



p-ISSN 2085-8507
e-ISSN 2722-3280

TECHNOLOGIC

VOLUME 15 NOMOR 2 | DESEMBER 2024

POLITEKNIK ASTRA

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

www.polytechnic.astra.ac.id

Email: editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id

DEWAN REDAKSI

Technologic

Ketua Editor:

Dr. Ir. Setia Abikusna, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng. (Politeknik Astra)

Dewan Editor:

Lin Prasetyani, S.T., M.T. (Politeknik Astra)

Dr. Rida Indah Fariani, S.Si., M.T.I (Politeknik Astra)

Dr. Yohanes Tri Joko Wibowo, S.T., M.T. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T., M.Eng (Politeknik Negeri Sriwijaya)

Mitra Bestari:

Abdi Suryadinata Telaga, Ph.D. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Agung Premono, S.T., M.T. (Universitas Negeri Jakarta)

Harki Apri Yanto, Ph.D. (Politeknik Astra)

Dr. Ir. Lukas, MAI, CISA, IPM (Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya)

Prof. Dr. Ir. Muhammad Mukhlisin MT., IPM. (Politeknik Negeri Semarang)

Dr. Ir. Sirajuddin, ST., MT., IPU (Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

Dr. Eng. Syahril Ardi, S.T., M.T. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T., M.Eng. (Politeknik Negeri Sriwijaya)

Asisten Editor:

Asri Aisyah, A.md. (Politeknik Astra)

Kristina Hutajulu, S.Kom., M.Kom. (Politeknik Astra)

Kantor Editor:

Politeknik Astra

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

www.polytechnic.astra.ac.id

Email: editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id

EDITORIAL

Pembaca yang budiman,

Puji syukur kita dapat berjumpa kembali dengan Technologic Volume 15 No. 2, Edisi Desember 2024.

Pembaca, Jurnal Technologic Edisi Desember 2024 kali ini berisi 10 manuskrip.

Atas nama Redaksi dan Editor, kami do'akan semoga dalam keadaan sehat selalu, dan semoga di tahun 2025 semakin sukses dan berjaya, tak lupa kami haturkan terima kasih atas kepercayaan para peneliti dan pembaca, serta selamat menikmati dan mengambil manfaat dari terbitan Jurnal Technologic kali ini.

Perlu kami sampaikan bahwa saat ini Jurnal Technologic masih dalam proses akreditasi jurnal, mohon dukungan dari para peneliti dan pembaca agar proses tersebut lancar dan mendapat hasil yang maksimal.

Selamat membaca!

