

Sistem Audit Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Listrik Berbasis GUI Matlab

Yulia Fitri*, Asmawati, Delovita Ginting

Prodi Fisika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam Dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Riau, Indonesia

*Correspondence e-mail: yuliafitri@umri.ac.id

Abstract

Energy audits in buildings are very important, especially the use of electrical energy, the portion of use and allocation of funds for the provision of electrical energy is one of the dominants. Steps to avoid wasting electrical energy, the directorate of energy development has made energy conservation guidelines in buildings that consume quite a lot of energy. In this study, a GUI-based audit system of electrical IKE has been built in accordance with government regulations in SNI 6196 of 2011. The electrical ECI audit system can be used in four building classifications, namely commercial, hospital, hotel, and self-service. Testing the audit system using data from the Muhammadiyah Regional Leadership Da'wah Building (PWM) Riau Province. From the measurement obtained IKE value is 101,896 kWh/m² and belongs to very efficient category with error value is 0,0001.

Keyword: Electrical Energy, Energy Audit, IKE, GUI Matlab

Abstrak

Audit energi pada gedung atau bangunan sangatlah penting terutama penggunaan energi listrik, porsi pemakaian serta alokasi dana untuk penyediaan energi listrik merupakan salah satu yang dominan. Langkah untuk menghindari terjadinya pemborosan energi listrik, direktorat pengembangan energi telah membuat petunjuk konservasi energi pada bangunan gedung yang mengkonsumsi energi cukup besar. Pada penelitian ini telah di bangun sebuah sistem audit IKE listrik berbasis GUI yang sesuai dengan peraturan pemerintah pada SNI 6196 tahun 2011. Sistem audit IKE listrik dapat digunakan pada empat klasifikasi gedung yaitu komersial, rumahsakit, hotel, dan swalayan. Pengujian sistem audit menggunakan data Gedung Dakwah Pimpinan Wilayah Muhammadiyah (PWM) Provinsi Riau. Hasil pengujian diperoleh nilai IKE adalah 101,896 kWh/m² dan termasuk kategori sangat efisien dengan dengan tingkat kesalahan (error) sebesar 0,0001.

Kata kunci: Energi Listrik, Audit Energi, IKE Listrik, GUI Matlab

1. Pendahuluan

Konsumsi energi pada bangunan merupakan presentase paling tinggi dibandingkan dengan sektor ekonomi lainnya (Gul and Patidar, 2015). Salah satu aspek penting dari operasional gedung bangunan yaitu penggunaan energi listrik, porsi pemakaian serta alokasi dana untuk penyediaan energi listrik merupakan salah satu yang dominan. Bangunan gedung di Indonesia pada umumnya memiliki karakteristik konsumsi energi yang sama, dengan sebagian besar energi digunakan untuk HVAC, kemudian pencahayaan, dan terakhir sistem dan subsistem lainnya dalam bangunan Gedung (Permen ESDM No.14, 2012; Dewan Energi Nasional, 2019). Langkah untuk menghindari terjadinya pemborosan energi listrik, direktorat pengembangan energi telah membuat petunjuk konservasi energi pada bangunan gedung yang mengkonsumsi energi cukup besar. Manajemen energi agar penggunaan energi terutama energi listrik menjadi lebih efisien dituangkan pada Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2012 tentang penghematan pemakaian tenaga listrik.

Audit Energi adalah proses evaluasi pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna sumber energi dan pengguna energi dalam rangka konservasi energi. Audit dilaksanakan oleh tim atau tenaga audit profesional yang kompeten, objektif, dan tidak memihak,

Received: 8 Juni 2022, Accepted: 20 Juni 2022 - Jurnal Photon Vol.12 No.2

DOI : <https://doi.org/10.37859/jp.v12i2.3722>

PHOTON is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

yang disebut auditor. Audit energi sangat penting dilakukan karena perusahaan memerlukan penggunaan energi yang terukur, yaitu data antara penggunaan energi dan biaya yang dikeluarkan. Audit energi dapat membantu perusahaan terhindar terjadinya pemborosan energi yang berasal dari sumber penggunaan energi yang tidak perlu dan dapat meningkatkan pengetahuan tentang efisiensi energi agar dapat melakukan penghematan energi (Permen ESDM No. 14, 2016). Prosedur dan tatalaksana audit energi pada bangunan gedung tercantum pada SNI 6196:2011.

