

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Data

Data yang digunakan ada dua jenis yaitu : **a). Data Penelitian** yang dijadikan acuan untuk optimasi yang didapatkan dari data observasi, pengukuran, dan perhitungan sebelum proses optimasi dan **b). Data Optimasi** yang dijadikan data perbandingan dengan data awal yang berasal dari data observasi, katalog, dan perhitungan sesudah dioptimasi.

4.1.1. Data Observasi Ruang Bengkel Listrik

Dari hasil penelitian terhadap kondisi ruangan bengkel listrik di SMK Karya Guna didapatkan beberapa data hasil observasi sebagai berikut :

1. Ruang Bengkel Listrik di SMK Karya Guna I digunakan untuk tempat praktik untuk kelas Jurusan Listrik (ITL).
2. Ruang bengkel listrik di SMK Karya Guna I terbagi dua ruangan praktik, yaitu : Ruang Instalasi Listrik dan Ruang Panel Listrik.
3. Kegiatan yang dilakukan dalam ruangan Bengkel Listrik di SMK Karya Guna berupa praktik seperti praktik instalasi listrik, praktik panel listrik, dan gambar teknik.
4. Ruang memiliki dimensi ukuran panjang dan lebar secara keseluruhan: $15 \times 6 \text{ m} = 90 \text{ m}$ per segi, dengan Ruang Panel Listrik berukuran $10 \times 6 \text{ m} = 60 \text{ meter}$ per segi dan ruang Instalasi Listrik $5 \times 6 \text{ m} = 30 \text{ meter}$ persegi.

5. Faktor – faktor refleksi dan distribusi luminansi memiliki tampilan seara fisik warna dinding terang, warna lantai gelap, dan warna langit – langit terang.
6. Pencahayaan Buatan yang digunakan untuk penerangan hanya 8 buah lampu dengan titik lampu 8 untuk setiap lampu pada setiap ruangan.
7. Kendali Pencahayaan di Ruang Panel Listrik dan Ruang Instalasi Listrik menggunakan saklar ganda yang melayani 4 lampu setiap instalasinya sehingga jumlah saklar ganda di setiap ruangan adalah 2 buah.
8. Sistem pencahayaan yang digunakan adalah sistem pencahayaan merata.
9. Jenis Lampu menggunakan Lampu TL untuk ruangan panel listrik dan lampu pijar SL pada ruangan instalasi listrik.
10. Operasi kerja pencahayaan dimulai dari pukul 05.00 – 17.00 WIB.

4.1.2. Perhitungan Data Ruang Penelitian

Untuk mendapatkan hasil akurat dalam menentukan Intensitas pencahayaan rata – rata dalam sebuah ruangan, diperlukan faktor – faktor yang mempengaruhi nilai dari data yang telah didapatkan. Oleh sebab itu data – data dari hasil observasi akan dihitung untuk menentukan indeks ruang, koefisien perhitungan, dan koefisien penggunaan.

1. Perhitungan Indeks Ruang dilakukan setelah observasi terhadap ruang bengkel listrik, maka didapatkan luas ruangan sebagai berikut : a). Ruang Panel Listrik : $10\text{ m} \times 6\text{ m} = 60\text{ m}^2$, b). Ruang Instalasi Listrik : $5\text{ m} \times 6\text{ m}$

= 30 m². Maka data indeks ruangan sebagai berikut (*Perhitungan indeks ruang dilihat pada lampiran 4*).

Tabel 4.1. Indeks Ruang Bengkel Listrik SMK Karya Guna I

Keterangan Ruangan	Bagian Ruangan	
	Ruang Panel Listrik	Ruang Instalasi Listrik
Panjang Ruangan (p)	10 m	5 m
Lebar Ruangan (l)	6 m	6 m
Tinggi Bidang kerja dengan langit - langit (h)	4 m	4 m
Luas Ruangan (L)	60 m ²	30 m ²
Indeks Ruangan (k)	0,93	0,68

Setelah dilakukan perhitungan, maka didapatkan indeks ruangan untuk Ruang Panel Listrik (**k = 0,93**) dan Ruang Instalasi Listrik (**k = 0,68**).

- Perhitungan Koefisien Penggunaan, Setelah didapatkan hasil perhitungan untuk nilai indeks ruang, selanjutnya adalah menghitung koefisien penggunaan untuk dapat menghitung secara akurat nilai dari intensitas pencahayaan rata - rata dalam ruangan tersebut. Dalam hal ini diperlukan data – data hasil observasi sebagai berikut :

Tabel 4.2. Hasil Observasi Warna Ruangan

Faktor – Faktor Refleksi	Ruang Panel Listrik		Ruang Instalasi Listrik	
	Warna	(%)	Warna	(%)
Dinding	Terang	50	Terang	50
Langit – langit	Terang	70	Terang	70
Bidang Kerja	Gelap	20	Gelap	20

Setelah data – data observasi telah didapatkan, kemudian hasil dari observasi ruangan dan perhitungan indeks ruang bertindak sebagai data acuan untuk mendapatkan nilai kp yang tertera sesuai jenis ruangan, faktor – faktor refleksi, dan indeks ruangan (*Perhitungan koefisien penggunaan dilihat pada lampiran 3*).

Tabel 4.3. Koefisien Penggunaan

Data Optimasi		Nilai Koefisien Penggunaan (kp)	
Jenis Lampu	Merk Lampu	Ruang Panel Listrik	Ruang Instalasi Listrik
TL	Phillips TLD36WHF	0,31	0,25
TL	Phillips TLD58WHF	0,29	0,24
PL	Phillips PLR4P14WHF	0,71	0,61
PL	Phillips PLR4P17WHF	0,76	0,65
LED	Phillips LED10s 830 L871	0,51	0,41
LED	Phillips LED 32s 830 PSDA30	0,73	0,64

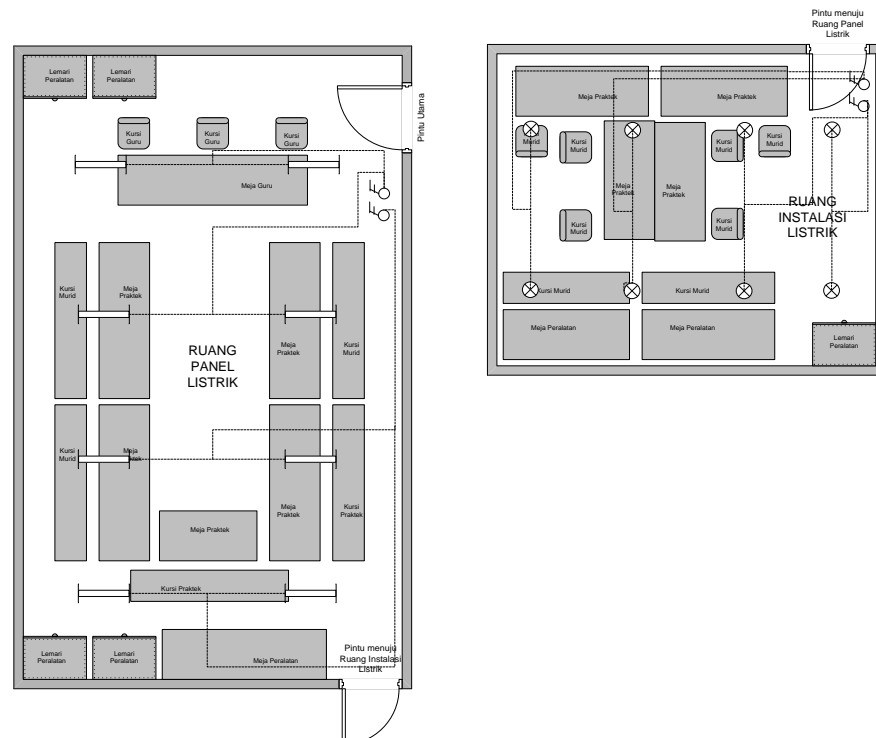
Nilai koefisien penggunaan dipengaruhi oleh jenis ruangan dan spesifikasi lampu yang digunakan. Sebab jenis armature juga mempengaruhi pemasangan jenis lampu. Dan untuk jenis armature sudah ditentukan sesuai dengan jenis lampu yang dipasangkan.

