

AUDIT ENERGI DAN PELUANG KONSERVASI ENERGI

LISTRIK DI PT. ARELSI KARYA SEJAHTERA

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Disusun oleh:

Amir Machmud

13524120

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**

Yogyakarta

2019

LEMBAR PENGESAHAN

AUDIT ENERGI DAN PELUANG KONSERVASI ENERGI LISTRIK DI PT.ARELSI KARYA SEJAHTERA

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Disusun oleh:

Amir Machmud
13524120

Yogyakarta, 14 November 2019

Menyetujui,
Pembimbing

Husein Mubarak, ST.,M.Eng
155241305

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

AUDIT ENERGI DAN PELUANG KONSERVASI ENERGI LISTRIK DI PT. ARELSI

KARYA SEJAHTERA

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Amir Machmud

13524120

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada tanggal: 14 November 2019

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Husein Mubarak, ST.,M.Eng.

Anggota Penguji 1: Wahyudi Budi Pramono, ST., M.Eng.

Anggota Penguji 2: Firmansyah Nur Budiman, ST., M.Sc.

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal: 14 November 2019

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Yusuf Aziz Amrullah, ST., M.Sc., Ph.D

045240101

PERNYATAAN

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 14 November 2019



Amir Machmud

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr.wb.,

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah kepada hamba-Nya, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Selawat dan salam semoga tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW beserta para keluarganya, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman. Tugas akhir yang berjudul "*Audit Energi dan Peluang Konservasi Energi Listrik di PT.Arelsi Karya Sejahtera*". ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini, ungkapan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya diucapkan kepada berbagai pihak yang telah memberikan doa, bantuan, bimbingan, dukungan, kerja sama, fasilitas dan kemudahan lainnya. Untuk itu, dengan ketulusan hati saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Abah dan Umi yang sudah mengajari saya dengan keras akan makna kehidupan, bersyukur, jujur dan kerja keras. Yang dengan ketangguhannya telah melahirkan saya, dengan segala kelembutannya mengajarkan arti kata menyayangi dan dengan kesabarannya telah mengajari saya untuk selalu bersyukur dan tersenyum.
2. Bapak Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Husein Mubarak, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu dan bantuannya sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini.
4. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia yang telah membimbing penulis selama perkuliahan sehingga penulis bisa berada pada tahap ini.
5. Saudara Teknik Elektro UII 2013 atas pengalaman, senyuman, ilmu bermanfaat, persaudaraan, dukungan, dan masih banyak lagi yang tak bisa disampaikan dengan perkataan.
6. Seluruh dosen diluar Jurusan Teknik Elektro UII yang pernah mengajar dan memberikan ilmunya kepada saya.

Penulis menyadari bahwa dalam pelaksanaan penelitian serta penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, sehingga tidak terlepas dari masukan yang membangun demi penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua dan dapat berkontribusi dalam kemajuan bangsa dan Negara ini.

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

<i>Singkatan</i>	<i>Arti Singkatan</i>
IKE	<i>Intensitas Konsumsi Energi</i>
P	<i>Daya (watt)</i>
V	<i>Tegangan (volt)</i>
I	<i>Arus (ampere)</i>
kWh/m^2	<i>Kilo Watt per meter persegi</i>
Watt/m^2	<i>Watt per meter persegi</i>
PHE	<i>Peluang Hemat Energi</i>
$^{\circ}\text{C}$	<i>Derajat celcius</i>
AC	<i>Air Conditioner</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
TL	<i>Tube Luminescent</i>
MVMDP	<i>Medium Voltage Main Distribution Panel</i>
LVMDP	<i>Low Voltage Main Distribution Panel</i>
COP	<i>Coefficient Of Performance</i>
EER	<i>Energy Efficiency Rating</i>

ABSTRAK

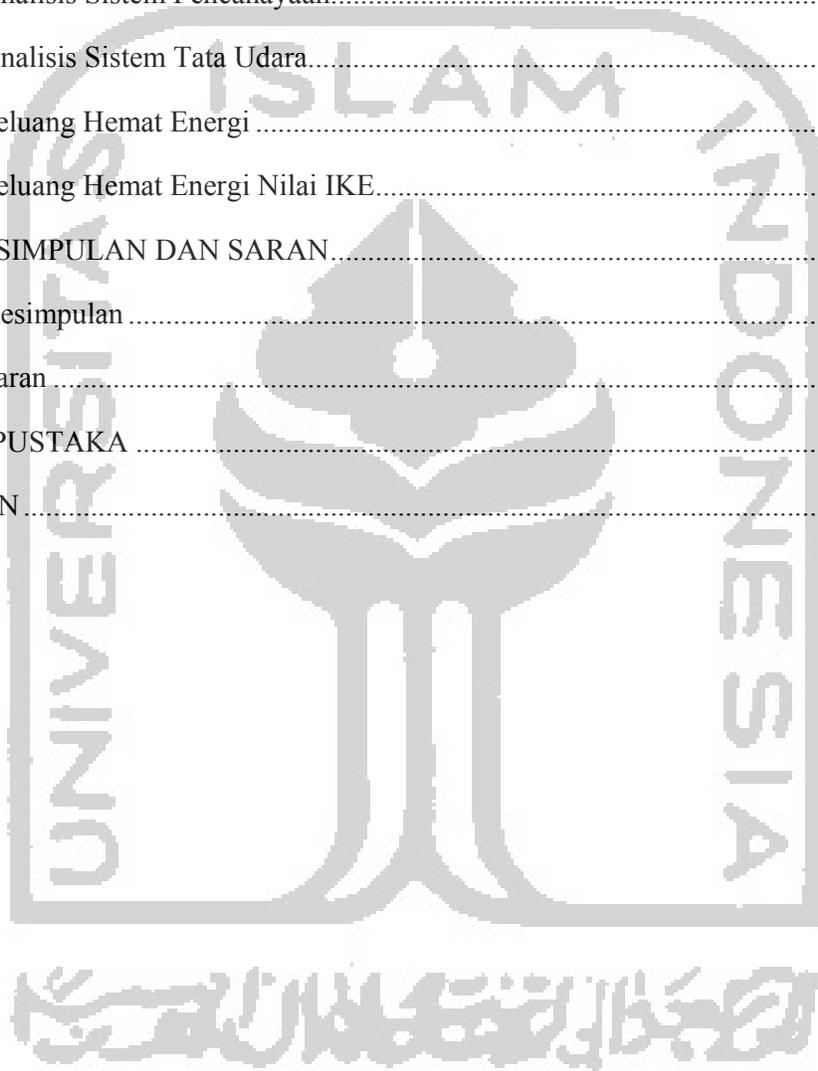
Audit energi bertujuan untuk mengetahui profil penggunaan energi suatu bangunan gedung dan mencari upaya peningkatan efisiensi penggunaan energi tanpa mengurangi tingkat kenyamanan bangunan/gedung. Audit energi pada penelitian ini dilakukan di PT. Arelsi Karya Sejahtera berupa audit energi listrik awal yang berfokus pada sistem pencahayaan dan sistem pendingin ruangan. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi dan konservasi energi. Dalam proses ini meliputi adanya audit energi, dimana pada awal proses audit energi sebelumnya dilakukan persiapan audit energi yaitu pertemuan pendahuluan dan wawancara dengan karyawan yang dilanjutkan dengan survei gedung sehingga didapatkan gambaran umum gedung dan sistem operasionalnya untuk melihat potensi peluang penghematan energi. Audit dimulai dengan pengumpulan dan pengolahan data, selanjutnya melakukan analisis dan perhitungan nilai IKE gedung, yang dilanjutkan dengan memberikan rekomendasi peluang penghematan energi. Peluang Penghematan yang dilakukan di PT. Arelsi Karya Sejahtera ada dua yaitu *low cost* dan *high cost*. Pada penghematan *low cost* sebesar 389,52 kWh jika dirupiahkan menjadi Rp 434.315,00, penghematan *high cost* sebesar 10.161,07kWh jika dirupiahkan menjadi Rp 11.329.593,00. Apabila semua penghematan dilakukan oleh pihak gedung maka akan bisa menghemat anggaran listrik Rp 11.819,00 per bulannya. Dengan mengaplikasikan rekomendasi peluang penghematan energi didapatkan peningkatan efisiensi konsumsi energi listrik sebesar 127.6 kWh/m²/tahun jika dirupiahkan menjadi Rp 142.274,00 dimana sebelumnya termasuk golongan gedung ber-AC agak boros menjadi golongan gedung ber-AC efisien.

