

AUDIT ENERGI LISTRIK DI LPK PROGRES INTI SOLUSI KLATEN



SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Pendidikan pada
Program Studi Teknik Elektro Jenjang Strata-1 Fakultas Teknologi dan Komputer
Universitas Widya Dharma Klaten

Disusun oleh :

NATALIA NADYA HENDRASTUTI

2241100024

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNOLOGI DAN KOMPUTER

UNIVERSITAS WIDYA DHARMA KLATEN

2024

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi :

AUDIT ENERGI LISTRIK DI LPK PROGRES INTI SOLUSI KLATEN

Disusun oleh :

NATALIA NADYA HENDRASTUTI

NIM 2241100024

Disetujui untuk dipertahankan dalam ujian skripsi di hadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi S-1 Teknik Elektro Fakultas Teknologi dan Komputer Universitas Widya Dharma Klaten.

Disahkan tanggal : 30 Juli 2024

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Sugeng Santoso, S.T., M.Eng

Rosy Lydia Ellyana, S.Si., M.Sc.

NIK. 690 999 209

NIK. 690 915 359

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Afriliana Kusumadewi, S.T., M.Eng.

NIP. 19780411 200501 2 002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : **NATALIA NADYA HENDRASTUTI**

NIM : **2241100024**

Program Studi : **Teknik Elektro S1**

Judul Skripsi : **AUDIT ENERGI LISTRIK DI LPK**

PROGRES INTI SOLUSI KLATEN

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya buat dan serahkan ini merupakan hasil karya saya sendiri dan bebas dari plagiarisme. Hal-hal yang bukan karya saya dalam skripsi ini telah diberi tanda sitasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pembatalan ijazah dan pencabutan gelar yang saya peroleh dari skripsi ini.

Klaten, 30 Juli 2024

Yang membuat pernyataan



Natalia Nadya Hendrastuti
Natalia Nadya Hendrastuti

NIM 2241100024

HALAMAN PENGESAHAN

AUDIT ENERGI LISTRIK DI LPK PROGRES INTI SOLUSI KLATEN

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
NATALIA NADYA HENDRASTUTI
NIM 2241100024

Diterima dan disetujui oleh Dewan Penguji Skripsi Program Studi S-1 Teknik Elektro Fakultas Teknologi dan Komputer Universitas Widya Dharma Klaten.

Disahkan tanggal :

Disahkan oleh

Ketua Dewan Penguji

Sekretaris Dewan Penguji


Sugeng Santoso, S.T., M.Eng.


Rossy Lydia Ellyana, S.Si., M.Sc.


NIK. 690 999 209

NIK. 690 915 359

Penguji I

Penguji II


I Wayan Angga W.K., S.T., M.Eng.

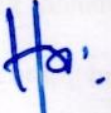

Afriliana Kusumadewi, S.T., M.Eng.

NIK. 690 914 343

NIP. 19780411 200501 2 002



Disahkan oleh,
Dekan Fakultas Teknologi dan Komputer


Harri Purnomo, S.T., M.T.

NIK. 690 499 196

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“The best way to predict the future is to create it.” – Abraham Lincoln

"You have not lived today until you have done something for someone who can never repay you." – John Bunyan

“Braveness is not the absence of fear but rather the strength to keep on going forward despite the fear.” - Paulo Coelho

“Life is not easy for any of us. But what of that? We must have perseverance and, above all, confidence in ourselves. We must believe we are gifted for something and that this thing must be attained.” - Marie Curie

PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan kepada :

Allah Yang Maharahim

Kedua orang tua

Kakek dan nenek

Bapak dan Ibu Dosen Unwidha terkhusus Teknik Elektro

Masyarakat Indonesia pada umumnya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Yang Maharahim, yang oleh karena kasih karunia-Nya, saya bisa menyelesaikan skripsi yang berjudul “AUDIT ENERGI LISTRIK DI LPK PROGRES INTI SOLUSI KLATEN” sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata 1 Program Studi Teknik Elektro Universitas Widya Dharma Klaten yang menjadi gerbang utama untuk saya dapat melanjutkan cita-cita berikutnya.

Dalam penyusunan skripsi ini, saya menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, saya tidak akan bisa menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya ingin berterima kasih kepada :

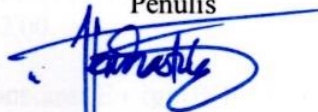
1. Bapak Prof. Dr. H. Triyono, M.Pd., selaku Rektor Universitas Widya Dharma Klaten;
2. Bapak Hari Purnomo, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi dan Komputer Universitas Widya Dharma Klaten;
3. Ibu Afriliana Kusumadewi, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Widya Dharma Klaten;
4. Bapak Sugeng Santoso, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing I yang memberikan pengarahan dan bimbingan penulis dalam mengerjakan penelitian ini;
5. Ibu Rossy Lydia Ellyana, S.Si., M.Sc., selaku dosen pembimbing II yang memberikan pengarahan dan bimbingan penulis dalam mengerjakan penelitian ini;

6. Bapak Ajat Sudrajat, selaku Direktur LPK Progres Inti Solusi Klaten yang telah memberikan ijin penulis melakukan penelitian di lembaga yang beliau pimpin;
7. Bapak Yosep Sumantri, selaku manager LPK Progres Inti Solusi yang telah membantu penulis memberikan informasi yang dibutuhkan mengenai lembaga tersebut;
8. Kedua orang tua yang sudah memberi dukungan materiil dan non materiil terutama doa dan harapan;
9. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Elektro Universitas Widya Dharma Klaten.
10. Serta seluruh pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini namun penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya, para pembaca dan pihak yang memerlukan.

