

**AUDIT ENERGI UNTUK PENCAPAIAN EFISIENSI ENERGI  
LISTRIK PT. INTAN PARIWARA KLATEN**

**SKRIPSI**

untuk memenuhi salah satu persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S1



**Disusun oleh:**

**Firdaus Pratama**

**14524089**

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

**Yogyakarta**

**2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**AUDIT ENERGI UNTUK PENCAPAIAN EFISIENSI ENERGI  
LISTRIK PT. INTAN PARIWARA KLATEN**



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

**Disusun oleh:**

**Firdaus Pratama**  
**14524089**

**Yogyakarta, 11-Juni-2018**

**Menyetujui,**

**Pembimbing 1**

**Husein Mubarak, S.T., M.Eng.**

**155241305**

# LEMBAR PENGESAHAN

## SKRIPSI

### AUDIT ENERGI UNTUK PENCAPAIAN EFISIENSI ENERGI LISTRIK PT. INTAN PARIWARA KLATEN

Dipersiapkan dan disusun oleh:

**Firdaus Pratama**

**14524089**

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada tanggal: 23 Juli 2018

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Husein Mubarak, S.T., M.Eng., \_\_\_\_\_

Anggota Penguji 1: Firmansyah Nur Budiman, S.T., M.Sc., \_\_\_\_\_

Anggota Penguji 2: Elvira Sukma Wahyuni, S.Pd., M.Eng., \_\_\_\_\_

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

Tanggal: 02 Agustus 2018

Ketua Program Studi Teknik Elektro



**Dr.Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T.**

025200526

## 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, 11 Juni 2018



Firdaus Pratama

## KATA PENGANTAR



*Assalamu 'alaikum warahmatullahiwabarokatuh*

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurah atas Nabi Muhammad SAW.

Dengan skripsi yang berjudul “Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Energi Listrik PT. Intan Pariwara Klaten” ini diajukan untuk memenuhi syarat akhir untuk menyelesaikan pendidikan Program Strata 1 pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Perlu didasari bahwa pelaksanaan dan penyusunan karya tulis ini tidak dapat selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan kerendahan hati disampaikan terimakasih kepada :

1. Husein Mubarak, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I yang telah mengarahkan dan meluangkan waktunya sampai terselesaikannya skripsi ini.
2. Dr.Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T., Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro .
3. Sisdarmanto Adinandra, S.T., M.Sc, Ph.D, Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Univeritas Islam Indonesia.
4. Seluruh dosen, *staff* dan karyawan Teknik Elektro yang telah banyak membantu penulis dalam pelaksanaan perkuliahan di Jurusan Teknik elektro.
5. Bapak Regal Cahyana Putra *Leader Electrical Engineer* yang telah mengizinkan keberlangsungan penelitian di PT. Intan Pariwara Klaten.
6. Mas Yuanto Utility 1 bersama *staff* pengkondisian Instalasi yang telah merngarahkan peneliti sampai terselesaikanya penelitian.
7. Mas Marsidi Utility 2 bersama *staff* pengkondisian AC yang telah merngarahkan peneliti sampai terselesaikanya penelitian.
8. Mas Kenan *staff* admin yang telah membantu penulis dalam pengumpulan data historis.
9. Ayah Widodo dan Ibu Sri Lestari atas doa cinta dan kasih sayang, yang menjadi penyemangat dalam pelaksanaan dan penulisan skripsi.

10. Adik-Ku tercinta Isnaini Rosita Firdaus, Ridho Ihsan Firdaus dan Khaerul Azzam Firdaus yang menjadi motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu.
11. Crew wisli bakery: Mas sigit, Mas Singgih, Dwi, Anis S, Mareta Devi, Deden S, yang telah selama ini memberi tempat, mendoakan dan memberi semangat penulis saat senang dan sedih dalam menjalankan kuliah hingga terselesaikanya skripsi ini.
12. Bapak Ali Joko Subroto dan Ibu Titik Wisnu yang telah membantu penulis dari dukungan doa dan memotivasi penulis untuk semangat dalam perkuliahan dan sampai menyelesaikan skripsi ini.
13. Semua pihak yang telah turut membantu menyelesaikan skripsi ini, yang tidak mungkin untuk disebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam skripsi ini. Kritik dan saran yang bersifat membangun semangat penyususun diharapkan dari semua pihak, sebagai pengalaman dan juga tambahan pengetahuan bagi penyusun. Akhir kata semoga karya ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia pada khususnya dan masyarakat pada umumnya.

*Wassalamu 'alaikumwarahmatullahiwabarokatuh*

## ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Singkatan	Arti
P	Daya
V	Tegangan
I	Arus
IKE	Intensitas Konsumsi Energi
PHE	Peluang Hemat Energi
kWh	<i>kilo watt hour</i>
LWBP	Luar Waktu Beban Puncak
WBP	Waktu Beban Puncak
SNI	Standar Nasional Indonesia
kVA	<i>kilo volt ampere</i>
$K_p$	Koefisien penggunaan
$K_d$	Koefisien depresiasi
TL	<i>Tube luminescent</i>
MVDP	<i>Medium Volt Main Distribution Panel</i>
LVMDP	<i>Low Volt Medium Distribution Panel</i>
SDP	Sub Distribution Panel
AC	<i>Air Conditioner</i>
PK	Paarde Kracht
HP	<i>Horse Power</i>
BTU/hr	<i>British Thermal Unit / hour</i>
M	meter
$m^2$	meter persegi
O&M	<i>Opration and Maintanance</i>
PLN	Perusahaan Listrik Negara
Wp	watt peak
PT.	Persero
$K_e$	Konsumsi energi
$L_b$	Luas bangunan
PS	Panel Surya

## ABSTRAK

Energi listrik merupakan hal yang sangat penting dalam suatu perusahaan, seperti pada PT. Intan Pariwara Klaten. Hal ini disebabkan karena energi listrik merupakan penunjang utama dalam operasional perusahaan, terutama pada penggunaan peralatan pengkondisian udara dan pengkondisian cahaya. Maka dari itu, untuk mencegah pemborosan energi, perlu dilakukan konservasi energi. Konservasi energi yaitu sebuah upaya peningkatan efisiensi energi listrik. Konservasi energi dilakukan untuk mendapatkan penghematan energi tanpa harus mengurangi kenyamanan dalam penggunaannya. Proses ini meliputi audit energi, yang merupakan teknik untuk menghitung tingkat konsumsi energi listrik suatu gedung atau bangunan beserta penghematannya.

Metode yang digunakan pada penelitian ini terbagi menjadi dua macam. Pertama adalah metode audit energi awal. Pada metode ini, akan dihasilkan pengukuran konsumsi energi listrik, sehingga diperoleh nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada PT. Intan Pariwara Klaten. Pada proses audit energi awal ini didapatkan nilai IKE sebesar  $230,7 \text{ kWh/m}^2/\text{tahun}$ . Hal ini termasuk kategori “boros” (berdasarkan *standard* ASEAN-USAID th 1987 untuk perkantoran yaitu  $240 \text{ kWh/m}^2/\text{tahun}$ ). Metode Ke-dua adalah metode audit energi rinci. Dalam metode ini, akan didapatkan Peluang Hemat Energi (PHE) 1 berupa implementasi panel surya berkapasitas 168000 Wp pada pengkondisian cahaya, dengan biaya investasi sebesar Rp 914.667.500. Modal dalam PHE 1 dapat dikembalikan dalam waktu 3 tahun 5 bulan, dan mampu mengurangi energi listrik PLN sebesar 57% dengan total energi yang dihasilkan 419328 kWh/tahun. PHE yang ke-dua (PHE 2) adalah dilakukannya pembaharuan penjadwalan *operational & maintenance* rutin setiap 3 bulan sekali, agar dapat mengurangi penggunaan energi listrik pada *Air Conditioner* (AC). Dengan demikian, hasil dari PHE 1 diperoleh Intensitas Konsumsi Energi (IKE) untuk energi listrik sebesar  $99,7 \text{ kWh/m}^2/\text{tahun}$  yang termasuk kategori “efisien”

Kata kunci; Audit Energi, Intensitas Konsumsi Energi, Peluang Hemat Energi

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB 1 .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
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 .....	5
2.2.1 Daya Listrik .....	5
2.2.2 Konservasi Energi.....	6
2.2.3 Audit Energi .....	6
BAB 3 METODOLOGI.....	8
3.1 Audit Energi Awal.....	8
3.1.1 Observasi Data PT. Intan Pariwara Klaten .....	8

3.1.2	Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) PT. Intan Pariwara Klaten .....	8
3.2	Audit Energi Rinci .....	9
3.2.1	Pengukuran Energi Listrik .....	9
3.2.2	Perhitungan dan Penggunaan Energi Listrik .....	9
3.2.3	Pengenalan Peluang Hemat Energi (PHE).....	9
3.2.4	Analisis Peluang Hemat Energi (PHE) .....	9
3.3	Rumusan Analisa Perhitungan Data .....	9
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....		11
4.1	Profil PT. Intan Pariwara Klaten .....	11
4.1.1	Sistem Pendistribusian Energi Listrik .....	11
4.2	Kondisi Eksisting PT. Intan Pariwara Klaten .....	12
4.2.1	Pengukuran Pencahayaan .....	12
4.2.2	Pengukuran AC.....	14
4.2.3	Data Konsumsi Energi Listrik Dalam kWh.....	17
4.2.4	Pengukuran Konsumsi Energi Listrik Panel Induk 1 .....	20
4.2.5	Pengukuran Konsumsi Energi Listrik Panel Induk 2 .....	21
4.3	Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Audit Energi Awal .....	21
4.4	Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Audit Energi Rinci .....	22
4.4.1	Peluang Hemat Energi (PHE) Pada Pecahayaannya Lampu .....	22
4.4.2	Rangkaian Control Supply PLN dan Panel Surya .....	24
4.4.3	Rangkaian Control Utama .....	25
4.4.4	Rangkaian Lengkap instalasi Panel surya. ....	25
4.4.5	Break Event Point (BEP) Panel Surya.....	25
4.4.6	Peluang Hemat Energi (PHE) Pada AC .....	27
4.4.7	Penjadwalan Operational & Maintenance AC PT. Intan Pariwara Klaten.....	28
4.4.8	Perbandingan PHE 1 Dan PHE 2 .....	29
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		30

5.1 Kesimpulan.....	30
5.2 Saran .....	30
DAFTAR PUSTAKA .....	31
LAMPIRAN.....	33

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Segitiga daya .....	6
Gambar 3.1 Flowchart Audit Energi .....	10
Gambar 4.1 Grafik Konsumsi LWBP dan WBP Periode Satu Tahun .....	18
Gambar 4.2 Grafik Biaya Tagihan Bulan Januari 2016–Desember 2016.....	19
Gambar 4.3 Grafik Konsumsi Energi Listrik Panel Induk 1 Selama Jam Kerja .....	20
Gambar 4.4 Grafik Konsumsi Energi Listrik Panel Induk 2 Selama Jam Kerja .....	21
Gambar 4.5 Rangkaian Supply Energi Listrik PLN dan Panel Surya .....	24
Gambar 4.6 Grafik tingkat konsumsi listrik Januari 2018 – April 2018.....	27

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Standard</i> Kriteria Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Instansi[10] .....	7
Tabel 2. 2 Kriteria Intensitas Konsumsi Energi (IKE)[1] .....	7
Tabel 4. 1 Daftar luas tiap–tiap gedung PT. Intan Pariwara Klaten .....	11
Tabel 4. 2 Pengukuran Pencahayaan Lampu Berdasarkan SNI 6197-2011 .....	12
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan pencahayaan Berdasarkan SNI 6197-2011 .....	12
Tabel 4. 4 Pengukuran Kebutuhan AC PT. Intan Pariwara Klaten.....	14
Tabel 4. 5 Ketetapan Kapasitas AC .....	15
Tabel 4. 6 Perhitungan <i>COP</i> dan <i>EER</i> .....	16
Tabel 4. 7 Kriteria Sistem Pendinginan Udara .....	16
Tabel 4. 8 Konsumsi LWBP Dan WBP Dalam kWh .....	17
Tabel 4. 9 Tagihan Listrik Bulan Januari 2016– Desember 2016 .....	18
Tabel 4. 10 Pengukuran Energi Listrik Selama Jam Kerja .....	20
Tabel 4. 11 Konsumsi Energi Listrik Panel Induk 2 Selama Jam Kerja.....	21
Tabel 4. 12 Output Panel Surya Gedung 1.....	22
Tabel 4. 13 Output Panel Surya Gedung 2.....	23
Tabel 4. 14 Jumlah Output PS Gedung 1 dan PS Gedung 2.....	23
Tabel 4. 15 Kondisi Sebelum PHE dan Sesudah PHE.....	24
Tabel 4. 16 Daftar komponen Panel surya.....	25
Tabel 4. 17 Konsumsi Listrik Januari 2018 – April 2017.....	27
Tabel 4. 18 Tunggakan <i>Operational &amp; Maintenance</i> AC PT. Intan Pariwara Klaten.....	28
Tabel 4. 19 Penjadwalan <i>Operational &amp; Maintenance</i> AC PT. Intan Pariwara Klaten .....	28

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi modern saat ini akan mengalami perkembangan setiap tahunnya. Berbagai hasil penemuan baru akan menjadi daya saing dan alternatif bagi semua masyarakat. Teknologi ini membutuhkan energi listrik, sehingga kebutuhan listrik juga meningkat. Peningkatan ini akan berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan manusia. Seperti misalnya, di rumah menggunakan televisi, kipas angin, *Air Conditionar* (AC), kulkas, *Handphone*, dan sebagainya.