DAFTAR ISI

INTEGRASI <i>BUILDING INFORMATION MODELING</i> (BIM) DAN <i>AUGMENTED REALITY</i> (AR) PADA <i>WAYFINDING SYSTEM</i> DI KAMPUS POLITEKNIK ASTRA (STUDI KASUS: AREA UPT. SIPIL)	1
Andrias Rianu Saputro dan Dica Rosmyanto	
MENINGKATKAN EFEKTIVITAS PROSES <i>BLEEDING</i> SISTEM REM DENGAN SST <i>BRAKE BLEEDER</i> DI PT XYZ	8
M Asyraf Fala, Wanda, Rusdi Febriyanto, Yohanes Agung Purwoko, dan Elroy FKP Tarigan	
PERANCANGAN SISTEM OTOMASI MESIN PEMBUAT WADAH MAKAN RAMAH LINGKUNGAN DARI PELEPAH PINANG BERBASIS PLC	15
Lin Prasetyani , Khairunnisa Cahya, Muhammad Iqbal , Naila Zalfa, dan Pengki Mulyanto	
OPTIMASI PENGGUNAAN LAMPU PADA AREA PAINTING DI PT X DITINJAU DARI ENERGI DAN EMISI DENGAN MENGGUNAKAN BIM	23
Mohamad Heri Sukantara, Herdimas, dan Putri Sheila Wulandari	
PENINJAUAN KEMBALI GEDUNG PRODUKSI PT.X MENURUT SNI 1726:2012 DAN PEMBARUAN SNI 1726:2019 MENGGUNAKAN SOFTWARE ETABS	30
Henkhi Krismayanto , dan Bimo Satria Wibowo	
RANCANG BANGUN APLIKASI SURVEI KEPUASAN PELANGGAN BERBASIS WEB UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS LAYANAN: STUDI KASUS DI PT XYZ	37
Rinald Pintara Paningku, Arie Kusumawati, Raden Rara Kartika Kusuma Winahyu	
EFISIENSI PENGAMBILAN DATA PENJUALAN PRODUK PADA SAP HYBRIS MELALUI IMPLEMENTASI <i>ROBOTIC PROCESS AUTOMATION</i> (RPA) DI PT PQRS	46
Sasmito Budi Utomo, Alifya Nika Gusma, dan Muhammad Tessar Radiputro	
PERANCANGAN STRUKTUR PANEL SURYA DENGAN SISTEM PERGERAKAN SEMI OTOMATIS UNTUK PRODUK <i>TOWER LAMP LS4-2000</i>	55
Pramana Sidik , Heri Sudarmaji	
PENENTUAN SKALA PRIORITAS PERBAIKAN JALAN DENGAN METODE <i>ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS</i> PADA PERKEBUNAN SAWIT	65
K. Setiawati, Andry Wisnu Prabowo, Inggar Wahyu	
ANALISIS FAKTOR KERUSAKAN JALAN MENGGUNAKAN METODE REGRESI LINIER BERGANDA PADA AKSES JALAN PERKEBUNAN SAWIT	71
K. Setiawati, M. D. Ayandi	

OPTIMASI PENGGUNAAN LAMPU PADA AREA PAINTING DI PT X DITINJAU DARI ENERGI DAN EMISI DENGAN MENGGUNAKAN BIM

Mohamad Heri Sukantara^{*}, Herdimas, dan Putri Sheila Wulandari

Politeknik Astra, Astra Daihatsu Motor

Jl. Gaharu Blok F3 Delta Silicon II Cibatu, Cikarang Selatan Kabupaten Bekasi Jawa Barat 17530

E-mail: mohamad.sukantara@polytechnic.astra.ac.id^{*}

Abstract-- The potential increase in electricity demand in Indonesia in 2023 is concerning and could lead to an energy crisis. Efforts to address this issue include the discovery of renewable energy sources, development of low-energy-consuming equipment, and increased energy efficiency. Simple activities that can be done include using artificial lighting systems wisely and efficiently. One area of production, called the Touch-Up line, serves as a place for improving the color of cars. In the Touch-Up line, there are 1048 lamps that produce lux exceeding the standard. To achieve the optimal number of lamps required, considering energy efficiency and the necessary lighting quality in the working environment, the lighting system's efficiency is being enhanced. The research method used for this study is quantitative. The study compares energy intensity, carbon emissions, and costs based on the number of lamps. Based on the analysis, the previous 1048 lamps in the Touch-Up line can be optimized by 51.9% to 504 lamps. The overall energy intensity (IKE) after the more efficient calculations is 51.61%, compared to the existing condition of 150 kWh/m²/year. This results in lower carbon emissions of 35.235 tons of CO₂.

Keywords: Lumen, carbon emissions, energy, cost, BIM.