Klaten, 30 Juli 2024

Penulis



Natalia Nadya Hendrastuti, A.Md.

NIM 2241100024

ABSTRAK

Audit energi listrik yaitu suatu proses yang bertujuan untuk menghitung tingkat konsumsi energi pada suatu bangunan atau gedung dan potensi penghematannya. Audit energi listrik yang dikerjakan di LPK Progres Inti Solusi ini adalah audit energi awal. Audit energi ini dikerjakan berdasarkan SNI 03-6196-2011 mengenai “Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung”, SNI 03-6197-2000 mengenai “Konservasi Energi Sistem Tata Udara pada Bangunan Gedung” dan SNI 03-6090-2000 mengenai “Konservasi Energi Sistem Pencahayaan Bangunan Gedung”. Gedung yang digunakan LPK Progres Inti Solusi sejak Mei 2023 ini adalah bekas gedung SMKS Kristen 4 Klaten dengan luas tanah 14.105 m² (termasuk lapangan) dan luas bangunan 3.081 m² yang berdiri sejak tahun 1988 dan sudah tidak digunakan sejak tahun 2015. Di LPK Progres Inti Solusi terdapat 2 meteran listrik (kWh meter). Meteran listrik pertama bergolongan tarif S-2 / 2.200 VA dengan MCB sebesar 25 A dan meteran listrik kedua bergolongan tarif S-2 / 4.400 VA dengan MCB sebesar 32 A. LPK Progres Inti Solusi terdiri dari 1 lantai dengan kategori gedung tanpa AC. Nilai rata-rata tingkat pencahayaan semua ruangan adalah 39% dari nilai standar; hanya terdapat satu ruangan dari total 22 ruangan yang memenuhi standar. Hasil pengukuran suhu dan kelembaban udara dengan mengambil Ruang Kelas V sebagai sampel untuk ruangan tanpa AC mendapat nilai rata-rata suhu 31,5 °C dan kelembaban 69,4%, nilai rata-rata ini tidak memenuhi standar suhu ruang kerja. Rata-rata tagihan listrik per bulan adalah 1163,67 kWh atau senilai Rp 910.333,30. Nilai perhitungan IKE per tahun adalah 4,53 kWh/m² dan rata-rata IKE per bulan adalah 0,378 kWh/m² masuk kriteria sangat efisien. Hasil perhitungan nilai IKE spesifik tiap ruangan didapatkan data ruangan dengan nilai IKE tinggi adalah kantor dengan nilai IKE/bulan 10,3 dan nilai IKE/tahun 123,76 dan ruang CCTV dengan nilai IKE/bulan 7,7 dan nilai IKE/tahun 91,93. Terdapat beberapa peluang hemat energi yang dapat dikerjakan namun tidak didapatkan nilai penghematan energi listrik di LPK Progres Inti Solusi karena perlu meningkatkan standar pencahayaan dan pengkondisian suhu agar menunjang kenyamanan pengguna gedung dengan mengganti lampu dengan daya yang lebih tinggi dan penambahan 2 kipas angin dan 2 *exhaust fan* pada semua ruangan tanpa AC sehingga hal ini justru meningkatkan penggunaan energi listrik tiap bulan dari 1.369,262 kWh dan menjadi 1.673,142 kWh atau sebesar 303,880 kWh (22,193%) yang setara dengan Rp 273.492,00.

Kata kunci : Audit Energi Listrik, Intensitas Konsumsi Energi (IKE), Potret Penggunaan Energi, Peluang Hemat Energi (PHE).

ABSTRACT

An electrical energy audit is a process that aims to calculate the level of energy consumption in a building or buildings and the potential for savings. The electrical energy audit carried out at LPK Progres Inti Solusi is an initial energy audit. This energy audit was carried out based on SNI 03-6196-2011 concerning "Energy Audit Procedures in Buildings", SNI 03-6197-2000 concerning "Energy Conservation of Air Conditioning Systems in Buildings" and SNI 03-6090-2000 concerning "Energy Conservation Systems Building Lighting". The building used by LPK Progres Inti Solusi since May 2023 is the former Klaten 4 Christian Vocational School building with a land area of 14,105 m² (including the soccer field) and a building area of 3.081 m² which was established in 1988 and has not been used since 2015. At LPK Progres Inti Solusi there are 2 electricity meters (kWh meters). The first electricity meter is in the S-2 / 2.200 VA tariff category with an MCB of 25 A and the second electricity meter is in the S-2 / 4.400 VA tariff category with an MCB of 32 A. LPK Progres Inti Solusi consists of 1 floor in the building category without AC. The average value of the lighting level for all rooms is 39% of the standard value; there is only one room out of a total of 22 rooms that meets the standards. The results of measuring air temperature and humidity by taking Class V rooms as sampling for rooms without air conditioning obtained an average temperature value of 31,5 °C and humidity 69,4%, this average value does not meet the work room temperature standards. The average monthly electricity bill is 1163,67 kWh or IDR 910.333,3. The calculated value of IKE per year is 4,53 kWh/m² and the average IKE per month is 0,378 kWh/m² which is very efficient. The results of calculating the specific IKE value for each room showed that the data for rooms with high IKE values was the office with an IKE value/month of 10.3 and an IKE value/year of 123.76 and a CCTV room with an IKE value/month of 7.7 and an IKE value/year of 91.93. There are several energy saving opportunities that can be implemented but no electrical energy savings value is obtained at LPK Progres Inti Solusi because it is necessary to improve lighting standards and temperature conditioning to support the comfort of building users by replacing lamps with higher power and adding 2 fans and 2 exhaust fans. in all rooms without AC so this actually increases the use of electrical energy each month from 1,369,262 kWh to 1,673,142 kWh or 303,880 kWh (22.193%) which is equivalent to IDR 273,492.00.