Tidak dapat dipungkiri bahwa semua rutinitas manusia tidak jauh dari penggunaan energi listrik. Maka dari itu, sudah bisa diperkirakan berapa banyak energi listrik yang digunakan, jika melihat jumlah penduduk masyarakat Indonesia lebih dari 262 juta jiwa menurut data tahun 2017, sehingga perlunya pengurangan, penghematan konsumsi energi listrik.

Penghematan energi ini diperlukan untuk mengurangi pemborosan energi listrik dan juga biayanya. Hal ini juga sesuai dengan Instruksi Presiden No. 10 tahun 2005, tentang penghematan energi agar lebih efisien. Maka dari itu, Kementerian Energi Sumber Daya Mineral (ESDM) membuat peraturan terhadap gedung yang menggunakan energi listrik agar menjadi efisien dalam penggunaan energi listrik. Dengan demikian, perlu dilakukan audit energi yang merupakan suatu teknik untuk menghitung tingkat konsumsi energi listrik suatu gedung, apakah termasuk dalam kategori sangat efisien, efisien, cukup efisien, hingga tingkatan sangat boros. Tentu hal ini harus berdasarkan analisis data keseluruhan yang *valid* [1].

Mangacu pada peraturan Instruksi presiden NO. 10 Tahun 2005 tentang penghematan energi dengan langkah pengurangan konsumsi penerangan cahaya yang tidak diperlukan dan penggunaan penerangan cahaya sesuai kebutuhan. Dan memonitoring penggunaan fasilitas untuk laporan setiap 6 bulan sekali kepada menteri energi dan sumber daya mineral [2].

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana menentukan nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) serta tagihan pembayaran berdasarkan data historis PT. Intan Pariwara Klaten.
2. Bagaimana menentukan penggunaan energi listrik pada lampu dan AC yang sesuai dengan kebutuhan perusahaan PT. Intan Pariwara Klaten.
3. Bagaimana cara untuk mencari peluang hemat energi listrik beserta metode yang digunakan.

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan Masalah diantaranya :

1. Menganalisis konsumsi energi listrik dari komponen elektronika, dan mekanik.
2. Menghitung nilai IKE untuk memperoleh hasil audit energi.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini diantaranya :

1. Menentukan nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) serta biaya tagihan listrik berdasarkan data historis PT. Intan Pariwara Klaten periode 1 tahun.
2. Menganalisis dan menyarankan penggunaan instrumentasi demi pencapaian hemat energi listrik.
3. Mengetahui struktur penggunaan dan menggunakan metode untuk peluang hemat energi listrik.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Bisa menjadi referensi audit energi untuk instansi yang bermanfaat.
2. Pihak yang bersangkutan mendapatkan bahan evaluasi tentang hasil audit energi.
3. Penelitian ini diharapkan mampu mendorong pihak yang bersangkutan segera menjadi pertimbangan dalam penghematan energi listrik agar mampu mengurangi pemborosan energi listrik.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Studi Literatur**

Nabitz [3] Audit energi dan manajemen energi sudah diidentifikasi untuk sarana peningkatan efisiensi energi listrik di suatu perusahaan. Karena pentingnya penghematan energi di Komisi Eropa (EC) yang sangat mendukung implementasi audit energi pada perusahaan dan menerapkannya sehingga dengan melakukan audit energi didapatkan efisiensi energi yang merata. Komisi Eropa mewajibkan semua Negara Anggota (MS) khususnya pada perkantoran untuk menerapkan audit energi untuk pencapaian efisiensi energi listrik dan juga menerapkan manajemen energi yang berlaku mulai tanggal 4 Desember tahun 2012.

Schleich [4] Sebagai solusi krisis energi pada bahan bakar minyak pada tahun 1970-an maka sebagian negara industri melakukan suatu proses hemat energi dengan implementasi metode audit energi listrik. Untuk efisiensi energi listrik tahun 2015 Uni Eropa (UE) menerapkan peraturan untuk organisasi bisnis suatu perusahaan dari kalangan menengah hingga kalangan perusahaan tingkat atas dengan tujuan dari audit energi ini adalah sebagai solusi mengatasi hambatan yang terkait dengan efisiensi energi listrik sehingga perusahaan tersebut menerapkan audit energi setiap 4 tahun.

Kluczek [5] Efisiensi energi listrik di industri dapat diketahui dengan langkah-langkah secara luas sebagai suatu kecanggihan teknologi penghematan energi listrik, dengan melakukan pengukuran dan perhitungan tingkat efisiensi energi listrik pada industri maupun perusahaan. Metode-metode efisiensi energi yang diperoleh meliputi: energi yang dihasilkan merupakan energi yang ramah lingkungan, ekonomis dari segi biaya yang dikeluarkan dan sistem manajemen energi yang baik dengan menerapkan efisiensi energi listrik pada instalasi , pengkondisian cahaya dan *Air Conditioner (AC)*.

R.Fitriadi [6] Kita sadari bahwa dalam lingkup kehidupan sehari-hari kebutuhan energi listrik sangatlah penting. Energi tidak dapat dimusnahkan akan tetapi energi dapat berubah menjadi bentuk zat yang berbeda. Saat ini kebutuhan akan energi di Indonesia semakin naik adalah energi listrik. Energi listrik tersebut dihasilkan oleh pembangkit listrik misalnya unit pembangkit tenaga uap, unit pembangkit tenaga air, dan unit pembangkit tenaga gas dan uap yang menggunakan sumber energi primernya dari bahan yang tidak dapat diperbaharui seperti minyak bumi dan batu bara. Bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui dalam jangka waktu lama akan habis oleh karena itu dalam pemanfaatannya harus semaksimal mungkin agar keberlangsungan

cadangan energi dapat bertahan lama. Pada tahun 2009-2019 permintaan energi listrik meningkat drastis karena mayoritas penduduk menjadikan energi listrik sebagai kebutuhan pokok. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah konsumsi energi yang digunakan suatu instansi untuk pencapaian hemat energi.

E. Ebtke [7] Proses Audit energi meliputi beberapa tahapan. Tahapan pertama observasi data mengenai konsumsi energi listrik pada periode sebelumnya. Perhitungan energi listrik, perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dan juga analisis Peluang Hemat Energi (PHE). Dari hasil pendataan dan analisa tersebut selanjutnya membuat laporan dengan disertai rekomendasi program penghematan energi pada instansi yang bersangkutan. Sehingga konsumsi energi listrik pada bangunan tersebut lebih efektif dan efisien. Tahapan untuk melakukan audit energi meliputi: observasi kunjungan dan pengumpulan data, Pengumpulan data unit proses spesifikasi komponen instrumentasi, melakukan identifikasi dan wawancara dengan pihak perusahaan mengenai lokasi untuk pengukuran, alat ukur, dan SDM saat ini. Mengidentifikasi sumber konsumsi energi listrik yang kurang efisien. Merekomendasikan tentang metode-moteode yang diperlukan dalam usaha Peluang Hemat Energi (PHE) dalam format implementasi penghematan.

A.Marzuki [8] Proses audit energi merupakan inisiatif yang keberhasilannya sangat bergantung kepada sumber yang dialokasikan. Dalam berbagai metode yang digunakan, audit energi sama dengan laporan keuangan dan pemeriksaan yang diarsifkan. Audit energi ini merupakan dokumentasi yang spesifik karena sangat detail data yang di analia dalam laporan perusahaan atau instansi.

Yadi Mulyadi [9] Upaya nyata dari suatu proses penghematan energi listrik adalah dengan manajemen energi dan audit energi. Penggunaan energi listrik di gedung FPMIPA JICA Universitas Pendidikan Indonesia, termasuk dalam pemakaian energi yang cukup besar dalam pembayaran tagihan listrik di Universitas Pendidikan Indonesia. Sebagai solusinya audit energi merupakan langkah yang baik. Banyaknya tagihan listrik di gedung FPMIPA JICA Universitas Pendidikan Indonesia adalah sekitar Rp.618.308.196.- per tahun atau sekitar Rp.51.525.683.- per bulan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengamatan energi terhadap intensitas konsumsi energi listrik dari data periode sebelumnya pemakaian energi gedung tersebut apakah masih hemat dan efficinnet atau belum. Maka hasil dari audit akan dapat di analisa dimana letak pembengkakan biaya disebabkan pemakaian energi yang berlebihan.

A.Laut [10] Melaksanakan riset audit energi yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui konsumsi energi listrik di rumah sakit, serta mencari Peluang Hemat Energi (PHE). Langkah audit energi yang dilakukan meliputi wawancara, pengambilan data hingga audit energi rinci. Hasil dari analisis audit energi RSAL dr.Ramelan selama 4 tahun dengan metode audit energi rinci mampu mendapatkan kriteria nilai (IKE) dan penghematan sebesar 1,51 %.

J.Kumari [11] Energi panel surya merupakan energi yang penting karena sumber daya energi yang bersih, bebas polusi dan tidak ada habis-habisnya. Dengan memanfaatkan energi sinar dan panas dari matahari dan termasuk dalam energi terbarukan. Dengan menerapkan energi panel surya mampu mengurangi pemborosan energy listrik konvensional yang menggunakan energy listrik genset maupun dengan PLN.

## 2.2 Tinjauan Teori

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan hidup yang paling penting bagi kita. Tanpa adanya energi listrik, berbagai aktivitas manusia tidak dapat berjalan baik dan lancar. Namun konsumsi energi listrik secara berlebihan akan membawa dampak negatif. Oleh karena itu, pemanfaatan energi listrik harus dilakukan secara hemat dan efisien. Untuk mengetahui profil penggunaan energi listrik di suatu bangunan gedung dapat dilakukan audit energi listrik pada bangunan gedung tersebut. Audit energi terdiri dari beberapa tahap. Mulai dari pengumpulan data mengenai penggunaan energi listrik pada periode sebelumnya, pengukuran langsung penggunaan energi listrik, perhitungan intensitas kebutuhan energi listrik (IKE) serta analisa mengenai peluang hemat energi[12].

### 2.2.1 Daya Listrik

Daya listrik merupakan penghantar energi pada suatu rangkaian [13]. Perhitungan daya listrik dapat diperhatikan pada persamaan (2.1).

$$P = V \times I \quad (2.1)$$

Dimana:

P = Daya (watt)

V = Tegangan (volt)

I = Arus (ampere)

Tiga jenis daya listrik meliputi [14]:

1. Daya aktif merupakan daya yang terpakai sebenarnya. Daya aktif memiliki satuan watt.

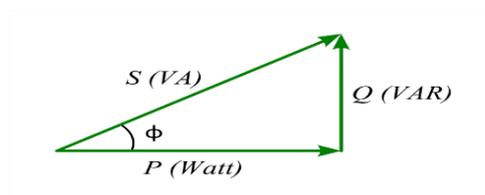
$$P = V \times I \times \cos\phi \quad (2.2)$$

2. Daya reaktif merupakan daya yang diperlukan dalam pembentukan medan magnet yang kemudian menghasilkan fluks magnet. Daya reaktif memiliki satuan VAR.

$$Q = V \times I \times \sin\phi \quad (2.3)$$

3. Daya semu merupakan hasil dari kalkulasi antara tegangan rms dengan arus rms. Daya semu memiliki satuan VA.

$$S = V \times I \quad (2.4)$$



Gambar 2.1 Segitiga daya

### 2.2.2 Konservasi Energi

Konservasi energi adalah memaksimalkan energi listrik yang difungsikan untuk menjaga pendistribusian listrik dan instrumen yang menjadi lebih efisien. Konsumen bisa mendapatkan kebutuhan energi listrik secara merata. Konservasi energi ditujukan untuk mendapatkan tingkat efisien dari penggunaan listrik yang digunakan oleh masyarakat, industri dan instansi[15].

### 2.2.3 Audit Energi

Audit energi adalah teknik yang digunakan untuk mendapatkan efisiensi suatu bangunan dengan metode tertentu. Pelaksanaan penelitian secara kontinyu diharapkan mampu mengidentifikasi efisiensi energi listrik dan tujuan dari analisis data adalah untuk mendapatkan efisiensi energi listrik[16].