Abstrak-- Potensi kenaikan kebutuhan listrik di Indonesia pada tahun 2023 menjadi hal yang mengkhawatirkan dan memungkinkan terjadinya krisis energi. Upaya yang dilakukan meliputi penemuan sumber energi terbarukan, pengembangan peralatan dengan konsumsi energi rendah, dan peningkatan efisiensi energi. Aktivitas sederhana yang dapat dilakukan seperti menggunakan sistem pencahayaan buatan dengan tepat dan bijak. *Touch-up line* merupakan salah satu area produksi yang berfungsi sebagai area untuk perbaikan hasil warna mobil. Pada *Touch-Up line* terdapat 1048 lampu dengan *lux* yang dihasilkan melebihi standar, efisiensi sistem pencahayaan dilakukan guna mencapai kebutuhan jumlah lampu yang optimal, dengan mempertimbangkan efisiensi energi dan kualitas pencahayaan yang diperlukan dalam lingkungan kerja. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif. Penelitian ini membandingkan intensitas energi, emisi karbon, dan biaya terhadap jumlah lampu. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, lampu pada *Touch-Up Line* sebelumnya terdapat 1048 lampu dapat diefisiensikan 51,9 % menjadi 504 lampu. Besar IKE pada kondisi setelah perhitungan lebih efisien 51,61 % jika dibandingkan dengan kondisi saat ini yaitu 150 kwh/m²/tahun, sehingga emisi karbon yang dihasilkan pun lebih sedikit dibandingkan kondisi saat ini yaitu sebesar 35,235 ton CO₂.

Kata Kunci: Lumen, emisi karbon, energi, biaya, BIM.

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan listrik di Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi, khususnya di kota-kota besar. Berdasarkan data dari Kementerian ESDM, konsumsi listrik per kapita di Indonesia pada tahun 2022 naik sebesar 4% dibandingkan tahun 2021. Kementerian ESDM menargetkan konsumsi listrik mencapai 1.336 kWh per kapita pada akhir tahun 2023. [3]

Hal ini menjadi isu serius yang berpotensi menimbulkan krisis energi. Berbagai upaya dilakukan, termasuk pengembangan energi terbarukan, peralatan hemat energi, dan peningkatan efisiensi penggunaan energi.[3] Usaha tersebut sejalan dengan program Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), yang bertujuan meningkatkan efisiensi energi dan

mengurangi emisi gas rumah kaca yang berkontribusi pada perubahan iklim.[1]

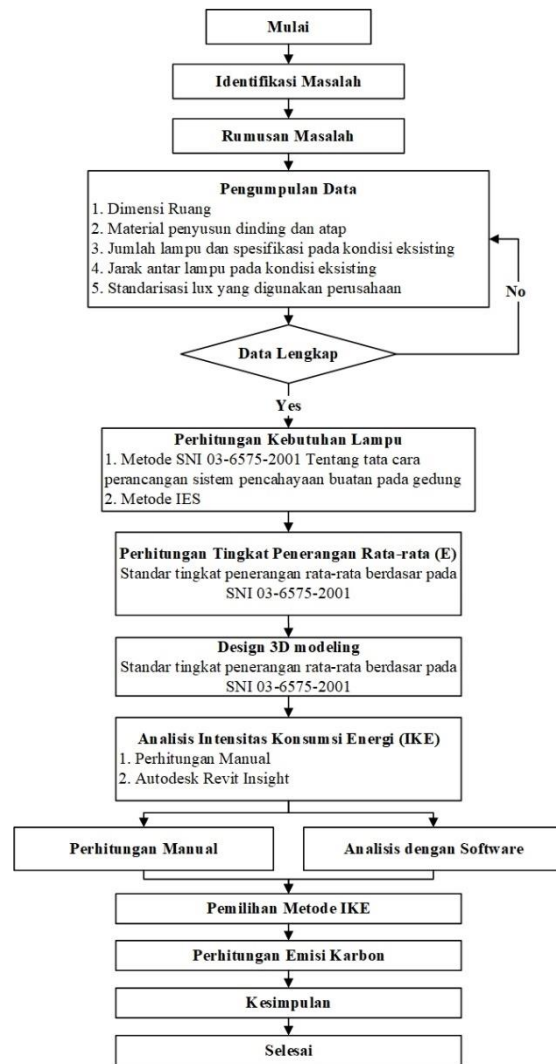
Penelitian sebelumnya telah melakukan analisis optimasi menggunakan perangkat lunak Dialux yang berintegrasi dengan Revit seperti Analisis Lampu Penerangan Rumah Tinggal Berdasarkan Lux Dan Intensitas Konsumsi Energi [5] *BIM Based Evaluation of Daylight Factor Aspect in the Sharia Housing Project That Implemented Islamic Housing Concept* [6]

