

**ANALISIS KUAT PENERANGAN BUATAN PADA RUANG
BELAJAR PROGRAM STUDI TEKNIK INSTALASI TENAGA
LISTRIK BERBASIS PERANGKAT LUNAK RELUX
PROFESIONAL**

(STUDI PADA SMK NEGERI 55 JAKARTA)



Disusun Oleh:

ROHMAD HIDAYAT

5115116930

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2017

ABSTRAK

Rohmad Hidayat, *Analisis Kuat Penerangan Buatan Pada Ruang Belajar Berbasis Perangkat Lunak Relux Profesional (Studi pada SMK Negeri 55 Jakarta)*. Skripsi. Jakarta, Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, 2017. Dosen Pembimbing: Drs. Purwanto Gendroyono, MT. dan Mochammad Djaohar, ST., M.Sc.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai kuat penerangan pada ruang belajar program studi Teknik Instalasi Tenaga Listrik di SMK Negeri 55 Jakarta. Hasil dari penelitian yang dilakukan juga akan membuktikan bahwa simulasi Relux Pro bisa menjadi cara yang tepat untuk memprediksi nilai kuat penerangan pada ruang belajar tersebut. Jika hasil penelitian menunjukkan nilai kuat penerangan ruang belajar tersebut masih di bawah standar minimal menurut SNI, maka akan dibuat perbaikan desain untuk memperoleh penerangan di atas standar minimal pada ruangan tersebut.

Penelitian ini menggunakan metode rekayasa teknik dengan memanfaatkan tiga cara yaitu pengukuran, perhitungan manual dan simulasi Relux Pro. Cara pengukuran menggunakan Luxmeter sebagai alat ukur untuk mendapatkan nilai kuat penerangan yang terukur pada ruang belajar. Cara perhitungan manual berdasarkan standar tata cara perhitungan menurut SNI dan cara simulasi menggunakan program Relux Pro untuk memprediksi nilai kuat penerangan yang seharusnya terdapat pada ruang belajar.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai kuat penerangan rata-rata yang terukur dengan luxmeter di ruang belajar hanya 147 lux. Kemudian dengan cara perhitungan manual dan simulasi, nilai kuat penerangan yang seharusnya terdapat pada ruang belajar tersebut juga masih dibawah 300 lux.. Hasil penelitian juga membuktikan bahwa dengan Relux Pro, akan lebih banyak simulasi dan hasil keluaran yang bisa diperoleh secara cepat dan dengan data yang lengkap serta tampilan yang estetik, sementara perhitungan manual hanya menghasilkan jumlah titik lampu dan nilai kuat penerangan pada bidang kerja saja. Kemudian pada perbaikan desain ruang belajar tersebut, untuk mencapai nilai kuat penerangan di atas 300 lux dapat diperoleh dengan merubah karakter warna dari dinding, plafon, lantai di dalam ruang kelas, mengganti sumber penerangan dengan lampu yang jumlah lumennya lebih tinggi serta mengurangi tingkat pengotoran di dalam ruang belajar tersebut.

Kata Kunci: Ruang belajar, Kuat penerangan Buatan, Pengukuran, Perhitungan, Simulasi Berbasis Relux Pro, Perbaikan Desain.

ABSTRACT

Rohmad Hidayat, Analytical of Artificial Illumination on Study Room Based Software Relux Profesional (Research on SMKN 55 Jakarta). Essay. Jakarta, StudyProgram Electrical Engineering Education, Faculty of Engineering, State University of Jakarta, 2017. Lecture : Drs. Purwanto Gendroyono, Mt. dan Mochammad Djaohar, ST., M.Sc.

The purpose of this research was analyze the value of illumination in the study room at SMKN 55 Jakarta. Analytical results from research undertaken will prove whether the value of illumination already meet the mnimum standards of illumination as 300 lux or still under 300 lux. If the illumination still under 300 lux, then it will be made for the value of design improvement optimal illumination in the study room.

This research uses three methods of measurement, calculation and Relux Pro simulation. Measurement method using luxmeter as a means of measurement. Method calculation formula based SNI. Simulation method using Relux Pro simulation to simulate lighting based on conditions on the ground.




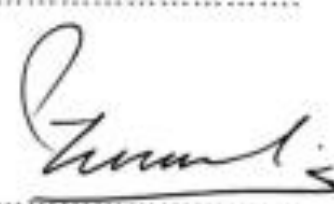

Result of research shows that three methode used, Relux Pro simulation is the most accurate, easy and visualis compared measurements or calculations. Result of research also shows that the value of illumination in the classrooms still below 300 lux. So that improvement design on study room, to achieve illumination value above 300 lux can be obtained by changing the character of the material colours in the classroom, replace lights that use more than two years and reduce the distance between armature and field work in simulated by Relux Pro Simulation.

Key Word: Study Room, Lightning Exposure, Measurement, Calculations, Relux Pro Simulation, Design Improvement

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KUAT PENERANGAN BUATAN PADA RUANG BELAJAR
PROGRAM STUDI TEKNIK INSTALASI TENAGA LISTRIK BERBASIS
PERANGKAT LUNAK RELUX PROFESIONAL
(STUDI PADA SMK NEGERI 55 JAKARTA)
ROHMAD HIDAYAT / 5115116930**

PANITIA UJIAN SKRIPSI

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
Drs. Ir. Parjiman, MT (Ketua Penguji)		22-02-2017
Massus Subekti, MT (Sekretaris)		16-02-2017
Dr. Muhammad Rif'an, MT (Dosen Ahli)		17-02-2017
Drs. Purwanto Gendroyono, MT (Dosen Pembimbing I)		22.02.2017
Mochammad Djaohar, ST., M.Sc (Dosen Pembimbing II)		21-02-2017

Tanggal Lulus : 07 Februari 2017

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan :

1. Karya tulis skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian sendiri dengan arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, Januari 2017
Yang membuat pernyataan

Rohmad Hidayat
5115116930

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga dapat diselesaikannya skripsi yang diberi judul “Analisis Kuat Penerangan Buatan pada Ruang Belajar Berbasis Perangkat Lunak Relux Pro (Studi pada SMK Negeri 55 Jakarta Utara)” sebagai salah satu persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Pendidikan di Universitas Negeri Jakarta.

Dalam merencanakan, menyusun dan menyelesaikan skripsi ini, saya banyak menerima bantuan, bimbingan dan motivasi serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, karena kesempatan ini saya bermaksud mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa
2. Kedua Orang tua Peneliti.
3. Bapak Massus Subekti, S.Pd, M. T selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Jakarta.
4. Bapak Drs. Purwanto Gendroyono, MT selaku Dosen Pembimbing.
5. Bapak Mochammad Djaohar, ST., M.Sc selaku Dosen Pembimbing.
6. Bapak Sugijanto,S.pd selaku Ketua Program Studi Teknik Instalasi Tenaga Listrik di SMKN 55 Jakarta.
7. Gusti Suryo sebagai sahabat saya yang membantu penelitian di SMKN 55.
8. Sutrisno sebagai sahabat saya yang membantu penelitian di SMKN 55.
9. Theresia Lavenia Puspa Murni sebagai kekasih saya yang selalu mendukung untuk menyelesaikan penelitian ini.

10. Pihak-pihak yang tidak bisa disebut satu persatu yang telah membantu saya hingga terselesaikannya skripsi ini.

Saya menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun sehingga dapat memperbaiki kesalahan baik dari isi maupun tulisan dikemudian hari. Akhir kata, besar harapan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membacanya.

Peneliti

Rohmad Hidayat
5115116930

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Perumusan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Pencahayaannya	6
2.1.1 Pencahayaannya Alami	7
2.1.2 Pencahayaannya Buatan	8
2.1.3 Tipe Pencahayaannya Buatan	8
2.1.3.1 Penerangan Umum	8
2.1.3.2 Penerangan Khusus	9
2.1.3.3 Penerangan Kerja	10
2.1.3.4 Penerangan Dekorasi	11
2.1.4 Teknik Penerangan Buatan pada Ruang	12
2.1.5 Kenyamanan Visual	13
2.1.6 Gangguan pada Pencahayaannya	14

2.2.	Konsep dan Satuan Kuat Penerangan	14
2.2.1	Jumlah Cahaya	14
2.2.2.	Sudut Ruang	15
2.2.3	Intensitas Cahaya	16
2.2.4	Illuminan	17
2.2.5	Luminan	18
2.2.6	Distribusi Luminansi	19
2.2.7	Luminansi Permukaan Dinding	20
2.2.8	Luminasi Permukaan Langit-langit	20
2.3	Kuat Penerangan pada Ruang Belajar.....	21
2.3.1	Tingkat Kuat Penerangan untuk Sekolah	21
2.4	Faktor-Faktor Refleksi	23
2.4.1	Faktor Bidang Kerja	24
2.5	Armatur	24
2.5.1	Klasifikasi Armatur berdasarkan arah dari distribusi cahaya.	24
2.5.2	Klasifikasi armature berdasarkan cara pemasangan	25
2.5.3	Effisiensi Armatur	25
2.5.4	Faktor Penyusutan / depresiasi (kd)	26
2.6	Penggunaan Lampu pada Penerangan Buatan	27
2.6.1	Efisiensi lampu	27
2.6.2	Umur lampu dan depresiasi	27
2.6.3	Jenis lampu	28
2.6.3.1	Lampu pijar	28
2.6.3.2	Lampu pelepasan gas	29
2.6.3.3	Lampu LED (Light Emitting Diode)	31
2.6.4	Kualitas Warna Cahaya	33
2.6.4.1	Tampak Warna atau suhu warna	33
2.6.4.2	Renderasi Warna	35
2.7	Metode Pengukuran	36
2.7.1	Penentuan titik pengukuran	36
2.7.2	Persyaratan pengukuran	38
2.7.3	Tata cara Pengukuran	38

2.8	Perhitungan Kuat Penerangan Buatan	38
2.8.1	Perhitungan Indeks Ruang atau Indeks Bentuk (k)	39
2.8.2	Perhitungan Jumlah Lampu	40
2.9	Simulasi Kuat Penerangan Buatan dengan Relux Profesional.....	41
2.9.1	Sejarah Relux Profesional	41
2.9.2	Tutorial Pengoperasian Relux Profesional	42
2.9.3	Validasi Perhitungan Simulasi Relux Profesional	47
2.10	Kerangka Berpikir	49

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Tempat dan Waktu pelaksanaan penelitian	51
3.2	Populasi dan Sampel	51
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	52
3.4	Diagram Alur Penelitian	53
3.5	Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data	54
3.5.1	Teknik Pengumpulan Data	54
3.5.2	Prosedur Pengumpulan Data	54
3.6	Teknik Analisis Data	55
3.6.1	Analisis data dengan perhitungan manual	55
3.6.2	Analisis data dengan simulasi berbasis Relux Pro	56

BAB IV HASIL PENELITIAN

4.1	Deskripsi Hasil Penelitian	60
4.2	Analisis Data Penelitian	62
4.2.1	Analisis Data Penelitian Menggunakan Perhitungan Manual.....	62
4.2.1.1	Analisis Data Penelitian pada Ruang R 207.....	62
4.2.1.2	Analisis Data penelitian pada Ruang R 208	66
4.2.1.3	Analisis Data penelitian pada Ruang R 209	69
4.2.1.4	Analisis Data penelitian pada Ruang R 211	73
4.2.2	Analisis Data Penelitian Menggunakan Program Relux Pro.....	77

4.2.2.1 Analisis Data Penelitian pada Ruang R 207.....	77
4.2.2.2 Analisis Data penelitian pada Ruang R 208	80
4.2.2.3 Analisis Data penelitian pada Ruang R 209	84
4.2.2.4 Analisis Data penelitian pada Ruang R 211	88
4.3 Pembahasan Hasil Analisis Data Penelitian	92
4.3.1 Analisis Data Hasil Pengukuran, Perhitungan Manual dan Simulasi Relux Pro.....	92
4.3.2 Evaluasi Hasil Analisis Data Penelitian	93
4.3.2.1 Evaluasi Hasil Analisis Data Penelitian pada Ruang R 207.....	93
4.3.2.2 Evaluasi Hasil Analisis Data Penelitian pada Ruang R 208.....	94
4.3.2.3 Evaluasi Hasil Analisis Data Penelitian pada Ruang R 209.....	94
4.3.2.4 Evaluasi Hasil Analisis Data Penelitian pada Ruang R 211.....	95
4.4 Verifikasi Perhitungan Manual dengan Relux Pro	98
4.5 Desain Perbaikan Pada Ruang Belajar	99
4.5.1 Desain Perbaikan pada Ruang R 207	99
4.5.2 Desain Perbaikan pada Ruang R 208	102
4.5.3 Desain Perbaikan pada Ruang R 209	105
4.5.4 Desain Perbaikan pada Ruang R 211	108
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	112
5.2 Saran	113
DAFTAR PUSTAKA	114
LAMPIRAN	115

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Simbol dan Satuan Cahaya	14
Tabel 2.2.	Tingkat Kuat Penerangan untuk Sekolah	21
Tabel 2.3.	Pilihan Material Standar pada Ruang Kelas	23
Tabel 2.4.	Refleksi Cahaya	23
Tabel 2.5.	Klasifikasi Armatur	24
Tabel 2.6.	Tampak Warna terhadap Temperatur Warna	34
Tabel 2.7.	Pengelompokan Renderasi Warna	35
Tabel 2.8.	Tabel Efisiensi Penerangan	39
Tabel 3.1	Contoh Tabel Nilai Kuat Penerangan pada Relux Pro	56
Tabel 3.2	Pengukuran Dimensi dan Material Pendukung	58
Tabel 3.3	Pengukuran Nilai Kuat Penerangan	59
Tabel 4.1	Hasil Pengukuran Dimensi & Material Pada Ruang Belajar	60
Tabel 4.2	Hasil Pengukuran Kuat Penerangan pada Ruang Belajar	61
Tabel 4.3	Efisiensi Penerangan Untuk Armatur Penerangan Langsung	63
Tabel 4.4	Efisiensi Penerangan Untuk Armatur Penerangan Langsung ...	66
Tabel 4.5	Efisiensi Penerangan Untuk Armatur Penerangan Langsung ...	70
Tabel 4.6	Efisiensi Penerangan Untuk Armatur Penerangan Langsung ...	74
Tabel 4.7	Perbedaan Data Hasil Pengukuran, Perhitungan Rumus dan Simulasi	93
Tabel 4.8	Hasil Evaluasi Kualitas Kuat Penerangan dengan Pengukuran Menggunakan Luxmeter	96
Tabel 4.9	Hasil Evaluasi Kualitas Kuat Penerangan dengan Perhitungan Manual dengan Simulasi Relux Pro	96
Tabel 4.10	Hasil Verifikasi Perhitungan Manual dan Simulasi Relux Pro ...	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Armaturn yang Biasa Digunakan untuk Penerangan Umum	9
Gambar 2.2.	Armaturn yang biasa digunakan untuk Penerangan Khusus	10
Gambar 2.3.	Contoh Lampu Penerangan Kerja (<i>Task Lightning</i>)	10
Gambar 2.4.	Contoh Lampu Penerangan Dekorasi (<i>Decorative Lighting</i>)	11
Gambar 2.5.	Sudut Ruang Steradian	15
Gambar 2.6.	Sudut yang Dibentuk dan Arah dari Flux Cahaya	17
Gambar. 2.7.	Konsep Dasar Besaran Penerangan	18
Gambar 2.8.	Skala luminansi untuk pencahayaan interior	19
Gambar 2.9.	Grafik Luminasi Permukaan Langit –langit terhadap Luminasi Armaturn	21
Gambar 2.10.	Jenis Pemantulan dan Berbagai Kelas Armaturn	25
Gambar 2.11.	Struktur Lampu Pijar	28
Gambar 2.12.	Contoh Lampu Pelepasan Gas	30
Gambar 2.13.	Konstruksi tabung lampu fluoresen	30
Gambar 2.14.	Contoh dan Struktur Lampu LED	31
Gambar 2.15.	Temperatur Warna dalam Skala Kelvin	34
Gambar 2.16.	Penentuan titik pengukuran penerangan umum dengan luas kurang dari 10m ²	36
Gambar 2.17.	Penentuan titik pengukuran penerangan umum dengan luas antara 10 m ² – 100 m ²	37
Gambar 2.18.	Penentuan titik pengukuran penerangan umum dengan luas lebih dari 100 m ²	37
Gambar 2.19.	Edit Project pada Relux Profesional	42
Gambar 2.20.	Interior pada Relux Profesional	42
Gambar 2.21.	Room Element untuk Menambahkan Objek Pintu dan Jendela ...	43
Gambar 2.22.	3D Objek untuk Menambahkan Objek Pengisi Ruangan	43
Gambar 2.23.	Menu Tampilan 2D dan 3D pada Relux Profesional	44
Gambar 2.24.	Options untuk Memilih Jenis dan Karakteristik Lampu yang Diinginkan	44
Gambar 2.25.	Options untuk Mengatur Tata Letak Lampu yang Diinginkan ...	45

Gambar 2.26. Options untuk Mengatur Tata Letak Lampu yang Diinginkan Dalam Model 3D	45
Gambar 2.27. Reference Plane Penyebaran Cahaya pada Model Ruang	46
Gambar 2.28. Tampilan Ilustrasi Penyebaran Cahaya Dalam Bentuk 3D	46
Gambar 2.29. Tampilan Ilustrasi Penyebaran Cahaya Dalam Bentuk 3D Berdasarkan Perbedaan Tingkat Warna Pencahayaan	47
Gambar 2.30. Ruang Kamar Sebagai Sampel Validasi.....	45
Gambar 2.31. Hasil Perhitungan Simulasi Relux Pro dan Hasil Pengukuran.....	45
Gambar 3.1. Contoh Tabel Nilai Kuat Penerangan pada Relux Pro	52
Gambar 4.1. Tampilan 3D Model Simulasi Ruang 207 Sebelum Perhitungan Kuat Penerangan	77
Gambar 4.2. Proses <i>Light Calculation</i> pada Ruang R 207	78
Gambar 4.3. Data Hasil <i>Light Calculation</i> pada Simulasi Ruang R 207	78
Gambar 4.4. (A) Data Garis Isolux dan (B) Data Nilai Lux pada Ruang R 20779	
Gambar 4.5. Model 3D Simulasi Ruang R 207 dengan Model Aslinya serta Tampilan Ilustrasi Penyebaran Cahaya	80
Gambar 4.6. Tampilan 3D Model Simulasi Ruang 208 Sebelum Perhitungan Kuat Penerangan	81
Gambar 4.7. Proses <i>Light Calculation</i> pada Ruang R 208	81
Gambar 4.8. Data Hasil <i>Light Calculation</i> pada Simulasi Ruang R 208	82
Gambar 4.9. (A) Data Garis Isolux dan (B) Data Nilai Lux pada Ruang R 20883	
Gambar 4.10. Model 3D Simulasi Ruang R 208 dengan Model Aslinya serta Tampilan Ilustrasi Penyebaran Cahaya	84
Gambar 4.11. Tampilan 3D Model Simulasi Ruang 209 Sebelum Perhitungan Kuat Penerangan	85
Gambar 4.12. Proses <i>Light Calculation</i> pada Ruang R 209	85
Gambar 4.13. Data Hasil <i>Light Calculation</i> pada Simulasi Ruang R 209	86
Gambar 4.14. (A) Data Garis Isolux dan (B) Data Nilai Lux pada Ruang R 20987	
Gambar 4.15. Model 3D Simulasi Ruang R 209 dengan Model Aslinya serta Tampilan Ilustrasi Penyebaran Cahaya	87

Gambar 4.16. Tampilan 3D Model Simulasi Ruang 211 Sebelum Perhitungan Kuat Penerangan	89
Gambar 4.17. Proses <i>Light Calculation</i> pada Ruang R 211	89
Gambar 4.18. Data Hasil <i>Light Calculation</i> pada Simulasi Ruang R 211	90
Gambar 4.19. (A) Data Garis Isolux dan (B) Data Nilai Lux pada Ruang R 211	90
Gambar 4.20. Model 3D Simulasi Ruang R 211 dengan Model Aslinya serta Tampilan Ilustrasi Penyebaran Cahaya	91
Gambar 4.21. Perbedaan Data Hasil Pengukuran, Perhitungan Rumus dan Simulasi Relux Pro	92
Gambar 4.22. Perubahan Warna dan Tekstur pada Dinding, Plafon dan Lantai di ruang R 207	99
Gambar 4.23. Perubahan Spesifikasi Lampu pada Ruang Belajar R 207	100
Gambar 4.24. Mengurangi Tingkat Pengotoran dengan Menaikkan Maintenance Factor pada Ruang Belajar R 207.....	100
Gambar 4.25. Optimasi Nilai Kuat Penerangan Setelah Perbaikan Desain pada Ruang R 207.....	101
Gambar 4.26. Perubahan Warna dan Tekstur pada Dinding, Plafon dan Lantai di ruang R 208	102
Gambar 4.27. Perubahan Spesifikasi Lampu pada Ruang Belajar R 208	103
Gambar 4.28. Mengurangi Tingkat Pengotoran dengan Menaikkan Maintenance Factor pada Ruang Belajar R 208.....	103
Gambar 4.29. Optimasi Nilai Kuat Penerangan Setelah Perbaikan Desain pada Ruang R 208.....	104
Gambar 4.30. Perubahan Warna dan Tekstur pada Dinding, Plafon dan Lantai di ruang R 209	105
Gambar 4.31. Perubahan Spesifikasi Lampu pada Ruang Belajar R 209	106
Gambar 4.32. Mengurangi Tingkat Pengotoran dengan Menaikkan Maintenance Factor pada Ruang Belajar R 209.....	106
Gambar 4.33. Optimasi Nilai Kuat Penerangan Setelah Perbaikan Desain pada Ruang R 209.....	107
Gambar 4.34. Perubahan Warna dan Tekstur pada Dinding, Plafon dan Lantai di ruang R 211	108

Gambar 4.35. Perubahan Spesifikasi Lampu pada Ruang Belajar R 211	109
Gambar 4.36. Mengurangi Tingkat Pengotoran dengan Meningkatkan Maintenance Factor pada Ruang Belajar R 211.....	109
Gambar 4.37. Optimasi Nilai Kuat Penerangan Setelah Perbaikan Desain pada Ruang R 211.....	107
Gambar 4.38. Statistik Perbandingan Nilai Kuat Penerangan Sebelum dan Sesudah Perbaikan Desain Ruang Belajar.....	111

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Dokumentasi Pengukuran Dimensi dan Material pada Ruang Belajar.....	107
Lampiran 2.	Dokumentasi Pengukuran Dimensi dan Material pada Ruang Belajar.....	107
Lampiran 3.	Dokumentasi Pengukuran Kuat Penerangan pada Ruang Belajar.....	108
Lampiran 4.	Dokumentasi Pengukuran Kuat Penerangan pada Ruang Belajar.....	108
Lampiran 5.	Denah Titik Pengukuran Pada Ruang R 207.....	117
Lampiran 6.	Denah Titik Pengukuran Pada Ruang R 208.....	117
Lampiran 7.	Denah Titik Pengukuran Pada Ruang R 209.....	118
Lampiran 8.	Denah Titik Pengukuran Pada Ruang R 211.....	118
Lampiran 9.	Dokumentasi Pengukuran Kuat Penerangan pada Ruang Belajar.....	118
Lampiran 10.	Surat Keterangan telah Melaksanakan Penelitian Skripsi di SMK Negeri 55 Jakarta.....	120

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Penerangan pada suatu ruang dikatakan baik apabila, mata dapat melihat dengan jelas dan nyaman terhadap obyek-obyek yang ada di dalam ruang tersebut. Kuat penerangan yang tidak sesuai dengan standar penerangan yang berlaku, akan menimbulkan kerugian bagi pengguna ruangan. Kerugian yang sering terjadi akibat pemasangan lampu penerangan yang tidak memenuhi standar misalnya mempengaruhi pusat syaraf penglihatan di otak.

Hasil penelitian pada Pusat Penelitian Penyakit Tidak Menular Badan Lembaga Kesehatan Depkes RI menyatakan, akibat dari pemakaian fasilitas kerja yang tidak ergonomis akan menyebabkan perasaan tidak nyaman, konsentrasi menurun, mengantuk dan lain sebagainya, hal ini dapat terjadi juga pada siswa dalam kualitas penerangan ruang kelasnya. Adapun bila kondisi tersebut berlangsung lama dan secara terus menerus (selama masa sekolah) akibat yang ditimbulkan lebih jauh akan dapat menyebabkan gangguan penglihatan (Depkes RI, 2008).

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Layumuatula 2001, menunjukkan hasil pengukuran intensitas penerangan di Sekolah Dasar kelas IV dan V kurang dari standart 45,1-86,4 lux. Sedangkan hasil penelitian Ersalina 2012, menyebutkan bahwa suhu ruangan dan intensitas pencahayaan berpengaruh signifikan terhadap

kecepatan respon, konsentrasi dan tingkat stress pada siswa. Oleh sebab itu, kuat penerangan perlu diatur untuk menghasilkan kesesuaian kebutuhan penglihatan di dalam ruang berdasarkan jenis aktivitasnya.

Analisis kuat penerangan ini secara khusus mengambil ruang belajar di program studi teknik instalasi tenaga listrik SMK Negeri 55 Jakarta sebagai obyek penelitian karena kurang optimalnya kuat penerangan pada ruang belajar program studi teknik instalasi tenaga listrik di SMK Negeri 55 Jakarta. Kurang optimalnya kuat penerangan pada ruang belajar tersebut tentunya dapat mengganggu proses belajar mengajar di dalam kelas, inilah yang kemudian mendorong penulis untuk melakukan analisis kuat penerangan buatan pada ruang belajar program studi Teknik Instalasi Tenaga Listrik di SMK Negeri 55.

Simulasi digital untuk tata penerangan diperlukan untuk menganalisa kualitas tata penerangan pada suatu ruang. Simulasi digital tata penerangan diperlukan untuk memperoleh hasil maksimal dari kuat penerangan buatan sebelum diterapkan pada keadaan nyata atau untuk keperluan analisa kuat penerangan buatan yang telah dibuat.

Penelitian ini meninjau pemakaian simulasi perangkat lunak Relux Profesional dalam menganalisis kuat penerangan buatan pada ruang belajar program studi Teknik Instalasi Tenaga Listrik di SMK Negeri 55 Jakarta. Relux Profesional adalah program tata penerangan gratis yang berkembang pesat dan memenuhi kebutuhan informasi teknologi lampu terkini serta memiliki kemampuan membuat laporan teknis otomatis. Kemampuan tersebut menjadi daya tarik tersendiri karena memadukan kemampuan teknis dan estetis.

1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah berdasarkan latar belakang di atas terkait dengan judul karya tulis ini yaitu, analisis kuat penerangan buatan pada ruang belajar berbasis perangkat lunak relux profesional ini adalah ;

1. Kuat penerangan buatan yang ada di dalam ruang belajar program studi teknik instalasi tenaga listrik yaitu ruang R 207, ruang 208, ruang 209, dan ruang 211 membuat siswa siswi mengalami kesulitan penglihatan ke arah papan tulis pada saat proses belajar mengajar.
2. Kuat penerangan buatan yang ada di dalam ruang R 207, ruang R 208, ruang R 209, dan ruang R 211 menyebabkan ketidaknyamanan pada penglihatan siswa siswi pada saat proses belajar mengajar.
3. Kuat penerangan buatan di dalam R 207, ruang R 208, ruang R 209, dan ruang R 211 tampak redup sehingga menimbulkan efek mengantuk dan mengurangi mood siswa siswi dalam mengikuti proses belajar mengajar.

1.3 Pembatasan Masalah

Penulis memberikan batasan permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini. Pembatasan masalah dalam tugas akhir ini meliputi :

1. Penelitian ini membahas khusus mengenai analisis kuat penerangan buatan pada ruang belajar program studi Teknik Instalasi Tenaga Listrik yaitu ruang R 207, ruang R 208, ruang R 209, dan ruang R 211 di SMK Negeri 55 Jakarta.
2. Penelitian ini menggunakan Luxmeter sebagai alat untuk mengukur kuat penerangan buatan pada ruang belajar.

3. Penelitian ini menggunakan cara pengukuran, perhitungan manual dan simulasi berbasis perangkat lunak Relux Pro untuk menganalisa data dan mengevaluasi kuat penerangan buatan pada ruang belajar program studi Teknik Instalasi Tenaga Listrik.

1.4 Perumusan masalah

Beberapa perumusan masalah yang dibahas pada tugas akhir ini berdasarkan identifikasi masalah di atas yaitu ;

1. Bagaimana nilai kuat penerangan buatan dengan cara pengukuran, perhitungan manual dan simulasi Relux Pro pada ruang R 207, ruang R 208, ruang R 209 dan ruang R 211 di SMK Negeri 55 Jakarta?.
2. Apakah simulasi Relux Profesional bisa menjadi cara yang tepat dan mudah dalam memprediksi nilai kuat penerangan buatan?.
3. Bagaimana desain perbaikan untuk ruang R 207, ruang R 208, ruang R 209 dan ruang R 211 agar mendapatkan nilai kuat penerangan di atas standar minimal penerangan menurut SNI?.

1.5 Tujuan Penulisan

Tugas Akhir ini di susun untuk :

1. Untuk mendapatkan nilai kuat penerangan buatan dengan cara pengukuran, perhitungan manual dan simulasi Relux Pro pada ruang R 207, ruang R 208, ruang R 209 dan ruang R 211 di SMK Negeri 55 Jakarta.
2. Untuk menunjukkan bahwa simulasi Relux Pro bisa menjadi cara yang tepat dan mudah dalam memprediksi nilai kuat penerangan buatan.

3. Untuk mendapatkan desain perbaikan pada ruang R 207, ruang R 208, ruang R 209 dan ruang R 211 agar mendapatkan nilai kuat penerangan di atas standar minimal penerangan menurut SNI.

1.6 Manfaat Penulisan

Adapun manfaat dari penelitian ini bagi program studi teknik instalasi tenaga listrik SMKN 55 Jakarta adalah bisa terpenuhinya nilai kuat penerangan buatan di atas standar minimal penerangan menurut SNI untuk ruang R 207, ruang R 208, ruang R 209 dan ruang R 211 di SMK Negeri 55 Jakarta dengan mengacu pada desain perbaikan untuk ruang belajar tersebut.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 PENCAHAYAAN

Pencahayaan pada umumnya menggunakan sumber cahaya alam (pencahayaan alami) dan juga sumber energi listrik (pencahayaan buatan). Sistem pencahayaan yang dipilih haruslah yang mudah penggunaannya, efektif, nyaman untuk penglihatan, tidak menghambat kelancaran kegiatan, tidak mengganggu kesehatan terutama dalam ruang-ruang tertentu dan menggunakan energi yang seminimal mungkin (Akmal, 2006).

Pencahayaan mempunyai 3 (tiga) fungsi utama, yaitu sebagai sumber cahaya untuk kegiatan sehari-hari, untuk memberi keindahan dalam desain suatu ruang, untuk menciptakan kondisi tertentu sesuai dengan karakter dan fungsi ruang. Selain fungsi utamanya tersebut, pencahayaan juga dapat memberikan nilai lebih dalam suatu ruang. Pertama adalah pencahayaan dapat membangun suasana. Dalam sebuah desain, efek fisik dan psikologis adalah satu kesatuan yang saling mempengaruhi, begitu pula dalam pencahayaan. Pencahayaan yang terlalu terang akan membuat kita merasa terbangun dan sangat aktif. Sedangkan pencahayaan yang temaram dan redup menciptakan rasa rileks bahkan mungkin mengantuk.

Hal tersebut merupakan efek psikologis dalam bentuk fisik pencahayaan. Suasana ruang dapat diciptakan dari warna dan intensitas cahayanya. Kedua adalah pencahayaan dapat membentuk indeks efek warna. Pencahayaan harus dapat memberi efek warna yang tetap pada benda dan sudut ruang yang ingin

ditonjolkan. Dalam perancangan suatu interior, hubungan antara unsur dinding, lantai, langit-langit dan unsur pencahayaan (*lighting*) mempunyai peranan yang cukup dominan, karena akan menimbulkan kesan-kesan gembira, ceria, seram, formil, dan sebagainya. (Suptandar, 1999:217).

2.1.1 Pencahayaan Alami

Pencahayaan alami adalah sumber pencahayaan yang berasal dari sinar matahari. Sinar alami mempunyai banyak keuntungan, selain menghemat energi listrik juga dapat membunuh kuman. Untuk mendapatkan pencahayaan alami pada suatu ruang diperlukan jendela-jendela yang besar ataupun dinding kaca sekurang-kurangnya $\frac{1}{6}$ daripada luas lantai.

Sumber pencahayaan alami kadang dirasa kurang efektif dibanding dengan penggunaan pencahayaan buatan, selain karena intensitas cahaya yang tidak tetap, sumber alami menghasilkan panas terutama saat siang hari. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan agar penggunaan sinar alami mendapat keuntungan, yaitu:

1. Variasi intensitas cahaya matahari.
2. Distribusi dari terangnya cahaya.
3. Efek dari lokasi, pemantulan cahaya.
4. Letak geografis dan kegunaan bangunan gedung.

Pencahayaan alami dalam sebuah bangunan akan mengurangi penggunaan cahaya buatan, sehingga dapat menghemat konsumsi energi dan mengurangi tingkat polusi. Tujuan digunakannya pencahayaan alami yaitu untuk menghasilkan cahaya berkualitas yang efisien serta meminimalkan silau dan berlebihan rasio

tingkat terang. Selain itu cahaya alami dalam sebuah bangunan juga dapat memberikan suasana yang lebih menyenangkan dan membawa efek positif lainnya dalam psikologi manusia.

2.1.2 Pencahayaan Buatan

Tujuan pencahayaan buatan adalah memberikan penerangan ruang dan menciptakan efek-efek cahaya tertentu baik siang atau malam hari, khususnya pada bagian ruangan yang mempunyai bagian yang menarik (*point of interest*). Keunggulan pencahayaan buatan dibandingkan dengan pencahayaan alami adalah: (Suptandar, 1999: 224-226)

1. Tidak tergantung waktu dan cuaca.
2. Mampu meningkatkan nilai obyek yang dipamerkan.
3. Jumlah dan kekuatan cahaya dapat diatur sesuai dengan keinginan.
4. Dapat diletakkan di mana saja sesuai dengan kondisi ruang
5. Jenis warna dan lampu beraneka ragam.

