Jurnal Nasional Teknologi Komputer
Vol.5; No: 3; Juli 2025
Website: publikasi.hawari.id/index.php/jnastek
E-ISSN: 2808-4845; P-ISSN: 2808-7801

Makalah Penelitian

Analisis Pengaruh Beban Peralatan Bengkel Terhadap Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Di PT.Buana Jaya Lestari

Taufik Refyandra[1], Rahmaniar [2], Parlin Hambali [3]

[1]Teknik Elektro, Sains dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi
[1]taufikrefyandra@gmail.com, [2]rahmaniar@dosen.pancabudi.ac.id [3]parlinsiagian@dosen.pancabudi.ac.id

Corresponding Author: Taufik Refyandra

ABSTRACT

This study analyzes the Energy Consumption Intensity (ECI) at the multi-story motorcycle workshop of PT. Buana Jaya Lestari in Medan to identify energy consumption characteristics and optimization potential. The research method used energy audits, direct measurements, and historical energy consumption data analysis over a 12-month period. The research object is a multi-story workshop with a total area of 1,850 m² distributed across three floors with different functions. The results of the study show a total ECI of 100.67 kWh/m²/year, which meets the national standard for commercial buildings with partial air conditioning. Energy consumption distribution per floor varies significantly: floor 1 (138.09 kWh/m²/year), floor 2 (99.84 kWh/m²/year), and floor 3 (48.00 kWh/m²/year). The air conditioning system dominates energy consumption with a contribution of 42.1%, followed by the lighting system (23.9%), workshop equipment (20.0%), and support systems (14.0%). The most influential factors are external ambient temperature (correlation 0.85) and the number of vehicles served (correlation 0.78). Energy savings potential reaches 13.4% or 24,878 kWh/year through optimization of the air conditioning system and retrofitting of the lighting system. Implementing energy conservation strategies can result in financial savings of Rp 37,317,000/year, a reduction in CO_2 emissions of 17.41 tons CO_2eq/year, and a decrease in the Energy Performance Index (EPI) to 87.25 kWh/m²/year.
Keywords: *Energy Consumption Intensity, multi-story motorcycle repair shop, energy audit, energy conservation.*

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada bengkel sepeda motor multi-lantai PT. Buana Jaya Lestari di Medan untuk mengidentifikasi karakteristik konsumsi energi dan potensi optimalisasi. Metode penelitian menggunakan audit energi, pengukuran langsung, dan analisis data historis konsumsi energi selama 12 bulan. Objek penelitian adalah bengkel multi-lantai dengan luas total 1.850 m² yang terdistribusi dalam 3 lantai dengan fungsi berbeda. Hasil penelitian menunjukkan IKE total sebesar 100,67 kWh/m²/tahun yang memenuhi standar nasional untuk bangunan komersial dengan AC parsial. Distribusi konsumsi energi per lantai bervariasi signifikan: lantai 1 (138,09 kWh/m²/tahun), lantai 2 (99,84 kWh/m²/tahun), dan lantai 3 (48,00 kWh/m²/tahun). Sistem pendingin udara mendominasi konsumsi energi dengan kontribusi 42,1%, diikuti sistem pencahayaan 23,9%, peralatan bengkel 20,0%, dan sistem pendukung 14,0%. Faktor yang paling berpengaruh adalah suhu ambient eksternal (korelasi 0,85) dan jumlah kendaraan yang dilayani (korelasi 0,78). Potensi penghematan energi mencapai 13,4% atau 24.878 kWh/tahun melalui optimalisasi sistem AC dan retrofit sistem pencahayaan. Implementasi strategi konservasi energi dapat menghasilkan penghematan finansial Rp 37.317.000/tahun dan pengurangan emisi CO_2 sebesar 17,41 ton CO_2eq/tahun, serta menurunkan IKE menjadi 87,25 kWh/m²/tahun.

Kata Kunci: *Energy Consumption Intensity, multi-story motorcycle repair shop, energy audit, energy conservation.*

1. Pendahuluan

Sektor transportasi merupakan salah satu pengguna energi terbesar di Indonesia, dengan bengkel kendaraan bermotor sebagai fasilitas pendukung utama yang memiliki konsumsi energi signifikan[1]. Di tengah kebutuhan akan efisiensi energi dan komitmen nasional untuk pengurangan emisi karbon, analisis Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada fasilitas komersial seperti bengkel sepeda motor menjadi sangat relevan[2]. Hal ini terutama berlaku pada bengkel

Lisensi
Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

multi-lantai yang memiliki kompleksitas operasional lebih tinggi dibandingkan bengkel konvensional.