Kata kunci : Konservasi, Audit, Energi , Penghematan, Efisien

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Studi Literatur.....	3
2.2 Tinjauan Teori.....	4
2.2.1 Konservasi Energi.....	4
2.2.2 Audit Energi.....	5
2.2.3 Sistem Tata Udara.....	7
2.2.4 Sistem Pencahayaan.....	9
BAB 3 METODOLOGI.....	10
3.1 Alur Penelitian.....	10
3.2 Alat dan Bahan.....	11
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	12

4.1 Profil Gedung.....	12
4.2 Sistem Kelistrikan.....	13
4.3 Audit Energi Awal pada PT.Arelsi Karya Sejahtera	15
4.3.1 Intensitas Konsumsi Energi per Tahun.....	15
4.3.2 Intensitas Konsumsi Energi per Bulan.....	16
4.4 Analisis Sistem Pencahayaan.....	18
4.5 Analisis Sistem Tata Udara.....	20
4.6 Peluang Hemat Energi	22
4.7 Peluang Hemat Energi Nilai IKE.....	28
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	29
5.1 Kesimpulan.....	29
5.2 Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN.....	1



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Grafik alur penelitian.....	11
Gambar 4.1 Jenis beban PT.Arelsi Karya Sejahtera	12
Gambar 4.2 Grafik Konsumsi Daya.....	13
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Tegangan.....	13
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Arus.....	14
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Faktor Daya.....	14



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria IKE Bangunan Gedung.....	6
Tabel 4.1 Data Historis Konsumsi Energi Listrik.....	15
Tabel 4.2 Kriteria Nilai Standar Intensitas Energi Listrik.....	16
Tabel 4.3 Hasil IKE Perbulan.....	17
Tabel 4.4 Analisa Pencahayaan Lampu Gedung 1.....	18
Tabel 4.5 Analisa Pencahayaan Lampu Gedung 2.....	19
Tabel 4.6 Analisa Pencahayaan Lampu Gedung 3.....	19
Tabel 4.7 Pendingin Pada Gedung 1.....	20
Tabel 4.8 Pendingin Pada Gedung 2.....	21
Tabel 4.9 Pendingin Pada Gedung 3.....	22
Tabel 4.10 Nilai Rata-rata Susu Pergedung.....	22
Tabel 4.11 PHE Lampu Gedung 1.....	23
Tabel 4.12 PHE Lampu Gedung 2.....	24
Tabel 4.13 PHE Lampu Gedung 3.....	24
Tabel 4.14 Tabel Total Penggunaan Daya.....	25
Tabel 4.15 PHE AC Gedung 1.....	26
Tabel 4.16 PHE AC Gedung 2.....	27
Tabel 4.17 PHE AC Gedung 3.....	27
Tabel 4.18 Perhitungan Selisih Biaya.....	28

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Energi pada prinsipnya sudah ada sejak dulu kala dan tidak dapat dimusnahkan. Energi hanya dapat ditransfer dan dimanfaatkan untuk kebutuhan hidup umat manusia. Energi yang banyak dimanfaatkan dalam kebutuhan hidup masyarakat masa kini, adalah energi listrik. Energi listrik merupakan salah satu faktor penting dalam operasional sebuah industri, perusahaan, maupun instansi lain, karena memiliki tingkat ketergantungan tinggi terhadap kebutuhan energy untuk operasional usahanya.

Sebagian besar produsen energi listrik di Indonesia menggunakan sumber bahan bakar energi fosil seperti batubara dan minyak bumi. Sumber energi fosil merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui, sehingga menyebabkan cadangan energi berkurang. Semua pihak perlu melakukan efisiensi energi untuk menanggulangi masalah cadangan energi yang berkurang adalah satu metode yang dipakai untuk mengefisienkan pemakaian energi listrik adalah konservasi energi. Pemerintah Indonesia telah mengeluarkan kebijakan mengenai konservasi energi sebagai usaha untuk peningkatan efisiensi energi yang digunakan. Pengertian konservasi energi adalah upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energy dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Dalam proses ini meliputi adanya audit energi yaitu suatu metode untuk menghitung tingkat konsumsi energi suatu gedung atau bangunan.

Audit energi bertujuan untuk mengetahui profil penggunaan energi suatu bangunan gedung dan mencari upaya peningkatan efisiensi penggunaan energi tanpa mengurangi tingkat kenyamanan bangunan/gedung. Audit energi merupakan suatu teknik yang dipakai untuk menghitung besarnya konsumsi energi dan mengenali cara-cara untuk pengehatannya. Melalui audit energi kita dapat mengetahui pola distribusi energi, sehingga bagian yang mengkonsumsi energi terbesar dapat diketahui dan bisa memberikan peluang penghematan energi apabila dilakukan peningkatan efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Berapakah nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada PT.Arelsi Karya Sejahtera?

2. Apakah penggunaan energi listrik di PT.Arelsi Karya Sejahtera sudah efisien?
3. Apa saja peluang penghematan energi yang dapat dilakukan di PT.Arelsi Karya Sejahtera?

1.3 Batasan Masalah

1. Audit yang dilakukan adalah tahapan audit energi awal yang meliputi perhitungan pola konsumsi energi.
2. Melakukan identifikasi dan analisis data hanya dilakukan pada jenis beban pencahayaan dan pendingin ruangan.
3. Penelitian hanya difokuskan pada data yang diperoleh di lapangan saja.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui besarnya nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) di PT.Arelsi Karya Sejahtera.
2. Mengetahui profil penggunaan energi di PT.Arelsi Karya Sejahtera.
3. Mengetahui peluang penghematan energi yang dapat diterapkan di PT.Arelsi Karya Sejahtera.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Mengurangi pemborosan energi listrik di PT.Arelsi Karya Sejahtera.
2. Memberikan lebih kenyamanan dari sisi karyawan dan staff pada kantor.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Audit energi berfokus terutama pada energi total konsumsi peralatan elektronik, system pendingin ruangan, pencahayaan, lift, dan lain-lain. Audit energi dianggap salah satu metode yang komprehensif dalam pemeriksaan penggunaan energi dan pemborosan di bangunan. Secara pengertian audit energi adalah kegiatan untuk menghitung besarnya konsumsi energi pada suatu bangunan untuk mengetahui potret penggunaan energi dan mencari peluang penghematan konsumsi energi. Berikut adalah penelitian audit energi yang sudah dilakukan dan digunakan untuk bahan referensi penulis :

Audit Energi Listrik Studi Kasus di Gedung Perpustakaan Pusat UGM Sayap Selatan[4]

Kegiatan Audit energi listrik dilaksanakan di Gedung Perpustakaan Pusat UGM Sayap Selatan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kenyamanan ruangan dan profil penggunaan energinya. Metode yang digunakan adalah observasi, pengukuran, wawancara, kuisisioner dan studi literatur.

Feni Wijastuti menyebutkan bahwa sistem tata udara memiliki beban daya listrik sebesar 76%, sistem penunjang operasional sebesar 14% dan sistem tata cahaya memiliki beban terkecil sebesar 10%. Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) memberikan hasil 52,068 kWh/m²/tahun. Daya pencahayaan untuk perpustakaan adalah sebesar 2,93 W/m². Hasil pengukuran pencahayaan menunjukkan bahwa tempat baca yang terletak pada area koridor dan berada dekat dengan jendela memiliki tingkat pencahayaan di atas batas maksimal dari standar pencahayaan yang direkomendasikan. Pengukuran suhu dan kelembaban menunjukkan bahwa ruangan yang tidak menggunakan AC memiliki suhu dan kelembaban di atas batas maksimal dari standar yang direkomendasikan. Hasil kuisisioner juga menunjukkan bahwa masih ada pengunjung yang merasa tidak nyaman dengan kondisi suhu, dan tingkat pencahayaan. Perpustakaan Pusat UGM Sayap Selatan dapat dikatakan sebagai gedung yang hemat energy namun belum memenuhi syarat tingkat kenyamanan suatu ruangan.

Audit Energi Listrik Studi Kasus di Gedung Pusat UGM Sayap Selatan dan Timur Yogyakarta[2]

Septiana Ria Prihandita menyebutkan bahwa Gedung Pusat UGM Sayap Selatan dan Timur mengkonsumsi energi listrik selama 1 tahun sebesar 322.774 kWh dengan luas bangunan 7586,32 m, sehingga diperoleh hasil Intensitas Konsumsi Energi (IKE) sebesar 37,164kWh/m²/tahun. Nilai

ini masih dalam tingkat kewajaran sehingga penggunaan energi listrik masih tergolong hemat. Distribusi beban daya listrik di Gedung Pusat UGM Sayap Selatan dan Timur memiliki sistem tata udara dengan beban daya listrik sebesar 57%, peralatan penunjang operasional sebesar 35%, dan sistem tata cahaya sebesar 8%.

Ruangan yang dianalisis pada penelitian ini adalah ruang sumber daya manusia, ruang staff Kantor Hukum Tata Laksana (HKTL), Dewan Audit, Direktorat Pengelolaan dan Pemeliharaan Aset (DPPA), Wakil Rektor Bidang SIK dan LPPM. Hasil pengukuran tingkat penerangan ruangan menunjukkan bahwa ada ruangan yang telah memenuhi standar kenyamanan yaitu ruang Dewan Audit, DPPA, LPPM dan sumber daya manusia. Sedangkan ruang yang nilai pencahayaan ruangnya di bawah standar adalah ruang HKTL dan Wakil Rektor bidang SIK yang hanya 100-250 lux saja. Pada parameter suhu ruangan hanya ruangan LPPM saja yang memenuhi standar kenyamanan. Untuk parameter kelembapan relatif ruangan Dewan Audit, HKTL, LPPM, Wakil Rektor bidang SIK dan sumber daya manusia telah memenuhi standar, sedangkan ruangan DPPA melebihi standar kenyamanan.

Audit Energi Listrik dan Analisis Peluang Hemat Energi Listrik Pada Sistem Pencahayaan dan Sistem Pendingin Udara di Rumah Sakit DR. Adhayatma, MPH Semarang[5]

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Sismanto, D. J menunjukkan adanya kemungkinan penghematan untuk sistem pencahayaan, penggantian ballast elektromagnetik dengan ballast elektronik sebesar Rp. 1.928.475,9/bulan. Sedangkan pada sistem pendingin ruangan, penggantian refrigerant dapat memungkinkan dilakukannya penghematan sebesar Rp.4.447.978,2/bulan.

2.2 Tinjauan Teori

2.2.1 Konservasi Energi

Konservasi energi merupakan langkah kebijaksanaan yang pelaksanaannya paling mudah dan biayanya paling murah, serta sekarang juga dapat dilaksanakan oleh seluruh lapisan masyarakat. Kebijakan energi ini dimaksudkan untuk memanfaatkan sebaik-baiknya sumber energi yang ada, juga dalam rangka mengurangi ketergantungan akan minyak bumi, dengan pengertian bahwa konservasi energi tidak boleh menjadi penghambat kerja operasional maupun pembangunan yang telah direncanakan[6].