2.1.3 Tipe Pencahayaan Buatan

2.1.3.1 Penerangan Umum (*Ambient Lighting/General Lighting*)

Pencahayaan jenis ini merupakan penerangan yang berasal dari sumber cahaya yang cukup besar atau terang. Bentuk armaturnya didesain untuk menerangi keseluruhan bangunan atau ruang seperti pada gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2.1. Contoh Armatur yang Digunakan untuk Penerangan Umum

Pada luar bangunan atau *outdoor*, *ambient lighting* dapat bersumber dari matahari, sedangkan pada area *indoor* penerangan seperti ini dapat diperoleh dari lampu yang biasanya diletakkan di ceiling. Di sini ceiling berfungsi sebagai reflektor yang meneruskan cahaya lampu ke seluruh ruang.

Cahaya lampu seperti ini merupakan sumber cahaya terbaik karena cahaya yang dihasilkan tersebar merata hampir ke seluruh ruangan. Untuk mengatur redup-terangnya *general lighting* dapat digunakan *dimmer* atau tombol pengatur cahaya lampu.

Lampu yang biasa digunakan untuk penerangan jenis ini adalah lampu tungsten atau *fluorescent strip* atau *fluorescent uplighter* dengan reflektor. Ambient lighting atau general lighting cocok digunakan pada ruang keluarga, dapur dan ruang belajar yang biasanya membutuhkan penerangan cukup kuat untuk menunjang seluruh aktivitas di dalamnya. Di ruang keluarga, penerangan seperti ini baik untuk aktivitas menonton televisi karena dapat mengurangi silau yang dihasilkan monitor televisi.

2.1.3.2 Penerangan Khusus (*Accent Lighting*)

Pencahayaan ini digunakan untuk menerangi sesuatu yang khusus, seperti lukisan, benda seni, rak, dan lain-lain. Bentuk armaturnya didesain untuk lebih menekankan unsur estetika daripada unsur fungsinya sebagai sumber penerangan ruang seperti pada gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.2. Contoh Armaturnya yang digunakan untuk Penerangan Khusus

Untuk mendapatkan hasil yang baik, usahakan agar cahaya yang dihasilkan oleh lampu *accent lighting* sedikitnya tiga kali lebih terang daripada penerangan di dalam ruang itu sendiri. Dengan demikian benda atau detail ruang yang ingin ditonjolkan dapat terlihat lebih jelas. Untuk mudahnya, gunakan lampu yang dilengkapi *dimmer* agar cahaya yang dihasilkan dapat diatur intensitasnya.

2.1.3.3 Penerangan Kerja (*Task Lighting*)

Task lighting merupakan jenis penerangan yang dibutuhkan untuk mempermudah dan memperjelas pekerjaan spesifik yang dilakukan dalam ruang seperti bekerja, menulis, memasak. Bentuk armature dari *Task lighting* didesain untuk dapat memperjelas pandangan, tidak membuat mata lelah, dan membantu untuk lebih fokus kepada aktivitas yang sedang dilakukan seperti pada gambar 2.3 di bawah ini.



Gambar 2.3 Contoh Armatur yang digunakan untuk Penerangan Kerja

Area seperti ruang kerja atau ruang belajar, dapur, ruang hobi, ruang keluarga, dan ruang tidur adalah ruang-ruang di dalam rumah yang membutuhkan *task lighting* sebagai penerangan tambahan yang memadai ketika sedang beraktivitas. Yang termasuk *task lighting* adalah lampu berdiri (*standing lamp*), lampu gantung (*pendant light*), dan lampu duduk (*table lamp*). Pada ruang kerja dan ruang belajar, penerangan jenis ini dapat berupa lampu meja, sedangkan pada dapur,

penerangan ini dapat diletakkan pada bagian bawah *kitchen unit* atau berupa lampu yang menyatu dengan *cooker hood* (penyedot asap) di atas kompor.

2.1.3.4 Penerangan Dekorasi (*Decorative Lighting*)

Dalam hal ini, lampu memiliki bentuk tertentu yang unik dan menarik yang dapat mempercantik penampilan ruangan. Bentuknya yang beragam dan menarik umumnya terletak pada bagian kapnya, maupun pada bagian rangka lampu itu sendiri seperti yang terlihat pada gambar 2.4 di bawah ini.



Gambar 2.4 Contoh Armatur yang digunakan Penerangan Dekorasi

Terlepas dari fungsi utamanya sebagai sumber penerang, lampu bisa sekaligus berfungsi sebagai elemen dekoratif dalam tatanan ruang. Dalam hal ini, lampu memiliki bentuk tertentu yang menarik dan sengaja dipilih untuk menghias ruang. Hal paling umum yang menjadi pertimbangan dalam memilih lampu dekoratif adalah bentuk kap, contohnya lampu meja dengan kap dari kain atau kertas yang memiliki motif, pola, dan hiasan tertentu.

Sekarang banyak juga lampu dekoratif yang bergaya modern produksi massal untuk lampu duduk, lampu berdiri, maupun lampu dinding. Selain itu, tak sedikit pula orang yang cenderung membeli lampu karya desainer terkenal sebagai benda koleksi sekaligus elemen dekoratif dalam ruang. Model lampu karya desainer terkemuka sering kali menjadi bagian yang menarik dari sebuah ruang.

2.1.4 Teknik Penerangan Buatan pada Ruang

Teknik penerangan buatan pada ruang tidak hanya untuk menghasilkan cahaya, tetapi juga untuk menghasilkan kualitas dan atmosfer dari ruang tersebut.

Berikut ini adalah macam teknik penerangan buatan dalam ruang:

1. Penerangan Langsung (*Direct Lighting*).

Suatu tehnik pencahayaan yang paling sederhana, di mana lampu ditata agar bisa menyinari suatu area atau ruang secara langsung. Biasanya digunakan pada ruang yang membutuhkan kualitas cahaya yang cukup terang.

2. Penerangan Tidak Langsung (*Indirect Lighting*).

Penerangan yang menempatkan lampu secara tersembunyi, sehingga cahaya yang terlihat dan menerangi ruangan akan berupa pantulan cahaya (bukan cahaya langsung dari lampu).

3. Penerangan ke Bawah (*Down Lighting*).

Penerangan jenis ini paling sering digunakan di rumah tinggal maupun di ruang publik lainnya, banyak disukai karena memberikan cahaya yang merata.

4. Penerangan ke Atas (*Up Lighting*).

Up lighting umumnya diletakkan pada lantai dengan arah cahaya dari bawah ke atas. Pancaran cahaya yang dihasilkan kerap digunakan untuk menghadirkan kesan megah dan dramatis.

5. Penerangan dari Belakang (*Back Lighting*).

Penerangan ini biasa digunakan untuk menerangi benda-benda seni atau obyek yang hendak dijadikan *vocal point* dari ruang tersebut. Seringkali, karakter yang terbentuk dari penerangan ini membuat obyek yang ditonjolkan menjadi lebih anggun dan menarik.

6. Penerangan dari Depan (*Front Lighting*).

Penerangan jenis ini digunakan untuk menerangi obyek dari arah depan. Dengan demikian, bendabenda yang disorot akan terlihat lebih menonjol daripada dinding di sekitarnya.

7. Penerangan dari Samping (*Side Lighting*).

Sumber penerangan berasal dari samping obyek. Selain untuk menerangi benda seni, penerangan ini umum dijumpai pada penerangan elemen interior yang menonjolkan tekstur dari benda.

8. Penerangan pada dinding (*Wall Washer*)

Wall washer adalah teknik penerangan yang sesuai dengan namanya, dibuat sedemikian rupa sehingga cahaya yang dibiaskan terkesan menyapu dinding (Darmasetiawan dkk., 1991).

2.1.5 Kenyamanan Visual

Pencahayaan sebuah ruangan harus memperhatikan faktor kenyamanan visual. Kenyamanan visual dipengaruhi oleh pemilihan dan tata letak sumber cahaya. Kenyamanan visual sangat berhubungan dengan luminasi obyek dan luminasi latar belakang di sekeliling obyek. Luminasi dapat dihubungkan dengan silau. Kenyamanan visual dapat diklasifikasikan menjadi 4 (empat) tingkatan kenyamanan visual (Darmasetiawan dkk., 1991), yaitu:

1. Tidak dapat dipersepsikan.
2. Kenyamanan visual yang dapat diterima.
3. Kondisi visual yang tidak nyaman.
4. Gangguan visual yang tidak dapat ditolerir mata.

2.1.6 Gangguan pada Pencahayaan

Silau atau *glare* merupakan faktor pengganggu penglihatan. Silau didefinisikan sebagai kondisi penglihatan dimana terjadi ketidaknyamanan ataupun pengurangan kemampuan melihat objek karena adanya ketidaksesuaian distribusi atau rentang luminansi, maupun karena nilai kontras yang terlalu besar. Silau dapat terjadi karena radiasi langsung sumber cahaya ke mata maupun karena pantulan cahaya dari suatu permukaan ke mata yang dapat mengurangi kemampuan mata melakukan tugas visualnya.

2.2. Konsep dan Satuan Kuat Penerangan

Dalam sistem penerangan terdapat beberapa konsep dan satuan penerangan yang digunakan untuk penentuan banyak dan kekuatan cahaya yang dibutuhkan. Satuan-satuan dari penerangan tersebut antara lain dapat dilihat pada table 2.1.

Tabel 2.1. Simbol dan Satuan Cahaya

Kesatuan	Simbol	Satuan	Simbol satuan
Kuat cahaya (Intensitas cahaya)	I	Lilin (candela, <i>candlepower</i>)	cd
Arus cahaya, yaitu jumlah banyak cahaya (Q) per satuan waktu (t); $\Phi = Q/t$	Φ	lumen	lm
Arus cahaya yang datang (iluminan) per satuan luas permukaan $E=Q/A$	E	Lux	lx
Arus cahaya yang pergi (luminan) per satuan luas permukaan $L=I/A$	L	cd/m ²	Cd/m ²

Sumber: Satwiko (2004: 83)

3.2.1 Jumlah Cahaya

Jumlah cahaya (*luminous flux*) adalah banyak cahaya yang dipancarkan ke segala arah oleh sebuah sumber cahaya, diukur dengan satuan lumen (lm).

Dinyatakan dengan persamaan (2-1).

$$Q = E \times A \dots\dots\dots (2-1)$$

Keterangan:

E = Iluminasi (lux)

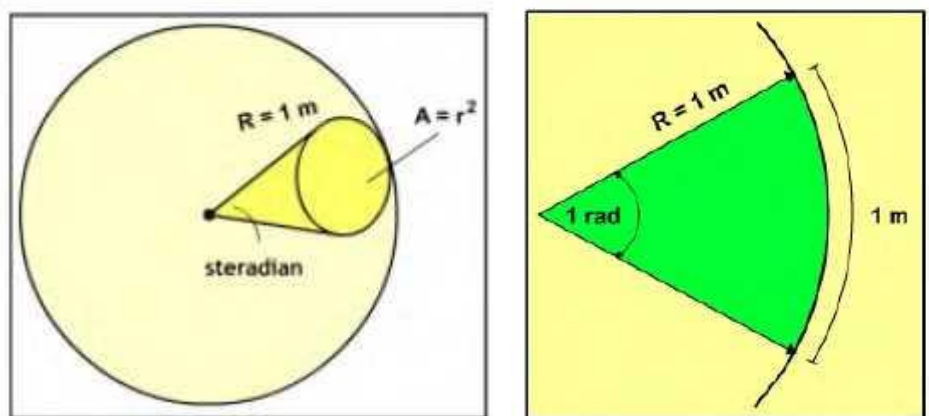
Q = Jumlah cahaya (lm)

A = Luas Area (m²)

2.2.2. Sudut Ruang

Pancaran cahaya di udara bebas sifatnya meruang seperti bola, sudut bidang adalah sebuah titik potong 2 buah garis lurus. Besar sudut bidang dinyatakan dengan derajat (°) atau radian (rad). Sudut ruang yang dilambangkan dengan (ω) adalah sudut yang dibatasi oleh permukaan bola dengan titik sudutnya. Besar sudut ruang dinyatakan dengan steradian (sr).

Steradian adalah besarnya sudut yang terpancang pada titik pusat bola oleh permukaan bola seluas kuadrat jari-jari bola. Berdasarkan definisi di atas maka suatu bola jika dilihat dengan sudut ruang adalah seperti tampak pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Sudut Ruang Steradian

$$\omega = \frac{A}{R^2} \dots\dots\dots (2-2)$$

Keterangan:

ω = Sudut ruang (sr)

A = Luas permukaan bola $4.\pi.R^2$ (m)

R^2 = Kuadrat jari – jari bola (m)

Untuk setiap 1 m kuadrat jari – jari dari titik bola ke permukaan bola, membentuk luas permukaan bola berdiameter 1 m yang berarti jari – jari luas permukaan bola adalah 0,5 m.

2.2.3 Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya (I) adalah arus cahaya yang dikeluarkan oleh sebuah sumber cahaya ke arah tertentu, diukur dengan Candela. Kata kandela berasal dari candle (lilin) merupakan satuan tertua pada teknik penerangan dan diukur berdasarkan intensitas cahaya standar.

Intensitas cahaya (I) dengan satuan kandela (cd) adalah arus cahaya dalam lumen yang didefinisikan setiap sudut ruang (pada arah tertentu) oleh sebuah sumber cahaya. Intensitas cahaya (I) dapat dinyatakan sebagai perbandingan arus cahaya (lm) dengan sudut ruang (sr). Dinyatakan dengan persamaan (2-3).

$$I = \frac{Q}{\omega} \dots\dots\dots (2-3)$$

Keterangan:

I = Intensitas Cahaya (cd)

Q = Jumlah fluks cahaya (lm)

ω = Sudut ruang (sr)

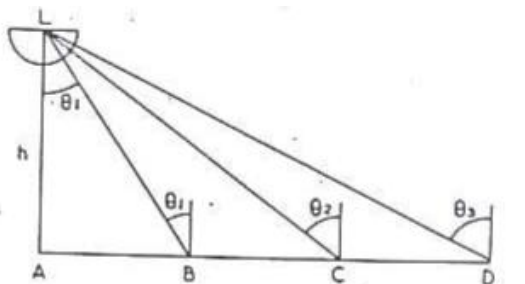
2.2.4 Illuminan

Illuminan (E) adalah banyak jumlah cahaya yang datang atau sampai pada suatu permukaan bidang, diukur dengan Lux atau Lumen/m², sedangkan prosesnya disebut iluminasi (*illumination*) yaitu datangnya cahaya ke suatu objek. Illuminan disebut pula kuat penerangan merupakan perbandingan antara jumlah cahaya (Q) dengan permukaan luas (A) yang mendapat penerangan.

Sumber: Satwiko (2004)

$$E = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots (2-4)$$

Karena penyebaran cahaya meruang sehingga luas daerah penerangan (merupakan kulit bola) $A = \omega \cdot R^2$. Dengan menganggap sumber penerangan sebagai titik yang jaraknya (h) dari bidang penerangan maka kuat penerangan (E) dalam lux (lx) pada suatu titik pada bidang penerangan dengan sudut yang dibentuk oleh permukaan iluminasi dan arah dari flux cahaya adalah seperti diperlihatkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Sudut yang Dibentuk dan Arah dari Flux Cahaya

Berdasarkan gambar 2.6, tingkat kuat penerangan (lux) oleh komponen cahaya langsung pada suatu titik pada bidang kerja dari sebuah sumber cahaya yang dapat dianggap sebagai sumber cahaya titik, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2-5).

$$E_B = \frac{I}{h^2} \times \cos^3 \theta_1 \dots\dots\dots (2-5)$$

LB bisa dicari nilainya dengan cara mengubah nilai $\cos \theta$ menjadi bilangan proporsional. Sebagai contoh : Jika nilai $\cos \theta = 30^0$, maka bilangan proporsionalnya adalah 0,8 dan diketahui nilai $h = 2$ m, sehingga nilai LB nya adalah :

$$LB = \frac{h}{\cos \theta} \dots\dots\dots (2-6)$$

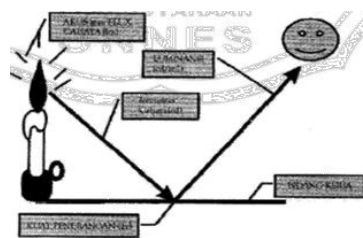
Jika pada suatu kasus saat mengukur nilai iluminasi diketahui $E = 100$ lux dan jarak sumber cahaya dengan bidang penerangan $h = 1$ m , maka untuk menghitung nilai iluminasi dengan $h = 2$ m adalah :

$$E_1 \times h_1^2 = E_2 \times h_2^2 \dots\dots\dots (2-7)$$

2.2.5 Luminan

Luminan adalah intensitas cahaya yang dipancarkan, dipantulkan dan diteruskan oleh satu unit bidang yang diterangi, diukur dengan Candela/m², sedangkan prosesnya disebut luminasi (*lumination*) yaitu perginya cahaya dari suatu objek.

Luminansi suatu permukaan ditentukan oleh kuat penerangan dan kemampuan memantulkan cahaya oleh permukaan. Kemampuan memantulkan cahaya oleh permukaan disebut faktor refleksi atau reflektansi seperti yang tampak pada gambar 2.7.



Gambar. 2.7 Konsep Dasar Besaran Luminasi

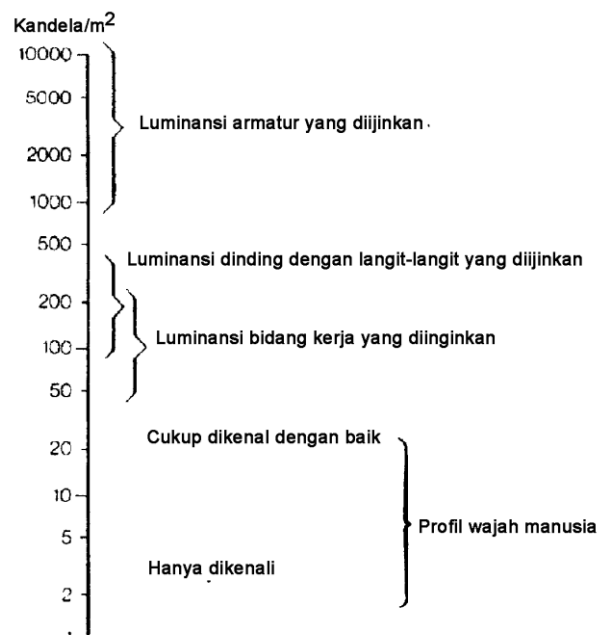
Luminansi juga didefinisikan sebagai intensitas cahaya dibagi dengan luas permukaan (A) bidang yan mendapatkan cahaya (cd/m²). Sumber: Satwiko (2004 : 87)

$$L = \frac{I}{A} \dots\dots\dots (2-8)$$

2.2.6 Distribusi Luminansi

Distribusi luminansi didalam medan penglihatan harus diperhatikan sebagai pelengkap keberadaan nilai tingkat pencahayaan di dalam ruangan. Hal penting yang harus diperhatikan pada distribusi luminansi adalah sebagai berikut :

1. Rentang luminasi permukaan langit-langit dan dinding.
2. Distribusi luminasi bidang kerja.
3. Nilai maksimum luminansi armatur (untuk menghindari kesilauan).
4. Skala luminansi untuk pencahayaan interior dapat dilihat pada gambar 2.8



Gambar 2.8 Skala luminansi untuk pencahayaan interior

2.2.7 Luminansi Permukaan Dinding

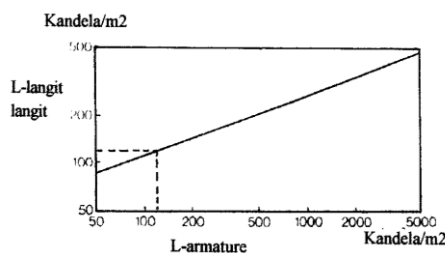
Luminansi permukaan dinding tergantung pada luminansi obyek dan tingkat pencahayaan merata di dalam ruangan. Untuk tingkat pencahayaan ruangan antara 500 ~ 2000 lux, maka luminansi dinding yang optimum adalah 100 kandela/m².

Ada 2 (dua) cara pendekatan untuk mencapai nilai optimum ini, yaitu :

1. Nilai reflektansi permukaan dinding yang ditentukan, tingkat pencahayaan vertikal yang dihitung.
2. Tingkat pencahayaan vertikal diambil sebagai titik awal dan reflektansi yang diperlukan untuk dihitung. Nilai tipikal reflektansi dinding yang dibutuhkan untuk mencapai luminansi dinding yang optimum adalah antara 0,5 dan 0,8 untuk tingkat pencahayaan rata-rata 500 lux, dan antara 0,4 dan 0,6 untuk 1000 lux.

2.2.8 Luminasi Permukaan Langit-langit

Luminansi langit-langit adalah fungsi dari luminansi armatur, seperti yang ditunjukkan pada grafik gambar 2.9. Dari grafik ini terlihat jika luminansi armatur kurang dari 120 kandela/m² maka langit-langit harus lebih terang dari pada terang armatur.



Gambar 2.9. Grafik Luminasi Permukaan Langit –langit terhadap Luminasi Armatur

Nilai untuk luminansi langit-langit tidak dapat dicapai dengan hanya menggunakan armatur yang dipasang masuk ke dalam langit-langit sedemikian hingga langit-langit akan diterangi dari cahaya yang direfleksikan dari lantai.

Jika L armature kurang dari 120 cd/m² maka L langit–langit harus lebih terang dari 120 cd/ m² untuk memperoleh kuat penerangan yang optimal dan jika L armature lebih dari 120 cd/ m² maka L langit–langit harus lebih kecil dari nilai armature tersebut untuk mencegah kuat penerangan yang berlebihan pada suatu ruangan.

2.3 KUAT PENERANGAN PADA RUANG BELAJAR

2.3.1 Tingkat Kuat Penerangan untuk Sekolah

Segala aktivitas membutuhkan tingkat pencahayaan yang optimal sekaligus tepat. Pencahayaan yang baik menjadi sangat penting untuk menampilkan tugas yang bersifat visual. Pencahayaan yang lebih baik akan membuat seseorang lebih produktif. Adapun nilai-nilai yang direkomendasikan untuk ruang atau tempat di sebuah lembaga pendidikan secara umum sebagai standar nasional bagi pencahayaan dapat dilihat pada tabel 2.2 dan material standar pada tabel 2.3

Tabel 2.2. Tingkat Kuat Penerangan untuk Sekolah

No.	Ruang	Standar Kuat Penerangan (Lux)	Keterangan
1	Perpustakaan	300	-
2	Ruang Kelas	250 – 300	-
3	Laboratorium	500	-
4	Koridor Tangga	80 – 120	-
5	Ruang Komputer	350	Gunakan armatur berkisi untuk mencegah silau akibat pantulan layar monitor
6	Ruang Gambar	750	Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar
7	Kantin	200	-

Sumber: SNI 03-6575-2001

Tabel.2.3. Pilihan Material Standar pada Ruang Kelas

	Lantai	Dinding	Plafon	Finishing Mebel
Alasan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mudah dibersihkan 2. Kuat 3. Estetis 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mudah dibersihkan 2. Kuat 3. Estetis 4. Ekonomis 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mudah dibersihkan 2. Kuat 3. Estetis 4. Ekonomis 5. Dapat meredam bunyi 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mudah dibersihkan 2. Kuat 3. Estetis 4. Doff 5. Tidak beracun
Contoh material	<ul style="list-style-type: none"> • Keramik • Karpet • Lantai kayu • <i>Sheet flooring</i> • Lantai tuangan (beton, <i>terrazzo</i>) • Gabus 	<ul style="list-style-type: none"> • Dinding beton (dicat dinding) • Dinding plaster (fin:cat dinding) • Kayu • Kaca • Keramik • <i>Glass block</i> • <i>Gypsum board</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Gypsum board</i> • Struktur yang diekspos • Kayu • Metal • Plafon akustik 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Natural finishing</i> • <i>Polyester paint</i> • <i>Vinyl paint coat</i> • <i>Melamin</i> hanya pada bagian dalam mebel

Sumber: Perkins, 2001:147-148

Untuk sebuah ruang kelas pada umumnya sangat disarankan menggunakan lampu *fluorescent*. Dalam menata posisi sumber pencahayaan di dalam ruang kelas, sangatlah penting untuk mempertimbangkan sekaligus memperhatikan adanya jendela, karena merupakan sumber cahaya alami untuk ruang kelas. Seharusnya dalam memilih pencahayaan yang optimal bagi ruang kelas, dinding dan plafon juga harus diperhatikan, baik dalam kondisi seperti *finishing* untuk dinding dan plafon tersebut.

Papan tulis merupakan hal yang sangat dibutuhkan di dalam ruang kelas. Papan tulis terdapat 2 (dua) jenis yaitu *whiteboard* dan *blackboard*. Daya pantul pada papan tulis yaitu lebih dari 0,1 sehingga tingkat pencahayaan yang direkomendasikan adalah 500 lux, tapi jika menggunakan papan tulis dengan jenis *whiteboard* sangat disarankan menggunakan tingkat pencahayaan yaitu 250 lux (Fredrickson, 2003).

Pencahayaan untuk area kerja di ruang kelas sangatlah penting, karena di dalam ruang kelas terdapat interaksi antara guru dan para murid. Selain itu adapun

kegiatan yang sangat membutuhkan pencahayaan yang optimal seperti membaca dan menulis. Kegiatan membaca oleh murid memiliki 2 (dua) jarak pandang yaitu, membaca di atas meja kerja dengan jarak pandang dekat dan membaca dengan jarak pandang jauh dari tempat duduk dengan memandang papan tulis di depan kelas. Dengan adanya pencahayaan yang optimal, kegiatan tersebut dapat membantu kebutuhan para murid sekaligus guru di dalam kelas, dimana juga kita ketahui para siswa banyak menghabiskan waktu di dalam kelas dalam melaksanakan proses belajar (Fredrickson, 2003).

2.4 FAKTOR-FAKTOR REFLEKSI

Faktor-faktor refleksi dinding (rw) dan faktor refleksi plafon (rp) adalah bagian yang dipantulkan dari fluks cahaya yang diterima oleh dinding dan langit-langit yang mencapai bidang kerja. Besaran pantulan cahaya dinyatakan dalam presentase. Adapun besaran refleksi cahaya dari permukaan yang direkomendasikan dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4. Refleksi Cahaya

No	Permukaan refleksi	Reflektansi (%)	min.–max. (%)
1.	Langit-langit	70	60–90
2.	Dinding	50	30–80
3.	Bidang kerja	60	20–60
4.	Lantai	30	10–50

Sumber: Frick dkk (2008: 29)

Faktor refleksi dinding/langit-langit untuk warna :

1. Warna Putih dan sangat muda = 0,7
2. Warna muda = 0,5
3. Warna sedang = 0,3
4. Warna gelap = 0,1

2.4.1 Faktor Bidang Kerja

Intensitas penerangan harus ditentukan dimana pekerjaan akan dilaksanakan. Bidang kerja umumnya diambil 75 sampai 90 cm di atas lantai. Refleksi pada bidang kerja (rm) ditentukan oleh refleksi lantai dan refleksi dinding antara bidang kerja dan lantai. Jika nilai rm tidak diketahui maka diambil nilai rm sebesar 0,10 atau 10 cm.

2.5 ARMATUR

Armatur adalah rumah lampu yang digunakan untuk mengendalikan dan mendistribusikan cahaya yang dipancarkan oleh lampu yang dipasang didalamnya, dilengkapi dengan peralatan untuk melindungi lampu dan peralatan pengendalian listrik.

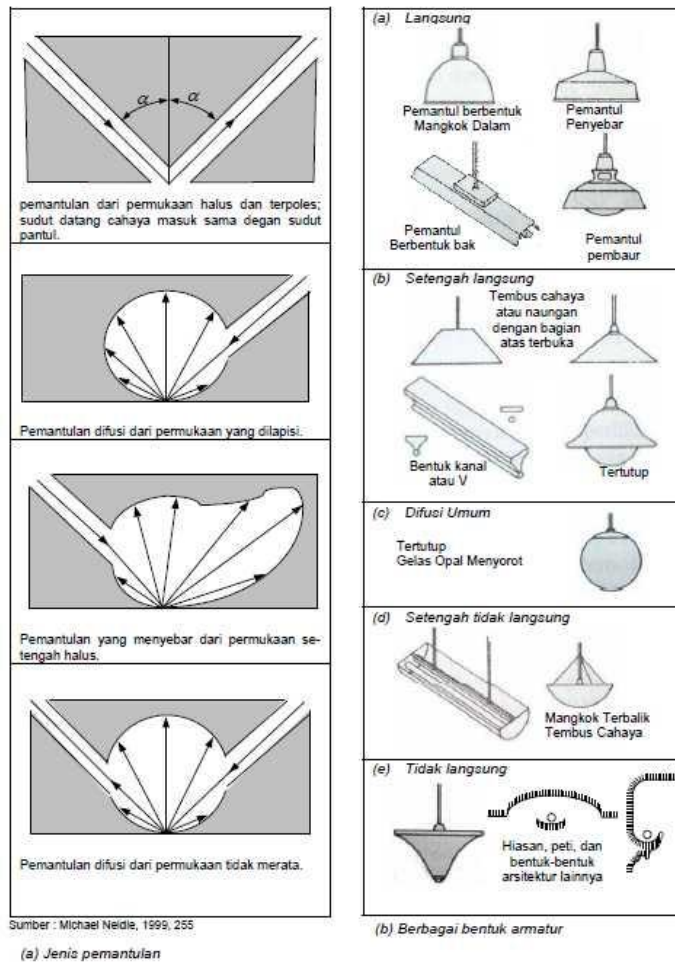
2.5.1 Klasifikasi Armatur berdasarkan arah dari distribusi cahaya

Berdasarkan distribusi intensitas cahayanya, armatur dapat dikelompokkan menurut presentase dari jumlah cahaya yang dipancarkan ke arah atas dan ke arah bawah bidang horisontal yang melewati titik tengah armatur dapat dilihat pada table 2.5 dan jenis pemantulan berdasarkan armatur pada gambar 2.10

Tabel 2.5. Klasifikasi Armatur

Kelas armatur	Jumlah cahaya	
	ke arah atas (%)	ke arah bawah (%)
langsung	0 ~ 10	90 ~ 100
semi langsung	10 ~ 40	60 ~ 90
difus	40 ~ 60	40 ~ 60
langsung-tidak langsung	40 ~ 60	40 ~ 60
semi tidak langsung	60 ~ 90	10 ~ 40
tidak langsung	90 ~ 100	0 ~ 10

Sumber: SNI 03-6575-2001



Gambar 2.10 Jenis Pemantulan dan Berbagai Kelas Armature

2.5.2 Klasifikasi armature berdasarkan cara pemasangan

Berdasarkan cara pemasangan, armatur dapat dikelompokkan menjadi :

1. armatur yang dipasang masuk ke dalam langit-langit.
2. armatur yang dipasang menempel pada langit-langit.
3. armatur yang digantung pada langit-langit.
4. armatur yang dipasang pada dinding.

2.5.3 Efisiensi Armatur

Jumlah cahaya yang dipancarkan oleh armatur akan selalu lebih kecil dari pada jumlah cahaya yang dipancarkan oleh lampu di dalam armatur tersebut. Perbandingan kedua jumlah cahaya ini disebut efisiensi cahaya dari armatur. Besarnya efisiensi cahaya dipengaruhi oleh penyerapan cahaya yang terjadi di

dalam armatur, misalnya oleh penutup armatur untuk meneruskan cahaya yang terlalu buram, dan oleh permukaan dalam armatur, reflektor yang kurang merefleksi cahaya. Effisiensi sebuah armatur ditentukan oleh konstruksinya dan bahan yang digunakan. Dalam effisiensi penerangan selalu diperhitungkan effisiensi armaturnya. Sumber: Isnu (2009 : 23)

$$V = \frac{\text{Fluks cahaya yang dipantulkan}}{\text{Fluks cahaya yang dipancarkan sumber}} \dots\dots\dots (2-9)$$

2.5.4 Faktor Penyusutan / depresiasi (kd)

koefisien depresiasi adalah perbandingan antara tingkat pencahayaan setelah jangka waktu tertentu dari instalasi pencahayaan yang telah digunakan terhadap tingkat pencahayaan pada waktu instalasi baru.

Besarnya koefisien depresiasi dipengaruhi oleh

1. kebersihan dari lampu dan armatur.
2. kebersihan dari permukaan-permukaan ruangan.
3. penurunan keluaran cahaya lampu selama waktu penggunaan.
4. penurunan keluaran cahaya lampu karena penurunan tegangan listrik.

Sumber: Nurhani (2011 : 46)

$$kd = \frac{E \text{ dalam keadaan dipakai}}{E \text{ dalam keadaan baru}} \dots\dots\dots (2-10)$$

Untuk memperoleh effisiensi penerangan dalam keadaan dipakai, nilai effisiensi yang didapat dari tabel harus dikalikan dengan faktor penyusutan.

Faktor penyusutan ini dibagi menjadi tiga golongan utama, yaitu :

1. Pengotoran ringan (daerah yang hampir tak berdebu)
2. Pengotoran sedang / biasa

3. Pengotoran berat (daerah banyak debu)

Bila tingkat pengotoran tidak diketahui, maka faktor depresi yang digunakan ialah 0,8.

2.6 PENGGUNAAN LAMPU PADA PENERANGAN BUATAN

2.6.1 Efisiensi lampu

Efisiensi lampu atau yang disebut juga efikasi luminus, menunjukkan efisiensi lampu dari pengalihan energi listrik ke cahaya dan dinyatakan dalam lumen per watt (lumen/watt). Banyaknya cahaya yang dihasilkan oleh suatu lampu disebut Fluks luminus dengan satuan lumen. Efikasi luminus lampu bertambah dengan bertambahnya daya lampu. Rugi-rugi balast harus ikut diperhitungkan dalam menentukan efisiensi sistem lampu (daya lampu ditambah rugi-rugi balast).

2.6.2 Umur lampu dan depresiasi

Ada beberapa cara untuk menentukan umur lampu, antara lain :

1. Umur individual teknik.
2. Umur rata-rata.
3. Umur minimum.
4. Umur rata-rata pengenal.

Juga perlu dipertimbangkan keekonomisan umur lampu berdasarkan fluks luminus dan umur teknik, yaitu banyaknya jam menyala pada kombinasi antara depresiasi/ pengurangan fluks luminus lampu dan kegagalan lampu. Umur lampu banyak dipengaruhi oleh hal-hal antara lain : temperatur ruang, perubahan tegangan listrik, banyaknya pemutusan dan penyambungan pada sakelar, dan jenis komponen bantunya (balast, starter dan kapasitor).