PT. Buana Jaya Lestari, sebagai salah satu penyedia layanan perawatan dan perbaikan sepeda motor terkemuka di Medan, mengoperasikan bengkel multi-lantai yang mengintegrasikan berbagai fungsi pelayanan dalam satu bangunan. Karakteristik unik dari fasilitas ini—meliputi area servis, penjualan suku cadang, ruang tunggu pelanggan, dan kantor administrasi yang tersebar di beberapa lantai—menjadikannya objek studi yang ideal untuk menganalisis pola konsumsi energi pada bengkel modern[3].

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) merupakan indikator kunci dalam mengevaluasi efisiensi penggunaan energi suatu bangunan, yang dinyatakan dalam satuan kWh/m²/tahun. Parameter ini memungkinkan perbandingan konsumsi energi antar bangunan dengan fungsi serupa dan menjadi dasar untuk mengidentifikasi potensi penghematan energi. Standar IKE untuk bangunan komersial di Indonesia telah ditetapkan melalui Peraturan Menteri ESDM, namun implementasinya pada bengkel sepeda motor multi-lantai masih memerlukan kajian lebih lanjut[4].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis IKE pada bengkel sepeda motor multi-lantai PT. Buana Jaya Lestari, mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi energi, serta merumuskan rekomendasi untuk optimalisasi penggunaan energi. Dengan memahami karakteristik konsumsi energi pada bengkel multi-lantai, diharapkan dapat dikembangkan model pengelolaan energi yang lebih efisien dan berkelanjutan, yang pada gilirannya berkontribusi pada upaya nasional dalam mewujudkan ketahanan energi dan mitigasi perubahan iklim.

2. Tinjauan Pustaka

Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) merupakan besaran penggunaan energi per satuan luas bangunan dalam periode waktu tertentu, umumnya dinyatakan dalam kWh/m²/tahun[5]. Konsep ini menjadi parameter utama dalam mengevaluasi efisiensi energi suatu bangunan. Menurut Peraturan Menteri ESDM No. 13 Tahun 2012, nilai standar IKE untuk bangunan komersial di Indonesia berkisar antara 195-370 kWh/m²/tahun untuk bangunan ber-AC dan 70-145 kWh/m²/tahun untuk bangunan tanpa AC[6].

Indikator IKE telah diimplementasikan dalam berbagai studi untuk mengevaluasi kinerja energi bangunan. Pada gedung perkantoran di Jakarta menunjukkan bahwa pengaturan sistem AC dan pencahayaan yang tepat dapat menurunkan nilai IKE hingga 25%. Identifikasi bahwa perilaku pengguna bangunan memiliki kontribusi signifikan terhadap variasi konsumsi energi, dengan estimasi pengaruh mencapai 10-15% dari total konsumsi[7].

Audit Energi pada Fasilitas Komersial

Audit energi merupakan proses sistematis untuk mengidentifikasi, mengukur, dan menganalisis penggunaan energi dalam suatu bangunan atau fasilitas[8]. Metode ini menjadi landasan dalam penentuan nilai IKE dan strategi konservasi energi. Berdasarkan penelitian audit energi pada bangunan komersial umumnya berfokus pada empat komponen utama: sistem pendingin udara (40-60% konsumsi), sistem pencahayaan (20-30%), peralatan elektronik (15-25%), dan sistem pendukung lainnya (5-10%)[9].

Studi yang dilakukan pada bengkel otomotif di Surabaya mengungkapkan bahwa karakteristik operasional bengkel, seperti jam operasional, jumlah kendaraan yang dilayani, dan jenis peralatan yang digunakan, secara signifikan mempengaruhi profil konsumsi energi. Temuan serupa juga menyoroti pentingnya menyesuaikan standar IKE dengan karakteristik operasional spesifik dari setiap jenis fasilitas komersial[10].

Lisensi
Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

Bangunan Multi-Lantai dan Efisiensi Energi

Bangunan multi-lantai memiliki karakteristik konsumsi energi yang berbeda dibandingkan dengan bangunan satu lantai. Distribusi vertikal aktivitas dalam bangunan multi-lantai menciptakan tantangan tersendiri dalam pengelolaan energi, terutama terkait sistem transportasi vertikal dan distribusi beban pendinginan. Penggunaan energi pada bangunan multi-lantai dapat dioptimalkan melalui zonasi fungsi yang tepat, dengan menempatkan aktivitas dengan beban termal tinggi pada lantai yang memiliki akses ventilasi alami lebih baik[11].

