

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Identifikasi Objek Penelitian

Bangunan yang terpilih menjadi objek penelitian adalah laboratorium di Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Jalan MT. Haryono 167 Malang, Jawa Timur. Terletak pada ( $112,06^{\circ}$ - $112,07^{\circ}$  BT dan  $7,06^{\circ}$ - $8,02^{\circ}$  LS) dengan ketinggian 399-662 meter di atas permukaan laut. Berada pada  $7^{\circ}$ - $56,58^{\circ}$  Lintang Selatan dan  $112^{\circ}36,43^{\circ}$  Bujur Timur. Laboratorium berada di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang memiliki massa bangunan majemuk. Setiap jurusan memiliki minimal satu gedung perkuliahan. Penelitian ini fokus pada empat laboratorium yaitu laboratorium Jurusan Mesin (tiga laboratorium) dan Jurusan Pengairan (satu laboratorium).

#### 4.1.1 Lokasi Tapak



Gambar 4.1 Lokasi tapak dengan satelit  
(Sumber: <http://maps.google.com/?ll=-7.95013,112.61357&z=16&t=h>)

Batas tapak di bagian utara yaitu Jalan MT Haryono. Bagian timur tapak berbatasan dengan Fakultas Ilmu Administrasi dan juga Fakultas Hukum, sedangkan bagian barat tapak berbatasan dengan Fakultas Ilmu Sosial dan Politik serta Pendidikan Kedokteran Hewan


**KETERANGAN:**

- : Bangunan 2 lantai
- : Bangunan 3 lantai
- : Bangunan 7 lantai
- : Lokasi Laboratorium

Gambar 4.2 Lokasi laboratorium dalam tapak  
(Sumber: <http://maps.google.com/?ll=-7.95013,112.61357&z=16&t=h>)

Kontur tapak menurun di bagian utara yang dipisahkan oleh Jalan Fakultas Teknik UB sehingga bangunan Teknik Sipil, Teknik Pengairan, Arsitektur, Dekanat, dan PWK berada di ketinggian tanah yang lebih rendah daripada bangunan Teknik Mesin, Teknik Industri dan Teknik Elektro. Perbedaan ketinggian antara bangunan Teknik Mesin dan Teknik Sipil mencapai 1.5 meter, sedangkan antara Teknik Mesin dan Arsitektur mencapai 2 meter. Namun bangunan Teknik Sipil mengalami penurunan tanah hingga 0.8 meter.

#### 4.1.2 Orientasi Tapak



Gambar 4.3 Bangunan dalam tapak



Kemiringan tapak dari arah Utara pada bangunan Teknik Mesin mencapai  $11^\circ$  ke arah Timur Laut, sedangkan pada bangunan Teknik dan Pengairan kemiringan tapak mencapai  $30^\circ$  ke arah Timur Laut.

#### **4.1.3 Bangunan Sekitar**

Antara massa-massa majemuk antar bangunan terdapat jarak dengan berbagai vegetasi. Jarak massa dalam satu jurusan kurang lebih 3-5 meter untuk sirkulasi pejalan kaki. Sedangkan jarak massa antar jurusan mencapai 10-12 meter. Vegetasi di lingkungan Fakultas Teknik berupa tanaman hias dengan ukuran kecil (tinggi maksimal 0.5 meter) dan pepohonan dengan ukuran sedang (tinggi 2-3 meter) dan besar (tinggi 6-8 meter).

Laboratorium Pengecoran Logam dan Laboratorium Motor Bakar berada di lantai satu bangunan Mesin 1. Bangunan ini berbatasan dengan bangunan Mesin 2 (2 lantai) di sisi timur dengan jarak 8 meter dipisahkan oleh pedestrian ways dan taman. Di sisi utara berbatasan dengan bangunan Teknik Industri (7 lantai) yang berjarak 4 meter dipisahkan oleh jalan dan parkir on street. Di sisi selatan berbatasan dengan bangunan Mesin 3 (2 lantai) yang berjarak 4 meter dipisahkan oleh jalan. Sedangkan di sisi barat berbatasan langsung dengan jalan utama Universitas yang dipisahkan oleh taman dengan vegetasi yang memiliki ketinggian 4-8 meter, tajuk 4-6 meter.

Laboratorium Fenomena Dasar Mesin berada di lantai dua bangunan Mesin 2. Bangunan ini berbatasan dengan bangunan FISIP (6 lantai) di sisi timur dengan jarak 20 meter dipisahkan oleh jalan Universitas dan taman. Di sisi utara berbatasan dengan bangunan Teknik Industri (7 lantai) yang berjarak 4 meter dipisahkan oleh jalan dan parkir on street. Di sisi selatan berbatasan dengan bangunan Teknik Elektro (2 lantai) yang berjarak 4 meter dipisahkan oleh jalan. Sedangkan di sisi barat berbatasan dengan bangunan Mesin 1 (2 lantai) di sisi timur dengan jarak 8 meter dipisahkan oleh pedestrian ways dan taman.

### **4.2. Laboratorium Pengecoran Logam Teknik Mesin**

#### **4.2.1 Analisis Visual**

Ruang Laboratorium Pengecoran Logam berada pada lantai 1 Gedung Mesin I dengan orientasi menghadap sisi selatan. Pada ruang laboratorium terdapat bukaan berupa jendela di sisi selatan dan timur ruang, sedangkan pintu berada pada sisi selatan

ruang. Ruang berbentuk persegi dengan panjang dan lebar 12,8 meter, tinggi ruang sisi timur mencapai 7 meter sedangkan ruang sisi barat memiliki tinggi 3,2 meter karena dibangun ruang di atas yang berupa ruang kuliah. Ruang laboratorium ini mewadahi kegiatan praktikum (bengkel besi) serta asistensi yang dilakukan mulai pukul 09.00-18.00 WIB.



Gambar 4.4 Visualisasi ruang Laboratorium Pengecoran Logam, Teknik Mesin

- (a) Denah Ruang
- (b) 3D atas ruang
- (c) 3D samping ruang

Luas bukaan jendela pada ruang mencapai 26% ( $40,32/154,88$ ) dari luas dinding. Bukaan berupa jendela terdiri dari dua jenis yaitu jendela mati dan hidup dengan orientasi ke sisi selatan dan timur bangunan. Setiap unit jendela memiliki lebar 1,5 meter dan tinggi 0,8 meter. Jendela hidup berada di posisi bawah, sedangkan posisi tengah dan atas merupakan jendela mati. Bukaan jendela merupakan jendela jenis awning yang membuka keluar dengan posisi engsel di atas (*casement top-hung*). Jendela dapat membuka dengan sudut maksimal 45 derajat. Bukaan pencahayaan



berupa jendela dengan ketinggian 4 meter dari lantai. Jendela menggunakan kusen alumunium dan kaca dengan ketebalan 6 mm.

Ruang ini memiliki *shading device* atau pembayang sinar matahari yang merupakan kombinasi antara tipe vertikal dan horizontal. Peletakan *shading device* berdasarkan pembagian kolom. Menggunakan material beton dengan ketebalan 0,1 meter.



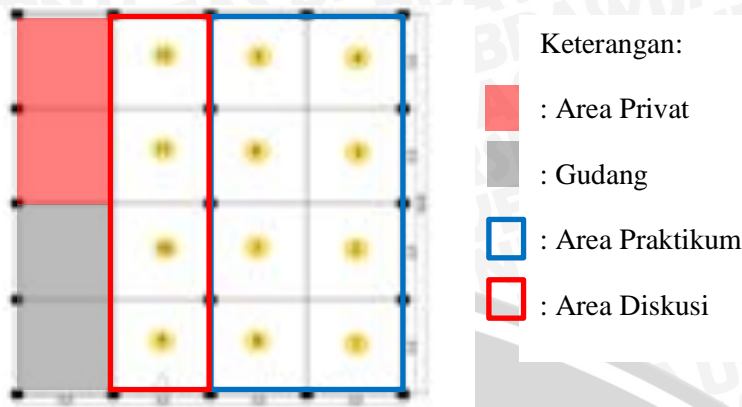
Gambar 4.5 Kondisi eksisting Laboratorium Pengecoran Logam, Teknik Mesin

Alat-alat yang ada di dalam laboratorium pengecoran logam berupa alat kerja, papan tulis, meja, dan kursi. Bidang kerja berupa meja dan papan tulis. Penataan perabotnya dibagi dengan area ruang praktek pengecoran logam di sisi timur, sedangkan area ruang menulis serta asistensi di sisi barat ruang. Pengguna ruang merupakan mahasiswa, dosen, laboran, dan asisten laboratorium.

#### 4.2.2 Analisis Pengukuran

Laboratorium pengecoran logam memiliki luas 163,84 m<sup>2</sup> dengan kedalaman cahaya 6 meter. Berdasarkan SNI 16-7062-2004, penentuan titik ukur pada ruang dengan luas lebih dari 100 meter persegi ditentukan bahwa setiap titik berjarak 6 m. Namun terdapat area privat dan gudang yang tidak dapat dicapai ketika pengukuran berlangsung sehingga luas ruangan yang diukur sebesar 122,88 m<sup>2</sup>. Jika menggunakan titik yang berjarak 6 meter, maka pengambilan titik terlampaui sedikit dan dikhawatirkan tidak sesuai dengan kebutuhan pengukuran sehingga dipakai standar 10-100 meter dengan jarak setiap titik ukur 3,2 meter. Dari pembagian tersebut, ruang laboratorium pengecoran logam menggunakan 12 titik ukur.

Pengukuran dilakukan dengan meletakkan Luxmeter sejajar dengan bidang kerja atau pada ketinggian 0,75 meter dan posisi alat horizontal menghadap ke atas. Pengukuran menggunakan alat dilakukan pada satu waktu yaitu hari Selasa, 18 Mei 2016 pukul 09.00-09.16 WIB dengan keadaan langit yang cerah dan terdapat sedikit awan.



Gambar 4.6 Titik ukur pencahayaan Laboratorium Pengecoran Logam, Teknik Mesin

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Pencahayaan Alami Laboratorium Pengecoran Logam

Titik ukur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Hasil (lx)	143	143,6	158,1	126,2	101,5	117,3	157,4	132,7	214	103,1	71,5	51,2
Luar (lx)	64900	64700	66300	63700	69200	64500	60100	59000	60900	59700	62300	62700
DF (%)	0,22	0,22	0,24	0,20	0,15	0,18	0,26	0,22	0,35	0,17	0,11	0,08

Pengukuran ini sebagai acuan validasi antara simulasi menggunakan software dan pengukuran langsung. Pengukuran dilakukan pada satu waktu terkait dengan upaya mendapatkan rata-rata pencahayaan dalam dan luar ruang.

#### 4.2.3 Validasi

Validasi ruang Pengecoran Logam dilakukan sebelum melakukan analisis menggunakan *software* untuk mengetahui kesesuaian antara kondisi eksisting lapangan dan *software*. Simulasi menggunakan *software* dilakukan dengan melakukan pengukuran kondisi eksisting untuk membandingkan tingkat pencahayaan dari keduanya pada waktu yang sama dengan pengukuran langsung yaitu tanggal 18 Mei 2016 pukul 09.00 WIB. Dari rumus perbandingan didapatkan *relative error* yang harus kurang dari 20% untuk membuktikan keakuratan *software* yang dipakai.

Tabel 4.2 Perbandingan Pengukuran Lapangan dan Simulasi Laboratorium Pengecoran Logam

Titik ukur	Daylight Indoor (lux)	Simulasi (lux)	Relative Error
TU 1	143	82	43%
TU 2	143,6	131	9%
TU 3	158,1	96	39%



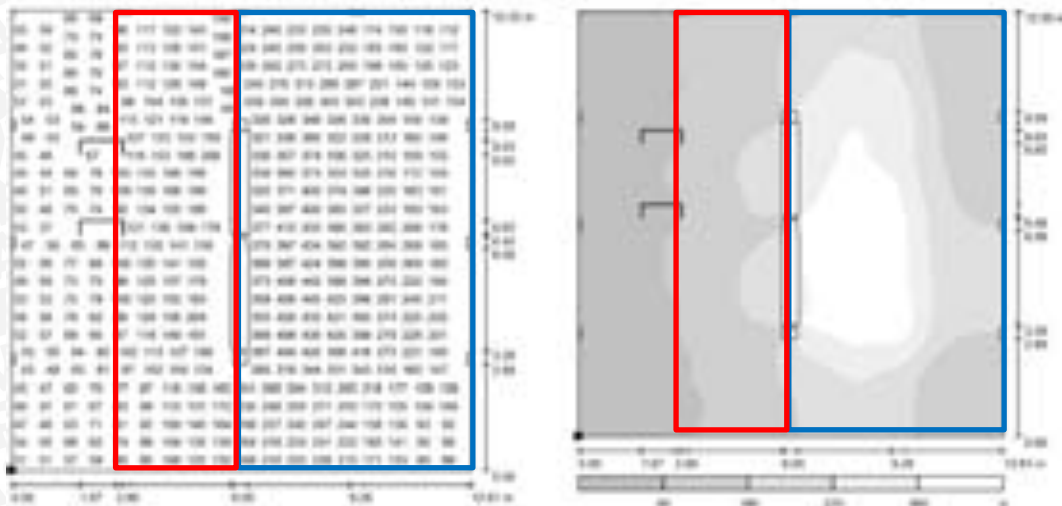
Titik ukur	Daylight Indoor (lux)	Simulasi (lux)	Relative Error
TU 4	126,2	79	37%
TU 5	101,5	111	9%
TU 6	117,3	148	21%
TU 7	157,4	175	10%
TU 8	132,7	132	1%
TU 9	214	214	0%
TU 10	103,1	80	22%
TU 11	71,5	74	3%
TU 12	51,2	57	10%
$\Sigma$ Relative Error			17%

Setelah perbandingan dua macam pengukuran, didapatkan validasi dari keduanya 17%, hal ini masih dikategorikan dalam batas toleransi karena tidak melebihi 20%. Simulasi menggunakan Dialux 4.12 dapat dilanjutkan untuk mengetahui kondisi pada waktu-waktu yang telah ditentukan pada bab sebelumnya.

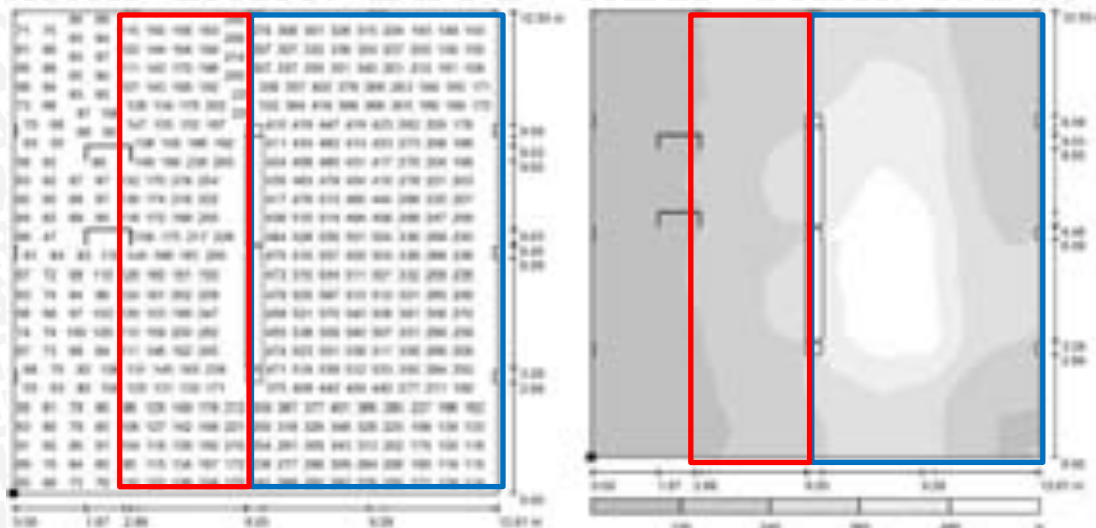
#### 4.2.4 Analisis Simulasi

Simulasi dengan software DiaLux 4.12 dilakukan pada tiga hari yaitu tanggal 21 Maret, 22 Juni, dan 22 Desember. Waktu simulasi dipilih pada pukul 09.00, 12.00, dan 15.00 menyesuaikan jadwal pemakaian ruang laboratorium. *Calculation surface* berada pada ketinggian 0,75 meter dari lantai.

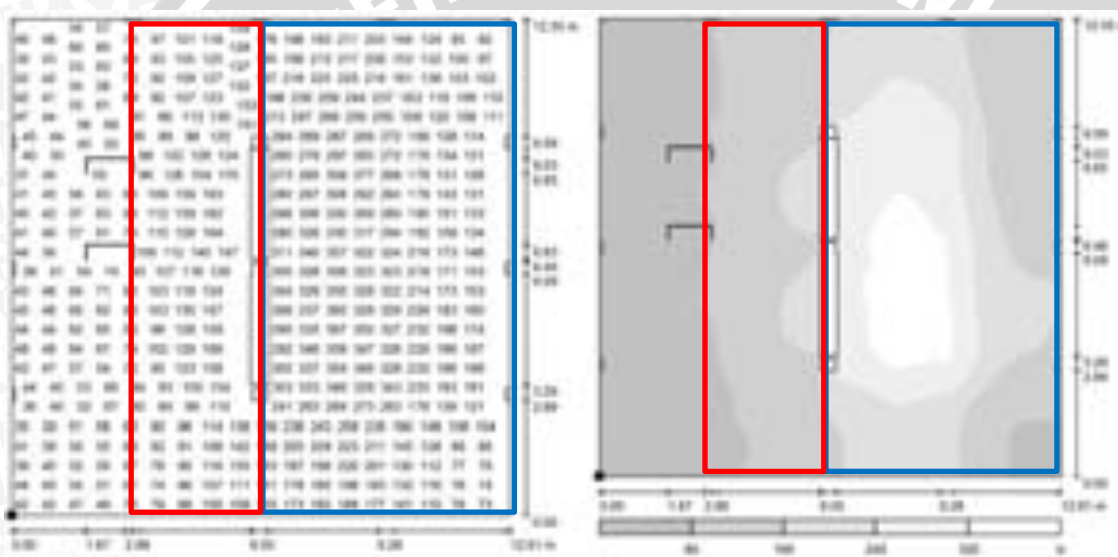
- Pengukuran tingkat pencahayaan ruang Laboratorium Pengecoran Logam pada tanggal 21 Maret 2016



Gambar 4.7 Hasil simulasi pukul 09.00 WIB



Gambar 4.8 Hasil simulasi pukul 12.00 WIB



Gambar 4.9 Hasil simulasi pukul 15.00 WIB

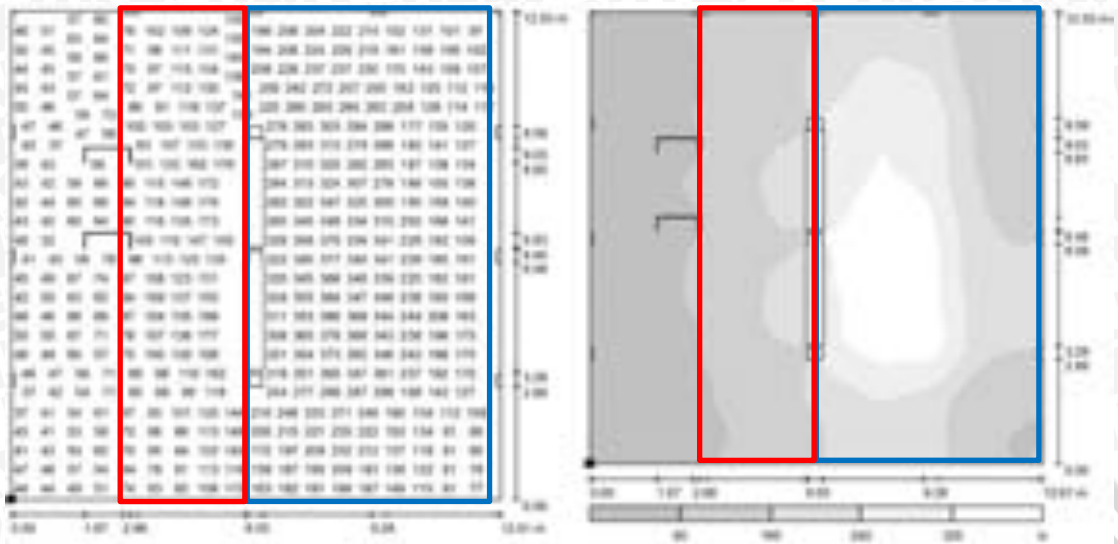
Tabel 4.3 Hasil Simulasi Tanggal 21 Maret 2016 Laboratorium Pengecoran Logam

09.00 WIB		12.00 WIB		15.00 WIB	
$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)
181	1,1	232	1,1	159	1,18

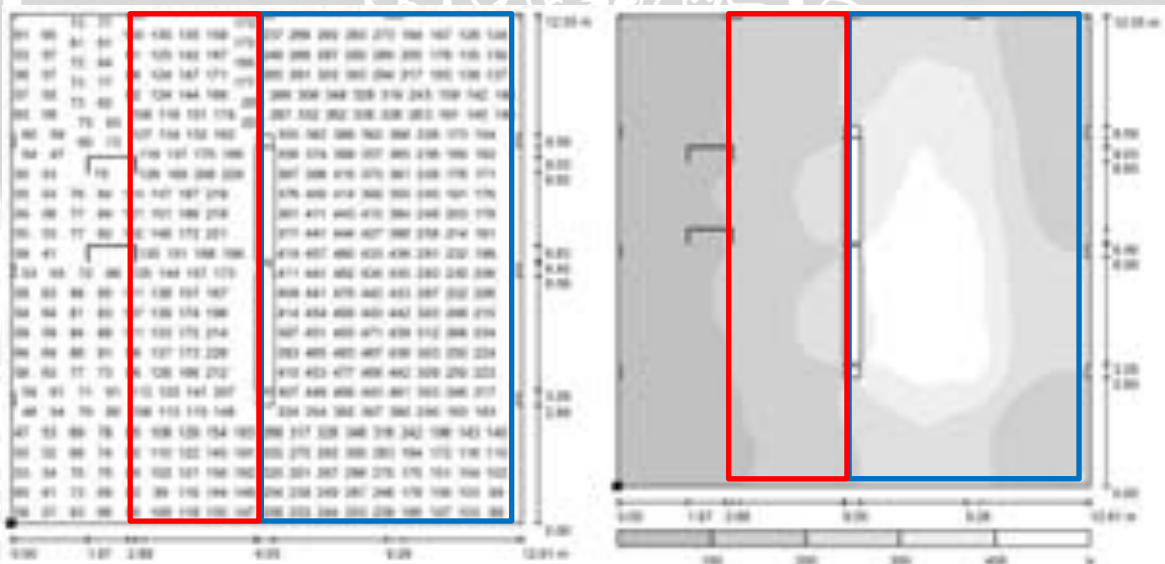
Pada tabel dan gambar hasil simulasi di tiga waktu tanggal 21 Maret 2016 dapat disimpulkan pencahayaan pada area praktikum (kotak biru) sudah memenuhi standar pencahayaan yaitu 250-400 lux pada pukul 09.00, sedangkan pada pukul 12.00 pencahayaan mencapai 400-500 lux di beberapa titik. Pada 15.00 menunjukkan bahwa tingkat pencahayaan ruang hampir memenuhi standar namun area diskusi (kotak merah) masih di bawah 200 lux. Pada area privat dan gudang tetap terhitung di simulasi dan menunjukkan hasil pencahayaan yang rendah.



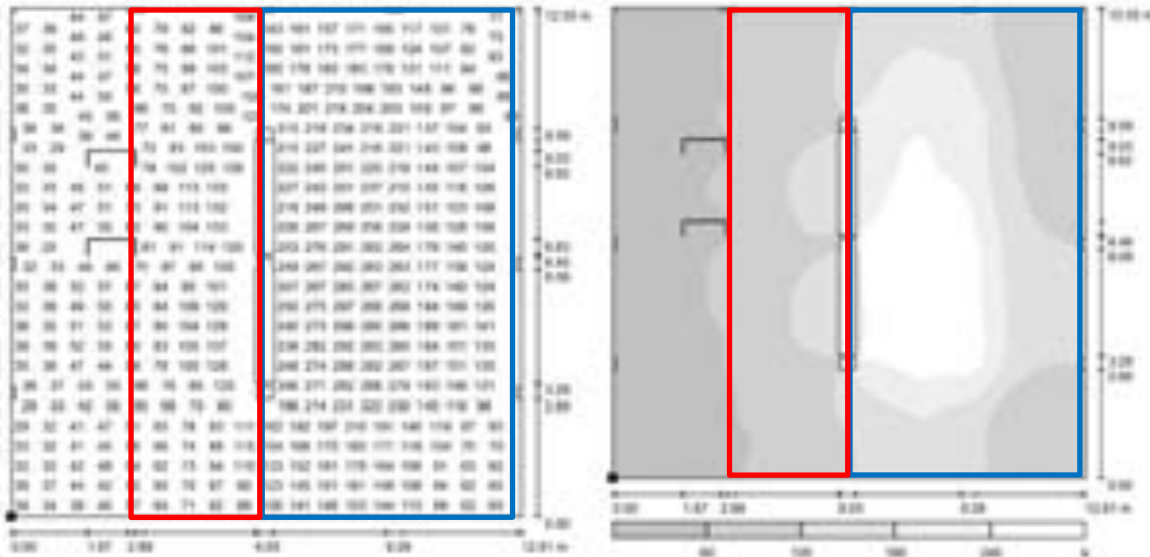
- b. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang Laboratorium Pengecoran Logam pada tanggal 22 Juni 2016



Gambar 4.10 Hasil simulasi pukul 09.00 WIB



Gambar 4.11 Hasil simulasi pukul 12.00 WIB



Gambar 4.12 Hasil simulasi pukul 15.00 WIB

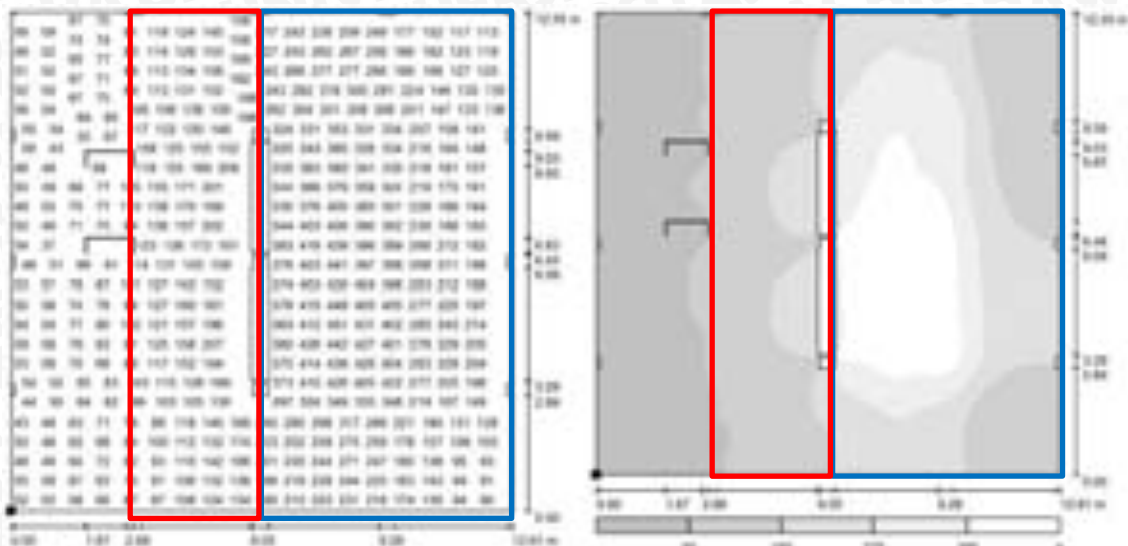
Tabel 4.4 Hasil Simulasi Tanggal 22 Juni 2016 Laboratorium Pengecoran Logam

09.00 WIB		12.00 WIB		15.00 WIB	
$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)
157	1,1	200	1,1	121	1,1

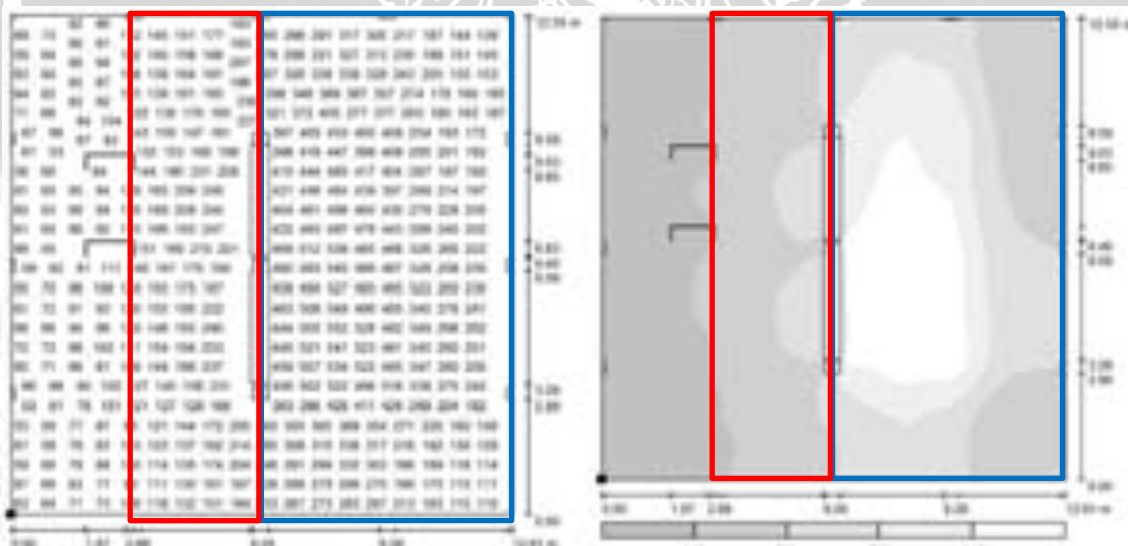
Pada tabel dan gambar hasil simulasi di tiga waktu tanggal 22 Juni 2016 dapat disimpulkan pencahayaan pada area praktek (kotak biru) sudah memenuhi standar pencahayaan yaitu 250-400 lux pada pukul 09.00, sedangkan pada pukul 12.00 masih terdapat beberapa titik di atas 400 lux. Pada pukul 15.00 menunjukkan bahwa tingkat pencahayaan ruang hampir memenuhi standar namun pada area diskusi (kotak merah) masih di bawah 200 lux. Pada area privat dan gudang tetap terhitung di simulasi dan menunjukkan hasil pencahayaan yang rendah.



