

ANALISIS PELUANG PENGHEMATAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK DI GEDUNG FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI ULB

Doni Pinayungan¹⁾, Suwarno²⁾, M. Fitra Zambak³⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan Batam

^{2,3)} Magister Teknik Elektro, Pascasarjana, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

E-mail: donipinayungan@ft.unrika.ac.id

ABSTRAK

Energi merupakan kemampuan yang dapat disimpan untuk melakukan kerja. Manajemen energi adalah upaya sistematis untuk menggunakan energi secara efisien tanpa mengurangi fungsi utama bangunan. Penelitian ini bertujuan menghitung nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE), merinci penggunaan energi, dan mengidentifikasi peluang penghematan di Gedung Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Labuhanbatu. Melalui audit energi awal dan rinci, diperoleh nilai IKE dengan tiga pendekatan: 41,74 kWh/m²/tahun (operasional), 77,74 kWh/m²/tahun (harian) — keduanya tergolong efisien, serta 6,44 (ruang ber-AC, sangat efisien) dan 26,18 (ruang non-AC, sangat boros). Peluang penghematan meliputi penggunaan lampu LED, pemanfaatan pencahayaan alami, dan pengurangan frekuensi pompa air dengan tangki penyimpanan.

Kata kunci : Hemat Energi, IKE, Audit Energi, PHE.

ABSTRACT

Energy is the stored capacity to perform work. Energy management is a systematic approach to using energy efficiently without reducing the primary function of a building. This study aims to calculate the Energy Use Intensity (EUI), detail energy consumption, and identify potential energy-saving opportunities in the Faculty of Science and Technology building at Labuhanbatu University. Through preliminary and detailed energy audits, EUI values were obtained using three approaches: 41.74 kWh/m²/year (operational time), 77.74 kWh/m²/year (daily usage) — both categorized as efficient, 6.44 (AC room, highly efficient), and 26.18 (non-AC room, very inefficient). Energy-saving opportunities include replacing fluorescent lights with LED lamps, utilizing natural lighting through windows or glass blocks, and reducing water pump usage by installing storage tanks.

Keyword : Energy Saving, IKE, Energy Audit, PHE.

1. PENDAHULUAN

Energi listrik memegang peranan penting dalam pembangunan ekonomi, mencakup produksi, distribusi, dan konsumsi. Seiring meningkatnya populasi dan infrastruktur, kebutuhan listrik pun meningkat signifikan setiap tahun. Indonesia merupakan konsumen energi terbesar di Asia Tenggara dan peringkat kelima di Asia-Pasifik setelah China, India, Jepang, dan Korea Selatan [1]. Dengan target elektrifikasi 100% pada 2025, permintaan listrik diperkirakan melonjak hingga 1.611 TWh pada 2050, dengan

konsumsi per kapita naik dari 846 kWh (2016) menjadi 4.902 kWh (2050), masih di bawah target KEN (PP79/2014) [1].

Berbagai regulasi seperti UU No. 30 Tahun 2007 dan PP No. 70 Tahun 2009 mendorong konservasi energi melalui pendekatan sistematis dan terintegrasi, termasuk audit energi yang membandingkan konsumsi listrik sebelum dan sesudah intervensi [2]. Contohnya, audit IKE di Lapas Kelas II B Kulim menunjukkan ruang ber-AC mencapai 14,01 kWh/m²/bulan, sedangkan ruang non-AC tergolong boros dengan 8,16

kWh/m²/bulan [3]. Penggunaan mikrokontroler untuk otomasi terbukti mampu menghemat energi hingga 38,69% dalam satu bulan pemakaian, dengan konsumsi daya lebih terkendali [4].

Manajemen konsumsi energi sangat penting untuk mendorong partisipasi masyarakat dalam penghematan energi [5]. Audit energi diperlukan untuk menilai penggunaan energi secara efisien tanpa mengurangi kenyamanan. Efisiensi energi juga menurunkan biaya dan emisi gas rumah kaca. Menurut IEA, efisiensi energi dapat memangkas sepertiga kebutuhan energi global pada 2050.

