

Desain dan Analisis Pencahayaan Gedung Bengkel Universitas Negeri Manado

Calvin Mamahit¹, Prayogi Pangestu²

^{1,2} Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Manado; email: calvinmamahit@unima.ac.id, prayogipangestu.unima@gmail.com

[Dikirimkan: 17 November 2023, Direvisi: 13 Mei 2024, Diterima: 27 Mei 2024]

Corresponding Author: Calvin Mamahit

INTISARI — Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendesain dan menganalisis pencahayaan Gedung Bengkel Universitas Negeri Manado. Penerangan alami dan buatan diperlukan untuk aktivitas manusia sehari-hari di luar dan di dalam bangunan. Penerangan harus memenuhi standar yang dituangkan dalam SNI dan Peraturan Menteri Kesehatan No. 70 Tahun 2016 tentang Standar Intensitas Cahaya. Salah satu tujuan penerangan gedung adalah untuk memberikan penerangan yang cukup sekaligus mengurangi bahaya kecelakaan. Berdasarkan uraian tersebut, penulis tertarik untuk mempelajari lebih lanjut dan menyelidiki standar pencahayaan yang ada pada fasilitas bengkel UNIMA saat ini. Penulis menggunakan survei dan analisis kebutuhan, kemudian melakukan pengembangan dengan merancang kebutuhan penerangan. Hasil perancangan tersebut langsung diimplementasikan pada proyek instalasi penerangan, lalu kembali dianalisis keefektifan dan efisiensi penerangan itu. Penulis memperoleh data penelitian untuk evaluasi dengan melakukan studi kasus dimana data dikumpulkan, diolah, dibandingkan, dan dievaluasi. Penulis menggunakan teori dasar dimana intensitas cahaya berbanding lurus dengan fluks cahaya, jumlah titik pasang, dan rugi-rugi cahaya, serta berbanding terbalik dengan luas ruangnya. Ada tujuh ruangan yang dianalisis, yaitu lima ruang pendukung, satu ruang kerja utama, dan ruang toilet. Hasil penelitian menunjukkan intensitas cahaya pada ruang bengkel UNIMA rata-rata 144,2 lux dan area kerja 191,06 lux. Perhitungan serta analisis banyaknya lampu yang dipakai supaya terpenuhi kriteria SNI, adalah 54 LED bervariasi daya 10, 22, 20, dan 40 watt.

KATA KUNCI — Analisis, Desain, Pencahayaan, Gedung, Bengkel.

I. PENDAHULUAN

Unsur fisik, kimia, biologi, dan psikologis semuanya berdampak pada tempat kerja. Seperti yang dinyatakan sebelumnya, variabel fisik dapat berdampak pada lingkungan kerja dan personel. Pencahayaan merupakan salah satu contoh komponen fisik. Pekerja yang melakukan segala jenis aktivitas pekerjaan memerlukan penerangan [1].

Pencahayaan merupakan salah satu aspek yang berkontribusi terhadap lingkungan kerja yang menyenangkan dan terkait dengan produktivitas manusia. Penerangan yang baik memungkinkan individu untuk melihat apa yang sedang mereka kerjakan dengan jelas, cepat, dan tanpa usaha yang berlebihan. Penerangan yang buruk dapat menyebabkan kelelahan mata karena penurunan efektivitas aktivitas mata dan gejala nyeri dan sakit kepala di sekitar mata. Sumber penerangan diperlukan berdasarkan peruntukan ruangan untuk menyuplai kebutuhan cahaya pada ruangan tersebut [2].

Sistem pencahayaan adalah salah satu bagian paling penting dan mendasar dari suatu struktur, sehingga memungkinkannya menjadi bangunan yang kita idamkan. Pemasangannya harus hati-hati agar tidak mengancam pelanggan atau pengguna saat digunakan. Oleh karena itu, saat memasang sistem pencahayaan, sangat penting untuk menggunakan proses yang cermat dan tepat serta mematuhi persyaratan yang berlaku.

Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) tahun 2011 [3] mengatur tentang perancangan instalasi listrik di Indonesia. Undang-undang ini menunjukkan bagaimana membangun instalasi listrik yang baik dan akurat [4], keduanya merupakan persyaratan Indonesia [5]. Sesuai Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, No. 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Tata Cara Pelaksanaan Pencahayaan, diusahakan pencahayaan alami dan buatan agar tidak menimbulkan silau dan mempunyai intensitas yang sesuai. sesuai dengan peruntukannya [6].

Penerangan diperlukan untuk menunjang berbagai aktivitas manusia di dalam dan luar ruangan. Standar tingkat intensitas cahaya pada suatu pabrik atau area produksi adalah 300 lux, sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 70 Tahun 2016 tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Kerja [7].

Bengkel Unima atau dalam kehidupan sehari-hari disebut Bengkel UNIMA merupakan tempat berkumpulnya para pelaku usaha kecil dan menengah yang memberikan jasa perbaikan metode pengelasan atau pengerjaan kayu. Bengkel Unima juga menjadi wadah bagi mahasiswa untuk membuat kerajinan tangan seperti bahan-bahan fungsional yang terkait dengan mata kuliahnya di Fakultas Teknik Unima.

Bengkel Universitas Negeri Manado merupakan tempat diadakannya pengerjaan kayu dan besi, dan banyak mahasiswa yang datang ke sini untuk berlatih atau belajar bagaimana memanfaatkan mesin-mesin terkini seperti mesin las atau mesin pemotong. Dengan seringnya para pekerja dan mahasiswa berkunjung untuk bekerja dan praktik, jelas bahwa penerangan sangat dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan penerangan di ruang kerja bengkel Unima. Meskipun sistem pencahayaan pada Bengkel Unima masih tergolong baru, namun kebutuhan pencahayaan harus dianalisis untuk memastikan memenuhi tuntutan dan standar saat ini [8]. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan menciptakan penerangan listrik yang efisien dan berstandar pada Bengkel Unima.

II. LANDASAN TEORI

Satuan standar lux didasarkan pada kebutuhan, dengan asumsi lampu yang digunakan adalah lampu LED dengan ukuran 1 Watt = 120 lumens dan juga memperhatikan besar kecilnya area dan area kerja [2], dalam analisa perhitungan ini menggunakan sederhana

rumusnya dengan mengabaikan ketinggian plafon namun tetap memperhatikan faktor lain seperti pengaruh dinding. Berikut rumusnya [2] dan [8]:

$$E = \frac{\Phi \times N \times Cu \times LLF}{A} \quad (1)$$

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times n \times Cu \times LLF} \quad (2)$$

Deskripsi rumus:

E = intensitas cahaya (lux)
 Φ = fluks cahaya (lumen), 1-watt setara dengan 100 lumens
N = jumlah titik pemasangan
Cu = Coefficient Utilization (koefisien penggunaan, menggunakan 50% atau 0,5
LLF = lost light factor (faktor rugi cahaya), nilai koefisiennya adalah 0.7 - 0.8 berdasarkan kondisi rumah
A = luasan ruangan (m²)

