tepat sehingga distribusi cahaya yang masuk lebih merata dan kenyamanan visual ruang tercapai.

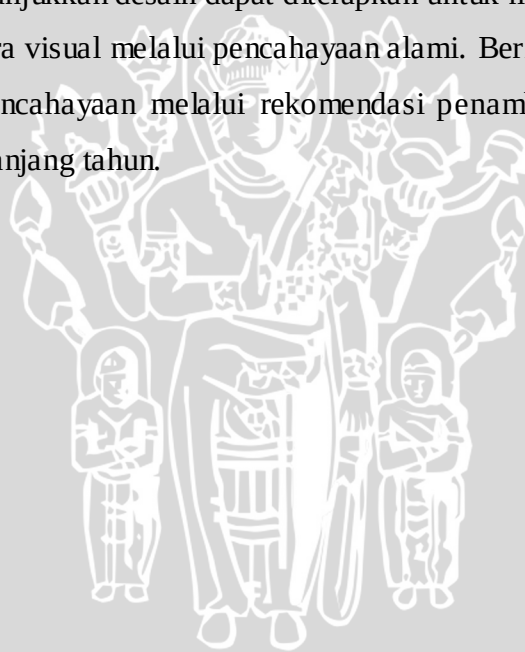
4.8.5. Kesimpulan Rekomendasi Penambahan *Lightshelves*

Berdasarkan hasil analisis simulasi rekomendasi desain yang terdiri dari 2 alternatif yaitu alternatif adaptif dan alternatif inovasi dengan masing-masing alternatif terdapat 4 kombinasi desain jendela dan *shading device*. Penentuan desain terpilih berdasarkan standar tingkat pencahayaan sesuai SNI 03-2396-2001 yang paling mendekati optimal. Perbandingan hasil simulasi rekomendasi desain sebagai berikut.

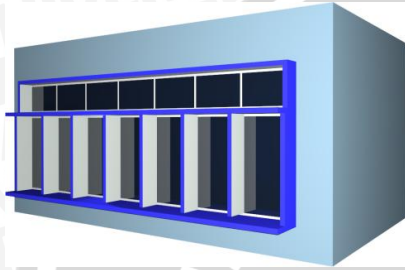
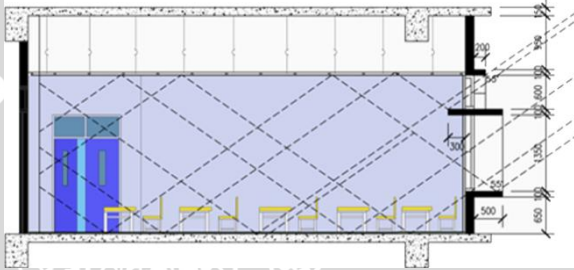
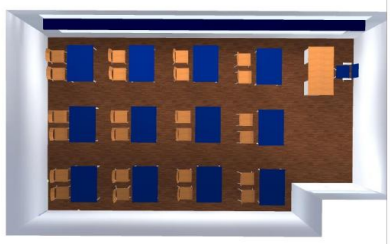
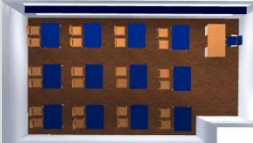
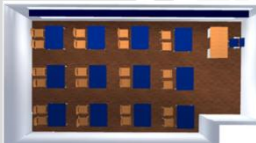
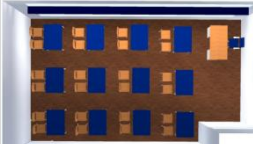
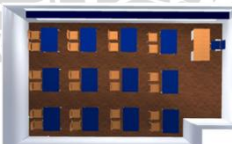
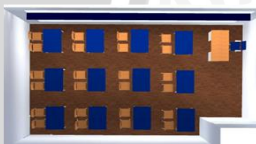
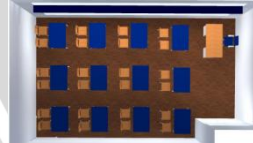
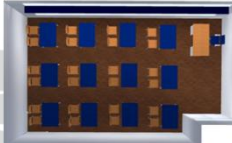
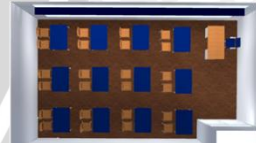
4.75. Tabel Kesimpulan Tingkat Pencahayaan Rekomendasi Penambahan *Lighshelves*