Penelitian ini dilakukan di Gedung Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Labuhanbatu untuk mengidentifikasi peluang penghematan energi listrik melalui analisis konsumsi energi secara menyeluruh.

2. INJAUAN PUSTAKA (Heading)

Efisiensi energi listrik di sisi permintaan dianggap sebagai solusi terbaik untuk mengatasi krisis ketersediaan listrik. Selama ini konsumsi daya terus meningkat, sementara peningkatan pasokan memerlukan investasi besar dan waktu lama. Penghematan 1 MW konsumsi listrik setara dengan membangun pembangkit baru berkapasitas 1 MW [6].

Menurut ASEAN Center on Energy (ACE) 2013, Indonesia memiliki potensi besar dalam penghematan energi, namun konsumsi listriknya masih boros dan tidak efisien. Hal ini terlihat dari rendahnya konsumsi listrik per kapita terhadap PDB per kapita dibanding negara ASEAN lain seperti Thailand, Malaysia, bahkan jauh di bawah Brunei dan Singapura [6].

Untuk mendorong efisiensi, pemerintah menerbitkan Keppres No. 10 Tahun 2005 dan PP No. 70 Tahun 2009. Namun, efektivitas kebijakan ini belum optimal karena tarif listrik yang masih rendah dan skema subsidi yang menyeluruh tanpa mempertimbangkan golongan pelanggan [6].

Sejak 2013, pemerintah mulai menyesuaikan tarif listrik secara bertahap agar mendekati harga keekonomian dan menghapus subsidi bagi konsumen besar. Kenaikan tarif ini menjadikan efisiensi energi sebagai isu utama, terutama bagi pelaku industri, sehingga penghematan energi menjadi solusi penting untuk mengurangi beban biaya [6].

2.1 Energi

Energi merupakan unsur penting dalam menjalankan suatu sistem, meskipun sulit

didefinisikan secara langsung. Energi tidak bisa diciptakan atau dimusnahkan, tetapi dapat berubah bentuk sesuai kebutuhan sistem [4]. Dalam konteks listrik, energi berasal dari pergerakan muatan dalam konduktor atau media lain, dan konsumsi listrik dihitung berdasarkan daya dikalikan waktu penggunaan.

Sumber utama energi listrik di Indonesia masih didominasi oleh pembangkit berbasis bahan bakar fosil seperti batu bara dan minyak bumi. Karena sumber ini terbatas dan mahal, efisiensi serta konservasi energi menjadi hal yang mendesak untuk diterapkan. Sesuai dengan PERMEN ESDM No. 14 Tahun 2012, manajemen energi dilakukan untuk mengatur penggunaan energi secara efisien melalui pendekatan teknis dan ekonomis [4].

Langkah-langkah penghematan dapat meliputi:

- Mengurangi kapasitas daya dengan meningkatkan efisiensi alat.
- Meminimalkan waktu operasional alat listrik.
- Mendesain ulang bangunan agar lebih hemat energi, seperti melalui penggunaan ventilasi alami dan pengatur waktu otomatis pada peralatan [3].

Konsumsi listrik nasional terus meningkat, mendorong pemerintah untuk mendorong efisiensi melalui penggunaan teknologi hemat energi dan perubahan perilaku pengguna. Konservasi energi didefinisikan sebagai penggunaan energi secara bijak dan efisien tanpa mengorbankan kenyamanan. Menurut Dr. Sasongko Pramono, potensi penghematan energi di berbagai sektor berkisar antara 10% hingga 35%, baik melalui perubahan sederhana maupun investasi teknologi [7].

Audit energi menjadi langkah awal dalam pengelolaan energi, bertujuan untuk mengetahui pola konsumsi, mengidentifikasi pemborosan, serta menyusun strategi efisiensi (Hilmawan, 2009) [7]. Survei menunjukkan sektor bangunan komersial memiliki potensi efisiensi hingga 30% [7], di mana sektor ini menyumbang sekitar 23% dari total konsumsi energi nasional (Saptono, 2010). Pemborosan umumnya disebabkan oleh penggunaan perangkat tidak efisien dan perilaku konsumen yang kurang sadar energi.