Persamaan (2.5) Untuk menghitung nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada bangunan.

$$IKE = \frac{\text{Konsumsi Energi (kWh)}}{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}} \quad (2.5)$$

Penjelasan :

$K_e$  = Konsumsi energi (kWh)

$L_b$  = Luas total bangunan ( $m^2$ )

IKE = Intensitas Konsumsi Energi (kWh/ $m^2$ /tahun)

Hasil perhitungan nilai IKE bisa diperhatikan pada Tabel 2.1 untuk mengetahui nilai *standard* IKE pada setiap jenis gedung.

Tabel 2. 1 *Standard* Kriteria Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Instansi[10]

Nomor	Jenis Gedung	<i>Standard</i> IKE (KWh/ $m^2$ /tahun)
1	Komersial (Perusahaan)	240
2	Swalayan/supermarket	330
3	Apartemen, Hotel	300
4	Rumah sakit	380

Kriteria IKE berdasarkan SNI 6197 tahun 2011 pada sistem pencahayaan jenis gedung yang memiliki tingkat *standard* yang berbeda. Sehingga diperlakukanya nilai *standard* ini mampu mengurangi pemborosan energi listrik jika melebihi *standard* yang ditentukan oleh SNI 6197 : 2011. Dan hasil kriteria IKE pada perusahaan untuk gedung ber-AC dapat diperhatikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Kriteria Intensitas Konsumsi Energi (IKE)[1]

Nomor	Kriteria	Ruangan AC
		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

Kriteria Intensitas Konsumsi Energi (IKE) untuk ruangan AC. Dengan hasil perhitungan IKE maka perusahaan akan mendapatkan kriteria sesuai dengan nilai kWh/ $m^2$ /tahun.

## **BAB 3**

### **METODOLOGI**

#### **3.1 Audit Energi Awal**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi laptop ASUS A456U core i5 dengan aplikasi, EKTS, CorelDraw, Microsoft Word dan Micosoft Power point sebagai media analisis dan menghitung data dan alat-alat ukur seperti: *thermometer infrared*, *power meter*, lux meter sebagai alat yang digunakan untuk memudahkan peneliti dalam, menghitung intensitas cahaya, suhu ruangan dan konsumsi listrik PT. Intan Pariwara Klaten.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi:

1. Data penggunaan inventaris pencahayaan .
2. Data penggunaan inventaris AC.
3. Jurnal yang berkaitan dengan audit energi, konservasi energi, panel surya dan PHE.

##### **3.1.1 Observasi Data PT. Intan Pariwara Klaten**

Langkah audit energi awal dengan observasi wawancara kepada pihak *leader/engineering* dalam sistem instalasi, konsumsi energi dan pendistribusian listrik. Sehingga data yang harus didapatkan dalam analisis riset audit energi listrik PT. Intan Pariwara Klaten meliputi:

- a. Tata letak lampu, AC, luas setiap ruangan dan juga total konsumsi listrik dalam kWh.
- b. Report pajak listrik tahun 2016.
- c. Instalasi diagram garis seluruh rangkaian pencahayaan lampu pada ruangan PT. Intan Pariwara Klaten.

##### **3.1.2 Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) PT. Intan Pariwara Klaten**

Setelah mendapatkan keseluruhan data dan penyusunan konsumsi energi listrik, maka perlu dilakukan analisis diantaranya adalah:

- a. Banyaknya kapasitas konsumsi energi listrik.
- b. Jumlah luas gedung PT. Intan Pariwara Klaten.
- c. Nilai kriteria penerangan berdasarkan SNI 2011.
- d. Nilai efisien kriteria IKE.
- e. Banyaknya biaya penggunaan energi listrik periode satu tahun.

## 3.2 Audit Energi Rinci

Apabila nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) lebih besar dari target maka perlu dilakukan audit energi rinci dengan diadakan:

### 3.2.1 Pengukuran Energi Listrik

Jika sudah melakukan pengukuran pada semua instrumen energi listrik untuk didapatkan IKE dan timbulnya *error*. Dikarenakan kesalahan dalam proses kalibrasi dengan batas-batas standar, alat pengukur yang dimaksud adalah lux meter, thermometer dan power meter.

### 3.2.2 Perhitungan dan Penggunaan Energi Listrik

Bertujuan untuk mengidentifikasi profil konsumsi energi listrik PT. Intan Pariwara Klaten maka pada tahap ini merupakan proses awal dari audit energi. Dengan menganalisis data konsumsi semua instrumen listrik AC, lampu, dan lain sebagainya.

### 3.2.3 Pengenalan Peluang Hemat Energi (PHE)

Jika riset sudah didapatkan secara benar maka tinggal mengimplementasikan pada *standard* IKE untuk mengindikasikan profil PT. Intan Pariwara Klaten apakah sudah termasuk kategori “efisien“. Maka kesempatan inilah yang harusnya dianalisis oleh berbagai *engineer* dalam audit energi listrik pada PT. Intan Pariwara Klaten.

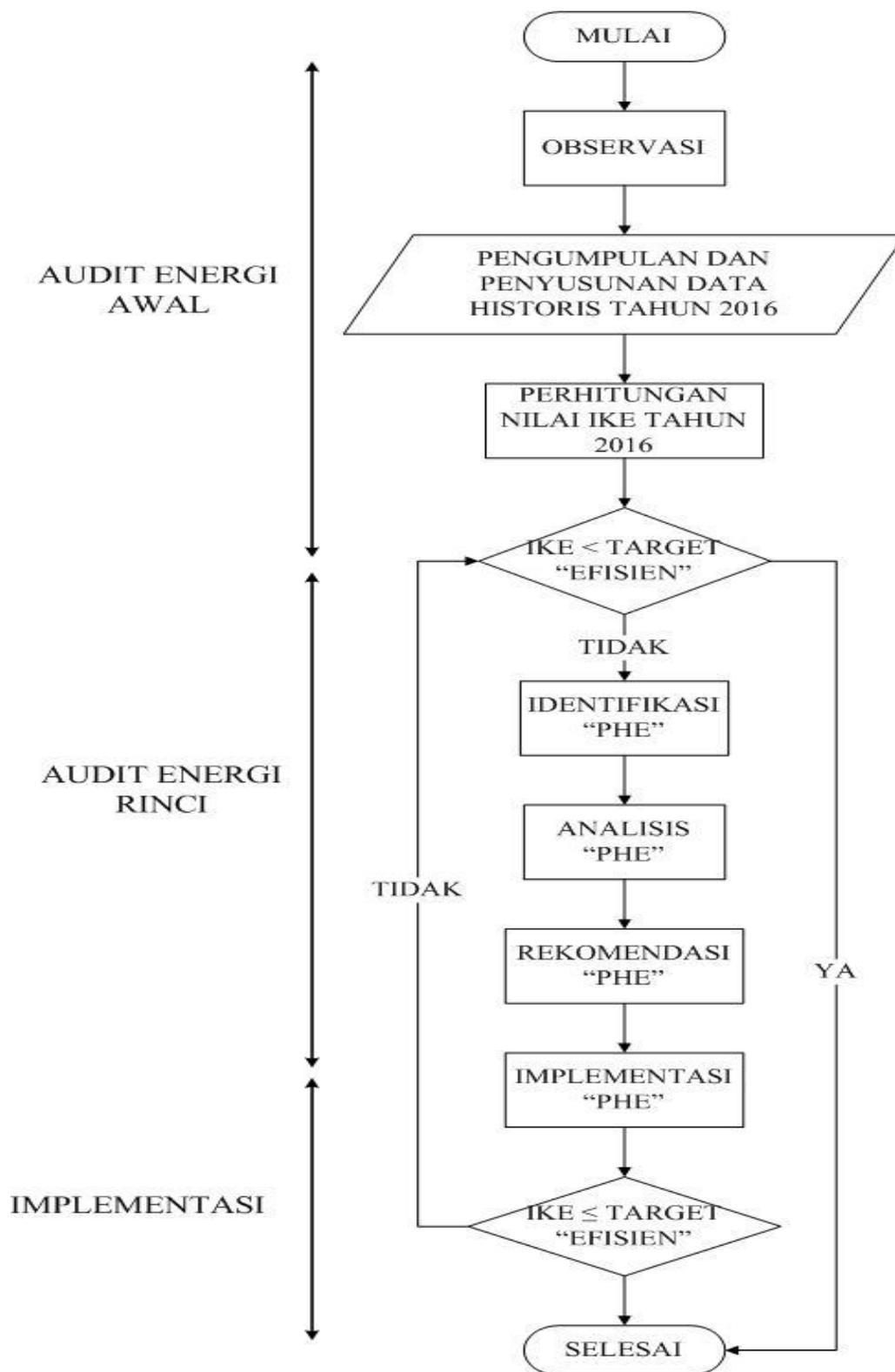
### 3.2.4 Analisis Peluang Hemat Energi (PHE)

Analisis peluang hemat energi (PHE) dilaksanakan dengan menggunakan metode perbandingan potensi perolehan hasil hemat energi dengan rekomendasi anggaran dana yang akan dibayarkan dan sesudah dibayarkan tahun sebelumnya. Dengan implementasi panel surya pada PHE 1 dan pembaharuan *Operational & Maintenance* AC pada PHE 2.

## 3.3 Rumusan Analisa Perhitungan Data

Perhitungan data dengan mekanisme yang mendetail ditujukan untuk mendapatkan hasil yang *valid* agar sesuai dengan analisis audit energi. Dengan melakukan pengukuran pada:

- a. Instrumen sumber listrik terhadap penerangan cahaya.
- b. Instrumen sumber listrik pada AC.
- c. Instrumen sumber listrik setiap bulan hingga satu tahun.



Gambar 3.1 Flowchart Audit Energi

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Profil PT. Intan Pariwara Klaten

PT. Inta Pariwara Klaten merupakan perusahaan penerbit dan percetakan buku pendidikan yang berada di Kota Klaten. Secara keseluruhan PT. Intan Pariwara Klaten dibagi menjadi tujuh gedung yang meliputi (A, B, C, D, E, F, H) dan masing–masing gedung terdapat 1 hingga 3 lantai dengan total luas bangunan  $3.201,2 \text{ m}^2$ , untuk lebih detailnya bisa diperhatikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Daftar luas tiap–tiap gedung PT. Intan Pariwara Klaten

Jenis Gedung	Ruangan	Luas bangunan		Total ( $\text{m}^2$ )
		P(m)	L(m)	
<b>A</b>	Lt 1	12	20	240
<b>B</b>	Lt 1	11	16	176
	Lt 2	10	16	160
<b>C</b>	Lt 1	19	18	342
	Lt 2	13	13,5	175,5
	Lt 3	13	13	169
<b>D</b>	Lt 1	19	20	380
	Lt 2	16	19	304
<b>E</b>	Lt 1	9,7	11	106,7
<b>F</b>	Lt 1	13,5	20	270
	Lt 2	13	15	195
<b>H</b>	Lt 1	18	20	360
	Lt 2	17	19	323
<b>Total luas bangunan</b>				<b>3201,2</b>

Luas bangunan PT. Intan Pariwara Klaten meliputi gedung (A, B, C, D, E, F, H) yang terdiri lebih dari 50 ruang kerja diantaranya terdapat pada Tabel 4.2.

##### 4.1.1 Sistem Pendistribusian Energi Listrik

Dengan konsumsi energi listrik yang besar PT. Intan Pariwara selain memanfaatkan energi listrik dari PLN juga menggunakan energi yang dihasilkan dari generator set (genset). Sehingga pentingnya pendistribusian energi listrik secara merata. Maka diperlukan mekanisme untuk pengadaan distribusi energi listrik tersebut. Dalam memenuhi konsumsi energi PT. Intan Pariwara menggunakan 2 sumber energi listrik, salah satunya *disupply* dari PLN dengan kapasitas 240 kVA yang disalurkan pada panel Medium Volt Main Distribution Panel (MVMDP). Selain energi listrik yang *disupply* dari PLN, PT. Intan Pariwara Klaten menggunakan generator set dengan kapasitas 400 kVA dengan sumber 3 fasa dan 1 netral. Pemakaian generator set digunakan saat terjadi

pemadaman listrik dari PLN dan pengoperasian genset sudah dibuat menggunakan instalasi *automatic transfer switch*.