2.6.3 Jenis lampu

Pada saat sekarang, lampu listrik dapat dikategorikan dalam tiga golongan, yaitu : lampu pijar, lampu pelepasan gas dan lampu LED.

2.6.3.1 Lampu pijar

Lampu pijar menghasilkan cahayanya dengan pemanasan listrik dari kawat filamennya pada temperatur yang tinggi. Temperatur ini memberi radiasi dalam daerah tampak dari spektrum radiasi yang dihasilkan. Komponen utama lampu pijar terdiri dari : filamen, bola lampu, gas pengisi dan kaki lampu (*fitting*) seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.11.



Gambar 2.11. Strukur Lampu Pijar

1. Filamen.

Makin tinggi temperatur filamen, makin besar energi yang jatuh pada spektrum radiasi tampak dan makin besar efisiensi dari lampu. Pada saat ini jenis filamen yang dipakai adalah tungsten.

2. Bola lampu.

Filamen lampu pijar ditutup rapat dengan selubung gelas yang dinamakan bola lampu. Bentuk bola lampu bermacam-macam dan juga warna gelasnya. Bentuk bola (bentuk A), jamur (bentuk E), bentuk lilin dan *lustre* dengan bola

lampu bening, susu atau buram dan dengan warna merah, hijau, biru atau kuning (SNI No. 04-1704-1989).

3. Gas pengisi.

Penguapan filamen dikurangi dengan diisinya bola lampu dengan gas inert.

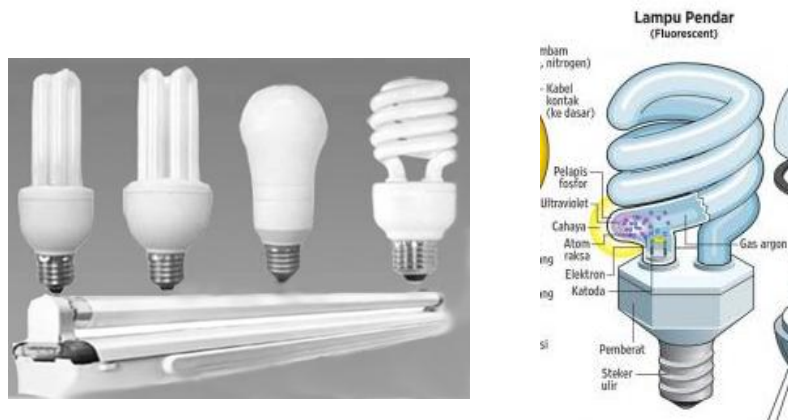
Gas yang umumnya dipakai adalah Nitrogen dan Argon.

4. Kaki lampu.

Untuk pemakaian umum, tersedia dua jenis yaitu : kaki lampu berulir dan kaki lampu bayonet, yang diidentifikasi dengan huruf E (edison) dan B (Bayonet), selanjutnya diikuti dengan angka yang menyatakan diameter kaki lampu dalam milimeter (E27, E14 dan lain-lain). Bahan kaki lampu dari aluminium atau kuningan.

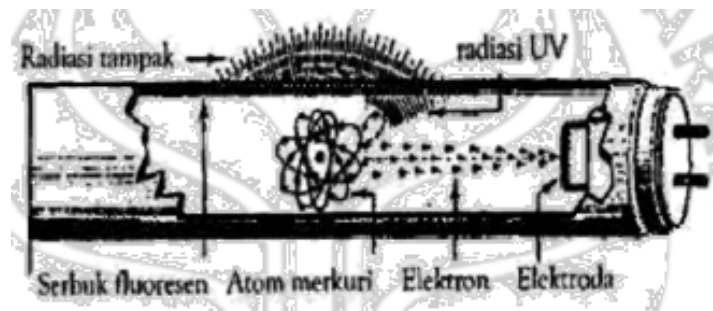
2.6.3.2 Lampu pelepasan gas

Lampu ini tidak sama bekerjanya seperti lampu pijar. Lampu ini bekerja berdasarkan pelepasan elektron secara terus menerus di dalam uap yang diionisasi. Kadang - kadang dikombinasikan dengan fosfor yang dapat berpendar. Pada umumnya lampu ini tidak dapat bekerja tanpa balast sebagai pembatas arus pada sirkit lampu. Lampu pelepasan gas mempunyai tekanan gas tinggi atau tekanan gas rendah. Gas yang dipakai adalah merkuri atau natrium. Salah satu lampu pelepasan gas tekanan rendah dan memakai merkuri adalah lampu fluoresen tabung atau disebut TL (*Tube Lamp*). Contoh lampu pelepasan gas dapat dilihat pada gambar 2.12



Gambar 2.12. Contoh Lampu Pelepasan Gas

Lampu fluoresen tabung dimana sebagian besar cahayanya dihasilkan oleh serbuk fluoresen pada dinding bola lampu yang diaktifkan oleh energi ultraviolet dari pelepasan energi elektron. Umumnya lampu ini berbentuk panjang yang mempunyai elektroda pada kedua ujungnya, berisi uap merkuri pada tekanan rendah dengan gas inert untuk penyalaannya. Pada awal kerja, arus mengalir melalui dan memanaskan elektroda sehingga mengemisikan elektron bebas, Disamping melalui elektroda, arus juga melalui balast dan starter. Konstruksi tabung lampu fluoresen dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 2.13. Konstruksi tabung lampu fluoresen

Jenis fosfor pada permukaan bagian dalam tabung lampu menentukan jumlah dan warna cahaya yang dihasilkan. Lampu fluoresen mempunyai diameter antara lain 26 mm dan 38 mm, mempunyai bermacam-macam warna; merah, kuning, hijau, putih, daylight dan lain-lain serta tersedia dalam bentuk bulat (TLE).

Lampu fluorezen mempunyai dua sistem penyalaaan, yaitu memakai starter dan tanpa starter. Ada dua jenis lampu fluorezen tanpa starter yaitu *rapid start* dan *instant start*. Bentuk lampu fluorezen dapat berbentuk miniatur dan ada yang dilengkapi dengan balast dan starter dalam satu selungkup gelas dan kaki lampunya sesuai dengan kaki lampu pijar. Lampu ini memakai balast elektronik atau balast konvensional dan disebut lampu fluorezen kompak. Lampu ini mengkonsumsi hanya 25% energi dibandingkan dengan lampu pijar untuk fluks luminus yang sama serta umurnya lebih panjang.

2.6.3.3 Lampu LED (Light Emitting Diode)

Meski lebih hemat dari lampu pijar, keberadaan merkuri yang merupakan logam berat dalam lampu pendar jadi masalah baru karena merusak lingkungan dan mengganggu kesehatan. Tuntutan ada lampu yang kian hemat tetap ada. Selain itu, lampu masa depan pun harus bias diaplikasikan lebih luas. Lahirlah lampu berteknologi dioda pemancar cahaya (light-emitting diode/LED). Penelitian lampu berteknologi dioda pemancar cahaya (light-emitting diode/LED). Penelitian lampu LED dimulai 1960-an dengan menghasilkan lampu LED merah dan hijau. Baru pada 1990-an, LED biru hadir. Contoh lampu LED dapat dilihat pada gambar 2.14



Gambar 2.14. Contoh dan Struktur Lampu LED

Sumber pencahayaan lampu LED berasal dari dioda berupa semikonduktor dari material padat dan mampu mengalirkan arus listrik. Energi yang dilepaskan dari gerakan elektron dalam semikonduktor itulah yang akan menghasilkan cahaya. Saat listrik dialirkan, elektron bebas dari bagian negatif semikonduktor yang diperkaya elektron bebas mengalir ke bagian positif. Saat bersamaan, lubang elektron pada bagian positif bergerak ke bagian negatif. Gerakan itu membuat elektron bebas jatuh ke lubang elektron. Akibatnya, elektron turun ke tingkat energi yang lebih stabil dan melepaskan foton/cahaya. Kian tinggi energi foton yang dihasilkan, cahaya yang dihasilkan kian tinggi frekuensinya atau panjang gelombangnya.

Oleh karena itu, warna cahaya yang diperoleh lampu LED bergantung pada campuran materi penyusun diodanya. Misalnya, campuran aluminium, galium, dan arsenik akan menghasilkan cahaya merah. Perpaduan indium, galium, dan nitrida memberi warna biru. Dibandingkan ukuran pembangkit cahaya lampu pijar dan pendar, ukuran LED sangat kecil, luasnya kurang dari 1 milimeter persegi. Semakin besar LED, susunan atomnya makin mudah rusak sehingga sifat elektriknya berkurang. Oleh karena itu, untuk membuat sebuah bola lampu umumnya tersusun beberapa LED. Ukuran kecil juga memungkinkan lampu LED ditempatkan pada berbagai sirkuit elektronik untuk beragam pencahayaan

Tak hanya penerangan rumah atau jalan, rangkaian LED juga dimanfaatkan untuk pencahayaan beragam alat elektronik, mulai pengendali jarak jauh, layar monitor, telepon pintar, hingga televisi. Bahkan, LED juga bisa sebagai pengganti sinar matahari untuk menumbuhkan tanaman dalam ruang. Lebih dari 50 persen energi listrik pada LED diubah jadi cahaya. Itu membuat LED lebih efisien

dibandingkan lampu pendar, apalagi lampu pijar. Setiap 1 watt listrik mampu menghasilkan cahaya berintensitas 70-100 lumen. Usia pakai bisa lebih lama hingga 50.000 jam.

Proses produksi yang rumit membuat harga lampu LED masih mahal. Namun, jika dihitung biaya total pembelian dan pemakaian listrik, penggunaan LED tetap lebih murah. Selain itu, LED juga rentan dengan temperatur tinggi yang akan membuatnya terlalu panas dan gagal beroperasi. Oleh karena itu, LED butuh arus listrik stabil dan pemasangan sirkuit listrik secara tepat.

2.6.4 Kualitas Warna Cahaya

Kualitas warna suatu lampu mempunyai dua karakteristik yang berbeda sifatnya, yaitu :

1. Tampak warna atau suhu warna yang dinyatakan dalam temperatur warna.
2. Renderasi warna yang dapat mempengaruhi penampilan obyek yang diberikan cahaya suatu lampu. Sumber cahaya yang mempunyai tampak warna yang sama dapat mempunyai renderasi warna yang berbeda.

2.6.4.1 Tampak Warna atau suhu warna

Suhu warna merupakan efek dari pencahayaan yang mampu menciptakan nuansa tersendiri pada suatu ruang. Pemilihan warna lampu bergantung kepada Tingkat pencahayaan yang diperlukan agar diperoleh pencahayaan yang nyaman. Secara umum, makin tinggi tingkat pencahayaan yang diperlukan, makin sejuk tampak warna yang dipilih sehingga tercipta pencahayaan yang nyaman.

Berdasarkan tabel 2.6 sumber cahaya putih dapat dikelompokkan dalam 3 (tiga) kelompok menurut tampak warnanya :

Tabel 2.6. Tampak Warna terhadap Temperatur Warna

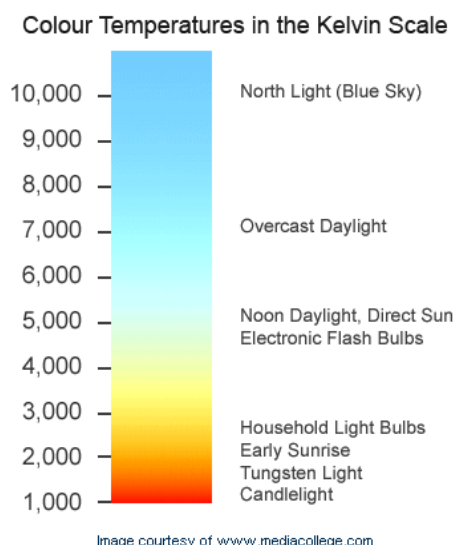
Temperatur warna K (Kelvin)	Tampak warna
> 5300	- dingin
3300 ~ 5300	- sedang
< 3300	- hangat

Sumber : SNI 03-6575-2001

Warm White atau hangat memiliki warna Putih Kekuningan, berkisar dibawah 3300 Kelvin, menampilkan kesan mewah menimbulkan perasaan menenangkan dan hangat serta relaksasi.

Natural White atau sedang memiliki warna putih berada di antara warna white dan warm white, berkisar antara 3300 Kelvin s/d 5300 Kelvin, menampilkan warna sesuai atau mendekati aslinya. Sangat cocok digunakan untuk mendapatkan manfaat dari dua warna tersebut (*White dan Warm White*).

Cool White atau dingin memiliki warna Putih-Kebiruan, berkisar di atas 5300 Kelvin, biasa digunakan untuk penerangan etalase perhiasan berlian dan Aquarium. Temperatur warna dalam skala kelvin dapat dilihat pada gambar 2.15



Gambar 2.15. Temperatur Warna dalam Skala Kelvin

2.6.4.2 Renderasi Warna

Color rendering atau renderasi warna merupakan efek cahaya pada objek yang ditangkap mata, yang ditimbulkan oleh cahaya (symbol : Ra). Semakin besar renderasi lampu suatu warna, warna objek yang terlihat oleh mata akan semakin mendekati warna aslinya, atau bahkan semakin baik. Jadi perubahan warna karena efek sinar ini menjelaskan bagaimana cahaya merubah warna dari suatu objek. Suhu warna dan renderasi warna pada sebuah lampu dapat kita ketahui karena biasanya tertulis pada lampu.

Contoh data lampu phillips 18 watt prismatic :

18Watt ES E27 220Vac 50 Hz, 6500k COOL DAYLIGHT (colour temp),

1050 lumen (lumen output), 59Lm/W (efficacy),

Mercury Content , less than 5 mg, I : 120mA

Disamping perlu diketahui tampak warna suatu lampu, juga dipergunakan suatu indeks yang menyatakan apakah warna obyek tampak alami apabila diberi cahaya lampu tersebut. Nilai maksimum secara teoritis dari indeks renderasi warna adalah 100. Ada 4 kelompok renderasi warna yang dipakai dapat dilihat pada tabel 2.7

Tabel 2.7. Pengelompokan Renderasi Warna

Kelompok Renderasi Warna	Rentang Indeks Renderasi Warna (Ra).	Tampak Warna
1	Ra > 85	dingin
		sedang
2	70 < Ra < 85	hangat
		dingin
		sedang
3	40 < Ra < 70	hangat
4	Ra < 40	Buruk

Sumber : SNI 03-6575-2001

2.7 METODE PENGUKURAN

Pengukuran intensitas penerangan ini memakai alat *luxmeter* yang sudah dikalibrasi terlebih dahulu yang hasilnya dapat langsung dibaca. Alat ini mengubah energi cahaya menjadi energi listrik, kemudian energi listrik dalam bentuk arus digunakan untuk menggerakkan jarum skala. Untuk alat digital, energi listrik diubah menjadi angka yang dapat dibaca pada layar monitor.

2.7.1 Penentuan titik pengukuran

1. Penerangan setempat

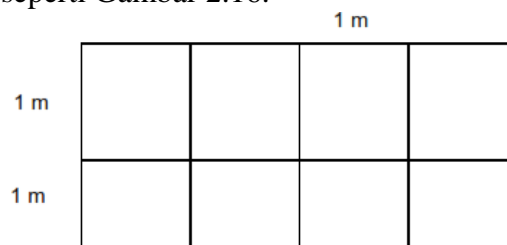
Objek kerja, berupa meja kerja maupun peralatan. Bila merupakan meja kerja, pengukuran dapat dilakukan di atas meja yang ada.

2. Penerangan umum

Titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruangan pada setiap jarak tertentu setinggi satu meter dari lantai.

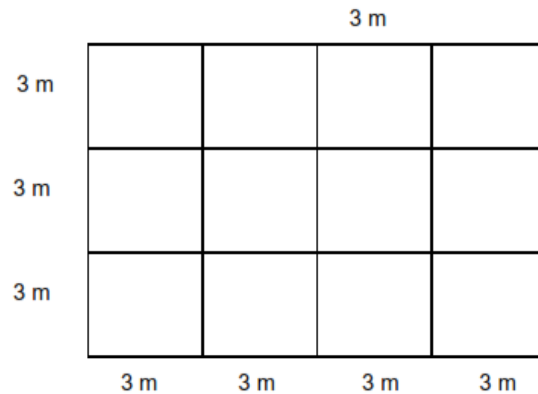
Menurut SNI 16-7062-2004, jarak tertentu tersebut dibedakan berdasarkan luas ruangan sebagai berikut:

1. Luas ruangan kurang dari 10 meter persegi, titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruangan adalah pada jarak setiap 1 meter. Contoh denah pengukuran kuat penerangan umum untuk luas ruangan kurang dari 10 meter persegi seperti Gambar 2.16.



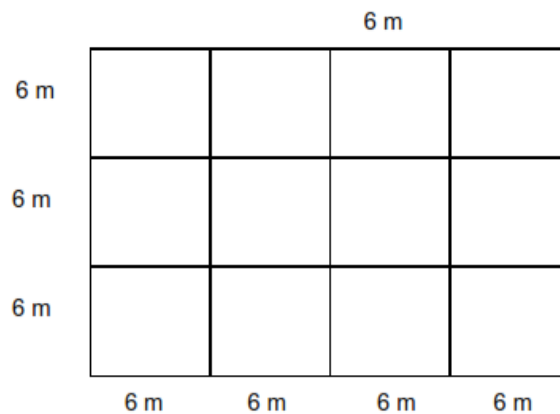
Gambar 2.16. Penentuan titik pengukuran penerangan umum dengan luas kurang dari 10m²

2. Luas ruangan antara 10 meter persegi sampai 100 meter persegi: titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruangan adalah pada jarak setiap 3 (tiga) meter. Contoh denah pengukuran intensitas penerangan umum untuk luas ruangan antara 10 meter sampai 100 meter persegi seperti Gambar 2.17.



Gambar 2.17. Penentuan titik pengukuran penerangan umum dengan luas antara $10 \text{ m}^2 - 100 \text{ m}^2$

3. Luas ruangan lebih dari 100 meter persegi: titik potong horizontal panjang dan lebar ruangan adalah pada jarak 6 meter. Contoh denah pengukuran intensitas penerangan umum untuk ruangan dengan luas lebih dari 100 meter persegi seperti Gambar 2.18.



Gambar 2.18. Penentuan titik pengukuran penerangan umum dengan luas lebih dari 100 m^2

2.7.2 Persyaratan pengukuran

1. Pintu ruangan dalam keadaan sesuai dengan kondisi tempat pekerjaan dilakukan.
2. Lampu ruangan dalam keadaan dinyalakan sesuai dengan kondisi pekerjaan.

2.7.3 Tata cara Pengukuran

1. Hidupkan *luxmeter* yang telah dikalibrasi dengan membuka penutup sensor.
2. Bawa alat ke tempat titik pengukuran yang telah ditentukan, baik pengukuran untuk intensitas penerangan setempat atau umum.
3. Baca hasil pengukuran pada layar monitor setelah menunggu beberapa saat sehingga didapat nilai angka yang stabil.
4. Catat hasil pengukuran pada lembar hasil pencatatan untuk intensitas penerangan setempat, dan untuk intensitas penerangan umum.
5. Matikan *luxmeter* setelah selesai dilakukan pengukuran intensitas penerangan.

2.8 PERHITUNGAN KUAT PENERANGAN BUATAN

Tujuan dari perhitungan penerangan buatan adalah untuk mendapatkan hasil yang akurat dan dapat dipakai sebagai perbandingan dengan hasil pengukuran secara langsung sehingga diperoleh penerangan buatan yang paling optimal. Intensitas pencahayaan pada suatu bidang adalah flux yang jatuh pada luasan 1 m² dari bidang tersebut. Intensitas pencahayaan ditentukan di tempat mana kegiatan dilakukan. Umumnya bidang kerja diambil 0,75 – 0,90 m di atas lantai. Bidang kerja dapat berupa meja atau bangku kerja.

2.8.1 Perhitungan Indeks Ruang atau Indeks Bentuk (k)

Indeks ruang dihitung berdasarkan dimensi ruangan yang akan diberi penerangan cahaya lampu. Nilai (k) hasil perhitungan digunakan untuk menentukan nilai efisiensi penerangan lampu. Sumber: Isnu (2009 : 41)

$$k = \frac{P \times l}{h (P+1)} \dots\dots\dots (2-11)$$

Keterangan :

K = nilai efisiensi penerangan lampu

p = panjang ruangan (meter)

l = Lebar ruangan (meter)

h = jarak / tinggi armatur terhadap bidang kerja (meter).

Bila nilai (k) angkanya tidak ada (tidak tepat) seperti pada tabel 2.8 , maka untuk menghitung efisiensi (kp) yaitu dengan interpolasi :

$$\eta = kp_1 + \frac{k-k_1}{k_2-k_1} (kp_2 - kp_1) \dots\dots\dots (2-12)$$

Tabel 2.8. Tabel Efisiensi Penerangan

Armatur penerangan sebagian besar lanasuna	v	Efisiensi penerangan untuk keadaan baru										Faktor depresiasi untuk masa pemeliharaan			
		k	r _w	r _p 0,7			0,5			0,3			1 tahun	2 tahun	3 tahun
				0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1			
	∞		r _m	0,1			0,1			0,1					
	0,5	0,32	0,26	0,22	0,29	0,24	0,21	0,27	0,23	0,20					
	0,6	0,37	0,31	0,27	0,35	0,30	0,26	0,32	0,28	0,25	Pengotoran ringan				
	0,8	0,46	0,41	0,36	0,43	0,38	0,35	0,40	0,36	0,33	0,90	0,80	0,75		
	1	0,53	0,48	0,44	0,49	0,45	0,42	0,46	0,42	0,39					
	1,2	0,58	0,52	0,48	0,54	0,49	0,46	0,50	0,46	0,43	Pengotoran sedang				
	1,5	0,62	0,58	0,54	0,58	0,54	0,51	0,54	0,51	0,48	0,80	0,75	0,70		
	2	0,68	0,64	0,60	0,63	0,59	0,57	0,58	0,55	0,53					
	2,5	0,71	0,67	0,64	0,66	0,63	0,60	0,61	0,59	0,57	Pengotoran berat				
	3	0,73	0,70	0,67	0,68	0,65	0,63	0,63	0,61	0,59	X	X	X		
	4	0,76	0,74	0,71	0,71	0,69	0,67	0,65	0,64	0,62					
	65	5	0,78	0,76	0,74	0,72	0,71	0,69	0,67	0,65	0,64				

2.8.2 Perhitungan Jumlah Lampu

Dalam memperhitungkan kuat penerangan buatan suatu ruangan, kita membuat kalkulasi untuk menghitung atau memperkirakan berapa banyak lampu yang dibutuhkan supaya tingkat penerangan rata-rata dapat dicapai, atau apakah jumlah dan tata letak lampu dapat menghasilkan tingkat penerangan rata-rata yang memadai. Untuk mengetahui jumlah unit lampu (N) yang dibutuhkan suatu ruangan sesuai dengan intensitas cahaya yang telah ditetapkan dan menghitung jumlah armatur, terlebih dahulu dihitung fluks cahaya total yang diperlukan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan yang direncanakan, dengan menggunakan persamaan :

$$F_{total} = \frac{E \times A}{\eta \times kd} \dots\dots\dots (2-13)$$

Kemudian jumlah armature dihitung dengan persamaan :

$$N_{total} = \frac{F_{total}}{F_1 \times n} \dots\dots\dots (2-14)$$

Keterangan :

- n = jumlah lampu dalam satu armatur
- E = illuminasi penerangan yang dibutuhkan ruangan (lux)
- A = luas ruangan (m²)
- F = Fluks cahaya (lm)
- F₁ = Fluks cahaya satu buah lampu (lm)
- η = efisiensi penerangan/koefisien penggunaan
- Kd = Koefisien Penyusutan/Depresiasi

2.9 Simulasi Kuat Penerangan Buatan dengan Relux Profesional

Relux Informatik AG, Swiss, adalah sebuah perusahaan yang didirikan terlibat dalam pengembangan, produksi dan distribusi perencanaan pencahayaan dan presentasi produk perangkat lunak. Perusahaan ini beroperasi secara global dan bekerja sama erat dengan perusahaan perwakilan. Relux sekarang telah menjadi standar perencanaan pencahayaan di beberapa negara.

2.9.1 Sejarah Relux Profesional

Relux didirikan dalam bentuk perseroan terbatas oleh tiga produsen lumener di Februari 1998. Perusahaan baru mampu mengambil alih program yang memiliki sebelumnya telah dikembangkan bersama oleh Swiss Association Pencahayaan Industri. Pada tahun 2008, perusahaan merayakan ulang tahun 10 tahun tersebut. Program ReluxSuite Paket dikembangkan khusus untuk kesempatan ini.

Program utama, ReluxPro, yang sangat terkenal dengan nama «Relux profesional», merupakan pusat dari perangkat lunak perencanaan. Program ini sederhana dan intuitif untuk digunakan, dengan asisten dan Tarik & fungsi Drop, sehingga memastikan bahwa kita dapat melaksanakan perencanaan kita secara efisien. Impor dan ekspor fungsi baru untuk «dxf» dan «DWG» 2D file membantu kita untuk menyelesaikan proyek-proyek yang kompleks dengan cepat dan sederhana.

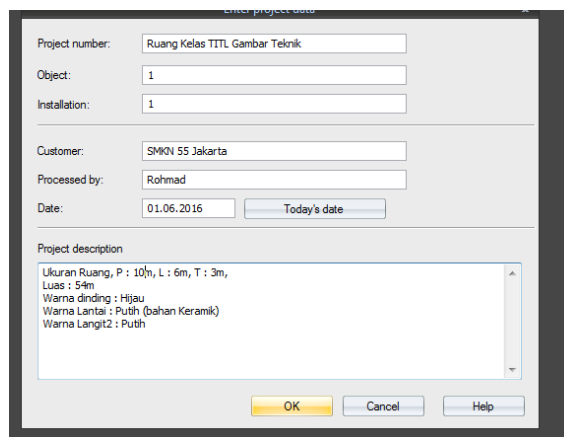
Simulasi cahaya buatan untuk kamar interior dan proyek luar berdasarkan EN 12464, pencahayaan darurat berdasarkan EN 1838, jalan berdasarkan EN 13201, dan alasan olahraga dan siang hari berdasarkan CIE. Lebih dari 300.000 lumener dan sensor yang tersedia di klik mouse untuk digunakan dalam perencanaan kerja. Kategori produsen baru «Lampu» memberikan akses langsung ke data lampu

terbaru. Perpustakaan yang luas dari furnitur, bahan dan tekstur yang sama tersedia.

The Raytracing prosedur memungkinkan kita untuk menghasilkan gambar profesional untuk perencanaan kita. Mengalami emosi yang jelas tentang cahaya dan warna dalam gambar dan memanfaatkan hasil perhitungan yang tepat.

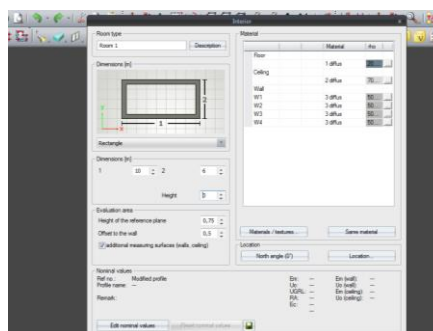
2.9.2 Tutorial Pengoperasian Relux Profesional

1. Langkah pertama yaitu membuka program Relux Pro, kemudian muncul tampilan *Edit project data*. *Edit project data* berisikan informasi mengenai identitas dari model ruang yang akan dibuat. Seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.19.



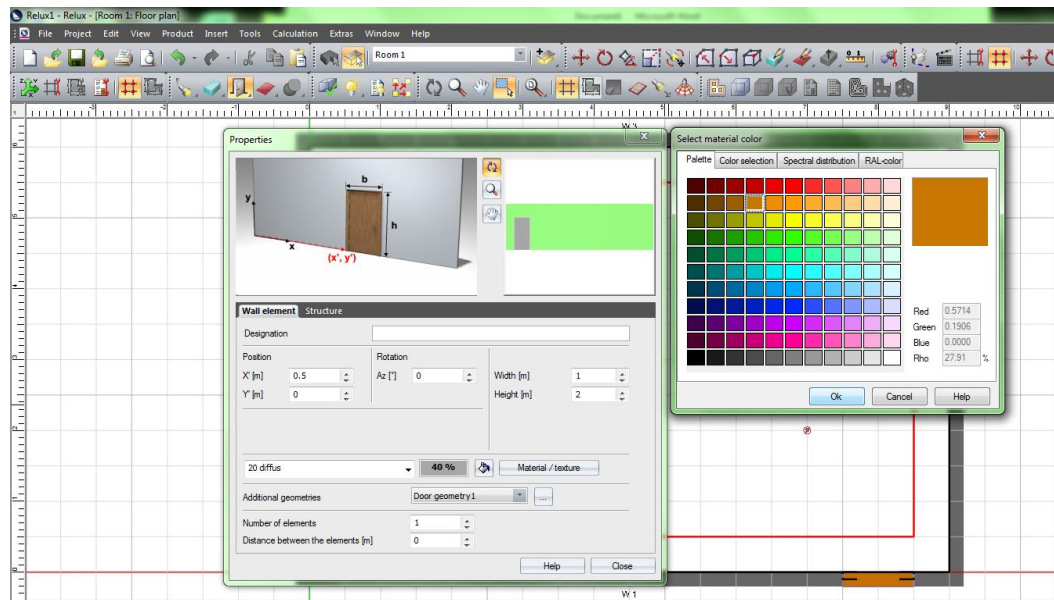
Gambar 2.19. Edit Project pada Relux Profesional

2. Lalu pilih *Menu Interior* untuk mengisi informasi mengenai ukuran dimensi panjang, lebar, tinggi, warna serta tekstur dinding, lantai dan langit-langit dari model ruang yang akan dibuat. Seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.20.



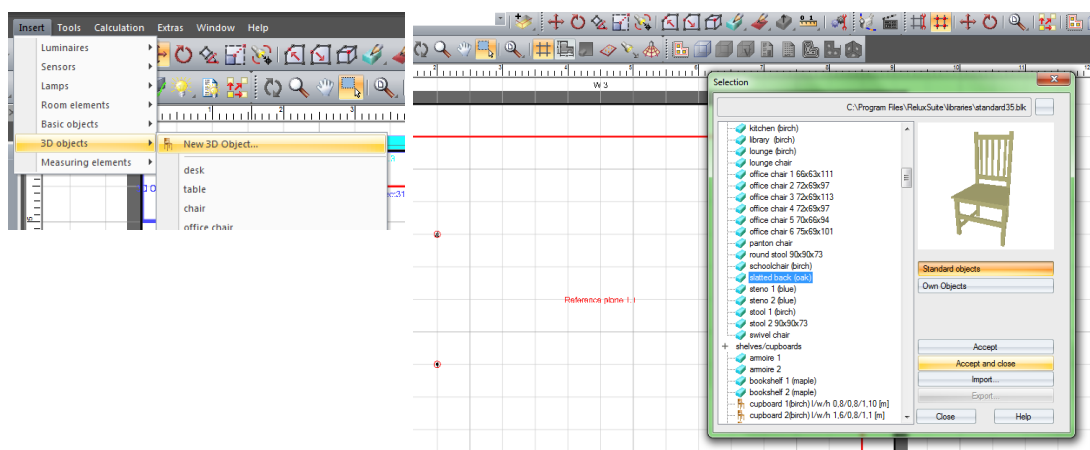
Gambar 2.20. Interior pada Relux Profesional

- Setelah itu klik *insert* pada *menu bar* dan pilih *Room element* untuk menambahkan objek pintu dan jendela. Seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.21.



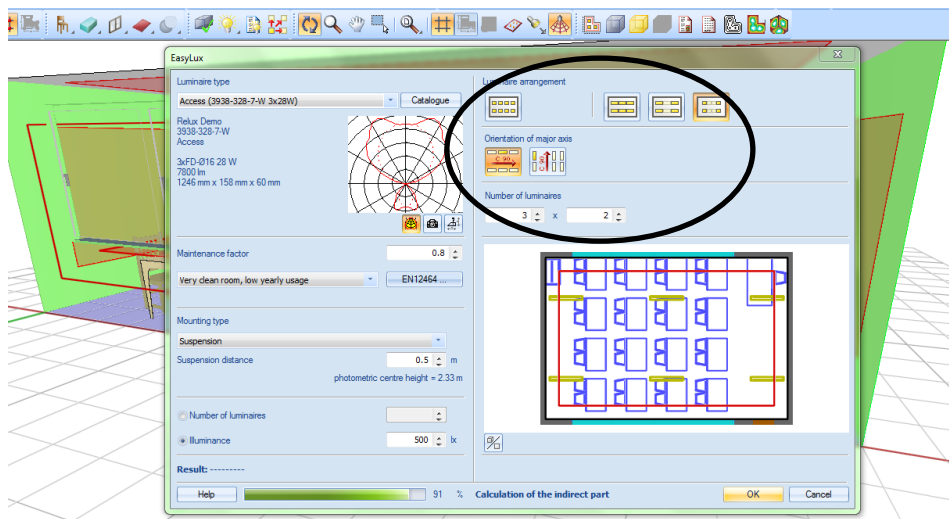
Gambar 2.21. Room Element untuk Menambahkan Objek Pintu dan Jendela

- Kemudian klik *Insert* ada *menu bar* dan pilih *3D objek* untuk menambahkan objek pengisi ruangan seperti kursi, meja dan sebagainya. Seperti pada gambar 2.22.