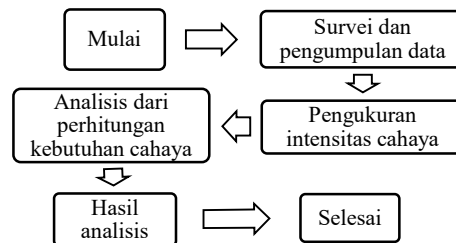
III. METODE PENELITIAN

Langkah-langkah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tinjauan Pustaka: Yaitu pencarian istilah-istilah dalam buku, media, atau temuan penelitian orang lain untuk dijadikan landasan teori yang dapat dijadikan bahan rujukan dalam pembuatan laporan ini [9].
2. Metode observasi: Ini adalah metode pengumpulan data dengan melihat langsung suatu benda dalam jangka waktu tertentu dan mengandalkan pencatatan secara metodis terhadap benda-benda tertentu yang ingin dilihat. Dalam observasi ini penulis melakukan pengukuran dan observasi langsung di bengkel untuk mengumpulkan data untuk penyusunan laporan [10].
3. Teknik wawancara: Wawancara merupakan metode pengumpulan data yang melibatkan pertanyaan dan tanggapan langsung dari peserta lokakarya untuk mendapatkan data yang dapat dimanfaatkan untuk menyusun laporan [11].
4. Metode dokumentasi: Dokumentasi merupakan strategi pengumpulan data dengan memotret bahan penyusunan laporan dalam bentuk gambar dan diagram pengkabelan [12].

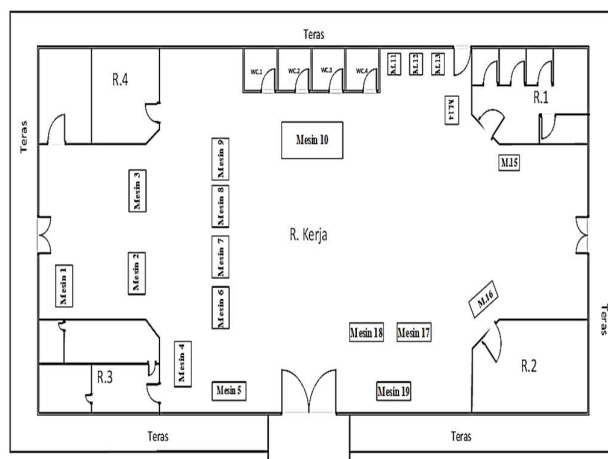
Observasi berlangsung selama tiga bulan. Penelitian ini dilakukan pada Bengkel Universitas Negeri Manado. Unima, Tataaran Satu, Tondano Selatan, Kabupaten Minahasa, dan Sulawesi Utara semuanya merupakan tempat yang bisa dikunjungi.

Diagram alir digunakan dalam penelitian untuk menggambarkan aliran serangkaian langkah yang berurutan. Hal ini digambarkan pada Gambar 1 diagram alir.



Gambar 1. Diagram alir desain penelitian

Bengkel Unima terbagi menjadi beberapa ruangan, antara lain area utama pengoperasian mesin dan ruangan lain yang lebih kecil seperti toilet. Gambar 2 menggambarkan gambaran denah lantai bengkel.



Gambar 2. Bengkel Unima

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Peneliti mengambil data atau pengukuran dengan menggunakan pengukuran lokal, yaitu perhitungan yang dilakukan langsung di atas area kerja yang dalam hal ini adalah mesin. Pengukuran dengan aplikasi Lux Meter pada smartphone menggunakan sensor cahaya saat ini [13]. Berikut langkah-langkah pengumpulan atau pengukuran data:

1. Luncurkan aplikasi Lux Meter dan kalibrasi.
2. Tempatkan perangkat aplikasi di lokasi yang diukur.
3. Berikan waktu untuk hasil terbaik.
4. Mengisi formulir pengukuran dengan hasil pengukuran.
5. Setelah menggunakan lux meter, segera keluar dari program.

Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran dan observasi lokal yang dilakukan pada seluruh ruangan dan peralatan di Bengkel Unima.