## 4.2 Kondisi Eksisting PT. Intan Pariwara Klaten

### 4.2.1 Pengukuran Pencahayaan

Tabel 4. 2 Pengukuran Pencahayaan Lampu Berdasarkan SNI 6197-2011

Nama Ruangan	Tempat	Luas Area	Hasil Ukur	SNI
				6197-2011
Ruang Resepsionis	Ruang Operator 1	16	250	300
	Ruang Operator 2	30	109	300
Ruang Direktur	IP 1 Dpb/Lt 1	16	163	350
Ruang Kerja	Ruang Sekdir	36	204	350
	Proyek APBD	36	220	350
Ruang Komputer	TL IP 1 (Fisika)	42	213	350
	Editor IP 1	90	182	350
	TL IP 3 (Matematika)	18	161	350
Ruang Rapat	Rapat VIP	60	280	300
	Rapat BOD(Permata)	36	141	300
	Ruang rapat sekom	91	268	300

Pengukuran pencahayaan lampu dilakukan pada masing-masing ruangan untuk menentukan *standard* pada pencahayaan berdasarkan SNI 6197-2011 dan untuk perhitungan konsumsi daya listrik lampu dapat diperhatikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan pencahayaan Berdasarkan SNI 6197-2011

Ruangan	Lampu	Luas Area		Titik Lampu	Pencahayaan	Pencahayaan
	(36W)	P	L	(N)	(W)	Max(W/m <sup>2</sup> )
Ruang Operator 1	8	4	4	0,51	18	13
Ruang Operator 2	12	6	5	0,63	14,4	13
IP 1 Dpb/Lt 1	8	4	4	0,59	18	13
Ruang Sekdir	7	6	6	1,53	14	12
Proyek APBD	7	6	6	1,53	14	12
TL IP 1 (Fisika)	16	6	7	0,78	13,7	12
Editor IP 1	18	9	10	1,49	14,4	12
TL IP 3 (MTK)	9	4,5	4	0,59	18	12

Ruangan	Lampu	Luas Area		Titik Lampu	Pencahayaan	Pencahayaan
	(36W)	P	L	(N)	(W)	Max(W/m <sup>2</sup> )
Rapat VIP	26	10	6	0,57	15,6	12
Rapat BOD	7	6	6	1,15	16	12
Rapat sekom	20	9,1	10	1,16	15,8	12

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.3 SNI 6197-2011 pada pencahayaan ruangan PT. Intan pariwisata Klaten. Berikut ini merupakan dari persamaan (4.1) untuk menghitung pencahayaan ruangan:

1. Ruang Operator 1

a. Data: Jumlah lampu, luas area berada pada Tabel 4.2 dari hasil perhitungan berdasarkan SNI 6197-2011

b. Ditentukan: Luminans rata-rata = 300 lux

Jenis lampu TL 36 W

Fluks luminous lampu 2500 lumen

c. Perhitungan:

$$\text{Indeks ruang} = \frac{p \times l}{\text{Jumlah lampu}(p + l)} \quad (4.1)$$

$$\text{Indeks ruang} = \frac{4 \times 4}{8(4+4)} = 0.7$$

Koefisien penggunaan ( $K_p$ ) = 0.67

Koefisien depresiasi ( $K_d$ ) = 0.7

$$\text{Jumlah Luminer}(N) = \frac{\text{Luminans rata-rata} \times p \times l}{K_p \times \text{Jumlah lampu} \times \text{lumen} \times K_d} \quad (4.2)$$

$$\text{Jumlah Luminer (N)} = \frac{300 \times 4 \times 6}{0.67 \times 8 \times 2500 \times 0.7} = 0,51 = 1 \text{ (Titik lampu )}$$

$$\text{Daya/m}^2 = \frac{N \times \text{Jumlah lampu} \times \text{Daya lampu}}{p \times l} \quad (4.3)$$

$$\text{Daya/m}^2 = \frac{1 \times 8 \times 36}{4 \times 4} = 18\text{W/m}^2$$

Daya listrik pencahayaan maksimum  $13 \text{ W/m}^2$ .

#### 4.2.2 Pengukuran AC

Hasil pengukuran kebutuhan AC yang efisien berdasarkan standard pengkondisian udara dapat diperhatikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Pengukuran Kebutuhan AC PT. Intan Pariwisata Klaten

Ruangan	Luas Area	Koefisien Ruangan	Spesifikasi(PK)	
	P(m <sup>2</sup> )	Per m <sup>2</sup>	Terpasang	Disarankan
<b>Ruang Operator 1</b>	16	500 BTU/hr	2	1
<b>Ruang Operator 2</b>	30	500 BTU/hr	2	2
<b>Tim proyek Dpn/Lt 1</b>	16	500 BTU/hr	4	1
<b>Ruang Sekdir</b>	36	500 BTU/hr	2	2
<b>Proyek APBD</b>	36	500 BTU/hr	3,5	2
<b>TL IP 1 (Fisika)</b>	42	500 BTU/hr	1,5	2,5
<b>Editor IP 1</b>	90	500 BTU/hr	8	5
<b>TL IP 3 (MTK)</b>	18	500 BTU/hr	1,5	1
<b>Rapat VIP</b>	60	500 BTU/hr	2	3,5
<b>Rapat BOD</b>	36	500 BTU/hr	2	2
<b>Rapat sekom</b>	91	500 BTU/hr	8	5,5

Masing–masing ruangan kerja memiliki kebutuhan AC yang berbeda dikarenakan luas ruangan yang dimilikinya. Semakin luas ruangan maka kebutuhan AC semakin banyak.

Tabel 4. 5 Ketetapan Kapasitas AC

<b>Kapasitas AC</b>	<b>Setara dengan</b>	<b>Untuk Ruangan</b>
<b>(PK)</b>	<b>(BTU/Hr)</b>	<b>(m<sup>2</sup>)</b>
½	5.000	3 x 3
¾	7.000	3 x 4
1	9.000	4 x 4
1,5	12.000	4 x 6
2	18.000	6 x 8
2,5	24.000	8 x 8
3	27.000	10 x 8
5	45.000	10 x 10

Ketetapan kapasitas AC yang umumnya menjadi ukuran untuk menentukan penggunaan jumlah AC yang seharusnya terpasang dengan menyesuaikan luas ruangan sehingga diperoleh kapasitas AC yang efisien, untuk menentukan kebutuhan AC bisa diperhatikan pada Tabel 4.5. Untuk menghitung kebutuhan AC dengan menggunakan persamaan (4.4) dan persamaan (4.5)

$$\text{Kebutuhan AC} = \text{Luas ruangan} \times \text{Koefisien} \quad (4.4)$$

$$\text{Koefisien Per } m^2 = 500 \text{ BTU/hr} \quad (4.5)$$

a) Ruang Operator 1

Ukuran ruangan : P= 4m , L= 4 ms

Kebutuhan AC = (4 x 4) x 500 BTU/hr

= 16 m<sup>2</sup> x 500 BTU/hr

= 8.000 BTU/hr

**Disarankan 1 PK**

Selain menentukan kebutuhan AC yang tepat, perlu diperhatikan juga dalam memperhitungkan nilai COP dan EER. Untuk lebih detailnya dapat diperhatikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Perhitungan *COP* dan *EER*

Ruangan	Spesifikasi(PK)	Daya	<i>COP</i>	<i>EER</i>	Refrigeran
	Terpasang	W			
<b>Ruang Operator 1</b>	2	1950	1	9,2 BTU/hr	R22
<b>Ruang Operator 2</b>	2	1950	1	9,2 BTU/hr	R22
<b>Tim proyek Dpn/Lt 1</b>	4	1950	1	9,2 BTU/hr	R22
<b>Ruang Sekdir</b>	2	1950	1	9,2 BTU/hr	R22
<b>Proyek APBD</b>	3,5	1950	1	9,2 BTU/hr	R22
<b>TL IP 1 (Fisika)</b>	1,5	2984	2,31	10,7 BTU/hr	R22
<b>Editor IP 1</b>	8	1950	1	9,2 BTU/hr	R22
<b>TL IP 3 (MTK)</b>	1,5	2984	2,31	10,7 BTU/hr	R22
<b>Rapat VIP</b>	2	1950	1	9,2 BTU/hr	R22
<b>Rapat BOD</b>	2	1950	1	9,2 BTU/hr	R22
<b>Rapat sekom</b>	8	1950	1	9,2 BTU/hr	R410a

Perhitungan *Coefisien Of Performance (COP)* dan *Energy Efficiency Ration (EER)* diperoleh dari pengukuran dan pengecekan spesifikasi masing-masing AC, semakin besar nilai *COP* dan *EER* maka semakin bagus sehingga hasil dari perhitungannya dapat diperhatikan pada tabel 4.6. dan kriteria sistem pendinginan udara bisa diperhatikan pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Kriteria Sistem Pendinginan Udara

Sistem Pendinginan Udara					
<b><i>COP</i></b>	2,0	2,5 – 3,0	3,0 – 4,0	4,0	6,0
<b><i>EER</i></b>	6,8	8,5 - 10	11-14	>14	20
<b>Kriteria Evaluasi</b>	Sangat Buruk	Buruk	Baik	Baik Sekali	Superior

Setiap merk AC memiliki *COP* dan *EER* yang berbeda-beda, semakin besar nilai *COP* dan *EER* maka semakin baik sistem pendinginan udaranya dapat diperhatikan pada Tabel 4.7.

Koefisien Konerja Pendinginan /*Coefisien Of Performance* persamaan (4.6).

$$(COP) = \frac{\text{Efek pendinginan (kW)}}{\text{Energi input (kW)}} \quad (4.6)$$

Rasio Efisiensi Energi/Energy Efficiency Ratio persamaan (4.7).

$$(EER) = \frac{\text{Efek pendinginan (BTU/hr)}}{\text{Energi input (W)}} \quad (4.7)$$

a) Ruang Operator 1

- $COP = \frac{1,958 \text{ kW}}{1,950 \text{ kW}}$

$$= 1,00$$

- $EER = \frac{18.000 \text{ BTU/hr}}{1950 \text{ W}}$

$$= 9,2 \text{ BTU/hr}$$

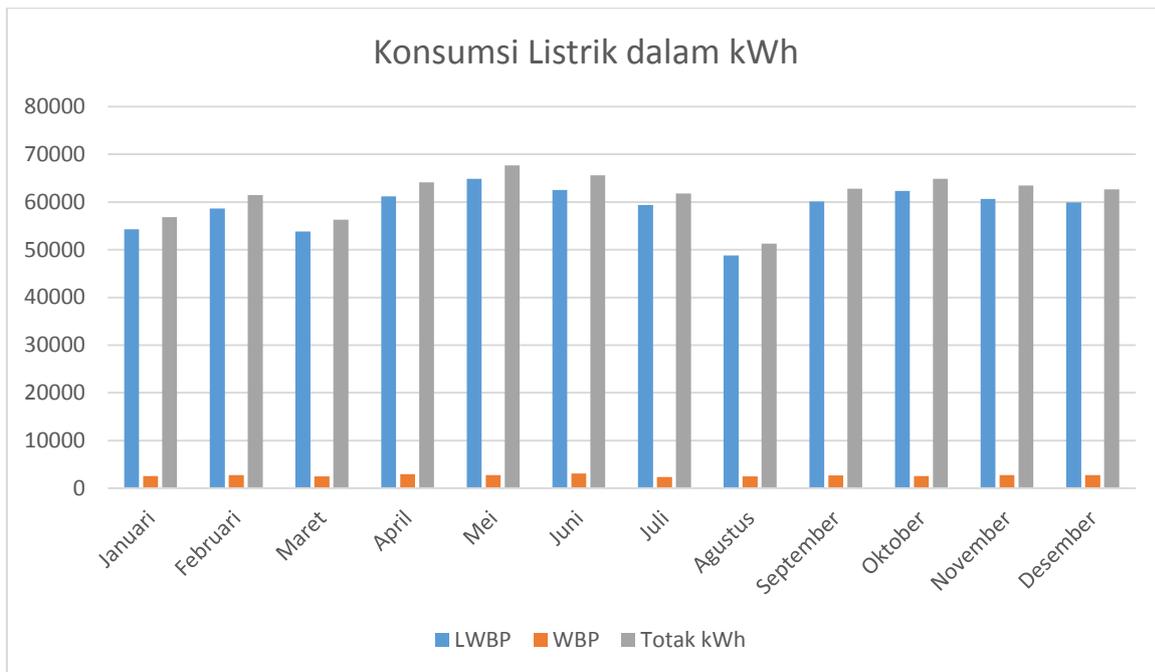
#### 4.2.3 Data Konsumsi Energi Listrik Dalam kWh

Hasil pengumpulan data historis konsumsi energi listrik pada PT. Intan Pariwara Klaten periode bulan Januari 2016–Desember 2016 dapat diperhatikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Konsumsi LWBP Dan WBP Dalam kWh

Bulan	Pemakaian kWh		Total kWh
	LWBP	WBP	
<b>Januari</b>	54276	2580	56856
<b>Februari</b>	58656	2772	61428
<b>Maret</b>	53787	2516	56303
<b>April</b>	61186	2948	64134
<b>Mei</b>	64868	2804	67672
<b>Juni</b>	62500	3088	65588
<b>Juli</b>	59372	2400	61772
<b>Agustus</b>	48772	2484	51256
<b>September</b>	60080	2688	62768
<b>Oktober</b>	62297	2568	64865
<b>November</b>	60665	2764	63429
<b>Desember</b>	59929	2744	62673
<b>Total</b>	706388	32356	738744

Penggunaan energi listrik setiap bulan berbeda-beda, ketika tagihan listrik tinggi itu berarti saat bulan itu sedang kejar target produksi dan saat tagihan rendah biasanya dikarenakan keadaan normal dan terdapat libur nasional atau cuti bersama PT. Intan Pariwara Klaten untuk lebih detail bisa diperhatikan pada Tabel 4.8.