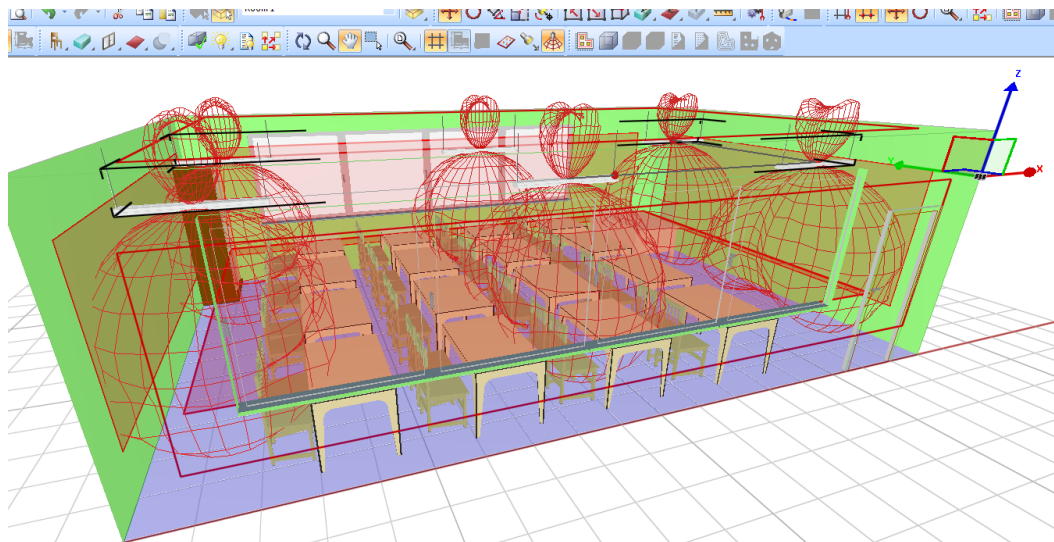


Gambar 2.22. 3D Objek untuk Menambahkan Objek Pengisi Ruangan

7. Setelah memilih jenis dan karakteristik lampu yang diinginkan maka akan muncul options untuk mengatur posisi lampu dan tata letak lampu yang diinginkan. Pada options ini, program secara otomatis akan mengatur tata letak lampu berdasarkan jenis dan karakteristik lampu agar bisa memenuhi kebutuhan pencahayaan pada model ruangan. Seperti yang tampak pada gambar 2.25 dan gambar 2.26.

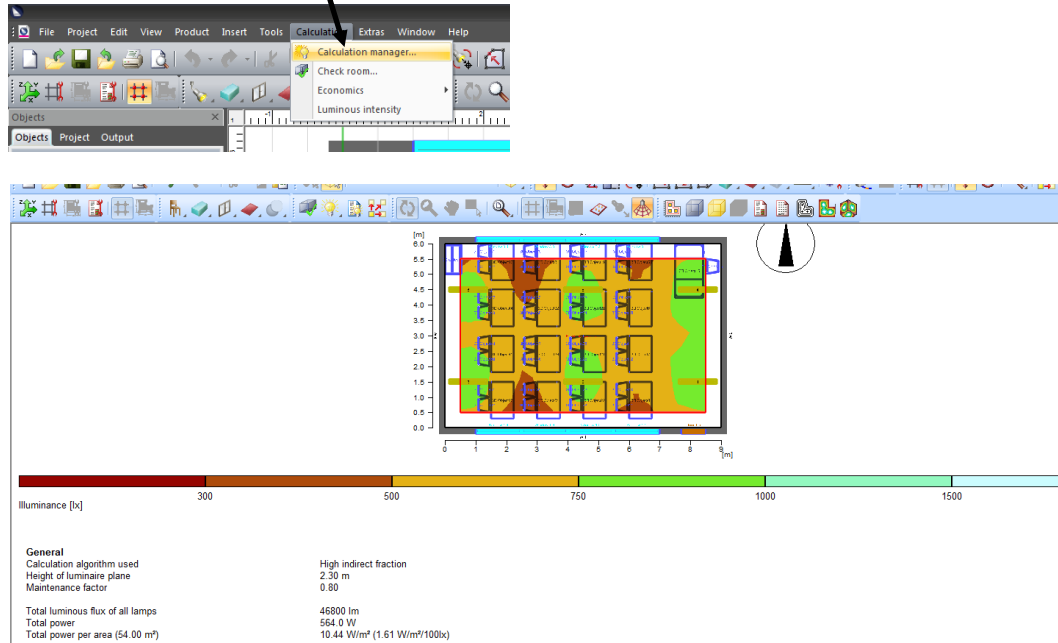


Gambar 2.25. Options untuk Mengatur Tata Letak Lampu yang Diinginkan



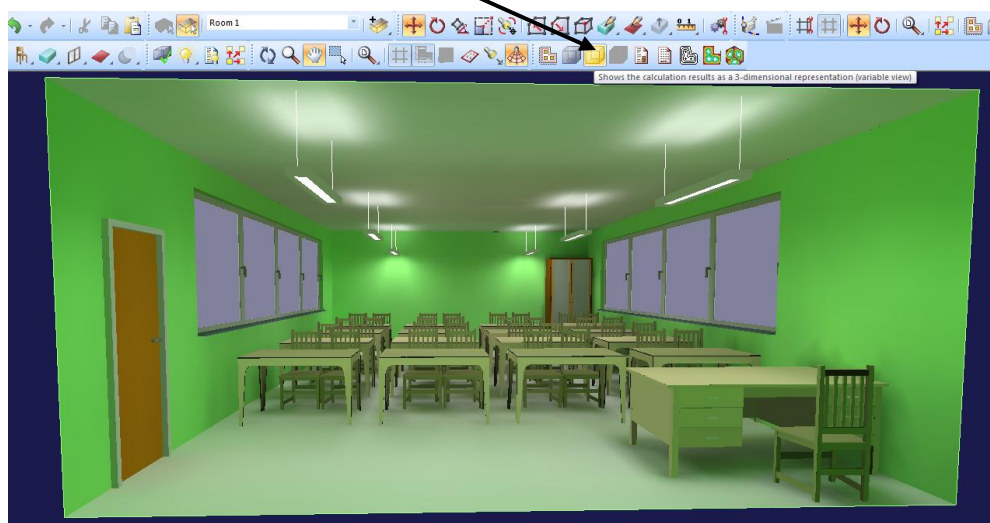
Gambar 2.26. Options untuk Mengatur Tata Letak Lampu yang Diinginkan Dalam Model 3D

8. Pilih *Calculation Manager* pada menu bar untuk melakukan perhitungan pencahayaan secara otomatis pada model ruangan yang dibuat. Kemudian akan muncul *reference plane* penyebaran cahaya pada model ruangan. Seperti pada gambar 2.27.



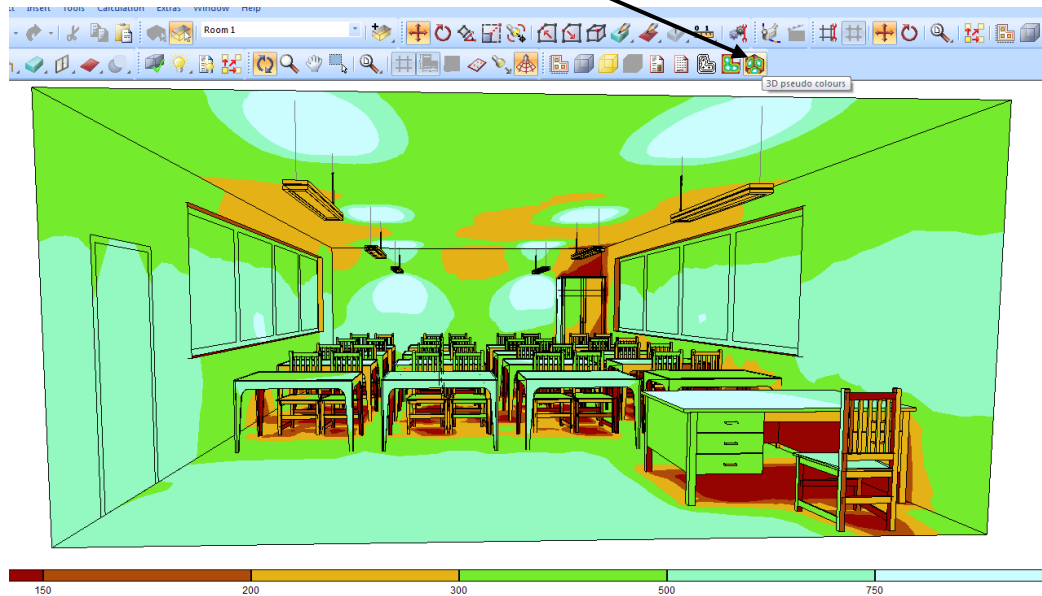
Gambar 2.27. Reference Plane Penyebaran Cahaya pada Model Ruangan

9. Pilih *Calculation results 3D view* di toolbar untuk melihat ilustrasi penyebaran cahaya dalam bentuk 3D. Seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.28.



Gambar 2.28. Tampilan Ilustrasi Penyebaran Cahaya Dalam Bentuk 3D

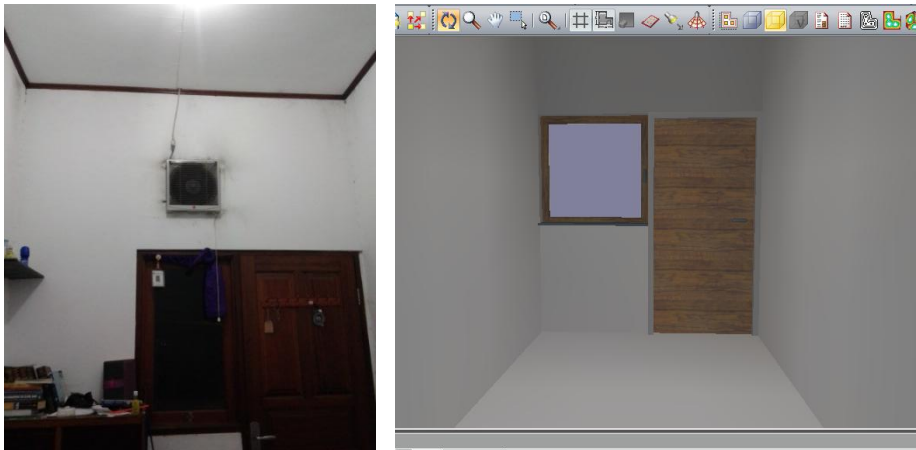
10. Pilih **3D pseudo colours** pada toolbar untuk melihat ilustrasi penyebaran cahaya dalam bentuk 3D berdasarkan perbedaan tingkat warna pencahayaan. Seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.29.



Gambar 2.29. Tampilan Ilustrasi Penyebaran Cahaya Dalam Bentuk 3D Berdasarkan Perbedaan Tingkat Warna Pencahayaan

2.9.3 Validasi Perhitungan Simulasi Relux Profesional

Validasi simulasi Relux Profesional diperlukan untuk mengetahui tingkat keakuratan dari perhitungan nilai kuat penerangan yang diproses pada opsi *Light Calculation* pada program Relux Profesional. Sebagai sampel, peneliti mengambil objek ruang kamar yang berukuran panjang 3 meter, lebar 2 meter dan tinggi 2,8 meter seperti yang tampak pada gambar 2.30.



Gambar 2.30 Ruang Kamar sebagai Sampel Validasi

Ruang kamar yang dijadikan sebagai sampel validasi menggunakan lampu fluorescent merk Philips dengan armature tipe downlight dan memakai daya 18 watt serta jumlah lumen sebesar 980 lm. Kemudian hasil perhitungan simulasi menggunakan Relux Pro divalidasi dengan hasil pengukuran menggunakan Lux meter seperti yang terlihat pada gambar 2.31.

General		Average indirect fraction
Calculation algorithm used		2.80 m
Height of luminaire plane		0.80
Maintenance factor		
Total luminous flux of all lamps		980 lm
Total power		18.0 W
Total power per area (6.00 m ²)		3.00 W/m ² (1.79 W/m ² /100lx)
Evaluation area 1	Reference plane 1.1	
	Horizontal	
Em	167 lx	
Emin	104 lx	
Emin/Eav (Uo)	0.62	
Emin/Emax (Ud)	0.43	
UGR (2.0H 2.0H)	<=20.8	
Position	0.75 m	
Major surfaces		Uo
m 1.5 (Ceiling)	73 lx	0.89
m 1.1 (Wall)	97 lx	0.56
m 1.2 (Wall)	90 lx	0.66
m 1.3 (Wall)	97 lx	0.56
m 1.4 (Wall)	89 lx	0.65



Gambar 2.31 Hasil Perhitungan Simulasi Relux Pro dan Hasil Pengukuran

Berdasarkan gambar 2.31 hasil nilai kuat penerangan dari perhitungan simulasi Relux Pro adalah 167 lux dan hasil pengukuran 163 lux selisihnya adalah 4 lux. Toleransi pada alat luxmeter sebesar 5%, maka nilai toleransi dari 162 lux adalah 8 lux. Ini menunjukkan bahwa hasil perhitungan nilai kuat penerangan simulasi

Relux Pro masih dalam batas toleransi alat ukur luxmeter dan bisa dianggap valid untuk memprediksi nilai kuat penerangan pada ruangan.

2.10 Kerangka Berpikir

Penelitian kuat penerangan buatan pada ruang belajar program studi teknik instalasi tenaga listrik di SMKN 55 Jakarta ini dilatarbelakangi dengan adanya masalah nilai kuat penerangan yang tidak memenuhi standar minimal kuat penerangan menurut SNI pada ruang belajar tersebut. Kajian teori yang dicantumkan di dalam penelitian ini mencakup studi pustaka yang menjelaskan tentang teori-teori dasar tentang kuat penerangan, karakteristik lampu dan standarisasi kuat penerangan untuk sekolah menurut SNI. Studi pustaka dalam penelitian ini juga mencakup mengenai prosedur dari tiga cara yang digunakan yaitu pengukuran, perhitungan manual dan simulasi Relux Pro.

Observasi yang dilakukan pada ruang belajar program studi teknik instalasi tenaga listrik adalah dengan melakukan pengukuran kuat penerangan, dimensi ruang belajar, warna material dan jarak lampu dengan bidang kerja. Data hasil observasi kemudian dianalisis dengan cara pengukuran kuat penerangan untuk mengevaluasi kualitas kuat penerangan pada ruang belajar sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Data hasil observasi juga dianalisis dengan cara perhitungan manual dan simulasi Relux Pro untuk mengevaluasi kualitas kuat penerangan yang seharusnya terdapat pada ruang belajar tersebut.

Dari data hasil evaluasi pengukuran, perhitungan manual dan simulasi Relux Pro kemudian dinyatakan apakah kualitas kuat penerangan pada ruang belajar program studi teknik instalasi tenaga listrik sudah memenuhi standar SNI. Jika

belum memenuhi standar SNI maka harus dilakukan perbaikan desain, namun sebelumnya ditentukan terlebih dahulu perbaikan desain dilakukan dengan cara perhitungan manual atau simulasi Relux Pro.

Selanjutnya adalah membandingkan cara perhitungan manual dengan simulasi Relux Pro untuk membuktikan bahwa penggunaan simulasi Relux Pro bisa menjadi cara yang tepat untuk memprediksi nilai kuat penerangan sekaligus digunakan untuk melakukan perbaikan desain agar nilai kuat penerangan pada ruang belajar program studi teknik instalasi tenaga listrik di SMKN 55 Jakarta memenuhi standar kuat penerangan menurut SNI.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu pelaksanaan penelitian

Penelitian mengenai analisis kuat penerangan buatan pada ruang belajar berbasis perangkat lunak Relux Profesional memanfaatkan ruang belajar di tingkat SMK sebagai obyeknya. Penelitian ini dilaksanakan di program studi teknik instalasi tenaga listrik SMK Negeri 55 Jakarta, Jl. Pademangan Timur VII, Pademangan Jakarta Utara. Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan April 2016 sampai dengan bulan Juli 2016. Dokumentasi surat izin dan surat keterangan penelitian dapat dilihat pada lampiran 9 dan lampiran 10.

3.2 Populasi dan Sampel

Di SMK Negeri 55 Jakarta terdapat 3 program studi keteknikan yaitu teknik kendaraan ringan, teknik multimedia dan teknik instalasi tenaga listrik. SMK Negeri 55 Jakarta memiliki 30 ruang belajar yang terdiri dari 5 ruang belajar khusus teknik kendaraan ringan, 5 ruang belajar khusus teknik multimedia, 4 ruang belajar khusus teknik instalasi tenaga listrik dan 16 ruang belajar untuk mata pelajaran umum.

Penelitian mengenai kuat penerangan buatan pada ruang belajar ini secara khusus menjadikan ruang belajar program studi teknik instalasi tenaga listrik sebagai obyek penelitian. Sehingga dalam penelitian ini tidak dilakukan pengambilan sampel dari populasi ruang belajar secara keseluruhan.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat ukur Lux meter dengan Merk : Hioki

Model : 3421

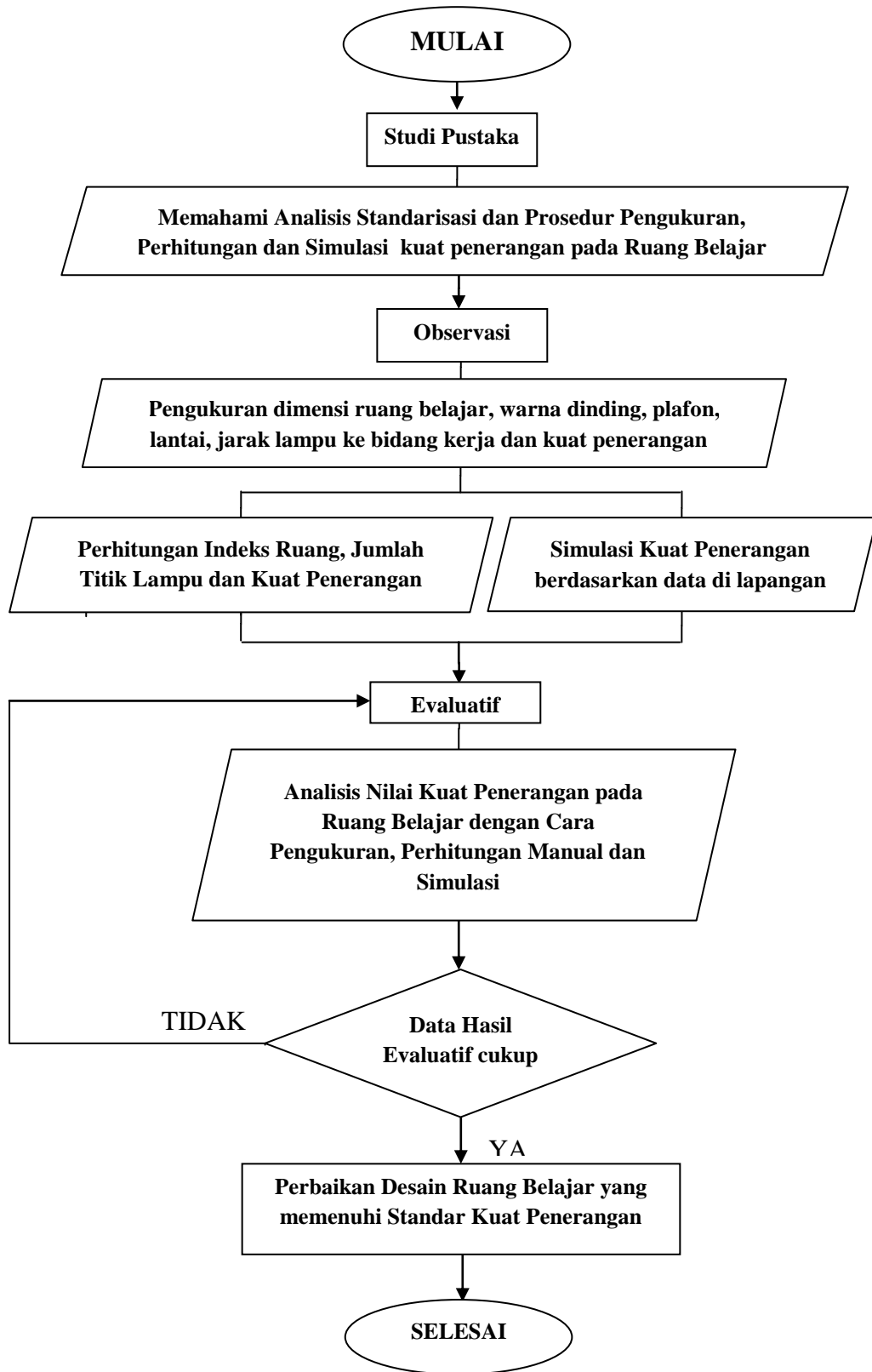
Garis skala 1000 lux dan 3000 lux

Selektor switch x 300, x 1000 dan x 3000

Ketelitian baca $\pm 10\%$, diameter foto sensor/deteksi sinar 3,5 cm.

2. Meteran
3. Alat tulis dan lembar pengamatan
4. Kamera
5. Kalkulator
6. Pedoman pengukuran dan perhitungan kuat penerangan SNI 16-7062-2004 dan SNI 03-6575-2001
7. Perangkat lunak Relux Pro

3.4 Diagram Alur Penelitian



3.5 Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data

3.5.1 Teknik Pengumpulan Data

Observasi merupakan langkah yang digunakan dalam melakukan pengumpulan data. Observasi merupakan teknik pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan tentang keadaan yang ada di lapangan. Dengan melakukan observasi, penulis menjadi lebih memahami tentang obyek yang sedang diteliti. (observasi) dan pengukuran di lapangan. Menurut Nazir (2005), observasi sebagai metode ilmiah diartikan sebagai pengamatan dan pencatatan dengan sistematis fenomena yang diselidiki di lapangan. Hasil yang diperoleh berupa dimensi ruang, warna material, jarak armature dengan bidang kerja, spesifikasi lampu dan kuat penerangan yang diukur menggunakan Luxmeter. Pengukuran dilakukan dengan mengambil titik pedoman sebesar $3,0 \times 3,0 \text{ m}^2$ pada area ruang, setinggi bidang kerja yaitu 75 cm dan 80 cm dari atas permukaan lantai.

3.5.2 Prosedur Pengumpulan Data

Adapun langkah-langkah yang akan dilakukan dalam pengumpulan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengukur dimensi ruang belajar meliputi panjang, lebar dan tinggi ruangan.
2. Mengukur jarak sumber cahaya dengan bidang kerja.
3. Mengidentifikasi warna pada dinding, lantai dan langit – langit.
4. Mengukur kuat penerangan buatan (lux) pada ruang belajar menggunakan luxmeter dengan jarak 0,75 m dan 0,8 m dari lantai.

5. Menghitung nilai kuat penerangan buatan berdasarkan data dimensi ruangan yang telah diukur serta beberapa faktor lain yang mempengaruhi dengan cara perhitungan manual.
6. Mensimulasikan nilai kuat penerangan buatan berdasarkan data dimensi ruangan yang telah diukur serta beberapa faktor lain yang mempengaruhi dengan cara simulasi berbasis Relux Profesional.
7. Mengevaluasi hasil analisis kuat penerangan buatan pada ruang belajar.

3.6 Teknik Analisis Data

Pengolahan terhadap data hasil penelitian ini dilakukan sebagai berikut :

1. Data Observasi kondisi ruang belajar yang dilakukan dengan tahapan pengukuran dimensi ruang, pengukuran jarak armatur dengan bidang kerja, identifikasi warna material, identifikasi spesifikasi lampu yang digunakan dan pengukuran kuat penerangan.
2. Evaluasi terhadap data pengukuran yang didapat dari proses observasi untuk menganalisa nilai kuat penerangan berdasarkan cara pengukuran, perhitungan manual dan simulasi Relux Pro.

3.6.1 Analisis data menggunakan perhitungan manual

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dengan menggunakan perhitungan manual berdasarkan rumus indeks ruang (2-11) terlebih dahulu untuk menentukan efisiensi penerangan :

$$k = \frac{P \times l}{h (P+1)}$$

Kemudian untuk menentukan jumlah total fluks cahaya yang dibutuhkan dengan persamaan (2-13) :

$$F_{total} = \frac{E \times A}{\eta \times kd}$$

Dan untuk menentukan jumlah lampu yang dibutuhkan dengan persamaan (2-14):

$$N_{total} = \frac{F_{total}}{F1 \times n}$$

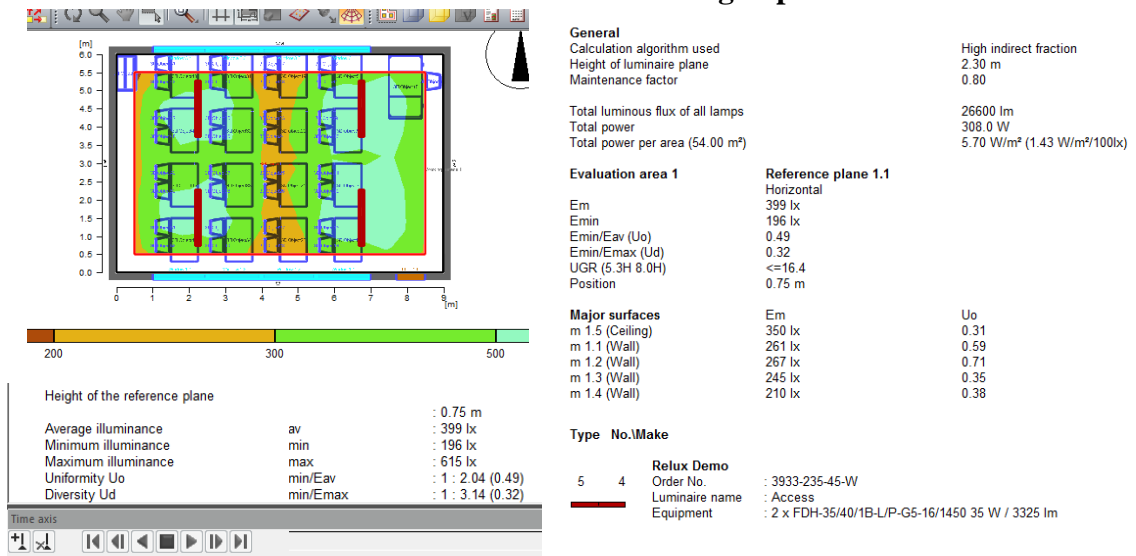
Lalu menghitung nilai kuat penerangan dengan persamaan (2-5) :

$$E = \frac{I}{h^2} \times \cos^3 \theta_1$$

3.6.2 Analisis data menggunakan simulasi berbasis Relux Pro

Hasil analisa dengan menggunakan perangkat lunak Relux Pro, ditampilkan dalam bentuk gambar dan table nilai kuat penerangan (lux) pada desain ruang belajar seperti yang tampak pada gambar 3.1.

Tabel 3.1 Contoh Tabel Nilai Kuat Penerangan pada Relux Pro



Pada tabel 3.1 contoh hasil simulasi menunjukkan bahwa rata-rata kuat penerangan pada bidang kerja/ work plane *E Average* adalah sebesar 399 lux, yang berarti sesuai dengan standar kuat penerangan rata-rata minimal sebesar 300 lux. Pada Gambar 3.1 (kiri atas) ditampilkan visualisasi intensitas cahaya oleh Relux Pro.

Kualitas kuat penerangan pada ruang belajar dievaluasi dengan persamaan (2-13) dengan kriteria.

$$Z\% = \frac{E \text{ Ukur}}{E \text{ Minimal}} \times 100\%$$

- a. Tidak baik jika hasil yang dicapai 1%-25% dari standar ruang belajar.
- b. Kurang baik jika hasil yang dicapai 26%-50% dari standar ruang belajar.
- c. Cukup jika hasil yang dicapai 51%-75% dari standar ruang belajar.
- d. Baik jika hasil yang dicapai 76%-100% dari standar ruang belajar.

(Ali, 1987)

3.7 Tabel Pengukuran

Penelitian di SMK Negeri 55 untuk menganalisa nilai kuat penerangan pada ruang belajar R 207, R 208, R 209 dan R 211 dibutuhkan data-data mengenai dimensi ruang belajar dan material pendukung yang ada di dalam ruang belajar tersebut. Lembar pengamatan untuk mencatat ukuran dimensi dan material pendukung dapat dilihat pada table 3.2.

Tabel 3.2 Pengukuran Dimensi dan Material Pendukung

Nama Ruang Belajar	R 207	R 208	R 209	R 211
P (m)				
L (m)				
T (m)				
Luas Ruang (m ²)				
Jarak Sumber cahaya ke Bidang Kerja (m)				
Tinggi Bidang Kerja (m)				
Warna Dinding (%)				
Warna Langit-Langit (%)				
Warna Lantai (%)				
Warna Bidang Kerja				
Warna Papan Tulis				

Penelitian di SMK Negeri 55 untuk menganalisa nilai kuat penerangan pada ruang belajar R 207, R 208, R 209 dan R 211 dibutuhkan data-data mengenai nilai kuat penerangan yang terukur pada ruang belajar tersebut. Lembar pengamatan untuk mencatat pengukuran nilai kuat penerangan dapat dilihat pada table 3.3.

Table 3.3 Pengukuran Nilai Kuat Penerangan

Nama Ruang Belajar		R 207	R 208	R 209	R 211
Titik Pengukuran Kuat Penerangan (Lux)	P1				
	P2				
	P3				
	P4				
	P5				
	P6				
	P rata-rata				
Standar Kuat Penerangan (lux)					
Jenis Lampu yang digunakan					
Jumlah Lampu yang digunakan					
Jenis Armatur yang digunakan					
Jumlah Armatur yang digunakan					

BAB IV

HASIL PENELITIAN

Pada bab ini diuraikan tentang hasil penelitian dan pembahasan. Hasil penelitian dan pembahasan berdasarkan pada tujuan penelitian dan pembahasan peneliti.

4.1 Deskripsi Hasil Penelitian

Pengukuran awal yaitu dengan mengukur dimensi panjang, lebar dan tinggi pada ruang belajar serta mengukur beberapa material pendukung seperti warna langit-langit, dinding, lantai dan objek-objek dalam ruangan. Hasil pengukuran dimensi dapat dilihat pada Tabel 4.1. Dokumentasi pengukuran dapat dilihat pada lampiran 1 dan lampiran 2.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Dimensi & Material Pada Ruang Belajar

Nama Ruang Belajar	R 207	R 208	R 209	R 211
P (m)	8	13	11	13
L (m)	7	8	8	8
T (m)	3,2	3,2	3,2	3,2
Luas Ruang (m ²)	56	104	88	104
Jarak Sumber cahaya ke Bidang Kerja (m)	2,4	2,45	2,4	2,45
Tinggi Bidang Kerja (m)	0,8	0,75	0,8	0,75
Warna Dinding (%)	Putih (70%)	Putih (70%)	Putih (70%)	Putih (70%)
Warna Langit-Langit(%)	Putih (50%)	Putih (50%)	Putih (50%)	Putih (50%)
Warna Lantai (%)	Putih (10%)	Putih (10%)	Putih (10%)	Putih (10%)
Warna Bidang Kerja	Coklat Muda	Coklat Muda	Coklat Muda	Coklat Muda
Warna Papan Tulis	White Board	White Board	White Board	White Board

Pengukuran selanjutnya adalah mengukur kuat penerangan buatan pada ruang belajar dengan menggunakan Lightmeter atau Luxmeter. Penentuan titik – titik pengukuran kuat penerangan pada ruang belajar berdasarkan pedoman pengukuran SNI 16-7062-2004 yaitu mengambil titik setiap 3 x 3 m. Hasil pengukuran kuat penerangan dapat dilihat pada tabel 4.2. Dokumentasi pengukuran kuat penerangan dapat dilihat pada lampiran 3 dan lampiran 4. Denah titik pengukuran dapat dilihat pada lampiran 5, lampiran 6, lampiran 7 lampiran 8.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Kuat Penerangan & Material Pendukung pada Ruang Belajar

Nama Ruang Belajar		R 207	R 208	R 209	R 211
Titik Pengukuran Kuat Penerangan (Lux)	P1	176	150	143	125
	P2	140	107	120	145
	P3	174	153	132	130
	P4	160	180	163	120
	P5	166	172	145	155
	P6	174	150	140	136
	P rata-rata	165	151.5	140	132.5
Standar Minimal Kuat Penerangan (lux)		300	300	300	300
Jenis Lampu yang digunakan		Philips Master TL-D Super 80, 36W/840, Ra 85, K 4000, 3350 lm, life time 20000 hours			
Jumlah Lampu yang digunakan		12	18	16	18
Jenis Armatur yang digunakan		Armatur TKO 2x36 Watt, Armatur model balok dengan tambahan reflektor/sayap, Bahan dari plat Galvanis anti karat dengan ketebalan 0,5 mm			
Jumlah Armatur yang digunakan		6	9	8	9

Pengukuran kuat penerangan dilakukan pada pukul 10.00 pagi dengan menggunakan Luxmeter. Pengukuran mengambil 6 titik pada ruang belajar yaitu P1, P2, P3, P4, P5 dan P6 dengan ukuran setiap titik 3x3 m dari luas ruang belajar.

Dari table 4.2 dapat dilihat bahwa hasil pengukuran kuat penerangan pada ruang belajar R 207 rata-ratanya adalah 165 lux, hasil pengukuran kuat penerangan pada ruang belajar R 208 rata-ratanya adalah 151,5 lux, hasil pengukuran kuat penerangan pada ruang belajar R 209 rata-ratanya adalah 140 lux dan hasil pengukuran kuat penerangan pada ruang belajar R 211 rata-ratanya adalah 132,5 lux.

4.2 Analisis Data Penelitian

Pada bagian ini peneliti menampilkan proses analisis dari data pengukuran yang telah didapatkan dalam kaitannya dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

4.2.1 Analisis Data Penelitian Menggunakan Perhitungan Manual

4.2.1.1 Analisis Data Penelitian pada Ruang R 207

Ruang R 207 merupakan ruang belajar dengan ukuran panjang 8 m, lebar 7 m, tinggi 3,2 m, jarak sumber cahaya dengan bidang kerja 2,4 m dan Luas 56m^2 . Faktor refleksi pada ruang R 207 adalah langit-langit 70 %, dinding 50 % dan lantai 10%. Armaturnya yang digunakan pada ruang R 207 adalah armatur TKO 2x36 watt dengan pemasangan yang menempel pada langit-langit dan tipe penerangannya menggunakan penerangan secara langsung. Lampu yang digunakan yaitu Philips TL-D super 80 dengan jumlah lumen 3350 lm dan

menggunakan daya 36 watt. Tingkat pengotoran atau faktor depresiasi pada ruang R 207 menggunakan angka 0,8.