Audit energi gedung yang paling sederhana melibatkan data luas bangunan, konsumsi listrik, pencahayaan, dan biaya energi. Contoh tindakan efisiensi adalah mengatur suhu AC secara tepat dan mengganti lampu pijar dengan lampu hemat energi

seperti neon, yang dapat mengurangi konsumsi listrik hingga 20% (Magdalena, 2009) [7].

Audit energi merupakan proses evaluasi pemakaian energi untuk mengidentifikasi potensi penghematan serta merekomendasikan peningkatan efisiensi guna mendukung konservasi energi. Audit ini mencakup berbagai tingkat, mulai dari survei sederhana hingga pengujian teknis mendalam, tergantung pada skala dan jenis fasilitas yang diaudit.

Audit energi terbagi menjadi tiga jenis utama:

1. **Audit Energi Singkat**
Merupakan tahap awal dengan pengumpulan data historis, dokumentasi bangunan, observasi langsung, atau wawancara. Tujuannya antara lain:
 - o Menilai tren penggunaan energi,
 - o Menghitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE),
 - o Menentukan potensi penghematan,
 - o Menentukan perlunya audit lanjutan.
2. **Audit Energi Awal (AEA)**
Dilakukan tanpa pengukuran langsung, hanya menggunakan data dokumentasi dan hasil pengukuran singkat. Melibatkan:
 - o Pengumpulan dokumentasi teknis (gambar instalasi, denah, dll),
 - o Pengukuran terbatas menggunakan alat portabel di titik tertentu,
 - o Perhitungan IKE berdasarkan data yang ada.
3. **Audit Energi Rinci (AER)**
Audit lanjutan yang lebih menyeluruh dan dilakukan jika IKE melampaui batas efisiensi yang ditargetkan. Meliputi:
 - o Pengumpulan data lengkap (historis, observasi, dan pengukuran teknis),
 - o Analisis penggunaan energi per alat atau komponen bangunan,
 - o Evaluasi kinerja operasional dan efisiensi aktual,
 - o Analisis data teknis dan finansial penghematan energi.

Audit rinci dilakukan menggunakan perangkat pengukuran untuk merekam konsumsi energi tiap bagian bangunan. Hasilnya memungkinkan penyusunan alur energi secara menyeluruh dan identifikasi alat-alat dengan konsumsi tertinggi, guna mendukung pengambilan keputusan efisiensi [8].

Proses audit energi dilakukan secara bertahap dan umumnya terbagi dalam tiga bagian utama: audit energi awal, audit energi rinci, serta implementasi dan tindak lanjut. Audit energi awal biasanya dapat dilakukan oleh pengelola gedung dengan

menggunakan data dari tagihan energi dan observasi langsung. Jika hasil audit awal menunjukkan nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) melebihi target efisiensi, maka perlu dilakukan audit rinci untuk menganalisis lebih dalam profil penggunaan energi dan mengidentifikasi perangkat yang boros energi.

Dalam audit energi, berbagai data dikumpulkan dan dianalisis untuk mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi permintaan energi suatu bangunan. Hasil pengukuran kemudian digunakan untuk menyusun catatan konsumsi energi secara menyeluruh. Berdasarkan temuan tersebut, diberikan rekomendasi, seperti:

- Peningkatan program manajemen energi,
- Penguatan kesadaran efisiensi energi,
- Penghematan tanpa biaya (misalnya, perubahan prosedur operasional),
- Penghematan dengan investasi kecil (misalnya, perbaikan teknis),
- Hingga efisiensi melalui investasi besar [9].

2.2 Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) adalah ukuran yang menunjukkan jumlah energi listrik yang digunakan per satuan luas bangunan. IKE dihitung dengan membagi total energi listrik yang dikonsumsi (biasanya per tahun atau per bulan) dengan luas area bangunan yang digunakan. Analisis IKE digunakan untuk menilai efisiensi penggunaan energi dalam suatu bangunan, dan hasilnya dibandingkan dengan standar nasional (SNI) sebagai tolok ukur [10].