Dalam konteks bengkel otomotif multi-lantai, terdapat alokasi ruang berdasarkan jenis layanan dapat menghasilkan penghematan energi 12-18%. Studi ini merekomendasikan penempatan area servis mekanis yang menghasilkan panas berlebih pada lantai dengan akses ventilasi yang memadai, sementara area administratif dan pelayanan pelanggan ditempatkan pada zona dengan kebutuhan pendinginan lebih rendah[12].

Beberapa strategi konservasi energi telah diujicobakan pada bengkel otomotif dengan hasil yang beragam. efektivitas sistem pencahayaan LED dan sensor gerak dalam mengurangi konsumsi energi untuk pencahayaan hingga 35% pada bengkel sepeda motor. Sementara itu, implementasi sistem manajemen energi berbasis IoT untuk pemantauan dan pengendalian perangkat listrik secara real-time, yang dapat mengoptimalkan penggunaan energi sesuai dengan kebutuhan operasional[13].

Dari perspektif arsitektural, ditekankan pentingnya desain pasif untuk mengoptimalkan pencahayaan dan ventilasi alami pada bengkel. Studi ini menunjukkan bahwa orientasi bangunan, penempatan bukaan, dan penggunaan material reflektif pada atap dapat mengurangi kebutuhan energi untuk pencahayaan dan pendinginan hingga 20%[14].

Regulasi dan Standar Terkait Efisiensi Energi

Implementasi efisiensi energi di Indonesia diatur dalam beberapa regulasi. Menurut Peraturan Pemerintah No. 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi, setiap pengguna energi dengan konsumsi setara 6.000 TOE per tahun wajib melakukan konservasi energi melalui manajemen energi. Sementara itu, SNI 03-6389-2011 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan menetapkan standar daya pencahayaan maksimum untuk berbagai jenis ruangan, termasuk area bengkel dengan nilai 14-19 W/m² (BSN, 2011).

Tingkat kepatuhan industri otomotif terhadap regulasi efisiensi energi dan menemukan bahwa bengkel dengan sertifikasi resmi dari pabrikan (authorized workshop) cenderung lebih mematuhi standar dibandingkan bengkel umum. Namun, identifikasi bahwa masih terdapat kesenjangan dalam implementasi standar efisiensi energi pada sektor bengkel otomotif, terutama disebabkan oleh kurangnya pengetahuan teknis dan insentif ekonomi.

3. Bahan & Metode

Objek Penelitian

Penelitian ini mengambil studi kasus pada bengkel sepeda motor multi-lantai milik PT. Buana Jaya Lestari yang berlokasi di Jakarta. Bengkel tersebut memiliki luas total 1.850 m² yang terdistribusi dalam 3 lantai dengan pembagian fungsi sebagai berikut: lantai 1 (650 m²) untuk area penerimaan pelanggan dan servis ringan, lantai 2 (750 m²) untuk area servis berat dan penyimpanan suku cadang, serta lantai 3 (450 m²) untuk kantor administrasi dan ruang rapat. Bangunan tersebut beroperasi selama 6 hari dalam seminggu dengan jam operasional 08.00-17.00 WIB.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa metode sebagai berikut:

Lisensi
Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

1. **Data Konsumsi Energi Listrik**
    - Pencatatan data historis konsumsi listrik bulanan selama 12 bulan (Januari-Desember 2024) dari tagihan listrik PT. PLN
    - Pemantauan konsumsi energi per lantai menggunakan sub-meter yang terpasang pada panel distribusi listrik setiap lantai
2. **Data Fisik Bangunan**
    - Pengukuran dimensi bangunan dan luas area.
    - Inventarisasi material konstruksi.
    - Dokumentasi orientasi bangunan, bukaan, dan potensial pemanfaatan pencahayaan alami.
3. **Data Peralatan dan Sistem**
    - Inventarisasi seluruh peralatan listrik termasuk spesifikasi teknis, daya nominal, dan pola penggunaan
    - Analisis sistem pencahayaan meliputi jenis lampu, jumlah titik lampu, dan intensitas pencahayaan menggunakan lux meter.
    - Evaluasi sistem pendingin udara meliputi jenis, kapasitas, dan efisiensi menggunakan termometer.
4. **Data Operasional**
    - Pencatatan jumlah kendaraan yang dilayani per hari selama periode pengamatan
    - Pendataan jumlah personel yang bekerja di setiap lantai dan shift

Metode Analisis

1. Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

IKE dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$IKE = \frac{\text{Total konsumsi energi (kWh)}}{\text{Luas total bangunan (m2)} \times \text{Periode waktu (tahun)}}$$

IKE dihitung untuk keseluruhan bangunan dan per lantai untuk mengidentifikasi variasi konsumsi energi berdasarkan fungsi area. Hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan standar nasional berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No. 13 Tahun 2012.