Jenis Ruang	Standar (Lux)	Eksisting (Lux)	Penambahan Lighshelve	Kesimpulan Tingkat Pencahayaan Melalui Penambahan <i>Lighshelves</i> Terhadap Standar SNI	
				Eksisting	Rekomendasi Desain
Teori	200-300	1291	289	19,36%	86,51%
Komputer	450-550	147	507	29,40%	98,61%
Gambar	650-750	197	684	28,14%	97,71%
Hitungan	200-300	877	263	28,50%	95,05%

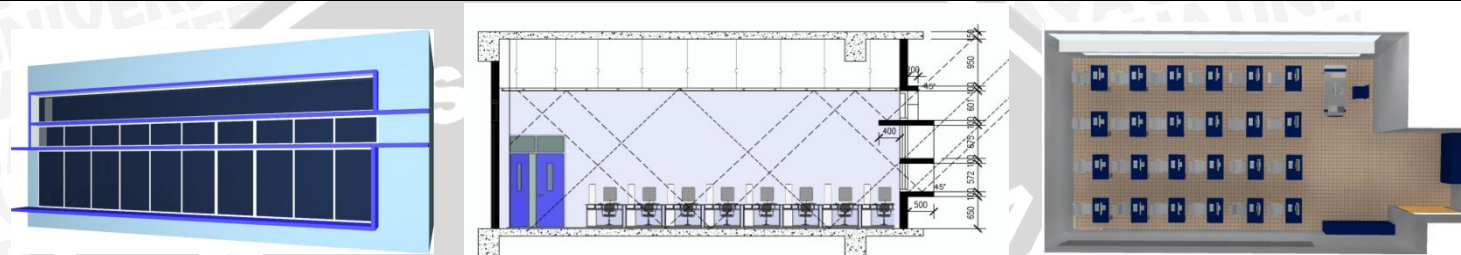
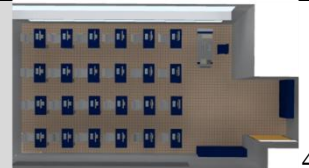
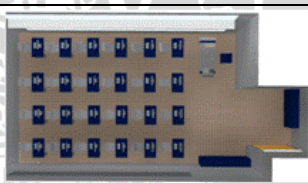
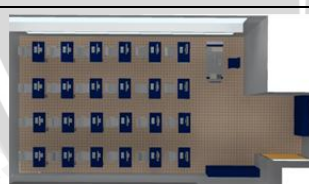
Berdasarkan tabel perbandingan tingkat pencahayaan ruang perkuliahan Teknik Sipil Polinema terlihat peningkatan kinerja jendela dan *shading device* setelah dilakukan modifikasi desain. Hal ini menunjukkan desain dapat diterapkan untuk menghasilkan ruang perkuliahan yang nyaman secara visual melalui pencahayaan alami. Berikut ini merupakan tabel hasil simulasi tingkat pencahayaan melalui rekomendasi penambahan *lightselves* pada masing-masing ruang sepanjang tahun.



