

Analysis of Electrical Energy Consumption and Savings Potential at PT. Sawitech Manufacturing Workshop Through Energy Audit Method

Erik Ardinata^{1*}, Dori Yuvenda¹, Arwizet K¹, Andre Kurniawan¹

¹Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Padang, INDONESIA

*Corresponding author: erikardinata48@gmail.com

Received June 18th 2026; Revised June 30th 2026; Accepted July 10th 2026

Abstract

This study aims to analyze the electrical energy consumption profile at PT. Sawitech manufacturing workshop and office areas, identify equipment contributing most to total energy use, and calculate savings potential through energy audit method. The research used descriptive quantitative approach by directly measuring electrical load, observing equipment operation hours, and applying load factor values. Total annual energy consumption based on manual calculation was 68,745.63 kWh/year; while RETScreen Expert simulation yielded 71,673 kWh/year (4.08% difference). Energy Consumption Intensity (ECI) based on total area of 2,272 m² was 30.25 kWh/m²/year, classified as Very Efficient according to SNI 6196:2011 and ESDM Ministerial Regulation No. 13/2012. The highest energy consumers were welding transformer (22,680 kWh/year), compressor (17,280 kWh/year), and large blower (1,999.2 kWh/year). Energy savings recommendations include replacing conventional welding transformer with inverter-based unit, substituting large blowers with more efficient axial fans, upgrading lighting to LED, and replacing conventional AC with inverter AC. Implementation of these recommendations can reduce energy consumption by 8,518.6 kWh/year (11.8%) and save costs of Rp 9,013,754/year. Carbon emissions before savings measures amounted to 59.81 tonCO₂/year, decreasing to 52.40 tonCO₂/year after implementation, a reduction of 7.41 tonCO₂/year (12.39%). Payback period of total investment (Rp 105,130,400) is approximately 6.9 years.

Keywords: Energy Audit; Energy Consumption Intensity; Manufacturing Workshop; Energy Savings; Carbon Emissions

Analisis Konsumsi Energi Listrik dan Potensi Penghematan pada Workshop Manufaktur PT. Sawitech Melalui Metode Audit Energi

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis profil konsumsi energi listrik pada area workshop dan kantor PT. Sawitech, mengidentifikasi peralatan yang memberikan kontribusi terbesar terhadap penggunaan listrik, serta menghitung potensi penghematan energi melalui metode audit energi. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan pengukuran beban listrik langsung, observasi jam operasi peralatan, dan penerapan nilai faktor beban. Total konsumsi energi tahunan berdasarkan perhitungan manual sebesar 68.745,63 kWh/tahun, sedangkan simulasi RETScreen Expert menghasilkan 71.673 kWh/tahun (selisih 4,08%). Intensitas Konsumsi Energi (IKE) berdasarkan luas total area 2.272 m² adalah 30,25 kWh/m²/tahun, termasuk kategori Sangat Efisien menurut SNI 6196:2011 dan Permen ESDM No. 13/2012. Peralatan dengan konsumsi energi tertinggi adalah trafo las (22.680 kWh/tahun), kompresor (17.280 kWh/tahun), dan blower besar (1.999,2 kWh/tahun). Rekomendasi penghematan energi meliputi penggantian trafo las konvensional dengan teknologi inverter, penggantian blower besar dengan kipas axial yang lebih efisien, penggantian lampu ke LED, serta penggunaan AC inverter. Penerapan rekomendasi tersebut dapat menurunkan konsumsi energi sebesar 8.518,6 kWh/tahun (11,8%) dan menghemat biaya sebesar Rp 9.013.754/tahun. Emisi karbon sebelum penghematan sebesar 59,81 tonCO₂/tahun menurun menjadi 52,40 tonCO₂/tahun setelah implementasi, turun 7,41 tonCO₂/tahun (12,39%). Payback period investasi total (Rp 105.130.400) sekitar 6,9 tahun.

Kata kunci: audit energi; intensitas konsumsi energi; workshop manufaktur; penghematan energi; emisi karbon

I. PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu komponen penting dalam sektor industri karena menentukan kelancaran proses produksi dan biaya operasional. Sektor industri menyumbang sekitar 37% dari total konsumsi energi dunia, sehingga pengelolaan energi yang tidak efisien dapat menyebabkan pemborosan energi dan kenaikan biaya produksi (IEA, 2021). Konsumsi listrik nasional Indonesia menunjukkan peningkatan signifikan dari 100,1 TWh pada tahun 2004 menjadi 198,6 TWh pada 2014, atau meningkat 98,4% dengan rata-rata pertumbuhan 7,2% per tahun. Sektor industri menjadi penyumbang terbesar terhadap peningkatan tersebut, dengan porsi konsumsi listrik mencapai lebih dari 31% dari total nasional (Zaekhan et al., 2022).