Keywords : Electrical Energy Audit, Energy Consumption Intensity, Portrait of Energy Use, Energy Saving Opportunities.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka.....	6
2.2. Landasan Teori.....	11
2.2.1. LPK Progres Inti Solusi.....	11
2.2.2. Daya Listrik.....	13
2.2.2.1. Jenis-jenis Daya Listrik.....	13
2.2.2.2. Faktor Daya.....	15

2.2.3.	Tarif Dasar Listrik.....	17
2.2.4.	Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dan Peluang Hemat Energi (PHE)	17
2.2.5.	Audit Energi Listrik.....	19
2.2.5.1.	Manfaat Audit Energi.....	20
2.2.5.2.	Jenis-jenis Audit Energi Listrik.....	20
2.2.5.3.	Prosedur Audit Energi.....	21
2.2.6.	Konservasi Energi Sistem Pencahayaan pada Bangunan Gedung Berdasarkan SNI 03-6197-2000.....	21
2.2.6.1.	Persyaratan Umum Pencahayaan Buatan.....	21
2.2.6.2.	Penggunaan Energi yang Sehemat Mungkin dengan Mengurangi Daya Terpasang.....	22
2.2.6.3.	Prosedur Perhitungan dan Optimasi Pemakaian Daya Listrik.....	22
2.2.6.4.	Warna Cahaya Lampu (<i>Correlated Colour Temperature = CCT</i>)...	27
2.2.6.5.	Pemeliharaan Instalasi Pencahayaan.....	29
2.2.6.6.	Penghematan pemakaian tenaga listrik.....	30
2.2.7.	Konservasi Energi Sistem Tata Udara Pada Bangunan Gedung Berdasarkan SNI 03-6390-2000.....	32
2.2.7.1.	Nilai Standar Suhu dan Kelembaban Bangunan Gedung.....	32
2.2.7.2.	Perhitungan Perkiraan Beban Pendinginan.....	32
2.2.7.3.	Pemilihan Sistem dan Peralatan Tata Udara.....	33
2.2.8.	Tarif Tenaga Listrik.....	35
2.2.9.	Fluks Cahaya.....	37
2.2.10.	KWh-meter.....	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	43
3.2.	Alat dan Bahan Penelitian.....	44
3.3.	Metode Penelitian.....	44
3.4.	Tahapan Penelitian.....	45
3.4.1.	Audit Energi Awal.....	46

3.4.1.1.	Persiapan.....	46
3.4.1.2.	Pengambilan Data.....	47
3.4.1.3.	Perhitungan dan Analisis Data.....	49
3.4.1.4.	Laporan Audit Energi.....	50
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		
4.1.	Pengumpulan Data.....	51
4.1.1.	Data Historis Gedung.....	51
4.1.1.1.	Tapak, Denah dan Potongan Bangunan Gedung Seluruh Lantai.....	51
4.1.1.2.	Denah Instalasi Pencahayaan Bangunan Seluruh Lantai dan Diagram Garis Tunggal.....	53
4.1.1.3.	Pembayaran Rekening Listrik Bulanan Bangunan Gedung.....	55
4.1.1.4.	Beban Penghunian Bangunan.....	58
4.1.2.	Pengukuran Singkat.....	59
4.1.2.1.	Tingkat Pencahayaan.....	59
4.1.2.2.	Suhu dan Kelembaban Udara.....	69
4.1.3.	Masukan dari Observasi Visual.....	71
4.2.	Perhitungan dan Analisis Data.....	73
4.2.1.	Intensitas Konsumsi Energi (IKE)	73
4.2.2.	Peluang Hemat Energi (PHE) dan Persentase Penghematan.....	80
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1.	Kesimpulan.....	89
5.2.	Saran.....	91
DAFTAR PUSTAKA.....		xviii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gedung LPK Progres Inti Solusi.....	13
Gambar 2.2	Segitiga daya listrik (Meier, 2006)	16
Gambar 2.3	Bagan alur proses audit energi SNI 6196-2011.....	24
Gambar 2.4	Prosedur perencanaan teknis sistem pencahayaan buatan SNI 03-6197-2000.....	28
Gambar 2.5	<i>Luxmeter</i>	38
Gambar 2.6	KWh meter analog.....	41
Gambar 2.7	Komponen utama kWh meter (Permatasari dkk, 2019).....	42
Gambar 2.8	Sambungan jaringan listrik PLN, kWh meter dan pelanggan (Kementerian Ketenagakerjaan RI, 2015)	42
Gambar 3.1	Lokasi spesifik LPK Progres Inti Solusi.....	43
Gambar 3.2	Bagan alur proses audit energi awal yang digunakan dalam penelitian.....	45
Gambar 4.1	Denah LPK Progres Inti Solusi.....	52
Gambar 4.2	Denah instalasi pencahayaan bangunan seluruh lantai dan diagram garis tunggal.....	54
Gambar 4.3	Grafik pemakaian kWh listrik PLN LPK Progres Inti Solusi (periode April 2023 s.d Mei 2024)	56
Gambar 4.4	Grafik rekapitulasi pembayaran rekening listrik (Rupiah).....	57
Gambar 4.5	Grafik perbandingan nilai pencahayaan terukur dengan nilai standar.....	61
Gambar 4.6	Grafik persentase nilai pencahayaan dibandingkan dengan nilai standar.....	62
Gambar 4.7	Mengukur tingkat pencahayaan dengan <i>luxmeter</i>	62
Gambar 4.8	Pengukuran suhu dan kelembaban udara di ruang kantor.....	70
Gambar 4.9	Pengukuran suhu dan kelembaban udara di ruang kelas V.....	70
Gambar 4.10	<i>Cover</i> meteran listrik tidak terdapat baut.....	71