Berdasarkan referensi tersebut penulis perlu menganalisis mengenai optimasi efisiensi energi penggunaan lampu pada PT X dengan menggunakan software BIM Autodesk Insight serta menganalisa emisi yang dihasilkan dari kebutuhan energi tersebut. PT X sebagai perusahaan manufaktur, memiliki

tanggung jawab terhadap limbah atau emisi karbon (CO₂) salah satunya yang berasal dari penggunaan listrik. Penggunaan Building Information Modeling (BIM) dalam manajemen energi dapat membantu mengurangi emisi karbon dari gedung dengan mengoptimalkan desain dan penggunaan energi. Salah satu inisiatif pengurangan emisi dilakukan melalui efisiensi jumlah lampu. Area produksi *Touch-up Line*, yang digunakan untuk perbaikan warna mobil, memiliki 1.048 lampu. Observasi menunjukkan bahwa jumlah tersebut menghasilkan *lux* yang berlebih, yang dapat mempengaruhi kenyamanan pekerja dan meningkatkan konsumsi energi. Dengan efisiensi sistem pencahayaan, penggunaan energi dapat dikurangi, biaya listrik ditekan, kualitas hidup meningkat, dan emisi karbon berkurang.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif. Data yang dibutuhkan antara lain: dimensi ruangan, spesifikasi lampu, material dinding, jumlah dan jarak lampu pada kondisi eksisting. Gambar 1 berikut ini merupakan tahapan pada penelitian ini.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Berdasarkan gambar 1 diatas terdapat beberapa tahapan alur penelitian dalam penyusunan penelitian ini, berikut penjelasan dari tahapan tersebut:

- Tahapan Pengumpulan Data

Berdasarkan peninjauan area lapangan, dilakukan pengumpulan data meliputi: pengukuran dimensi ruangan dan material yang digunakan pada ruangan yang kemudian dimodelkan menggunakan Autodesk Revit 2021. Integrasi BIM dalam desain berkelanjutan membantu menentukan bahan konstruksi yang lebih ramah lingkungan, sehingga dapat mengurangi dampak emisi gas rumah kaca.[4] Observasi juga dilakukan pada kondisi pencahayaan yang ada berupa jenis dan spesifikasi lampu yang digunakan, jumlah dan lama penggunaan lampu, serta posisi peletakan lampu di ruangan. Pengukuran lux diukur setiap jarak

6 meter sesuai dengan pedoman SNI 16-7062-2004 tentang pengukuran intensitas penerangan di tempat kerja.[3]

Data yang diperoleh meliputi detail dimensi ruangan untuk kebutuhan pembuatan model 3D :

- Dimensi area lantai yaitu 54 m x 5 m
- Ukuran area dinding samping yaitu 54 m x 2 m
- Dimensi area atap samping (bidang miring) yaitu 54 m x 1,2 m
- Dimensi area atap (top) yaitu 54 m x 3 m
- Adapun data mengenai jenis material yang digunakan pada ruangan tersebut.

Adapun data mengenai jenis material yang digunakan pada ruangan tersebut.

Tabel 1 Data material ruang

No	Sisi Ruang	Bagian	Material
1	Bawah	Lantai	Concrete
2	Samping kanan	Dinding	Acrylic
3	Samping kiri	Dinding	Fiber plastik
4	Atas	Atap	Fiber plastik
5	Samping kanan	Atap (miring)	Fiber plastik
6	Samping kiri	Atap (miring)	Fiber plastik

Jenis lampu yang digunakan yaitu LED dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 2 Spesifikasi Lampu

Spesifikasi	Keterangan
Daya	12 Watt
Lumen	1600 lumen

Standarisasi lux yang digunakan perusahaan berdasar pada Permenaker 5 Tahun 2018 K3 Lingkungan sebesar 1200 – 2000 lux.