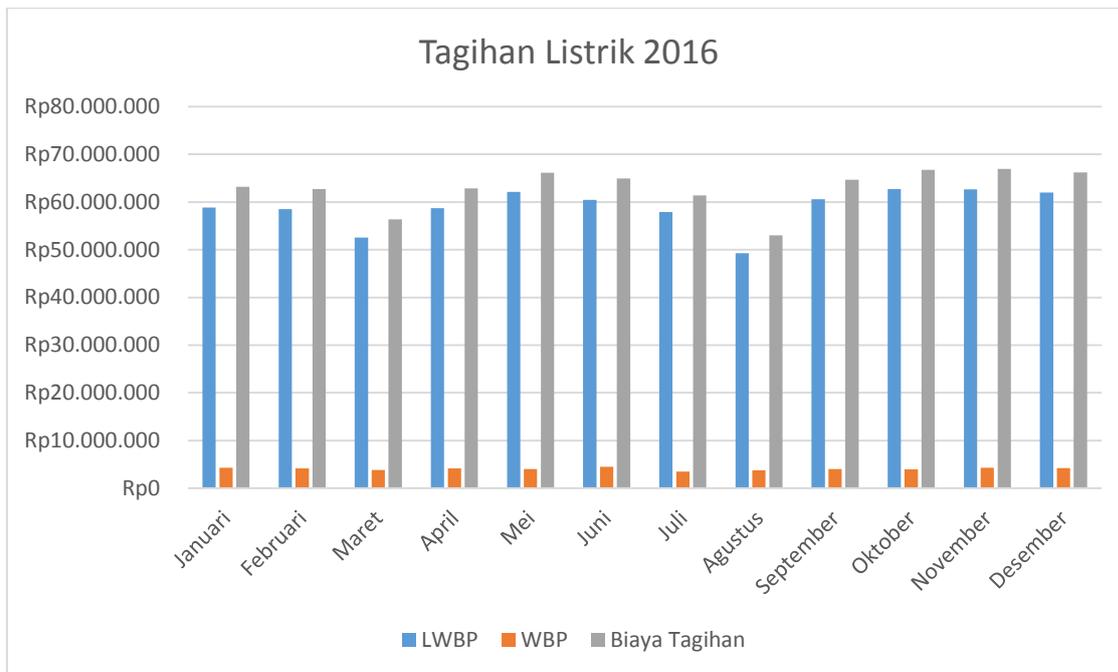
Gambar 4.1 Grafik Konsumsi LWBP dan WBP Periode Satu Tahun

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa konsumsi kWh mengalami beban puncak pada bulan Mei. Namun tagihan biaya paling banyak pada bulan November dikarenakan harga per kWh mengalami kenaikan. Untuk lebih detailnya dapat diperhatikan pada Table 4.9.

Tabel 4. 9 Tagihan Listrik Bulan Januari 2016– Desember 2016

Bulan	Biaya Pemakaian		Biaya Tagihan
	LWBP	WBP	
<b>Januari</b>	Rp 58.835.184	Rp 4.326.600	Rp 63.161.844
<b>Februari</b>	Rp 58.480.032	Rp 4.188.492	Rp 62.688.524
<b>Maret</b>	Rp 52.549.899	Rp 3.839.416	Rp 56.389.315
<b>April</b>	Rp 58.677.374	Rp 4.200.900	Rp 62.878.274
<b>Mei</b>	Rp 62.078.374	Rp 4.037.700	Rp 66.116.436
<b>Juni</b>	Rp 60.437.500	Rp 4.480.688	Rp 64.918.188
<b>Juli</b>	Rp 57.887.700	Rp 3.511.200	Rp 61.398.900
<b>Agustus</b>	Rp 49.259.720	Rp 3.760.776	Rp 53.020.498
<b>September</b>	Rp 60.560.640	Rp 4.064.256	Rp 64.624.896
<b>Oktober</b>	Rp 62.733.079	Rp 3.972.696	Rp 66.705.775
<b>November</b>	Rp 62.666.945	Rp 4.281.436	Rp 66.948.381
<b>Desember</b>	Rp 61.966.586	Rp 4.255.944	Rp 66.222.530
<b>Total</b>	Rp 706.133.033	Rp 48.920.104	Rp 755.073.561

Biaya konsumsi energi listrik PT. Intan Pariwara Klaten dalam periode satu tahun, beban puncak dialami pada bulan November. Untuk secara detail dapat diperhatikan pada Tabel 4.9.



Gambar 4.2 Grafik Biaya Tagihan Bulan Januari 2016–Desember 2016

Dari Tabel 4.9 biaya tagihan listrik sudah bisa untuk dilakukan perhitungan kWh totalnya, yang telah digunakan oleh PT. Intan Pariwara Klaten periode tahun 2016, dengan total biaya yang dikeluarkan dalam pengadaan penggunaan energi listrik pada periode tersebut. Hasil perhitungan menurut historis pembayaran rekening listrik selama satu tahun sebesar 738744 kWh dan jika dalam rupiah sebesar Rp 755.073.561. Karena PT. Intan Pariwara Klaten memiliki nilai cosphi yang sangat baik sehingga tidak terkena biaya kVARH untuk komersial minimal cosphi sebesar 0,85 dapat diperhatikan pada Tabel 4.10.

a. Biaya Luar Waktu Beban Puncak (LWBP)/kWh dari PLN

Dari Tabel 4. 8 Konsumsi LWBP Dan WBP Dalam kWh tarif rata-rata LWBP per kWh adalah Rp 1.008/kWh berlaku pada pukul 10 malam s/d pukul 5 sore.

b. Biaya Waktu Beban Puncak (WBP)/kWh dari PLN.

Dari Tabel 4. 8 Konsumsi LWBP Dan WBP Dalam kWh tarif rata-rata WBP per kWh adalah Rp 1.512/kWh berlaku dari pukul 5 sore s/d 10 malam.

Untuk menghitung nilai tarif rata- rata konsumsi energi listrik pada PT. Intan Pariwara Klaten seperti berikut ini :

$$\text{LWBP} = \text{Rp } 1.008 \times 19 \text{ jam} = \text{Rp } 19.152 \text{ jam/kWh.}$$

$$\text{WBP} = \text{Rp } 1.512 \times 5 \text{ jam} = \text{Rp } 7.56 \text{ jam/kWh.}$$

$$\text{Total} = \text{LWBP} + \text{WBP} = \text{Rp } 19.152 + \text{Rp } 7.56 = \text{Rp } 26.712 \text{ jam /kWh.}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{\text{Rp } 26.712}{24 \text{ jam}} = \text{Rp } 1.113/\text{kWh}$$

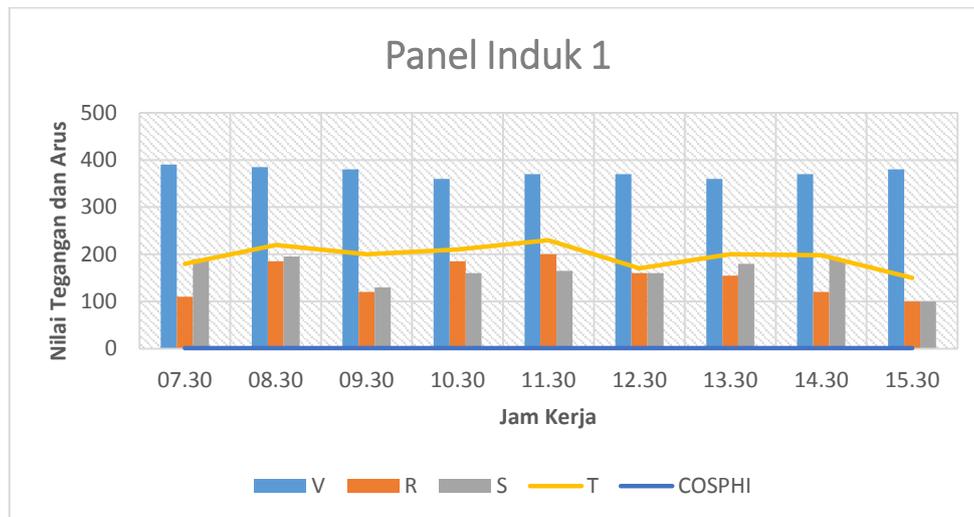
#### 4.2.4 Pengukuran Konsumsi Energi Listrik Panel Induk 1

Pengukuran konsumsi energi listrik pada panel induk 1 dilaksanakan untuk mengetahui waktu beban puncak pada saat jam kerja dalam waktu 1 hari. Oleh karena itu hasil pengukuran dapat diperhatikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Pengukuran Energi Listrik Selama Jam Kerja

Panel Induk 1					
Jam Kerja	Tegangan (V)	Arus (A)			Cosphi
		R	S	T	
07.30	390	110	190	180	0,98
08.30	385	185	195	220	0,98
09.30	380	120	130	200	0,99
10.30	360	185	160	210	0,99
11.30	370	200	165	230	0,99
12.30	370	160	160	170	0,98
13.30	360	155	180	200	0,99
14.30	370	120	190	198	1
15.30	380	100	100	150	1

Pengukuran konsumsi energi listrik pada panel induk 1 selama jam kerja dilakukan setiap 30 menit. Beban puncak terjadi pada pukul 07.30.



Gambar 4.3 Grafik Konsumsi Energi Listrik Panel Induk 1 Selama Jam Kerja

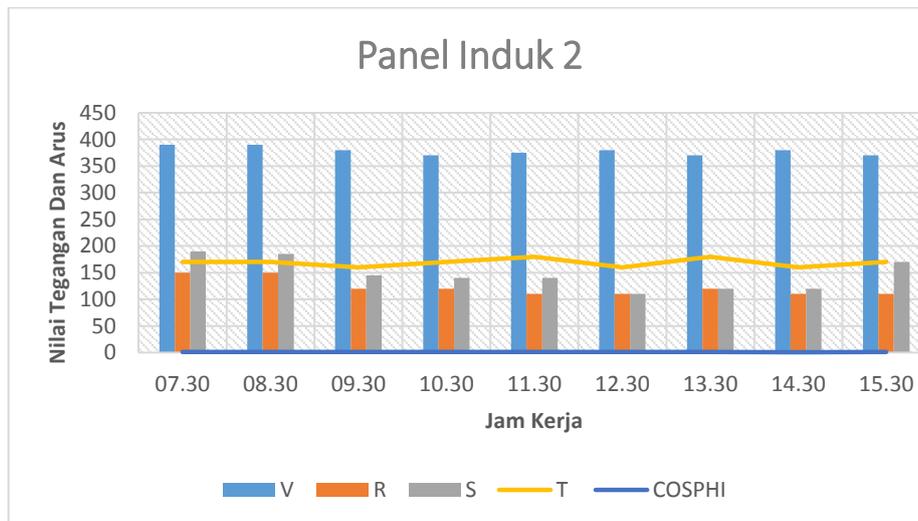
#### 4.2.5 Pengukuran Konsumsi Energi Listrik Panel Induk 2

Pengukuran konsumsi energi listrik pada panel induk 2 dilaksanakan untuk mengetahui waktu beban puncak pada saat jam kerja dalam waktu 1 hari. Oleh karena itu hasil pengukuran dapat diperhatikan pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Konsumsi Energi Listrik Panel Induk 2 Selama Jam Kerja

Panel Induk 2					
Jam Kerja	Tegangan (V)	Arus(A)			Cosphi
		R	S	T	
07.30	390	150	190	170	0,99
08.30	390	150	185	170	0,99
09.30	380	120	145	160	0,99
10.30	370	120	140	170	0,99
11.30	375	110	140	180	0,99
12.30	380	110	110	160	1
13.30	370	120	120	180	1
14.30	380	110	120	160	0,98
15.30	370	110	170	170	1

Pengukuran komsumsi energi listrik pada panel induk 2 selama jam kerja dilakukan setiap 30 menit. Beban puncak terjadi pada pukul 07.30 sama seperti pada panel induk 1.



Gambar 4.4 Grafik Konsumsi Energi Listrik Panel Induk 2 Selama Jam Kerja

#### 4.3 Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Audit Energi Awal

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) adalah jumlah penggunaan energi listrik tiap meter persegi luas bangunan dalam periode tertentu. Luas bangunan PT. Intan Pariwara Klaten adalah  $3.201,2 m^2$ . Sedangkan Konsumsi energi listrik PT. Intan Pariwara Klaten dalam periode Januari 2016–Desember 2016 sebesar 738744 kWh. Perhitungan IKE menggunakan (2.5).

$$\text{IKE} = \frac{738744 \text{ kWh}}{3.201,2 \text{ m}^2}$$

$$= 230,7 \text{ kWh/m}^2\text{tahun}$$

Dari hasil perhitungan diatas, hasil IKE dari pengukuran sebesar 230,7 kWh/m<sup>2</sup> tahun sehingga masih berada di bawah batas *standard* IKE ASEAN–USAID tahun 1992 untuk perkantoran sebesar 240 kWh/m<sup>2</sup>tahun. Sehingga bisa dikatakan nilai IKE ini masuk dalam kategori “boros”.