Gambar 4.11	Sakelar tidak terpasang pada dinding.....	71
Gambar 4.12	Grafik nilai IKE per bulan LPK Progres Inti Solusi.....	73
Gambar 4.13	Grafik nilai IKE tiap ruangan.....	79
Gambar 4.14	Grafik perbandingan daya listrik sebelum dan sesudah PHE dan penyesuaian lampu, kipas dan <i>exhaust fan</i> agar memenuhi standar pencahayaan dan pengkondisian udara 1.....	81
Gambar 4.15	Grafik perbandingan daya listrik sebelum dan sesudah PHE dan penyesuaian lampu, kipas dan <i>exhaust fan</i> agar memenuhi standar pencahayaan dan pengkondisian udara 2.....	85
Gambar 4.16	Grafik perbandingan daya listrik sebelum dan sesudah PHE dan penyesuaian lampu, kipas dan <i>exhaust fan</i> agar memenuhi standar pencahayaan dan pengkondisian udara 3.....	85

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	IKE hasil penelitian ASEAN – USAID 1992.....	18
Tabel 2.2	IKE gedung perkantoran per bulan.....	19
Tabel 2.3	IKE gedung perkantoran per tahun.....	19
Tabel 2.4	Daya listrik maksimum pencahayaan berdasarkan SNI 03-6197-2000.....	23
Tabel 2.5	Tingkat pencahayaan rata-rata, renderansi dan temperatur warna yang direkomendasikan berdasarkan SNI 03-6197-2000.....	25
Tabel 2.6	Nilai koefisien pemakaian, faktor refleksi dan efisiensi penerangan armatur.....	40
Tabel 3.1	Alat yang dibutuhkan dalam penelitian.....	44
Tabel 4.1	Pemakaian kWh listrik PLN LPK Progres Inti Solusi (periode April 2023 s.d Mei 2024)	55
Tabel 4.2	Rekapitulasi pembayaran rekening listrik (Rupiah).....	56
Tabel 4.3	Tingkat pencahayaan ruangan.....	60
Tabel 4.4	Nilai fluks per lampu yang dibutuhkan untuk setiap ruangan.....	65
Tabel 4.5	Persentase fluks lampu merek Hannochs dan Philips sesuai jumlah fitting di tiap ruangan dibandingkan dengan kebutuhan fluks total ruangan.....	66
Tabel 4.6	Perbandingan harga pengadaan lampu ruangan merek Hannochs dan Philips.....	68
Tabel 4.7	Suhu dan kelembaban udara ruangan.....	69
Tabel 4.8	Temuan masalah fisik observasi visual.....	72
Tabel 4.9	Keterangan kategori IKE per bulan LPK Progres Inti Solusi	74
Tabel 4.10	Data alat listrik dan penggunaan daya tiap bulan.....	75

Tabel 4.11	Perhitungan nilai IKE/bulan dan nilai IKE/tahun tiap ruangan LPK Progres Inti Solusi.....	78
Tabel 4.12	Potret penggunaan energi listrik setelah dilakukan peluang udara atau konservasi energihemat energi dan penyesuaian lampu, kipas dan <i>exhaust fan</i> agar memenuhi standar pencahayaan dan pengkondisian udara.....	82
Tabel 4.13	Perhitungan nilai IKE/bulan dan nilai IKE/tahun gedung LPK Progres Inti Solusi setelah dilakukan konservasi energi.....	88