Pada area *touch-up line* dilintasi beberapa tipe mobil. Dalam satu area, terdapat 12 unit mobil dan tipe yang akan dijadikan acuan adalah tipe yang memiliki ukuran paling besar dan panjang dengan dimensi per mobil sebagai berikut :

Panjang : 4,455 m

Lebar : 1,695 m

Tinggi : 1,705 m

Dimensi mobil digunakan sebagai luas area objek yang dikerjakan untuk perbaikan warna untuk menghitung kebutuhan jumlah lampu.

- Tahapan Perhitungan Kebutuhan Lampu

Data yang telah didapat dari proses pengukuran dan observasi kemudian dihitung banyaknya kebutuhan lampu pada ruangan tersebut menggunakan 2 aturan yaitu:

$$1. \text{ SNI 03-6575-2001}$$

$$N = \frac{E \times A}{F \times Kd \times Kp}$$

2. IES

$$N = \frac{E \times A}{\phi \times LLF \times CU \times n}$$

Dalam penelitian ini, luasan bidang kerja yang dimaksud adalah luasan badan mobil sebagai objek yang akan diperbaiki.

- Tahapan Design 3D Modeling

Data yang telah didapat digunakan untuk kebutuhan pemodelan ruangan. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan *software* Autodesk Revit 2021 sesuai dengan kondisi eksisting dan hasil perhitungan.

- Tahapan Analisis Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Jumlah lampu yang didapat dari hasil perhitungan dihitung intensitas konsumsinya berdasarkan pemakaian dalam waktu per tahun. Besar nilai IKE bangunan pada analisis ini didapat dari dua metode yaitu perhitungan manual berdasarkan persamaan pada SNI 03-6575-2001 dan *Illuminating Engineering Society (IES)* dengan *plug-in* Autodesk Revit Insight berdasarkan hasil pemodelan.

- Tahapan Perhitungan Emisi Karbon

Perhitungan emisi karbon yang dilakukan pada penelitian ini berdasarkan dari berapa lama penggunaan lampu.

$$\text{Emisi Karbon (tCO2)} = \frac{\text{Total pemakaian listrik}}{1000} \times \text{faktor konversi}$$

III.HASIL DAN PERANCANGAN

Untuk pengukuran kuat penerangan di masing-masing area, dilakukan di 9 (lima) titik pengukuran dengan menggunakan *environmental* meter. Hasil

pengukuran di masing masing area dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengukuran Tingkat Penerangan

No	Area	Tingkat Penerangan
1	1 m – 6 m	3825 lux
2	7 m – 12 m	3665 lux
3	13 m – 18 m	3576 lux
4	19 m – 24 m	3952 lux
5	25 m – 30 m	3911 lux
6	31 m – 36 m	3994 lux
7	36 m – 42 m	3569 lux
8	42 m – 48 m	3687 lux
9	48 m – 54 m	3535 lux

Berdasarkan hasil data pengukuran kondisi eksisting E rata-rata sebesar 3.746 lux. Lux tersebut besarnya melebihi standar. Maka diperlukan perhitungan kebutuhan jumlah lampu.

Berdasarkan persamaan pada SNI 03-6575-2001 dan *Illuminating Engineering Society* (IES) kebutuhan lampu dapat diperhitungkan sebagai berikut:

- a. SNI 03-6575-2001
Diketahui :
E : 1800 lux
A : 4,5 m x 1,7 m
F : 1600 lm (LED tube Philips 12 W)
Kd : 0,8
Kp : 0,8 (distribusi semi langsung)

Sisi kiri dan kanan badan mobil :

$$N = \frac{1800 \times 4,5 \times 1,7}{1600 \times 0,8 \times 0,8}$$

$$N = 13,29 \approx 14 \text{ lampu}$$

$$N = 14 \times 2 = 28 \text{ lampu}$$

Sisi atas badan mobil :

$$N = \frac{1800 \times 4,5 \times 1,7}{1600 \times 0,8 \times 0,8}$$

$$N = 13,29 \approx 14 \text{ lampu}$$

Pada *Touch-Up Line* mampu menampung 12 unit mobil. Maka:

Kebutuhan jumlah lampu= (28 + 14) x 12 = 504 lampu

- b. *Illuminating Engineering Society* (IES)

Diketahui :

E : 1800 lux

A : 4,5 m x 1,7 m

Ø : 1600 lumen (LEDtube Philips 12 W)

LLF : 0,8

CU : 0,8 (reflektivitas cat warna putih)

n : 1

Sisi kiri dan kanan badan mobil :

$$N = \frac{1800 \times 4,5 \times 1,7}{1600 \times 0,8 \times 0,8 \times 1}$$

$$N = 14 \text{ lampu}$$

$$N = 14 \times 2 = 28 \text{ lampu}$$

Sisi atas badan mobil :

$$N = \frac{1800 \times 4,5 \times 1,7}{1600 \times 0,8 \times 0,8 \times 1}$$

$$N = 14 \text{ lampu}$$

Pada *Touch-Up Line* mampu menampung 12 unit mobil. Maka:

Kebutuhan jumlah lampu= (28 + 14) x 12 = 504 lampu

Maka, hasil kebutuhan lampu pada *Touch-Up Line* berdasarkan standar SNI 03-6575-2001 dan IES adalah 504 lampu. Hasil kedua standar tersebut sama karena dalam satu armatur hanya terdapat satu lampu. SNI 03-6575-2001 adalah standar Indonesia yang merupakan turunan dari IES sebagai standar Internasional.

Perbandingan kebutuhan jumlah lampu yang didapatkan dari kedua standar dan kondisi eksisting sebagai berikut:

Tabel 4 Perbandingan jumlah lampu

Kondisi	Jumlah Lampu	Jarak Antar Lampu
Eksisting	1048 lampu	20 cm
Hasil Perhitungan	504 lampu	40 cm

- Hasil Pengukuran Tingkat Pencahayaan Setelah Perhitungan
Setelah dilakukan perhitungan dengan efisiensi jumlah lampu sebesar 51,61%, tingkat penerangan ditinjau kembali dan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Hasil Pengukuran Tingkat Penerangan Setelah Perhitungan

No.	Area	Tingkat Penerangan
1	1 m – 6 m	1698 lux
2	7 m – 12 m	1798 lux
3	13 m – 18 m	1786 lux
4	19 m – 24 m	1795 lux
5	25 m – 30 m	1784 lux
6	31 m – 36 m	1812 lux
7	36 m – 42 m	1825 lux
8	42 m – 48 m	1819 lux
9	48 m – 54 m	1820 lux
Rata-rata		1793 lux

Berdasarkan hasil data pengukuran setelah perhitungan, E rata-rata sebesar 1793 lux. Lux tersebut besarnya sudah memenuhi standar.

- Perhitungan Tingkat Penerangan Sesuai Jumlah Lampu (Lux)
Besarnya tingkat pencahayaan rata-rata dari kedua kondisi dihitung berdasarkan Persamaan Kondisi eksisting sebagai berikut :

1. Kondisi Eksisting

$$E = \frac{(1048 \times 1600) \times 0,8 \times 0,8}{12 \times (4,5 \times 1,7) \times 3}$$

$$E = 3896 \text{ lux}$$

2. Kondisi Setelah Hasil Perhitungan

$$E = \frac{(504 \times 1600) \times 0,8 \times 0,8}{12 \times (4,5 \times 1,7) \times 3}$$

$$E = 1873 \text{ lux}$$

Hasil intensitas cahaya rata-rata (E) yang diterima objek pada kondisi eksisting sebesar 3896 lux dan pada hasil perhitungan SNI 03-6575-2001 dan IES sebesar 1873 lux. Lux berdasarkan hasil perhitungan sudah memenuhi standar tingkat pencahayaan SNI 03-6575-2001.

Jika dihitung dalam jangka waktu per bulan, hasil IKE perhitungan manual dan analisis *software* dengan perhitungan SNI 03-6575-2001 dan IES memenuhi

standar IKE ruangan ber-AC kategori efisien (Permen ESDM No. 13/2012) pada tabel 2.4 yaitu 8,5 - <14.