Industri manufaktur peralatan pengolahan kelapa sawit, berbagai mesin listrik seperti mesin bubut, frais, las, kompresor, dan pemotong material beroperasi secara intensif sehingga memerlukan pasokan energi dalam jumlah besar. PT. Sawitech sebagai perusahaan manufaktur peralatan pabrik kelapa sawit menghadapi permasalahan serupa, yakni belum tersedianya sistem pemantauan energi yang terstruktur serta minimnya penerapan manajemen energi yang sistematis, sehingga potensi pemborosan energi masih relatif tinggi. Kondisi serupa juga ditemui pada industri manufaktur skala menengah di berbagai negara, di mana manajemen energi yang belum terstruktur menjadi hambatan utama pencapaian efisiensi energi (Gennitsaris et al., 2023).

Efektivitas audit energi dalam mengidentifikasi peluang penghematan energi yang signifikan pada fasilitas industri telah dibuktikan oleh berbagai penelitian terdahulu.. Rintala, (2025) menegaskan bahwa penerapan efisiensi energi pada motor listrik di industri mampu mereduksi konsumsi energi

hingga 20–30%. Penelitian Al Momani et al., (2023) turut memperlihatkan bahwa implementasi audit energi pada fasilitas bangunan dapat menurunkan beban energi secara nyata tanpa mengorbankan produktivitas operasional. Akan tetapi, sebagian besar kajian terdahulu lebih banyak berfokus pada industri skala besar, gedung komersial, atau fasilitas pendidikan, sehingga terdapat kesenjangan penelitian pada workshop manufaktur peralatan kelapa sawit dengan karakteristik beban listrik campuran antara area produksi dan kantor.

Kajian terhadap penelitian terdahulu menunjukkan bahwa audit energi terbukti mampu mengidentifikasi peluang penghematan energi yang signifikan pada berbagai jenis fasilitas industri. Rintala, (2025) menegaskan bahwa penerapan efisiensi energi pada motor listrik di sektor industri mampu mereduksi konsumsi energi hingga 20–30%. Oktavia Ginting et al., (2022) dalam penelitian penggunaan energi Listrik di PT. Graha Sarana Duta II Denpasar melaporkan potensi penghematan hingga 11,4% melalui penggantian peralatan dan optimasi sistem pencahayaan. Hariwan et al., (2023) menemukan bahwa intensitas konsumsi energi pada industri manufaktur skala menengah di Indonesia umumnya berada di atas standar efisiensi nasional, mengindikasikan masih besarnya ruang perbaikan. Sementara itu, Yasin et al., (2024) membuktikan bahwa penerapan simulasi perangkat lunak seperti RETScreen Expert sebagai pembanding perhitungan manual mampu meningkatkan akurasi rekomendasi penghematan energi di lingkungan industri.

Atas dasar kesenjangan penelitian tersebut, studi ini dilaksanakan dengan tujuan menganalisis profil konsumsi energi listrik pada area workshop dan kantor PT. Sawitech, mengidentifikasi peralatan yang memberikan kontribusi terbesar terhadap total konsumsi listrik, serta merumuskan rekomendasi penghematan energi berdasarkan temuan audit energi.

II. METODE PENELITIAN

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai pola penggunaan energi listrik di PT Sawitech berdasarkan data numerik yang diperoleh selama proses audit energi. Evaluasi efisiensi energi dilakukan melalui perhitungan nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE), sedangkan peluang penghematan energi dianalisis berdasarkan hasil identifikasi beban dan karakteristik pemakaian energi pada fasilitas yang diteliti (Arif Rachman, Andi Ilham Samanlangi, 2024).

2. Objek dan Waktu Penelitian

Objek penelitian dalam studi ini adalah PT. Sawitech yang berlokasi di kawasan Batipuh Panjang, Kecamatan Koto Tangah, Kota Padang, Sumatera Barat. Perusahaan tersebut menjalankan kegiatan produksi peralatan pendukung industri pengolahan kelapa sawit. Sumber energi listrik yang digunakan berasal dari PLN dengan kapasitas sambungan sebesar 147.000 VA pada kategori pelanggan industri I-2. Pengumpulan data dan pelaksanaan penelitian dilakukan pada rentang waktu Februari–April 2026.