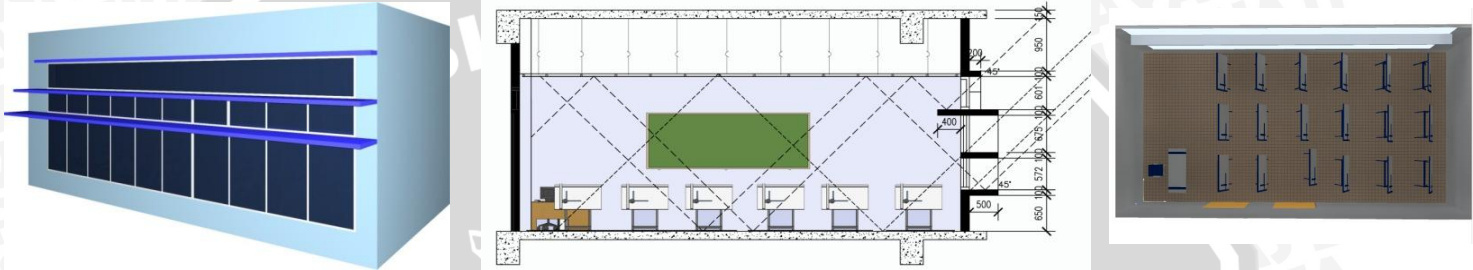
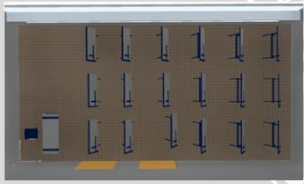
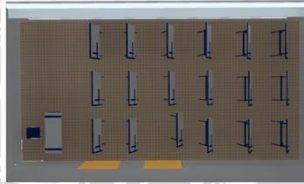
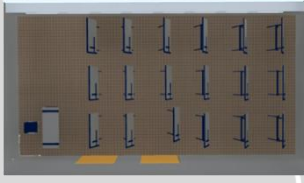
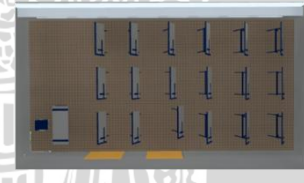
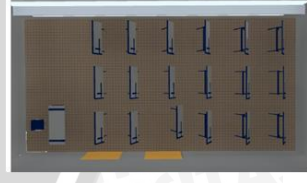
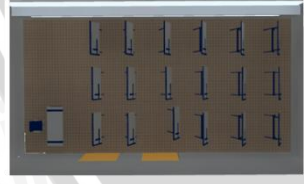
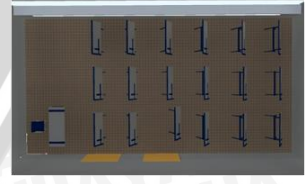
4.76. Tabel Hasil Rekomendasi *Lightshelves* Terpilih Pada Ruang Teori

Alternatif terpilih		Alternatif penambahan <i>lightshelves</i> 0,3 meter			
Desain		  			
		Waktu	Maret	Juni	Desember
Tingkat pencahayaan sepanjang tahun	10.00	 289 Lux	 296 Lux	 207 Lux	
	12.00	 308 Lux	 306 Lux	 259 Lux	
	15.00	 204 Lux	 294 Lux	 228 Lux	

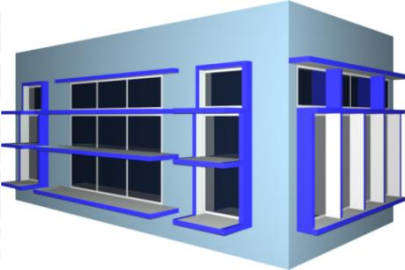
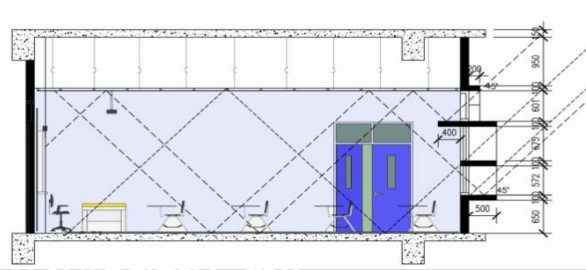
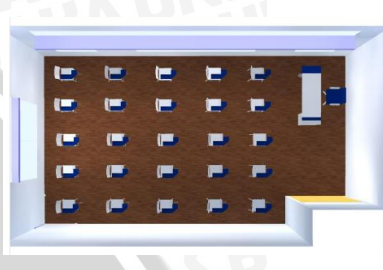
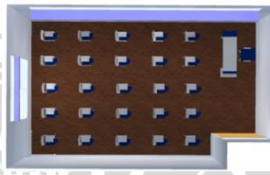
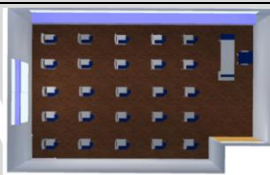
4.77. Tabel Hasil Rekomendasi *Lightshelves* Pada Ruang Kuliah Komputer