2. Audit Energi

Audit energi dilaksanakan mengikuti prosedur sesuai SNI 03-6196-2011 tentang Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung, yang meliputi:

- Analisis data historis konsumsi energi
- Identifikasi area dengan konsumsi energi tinggi
- Penghitungan indikator kinerja energi dasar

3. Analisis Breakdown Konsumsi Energi

Breakdown konsumsi energi dilakukan untuk mengidentifikasi proporsi penggunaan energi berdasarkan:

- Sistem (pencahayaan, pendingin udara, peralatan bengkel, sistem pendukung)
- Lokasi (per lantai dan per area fungsional)
- Waktu (pola konsumsi harian, mingguan, dan musiman)

4. Identifikasi Faktor yang Mempengaruhi IKE

Untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi IKE, dilakukan analisis korelasi dan regresi linear berganda dengan variabel independen meliputi:

- Jumlah kendaraan yang dilayani per hari
- Suhu lingkungan eksternal
- Jumlah personel yang bekerja
- Durasi penggunaan peralatan utama
- Proporsi penggunaan sistem AC dan ventilasi alami

Kerangka Analisis

Lisensi
Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

Penelitian dilaksanakan dengan kerangka analisis sebagai berikut:

1. **Tahap Persiapan**
   - Studi literatur dan pengumpulan data sekunder
   - Penyusunan instrumen pengumpulan data
   - Koordinasi dengan pihak manajemen PT. Buana Jaya Lestari
2. **Tahap Pengumpulan Data**
   - Pengambilan data historis konsumsi energi
   - Pengukuran langsung parameter teknis dan operasional
   - Observasi dan wawancara dengan personel kunci
3. **Tahap Analisis**
   - Perhitungan IKE total dan per lantai
   - Analisis breakdown konsumsi energi
   - Identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi IKE
   - Formulasi strategi optimalisasi konsumsi energi
4. **Tahap Validasi**
   - Verifikasi hasil analisis dengan manajemen bengkel
   - Validasi rekomendasi dengan pakar efisiensi energi
   - Simulasi implementasi rekomendasi untuk memastikan kelayakan teknis dan ekonomis

Penelitian ini menggunakan pendekatan mixed-method yang mengintegrasikan analisis kuantitatif dari data pengukuran dengan analisis kualitatif dari observasi dan wawancara. Pendekatan ini memungkinkan pemahaman komprehensif terhadap karakteristik konsumsi energi pada bengkel sepeda motor multi-lantai dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

4. Hasil

Konsumsi Energi dan Perhitungan IKE

Berdasarkan data konsumsi energi listrik PT. Buana Jaya Lestari selama periode Januari-Desember 2024, total konsumsi energi tahunan mencapai 186.240 kWh dengan rata-rata konsumsi bulanan 15.520 kWh. Konsumsi tertinggi terjadi pada bulan Juli (18.750 kWh) dan terendah pada bulan Februari (12.890 kWh). Fluktuasi konsumsi ini berkorelasi dengan variasi suhu ambient dan jumlah kendaraan yang dilayani.

Perhitungan IKE untuk keseluruhan bangunan dengan luas total 1.850 m² menghasilkan nilai:

$$IKE = \frac{186.240 kWh}{1.850\ m^2\ x\ 1\ Tahun} = 100{,}67/m^2/Tahun$$

Nilai IKE sebesar 100,67 kWh/m²/tahun ini berada di atas standar IKE untuk bangunan komersial tanpa AC (70-145 kWh/m²/tahun) namun masih dalam batas wajar mengingat karakteristik operasional bengkel yang menggunakan peralatan bertenaga tinggi.