Menurut SNI 03-6196-2000 tentang prosedur audit energi pada bangunan gedung, definisi konservasi energi adalah upaya mengefisienkan pemakaian energi untuk suatu kebutuhan agar pemborosan energi dapat dihindari. Tingkat keberhasilan penggunaan energi secara efisien sangat

dipengaruhi perilaku, kebiasaan, kedisiplinan, dan kesadaran masyarakat akan pentingnya hemat energi. Selain efisiensi energi, cara lain yang dapat dilakukan adalah perawatan dan perbaikan peralatan listrik sehingga pengendalian penggunaan energi dapat terpantau. Kebijakan mengenai konservasi energi juga diatur dalam Undang-Undang Energi No 30 Tahun 2007 Pasal 25 yang mengatur mengenai Konservasi Energi, yaitu[8] :

1. Konservasi Energi Nasional menjadi tanggung jawab Pemerintah, Pemerintah Daerah, penguasa, dan masyarakat.
2. Pengguna energi dan produsen peralatan hemat energi yang melaksanakan konservasi energi diberi kemudahan dan/atau insentif oleh Pemerintah dan/atau Pemerintah Daerah.
3. Pengguna sumber energi dan pengguna energi yang tidak melaksanakan konservasi energi diberi disinsentif oleh Pemerintah dan/atau Pemerintah Daerah.
4. Peraturan lebih lanjut tentang Konservasi Energi akan dituangkan dalam Peraturan Pemerintah.

2.2.2 Audit Energi

Audit energi merupakan usaha atau kegiatan untuk mengidentifikasi jenis dan besarnya energi yang digunakan pada bagian-bagian operasi suatu industri atau pabrik atau bangunan dan mencoba mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi. Sasaran dari audit energi adalah untuk mencari cara mengurangi konsumsi energi per satuan output dan mengurangi biaya operasi[7]. Kita dapat mengetahui pola distribusi energi suatu bangunan gedung melalui audit energi, sehingga bagian yang mengkonsumsi energi terbesar dapat diketahui. Dari hasil audit energi juga dapat diketahui besarnya peluang potensi penghematan energi apabila dilakukan peningkatan efisiensi.

Kegiatan audit energi merupakan kegiatan pengecekan berkala untuk menjamin apakah energi digunakan secara tepat, efisien, dan rasional. Dengan audit energi, maka indikasi kebocoran energi dapat dilacak dan ditelusuri yang kemudian ditentukan langkah perbaikan. Adapun lingkup kegiatan energi diantaranya :

1. Melakukan identifikasi penggunaan energi khususnya yang berkaitan dengan jenis energi, sistem pemakaian, dan biaya energi.
2. Observasi tingkat penggunaan energi sesuai dengan kondisi bangunan jenis penggunaannya.
3. Mengetahui dimana potensi terbesar untuk memperbaiki efisiensi penggunaan yang dapat dilakukan.
4. Bagaimana melakukan perbaikan efisiensi tersebut.

Audit energi dapat dilakukan setiap saat atau sesuai dengan jadwal yang sudah ditetapkan. Audit energi terbagi 3 diantaranya :

1. Audit Energi Singkat

Audit energi singkat adalah proses awal kegiatan audit energi yang meliputi pengumpulan data historis konsumsi energi, luas bangunan, daya terpasang, beban penghunian bangunan dan observasi visual. Perbedaan audit energi singkat dengan audit energi awal yaitu, pada audit energi singkat tidak memerlukan pengukuran pada peralatan listrik. Hasil dari kegiatan audit energi singkat berupa potret penggunaan energi bangunan gedung dan rekomendasi peluang penghematan energi.

2. Audit Energi Awal

Tujuan dari audit energi awal adalah untuk mengukur produktifitas dan efisiensi penggunaan energi dan mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi. Kegiatan audit energi awal meliputi pengumpulan data energi bangunan gedung dengan data yang tersedia dan tidak memerlukan pengukuran. Data tersebut meliputi :

- a. Dokumentasi bangunan yang dibutuhkan adalah gambar teknik bangunan sesuai pelaksanaan konstruksi., terdiri dari :
 - Tapak, denah, dan potongan bangunan gedung seluruh lantai.
 - Denah instalasi pencahayaan bangunan seluruh lantai.
 - Diagram satu garis listrik, lengkap dengan penjelasan penggunaan daya listriknya dan besarnya penyambungan daya listrik PLN serta besarnya daya listrik cadangan pembangkit cadangan.
- b. Pembayaran rekening listrik bulanan bangunan gedung selama satu tahun terakhir.
- c. Menghitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi(IKE) gedung.

$$IKE = \frac{\text{Total Konsumsi Energi (kWh)}}{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}} \quad (2.1)$$

Setiap bangunan mempunyai standar IKE sesuai dengan fungsi bangunan tersebut. Berikut merupakan nilai IKE standar suatu bangunan menurut Pedoman Konservasi Energi dan Pengawasannya di Lingkungan Departemen Pendidikan Nasional :

Tabel 2.1 Kriteria IKE bangunan gedung

Kriteria	Konsumsi Energi Listrik Bulanan (kWh/m ² /Bulan)	
	Gedung Ber-AC	Gedung tidak Ber-AC
Sangat Efisien	4,17 – 7,92	-
Efisien	7,92 – 12,08	0,84 – 1,67
Cukup Efisien	12,08 – 14,58	1,67 – 2,5
Agak Boros	14,58 – 19,17	-
Boros	19,17 – 23,75	2,5 – 3,34

Kriteria	Konsumsi Energi Listrik Bulanan (kWh/m ² /Bulan)	
	Gedung Ber-AC	Gedung tidak Ber-AC
Sangat Boros	23,75 – 37,5	3,34 – 4,17

Pada tabel 2.1 Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik adalah pembagian antara konsumsi energi listrik pada kurun waktu tertentu dengan satuan luas bangunan gedung. Sektor-sektor yang dapat dihitung antara lain :

- a. Rincian luas bangunan gedung dan luas total bangunan gedung (m²).
- b. Konsumsi energi bangunan gedung per tahun (kWh/tahun)
- c. Intensitas Konsumsi Energi (IKE) bangunan gedung per tahun (kWh/m²/tahun).
- d. Biaya energi bangunan gedung (Rp/kWh).

Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh ASEAN-USAID pada tahun 1987 yang laporannya baru dikeluarkan pada tahun 1992, target besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik untuk Indonesia adalah sebagai berikut :

- a. IKE perkantoran : 240 kWh/ m² per tahun
- b. IKE pusat belanja : 330 kWh/ m² per tahun
- c. IKE hotel/apartemen : 300 kWh/ m² per tahun
- d. IKE rumah sakit : 380 kWh/ m² per tahun

3. Audit Energi Rinci

Audit energi rinci adalah audit energi yang dilakukan dengan menggunakan alat-alat ukur yang sengaja dipasang pada peralatan untuk mengetahui besarnya konsumsi energi . Audit energi rinci dilakukan untuk mengetahui profil penggunaan energi bangunan gedung, sehingga dapat diketahui peralatan pengguna energi apa saja yang pemakaiannya cukup besar. Kegiatan yang dilakukan dalam audit energi rinci adalah :

- a. Penelitian konsumsi energi
- b. Pengukuran energi
- c. Identifikasi Peluang Hemat Energi(PHE)
- d. Analisis Peluang Hemat Energi(PHE)
- e. Penelitian konsumsi energi

2.2.3 Sistem Tata Udara

Pengadaan suatu sistem tata udara adalah agar tercapai kondisi temperatur, kelembapan,kebersihan, dan distribusi udara dalam ruangan dapat dipertahankan pada tingkat keadaan yang diharapkan. Untuk kondisi iklim Indonesia (tropis), proses pengkondisian udara yang berupa pendinginan banyak sekali digunakan. Pendingin ini berfungsi untuk menciptakan kondisi nyaman bagi beberapa aktivitas manusia. Semakin nyaman suatu ruangan tentu akan

meningkatkan tingkat produktifitas di dalamnya. Persyaratan termal yang ditetapkan pada Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran adalah :

Suhu : 18°C - 28°C

Kelembapan : 40% - 60%

Sistem tata udara terdiri dari 2, yaitu :

1. Sistem tata udara alami

Sistem tata udara alami hanya mengandalkan tata ruang dan aliran udara sekitar bangunan gedung. Untuk ruangan yang tidak menggunakan peralatan pendingin udara harus memiliki lubang ventilasi minimal 15% dari luas lantai dengan menerapkan ventilasi silang agar aliran udara dapat berjalan. Sistem tata udara alami ini berupa jendela, pintu, ventilasi, dan lain-lain.

2. Sistem tata udara buatan

Sistem tata udara buatan digunakan untuk mengendalikan kondisi termal, kualitas, dan sirkulasi udara di dalam ruangan untuk memenuhi persyaratan kenyamanan termal penggunaan bangunan. Sistem tata udara buatan biasanya menggunakan AC (Air Conditioner) sebagai pendingin ruangan yang merupakan paling banyak digunakan di negara-negara tropis seperti Indonesia.

Efisiensi sebuah mesin pendingin sering dinyatakan dengan istilah COP (Coefficient Of Performance) ataupun EER (Energy Efficiency Ratio). COP didefinisi sebagai perbandingan laju kalor yang dikeluarkan dengan laju energi yang harus dimasukkan ke sistem. COP berbanding terbalik dengan biaya operasional, apabila COP lebih tinggi maka biaya operasional yang dikeluarkan akan menjadi lebih rendah.

$$COP = \frac{Q_o(kW)}{W(kW)} \quad (2.2)$$

Dimana :

COP = koefisien prestasi

Qe = kapasitas pendingin

W = daya input compressor

EER (Energy Efficiency Ratio) merupakan indikator efisiensi energi dinyatakan dengan perbandingan antara Btu/h yang dihasilkan AC dengan tenaga listrik watt yang digunakan.

$$EER = \frac{Btu/h}{W} \quad (2.3)$$

Dimana :

EER	= tingkat efisiensi penggunaan energi
Btu/h	= kapasitas pendinginan AC
W	= energi listrik (kWh)

Semakin tinggi angka EER, maka semakin efisien penggunaan energinya. AC dengan EER sama atau lebih besar dari 10 (sepuluh) untuk kondisi saat ini dianggap sudah cukup efisien.