Penelitian ini fokus pada audit energi awal dengan membuat sistem audit Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik berbasis GUI Matlab (Smith, 2006; Holland, 2017). Audit IKE listrik Gedung yang akurat akan otomatis menghasilkan rencana manajemen energi yang sangat efisien dalam mengurangi konsumsi energi, meminimalisir emisi karbondioksida dari gedung tersebut, serta melindungi lingkungan sekitar. Sistem audit IKE berbasis GUI Matlab yang dibangun pada penelitian ini bertujuan untuk memudahkan auditor internal dalam menghitung IKE dari Gedung.

2. Metodologi

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Gedung Dakwah Pimpinan Wilayah Muhammadiyah (PWM) Provinsi Riau. Audit IKE Listrik dihitung berdasarkan SNI 6196:2011. Data yang digunakan diantaranya :

- Data jumlah lampu, AC, kipas, dispenser, computer, dan printer pada setiap ruangan diseluruh lantai pada gedung.
- Data daya yang dibutuhkan pada setiap sumber penggunaan energi. Data ini berisi daya yang di butuhkan untuk sumber energi seperti daya ac, daya lampu, daya komputer dan daya elektronik lainnya dengan satuan watt.
- Data waktu masing masing sumber penggunaan energi. Data ini berisi waktu penggunaan energi selama satu bulan dengan satuan jam.
- Data rincian luas bangunan gedung. Data ini melingkupi luas masing masing bangunan gedung..
- Data Tagihan Listrik di setiap bangunan gedung. Data ini melingkupi data pembayaran listrik pertahun pada gedung

Besar daya bangunan gedung dapat dihitung menggunakan energi dikali dengan waktu penggunaan. perhitungan daya pada gedung bangunan terbagi menjadi dua yaitu daya bangunan gedung perbulan dan daya gedung bangunan pertahun, dimana pada perhitungan keduanya hanya dibedakan oleh nilai t. Dimana t merupakan waktu penggunaan sumber pengguna energi.

- Menghitung Daya Bangunan Perbulan

Menghitung daya bangunan gedung perbulan dihitung seperti berikut:

$$t_{bulan} = (8 \text{ jam} \cdot \text{hari}^{-1}) \times (26 \text{ hari} \cdot \text{bulan}^{-1}) = 208 \text{ jam} \cdot \text{bulan}^{-1} \quad (1)$$

- Menghitung Daya Bangunan Pertahun

Menghitung daya bangunan gedung per tahun dapat dihitung seperti berikut:

$$t_{bulan} = (8 \text{ jam} \cdot \text{hari}^{-1}) \times (312 \text{ hari} \cdot \text{bulan}^{-1}) = 2496 \text{ jam} \cdot \text{bulan}^{-1} \quad (2)$$

Total daya pertahun (kWh) akan digunakan dalam menghitung intensitas konsumsi energy pada gedung tersebut. Setelah menghitung besar daya perlantai pada setiap gedung, langka selanjutnya dalam proses audit adalah menghitung besar IKE pada gedung tersebut. Untuk menghitung IKE menggunakan persamaan seperti pada persamaan berikut:

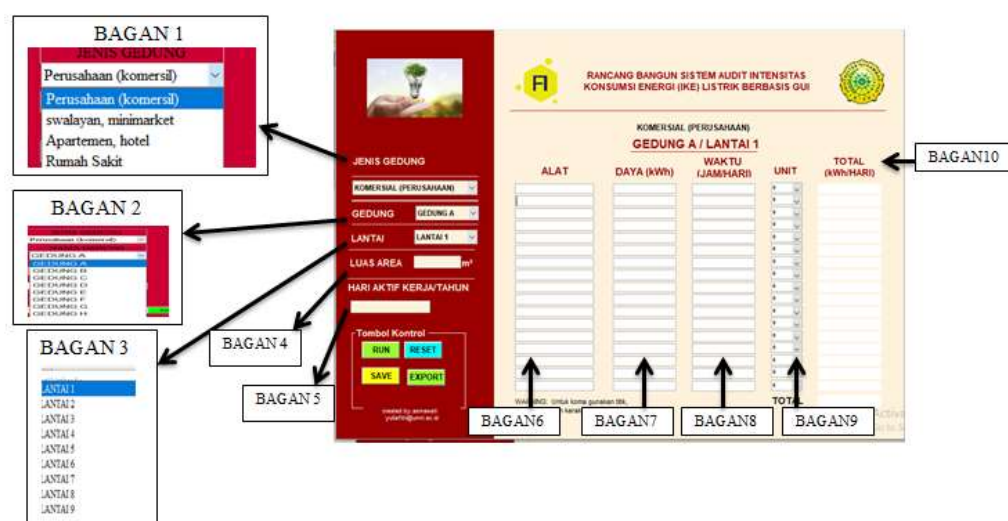
$$IKE = \frac{\sum kWh}{L} \quad (3)$$

dimana IKE : Intensitas Konsumsi Energi (kWh/m²), $\sum kWh$: Total konsumsi listrik, dan L: luas bangunan gedung(m²)

Kategori konsumsi energi listrik berpatokan pada Standar Nasional Indonesia tahun 2011 dan hasil dari konfrensi ASEAN USAID pada tahun 1992 tentang audit energi yaitu pada gedung komersial 240 kwh/m², swalayan 330 kwh/m², hotel 300 kwh/m², dan Rumah sakit 380kWh/m² (Levine et al, 1992).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Desain sistem audit itensitas konsumsi energi (IKE) listrik berbasis GUI



Gambar 1. Tampilan utama GUI.

Tampilan utama sistem audit IKE listrik yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 1. Tampilan sistem audit IKE listrik berbasis GUI matlab terdiri dari dua tampilan yaitu tampilan *input* dan tampilan *output*. Tampilan *input* utama sistem audit IKE listrik yang dibangun terdiri dari jenis bangunan, gedung, lantai, luas bangunan, jumlah hari efektif penggunaan Gedung. Pilihan jenis gedung yang terdiri dari gedung komersial, rumah sakit, hotel, dan swalayan. Pilihan Gedung ada 10 gedung (gedung A sampai gedung J), lantai terdiri dari 10 lantai (lantai 1 sampai 10). *Form* untuk data jenis alat listrik yang digunakan, daya, waktu pemakaian dan jumlah unit alat listrik akan muncul setelah data *input* utama dipilih/diisi. Total penggunaan daya perhari (kWh)

disetiap lantai pada setiap Gedung akan dihitung secara otomatis.



Gambar 2. Tampilan *output* pada GUI.

Gambar 2 merupakan tampilan *interface* GUI sistem audit IKE listrik untuk *Output*. Tampilan *output* terdiri dari 3 bagan komponen. Bagan 1 berisi informasi *output* total daya yang merupakan hasil dari perhitungan data pada *input*. Bagan 2 berisi informasi Nilai IKE yang merupakan hasil dari perhitungan besar IKE, nilai ini didapatkan dari total daya (kWh) per luas bangunan (m^2). Bagan 3 berisi informasi tampilan Kriteria boros atau tidak boros nilai IKE pada setiap bangunan gedung, nilai ini akan di tampilkan secara otomatis pada tampilan *Output*.

Tampilan sistem audit IKE listrik juga memiliki 4 tombol kontrol yang dapat dilihat pada Gambar 2. Tombol kontrol pada sistem terdiri dari tombol *Run* pada bagan A yang merupakan tombol untuk menghitung *inputan* daya, waktu, unit secara otomatis dan menghitung nilai IKE dengan menggunakan persamaan 2.1 secara otomatis dan untuk menampilkan tampilan *output*. Tombol *Save* pada bagan B, tombol ini berfungsi untuk menyimpan data yang telah di *input*. Selanjutnya tombol *Reset* pada bagan C yang berfungsi untuk menghapus seluruh data yang telah di *input* sebelumnya. Tombol *Export* pada bagan D berfungsi untuk menyimpan data yang telah *input* ke *excel*. Data yang di *export* antara lain yaitu semua data *input* dan hasil dari seluruh perhitungan *output*, dan data total IKE dari seluruh gedung.