Alternatif terpilih		Alternatif penambahan <i>lightshelves</i> 0,4 meter			
Desain					
		Waktu	Maret	Juni	Desember
Tingkat pencahayaan sepanjang tahun	10.00	 507 Lux	 507 Lux	 447 Lux	
	12.00	 563 Lux	 565 Lux	 561 Lux	
	15.00	 530 Lux	 512 Lux	 440 Lux	

4.78. Tabel Hasil Rekomendasi *Lightshelves* Pada Ruang Kuliah Gambar

Alternatif terpilih		Alternatif penambahan <i>lightshelves</i> 0,4 meter			
Desain					
		Waktu	Maret	Juni	Desember
Tingkat pencahayaan sepanjang tahun	10.00	 684 Lux	 668 Lux	 693 Lux	
	12.00	 742 Lux	 718Lux	 739 Lux	
	15.00	 677 Lux	 647 Lux	 632 Lux	

4.79. Tabel Hasil Rekomendasi *Lightshelves* Terpilih Pada Ruang Kuliah Hitungan

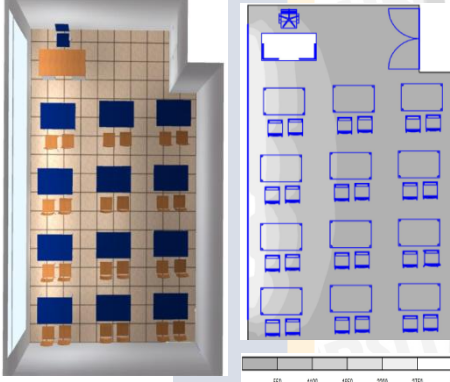
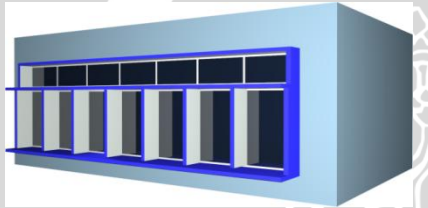
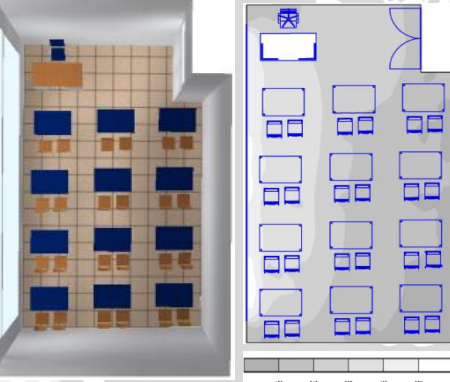
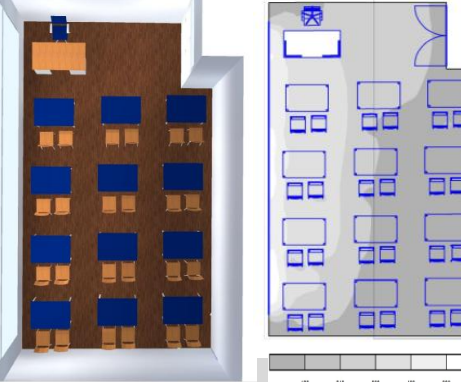
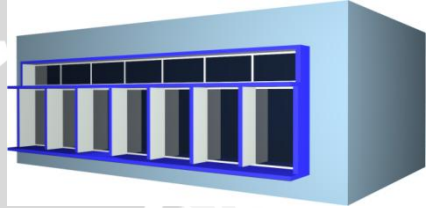
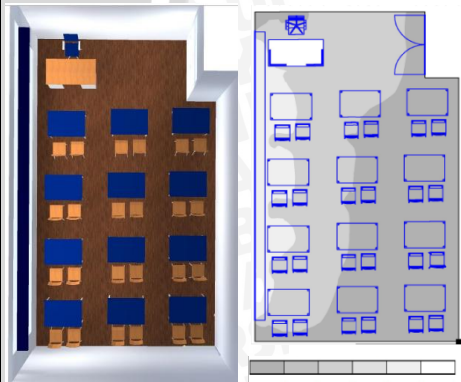
Alternatif terpilih	Alternatif penambahan <i>lighshelves</i> 0,3 meter			
Desain	  			
Tingkat pencahayaan sepanjang tahun	Waktu	Maret	Juni	Desember
	10.00	 263 Lux	 251 Lux	 286 Lux
	12.00	 303 Lux	 311 Lux	 304 Lux
	15.00	 275 Lux	 248 Lux	 282 Lux