3. Penentuan Koefisien Penyusutan, dalam menentukan nilai koefisien penyusutan, maka diperlukan tabel acuan tentang koefisien penyusutan. Untuk gedung gedung sekolah nilai koefisien penyusutan digolongkan dalam pengotoran ringan sehingga sesuai dengan tabel 2.7. dan didapatkan

0,8 dengan masa pemeliharaan 2 tahun. Dan untuk data optimasi karena dalam kondisi baru maka didapatkan koefisiens penyusutan (kd) sebesar 1 sesuai dengan lampiran 14.

4.1.3. Data Instalasi Listrik Pencahayaan

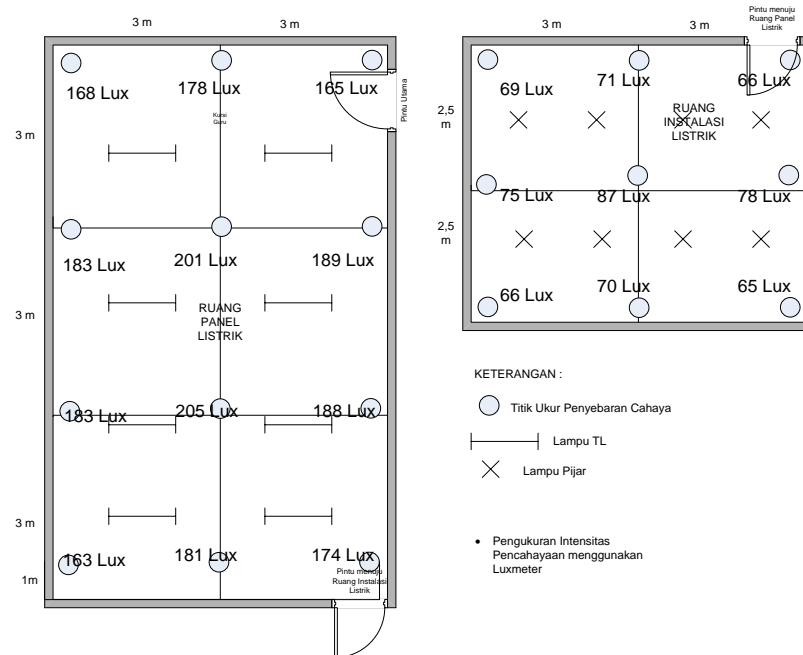
Berikut adalah data instalasi ruangan berupa denah instalasi listrik dan kendali untuk pencahayaan di ruang bengkel listrik SMK Karya Guna I. Ruang bengkel terbagi menjadi dua yaitu Ruang Panel Listrik dan Ruang Instalasi Listrik. Di setiap ruangan dikendalikan oleh Saklar ganda yang melayani 4 buah lampu. Jumlah lampu di setiap ruangan adalah 8 buah lampu, maka skalar yang terdapat pada masing – masing ruangan adalah 2 buah saklar ganda.



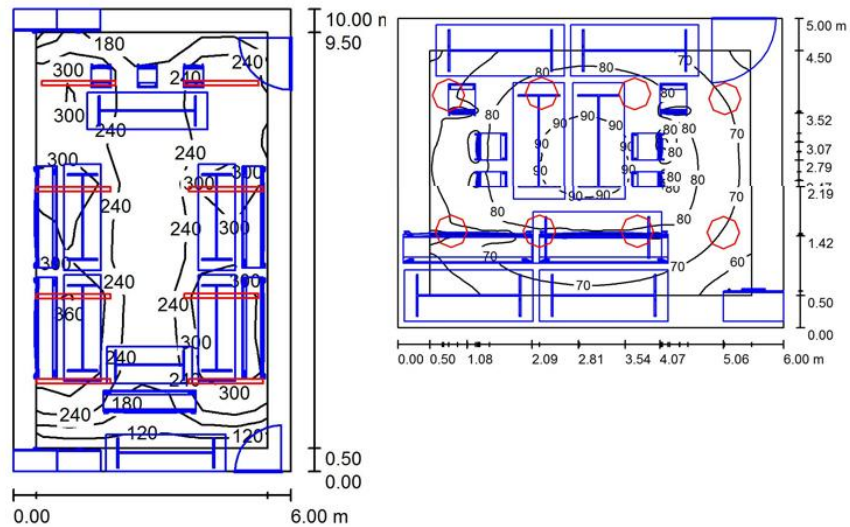
Gambar 4.1. Denah Instalasi Listrik Pencahayaan di Ruang Bengkel SMK Karya Guna I

4.1.4. Data Pengukuran Intensitas Pencahayaan

Dari hasil observasi didapatkan data ukuran ruangan yaitu Ruang Panel Listrik seluas 60 m^2 dengan pencahayaan 8 buah lampu TL 40 Watt dan Ruang Instalasi Listrik seluas 30 m^2 dengan pencahayaan lampu pijar (essential) 8 Watt. Sesuai dengan standar pengukuran, apabila luas ruangan $10 - 100 \text{ m}^2$, maka penentuan titik ukur ditentukan dengan titik potong horizontal panjang dan lebar ruangan adalah pada jarak 3 meter.



Gambar 4.2. Hasil Pengukuran Hari Pertama pada Ruang Panel Listrik (kiri) dan Ruang Instalasi Listrik (kanan) menggunakan Luxmeter



Gambar 4.3. Hasil Perhitungan pada Ruangan Panel Listrik (kiri) dan Ruangan Instalasi Listrik (kanan) menggunakan DIALux 4.12

Adanya perbedaan nilai *lux* pada titik pengukuran sesungguhnya dengan pengolahan DIALux dikarenakan adanya koefisien penyusutan pada kondisi sebenarnya. Setelah menentukan titik ukur, kemudian dilakukan pengukuran menggunakan lux meter kemudian dimasukkan kedalam tabel yang telah disediakan sebagai berikut :

1. Ruang Panel Listrik

Berikut adalah tabel data intensitas pencahayaan rata – rata pada ruang panel listrik :

Tabel 4.4. Hasil Pengukuran Intensitas Pencahayaan Rata – Rata Ruang Panel Listrik

Data Intensitas Pencahayaan Rata – Rata dan Konsumsi Daya Listrik				
Jenis Ruangan	Ruang Panel Listrik			
Ukuran Ruangan	10 x 6 m = 60 meter persegi			
Spesikasi Lampu	Lampu TL 40 Watt, lumen 3200, efikasi 80 lmn/watt			
Titik Letak pengukuran Lampu	Intensitas Cahaya yang dihasilkan tiap lampu			
	Hari I Tgl.27/06/14	Hari II Tgl.28/06/14	Hari III Tgl.29/06/14	Hari IV Tgl.30/06/13
1	168	168	169	168
2	178	180	179	179
3	165	169	167	165
4	183	184	181	181
5	201	200	198	202
6	189	188	186	188
7	183	184	186	186
8	205	203	203	200
9	188	185	181	177
10	163	168	166	159
11	181	182	182	179
12	174	172	174	170
Intensitas Cahaya Rata – Rata	181,5	181,9	181	179,5

2. Ruang Instalasi Listrik

Berikut adalah tabel data intensitas pencahayaan rata – rata pada ruang panel listrik :

Tabel 4.5. Hasil pengukuran intensitas cahaya pada ruang instalasi listrik

Data Intensitas Pencahayaan Rata – Rata dan Konsumsi Daya Listrik				
Jenis Ruangan	Ruang Instalasi Listrik			
Ukuran Ruangan	5 x 6 m = 30 meter persegi			
Spesifikasi Lampu	Lampu Essential 16 Watt, lumen 800 lmn, efikasi 50 lmn/watt			
Titik Letak pengukuran Lampu	Intensitas Cahaya yang dihasilkan tiap lampu			
	Hari I Tgl.27/06/14	Hari II Tgl.28/06/14	Hari III Tgl.29/06/14	Hari IV Tgl.30/06/13
1	69	72	70	70
2	71	71	73	76
3	66	64	68	71
4	75	79	80	78
5	89	92	92	88
6	78	80	77	77
7	66	66	65	63
8	70	74	73	73
9	65	68	62	63
Intensitas Cahaya Rata – Rata	71,8	74	73,33	72,77

Dari hasil pengukuran yang disajikan pada tabel 4.4.dan 4.5. maka diperoleh nilai intensitas pencahayaan rata – rata dan efisiensi daya listrik dari *Ruang Panel Listrik* ($E_{rata-rata} = 180,75$ dan $\eta = 2,45$ W/m²) dan *Ruang Instalasi Listrik* ($E_{rata-rata} = 72,975$ lux dengan $\eta = 1,62$ watt/m²). (untuk proses perhitungan dapat dilihat pada lampiran 8 dan 9).