Berdasarkan data penelitian yang telah disebutkan, maka perhitungan indeks ruang pada ruang R 207 adalah ;

$$k = \frac{pxl}{h(p+l)} = \frac{8 \times 7}{2,4(8+7)} = 1,5$$

Tabel 4.3 Efisiensi Penerangan Untuk Armatur Penerangan Langsung

Armatur penerangan langsung	v	Efisiensi penerangan untuk keadaan baru									Faktor depresiasi untuk masa pemeliharaan			
		k	r _w	r _p	r _m	0,1	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	1 tahun	2 tahun
	%		0,5	0,7	0,1	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1			
			0,28	0,23	0,19	0,27	0,23	0,19	0,27	0,22	0,19			
		0,6	0,33	0,28	0,24	0,32	0,28	0,24	0,32	0,27	0,24	Pengotoran ringan		
		0,8	0,42	0,36	0,33	0,41	0,36	0,32	0,40	0,36	0,32	0,85	0,80	0,70
		1	0,48	0,43	0,40	0,47	0,43	0,39	0,46	0,42	0,39			
		1,2	0,52	0,48	0,44	0,51	0,47	0,44	0,50	0,46	0,43	Pengotoran sedang		
		1,5	0,56	0,52	0,49	0,55	0,52	0,49	0,54	0,51	0,48	0,80	0,70	0,65
		2	0,61	0,58	0,55	0,60	0,57	0,54	0,59	0,56	0,54			
		2,5	0,64	0,61	0,59	0,63	0,60	0,58	0,62	0,59	0,57	Pengotoran berat		
		3	0,66	0,64	0,61	0,65	0,63	0,61	0,64	0,62	0,60	X	X	X
		4	0,69	0,67	0,65	0,68	0,66	0,64	0,66	0,65	0,63			
		5	0,71	0,69	0,67	0,69	0,68	0,66	0,68	0,66	0,65			

Sumber : P. Van Harten, 2002, 43

Berdasarkan tabel 4.3 efisiensi penerangan untuk armature penerangan langsung di atas, dengan perhitungan indeks ruang = 1,5, r_p = 0,7, r_w = 0,5 dan r_m = 0,1 menunjukkan nilai efisiensi penerangan η sebesar 0,56.

Setelah mendapatkan nilai efisiensi penerangan, selanjutnya adalah menghitung jumlah titik lampu yang dibutuhkan. Untuk mengetahui jumlah titik lampu (N) yang dibutuhkan suatu ruangan sesuai dengan kuat penerangan yang diinginkan, terlebih dahulu dihitung fluks cahaya total yang diperlukan untuk mendapatkan nilai kuat penerangan yang diinginkan, dengan menggunakan persamaan (2-13) :

$$F \text{ total} = \frac{E \times A}{\eta \times kd}$$

$$E = 300 \text{ lux}$$

$$A = 56 \text{ m}^2$$

$$\eta = 0,56$$

$$kd = 0,8$$

$$\Phi = 3350 \text{ lm}$$

$$F \text{ total} = \frac{300 \times 56}{0,56 \times 0,8} = \mathbf{37.500 \text{ lumen}}$$

Kemudian jumlah armature dihitung dengan persamaan (2-14) :

$$N_{\text{total}} = \frac{F \text{ total}}{F_1 \times n}$$

$$N_{\text{total}} = \frac{37500}{3350 \times 2} = 5,6 \text{ dibulatkan menjadi } \mathbf{6 \text{ armatur atau } 12 \text{ lampu}}$$

Berdasarkan perhitungan, jumlah titik lampu pada ruang R 207 adalah sebanyak 12 lampu. Ini menunjukkan bahwa jumlah titik lampu berdasarkan hasil perhitungan sama dengan jumlah lampu yang terpasang di ruang R 207.

Perhitungan selanjutnya untuk menghitung nilai kuat penerangan. Perhitungan nilai kuat penerangan tiap armatur pada ruang belajar R 207 menggunakan sudut pencahayaan 0^0 , 30^0 , 45^0 dan 60^0 dan menggunakan persamaan (2-5) :

$$E = \frac{I}{h^2} \times \cos^3 \theta$$

Sebelum menghitung nilai kuat penerangan (lux) maka ditentukan besar sudut ruang dengan persamaan (2-2) :

$$\omega = \frac{A}{R^2}$$

ω = Sudut ruang (sr)

A = Luas permukaan bola $4 \cdot \pi \cdot r^2$ (m)

R^2 = Kuadrat jari-jari bola (m)

$$\omega = \frac{4 \times 3,14 \times 1,2 \times 1,2}{2,4 \times 2,4} = \frac{18,1}{5,76} = 3,14 \text{ steradian}$$

Kemudian menghitung besar nilai intensitas cahaya dengan persamaan (2-3) :

$$I = \frac{\Phi}{\omega}$$

$$I = \frac{6700}{3,14} = 2.133,7 \text{ cd}$$

Menghitung nilai iluminasi (lux) pada sudut 0^0 , $\text{Cos } 0^0 = 1$

$$E_A = \frac{2133,7}{2,4 \times 2,4} \times 1 = 370,4 \text{ lux}$$

Menghitung nilai iluminasi (lux) pada sudut 30^0 , $\text{Cos } 30^0 = 0,87$

$$E_B = \frac{2133,7}{2,4 \times 2,4} \times (0,87)^3 = 243,7 \text{ lux}$$

Menghitung nilai iluminasi (lux) pada sudut 45^0 , $\text{Cos } 45^0 = 0,71$

$$E_C = \frac{2133,7}{2,4 \times 2,4} \times (0,71)^3 = 132,6 \text{ lux}$$

Menghitung nilai iluminasi (lux) pada sudut 60^0 , $\text{Cos } 60^0 = 0,50$

$$E_D = \frac{2133,7}{2,4 \times 2,4} \times (0,50)^3 = 46,3 \text{ lux}$$

Menghitung nilai iluminasi (lux) rata-rata berdasarkan sudut $0^0 - 60^0$

$$\frac{EA+EB+EC+ED}{4} = \frac{370,4 + 243,7 + 132,6 + 46,3}{4} = \frac{793}{4} = 198,5 \text{ lux}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai rata-rata kuat penerangan pada ruang R 207 adalah **198,5 lux**.

4.2.1.2 Analisis Data penelitian pada Ruang R 208

Ruang R 208 merupakan ruang belajar dengan ukuran panjang 13 m, lebar 8 m, tinggi 3,2 m, jarak sumber cahaya dengan bidang kerja 2,45 m dan Luas 104m². Faktor refleksi pada ruang R 208 adalah langit-langit 70 %, dinding 50 % dan lantai 10%. Armatur yang digunakan pada ruang R 208 adalah armatur TKO 2x36 watt dengan pemasangan yang menempel pada langit-langit dan tipe penerangannya menggunakan penerangan secara langsung. Lampu yang digunakan yaitu Philips TL-D super 80 dengan jumlah lumen 3350 lm dan menggunakan daya 36 watt. Tingkat pengotoran atau faktor depresiasi pada ruang R 208 menggunakan angka 0,8. Berdasarkan data penelitian yang telah disebutkan, maka indeks ruang pada ruang R 208 adalah ;

$$k = \frac{pxl}{h(p+l)} = \frac{13 \times 8}{2,45(13+8)} = 2,0$$

Tabel 4.4 Efisiensi Penerangan Untuk Armatur Penerangan Langsung

Armatur penerangan langsung	v %	k	r _w	Efisiensi penerangan untuk keadaan baru									Faktor depresiasi untuk masa pemeliharaan		
				r _p	r _m	0,1	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	1 tahun	2 tahun	3 tahun
				0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1			
				0,28	0,23	0,19	0,27	0,23	0,19	0,27	0,22	0,19			
				0,33	0,28	0,24	0,32	0,28	0,24	0,32	0,27	0,24	Pengotoran ringan		
				0,42	0,36	0,33	0,41	0,36	0,32	0,40	0,36	0,32	0,85	0,80	0,70
				0,48	0,43	0,40	0,47	0,43	0,39	0,46	0,42	0,39			
				0,52	0,48	0,44	0,51	0,47	0,44	0,50	0,46	0,43	Pengotoran sedang		
				0,56	0,52	0,49	0,55	0,52	0,49	0,54	0,51	0,48	0,80	0,70	0,65
				0,61	0,58	0,55	0,60	0,57	0,54	0,59	0,56	0,54			
				0,64	0,61	0,59	0,63	0,60	0,58	0,62	0,59	0,57	Pengotoran berat		
				0,66	0,64	0,61	0,65	0,63	0,61	0,64	0,62	0,60	X	X	X
				0,69	0,67	0,65	0,68	0,66	0,64	0,66	0,65	0,63			
				0,71	0,69	0,67	0,69	0,68	0,66	0,68	0,66	0,65			

Berdasarkan tabel 4.4 efisiensi penerangan untuk armature penerangan langsung di atas, dengan perhitungan indeks ruang = 2,0, $r_p = 0,7$, $r_w = 0,5$ dan $r_m = 0,1$ menunjukkan nilai efisiensi penerangan η sebesar 0,61.

Setelah mendapatkan nilai efisiensi penerangan, selanjutnya adalah menghitung jumlah titik lampu yang dibutuhkan. Untuk mengetahui jumlah titik lampu (N) yang dibutuhkan suatu ruangan sesuai dengan kuat penerangan yang diinginkan, terlebih dahulu dihitung fluks cahaya total yang diperlukan untuk mendapatkan nilai kuat penerangan yang diinginkan, dengan menggunakan persamaan (2-13) :

$$F \text{ total} = \frac{E \times A}{\eta \times kd}$$

$$E = 300 \text{ lux}$$

$$A = 104 \text{ m}^2$$

$$\eta = 0,61$$

$$kd = 0,8$$

$$\Phi = 3350 \text{ lm}$$

$$F \text{ total} = \frac{300 \times 104}{0,61 \times 0,8} = \mathbf{63.934 \text{ lumen}}$$

Kemudian jumlah armature dihitung dengan persamaan (2-14) :

$$N_{\text{total}} = \frac{F \text{ total}}{F_1 \times n}$$

$$N_{\text{total}} = \frac{63934}{3350 \times 2} = 9,5 \text{ dibulatkan menjadi } \mathbf{9 \text{ armatur atau } 18 \text{ lampu}}$$

Berdasarkan perhitungan, jumlah titik lampu pada ruang R 208 adalah sebanyak 18 lampu. Ini menunjukkan bahwa jumlah titik lampu berdasarkan hasil perhitungan sama dengan jumlah lampu yang terpasang di ruang R 208.

Perhitungan selanjutnya adalah untuk menghitung nilai kuat penerangan. Perhitungan nilai kuat penerangan (lux) tiap armatur pada ruang belajar R 208 menggunakan sudut pencahayaan 0^0 , 30^0 , 45^0 dan 60^0 dan menggunakan persamaan (2-5) :

$$E = \frac{I}{h^2} \times \cos^3 \theta$$

Sebelum menghitung nilai iluminasi (lux) maka ditentukan besar sudut ruang dengan persamaan (2-2) :

$$\omega = \frac{A}{R^2}$$

ω = Sudut ruang (sr)

A = Luas permukaan bola $4 \cdot \pi \cdot r^2$ (m)

R^2 = Kuadrat jari-jari bola (m)

$$\omega = \frac{4 \times 3,14 \times 1,22 \times 1,22}{2,45 \times 2,45} = \frac{18,7}{6,0} = 3,12 \text{ steradian}$$

Kemudian menentukan besar nilai intensitas cahaya dengan persamaan (2-3) :

$$I = \frac{\Phi}{\omega}$$

$$I = \frac{6700}{3,12} = 2.147 \text{ cd}$$

Menghitung nilai iluminasi (lux) pada sudut 0^0 , $\text{Cos } 0^0 = 1$

$$E_A = \frac{2147}{2,45 \times 2,45} \times 1 = 357,8 \text{ lux}$$

Menghitung nilai iluminasi (lux) pada sudut 30^0 , $\text{Cos } 30^0 = 0,87$

$$E_B = \frac{2147}{2,45 \times 2,45} \times (0,87)^3 = 235,4 \text{ lux}$$

Menghitung nilai iluminasi (lux) pada sudut 45^0 , $\text{Cos } 45^0 = 0,71$

$$E_C = \frac{2147}{2,45 \times 2,45} \times (0,71)^3 = 128,1 \text{ lux}$$

Menghitung nilai iluminasi (lux) pada sudut 60^0 , $\text{Cos } 60^0 = 0,50$

$$E_D = \frac{2147}{2,45 \times 2,45} \times (0,50)^3 = 44,7 \text{ lux}$$

Menghitung nilai iluminasi (lux) rata-rata berdasarkan sudut $0^0 - 60^0$

$$\frac{E_A + E_B + E_C + E_D}{4} = \frac{357,8 + 235,4 + 128,1 + 44,7}{4} = \frac{766}{4} = \mathbf{191,5 \text{ lux}}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai rata-rata kuat penerangan pada ruang R 208 adalah **191,5 lux**.

4.2.1.3 Analisis Data penelitian pada Ruang R 209

Ruang R 209 merupakan ruang belajar dengan ukuran panjang 11 m, lebar 8 m, tinggi 3,2 m, jarak sumber cahaya dengan bidang kerja 2,4 m dan Luas 88 m^2 . Faktor refleksi pada ruang R 209 adalah langit-langit 70 %, dinding 50 % dan

Berdasarkan tabel 4.5 efisiensi penerangan untuk armature penerangan langsung di atas, dengan perhitungan indeks ruang = 1,9, $r_p = 0,7$, $r_w = 0,5$ dan $r_m = 0,1$ menunjukkan nilai efisiensi penerangan η sebesar 0,60.

Setelah mendapatkan nilai efisiensi penerangan, selanjutnya adalah menghitung jumlah titik lampu yang dibutuhkan. Untuk mengetahui jumlah titik lampu (N) yang dibutuhkan suatu ruangan sesuai dengan kuat penerangan yang diinginkan, terlebih dahulu dihitung fluks cahaya total yang diperlukan untuk mendapatkan nilai kuat penerangan yang diinginkan, dengan menggunakan persamaan (2-13) :

$$F \text{ total} = \frac{E \times A}{\eta \times kd}$$

$$E = 300 \text{ lux}$$

$$A = 88 \text{ m}^2$$

$$\eta = 0,60$$

$$kd = 0,8$$

$$\Phi = 3350 \text{ lm}$$

$$F \text{ total} = \frac{300 \times 88}{0,60 \times 0,8} = \mathbf{55.000 \text{ lumen}}$$

Kemudian jumlah armature dihitung dengan persamaan (2-14) :

$$N_{\text{total}} = \frac{F \text{ total}}{F_1 \times n}$$

$$N_{\text{total}} = \frac{55000}{3350 \times 2} = 8,2 \text{ dibulatkan menjadi } \mathbf{8 \text{ armatur } 16 \text{ lampu}}$$

Berdasarkan perhitungan, jumlah titik lampu pada ruang R 209 adalah sebanyak 16 lampu. Ini menunjukkan bahwa jumlah titik lampu berdasarkan hasil perhitungan sama dengan jumlah lampu yang terpasang di ruang R 209.

Perhitungan selanjutnya adalah untuk menghitung nilai kuat penerangan. Perhitungan nilai kuat penerangan (lux) tiap armatur pada ruang belajar R 209 menggunakan sudut pencahayaan 0^0 , 30^0 , 45^0 dan 60^0 dan menggunakan persamaan (2-5) :

$$E = \frac{I}{h^2} \times \cos^3 \theta$$

Sebelum menghitung nilai iluminasi (lux) maka ditentukan besar sudut ruang dengan persamaan (2-2) :

$$\omega = \frac{A}{R^2}$$

ω = Sudut ruang (sr)

A = Luas permukaan bola $4 \cdot \pi \cdot r^2$ (m)

R^2 = Kuadrat jari-jari bola (m)

$$\omega = \frac{4 \times 3,14 \times 1,2 \times 1,2}{2,4 \times 2,4} = \frac{18,1}{5,76} = 3,14 \text{ steradian}$$

Kemudian menentukan besar nilai intensitas cahaya dengan persamaan (2-3) :

$$I = \frac{\Phi}{\omega}$$

$$I = \frac{6700}{3,14} = 2.133,7 \text{ cd}$$

Menghitung nilai iluminasi (lux) pada sudut 0^0 , $\text{Cos } 0^0 = 1$

$$E_A = \frac{2133,7}{2,4 \times 2,4} \times 1 = 370,4 \text{ lux}$$

Menghitung nilai iluminasi (lux) pada sudut 30^0 , $\text{Cos } 30^0 = 0,87$

$$E_B = \frac{2133,7}{2,4 \times 2,4} \times (0,87)^3 = 243,7 \text{ lux}$$

Menghitung nilai iluminasi (lux) pada sudut 45^0 , $\text{Cos } 45^0 = 0,71$

$$E_C = \frac{2133,7}{2,4 \times 2,4} \times (0,71)^3 = 132,6 \text{ lux}$$

Menghitung nilai iluminasi (lux) pada sudut 60^0 , $\text{Cos } 60^0 = 0,50$

$$E_D = \frac{2133,7}{2,4 \times 2,4} \times (0,50)^3 = 46,3 \text{ lux}$$

Menghitung nilai iluminasi (lux) rata-rata berdasarkan sudut $0^0 - 60^0$

$$\frac{EA+EB+EC+ED}{4} = \frac{370,4 + 243,7 + 132,6 + 46,3}{4} = \frac{793}{4} = \mathbf{198,5 \text{ lux}}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai rata-rata kuat penerangan pada ruang R 209 adalah **198,5 lux**.

4.2.1.4 Analisis Data penelitian pada Ruang R 211

Ruang R 211 merupakan ruang belajar dengan ukuran panjang 13 m, lebar 8 m, tinggi 3,2 m, jarak sumber cahaya dengan bidang kerja 2,45 m dan Luas 104 m². Faktor refleksi pada ruang R 211 adalah langit-langit 70 %, dinding 50 % dan lantai 10%. Armatur yang digunakan pada ruang R 211 adalah armatur TKO 2x36 watt dengan pemasangan yang menempel pada langit-langit dan tipe

penerangannya menggunakan penerangan secara langsung. Lampu yang digunakan yaitu Philips TL-D super 80 dengan jumlah lumen 3350 lm dan menggunakan daya 36 watt. Tingkat pengotoran atau faktor depresiasi pada ruang R 211 menggunakan angka 0,8.

Berdasarkan data penelitian yang telah disebutkan, maka indeks ruang pada ruang R 211 adalah ;

$$k = \frac{pxl}{h(p+l)} = \frac{13 \times 8}{2,45(13+8)} = 2,0$$

Tabel 4.6 Efisiensi Penerangan Untuk Armaturne Penerangan Langsung

Armaturne penerangan langsung	v %	k	Efisiensi penerangan untuk keadaan baru							Faktor depresiasi untuk masa pemeliharaan					
			r _w	r _p	r _m	0,1	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	1 tahun	2 tahun	3 tahun
			0,5	0,7	0,1	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1				
			0,5	0,28	0,23	0,19	0,27	0,23	0,19	0,27	0,22	0,19			
			0,6	0,33	0,28	0,24	0,32	0,28	0,24	0,32	0,27	0,24	Pengotoran ringan		
			0,8	0,42	0,36	0,33	0,41	0,36	0,32	0,40	0,36	0,32	0,85	0,80	0,70
			1	0,48	0,43	0,40	0,47	0,43	0,39	0,46	0,42	0,39			
			1,2	0,52	0,48	0,44	0,51	0,47	0,44	0,50	0,46	0,43	Pengotoran sedang		
			1,5	0,56	0,52	0,49	0,55	0,52	0,49	0,54	0,51	0,48	0,80	0,70	0,65
			2	0,61	0,58	0,55	0,60	0,57	0,54	0,59	0,56	0,54			
			2,5	0,64	0,61	0,59	0,63	0,60	0,58	0,62	0,59	0,57	Pengotoran berat		
			3	0,66	0,64	0,61	0,65	0,63	0,61	0,64	0,62	0,60	X	X	X
			4	0,69	0,67	0,65	0,68	0,66	0,64	0,66	0,65	0,63			
			5	0,71	0,69	0,67	0,69	0,68	0,66	0,68	0,66	0,65			

Sumber : P. Van Harten, 2002, 43

Berdasarkan tabel 4.6 efisiensi penerangan untuk armature penerangan langsung di atas, dengan perhitungan indeks ruang = 2,0, r_p = 0,7, r_w = 0,5 dan r_m = 0,1 menunjukkan nilai efisiensi penerangan η sebesar 0,61.

Setelah mendapatkan nilai efisiensi penerangan, selanjutnya adalah menghitung jumlah titik lampu yang dibutuhkan. Untuk mengetahui jumlah titik lampu (N) yang dibutuhkan suatu ruangan sesuai dengan kuat penerangan yang diinginkan, terlebih dahulu dihitung fluks cahaya total yang diperlukan untuk

mendapatkan nilai kuat penerangan yang diinginkan, dengan menggunakan persamaan (2-13) :

$$F \text{ total} = \frac{E \times A}{\eta \times kd}$$

$$E = 300 \text{ lux}$$

$$A = 104 \text{ m}^2$$

$$\eta = 0,61$$

$$kd = 0,8$$

$$\Phi = 3350 \text{ lm}$$

$$F \text{ total} = \frac{300 \times 104}{0,61 \times 0,8} = \mathbf{63.934 \text{ lumen}}$$

Kemudian jumlah armature dihitung dengan persamaan (2-14) :

$$N_{\text{total}} = \frac{F \text{ total}}{F_1 \times n}$$

$$N_{\text{total}} = \frac{63934}{3350 \times 2} = 9,5 \text{ dibulatkan menjadi } \mathbf{9 \text{ armatur atau } 18 \text{ lampu}}$$

Berdasarkan perhitungan, jumlah titik lampu pada ruang R 211 adalah sebanyak 18 lampu. Ini menunjukkan bahwa jumlah titik lampu berdasarkan hasil perhitungan sama dengan jumlah lampu yang terpasang di ruang R 211.

Perhitungan selanjutnya adalah untuk menghitung nilai kuat penerangan. Perhitungan nilai kuat penerangan (lux) tiap armatur pada ruang belajar R 211 menggunakan sudut pencahayaan 0^0 , 30^0 , 45^0 dan 60^0 dan menggunakan persamaan (2-5) :

$$E = \frac{I}{h^2} \times \cos^3 \theta$$

Sebelum menghitung nilai iluminasi (lux) maka ditentukan besar sudut ruang dengan persamaan (2-2) :

$$\omega = \frac{A}{R^2}$$

ω = Sudut ruang (sr)

A = Luas permukaan bola $4 \cdot \pi \cdot r^2$ (m)

R^2 = Kuadrat jari-jari bola (m)

$$\omega = \frac{4 \times 3,14 \times 1,22 \times 1,22}{2,45 \times 2,45} = \frac{18,7}{6,0} = 3,12 \text{ steradian}$$

Kemudian menentukan besar nilai intensitas cahaya dengan persamaan (2-3) :

$$I = \frac{\Phi}{\omega}$$

$$I = \frac{6700}{3,12} = 2.147 \text{ cd}$$

Menghitung nilai iluminasi (lux) pada sudut 0° , $\text{Cos } 0^\circ = 1$

$$E_A = \frac{2147}{2,45 \times 2,45} \times 1 = 357,8 \text{ lux}$$

Menghitung nilai iluminasi (lux) pada sudut 30° , $\text{Cos } 30^\circ = 0,87$

$$E_B = \frac{2147}{2,45 \times 2,45} \times (0,87)^3 = 235,4 \text{ lux}$$

Menghitung nilai iluminasi (lux) pada sudut 45° , $\text{Cos } 45^\circ = 0,71$

$$E_C = \frac{2147}{2,45 \times 2,45} \times (0,71)^3 = 128,1 \text{ lux}$$

Menghitung nilai iluminasi (lux) pada sudut 60° , $\text{Cos } 60^\circ = 0,50$

$$E_D = \frac{2147}{2,45 \times 2,45} \times (0,50)^3 = 44,7 \text{ lux}$$

Menghitung nilai iluminasi (lux) rata-rata berdasarkan sudut $0^0 - 60^0$

$$\frac{EA+EB+EC+ED}{4} = \frac{357,8 + 235,4 + 128,1 + 44,7}{4} = \frac{766}{4} = \mathbf{191,5 \text{ lux}}$$

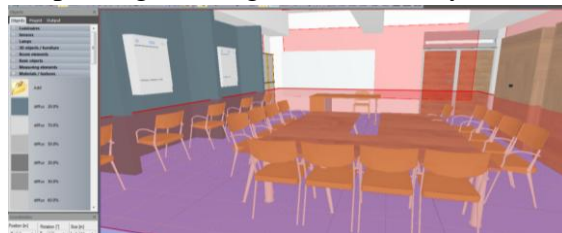
Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai rata-rata kuat penerangan pada ruang R 211 adalah **191,5 lux**.

4.2.2 Analisis Data Penelitian Menggunakan Program Relux Pro

4.2.2.1 Analisis Data Penelitian pada Ruang R 207

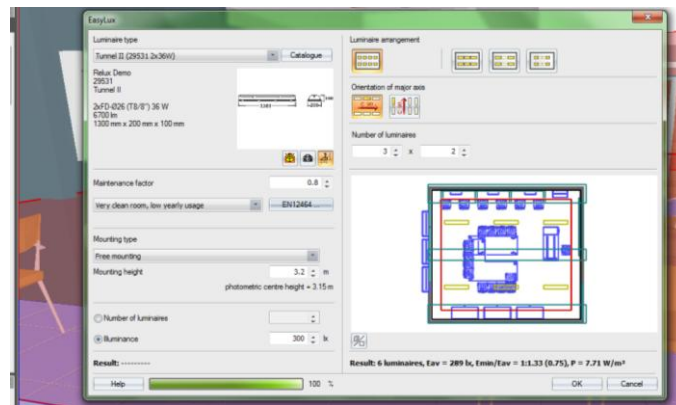
Berdasarkan data pengukuran dimensi dan material pada Ruang R 207 yang berukuran panjang 8 m, lebar 7 m, tinggi 3,2 m, jarak sumber cahaya dengan bidang kerja 2,4 m dan Luas 56m^2 . Warna ruang R 207 yaitu langit-langit berwarna putih, dinding berwarna putih dan lantai dengan bahan keramik berwarna putih. Armatur yang digunakan pada ruang R 207 yaitu armatur 2×36 watt dengan pemasangan yang menempel pada langit-langit dan tipe penerangannya menggunakan penerangan secara langsung. Lampu yang digunakan yaitu Philips TL-D super 80 dengan jumlah lumen 3350 lm dan menggunakan daya 36 watt.

Berdasarkan data-data pengukuran dimensi dan material pada ruang R 207 maka dibuat model simulasi ruang R 207 dalam program Relux Pro dengan desain ruang yang dibuat semirip mungkin dengan model aslinya. 1.



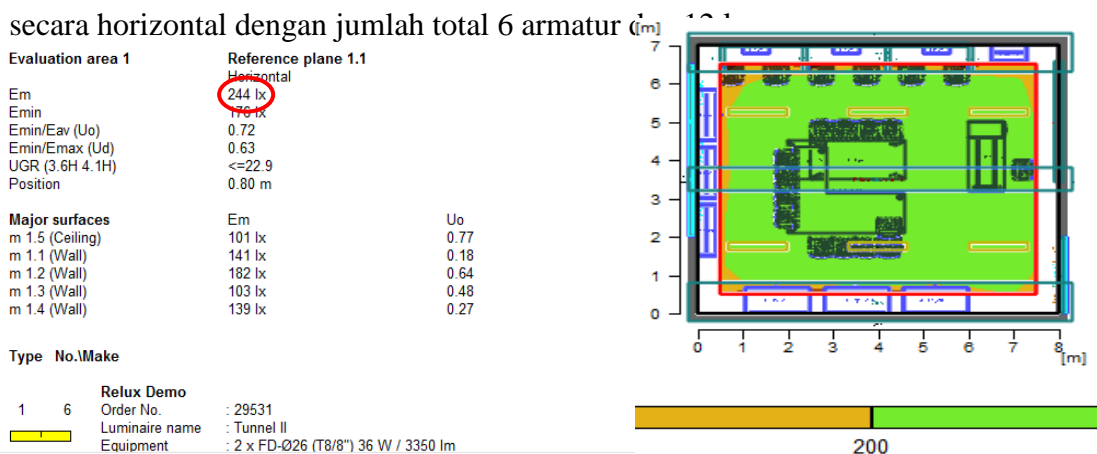
Gambar 4.1 Tampilan 3D Model Simulasi Ruang 207 Sebelum Perhitungan Kuat Penerangan

Gambar 4.1 merupakan model simulasi ruang 207 sebelum dilakukan fungsi *light calculation* pada program Relux Pro. Model simulasi ini didesain sesuai dengan data pengukuran dimensi dan material yang terdapat pada ruang tersebut dengan posisi bidang kerja dan posisi material-material pendukung lain semirip mungkin seperti desain aslinya.



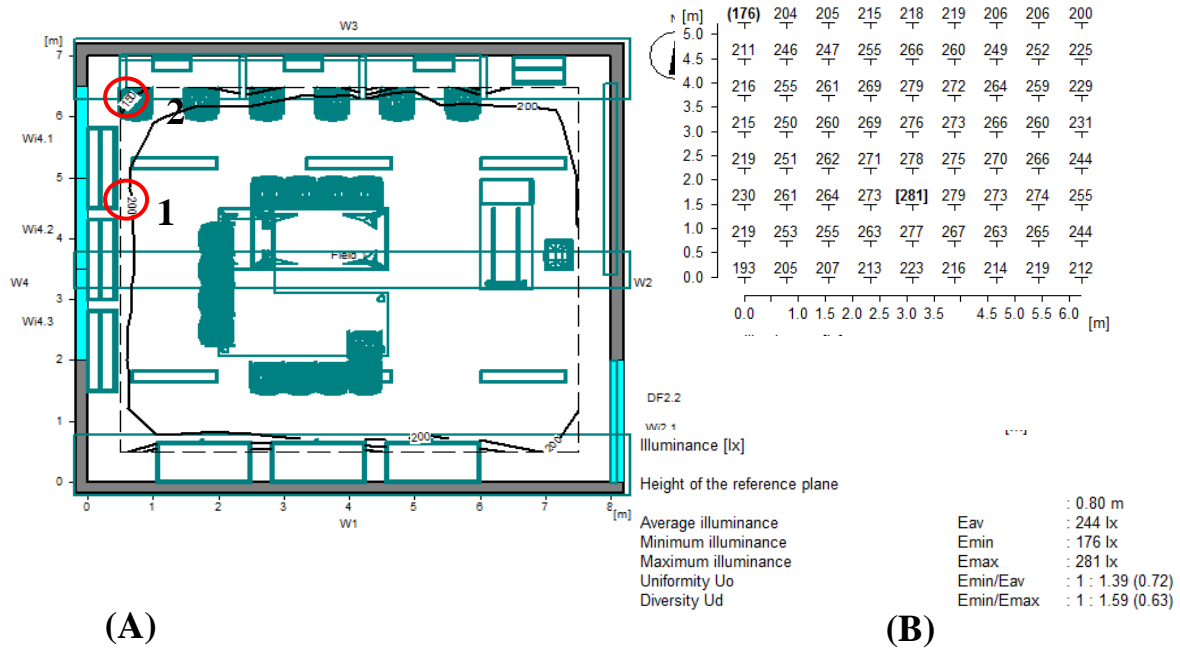
Gambar 4.2 Proses *Light Calculation* pada Ruang R 207

Seperti yang diperlihatkan gambar 4.2 model simulasi ruang R 207 menggunakan *luminaire type Tunnel II (29531 2x36W)* yang diambil dari *catalogue* Relux Pro dengan jumlah total lumen 6700 lm tiap armatur. *Maintenance factor* pada simulasi ini menggunakan nilai 0,7 dan nilai standart iluminasi 300 lux. Tata letak armatur dalam simulasi ruang R 207 ini diposisikan secara horizontal dengan jumlah total 6 armatur (lm)



Gambar 4.3 Data Hasil *Light Calculation* pada Simulasi Ruang R 207

Dari Hasil *light calculation* pada simulasi ruang R 207 seperti yang terlihat pada gambar 4.3 diperoleh jumlah cahaya sebesar 40200 lm, total daya 432 W dan besar daya tiap meter persegi sebesar 7,71 W/m². Nilai (E_{av}) iluminasi rata-rata pada simulasi ruang R 207 adalah 244 lux.

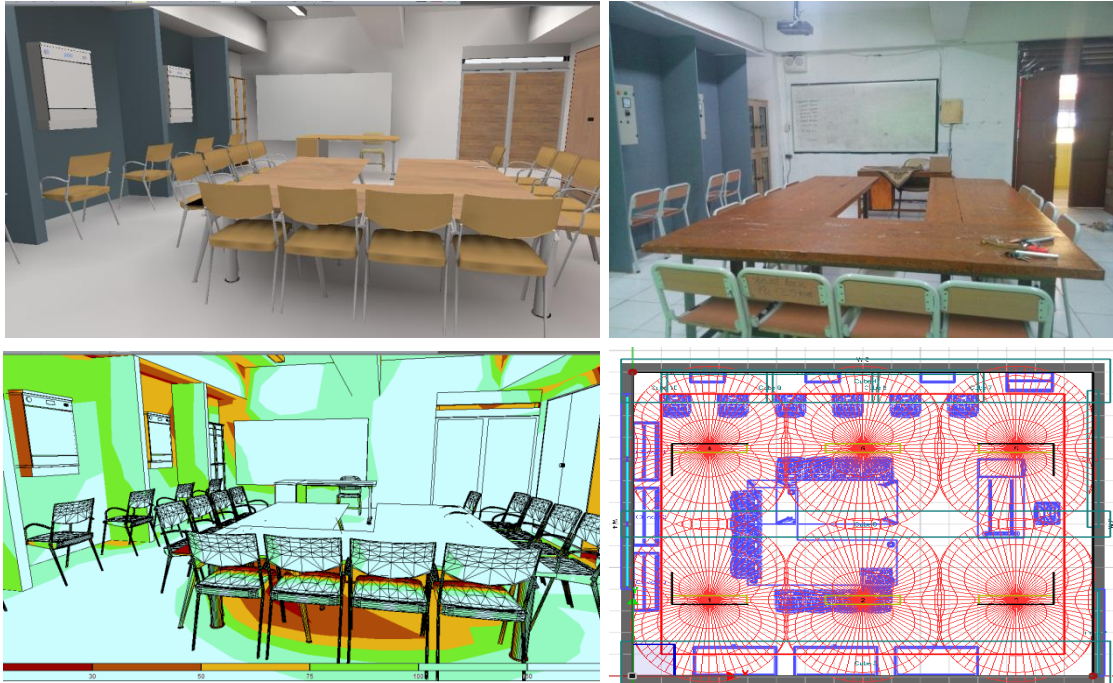


Gambar 4.4 (A) Data Garis Isolux dan (B) Data Nilai Lux pada Ruang R 207

Pada gambar 4.4 (A) di atas menunjukkan bahwa lingkaran garis isolux bagian dalam nilai iluminasinya berkisar sekitar 200 lux sedangkan pada lingkaran garis isolux bagian luar nilai iluminasinya berkisar sekitar 150 lux. Pada gambar 4. 4 (B) di atas ,menunjukkan bahwa nilai kuat penerangan maksimal sebesar 281 lux dan nilai kuat penerangan minimalnya sebesar 176 lux sehingga nilai kuat penerangan rata-ratanya adalah 244 lux.