2.2.4 Sistem Pencahayaan

Audit pada sistem pencahayaan bertujuan untuk mengetahui tingkat pencahayaan dalam suatu ruangan, apakah sudah sesuai atau belum dengan fungsi ruangan. Sistem pencahayaan pada bangunan gedung berguna untuk pekerjaan atau kegiatan yang di dalamnya dapat berjalan dengan efisien dan aman. Sistem pencahayaan terbagi dua, yaitu :

1. Sistem pencahayaan alami Pencahayaan alami adalah pencahayaan yang bersumber dari cahaya alam seperti cahaya matahari. Pencahayaan alami dikatakan sukses apabila memaksimalkan tingkat pencahayaan di dalam ruangan dan juga mengoptimalkan kualitas penerangan.
2. Sistem pencahayaan buatan Sistem pencahayaan buatan merupakan pengguna energi listrik terbesar kedua pada sebuah bangunan gedung. Sistem pencahayaan buatan sangat diperlukan apabila posisi suatu ruangan sulit dicapai oleh pencahayaan alami atau saat kebutuhan pencahayaan alami tidak mencukupi untuk menerangi suatu ruangan. Besarnya tingkat pencahayaan ruangan sudah diatur dalam SNI 6197-2011 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan.

BAB 3

METODOLOGI

3.1 Alur Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi dan konservasi energi. Dalam proses ini meliputi adanya audit energi, dimana pada awal proses audit energi sebelumnya dilakukan persiapan audit energi yaitu pertemuan pendahuluan dan wawancara dengan karyawan yang dilanjutkan dengan survei gedung sehingga didapatkan gambaran umum gedung dan sistem operasionalnya untuk melihat potensi peluang penghematan energi. Pada dasarnya metode audit energi listrik adalah sebagai berikut :

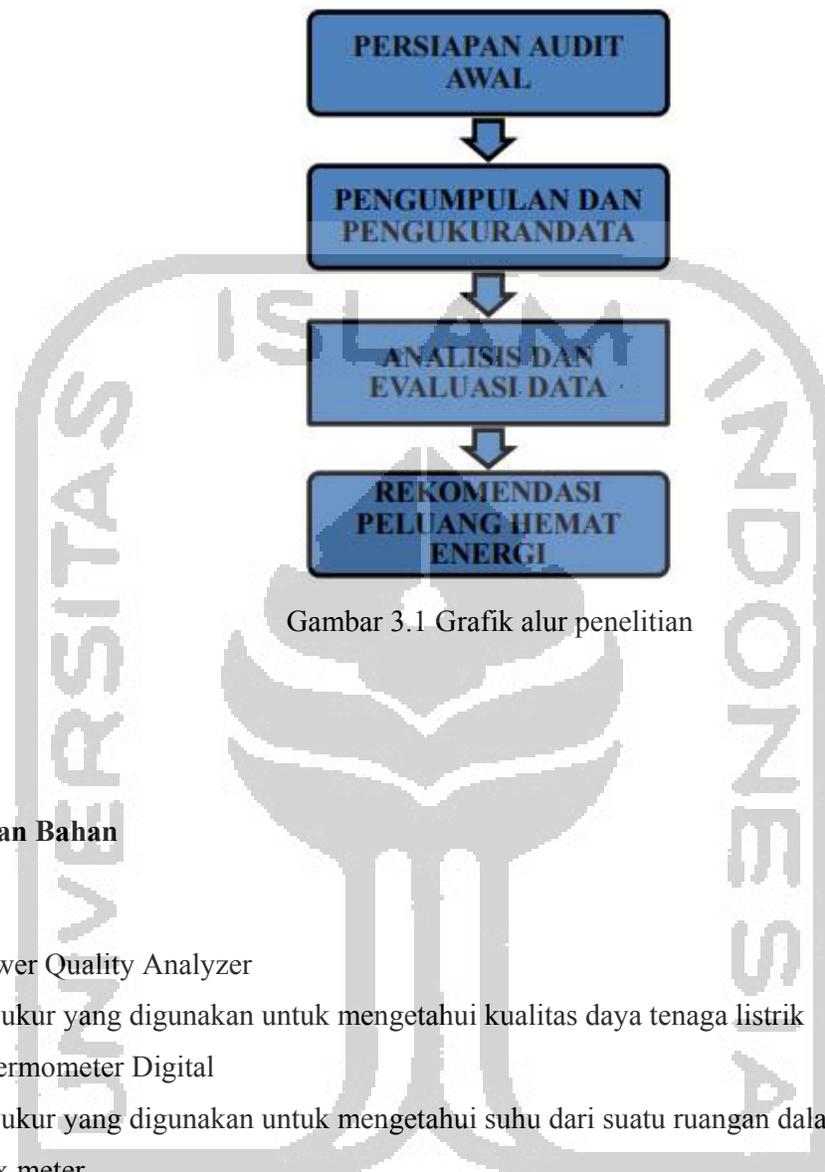
1. Diskusi singkat dengan karyawan
2. Walkthrough audit
3. Pengumpulan data
4. Pengukuran energi listrik

Dalam penelitian ini, pengukuran dilakukan sesuai prosedur yang telah ditetapkan SNI 16-7062-2004 tentang Pengukuran Intensitas Penerangan di tempat kerja yang dengan penentuan titik pengukuran seperti :

1. Penerangan setempat : Objek kerja, berupa meja kerja maupun peralatan. Bila merupakan meja kerja, pengukuran dapat dilakukan di atas meja kerja yang ada. Pada perpustakaan Pusat pengukuran dilakukan pada area baca.
2. Penerangan Umum : titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruangan pada setiap jarak tertentu setinggi satu meter dari lantai. Jarak tertentu tersebut dibedakan berdasarkan luas ruangan sebagai berikut:
 - a. Luas ruangan kurang dari 10 meter persegi : titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruangan adalah pada jarak setiap satu meter.
 - b. Luas ruangan antara 10 meter persegi sampai 100 meter persegi : titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruangan adalah pada jarak setiap tiga meter.
 - c. Luas ruangan lebih dari 100 meter persegi: titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruangan adalah pada jarak setiap enam meter.

Bagian ini menjelaskan perancangan sistem yang digunakan, cara mengimplementasikan rancangan dan cara pengujian sistem (indikator kinerja dan cara mengukurnya). Penjelasan ini bisa terdiri dari beberapa bab yang saling terkait.

Diagram alur berikut ini akan membantu menjelaskan bagaimana alur dalam penelitian



Gambar 3.1 Grafik alur penelitian

3.2 Alat dan Bahan

1. Power Quality Analyzer
Alat ukur yang digunakan untuk mengetahui kualitas daya tenaga listrik
2. Thermometer Digital
Alat ukur yang digunakan untuk mengetahui suhu dari suatu ruangan dalam bangunan.
3. Lux meter
Alat yang digunakan untuk mengukur besarnya intensitas pada suatu ruangan/tempat.
4. Perhitungan statistik dan pembuatan grafik menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel 2013.
5. Data sejarah pembayaran rekening listrik, data layout gedung, data peralatan listrik, jadwal operasional, data daya terpasang, data genset, dan transformator.

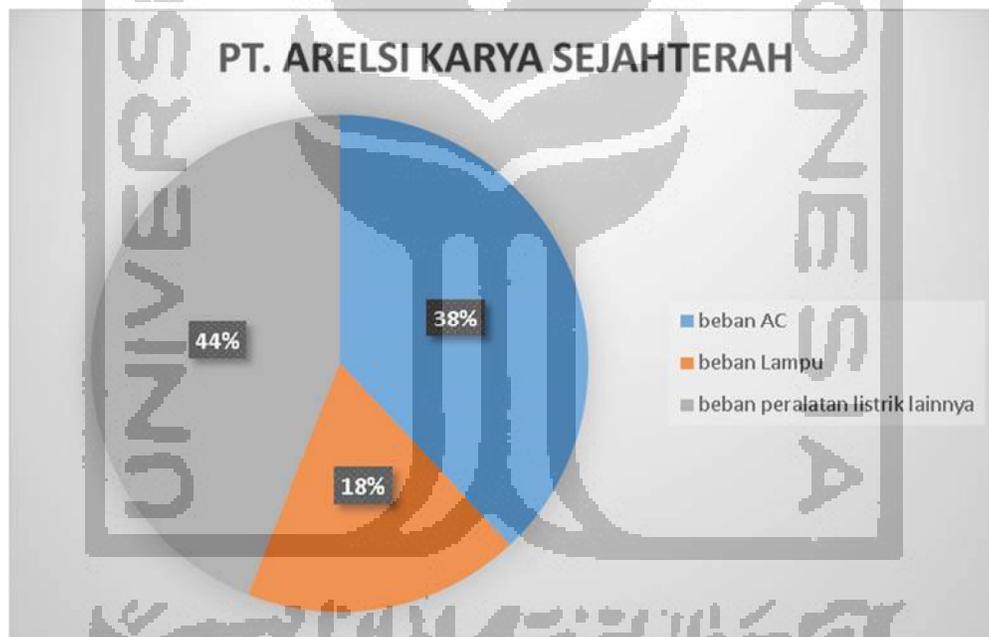
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Profil Gedung

PT.Arelsi Karya Sejahtera terletak Jl. Balirejo No.23 Muja Muju,Kec.Umbulharjo,Kota Yogyakarta,Daerah Istimewa Yogyakarta. Kantor ini terdiri dari 4 gedung dengan luas keseluruhan 5.529,38m², memiliki 2 trafo yang terpasang dan masing masing memiliki kapasitas 250 KVA tetapi untuk pengambilan data pada area 1 yang meliputi gedung 1,2 dan 3 karena penggunaan daya lebih banyak terpakai.