4.1.5. Data Keseluruhan Hasil Observasi, Pengukuran, dan Perhitungan

Dari hasil observasi yang telah dipaparkan sebelumnya, di mana ada beberapa hal yang dijadikan data – data inti untuk optimasi pencahayaan, didapatkan hasil yang disajikan sebagai berikut :

Tabel 4.6. Pengambilan Data Observasi pada Ruang Bengkel Listrik SMK Karya Guna I

Aspek Pengukuran, Observasi, dan Perhitungan	Perbandingan Hasil Pengukuran, Observasi dan Perhitungan dengan Kriteria Sebenarnya		Keterangan
	Hasil Perhitungan, Observasi, dan Pengukuran	Kriteria	
Intensitas Pencahayaan Rata – Rata sebagai tempat praktik kelistrikan	Ruang Panel Listrik : 180,975 lux Ruang Instalasi Listrik : 72,975 Lux	Intensitas Pencahayaan Rata – Rata untuk Bengkel atau Laboraturium adalah 500 Lux	Ruang bengkel SMK Karya Guna Belum memenuhi kriteria standart untuk intensitas pencahayaan
Jenis lampu yang digunakan sebagai pencahayaan buatan	Ruang Panel Listrik : 8 buah Lampu TL Ruang Instalasi Listrik : 8 buah Lampu Pijar	Lampu Jenis TL	Untuk jenis lampu disesuaikan dengan kondisi ruangan yang diinginkan
Instalasi kelistrikan	Kendali kontrol dengan 2 saklar ganda dengan yang melayani masing - masing 4 buah lampu	Kendali kontrol menggunakan saklar ganda yang melayani 4 buah lampu tiap saklarnya	Sistem kendali sudah memadai dan efektif
Efisiensi Daya Listrik	Ruang Panel Listrik : 2,26 W/m ² Ruang Instalasi Listrik : 1,46 W/m ²	Tidak ada acuan, semakin besar nilainya semakin baik	Efisiensi daya listrik masih bisa untuk ditingkatkan

Tabel 4.6. (Lanjutan)

Renderasi warna lampu	Ruang Panel Listrik dan Ruang Instalasi Listrik menggunakan : White Warm	Cool daylight	Untuk suasana yang terang dengan udara yang sejuk direkomendasikan memakai jenis lampu dengan renderasi warna cool daylight
Sistem pencahayaan buatan yang terpasang	Sistem pencahayaan merata	sistem pencahayaan campuran	Sistem pencahayaan belum diperhatikan
Refleksi warna dinding	70% dengan warna terang	70% dengan warna terang	Refleksi warna dinding sudah memadai
Refleksi warna langit – langit	50% Dengan warna terang	50% Dengan warna terang	Refleksi warna langit – langit sudah memadai
Tingkat kebersihan ruang bengkel listrik	Pengotoran ringan dengan koefisien penyusutan 0,8	Pengotoran ringan dengan koefisien penyusutan 0,8	Tingkat pengotoran sudah dalam kondisi yang sesuai
Material perabotan di ruang bengkel listrik	Besi dan Kayu	Besi dan Kayu	Material perabotan sudah sesuai standart

4.1.6. Data Spesifikasi Lampu untuk Optimasi

Untuk melakukan proses optimasi pencahayaan, maka hal yang terpenting adalah melakukan pemilihan sumber cahaya buatan (lampu) yang ideal sesuai dengan kapasitas pencahayaan yang dibutuhkan dalam ruangan tersebut. Oleh sebab itu telah dipilih 6 jenis lampu dengan yang setiap jenis lampunya memiliki

renderasi warna, fluks cahaya, bentuk lampu, dan daya listrik yang berbeda – beda. Berikut data lampu yang telah dipilih untuk optimasi pencahayaan.

Tabel 4.7. Tabel Spesifikasi Lampu

Jenis Lampu (kode lampu)	Merk Lampu	Renderasi Warna	Fluks Cahaya (Lumen)	Daya Listrik (Watt)
TL I	Phillips TLD36WHF	Cool Daylight	3350	36
TL II	Phillips TLD58WHF	Cool Daylight	5240	55
PL I	Phillips PLR4P14WHF	Cool Daylight	1050	17
PL II	Phillips PLR4P17WHF	Cool Daylight	1250	20
LED I	Phillips LED10s 830 L871	Cool Daylight	1028	14
LED II	Phillips LED 32s 830 PSDA30	Cool Daylight	3200	33

Catatan : Spesifikasi lampu dapat dilihat pada lampiran 14 tentang Spesifikasi Lampu

4.2. Analisis Data

4.2.1. Hasil Perbandingan antara Data Pengukuran dan Data Perhitungan

Untuk mendapat data penelitian maka diperlukan perbandingan nilai dari data pengukuran dan data perhitungan dengan rumus yang berlaku. Dari proses perbandingan kedua data tersebut didapatkan sebagai berikut :

Tabel 4.8. Perbandingan antara Data Pengukuran dan Data Perhitungan

Keterangan	Data Pengukuran		Data Perhitungan	
	Ruang Panel Listrik	Ruang Instalasi Listrik	Ruang Panel Listrik	Ruang Instalasi Listrik
Intensitas Pencahayaan Rata – rata (Erata-rata)	180,75 lux	72,975 lux	196,26 W/m ²	81,06 W/m ²
Efisiensi Daya Listrik (η)	2,26 lux	1,46 lux	2,45 W/m ²	1,62 W/m ²

Dari tabel 4.8. di atas ditemukan perbedaan antara nilai data pengukuran dengan data perhitungan dimana ($D_{\text{pengukuran}} < D_{\text{perhitungan}}$). Hal ini disebabkan adanya faktor penyusutan dari lampu yang mengakibatkan fluks cahaya menurun dan faktor refleksi – refleksi warna pada ruangan yang mulai berubah akibat pengotoran debu dan sebagainya. Dari hasil perbandingan kedua data maka yang digunakan sebagai data penelitian untuk acuan (*sebelum dioptimasi*) adalah data perhitungan dimana untuk **Ruang Panel Listrik** (*Erata-rata = 197,76 Lux dan $\eta = 2,45 W/m^2$*) dan **Ruang Instalasi Listrik** (*Erata – rata = 76,51 lux dengan $\eta = 1,62 W/m^2$*).

4.2.2. Hasil Pengujian Intensitas Pencahayaan Rata - Rata dengan Program Algoritma Greedy

Pengujian program solusi optimum yang diolah dari microsoft visual basic dengan penerapan algoritma greedy dalam proses pencarian solusi optimum dilakukan dengan parameter : Intensitas pencahayaan ruangan pada ruang panel

listrik dan ruang instalasi listrik adalah 500 Lux, dengan dimensi ruangan : a). **Ruang Panel Listrik** (panjang = 10 m, lebar = 6 m, dan tinggi langit – langit sampai bidang kerja = 4 m) dan b). **Ruang Panel Listrik** (panjang = 5 m, lebar = 6 m, dan tinggi langit – langit sampai bidang kerja = 4 m).

1. Ruang Panel Listrik

Berikut adalah hasil pengujian intensitas pencahayaan dengan menggunakan algoritma greedy pada ruang panel listrik :

Program Optimasi Pencahayaan Buatan dengan Metode Algoritma Greedy

Keluar

Program Optimasi Pencahayaan Buatan

Constant Input

Jenis Lampu: Lampu LED

Jenis Pemasangan: Two Lamp

Masukan Data Lampu

Reflaktansi Dinding / Langit - Langit: 50 % / 70 %

Pilihan Ruang: Ruang Panel Li

Koefisien Penggunaan: 0,51 / 0,73

Koefisien Penyusutan: 1

Luas Ruang: 60 meter per segi

Indeks Ruang: 0,93

Solusi K	Jenis Pemasangan	Jumlah Lampu	Jenis
73	Two Lamp	5	
74	Two Lamp	4	
75	Two Lamp	3	
76	Two Lamp	2	
77	Two Lamp	1	
78	Two Lamp	0	