#### 4.4 Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Audit Energi Rinci

Hasil IKE audit energi awal menunjukan kategori “boros” dengan perhitungan sebesar 230,7 kWh/m<sup>2</sup> tahun. Demi penghematan listrik dalam jangka waktu yang panjang audit energi rinci dilakukan agar nilai IKE lebih kecil dari target dan mampu memenuhi tingkat efisien dari segi biaya dan energi listrik. Sehingga peneliti melakukan 2 Peluang Hemat Energi (PHE) untuk solusi penghematan yang meliputi:

##### 4.4.1 Peluang Hemat Energi (PHE) Pada Pecahayaannya Lampu

Dengan implementasi panel surya yang menghasilkan total output sebesar 168000 Wp dapat diperhatikan pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Output Panel Surya Gedung 1

Panel Surya Gedung 1							
Panel Surya	Output		Hari (kW)	Bulan (kWh)	Tahun (kWh)	Harga/kWh (Rp)	Biaya
	(W)	(Kw)					
1	8400	8,4	67,2	1747,2	20966,4	Rp 1.036	Rp 21.721.190
2	8400	8,4	67,2	1747,2	20966,4	Rp 1.036	Rp 21.721.190
3	8400	8,4	67,2	1747,2	20966,4	Rp 1.036	Rp 21.721.190
4	8400	8,4	67,2	1747,2	20966,4	Rp 1.036	Rp 21.721.190
5	8400	8,4	67,2	1747,2	20966,4	Rp 1.036	Rp 21.721.190
6	8400	8,4	67,2	1747,2	20966,4	Rp 1.036	Rp 21.721.190
7	8400	8,4	67,2	1747,2	20966,4	Rp 1.036	Rp 21.721.190
8	8400	8,4	67,2	1747,2	20966,4	Rp 1.036	Rp 21.721.190
9	8400	8,4	67,2	1747,2	20966,4	Rp 1.036	Rp 21.721.190
10	8400	8,4	67,2	1747,2	20966,4	Rp 1.036	Rp 21.721.190
<b>Total</b>	84000	84	672	17472	209664	Rp 10.360	Rp 217.211.904

Energi yang dihasilkan dari panel surya gedung 1 terdapat 10 instalasi panel surrya dan output sebesar 209664 kWh/tahun.

Tabel 4. 13 Output Panel Surya Gedung 2

PANEL SURYA GEDUNG 2							
PANEL SURYA	Output		Hari (kWh)	Bulan (kWh)	Tahun (kWh)	Harga/KWh (Rp)	Biaya
	(W)	(KWh)					
1	8400	8,4	67,2	1747,2	20966,4	Rp 1.036	Rp 21.721.190
2	8400	8,4	67,2	1747,2	20966,4	Rp 1.036	Rp 21.721.190
3	8400	8,4	67,2	1747,2	20966,4	Rp 1.036	Rp 21.721.190
4	8400	8,4	67,2	1747,2	20966,4	Rp 1.036	Rp 21.721.190
5	8400	8,4	67,2	1747,2	20966,4	Rp 1.036	Rp 21.721.190
6	8400	8,4	67,2	1747,2	20966,4	Rp 1.036	Rp 21.721.190
7	8400	8,4	67,2	1747,2	20966,4	Rp 1.036	Rp 21.721.190
8	8400	8,4	67,2	1747,2	20966,4	Rp 1.036	Rp 21.721.190
9	8400	8,4	67,2	1747,2	20966,4	Rp 1.036	Rp 21.721.190
10	8400	8,4	67,2	1747,2	20966,4	Rp 1.036	Rp 21.721.190
<b>TOTAL</b>	84000	84	672	17472	209664	Rp10.360	Rp 217.211.904

Energi yang dihasilkan dari panel surya gedung 2 terdapat 10 instalasi panel surya dan output sebesar 209664 kWh/tahun untuk lebih detailnya dapat diperhatikan pada Tabel 4.13 dan jumlah total kapasitas panel surya dapat diperhatikan pada Tabel 4.14.

Tabel 4. 14 Jumlah Output PS Gedung 1 dan PS Gedung 2

Panel Surya Gedung 1						
Panel Surya	Output		Hari (kWh)	Bulan (kWh)	Tahun (kWh)	Biaya
	(W)	(KWh)				
<b>PS Gedung 1</b>	84000	84	672	17472	209664	Rp 217.211.904
<b>PS Gedung 2</b>	84000	84	672	17472	209664	Rp 217.211.904
<b>Total</b>	168000	168	1344	34944	419328	Rp 434.423.808

Hasil perhitungan pada PS 1 dan PS 2 menunjukkan total output panel surya menghasilkan 419328 kWh/tahun sehingga mampu mengurangi konsumsi energi listrik PLN tahun 2016 dari 738744 kWh/tahun menjadi 319416 kWh/tahun.

Perhitungan IKE menggunakan persamaan (2.5)

$$\begin{aligned} \text{IKE} &= \frac{319416 \text{ kWh}}{3.201,2 \text{ m}^2} \\ &= 99,7 \text{ kWh/m}^2\text{tahun} \end{aligned}$$

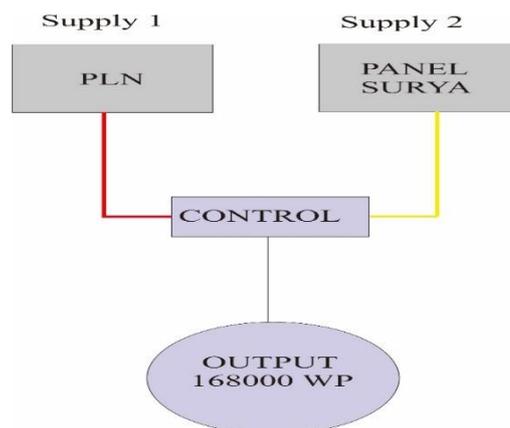
Dari hasil perhitungan audit energi rinci, mampu meminimalkan nilai IKE yang mulanya 230,7 kWh/m<sup>2</sup> tahun menjadi 99,7 kWh/m<sup>2</sup>tahun sehingga termasuk kategori “efisien” yang mampu memberi solusi hemat energi listrik dan juga *green energy* sesuai standard IKE ASEAN–USAID tahun 1992 untuk perkantoran sebesar 240 kWh/m<sup>2</sup> tahun. Sehingga bisa dikatakan nilai IKE ini masuk dalam kategori sangat efisien. Setelah implelementasi PHE hasil pengurangan IKE pada PLN dapat diperhatikan pada Tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Kondisi Sebelum PHE dan Sesudah PHE

Kondisi	Energi kWh/tahun	Total Rp/tahun
Sebelum PHE	738744	755.073.561
Hasil PHE 1	419328	434.423.808
Sesudah PHE	319416	320.649.753

Sebelum PHE nilai kWh/tahun PT. Intan Pariwara Klaten sebesar 738744 dan setelah PHE menjadi 319416 kWh/tahun sehingga hasil PHE menghemat listrik sebesar 419328 kWh/tahun.

#### 4.4.2 Rangkaian Control Supply PLN dan Panel Surya



Gambar 4.5 Rangkaian Supply Energi Listrik PLN dan Panel Surya

Demi mengurangi energi listrik dari PLN maka *supply* energi listrik diubah menjadi rangkaian di atas, di mana energi listrik dari PLN menjadi energi listrik cadangan dari panel surya.

#### 4.4.3 Rangkaian Control Utama

Untuk rangkaian control utama dapat diperhatikan pada Lampiran 0.2. Rangkain ini menggunakan timer yang diatur menyala pukul 07.00 – 16.30 WIB dan setelah 16.31 maka listrik akan di alihkan ke instalasi PLN hingga jam 07.00 WIB.

#### 4.4.4 Rangkaian Lengkap instalasi Panel surya.

Proses *supply* arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya 1 bisa diperhatikan pada Lampiran 0.3. Terdapat 20 instalasi panel surya, dimana 1 instalasi panel surya menghasilkan 8400 Wp sehingga total output panel surya sebesar 168000 Wp.

#### 4.4.5 Break Event Point (BEP) Panel Surya

Panel surya yang digunakan adalah jenis polikristalin dengan merk Yingli solar YGE 72 cell series–YL320P-35B berjumlah 220 Panel surya. Berikut untuk komponen utama dan komponen pendukung dapat diperhatikan pada Tabel 4.16.

Tabel 4. 16 Daftar komponen Panel surya

<b>Komponen</b>	<b>Spesifikasi</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Harga</b>	<b>Biaya</b>
<b>Panel Surya</b>	YI320P-29b	220 pcs	Rp2.599.000	Rp 571.780.000
<b>Battery</b>	Yuasa N100-95E41R	140 pcs	Rp1.450.000	Rp 203.000.000
<b>Controller</b>	<i>Controler LCD 12V, 20A</i>	60 pcs	Rp 257.000	Rp 15.420.000
<b>Inverter</b>	Mitsuyama 4000W,12V	60 pcs	Rp 885.000	Rp 53.100.000
<b>Timer</b>	Sinotimer 12 V	20 pcs	Rp 135.000	Rp 2.700.000
<b>Box panel Induk</b>	60x80x20 cm	10 pcs	Rp 785.000	Rp 7.850.000
<b>Sensor</b>	charger 3.7-96 V 10 A	20 pcs	Rp 119.000	Rp 2.380.000
<b>Relay</b>	Omron pin 8,11 220V	14 pcs	Rp 50.000	Rp 700.000
<b>MCB</b>	MCB chint 10 A	80 pcs	Rp 50.000	Rp 4.000.000
<b>Terminal kabel</b>	TR-6N 341mm	50 pcs	Rp 12.000	Rp 600.000
<b>Rel terminal</b>	35 mm TA-010	50 pcs	Rp 15.000	Rp 750.000
<b>Lampu PB</b>	LED Royalux	140 pcs	Rp 10.000	Rp 1.400.000
<b>Kabel</b>	NYM 2 x 2.5 mm	150 m	Rp 328.000	Rp 49.200.000

Komponen	Spesifikasi	Jumlah	Harga	Biaya
O&M	Air aki	50 pcs	Rp 5.000	Rp 250.000
Baut	M16x10 cm	1,5 kg	Rp 25.000	Rp 37.500
Lain - lain			Rp1.500.000	Rp 1.500.000
<b>Total</b>				Rp 914.667.500

Dari hasil survei lapak dan langganan pengadaan PT. Intan Pariwara klaten didapatkan Rencana Anggaran Biaya (RAB) seperti pada Tabel 4.16.

Persamaan (4.8) untuk menghitung hasil manfaat dari panel surya dan persamaan (4.9) untuk mengitung *BEP* pada panel surya yang digunakan.

$$\text{Hasil panel surya} = (\text{kWh total PS} \times \text{Jam efektif PS}) \quad (4.8)$$

$$\begin{aligned} \text{Hasil panel surya} &= (168000 \times 4.8 \text{ jam}) = 806400 \text{ Wh} \\ &= 806,4 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\text{Jika diuangkan} = 806,4 \times 1.036/(\text{kWh}) = \text{Rp } 835.430/\text{hari}.$$

$$\text{Break Event Point (BEP)} = (\text{Total biaya} \div \frac{\text{kWh}}{\text{hari}}) \quad (4.9)$$

$$\begin{aligned} \text{BEP} &= (\text{Rp } 914.667.500 \div \text{Rp } 835.430) \\ &= 1094,8 \text{ hari} \\ &= 1094,8 \text{ hari} \div 312 \text{ hari/tahun (jam kerja PT. Intan Pariwara Klaten)} \\ &= 3,5 = 3 \text{ Tahun } 5 \text{ bulan.} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan *Break Event Point (BEP)* menunjukkan hasil dari output panel surya dalam bentuk kWh dan rupiah sehingga dengan persamaan tersebut didapatkan hasil analisis *BEP* 3,5 atau biaya investasi dari PT. Intan Pariwara Klaten sebesar Rp 914.667.500 mampu kembali modal/titik balik dalam waktu 3 tahun 5 bulan dan sisanya adalah keuntungan untuk perusahaan tersebut sebesar 806,4 kWh atau Rp 835.430/ hari.