Distribusi Konsumsi Energi per Lantai

Analisis distribusi konsumsi energi per lantai menunjukkan variasi yang signifikan sesuai dengan fungsi dan intensitas aktivitas pada setiap lantai:

Tabel1. Analisis distribusi kosumsi energi per lantai

Lantai	Luas	Kosumsi/Tahun	IKE	Proporsi terhadap total konsumsi
1	650 m²	89.760 kWh	138,09 kWh/m²/tahun	48,2%
2	750 m²	74.880 kWh	99,84 kWh/m²/tahun	40,2%

Lisensi
Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

3	450 m²	21.600 kWh	48,00 kWh/m²/tahun	11,6%

Lantai 1 memiliki IKE tertinggi disebabkan oleh intensitas penggunaan sistem AC yang tinggi untuk kenyamanan pelanggan dan operasional peralatan lift hidrolik. Sebaliknya, lantai 3 menunjukkan IKE terendah karena fungsinya sebagai area administrasi dengan beban operasional relatif ringan.

Pola Konsumsi Energi Harian dan Mingguan

Pengukuran menggunakan power analyzer menunjukkan pola konsumsi energi harian dengan karakteristik sebagai berikut:

Pola Konsumsi Harian:

- Peak demand: 35,2 kW (pukul 13.00-14.00)
- Base load: 8,5 kW (pukul 18.00-07.00)
- Load factor: 0,67

Distribusi Beban per Jam Operasional:

- 08.00-10.00: 22,8 kW (startup sistem dan aktivitas awal)
- 10.00-12.00: 31,5 kW (operasional penuh)
- 12.00-14.00: 34,6 kW (peak hour dengan penggunaan AC maksimal)
- 14.00-16.00: 29,2 kW (operasional normal)
- 16.00-17.00: 25,1 kW (fase penurunan aktivitas)

Pola Konsumsi Mingguan: Konsumsi energi menunjukkan variasi berdasarkan hari operasional dengan rata-rata konsumsi harian tertinggi pada hari Sabtu (545 kWh) dan terendah pada hari Senin (485 kWh). Hal ini berkorelasi dengan jumlah kendaraan yang dilayani yang mencapai puncak pada akhir pekan.

Analisis Faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Energi

Berdasarkan observasi dan analisis korelasi sederhana, identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi energi bengkel menunjukkan hasil sebagai berikut:

1. Jumlah Kendaraan yang Dilayani

- Rata-rata harian: 34 unit/hari
- Rentang: 8-62 unit/hari
- Korelasi dengan konsumsi energi: 0,78 (korelasi kuat)
- Setiap penambahan 10 unit kendaraan meningkatkan konsumsi harian rata-rata 15-20 kWh

2. Suhu Ambient Eksternal

- Rata-rata tahunan: 31,8°C
- Rentang: 26,5-36,2°C
- Korelasi dengan konsumsi energi: 0,85 (korelasi sangat kuat)
- Pada suhu > 33°C, konsumsi AC meningkat 25-30% dari kondisi normal

3. Durasi Operasional AC

- Rata-rata: 7,4 jam/hari
- Rentang: 3,2-9,5 jam/hari
- Berkorelasi langsung dengan beban pendinginan dan comfort zone pelanggan

Evaluasi Kinerja Energi Berdasarkan Standar Perbandingan dengan Standar Nasional:

- IKE aktual: 100,67 kWh/m²/tahun
- Standar bangunan komersial ber-AC: 195-370 kWh/m²/tahun
- Standar bangunan komersial tanpa AC: 70-145 kWh/m²/tahun
- Status: Memenuhi standar (kategori bangunan dengan AC parsial)

Identifikasi Area Inefisiensi

Lisensi
Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

Melalui audit energi dan observasi lapangan, teridentifikasi beberapa area yang berpotensi untuk optimalisasi:

1. Sistem Pendingin Udara

- Set point AC terlalu rendah (rata-rata 22°C, rekomendasi 24-26°C)
- 4 unit AC berusia > 8 tahun dengan efisiensi menurun
- Maintenance filter tidak teratur (setiap 3-4 bulan, seharusnya bulanan)

2. Sistem Pencahayaan

- Masih terdapat 95 lampu TL dan 45 lampu halogen yang dapat diganti LED
- Area gudang dan parkir mengalami overlighting (23-70% di atas standar)
- Belum optimal memanfaatkan pencahayaan alami

Potensi Penghematan Energi

Berdasarkan analisis area inefisiensi, teridentifikasi potensi penghematan energi sebagai berikut:

1. Optimalisasi Sistem AC

Berdasarkan teori termodinamika dan standar industri, setiap kenaikan 1°C set point AC dapat menghemat energi sebesar 6-8%. Untuk kenaikan 2°C (dari 22°C ke 24°C):

$$\text{Penghematan per °C} = 7\% \text{ (rata−rata industri)}$$

$$\text{Penghematan total} = 2°C \times 7\% = 14\%$$

Namun, dalam praktik lapangan, penghematan aktual lebih rendah karena:

- Thermal mass bangunan
- Infiltrasi udara
- Internal heat gain yang bervariasi
- Efisiensi sistem yang tidak uniform

Berdasarkan studi kasus serupa di Indonesia (Hidayanto & Permana, 2022; Sulistyanto et al., 2021), penghematan aktual untuk penyesuaian set point 2°C pada bengkel berkisar 8-12%. Perhitungan konservatif menggunakan 10%:

$$\text{Penghematan set point} = 78.480 \times 10\% = 7.848 \text{kWh/tahun}$$

b. Penghematan dari Perbaikan Maintenance

Berdasarkan data pengukuran COP (Coefficient of Performance):

- COP rata-rata saat ini: 3,19
- COP standar setelah maintenance optimal: 3,5
- Peningkatan efisiensi: (3,5 - 3,19)/3,19 = 9,7%

Filter AC yang kotor dapat menurunkan efisiensi hingga 15%. Dengan maintenance teratur:

$$\text{Penghematan maintenance} = 78.480 \times 5\% = 3.924 \text{ kWh/tahun}$$

c. Penghematan dari Optimalisasi Jadwal Operasional

Analisis pola operasional menunjukkan:

- AC beroperasi rata-rata 8,2 jam/hari
- Occupancy rate area pelanggan: 65% dari jam operasional
- Potensi pengurangan 1 jam operasional per hari dengan sistem kontrol otomatis

$$\text{Penghematan jadwal} = 1 \text{ jam} 8{,}2 \text{ jam} \times 78.480 = 3.924 \text{ kWh/tahun}$$

Total Penghematan Sistem AC

$$\text{Total penghematan} = 7.848 + 3.924 + 3.924 = 15.696 \text{ kWh/tahun}$$

Perhitungan Persentase terhadap Total Konsumsi

$$\text{Persentase penghematan} = 15.696 \text{ kWh} 186.240 \text{ kWh} \times 100\% = \mathbf{8{,}43\%}$$

2. Retrofit Sistem Pencahayaan

a. Penghematan dari Retrofit Lampu TL ke LED

Data Lampu TL Existing:

Lisensi
Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

- Jumlah: 95 unit
- Daya terukur: 38.4W (termasuk ballast losses)
- Konsumsi tahunan: 10.224 kWh

Spesifikasi LED Pengganti:

- Daya LED setara: 18W (termasuk driver)
- Efisiensi: 110 lm/W
- Tingkat pencahayaan sama dengan TL existing

Perhitungan Penghematan:

$$\text{Penghematan per unit} = (38.4-18)\times 9\text{jam}\times 312\text{hari} = 57.326.4\text{Wh} = 57.33\text{kWh/tahun}$$

$$\text{Total penghematan TL} = 95\times 57.33 = 5.446\text{kWh/tahun}$$

b. Penghematan dari Retrofit Lampu Halogen ke LED

Data Lampu Halogen Existing:

- Jumlah: 45 unit
- Daya terukur: 52.1W
- Konsumsi tahunan: 6.561 kWh

Spesifikasi LED Pengganti:

- Daya LED setara: 12W
- Efisiensi: 120 lm/W
- Tingkat pencahayaan sama dengan halogen existing

Perhitungan Penghematan:

$$\text{Penghematan per unit} = (52.1-12)\times 9\text{ jam}\times 312\text{ hari} = 112.602.9\text{ Wh} = 112.60$$

$$\text{Total penghematan halogen} = 45\times 112.60 = 5.067\text{ kWh/tahun}$$

c. Penghematan dari Optimalisasi Sistem Kontrol

Berdasarkan pengukuran tingkat pencahayaan, teridentifikasi area overlighting:

- Area gudang: 340 lux (standar 200 lux) = 70% berlebih
- Area parkir indoor: 185 lux (standar 150 lux) = 23% berlebih

Area Gudang:

- Luas: 180 m²
- Jumlah lampu: 32 unit (LED 15W)
- Konsumsi saat ini: 1.281 kWh/tahun
- Potensi pengurangan: 30% (dengan dimming dan sensor occupancy)
- Penghematan: 384 kWh/tahun

Area Parkir Indoor:

- Luas: 120 m²
- Jumlah lampu: 18 unit (LED 15W)
- Konsumsi saat ini: 721 kWh/tahun
- Potensi pengurangan: 20% (dengan sensor gerak)
- Penghematan: 144 kWh/tahun

$$\text{Total Penghematan Kontrol} = 384+144 = 528\text{kWh/tahun}$$

d. Penghematan dari Auxiliary Equipment

Ballast Losses Elimination:

- Lampu TL menggunakan ballast konvensional dengan losses 8-12%
- LED menggunakan driver dengan losses 3-5%

Lisensi
Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

- Pengurangan losses: 7% dari konsumsi TL

Penghematan ballast =10.224×7% = 716 kWh/tahun

Total Penghematan Sistem Pencahayaan

Komponen Penghematan	Penghematan (kWh/tahun)
Retrofit TL ke LED	5.446
Retrofit Halogen ke LED	5.067
Optimalisasi Kontrol	528
Eliminasi Ballast Losses	716
Total	**11.757**

Perhitungan Persentase terhadap Total Konsumsi

$$Presentase\ Penghematan = \frac{11.757 kWh}{186.240\ kWh}\ x\ 100\% = \mathbf{6,31}\%$$

Total Potensi Penghematan:

1. Optimalisasi Sistem AC
   - Penghematan: 15.696 kWh/tahun
   - Persentase dari total konsumsi: 8,4%
2. Retrofit Sistem Pencahayaan
   - Penghematan: 9.182 kWh/tahun
   - Persentase dari total konsumsi: 4,8%

Total Penghematan Energi:

15.696+9.182=24.878kWh/tahun

Summary Penghematan

Strategi Optimalisasi	**Penghematan (kWh/tahun)**	**Persentase dari Total Konsumsi**
Optimalisasi Sistem AC	15.696	8,4%
Retrofit Sistem Pencahayaan	9.182	4,8%
Total Penghematan	24.878	13,4%

Dengan implementasi kedua strategi utama ini, PT. Buana Jaya Lestari dapat mencapai penghematan energi sebesar **13,4%** yang merupakan target yang realistis dan dapat diimplementasikan dengan investasi yang terukur.

5. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil menganalisis Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada bengkel sepeda motor multi-lantai PT. Buana Jaya Lestari di Medan dan mengidentifikasi potensi optimalisasi yang signifikan. Nilai IKE yang diperoleh sebesar 100,67 kWh/m²/tahun menunjukkan bahwa bengkel ini memiliki kinerja energi yang baik, berada dalam standar nasional untuk bangunan komersial dengan AC parsial (70-145 kWh/m²/tahun) sesuai Peraturan Menteri ESDM No. 13 Tahun 2012.

Analisis distribusi konsumsi energi mengungkapkan karakteristik unik bengkel multi-lantai dengan variasi IKE yang signifikan antar lantai. Lantai 1 menunjukkan IKE tertinggi (138,09 kWh/m²/tahun) dengan proporsi konsumsi 48,2% dari total, disebabkan intensitas penggunaan sistem AC untuk kenyamanan pelanggan dan operasional peralatan lift hidrolik. Lantai 2 memiliki IKE 99,84 kWh/m²/tahun (40,2% konsumsi total) untuk area servis berat, sementara lantai 3 menunjukkan IKE terendah 48,00 kWh/m²/tahun (11,6% konsumsi total) sebagai area administrasi dengan beban operasional ringan.

Lisensi
Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

Pola konsumsi energi menunjukkan karakteristik operasional yang teratur dengan peak demand 35,2 kW pada pukul 13.00-14.00 dan load factor 0,67. Konsumsi harian bervariasi antara 485-545 kWh dengan puncak pada hari Sabtu, berkorelasi dengan jumlah kendaraan yang dilayani. Faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap konsumsi energi adalah suhu ambient eksternal (korelasi 0,85), jumlah kendaraan yang dilayani per hari (korelasi 0,78), dan durasi operasional AC.

Audit energi mengidentifikasi area inefisiensi pada sistem pendingin udara dan pencahayaan. Sistem AC menunjukkan set point yang terlalu rendah (22°C), COP rata-rata 3,19 (di bawah standar industri 3,5), dan maintenance yang tidak teratur. Sistem pencahayaan masih menggunakan 95 lampu TL dan 45 lampu halogen konvensional, serta mengalami overlighting pada area gudang (70% di atas standar) dan parkir indoor (23% di atas standar).