Parameter Input

Intensitas Pencahayaan Rata - Rata: 500 Lux

Efisiensi Daya: 2,48 Watt / meter persegi

Renderasi Warna: Cool Daylight

Jumlah Lampu: 16 lampu

Reflektansi Dinding / Langit - Langit: 50 % / 70 %

Temperatur Warna: 3300 - 5500 Kelvin

Output

Kombinasi Jumlah dan Jenis Lampu

4 Philips LED 10s 830 L = 1028 Lumen 14 Watt

12 Philips LED 32s 830 P = 3200 Lumen 33 Watt

Intensitas Pencahayaan Rata - Rata: 502,152 Lux

Efisiensi Daya Listrik: 5,294 Watt / meter per segi

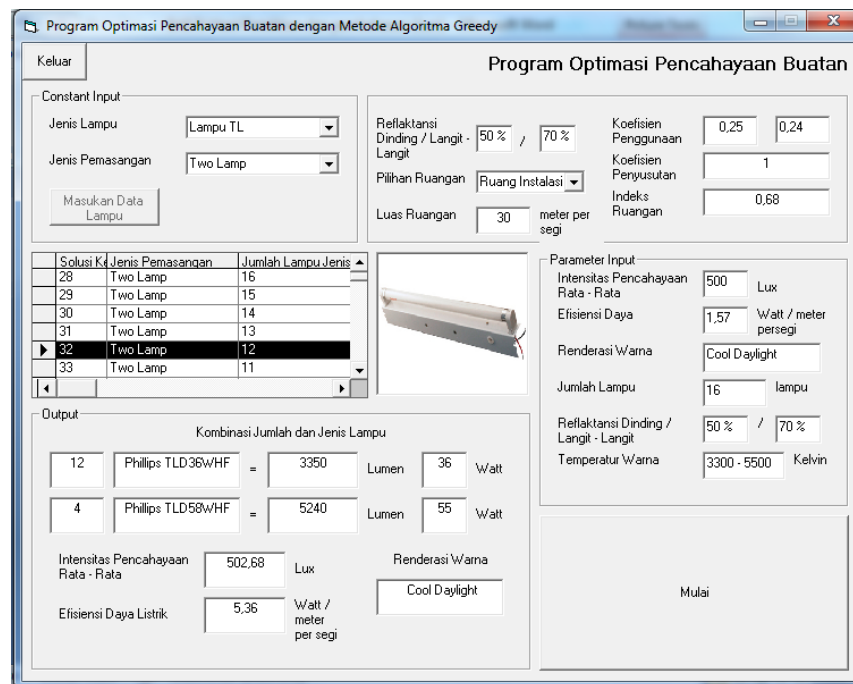
Renderasi Warna: Cool Daylight

Mulai

Gambar 4.3. *Solusi Optimum Maksimum pada Pengujian Intensitas Pencahayaan pada Ruang Panel Listrik*

2. Ruang Instalasi Listrik

Berikut adalah hasil pengujian intensitas pencahayaan dengan menggunakan algoritma greedy pada ruang instalasi listrik :



Gambar 4.4. *Solusi Optimum Maksimum pada Pengujian Intensitas Pencahayaan pada Ruang Instalasi Listrik*

Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan program microsoft visual basic menggunakan algoritma greedy didapatkan hasil solusi optimum maksimum sesuai dengan kriteria ruangan bengkel atau laboratorium yaitu intensitas pencahayaan rata – rata sebesar 500 lux. Berikut adalah solusi optimum dari hasil pengolahan dengan Program Algoritma Greedy pada ruangan panel listrik dan ruangan instalasi listrik sebagai berikut :

Tabel 4.9. Solusi Optimum Maksimum Hasil Pengolahan Algoritma Greedy

No. Solusi	Jenis Lampu	Bagian Ruangan	Kombinasi Lampu	Intensitas Pencahayaan Rata – Rata (lux)	Efisiensi Daya Listrik (W/m ²)
72	LED	Ruang Panel Listrik	4 buah Phillips LED 10s 830 L871 dan 12 buah Phillips LED 32s 830 PSDA30	502,15 Lux	5,35 W/m ²
48	TL	Ruang Instalasi Listrik	12 buah Phillips TLD36WH F dan 4 buah Phillips TLD58WH F	502,68 Lux	5,37 W/m ²

Dari hasil pengolahan algoritma greedy (*untuk output bisa dilihat pada lampiran 1 dan 2 dengan perhitungan menggunakan persamaan 2.4*), maka didapatkan data perhitungan dimana untuk **Ruang Panel Listrik** (*Erata-rata = 502,15 Lux dan $\eta = 5,35$ W/m²*) dengan kombinasi lampu jenis LED (*4 buah Phillips LED 10s 830 L871 dan 12 buah Phillips LED 32s 830 PSDA30*) dan **Ruang Instalasi Listrik** (*Erata – rata = 502,68 lux dengan $\eta = 5,37$ W/m²*) dengan kombinasi lampu jenis TL (*12 buah Phillips TLD36WHF dan 4 buah Phillips TLD58WHF*).

4.2.3. Perbandingan Hasil Pengujian Efisiensi Daya Listrik Solusi Optimum Algoritma Greedy dan Solusi Optimum Standart

Dari pengujian intensitas pencahayaan rata – rata menggunakan algoritma greedy didapatkan solusi optimum untuk tiap jenis ruangan. Namun harus ada pengujian efisiensi daya listrik untuk menguji tingkat efisiensi daya listrik menggunakan algoritma greedy menjadi solusi optimasi untuk memecahkan masalah optimasi pencahayaan.

Dengan menggunakan persamaan 2.4. maka dilakukan penyetaraan intensitas pencahayaan rata rata dengan a). Ruang Panel Listrik = 502,15 lux, b). Ruang Instalasi Listrik = 502,68 lux , koefisien penggunaan (kp) = sesuai jenis ruangan dan lampu dan Koefisien Penyusutan (kd) = 1 (baru) sehingga penyajian data pembanding sebagai berikut :

**Tabel 4.10. Hasil Pengujian Solusi Optimum Algoritma Greedy
dengan Data Penelitian**

Jenis Ruangan	Tanpa Algoritma Greedy		Algoritma Greedy	
	Lampu Yang terpasang	Efisiensi Daya Listrik (W/m ²)	Lampu Yang terpasang	Efisiensi Daya Listrik (W/m ²)
Ruang Panel Listrik	20 Lampu TL	6,28	Kombinasi 16 Lampu LED	5,35
Ruang Instalasi Listrik	50 Lampu SL	10,04	Kombinasi 16 Lampu PL	5,37

Catatan : perhitungan lebih lengkap pada lampiran 7

Dilihat dari tabel dapat disimpulkan Algoritma Greedy bisa menjadi pilihan untuk mengoptimalkan pencahayaan. Bila Ruang Panel Listrik mengoptimalkan dengan menambah jumlah lampu yang terpasang maka membutuhkan 20 Lampu TL 40 W Lumen untuk menghasilkan intensitas pencahayaan rata – rata sekitar 500 lux bila dibandingkan dengan hasil solusi optimum algoritma greedy yang hanya membutuhkan kombinasi 16 Lampu LED dengan daya 33 W dan 55 W sudah mampu menghasilkan intensitas pencahayaan rata sekitar 500 lux. Begitu juga dengan Ruang Instalasi Listrik yang mebutuhkan 50 lampu SL 16 W untuk memenuhi kriteria tersebut sedangkan hasil algoritma greedy hanyan membutuhkan 16 lampu Kombinasi PL untuk mendapatkan 500 lux.

Selain itu optimasi dengan menggunakan algoritma greedy terbukti lebih efisien dengan hasil efisiensi daya listrik pada ruang panel listrik dengan 500 lux sebesar $5,35 \text{ W/m}^2$ dibandingkan dengan optimasi penambahan jumlah lampu yang sama dengan efisiensi daya listrik $6,28 \text{ W/m}^2$ dan untuk ruang instalasi pun mengalami perubahan efisiensi daya listrik menjadi $5,37 \text{ W/m}^2$ menggunakan algoritma greedy dan $10,04 \text{ W/m}^2$ untuk metode penambahan jenis lampu yang sama. Sehingga perbandingan efisiensi untuk ruangan bengkel listrik di SMK Karya Guna I sebagai berikut :

1. Efisiensi Daya Listrik pada Ruang Panel Listrik

Tabel 4.11. Hasil Pengujian Solusi Optimum Algoritma Greedy untuk Efisiensi Daya Listrik Ruang Panel Listrik

Kondisi	Efisiensi Daya Listrik
Sebelum Optimasi	2,26 W/m ²
Optimasi Standart (<i>penambahan jenis lampu yang sama</i>)	6,28 W/m ²
Optimasi Algoritma Greedy (<i>kombinasi dan penambahan jumlah lampu</i>)	5,35 W/m ²

Efisiensi yang dihasilkan dengan algoritma greedy dengan optimasi biasa adalah $6,28 \text{ W/m}^2 - 5,35 \text{ W/m}^2 = \mathbf{0,93 \text{ W/m}^2}$.