TABEL I
DATA INTENSITAS CAHAYA TIAP RUANGAN

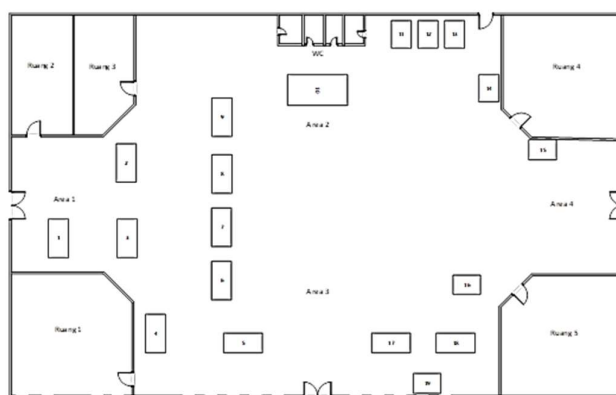
No	Ruang	Luas	Rata-rata pengukuran (lux)
1	Ruang 1	64 m ²	306
2	Ruang 2	32 m ²	224,4
3	Ruang 3	32 m ²	227
4	Ruang 4	64 m ²	206,2
5	Ruang 5	64 m ²	285
6	Wc 1	2,5 m ²	116,6
7	Wc 2	2,5 m ²	116,8
8	Wc 3	2,5 m ²	119
9	Wc 4	2,5 m ²	118,6

Seperti terlihat pada Tabel 1, menghasilkan data berdasarkan observasi yang dilakukan dengan memantau intensitas cahaya di setiap ruangan bengkel pada saat cuaca cerah. Setiap sudut bangunan memiliki lima kamar, empat toilet, dan tempat kerja. Masing-masing memiliki tingkat pencahayaan yang berbeda. Sesuai SNI dan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 70 Tahun 2016 tentang Standar dan Ketentuan Kesehatan Lingkungan Kerja, ruangan 1 sampai dengan 5 memenuhi norma. Namun ruangan kamar mandinya tidak mencapai 200–250 lux. Pengumpulan data dilakukan antara pukul 09.00 dan 14.00 dalam kondisi cuaca ideal atau cerah. Intensitas cahaya yang diterima di gedung bengkel akan berkurang drastis jika cuaca mendung dan hari menjelang gelap.

TABEL II
DATA INTENSITAS CAHAYA PADA SETIAP MESIN

No	Ruang kerja	Intensitas cahaya rata-rata
1	Mesin 1	161,4
2	Mesin 2	133,4
3	Mesin 3	169,2
4	Mesin 4	169
5	Mesin 5	175,8
6	Mesin 6	110,2
7	Mesin 7	98,6
8	Mesin 8	99
9	Mesin 9	268,6
10	Mesin 10	67,8
11	Mesin 11	123,2
12	Mesin 12	119
13	Mesin 13	122,4
14	Mesin 14	116
15	Mesin 15	142,2
16	Mesin 16	164,2
17	Mesin 17	168,2
18	Mesin 18	166,4
19	Mesin 19	165

Ruang kerja bengkel memiliki 19 mesin dengan berbagai ukuran dan penempatan (lihat Tabel 2). Beberapa mesin berukuran hampir sama, sedangkan mesin lainnya lebih besar atau lebih kecil. Posisi mesin mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap hasil pengujian intensitas cahaya. Intensitas cahaya lebih tinggi pada mesin yang dekat dengan sumber cahaya, seperti jendela dibandingkan pada mesin dengan sumber cahaya yang terhalang.



Gambar 3. Sketsa lokasi mesin-mesin

Pengamatan ini juga menunjukkan bahwa hasil uji intensitas pada mesin tersebut serupa dengan temuan pada mesin lainnya. Hal ini disebabkan kedekatan mesin satu sama lain. Misalnya, mesin 1 sampai 3, 4 sampai 9, 11 sampai 14, dan 16 sampai 19. Gambar 3 menggambarkan lokasi ruangan.