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I	Permen ESDM No.28 Tahun 2016 Tentang Tarif Tenaga Listrik yang disediakan oleh PT Perusahaan Listrik Negara)	xxi
LAMPIRAN II	Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik PLN.....	xxiii
LAMPIRAN III	Surat Balasan Izin Penelitian di LPK Progres Inti Solusi Klaten.....	xxv
LAMPIRAN IV	Simbol-simbol Kelistrikan dalam Buku Instalasi Listrik Arus Kuat I oleh P. Van Harten dan Ir. E. Setiawan menurut Standar “ <i>International Electrotechnical Commission</i> ” atau <i>IEC</i>)	xxvii
LAMPIRAN V	Denah LPK Progres Inti Solusi.....	xxxvii
LAMPIRAN VI	Diagram Kelistrikan LPK Progres Inti Solusi.....	xlii
LAMPIRAN VII	Rekomendasi Penempatan Kipas Angin dan <i>Exhaust Fan</i> pada Ruang Kelas V.....	liv
LAMPIRAN VIII	Pengukuran Tingkat Pencahayaan Ruangan.....	lvi
LAMPIRAN IX	Penemuan Hasil Observasi Visual.....	lxiii
LAMPIRAN X	Tagihan Listrik PLN LPK Progres Inti Solusi Klaten (April 2023 s/d Mei 2024)	lxvii
LAMPIRAN XI	Tabel Konversi Daya dalam Watt ke Fluks dalam Lumen Lampu LED dalam “ <i>LED Buyer’s Guide</i> ” oleh <i>Lighting Council Australia</i>)	lxxv
LAMPIRAN XII	Dokumentasi Penelitian.....	lxxxiv

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Audit energi yaitu analisa intensitas konsumsi energi (IKE), pengukuran pencahayaan (lampu) dan alat pendingin (AC). Jika nilai IKE gedung berada jauh di bawah batas standar IKE ASEAN – USAID 1992, memiliki kriteria konsumsi energi listrik sangat efisien. Hal ini menyebabkan audit energi rinci tidak perlu dilakukan (Purnami dkk., 2022). Namun jika penggunaan energi tergolong hemat sedangkan kondisi penerangan gedung masih di bawah standar hal ini menyebabkan kenyamanan orang bekerja menjadi berkurang sehingga diperlukan penambahan titik lampu untuk meningkatkan pencahayaan (Biantoro dan Permana, 2017). Pada bangunan tanpa AC jika setelah dilakukan perhitungan IKE, gedung dikategorikan sangat boros sehingga belum memenuhi target cukup efisien, efisiensi gedung masih bisa ditingkatkan dengan mematikan peralatan yang menggunakan *standby power* peralatan listrik (Utomo dkk., 2021).

LPK Progres Inti Solusi menempati bekas gedung SMKS Kristen 4 Klaten yang berdiri sejak tahun 1988 dan sudah tidak digunakan sejak tahun 2015. Gedung ini berada di bawah naungan Yayasan Pendidikan Kristen Klaten (YPKK). Berdasarkan pemaparan manajer LPK Progres Inti Solusi, bapak Yoseph Sumantri, pihak LPK tidak menerima dokumen berkaitan dengan kelistrikan gedung dari pihak yayasan dan gedung ini belum pernah dilakukan audit energi listrik sehingga standar tingkat pencahayaan dan sistem tata udara perlu diukur berdasarkan SNI

03-6196-2011, SNI 03-6090-2000, SNI 03-6197-2000 “Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung, Konservasi Energi Sistem Tata Udara pada Bangunan Gedung, Konservasi Energi Sistem Pencahayaan Bangunan Gedung”. Berdasarkan pengamatan awal, terdapat beberapa instalasi listrik yang tidak sesuai standar dan suhu beberapa ruangan di atas standar yang ditetapkan SNI yakni antara 24°C hingga 27°C untuk ruang kerja, pada kasus di LPK Progres Inti Solusi adalah ruang kelas yang digunakan untuk kegiatan belajar.

Ditemukan masalah di LPK Progres Inti Solusi bahwa jalur listrik gedung membingungkan karena terdapat banyak *circuit breaker* dan pemisahannya terkadang tidak beraturan sehingga pihak lembaga sedikit mengalami kesulitan untuk mengidentifikasi jalur ketika terjadi kerusakan atau akan mengadakan jalur listrik baru pada gedung sehingga langkah pertama yang harus dilakukan adalah menganalisis jalur kelistrikan gedung. Selain masalah belum adanya diagram kelistrikan gedung, dengan diadakan audit energi listrik dan mengetahui profil penggunaan energi, konservasi energi dan dapat ditemukan peluang-peluang penghematan energi yang dapat dikerjakan di LPK Progres Inti Solusi dengan tetap mengupayakan standar kenyamanan dalam hal pencahayaan dan standar pengkondisian udara sesuai SNI 03-6197-2000 mengenai “Konservasi Energi Sistem Tata Udara pada Bangunan Gedung” dan SNI 03-6390-2000 mengenai “Konservasi Energi Sistem Pencahayaan Bangunan Gedung”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, dapat dirumuskan pokok permasalahan yaitu :

1. Bagaimana jalur jaringan kelistrikan gedung LPK Progres Inti Solusi?
2. Berapa tingkat pencahayaan setiap ruangan di LPK Progres Inti Solusi?
3. Bagaimana tata udara setiap ruangan di LPK Progres Inti Solusi?
4. Berapakah nilai IKE gedung LPK Progres Inti?
5. Bila nilai IKE belum sesuai dengan ketentuan, apakah terdapat Peluang Hemat Energi (PHE) yang dapat diterapkan di LPK Progres Inti Solusi?
6. Apa saja yang perlu dikerjakan untuk meningkatkan kenyamanan pengguna gedung berdasar SNI 03-6197-2000 mengenai sistem pencahayaan dan SNI 03-6390-2000 mengenai sistem tata udara pada bangunan gedung?