2. Efisiensi Daya Listrik pada Ruang Instalasi Listrik

Tabel 4.12. Hasil Pengujian Solusi Optimum Algoritma Greedy untuk Efisiensi Daya Listrik Ruang Instalasi Listrik

Kondisi	Efisiensi Daya Listrik
Sebelum Optimasi	1,46 W/m ²
Optimasi Standart (<i>penambahan jenis lampu yang sama</i>)	10,04 W/m ²
Optimasi Algoritma Greedy (<i>kombinasi dan penambahan jumlah lampu</i>)	5,37 W/m ²

Efisiensi yang dihasilkan dengan algoritma greedy dengan optimasi biasa adalah $10,04 \text{ W/m}^2 - 5,37 \text{ W/m}^2 = \mathbf{6,67 \text{ W/m}^2}$.

4.2.4. Pengujian Daya Listrik Hasil Solusi Optimum Algoritma Greedy

Sistem pencahayaan buatan pada algoritma greedy dihasilkan oleh daya dari lampu berkaitan dengan jumlah daya lampu yang terpasang. (*perhitungan dilampirkan pada lampiran 10*)

Tabel 4.13. Hasil Pengujian Solusi Optimum Algoritma Greedy untuk Konsumsi Daya Listrik

Ruang Panel Listrik		Ruang Instalasi Listrik	
Kondisi	Daya Total (W)	Kondisi	Daya Total (W)
Sebelum Optimasi	$40 \text{ W} \times 8 = 320 \text{ W}$	Sebelum Optimasi	$16 \text{ W} \times 8 = 128 \text{ W}$
Optimasi Standart <i>(penambahan jenis lampu yang sama)</i>	$40 \text{ W} \times 20 = 800 \text{ W}$	Optimasi Standart <i>(penambahan jenis lampu yang sama)</i>	$16 \text{ W} \times 50 = 800 \text{ W}$
Optimasi Algoritma Greedy <i>(kombinasi dan penambahan jumlah lampu)</i>	$(33 \text{ W} \times 12) + (14 \text{ W} \times 4) = 452 \text{ W}$	Optimasi Algoritma Greedy <i>(kombinasi dan penambahan jumlah lampu)</i>	$(55 \text{ W} \times 4) + (36 \text{ W} \times 12) = 652 \text{ W}$

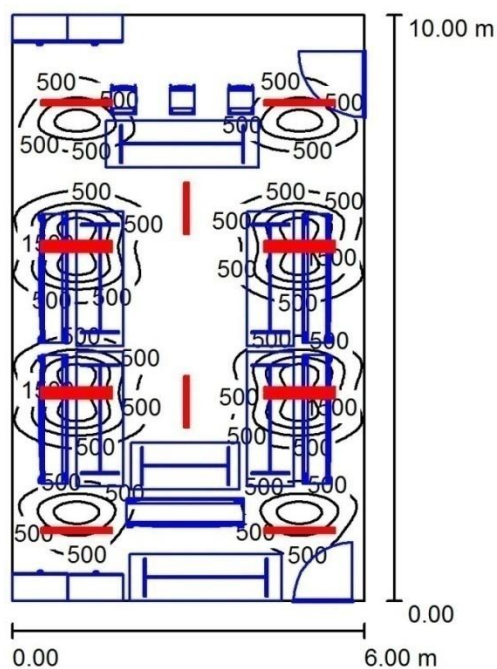
Efisiensi Daya konsumsi listrik dari sistem pencahayaan buatan yang dihasilkan dari optimasi standart dengan optimasi algoritma greedy : **a). Ruang Panel Listrik = Rp. 800 W – 452 W = Rp. 348 W** dan **b).Ruang Instalasi Listrik**

= $800\text{ W} - 652\text{ W} = 148\text{ W}$. Dari hasil perhitungan di atas maka solusi optimum menggunakan algoritma Greedy lebih efisien dari segi daya yang digunakan untuk pencahayaan buatan dibanding dari optimasi standart.

4.2.5. Simulasi Penggambaran Visual Penyebaran Pencahayaan Menggunakan DIALux

Setelah dilakukan pengujian intensitas pencahayaan dan efisiensi daya listrik maka selanjutnya adalah penggambaran visual penyebaran cahaya menggunakan DIALux 4.12. Di mana hasil solusi dari tabel 4.11 dan 4.12 digambarkan menggunakan DIALux.

1. Penyebaran Cahaya pada Ruang Panel Listrik, digambarkan penyebaran cahaya pada Ruang Panel Listrik sesuai dengan hasil pengujian solusi optimum maksimal pada ruang instalasi listrik yaitu :



Gambar 4.5. Penyebaran Cahaya pada Ruang Panel Listrik

Dari banyak rancangan penentuan titik ukur, rancangan gambar 4.5. di atas yang memungkinkan cahaya menyebar dengan merata (*untuk pengujian rancangan letak lampu bisa dilihat pada lampiran*). Terlihat adanya perubahan yang terjadi pada titik – titik penyebaran cahaya antara sebelum dan sesudah dioptimasi. Terdapat intensitas pencahayaan (lux) yang jatuh keseluruhan ruangan panel listrik, khususnya pada bidang kerja (meja praktek). Intensitas pencahayaan rata – rata yang jatuh sekitar 500 lux dan menyebar ke seluruh bidang kerja Untuk pengujiannya menggunakan algoritma greedy dilakukan pengujian intensitas pencahayaan rata – rata yang jatuh disetiap titik ukur ruangan saat dilakukan proses pengukuran sebagai berikut. (*untuk lebih detail dapat dilihat pada lampiran 15*).

Tabel 4.14. Hasil Pengujian Intensitas Pencahayaan Rata – Rata Ruang Panel Listrik dengan DIALux 4.12

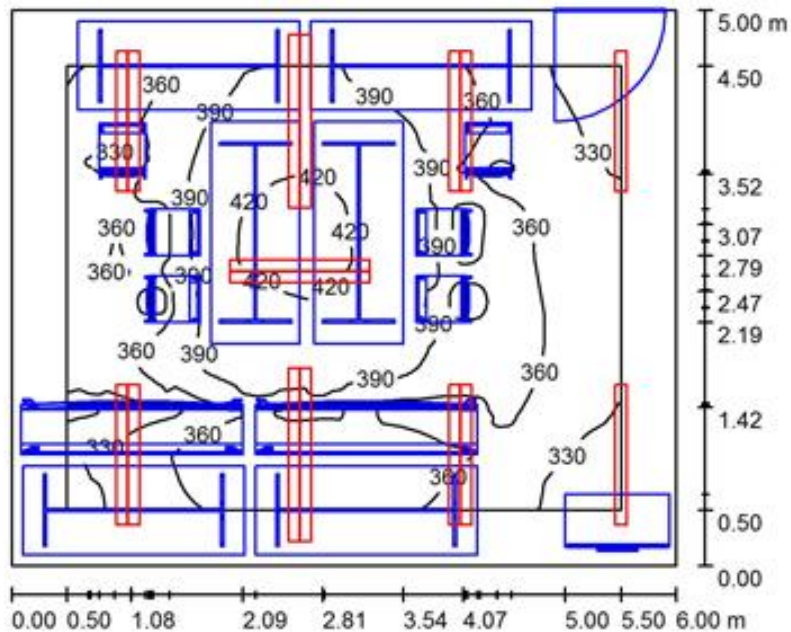
Data Intensitas Pencahayaan Rata – Rata dan Konsumsi Daya Listrik	
Jenis Ruangan	Ruang Panel Listrik
Ukuran Ruangan	10 x 6 m = 60 meter persegi
Spesikasi Lampu	Kombinasi Lampu LED
Titik Letak pengukuran Lampu	Intensitas Cahaya yang dihasilkan tiap lampu (lux)
1	210,53
2	429,44
3	208,53
4	428,59
5	501,98
6	493,06
7	414,35

Tabel 4.14. (lanjutan)

8	512,12
9	497,09
10	216,79
11	477,12
12	223,02

Nilai hasil dari pengujian simulator untuk titik ukur penyebaran cahaya terdapat perbedaan nilai lux, di mana posisi 4 – 9 memiliki nilai lux lebih besar sekitar 400 – 500 lux ini terjadi karena posisi lampu. Sedangkan pada posisi 1, 3, 10, dan 12 berada pada nilai sekitar 200 lux dikarenakan lampu LED jenis ini memiliki sistem pencahayaan setempat, sehingga setiap sudut ruangan tidak merata dan faktor lain adalah jumlah lampu yang dikurangi dan ditambahkan ke area yang memiliki bidang kerja yang membutuhkan lux lebih banyak. Variasi pemasangan letak lampu memusatkan lampu LED (*Phillips LED 32s 830 PSDA30*) pada *workplane* dengan lux rata – rata sebesar 500 lux dan memasang lampu LED (*Phillips LED10s 830 L871*) pada area tengah yang tidak terlalu membutuhkan banyak pencahayaan.