PT.Arelsi Karya Sejahtera terletak setiap bulannya rata-rata mengkonsumsi energi sebesar listrik sebesar 24.733kWh. Penguan energi listrik gedung ini terbagi menjadi 3 yaitu untuk sistem pencahayaan, sistem pendingin udara, serta peralatan listrik lainnya yang menunjang aktivitas gedung seperti komputer, printer, TV, proyektor dan lainnya.

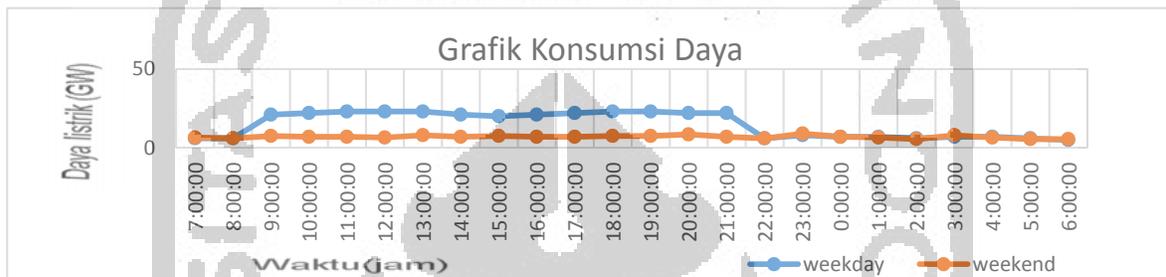


Gambar 4.1 Jenis beban PT.Arelsi Karya Sejahtera

Berdasarkan dari gambar 4.1 Jenis beban peralatan listrik lainnya merupakan beban yang paling banyak mengkonsumsi energi listrik sebesar 168 kWh, beban AC sebesar 145 kWh, dan beban sistem pencahayaan mengkonsumsi energi listrik sebesar 68,7 kWh.

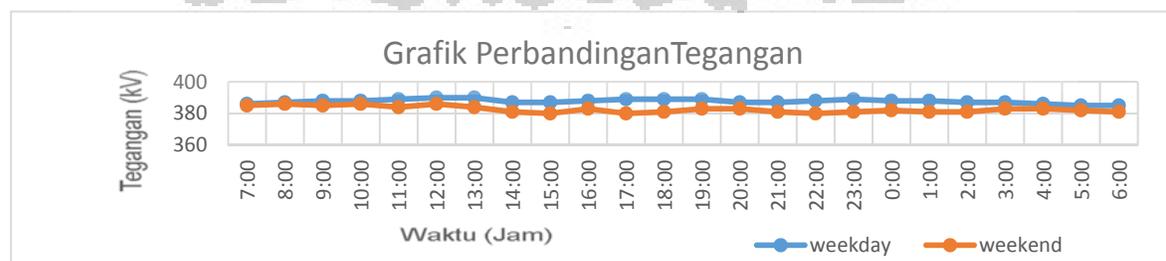
4.2 Sistem Kelistrikan

Sistem Kelistrikan yang ada pada PT. Arelsi Karya Sejahtera Yogyakarta menggunakan sumber energi listrik langsung dari PT. PLN sebesar 150 KVA sebagai daya Sumber pensuplai daya listrik utama PT. Arelsi Karya Sejahtera bermula dari sistem Tegangan Menengah 20 kV milik PT. PLN yang ditransmisikan dengan transformator step down (3 fasa). Hasil dari transformator step down (3 fasa) terhubung dengan MVMDP (Medium Voltage Main Distribution Panel). Aliran daya tersebut terhubung ke LVMDP (Low Voltage Main Distribution Panel) masing-masing sub panel distribusi disetiap gedung.



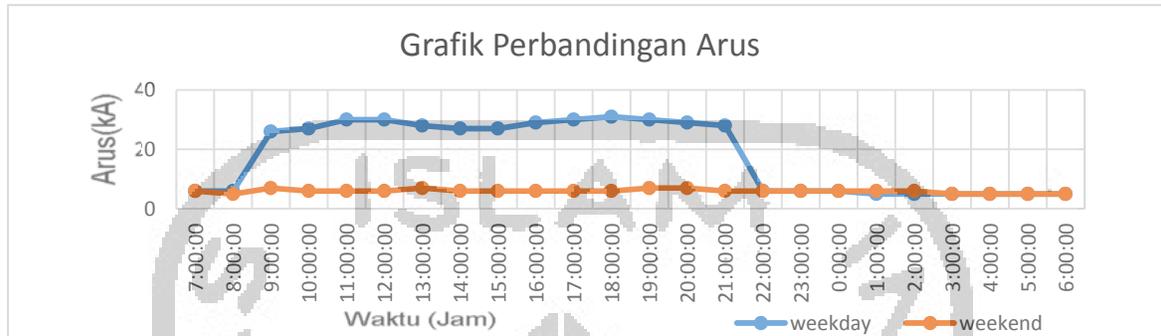
Gambar 4.2 Grafik Konsumsi Daya

Pada gambar 4.2 Perbandingan konsumsi daya di kantor PT. Arelsi Karya Sejahtera saat hari kerja dengan hari libur. Konsumsi daya hari kerja ditunjukkan dengan grafik warna biru dan hari libur ditunjukkan dengan grafik warna oren. Pengukuran konsumsi daya dilakukan mulai dari pukul 09.00WIB hingga pukul 20.30WIB. Grafik konsumsi daya hari senin-sabtu (hari kerja) stabil di 20-22 GW, hal ini karena pada waktu ini merupakan waktu-waktu dimulainya aktivitas di kantor tersebut. Kenaikkan konsumsi daya terus terjadi hingga pukul 11.30WIB dan mencapai puncaknya yaitu sebesar 23kW. Ketika jam istirahat terlihat jelas di grafik terjadi penurunan dan mengalami kenaikan lagi setelah jam istirahat. Mulai dari pukul 13.00WIB hingga pukul 12.30 terjadi penurunan grafik, hal ini terjadi dikarenakan pada saat waktu tersebut aktivitas di PT. Arelsi Karya Sejahtera telah berkurang. Sedangkan grafik konsumsi daya pada hari libur cenderung stabil, karena aktivitas di gedung pada saat hari libur (minggu) tidak sebanyak pada saat hari kerja.



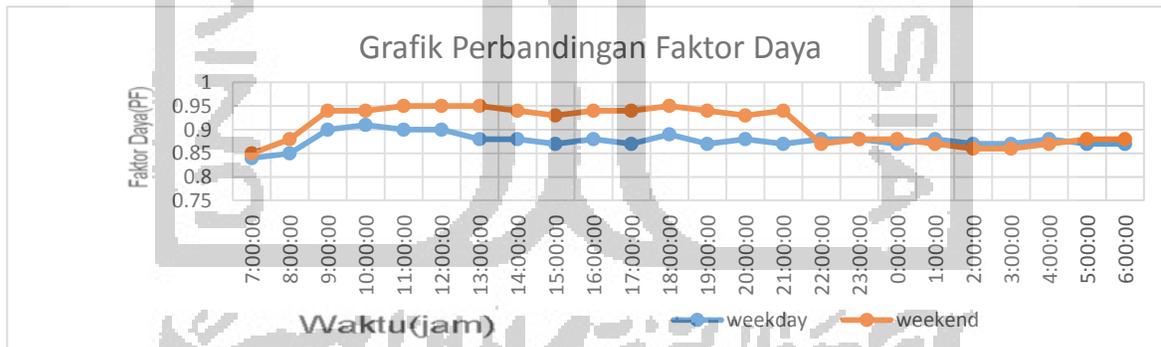
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Tegangan

Pada gambar 4.3 grafik perbandingan tegangan menunjukkan pola dengan grafik perbandingan konsumsi daya. Hal itu disebabkan karena tegangan listrik berbanding lurus dengan beban aktifnya. Sehingga pada saat dimulainya aktivitas jam kerja di kantor PT.Arelsi Karya Sejahtera terjadi peningkatan grafik.berbanding lurus dengan beban aktif.



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Arus

Gambar 4.4 grafik perbandingan arus menunjukkan peristiwa suatu beban yang dikonsumsi dalam suatu lonjakan arus listrik dengan perbandingan hari kerja dengan hari libur. Secara umum, aktivitas beban yang terekam pada kantor terjadi penggunaan yang terbesar pada hari kerja, baik secara penerangan, pendingin ruangan dan peralatan lainnya, dibandingkan dengan hari libur (minggu). Lonjakan arus terbesar terjadi pada hari kerja yaitu pukul 09.00 – 11.30. Dan untuk jam libur pada hari libur cenderung stabil, karena aktivitas di gedung pada saat hari libur tidak sebanyak pada saat hari kerja.



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Faktor Daya

Gambar 4.5 Grafik Perbandingan faktor daya pada saat (senin-sabtu) hari kerja dan hari libur (minggu). Faktor daya menjadi salah satu faktor dalam hal kualitas/performa daya listrik yang ada pada bangunan tersebut. Nilai faktor daya yang baik adalah mendekati nilai 1 atau sama dengan 1 sehingga menunjukkan kualitas/performa daya listrik yang sangat baik. Dapat dilihat dari gambar diatas, nilai faktor daya minimum mencapai 0,87 sehingga dapat disimpulkan kantor PT.Arelsi Karya Sejahtera memiliki kualitas faktor daya sangat baik dan melebihi standar nilai minimum dari PT. PLN adalah 0,85.