4.8.4. Kesimpulan Rekomendasi Desain

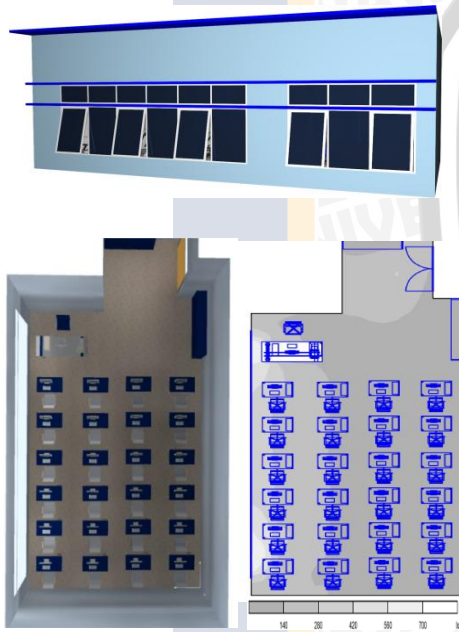
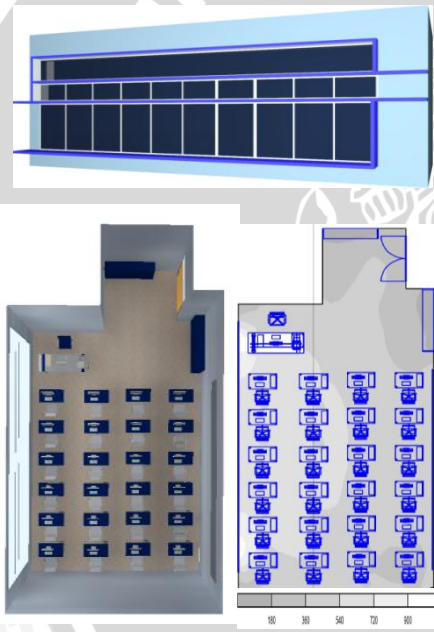
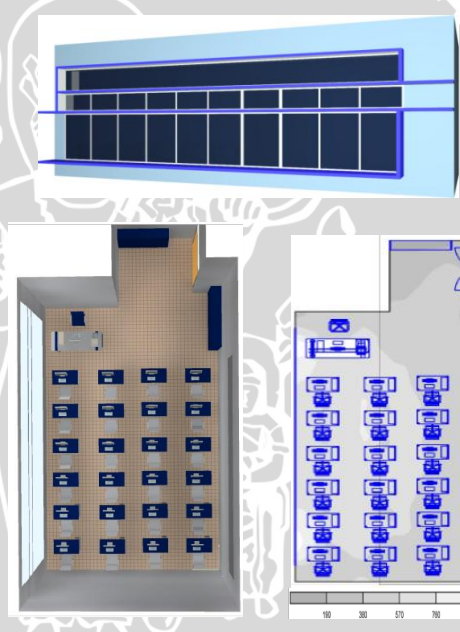
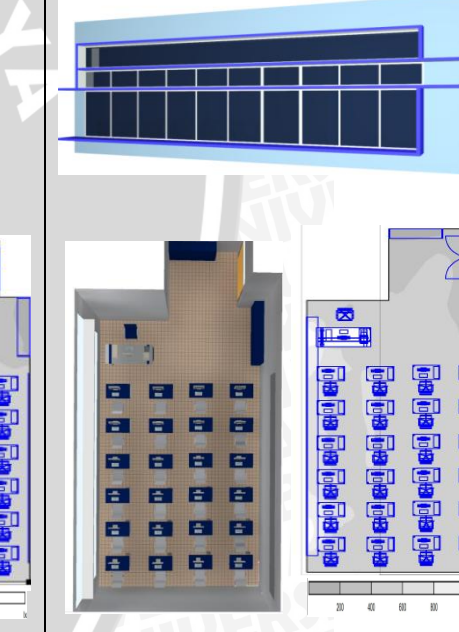
Berdasarkan tahap rekomendasi yang terdiri dari 3 tahap yaitu rekomendasi eksterior, interior, dan penambahan *lightshelves*, didapatkan perubahan hasil tingkat pencahayaan pada masing-masing ruang kuliah. Pada ruang kuliah yang memiliki masalah terlalu gelap seperti ruang komputer dan gambar, setelah dilakukan rekomendasi 3 tahap didapatkan hasil tingkat pencahayaan yang meningkat sehingga mendekati standar yang dibutuhkan. Pada ruang kuliah yang memiliki masalah terlalu terang seperti ruang kuliah teori dan hitungan, setelah dilakukan rekomendasi 3 tahap didapatkan hasil tingkat pencahayaan menurun sehingga sudah mendekati standar yang dibutuhkan. Berikut adalah perkembangan desain masing-masing ruang sebelum dan setelah dilakukan 3 tahap rekomendasi desain, yaitu eksterior, interior, dan penambahan *lightshelve*.