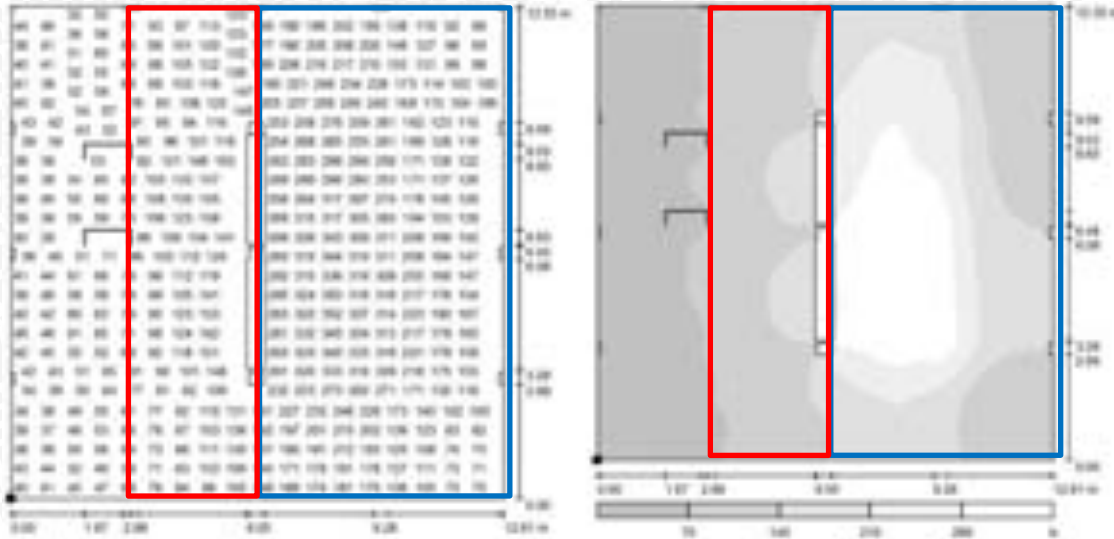
c. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang Laboratorium Pengecoran Logam pada tanggal 22 Desember 2016



Gambar 4.13 Hasil simulasi pukul 09.00 WIB



Gambar 4.14 Hasil simulasi pukul 12.00 WIB



Gambar 4.15 Hasil simulasi pukul 15.00 WIB

Tabel 4.5 Hasil Simulasi Tanggal 22 Desember 2016 Laboratorium Pengecoran Logam

09.00 WIB		12.00 WIB		15.00 WIB	
$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)
183	1,1	224	1,1	143	1,1

Pada tabel dan gambar hasil simulasi di tiga waktu tanggal 22 Desember 2016 dapat disimpulkan pencahayaan pada area praktek (kotak biru) sudah memenuhi standar pencahayaan yaitu 250-400 lux pada pukul 09.00, sedangkan pada pukul 12.00 masih terdapat beberapa titik di atas 400 lux. Pada pukul 15.00 menunjukkan bahwa tingkat pencahayaan ruang hampir memenuhi standar namun area diskusi (kotak merah) cahaya masih di bawah 200 lux. Pada area privat dan gudang tetap terhitung di simulasi dan menunjukkan hasil pencahayaan yang rendah.

#### 4.2.5 Kesimpulan

Berdasarkan analisis visual, ruang laboratorium pengecoran logam memiliki jendela dengan dua tipe yaitu hidup (*awning*) dan mati. Penggunaan jendela hidup difungsikan sebagai keamanan ruang karena adanya proses pembakaran yang meskipun sudah terdapat cerobong asap, namun ruang tetap harus dalam keadaan memiliki bukaan. Jendela mati difungsikan sebagai media masuknya pencahayaan alami yang memang dibutuhkan saat praktek berlangsung. Jarak jendela yang tinggi diharapkan dapat memberikan pencahayaan merata pada ruang namun dengan adanya pembangunan ruang baru di atas laboratorium menyebabkan pencahayaan yang masuk



terhalang oleh tembok ruang atas yang menonjol dan menutupi setengah dari ruangan. Hal ini berpengaruh pada pencahayaan ruang dan menyebabkan cahaya tidak sampai secara maksimal ke ruang laboratorium bagian barat.

Penggunaan *shading devices hybrid* menunjukkan bahwa ruang memang didesain menggunakan pencahayaan alami, namun dengan adanya perubahan tata lanskap sekitar bangunan menyebabkan pencahayaan alami tidak sampai kedalam ruang secara maksimal dan ruangan menjadi lebih gelap.

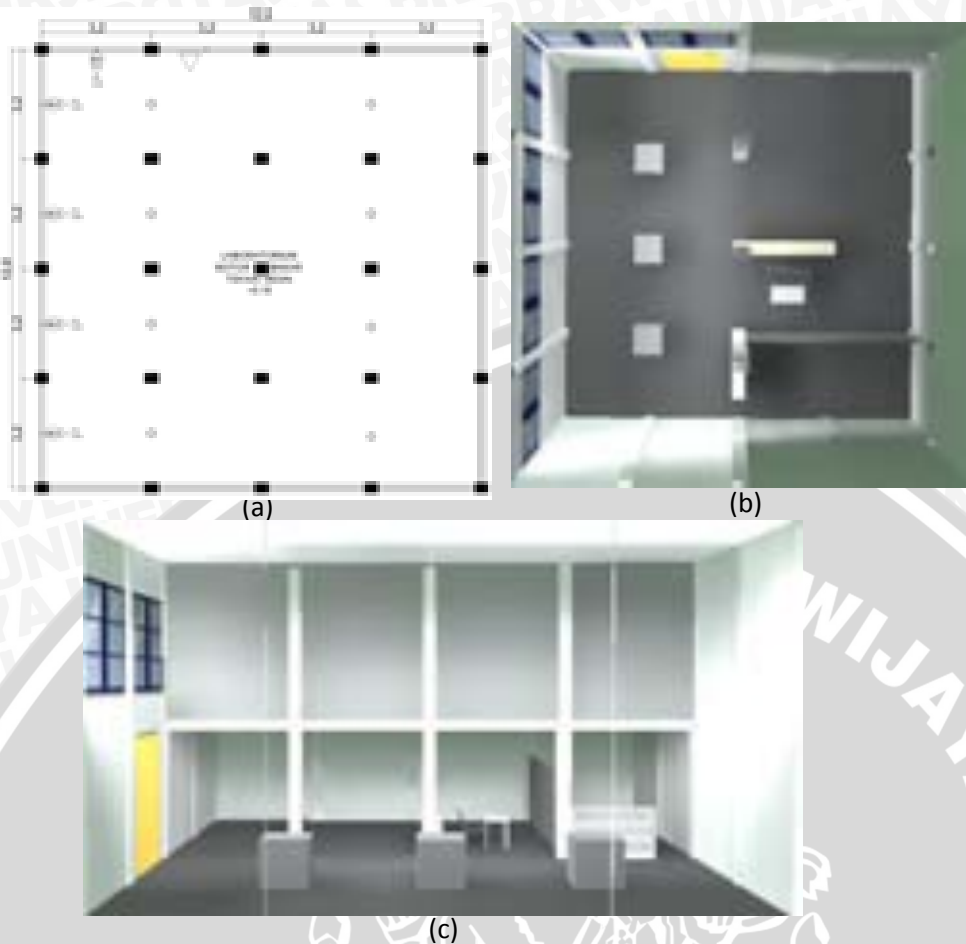
Berdasarkan hasil pengukuran dan juga simulasi, pencahayaan ruang laboratorium berada dalam kategori cukup terang namun tidak merata. Standar pencahayaan pada ruang bengkel jika dilihat dari jenis ruangnya yaitu bengkel besi pada bangunan sekolah, minimal pencahayaan untuk Titik Ukur Utama (TUU) adalah 320 lux, sedangkan pencahayaan untuk Titik Ukur Samping (TUS) minimal 256 lux.

Salah satu penyebab ruangan masuk kedalam kategori tidak merata karena pepohonan disekitar yang terlampau besar, sehingga menutupi cahaya dan ditambah dengan *shading devices hybrid* yang menghalau sinar matahari langsung dari arah vertikal dan horizontal. Penambahan ruang di atas laboratorium juga menyebabkan terang langit yang masuk tidak sampai ke area menulis. Berdasarkan analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa ruang laboratorium pengecoran logam membutuhkan rekomendasi desain untuk mencapai desain pencahayaan alami yang maksimal di dalam ruang.

### **4.3. Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin**

#### **4.3.1 Analisis Visual**

Ruang Laboratorium Motor Bakar berada pada lantai 1 Gedung Mesin I dengan orientasi menghadap sisi utara. Pada ruang laboratorium terdapat bukaan berupa jendela di sisi utara dan barat ruang, sedangkan pintu berada pada sisi utara ruang. Ruang berbentuk persegi dengan panjang dan lebar 12,8 meter, tinggi ruang sisi barat mencapai 7 meter sedangkan ruang sisi timur memiliki tinggi 3,2 meter karena dibangun ruang di atas yang berupa ruang kuliah. Ruang laboratorium ini mewadahi kegiatan praktikum (bengkel) serta asistensi yang dilakukan mulai pukul 09.00-18.00 WIB.



Gambar 4.16 Visualisasi ruang Laboratorium Motor Bakar, Teknik Mesin

- (a) Denah Ruang
- (b) 3D atas ruang
- (c) 3D samping ruang

Luas bukaan jendela pada ruang sama seperti Laboratorium Pengecoran Logam yaitu mencapai 26% (40,32/154,88) dari luas dinding. Bukaan berupa jendela terdiri dari dua jenis yaitu jendela mati dan hidup dengan orientasi ke sisi utara dan barat bangunan. Setiap unit jendela memiliki lebar 1,5 meter dan tinggi 0,8 meter. Jendela hidup berada di posisi bawah, sedangkan posisi tengah dan atas merupakan jendela mati. Bukaan jendela merupakan jendela jenis *awning* yang membuka keluar dengan posisi engsel di atas (*casement top-hung*). Jendela dapat membuka dengan sudut maksimal 45 derajat. Bukaan pencahayaan berupa jendela dengan ketinggian 4 meter dari lantai. Jendela menggunakan kusen aluminium dan kaca dengan ketebalan 6 mm.

Ruang ini berada pada gedung yang sama dengan Laboratorium Pengecoran Logam yang memiliki *shading device* kombinasi antara tipe vertikal dan *horizontal shading device* (*hybrid*). Peletakan *shading device* berdasarkan pembagian kolom. Menggunakan material beton dengan ketebalan 0,1 meter.



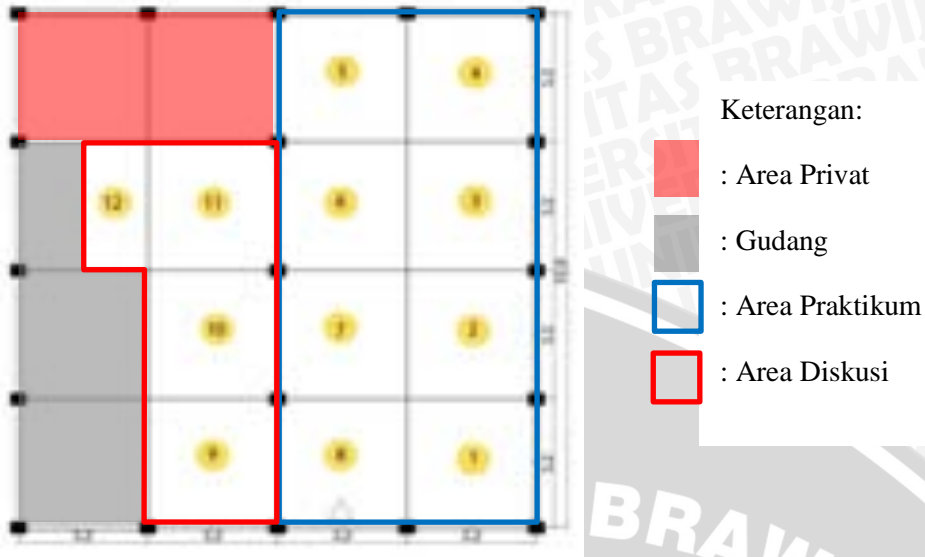


Gambar 4.17 Laboratorium Motor Bakar, Teknik Mesin

Pengguna ruang merupakan mahasiswa, dosen, laboran, dan asisten laboratorium. Alat-alat yang ada di dalam laboratorium pengecoran logam berupa mesin, papan tulis, meja, dan kursi. Bidang kerja berupa meja dan papan tulis. Penataan perabotnya dibagi dengan area ruang praktek mesin di sisi barat, sedangkan area ruang menulis serta asistensi di sisi timur ruang. Pencahayaan buatan selalu digunakan saat praktikum, lampu yang digunakan dinyalakan di seluruh ruang bahkan pada area praktek yang berada pada sisi ruang paling terang.

#### 4.3.2 Analisis Pengukuran

Laboratorium motor bakar memiliki luas 163,84 m<sup>2</sup> dengan kedalaman cahaya 6 meter. Berdasarkan SNI 16-7062-2004, penentuan titik ukur pada ruang dengan luas lebih dari 100 meter persegi ditentukan bahwa setiap titik berjarak 6 m. Namun terdapat area privat dan gudang yang tidak dapat dicapai ketika pengukuran berlangsung sehingga luas ruangan yang diukur sebesar 117,76 m<sup>2</sup>. Dengan kondisi ruang yang hampir sama dengan laboratorium pengecoran logam, maka pengukuran memakai standar 10-100 meter dengan jarak setiap titik ukur 3,2 meter. Dari pembagian tersebut, ruang laboratorium motor bakar menggunakan 12 titik ukur. Gambar 4.18 merupakan titik ukur pencahayaan yang ada di Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin. Selanjutnya pada Tabel 4.6 merupakan hasil dari pengukuran pencahayaan alami Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin.



Gambar 4.18 Titik ukur pencahayaan Laboratorium Motor Bakar, Teknik Mesin

Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Pencahayaan Alami Laboratorium Motor Bakar

Titik ukur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Hasil (lx)	113,5	92,1	143,3	123,8	120,6	181,9	158,2	104,6	63,3	71,4	90,9	51,3
Luar (klx)	70	37,4	65,3	52,2	83	65,9	64,7	57,8	49,2	58,7	67,9	53,6

Pengukuran dilakukan dengan meletakkan Luxmeter sejajar dengan bidang kerja atau pada ketinggian 0,75 meter dan posisi alat horizontal menghadap ke atas. Pengukuran menggunakan alat dilakukan pada satu waktu yaitu hari Jumat, 1 Juli 2016 pukul 09.45-09.51 WIB dengan keadaan langit yang cerah. Pengukuran ini sebagai acuan validasi antara simulasi menggunakan software dan pengukuran langsung. Pengukuran dilakukan pada satu waktu terkait dengan upaya mendapatkan rata-rata pencahayaan dalam dan luar ruang.

### 4.3.3 Validasi

Validasi pada laboratorium Motor Bakar dilakukan sebelum melakukan analisis menggunakan *software* untuk mengetahui kesesuaian antara kondisi eksisting lapangan dan software. Simulasi menggunakan software dilakukan dengan melakukan pengukuran kondisi eksisting untuk membandingkan tingkat pencahayaan dari keduanya pada waktu yang sama dengan pengukuran langsung yaitu tanggal 1 Juli 2016 pukul 09.45 WIB. Dari rumus perbandingan nantinya didapatkan *relative error* kurang dari 20% untuk membuktikan keakuratan software yang dipakai.



Tabel 4.7 Perbandingan Pengukuran Lapangan dan Simulasi Laboratorium Motor Bakar

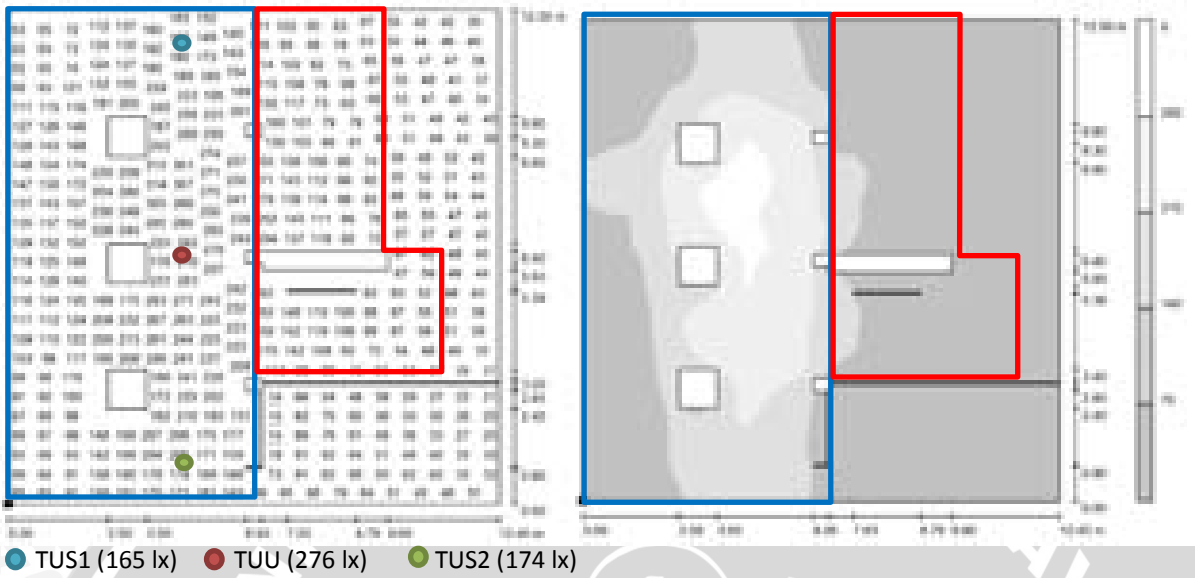
Titik ukur	Daylight Indoor (lux)	Simulasi (lux)	Relative Error
TU 1	113,5	113	0%
TU 2	92,1	138	33%
TU 3	143,3	98	32%
TU 4	123,8	87	30%
TU 5	120,6	129	7%
TU 6	181,9	167	8%
TU 7	158,2	158	0%
TU 8	104,6	169	38%
TU 9	63,3	71	11%
TU 10	71,4	104	31%
TU 11	90,9	100	9%
TU 12	51,3	52	1%
$\Sigma$ Relative Error			17%

Setelah perbandingan dua macam pengukuran, didapatkan validasi dari keduanya 17%, hal ini masih dikategorikan dalam batas toleransi karena tidak melebihi 20%. Simulasi menggunakan Dialux 4.12 dapat dilanjutkan untuk mengetahui kondisi pada waktu-waktu yang telah ditentukan pada bab sebelumnya.

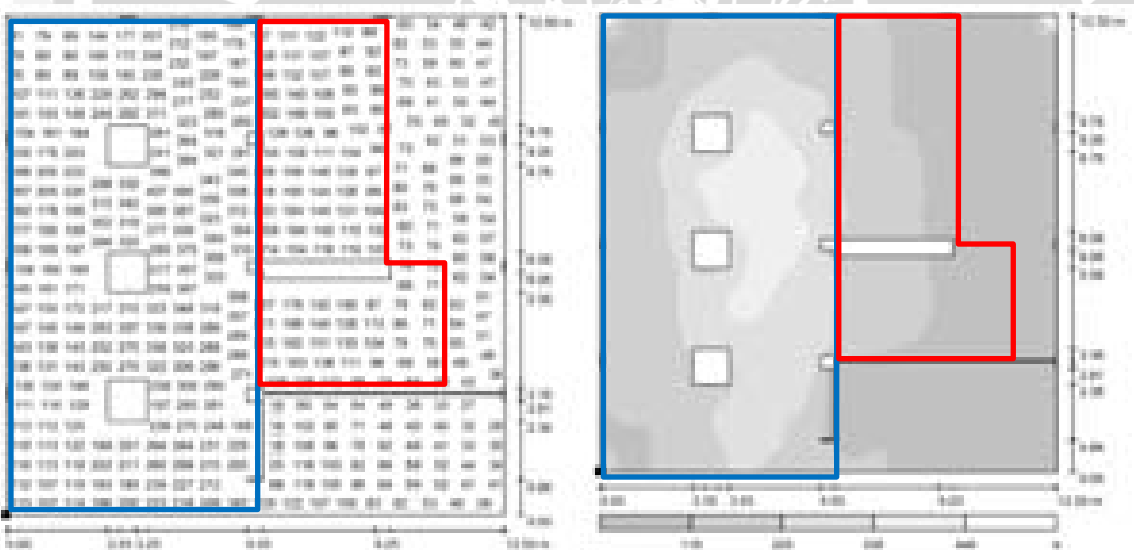
#### 4.3.4 Analisis Simulasi

Simulasi menggunakan software dilakukan dengan melakukan pengukuran kondisi eksisting untuk membandingkan DF dari keduanya dan mendapatkan validasi untuk membuktikan keakuratan software yang dipakai. Simulasi dengan software DiaLux 4.12 dilakukan pada tiga hari yaitu tanggal 21 Maret, 22 Juni, dan 22 Desember. Waktu simulasi dipilih pada pukul 09.00, 12.00, dan 15.00 menyesuaikan jadwal pemakaian ruang laboratorium. *Calculation surface* berada pada ketinggian 0,75 meter dari lantai.

- a. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang Laboratorium Motor Bakar pada tanggal 21 Maret 2016

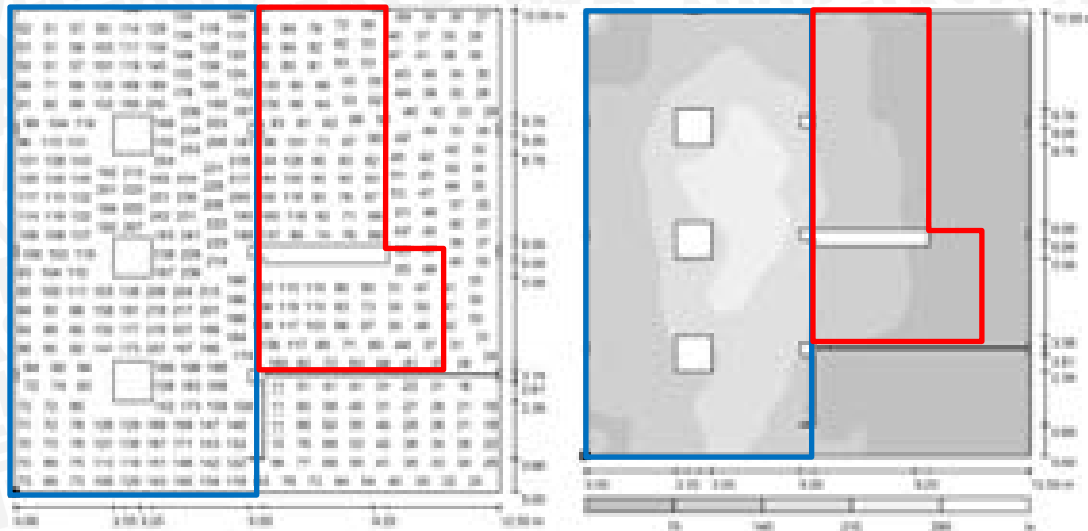


Gambar 4.19 Hasil simulasi pukul 09.00 WIB



Gambar 4.20 Hasil simulasi pukul 12.00 WIB





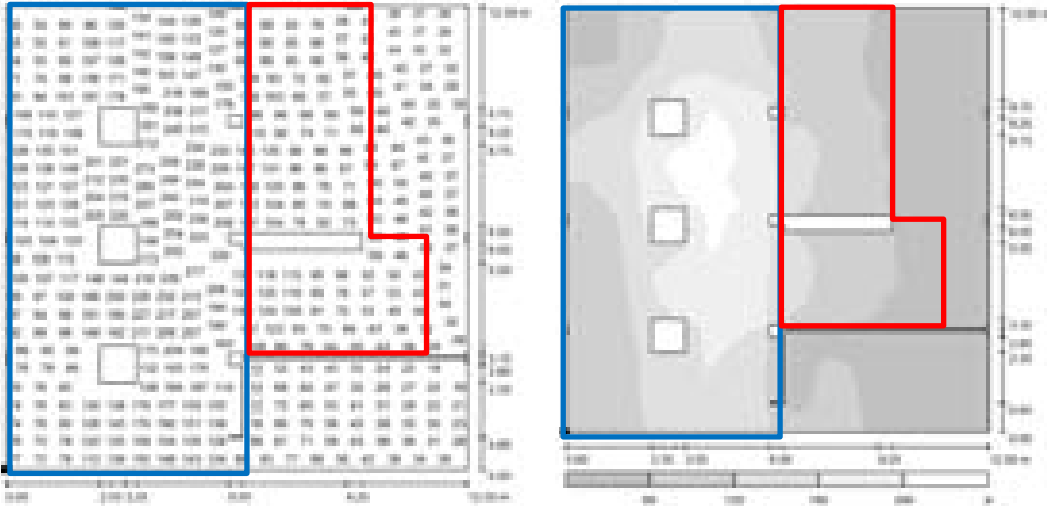
Gambar 4.21 Hasil simulasi pukul 15.00 WIB

Tabel 4.8 Hasil Simulasi Tanggal 21 Maret 2016 Laboratorium Motor Bakar

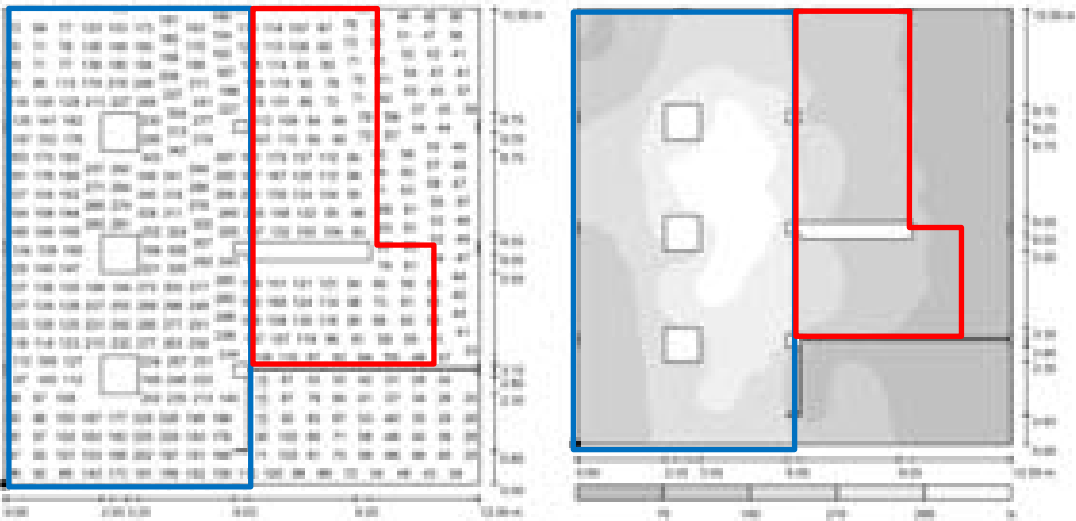
09.00 WIB		12.00 WIB		15.00 WIB	
$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)
123	0,75	158	0,75	102	0,75

Pada tabel dan gambar hasil simulasi di tiga waktu tanggal 21 Maret 2016 dapat disimpulkan pencahayaan pada area praktek (kotak biru) sudah memenuhi standar pencahayaan yaitu 200-350 lux pada pukul 09.00 dan 12.00 WIB. Pada pukul 15.00 menunjukkan bahwa tingkat pencahayaan ruang hampir memenuhi standar namun area diskusi (kotak merah) masih di bawah 200 lux. Pada area privat dan gudang tetap terhitung di simulasi dan menunjukkan hasil pencahayaan yang sangat rendah.

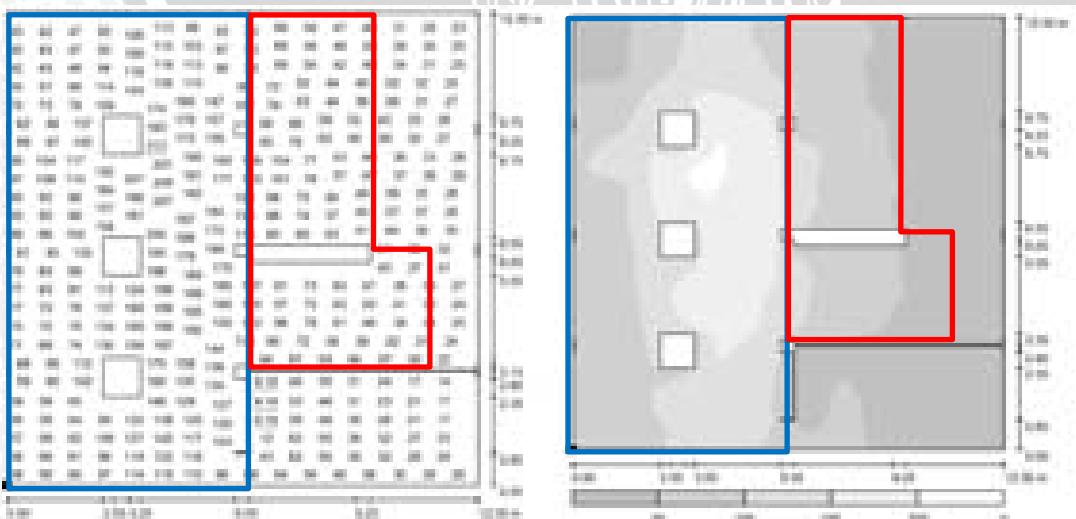
- b. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang Laboratorium Motor Bakar pada tanggal 22 Juni 2016



Gambar 4.22 Hasil simulasi pukul 09.00 WIB



Gambar 4.23 Hasil simulasi pukul 12.00 WIB



Gambar 4.24 Hasil simulasi pukul 15.00 WIB

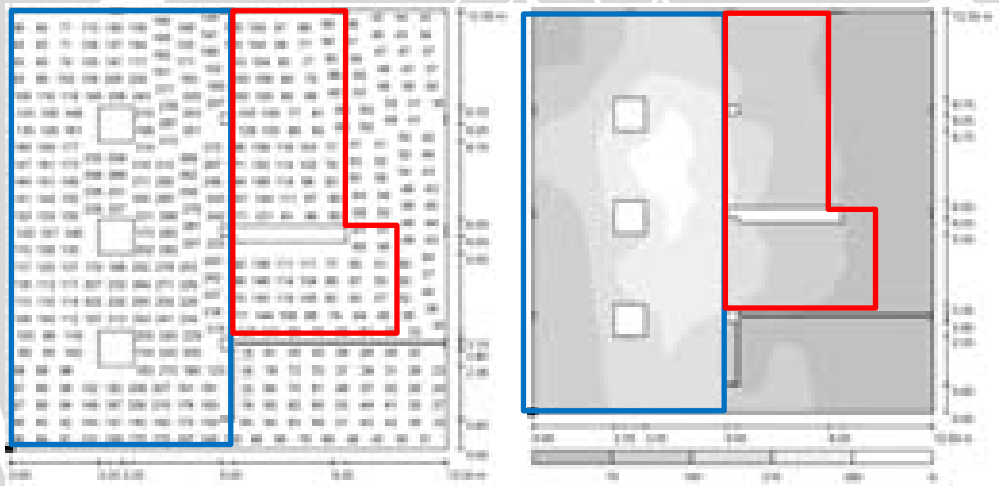


Tabel 4.9 Hasil Simulasi Tanggal 22 Juni 2016 Laboratorium Motor Bakar

09.00 WIB		12.00 WIB		15.00 WIB	
$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)
107	0,75	136	0,75	82	0,75

Pada tabel dan gambar hasil simulasi di tiga waktu tanggal 22 Juni 2016 dapat disimpulkan pencahayaan pada area praktek (kotak biru) sudah memenuhi standar pencahayaan yaitu 200-350 lux pada pukul 12.00 WIB. Pada pukul 09.00 dan 15.00 menunjukkan bahwa tingkat pencahayaan ruang lebih gelap dari standar terutama area diskusi (kotak merah) masih di bawah 150 lux. Pada area privat dan gudang tetap terhitung di simulasi dan menunjukkan hasil pencahayaan yang sangat rendah.