3.2. Implementasi sistem audit intensitas konsumsi energi (IKE) listrik berbasis GUI Matlab

Implementasi penelitian ini menggunakan data historis konsumsi energi pada gedung Dakwah Pimpinan Wilayah Muhammadiyah (PWM) Provinsi Riau yang terletak di Jalan KH. Ahmad Dahlan No.88, Kampung Melayu, Kecamatan Sukajadi, Kota Pekanbaru. Gedung PWM Provinsi Riau terdiri dari 1 gedung dan 3 lantai. Setiap lantai digunakan sebagai aula, kantor dan perpustakaan. Waktu penggunaan energi pada gedung

dakwah PWM provinsi riau sesuai dengan jam aktif kerja kantor yaitu dari 08.00-16.00 atau sekitar 8 jam dari senin hingga sabtu, untuk data alat elektronik yang di gunakan pada setiap ruangan di gedung dakwah PWM provinsi riau dapat dilihat pada Tabel 1. Gambar 3 menunjukkan histori data Gedung PWM pada lantai 1.

Tabel 1. Data alat elektronik pada gedung dakwah PWM Provinsi Riau

Gedung	Lantai	Ruang	Alat	Daya (Kwh)	Waktu penggunaan/hari	Unit
Gedung Dakwah PWM Provinsi Riau	1	1	Ac	1	8	1
			Lampu	0.026	8	2
			Komputer	0.5	8	3
		2	Ac	1	8	1
			Lampu	0.026	8	2
			Komputer	0.5	8	2
		3	Ac	1	8	1
			Lampu	0.026	8	4
			Lampu	0.026	8	2
		4	Dispenser	0.05	8	1
			Pemanas Air	1.2	8	1
			Lampu	0.026	8	12
	2	1	Lampu	0.026	8	12
			Ac	1	8	2
			Dispenser	0.05	8	1
		2	Ac	2	8	1
			Lampu	0.026	8	4
			Dispenser	0.05	8	1
		3	Ac	1	8	1
			Lampu	0.026	8	4
			Komputer	0.5	8	1
		4	Dispenser	0.05	8	1
			Ac	2	8	2
			Lampu	0.026	8	6
		5	Infokus	0.35	8	1
			Ac	1	8	1
			Lampu	0.026	8	4
	3	1	Ac	1	8	8
			Lampu	0.026	8	28
			Sound Sistem	5	3	2
			Infokus	0.35	3	2

Gambar 4 merupakan tampilan output yang memunculkan hasil dari perhitungan daya, perhitungan IKE dan kategori selama 1 tahun. Perhitungan daya, dan perhitungan IKE dilakukan secara otomatis oleh sistem dan sistem akan menganalisa kriteria IKE. Pada pengujian ini hasil perhitungan konsumsi daya listrik perhari yaitu sebesar 253,908 kWh/hari dan total konsumsi energi listrik perbulan sebesar 6093,792 kWh/bulan. Hasil perhitungan konsumsi daya listrik pertahun Gedung PWM Provinsi Riau yaitu sebesar 73365,12 kWh/m²/tahun. Nilai IKE 101,896 kWh/m² dengan kategori sangat efisien. Data dan hasil perhitungan sistem audit IKE listrik dapat disimpan dalam format .xlsx.

RANCANG BANGUN SISTEM AUDIT INTENSITAS KONSUMSI ENERGI (IKE) LISTRIK BERBASIS GUI

KOMERSIAL (PERUSAHAAN)
GEDUNG A / LANTAI 1

ALAT	DAYA (kWh)	WAKTU (JAM/HARI)	UNIT	TOTAL (kWh/HARI)
AC 1 PK	1	8		6912
LAMPU	0.026	8		1317.89
DISPENSER	0.05	8		115.2
KOMPUTER	0.5	8		5760
PEMANAS AIR	1.2	8		2764.8
TOTAL				16869.9

WARNING: Untuk koma gunakan titik, jangan gunakan karakter selain angka.