Perbandingan hasil perhitungan nilai konsumsi energi sistem pencahayaan secara manual dan *software* dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 6 Nilai IKE Hasil Perhitungan Dan Analisis *Software*

Kondisi	Perhitungan Manual		Analisis <i>Software</i>	
	(kWh/m ² /th)	(kWh/m ² /bln)	(kWh/m ² /th)	(kWh/m ² /bln)
Eksisting	279,47	23,29	310	25,83
Setelah Hasil Perhitungan	134,4	11,2	150	12,5

Berdasarkan tabel diatas, hasil IKE dari kedua metode memiliki perbedaan hasil sebesar 11%. Autodesk Insight menggunakan algoritma yang kompleks untuk memodelkan cahaya, pemantulan, dan penyerapan di dalam ruangan. Perhitungan manual tidak memperhitungkan faktor-faktor ini secara mendetail, yang dapat menghasilkan perbedaan dalam hasil analisis. Berdasarkan hasil perhitungan IKE secara manual dan analisis menggunakan Autodesk Insight sebelumnya, ditentukan bahwa hasil IKE yang digunakan untuk kebutuhan perhitungan selanjutnya adalah IKE menggunakan Autodesk Insight.

Tabel 7 Kesesuaian Tingkat Pencahayaan

Kondisi	E Standar (lux)	E Hasil Perhitungan (lux)	Keterangan
Eksisting	1000 - 2000 (Pekerjaan Amat Halus)	3974	Melebihi Standar
Setelah Hasil Perhitungan		1875	Memenuhi

Besar nilai konsumsi energi pada *Touch-Up Line* salah satunya berasal dari konsumsi energi pada pencahayaan buatan. Dalam satu bulan terhitung 26 hari kerja, dalam satu tahun terhitung 312 hari kerja dan dalam satu hari terhitung 24 jam kerja. Sehingga

besar konsumsi energi pencahayaan buatan dalam setahun dapat diperhitungkan dengan persamaan sebagai berikut :

1. Kondisi Eksisting (1048 lampu)

$$\text{Total Kwh} = (1.048 \times 12) \times (24/1.000) \times 312$$

$$= 94.169 \text{ kWh}$$
2. Kondisi Setelah Hasil Perhitungan (504 lampu)

$$\text{Total Kwh} = (504 \times 12) \times (24/1000) \times 312$$

$$= 45.287,42 \text{ kWh}$$

Dari data luasan bangunan serta hasil perhitungan tingkat pemakaian listrik pada lampu, maka dapat dihitung besarnya intensitas konsumsi energi selama setahun. Adapun perhitungannya sebagai berikut :

1. Eksisting

$$\text{IKE} = 94.169 \text{ kWh}/270$$

$$\text{IKE} = 348.77 \text{ kWh}/\text{m}^2/\text{tahun}$$
2. Kondisi Setelah Hasil Perhitungan

$$\text{IKE} = 45.287,42 \text{ kWh}/270$$

$$\text{IKE} = 167,73 \text{ kWh}/\text{m}^2/\text{tahun}$$

Selain menggunakan perhitungan manual, IKE dapat pula dianalisis dengan *software*.

Perhitungan Emisi Karbon

Dalam penggunaan energi terdapat pula pelepasan gas maupun partikel ke dalam lingkungan yang mempengaruhi kualitas udara seperti gas CO₂ (emisi karbon). Nilai Faktor konversi yang dipakai yaitu 0,87 besar emisi karbon yang dihasilkan dapat dihitung dengan Persamaan berikut :

1. Kondisi Eksisting

$$\text{Total Kwh} = 310 \text{ kWh}/\text{m}^2 \text{ per tahun} \times 210 \text{ m}^2$$

$$= 83.700 \text{ kWh}/\text{tahun}$$

$$\text{Emisi Karbon} = (83.700/1000) \times 0,87$$

$$= 72,819 \text{ ton CO}_2$$
2. Kondisi Setelah Hasil Perhitungan

$$\text{Total Kwh} = 150 \text{ kWh}/\text{m}^2 \text{ per tahun} \times 210 \text{ m}^2$$

$$= 40.500 \text{ kWh}/\text{tahun}$$

$$\text{Emisi Karbon} = (40.500/1000) \times 0,87$$

$$= 35,235 \text{ ton CO}_2$$

Semakin sedikit jumlah lampu, semakin sedikit pula emisi karbon yang dihasilkan sehingga dapat mengurangi dampak terhadap lingkungan.