1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan jelas dalam pembahasannya nanti, maka pokok permasalahan yang perlu dibatasi yaitu :

1. Wilayah yang diteliti adalah lingkup gedung LPK Progres Inti Solusi dengan luas 3600 m², tidak termasuk lapangan.
2. Jenis audit energi listrik yang dikerjakan adalah audit energi awal yaitu kegiatan audit energi yang meliputi pengumpulan data historis, data dokumentasi bangunan gedung yang tersedia, observasi dan pengukuran sesaat, perhitungan IKE dan kecenderungannya, potensi penghematan energi dan penyusunan laporan audit.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian yang akan dicapai yaitu :

1. Mengetahui jalur kelistrikan gedung LPK Progres Inti Solusi.
2. Mengetahui tingkat pencahayaan setiap ruangan di LPK Progres Inti Solusi.
3. Mengetahui tata udara setiap ruangan di LPK Progres Inti Solusi.
4. Mengetahui potret penggunaan energi dan nilai IKE gedung LPK Progres Inti Solusi.
5. Mengetahui rekomendasi Peluang Hemat Energi (PHE) yang dapat diterapkan di LPK Progres Inti Solusi.
6. Mengetahui hal-hal yang perlu dikerjakan untuk meningkatkan kenyamanan pengguna gedung berdasar SNI 03-6197-2000 mengenai sistem pencahayaan dan SNI 03-6390-2000 mengenai sistem tata udara pada bangunan gedung.

1.5. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang ingin dicapai, maka manfaat penelitian yang dapat diambil yaitu :

1. Pihak LPK Inti Solusi dapat dengan mudah menemukan solusi berkaitan dengan jaringan kelistrikan gedung jika terjadi masalah pada peralatan listrik.
2. Mengetahui potret penggunaan energi listrik LPK Progres Inti Solusi dan mendapat rekomendasi peningkatan efisiensi penggunaan energi listrik.

3. Mendapat rekomendasi untuk meningkatkan kenyamanan pengguna gedung mengenai sistem pencahayaan dan sistem tata udara pada bangunan gedung yang sesuai SNI.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. BAB I Pendahuluan, berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.
2. BAB II Tinjauan pustaka dan landasan teori, merupakan tinjauan pustaka dan landasan teori mengenai LPK Progres Inti Solusi, daya listrik, tarif dasar listrik, SNI (Standar Nasional Indonesia) dan IKE (Intensitas Konsumsi Energi), PHE (Peluang Hemat Energi) dan penjelasan mengenai peralatan yang digunakan dalam penelitian ini.
3. BAB III Metodologi penelitian, berisi waktu dan lokasi penelitian, alat dan bahan penelitian, metodologi penelitian dan tahapan penelitian (audit).
4. BAB IV Hasil penelitian dan pembahasan, merupakan hasil akhir penelitian berupa data hasil pengukuran variabel-variabel yang diteliti dengan alat ukur yang kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan standar yang digunakan secara sah dan nasional yaitu SNI.
5. BAB V Kesimpulan dan saran, berisi kesimpulan dan saran mengenai hasil penelitian yang kemudian dapat digunakan instansi terkait untuk meningkatkan keamanan dan nyaman pengguna gedung.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah peneliti melaksanakan audit energi listrik dan menganalisa hasilnya, maka berikut beberapa kesimpulan hasil audit energi listrik di LPK Progres Inti Solusi :

1. LPK Progres Inti Solusi memiliki luas wilayah 3.600 m^2 dan luas bangunan 3081 m^2 , menggunakan 2 meteran listrik (kWh meter). Meteran listrik pertama dengan golongan tarif S-2 / 2.200 VA, menggunakan MCB sebesar 25 A dan meteran listrik kedua dengan golongan tarif S-2 / 4.400 VA menggunakan MCB sebesar 32 A. Kedua meteran listrik ini kemudian didistribusikan ke 3 MCB. Meteran listrik S-2 / 2.200 VA digunakan untuk kebutuhan listrik pada gedung timur, gedung barat, gedung selatan dan wilayah belakang gedung sedangkan meteran listrik S-2 / 4.400 VA digunakan untuk kebutuhan listrik pada gedung tengah dan dapur regular.
2. Nilai rata-rata tingkat pencahayaan total adalah 39% dari nilai standar. Hanya terdapat satu ruangan dari total 22 ruangan yang memenuhi standar yaitu ruang tamu dengan nilai 181,38 lux dari nilai standar 150 lux sedangkan ruangan yang lain berada di bawah standar sehingga perlu dilakukan penggantian armatur dengan nilai fluks yang sesuai untuk dapat memenuhi standar.
3. LPK Progres Inti Solusi terdiri dari 1 lantai dengan kategori gedung tanpa AC; ruangan tanpa AC seluas $891,28 \text{ m}^2$, ruangan dengan AC seluas total 92 m^2 dan