Gambar 3. Tampilan *input* pengujian sistem audit

RANCANG BANGUN SISTEM AUDIT INTENSITAS KONSUMSI ENERGI (IKE) LISTRIK BERBASIS GUI

KOMERSIAL (PERUSAHAAN)
GEDUNG A / LANTAI 1

OUTPUT

TOTAL DAYA/tahun 73365.12 kWh
NILAI IKE 101.896 kWh/m²

KRITERIA

SANGAT EFISIEN

KEMBALI

Gambar 4. Tampilan *output* pada pengujian sistem audit

Pengujian sistem audit Intensitas Konsumsi Energi (IKE) selanjutnya adalah untuk gedung komersial yang memiliki lebih dari 2 gedung (Gambar 5). Data yang telah di *input* akan dihitung intensitas konsumsi energi secara otomatis oleh sistem audit IKE Listrik berbasis GUI Matlab. *Input* data untuk 2 gedung atau lebih maka dengan otomatis nilai IKE yang keluar adalah nilai IKE keseluruhan gedung. Tampilan *output* untuk hasil perhitungan gedung A dan gedung B dapat dilihat pada Gambar 6 dimana pada

hasil perhitungan yang telah dilakukan total daya pada gedung A dan gedung B yaitu sebesar 146730,24 kWh dengan nilai IKE sebesar 101,896 kWh/m²/tahun dengan kategori sangat efisien.

GUI ASMA LANJUTAN_1B

RANCANG BANGUN SISTEM AUDIT INTENSITAS KONSUMSI ENERGI (IKE) LISTRIK BERBASIS GUI

KOMERSIAL (PERUSAHAAN)

GEDUNG A / LANTAI 1

ALAT	DAYA (kWh)	WAKTU (JAM/HARI)	UNIT	TOTAL (kWh/HARI)
AC 1 PK	1	8		8
LAMPU	0.006	8		0.048
DISPENSER	0.05	8		0.4
KOMPUTER	0.5	8		4
PEMANAS AIR	1.2	8		9.6
TOTAL				16809.9

GEDUNG B / LANTAI 1

ALAT	DAYA (kWh)	WAKTU (JAM/HARI)	UNIT	TOTAL (kWh/HARI)
AC 1 PK	1	8		8
LAMPU	0.006	8		0.048
DISPENSER	0.05	8		0.4
KOMPUTER	0.5	8		4
PEMANAS AIR	1.2	8		9.6
TOTAL				16809.9

Gambar 5. Tampilan *input* GUI untuk gedung A dan gedung B.

GUI ASMA LANJUTAN_1B

RANCANG BANGUN SISTEM AUDIT INTENSITAS KONSUMSI ENERGI (IKE) LISTRIK BERBASIS GUI

KOMERSIAL (PERUSAHAAN)

OUTPUT

GEDUNG A / LANTAI 1

TOTAL DAYA/tahun 146730.24 kWh

NILAI IKE 101.896 kWh/m²

KRITERIA

SANGAT EFISIEN

KEMBALI

Gambar 6. Tampilan *output* GUI untuk gedung A dan gedung B

Hasil implementasi audit IKE Listrik menunjukkan bahwa penggunaan listrik di di Gedung PWM Provinsi Riau masih memenuhi syarat hemat energi listrik. Menerapkan prinsip manajemen energi dan

pemeliharaan gedung dan peralatan energi sesuai dengan prosedur seperti meningkatkan *maintenance* dan pengoptimalan waktu penggunaan peralatan listrik akan meningkatkan efisiensi operasional Gedung tersebut (Teruna, 2019; Despa et al, 2021; Hutabarat dan Zambak, 2021). Audit energi awal ini diharapkan dapat mengidentifikasi peluang penghematan konsumsi energi listrik melalui audit energi terinci.