TABEL 3
PENGUNAAN LAMPU

No.	Mesin	Luas (m ²)	Daya Lampu	Total Load
1	Ruang kerja	10	450 W	740 W
2	Ruang 1	4	40 W	
3	Ruang 2	1	10 W	
4	Ruang 3	1	10 W	
5	Ruang 4	6	60 W	
6	Ruang 5	1	10 W	
7	WC 1	1	10 W	
8	WC 2	1	10 W	
9	WC 3	1	10 W	
10	WC 4	1	10 W	
11	Teras	10	120 W	

Data jumlah lampu diperoleh berdasarkan observasi yang dilakukan terhadap sistem pencahayaan gedung tempat kerja seperti terlihat pada Tabel 3. Terdapat 27 lampu yang dimanfaatkan pada ruangan dan area kerja. Sepuluh lampu utama berada di area kerja, tiga belas lampu 10W di setiap ruangan, dan empat lampu 10W untuk menerangi toilet.

Sumber penerangan pada gedung bengkel meliputi penerangan buatan dan alami. Sumber penerangan didukung oleh beberapa jendela dan area kerja yang luas dan terbuka sehingga memungkinkan cahaya masuk lebih banyak [14].

TABEL 4
KONDISI SELURUH RUANGAN DI BENGKEL UNIMA

No	Hasil observasi	Kategori	Kesesuaian
1	Jenis permukaan benda dalam ruang	Menyerap karena tidak memantulkan cahaya	Sesuai
2	Warna dinding	Cerah, putih dan merah	Sesuai
3	Udara dalam ruangan	Segar tanpa asap dalam ruangan	Sesuai

Peneliti memeriksa keadaan setiap ruangan di gedung bengkel. Sehingga hasil pengamatan yang diperoleh berdasarkan Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa kondisi warna pada dinding, udara dalam ruangan, permukaan kerja, dan permukaan benda merupakan kondisi yang tidak dapat diterima sehingga tidak mengganggu aktivitas atau mengganggu saat pengukuran [15].

A. ANALISIS RUANG 1

Ruang 1 dipisahkan menjadi empat bagian. Ruang pertama berfungsi sebagai ruang tamu, ruang kedua sebagai kantor, dan ruang ketiga dan keempat sebagai tempat penyimpanan berkas atau gudang. Ruangan tersebut berukuran panjang 8 m dan lebar total 8 m dan terbagi menjadi ruangan A yang luasnya 22 m²; B yang mempunyai luas 22 m²; ruang C yang luasnya 15 m², dan ruang D yang luasnya 5 m². Ruangan A, B, dan C akan mendapat penerangan LED sebesar 20 watt, sedangkan ruangan D akan mendapat penerangan sebesar 10 watt. Nilai koefisien (CV) untuk sistem penerangan langsung dengan warna plafon dan dinding adalah 50%. Asumsikan nilai kehilangan cahaya adalah 0,7. Selanjutnya menurut SNI, luxnya antara 150 hingga 250 lux. Jumlah lampu yang dibutuhkan kemudian dapat diperkirakan dengan menggunakan Persamaan 2 sebagai berikut:

$$N = \frac{120 \times 22}{2400 \times 1 \times 0,5 \times 0,7}$$

$$N = \frac{2640}{840}$$

$$N = 3,14 \approx 3$$

Jumlah bohlam yang dibutuhkan dalam ruangan ini adalah tiga. Keluaran dari perhitungan tersebut adalah lampu ruangan B sebanyak 3 lampu, lampu ruangan C sebanyak 2 buah, dan lampu ruangan D sebanyak 3 buah.

B. ANALISIS RUANG 2 DAN RUANG 3

Kamar 2 mirip dengan Kamar 3 namun dipisahkan oleh tembok. Kamar 2 dan 3 berukuran 32 m², dengan dinding cemerlang dan lampu LED 22 watt. Nilai koefisien (CV) untuk sistem penerangan langsung dengan warna plafon dan dinding cerah adalah 50%. Asumsikan nilai kehilangan cahaya adalah 0,7. Selanjutnya menurut SNI, luxnya antara 150 hingga 250 lux. Jumlah lampu yang dibutuhkan kemudian dapat diperkirakan dengan menggunakan Persamaan 2 sebagai berikut:

$$N = \frac{120 \times 32}{2640 \times 1 \times 0,5 \times 0,7}$$

$$N = \frac{3840}{924}$$

$$N = 4,1 \approx 4$$

Jumlah bohlam yang dibutuhkan dalam ruangan ini adalah empat. Dengan menggunakan rumus yang sama, hasil ruangan 3 adalah empat lampu.