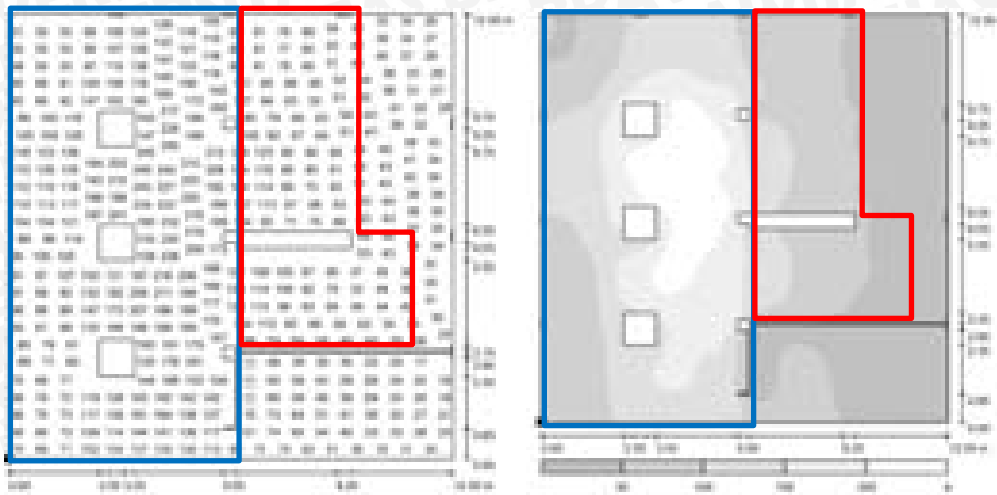
- c. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang Laboratorium Motor Bakar pada tanggal 22 Desember 2016



Gambar 4.25 Hasil simulasi pukul 09.00 WIB



Gambar 4.26 Hasil simulasi pukul 12.00 WIB



Gambar 4.27 Hasil simulasi pukul 15.00 WIB

Tabel 4.10 Hasil Simulasi Tanggal 22 Desember 2016 Laboratorium Motor Bakar

09.00 WIB		12.00 WIB		15.00 WIB	
$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)
124	0,75	152	0,75	97	0,75

Pada tabel dan gambar hasil simulasi di tiga waktu tanggal 22 Juni 2016 dapat disimpulkan pencahayaan pada area praktek (kotak biru) sudah memenuhi standar pencahayaan yaitu 200-350 lux pada pukul 12.00 WIB. Pada pukul 09.00 dan 15.00 menunjukkan bahwa tingkat pencahayaan ruang lebih gelap dari standar terutama area diskusi (kotak merah) masih di bawah 125 lux. Pada area privat dan gudang tetap terhitung di simulasi dan menunjukkan hasil pencahayaan yang sangat rendah.

#### 4.3.5 Kesimpulan

Berdasarkan analisis visual, ruang laboratorium motor bakar memiliki jendela dengan dua tipe yaitu hidup (*awning*) dan mati. Penggunaan jendela hidup difungsikan sebagai keamanan ruang karena adanya kegiatan praktikum yang menggunakan mesin dan menghasilkan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) sehingga ruang harus memiliki bukaan atau berhubungan langsung dengan lingkungan luar. Jendela mati difungsikan sebagai media masuknya pencahayaan alami yang memang dibutuhkan saat praktek berlangsung. Jarak jendela yang tinggi diharapkan dapat memberikan pencahayaan merata pada ruang namun dengan adanya pembangunan ruang baru di atas laboratorium menyebabkan pencahayaan yang masuk terhalang oleh tembok ruang atas yang menonjol dan menutupi setengah dari ruangan. Hal ini berpengaruh pada pencahayaan ruang dan



menyebabkan cahaya tidak sampai secara maksimal ke ruang laboratorium bagian timur.

Penggunaan *shading devices hybrid* menunjukkan bahwa ruang memang didesain menggunakan pencahayaan alami, namun dengan adanya perubahan tata lanskap sekitar bangunan menyebabkan pencahayaan alami tidak sampai kedalam ruang secara maksimal dan ruangan menjadi gelap.

Berdasarkan hasil pengukuran dan simulasi, pencahayaan ruang laboratorium berada dalam kategori gelap. Standar pencahayaan pada ruang bengkel jika dilihat dari jenis ruangnya yaitu bengkel besi pada bangunan sekolah, dengan standar Titik Ukur Utama (TUU) minimal 320 lux, sedangkan untuk Titik Ukur Samping (TUS) minimal 256 lux. Hasil simulasi ruang laboratorium motor bakar menunjukkan terang alami di dekat bukaan lebih rendah dibandingkan dengan tengah ruang. Hal ini dikarenakan ketinggian bukaan yang menyebabkan terang alami lebih merata di tengah ruang. TUU simulasi 21 Maret 2016 pukul 09.00 WIB sebesar 276 lux, sedangkan TUS1 174 lux, dan TUS2 174 lux.

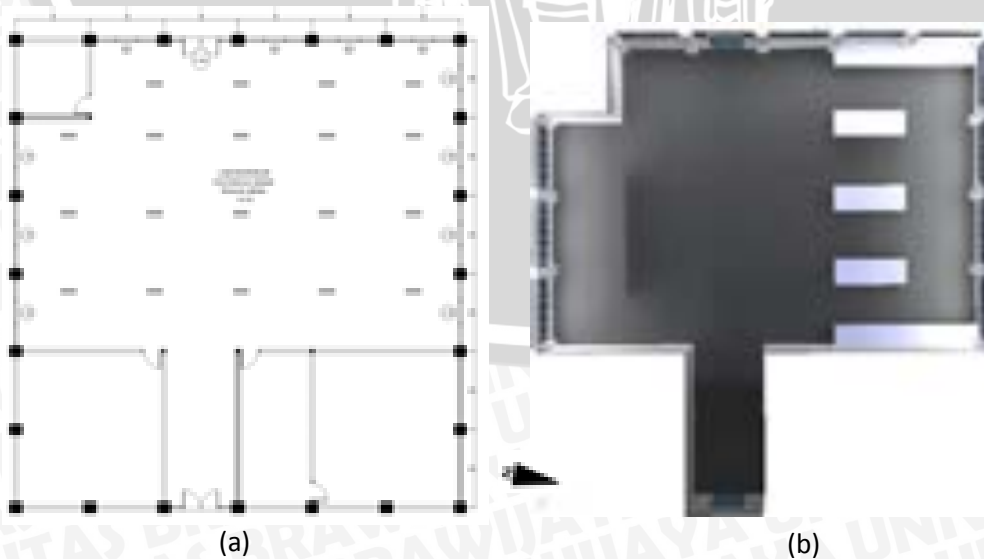
Salah satu penyebab ruangan masuk kedalam kategori gelap karena pepohonan disekitar yang terlampau besar, sehingga menutupi cahaya dan ditambah dengan *shading devices hybrid* yang menghalau sinar matahari langsung dari arah vertikal dan horizontal. Kaca jendela yang berdebu tebal juga salah satu faktor berkurangnya terang langit yang masuk kedalam ruang. Bukaan paling banyak berada di sisi barat ruang, sehingga ketika pagi hari tidak ada cahaya langsung masuk kedalam ruang. Beberapa hal ini menyebabkan cahaya matahari terbayangi, meminimalisir terang langit yang masuk dan menyebabkan pencahayaan dalam ruang menjadi gelap. Berdasarkan analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa ruang laboratorium motor bakar termasuk dalam kategori gelap dan membutuhkan rekomendasi desain untuk mencapai pencahayaan alami yang maksimal.

#### 4.4. Laboratorium Fenomena Dasar Mesin Teknik Mesin

##### 4.4.1 Analisis Visual

Ruang Laboratorium Fenomena Dasar Mesin berada pada lantai 2 Gedung Mesin II dengan orientasi menghadap sisi barat. Pada ruang laboratorium terdapat bukaan berupa jendela di sisi utara dan selatan ruang, sedangkan *bouvenleigh* berada di sisi barat dan pintu berada pada sisi timur ruang. Ruang berbentuk persegi dengan panjang dan lebar 18 meter, tinggi ruang 3,2 meter. Ruang laboratorium ini dibagi menjadi beberapa zona, yaitu ruang dosen, ruang laboran, ruang asisten laboratorium, dan ruang praktikum. Luas ruang yang mewadahi kegiatan praktikum dan asistensi 56% dari total luas ruang laboratorium. Kegiatan praktikum dan asistensi dilakukan mulai pukul 09.00-18.00 WIB.

Gambar 4.28 merupakan visualisasi ruang Laboratorium Fenomena Dasar Teknik Mesin. Luas bukaan jendela pada ruang mencapai 42% ( $54/129,6$ ) dari luas dinding. Bukaan berupa jendela terdiri dari dua jenis yaitu jendela mati dan hidup dengan orientasi ke sisi selatan dan utara bangunan. Sedangkan di sisi timur ruang terdapat bukaan berupa *bouvenleigh*. Setiap unit jendela memiliki lebar 1 meter dan tinggi 1.8 meter. Bukaan jendela merupakan jendela jenis geser (*horizontally sliding*) dibagian kanan dan kiri. Jendela dapat bergeser ke arah tengah yang merupakan jendela mati. Bukaan pencahayaan berupa jendela dengan ketinggian 0.8 meter dari lantai. Jendela menggunakan kusen alumunium dengan ketebalan kaca 6 mm berwarna gelap serta menggunakan teralis besi di sisi dalam ruang.







(c)

Gambar 4.28 Visualisasi ruang Laboratorium Fenomena Dasar Mesin, Teknik Mesin

- (a) Denah Ruang
- (b) 3D atas ruang
- (c) 3D samping ruang

Ruang ini memiliki *shading device* atau pembayang sinar matahari yang merupakan kombinasi antara tipe vertikal dan horizontal. Peletakkannya berdasarkan pembagian kolom. Menggunakan material beton dengan ketebalan 0,1 meter.



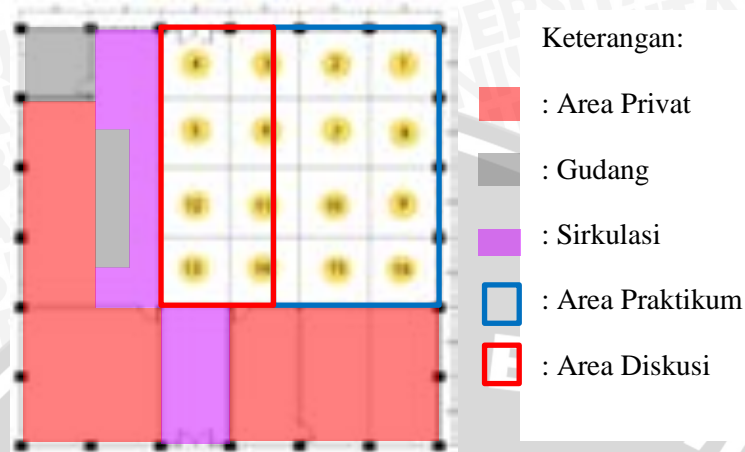
Gambar 4.29 Laboratorium Fenomena Dasar Mesin, Teknik Mesin

Alat-alat yang ada di dalam laboratorium fenomena dasar mesin berupa alat yang diamati, papan tulis, meja, dan kursi. Bidang kerja berupa meja dan alat. Penataan perabotnya dibagi dengan area ruang praktek, area menulis serta asistensi di sisi selatan, sedangkan ruang asisten berada di sisi utara ruang. Pengguna ruang merupakan mahasiswa, dosen, laboran, dan asisten laboratorium.

#### 4.4.2 Analisis Pengukuran

Laboratorium Fenomena Dasar Mesin memiliki luas  $324 \text{ m}^2$  dengan kedalaman cahaya 6 meter. Berdasarkan SNI 16-7062-2004, penentuan titik ukur pada ruang dengan luas lebih dari 100 meter persegi ditentukan bahwa setiap titik berjarak 6 m. Namun terdapat area privat dan gudang yang tidak dapat dicapai ketika pengukuran berlangsung sehingga luas ruangan yang diukur sebesar  $144 \text{ m}^2$ . Jika menggunakan titik yang berjarak 6 meter, dikhawatirkan tidak sesuai dengan kebutuhan pengukuran karena

pengambilan titik terlampaui sedikit, sehingga dipakai standar 10-100 meter dengan jarak setiap titik ukur 3 meter. Dari pembagian tersebut, ruang laboratorium fenomena dasar mesin menggunakan 16 titik ukur.



Gambar 4.30 Titik ukur pencahayaan Laboratorium Fenomena Dasar Mesin, Teknik Mesin

Tabel 4.11 Hasil Pengukuran Pencahayaan Alami Laboratorium Fenomena Dasar Mesin

Titik ukur	Hasil (lx)	Luar (klx)	Titik ukur	Hasil (lx)	Luar (klx)	Titik ukur	Hasil (lx)	Luar (klx)	Titik ukur	Hasil (lx)	Luar (klx)
1	125,4	41,02	5	82,6	40,94	9	-	-	13	37,8	40,42
2	-	-	6	80,2	41	10	72,2	41,06	14	51,8	40,48
3	104,8	41,08	7	86,8	41,08	11	49,8	40,82	15	45,8	40,56
4	165,6	40,94	8	89,6	41,06	12	50,4	40,52	16	-	-

Pengukuran menggunakan alat dilakukan pada satu waktu yaitu hari Selasa, 5 Juli 2016 pukul 08.42-08.54 WIB dengan keadaan langit cerah berawan. Pengukuran dilakukan dengan meletakkan Luxmeter sejajar dengan bidang kerja atau pada ketinggian 0,75 meter dan posisi alat horizontal menghadap ke atas. Pengukuran ini sebagai acuan validasi antara simulasi menggunakan software dan pengukuran langsung. Pengukuran dilakukan pada satu waktu terkait dengan upaya mendapatkan rata-rata pencahayaan dalam dan luar ruang. Terdapat 3 titik yang diragukan keakuratannya karena pergerakan awan yang cepat, sehingga dihapuskan yaitu titik ukur 2, 9, dan 16.

#### 4.4.3 Validasi

Validasi ruang Fenomena Dasar Mesin dilakukan sebelum melakukan analisis menggunakan *software* untuk mengetahui kesesuaian antara kondisi eksisting lapangan dan software. Simulasi menggunakan software dilakukan dengan melakukan pengukuran



kondisi eksisting untuk membandingkan tingkat pencahayaan dari keduanya pada waktu yang sama dengan pengukuran langsung yaitu tanggal 5 Juli 2016 pukul 08.42 WIB. Dari rumus perbandingan didapatkan *relative error* yang harus kurang dari 20% untuk membuktikan keakuratan software yang dipakai.

Tabel 4.12 Perbandingan Pengukuran Lapangan dan Simulasi Laboratorium Fenomena Dasar Mesin

Titik ukur	Daylight Indoor (lux)	Simulasi (lux)	Relative Error
TU 1	125,4	136	8%
TU 2	-	-	-
TU 3	104,8	65	38%
TU 4	165,6	189	12%
TU 5	82,6	83	0%
TU 6	80,2	80	0%
TU 7	86,8	110	21%
TU 8	89,6	157	43%
TU 9	-	-	-
TU 10	72,2	77	6%
TU 11	49,8	53	6%
TU 12	50,4	49	3%
TU 13	37,8	39	3%
TU 14	51,8	42	19%
TU 15	45,8	63	27%
TU 16	-	-	-
$\Sigma$ Relative Error			14%

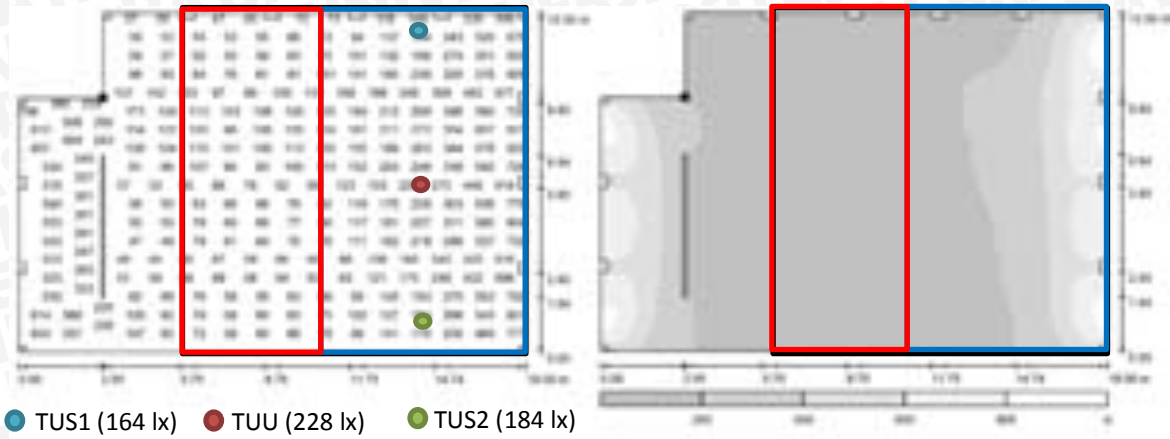
Setelah perbandingan dua macam pengukuran, didapatkan validasi dari keduanya 14%, hal ini masih dikategorikan dalam batas toleransi karena tidak melebihi 20%. Simulasi menggunakan Dialux 4.12 dapat dilanjutkan untuk mengetahui kondisi pada waktu-waktu yang telah ditentukan pada bab sebelumnya.

#### 4.4.4 Analisis Simulasi

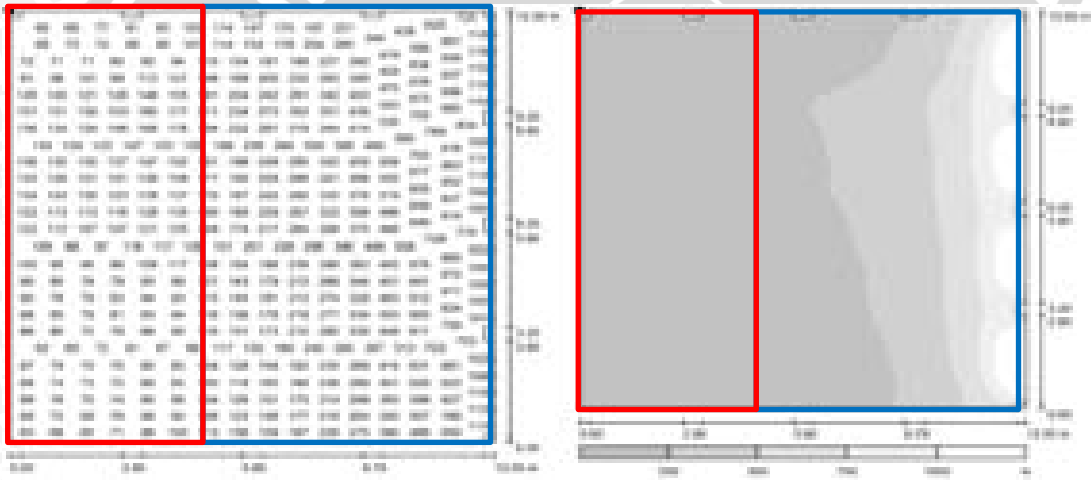
Simulasi menggunakan software dilakukan dengan melakukan pengukuran kondisi eksisting untuk membandingkan DF dari keduanya dan mendapatkan validasi untuk membuktikan keakuratan software yang dipakai. Simulasi dengan software DiaLux 4.12 dilakukan pada tiga hari yaitu tanggal 21 Maret, 22 Juni, dan 22 Desember. Waktu simulasi dipilih pada pukul 09.00, 12.00, dan 15.00 menyesuaikan jadwal pemakaian ruang laboratorium. *Calculation surface* berada pada ketinggian 0,75 meter dari lantai.



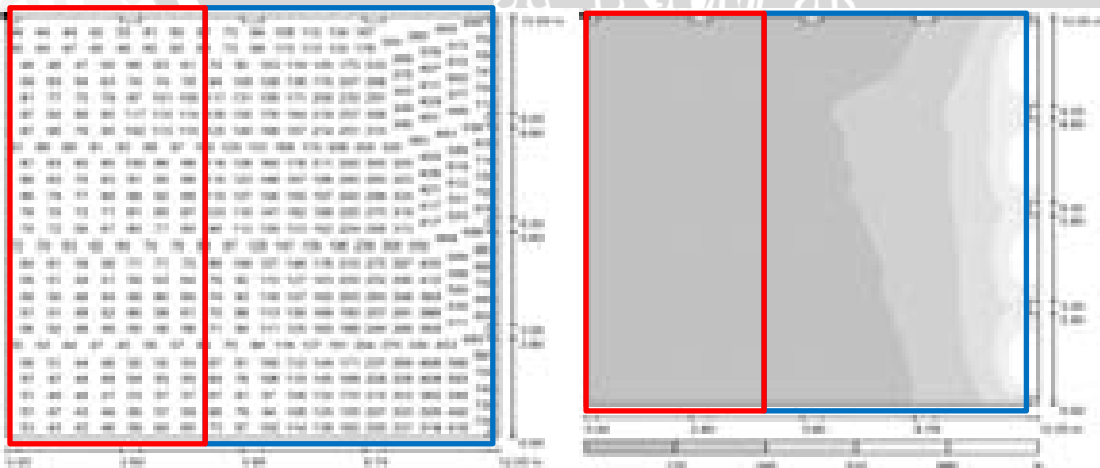
- a. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang Laboratorium Fenomena Dasar Mesin pada tanggal 21 Maret 2016



Gambar 4.31 Hasil simulasi pukul 09.00 WIB



Gambar 4.32 Hasil simulasi pukul 12.00 WIB



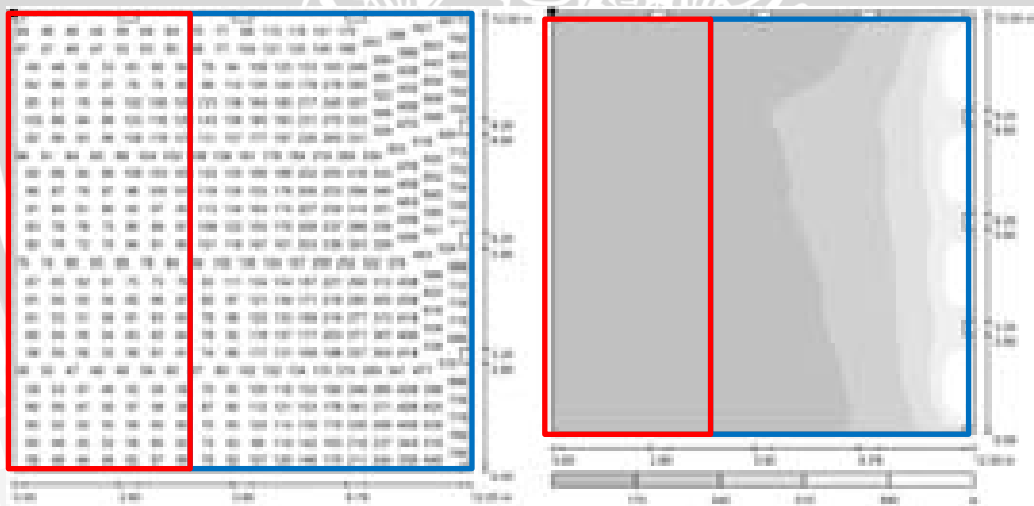
Gambar 4.33 Hasil simulasi pukul 15.00 WIB

Tabel 4.13 Hasil Simulasi Tanggal 21 Maret 2016 Laboratorium Fenomena Dasar Mesin

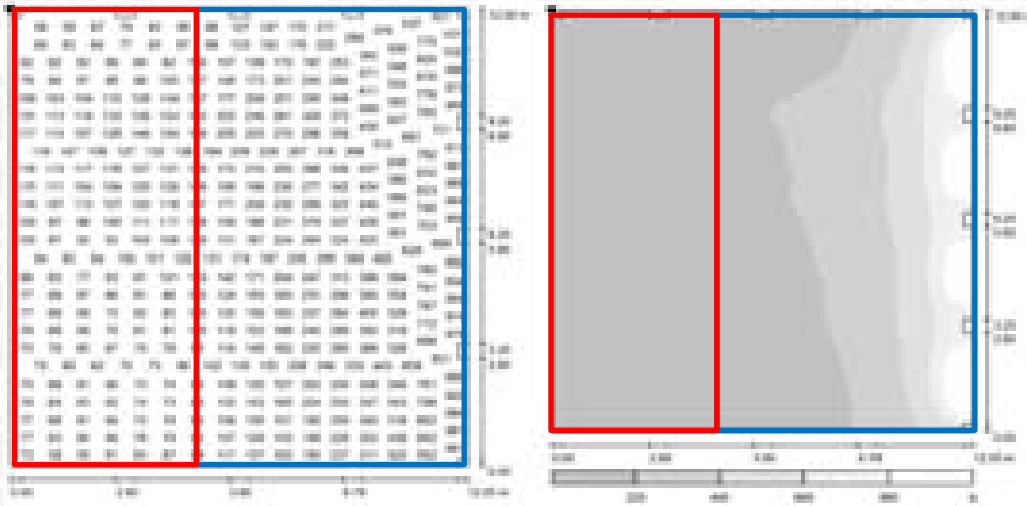
09.00 WIB		12.00 WIB		15.00 WIB	
$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)
232	1,59	297	1,59	191	1,59

Area yang dihitung tingkat pencahayaannya pada ruang ini hanya area praktek dan sirkulasi yang ditandai dengan garis merah gambar 4.30. Pada tabel dan gambar hasil simulasi di tiga waktu tanggal 21 Maret 2016 dapat disimpulkan pencahayaan pada area praktek sudah memenuhi standar pencahayaan yaitu 200-350 lux pada pukul 12.00 WIB. Pada pukul 09.00 dan 15.00 menunjukkan bahwa tingkat pencahayaan ruang tidak merata dan area diskusi (kotak merah) yang jauh dari lubang cahaya masih di bawah 200 lux. Namun pencahayaan di area praktek (kotak biru) yang berdekatan dengan bukaan sangat tinggi dan silau. Pada area sirkulasi tetap terhitung di simulasi dan menunjukkan hasil pencahayaan yang memenuhi standar yaitu minimal 50 lux.