4.3 Audit Energi Awal pada PT.Arelsi Karya Sejahtera

Audit energi awal bertujuan untuk mengukur produktifitas dan efisiensi penggunaan energi dan mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi. Kegiatan audit energi awal meliputi pengumpulan data penggunaan energi dan biayanya dalam jangka waktu paling sedikit satu tahun terakhir. Adapun data yang harus dikumpulkan adalah sebagai berikut :

4.3.1 Intensitas Konsumsi Energi per Tahun

Dari data konsumsi energi dan data luasan bangunan, maka dapat dihitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi pada PT.Arelsi Karya Sejahtera selama satu tahun dengan periode bulan Desember 2017 s/d November 2018. Berikut ini merupakan data konsumsi energi listrik pada PT.Arelsi Karya Sejahtera dari Desember 2017 s/d November 2018 :

Tabel 4.1 Data Historis Konsumsi Energi Listrik

Bulan	Pemakaian Daya Sebenarnya (kWh)	Biaya Energi Listrik
Desember 2017	30.508	Rp 34.016.400
Januari 2018	31.637	Rp 35.275.200
Februari 2018	31.562	Rp 35.191.600
Maret 2018	31.578	Rp 35.209.500
April 2018	32.849	Rp 36.626.600
Mei 2018	31.228	Rp 34.819.200
Juni 2018	32.206	Rp 35.909.700
Juli 2018	30.800	Rp 34.342.000
Agustus 2018	31.376	Rp 34.894.200
September 2018	32.756	Rp 36.523.000
Oktober 2018	32.832	Rp 36.607.700
November 2018	32.465	Rp 36.198.500
Total	381.797	Rp 425.613.600

Dari data Tabel 4.1, maka selanjutnya kita dapat menghitung besarnya nilai IKE gedung dengan persamaan berikut :

Diketahui :

$$\text{Total konsumsi energi setahun} = 381.797 \text{ kWh}$$

Luas bangunan gedung = 2000 m²

Maka :

$$IKE = \frac{\text{Total Konsumsi Energi (kWh)}}{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}}$$

$$IKE = \frac{381.797}{2.000} = 191 \text{ kWh/m}^2\text{/tahun}$$

Tabel 4.2 Kriteria Nilai Standar Intensitas Konsumsi Energi Listrik

No	Kriteria	IKE (kWh/m ² /tahun)
1	Sangat Efisien	50,04 – 95,04
2	Efisien	95,04 – 144,96
3	Cukup Efisien	144,96 – 174,96
4	Sedikit Boros	174,96 – 230,04
5	Boros	230,04 – 285
6	Sangat Boros	285 – 450

4.3.2 Intensitas Konsumsi Energi per Bulan

Setelah melakukan perhitungan IKE konsumsi energi per tahun selanjutnya menghitung IKE konsumsi energi per bulan. Tujuannya adalah untuk mengetahui pemakaian energi per bulan pada PT.Arelsi Karya Sejahtera serta mengetahui kategori boros atau tidaknya.

Rumus menentukan IKE per bulan :

$$IKE = \frac{\text{Konsumsi energi per bulan}}{\text{Luas Bangunan}}$$

Contoh :

$$IKE \text{ pada bulan Januari} = \frac{30.508}{2.000} = 15,4 \text{ kWh/m}^2\text{/bulan}$$

Bisa dilihat pada Tabel 4.3 hasil IKE per bulan pada PT.Arelsi Karya Sejahtera selama 12 bulan kategori agak boros. Hasil tersebut diketahui pada tabel 4.2 nilai standar intensitas energi pada gedung.

Tabel 4.3 Hasil IKE Perbulan

Bulan	Pemakaian Daya Sebenarnya (kWh)	Hasil IKE kWh/m ² /bulan	Keterangan
Desember 2017	30.508	15,4	Agak boros
Januari 2018	31.637	15,8	Agak boros
Februari 2018	31.562	15,8	Agak boros
Maret 2018	31.578	15,8	Agak boros
April 2018	32.849	16,4	Agak boros
Mei 2018	31.228	15,6	Agak boros
Juni 2018	32.206	16,1	Agak boros
Juli 2018	30.800	15,4	Agak boros
Agustus 2018	31.376	15,7	Agak boros
September 2018	32.756	16,4	Agak boros
Oktober 2018	32.832	16,4	Agak boros
November 2018	32.465	16,2	Agak boros
Total	381.797	191	

4.4 Analisis Sistem Pencahayaan

Selama melakukan penelitian rata-rata aktivitas di Gedung PT.Arelsi Karya Sejahtera berlangsung dari pagi hingga siang hari, meskipun demikian penggunaan cahaya buatan sebagai penerangan ruangan masih menjadi yang utama karena ada ruangan yang tidak bisa dijangkau cahaya alami.

Rumus menentukan energi selama 1 bulan :

jumlah lampu × daya lampu × 24 jam × 30 hari =

Contoh : $1 \times 40 \times 24 \times 30 = 28.800$ watt

Dari hasil tabel 4.4 lampu pada gedung 1 menunjukkan hasil total penggunaan energi selama 1 bulan adalah 360 kWh/m²/per bulan dengan jumlah total lampu 36 lampu dengan tipe lampu TL.

Tabel 4.4 Analisa Pencahayaan Lampu gedung 1

Lokasi Pengukuran	Merk Lampu	Jumlah Unit Lampu	Daya (watt)	Pengukuran menggunakan LUXMETER	Energi selama 1 bulan (watt)
R.Mushola Pria	TL	1	40	70	28.800
Kamar Mandi 1	TL	1	20	170	14.400
Kamar Mandi 2	TL	1	20	150	14.400
R.IT	TL	1	40	25	28.800
R.CS 3	TL	2	40	130	57.600
R.Analis	TL	6	20	150	84.400
R.Rofif	TL	4	20	265	57.600
R.Natan	TL	6	20	210	84.400
R.Jum	TL	5	20	320	72.000
R.Admin 1	TL	1	40	25	28.800
R.Admin 2	TL	1	40	30	28.800
R.Dapur 1	TL	1	40	120	28.800
R.UKS	TL	1	40	200	28.800
R.Mushola Wanita	TL	1	40	56	28.800
R.Dapur 2	TL	1	40	87	28.800
R.Kamar mandi 3	TL	1	20	462	14.400
R.Kamar Mandi 4	TL	1	20	365	14.400
R.Engineering	TL	1	40	128	28.800
Total		36	940	2.963	360.000

Tabel 4.5 Analisa Pencahayaan Lampu Gedung 2

Lokasi Pengukuran	Merek lampu	Jumlah Unit Lampu	Daya(watt)	Pengukuran menggunakan LUXMETER	Energi selama 1 bulan (watt)
R.CS 1	TL	6	20	280	72.000
R.CS 2	TL	2	40	269	57.600
Total		8	200	549	129.600

Dari hasil tabel 4.5 lampu pada gedung 2 tersebut menunjukkan hasil total penggunaan energi selama 1 bulan adalah 126,6 kWh/m²/per bulan dengan jumlah total lampu 8 lampu dengan tipe lampu TL.

Tabel 4.6 Analisa Pencahayaan Lampu Gedung 3

Lokasi Pengukuran	Merk lampu	Jumlah Unit Lampu	Data(watt)	Pengukuran menggunakan LUXMETER	Daya selama 1 bulan (watt)
Lobby 1	TL	1	40	228	28.800
Lobby 2	TL	1	40	492	28.800
R.Manager	TL	1	40	268	28.800
R.Derry 1	TL	1	40	285	28.800
R.Umum	TL	2	40	190	57.600
R.Andry	TL	1	40	156	28.800
R.Derry 2	TL	1	40	190	28.800
R.Liani	TL	2	40	156	57.600
Kamar Mandi 1	TL	1	20	190	14.400
Kamar Mandi 2	TL	1	20	272	14.400
R.IT	TL	1	40	140	28.800
R.Dapur	TL	2	40	180	57.600
Mushola Umum	TL	1	40	525	28.800
Ruang Tunggu Sholat	TL	1	40	320	28.800
Garasi	TL	1	40	160	28.800
Total		18	680	3.406	489.600

Dari hasil tabel 4.6 lampu pada gedung 3 tersebut menunjukkan hasil total penggunaan energi selama 1 bulan adalah 486,6 kWh/m²/per bulan dengan jumlah total lampu 18 lampu dengan tipe lampu TL.

4.5 Analisis Sistem Tata Udara

Saat pemasangan AC di ruangan terlebih dahulu kita harus memperhatikan tingkat efisiensi AC tersebut. Salah satu cara mengetahui tingkat efisiensi AC adalah dengan melihat nilai EER (Energy Efficiency Ratio) AC tersebut. EER merupakan perbandingan antara kapasitas pendingin (Btu/h) dengan seluruh masukan energi listrik(watt) pada kondisi operasi yang ditentukan. Semakin tinggi nilai EER pada suatu AC maka semakin efisien kinerja AC tersebut.