Pada gambar 4.5 dapat dilihat desain model 3D simulasi ruang R 207 yang dibuat sesuai dengan kondisi R 207 dalam bentuk aslinya serta tampilan ilustrasi

penyebaran cahaya untuk memperjelas visualisasi tingkat penyebaran cahaya pada ruang R 207.



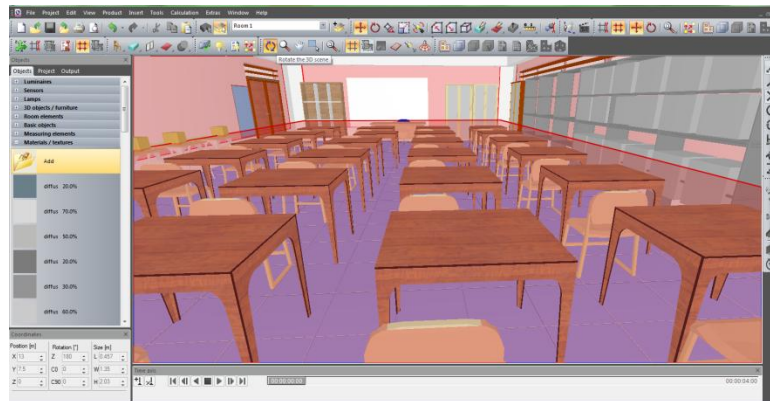
Gambar 4.5 Model 3D Simulasi Ruang R 207 dengan Model Aslinya serta Tampilan Ilustrasi Penyebaran Cahaya

4.2.2.2 Analisis Data Penelitian pada Ruang R 208

Berdasarkan data pengukuran dimensi dan material pada Ruang R 208 yang berukuran panjang 13 m, lebar 8 m, tinggi 3,2 m, jarak sumber cahaya dengan bidang kerja 2,45 m dan Luas 104 m². Warna ruang R 208 yaitu langit-langit berwarna putih, dinding berwarna putih dan lantai dengan bahan keramik berwarna putih. Armatur yang digunakan pada ruang R 208 yaitu armatur 2x36 watt dengan pemasangan yang menempel pada langit-langit dan tipe penerangannya menggunakan penerangan secara langsung. Lampu yang digunakan Philips TL-D super 80 dengan jumlah lumen 3350 lm dan

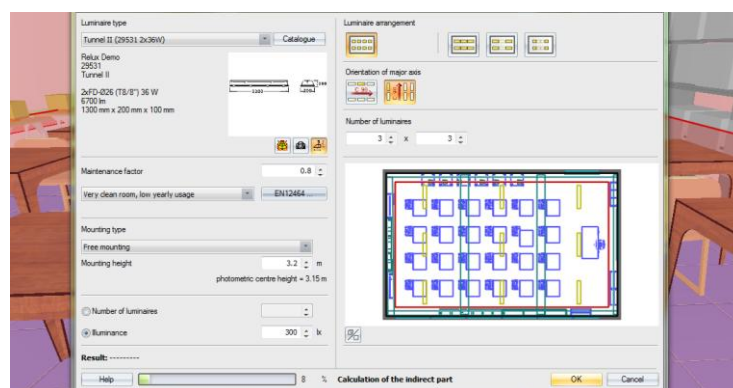
menggunakan daya 36 watt. Tingkat pengotoran atau faktor depresiasi pada ruang R 208 menggunakan angka 0,7.

Berdasarkan data–data pengukuran dimensi dan material pada ruang R 208 maka dibuat model simulasi ruang R 208 di program Relux Pro dengan desain ruang yang dibuat semirip mungkin dengan model aslinya seperti yang terlihat ada gambar 4.6



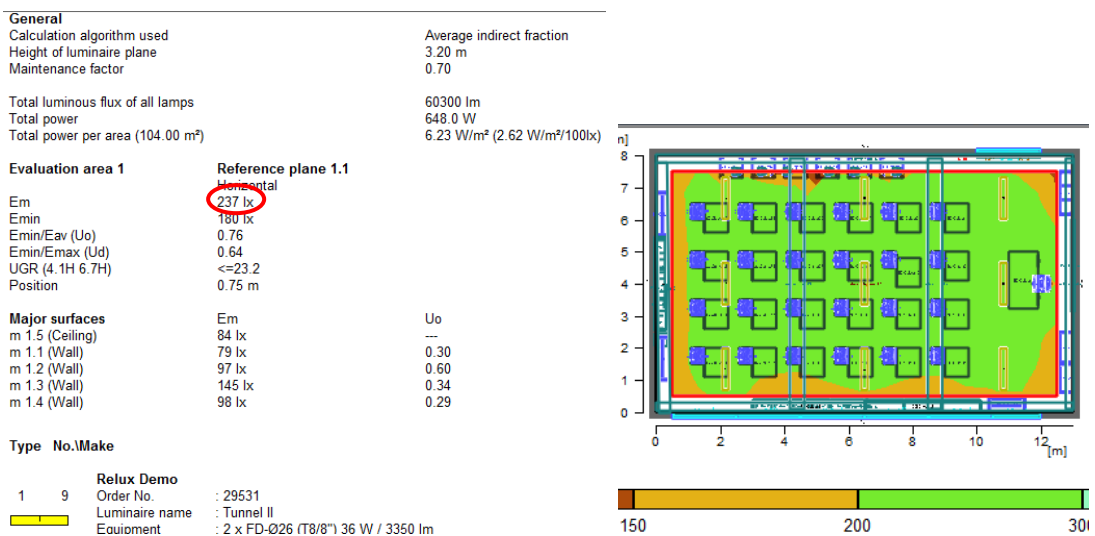
Gambar 4.6 Tampilan 3D Model Simulasi Ruang 208 Sebelum Perhitungan Kuat Penerangan

Gambar 4.6 merupakan model simulasi ruang 208 sebelum dilakukan fungsi *light calculation* pada program Relux Pro. Model simulasi ini didesain sesuai dengan data pengukuran dimensi dan material yang terdapat pada ruang tersebut dengan posisi bidang kerja dan posisi material–material pendukung lain semirip mungkin seperti desain aslinya.



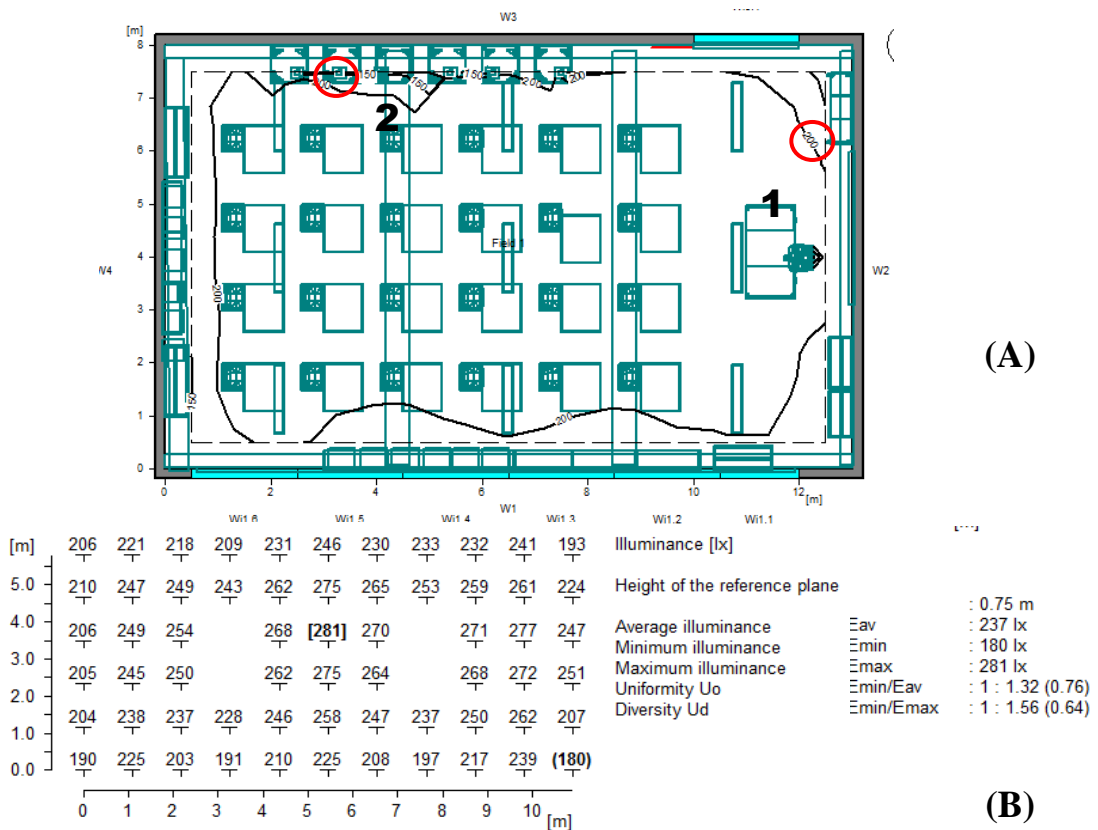
Gambar 4.7 Proses Light Calculation pada Ruang R 208

Seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.7 model simulasi ruang R 208 menggunakan *luminaire type Tunnel II* (29531 2x36W) yang diambil dari *catalogue Relux Pro* dengan jumlah total lumen 6700 lm tiap armatur. *Maintenance factor* pada simulasi ini menggunakan nilai 0,7 dan nilai standart iluminasi 300 lux. Tata letak armatur dalam simulasi ruang R 208 ini diposisikan secara vertikal dengan jumlah total 9 armatur dan 18 lampu.



Gambar 4.8 Data Hasil *Light Calculation* pada Simulasi Ruang R 208

Dari Hasil *light calculation* yang diperlihatkan gambar 4.8 simulasi ruang R 208 diperoleh jumlah cahaya sebesar 60300 lm, total daya 648 W dan besar daya tiap meter persegi sebesar 6,23 W/m². Nilai (E_{av}) iluminasi rata-rata pada simulasi ruang R 208 adalah 237 lux.



Gambar 4.9 (A) Data Garis Isolux dan (B) Data Nilai Lux pada Ruang R 208

Pada gambar 4.9 (A) di atas menunjukkan bahwa lingkaran garis isolux bagian satu nilai iluminasinya berkisar sekitar 200 lux, lingkaran garis isolux bagian dua nilai iluminasinya berkisar sekitar 150 lux. Pada gambar 4.9 (B) di atas, menunjukkan bahwa nilai kuat penerangan maksimal sebesar 281 lux dan nilai kuat penerangan minimalnya sebesar 180 lux sehingga nilai kuat penerangan rata-ratanya adalah 237 lux.



Gambar 4.10 Model 3D Simulasi Ruang R 208 dengan Model Aslinya serta Tampilan Ilustrasi Penyebaran Cahaya

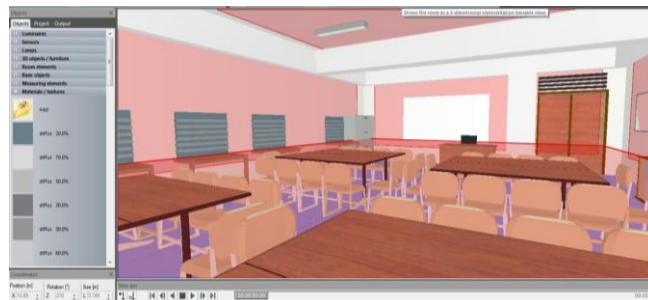
Pada gambar 4.10 dapat dilihat desain model 3D simulasi ruang R 208 yang dibuat sesuai dengan kondisi R 208 dalam bentuk aslinya serta tampilan ilustrasi penyebaran cahaya untuk memperjelas visualisasi tingkat penyebaran cahaya pada ruang R 208.

4.2.2.3 Analisis Data Penelitian pada Ruang R 209

Berdasarkan data pengukuran dimensi dan material pada Ruang R 209 yang berukuran panjang 11 m, lebar 8 m, tinggi 3,2 m, jarak sumber cahaya dengan bidang kerja 2,4 m dan Luas 88 m². Warna ruang R 209 yaitu langit-langit berwarna putih, dinding berwarna putih dan lantai dengan bahan keramik berwarna putih. Armatur yang digunakan pada ruang R 209 yaitu armatur 2x36 watt dengan pemasangan yang menempel pada langit-langit dan tipe penerangannya menggunakan penerangan secara langsung. Lampu yang digunakan yaitu Philips TL-D super 80 dengan jumlah lumen 3350 lm dan

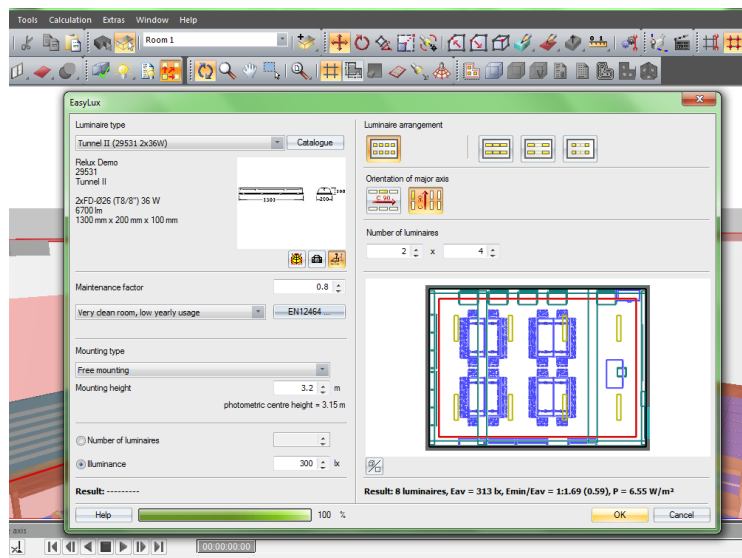
menggunakan daya 36 watt. Tingkat pengotoran atau faktor depresiasi pada ruang R 209 menggunakan angka 0,7.

Berdasarkan data–data pengukuran dimensi dan material pada ruang R 209 maka dibuat model simulasi ruang R 209 dalam program Relux Pro dengan desain ruang yang dibuat semirip mungkin dengan model aslinya seperti pada gambar 4.11.



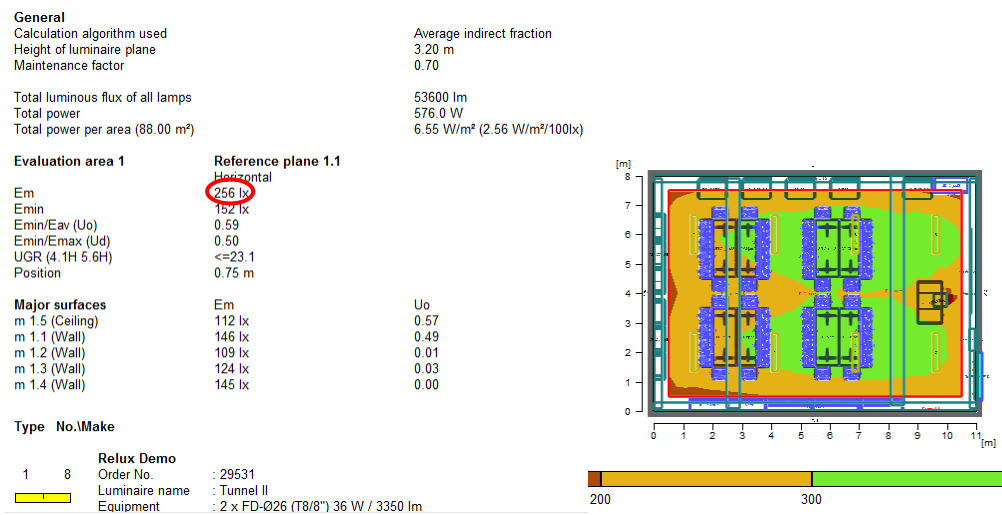
Gambar 4.11 Tampilan 3D Model Simulasi Ruang 209 Sebelum Perhitungan Kuat Penerangan

Gambar 4.11 merupakan model simulasi ruang 209 sebelum dilakukan fungsi *light calculation* pada program Relux Pro. Model simulasi ini didesain sesuai dengan data pengukuran dimensi dan material yang terdapat pada ruang tersebut dengan posisi bidang kerja dan posisi material – material pendukung lain semirip mungkin seperti desain aslinya.



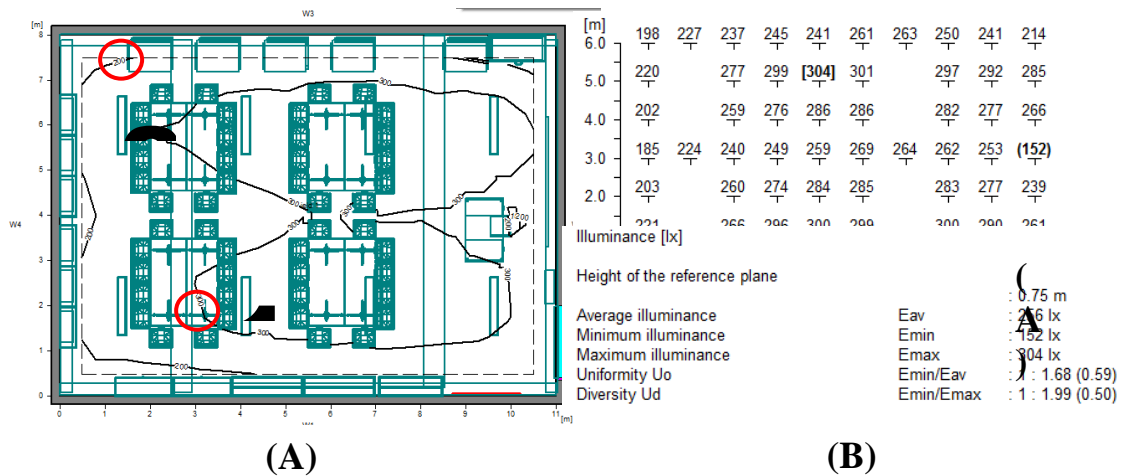
Gambar 4.12 Proses *Light Calculation* pada Ruang R 209

Pada model simulasi ruang R 209 seperti tampak pada gambar 4.12 menggunakan *luminaire type Tunnel II* (29531 2x36W) yang diambil dari *catalogue Relux Pro* dengan jumlah total lumen 6700 lm tiap armatur. *Maintenance factor* pada simulasi ini menggunakan nilai 0,7 dan nilai standart iluminasi 300 lux. Tata letak armatur dalam simulasi ruang R 209 ini diposisikan secara vertikal dengan jumlah total 8 armatur dan 16 lampu.



Gambar 4.13 Data Hasil *Light Calculation* pada Simulasi Ruang R 209

Dari Hasil *light calculation* pada simulasi ruang R 209 seperti pada gambar 4.13 diperoleh jumlah cahaya sebesar 53600 lm, total daya 576 W dan besar daya tiap meter persegi sebesar 6,55 W/m². Nilai (E_{av}) iluminasi rata-rata pada simulasi ruang R 209 adalah 256 lux.



Gambar 4.14 (A) Data Garis Isolux dan (B) Data Nilai Lux pada Ruang R 209

Pada gambar 4.14 (A) di atas menunjukkan bahwa lingkaran garis isolux bagian satu nilai iluminasinya berkisar sekitar 300 lux sedangkan pada lingkaran garis isolux bagian dua nilai iluminasinya berkisar sekitar 200 lux. Pada gambar 4.2.14 (B) di atas ,menunjukkan bahwa nilai kuat penerangan maksimal sebesar 304 lux dan nilai kuat penerangan minimalnya sebesar 152 lux sehingga nilai kuat penerangan rata-ratanya adalah 256 lux.



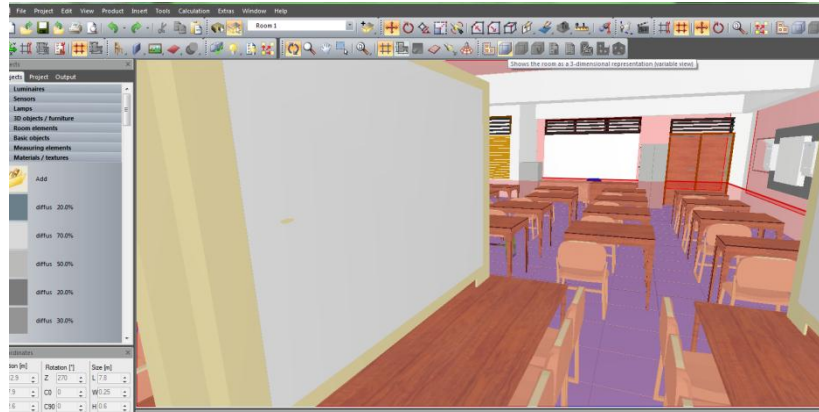
Gambar 4.15 Model 3D Simulasi Ruang R 209 dengan Model Aslinya serta Tampilan Ilustrasi Penyebaran Cahaya

Pada gambar 4.15 dapat dilihat desain model 3D simulasi ruang R 209 yang dibuat sesuai dengan kondisi R 209 dalam bentuk aslinya serta tampilan ilustrasi penyebaran cahaya untuk memperjelas visualisasi tingkat penyebaran cahaya pada ruang R 209.

4.2.2.4 Analisis Data Penelitian pada Ruang R 211

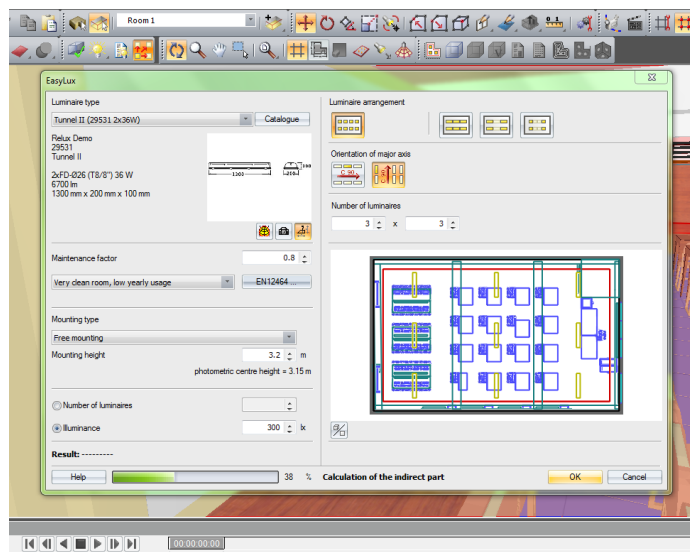
Berdasarkan data pengukuran dimensi dan material pada Ruang R 211 yang berukuran panjang 13 m, lebar 8 m, tinggi 3,2 m, jarak sumber cahaya dengan bidang kerja 2,45 m dan Luas 104 m². Warna ruang R 211 yaitu langit-langit berwarna putih, dinding berwarna putih dan lantai dengan bahan keramik berwarna putih. Armaturnya yang digunakan pada ruang R 211 yaitu armatur 2x36 watt dengan pemasangan yang menempel pada langit-langit dan tipe penerangannya menggunakan penerangan secara langsung. Lampu yang digunakan yaitu Philips TL-D super 80 dengan jumlah lumen 3350 lm dan menggunakan daya 36 watt. Tingkat pengotoran atau faktor depresiasi pada ruang R 211 menggunakan angka 0,7.

Berdasarkan data-data pengukuran dimensi dan material pada ruang R 211 maka dibuat model simulasi ruang R 211 dalam program Relux Pro dengan desain ruang yang dibuat semirip mungkin dengan model aslinya seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.16.



Gambar 4.16 Tampilan 3D Model Simulasi Ruang 211 Sebelum Perhitungan Kuat Penerangan

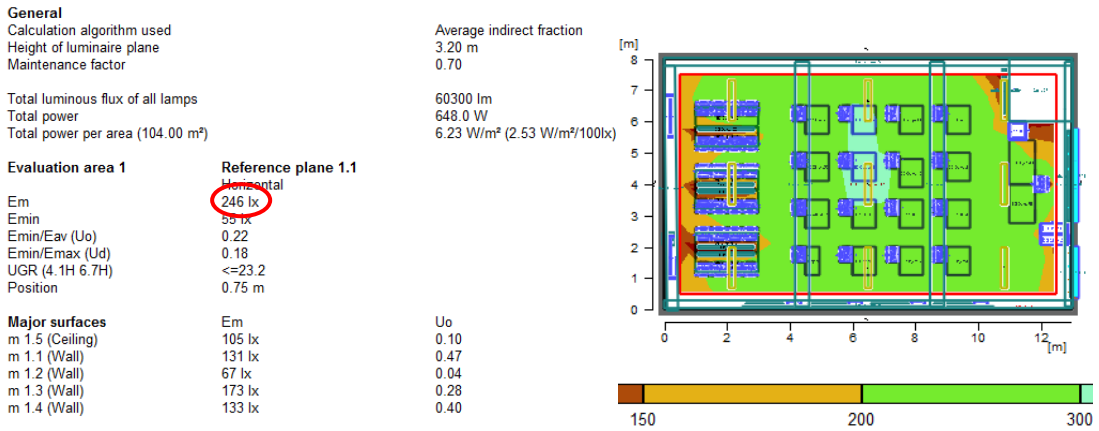
Gambar 4.16 merupakan model simulasi ruang 211 sebelum dilakukan fungsi *light calculation* pada program Relux Pro. Model simulasi ini didesain sesuai dengan data pengukuran dimensi dan material yang terdapat pada ruang tersebut dengan posisi bidang kerja dan posisi material – material pendukung lain semirip mungkin seperti desain aslinya.



Gambar 4.17 Proses *Light Calculation* pada Ruang R 211

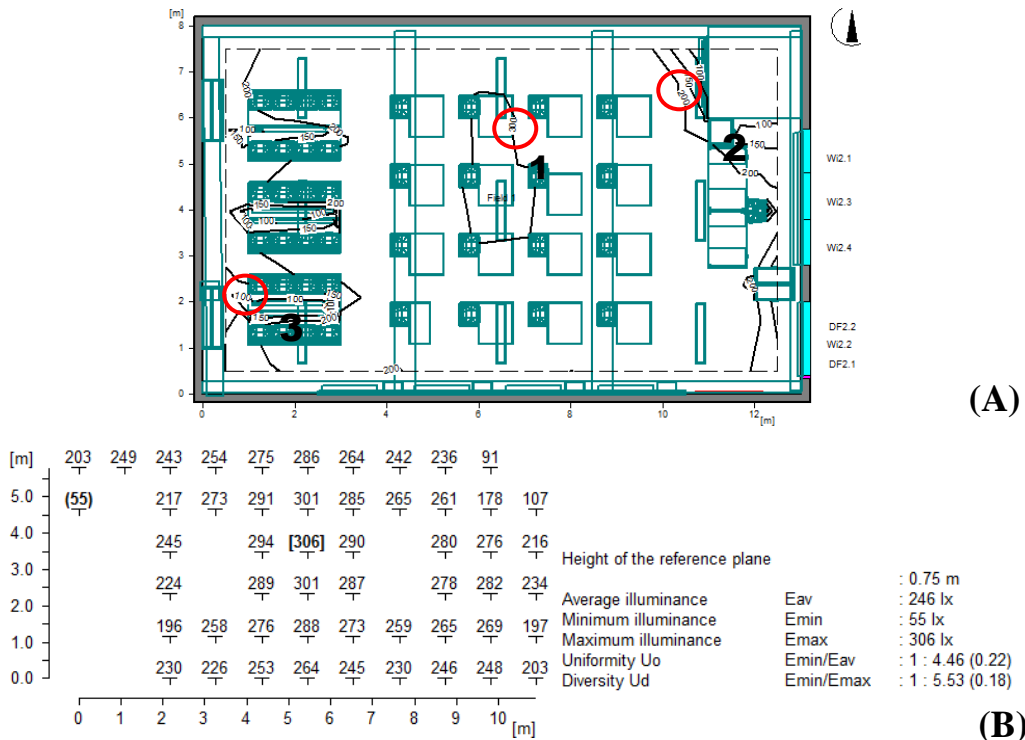
Pada model simulasi ruang R 211 seperti pada gambar 4.17 menggunakan *luminaire type Tunnel II (29531 2x36W)* yang diambil dari *catalogue Relux Pro* dengan jumlah total lumen 6700 lm tiap armatur. *Maintenance factor* pada simulasi ini menggunakan nilai 0,7 dan nilai standart iluminasi 300 lux. Tata letak

armatur dalam simulasi ruang R 211 ini diposisikan secara vertikal dengan jumlah total 9 armatur dan 18 lampu.



Gambar 4.18 Data Hasil Light Calculation pada Simulasi Ruang R 211

Dari Hasil *light calculation* pada simulasi ruang R 211 seperti pada gambar 4.18 diperoleh jumlah cahaya sebesar 60300 lm, total daya 648 W dan besar daya tiap meter persegi sebesar 6,23 W/m². Nilai (E_{av}) iluminasi rata-rata pada simulasi ruang R 211 adalah 246 lux.



Gambar 4.19 (A) Data Garis Isolux dan (B) Data Nilai Lux pada Ruang R 211

Pada gambar 4.19 (A) di atas menunjukkan bahwa lingkaran garis isolux bagian satu nilai iluminasinya berkisar sekitar 300 lux, lingkaran garis isolux bagian dua nilai iluminasinya berkisar sekitar 200 lux sedangkan pada lingkaran garis isolux bagian tiga nilai iluminasinya berkisar sekitar 150 lux.

Pada gambar 4.19 (B) di atas ,menunjukkan bahwa nilai kuat penerangan maksimal sebesar 306 lux dan nilai kuat penerangan minimalnya sebesar 155 lux sehingga nilai kuat penerangan rata-ratanya adalah 246 lux.



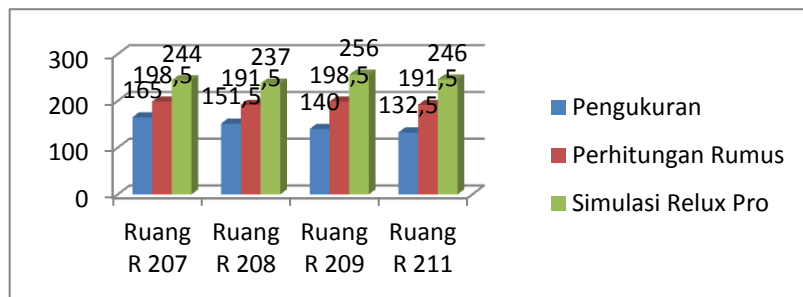
Gambar 4.20 Model 3D Simulasi Ruang R 211 dengan Model Aslinya serta Tampilan Ilustrasi Penyebaran Cahaya

Pada gambar 4.20 dapat dilihat desain model 3D simulasi ruang R 211 yang dibuat sesuai dengan kondisi R 211 dalam bentuk aslinya serta tampilan ilustrasi penyebaran cahaya untuk memperjelas visualisasi tingkat penyebaran cahaya pada ruang R 211.

4.3 Pembahasan Hasil Analisis Data Penelitian

4.3.1 Analisis Data Hasil Pengukuran, Perhitungan Manual dan Simulasi Relux Pro

Setelah melakukan analisis data pengukuran menggunakan rumus perhitungan manual dan cara simulasi dengan menggunakan Relux Pro didapatkan beberapa hasil analisis dengan nilai kuat penerangan atau iluminasi yang berbeda pada setiap ruangan.



Gambar 4.21 Perbedaan Data Hasil Pengukuran, Perhitungan Rumus dan Simulasi Relux Pro

Berdasarkan gambar 4.21 di atas, pada ruang R 207 nilai iluminasi dengan pengukuran sebesar 165 lux, perhitungan rumus sebesar 198,5 lux, dan simulasi Relux Pro sebesar 244 lux. Pada ruang R 208 nilai iluminasi dengan pengukuran sebesar 151,5 lux, perhitungan rumus sebesar 191,5 lux, dan simulasi Relux Pro sebesar 237 lux. Pada ruang R 209 nilai iluminasi dengan pengukuran sebesar 140 lux, perhitungan rumus sebesar 198,5 lux, dan simulasi Relux Pro sebesar 256 lux. Pada ruang R 211 nilai iluminasi dengan pengukuran sebesar 132,5 lux, perhitungan rumus sebesar 191,5 lux, dan simulasi Relux Pro sebesar 246 lux.

Tabel 4.7 Perbedaan Data Hasil Pengukuran, Perhitungan Rumus dan Simulasi Relux Pro

No.	Hasil Penelitian	Nama Ruang Belajar				Nilai Rata-Rata
		R 207	R 208	R 209	R 211	
1	Pengukuran (lux)	165	151,5	140	132,5	147,25
	Perhitungan Manual (lux)	198,5	191,5	198,5	191,5	195
	Selisih	33,5	40	58,5	59	47,75
2	Pengukuran (lux)	165	151,5	140	132,5	147,25
	Simulasi Relux Pro (lux)	244	237	256	246	245,75
	Selisih	79	85,5	116	113,5	98,5
3	Perhitungan Manual (lux)	198,5	191,5	198,5	191,5	195
	Simulasi Relux Pro (lux)	244	237	256	246	245,75
	Selisih	45,5	45,5	57,5	54,5	50,75

Data pada table 4.7 menunjukkan perbedaan nilai kuat penerangan antara hasil pengukuran, perhitungan dan simulasi. Pada ruang R 207 hasil pengukuran sebesar 165 lux memiliki selisih 33,5 lux dengan hasil perhitungan sebesar 198,5 lux. Sedangkan hasil pengukuran sebesar 165 lux memiliki selisih 79 lux dengan hasil simulasi sebesar 244 lux. Sementara hasil perhitungan sebesar 198,5 lux memiliki selisih 45,5 lux dengan hasil simulasi sebesar 244 lux.