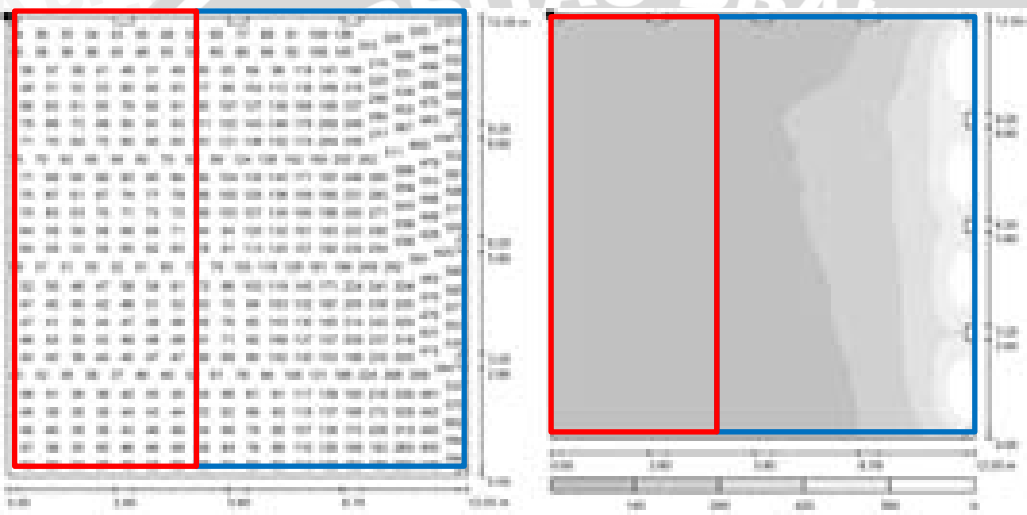
- b. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang Laboratorium Fenomena Dasar Mesin pada tanggal 22 Juni 2016



Gambar 4.34 Hasil simulasi pukul 09.00 WIB



Gambar 4.35 Hasil simulasi pukul 12.00 WIB



Gambar 4.36 Hasil simulasi pukul 15.00 WIB

Tabel 4.14 Hasil Simulasi Tanggal 22 Juni 2016 Laboratorium Fenomena Dasar Mesin

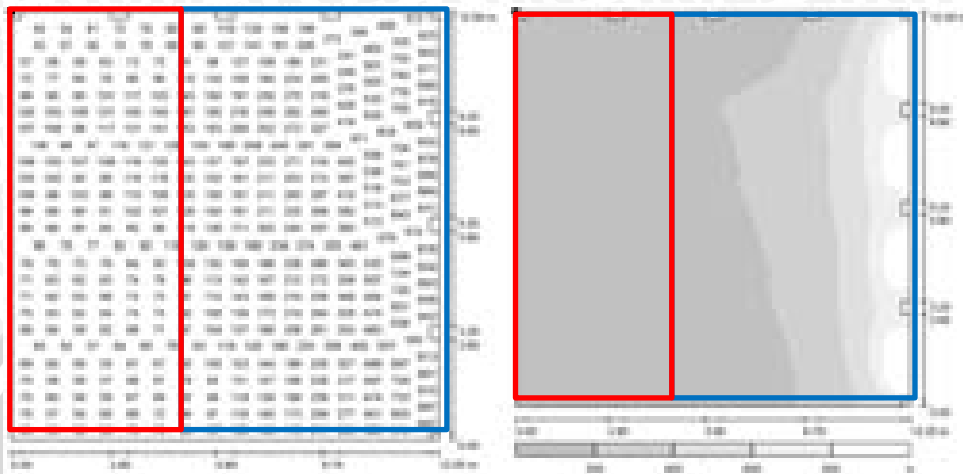
09.00 WIB		12.00 WIB		15.00 WIB	
$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)
201	1,59	257	1,59	155	1,59

Area yang dihitung tingkat pencahayaannya pada ruang ini hanya area praktek dan sirkulasi yang ditandai dengan garis merah gambar 4.30. Pada tabel dan gambar hasil simulasi di tiga waktu tanggal 22 Juni 2016 dapat disimpulkan pencahayaan pada area praktek sudah memenuhi standar pencahayaan yaitu 200-350 lux pada pukul 12.00 WIB. Pada pukul 09.00 dan 15.00 menunjukkan bahwa tingkat pencahayaan ruang tidak merata dan area diskusi (kotak merah) yang jauh dari lubang cahaya masih di bawah 200 lux, namun pencahayaan di area praktek (kotak biru) yang berdekatan dengan

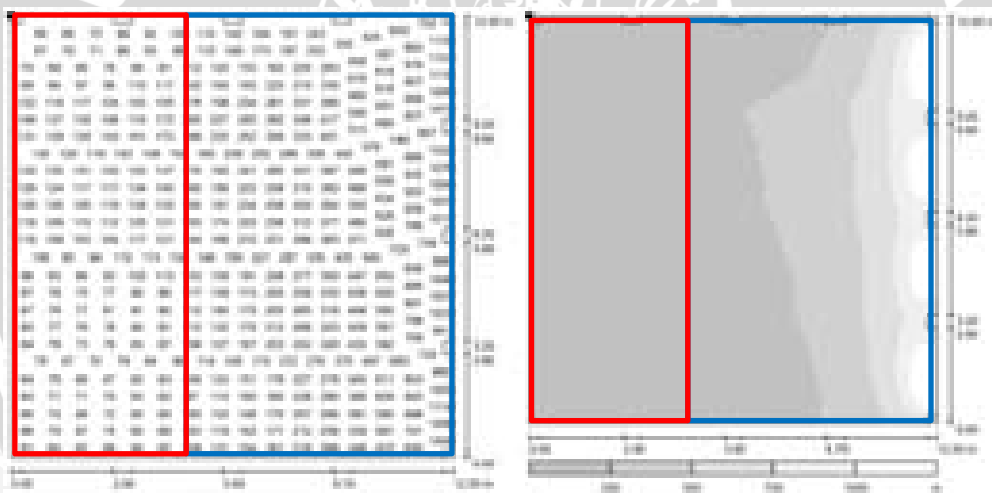


bukaan sangat tinggi dan silau. Pada area sirkulasi tetap terhitung di simulasi dan menunjukkan hasil pencahayaan yang memenuhi standar yaitu minimal 50 lux.

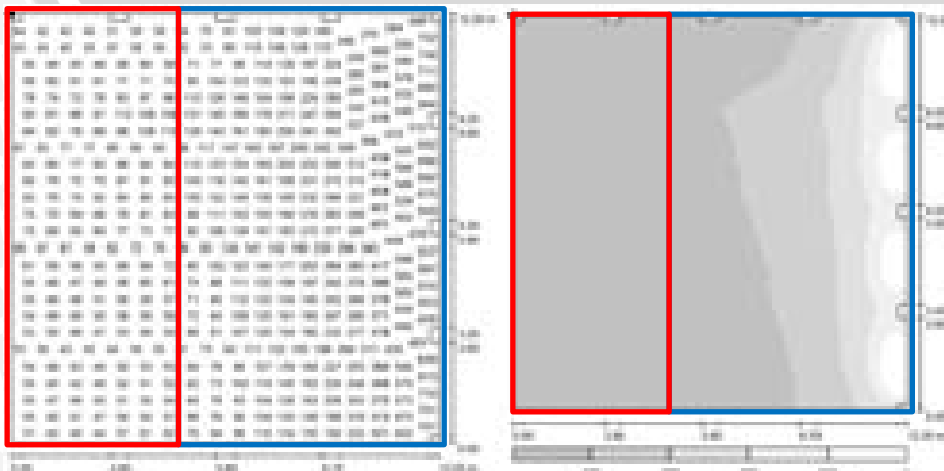
- c. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang Laboratorium Fenomena Dasar Mesin pada tanggal 22 Desember 2016



Gambar 4.37 Hasil simulasi pukul 09.00 WIB



Gambar 4.38 Hasil simulasi pukul 12.00 WIB



Gambar 4.39 Hasil simulasi pukul 15.00 WIB

Tabel 4.15 Hasil Simulasi Tanggal 22 Desember 2016 Laboratorium Fenomena Dasar Mesin

09.00 WIB		12.00 WIB		15.00 WIB	
$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)
235	1,59	288	1,59	183	1,59

Area yang dihitung tingkat pencahayaannya pada ruang ini hanya area praktek dan sirkulasi yang ditandai dengan garis merah gambar 4.30. Pada tabel dan gambar hasil simulasi di tiga waktu tanggal 22 Juni 2016 dapat disimpulkan pencahayaan pada area praktek sudah memenuhi standar pencahayaan yaitu 200-350 lux pada pukul 12.00 WIB. Pada pukul 09.00 dan 15.00 menunjukkan bahwa tingkat pencahayaan ruang tidak merata dan area diskusi (kotak merah) yang jauh dari lubang cahaya masih di bawah 200 lux, namun pencahayaan di area praktek (kotak biru) yang berdekatan dengan bukaan sangat tinggi dan silau. Pada area sirkulasi tetap terhitung di simulasi dan menunjukkan hasil pencahayaan yang memenuhi standar yaitu minimal 50 lux.

#### 4.4.5 Kesimpulan

Berdasarkan analisis visual, ruang laboratorium fenomena dasar mesin memiliki jendela dengan dua tipe yaitu hidup (geser) dan mati. Penggunaan jendela hidup difungsikan sebagai penghubung dalam dan luar ruang dikarenakan warna kaca yang gelap. Jendela mati difungsikan selain sebagai media masuknya pencahayaan alami yang memang dibutuhkan saat praktek berlangsung juga untuk berhentinya jendela geser dari kanan dan kirinya. Jarak jendela dari lantai yang sama dengan bidang kerja diharapkan dapat memberikan pencahayaan yang tinggi di dalam ruang namun yang terjadi adalah perbedaan tingkat penerangan antara bagian dekat bukaan dan tengah ruang. Hal ini berpengaruh pada pencahayaan ruang dan menyebabkan cahaya berlebih didekat bukaan namun tidak sampai secara maksimal ke ruang laboratorium bagian tengah.

Penggunaan *shading devices hybrid* menunjukkan bahwa ruang memang didesain menggunakan pencahayaan alami, namun *shading* hanya menghalau cahaya langsung dan mengurangi terang langit. Permasalahan utama pada ruangan ini adalah pencahayaan yang tidak merata, sehingga kebutuhan ruangan tidak hanya *shading devices*.

Berdasarkan hasil simulasi, pencahayaan ruang laboratorium berada dalam kategori terang tak merata. Standar pencahayaan pada ruang laboratorium jika dilihat dari jenis

ruangnya yaitu laboratorium bengkel pada bangunan sekolah, dengan pencahayaan untuk Titik Ukur Utama (TUU) minimal 300 lux, sedangkan untuk Titik Ukur Samping (TUS) minimal 240 lux. Hasil simulasi ruang laboratorium fenomena dasar mesin menunjukkan terang alami di dekat bukaan sangat tinggi dibandingkan dengan tengah ruang. TUU simulasi tanggal 21 Maret 2016 pukul 09.00 WIB sebesar 228 lux, sedangkan TUS1 164 lux dan TUS2 184 lux.

Penyebab ruangan masuk kedalam kategori terang tak merata karena jendela yang setinggi bidang kerja sehingga kurang mampu menyebarkan terang alami ke seluruh ruang. Kaca jendela yang dilapisi lapisan gelap dan penggunaan *shading devices hybrid* merupakan usaha untuk mengurangi terang langit yang masuk kedalam ruang namun mengakibatkan ruang bagian tengah mengalami penurunan intensitas cahaya. Bukaan paling banyak berada di sisi utara dan selatan ruang, sehingga terang langit saat pagi dan sore hari dapat masuk kedalam ruang.

Beberapa hal ini menyebabkan terang langit dalam ruang tidak merata dan menyebabkan pencahayaan dalam ruang menjadi kontras antara bagian dekat jendela dan tengah ruang. Berdasarkan analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa ruang laboratorium fenomena dasar mesin membutuhkan rekomendasi desain untuk mencapai pencahayaan alami yang merata terutama di area praktikum.

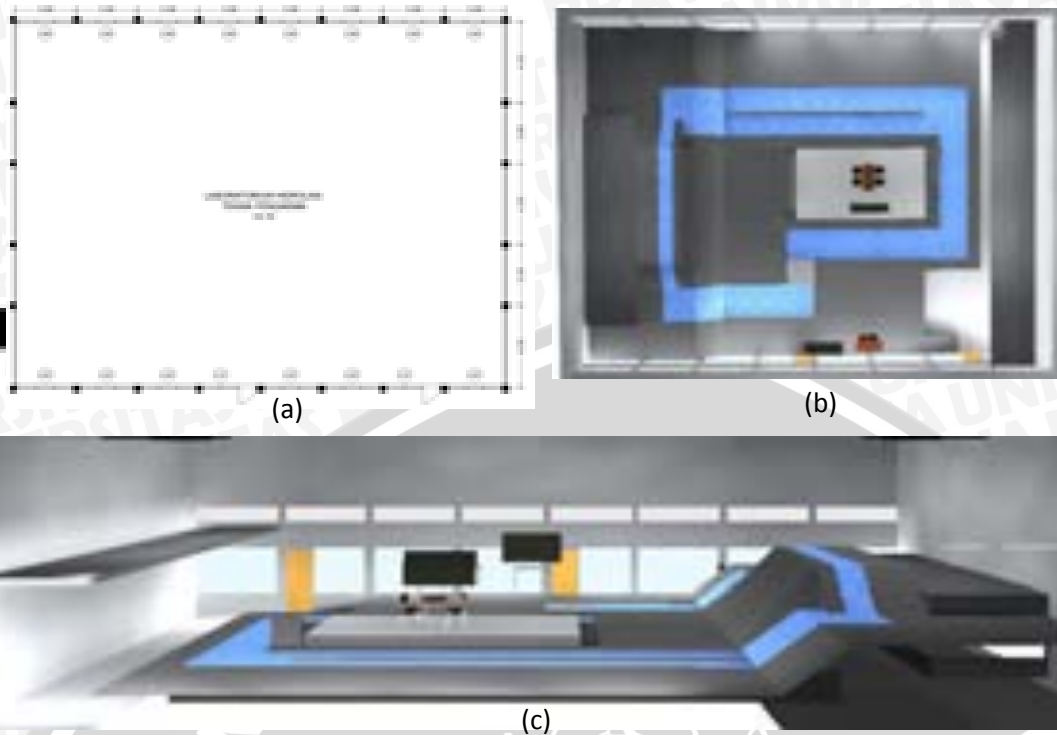
#### **4.5. Laboratorium Hidrolika Terapan Teknik Pengairan**

##### **4.5.1 Analisis Visual**

Ruang Laboratorium Hidrolika berada pada lantai 1 Gedung Laboratorium Pengairan dengan orientasi menghadap utara. Pada ruang laboratorium terdapat bukaan berupa jendela di sisi utara dan selatan ruang. Ruang berbentuk persegi panjang dengan panjang 24 meter dan lebar 18 meter, tinggi ruang 7 meter. Ruang laboratorium ini dibagi menjadi beberapa zona, yaitu ruang dosen dilantai atas, ruang laboran di lantai bawah, area kerja, area menulis & diskusi, dan gudang. Kegiatan praktikum dilakukan selama sehari penuh sedangkan kegiatan asistensi dilakukan pukul 07.30-16.00 WIB.

Gambar 4.40 merupakan visualisasi ruang Laboratorium Hidrolika Terapan Teknik Pengairan. Luas bukaan jendela pada ruang mencapai 43,7% (43,68/100) dari luas dinding. Bukaan berupa jendela terdiri dari dua jenis yaitu jendela mati dan hidup dengan orientasi ke sisi barat dan timur ruang.





Gambar 4.40 Visualisasi ruang Laboratorium Hidrolika Terapan, Teknik Pengairan  
 (a) Denah Ruang  
 (b) 3D atas ruang  
 (c) 3D samping ruang

Setiap unit jendela memiliki lebar 0,7 meter dan tinggi 2 meter. Bukaannya merupakan jendela jenis *awning* yang membuka keluar dengan posisi engsel di sisi sisi (*casement side-hung*). Jendela tengah merupakan jendela mati. Bukaannya berupa jendela dengan ketinggian 0,75 meter dari lantai. Jendela menggunakan kusen kayu dan kaca dengan ketebalan 6 mm dan menggunakan teralis besi di sisi dalam ruang. Selain jendela terdapat *bouverleigh* dengan lebar 60 cm dan panjang 0,7 meter.

Ruangan menggunakan *top lighting* berupa *skylight* dikarenakan ruangan memang didesain untuk menggunakan pencahayaan alami. *Skylight* menjadi sumber cahaya tambahan dalam ruang karena posisi jendela kurang mendukung area kerja yang ada. Ruang ini memiliki *shading device* atau pembayang sinar matahari tipe horizontal *shading device* berbentuk *sosoran* dengan panjang 2 meter. Menggunakan material atap dengan rangka kayu. Sisi selatan berbatasan dengan gedung utama jurusan pengairan, sedangkan di utara berbatasan dengan gedung arsitektur dan gedung dekanat.

Gambar 4.41 merupakan laboratorium Hidrolika Terapan. Alat-alat yang ada di dalam laboratorium struktur berupa alat dan bahan yang digunakan dan diamati, papan tulis, meja, dan kursi. Bidang kerja berupa alat dan bahan. Penataan perabotnya dibagi dengan area ruang praktikum, ruang asisten, laboran, dan dosen. Ruang dosen

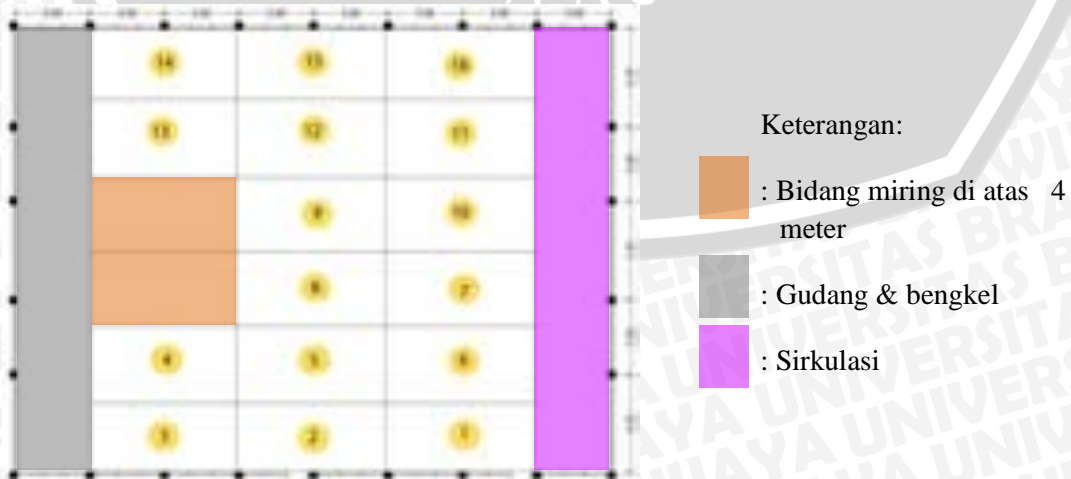
digunakan juga untuk kegiatan asistensi. Pengguna ruang merupakan mahasiswa, dosen, laboran, dan asisten laboratorium.



Gambar 4.41 Laboratorium Hidrolika Terapan, Teknik Pengairan

#### 4.5.2 Analisis Pengukuran

Laboratorium hidrolika terapan memiliki luas 432 m<sup>2</sup> dengan kedalaman cahaya 6 meter. Berdasarkan SNI 16-7062-2004, penentuan titik ukur pada ruang dengan luas lebih dari 100 meter persegi ditentukan bahwa setiap titik berjarak 6 m. Namun terdapat area privat dan gudang yang tidak dapat dicapai ketika pengukuran berlangsung sehingga luas ruangan yang diukur sebesar 270 m<sup>2</sup>. Jika menggunakan titik yang berjarak 6 meter, maka pengambilan titik terlampaui sedikit dan dikhawatirkan tidak sesuai dengan kebutuhan pengukuran sehingga setiap titik ukur memiliki jarak panjang 6 meter dan lebar 3 meter. Dari pembagian tersebut, ruang laboratorium hidrolika terapan menggunakan 16 titik ukur.



Gambar 4.42 Titik ukur pencahayaan Laboratorium Hidrolika Terapan, Teknik Pengairan



Tabel 4.16 Hasil Pengukuran Pencahayaan Alami Laboratorium Hidrolika Terapan

Titik ukur	Hasil (lx)	Luar (klx)	Titik ukur	Hasil (lx)	Luar (klx)	Titik ukur	Hasil (lx)	Luar (klx)	Titik ukur	Hasil (lx)	Luar (klx)
1	100,9	34,2	5	154,2	34,3	9	102,3	33,7	13	123,8	39,4
2	119,4	34,1	6	232,5	34	10	111,9	36,6	14	137,9	35,6
3	252,2	33,6	7	168,1	36,4	11	145,5	35	15	224,2	35,1
4	282,6	35,8	8	150,9	33,4	12	109,5	36,5	16	111,8	38,8

Pengukuran menggunakan alat dilakukan pada satu waktu yaitu hari Selasa, 5 Juli 2016 pukul 10.54-11.10 WIB dengan kondisi langit cerah agak berawan. Pengukuran dilakukan dengan meletakkan Luxmeter sejajar dengan bidang kerja atau pada ketinggian 0,75 meter dari pijakan dan posisi alat horizontal menghadap ke atas. Posisi titik berada pada ketinggian yang berbeda-beda karena kondisi eksisting ruang yang menjadi simulasi kontur sungai untuk desain bendungan. Pengukuran ini sebagai acuan validasi antara simulasi menggunakan software dan pengukuran langsung. Pengukuran dilakukan pada satu waktu terkait dengan upaya mendapatkan rata-rata pencahayaan dalam dan luar ruang. Simulasi menggunakan software dilakukan dengan melakukan pengukuran kondisi eksisting untuk membandingkan pecahayaannya dari keduanya dan mendapatkan validasi untuk membuktikan keakuratan software yang dipakai.

#### 4.5.3 Validasi

Validasi ruang Hidrolika Terapan dilakukan sebelum melakukan analisis menggunakan *software* untuk mengetahui kesesuaian antara kondisi eksisting lapangan dan software. Simulasi menggunakan software dilakukan dengan melakukan pengukuran kondisi eksisting untuk membandingkan tingkat pencahayaan dari keduanya pada waktu yang sama dengan pengukuran langsung yaitu tanggal 5 Juli 2016 pukul 08.42 WIB. Dari rumus perbandingan didapatkan *relative error* yang harus kurang dari 20% untuk membuktikan keakuratan software yang dipakai.

Tabel 4.17 Perbandingan Pengukuran Lapangan dan Simulasi Laboratorium Hidrolika Terapan

Titik ukur	Daylight Indoor (lux)	Simulasi (lux)	Relative Error
TU 1	100,9	126	20%
TU 2	119,4	147	19%
TU 3	252,2	277	9%
TU 4	282,6	283	0%
TU 5	154,2	178	13%
TU 6	232,5	161	31%



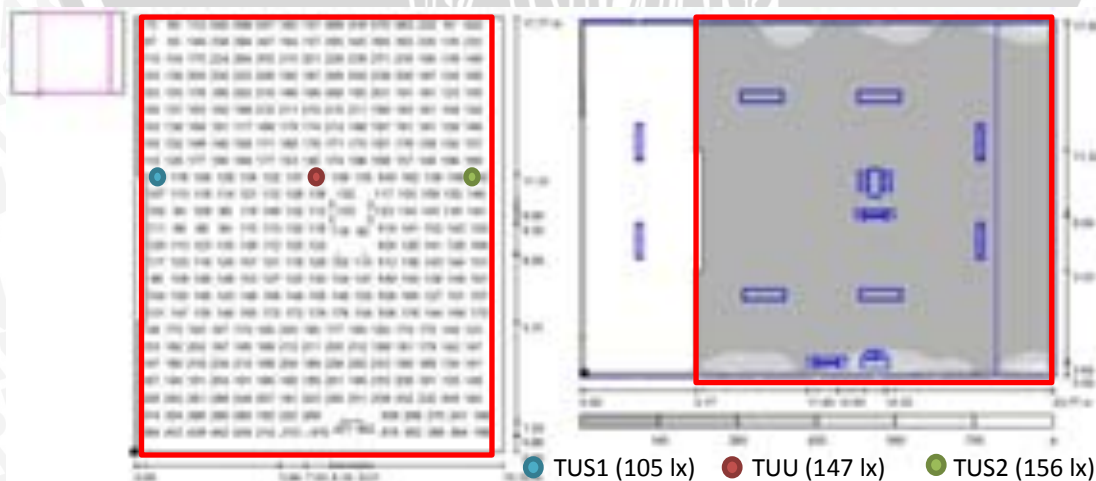
Titik ukur	Daylight Indoor (lux)	Simulasi (lux)	Relative Error
TU 7	168,1	154	8%
TU 8	150,9	161	6%
TU 9	102,3	146	30%
TU 10	111,9	134	16%
TU 11	145,5	124	15%
TU 12	109,5	160	32%
TU 13	123,8	150	17%
TU 14	137,9	136	1%
TU 15	224,2	225	0%
TU 16	111,8	174	36%
$\Sigma$ Relative Error			16%

Setelah perbandingan dua macam pengukuran, didapatkan validasi dari keduanya 16%, hal ini masih dikategorikan dalam batas toleransi karena tidak melebihi 20%. Simulasi menggunakan Dialux 4.12 dapat dilanjutkan untuk mengetahui kondisi pada waktu-waktu yang telah ditentukan pada bab sebelumnya.

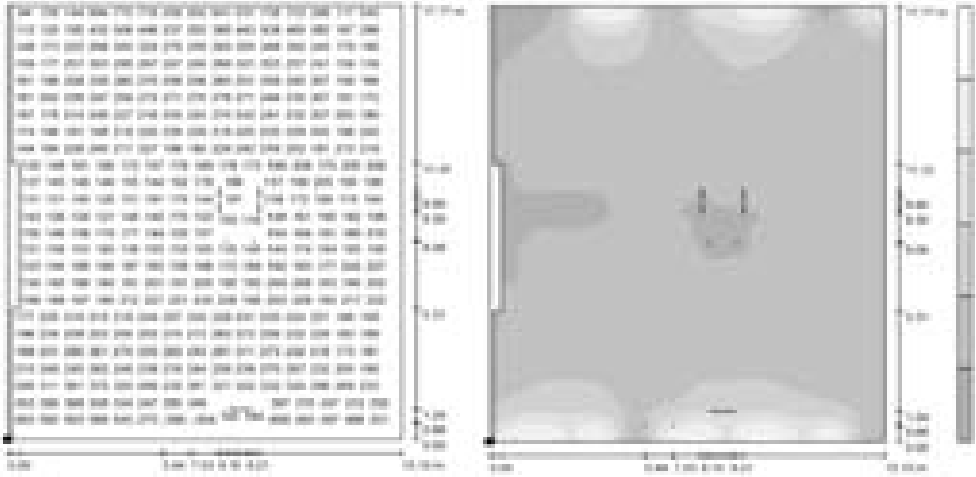
#### 4.5.4 Analisis Simulasi

Simulasi dengan software DiaLux 4.12 dilakukan pada tiga hari yaitu tanggal 21 Maret, 22 Juni, dan 22 Desember. Waktu simulasi dipilih pada pukul 09.00, 12.00, dan 15.00 menyesuaikan jadwal pemakaian ruang laboratorium. *Calculation surface* berada pada ketinggian 1,75 meter dari lantai paling bawah dikarenakan ketinggian lantai yang berbeda beda.

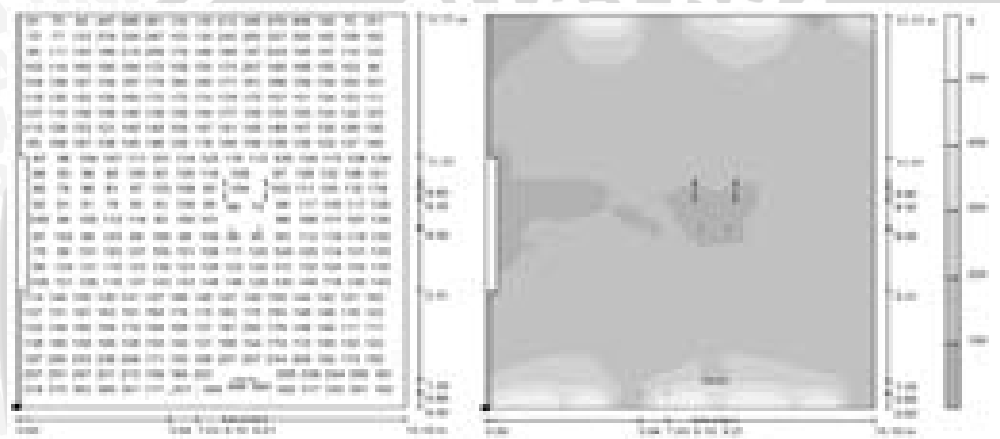
- Pengukuran tingkat pencahayaan ruang Laboratorium Hidrolika Terapan pada tanggal 21 Maret 2016



Gambar 4.43 Hasil simulasi pukul 09.00 WIB



Gambar 4.44 Hasil simulasi pukul 12.00 WIB



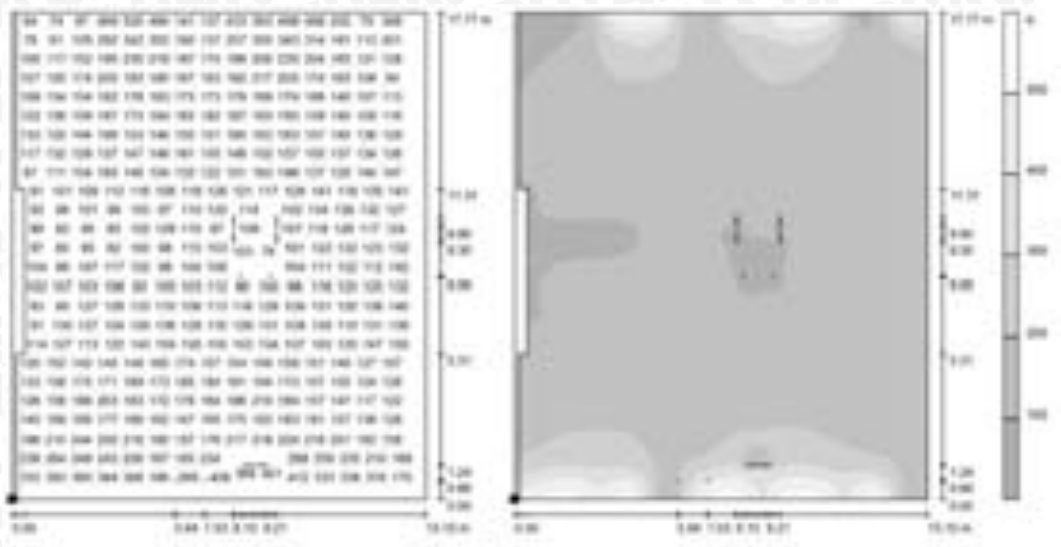
Gambar 4.45 Hasil simulasi pukul 15.00 WIB

Tabel 4.18 Hasil Simulasi Tanggal 21 Maret 2016 Laboratorium Hidrolika Terapan

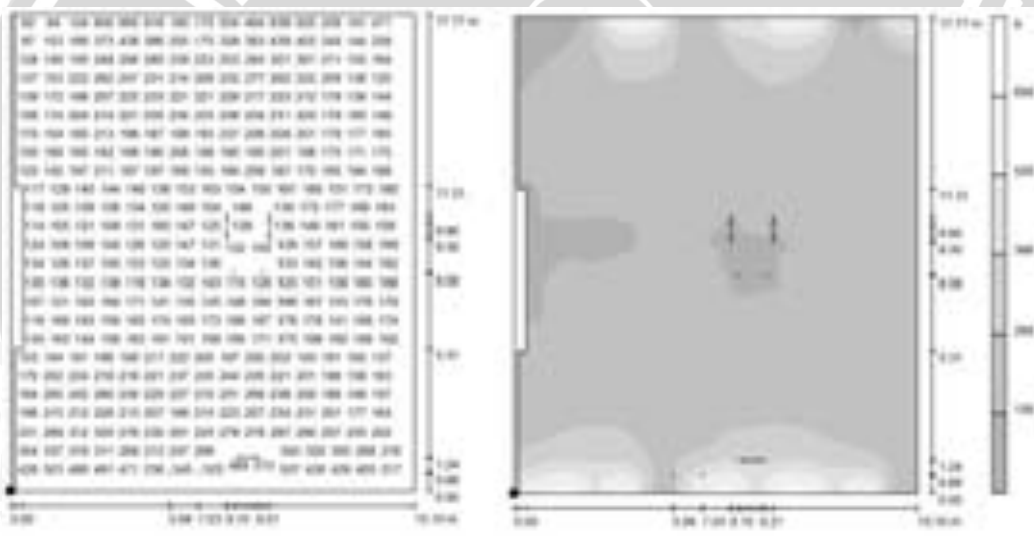
09.00 WIB		12.00 WIB		15.00 WIB	
$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)
194	1,18	250	1,18	161	1,18

Area yang dihitung tingkat pencahayaannya pada ruang ini hanya area praktek dan sirkulasi yang ditandai dengan garis merah gambar 4.42. Pada tabel dan gambar hasil simulasi di tiga waktu tanggal 21 Maret 2016 dapat disimpulkan pencahayaan pada area praktek sudah memenuhi standar pencahayaan yaitu 200-350 lux pada pukul 12.00 WIB. Pada pukul 09.00 dan 15.00 menunjukkan bahwa tingkat pencahayaan ruang tidak merata dan bagian yang jauh dari lubang cahaya masih di bawah 200 lux. Namun pencahayaan di dekat bukaan sangat tinggi dan silau. Pada area sirkulasi tetap terhitung di simulasi dan menunjukkan hasil pencahayaan yang memenuhi standar yaitu minimal 50 lux.