Rumus menentukan nilai EER :

$$EER = \frac{Btu/h}{W}$$

$$\text{Contoh Ruang IT : } EER = \frac{8.800}{1.250} = 7,04$$

Tabel 4.7 Pendingin Pada Gedung 1

Lokasi Pengukuran	Merek AC	Jumlah Unit AC	Kapasitas (PK)	Nilai EER	Nilai Btuh/h	Daya (watt)	Suhu (°C)	COP
R.IT	LG	1	1	7,04	8.800	1.250	16	2,06
R.CS 3	LG	1	1	7,04	8.800	1.250	19	2,06
	Sharp	1	1	11,25	9.000	800	16	3,3
R.Analis	Sharp	1	2	11,94	19.000	1.590	19	5,5
	Sharp	1	2	11,94	19.000	1.590	19	5,5
	Panasonic	1	2	8,82	18.000	2.040	20	2,59
	Sharp	1	1,5	12,03	13.000	1.080	23	3,52
R.Rofif	Daikin	1	2	11,22	17.100	1.524	20	3,29
	Daikin	1	2	11,22	17.100	1.524	21	3,29
	Daikin	1	2	11,22	17.100	1.524	16	3,29
R.Natan	Daikin	1	2	11,22	17.100	1.524	16	3,29
	Daikin	1	2	11,22	17.100	1.524	16	3,29
	Daikin	1	2	11,22	17.100	1.524	20	3,29
R.Jum	Daikin	1	2	11,22	17.100	1.524	16	3,29
	Daikin	1	2	11,22	17.100	1.524	21	3,29
R.Admin 1	Panasonic	1	2	8,82	18.000	2.040	16	2,59
R.Admin 2	Panasonic	1	2	8,82	18.000	2.040	20	2,59
R.UKS	LG	1	1	20,95	8.800	1.250	19	2,06
Total		18				27.122	333	

Ideal kenyamanan termal pada bangunan gedung yang dikondisikan yaitu :

- Dingin :16,9°C - 18,8°C
- Sejuk dingin :18,9°C - 20,8°C
- Sejuk nyaman :20,9°C - 22,8°C
- Nyaman optimal :22,9°C - 24,8°C
- Hangat nyaman :24,9°C - 27,1°C

Dari Tabel 4.7 dapat kita hitung rata-rata suhu di ruangan yaitu sebesar 18,5. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata ruangan yang ada di Gedung 1 pada PT.Arelsi Karya Sejahtera termasuk dalam kategori dingin.

Tabel 4.8 Pendingin Pada Gedung 2

Lokasi Pengukuran	Merek AC	Jumlah Unit AC	Kapasitas (PK)	Nilai EER	Nilai Btuh/h	Daya (watt)	Suhu (°C)	COP
R.CS 1	Panasonic	1	2	8,82	18.000	2.040	16	2,59
	National	1	2	8,82	18.000	2.040	20	2,59
	Toshiba	1	1,5	11,32	12.000	1.060	19	3,32
	LG	1	2	9,55	17.000	1.780	16	2,79
R.CS 2	Toshiba	1	2	10,58	18.000	1.700	18	3,1
	LG	1	2	9,55	17.000	1.780	20	2,79
Total		6				10.400	109	

Dari Tabel 4.8 dapat kita hitung rata-rata suhu di ruangan yaitu sebesar 18,16°C. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata ruangan yang ada di Gedung 2 pada PT.Arelsi Karya Sejahtera termasuk dalam kategori dingin.

Tabel 4.9 Pendingin Pada Gedung 3

Lokasi Pengukuran	Merek AC	Jumlah Unit AC	Kapasitas (PK)	Nilai EER	Nilai Btuh/h	Daya (watt)	Suhu (°C)	COP
R.Manager	Panasonic	1	2	8,82	18.000	2.040	16	2,59
R.Derry 1	Panasonic	1	2	8,82	18.000	2.040	19	2,59
R.Umum	Ucida	1	1/2	14,49	5000	345	16	4,25
	Panasonic	1	2	8,82	18.000	2.040	16	2,59
R.Andry	Panasonic	1	2	8,82	18.000	2.040	16	2,59
R.Derry 2	Panasonic	1	2	8,82	18.000	2.040	18	2,59
R.Liani	Panasonic	1	2	8,82	18.000	2.040	20	2,59
	Panasonic	1	1,5	11,76	12.000	1.020	18	3,45
Total		8				13.606	139	

Dari Tabel 4.9 dapat kita hitung rata-rata suhu di ruangan yaitu sebesar 17,37°C. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata ruangan yang ada di Gedung 3 pada PT.Arelsi Karya Sejahtera termasuk dalam kategori dingin.

Tabel 4.10 Nilai Rata-rata Suhu Pergedung

Gedung	Rata rata suhu (°C)	Kategori
Gedung 1	18,5	Dingin
Gedung 2	18,16	Dingin
Gedung 3	17,37	Dingin
Rata rata	18,01	Dingin

Dari tabel 4.10 hasil keseluruhan rata rata pada PT.Arelsi Karya Sejahterah bisa dilihat pada tabel 4.10 termasuk dalam kategori dingin. Ideal kenyamanan termal pada bangunan gedung dapat dilihat di atas.

4.6 Peluang Hemat Energi

1. *Low Cost* (penggantian lampu)

PHE *Low Cost* merupakan tindakan penghematan energi dengan pengeluaran biaya/modal kecil. Penghematan yang dilakukan pada *low cost* ini yaitu mengganti lampu TL dengan lampu LED yang lebih hemat energy. Penggantian lampu cukup besar sehingga dikategorikan *low cost*.

Pada tabel 4.11 gedung 1 penggantian lampu dari lampu TL ke lampu LED yang memiliki energi awal sebesar 360 kWh/m²/per bulan dan setelah penggantian lampu energi menjadi 304,56 kWh/m²/per bulan memiliki selisih sebesar 55,44 kWh/m²/per bulan.

Tabel 4.11 PHE Lampu Gedung 1

Lokasi Pengukuran	Merek Lampu	Jumlah Unit Lampu	Daya (watt)	Energi selama 1 bulan (watt) AWAL	Energi selama 1 bulan (watt) PENGGANTI
R.Mushola Pria	LED	1	18	28.800	12.960
Kamar Mandi 1	LED	1	9	14.400	6.480

Kamar Mandi 2	LED	1	9	14.400	6.480
R.IT	LED	1	18	28.800	12.960
R.CS 3	LED	2	18	57.600	25.920
R.Analis	LED	6	9	84.400	38.880
R.Rofif	LED	4	9	57.600	25.920
R.Natan	LED	6	9	84.400	38.880
R.Jum	LED	5	9	72.000	32.400
R.Admin 1	LED	1	18	28.800	12.960
R.Admin 2	LED	1	18	28.800	12.960
R.Dapur 1	LED	1	18	28.800	12.960
R.UKS	LED	1	18	28.800	12.960
R.Mushola Wanita	LED	1	18	28.800	12.960
R.Dapur 2	LED	1	18	28.800	12.960
R.Kamar mandi 3	LED	1	9	14.400	6.480
R.Kamar Mandi 4	LED	1	9	14.400	6.480
R.Engineering	LED	1	18	28.800	12.960
Total		36	279	360.000	304.560

Tabel 4.12 PHE Lampu gedung 2

Lokasi Pengukuran	Merek lampu	Jumlah Unit Lampu	Daya (watt)	Daya selama 1 bulan (watt) AWAL	Daya selama 1 bulan (watt) PENGGANTI
R.CS 1	LED	6	9	72.000	38.880
R.CS 2	LED	2	18	57.600	25.920
Total		8	27	129.600	64.800

Pada tabel 4.12 gedung 2 penggantian lampu dari lampu TL ke lampu LED yang memiliki energi awal sebesar 129,6 kWh/m²/per bulan dan setelah penggantian lampu energi menjadi 64,8 kWh/m²/per bulan memiliki selisih sebesar 64,8 kWh/m²/per bulan.

Tabel 4.13 PHE Lampu Gedung 3

Lokasi Pengukuran	Merek lampu	Jumlah Unit Lampu	Data(watt)	Daya selama 1 bulan (watt) AWAL	Daya selama 1 bulan (watt) PENGGANTI
Lobby 1	LED	1	18	28.800	12.960
Lobby 2	LED	1	18	28.800	12.960
R.Manager	LED	1	18	28.800	12.960
R.Derry 1	LED	1	18	28.800	12.960
R.Umum	LED	2	18	57.600	25.920
R.Andry	LED	1	18	28.800	12.960
R.Derry 2	LED	1	18	28.800	12.960
R.Liani	LED	2	18	57.600	25.920
Kamar Mandi 1	LED	1	9	14.400	6.480
Kamar Mandi 2	LED	1	9	14.400	6.480
R.IT	LED	1	18	28.800	12.960
R.Dapur	LED	2	18	57.600	25.920
Mushola Umum	LED	1	18	28.800	12.960
Ruang Tunggu Sholat	LED	1	18	28.800	12.960
Garasi	LED	1	18	28.800	12.960
Total		18		489.600	220.320

Pada tabel 4.13 gedung 3 penggantian lampu dari lampu TL ke lampu LED yang memiliki energi awal sebesar 489,6 kWh/m²/per bulan dan setelah penggantian lampu energi menjadi 220,32 kWh/m²/per bulan memiliki selisih sebesar 269,28 kWh/m²/per bulan.

Tabel 4.14 Tabel Total Penggunaan Daya

No.	GEDUNG	Daya selama 1 bulan(watt) <i>AWAL</i>	Daya selama 1 bulan(watt) <i>PENGGANTI</i>
1	Gedung 1	360.000	304.560
2	Gedung 2	129.600	64.800
3	Gedung 3	489.600	220.320
	Total	979.200	589.680

Dari tabel 4.14 dapat kita lihat bahwa biaya penghematan *low cost* yang berawal dari 979,2 kWh/bulan jika dirupiahkan menjadi Rp 1.091.808,00 setelah penggantian lampu dengan daya yang lebih rendah menjadi 589,68 kWh/bulan jika dirupiahkan Rp 657.492,00 jadi selisih nya adalah 389,52 kWh/bulan jika di rupiahkan Rp 434.315,00. Penghematan yang dilakukan pada *low cost* ini yaitu mengganti lampu TL dengan lampu LED yang lebih hemat energy. Penggantian lampu cukup besar sehingga dikategorikan *low cost*.

2. High cost (Penggantian AC)

PHE High Cost merupakan tindakan penghematan energi yang membutuhkan biaya sangat besar. Penghematan yang dilakukan pada *high cost* ini yaitu mengganti AC inverter yang lebih hemat energy dan murah. Penggantian AC ini berpengaruh sangat besar sehingga dikategorikan *high cost*.