Jika nilai IKE aktual melebihi standar, berarti konsumsi energi di bangunan tersebut tergolong boros atau tidak efisien. Berikut adalah standar IKE berdasarkan jenis bangunan di Indonesia:

- Perkantoran komersial: 240 kWh/m²/tahun
- Pusat perbelanjaan: 330 kWh/m²/tahun
- Hotel/apartemen: 300 kWh/m²/tahun
- Rumah sakit/industri: 380 kWh/m²/tahun
- Perkantoran pemerintah (ber-AC): 165 kWh/m²/tahun
- Perkantoran pemerintah (non-AC): 65 kWh/m²/tahun [10]

Rumus Umum IKE:

$$IKE = \frac{\text{energi yang digunakan (kWh/ tahun)}}{\text{luas bangunan (m}^2\text{)}} \quad (1)$$

Perhitungan biaya listrik bulanan dapat dihitung dengan:

Biaya pemakaian listrik per bulan = (kWh x



TDL) x 30 hari (2)

Potensi Penghematan Energi:

Berdasarkan hasil analisis IKE, peluang penghematan dapat dikategorikan menjadi:

1. Tanpa biaya atau biaya rendah: melalui perbaikan perilaku, peningkatan kesadaran operator, dan kebersihan alat.
2. Biaya sedang: modifikasi sistem atau peralatan dengan biaya terjangkau.
3. Biaya tinggi: perubahan besar pada sistem proses dengan investasi tinggi [11].

Analisis keuangan digunakan untuk mengukur efisiensi biaya dari konsumsi energi tersebut, dengan tujuan utama mendorong efisiensi dan konservasi energi berdasarkan standar yang berlaku.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Gedung Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Labuhanbatu, berlokasi di Jl. Sisingamangaraja No. 124 A KM 3.5 Aek Tapa, Rantau Prapat, Sumatera Utara. Waktu pelaksanaan dimulai dari 1 Juli hingga 31 Agustus 2023.

3.1 Tahapan Audit Energi

Audit energi awal dilakukan dengan mengumpulkan data dasar yang meliputi:

1. Informasi Umum Gedung
 - o Jadwal operasional gedung
 - o Total luas bangunan dan luas area ber-AC (m²)
2. Data Konsumsi Energi
 - o Rekap tagihan listrik selama enam bulan terakhir
 - o Jadwal aktivitas sebagai indikator tingkat pemakaian energi

Selanjutnya dilakukan penghitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dengan satuan kWh/m² per tahun. Hasil IKE akan dibandingkan dengan standar nasional dan internasional (seperti ASEAN dan APEC) untuk mengetahui tingkat efisiensi energi bangunan.

Audit Energi Rinci, Audit ini dilaksanakan jika:

- Nilai IKE hasil audit awal melebihi standar,
- Atau ingin meningkatkan efisiensi meskipun nilai IKE telah sesuai standar.

Kegiatan dalam audit energi rinci meliputi:

- a. Pengukuran Konsumsi Energi
 - Penelusuran konsumsi energi tiap

perangkat

- Penyusunan profil penggunaan energi secara menyeluruh

- b. Identifikasi Peluang Hemat Energi (PHE)

- Perbandingan nilai IKE aktual dengan standar
- Jika nilai IKE < standar → audit dapat dihentikan
- Jika nilai IKE > standar → audit dilanjutkan untuk optimasi lanjutan

- c. Analisis Peluang Hemat Energi

- Dilakukan dengan membandingkan potensi penghematan terhadap biaya investasi atau perbaikan yang diperlukan

3.2 Teknik Pengumpulan Data

1. Studi Pustaka
 - o Kajian literatur dari buku, jurnal, dan penelitian sebelumnya sebagai landasan teori.
2. Observasi Lapangan
 - o Observasi langsung kondisi gedung sebagai data pendukung audit.
3. Diskusi
 - o Koordinasi dengan teknisi (electrical) di lapangan dan dosen pembimbing untuk validasi dan pemahaman teknis.