Gambar 1 PT. Sawitech

3. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan pada bulan Februari hingga April 2026 melalui: (1) observasi lapangan untuk mencatat sistem kelistrikan, jenis peralatan, dan jam operasi mesin; (2) wawancara langsung dengan teknisi listrik dan kepala produksi; serta (3) studi dokumentasi berupa tagihan PLN dan laporan produksi perusahaan. Data primer mencakup daya peralatan, waktu operasi, jumlah unit, dan faktor beban (*load factor*). Data sekunder berupa standar IKE dari (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2025) dan pedoman (Sharma et al., 2021)

4. Metode Analisis

Konsumsi energi listrik dihitung menggunakan persamaan Menurut (Sharma et al., 2021):

$$E = P \times t \times K_f \times h \times n$$

Keterangan E = energi listrik (kWh/bulan), P = daya peralatan (kW), t = waktu operasi (jam/hari), K_f = faktor beban, h = jumlah hari operasi, n = jumlah unit. Faktor beban ditentukan sebesar 1,0 untuk peralatan berdaya stabil (lampu, komputer, kipas) dan 0,3-0,7 untuk peralatan berdaya fluktuatif (mesin las, kompresor, motor listrik besar).

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dihitung menggunakan persamaan (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2025):

$$IKE = \frac{E_{total}}{A}$$

Keterangan A = luas area (m^2). Potensi penghematan energi (PHE) dihitung dengan membandingkan nilai IKE aktual terhadap standar.

Analisis dampak lingkungan dilakukan melalui perhitungan emisi karbon yang dihasilkan secara tidak langsung dari konsumsi energi listrik. Emisi karbon dihitung menggunakan faktor emisi 0,87 $kgCO_2/kWh$ sesuai Keputusan Menteri ESDM No. 163.K/HK.02/MEM.S/2021 tentang Penetapan Faktor Emisi Gas Rumah Kaca Sistem Ketenagalistrikan (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2021), menggunakan persamaan berikut:

$$CO_2 = E \times FE$$

Keterangan CO_2 = emisi karbon ($kgCO_2$ /tahun atau $tonCO_2$ /tahun), E = konsumsi energi listrik (kWh /tahun), dan FE = faktor emisi listrik ($kgCO_2/kWh$). Hasil simulasi menggunakan perangkat lunak RETScreen Expert digunakan sebagai pembanding terhadap perhitungan manual.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Hasil Audit Energi Area Workshop

Data peralatan listrik pada area workshop PT. Sawitech diperoleh melalui observasi lapangan dan pengukuran langsung, kemudian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Peralatan Listrik Area Workshop (Peralatan Utama)

NO	Nama Peralatan	Daya (kW)	Waktu (jam/minggu)	Unit	Kf	Konsumsi (kWh/tahun)
1	Trafo Las (Rilon MMA-500M)	15	14	6	0,35	22.995
2	Lampu Sorot (Flood Light IP66)	1	49	2	1	5.050
3	Lampu Sorot Menengah (Flood Light IP66)	0,5	49	3	1	3.725
4	Lampu LED Hanoc	0,02	49	9	1	3.725
5	Pompa Air	0,55	7	2	0,35	199
6	Mesin Bubut ZMM Sofia CIIMC	10	21	1	0,45	4.928
7	Bor Berdiri (Jiuh Dah Co.,Ltd)	1,5	14	1	0,35	383
8	Milling (Strong-Mill 2V)	0,34	14	1	0,4	99,3
9	Bubut Kecil (Sofia CU325)	5	14	1	0,5	1.825
10	Scrap (YS-55620)	2,2	10,5	1	0,3	361
11	Gergaji Potong (Y-450A)	0,34	14	1	0,4	99,3
12	Bor Duduk (BOKY Machinery JIC-50H)	1,35	14	4	0,35	1.380
13	Gerinda	0,8	14	4	0,35	818
14	Kompresor (Fetch)	3	14	1	0,4	876
15	Kompresor (Teco)	2,2	14	1	0,35	562
16	Mesin Roll	25	7	1	0,25	2.821
17	Mesin Bending	5,5	7	1	0,30	602
18	Katrol Listrik	8,3	7	2	0,45	2.727
19	Mesin Potong Menengah (Enka-LY350-01)	2,2	10,5	3	0,3	1.084
20	Mesin Potong Besar	3,75	10,5	1	0,5	1.027
21	Kipas Angin	0,1	35	2	0,9	329
22	Blower Besar (Portable Ventilator SPV-18)	1,7	28	1	0,7	1.737
23	Blower Kecil (Keong 3 Inch)	0,35	14	3	0,65	498
24	Blower Menengah	0,8	21	4	0,65	2.278