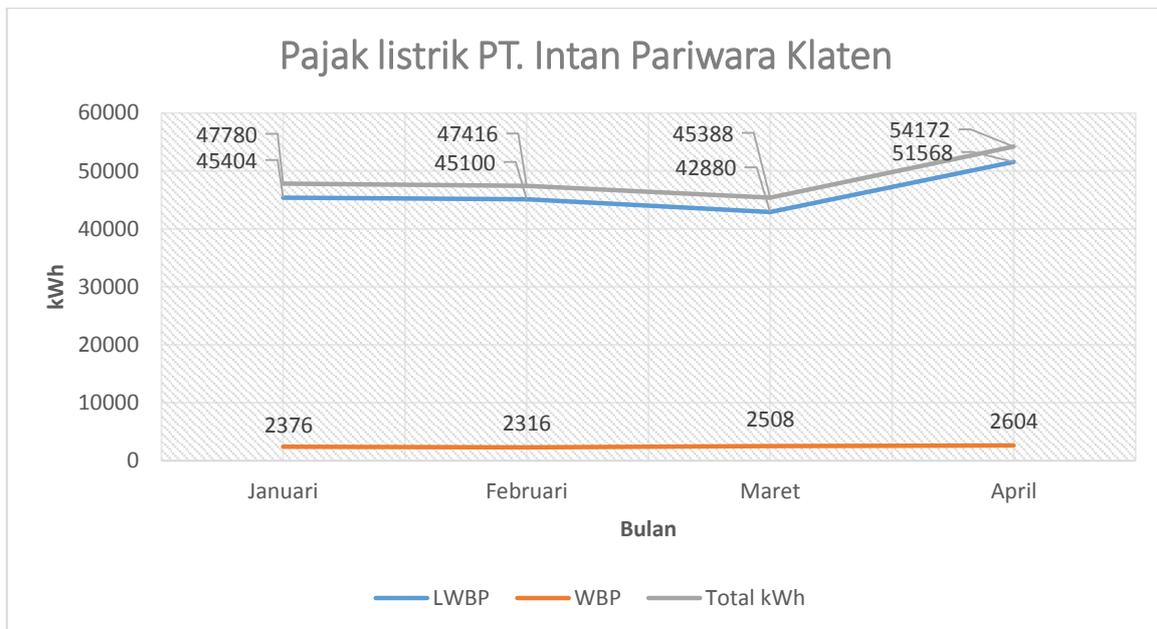
#### 4.4.6 Peluang Hemat Energi (PHE) Pada AC

Dengan melakukan analisis naiknya nilai kWh pada bulan Januari 2018-April 2018 untuk menjadi PHE pada pengondisian udara. Untuk lebih detailnya dapat diperhatikan pada Tabel 4.17.

Tabel 4. 17 Konsumsi Listrik Januari 2018 – April 2017

Bulan	LWBP	WBP	Total kWh
	(kWh)	(kWh)	
<b>Januari</b>	45404	2376	47780
<b>Februari</b>	45100	2316	47416
<b>Maret</b>	42880	2508	45388
<b>April</b>	51568	2604	54172

Konsumsi energi listrik periode bulan Januari–April hanya terdapat 4 data historis yng bisa dianalisis karena tagihan rekening listrik periode bulan Mei masih belum keluar.



Gambar 4.6 Grafik tingkat konsumsi listrik Januari 2018 – April 2018

Grafik tingkat konsumsi listrik mengalami peningkatan pada bulan Januari 2018–April 2018, dapat diperhatikan pada bahwa pengaruh peningkatan energi listrik disebabkan oleh performa dari AC. Pengukuran pada indoor dan outdoor AC dilakukan untuk mengetahui performa AC ternyata jauh keadaan normal. Untuk lebih detailnya dapat diperhatikan pada Tabel 4.18.

Tabel 4. 18 Tunggakan *Operational & Maintenance* AC PT. Intan Pariwara Klaten

Lokasi Ruangan	Indoor	Outdoor	O&M	Keterangan	Jumlah	
	Max(Suhu)	Max(Suhu)			PK	AC
Lantai 1	20,7	36,6	Pajar	AC Bulan Februari	9	3
Lantai 2	23,1	36,9	Riyadi	AC Bulan Maret	23,5	11
Lantai 3	23	35,8	Marsidi	AC Bulan April	28	16
<b>Total</b>					60,5	30

*Operational & Maintenance* AC PT. Intan Pariwara dilakukan 6 bulan sekali dan berjumlah 30 AC sehingga mampu mempengaruhi peningkatan energi listrik dikarenakan kinerja kompresor yang berlebihan karena kondisi AC yang belum tertangani perawatannya karena kotornya filter, dan habisnya refrigeran R22 atau R410a sehingga output yang dihasilkan oleh AC kurang sejuk bahkan panas karena kondisi ruangan yang banyak karyawan.

#### 4.4.7 Penjadwalan *Operational & Maintenance* AC PT. Intan Pariwara Klaten

Dengan melakukan pembaharuan jadwal perawatan berkala setiap 3 bulan sekali, maka mampu mengurangi peningkatan energi listrik pada pengkondisian udara agar kondisi indoor dan outdoor AC mampu bekerja secara normal. Untuk lebih detailnya dapat diperhatikan pada Tabel 4.19.

Tabel 4. 19 Penjadwalan *Operational & Maintenance* AC PT. Intan Pariwara Klaten

Tempat	O&M		Jumlah	Jumlah hari	Pelaksana
	Indoor	Outdoor	AC	Penanganan	
Lantai 1	Pembersihan dan Cuci	Kebocoran dan Refrigeran	40	49	Pajar
Lantai 2	Pembersihan dan Cuci	Kebocoran dan Refrigeran	71	49	Riyadi
Lantai 3	Pembersihan dan Cuci	Kebocoran dan Refrigeran	36	49	Marsidi
<b>Total</b>			147		

Penjadwalan *Operational & Maintenance* AC PT. Intan Pariwara Klaten dilakukan agar mampu mengurangi pemborosan energi listrik yang disebabkan oleh kinerja kompresor AC yang tidak normal akibat kotornya filter indoor dan habisnya refrigeran.

#### 4.4.8 Perbandingan PHE 1 Dan PHE 2

Hasil dari PHE 1 mampu mengurangi energi listrik dari PLN sebesar 419328 kWh/tahun. Dengan kapasitas panel surya sebesar 168000 Wp dan hasil analisis *BEP* 3,5 atau biaya investasi dari PT. Intan Pariwara Klaten sebesar Rp 914.667.500 mampu kembali modal/titik balik dalam waktu 3 tahun 5 bulan. Sedangkan hasil PHE 2 mampu mengurangi pemborosan energi listrik yang dihasilkan oleh AC dan membuat performa AC menjadi normal. Sehingga penjadwalan *Operational & Maintenance* AC mampu memberikan tingkat efisien dari energi listrik dan menambah kenyamanan karyawan dari segi suhu udara yang dihasilkan.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Hasil analisis telah yang dilakukan beberapa kesimpulan dari hasil audit energi, terkait dengan konsumsi energi, sistem pencahayaan, sistem pengkondisian udara PT. Intan Pariwara Klaten yang bisa penulis ambil antara lain:

*Report* kalkulasi konsumsi energi listrik dengan beberapa metode dan analisis data yang sudah dilakukan dapat disimpulkan meliputi:

1. Dari hasil audit energi awal menunjukkan bahwa nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) PT. Intan Pariwara Klaten menunjukkan pada kriteria “boros” dengan jumlah nilai IKE sebesar 230,7 kWh/m<sup>2</sup>/tahun. Sehingga perlu dilakukan audit energi rinci untuk mengantisipasi naiknya konsumsi energi listrik.
2. Berdasarkan hasil audit energi rinci, diperoleh kategori “efisien” dengan nilai IKE sebesar 99,7 kWh/m<sup>2</sup>/tahun tanpa harus mengurangi tingkat keamanan dan kenyamanan perusahaan.
3. Peluang hemat Energi (PHE) pada pencahayaan yang diimplementasikan pada penelitian audit energi PT. Intan Pariwara Klaten adalah dengan pemasangan panel surya berkapasitas 168000 Wp untuk mengganti sumber listrik dari PLN dengan penambahan instalasi listrik panel surya pada masing–masing gedung.
4. Peluang hemat Energi (PHE) pada pengkondisian udara dengan pembaharuan *operatinonal & maintenance* rutin setiap 3 bulan sekali sehingga mampu mengurangi peningkatan energi listrik pada AC dan membuat masa kerja AC lebih awet.

#### **5.2 Saran**

Secara garis besar hasil riset yang telah dilaksanakan pada PT. Intan Pariwara Klaten, saat ini dapat diberikan saran yang dapat menunjang perusahaan menjadi lebih efisien dan mahasiswa yang mengambil judul penelitian audit energi lebih baik menggunakan data–data historis yang sudah diperbaharui/revisi pihak yang bersangkutan dan menggunakan Peluang Hemat Energi (PHE) pada pencahayaan yang terbarukan yaitu panel surya dengan pencapaian efisiensi energi listrik yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Untoro, H. Gusmedi, and N. Purwasih, "Audit Energi dan Analisis Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Peralatan Listrik di Gedung Pelayanan Unila." vol. 8. No. 2, 2014.
- [2] J. T. Elektro, F. Teknik, and U. D. Nuswantoro, "Audit energi untuk efisiensi listrik di gedung b universitas dian nuswantoro semarang," pp. 1–7, 2005.
- [3] L. Nabitz and S. Hirzel, "Transposing The Requirements of the Energy Efficiency Directive on Mandatory Energy Audits for Large Companies : A Policy - Cycle - based review of the National Implementation in the EU-28 Member States," *Energy Policy*, no. October 2017, pp. 1–14, 2018.
- [4] J. Schleich and T. Fleiter, "Effectiveness of energy audits in small business organizations," *Resour. Energy Econ.*, 2017.
- [5] A. Kluczek, "Energy audits in industrial processes (Journal of Cleaner Production)," vol. 142, 2017.
- [6] R. Fitriadi and Y. Werdaningsih, "Audit Energi Dengan Pendekatan Metode Ahp ( Analytical Hierarchy Process ) Untuk Penghematan Energi Listrik ( Studi Kasus : PT . ABC )," no. 2015, pp. 126–134, 2016.
- [7] E. Ebtke, K. Energi, D. A. N. Sumber, and D. Mineral, "Audit Energi Di Pt . Suyuti Sido Maju Program Kerjasama Direktorat Jenderal Energi Baru , Terbarukan Dan Konservasi Dengan Pt . Rekadaya Sentra Mandiri.", 2011.
- [8] A. Marzuki and D. A. N. Rusman, "Audit Energi pada Bangunan Gedung Direksi PT . Perkebunan Nusantara XIII ( Persero )," vol. 8, pp. 184–196, 2012.
- [9] P. Studi, P. Teknik, and E. Fptk, "Analisis Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Penggunaan Energi Di Gedung Fpmipa Jica Universitas Pendidikan Indonesia Yadi Mulyadi , Anggi Rizki , Sumarto," vol. 12, no. 1, pp. 81–88, 2013.
- [10] A. Laut and R. Surabaya, "Audit Dan Konservasi Energi Pada Rumah Sakit," pp. 1–8, 2011.
- [11] J. S. Kumari, C. Sai, and A. K. Babu, "Design and Analysis of P & O and IP & O MPPT Techniques for Photovoltaic System," vol. 2, no. 4, pp. 2174–2180, 2012.
- [12] I. Pendahuluan and D. Semarang, "Audit Energi Pada Bangunan Gedung Rumah Sakit Dr . Karyadi Semarang," pp. 1–18, 2007.

- [13] A. A. Akbar, “Perhitungan susut daya pada sistem distribusi tegangan menengah saluran udara dan kabel,” vol. 17, no. 3, 2007.
- [14] A. Belly, C. Agusman, and B. Lukman, “Daya aktif, reaktif & nyata,” 2010.
- [15] P. Y. So, “E-Journal Graduate Unpar Part E – Social Science E-Journal Graduate Unpar Part E – Social Science,” vol. 1, no. 1, pp. 1–13, 2014.
- [16] J. P. Sriwijaya, “Energi Listrik, Penduduk, Ekonomi, Pembangunan, Hemat Energi.,” pp. 111–116, 2012.