persentase ruangan tidak ber-AC terhadap seluruh luas lantai LPK Progres Inti Solusi adalah sekitar 64,5%. Hasil pengukuran suhu dan kelembaban udara dengan mengambil ruang kelas V sebagai sampel untuk ruangan tanpa AC mendapat nilai rata-rata suhu 31,5 °C dan kelembaban 69,4%, nilai rata-rata ini tidak memenuhi standar suhu ruang kerja yakni antara 24°C hingga 27 °C dengan kelembaban relatif antara 55% sampai dengan 65% sehingga diperlukan rekomendasi penempatan kipas angin dan *exhaust fan* agar terjadi sirkulasi udara yang baik dan dapat menurunkan suhu ruangan.

4. Rata-rata tagihan listrik per bulan LPK Progres Inti Solusi adalah 918,14 kWh atau senilai Rp724.785,71. Nilai perhitungan IKE per tahun adalah 3,42 kWh / m² dan rata-rata IKE per bulan adalah 0,285 kWh / m² masuk dalam kriteria sangat efisien. Perhitungan nilai IKE spesifik tiap ruangan didapatkan data ruangan yang memiliki nilai IKE tinggi adalah kantor dengan nilai IKE/bulan 10,3 dan nilai IKE/tahun 123,76 dan ruang CCTV dengan nilai IKE/bulan 7,7 dan nilai IKE/tahun 91,93.
5. Terdapat beberapa peluang hemat energi yang dapat dikerjakan namun tidak didapatkan nilai penghematan energi listrik di LPK Progres Inti Solusi karena perlu meningkatkan standar pencahayaan dan pengkondisian suhu (konservasi energi) agar menunjang kenyamanan pengguna gedung dengan mengganti lampu dengan daya yang lebih tinggi dan penambahan 2 kipas angin dan 2 *exhaust fan* pada semua ruangan tanpa AC sehingga hal ini justru meningkatkan penggunaan energi listrik tiap bulan dari 1.369,262 kWh dan

menjadi 1.673,142 kWh atau sebesar 303,880 kWh (22,193%) yang setara dengan Rp 273.492,00.

6. Terdapat 2 hal yang perlu dikerjakan untuk meningkatkan kenyamanan pengguna gedung, hal pertama dalam meningkatkan pencahayaan 17 ruangan yang tingkat pencahayaannya di bawah 50% agar sesuai SNI 03-6090-2000 yaitu dengan penggantian dan penambahan lampu yang memiliki nilai fluks (lumen) yang sesuai kebutuhan. Hal kedua dalam pengkondisian udara pada ruangan-ruangan tanpa AC sebagai sampling diambil ruang kelas V dengan suhu rata-rata 31,5 °C dimana nilai rata-rata ini berada di atas standar suhu yaitu antara 24 °C hingga 27 °C sehingga diperlukan penyesuaian jumlah dan tata letak kipas angin dan *exhaust fan* agar sirkulasi udara semakin membaik sehingga dapat menurunkan suhu ruangan. Penempatan kipas angin ini perlu diubah menuju ke satu sisi ruang yang terdapat ventilasi dan diperlukan penambahan *exhaust fan* pada sisi ruang ini.

5.2. Saran

Setelah melakukan audit di LPK Progres Inti Solusi, berikut saran yang dapat diberikan :

1. Dari hasil observasi visual diketahui terdapat beberapa peralatan listrik yang tidak terpasang dengan baik maupun tidak diinstal sesuai standar sehingga diperlukan perbaikan pada peralatan-peralatan listrik tersebut. Hal ini wajib dilakukan karena menyangkut keselamatan pengguna gedung sesuai dengan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011.