3.3 Teknik Analisis Data

Analisis dilakukan melalui tiga tahapan:

1. Perencanaan
 - o Menentukan data yang diperlukan dan metode pengumpulan.
2. Pelaksanaan
 - o Mengambil dan mencatat data dari objek penelitian.
3. Evaluasi
 - o Mengolah dan menganalisis data menggunakan pendekatan kuantitatif, seperti metode persamaan kuadrat, untuk menarik kesimpulan dari hasil pengukuran energi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari estimasi pemakaian beban listrik:

- a. Dengan acuan waktu operasional, didapat nilai IKE sebesar 41,74 kWh/m² tahun.
- b. Dengan acuan waktu pemakaian harian, didapat nilai IKE sebesar 77,74 kWh/m² tahun.

Jika ditinjau dari table standar IKE, untuk tipe sekolah (batas bawah 195), maka Gedung Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Labuhanbatu dapat dikategorikan termasuk

kategori efisien dalam konsumsi energi listrik.

Dalam menghitung besarnya IKE Listrik pada bangunan Gedung, ada beberapa istilah yang digunakan antara lain:

1. IKE Listrik per satuan luas total gedung yang dikondisikan (netto), yaitu luas total ruang ber-AC, dan

2. IKE Listrik per satuan luas kotor (gross) gedung, yaitu luas total ruang gedung yang dikondisikan (ruang ber-AC) ditambah dengan luas total ruang gedung yang tidak dikondisikan (tanpa AC).

Dalam menghitung besarnya IKE listrik pada gedung/ruangan yang ber AC dan tanpa AC, dapat ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut ini:

$$IKE = \frac{kWh \text{ total}}{(Occ.Rate \times Area \text{ Room})} \quad (3)$$

Sebagai pedoman, telah ditetapkan nilai standart IKE untuk bangunan di Indonesia yang telah ditetapkan oleh Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia tahun 2004.

Tabel 4.1 Standar IKE Untuk Ruang AC dan Non-AC

Kriteria	Ruang AC (kWh/m2/bln)	Ruang non-AC (kWh/m2/bln)
Sangat Efisien	4,17 - 7,92	0,84 - 1,67
Efisien	7,92 - 12,08	1,67 - 2,50
Cukup Efisien	12,08 - 14,58	-
Agaok boros	14,58 - 19,17	-
Boros	19,17 - 23,75	2,50 - 3,34
Sangat Boros	23,75 - 37,75	3,34 - 4,17

Dari tabel estimasi pemakaian energi pada Gedung Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Labuhanbatu, didapat permaikaian energi listrik:

Tabel 4.2 Daftar Estimasi Pemakaian Energi Listrik

Nama	Daya (kWh)	
	Ber-AC	Tanpa-AC
Ruang kelas		97.488
Aula	30.600	
Lorong		3.456

Ruang Kantor	191.720	
Lobi Teras		576
Kantin	71.040	
Kamar Mandi		8.064
Total	293.360	109.584
(kWh)	8.801,80	3.288,52

Daya listrik ruang ber-AC = 8.801,80 kWh/bulan

Daya listrik ruang tanpa AC = 3.288,52 kWh/bulan

Luas ruang yang ber-AC = 1.709 m²

Luas ruang tanpa AC = 157 m²

Dengan asumsi tingkat pemakaian ruang (occupation) rata-rata = 80%

$$IKE \text{ ruang ber AC} = \frac{8.801,80}{(0,8 \times 1.709)} = 6,44$$

$$IKE \text{ ruang tanpa AC} = \frac{3.288,52}{(0,8 \times 157)} = 26,18$$

Dilihat dari perhitungan IKE ruang ber-Ac dan ruang tanpa AC dibandingkan dengan tabel standar IKE, maka pemakaian energi pada Gedung Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Labuhanbatu, masuk dalam kategori:

Ruang ber-AC = Sangat Efisien

Ruang tanpa AC = Sangat Boros

Dari perhitungan diatas didapat bahwa perhitungan IKE berdasarkan luas bangunan dengan acuan waktu operasional dan acuan waktu pemakaian harian didapat bahwa perhitungan IKE masih dikategorikan efisien. Dari perhitungan berdasarkan luas bangunan ber-AC didapat hasil perhitungan IKE ruang ber AC dikategorikan sangat efisien, sedangkan perhitungan IKE ruang non-AC dikategorikan sangat boros.

Dengan mengacu pada perhitungan nilai IKE ruang non-AC dan menganalisa dari estimasi pemakaian energi listrik pada table 4.2. dan 4.4., didapat beberapa langkah peluang penghematan energi listrik yang dapat dilakukan, yaitu:

1. Pemakaian lampu yang harus diganti dengan tipe LED dengan daya yang lebih kecil tetapi kuat pencahannya tetap sama.
2. Penambahan ventilasi atau jendela atau kaca block pada Lorong agar pencahayaan tidak tergantung dari lampu tetapi dapat dari pencahayaan sinar matahari.
3. Penggunaan tangga air dimana hal ini sangat berpengaruh untuk mengurangi daya starting pada pompa air sehingga pemakaian starting pompa air pada setiap

harinya hanya 1 sd 2 kali saja

efisiensi energi jangka panjang.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian terkait peluang penghematan energi di Gedung Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Labuhanbatu, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dilakukan menggunakan tiga pendekatan: berdasarkan waktu operasional, waktu pemakaian harian, serta klasifikasi ruang ber-AC dan non-AC.
2. Hasil IKE menunjukkan:
 - o Metode waktu operasional: 41,74 kWh/m²/tahun (kategori efisien),
 - o Metode waktu pemakaian harian: 77,74 kWh/m²/tahun (kategori efisien),
 - o Ruang ber-AC: 6,44 kWh/m²/tahun (sangat efisien),
 - o Ruang non-AC: 26,18 kWh/m²/tahun (sangat boros).
3. Peluang penghematan energi yang diidentifikasi meliputi:
 - o Mengganti lampu fluorescent dengan lampu LED hemat energi,
 - o Menambahkan ventilasi alami (jendela, kaca blok) di lorong-lorong untuk memanfaatkan cahaya matahari,
 - o Memanfaatkan toren/tangki air guna mengurangi frekuensi hidup-mati pompa air.

5.2 Saran

Sebagai tindak lanjut dari temuan dan kesimpulan penelitian ini, beberapa saran pengembangan yang dapat dilakukan antara lain:

1. Perluasan objek penelitian ke jenis bangunan lain seperti gedung perkantoran, agar dapat dilakukan perbandingan potensi penghematan energi antar tipe bangunan.
2. Pendalaman variabel dalam perhitungan IKE, seperti mempertimbangkan jumlah pengguna ruang, warna interior, tinggi plafon, ukuran dan arah jendela, ventilasi, serta fungsi tiap ruangan untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dan aplikatif.
3. Rekomendasi kepada pihak pengelola Gedung Fakultas Sains dan Teknologi ULB agar mempertimbangkan penerapan langkah-langkah penghematan energi yang telah diusulkan dalam penelitian ini demi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPPT, Indonesia Energy Outlook 2018: Sustainable Energy for Land Transportation, vol. 134, no. 4. 2018.
- [2] Presiden RI, "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia no 70/ 2009 Konservasi Energi," pp. 1–17, 2009.
- [3] D. Sebagai and S. Satu, "ANALISIS PELUANG PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK DI RUTAN KELAS II B KULIM PEKANBARU RIAU TUGAS AKHIR."
- [5] S. Setya Wiwaha, "Analisis Peluang Penghematan," pp. 47–58.
- [6] D. Mulyani and D. Hartono, "Pengaruh Efisiensi Energi Listrik pada Sektor Industri dan Komersial terhadap Permintaan Listrik di Indonesia," J. Ekon. Kuantitatif Terap., p. 1, 2018, doi: 10.24843/jekt.2018.v11.i01.p01.
- [7] A. W. Biantoro and D. S. Permana, "Analisis Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Energi Di Gedung Ab, Kabupaten Tangerang, Banten," J. Tek. Mesin, vol. 6, no. 2, p. 24, 2017, doi: 10.22441/jtm.v6i2.1186.
- [8] G. Adhiaksa et al., "Analisis Pemakaian Dan Upaya Untuk Pencapaian Efisiensi Energi," vol. I, 2019.
- [9] Muchammad, Y. Eflita, M. S. K. T. S. Utomo, B. Yunianto, and Syaiful, "Konservasi Energi Pada Industri Karoseri," J. Pasopati, vol. 1, no. 3, pp. 133–138, 2019.
- [10] J. P. Sudharto and S. H. Tembalang-semarang, "PSD III Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro," pp. 1–4.
- [11] A. Mukarom, A. K. Kohar Irwanto, and H. A. Tambunan, "Manajemen Konservasi Energi Listrik Melalui Pendekatan Financial Assessment pada PT XYZ," Widyariset, vol. 17, no. 1, pp. 71–82, 2014.
- [12] A. W. Biantoro and D. S. Permana, "Analisis Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Energi Di Gedung Ab, Kabupaten Tangerang, Banten," J. Tek. Mesin, vol. 6,

- no. 2, p. 24, 2017, doi: 10.22441/jtm.v6i2.1186.
- [13] E. Zondra, Atmam, and H. Yuvendius, "Analisis Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Di Gedung Madrasah Ibtidaiyah Muhammadiyah I Pekanbaru," *SainETIn*, vol. 3, no. 2, pp. 50–58, 2019, doi: 10.31849/sainetin.v3i2.3044.
- [14] G. Adhiaksa, N. A. Basyarach, and H. Tasmono, "Analisis Pemakaian Dan Upaya Untuk Pencapaian Efisiensi Energi Listrik Di Universitas Listrik Di Universitas Muhammadiyah Sidoarjo," *El Sains J. Elektro*, vol. 1, no. 2, 2020, doi: 10.30996/elsains.v1i2.3188.
- [15] D. Despa, U. Murdika, E. Nasrulah, Z. Huda, A. M. Meizano, and F. Farmanto, "Aplikasi Web Progresif Untuk Audit Energi Listrik di Gedung Rektorat Unila," pp. 173–178, 2019.
- [16] M. Ikhsan and M. Saputra, "Audit Energi Sebagai Upaya Proses Efisiensi Pemakaian Energi Listrik Di Kampus Universitas Teuku Umar (UTU) Meulaboh," vol. 2, no. 3, pp. 136–146, 2016.
- [17] J. T. Elektro, F. Teknik, and U. D. Nuswantoro, "Audit energi untuk efisiensi listrik di gedung b universitas dian nuswantoro semarang," pp. 1–7, 2005.
- [18] N. Long, K. Fleming, C. CaraDonna, and C. Mosiman, "BuildingSync: A schema for commercial building energy audit data exchange," *Dev. Built Environ.*, vol. 7, no. February, p. 100054, 2021, doi: 10.1016/j.dibe.2021.100054.
- [19] J. Juni, "Energi dan Kelistrikan : Jurnal Ilmiah Evaluasi Penggunaan Listrik dengan Metode Konservasi Energi untuk Efisiensi Energi di Gedung FKIP UNTIRTA Energi dan Kelistrikan : Jurnal Ilmiah," vol. 12, no. 1, pp. 11–21, 2020.
- [20] S. Gong, C. Shao, and L. Zhu, "Energy efficiency enhancement of energy and materials for ethylene production based on two-stage coordinated optimization scheme," *Energy*, vol. 217, p. 119401, 2021, doi: 10.1016/j.energy.2020.119401.
- [21] M. Mieftah, "Kajian Efisiensi Energi Dengan Pengaturan Suplai Energi Listrik," *J. Eltek*, vol. 16, no. 1, p. 98, 2018, doi: 10.33795/eltek.v16i1.90.
- [22] D. H. Dini Mulyani, "Pengaruh Efisiensi Energi Listrik pada Sektor Industri dan Komersial terhadap Permintaan Listrik di Indonesia," pp. 1–7, 2013.
- [23] Muchammad, Y. Eflita, M. S. K. T. S. Utomo, B. Yunianto, and Syaiful, "Konservasi Energi Pada Industri Karoseri," *J. Pasopati*, vol. 1, no. 3, pp. 133–138, 2019.
- [24] A. Mukarom, A. K. Irwanto, and A. H. Tambunan, "Manajemen Konservasi Energi Listrik melalui Pendekatan Financial Assessment pada PT XYZ," *Widyariset*, vol. 17, no. 1, pp. 71–82, 2014.
- [25] U. Surahman, "Sistem pengkondisian udara (AC)," *Mek. Dan Elektr.*, p. 16, 2015.
- [26] N. E. Code, I. E. Society, I. E. Commission, and A. Standard, "SNI 03-6575-2001 Tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung .," pp. 1–32, 2019.
- [27] BSN, "SNI 6390:2011 tentang Konservasi Energi pada Sistem Tata Udara," *Standar Nas. Indones.*, 2011.
- [28] S. S. Prasetyo and Y. Kusumarini, "Studi Efisiensi dan Konservasi Energi Pada Interior Gedung P Universitas Kristen Petra," *J. Intra*, vol. 4, no. 1, pp. 36 – 45, 2016.
- [29] X. Labandeira, J. M. Labeaga, P. Linares, and X. López-Otero, "The impacts of energy efficiency policies: Meta-analysis," *Energy Policy*, vol. 147, no. July, 2020, doi: 10.1016/j.enpol.2020.111790.
- [30] A. H. Tambunan, "Analisis Alternatif Solusi Penyediaan Sumber Energi Listrik Studi Kasus: Kabupaten Kupang," *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., 2017.
- [31] N. Boogen, C. Cattaneo, and M. Filippini, "Energy efficiency and the role of energy-related financial literacy: evidence from the European residential sector," *Energy Effic.*, 2021.
- [32] G. Ramaningtyas, "Konservasi Energi Di PT SANWA SCREEN Indonesia," *J.*