2. Data Hasil Audit Energi Area Perkantoran

Area perkantoran PT. Sawitech memanfaatkan energi listrik terutama untuk Air Conditioner (AC), sistem penerangan, dan perangkat elektronik administratif. Rekapitulasi data peralatan listrik pada area ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Peralatan Listrik Area Perkantoran

NO	Nama Peralatan	Daya (kW)	Waktu (jam/minggu)	Unit	Kf	Konsumsi (kWh/tahun)
1	Lampu Ruang Kantor 1 Lantai 1	0,02	49	6	1	306
2	Lampu Ruang Kantor 1 Lantai 2	0,02	49	6	1	302
3	Lampu Ruang Kantor 2 lantai 2	0,02	49	6	1	302
4	Lampu Ruang Kantor 3 lantai 2	0,02	49	6	1	302
5	Komputer	0,13	42	5	0,6	854
6	Dispenser (WD-185H)	0,35	126	3	0,5	3.449
7	HandPhone	0,045	7	3	0,9	44,3
8	Printer	0,019	7	2	0,3	4,2
9	Laptop	0,065	49	1	0,6	99,6
10	Kulkas (Panasonic NR-BB201Q-PK)	100	168	1	0,5	438
11	AC (Panasonic CS-YNGAK)	760	49	6	0,5	5.825
12	Kipas Kecil	0,025	49	1	0,9	57,5

3. Data Hasil Audit Energi Area Non AC (Toilet)

Area non-AC PT. Sawitech hanya menggunakan energi listrik untuk sistem penerangan. Rincian data peralatan listrik pada area tersebut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Area Non AC (Toilet)

NO	Nama Peralatan	Daya (kW)	Waktu (jam/minggu)	Unit	Kf	Konsumsi (kWh/tahun)
1	Lampu Toilet Lantai 1	0,02	49	1	1	51,1
2	Lampu Toilet Lantai 2	0,02	49	1	1	50,6

4. Total Konsumsi Energi Listrik

Hasil perhitungan konsumsi energi listrik keseluruhan disajikan pada Tabel 4 dan diverifikasi dengan simulasi RETScreen Expert

Tabel 4 Total Konsumsi Energi Listrik

No	Area	Manual (kWh/tahun)	RETScreen (kWh/tahun)
1	Area Workshop	56.082,52	59.315
2	Area Perkantoran (AC)	12.563,27	12.254
3	Area Non AC (Toilet)	99,84	102
	Total	68.745,63	71.673

Hasil simulasi RETScreen Expert dan perhitungan manual memperlihatkan selisih sebesar 4,08%. Perbedaan tersebut terutama disebabkan oleh asumsi waktu operasi peralatan yang digunakan dalam masing-masing metode. Perhitungan manual mengacu pada jumlah hari dan jam kerja yang diterapkan oleh perusahaan, sedangkan simulasi RETScreen menggunakan pola operasi tahunan yang lebih umum. Dengan demikian, hasil perhitungan manual dianggap lebih sesuai untuk menggambarkan kondisi penggunaan energi listrik yang terjadi di PT. Sawitech.

5. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Perhitungan IKE dilakukan berdasarkan luas total area operasional PT. Sawitech sebesar 2.272 m²:

$$IKE = \frac{68.745,63 \text{ kWh/tahun}}{2.272 \text{ m}^2}$$

$$30,25 \text{ kWh/m}^2/\text{tahun}$$

Mengacu pada standar yang ditetapkan (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2025) dan Permen ESDM No. 13 Tahun 2012, nilai IKE 30,25 kWh/m²/tahun termasuk dalam kategori Sangat Efisien. Angka ini berada jauh di bawah ambang batas yang ditetapkan, mengindikasikan bahwa manajemen energi di PT. Sawitech secara keseluruhan sudah cukup baik, meskipun masih terdapat potensi penghematan pada peralatan-peralatan dengan konsumsi energi tertinggi.