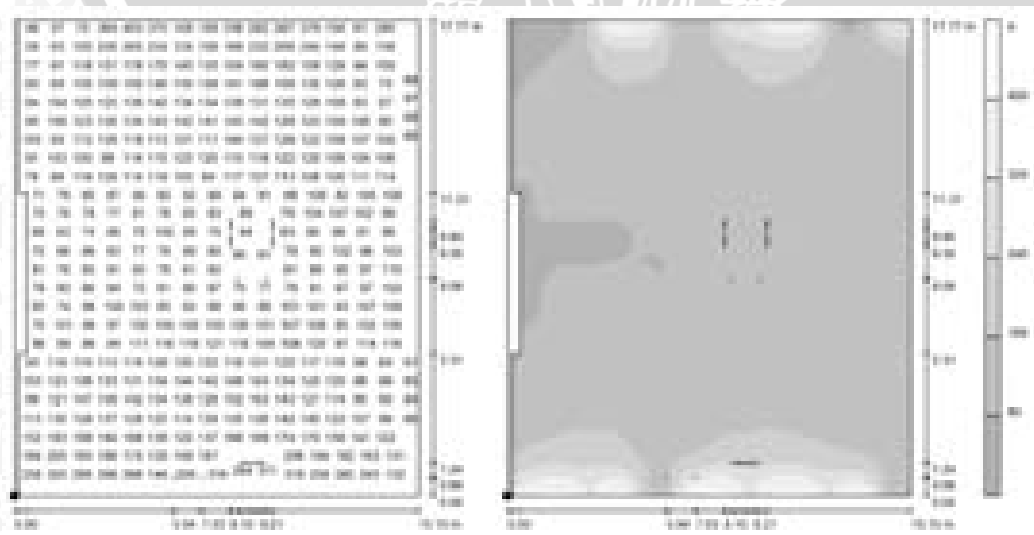
b. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang Laboratorium Hidrolika Terapan pada tanggal 22 Juni 2016



Gambar 4.46 Hasil simulasi pukul 09.00 WIB



Gambar 4.47 Hasil simulasi pukul 12.00 WIB



Gambar 4.48 Hasil simulasi pukul 15.00 WIB

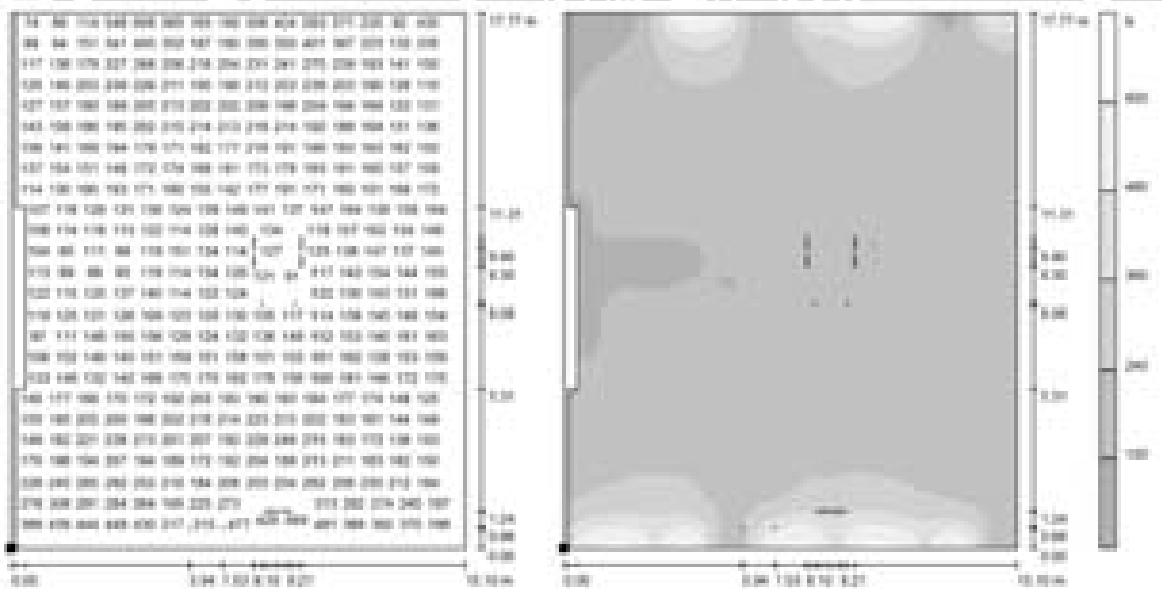


Tabel 4.19 Hasil Simulasi Tanggal 21 Juni 2016 Laboratorium Hidrolika Terapan

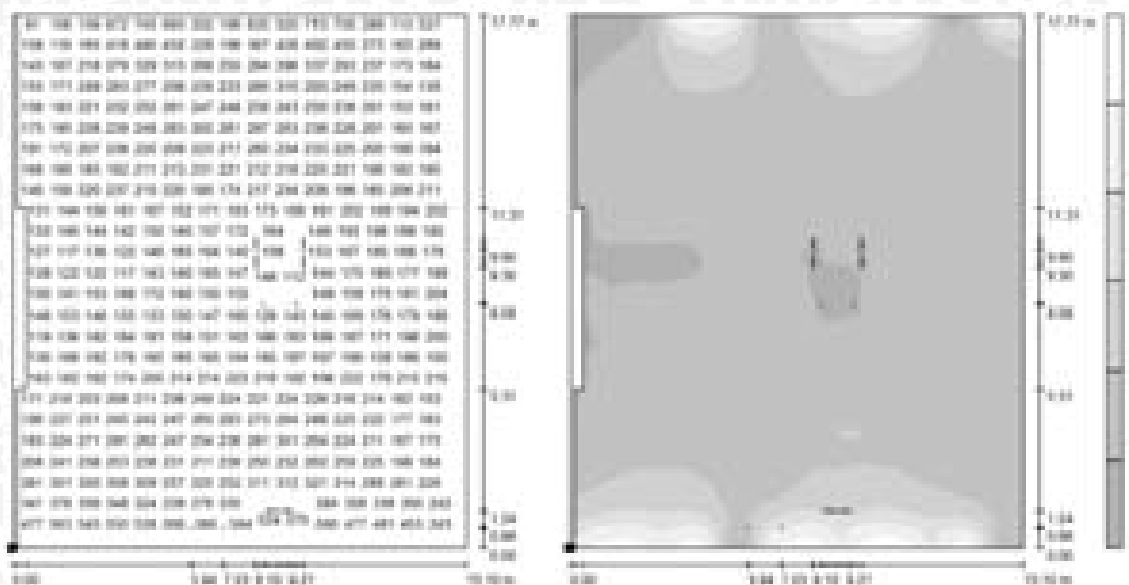
09.00 WIB		12.00 WIB		15.00 WIB	
$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)
169	1,18	216	1,18	131	1,18

Area yang dihitung tingkat pencahayaannya pada ruang ini hanya area praktek dan sirkulasi yang ditandai dengan garis merah gambar 4.42. Pada tabel dan gambar hasil simulasi di tiga waktu tanggal 21 Juni 2016 dapat disimpulkan pencahayaan pada area praktek tidak memenuhi standar pencahayaan yaitu 200-350 lux. Pada pukul 09.00, 12.00 dan 15.00 WIB menunjukkan bahwa tingkat pencahayaan ruang tidak merata dan bagian yang jauh dari lubang cahaya masih di bawah 200 lux. Namun pencahayaan di dekat bukaan sangat tinggi dan silau. Pada area sirkulasi tetap terhitung di simulasi dan menunjukkan hasil pencahayaan yang memenuhi standar yaitu minimal 50 lux.

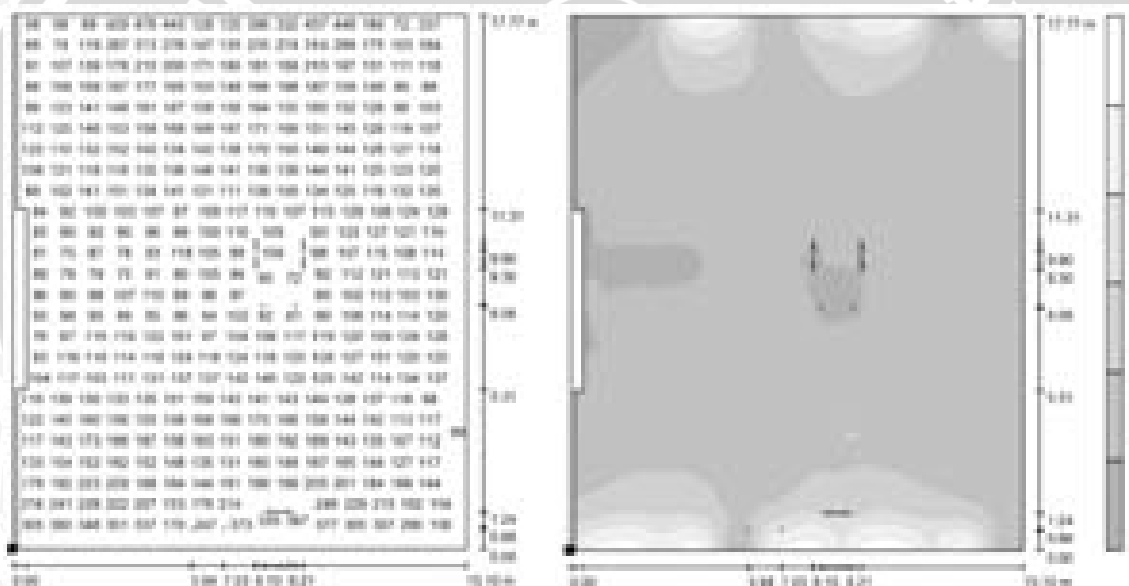
- c. Pengukuran tingkat pencahayaan ruang Laboratorium Hidrolika Terapan pada tanggal 22 Desember 2016



Gambar 4.49 Hasil simulasi pukul 09.00 WIB



Gambar 4.50 Hasil simulasi pukul 12.00 WIB



Gambar 4.51 Hasil simulasi pukul 15.00 WIB

Tabel 4.20 Hasil Simulasi Tanggal 22 Desember 2016 Laboratorium Hidrolika Terapan

09.00 WIB		12.00 WIB		15.00 WIB	
$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)
197	1,18	242	1,18	154	1,18

Area yang dihitung tingkat pencahayaannya pada ruang ini hanya area praktek dan sirkulasi yang ditandai dengan garis merah gambar 4.42. Pada tabel dan gambar hasil simulasi di tiga waktu tanggal 22 Desember 2016 dapat disimpulkan pencahayaan pada area praktek sudah memenuhi standar pencahayaan yaitu 200-350 lux pada pukul 12.00

WIB. Pada pukul 09.00 dan 15.00 menunjukkan bahwa tingkat pencahayaan ruang tidak merata dan bagian yang jauh dari lubang cahaya masih di bawah 200 lux. Namun pencahayaan di dekat bukaan sangat tinggi dan silau. Pada area sirkulasi tetap terhitung di simulasi dan menunjukkan hasil pencahayaan yang memenuhi standar yaitu minimal 50 lux.

#### 4.5.5 Kesimpulan

Berdasarkan analisis visual, ruang laboratorium hidrolika memiliki jendela dengan dua tipe yaitu hidup (*awning*) dan mati. Penggunaan jendela hidup difungsikan sebagai pencahayaan dan penghawaan alami ruang. Jendela mati difungsikan selain sebagai media masuknya pencahayaan alami yang memang dibutuhkan saat kegiatan berlangsung. Selain menggunakan *side lighting*, ruang ini juga menggunakan *top lighting* berupa *skylight* di beberapa titik. *Skylight* menjadi sumber cahaya tambahan dalam ruang karena posisi jendela kurang mendukung area kerja yang ada namun yang terjadi adalah perbedaan tingkat penerangan ruang dan selalu memakai penerangan buatan. Hal ini berpengaruh pada pencahayaan ruang dan menyebabkan pencahayaan tinggi didekat bukaan namun sangat gelap di ruang laboratorium bagian tengah.

Penggunaan bukaan yang banyak dan sosoran yang panjang menunjukkan bahwa ruang didesain untuk menggunakan pencahayaan alami, namun area kerja yang lebih tinggi dari lubang cahaya dan ruang yang terlampaui besar menghalangi pencahayaan alami masuk ke dalam ruang, penggunaan *shading devices* semakin mengurangi terang langit. Permasalahan utama pada ruangan ini adalah pencahayaan yang tidak merata, sehingga kebutuhan ruangan bukan *shading devices* namun pencahayaan yang lebih merata dan stabil.

Berdasarkan hasil simulasi, pencahayaan ruang laboratorium berada dalam kategori terang tidak merata. Sedangkan berdasarkan hasil pengukuran langsung, pencahayaan ruang laboratorium berada dalam kategori terang merata karena adanya jarak 1,5 meter antara titik ukur dan bukaan pencahayaan berupa jendela. Standar pencahayaan pada ruang laboratorium jika dilihat dari jenis ruangnya yaitu bengkel pada bangunan sekolah, dengan pencahayaan untuk Titik Ukur Utama (TUU) minimal 450 lux, sedangkan untuk Titik Ukur Samping (TUS) minimal 360 lux. Namun standar yang dipakai pada ruang ini berdasarkan aktivitas yaitu pekerjaan tanpa konsentrasi besar (kualitas C) 200-350 lux. Hasil simulasi ruang laboratorium hidrolika menunjukkan terang alami di bawah *skylight* lebih tinggi bahkan silau karena tidak ada penghalang



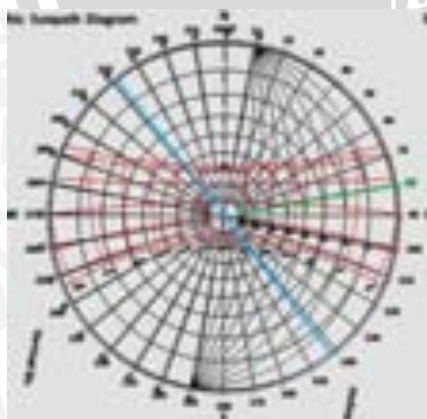
sinar langsung yang masuk. TUU simulasi pada tanggal 21 Maret 2016 sebesar 147 lux, sedangkan TUS1 105 lux, TUS2 156 lux.

Penyebab cahaya dalam ruang yang gelap tidak merata dikarenakan ketinggian jendela dan bidang kerja yang tidak sesuai. Ruang menggunakan *skylight* diatap tanpa adanya pembayangan agar sinar langsung tidak masuk menyebabkan ada beberapa titik yang lebih tinggi tingkat penerangannya. Penggunaan *skylight* yang menyebar merupakan upaya agar pencahayaan dalam ruang merata namun cahaya langsung yang masuk menyebabkan silau, terutama di area menulis dan diskusi. Rekomendasi desain diharapkan mencapai pencahayaan yang merata dan stabil terutama di area praktikum.

#### 4.6. Rekomendasi

##### 4.6.1 Laboratorium Pengecoran Logam Teknik Mesin

Dari hasil analisis pencahayaan ruang, laboratorium pengecoran logam termasuk dalam kategori gelap dengan standar pencahayaan minimal pencahayaan untuk Titik Ukur Utama (TUU) adalah 320 lux, sedangkan pencahayaan untuk Titik Ukur Samping (TUS) minimal 256 lux. Hasil dari pengukuran langsung menunjukkan bahwa ruang kurang 180 lux lagi untuk mencapai standar pencahayaan minimal.

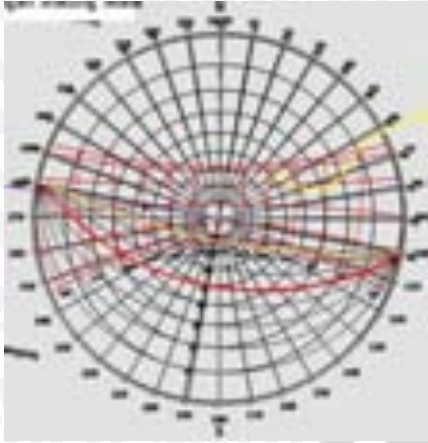


Tabel 4.21 SBV dan SBH Timur Ruang PL

Jam	22 Juni 2016		21 Maret 2016		22 Desember 2016	
	SBH	SBV	SBH	SBV	SBH	SBV
09.00	-48	46	-20	46	+14	44
12.00	-	-	-	-	+80	88
15.00	-	-	-	-	-	-

Gambar 4.52 Sunpath Diagram Sisi Timur Ruang PL

(Sudut Azimuth 191° & Altitude 101°)



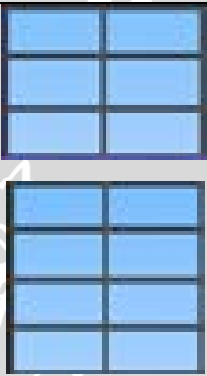
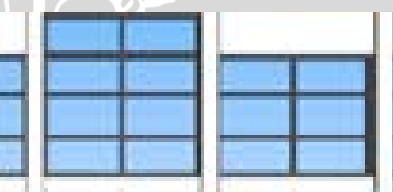
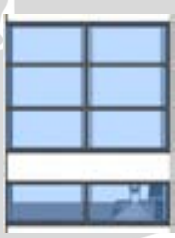

Tabel 4.22 SBV dan SBH Selatan Ruang PL


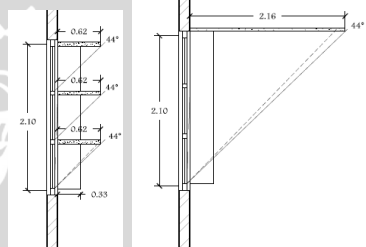
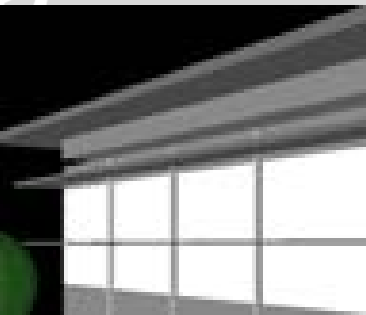
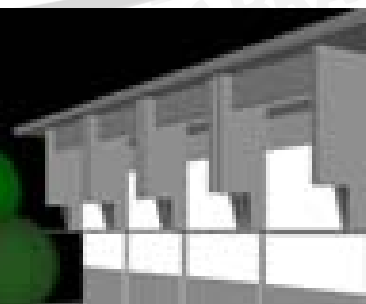
Jam	22 Juni 2016		21 Maret 2016		22 Desember 2016	
	SBH	SBV	SBH	SBV	SBH	SBV
09.00	-	-	-	-	-76	76
12.00	-	-	-	-	-11	74
15.00	-	-	+88	88	+55	60

Gambar 4.53 Sunpath Diagram Sisi Timur Ruang PL

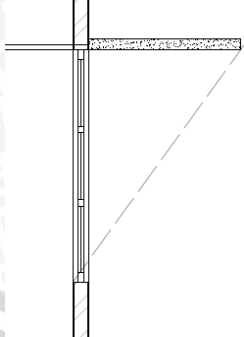



(Sudut Azimuth 281° &amp; Altitude 191°)

Tabel 4.23 Variabel Laboratorium Pengecoran Logam

No	Variabel Bebas	Rincian	Visualisasi
1.	Bukaan pencahayaan (jendela)	a. Ukuran	<p>Penambahan jendela di sisi lain tidak dapat dilakukan karena kedua sisi yang menempel pada ruang lain</p> <p>Ukuran eksisting 1,5x 2,4m menjadi 1,5x 3,2 m</p> 
		b. Posisi	<p>Di atas jendela eksisting untuk memberikan pencahayaan yang merata (<i>general lighting</i>)</p> 
			<p>Di bawah jendela eksisting untuk memberikan pencahayaan yang fokus (<i>spot lighting</i>)</p> 
	c. Material	Menggunakan kaca buram untuk mengurangi silau	

No	Variabel Bebas	Rincian	Visualisasi
2.	Pembayaran matahari ( <i>shading device</i> )	a. Ukuran Menggunakan ukuran eksisting ( <i>shading devices</i> jenis <i>hybrid</i> ) Menentukan ukuran dengan SBV & SBH	 <p data-bbox="1023 842 1390 954">Ukuran <i>shading devices</i> di sisi Selatan minimal 1,2 meter (SBV terendah 60°)</p>  <p data-bbox="1023 1200 1390 1310">Ukuran <i>shading devices</i> di sisi Timur minimal 2,16 meter (SBV terendah 44°)</p>
		b. Jenis Hanya horizontal, dengan pertimbangan tapak berada dekat dengan garis katulistiwa sehingga sinar datang horizontal tidak terlalu berpengaruh	
		Gabungan vertikal dan horizontal, agar secara maksimal menghalangi sinar langsung yang masuk	



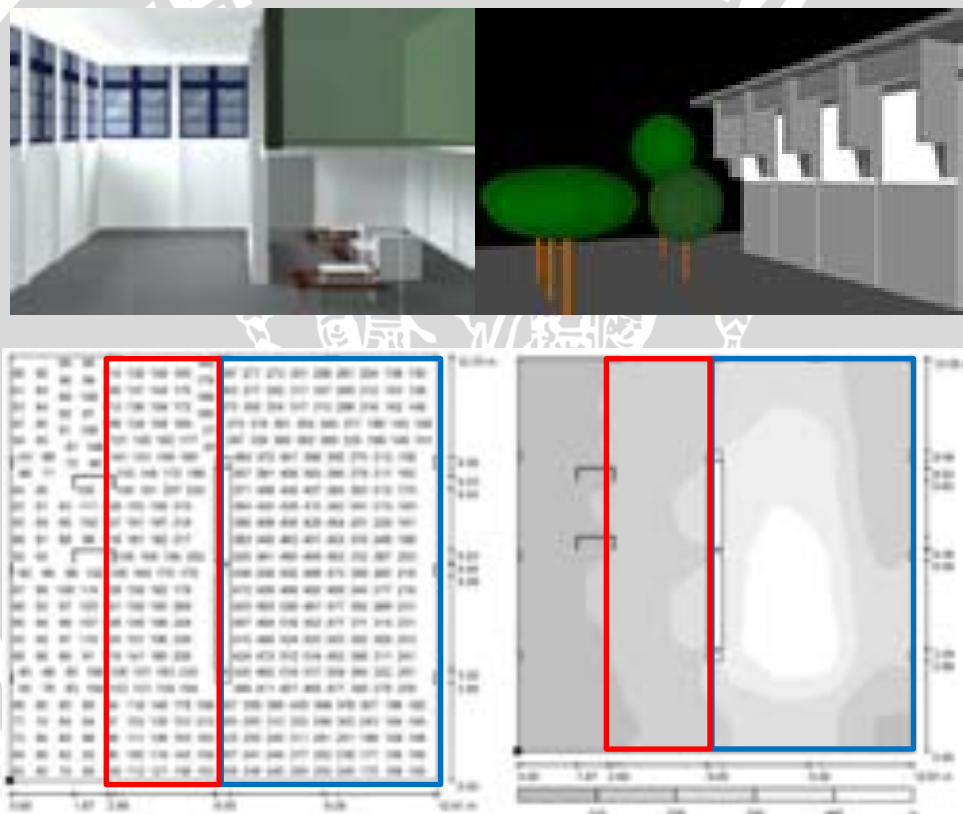
No	Variabel Bebas	Rincian	Visualisasi
	c. Posisi	Di luar bangunan sebagai <i>shading devices</i> , penghalang sinar matahari langsung yang dapat menyebabkan <i>glare</i>	
		Di luar dan dalam bangunan sebagai <i>shading devices</i> dan <i>light shelves</i> - <i>Shading devices</i> untuk menghalangi sinar berlebih - <i>Light shelves</i> untuk memanfaatkan sebagian sinar yang dipantulkan kedalam ruang	
	d. Karakteristik bahan	Kasar, untuk membaurkan cahaya	
		Halus, untuk memantulkan cahaya	

a. Alternatif 1

Bukaan: ukuran ditambah, posisi di atas, kaca buram

Pembayang matahari: ukuran eksisting, jenis *hybrid* (gabungan vertikal dan horizontal), posisi di luar, material kasar

Pembayang matahari atau *shading devices* menggunakan pembayang eksisting dengan dimensi 3x2x3 meter. *Shading devices* terdiri dari tiga jenis yaitu horizontal dengan panjang 2 meter, vertikal dengan panjang 1,6 meter dan juga *shading devices* yang sejajar dengan jendela dengan ukuran 1x3 meter. Penambahan jendela di atas jendela eksisting sebanyak 1,2 m<sup>2</sup> diharapkan memberikan peningkatan pencahayaan dalam ruang.



Gambar 4.54 Hasil Alternatif 1 Laboratorium Pengecoran Logam

Pencahayaan pada area praktek (kotak biru) mengalami peningkatan rata-rata 100 lux dari kondisi eksisting dan sudah terpenuhi yaitu 300-400 lux. Permasalahan tetap ada di area diskusi (kotak merah) yang masih kurang dari 150 lux, pencahayaan pada area ini telah meningkat dari kondisi eksisting. Meskipun pada keadaan eksisting terdapat *borrowed light* dari luar, pencahayaan masih kurang



dibandingkan kebutuhan pencahayaan dengan aktivitas menulis, diskusi, dan membaca cepat.

Tabel 4.24 Perbandingan Pengukuran Lapangan, Simulasi, dan Alternatif 1 Laboratorium Pengecoran Logam

Pengukuran Lapangan		Simulasi		Alternatif 1	
$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)
126,63	0,201	181	1,1	222	1,36

Terdapat peningkatan rata-rata pencahayaan dalam ruang sebanyak 41 lux jika dibandingkan dengan simulasi eksisting. Rata-rata faktor langit juga meningkat sebanyak 0,25%. Peningkatan rata-rata pencahayaan ruang pada area praktikum sebanyak 30% dan peningkatan pencahayaan pada area diskusi sebanyak 20%. Alternatif 1 dapat diajukan menjadi rekomendasi karena pencahayaan jika alternatif lain tidak ada yang lebih tinggi dari segi pencahayaan dalam ruang dan DFnya.

b. Alternatif 2

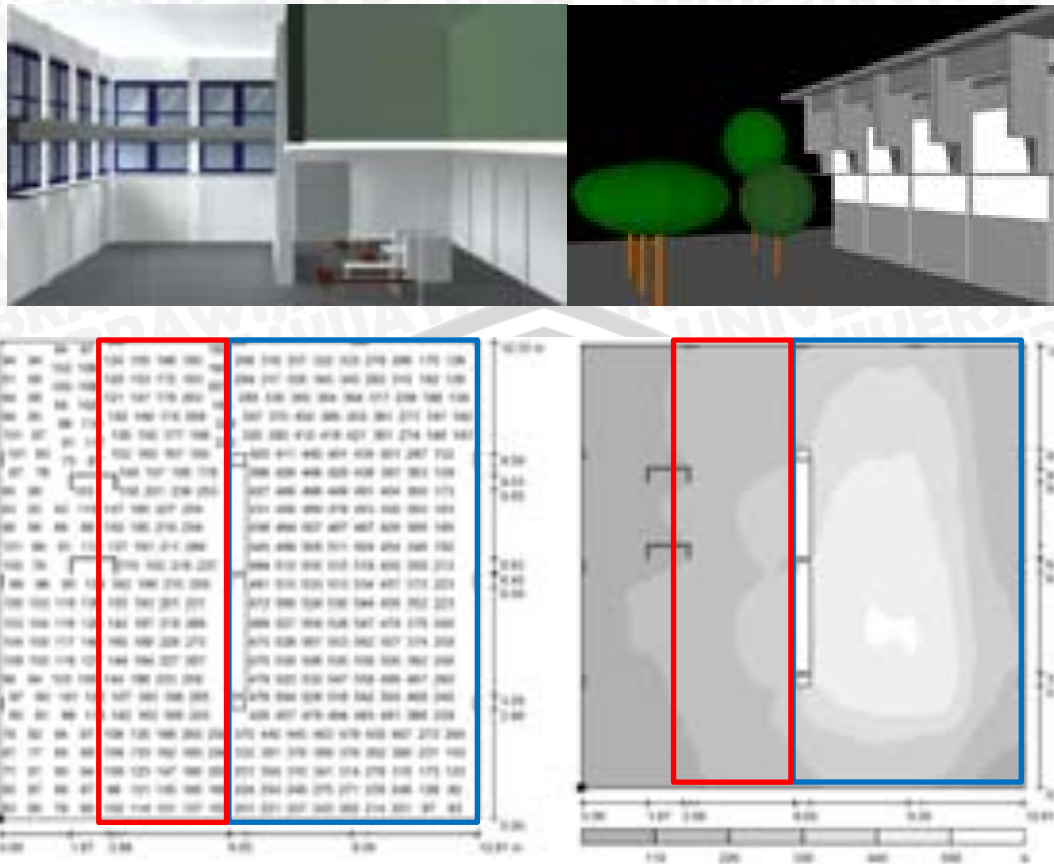
Bukaan: ukuran ditambah, posisi di bawah, kaca bening

Pembayang matahari: ukuran eksisting, jenis *hybrid* (gabungan vertikal dan horizontal), posisi di luar dan dalam, material halus

Pembayang matahari atau *shading devices* menggunakan pembayang eksisting dan tambahan dengan dimensi 3x2x3 meter. *Shading devices* eksisting terdiri dari tiga jenis yaitu horizontal dengan panjang 2 meter, vertikal dengan panjang 1,6 meter dan juga *shading devices* yang sejajar dengan jendela dengan ukuran 1x3 meter. Sedangkan *shading devices* tambahan berjenis horizontal dengan panjang 0,4 meter di sisi Selatan dan 0,62 meter di sisi Timur. Dimensi *shading devices* ditentukan dari Sudut Bayangan Vertikal (SBV) terendah dengan asumsi dapat menghalangi sinar langsung agar tidak masuk ke dalam ruang. Diletakkan pula *light shelve* di bawah jendela tambahan agar area di bawah jendela tidak terlalu terang karena terdapat penyimpanan barang.