Berdasarkan hasil perhitungan penggunaan energi listrik pada *Touch-Up Line*, maka dapat dihitung jumlah biaya listrik yang perlu dibayar.

IV. KESIMPULAN

Hasil analisis dan efisiensi jumlah lampu dapat disimpulkan menjadi beberapa hal, antara lain :

1. Lampu pada *Touch-Up Line* Painting Area sebelumnya berjumlah 1048 lampu dengan jarak antar lampu 20 cm dan intensitas pencahayaan rata-rata yang dihasilkan 3896 lux dapat diefisiensikan sebesar 51,9% menjadi 504 lampu dengan jarak antar lampu 40 cm dan intensitas pencahayaan rata-rata yang dihasilkan sebesar 1873 lux.
2. Besar Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada kondisi setelah perhitungan lebih efisien 51,61% daripada kondisi eksisting. Besar IKE tersebut sebesar 150 kWh/m²/tahun. Hasil perhitungan IKE yang diambil berdasarkan analisis software. Perbedaan hasil IKE secara perhitungan manual dan software Autodesk Insight Revit sebesar 11% dikarenakan pada analisis software Autodesk Insight menggunakan algoritma simulasi berbasis fisika yang kompleks untuk memodelkan cahaya, pemantulan, dan penyerapan di dalam ruangan serta konfigurasi sistem pencahayaan dengan lebih terperinci, termasuk penggunaan kontrol pencahayaan. Perbedaan dalam pengaturan ini dapat menghasilkan perbedaan dalam hasil intensitas energi. Perhitungan manual tidak memperhitungkan faktor-faktor ini secara mendetail, yang dapat menghasilkan perbedaan dalam hasil analisis.
3. Besar emisi karbon (CO₂) pada kondisi lampu yang telah diefisiensikan sebesar 35,235 ton CO₂ artinya lebih efisien 51,61% daripada kondisi eksisting. Semakin kecil emisi karbon yang dihasilkan dampak negatif yang diberikan terhadap lingkungan semakin sedikit.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standarisasi Nasional. (2001). SNI 03-6575-2001 : Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung, Jakarta.
- [2] Badan Standardisasi Nasional, SNI 16-7062-2004: Pengukuran Intensitas Penerangan di Tempat Kerja, Jakarta, Indonesia: Badan Standardisasi Nasional, 2004.
- [3] EBTKE, Humas. (2021). Kementerian ESDM Optimalkan Pemanfaatan Energi Bersih. *Penuhi Kebutuhan Listrik 2060 dan Capai NZE*, <https://ebtke.esdm.go.id>.

- [4] L. Anggraini, A. Supriatna, dan T. H. Nurwibowo, "Peran BIM terhadap Desain Bangunan Berkelanjutan untuk Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca," *Jurnal Rekayasa Teknik*, vol. 14, no. 2, pp. 10–17, 2023. [Online]. Available: <https://journalrekayasateknik.ac.id>. [Accessed: Dec. 19, 2024].
- [5] Perdana, A. (2023). BIM Based Evaluation of Daylight Factor Aspect in the Sharia Housing Project That Implemented Islamic Housing Concept. *International Journal of Multidisciplinary Research and Publications (IJMRAP)*, Volume 5, Issue 9, pp. 161-167.
- [6] Y. Zhang, X. Wang, S. Liu, dan Y. Zhang, "Carbon emission reductions using building information modeling (BIM) for green building design," *Journal of Cleaner Production*, vol. 265, p.121784, Oct.2020. DOI:10.1016/j.jclepro.2020.121784