6. Analisis Emisi Karbon

Perhitungan emisi karbon yang dihasilkan sebelum penghematan dapat dihitung sebagai berikut:

$$CO_2 = 68.745,63 \text{ kWh/tahun} \times 0,87 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$$

$$CO_2 = 59.808,70 \text{ kgCO}_2/\text{tahun}$$

$$CO_2 = 59,81 \text{ tonCO}_2/\text{tahun}$$

Perhitungan emisi karbon yang dihasilkan setelah penghematan dapat dihitung sebagai berikut:

$$CO_2 = 60.227,03 \text{ kWh/tahun} \times 0,87 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$$

$$CO_2 = 52.397,52 \text{ kgCO}_2/\text{tahun}$$

$$CO_2 = 52,40 \text{ tonCO}_2/\text{tahun}$$

Perhitungan persentase penurunan emisi karbon dapat dihitung sebagai berikut:

$$\Delta CO_2 = CO_{2 \text{ sebelum}} - CO_{2 \text{ sesudah}}$$

$$\Delta CO_2 = 59,81 - 52,40 = 7,41 \text{ tonCO}_2/\text{tahun}$$

$$\% \text{ Penurunan} = (7,41 / 59,81) \times 100\%$$

$$\% \text{ Penurunan} = 12,39\%$$

Kondisi tersebut menunjukkan adanya reduksi emisi karbon sebesar 7,41 tonCO₂/tahun atau 12,39% dibandingkan kondisi awal. Pengurangan emisi karbon ini sejalan dengan temuan Darshan et al., (2022), yang menegaskan bahwa implementasi efisiensi energi melalui audit pada fasilitas industri mampu mengurangi jejak karbon secara signifikan dengan payback period yang relatif singkat. Rincian perbandingan emisi karbon ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Analisis Emisi Karbon

Metode	Sebelum (tonCO ₂ /tahun)	Sesudah (tonCO ₂ /tahun)	Penurunan (%)
Perhitungan Manual	59,81	52,40	12,39%
RETSscreen Expert	62,40	55,46	11,06%

7. Identifikasi Peluang Penghematan Energi

Analisis konsumsi energi menunjukkan bahwa sebagian besar penggunaan listrik pada area workshop berasal dari peralatan dengan daya dan durasi operasi yang tinggi, seperti mesin las, kompresor, mesin bubut, blower, serta lampu penerangan. Berdasarkan hasil tersebut, dilakukan identifikasi peluang konservasi energi yang kemudian dievaluasi dari sisi teknis dan ekonomi. Ringkasan rekomendasi yang diusulkan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 6 Identifikasi Peluang Penghematan Energi

Rekomendasi	Penghematan Energi (kWh/tahun)	Penghematan Biaya (Rp/tahun)	Investasi (Rp)	PP (tahun)
Ganti Trafo Las → Rilon ARC 400G (Inverter)	4.536	4.794.552	61.800.000	12,9
Ganti Blower Besar → Axial Fan 0,75 kW	1.117,2	1.180.880	4.250.400	3,6
Ganti Lampu Sorot → LED COB 800W	928,4	981.319	920.000	0,9
Ganti AC → Panasonic Inverter Nanoe X	1.946	2.056.922	38.160.000	18,6
Total	8.527,6	9.013.673	105.130.400	6,9

Hasil audit energi mengidentifikasi beberapa peralatan dengan konsumsi energi terbesar sebagai target utama program konservasi energi. Trafo las, kompresor, dan blower besar menjadi tiga peralatan dengan konsumsi tertinggi, sejalan dengan temuan Hariwan et al., (2023) yang menyatakan bahwa peralatan produksi berdaya tinggi dan beroperasi fluktuatif merupakan sumber

inefisiensi energi utama pada industri manufaktur skala menengah. Upaya penghematan yang direkomendasikan meliputi penggantian peralatan dengan teknologi yang lebih efisien tanpa mengurangi fungsi operasionalnya. Penggantian mesin las Rilon MMA-500M berdaya 15 kW dengan Rilon ARC 400G berdaya 12 kW memberikan kontribusi penghematan terbesar, yaitu sebesar 4.536 kWh/tahun. Penghematan tersebut diperoleh karena teknologi inverter yang digunakan memiliki efisiensi konversi energi yang lebih baik serta mampu mempertahankan kestabilan arus pengelasan dengan kebutuhan daya yang lebih rendah.