Pada ruang R 208 hasil pengukuran sebesar 151,5 lux memiliki selisih 40 lux dengan hasil perhitungan sebesar 191,5 lux. Sedangkan hasil pengukuran sebesar 151,5 lux memiliki selisih 85,5 lux dengan hasil simulasi sebesar 237 lux. Sementara hasil perhitungan sebesar 191,5 lux memiliki selisih 45,5 lux dengan hasil simulasi sebesar 237 lux.

Pada ruang R 209 hasil pengukuran sebesar 140 lux memiliki selisih 58,5 lux dengan hasil perhitungan sebesar 198,5 lux. Sedangkan hasil pengukuran sebesar 140 lux memiliki selisih 116 lux dengan hasil simulasi sebesar 256 lux. Sementara hasil perhitungan sebesar 198,5 lux memiliki selisih 57,5 lux dengan hasil simulasi sebesar 256 lux.

Pada ruang R 211 hasil pengukuran sebesar 132,5 lux memiliki selisih 59 lux dengan hasil perhitungan sebesar 191,5 lux. Sedangkan hasil pengukuran sebesar 132,5 lux memiliki selisih 113,5 lux dengan hasil simulasi sebesar 246 lux. Sementara hasil perhitungan sebesar 191,5 lux memiliki selisih 54,5 lux dengan hasil simulasi sebesar 246 lux.

4.3.2 Evaluasi Kualitas Kuat Penerangan Berdasarkan Pengukuran

4.3.2.1 Evaluasi Kualitas Kuat Penerangan pada Ruang R 207

Berdasarkan hasil pengukuran dengan Luxmeter, penentuan kualitas kuat penerangan pada ruang belajar R 207 adalah dengan membandingkan nilai iluminasi yang didapat dari hasil pengukuran E_{ukur} dengan nilai iluminasi minimal yang diinginkan yaitu dengan menggunakan persamaan (2-13) :

$$Z\% = \frac{E_{ukur}}{E_{Minimal}} \times 100\%$$

$$Z\% = \frac{165}{300} \times 100\% = 55\%$$

Berdasarkan persamaan di atas persentase kualitas penerangan pada ruang belajar R 207 dengan pengukuran dinilai cukup karena hasil yang dicapai antara 51% - 75% dari kuat penerangan minimal ruang belajar.

4.3.2.2 Evaluasi Kualitas Kuat Penerangan pada Ruang R 208

Berdasarkan hasil pengukuran, penentuan kualitas kuat penerangan pada ruang belajar R 208 adalah dengan membandingkan nilai iluminasi yang didapat dari hasil pengukuran E_{ukur} dengan nilai iluminasi minimal yang diinginkan yaitu dengan menggunakan persamaan (2-13) :

$$Z\% = \frac{E_{ukur}}{E_{Minimal}} \times 100\%$$

$$Z\% = \frac{151,5}{300} \times 100\% = 51\%$$

Berdasarkan persamaan di atas persentase kualitas penerangan pada ruang belajar R 208 dengan pengukuran dinilai cukup karena hasil yang dicapai antara 51% - 75% dari kuat penerangan minimal ruang belajar.

4.3.2.3 Evaluasi Kualitas Kuat Penerangan pada Ruang R 209

Berdasarkan hasil pengukuran, penentuan kualitas kuat penerangan pada ruang belajar R 209 adalah dengan membandingkan nilai iluminasi yang didapat dari hasil pengukuran E_{ukur} dengan nilai iluminasi minimal yang diinginkan yaitu dengan menggunakan persamaan (2-13) :

$$Z\% = \frac{E_{ukur}}{E_{Minimal}} \times 100\%$$

$$Z\% = \frac{140}{300} \times 100\% = 47\%$$

Berdasarkan persamaan di atas persentase kualitas penerangan pada ruang belajar R 209 dengan pengukuran dinilai kurang baik karena hasil yang dicapai antara 26% - 50% dari kuat penerangan minimal ruang belajar.

4.3.2.4 Evaluasi Kualitas Kuat Penerangan pada Ruang R 211

Berdasarkan hasil pengukuran, penentuan kualitas kuat penerangan pada ruang belajar R 211 adalah dengan membandingkan nilai iluminasi yang didapat dari hasil pengukuran E_{ukur} dengan nilai iluminasi minimal yang diinginkan yaitu dengan menggunakan persamaan (2-13) :

$$Z\% = \frac{E_{Ukur}}{E_{Minimal}} \times 100\%$$

$$Z\% = \frac{132,5}{300} \times 100\% = 44\%$$

Berdasarkan persamaan di atas persentase kualitas penerangan pada ruang belajar R 211 dengan pengukuran dinilai kurang baik karena hasil yang dicapai antara 26% - 50% dari kuat penerangan minimal ruang belajar. Seperti yang diperlihatkan pada table 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Evaluasi Kualitas Kuat Penerangan dengan Pengukuran Menggunakan Luxmeter

	Ruang Belajar			
	R 207	R 208	R 209	R 211
Pengukuran dengan Luxmeter	55%	51%	47%	44%
Kualitas Kuat Penerangan	Cukup	Cukup	Kurang Baik	Kurang Baik

4.3.3 Evaluasi Kualitas Kuat Penerangan Berdasarkan Perhitungan Manual dan Simulasi Relux Pro

Berbeda dengan hasil pengukuran yang nilai kuat penerangannya berdasarkan kondisi ruangan yang sebenarnya, Evaluasi mengenai nilai kuat penerangan menggunakan cara perhitungan manual dan simulasi Relux Pro adalah untuk mengetahui nilai kuat penerangan (lux) yang seharusnya terdapat pada suatu ruangan. Hasil evaluasi kualitas kuat penerangan dengan perhitungan manual dan simulasi Relux Pro dapat dilihat pada table 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Evaluasi Kualitas Kuat Penerangan dengan Perhitungan Manual dan Simulasi Relux Pro

No.	Hasil Penelitian	Nama Ruang Belajar			
		R 207	R 208	R 209	R 211
1	Perhitungan Manual (lux)	198,5	191,5	198,5	191,5
	Simulasi Relux Pro (lux)	244	237	256	246
2	Standar SNI	300 lux	300 lux	300 lux	300 lux
3	Kualitas Kuat Penerangan	Dibawah 300 lux	Dibawah 300 lux	Dibawah 300 lux	Dibawah 300 lux

Dari hasil perhitungan manual dan dari hasil simulasi Relux Pro seperti yang tampak pada table 4.9, dengan desain ruangan yang saat ini nilai kuat penerangan yang seharusnya terdapat pada ruang belajar R 207, R 208, R 209 dan R 211 masih belum memenuhi standar nilai kuat penerangan minimal menurut SNI karena masih dibawah 300 lux.

4.4 Verifikasi Perhitungan Manual dengan Simulasi Relux Pro

Verifikasi terhadap perhitungan manual dengan simulasi Relux Pro dilakukan untuk membuktikan apakah program simulasi Relux Profesional bisa menjadi cara yang tepat dan mudah dalam memprediksi nilai kuat penerangan buatan dibandingkan perhitungan manual. Untuk membuktikannya dibuat tabel perbandingan seperti yang tampak pada table 4.10 di bawah ini.

Tabel 4.10 Hasil Verifikasi Perhitungan Manual dan Simulasi Relux Pro

NO.	Data Input	Perhitungan Manual	Simulasi Relux Pro
1	Dimensi ruangan	Availabel	Availabel
2	Jarak armatur dengan bidang kerja	Availabel	Availabel
3	Jumlah Lumen Lampu	Availabel	Availabel
4	Tipe Armature	Availabel	Availabel
5	Warna Material (Langit-langit, Dinding, Lantai)	Availabel	Availabel
NO.	Data Output	Perhitungan Manual	Simulasi Relux Pro
1	Luas Ruangan (m)	Availabel	Availabel
2	Jumlah titik lampu	Availabel	Availabel
3	Nilai kuat penerangan (lux)	Availabel	Availabel
4	Nilai kuat penerangan maximum (lux)	Not Availabel	Availabel
5	Nilai kuat penerangan minimum (lux)	Not Availabel	Availabel
6	Data Garis Isolux	Not Availabel	Availabel
7	Gambar ilustrasi 3D	Not Availabel	Availabel
8	Gambar ilustrasi penyebaran cahaya berdasarkan tingkat warna pencahayaan	Not Availabel	Availabel

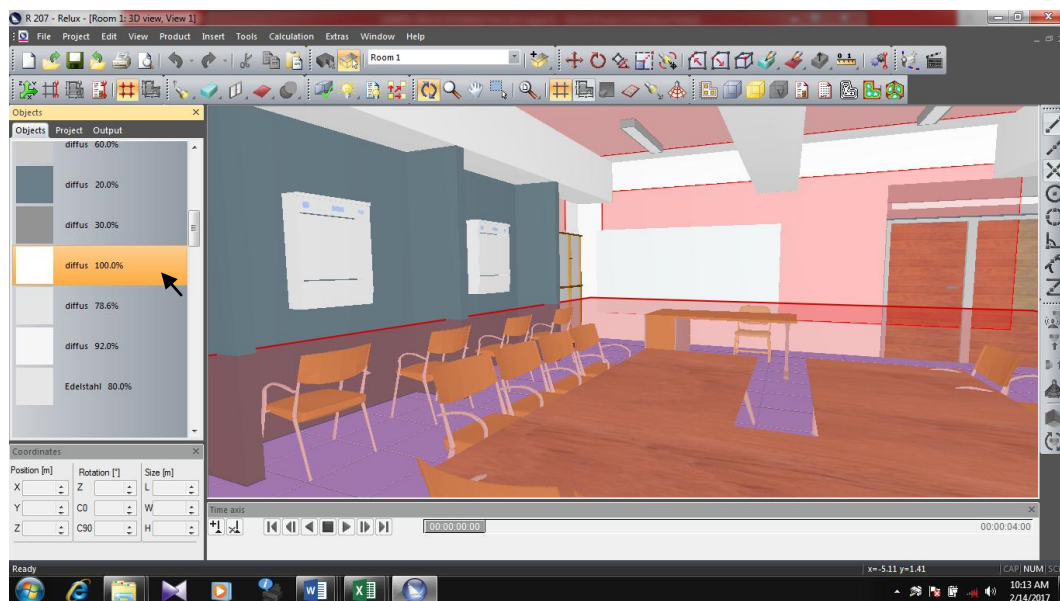
Berdasarkan pada table 4.10, hasil verifikasi perhitungan manual dengan simulasi Relux Pro menunjukkan bahwa dengan simulasi Relux Pro lebih banyak hasil keluaran yang dihasilkan dalam memprediksi kuat penerangan pada suatu

ruangan jika dibandingkan dengan perhitungan manual yang hanya menghasilkan data keluaran jumlah titik lampu dan nilai kuat penerangan hanya pada bidang kerja saja.

4.5 Desain Perbaikan Pada Ruang Belajar

4.4.1 Desain Perbaikan pada Ruang R 207

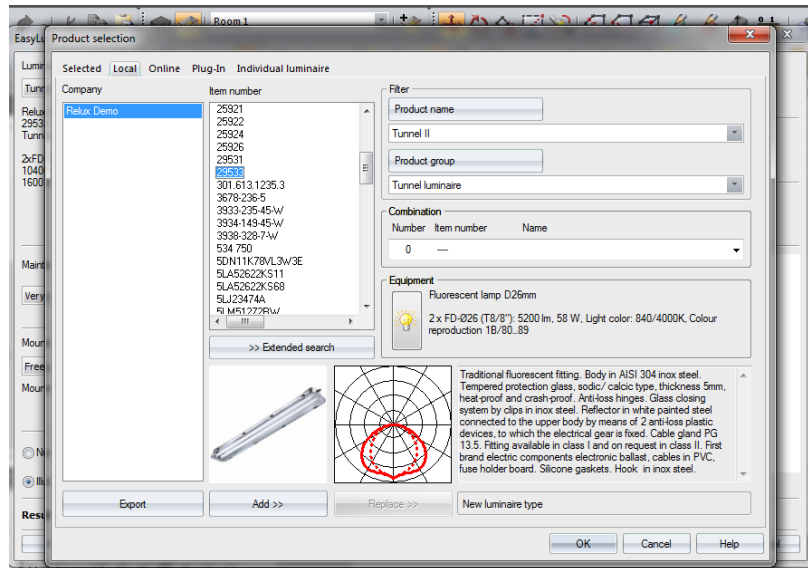
Hasil perhitungan kuat penerangan menggunakan Relux Pro menyatakan bahwa desain pada ruang belajar R 207 masih belum memenuhi standarisasi kuat penerangan yang diinginkan yaitu dengan nilai 300 lux. Untuk bisa meningkatkan nilai kuat penerangan pada ruang belajar R 207, maka dilakukan beberapa perubahan seperti perubahan warna dan tekstur dari dinding, plafon dan lantai dalam ruang belajar.



Gambar 4.22 Perubahan Warna dan Tekstur pada Dinding, Plafon dan Lantai di ruang R 207

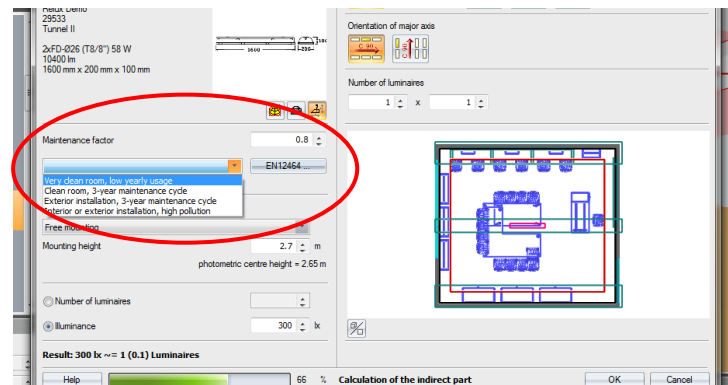
Pada gambar 4.22 perubahan warna dan tekstur pada dinding, plafon dan lantai di dalam ruang belajar R 207 yang semula berwarna putih diffus 86% pada opsi *objects materials/textures* diganti dengan warna putih diffus 100% dengan tekstur

yang lebih halus untuk meningkatkan penyebaran kuat penerangan pada ruang R 207 sehingga tampak lebih terang.



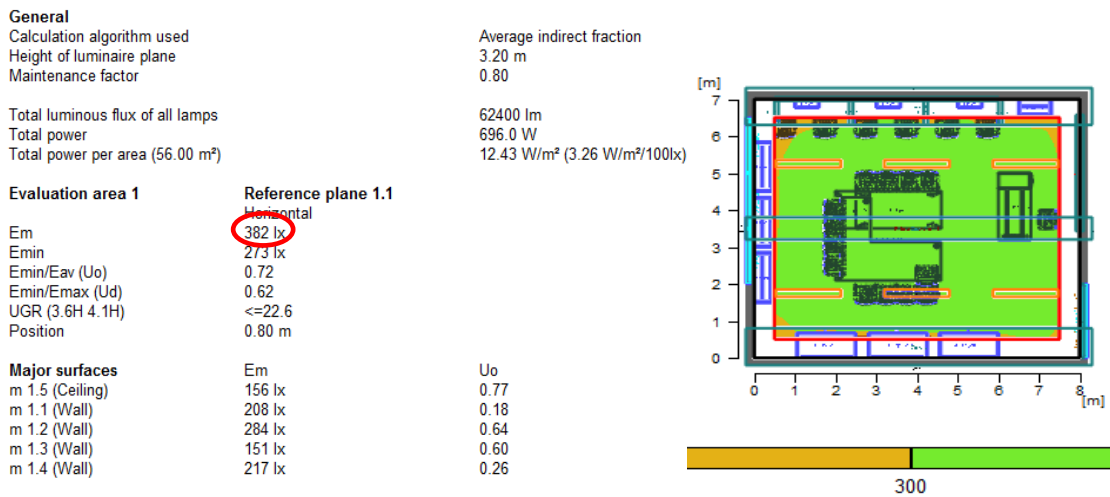
Gambar 4.23 Perubahan Spesifikasi Lampu pada Ruang Belajar R 207

Pada gambar 4.23 perubahan spesifikasi lampu pada ruang belajar R 207 sebelumnya menggunakan lampu fluorescent 2x36 Watt dengan jumlah lumen per armatur sebesar 6700 lumen. Pada desain perbaikan untuk ruang 207 spesifikasi lampunya diganti dengan lampu fluorescent 2x58 Watt dengan jumlah lumen per armatur sebesar 10400 lumen. Dengan mengganti spesifikasi lampu yang jumlah lumennya lebih tinggi, nilai kuat penerangan yang terdistribusi juga akan meningkat.



Gambar 4.24 Mengurangi Tingkat Pengotoran dengan Menaikan Maintenance Factor pada Ruang Belajar R 207

Berdasarkan gambar 4.24 dapat dilihat bahwa pada opsi maintenance factor ada perubahan kondisi yaitu yang semula kondisinya *clean room, 3 year maintenance cycle* dengan faktor depresiasi sebesar 0,7. Pada perbaikan desain ruang belajar R 207 maintenance factor dinaikan menjadi kondisi *very clean room, low yearly usage* dengan faktor depresiasi sebesar 0,8. Pengurangan tingkat pengotoran pada ruang belajar R 207 yang berupa pembersihan kotoran yang menempel pada material ruang belajar dan penggunaan ruang yang rendah bisa meningkatkan nilai kuat penerangan pada ruang belajar R 207.

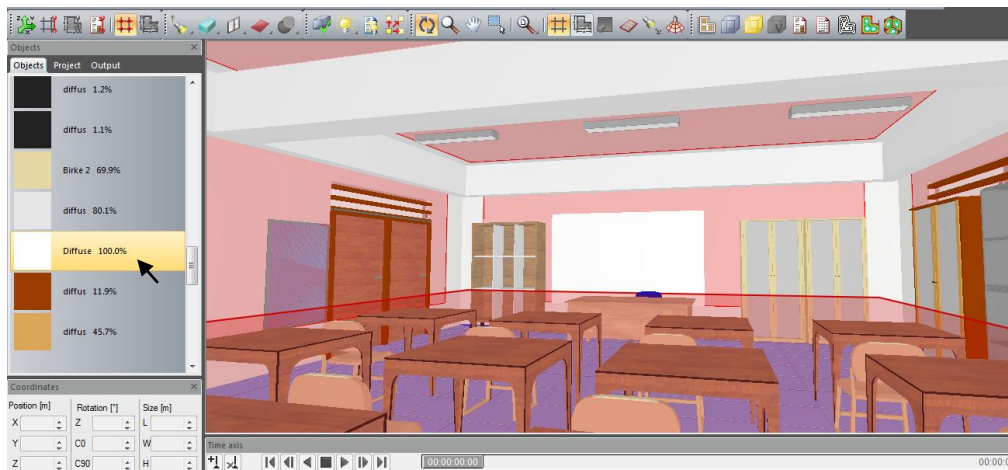


Gambar 4.25 Optimasi Nilai Kuat Penerangan Setelah Perbaikan Desain pada Ruang R 207

Setelah melakukan perbaikan desain pada ruang R 207 menggunakan simulasi Relux Pro yaitu dengan mengubah karakter warna pada dinding, plafon, lantai, mengganti spesifikasi lampu yang jumlah lumennya lebih tinggi dan mengurangi tingkat pengotoran pada ruang belajar maka optimasi kuat penerangan pada ruang R 207 dapat tercapai yang diindikasikan dengan nilai kuat penerangan rata-rata sebesar 382 lux seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.25.

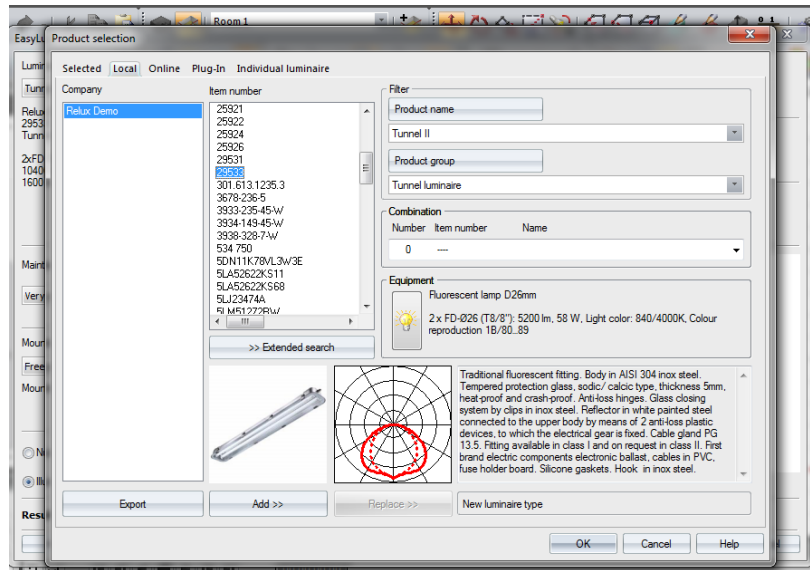
4.4.2 Desain Perbaikan pada Ruang R 208

Hasil perhitungan kuat penerangan menggunakan Relux Pro menyatakan bahwa desain pada ruang belajar R 208 masih belum memenuhi standarisasi kuat penerangan yang diinginkan yaitu dengan nilai 300 lux. Untuk bisa meningkatkan nilai kuat penerangan pada ruang belajar R 208, maka dilakukan beberapa perubahan seperti perubahan warna dan tekstur dari dinding, plafon dan lantai dalam ruang belajar.



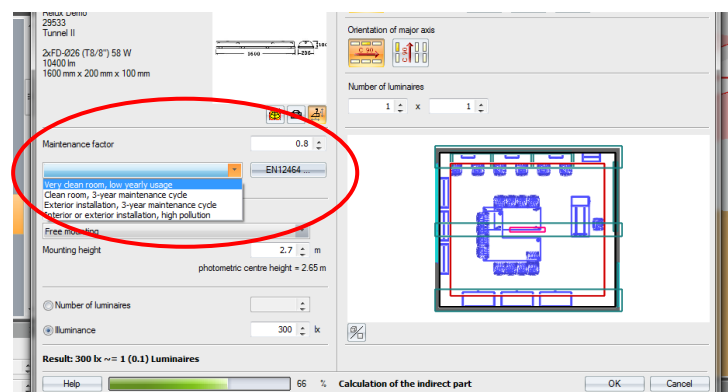
Gambar 4.26 Perubahan Warna dan Tekstur pada Dinding, Plafon dan Lantai di ruang R 208

Pada gambar 4.26 perubahan warna dan tekstur pada dinding, plafon dan lantai di dalam ruang belajar R 208 yang semula berwarna putih diffus 86% pada opsi *objects materials/textures* diganti dengan warna putih diffus 100% dengan tekstur yang lebih halus untuk meningkatkan penyebaran kuat penerangan pada ruang R 208 sehingga tampak lebih terang.



Gambar 4.27 Perubahan Spesifikasi Lampu pada Ruang Belajar R 208

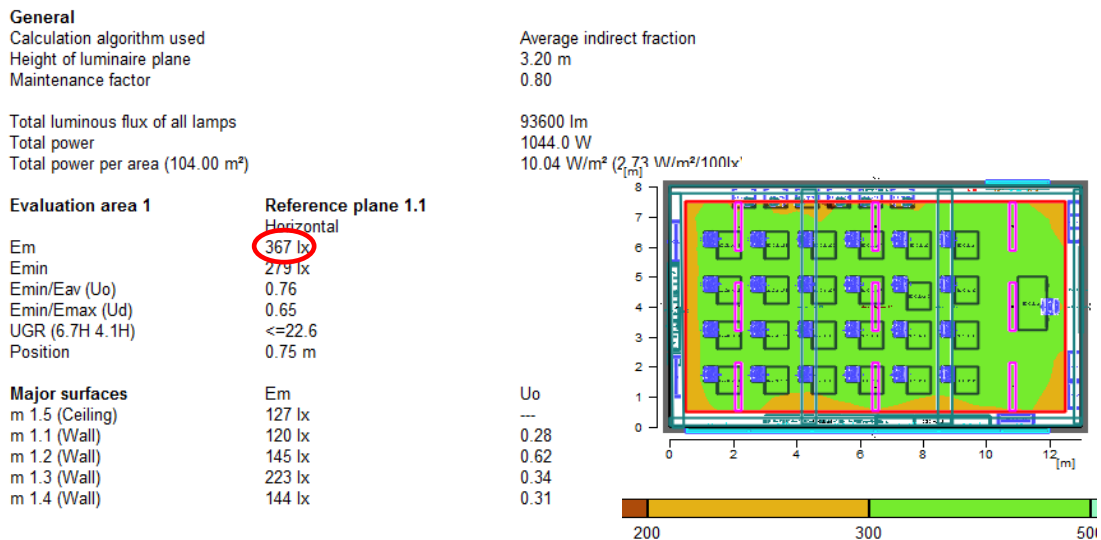
Pada gambar 4.27 perubahan spesifikasi lampu pada ruang belajar R 208 sebelumnya menggunakan lampu fluorescent 2x36 Watt dengan jumlah lumen per armatur sebesar 6700 lumen. Pada desain perbaikan untuk ruang 208 spesifikasi lampunya diganti dengan lampu fluorescent 2x58 Watt dengan jumlah lumen per armature sebesar 10400 lumen. Dengan mengganti spesifikasi lampu yang jumlah lumennya lebih tinggi, nilai kuat penerangan yang terdistribusi juga akan meningkat.



Gambar 4.28 Mengurangi Tingkat Pengotoran dengan Menaikan Maintenance Factor pada Ruang Belajar R 208

Berdasarkan gambar 4.28 dapat dilihat bahwa pada opsi maintenance factor ada perubahan kondisi yaitu yang semula kondisinya *clean room, 3 year*

maintenance cycle dengan faktor depresiasi sebesar 0,7. Pada perbaikan desain ruang belajar R 208 maintenance factor dinaikan menjadi kondisi *very clean room, low yearly usage* dengan faktor depresiasi sebesar 0,8. Pengurangan tingkat pengotoran pada ruang belajar R 208 yang berupa pembersihan kotoran yang menempel pada material ruang belajar dan penggunaan ruang yang rendah bisa meningkatkan nilai kuat penerangan pada ruang belajar R 208.

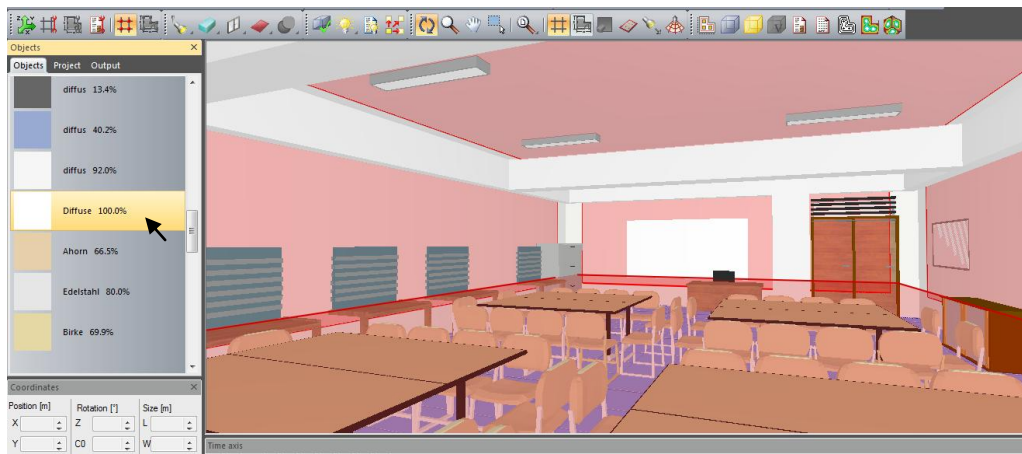


Gambar 4.29 Optimasi Nilai Kuat Penerangan Setelah Perbaikan Desain pada Ruang R 208

Setelah melakukan perbaikan desain pada ruang R 208 menggunakan simulasi Relux Pro yaitu dengan mengubah karakter warna pada dinding, plafon, lantai, mengganti spesifikasi lampu yang jumlah lumennya lebih tinggi dan mengurangi tingkat pengotoran pada ruang belajar maka optimasi kuat penerangan pada ruang R 208 dapat tercapai yang diindikasikan dengan nilai kuat penerangan rata-rata sebesar 367 lux seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.29.

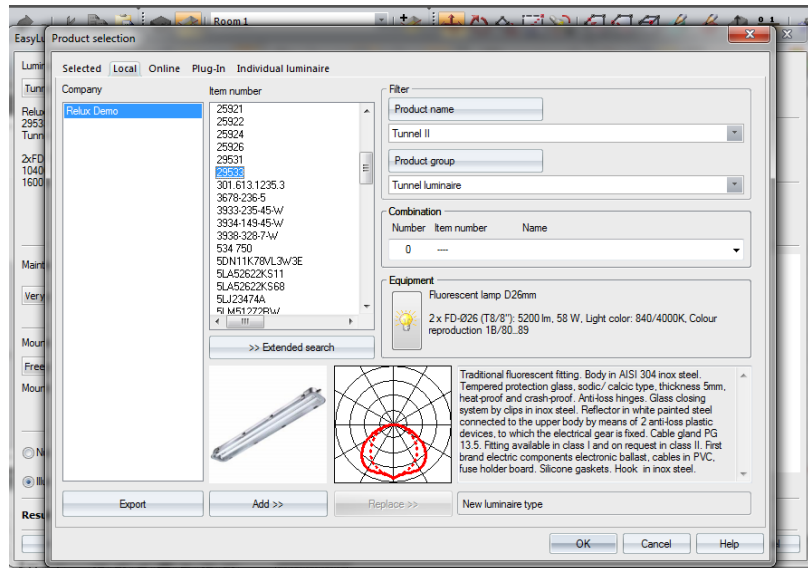
4.4.3 Desain Perbaikan pada Ruang R 209

Hasil perhitungan kuat penerangan menggunakan Relux Pro menyatakan bahwa desain pada ruang belajar R 209 masih belum memenuhi standarisasi kuat penerangan yang diinginkan yaitu dengan nilai 300 lux. Untuk bisa meningkatkan nilai kuat penerangan pada ruang belajar R 209, maka dilakukan beberapa perubahan seperti perubahan warna dan tekstur dari dinding, plafon dan lantai dalam ruang belajar.



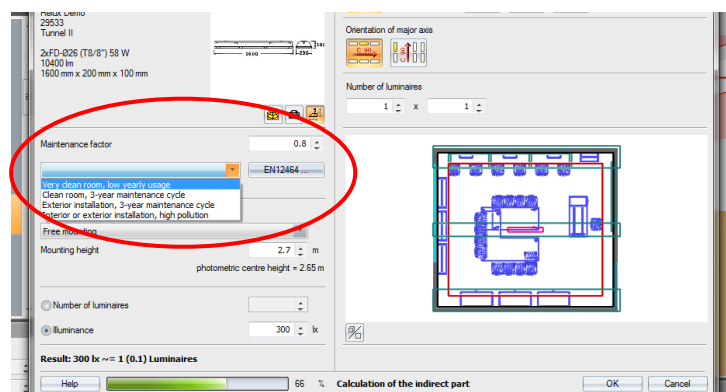
Gambar 4.30 Perubahan Warna dan Tekstur pada Dinding, Plafon dan Lantai di ruang R 209

Pada gambar 4.30 perubahan warna dan tekstur pada dinding, plafon dan lantai di dalam ruang belajar R 209 yang semula berwarna putih diffus 86% pada opsi *objects materials/textures* diganti dengan warna putih diffus 100% dengan tekstur yang lebih halus untuk meningkatkan penyebaran kuat penerangan pada ruang R 209 sehingga tampak lebih terang.



Gambar 4.31 Perubahan Spesifikasi Lampu pada Ruang Belajar R 209

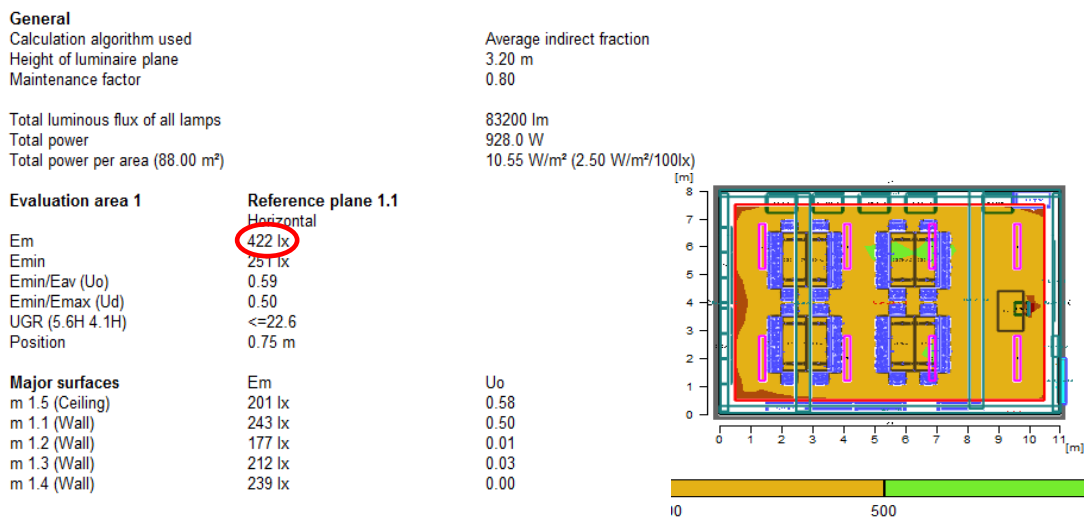
Pada gambar 4.31 perubahan spesifikasi lampu pada ruang belajar R 209 sebelumnya menggunakan lampu fluorescent 2x36 Watt dengan jumlah lumen per armatur sebesar 6700 lumen. Pada desain perbaikan untuk ruang 209 spesifikasi lampunya diganti dengan lampu fluorescent 2x58 Watt dengan jumlah lumen per armature sebesar 10400 lumen. Dengan mengganti spesifikasi lampu yang jumlah lumennya lebih tinggi, nilai kuat penerangan yang terdistribusi juga akan meningkat.