- PASTI, vol. VIII, no. 2, pp. 203–211, 2014.
- [33] M. Hassan, M. K. Afridi, and M. I. Khan, “An overview of alternative and renewable energy governance, barriers, and opportunities in Pakistan,” *Energy Environ.*, vol. 29, no. 2, pp. 184–203, 2018, doi: 10.1177/0958305X17743036.
- [34] M. Molina-Solana, M. Ros, M. D. Ruiz, J. Gómez-Romero, and M. J. Martin-Bautista, “Data science for building energy management: A review,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 70, no. October, pp. 598–609, 2017, doi: 10.1016/j.rser.2016.11.132.
- [35] T. A. Nguyen and M. Aiello, “Energy intelligent buildings based on user activity: A survey,” *Energy Build.*, vol. 56, pp. 244–257, 2013, doi: 10.1016/j.enbuild.2012.09.005.
- [36] ESDM. (2015). *Audit Energi Iso 50001*. Jakarta: ESDM.
- [37] ESDM. (2016). *Permen-ESDM-No.-28-Tahun-2016 Tentang Daftar Tarif Listrik yang disediakan oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero)*. Jakarta: ESDM
- [38] Mangantar Butarbutar dan Mulud Riyanto. (2018). *Manajemen Sisi Beban dan Optimalisasi Tingkat Konsumsi Energi Di SMK Negeri 2 Pontianak*. Magister T. Elektro Univ. Tanjung Pura



Sigma Teknika, Vol. 8 No.2: 316-323
November 2025
E-ISSN 2599-0616
P-ISSN 2614-5979