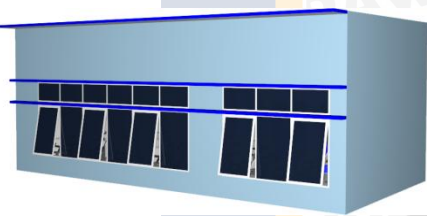
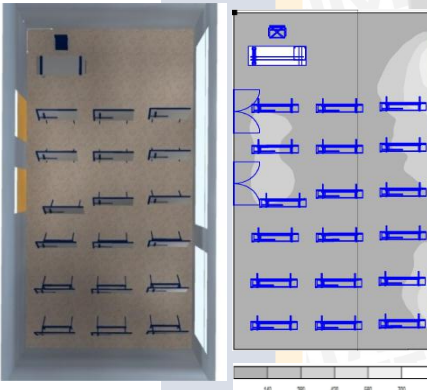
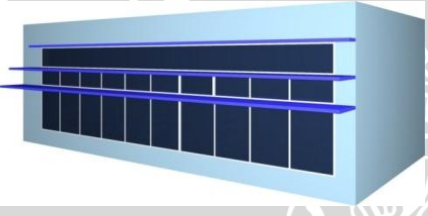
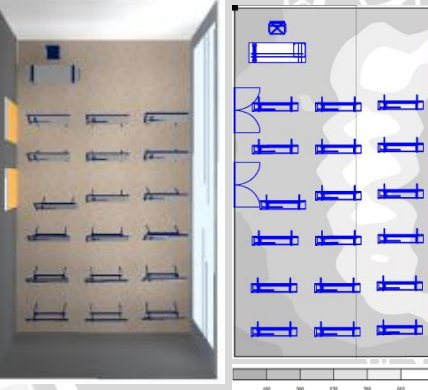
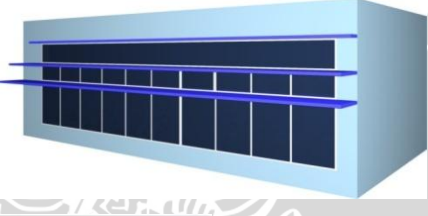
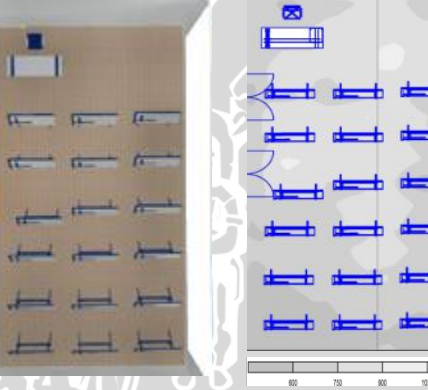
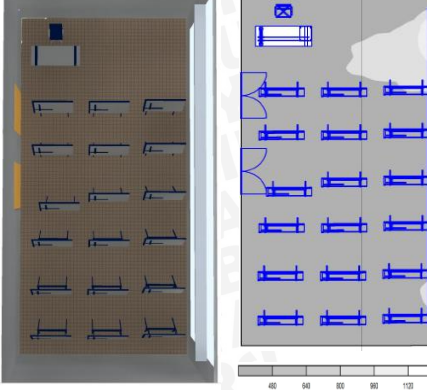
Tabel 4.80. Kesimpulan Rekomendasi Desain Ruang Teori