Penambahan jendela di bawah jendela eksisting sebanyak 1,2 m<sup>2</sup> diharapkan memberikan peningkatan pencahayaan dalam ruang dan dapat menjangkau area diskusi. Peletakan jendela tambahan dengan ketinggian 2 meter dari lantai (nilai faktor langit relatif: 4) dikarenakan bentuk ruang yang terdapat mezanin, sehingga cahaya yang masuk tidak tertutupi ruang di atas area diskusi.





Gambar 4.55 Hasil Alternatif 2 Laboratorium Pengecoran Logam

Pencahayaan pada area praktek (kotak biru) sudah terpenuhi yaitu 350-450 lux, terdapat peningkatan rata-rata 100 lux dari kondisi eksisting dan pencahayaan lebih merata dilihat dari peta sebaran cahaya. Pencahayaan area diskusi terpenuhi dengan rentang 160-220 lux, meningkat 100 lux dari kondisi pencahayaan eksisting.

Tabel 4.25 Perbandingan Pengukuran Lapangan, Simulasi, dan Alternatif 2 Laboratorium Pengecoran Logam

Pengukuran Lapangan		Simulasi		Alternatif 2	
$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)
126,63	0,201	181	1,1	250	1,53

Terdapat peningkatan rata-rata pencahayaan dalam ruang sebanyak 69 lux jika dibandingkan dengan simulasi eksisting. Rata-rata faktor langit juga meningkat sebanyak 0,52%. Peningkatan rata-rata pencahayaan ruang pada area praktikum sebanyak 30% dan peningkatan pencahayaan pada area diskusi sebanyak 200%. Alternatif 2 menjadi rekomendasi karena pencahayaan dalam ruang meningkat dan memenuhi kebutuhan aktivitas.

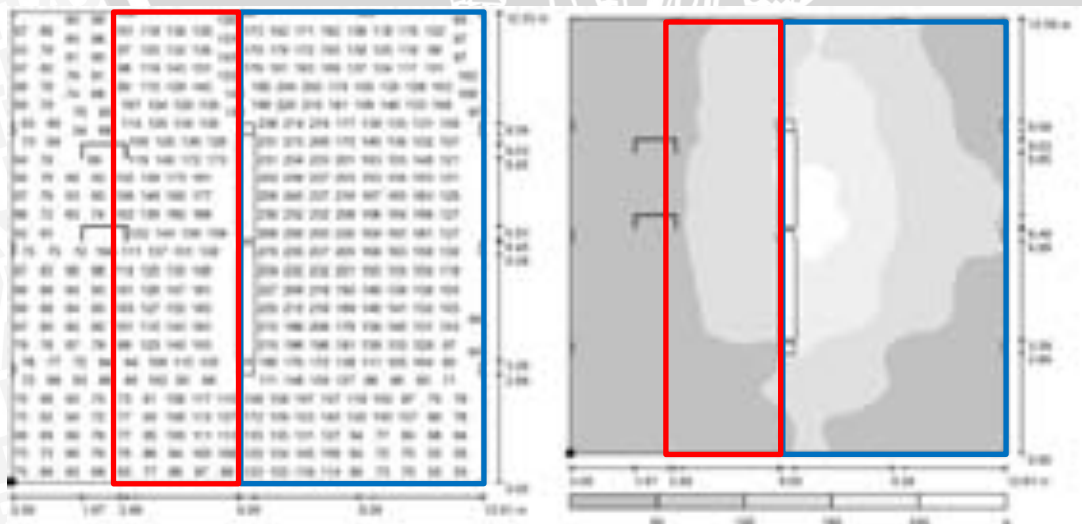
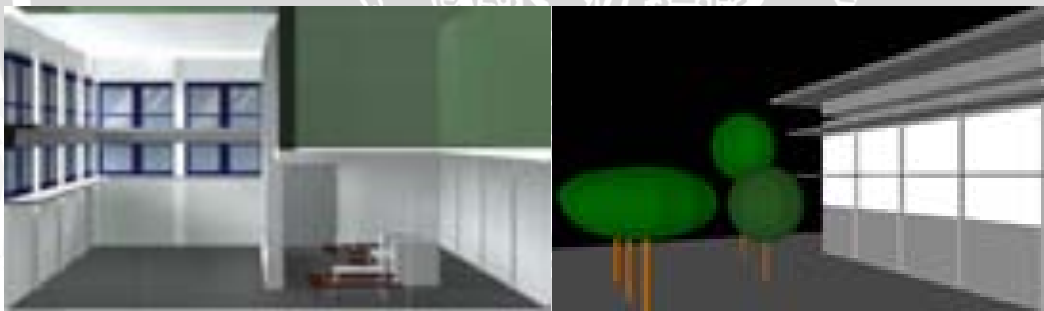
## c. Alternatif 3

Bukaan: ukuran ditambah, posisi di bawah, kaca bening

Pembayang matahari: ukuran sesuai SBV, jenis horizontal, posisi di luar dan dalam, material halus

Pembayang matahari atau *shading devices* menggunakan pembayang yang dimensinya ditentukan dari Sudut Bayangan Vertikal (SBV) terendah dengan asumsi dapat menghalangi sinar langsung agar tidak masuk kedalam ruang. *Shading devices* berjenis horizontal dengan panjang 0,4 meter di sisi Selatan dan 0,62 meter di sisi Timur. Diletakkan pula *light shelve* di bawah jendela tambahan agar area di bawah jendela tidak terlalu terang karena terdapat penyimpanan barang.

Penambahan jendela di bawah jendela eksisting sebanyak  $1,2 \text{ m}^2$  diharapkan memberikan peningkatan pencahayaan dalam ruang dan dapat menjangkau area diskusi. Peletakan jendela tambahan dengan ketinggian 2 meter dari lantai (nilai faktor langit relatif: 4) dikarenakan bentuk ruang yang terdapat mezanin, sehingga cahaya yang masuk tidak tertutupi ruang di atas area diskusi.



Gambar 4.56 Hasil Alternatif 3 Laboratorium Pengecoran Logam



Pencahayaan pada area praktek (kotak biru) dan di area diskusi (kotak merah) masih kurang dari standar minimum pencahayaan pada ruang laboratorium sekolah (bengkel) yaitu minimal 350 lux pada area praktek dan 150 lux pada area diskusi. *Shading device* yang disesuaikan dengan SBV tidak menyelesaikan masalah dan menambah gelap ruang karena cahaya yang masuk semakin berkurang. Pencahayaan cenderung merata meskipun kebutuhan pencahayaan untuk aktivitas menulis, diskusi dan membaca sangat kurang dikarenakan cahaya yang tidak mencapai area diskusi (kotak merah).

Tabel 4.26 Perbandingan Pengukuran Lapangan, Simulasi, dan Alternatif 3 Laboratorium Pengecoran Logam

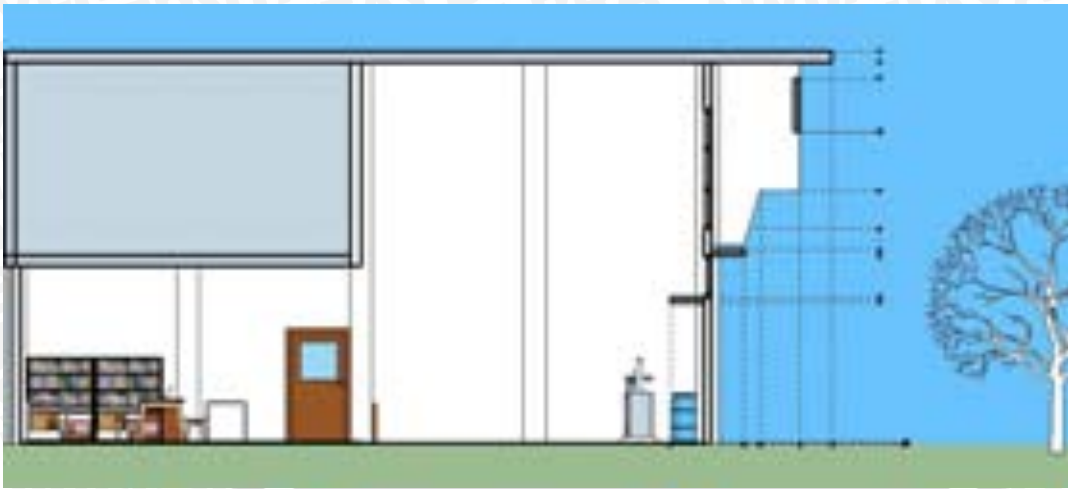
Pengukuran Lapangan		Simulasi		Alternatif 3	
$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)
126,63	0,201	181	1,1	126	0,77

Pencahayaan dalam ruang mengalami penurunan dengan pemakaian *shading devices* yang sesuai dengan SBV. Pergantian *shading devices* membuat alternatif 3 tidak dapat menjadi rekomendasi karena pencahayaan menjadi lebih gelap. Alternatif 3 tidak dapat diajukan sebagai rekomendasi.

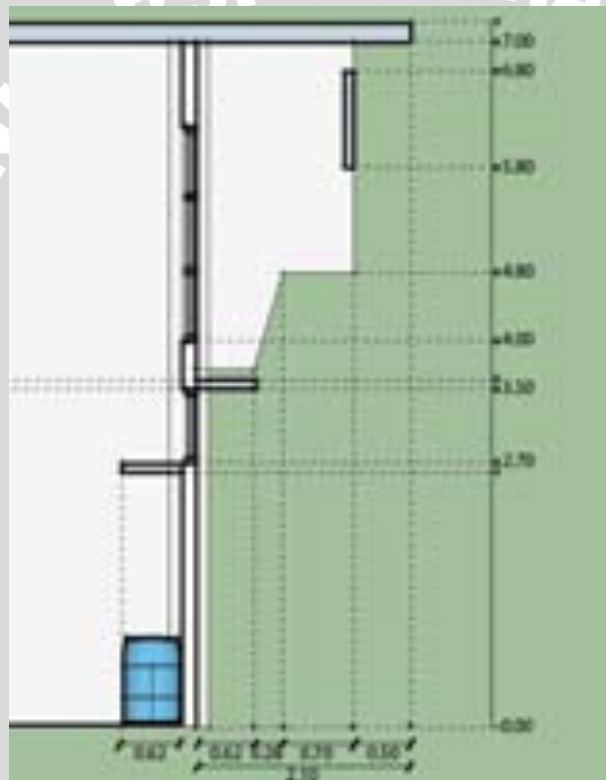
#### d. Rekomendasi Desain

Dari beberapa alternatif desain laboratorium Pengecoran Logam, dipilih satu untuk menjadi rekomendasi desain. Pemilihan desain berdasarkan hasil simulasi yang dapat memenuhi kebutuhan pencahayaan berdasarkan aktivitas di dalamnya serta pencahayaan dapat merata di dalam ruang. Desain yang terpilih yaitu Alternatif 2 dengan penambahan ukuran bukaan di bawah jendela eksisting. Peningkatan rata-rata pencahayaan dalam ruang dan faktor langit menunjukkan bahwa pencahayaan sudah sesuai dengan standar pencahayaan yaitu 160-220 lux pada ruang diskusi. Pencahayaan pada area praktek juga terpenuhi yaitu 350-450 lux.





Gambar 4.57 Potongan Ruang Pengecoran Logam (Rekomendasi Desain)



Gambar 4.58 Potongan instrumen pencahayaan Ruang Pengecoran Logam

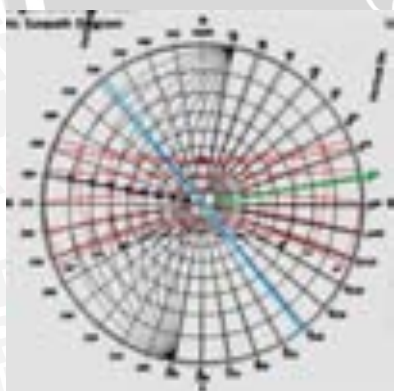
*Shading device* pada alternatif 2 menggunakan ukuran eksisting, namun terdapat penambahan *shading device* dan *light shelves* dengan panjang 0,4 meter di sisi Selatan dan 0,62 meter di sisi Timur ruang. Penambahan pembayang diposisikan untuk mengapit jendela tambahan.



Gambar 4.59 Rekomendasi Ruang Pengecoran Logam Terhadap Bangunan

#### 4.6.2 Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin

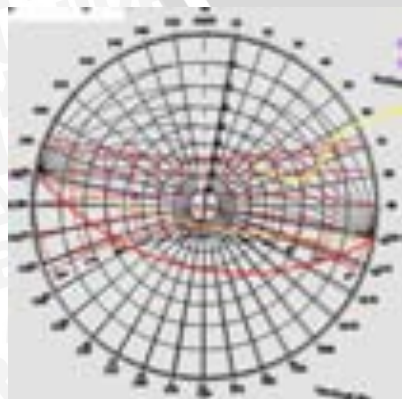
Dari hasil analisis pencahayaan ruang, laboratorium motor bakar termasuk dalam kategori gelap dengan standar pencahayaan minimal pencahayaan untuk Titik Ukur Utama (TUU) minimal 320 lux, sedangkan untuk Titik Ukur Samping (TUS) minimal 256 lux. Hasil dari pengukuran langsung menunjukkan bahwa ruang kurang 140 lux lagi untuk mencapai standar pencahayaan minimal.



Tabel 4.27 SBV dan SBH Barat Ruang Mekar

Jam	22 Juni 2016		21 Maret 2016		22 Desember 2016	
	SBH	SBV	SBH	SBV	SBH	SBV
09.00	-	-	-	-	-	-
12.00	+80	82	+80	88	-	-
15.00	+28	38	-2	44	-34	50

Gambar 4.60 Sunpath Diagram Sisi Barat Ruang Mekar (Sudut Azimuth 11° & Altitude 281°)



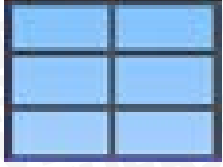
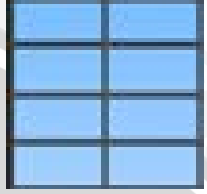
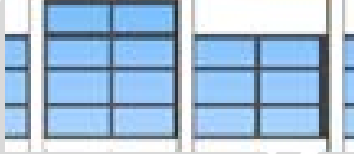
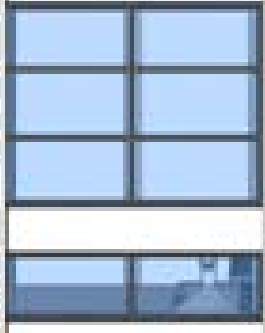


Tabel 4.28 SBV dan SBH Utara Ruang Mekar

Jam	22 Juni 2016		21 Maret 2016		22 Desember 2016	
	SBH	SBV	SBH	SBV	SBH	SBV
09.00	+42	44	+68	70	-	-
12.00	-11	60	-11	80	-	-
15.00	-62	58	-	-	-	-



Gambar 4.61 Sunpath Diagram Sisi Utara Ruang Mekar (Sudut Azimuth 101° & Altitude 11°)

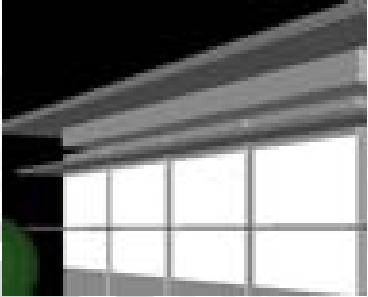
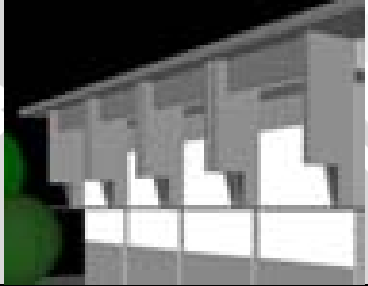
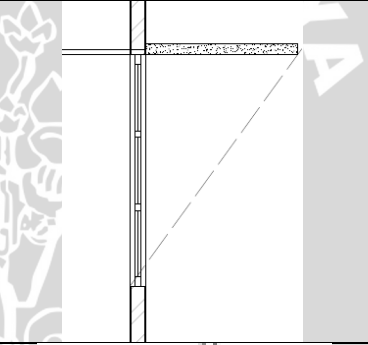
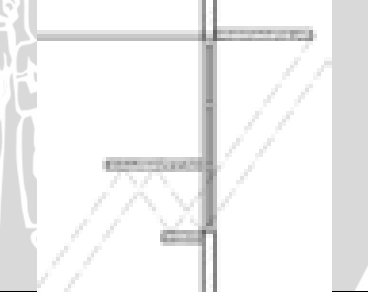
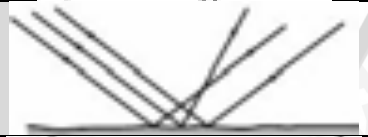



Tabel 4.29 Variabel Laboratorium Motor Bakar

No	Variabel Bebas		Rincian	Visualisasi
1.	Bukaan pencahayaan (jendela)	a. Ukuran	Penambahan jendela di sisi lain tidak dapat dilakukan karena kedua sisi yang menempel pada ruang lain	
			Ukuran eksisting 1,5x 2,4m menjadi 1,5x 3,2 m	
		b. Posisi	Di atas jendela eksisting untuk memberikan pencahayaan yang merata ( <i>general lighting</i> )	
			Di bawah jendela eksisting untuk memberikan pencahayaan yang fokus ( <i>spot lighting</i> )	
		c. Material	Menggunakan kaca buram untuk mengurangi silau	
			Menggunakan kaca clear agar terang langit yang masuk lebih banyak	



No	Variabel Bebas	Rincian	Visualisasi
2.	Pembayang matahari ( <i>shading device</i> )	a. Ukuran	
		Menggunakan ukuran eksisting  Menentukan ukuran dengan SBV & SBH	 <p data-bbox="1038 1144 1410 1249">Ukuran <i>shading devices</i> di sisi Utara minimal 2,16 meter (SBV terendah 44°)</p> <p data-bbox="1038 1868 1410 1973">Ukuran <i>shading devices</i> di sisi Barat minimal 2,68 meter (SBV terendah 38°)</p>

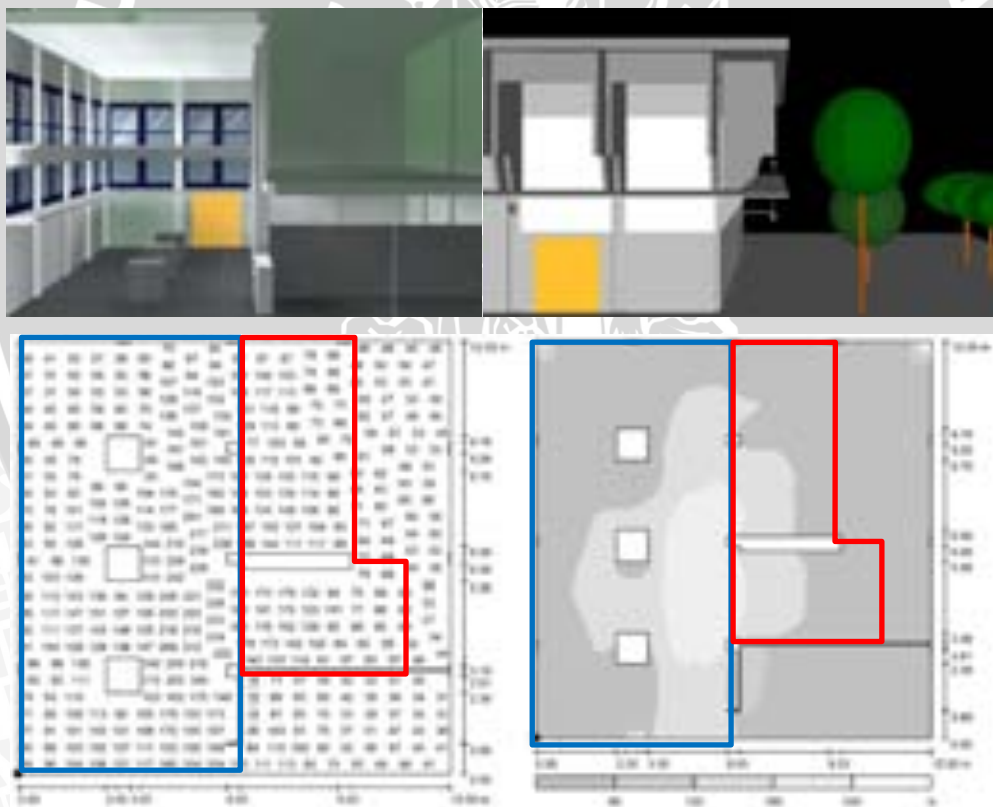
No	Variabel Bebas	Rincian	Visualisasi
	b. Jenis	Hanya horizontal, dengan pertimbangan tapak berada dekat dengan garis katulistiwa sehingga sinar datang horizontal tidak terlalu berpengaruh	
		Gabungan vertikal dan horizontal, agar secara maksimal menghalangi sinar langsung yang masuk	
	c. Posisi	Di luar bangunan sebagai <i>shading devices</i>	
		Di luar dan dalam bangunan sebagai <i>shading devices</i> dan <i>light shelves</i>	
	d. Karakteristik bahan	Kasar, untuk membaurkan cahaya	
		Halus, untuk memantulkan cahaya	

a. Alternatif 1

Bukaan: ukuran ditambah, posisi di bawah, kaca bening

Pembayang matahari: ukuran eksisting, jenis *hybrid* (gabungan vertikal dan horizontal), posisi di luar dan dalam, material halus

Pembayang matahari atau *shading devices* menggunakan pembayang eksisting dan tambahan dengan dimensi 3x2x3 meter. *Shading devices* eksisting terdiri dari tiga jenis yaitu horizontal dengan panjang 2 meter, vertikal dengan panjang 1,6 meter dan juga *shading devices* yang sejajar dengan jendela dengan ukuran 1x3 meter. Sedangkan *shading devices* tambahan berjenis horizontal dengan panjang 0,76 meter di sisi Utara dan 0,9 meter di sisi Barat. Dimensi *shading devices* ditentukan dari Sudut Bayangan Vertikal (SBV) terendah dengan asumsi dapat menghalangi sinar langsung agar tidak masuk kedalam ruang. Diletakkan pula *light shelve* di bawah jendela tambahan agar cahaya dapat terpantul ke area diskusi.



Gambar 4.62 Hasil Alternatif 1 Laboratorium Motor Bakar

Penambahan jendela di bawah jendela eksisting sebanyak 1,2 m<sup>2</sup> diharapkan memberikan peningkatan pencahayaan dalam ruang dan dapat menjangkau area diskusi. Peletakan jendela tambahan dengan ketinggian 2 meter dari lantai



dikarenakan bentuk ruang yang terdapat mezanin, sehingga cahaya yang masuk tidak tertutupi ruang di atas area diskusi.

Pencahayaan pada area praktek dan diskusi masih kurang dari standar pencahayaan dengan rata-rata 185 lux di area praktek (kotak biru) dan 178 lux di area diskusi (kotak merah). Pada kondisi eksisting terdapat pintu yang berada di utara dekat area praktek yang kurang pencahayaan. Pintu tersebut dibuka selama praktikum berlangsung sehingga terdapat *borrowed light* dari luar. Pencahayaan masih kurang dibandingkan kebutuhan pencahayaan dengan aktifitas menulis, mengamati, dan membaca.

Tabel 4.30 Perbandingan Pengukuran Lapangan, Simulasi, dan Alternatif 1 Laboratorium Motor Bakar

Pengukuran Lapangan		Simulasi		Alternatif 1	
$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)
135,276	0,2336	123	0,79	101	0,62

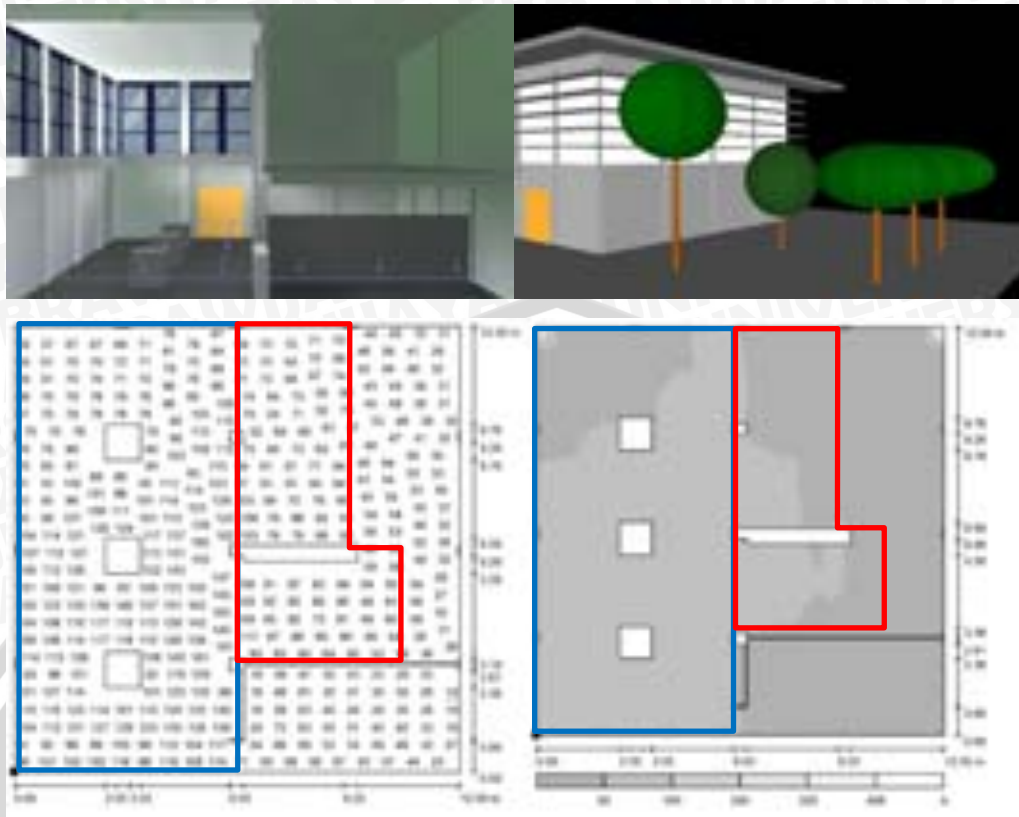
Penggunaan *light shelve* pada ruang tidak memberikan peningkatan pada pencahayaan ruang namun mengurangi pencahayaan yang sampai pada bidang kerja karena jarak bidang kerja dan plafon mencapai 6.25 meter. Alternatif 1 tidak dapat menjadi rekomendasi karena pencahayaan lebih gelap dari simulasi eksisting.

#### b. Alternatif 2

Bukaan: ukuran ditambah, posisi di atas, kaca bening

Pembayang matahari: ukuran sesuai SBV, jenis horizontal, posisi di luar, material kasar

Pembayang matahari atau *shading devices* menggunakan pembayang yang dimensinya ditentukan dari Sudut Bayangan Vertikal (SBV) terendah dengan asumsi dapat menghalangi sinar langsung agar tidak masuk kedalam ruang. *Shading devices* berjenis horizontal dengan panjang 0,72 meter di sisi Utara dan 0,9 meter di sisi Barat. Penambahan jendela di atas jendela eksisting sebanyak 1,2 m<sup>2</sup> diharapkan memberikan peningkatan pencahayaan dalam ruang.



Gambar 4.63 Hasil Alternatif 2 Laboratorium Motor Bakar

Penggunaan *shading device* horizontal sesuai dengan SBV menaungi ruang dari sinar matahari langsung. Namun dengan ukuran yang menyesuaikan SBV, ruang menjadi gelap dan terang langit yang masuk sangat kecil karena letak jendela yang tinggi. Hasil perhitungan menunjukkan cahaya yang masuk menjadi lebih kecil daripada hasil simulasi tetapi pencahayaan menjadi lebih merata. Pada area praktikum (kotak biru) rata-rata tingkat pencahayaan dalam ruangnya sebesar 100-140 lux, sedangkan pada area diskusi (kotak merah) sebesar 65-100 lux.

Tabel 4.31 Perbandingan Pengukuran Lapangan, Simulasi, dan Alternatif 2 Laboratorium Motor Bakar

Pengukuran Lapangan		Simulasi		Alternatif 2	
$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)
135,276	0,2336	123	0,79	81	0,50

Penambahan jendela di atas jendela eksisting tidak menambah pencahayaan dalam ruang dikarenakan jarak jendela yang terlalu tinggi dari bidang kerja. Pemakaian *shading devices* sesuai dengan SBV juga mengurangi cahaya yang masuk kedalam ruang sehingga hasil alternatif lebih rendah daripada simulasi awal. Alternatif 2 tidak dapat menjadi rekomendasi karena pencahayaan masih gelap.