Tabel 2. Perbandingan nilai hasil perhitungan GUI dan Excel

Lantai	Nilai Excel	Nilai GUI	Presentase Error(%)
1	16869,888	16869,888	0
2	27141,12	27947,52	0,000546177
3	29354,112	29354,112	0
Nilai rata-rata			0,000182059

Tabel 2 merupakan hasil analisis data intensitas konsumsi daya listrik pada lantai 1, lantai 2, dan lantai 3 pada gedung dakwah PWM provinsi riau dengan perhitungan dengan membandingkan hasil perhitungan excel dan hasil perhitungan GUI dengan perbedaan yang kecil yaitu sebesar 0,0001% atau dibawah 1% karena tingkat akurasi dari GUI yaitu satu digit untuk satu variabel hitung, dimana akurasi GUI sampai dengan 16 digit dan *excel* sampai 15 digit. Akurasi GUI Untuk variabel lebih dari satu yaitu sampai dengan maksimal 38 digit, sedangkan *excel* tetap pada 15 digit. Maka analisa data tersebut dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil menghitung intensitas konsumsi energi pada gedung.

3. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat di simpulkan bahwa penelitian ini telah berhasil membuat sistem audit IKE listrik berbasis GUI Matlab. Sistem audit IKE Listrik yang dibangun dapat menghitung IKE dari empat klasifikasi Gedung (SNI 6196, 2011) yaitu gedung komersial, rumah sakit, hotel, dan swalayan. Selain itu, sistem audit ini dapat menghitung nilai IKE lebih dari satu Gedung. Data dan hasil perhitungan sistem audit IKE listrik dapat disimpan dalam format .xlsx. Hasil implementasi sistem audit IKE listrik pada Gedung PWM Provinsi Riau, diperoleh daya listrik pertahun sebesar 73365,12 kWh/m²/tahun dan nilai IKE 101,896 kWh/m² dengan kategori sangat efisien. Sistem audit IKE listrik berbasis GUI Matlab dapat menghitung nilai IKE dari Gedung dengan tingkat kesalahan (*error*) sebesar 0,001.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Riset, Dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset Dan Teknologi Dan Direktorat Sumber Daya yang telah mendanai penelitian ini melalui program Talenta Inovasi tahun 2021.

Daftar Pustaka

Badan Standar Nasional. (2011). *Prosedur audit energi pada bangunan gedung*. SNI 6196:2011. Jakarta. Badan

Standar Nasional.

- Despa, D., Nama G. F., Septiana, T., & Saputra, M. B. (2021). Audit Energi Listrik Berbasis Hasil Pengukuran Dan Monitoring Besaran Listrik Pada Gedung A Fakultas Teknik Unila. *Electrician – Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 5(1), 33-38.
- Dewan Energi Nasional. (2019). *Outlook Energi Indonesia (OEI)*. Jakarta. Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional.
- Gul. M. S. & Patidar. (2015). Understanding the energy consumption and occupancy of amulti-purpose academic building. *Energy and Buildings*, 87, 155–165.
- Hutabarat, P. H. T & Zambak, M. F. (2021). Penghematan Konsumsi Energy Melalui Analisa Ike Di Kampus II Efarina Pematangsiantar. *Journal of Electrical and System Control Engineering*, 5(1), 36-43.
- Holland, O. T. (2017). *Graphics and GUIs with MATLAB*. Inggris. Taylor & Francis Group.
- Republik Indonesia. (2012). *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2012 tentang Manajemen Energi*. Jakarta. Berita Negara Republik Indonesia Nomor 557.
- Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2016 Tentang Penyelenggaraan Usaha Jasa Konservasi Energi*. Jakarta. Berita Negara Republik Indonesia.
- Levine, M. D., Busch, J. F., Loewen, J. M., East, S., Nations, A. E. A., & Division, E. (1992). *Asean-Usaid Buildings Energy Conservation Project*. Association of South East Asian Nations. The Deringer Group, Berkeley, CA.
- Smith, T. S. (2006). *Matlab Advanced GUI Development*. USA. The MathWorks, Inc.
- Teruna, J. C. (2019). Audit Energi Awal Melalui Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Listrik (Studi Kasus Pada Gedung Politeknik Muara Teweh). *Jurnal Elektriika Borneo*, 5(2), 27-30.