Eksisting	Tahap 1 : Eksterior		Tahap 2 : Interior (warna dan material)			Tahap 3 : <i>Lightshelves</i>
	Jendela	<i>Shading Device</i>	Lantai	Dinding	Plafon	
Luas : P 10m, L 6m, T 4m Orientasi : selatan Bukaannya : 63,3% Jenis bukaan : jendela <i>awning</i> Shading device : 0,3 meter	Mempertahankan jendela eksisting dengan luas 18,37 m ²	Membagi shading menjadi 3 layer dengan panjang 0,4m;0,8m;0,8m	Material: parket kayu Warna: <i>dark brown</i>	Material: plester kasar Warna: <i>light blue</i>	Material: perforated aluminium Warna <i>grey white</i>	Penambahan <i>lightshelves</i> dengan lebar 0,3 meter diletakkan pada ketinggian 2,1 meter dari lantai
 	 	 	 	Tingkat pencahayaan 544 Lux		Tingkat pencahayaan 292 Lux
Kinerja penurunan tingkat pencahayaan terhadap eksisting	86,30%		88,24%		88,23%	

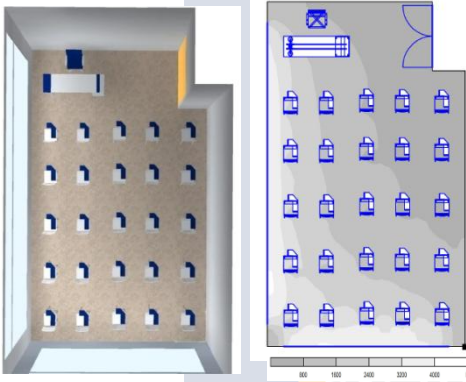
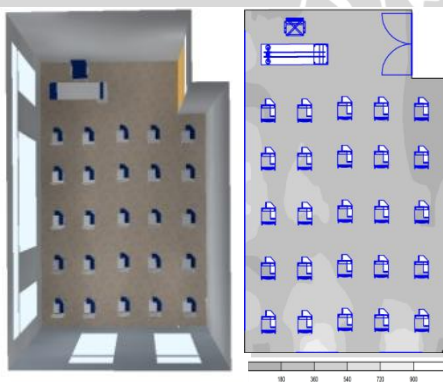
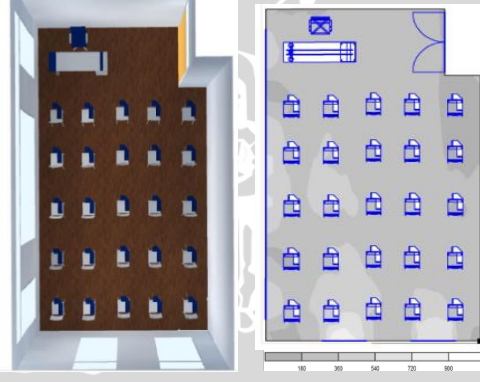
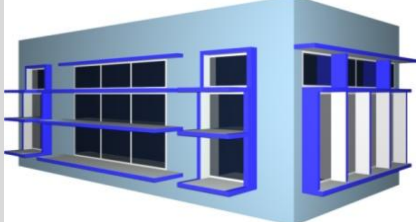
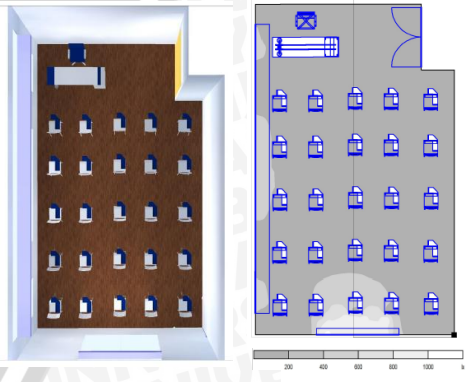
Tabel 4.81. Kesimpulan Rekomendasi Desain Ruang Komputer