2. Penyebaran Cahaya pada Ruang Instalasi Listrik, berikut adalah gambaran penyebaran cahaya pada Ruang Instalasi Listrik sesuai dengan hasil pengujian solusi optimum maksimal pada ruang instalasi listrik yaitu :



Gambar 4.6. *Penyebaran Cahaya pada Ruang Instalasi Listrik :*

Dari banyak rancangan penentuan titik ukur, rancangan d atas yang memungkinkan cahaya menyebar dengan merata (*untuk pengujian rancangan letak lampu bisa dilihat pada lampiran*). Terlihat adanya perubahan yang terjadi pada titik – titik penyebaran cahaya antara sebelum dan sesudah dioptimasi. Terdapat perbedaan intensitas pencahayaan (lux) yang jatuh keseluruhan ruangan instalasi listrik. Pemasangan lampu pada tiap titik lampu juga mengalami perubahan posisi dan jumlah lampu tiap titik. Berikut deskripsi data titik lampu. (*untuk lebih detail dapat dilihat pada lampiran 15*).

Tabel 4.15. Hasil Pengukuran Intensitas Pencahayaan Rata – Rata Ruang Instalasi Listrik

Data Intensitas Pencahayaan Rata – Rata dan Konsumsi Daya Listrik	
Jenis Ruangan	Ruang Instalasi Listrik
Ukuran Ruangan	10 x 6 m = 30 meter persegi
Spesikasi Lampu	Kombinasi Lampu TL
Titik Letak pengukuran Lampu	Intensitas Cahaya yang dihasilkan tiap lampu (lux)
1	299,31
2	250,07
3	312,59
4	389,29
5	424,07
6	361,12
7	367,79
8	420,54
9	356,67
10	278,67
11	238,49
12	26409

Nilai hasil dari pengujian simulator untuk titik ukur penyebaran cahaya terdapat perbedaaan nilai lux, di mana posisi 4 – 9 memiliki nilai lux lebih besar sekitar 400 – 500 lux ini terjadi karena posisi lampu. Sedangkan pada posisi 1, 2, 10, 11, dan 12 berada pada nilai sekitar 200 lux dikarenakan jumlah pemasangan lampu TL jenis ini tidak sebanyak pemasangan jumlah lampu pada area 3 – 9 yang langsung berhadapan dengan bidang kerja , karena TL jenis ini memiliki armature dengan jenis

pencahayaan merata. Variasi pemasangan letak lampu memusatkan lampu TL (Phillips TLD58WHF) pada *workplane* dengan lux rata – rata sebesar 500 lux dan memasang lampu TL (Phillips TLD36WHF) pada bagian area sekitar *workplane* untuk menambah pencahayaan dan ditempatkan pula beberapa pada area pintu dan lemari.

4.3. Hasil Sebelum dan Sesudah Proses Optimasi Pencahayaan dengan Algoritma Greedy

Dari proses optimasi pencahayaan yang telah dilakukan dan didapatkan solusi optimum maksimal untuk masing masing bagian dari ruangan bengkel SMK Karya Guna I, selanjutnya membandingkan hasil sebelum dan sesudah optimasi pencahayaan dilakukan. Berikut adalah tabel perbandingan sebelum dan sesudah optimasi.

Tabel 4.16. Hasil Sebelum dan Sesudah Optimasi

Keterangan	Hasil Perbandingan			
	Ruang Panel Listrik		Ruang Instalasi Listrik	
	Sebelum Optimasi	Sesudah Optimasi	Sebelum Optimasi	Sesudah Optimasi
Refleksi Warna Dinding	70 % (warna terang)	70 % (warna terang)	70 % (warna terang)	70 % (warna terang)
Refleksi Warna Langit – Langit	50 % (warna terang)	50 % (warna terang)	50 % (warna terang)	50 % (warna terang)
Jenis lampu yang digunakan	TL	LED	SL	PL
Jenis pemasangan lampu	Single Lamp (8 lampu)	Double Lamp (16 lampu)	Single Lamp (8 lampu)	Single Lamp (16 lampu)
Kondisi Pemakaian Lampu	Terpasang selama 2 tahun	Baru	Terpasang selama 2 tahun	Baru

Tabel 4.16. (Lanjutan)

Daya lampu	40 W	Kombinasi 4 LED 14 W dan 12 LED 33 W	16 W	Kombinasi 12 TL 36 W dan 4 TL 55 W
Fluks lampu	3200 lumen	Kombinasi 3200 dan 1028 lumen	800 lumen	Kombinasi 3600 dan 5240 lumen
Renderasi warna	White	Cool Daylight	Cool Daylight	Cool Daylight
Intensitas pencahayaan rata – rata	180,975 lux	502,15 lux	72,975 lux	502,68 lux
Daya yang Digunakan untuk Pencahayaan	320 W	452 W	128 W	652 W
Efisiensi Daya Listrik (watt meter persegi)	2,45 w/m ²	5,35 w/m ²	1,62 w/m ²	5,37 w/m ²

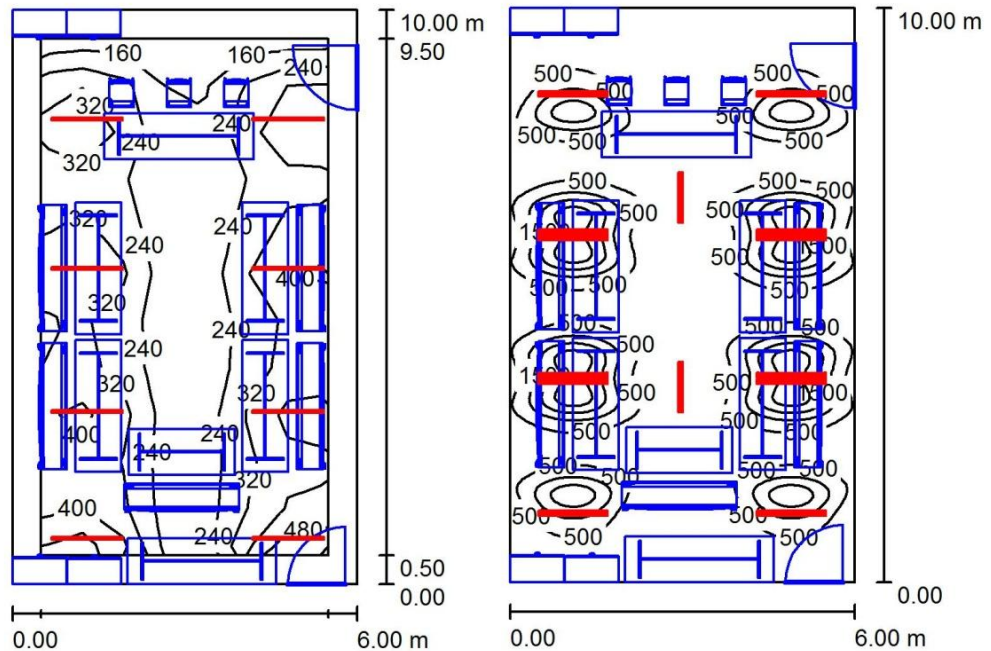
Dilihat dari tabel analisis di atas menunjukkan bahwa adanya perbedaan yang signifikan terhadap kondisi pencahayaan buatan antara sebelum optimasi dan sesudah optimasi. Di mana intensitas pencahayaan rata – rata dan efisiensi daya listrik mengalami kenaikan nilai yang drastis. Beberapa faktor yang menyebabkan perubahan yang signifikan terhadap intensitas pencahayaan rata – rata dan efisiensi daya listrik pada kondisi ruangan bengkel SMK Karya Guna I.