2. Ruang tanpa AC yang sudah menggunakan beberapa kipas angin namun suhu tetap di atas 30°C, sebaiknya penempatan kipas angin diatur ulang untuk mengalirkan udara pada satu arah saja sehingga sirkulasi udara dalam ruangan menjadi lebih baik dimana udara panas dalam ruangan dibuang ke luar dan udara segar dari luar masuk ke dalam ruangan.
3. Dibutuhkan penggantian dan penambahan lampu dengan nilai fluks tertentu agar tingkat pencahayaan ruangan di LPK Progres Inti Solusi sesuai dengan standar yang ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- D. Ramadhon, Karnoto, and S. Pinandita, "Audit Energi dan Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi di PT. Harmoni Putra Solusindo Semarang," Semarang, 2022.
- P. Kartini, "Analisis Statistik Konsumsi Energi Listrik Pada Bangunan Gedung Yayasan Widya Dharma Pontianak," ELKHA Vol. 9, No 2, 2017.
- D. Ariestadi, "Kriteria Kinerja Energi untuk Kenyamanan Termal Pada Bangunan Fasilitas Pendidikan Tinggi di Indonesia," Jurnal RUAS. 12 (1), 31-41, 2014.
- H. B. Utomo, H. Purnama, and G. J. Adryan, "Konservasi Energi dan Audit Energi Listrik Pada Rumah Tingga," *Pros. 12th Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, pp. 236–242, 2021.
- N. A. Purnami, R. Arianti, and P. Setiawan, "Analisis Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto (ITDA) Yogyakarta," *Avitec*, vol. 4, no. 2, p. 225, 2022, doi: 10.28989/avitec.v4i2.1325.
- A. W. Biantoro, "Analisa Audit Energi untuk Pencapaian Efisiensi Energi di Gedung AB, Kabupaten Tangerang, Banten," pp. 1–9, 2017.
- M. Ikhsan and M. Saputra, "Audit Energi Sebagai Upaya Proses Efisiensi Pemakaian Energi Listrik Di Kampus Universitas Teuku Umar (UTU) Meulaboh," *Mekanova Vol 2. No. 3, ISSN : 2502-0498*, 2016.
- A. Martin, D. R. Agusta and N. Simangunsong, "Audit energi sistem tata cahaya dan tata udara lantai 2 & 3 pada bangunan gedung toko buku di Pekanbaru," Pontianak, 2019.
- R. Blocher, *Dasar Elektronika*. Semarang: Penerbit Andi, 2003.
- C. K. Alexander and M. N. O. Sadiku, *Fundamental of Electric Circuit*, Fourth. Mc Graw Hill, 2007.
- A. Von Meier, *Electric Power Systems: A Conceptual Introduction*. 2006. doi: 10.1002/0470036427.
- Y. Esye, "Analisa Perbaikan Faktor Daya Sistem Kelistrikan," *J. Sport. J. Penelit. Pembelajaran*, vol. 2, no. 6, pp. 24–29, 2021.
- Training Course Material*. Jakarta: PT Denso Indonesia, 2002.
- H. B. Utomo *et al.*, "Dasar Elektroniko," *Standar Nas. Indones.*, vol. 1, no. 1, pp. 143–157, 2021, doi: 10.28989/avitec.v4i2.1325.
- Badan Standardisasi Nasional, "SNI 6196:2011 Prosedur Audit Energi," *Standar Nas. Indones.*, pp. 1–16, 2011, [Online]. Available: <https://pesta.bsn.go.id/>
- Syafriandi, Muliadi, Mahalla, "Audit Energi Listrik Penggunaan Pendingin Udara Pada Gedung Biro Rektor Universitas Iskandarmuda," *J. Ilm. Tek. Unida*, vol. 2, no. 1, pp. 11–22, 2021, doi: 10.55616/jitu.v2i1.168.
- A. Y. Permatasari, "BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1. 1–64," *Gastron. ecuatoriana y Tur. local.*, vol. 1, no. 69, pp. 5–24, 2023.
- S. N. Indonesia, "Sni 03-6197-2000," vol. 1, pp. 7–8, 2011.
- ESDM, "Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2012 Tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik Dengan," *Ber. Negara Republik Indones. No. 556, 2012*, vol. 151, no. 2, pp.

- 10-17 Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2012, [Online]. Available: <https://peraturan.bpk.go.id/>
- Sni, “Konservasi Energi Sistem Tata Udara Bangunan Gedung,” *Sni 03-6390-2010*, 2010.
- D. L. B. Taruno, Zamtinah, and A. S. J. Wardhana, *Instalasi Listrik Industri*. Yogyakarta: UNY Press, 2019.
- I. Permatasari, Y. Away, and Zulhelmi, “Desain Sistem Verifikasi Pemakaian Listrik pada KWh-Meter Analog secara Visual Berbasis Atmega 328P,” *KITEKTRO J. Online Tek. Elektro*, vol. 4, no. 3, pp. 1–5, 2019.
- Kementerian Ketenagakerjaan R.I., “Buku Informasi Mengoperasikan Instalasi Listrik Bangunan Industri Kecil,” pp. 1–57, 2015.
- Faradiba, “Buku Materi Pembelajaran Metode Pengukuran Fisika,” pp. 1–195, 2020.
- Martias, “KNiST-2017-Martias-MTS,” pp. 226–230, 2017.
- “Teknik Kelistrikan dan Elektronika Instrumentasi,” *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 6, no. 1, pp. 51–66, 2017, [Online]. Available: <http://repositorio.unan.edu.ni/>
- Karen E. Kalumuck, *Human Body Explorations: Hands-On Investigates of What Makes Us Tick*. Kendall Hunt, 2000.
- N. Lechner, *Heating, Cooling, Lighting : Metode Desain untuk Arsitektur*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2007.
- L. Busato, “Passive Cooling and Energy Efficient Strategies for The Design of a Hotel on The Southern Coast of Pernambuco ,” 2003.
- L. Sahabuddin, *Strategi Pengaliran Udara untuk Kenyamanan Termal Ruang dengan Metode Simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD)*. 2023.
- H. Sulistio, Taryana, and R. Soebiantoro, “Kajian Intensitas Penerangan Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia”, *Jurnal Ilmiah Aviasi Langit Biru* Vol. 13 No.1 Februari 2020 Hal 1 : 282, 2020.
- P. Van. Harten and Ir. E. Setiawan, *Instalasi Listrik Arus Kuat 1*. Jakarta: Bina Cipta, 1986.