C. ANALISIS RUANG 4

Ruang 4 dipisahkan menjadi beberapa bagian, serupa dengan Ruang 1. Ruang utama memiliki luas 40 m² dan menggunakan LED 22 watt, sedangkan tiga area lainnya berukuran sama yaitu 4 m² dan menggunakan LED 10 watt. Ruangan bagian akhir memiliki luas 12 m² dan diterangi lampu LED 20 watt. Nilai koefisien (CV) untuk sistem penerangan langsung dengan warna plafon dan dinding cerah adalah 50%. Asumsikan nilai kehilangan cahaya adalah 0,7. Selanjutnya menurut SNI, luxnya antara 150 hingga 250 lux. Jumlah lampu yang dibutuhkan kemudian dapat diperkirakan dengan menggunakan Persamaan 2 sebagai berikut:

$$N = \frac{120 \times 40}{2640 \times 1 \times 0,5 \times 0,7}$$

$$N = \frac{4800}{924}$$

$$N = 5,1 \approx 5$$

Dengan menggunakan perhitungan yang sama untuk ruangan B yang mempunyai empat ruangan yang masing-masing terdapat satu buah lampu, dan ruangan C yang mempunyai dua buah lampu, maka kebutuhan lampu pada ruangan tersebut sebanyak lima buah.

D. ANALISIS RUANG 5

Karena ruangan ini hanya terdapat satu ruangan, maka luas ruangnya adalah 64 m². Lampunya adalah LED 40 watt dengan tingkat lumen 4.800. Nilai koefisien (CV) untuk sistem penerangan langsung dengan warna plafon dan dinding cerah adalah 50%. Asumsikan nilai kehilangan cahaya adalah 0,7. Selanjutnya menurut SNI, luxnya antara 150 hingga 250 lux. Jumlah lampu yang dibutuhkan kemudian dapat diperkirakan dengan menggunakan Persamaan 2 sebagai berikut:

$$N = \frac{120 \times 64}{4800 \times 1 \times 0,5 \times 0,7}$$

$$N = \frac{7680}{1680}$$

$$N = 4,57 \approx 5$$

Setelah dibulatkan, maka lampu yang dibutuhkan pada ruangan ini sebanyak 5 buah lampu.

E. ANALISIS RUANG TOILET

Struktur ini memiliki empat toilet. Setiap toilet mempunyai luas yang sama yaitu 2,5 m². Bohlam yang akan digunakan adalah lampu LED 10 watt dengan keluaran lumen 1000. Nilai koefisien (CV) untuk sistem penerangan langsung dengan warna plafon dan dinding cerah adalah 50%. Asumsikan nilai kehilangan cahaya adalah 0,7. Selanjutnya menurut SNI, luxnya sekitar 250 lux. Jumlah lampu yang dibutuhkan kemudian dapat diperkirakan dengan menggunakan Persamaan 2 sebagai berikut:

$$N = \frac{250 \times 2,5}{1000 \times 1 \times 0,5 \times 0,7}$$

$$N = \frac{625}{420}$$

$$N = 1,48 \approx 2$$

Setelah dibulatkan, lampu yang dibutuhkan untuk setiap ruangan adalah 2 lampu.