Faktor – faktor yang berpengaruh adalah sebagai berikut :

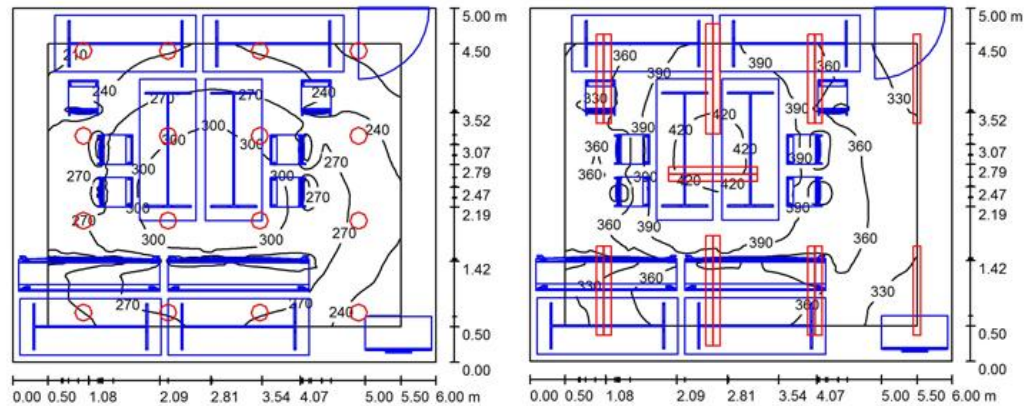
1. Spesifikasi Lampu yang digunakan
2. Jumlah lampu yang terpasang
3. Kombinasi lampu dari aplikasi Algoritma Greedy

Terjadi peningkatan intensitas pencahayaan dan efisiensi daya listrik yang dihasilkan proses optimasi menggunakan Algoritma Greedy, di mana *Sebelum Optimasi* : a). *Ruang Panel* (Erata-rata = 180,975 lux, $\eta = 2,45 \text{ W/m}^2$), b). *Ruang Instalasi Listrik* (Erata-rata = 72,975 lux, $\eta = 1,62 \text{ W/m}^2$). Dan ketika dioptimasi terjadi peningkatan : *Sesudah Optimasi*: a). *Ruang Panel* (Erata-rata = 502,15 lux, $\eta = 5,35 \text{ W/m}^2$), b). *Ruang Instalasi Listrik* (Erata-rata = 502,68 lux, $\eta = 5,37 \text{ W/m}^2$).

Selain itu Penyebaran cahaya juga menjadi aspek penting, sebab pencahayaan yang baik harus mampu memberikan pencahayaan yang sesuai pada bidang kerja, tata letak lampu dan lampu yang digunakan harus sesuai. Berikut hasil penyebaran cahaya sebelum dan sesudah optimasi :



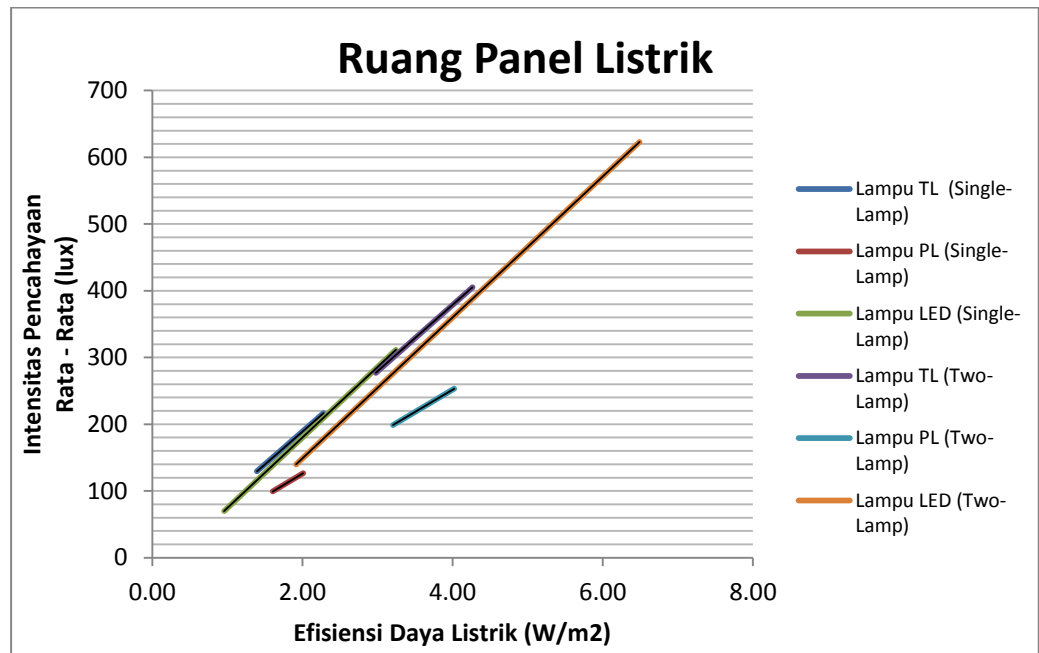
Gambar 4.8. *Penyebaran Cahaya pada Ruang Listrik : sebelum optimasi (kiri) dan sesudah optimasi (kanan)*



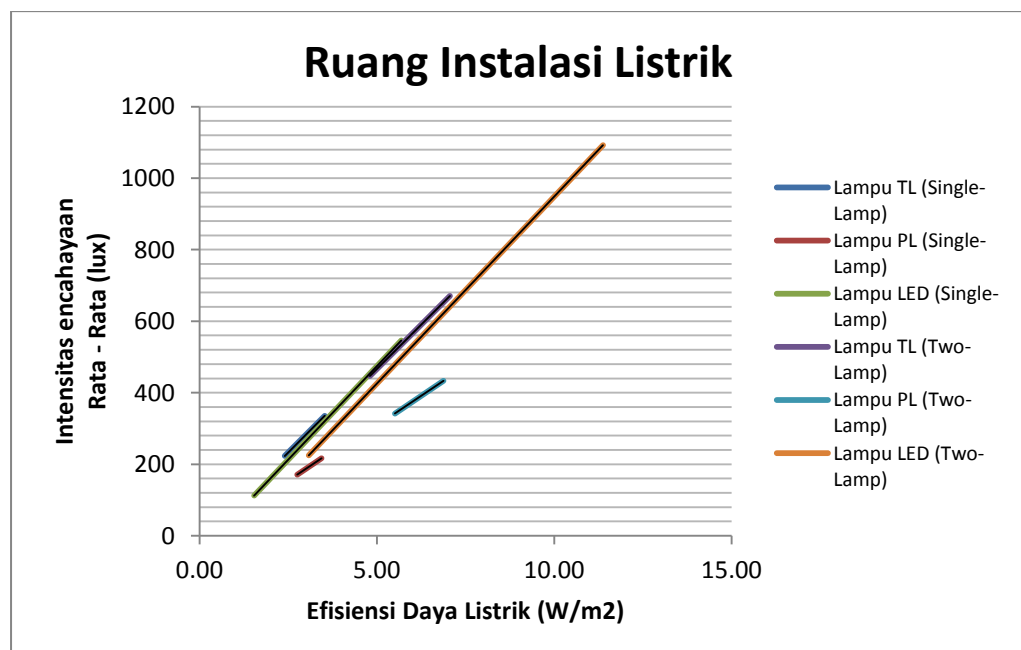
Gambar 4.9. *Penyebaran Cahaya pada Ruang Instalasi Listrik : sebelum optimasi (kiri) dan sesudah optimasi (kanan)*

Penyebaran cahaya menjadi lebih merata ke setiap sudut ruangan dan bisa dilihat adanya peningkatan intensitas pencahayaan yang menyebar keseluruhan bagian ruangan dan pemusatan pencahayaan pada bidang kerja yang terdapat dalam ruangan tersebut. Dengan hal tersebut seharusnya kondisi kegiatan dalam ruangan tersebut bisa mendapatkan pencahayaan yang sesuai. Perubahan posisi letak lampu yang terdapat pada setiap ruangan seperti pemasangan lampu pada tengah area ruangan, bertujuan untuk pemeratakan pencahayaan pada area yang lebih membutuhkan, karena daya lampu yang digunakan berbeda dan menghasilkan fluks cahaya yang berbeda juga.