Potensi penghematan energi yang teridentifikasi mencapai 13,4% dari total konsumsi atau setara dengan 24.878 kWh/tahun melalui dua strategi utama. Optimalisasi sistem AC dapat menghemat 15.696 kWh/tahun (8,4%) melalui penyesuaian set point dari 22°C ke 24°C, perbaikan maintenance rutin, dan optimalisasi jadwal operasional. Retrofit sistem pencahayaan dapat menghemat 9.182 kWh/tahun (4,8%) melalui penggantian lampu TL dan halogen dengan teknologi LED yang lebih efisien, implementasi sistem kontrol otomatis, dan eliminasi ballast losses.

REFERENSI

[1] D. M. Martínez, B. W. Ebenhack, and T. P. Wagner, "Transportation sector energy efficiency," *Energy Effic.*, pp. 197–226, 2019, doi: 10.1016/b978-0-12-812111-5.00007-x.

[2] Herdawati and M. Ridwan, "Jurnal Indragiri," *J. Indragiri Penelit. Multidisiplin*, vol. 2, no. 1, pp. 10–16, 2022, [Online]. Available: https://ejournal.indrainstitute.id/index.php/jipm/article/view/558/241.

[3] A. D. Astutiningtyas, J. Mega, M. R. Ardiansyah, S. S. Arsyl, and F. Kerja, "Analisis Beban Kerja Terhadap Operator Bengkel Motor Berdasarkan Konsumsi Energi," vol. 4, no. 2, pp. 67–69, 2023.

[4] Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2025*. 2025.

[5] A. Khairi and R. Wibowo, Pristisal, "Analisis Statistik Konsumsi Energi Listrik pada Gedung Kantor Desa Pematang Johar Kecamatan Labuhan Deli Kabupaten Deli Serdang," *URANUS J. Ilm. Tek. Elektro, Sains dan Inform.*, vol. 3, 2025, doi: DOI: https://doi.org/10.61132/uranus.v3i1.737.

[6] M. S. A. Nugraha, "Audit Energi Listrik Pada Gedung B Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala," *Univ. Syiah Kuala Jl. Tgk. Syech Abdurrauf*, vol. 8, no. 3, pp. 117–127, 2023.

[7] L. M. K. Amali, Y. Mohamad, A. I. Tolago, N. Elysiantobuo, and A. Y. Dako, "Analisis Konsumsi Energi Listrik Menggunakan Metode Internsitas Konsumsi Energi," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 103–107, 2024, doi: 10.37905/jjeee.v6i1.22567.

[8] Ahmad Hermawan, Rosina Ahda Dini, and Chandra Wiharya, "Analisis Audit Energi di Hotel Kota Malang Menggunakan Web-Based Monitoring System," *Elposys J. Sist. Kelistrikan*, vol. 10, no. 2, pp. 95–100, 2023, doi: 10.33795/elposys.v10i2.1219.

[9] A. Martin, "Audit Energi Sistem Tata Cahaya dan Tata Udara pada Basement dan Lantai 1 Toko Buku Pekanbaru," *JTM-ITI (Jurnal Tek. Mesin ITI)*, vol. 6, no. 2, p. 98, 2022, doi: 10.31543/jtm.v6i2.762.

Lisensi
Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

[10] M. Butarbutar and M. Riyanto, "Manajemen Sisi Beban dan Optimalisasi Tingkat Konsumsi Energi Di SMK Negeri 2 Pontianak," *Elkha*, vol. 10, no. 1, p. 41, 2019, doi: 10.26418/elkha.v10i1.25331.
[11] M. Dr. Nasrullah, ST., *Struktur Konstruksi & Energi Bangunan Gedung*. 2024.
[12] P. Siagian, "Wind Resource for Electrical Energy of Tourism and Micro Small and Medium Enterprises (MSMEs) in Coastal Areas After the COVID-19 Pandemic," *Adpebi Int. J. Multidiscip. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 175–186, 2022, [Online]. Available: https://journal.adpebi.com/index.php/AIJMS/article/view/272.
[13] P. Pandiyan, S. Saravanan, K. Usha, R. Kannadasan, M. H. Alsharif, and M. K. Kim, "Technological advancements toward smart energy management in smart cities," *Energy Reports*, vol. 10, pp. 648–677, 2023, doi: 10.1016/j.egyr.2023.07.021.
[14] Taufiqurahman, "Orientasi Bangunan Sebagai Aspek Pendukung Efisiensi Energi," *Arsit. dan Lingkung. Binaan*, vol. I, no. 02, pp. 44–49, 2024.

******

Lisensi
Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.