F. ANALISIS AREA KERJA

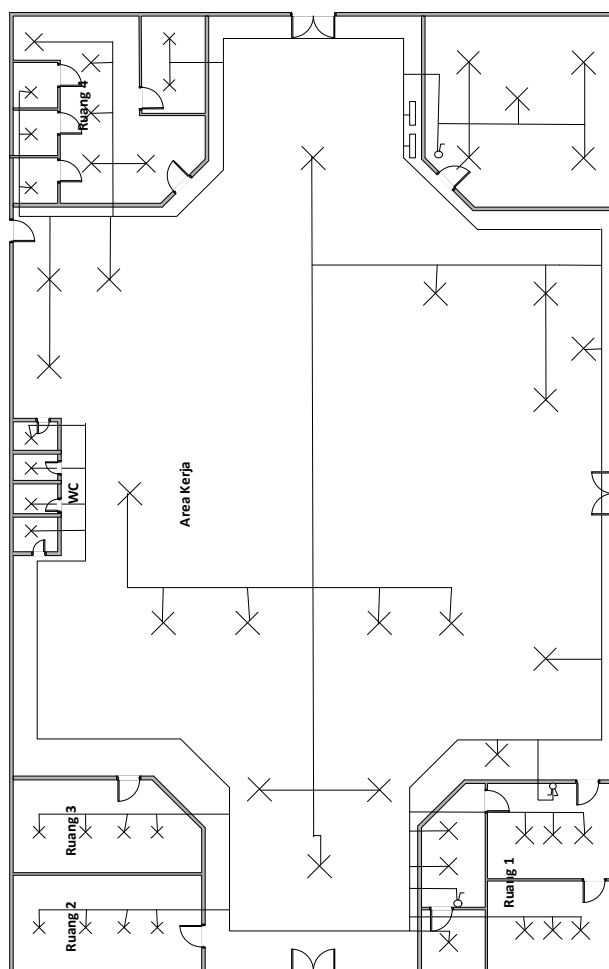
Perhitungan area kerja agak berbeda dengan ruangan sebelumnya. Karena luas dan terbukanya ruang serta untuk menghemat energi untuk penerangan dan barang lainnya, maka luas area yang digunakan dalam perhitungan setiap mesin didasarkan pada luas permukaan kerja masing-masing mesin. Lokasi mesin juga diperhitungkan. Hasil perhitungan dari 19 mesin dilihat pada Tabel 5.

TABEL 5

HASIL PERHITUNGAN DARI PENCAHAYAAN DI 19 MESIN

No.	Mesin	Luas (m ²)	Jumlah Lampu
1	Mesin 1	2,89	1
2	Mesin 2 and 3	9	2
3	Mesin 4	2,89	1
4	Mesin 5	3,24	1
5	Mesin 6 and 7	9	2
6	Mesin 8 and 9	9	2
7	Mesin 10	3,75	1
8	Mesin 11, 12 and 13	9	2
9	Mesin 14	3,24	1
10	Mesin 15	3,24	1
11	Mesin 16	3,24	1
12	Mesin 17, 18 and 19	15	3

Gambar 4 menggambarkan hasil saran perancangan setelah dilakukan perhitungan pada setiap ruangan dan perhitungan jumlah lampu yang digunakan berdasarkan rekomendasi SNI dan Peraturan Menteri Kesehatan No.70 Tahun 2016.



Gambar 4. Desain Rekomendasi Penerangan Bangunan Bengkel Unima

V. KESIMPULAN

Rata-rata intensitas cahaya pada gedung Bengkel UNIMA sebesar 144,2 lux pada area kerja dan 191,06 lux pada ruangan biasa. Alhasil, intensitas cahaya dari standar SNI dan Peraturan Menteri Kesehatan No 70 Tahun 2016 tentang standar dan persyaratan kesehatan lingkungan kerja dengan nilai 250 lux untuk ruangan biasa dan 300 lux untuk area lingkungan kerja masih belum sesuai. Perhitungan dan analisis jumlah lampu yang digunakan untuk memenuhi kriteria SNI saat ini menghasilkan 54 lampu LED dengan variasi daya 10, 22, 20, dan 40 watt.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan dalam hasil penelitian ini.