Sistem ventilasi workshop menjadi salah satu target utama efisiensi energi. Penggantian Portable Ventilator SPV-18 (1,7 kW) dengan blower axial JT20M (0,75 kW) menghasilkan potensi pengurangan konsumsi energi sebesar 1.117,2 kWh/tahun. Hasil ini konsisten dengan temuan Rintala, (2025), yang menunjukkan bahwa penggantian motor listrik konvensional dengan unit berkapasitas lebih sesuai mampu menghemat konsumsi energi antara 15–40% pada sistem ventilasi industri. Kinerja ventilasi tetap dapat dipertahankan karena blower axial memiliki kemampuan sirkulasi udara yang memadai dengan kebutuhan daya yang lebih kecil. Selain itu, penerapan teknologi inverter pada sistem pendingin udara melalui penggantian AC Panasonic CS-YN9AK (0,76 kW) dengan Panasonic Inverter Nanoe X RU Series (0,5 kW) berpotensi menekan penggunaan energi hingga 1.946 kWh/tahun. Efisiensi tersebut dicapai melalui pengaturan kerja kompresor yang menyesuaikan kebutuhan pendinginan ruangan secara otomatis.

Sistem pencahayaan merupakan komponen efisiensi energi dengan potensi penghematan yang menarik secara ekonomi. Penggantian lampu sorot konvensional (1 kW) dengan Lampu Sorot LED COB Flood Light (0,8 kW) mampu mengurangi konsumsi energi sebesar 928,4 kWh/tahun. Keunggulan teknologi LED dibandingkan lampu konvensional juga dikonfirmasi oleh Kapan, (2026), yang melaporkan bahwa migrasi ke lampu LED pada area produksi industri menghasilkan penghematan energi rata-rata 25–35% dengan payback period di bawah satu tahun. Penggantian lampu sorot konvensional dengan LED terbukti efektif dalam berbagai studi audit energi pada fasilitas industri dan pendidikan, dengan potensi penghematan 25–40% (Novra et al., 2024). Teknologi LED dipilih karena memiliki efikasi pencahayaan yang lebih tinggi, masa pakai yang lebih panjang, serta menghasilkan panas yang lebih rendah dibandingkan lampu konvensional. Secara keseluruhan, rekomendasi yang diusulkan menunjukkan bahwa penerapan teknologi yang lebih efisien pada peralatan dengan konsumsi energi tinggi dapat memberikan penghematan energi yang signifikan sekaligus mendukung upaya konservasi energi di PT Sawitech.

8. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian ini dapat dibandingkan dengan beberapa studi audit energi sejenis untuk mengevaluasi kelebihan dan keterbatasannya. Muhammad Fahmi Hakim et al., (2023) melakukan audit energi pada gedung A Rumah Sakit Jiwa Dr. Radjiman Wediodiningrat dengan hasil IKE 21,944 kWh/m²/Tahun, lebih rendah dari PT. Sawitech (30,25 kWh/m²/tahun), yang mengindikasikan bahwa efisiensi energi PT. Sawitech secara keseluruhan relatif lebih baik. Adapun Oktavia Ginting et al., (2022) dalam auditnya pada listrik di PT. Graha Sarana Duta II Denpasar melaporkan potensi penghematan hingga 11,4%, sedikit lebih kecil dibanding penelitian ini yang menghasilkan potensi penghematan 11,8%, perbedaan ini dapat dijelaskan oleh perbedaan karakteristik proses produksi dan kondisi peralatan masing-masing fasilitas.

Dibandingkan dengan Suswitaningrum et al., (2022) yang mengkaji efisiensi energi pada gedung perkantoran pemerintah, penelitian ini memiliki keunggulan dalam cakupan analisis yang lebih luas karena melibatkan area workshop dengan peralatan produksi heterogen dan area perkantoran secara bersamaan. Hariwan et al., (2023) juga menggarisbawahi pentingnya pendekatan

komprehensif yang mempertimbangkan seluruh area fasilitas, bukan hanya area dengan konsumsi tertinggi.

Keunggulan utama penelitian ini dibandingkan studi-studi terdahulu terletak pada penerapan metode validasi ganda, yaitu kombinasi antara perhitungan manual dan simulasi perangkat lunak RETScreen Expert. Yasin et al., (2024) menegaskan bahwa pendekatan triangulasi semacam ini menghasilkan estimasi konsumsi energi yang lebih dapat dipertanggungjawabkan dibanding perhitungan manual saja, karena selisih antar metode berfungsi sebagai indikator reliabilitas data lapangan. Selisih 4,08% yang diperoleh dalam penelitian ini berada dalam rentang kewajaran yang dilaporkan oleh Hasto et al., (2024), yakni 3–7% untuk audit energi pada fasilitas industri.