Gambar 4.32 Mengurangi Tingkat Pengotoran dengan Menaikan Maintenance Factor pada Ruang Belajar R 209

Berdasarkan gambar 4.32 dapat dilihat bahwa pada opsi maintenance factor ada perubahan kondisi yaitu yang semula kondisinya *clean room, 3 year*

maintenance cycle dengan faktor depresiasi sebesar 0,7. Pada perbaikan desain ruang belajar R 209 *maintenance factor* dinaikan menjadi kondisi *very clean room, low yearly usage* dengan faktor depresiasi sebesar 0,8. Pengurangan tingkat pengotoran pada ruang belajar R 209 yang berupa pembersihan kotoran yang menempel pada material ruang belajar dan penggunaan ruang yang rendah bisa meningkatkan nilai kuat penerangan pada ruang belajar R 209.

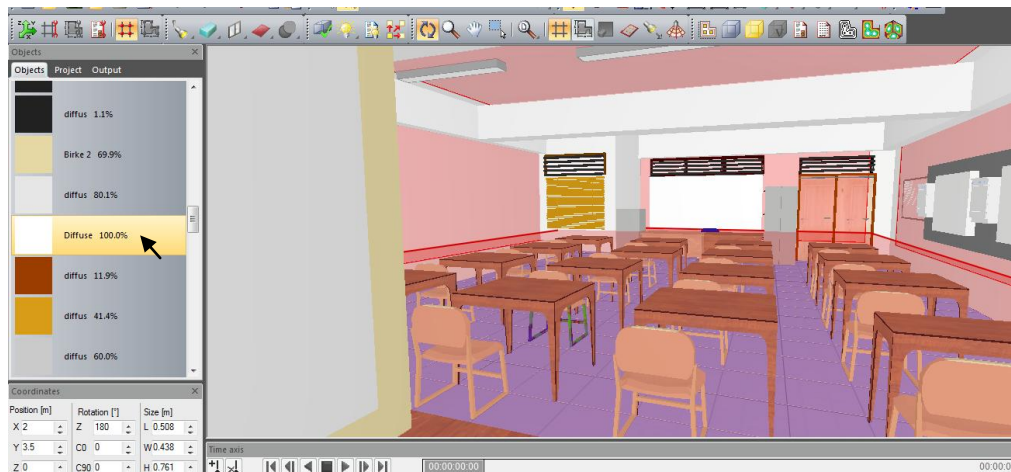


Gambar 4.33 Optimasi Nilai Kuat Penerangan Setelah Perbaikan Desain pada Ruang R 209

Setelah melakukan perbaikan desain pada ruang R 209 menggunakan simulasi Relux Pro yaitu dengan mengubah karakter warna pada dinding, plafon, lantai, mengganti spesifikasi lampu yang jumlah lumennya lebih tinggi dan mengurangi tingkat pengotoran pada ruang belajar maka optimasi kuat penerangan pada ruang R 209 dapat tercapai yang diindikasikan dengan nilai kuat penerangan rata-rata sebesar 422 lux seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.33.

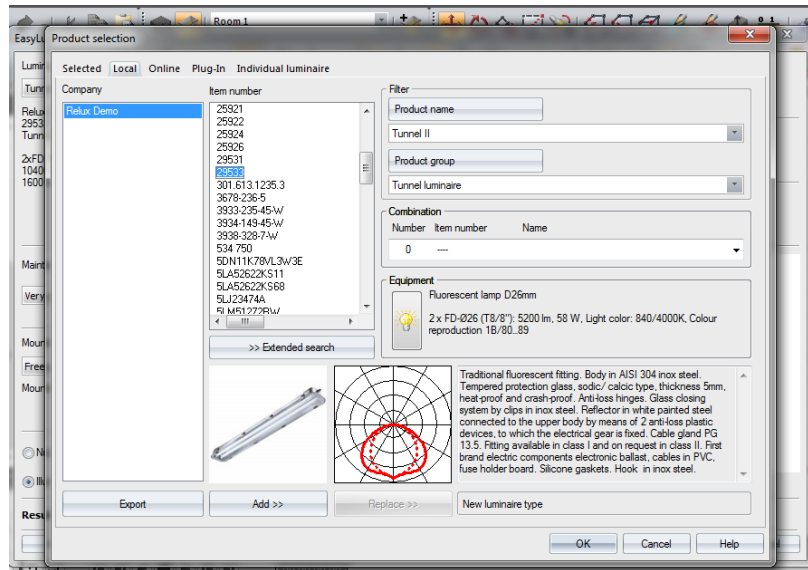
4.4.4 Desain Perbaikan pada Ruang R 211

Hasil perhitungan kuat penerangan menggunakan Relux Pro menyatakan bahwa desain pada ruang belajar R 211 masih belum memenuhi standarisasi kuat penerangan yang diinginkan yaitu dengan nilai 300 lux. Untuk bisa meningkatkan nilai kuat penerangan pada ruang belajar R 211, maka dilakukan beberapa perubahan seperti perubahan warna dan tekstur dari dinding, plafon dan lantai dalam ruang belajar.



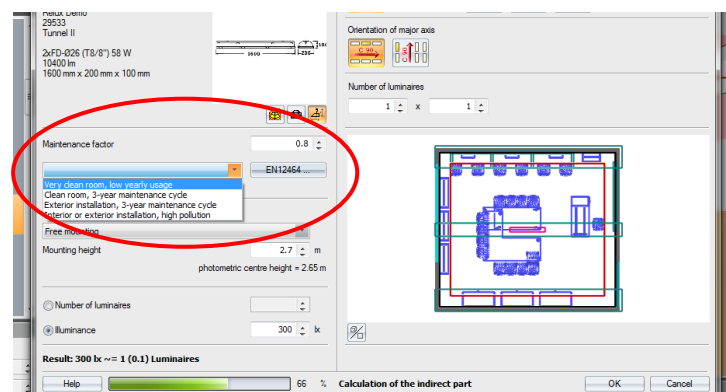
Gambar 4.34 Perubahan Warna dan Tekstur pada Dinding, Plafon dan Lantai di ruang R 211

Pada gambar 4.34 perubahan warna dan tekstur pada dinding, plafon dan lantai di dalam ruang belajar R 211 yang semula berwarna putih diffus 86% pada opsi *objects materials/textures* diganti dengan warna putih diffus 100% dengan tekstur yang lebih halus untuk meningkatkan penyebaran kuat penerangan pada ruang R 211 sehingga tampak lebih terang.



Gambar 4.35 Perubahan Spesifikasi Lampu pada Ruang Belajar R 211

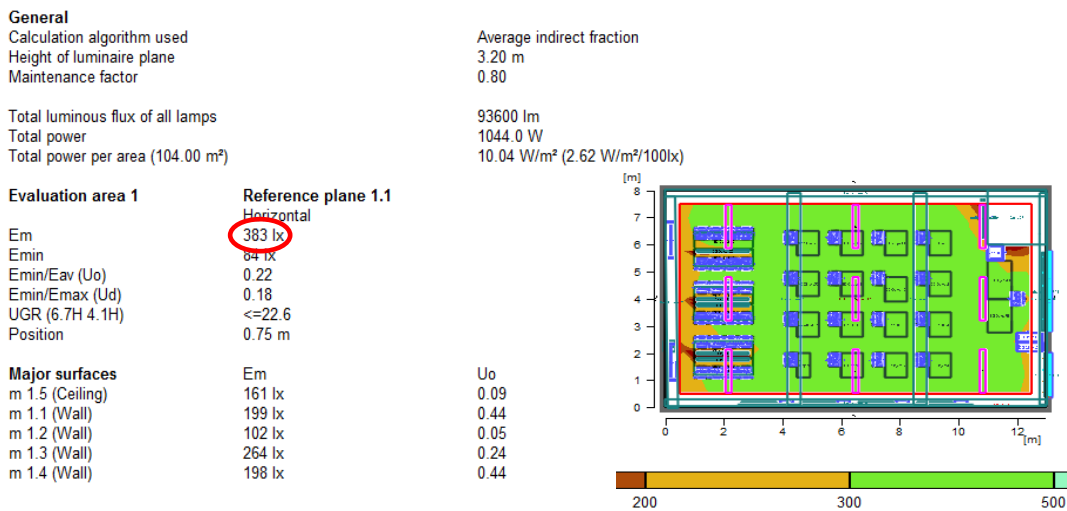
Pada gambar 4.35 perubahan spesifikasi lampu pada ruang belajar R 211 sebelumnya menggunakan lampu fluorescent 2x36 Watt dengan jumlah lumen per armatur sebesar 6700 lumen. Pada desain perbaikan untuk ruang 211 spesifikasi lampunya diganti dengan lampu fluorescent 2x58 Watt dengan jumlah lumen per armature sebesar 10400 lumen. Dengan mengganti spesifikasi lampu yang jumlah lumennya lebih tinggi, nilai kuat penerangan yang terdistribusi juga akan meningkat.



Gambar 4.36 Mengurangi Tingkat Pengotoran dengan Menaikan Maintenance Factor pada Ruang Belajar R 211

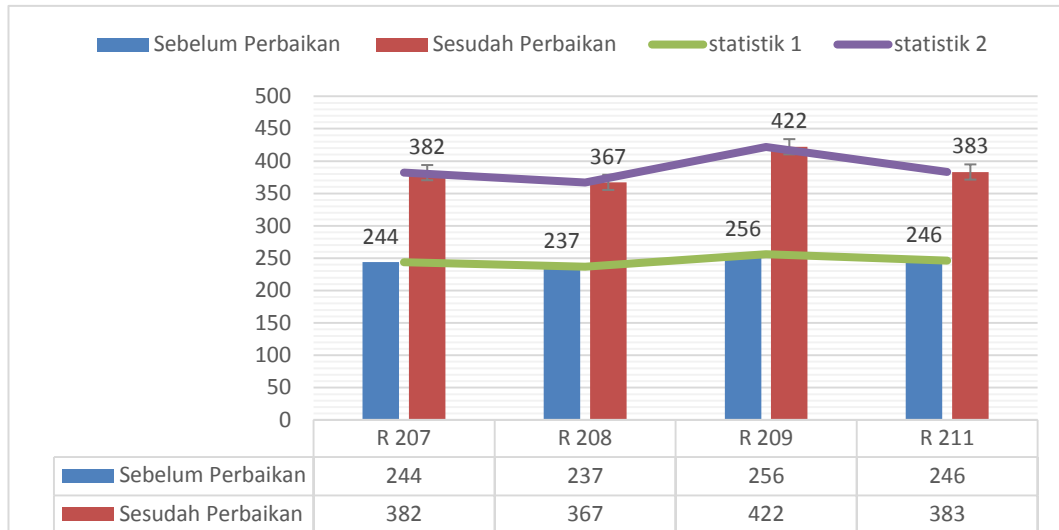
Berdasarkan gambar 4.36 dapat dilihat bahwa pada opsi maintenance factor ada perubahan kondisi yaitu yang semula kondisinya *clean room, 3 year*

maintenance cycle dengan faktor depresiasi sebesar 0,7. Pada perbaikan desain ruang belajar R 211 *maintenance factor* dinaikan menjadi kondisi *very clean room, low yearly usage* dengan faktor depresiasi sebesar 0,8. Pengurangan tingkat pengotoran pada ruang belajar R 211 yang berupa pembersihan kotoran yang menempel pada material ruang belajar dan penggunaan ruang yang rendah bisa meningkatkan nilai kuat penerangan pada ruang belajar R 211.



Gambar 4.37 Optimasi Nilai Kuat Penerangan Setelah Perbaikan Desain pada Ruang R 211

Setelah melakukan perbaikan desain pada ruang R 211 menggunakan simulasi Relux Pro yaitu dengan mengubah karakter warna pada dinding, plafon, lantai, mengganti spesifikasi lampu yang jumlah lumennya lebih tinggi dan mengurangi tingkat pengotoran pada ruang belajar maka optimasi kuat penerangan pada ruang R 211 dapat tercapai yang diindikasikan dengan nilai kuat penerangan rata-rata sebesar 383 lux seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.38.



Gambar 4.38 Statistik Perbandingan Nilai Kuat Penerangan Sebelum dan Sesudah Perbaikan Desain Ruang Belajar

Dari gambar 4.38 tampak perbandingan nilai kuat penerangan dari sebelum dilakukan perbaikan dan sesudah dilakukan perbaikan pada ruang R 207, R 208, R 209 dan R 211. Pada ruang R 207 sebelum dilakukan perbaikan nilai kuat penerangannya 244 lux kemudian sesudah dilakukan perbaikan nilai kuat penerangannya menjadi 382 lux. Pada ruang R 208 sebelum dilakukan perbaikan nilai kuat penerangannya 237 lux kemudian sesudah dilakukan perbaikan nilai kuat penerangannya menjadi 367 lux. Pada ruang R 209 sebelum dilakukan perbaikan nilai kuat penerangannya 256 lux kemudian sesudah dilakukan perbaikan nilai kuat penerangannya menjadi 422 lux. Pada ruang R 211 sebelum dilakukan perbaikan nilai kuat penerangannya 246 lux kemudian sesudah dilakukan perbaikan nilai kuat penerangannya menjadi 383 lux. Hasil statistik perbandingan ini menunjukkan terpenuhinya nilai kuat penerangan berdasarkan SNI untuk ruang belajar program studi Teknik Instalasi Tenaga Listrik sesudah dilakukan perbaikan desain ruang belajar menggunakan simulasi Relux Pro.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

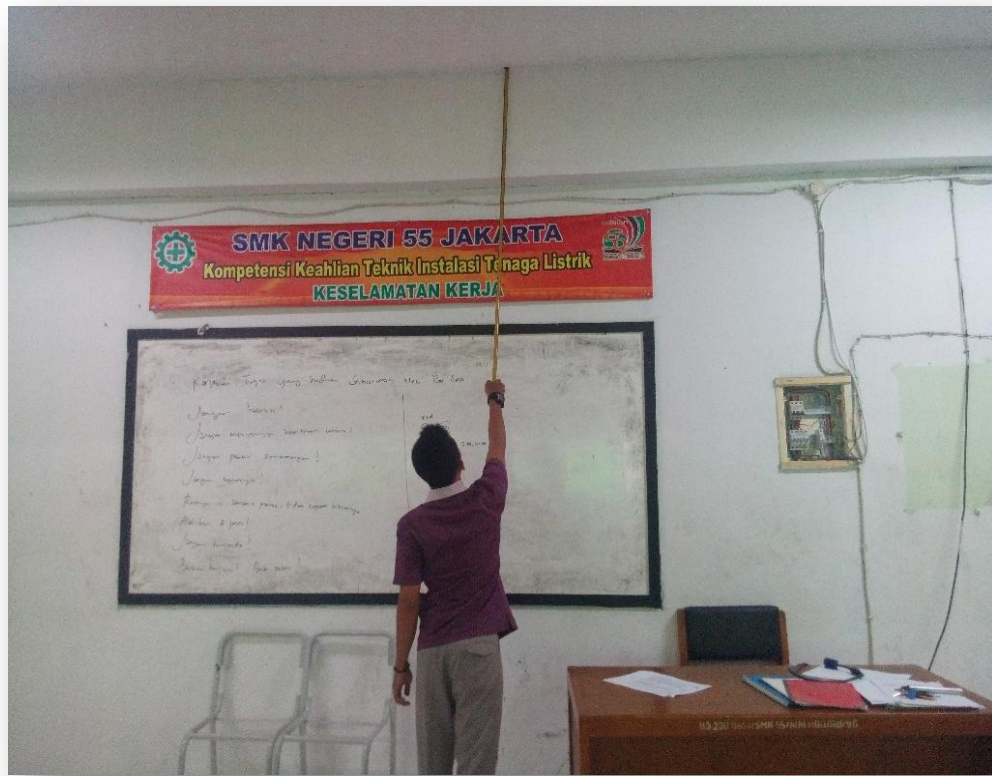
1. Nilai rata-rata kuat penerangan yang terukur menggunakan luxmeter sebesar 147 lux, serta perhitungan manual sebesar 195 lux dan simulasi Relux Pro sebesar 245,75 lux menunjukkan bahwa kuat penerangan pada ruang belajar R 207, R 208, R209 dan R 211 masih belum memenuhi standar penerangan berdasarkan SNI .
2. Terdapat perbedaan nilai kuat penerangan antara hasil perhitungan dengan cara manual dan dengan cara simulasi perangkat lunak Relux Pro. Hasil keluaran dari simulasi Relux Pro lebih lengkap. Simulasi Relux Pro juga sudah dilengkapi dengan database mengenai berbagai jenis armatur serta tipe lampu. Keluaran dalam bentuk gambar 3D tentang intensitas cahaya dan image ruangan yang disertai dengan obyek di ruangan, juga memberikan kesan lengkapnya prosedur perhitungan dengan simulasi Relux Pro. Adapun perhitungan manual hanya menghasilkan jumlah titik lampu dan nilai kuat penerangan pada bidang kerja saja tidak dapat memberi keyakinan, apakah kuat penerangan sudah terdistribusi dengan baik atau tidak.
3. Pada perbaikan desain ruang belajar R 207, R 208, R209 dan R 211, untuk mencapai nilai kuat penerangan di atas 300 lux dapat diperoleh dengan merubah karakter warna dari dinding, Plafon, Lantai di dalam ruang belajar, mengganti sumber penerangan dengan lampu yang jumlah lumennya lebih tinggi serta mengurangi tingkat pengotoran di dalam ruang belajar tersebut.

5.2 SARAN

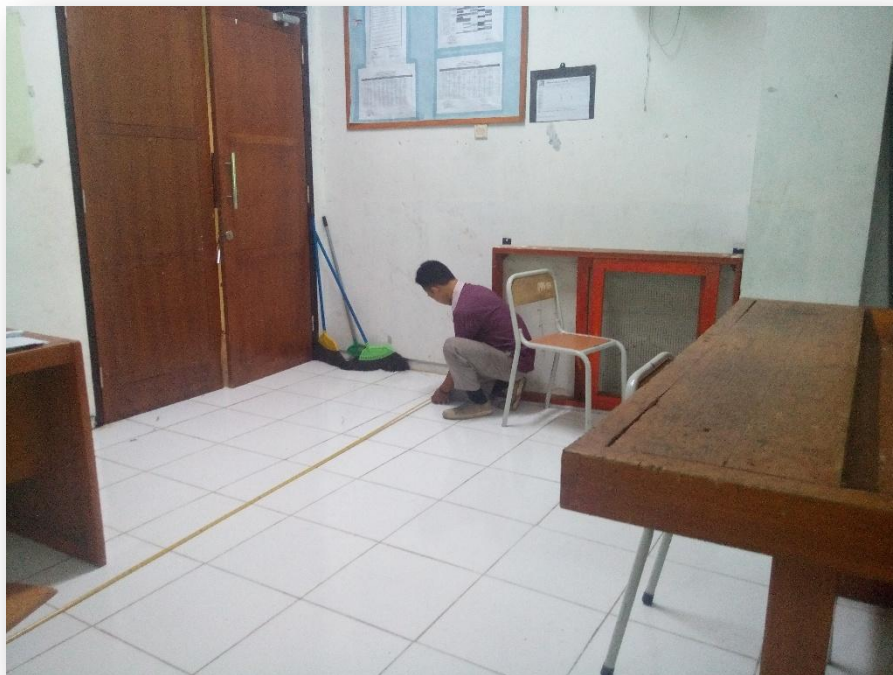
1. Untuk meningkatkan nilai kuat penerangan pada ruang belajar R 207, R 208, R 209 dan R 211 perlu diperhatikan penggunaan karakter warna yang cerah dan dapat memantulkan cahaya serta kebersihan dinding dan langit-langit yang bisa mempengaruhi nilai kuat penerangan dalam ruang belajar serta spesifikasi lampu yang harus disesuaikan dengan pemakaiannya.
2. Simulasi program Relux Pro bisa menjadi salah satu peluang yang bagus dalam memprediksi nilai kuat penerangan pada suatu ruang atau bangunan dengan proses *light calculation* yang mudah difahami dan dioperasikan serta hasil keluaran data yang lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2001. *Tata Cara Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung*. SNI-03-6575-2001. Jakarta : Balai Pustaka.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2004. *Pengukuran Intensitas Penerangan di Tempat Kerja*. SNI 16-7062-2004. Jakarta : Balai Pustaka.
- Binawahyu, R. 2013. *Evaluasi Kondisi Pencahayaan Ruang 10 SMKN 1 Cianjur: Analisis Kabupaten Cianjur* [skripsi]. Jakarta: Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Budiman, L. 2012. *Desain Pencahayaan pada Ruang Kelas SMA Negeri 9 Surabaya: Analisis Kota Surabaya* [skripsi]. Surabaya: Fakultas Seni dan Desain, Universitas Kristen Petra.
- Fadli, I. 2013. *Evaluasi Pemenuhan Standar Pencahayaan Alami Ruang Kelas: Analisis Provinsi Jakarta* [skripsi]. Jakarta: Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Huda, N. 2010. *Analisis Intensitas Pencahayaan pada Bidang Kerja Terhadap Berbagai Warna Ruang: Analisis Kota Palembang* [skripsi]. Palembang: Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.
- Ningsar, A. 2011. *Perhitungan dan Rancangan Penerangan Buatan Pada Ruang Dubbing Suatu Studio Produksi Film: Analisis Relux* [skripsi]. Manado: Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- Purnama, E. D. 2013. *Optimasi Desain Pencahayaan Ruang Kelas SMA Santa Maria Surabaya: Analisis Kota Surabaya* [skripsi]. Surabaya: Fakultas Seni dan Desain, Universitas Kristen Petra.
- Relux Suite Group. 2015. *Manual Operation For Relux Profesional*. Ed ke-2. Switzerland : Relux Informatik AG.
- Romadhon, I. F. 2009. *Evaluasi Kualitas Penerangan dan Penentuan Letak Lampu serta Jenis Lampu pada Ruang Perkuliahan E2 Fakultas Teknik UNNES: Analisis Kota Semarang* [skripsi]. Semarang: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.



Lampiran 1. Dokumentasi Pengukuran Dimensi dan Material pada Ruang



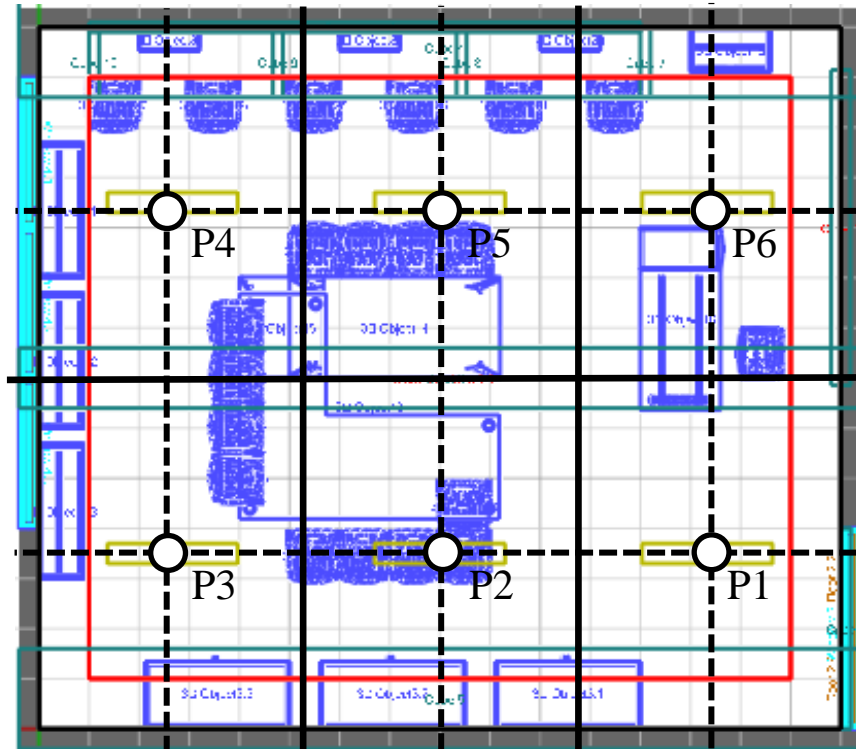
Lampiran 2. Dokumentasi Pengukuran Dimensi dan Material pada Ruang



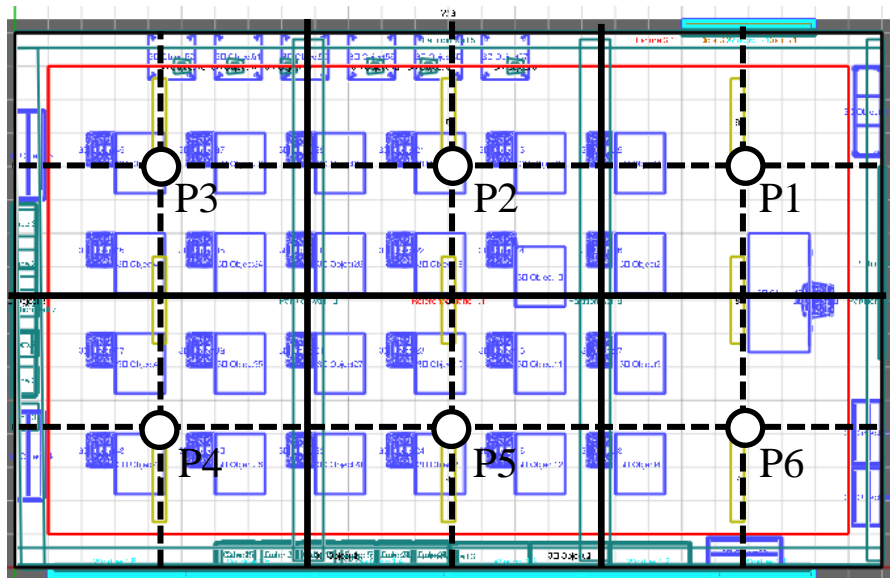
Lampiran 3. Dokumentasi Pengukuran Kuat Penerangan pada Ruang



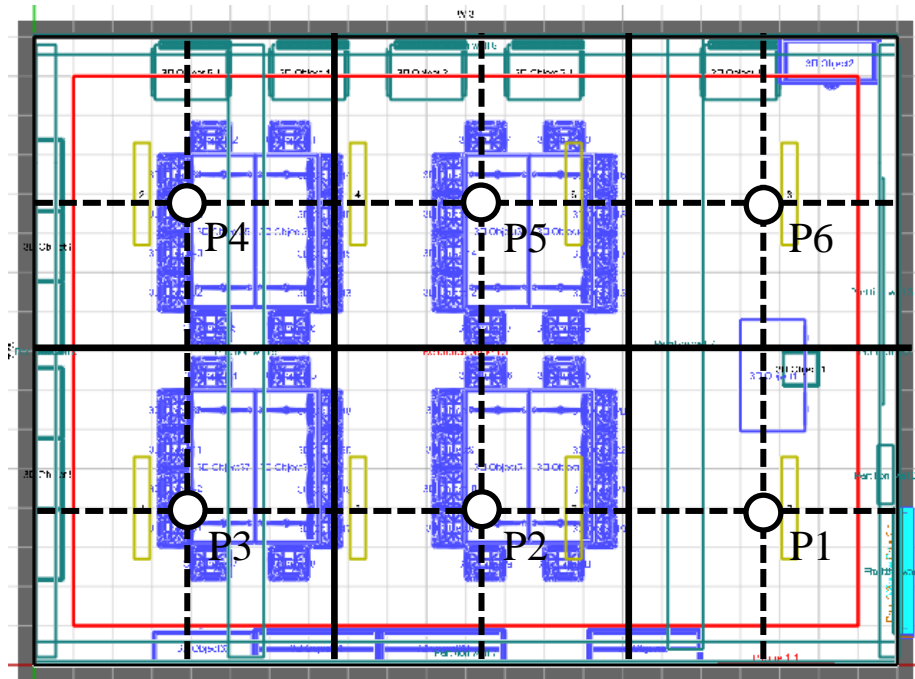
Lampiran 4. Dokumentasi Pengukuran Kuat Penerangan pada Ruang



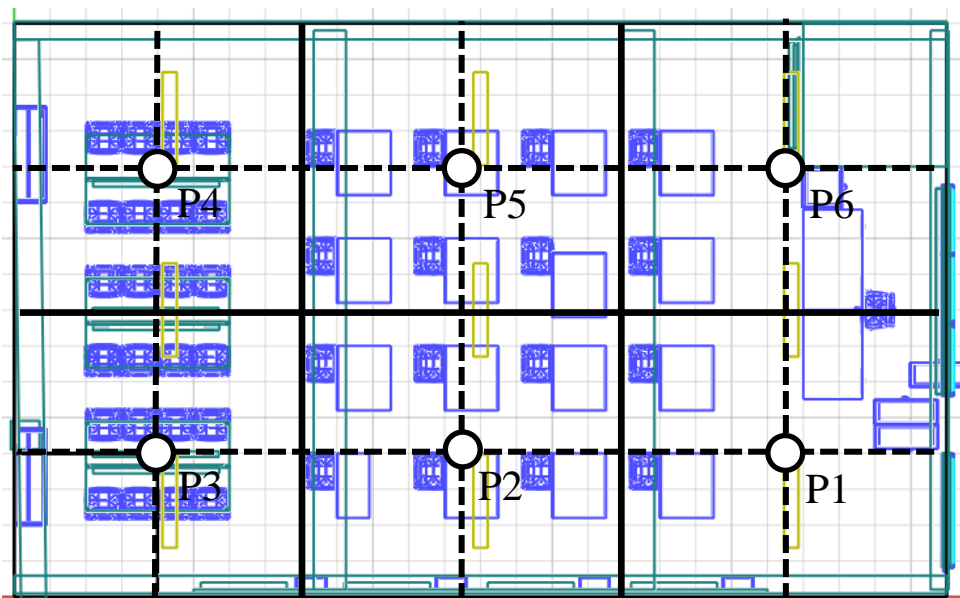
Lampiran 5. Denah Titik Pengukuran Pada Ruang R 207



Lampiran 6. Denah Titik Pengukuran Pada Ruang R 208



Lampiran 7. Denah Titik Pengukuran Pada Ruang R 209



Lampiran 8. Denah Titik Pengukuran Pada Ruang R 211



Building
Future
Leaders

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

Kampus Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220
Telepon/Faximile : Rektor : (021) 4893854, PR I : 4895130, PR II : 4893918, PR III : 4892926, PR IV : 4893982
BAUK : 4750930, BAAK : 4759081, BAPSI : 4752180
Bagian UHTP : Telepon. 4893726, Bagian Keuangan : 4892414, Bagian Kepegawaian : 4890536, Bagian HUMAS : 4898486
Laman : www.unj.ac.id

Nomor : 1443/UN39.12/KM/2016
Lamp. : -
Hal : Permohonan Izin Mengadakan Penelitian
untuk Penulisan Skripsi

31 Maret 2016

Yth. Kepala SMK Negeri 55 Jakarta
Jl. Pademangan Timur VII
Jakarta Utara

Kami mohon kesediaan Saudara untuk dapat menerima Mahasiswa Universitas Negeri Jakarta :

Nama : Rahmad Hidayat
Nomor Registrasi : 5115116930
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas : Teknik Universitas Negeri Jakarta
No. Telp/HP : 085776779975

Dengan ini kami mohon diberikan ijin mahasiswa tersebut, untuk dapat mengadakan penelitian guna mendapatkan data yang diperlukan dalam rangka penulisan skripsi dengan judul :

"Perencanaan Instalasi Penerangan Berbantuan Perangkat Lunak Relux Profesional"
(Studi Pada SMK Negeri 55 Jakarta)

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami sampaikan terima kasih.

Kepala Biro Administrasi
Akademik dan Kemahasiswaan



Dis. Syaifullah
NIP 195702161984031001

Tembusan :
1. Dekan Fakultas Teknik
2. Kaprog Pendidikan Teknik Elektro

Lampiran 9. Surat Izin Penelitian Skripsi di SMKN 55 Jakarta



PEMERINTAH PROVINSI DAERAH KHUSUS IBUKOTA JAKARTA
DINAS PENDIDIKAN
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK) NEGERI 55 JAKARTA
BIDANG STUDI KEAHLIAN : *Teknologi dan Rekayasa*
Teknologi Informasi dan Komunikasi

Jalan Pademangan Timur VII, Pademangan – Jakarta Utara 14410
Telp. 6412787 Fax. 6412787 email : tatausaha@smkn55jakarta.sch.id web : smkn55jakarta.sch.id

SURAT KETERANGAN

Berdasarkan surat masuk dari Biro Administrasi Akademik dan Kemahasiswaan Universitas Negeri Jakarta No. 1443/UN39.12/KM/2016 tanggal 31 Maret 2016 perihal Permohonan Izin Mengadakan Penelitian untuk Penulisan Skripsi, dengan ini diberitahukan bahwa mahasiswa tersebut di bawah ini telah melaksanakan Penelitian untuk Penulisan Skripsi di SMK Negeri 55 Jakarta pada tanggal 03 April – 29 Juli 2016.

Adapun mahasiswa yang dimaksud adalah :

Nama : Rohmad Hidayat
NRM : 5115116930
Prodi : Pendidikan Teknik Elektro

Demikian disampaikan, atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

Jakarta, 03 Agustus 2016
Kepala SMK Negeri 55 Jakarta

Drs. H. Ansyori Bunyamin, M.Pd
NIP. 196310051987031017

Lampiran 10. Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian Skripsi di SMKN 55 Jakarta

RIWAYAT HIDUP PENULIS



ROHMAD HIDAYAT, Lahir di Jakarta 31 Oktober 1991. Penulis memulai pendidikannya dari mulai Sekolah Dasar Negeri 01 Pagi Pluit Jakarta Utara dari tahun 1998 hingga tahun 2004.

Penulis melanjutkan pendidikannya di tingkat sekolah menengah pertama yaitu di SMP Negeri 21 Jakarta dari tahun 2004 hingga tahun 2007.

Kemudian penulis melanjutkan pendidikannya di tingkat sekolah menengah kejuruan yaitu di SMK Negeri 56 Jakarta dengan program studi Teknik Mekatronika dari tahun 2007 hingga tahun 2010. Pada masa SMK penulis memiliki beberapa prestasi diantaranya berhasil meraih Juara II Lomba Keterampilan Siswa Bidang Mekatronika Tingkat Provinsi DKI Jakarta. Penulis juga berhasil memenangkan Juara III pada Lomba Robotik yang diselenggarakan oleh Club Robotik G-Com Technology di JCC Senayan Jakarta Pusat.

Penulis kemudian melanjutkan pendidikannya ke jenjang Universitas dan mengambil program studi Teknik Elektro jalur S1 dari tahun 2011 hingga tahun 2017.