Tabel 4.15 PHE AC Gedung 1

NAMA RUANGAN	Daya (watt)	Biaya
R.IT	205,92	Rp 229.600,00
R.CS 3	205,92	Rp 229.600,00
	480	Rp 535.200,00
R.Analis	480	Rp 535.200,00
	480	Rp 535.200,00
	208,8	Rp 232.800,00
	480	Rp 535.200,00
R.Rofif	371,9	Rp 414.700,00
	371,9	Rp 414.700,00

	371,9	Rp 414.700,00
R.Natan	371,9	Rp 414.700,00
	371,9	Rp 414.700,00
	371,9	Rp 414.700,00
R.Jum	371,9	Rp 414.700,00
	371,9	Rp 414.700,00
R.Admin 1	208,8	Rp 232.800,00
R.Admin 2	208,8	Rp 232.800,00
R.UKS	205,92	Rp 229.600,00
Total	5.721,76	Rp 6.379.800,00

Dilihat dari tabel 4.15 gedung 1 hasil dari penggantian ac inverter yang berawal dari penggunaan energi sebesar 27.122 watt menjadi 5.722 watt, Sangat berpengaruh untuk penggantian ac ini lebih kecil energi yang di butuhkan.

Tabel 4.16 PHE AC Gedung 2

Nama Ruang	Daya	Biaya
R.CS 1	208,8	Rp 232.800,00
	208,8	Rp 232.800,00
	716,33	Rp 798.700,00
	205,92	Rp 229.600,00
R.CS 2	716,33	Rp 798.700,00
	205,92	Rp 229.600,00
Total	2.261,38	Rp 2.522.200,00

Dilihat dari tabel 4.16 gedung 2 hasil dari penggantian ac inverter yang berawal dari penggunaan energi sebesar 10.400 watt menjadi 2.261,38 watt, Sangat berpengaruh untuk penggantian ac ini supaya lebih kecil energi yang di butuhkan.

Tabel 4.17 PHE AC Gedung 3

Nama Ruang	Daya	Biaya
R.Manager	208,8	Rp 232.800,00
R.Derry 1	208,8	Rp 232.800,00

R.Umum	716,33	Rp 798.700,00
	208,8	Rp 232.800,00
R.Andry	208,8	Rp 232.800,00
R.Derry 2	208,8	Rp 232.800,00
R.Liani	208,8	Rp 232.800,00
	208,8	Rp 232.800,00
Total	2.177,93	Rp 2.428.300,00

Dilihat dari tabel 4.17 gedung 3 hasil dari penggantian ac inverter yang berawal dari penggunaan energi sebesar 13.606 watt menjadi 2.177,93 watt, Sangat berpengaruh untuk penggantian ac ini supaya lebih kecil energi yang di butuhkan.

No	GEDUNG	BIAYA AWAL (Total daya x biaya per kWh PLN)	BIAYA AKHIR (Total daya x biaya per kWh PLN)
1.	Gedung 1	Rp 30.241.030,00	Rp 6.379.800,00
2.	Gedung 2	Rp 11.596.000,00	Rp 2.522.200,00
3.	Gedung 3	Rp 15.169.575,00	Rp 2.428.300,00
	Total	Rp 57.006.605,00	Rp 11.300.300,00

Tabel 4.18 Perhitungan Selisih Biaya

Dari tabel 4.18 dapat kita lihat bahwa biaya penghematan *high cost* yang berawal dari Rp 57.006.605,00 seteleha penggantian ac dengan daya yang lebih rendah menjadi Rp 11.300.300,00 selisih nya adalah Rp 45.677.000,00. Penghematan yang dilakukan pada *high cost* ini yaitu mengganti AC inverter yang lebih hemat energy dan murah. Penggantian AC ini berpengaruh sangat besar sehingga dikategorikan *high cost*.

4.7 Peluang Hemat Energi Nilai IKE

Setelah melakukan perhitungan di atas, didapat total rincian total penghematan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{kWh penghematan} &= \text{kWh low cost} + \text{kWh high cost} \\
 &= 389,52 \text{ kWh} + 10.161,07\text{kWh}
 \end{aligned}$$

$$= 10.550,59 \text{ kWh}$$

$$IKE \text{ per tahun} = \frac{Kwh \text{ total} - (kWh \text{ penghemat} \times 12)}{\text{Luas total Bangunan}}$$

$$IKE \text{ per tahun} = \frac{381.797 - (10.550,59 \times 12)}{2000} = 127.6 \text{ kWh/m}^2/\text{tahun}$$

$$IKE \text{ per bulan} = 10,6 \text{ kWh/m}^2/\text{bulan}$$

Peluang Pengehematan yang dilakukan pada PT. Arelsi Karya Sejahterah ada dua yaitu *low cost* dan *high cost*. Pada penghematan *low cost* sebesar 389,52 kWh jika dirupiahkan menjadi Rp 434.315,00, penghematan *high cost* sebesar 10.161,07kWh jika dirupiahkan menjadi Rp 11.329.593,00. Apabila semua penghematan dilakukan oleh pihak gedung maka akan bisa menghemat anggaran listrik Rp 11.819,00 per bulannya. Dengan mengaplikasikan rekomendasi peluang penghematan energi didapatkan peningkatan efisiensi konsumsi energi listrik sebesar 127.6 kWh/m²/tahun jika dirupiahkan menjadi Rp 142.274,00 dimana sebelumnya termasuk golongan gedung ber-AC agak boros menjadi golongan gedung ber-AC efisien.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Nilai IKE kantor PT.Arelsi Karya Sejahtera yaitu sebesar $191 \text{ kWh/m}^2/\text{tahun}$ kategori agak boros dan $16 \text{ kWh/m}^2/\text{bulan}$ yang tergolong gedung ber-AC agak boros.
2. Beban yang paling banyak mengkonsumsi energi listrik di kantor PT.Arelsi Karya Sejahtera yaitu beban peralatan listrik lainnya sebesar 168 kWh karena di kantor tersebut banyak penggunaan komputer, beban AC sebesar 145 kWh, dan beban sistem pencahayaan mengkonsumsi energi listrik sebesar 68,7 kWh.
3. Peluang Penghematan yang dilakukan di kantor PT.Arelsi Karya Sejahtera ada dua yaitu *low cost* dan *high cost*. Pada penghematan *low cost* sebesar 389,52 kWh jika dirupiahkan menjadi Rp 434.315,00, penghematan *high cost* sebesar 10.161,07kWh jika dirupiahkan menjadi Rp 11.329.593,00. Apabila semua penghematan dilakukan oleh pihak gedung maka akan $127.6 \text{ kWh/m}^2/\text{tahun}$ jika dirupiahkan menjadi Rp 142.274,00 dan menghemat anggaran listrik $10,6 \text{ kWh/m}^2/\text{bulan}$ jika dirupiahkan menjadi Rp 11.819,00 per bulannya.

5.2 Saran

1. Penggunaan dan pemanfaatan pencahayaan alami perlu ditingkatkan, karena peran cahaya alami sangat penting dalam penghematan di sistem pencahayaan ruang.
2. Perlunya meningkatkan kesadaran penghuni gedung dalam menghemat energi, karena peran manusia sangatlah penting dalam mendukung sukses atau tidaknya program penghematan energi yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ESDM, *Peraturan Menteri ESDM no 14 Tentang Manajemen Energi*, 2012.
- [2] Septiana Ria Prihandita. *Audit Energi Listrik Studi Kasus di Gedung Pusat UGM Sayap Selatan dan Timur Yogyakarta*. Skripsi, Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta, 2012.
- [3] *Pengukuran Intensitas Penerangan di Tempat Kerja*, Dokumen Teknis, SNI 16-70622004, Badan Standarisasi Nasional, 2004.
- [4] Feni Wijastuti . *Audit Energi Listrik Studi Kasus di Gedung Perpustakaan Pusat UGM Sayap Selatan*. Skripsi, Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta, 2014.
- [5] Sismanto, D. J. *Audit Energi Listrik dan Analisis Peluang Hemat Energi Listrik Pada Sistem Pencahayaan dan Sistem Pendingin Udara di Rumah Sakit DR. Adhayatma, MPH Semarang*. Yogyakarta. Skripsi, Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, UGM, 2013.
- [6] Badan Koordinasi Energi Nasional, *Buku Pedoman Tentang Cara-Cara Melaksanakan Konservasi Energi dan Pengawasannya*. Jakarta, 1983.
- [7] Abdurarachim. Halim, Pasek, Darmawan Ari, dan Sulaiman, TA. 2002. *Audit Energi, Modul 2, Energi Conservation Efficiency And Cost Saving Course*, Bandung : PT. Fiqry Jaya Mandiri.
- [8] Undang-Undang No 30 Tahun 2007 tentang Energi, Agus Rianto, *Audit Energi dan Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Pengkondisian Udara di Hotel Santika Premiere Semarang*. Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik UNNES, Semarang 2007.
- [9] D.I.G. Ab and K. Tangerang, “ANALISIS AUDIT ENERGI UNTUK PENCAPAIAN EFISIENSI ENERGI,” vol. 06, pp. 85–93, 2017.
- [10] Minister of Energy and Mineral Resources of the Republic of Indonesia, “Regulation of Minister of Energy and Mineral Resources Number 28 in 2016.” 2016.
- [11] G. Vaičiunas, G. Bureika, and L. Liudvinavičius, “Expedience of Applying Solar and Wind Hybrid Power-plants in Railway Infrastructure Objects,” *Procedia Eng.*, vol. 134, pp. 9–13, 2016.

LAMPIRAN

SKETSA GEDUNG PADA KANTOR PT.ARELSI KARYA SEJAHTERA