Di sisi lain, keterbatasan penelitian ini dibandingkan dengan studi-studi terdahulu antara lain adalah cakupan analisis yang terbatas pada satu fasilitas tunggal, serta belum dilakukannya pengukuran daya secara *real-time* menggunakan power quality analyzer. Hal ini sejalan dengan penelitian Lisauskas et al., (2022) bahwa audit energi pada industri skala menengah-kecil sering kali dibatasi oleh cakupan fasilitas tunggal, namun tetap menghasilkan rekomendasi penghematan yang terukur dan dapat diimplementasikan. Woo et al., (2021) menekankan bahwa pengukuran langsung berbasis alat ukur digital menghasilkan estimasi konsumsi energi yang lebih presisi dibandingkan pendekatan berbasis faktor beban, yang merupakan keterbatasan metodologis yang perlu dipertimbangkan dalam interpretasi hasil penelitian ini.

IV. KESIMPULAN

Hasil audit energi menunjukkan bahwa konsumsi energi listrik PT Sawitech berdasarkan perhitungan manual mencapai 68.745,63 kWh/tahun, sedangkan simulasi menggunakan RETScreen Expert menghasilkan nilai sebesar 71.673 kWh/tahun. Perbedaan antara kedua metode tersebut relatif kecil, yaitu 4,08%, sehingga hasil simulasi dapat digunakan sebagai pembandingan dalam analisis konsumsi energi. Sebagian besar penggunaan energi listrik berasal dari area workshop yang menyumbang sekitar 81,6% dari total konsumsi energi, dengan peralatan utama berupa trafo las, kompresor, dan mesin bubut sebagai kontributor terbesar.

Evaluasi tingkat efisiensi energi melalui perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) menghasilkan nilai sebesar 30,25 kWh/m²/tahun. Nilai tersebut berada dalam kategori sangat efisien berdasarkan kriteria yang ditetapkan dalam SNI 6196:2011 (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2025) dan Permen ESDM Nomor 13 Tahun 2012 dalam (Zaekhan et al., 2022). Meskipun demikian, hasil audit masih menunjukkan adanya peluang peningkatan efisiensi pada beberapa peralatan yang memiliki konsumsi energi relatif tinggi.

Implementasi rekomendasi konservasi energi melalui penggunaan mesin las berbasis inverter, blower yang lebih efisien, sistem pencahayaan LED, dan AC inverter berpotensi menurunkan konsumsi energi listrik sebesar 8.527,6 kWh/tahun atau sekitar 11,8% dari kondisi awal. Penerapan langkah tersebut juga diperkirakan mampu menghasilkan penghematan biaya listrik sebesar Rp9.013.673 per tahun dengan periode pengembalian investasi sekitar 6,9 tahun untuk total investasi sebesar Rp105.130.400.

Selain memberikan manfaat ekonomi, penerapan rekomendasi efisiensi energi juga berdampak positif terhadap aspek lingkungan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa emisi karbon dapat dikurangi sebesar 7,41 tonCO₂ per tahun atau sekitar 12,39%, dari kondisi awal sebesar 59,81 tonCO₂/tahun menjadi 52,40 tonCO₂/tahun. Temuan ini menunjukkan bahwa program konservasi energi tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik, tetapi juga mendukung upaya pengurangan emisi gas rumah kaca pada sektor industri manufaktur.