Berikut adalah grafik intensitas pencahayaan rata – rata terhadap efisiensi daya listrik dari solusi optimum dari setiap ruangan bengkel listrik :



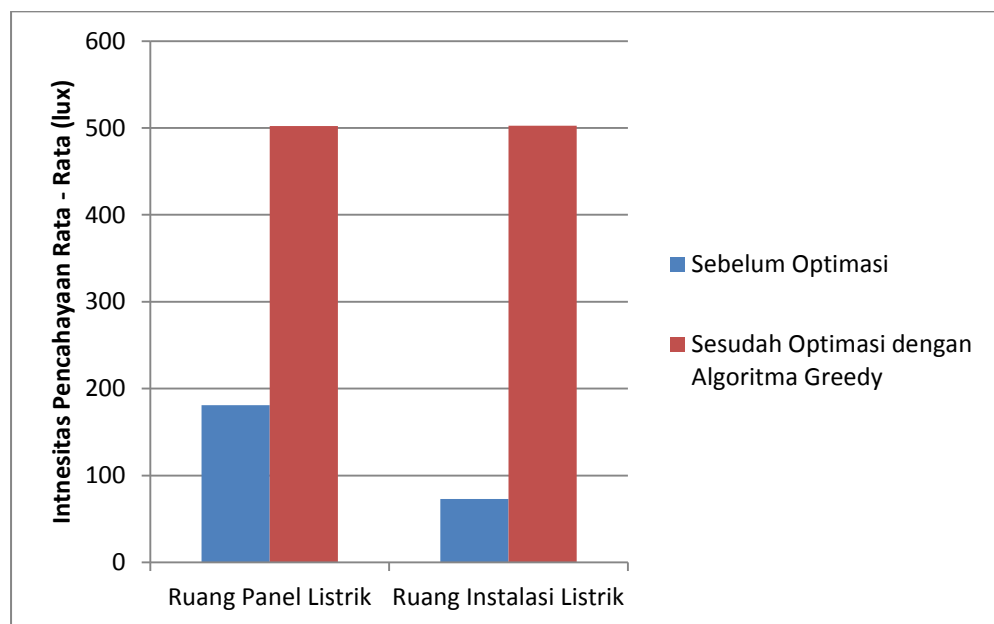
Gambar 4.10. *Grafik Solusi Optimasi untuk Intensitas Pencahayaan Rata – Rata (lux) terhadap Efisiensi Daya Listrik (W/m²) pada Ruang Panel Listrik*



Gambar 4.11. *Grafik Solusi Optimasi untuk Intensitas Pencahayaan Rata – Rata (lux) terhadap Efisiensi Daya Listrik (W/m²) pada Ruang Instalasi Listrik*

Dilihat dari grafik di atas setiap jenis lampu dan jumlah lampu serta jenis pemasangannya mempengaruhi tingkat intensitas pencahayaan rata – rata dan efisiensi daya listriknya. Bila dilihat dari gambar 4.10. dan 4.11 di atas adalah kombinasi menggunakan lampu LED lebih menguntungkan karena kombinasinya menghasilkan intensitas pencahayaan dan efisiensi daya listrik yang maksimal dan pesat dengan spesifikasi lampu yang lebih canggih. Namun tetap pemilihan jenis lampu juga harus sesuai dengan kondisi ruangan.

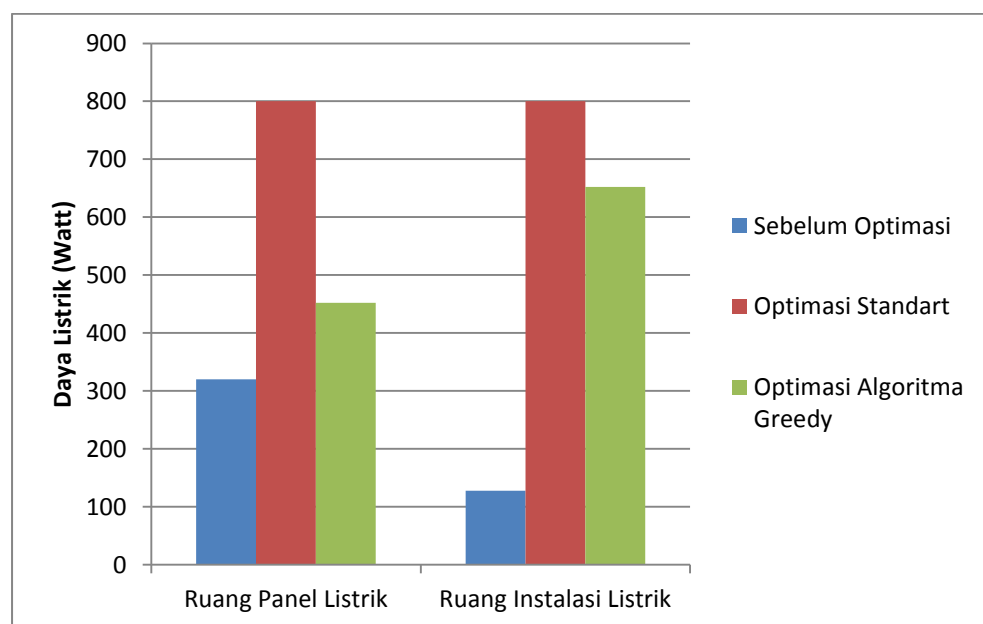
Untuk optimasi pencahayaan buatan yang berkaitan dengan penyesuaian kriteria intensitas pencahayaan rata – rata pada ruang bengkel listrik SMK Karya Guna I, tersaji pada grafik berikut :



Gambar 4.12. Grafik Hasil Sebelum dan Sesudah Optimasi Pencahayaan dengan Algoritma Greedy untuk Intensitas Pencahayaan Rata - Rata

Pada Grafik 4.12 disimpulkan bahwa penyesuaian intensitas pencahayaan rata – rata sesuai dengan kriteria yaitu 500 lux untuk ruangan bengkel atau laboratorium didapatkan solusi optimum untuk tiap masing masing bagian ruangan dengan spesifikasi jenis lampu berbeda dan peningkatan jumlah lampu menjadi 16 buah. Dan terjadi peningkatan yang drastis yang berarti optimasi menggunakan algoritma greedy bisa dijadikan metode alternatif untuk memecahkan masalah optimasi pencahayaan buatan.

Untuk efisiensi daya yang digunakan untuk pencahayaan buatan tersebut menggunakan algoritma Greedy tersaji sebagai berikut :



Gambar 4.13. *Grafik Hasil Hasil Optimasi Terhadap Daya Listrik yang Dikeluarkan untuk Pencahayaan Buatan dengan Acuan 500 lux*

Pada gambar 4.12 terlihat perbandingan yang tergambar dari diagram batang, dengan acuan 500 lux, di mana optimasi algoritma greedy lebih efisien

dibandingkan dengan optimasi standart dalam hal penggunaan daya listrik untuk pencahayaan buatan. Sehingga algoritma greedy menjadi alternatif untuk memilih solusi untuk keoptimalan pencahayaan buatan.

4.4. Keterbatasan Penelitian

Pengujian terhadap intensitas pencahayaan dan efisiensi daya listrik telah berhasil dilakukan dan menghasilkan sebuah optimasi. Namun ada beberapa keterbatasan dalam penelitian yang telah disadari peneliti yang menyebabkan tingkat keakuratan penelitian tidak seluruhnya mutlak. Adapun beberapa keterbatasan yang terdapat dalam penelitian ini antara lain :

4.4.1. Ketelitian Kinerja Program Algoritma Greedy

Kekurangan dari program ini adalah terletak pada data awal yang sudah di *input* tidak bisa diubah dalam arti program ini hanya khusus untuk penelitian ini tidak bisa dipakai secara umum. Selain itu hasil perhitungan Program Algoritma Greedy dan penggambaran penyebaran dengan DIALux tidak sepenuhnya sama dikarenakan faktor – faktor seperti : Penyerapan cahaya pada ruangan, Cahaya yang terhisap armature, dan lainnya.

4.4.2. Tidak Ada Konektivitas antar Program Algoritma Greedy dan Simulator DIALux 4.12 Secara Otomatis

Untuk simulasi DIALux 4.12 hanya akan ditampilkan untuk kondisi sebelum dioptimasi dan kondisi sesudah dioptimasi dan itu pun hanya untuk

solusi optimum maksimum, selain itu tidak ada gambaran secara visual. Dan semua dilakukan secara manual tidak ada perintah otomatis pada Program Algoritma Greedy yang melayani tampilan visual DIALux 4.12.

4.4.3. Tingkat Ketelitian Luxmeter

Luxmeter yang digunakan terkadang menghasilkan nilai yang berubah saat proses penelitian sehingga diragukan mencapai tingkat ketelitian tidak mencapai 100%