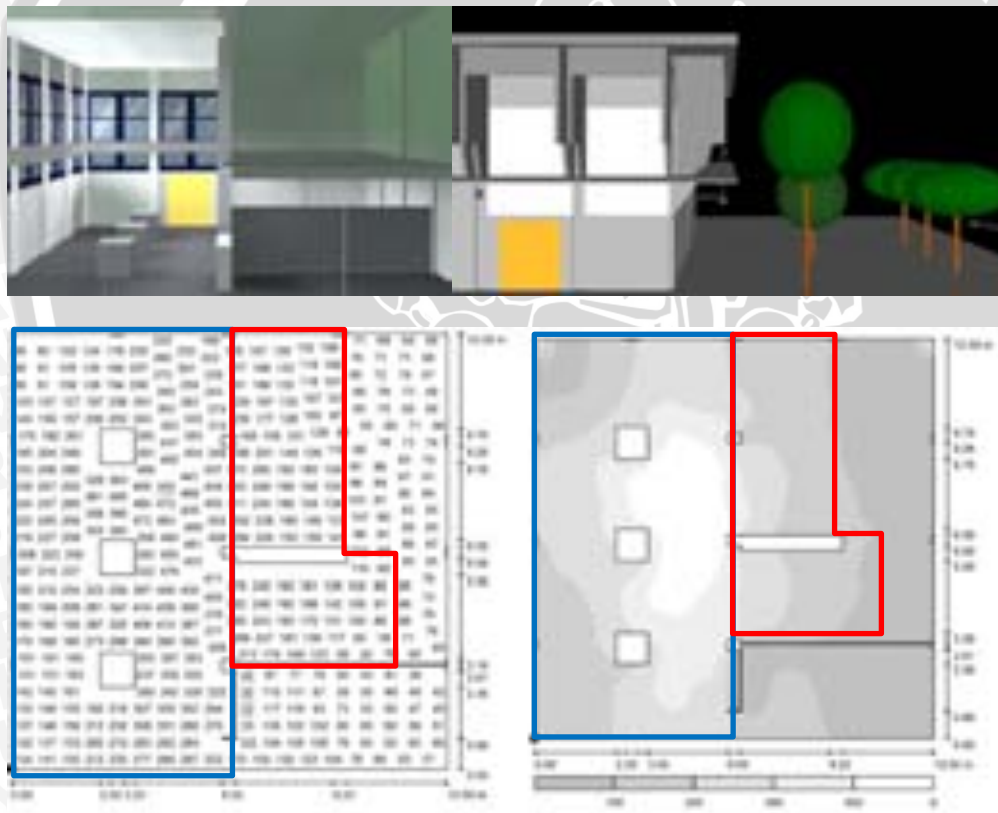


## c. Alternatif 3

Bukaan: ukuran ditambah, posisi di bawah, kaca bening

Pembayang matahari: ukuran eksisting, jenis *hybrid* (gabungan vertikal dan horizontal), posisi di luar, material kasar

Pembayang matahari atau *shading devices* menggunakan pembayang eksisting dan tambahan dengan dimensi 3x2x3 meter. *Shading devices* eksisting terdiri dari tiga jenis yaitu horizontal dengan panjang 2 meter, vertikal dengan panjang 1,6 meter dan juga *shading devices* yang sejajar dengan jendela dengan ukuran 1x3 meter. Sedangkan *shading devices* tambahan berjenis horizontal dengan panjang 0,76 meter di sisi Utara dan 0,9 meter di sisi Barat. Dimensi *shading devices* ditentukan dari Sudut Bayangan Vertikal (SBV) terendah dengan asumsi dapat menghalangi sinar langsung agar tidak masuk kedalam ruang.



Gambar 4.64 Hasil Alternatif 3 Laboratorium Motor Bakar

Penambahan jendela tanpa merubah *shading device* eksisting menghasilkan peningkatan pencahayaan dalam ruang sehingga area praktikum (kotak biru) mencapai 320-450 lux dan area diskusi (kotak merah) 160-250 lux. Penambahan *shading device* horizontal di atas jendela tambahan merupakan upaya menghalau sinar matahari langsung agar tidak masuk kedalam ruang.



Tabel 4.32 Perbandingan Pengukuran Lapangan, Simulasi, dan Alternatif 3 Laboratorium Motor Bakar

Pengukuran Lapangan		Simulasi		Alternatif 3	
$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)
135,276	0,2336	123	0,79	206	1,26

Terdapat peningkatan rata-rata pencahayaan dalam ruang sebanyak 83 lux jika dibandingkan dengan simulasi eksisting. Rata-rata faktor langit juga meningkat sebanyak 0,47%. Peningkatan rata-rata pencahayaan ruang pada area praktikum sebanyak 80% dan peningkatan pencahayaan pada area diskusi sebanyak 40%. Hasil perhitungan iluminasi ruang pada Alternatif 3 sudah memenuhi kebutuhan pencahayaan berdasarkan aktifitas dan standar iluminasi minimal pada ruang bengkel sekolah dan dapat menjadi rekomendasi.

d. Rekomendasi Desain

Dari tiga alternatif desain laboratorium Motor Bakar, dipilih satu untuk menjadi rekomendasi desain yaitu Alternatif 3 dengan penambahan ukuran bukaan di bawah jendela eksisting. Peningkatan rata-rata pencahayaan dalam ruang dan faktor langit menunjukkan bahwa pencahayaan sudah sesuai dengan standar pencahayaan yaitu 170-250 lux pada ruang diskusi. Pencahayaan pada area praktek juga terpenuhi yaitu 250-400 lux.



Gambar 4.65 Potongan Ruang Motor Bakar (Rekomendasi Desain)



Gambar 4.66 Potongan instrumen pencahayaan Ruang Motor Bakar

*Shading device* pada alternatif 3 menggunakan ukuran eksisting dengan penambahan *shading device* dengan panjang 0,76 meter di sisi Utara dan 0,9 meter di sisi Barat ruang. Penambahan pembayang di atas jendela tambahan agar sinar langsung tidak masuk kedalam ruang dan menimbulkan silau di dalam ruang.

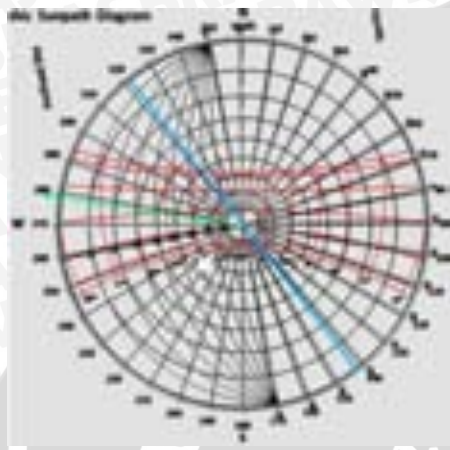


Gambar 4.67 Rekomendasi Ruang Motor Bakar Terhadap Bangunan



#### 4.6.3 Laboratorium Fenomena Dasar Mesin Teknik Mesin

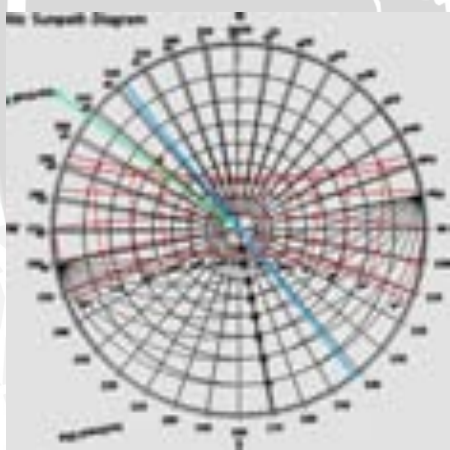
Pencahayaan ruang laboratorium fenomena dasar mesin termasuk dalam kategori gelap dengan standar pencahayaan minimal pencahayaan untuk Titik Ukur Utama (TUU) minimal 300 lux, sedangkan untuk Titik Ukur Samping (TUS) minimal 240 lux. Hasil dari pengukuran langsung menunjukkan bahwa ruang kurang 120 lux lagi untuk mencapai standar pencahayaan minimal.



Tabel 4.33 SBV dan SBH Barat Ruang FDM

Jam	22 Juni 2016		21 Maret 2016		22 Desember 2016	
	SBH	SBV	SBH	SBV	SBH	SBV
09.00	-	-	-	-	-	-
12.00	-	-	-	-	-78	88
15.00	+48	48	+20	46	-11	44

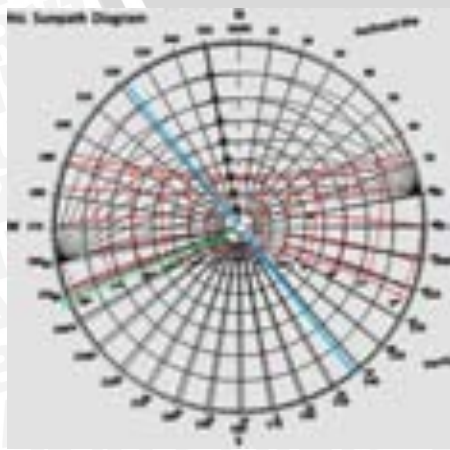
Gambar 4.68 Sunpath Diagram Sisi Barat Ruang FDM (Sudut Azimuth 349° & Altitude 269°)



Tabel 4.34 SBV dan SBH Selatan Ruang FDM

Jam	22 Juni 2016		21 Maret 2016		22 Desember 2016	
	SBH	SBV	SBH	SBV	SBH	SBV
09.00	-	-	-88	88	-56	60
12.00	-	-	-	-	+11	76
15.00	-	-	-	-	+78	80

Gambar 4.69 Sunpath Diagram Sisi Selatan Ruang FDM (Sudut Azimuth 269° & Altitude 179°)





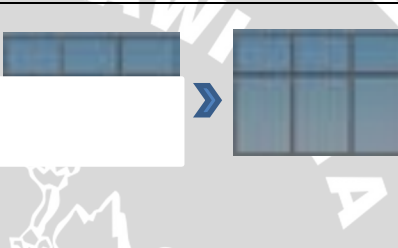


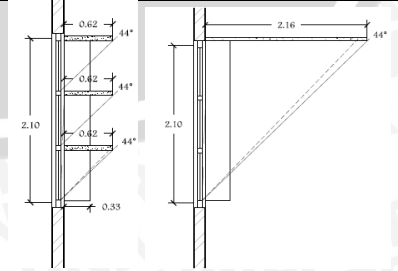
Tabel 4.35 SBV dan SBH Utara Ruang FDM

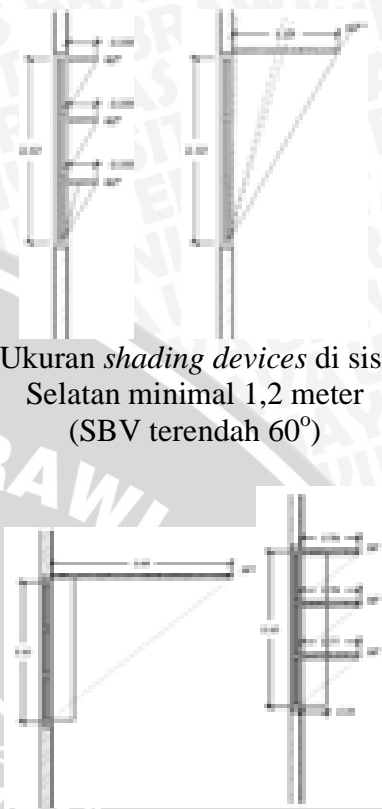



Jam	22 Juni 2016		21 Maret 2016		22 Desember 2016	
	SBH	SBV	SBH	SBV	SBH	SBV
09.00	+66	58	-	-	-	-
12.00	+11	58	+11	80	-	-
15.00	-42	38	-70	70	-	-

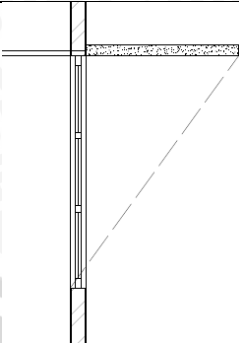
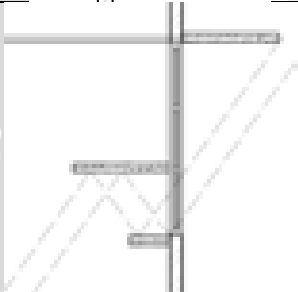


Gambar 4.70 Sunpath Diagram Sisi Utara Ruang FDM (Sudut Azimuth 179° & Altitude 349°)



Tabel 4.36 Variabel Laboratorium Fenomena Dasar Mesin

No	Variabel Bebas		Rincian	Visualisasi
1.	Bukaan pencahayaan (jendela)	a. Ukuran	Penambahan jendela di sisi barat ruang	
			Tetap menggunakan ukuran eksisting (2,1x 1 m)	
		b. Posisi	Di bawah jendela eksisting untuk memberikan pencahayaan yang fokus ( <i>spot lighting</i> )	
		c. Material	Menggunakan kaca buram untuk mengurangi silau	
		Menggunakan kaca <i>clear</i> agar terang langit yang masuk lebih banyak		
2.	Pembayang matahari ( <i>shading device</i> )	a. Ukuran	Menentukan ukuran dengan SBV & SBH	 <p>Ukuran <i>shading devices</i> di sisi Barat minimal 2,16 meter (SBV terendah 44°)</p>

No	Variabel Bebas	Rincian	Visualisasi
			 <p data-bbox="1018 616 1412 728">Ukuran <i>shading devices</i> di sisi Selatan minimal 1,2 meter (SBV terendah 60°)</p> <p data-bbox="1018 1086 1412 1198">Ukuran <i>shading devices</i> di sisi Utara minimal 2,68 meter (SBV terendah 38°)</p>
	<p data-bbox="555 1518 678 1552">b. Jenis</p>	<p data-bbox="746 1238 965 1305">Menggunakan ukuran eksisting</p> <p data-bbox="746 1518 981 1736">Hanya horizontal, dengan pertimbangan tapak berada dekat dengan garis katulistiwa</p> <p data-bbox="746 1787 981 2027">Gabungan vertikal dan horizontal, agar secara maksimal menghalangi sinar langsung yang masuk</p>	  

No	Variabel Bebas	Rincian	Visualisasi
	c. Posisi	Di luar bangunan sebagai <i>shading devices</i>	
		Di luar dan dalam bangunan sebagai <i>shading devices</i> dan <i>light shelves</i>	
	d. Karakteristik bahan	Kasar, untuk membaurkan cahaya	
		Halus, untuk memantulkan cahaya	

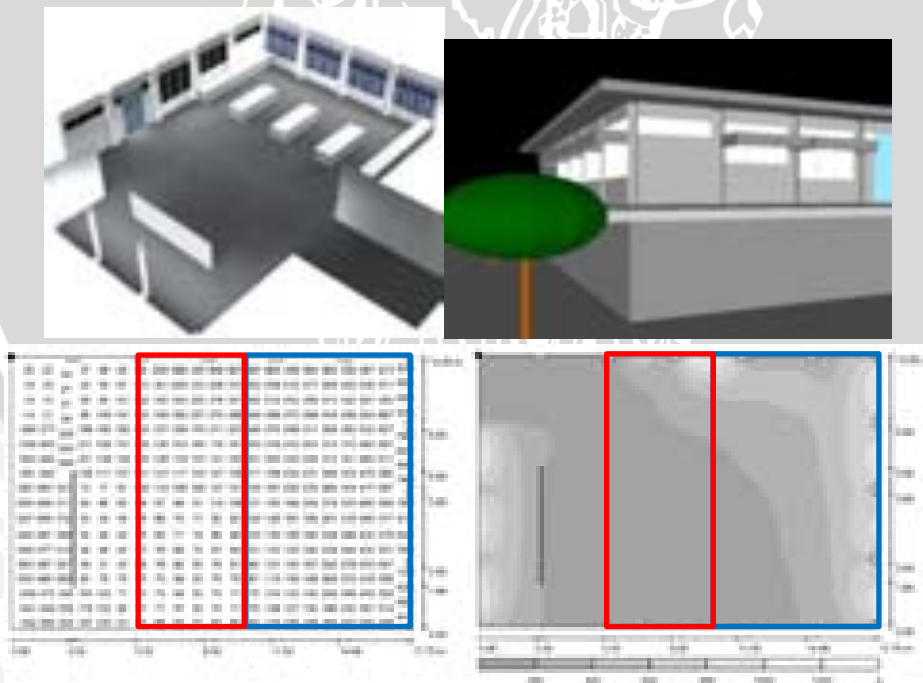


## a. Alternatif 1

Bukaan: ukuran bukaan di barat ruang ditambah, posisi di bawah jendela eksisting, kaca bening

Pembayang matahari: ukuran eksisting, jenis *hybrid* (gabungan vertikal dan horizontal), posisi di luar, material kasar

Pembayang matahari menggunakan *shading devices* eksisting dengan dimensi 2,8x1x0,4 meter. *Shading devices* terdiri dari tiga jenis yaitu horizontal dengan panjang 2 meter, vertikal dengan panjang 1 meter dan juga *shading devices* yang sejajar dengan jendela dengan ukuran 2,8x0,4 meter. Penambahan jendela di bawah jendela eksisting sebanyak 5,85 m<sup>2</sup> diletakkan berdasarkan jangkauan cahaya alami yang masuk ke dalam ruang. Jendela yang berada di barat ruang dengan posisi paling utara yang berdekatan dengan jendela besar tidak ditambah dimensinya. Jendela kedua dari utara mendapatkan penambahan ukuran 1 modul (1,95 m<sup>2</sup>) dibawah jendela eksisting. Sedangkan jendela ketiga dari utara berada di tengah ruang, mendapat penambahan dimensi 2 modul (3,9 m<sup>2</sup>) dengan harapan meningkatkan pencahayaan terutama pada area tengah ruang.



Gambar 4.71 Hasil Alternatif 1 Laboratorium Fenomena Dasar Mesin

Penambahan jendela tanpa merubah *shading device* eksisting menghasilkan peningkatan pencahayaan dalam ruang. Penambahan *shading device hybrid* di atas jendela tambahan merupakan upaya menghalau sinar matahari langsung agar tidak

langsung masuk dan menyesuaikan dengan pembayang eksisting bangunan. Pencahayaan pada area praktek antara 200-400 lux dan sudah memenuhi kebutuhan pencahayaan pada ruang. Namun masih terdapat area yang gelap pada tengah ruang dengan tingkat pencahayaan dibawah 100 lux.

Tabel 4.37 Perbandingan Pengukuran Lapangan, Simulasi, dan Alternatif 1 Laboratorium Fenomena Dasar Mesin

Pengukuran Lapangan		Simulasi		Alternatif 1	
$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)
82,525	0,2016555	235	1,43	294	1,95

Hasil Alternatif 1 mengalami peningkatan rata-rata pencahayaan dalam ruang sebesar 59 lux dan DF sebesar 0,52%. Namun area dekat jendela tetap mendapat sinar matahari langsung karena *shading devices* yang tidak menghalangi sinar langsung yang masuk kedalam ruang. Alternatif 1 tidak dapat menjadi rekomendasi karena pencahayaan masih tidak merata.

b. Alternatif 2

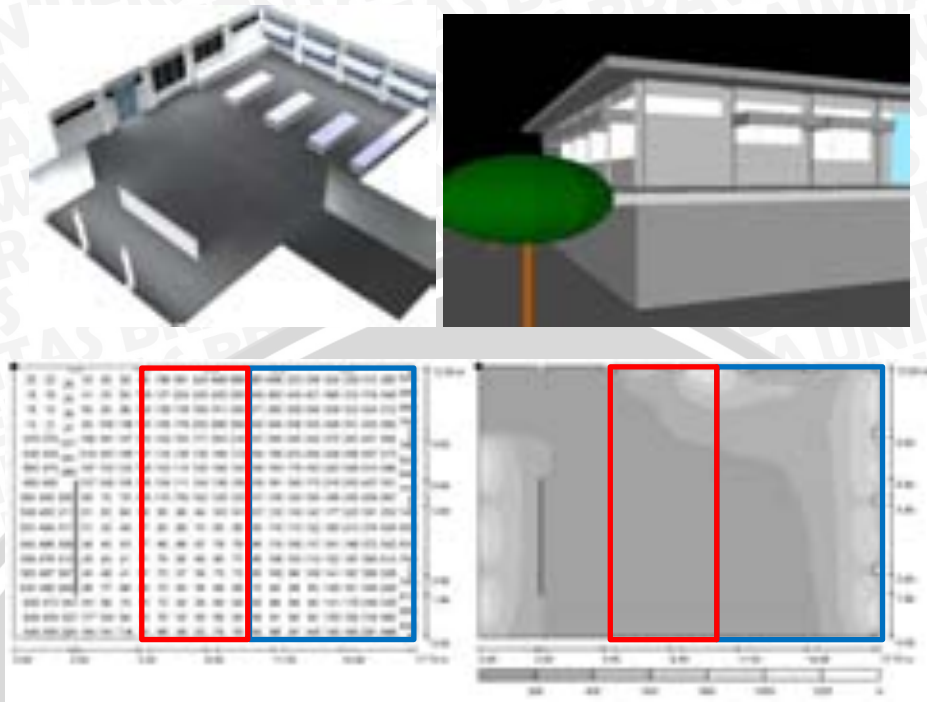
Bukaan: ukuran bukaan di barat ruang ditambah, posisi di bawah jendela eksisting, kaca bening

Pembayang matahari: ukuran eksisting, jenis *hybrid* (gabungan vertikal dan horizontal), posisi di luar dan dalam, material kasar di luar dan halus di dalam

Pembayang matahari menggunakan *shading devices* eksisting dengan dimensi 2,8x1x0,4 meter dan menambahkan *light shelve* didalam ruang. *Shading devices* terdiri dari tiga jenis yaitu horizontal dengan panjang 2 meter, vertikal dengan panjang 1 meter dan juga *shading devices* yang sejajar dengan jendela dengan ukuran 2,8x0,4 meter. *Light shelve* diletakkan 2 meter dari lantai, menempel pada kusen jendela di sisi barat agar mengurangi silau didekat jendela.

Penambahan jendela di bawah jendela eksisting sebanyak 5,85 m<sup>2</sup> diletakkan berdasarkan jangkauan cahaya alami yang masuk ke dalam ruang. Jendela yang berada di barat ruang dengan posisi paling utara yang berdekatan dengan jendela besar tidak ditambah dimensinya. Jendela kedua dari utara mendapatkan penambahan ukuran 1 modul (1,95 m<sup>2</sup>) dibawah jendela eksisting. Sedangkan jendela ketiga dari utara berada di tengah ruang, mendapat penambahan dimensi 2 modul (3,9 m<sup>2</sup>) dengan harapan memberikan peningkatan pencahayaan terutama pada area tengah ruang.





Gambar 4.72 Hasil Alternatif 2 Laboratorium Fenomena Dasar Mesin

Penambahan jendela dan juga *shading device* eksisting di atas jendela tambahan merupakan penyesuaian dengan pembayang eksisting bangunan. Dari hasil simulasi terdapat peningkatan pencahayaan dalam ruang. Terdapat penambahan *light shelves* di dalam ruang sebagai upaya untuk mencapai pencahayaan yang lebih merata. Pencahayaan pada area praktikum (kotak biru) antara 150-300 lux dan sudah memenuhi kebutuhan pencahayaan pada ruang, namun masih terdapat area yang terlalu terang di dekat jendela.

Tabel 4.38 Perbandingan Pengukuran Lapangan, Simulasi, dan Alternatif 2 Laboratorium Fenomena Dasar mesin

Pengukuran Lapangan		Simulasi		Alternatif 2	
$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)
82,525	0,2016555	235	1,43	259	1,50

Hasil Alternatif 2 mengalami peningkatan rata-rata pencahayaan dalam ruang sebesar 24 lux dan DF sebesar 0,07%. *Light shelves* tidak memberi pengaruh yang berarti pada pencahayaan dalam ruang terutama di tengah karena jarak yang mencapai 9-12 meter. Alternatif 2 tidak dapat menjadi rekomendasi karena pencahayaan masih tidak merata.



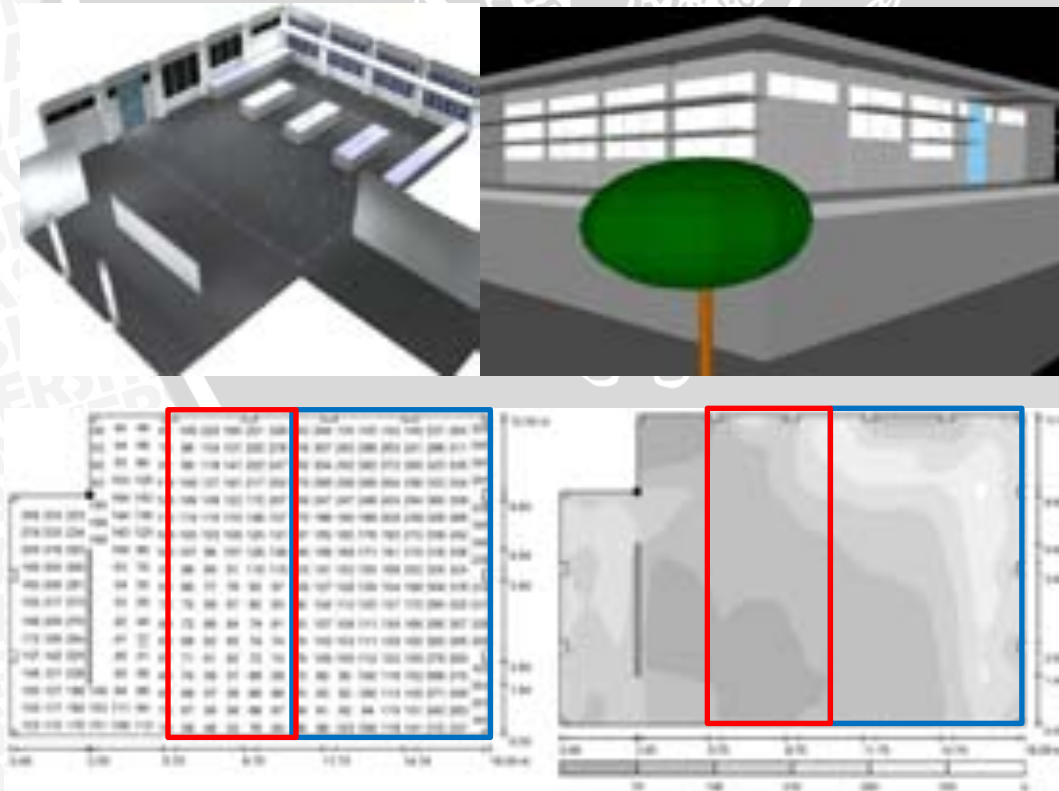
## c. Alternatif 3

Bukaan: ukuran bukaan di barat ruang ditambah, posisi di bawah jendela eksisting, kaca bening

Pembayang matahari: ukuran sesuai SBV, jenis horizontal, posisi di luar dan dalam, material kasar di luar dan halus di dalam

Pembayang matahari atau *shading devices* menggunakan pembayang yang dimensinya ditentukan dari Sudut Bayangan Vertikal (SBV) terendah dengan asumsi dapat menghalangi sinar langsung agar tidak masuk kedalam ruang. *Shading devices* berjenis horizontal dengan panjang 0,9 meter di sisi Utara dan 0,72 meter di sisi Barat. *Light shelves* ditambahkan untuk memantulkan cahaya ketengah ruang.

Penambahan jendela di bawah jendela eksisting sebanyak  $5,85 \text{ m}^2$  diletakkan berdasarkan jangkauan cahaya alami yang masuk ke dalam ruang, semakin dekat dengan tengah ruang, semakin banyak penambahan ukurannya. Penambahan berurutan dari yang paling utara tidak ditambah, kedua ditambah satu modul ( $1,95 \text{ m}^2$ ), ketiga ditambah 2 modul ( $3,9 \text{ m}^2$ ) dibawah jendela eksisting. Hal ini dilakukan agar pencahayaan dalam ruang lebih merata.



Gambar 4.73 Hasil Alternatif 3 Laboratorium Fenomena Dasar Mesin

Penambahan jendela dan perubahan *shading device* sesuai dengan SBV menjadikan pencahayaan dalam ruang lebih merata dan tidak ada titik yang terkena sinar matahari langsung. Dari hasil simulasi terdapat peningkatan pencahayaan dalam ruang terutama pada area gelap. Penambahan *light shelves* di dalam ruang sebagai upaya untuk mencapai pencahayaan yang lebih merata. Pencahayaan pada area praktek antara 150-300 lux dan sudah memenuhi kebutuhan pencahayaan pada ruang. Meski terdapat area yang gelap pada area diskusi (kotak merah) dengan jarak terjauh dari bukaan, pencahayaan cenderung merata.

Tabel 4.39 Perbandingan Pengukuran Lapangan, Simulasi, dan Alternatif 3 Laboratorium Fenomena Dasar mesin

Pengukuran Lapangan		Simulasi		Alternatif 3	
$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)
82,525	0,2016555	235	1,43	116	1,13

Hasil Alternatif 3 mengalami penurunan rata-rata pencahayaan dalam ruang sebesar 119 lux dan DF sebesar 0,2% dari simulasi awal. Hasil pemetaan tingkat cahaya alami dalam ruang menunjukkan bahwa pencahayaan dalam ruang sudah merata. *Light shelves* memberi pengaruh pada pencahayaan dalam ruang sehingga pencahayaan di area sirkulasi tidak menurun. Alternatif 3 dapat menjadi rekomendasi desain pencahayaan pada ruang laboratorium sejenis.

#### d. Rekomendasi Desain

Dari ketiga alternatif desain laboratorium Fenomena Dasar Mesin, dipilih salah satu untuk menjadi rekomendasi desain yaitu Alternatif 3 dengan penambahan ukuran bukaan pada sisi Barat ruang. Jendela tambahan berada di bawah jendela eksisting dengan lebar setiap 0,65 meter sesuai kebutuhan pencahayaan. Peningkatan rata-rata pencahayaan dalam ruang dan faktor langit menunjukkan bahwa pencahayaan cenderung merata sesuai dengan kebutuhan ruang yang tidak silau di area dekat jendela yaitu 100-180 lux pada ruang diskusi dan 150-300 lux pada area praktek.





Gambar 4.74 Potongan instrumen pencahayaan Ruang Fenomena Dasar Mesin



Gambar 4.75 Tampak instrumen pencahayaan Ruang Fenomena Dasar Mesin

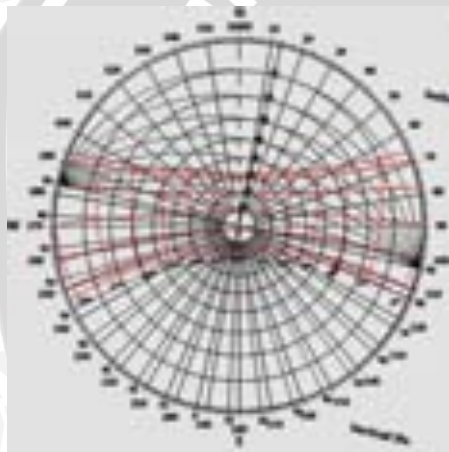
Bentuk bukaan pada ruang Fenomena Dasar Mesin disesuaikan dengan kebutuhan pencahayaan. Bukaan ditambah pada tengah ruang agar dapat menerangi bagian tengah ruang secara merata. *Shading device* pada alternatif 3 menggunakan ukuran yang disesuaikan SBV dengan panjang 0,78 meter di sisi Barat dan 0,62 meter di sisi Utara ruang. Pembayang diletakkan di atas jendela agar sinar matahari tidak langsung masuk kedalam ruang dan menimbulkan silau di dalam ruang.