REFERENSI

- [1] A. Renita, A. Fathimah, dan Anissatul, "Faktor-faktor yang Mempengaruhi Keluhan Kelelahan Mata Pada Pekerja Administrasi di PT. Antam Tbk, Unit Bisnis Pertambangan Emas Pongkor Kabupaten Bogor 2018," *Promotor*, vol. 2, no. 3, hlm. 222, 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.32832/pro.v2i3.1940>.
- [2] R. Damayanti dan Utomo, "Evaluasi Sistem Pencahayaan Alami pada Ruang Kontrol Utama Iradiator Gamma Merah Putih," *Prima*, vol. 15, no. 2, hlm. 18–25, 2018.
- [3] B. Kilis dan C. Mamahit, "Penerapan Sistem Proteksi Arus Bocor pada Instalasi Listrik Rumah Tinggal," *JURNAL EDUNITRO: Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 1, no. 2, hlm. 43–52, 2021, doi: 10.53682/edunitro.v1i2.2650.
- [4] B. Sawenduling, J. Malado, R. Ridwan, dan D. Olii, "Pengembangan Video Pembelajaran Instalasi Penerangan Listrik di SMK Negeri 1 Talaud," *JURNAL EDUNITRO: Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 2, no. 1, hlm. 9–18, Apr 2022, doi: 10.53682/edunitro.v2i1.3299.
- [5] Layanan Mutu Ketenagalistrikan (LMK), SNI PUIL. 2011.
- [6] Kepmenkes RI No. 1405, *Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran Dan Industri Menteri Kesehatan Republik Indonesia*. 2002, hlm. 1–22.
- [7] K. K. R. Indonesia, *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016 Tentang Standar Dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri*. 2016, hlm. 2016.
- [8] J. Pattinasarany, R. Ridwan, B. Kilis, dan J. Rapar, "Perancangan Instalasi Tenaga Listrik di Bengkel Universitas Negeri Manado," *JURNAL EDUNITRO: Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 2, no. 1, hlm. 19–28, Apr 2022, doi: 10.53682/edunitro.v2i1.3343.
- [9] R. Wahono, "Systematic Literature Review : Romi Satria Wahono."
- [10] H. Hasanah, "TEKNIK-TEKNIK OBSERVASI (Sebuah Alternatif Metode Pengumpulan Data Kualitatif Ilmu-ilmu Sosial)," *At-Taqaddum*, vol. 8, no. 1, hlm. 21, 2017, doi: 10.21580/at.v8i1.1163.
- [11] T. Rachmawati, "Metode Pengumpulan Data dalam Penelitian Kualitatif," dalam *UNPAR Press*, no. 1, Bandung: UNPAR Press, 2017, hlm. 1–29.
- [12] S. Gustiani, "Research and Development (R&D) Method as A Model Design in Educational Research and Its Alternative," *Holistics Journal*, vol. 11, no. 2, hlm. 12–22, 2019.
- [13] P. Nugroho, I. Wijayanto, E. Susatio, F. T. Elektro, U. Telkom, dan A. L. Sensor, "Perancangan Dan Implementasi Aplikasi Light Meter Pada Smartphone Berbasis Android Design and Implementation Light Meter Application in Smartphone," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 5, no. 2, hlm. 2214–2219, 2018.
- [14] A. Atthaillah, A. Bakhtiar, dan B. Badriana, "Optimalisasi Pencahayaan Alami Dengan Useful Daylight Illuminance Pada Desain Rumah Toko (Ruko) Di Kota Lhokseumawe," *Nature: National Academic Journal of Architecture*, vol. 6, no. 1, hlm. 11, 2019, doi: 10.24252/nature.v6i1a2.
- [15] L. Budiman dan H. C. Indrani, "Desain Pencahayaan Pada Ruang Kelas Sma Negri 9 Surabaya," *Dimensi Interior*, vol. 10, no. 1, hlm. 33–41, 2012, doi: 10.9744/interior.10.1.33-41.