Eksisting	Tahap 1 : Eksterior		Tahap 2 : Interior (warna dan material)			Tahap 3 : <i>Lightshelves</i>
Luas : P 10m, L 6m, T 4m Orientasi : selatan Bukaan : 63,3% Jenis bukaan : jendela <i>awning</i> Shading device : 0,3 meter	Jendela	<i>Shading Device</i>	Lantai	Dinding	Plafon	Penambahan <i>lightshelves</i> dengan lebar 0,4 meter diletakkan pada ketinggian 2,1 meter dari lantai
	Mempertahan kan jendela eksisting dengan luas 18,37 m2	Membagi shading menjadi 3 layer dengan panjang 0,4m;0,8m;0,8m	Material: keramik Warna: <i>light brown</i>	Material: plester halus Warna: <i>pure white</i>	Material: gypsum Warna: <i>grey white</i>	
						
Tingkat pencahayaan 148 Lux	Tingkat pencahayaan 471 Lux		Tingkat pencahayaan 523 Lux			Tingkat pencahayaan 507 Lux
Kinerja peningkatan tingkat pencahayaan terhadap eksisting	68,57%		71,70%			70,81%

Tabel 4.82. Kesimpulan Rekomendasi Desain Ruang Gambar

Eksisting	Tahap 1 : Eksterior		Tahap 2 : Interior (warna dan material)			Tahap 3 : <i>Lightshelves</i>
	Jendela	<i>Shading Device</i>	Lantai	Dinding	Plafon	
Luas : P 10m, L 6m, T 4m Orientasi : selatan Bukaan : 63,3% Jenis bukaan : jendela <i>awning</i> Shading device : 0,3 meter	Mempertahankan jendela eksisting dengan luas 18,37 m ²	Membagi shading menjadi 3 layer dengan panjang 0,4m;0,8m;0,8m	Material: keramik Warna: <i>light brown</i>	Material: plester halus Warna: <i>pure white</i>	Material: gypsum Warna: <i>grey white</i>	Penambahan <i>lightshelves</i> dengan lebar 0,4 meter diletakkan pada ketinggian 2,1 meter dari lantai
 	 	 	 	Tingkat pencahayaan 197 Lux		Tingkat pencahayaan 702 Lux
Kinerja peningkatan tingkat pencahayaan terhadap eksisting		71,94%	72,93%		71,19%	

Tabel 4.83. Kesimpulan Rekomendasi Desain Ruang Hitungan

Eksisting	Tahap 1 : Eksterior		Tahap 2 : Interior (warna dan material)			Tahap 3 : <i>Lightshelves</i>
Luas : P 10m, L 6m, T 4m Orientasi : selatan Bukaan : 63,3% Jenis bukaan : jendela <i>awning</i> Shading device : 0,3 meter	Jendela	<i>Shading Device</i>	Lantai	Dinding	Plafon	Penambahan <i>lightshelves</i> dengan lebar 0,3 meter diletakkan pada ketinggian 2,1 meter dari lantai
	Mempertahan kan jendela eksisting dengan luas 18,37 m2	Membagi shading menjadi 3 layer dengan panjang 0,4m;0,8m;0,8m	Material: parket kayu Warna: <i>dark brown</i>	Material: plester kasar Warna: <i>light blue</i>	Material: perforated alumunium Warna <i>grey white</i>	
 	 	 	 			
Tingkat pencahayaan 1593 Lux Kinerja penurunan tingkat pencahayaan terhadap eksisting	Tingkat pencahayaan 291 Lux 81,73%		Tingkat pencahayaan 295 Lux 81,48%			Tingkat pencahayaan 263 Lux 83,49%