V. REFERENSI

- Al Momani, D., Al Turk, Y., Abuashour, M. I., Khalid, H. M., Muyeen, S. M., Sweidan, T. O., Said, Z., & Hasanuzzaman, M. (2023). Energy saving potential analysis applying factory scale energy audit – A case study of food production. *Heliyon*, 9(3), e14216. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14216>
- Arif Rachman, Andi Ilham Samanlangi, H. P. (2024). Dan R & D. In *CV Saba Jaya Publishr*.
- Darshan, A., Girdhar, N., Bhojwani, R., Rastogi, K., Angalaeswari, S., Natrayan, L., & Paramasivam, P. (2022). Energy Audit of a Residential Building to Reduce Energy Cost and Carbon Footprint for Sustainable Development with Renewable Energy Sources. *Advances in Civil Engineering*, 2022(1). <https://doi.org/10.1155/2022/4400874>
- Gennitsaris, S., Oliveira, M. C., Vris, G., Bofilios, A., Ntinou, T., Frutuoso, A. R., Queiroga, C., Giannatsis, J., Sofianopoulou, S., & Dedoussis, V. (2023). Energy Efficiency Management in Small and Medium-Sized Enterprises: Current Situation, Case Studies and Best Practices. *Sustainability*, 15(4), 3727. <https://doi.org/10.3390/su15043727>
- Hariwan, P., Sunaryo, F., & Kholil, M. (2023). Determining Factors of Energy Intensity in the Manufacturing Industry of Provinces in Indonesia. *Journal of Earth Energy Engineering*, 11(3), 136–145. <https://doi.org/10.25299/jeee.2022.10649>
- Hastanto, A., T.K, B. F., & Windarta, J. (2024). Studi Potensi Penghematan Energi pada Coal Handling System PLTU Jawa IV Menggunakan Analisis Regresi Multivarian. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 5(2), 130–144. <https://doi.org/10.14710/jebt.2024.23950>
- IEA. (2021). Energy Efficiency 2021 – Analysis. *International Energy Agency (IEA) Publications International*. <https://doi.org/10.1787/cfb80e1e-en>
- Kapan, S. (2026). Evaluating The Efficiency of a Facility Through a Detailed Energy Audit. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 15(1), 438–447. <https://doi.org/10.17798/bitlisfen.1832220>
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2021). Penetapan Faktor Emisi Gas Rumah Kaca Sistem Ketenagalistrikan. *Kementerian ESDM*. <https://jdih.esdm.go.id/index.php/web/result/2183/detail>
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2025). *Konservasi Energi oleh Pemerintah dan Pemerintah Daerah*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. <https://jdih.esdm.go.id>
- Lisauskas, A., Kveselis, V., Dzenajavičienė, E. F., Masaitis, S., & Perednis, E. (2022). Analysis of energy audits results and impacts: case of small and medium enterprises in Lithuania. *Energy Efficiency*, 15(7), 48. <https://doi.org/10.1007/s12053-022-10052-x>
- Muhammad Fahmi Hakim, Ahmad Hermawan, Fandi Kurniawan, & Kumala Mahda Habsari. (2023). Audit Energi dan Rekomendasi Penghematan Energi Listrik di Gedung Rumah Sakit. *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 10(2), 136–141. <https://doi.org/10.33795/elposys.v10i2.2522>
- Novra, N., Multazam, T., Nasution, F. A., & Muhammad, M. (2024). Evaluation of lighting systems and energy audit building information engineering malikussaleh university. *Jurnal Geuthèè: Penelitian Multidisiplin*, 7(3), 197. <https://doi.org/10.52626/jg.v7i3.381>
- Oktavia Ginting, S., Manuaba, I. B. G., & Maharta Pemayun, A. A. G. (2022). Audit Energi Untuk Pencapaian Penghematan Penggunaan Energi Listrik Di Pt. Graha Sarana Duta Ii Denpasar. *Jurnal SPEKTRUM*, 9(1), 27. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2022.v09.i01.p4>
- Rintala, E. (2025). *Systemic Analysis of Industrial Energy Savings Through Electric Motor Driven*

Systems Across Segments and Their Potential to Enable Renewable Energy.

- Sharma, P., Reddy Salkuti, S., & Kim, S.-C. (2021). Energy audit: types, scope, methodology and report structure. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 22(1), 45. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v22.i1.pp45-52>
- Suswitaningrum, E., Hudallah, N., Putri, R. D. M., & Sunarko, B. (2022). Analisis Intensitas Konsumsi Energi Listrik dan Peluang Penghematan Energi Listrik pada Gedung C Kantor Sekretariat Daerah Kabupaten Semarang. *Jurnal ELTIKOM: Jurnal Teknik Elektro, Teknologi Informasi dan Komputer*, 6(1), 26–39. <https://doi.org/10.31961/eltikom.v6i1.545>
- Woo, J., Fatima, R., Kibert, C. J., Newman, R. E., Tian, Y., & Srinivasan, R. S. (2021). Applying blockchain technology for building energy performance measurement, reporting, and verification (MRV) and the carbon credit market: A review of the literature. *Building and Environment*, 205, 108199. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108199>
- Yasin, A., Qutaina, B., & Al-Saqqa, S. (2024). Enhancing Energy Efficiency in a Palestinian Dairy Factory Utilizing RETScreen Expert. *An-Najah University Journal for Research - A (Natural Sciences)*, 38(2), 118–124. <https://doi.org/10.35552/aujr.a.38.2.2209>
- Zaekhan, Z., Nachrowi, N. D., Hartono, D., & Soetjipto, W. (2022). What drives energy consumption in Indonesia's manufacturing industry? An analysis of firm-level characteristics. *International Journal of Energy Sector Management*, 16(5), 965–984. <https://doi.org/10.1108/IJESM-05-2021-0015>