Gambar 4.76 Rekomendasi Ruang Fenomena Dasar Mesin Terhadap Bangunan

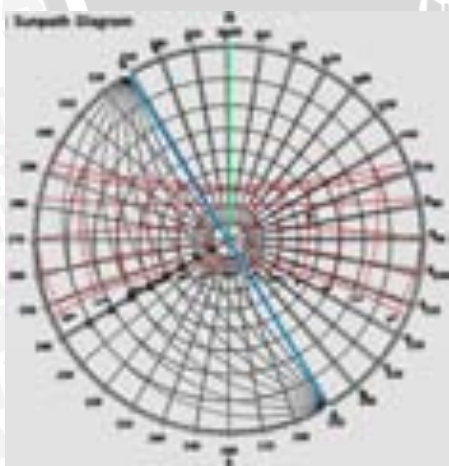
#### 4.6.4 Laboratorium Hidrolika Terapan Teknik Pengairan



Tabel 4.40 SBV dan SBH Utara Ruang Hidrolika

Jam	22 Juni 2016		21 Maret 2016		22 Desember 2016	
	SBH	SBV	SBH	SBV	SBH	SBV
09.00	+42	44	+68	70	-	-
12.00	-13	60	-13	80	-	-
15.00	-66	60	-	-	-	-

Gambar 4.77 Sunpath Diagram Sisi Utara Ruang Hidrolika (Sudut Azimuth 148° & Altitude 58°)


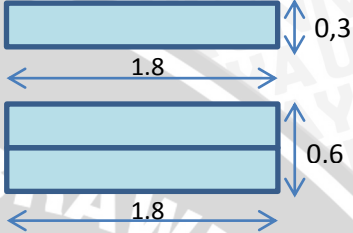
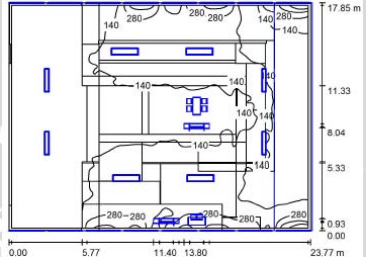
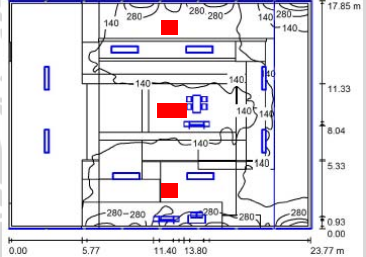




Tabel 4.41 SBV dan SBH Selatan Ruang Hidrolika


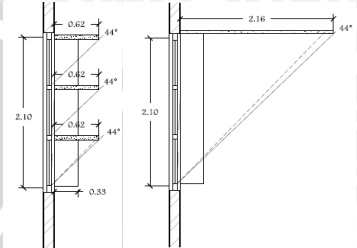
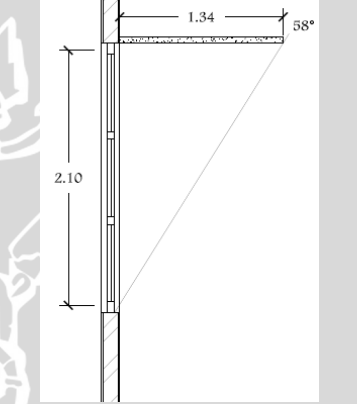
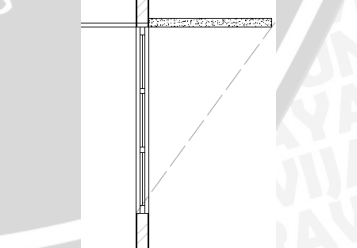
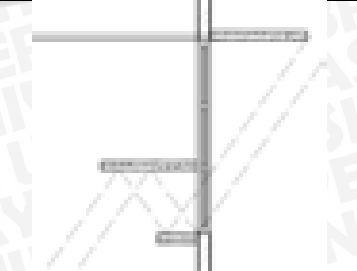
Jam	22 Juni 2016		21 Maret 2016		22 Desember 2016	
	SBH	SBV	SBH	SBV	SBH	SBV
09.00	-	-	-	-	-73	76
12.00	-	-	-	-	-13	75
15.00	-	-	+85	86	+52	58

Gambar 4.78 Sunpath Diagram Sisi Selatan Ruang Hidrolika (Sudut Azimuth 328° & Altitude 238°)

Tabel 4.42 Variabel Laboratorium Hidrolika Terapan

No.	Variabel Bebas	Rincian	Visualisasi
1.	Bukaan pencahayaan ( <i>skylight</i> & jendela)	a. Ukuran	<p>Penambahan ukuran pada <i>skylight</i></p>  <p>Ukuran eksisting jendela: 1,5x 2,4m Ukuran eksisting <i>skylight</i>: 1,8 x 0,3 m menjadi 1,8 x 0,6 m</p> 
		b. Posisi	<p>Dititik eksisting untuk memberikan pencahayaan merata (<i>general lighting</i>)</p>  <p>Dititik tertentu untuk memberikan pencahayaan yang fokus (<i>spot lighting</i>)</p> 
	c. Material	Menggunakan kaca buram untuk mengurangi silau	
		Menggunakan kaca <i>clear</i> agar terang langit yang masuk lebih banyak	



No.	Variabel Bebas		Rincian	Visualisasi
2.	Pembayang matahari ( <i>shading device</i> )	a. Ukuran	Menggunakan ukuran eksisting Panjang 2,1 meter	
			Menentukan ukuran dengan SBV & SBH	 <p data-bbox="1043 786 1401 898">Ukuran <i>shading devices</i> di sisi Utara minimal 2,16 meter (SBV terendah 44°)</p>
				 <p data-bbox="1043 1346 1401 1458">Ukuran <i>shading devices</i> di sisi Selatan minimal 1,34 meter (SBV terendah 58°)</p>
	b. Jenis	Hanya horizontal, dengan pertimbangan sinar datang horizontal tidak terlalu berpengaruh		
	c. Posisi	Di dalam bangunan sebagai <i>shading devices</i> dan <i>light shelves</i>		



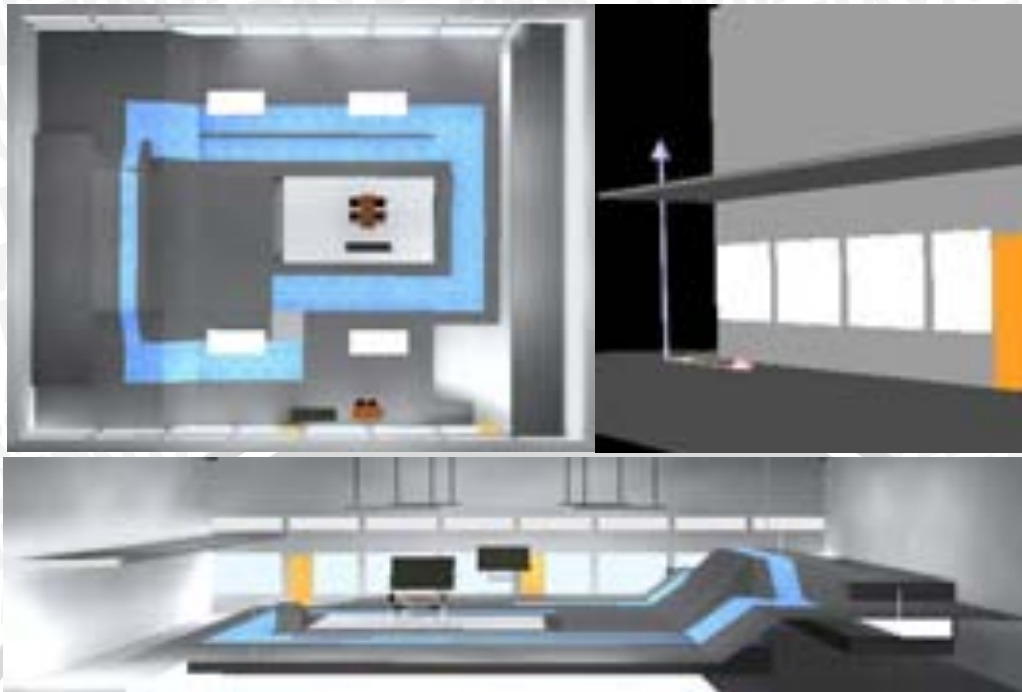
No.	Variabel Bebas	Rincian	Visualisasi
		Di dalam bangunan sebagai pelindung dari sinar matahari langsung	
	d. Karakteristik bahan	Kasar, untuk membaurkan cahaya	
		Berpori, untuk menyaring cahaya masuk langsung	

a. Alternatif 1

Bukaan: ukuran *skylight* ditambah, posisi di titik eksisting, kaca bening

Pembayang matahari: ukuran *shading device* eksisting, jenis horizontal, posisi di dalam, material berpori

Pembayang matahari menggunakan *shading devices* eksisting horizontal dengan panjang 2 meter. Penambahan ukuran *skylight* sebesar  $0,54 \text{ m}^2$  diletakkan pada *skylight* eksisting. Ditambah pula pembayang dibawah *skylight* dengan material yang berpori agar cahaya matahari tidak langsung masuk dan menimbulkan kesilauan pada bidang kerja. Ukuran pembayang dibawah *skylight* menyesuaikan dengan ukuran *skylight*. Penambahan pembayang dan ukuran *skylight* dilakukan agar pencahayaan dalam ruang lebih merata.



Gambar 4.79 Hasil Alternatif 1 Laboratorium Hidrolika Terapan

Penambahan *skylight* tanpa merubah *shading device* eksisting menghasilkan peningkatan pencahayaan dalam ruang. Penambahan *skylight* dilengkapi dengan *skylight blind* dengan material berpori seperti kain, sebagai upaya menghalau sinar matahari langsung agar tidak masuk. Pencahayaan pada area praktek antara 200-350 lux dan sudah memenuhi kebutuhan pencahayaan pada ruang.

Tabel 4.43 Perbandingan Pengukuran Lapangan, Simulasi, dan Alternatif 1 Laboratorium Hidrolika

Pengukuran Lapangan		Simulasi		Alternatif 1	
$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)
82,525	0,2016555	194	1,18	260	1,61

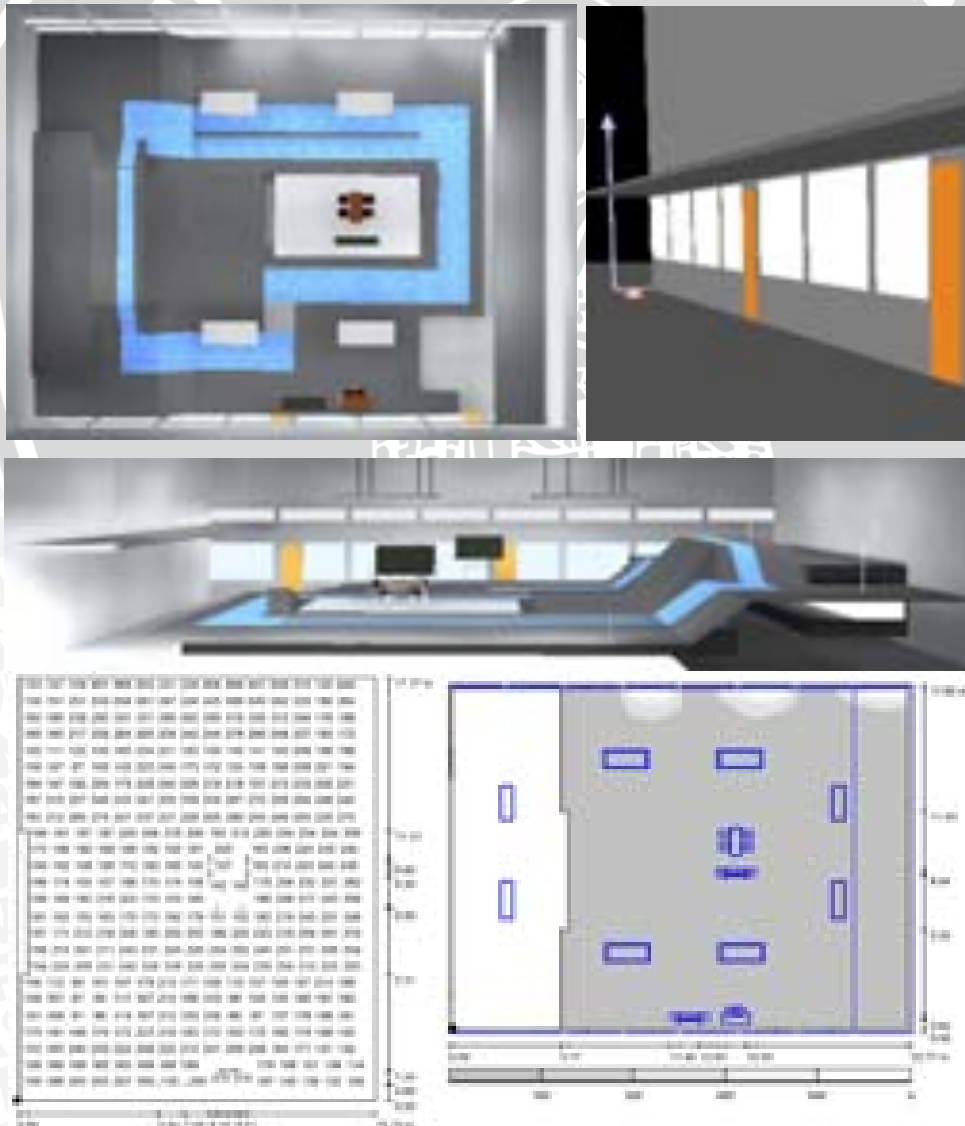
Hasil Alternatif 1 mengalami peningkatan rata-rata pencahayaan dalam ruang sebesar 66 lux dan DF sebesar 0,43%. Namun area dekat jendela tetap mendapat pencahayaan yang tinggi meskipun sudah berkurang hingga 200 lux dari simulasi awal. **Alternatif 1** dapat **menjadi rekomendasi** karena pencahayaan yang sudah merata.

## b. Alternatif 2

Bukaan: ukuran *skylight* ditambah, posisi di titik eksisting, kaca bening

Pembayang matahari: ukuran *shading device* sesuai SBV, jenis horizontal, posisi di dalam, material kasar

Pembayang matahari atau *shading devices* menggunakan pembayang yang dimensinya ditentukan dari Sudut Bayangan Vertikal (SBV) terendah dengan asumsi dapat menghalangi sinar langsung agar tidak masuk kedalam ruang, berjenis horizontal dengan panjang 2,2 meter. Pembayang dibawah *skylight* menggunakan material berpori agar tidak menimbulkan kesilauan pada bidang kerja. Ukuran pembayang menyesuaikan dengan ukuran *skylight*. Penambahan ukuran *skylight* sebesar  $0,54 \text{ m}^2$  pada *skylight* eksisting. Hal ini dilakukan agar pencahayaan dalam ruang lebih merata.



Gambar 4.80 Hasil Alternatif 2 Laboratorium Hidrolika Terapan



Penambahan *skylight* dengan merubah *shading device* sesuai SBV menghasilkan peningkatan pencahayaan dalam ruang dibanding simulasi eksisting. Penambahan *skylight* dilengkapi dengan *skylight shades* dengan material dengan permukaan kasar sebagai upaya menghalau sinar matahari langsung agar tidak masuk dan membaurkan cahaya. Pencahayaan pada area praktek antara 150-300 lux dan sudah memenuhi kebutuhan pencahayaan pada ruang.

Tabel 4.44 Perbandingan Pengukuran Lapangan, Simulasi, dan Alternatif 2 Laboratorium Hidrolika

Pengukuran Lapangan		Simulasi		Alternatif 2	
$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)	$\Sigma$ Daylight Indoor (Lx)	$\Sigma$ Daylight Factor (%)
82,525	0,2016555	194	1,18	215	1,33

Hasil Alternatif 2 mengalami peningkatan rata-rata pencahayaan dalam ruang sebesar 21 lux dan DF sebesar 0,15%. Kelebihan alternatif 2 adalah pencahayaan yang lebih merata dan penerangan di area dekat bukaan tidak menyilaukan. Namun alternatif 2 tidak dapat menjadi rekomendasi karena pencahayaan kurang memenuhi kebutuhan.

#### 4.6.5 Kesimpulan Rekomendasi Desain

Berdasarkan rekomendasi pada bukaan dan pembayang matahari, menghasilkan perubahan tingkat pencahayaan pada keempat ruang laboratorium. Pada laboratorium Pengecoran Logam, Motor Bakar dan Hidrolika kurang terang dibandingkan dengan kebutuhan pencahayaan. Setelah dilakukan rekomendasi menyebabkan pencahayaan meningkat dan memenuhi standar yang dibutuhkan. Pada ruang laboratorium hidrolika dan fenomena dasar mesin yang bermasalah dengan tingkat pencahayaan tidak merata, dilakukan rekomendasi sehingga pencahayaan dalam ruang lebih merata dan mendekati standar yang dibutuhkan.

Perkembangan masing-masing desain ruang laboratorium sebelum dan sesudah rekomendasi desain dapat dilihat dari eksterior bangunan serta interior ruang laboratorium (Tabel 4.45). Perubahan eksterior terjadi pada tiga ruang laboratorium, yaitu Laboratorium Pengecoran Logam, Motor Bakar, dan Fenomena Dasar Mesin. Eksterior sebelum dan sesudah rekomendasi desain dapat dilihat pada poin-poin berikut.

a. Laboratorium Pengecoran Logam, Teknik Mesin

Perubahan desain instrumen pencahayaan ruang laboratorium pengecoran logam ada tiga. Pertama, adanya penambahan luas bukaan berupa jendela untuk memasukkan terang langit lebih banyak kedalam ruang. Kedua, penambahan pembayang ruang yang disesuaikan dengan Sudut Bayangan Vertikal (SBV) agar cahaya langsung tidak masuk kedalam ruang. Ketiga penambahan *light shelves* didalam ruang yang disesuaikan pula dengan SBV, untuk memantulkan terang langit ke area ruang yang lebih dalam serta melindungi bahan-bahan yang diletakkan dibawah jendela dari sinar langsung.



Gambar 4.81 Eksterior Laboratorium Pengecoran Logam Sebelum (atas) & Sesudah (bawah) Rekomendasi

Perubahan eksterior ruang berpengaruh pada keseluruhan selubung bangunan, sehingga diupayakan perubahan tidak menyebabkan ketidakteraturan pada fasad bangunan. Setelah penambahan ketiga elemen, perubahan yang terjadi tidak mencolok dan tetap menyatu dengan fasad bangunan. Rekomendasi yang dilakukan dapat diterima dan tidak mengganggu lingkungan sekitar secara visual.



b. Laboratorium Motor Bakar, Teknik Mesin

Perubahan desain instrumen pencahayaan ruang laboratorium motor bakar ada dua. Pertama, adanya penambahan luas bukaan berupa jendela untuk memasukkan terang langit lebih banyak kedalam ruang. Kedua, penambahan pembayang ruang yang disesuaikan dengan Sudut Bayangan Vertikal (SBV) agar cahaya langsung tidak masuk kedalam ruang. Penambahan kedua elemen tersebut berpengaruh pada selubung bangunan.



Gambar 4.82 Eksterior Laboratorium Motor Bakar Sebelum (atas) & Sesudah (bawah)

Rekomendasi

Perubahan selubung bangunan terlihat sama dengan yang terjadi pada ruang laboratorium pengecoran logam. Bedanya pada interior ruang ini terdapat tangga sehingga jendela yang ditambahkan hanya 5 modul, sedangkan untuk laboratorium pengecoran logam ditambah 6 modul. Perubahan yang terjadi dapat menyatu dengan visual bangunan.



c. Laboratorium Fenomena Dasar Mesin, Teknik Mesin

Perubahan desain instrumen pencahayaan ruang laboratorium fenomena dasar mesin ada dua. Pertama, adanya penambahan luas bukaan berupa jendela untuk memasukkan terang langit lebih banyak kedalam ruang. Kedua, penggunaan pembayang ruang yang disesuaikan dengan Sudut Bayangan Vertikal (SBV) agar cahaya langsung tidak masuk kedalam ruang. Penambahan kedua elemen tersebut sangat berpengaruh pada selubung bangunan.

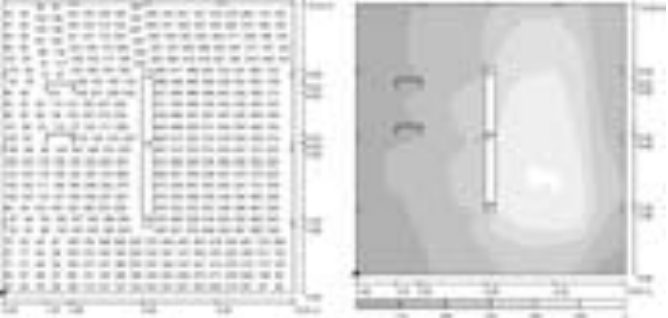


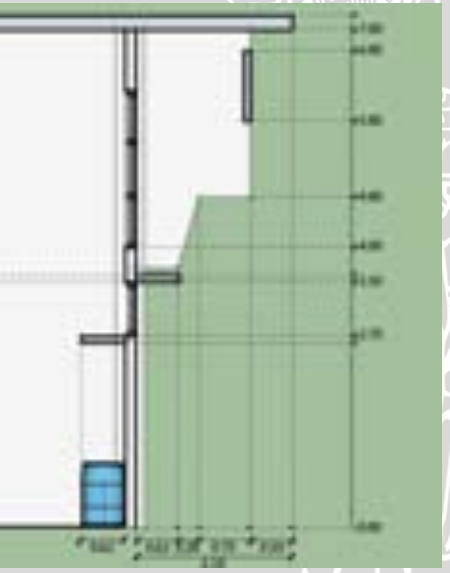



Gambar 4.83 Eksterior Laboratorium FDM Sebelum (atas) & Sesudah (bawah)




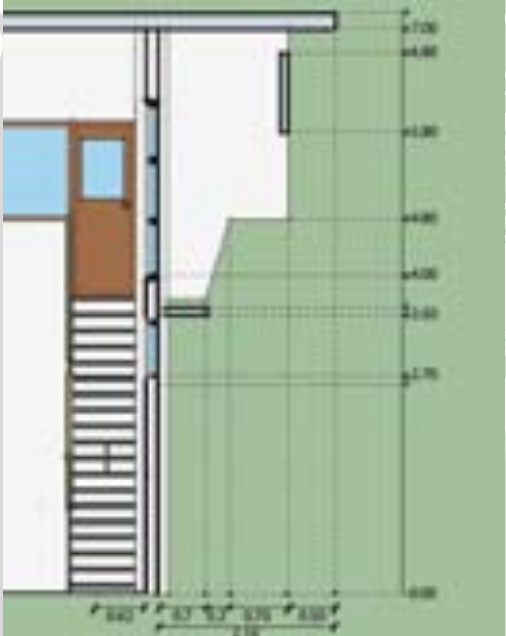
Rekomendasi

Perubahan selubung bangunan terlihat cukup mencolok dikarenakan penggunaan pembayang yang berbeda dari ruang lainnya. Dibandingkan dengan dua ruang sebelumnya, perubahan instrumen pencahayaan pada ruang ini menyebabkan perbedaan visual dengan kondisi eksisting. namun penggunaan *shading devices* horizontal tetap menyatu pada keseluruhan selubung dikarenakan elemen horizontal merupakan elemen yang paling menonjol pada fasad.

Tabel 4.45 Kesimpulan Rekomendasi Desain

	Eksisting	Bukaan Cahaya	Pembayang Cahaya	Hasil Rekomendasi
Pengecoran Logam (Alternatif 2)	<p>Luas: 12,8x12,8m Tinggi: 7m &amp; 3,2 m Orientasi: selatan Luas Bukaan: 26% Jenis: jendela awning &amp; mati Shading device: 2,1 meter</p>	<p>Menambah jendela 50 cm di bawah jendela eksisting dengan luas 13,44 m<sup>2</sup></p>	<p>Menggunakan pembayang eksisting ditambah pembayang untuk jendela tambahan dengan panjang 0,33 m di sisi selatan &amp; 0,62m di sisi timur di luar &amp; dalam ruang.</p>	 <p>Pencahayaan area diskusi terpenuhi (160-220 lux) Pencahayaan area praktek terpenuhi ( 300-400 lux)</p>
	 <p>(Eksisting)</p>  <p>(Rekomendasi)</p>	 <p>(Potongan bukaan dan pembayang)</p>	 <p>Perubahan fasad tidak mencolok karena tetap menggunakan <i>shading devices</i> eksisting sehingga dapat menyatu dengan fasad bangunan.</p>	

Tabel 4.45 Kesimpulan Rekomendasi Desain

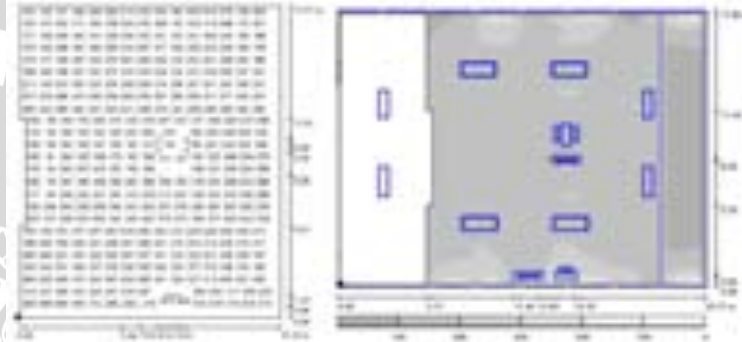


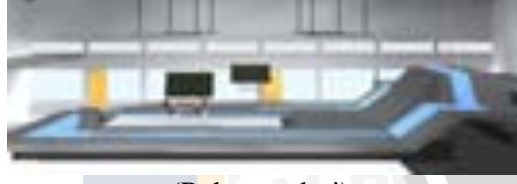
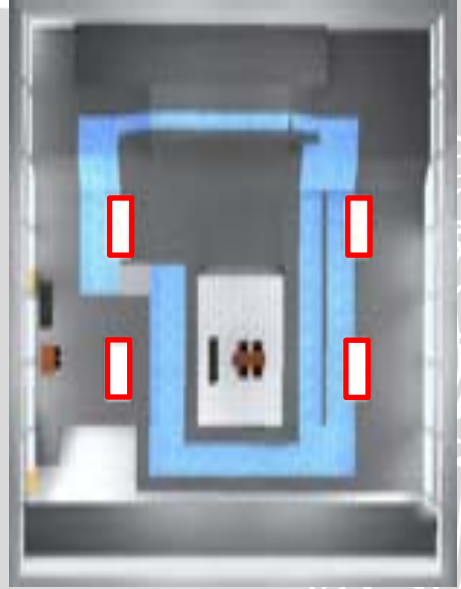
	Eksisting	Bukaan Cahaya	Pembayang Cahaya	Hasil Rekomendasi
Motor Bakar (Alternatif 3)	<p>Luas: 12,8x12,8m Tinggi: 7m &amp; 3,2 m Orientasi: Utara Luas Bukaan: 26% Jenis: jendela awning &amp; mati Shading device: 2,1 meter</p>	<p>Menambah jendela 50 cm di bawah jendela eksisting dengan luas 13,44 m<sup>2</sup></p>	<p>Menggunakan pembayang eksisting ditambah pembayang luar untuk jendela tambahan dengan panjang 0,7 m di sisi Barat &amp; 0,62 m di sisi Utara.</p>	 <p>Pencahayaannya area diskusi terpenuhi (170-250 lux) Pencahayaannya area praktek terpenuhi (250-400 lux)</p> <p>Perubahan fasad tidak mencolok dan dapat menyatu dengan fasad bangunan karena penggunaan <i>shading devices</i> eksisting.</p>
	 <p>(Eksisting)</p>  <p>(Rekomendasi)</p>	 <p>(Potongan bukaan dan pembayang)</p>		



Tabel 4.45 Kesimpulan Rekomendasi Desain

	Eksisting	Bukaan Cahaya	Pembayang Cahaya	Hasil Rekomendasi
Fenomena Dasar Mesin (Alternatif 3)	<p>Luas: 18x18m Tinggi: 3,2 m Orientasi: Barat Luas Bukaan: 42% Jenis: jendela <i>sliding</i> &amp; mati Shading device: 2 meter</p>	<p>Menambah jendela 65 cm di bawah jendela eksisting dengan luas 5,85 m<sup>2</sup></p>	<p>Menggunakan pembayang yang disesuaikan SBV dengan panjang 0,78 m di sisi Barat &amp; 0,62 m di sisi Utara setiap 65 cm.</p>	<div data-bbox="1310 335 2049 606"> </div> <p>Pencahayaan area diskusi terpenuhi (100-180 lux) Pencahayaan area praktek terpenuhi ( 150-300 lux) Pencahayaan lebih merata, tidak silau di area dekat jendela</p> <div data-bbox="1310 750 2049 1045"> </div> <p>Perubahan fasad terlihat mencolok namun dapat menyatu dengan fasad bangunan karena elemen horizontal menjadi elemen utama pada fasad.</p>
	<div data-bbox="246 654 761 782"> <p>(Eksisting)</p> </div> <div data-bbox="246 853 761 1045"> <p>(Rekomendasi)</p> </div>	<div data-bbox="784 574 1288 1125"> <p>(Potongan bukaan dan pembayang)</p> </div>		

Tabel 4.45 Kesimpulan Rekomendasi Desain

	Eksisting	Bukaan Cahaya	Pembayang Cahaya	Hasil Rekomendasi
Hidrolika Terapan (Alternatif 3)	Luas: 24 m x 18 m Tinggi: 7 m Orientasi: Utara Luas Bukaan: 43,7 % Jenis: jendela <i>awining</i> & mati, <i>skylight</i> Shading device: 2 meter	Menambah <i>skylight</i> , posisi dititik eksisting dengan luas 2,16 m <sup>2</sup>	Menggunakan pembayang yang berpori seperti membran pada titik <i>skylight</i> untuk menghalau sinar langsung dan panas.	 <p>Pencahayaannya area praktek terpenuhi (200-350 lux)                      Pencahayaannya lebih merata, tidak silau &amp; panas di area bawah <i>skylight</i>.</p>  <p>Perubahan interior tidak mencolok namun penggunaan membran serta bentuk membran dapat disesuaikan dengan interior ruang.</p>
	 <p>(Eksisting)</p>  <p>(Rekomendasi)</p>	 <p>(Posisi pembayang)</p>		

UNIVERSITAS BRAWIJAYA