## LAMPIRAN

Lampiran 0.1

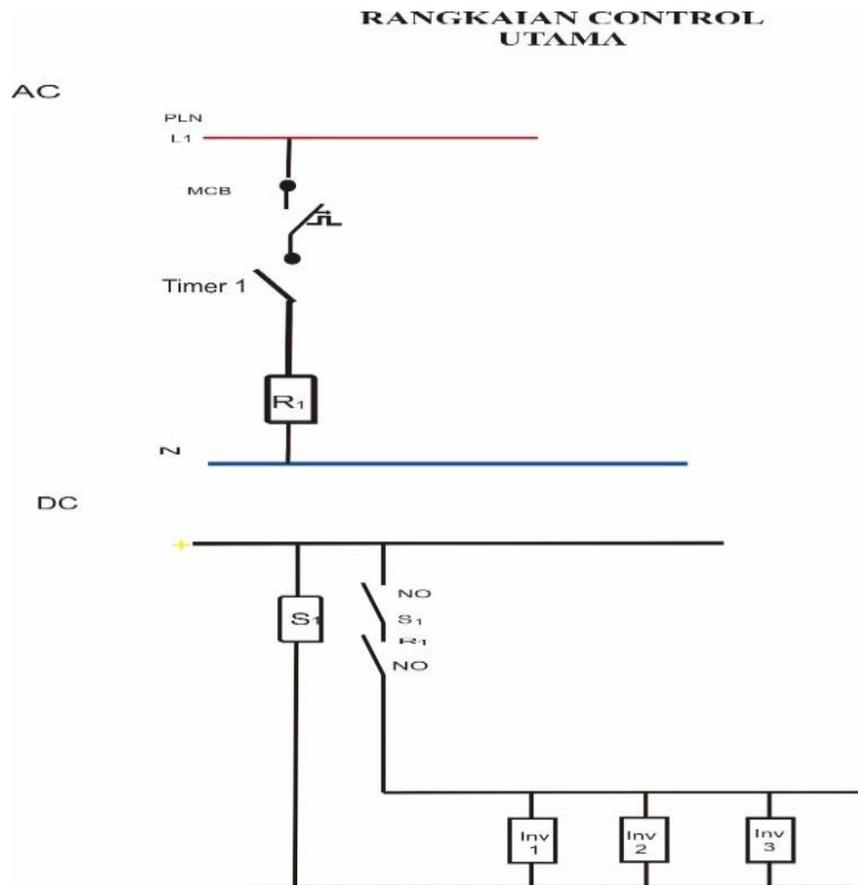
LOKASI		SPESIFIKASI LAMPU			JUMLAH	LUMEN
RUANG	TEMPAT	TYPE	Daya (W)	LAMPU	DAYA (W)	
Atlas IP 1 (tengah)	IP I dpn / lt 3	TL	36	23	828	252
Atlas IP 4	IP I dpn / lt 3	TL	36	4	144	162
PM IP	IP I dpn / lt 3	TL	36	4	144	337
TL IP 1 (Fisika)	IP I dpn / lt 3	TL	36	4	144	213
TL IP 3 (Matematika)	IP I dpn / lt 3	TL	36	5	324	161
Kreatif Desain	IP I dpn / lt 3	TL	36	6	216	165
Editor IP 1 (selatan timur)	IP I dpn / lt 3	TL	36	17	612	182
Bussines Strategic	IP I dpn / lt 2	TL	36	5	180	196
BOD (Tomy)	IP I dpn / lt 2	TL	36	6	216	260
AM	IP I dpn / lt 2	TL	36	2	72	137
Staf RM 1	IP I dpn / lt 2	TL	36	10	360	182
NSM SMP/SMA 1	IP I dpn / lt 2	TL	36	8	288	237
NSM TK/SD 1	IP I dpn / lt 2	TL	36	8	288	331
HRA	IP I dpn / lt 2	TL	36	6	216	110
NSM Toko Buku	IP I dpn / lt 2	TL	36	4	144	154
Perpustakaan IP	IP I dpn / lt 2	TL	36	7	252	100
BS & HRD 1	IP I dpn / lt 2	TL	36	4	144	120
Ruang Rapat Khusus	IP I dpn / lt 2	TL	36	2	72	145
LO & CS	IP I dpn / lt 2	TL	36	2	72	104
R. Rapat BOD (Parmanta)	IP I dpn / lt 2	TL	36	5	180	141
BOD (Parmanta)	IP I dpn / lt 2	TL	36	7	252	171
PABX	IP I dpn / lt 1	TL	36	8	288	97
Front Office IP 1	IP I dpn / lt 1	TL	36	4	144	250
Front Office IP 3	IP I dpn / lt 1	TL	36	5	180	109
R. Rapat VIP	IP I dpn / lt 1	TL	36	20	684	280
Pajak Pusat 1	IP I dpn / lt 1	TL	36	8	288	117
Proyek APBD	IP I dpn / lt 1	TL	36	4	144	220
Tim Proyek 1	IP I dpn / lt 1	TL	36	8	288	76
Tim Proyek 2	IP I dpn / lt 1	TL	36	6	216	150
Dirut	IP I dpn / lt 1	TL	36	8	288	163
Sekretaris Direktur	IP I dpn / lt 1	TL	36	4	144	204
R. Rapat BOD 1 (Nanang)	IP I dpn / lt 1	TL ,SL	36 , 18	8	216	297
BOD (Nanang)	IP I dpn / lt 1	TL	36	8	288	205
PM CP	CP / lt 2	TL	36	6	216	194
TL CP 1 (selatan timur)	CP / lt 2	TL ,SL	36 , 18	43	1494	99
Desain CP 1	CP / lt 2	SL	18	7	126	187
Perpustakaan CP	CP / lt 2	SL	18	3	54	50
Front Office CP 1	CP / lt 1	SL	18	10	180	129
R. Rapat CP	CP / lt 1	SL	18	9	162	115
PPC	CP / lt 1	TL	36	8	288	200
VOP	CP / lt 1	TL	36	2	72	268
R&D 1	CP / lt 1	TL	36	8	288	129

LOKASI		SPESIFIKASI LAMPU			JUMLAH	LUMEN
RUANG	TEMPAT	TYPE	Daya (W)	LAMPU	DAYA (W)	
Pajak CP	CP / lt 1	TL	36	12	432	251
Ruang Rapat Sekom	Sekom / lt 2 timur	TL	36	8	288	268
Sekom Lobi (selasar lt 2) 1	Sekom / lt 2	TL	36	8	288	58
Sekom (Audit) 1	Sekom / lt 2 barat	TL	36	12	432	274
Sekom Kas Besar 1	Sekom / lt 1	TL	36	12	432	274
Sekom (selasar lt 1) 1	Sekom / lt 1	TL	36	14	504	150
Sekom (selasar lt 1) 2	Sekom / lt 1	SL	18	7	126	173
Komisaris	Sekom / lt 1	TL	36	23	828	185
Aula (KH Dewantara) 1		TL	36	16	576	289
Produksi Majalah 1		TL	36	9	324	189
PM Majalah		TL	36	2	72	153
Jaladara 1		TL	36	8	288	190
Jaladara 2		TL	36	2	72	84
Gudang Logistik	Gudang D / lt 2	TL	36	4	144	158
Ruang Pelatihan 4	Gudang D / lt 2	TL	36	2	72	79
Kantor Logistik 1	Gudang D / lt 2	TL	36	2	72	102
Kantor Logistik 2	Gudang D / lt 2	TL	36	2	72	123
Utility	Ruang Panel Induk	TL	36	2	72	172
Staf Gudang 1		TL	36	2	72	172
Staf Gudang 2		TL	36	2	72	125
Ruang Rapat Kartini		TL	36	6	216	233
Nota Gudang		TL	36	6	216	233
Keuangan Gudang 1		TL	36	6	216	233
Keuangan Gudang 2		TL	36	4	144	222
Manager Finance	Vila Coklat / lt 1	TL	36	4	144	120
Korektor Keuangan 1	Vila Coklat / lt 1	TL,SL	36 , 18	10	306	90
BAM 1 (timur)	Vila Coklat / lt 1	TL	36	4	144	198
BAM 2 (barat)	Vila Coklat / lt 1	TL	36	2	72	126
Manager Accounting	Vila Coklat / lt 1	TL	36	2	72	173
Kabag Pajak Keu	Vila Coklat / lt 2	TL	36	2	72	256
Pajak Keuangan (dalam)	Vila Coklat / lt 2	TL	36	4	144	93
Pajak Keuangan (luar)	Vila Coklat / lt 2	TL	36	2	72	274
GM Keuangan	Vila Coklat / lt 2	TL	36	5	180	135
Keuangan Proyek CTPA 1	IP II / lt 2	TL	36	5	180	135
Keuangan Proyek CTPA 2	IP II / lt 2	TL	36	8	288	234
Analisis Regular 1	IP II / lt 2	TL	36	8	288	234
Analisis Regular 2	IP II / lt 2	TL	36	2	72	140
PM Mulok	IP II / lt 2	TL	18	5	90	165
Produksi Mulok 1	IP II / lt 2	TL	18	3	54	111
Produksi Mulok 2	IP II / lt 2	TL	18	1	18	211
Server IP 1	IP I belakang / lt 2	TL	36	1	36	211
Server IP 2	IP I belakang / lt 2	TL	36	8	288	230
EDP 1	IP I belakang / lt 2	TL	18	8	144	230
EDP 2	IP I belakang / lt 2	TL	36	7	252	149
EDP 5 (timur)	IP I belakang / lt 2	TL	18	6	108	209
EDP 6 (intan online)	IP I belakang / lt 2	TL	36	4	144	150
Penyelia / Divisi Kasus	IP I belakang / lt 2	TL	36	9	324	134

LOKASI		SPESIFIKASI LAMPU			JUMLAH	LUMEN
RUANG	TEMPAT	TYPE	Daya (W)	LAMPU	DAYA (W)	
Internal Audit 1 (timur)	IP I belakang / lt 2	TL	36	9	324	134
Aula Kantin 2	IP I belakang / lt 2	SL	18	16	228	133
Aula Kantin 3	IP I belakang / lt 2	TL	36	3	108	162
TAKA 1	IP II / lt 3	TL	18	11	198	477
Desain Pakar Raya 1	IP II / lt 3	TL	18	12	216	101
TL Pakar Raya 1	IP II / lt 3	TL	18	12	216	101
PM Pakar Raya 1	IP II / lt 3	TL	18	4	72	277
Ruang Istirahat Sopir	Dekat Trafo Induk	TL	36	1	36	217
Ruang Rekaman		SL	18	6	108	148

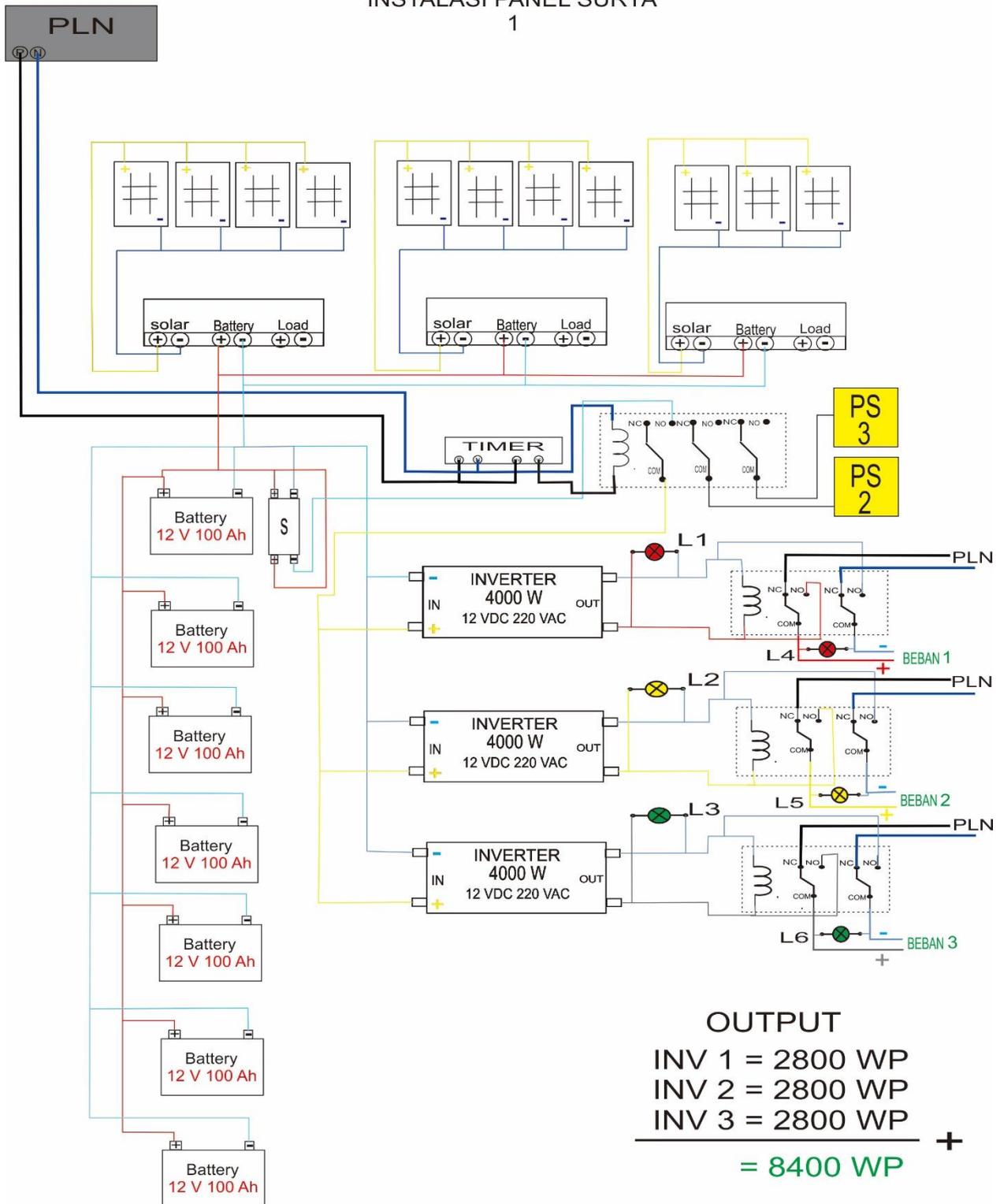
Hasil Pengukuran Pencahayaan Lampu Ruangan PT. Intan Pariwara Klaten

Lampiran 0.2



Rangkaian Control Utama

INSTALASI PANEL SURYA  
1



Instalasi Panel Surya 1