



# JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO

**PENERAPAN IPTV PADA JARINGAN SERAT OPTIK FTTH**

(Sri Hartanto)

**AUDIT ENERGI UNTUK PENGGUNAAN DAYA LISTRIK PADA GEDUNG PERKANTORAN PT. ASTRA OTOPARTS TBK JAKARTA**

(Leni Devera Asrar, Suwito , Zulkifli )

**RANCANG BANGUN ALAT SINKRON UNTUK MENGGABUNGAN DUA GENERATOR TIGA FASA**

(Banu Dwi Rahman, Ahmad Rofii)

**RANCANG BANGUN SISTEM JEMURAN OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO**

(Yosef Cafasso Yuwono, Syah Alam)

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING RUMAH BERBASIS ARDUINO WEBSERVER DAN SERIAL KAMERA VC0706**

(Indra Pramudita, Herwin Hutapea)

**ANALISIS JENIS MATERIAL DINDING BATU BATA PADA BANGUNAN TERHADAP DAYA PANCAR SINYAL WIFI**

(Kukuh Aris Santoso, Rajes Khana)

**IOT BERBASIS SISTEM SMART HOME MENGGUNAKAN NODEMCU V3**

(Muhammad Aluh, Lita Lidyawati)

**RANCANG BANGUN KIT PRAKTIKUM PLC SCHNEIDER M221 di LABORATORIUM OTOMASI**

(Arizal Rahman, Nasrun Haryanto)

**ANALISA PERBANDINGAN PENGUKURAN MARGIN SINYAL DVB-S2 PADA SATELIT ASIASAT 9**

(Kun Fayakun, Alfian Afandi, Fida Afifah, Harry Ramza)



Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

Jurnal Kajian Teknik Elektro

Vol.3

No.2

Hal.67-172

September- Februari 2019

E-ISSN 2502-8464

# **JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO**

Vol.3 No.2

E - ISSN 2502-6484

---

## **Susunan Team Redaksi Jurnal Kajian Teknik Elektro**

### **Pemimpin redaksi**

Setia Gunawan

### **Dewan Redaksi**

Syah Alam  
Ikhwanul Kholis  
Ahmad Rofii  
Rajesh Khana

### **Redaksi Pelaksana**

Kukuh Aris Santoso

### **English Editor**

English Center UTA`45 Jakarta

### **Staf Sekretariat**

Dani  
Suyatno

### **Alamat Redaksi**

Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta  
Jl.Sunter Permai Raya, Jakarta Utara, 14350, Indonesia  
Telp: 021-64715666-64717302, Fax:021-64717301

# JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO

Vol.3 No.2

E - ISSN 2502-6484

## DAFTAR ISI

<b>PENERAPAN IPTV PADA JARINGAN SERAT OPTIK FTTH</b>	67
(Sri Hartanto)	
<b>AUDIT ENERGI UNTUK PENGGUNAAN DAYA LISTRIK PADA GEDUNG PERKANTORAN PT. ASTRA OTOPARTS TBK JAKARTA</b>	77
(Leni Devera Asrar, Suwito , Zulkifli )	
<b>RANCANG BANGUN ALAT SINKRON UNTUK MENGGABUNGAN DUA GENERATOR TIGA FASA</b>	92
(Banu Dwi Rahman, Ahmad Rofii)	
<b>RANCANG BANGUN SISTEM JEMURAN OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO</b>	104
(Yosef Cafasso Yuwono, Syah Alam)	
<b>RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING RUMAH BERBASIS ARDUINO WEBSERVER DAN SERIAL KAMERA VC0706</b>	114
(Indra Pramudita, Herwin Hutapea)	
<b>ANALISIS JENIS MATERIAL DINDING BATU BATA PADA BANGUNAN TERHADAP DAYA PANCAR SINYAL WIFI</b>	127
(Kukuh Aris Santoso, Rajes Khana)	
<b>IOT BERBASIS SISTEM SMART HOME MENGGUNAKAN NODEMCU V3</b>	138
(Muhammad Aluh, Lita Lidyawati)	
<b>RANCANG BANGUN KIT PRAKTIKUM PLC SCHNEIDER M221 di LABORATORIUM OTOMASI</b>	150
(Arizal Rahman, Nasrun Haryanto)	
<b>ANALISA PERBANDINGAN PENGUKURAN MARGIN SINYAL DVB-S2 PADA SATELIT ASIASAT 9</b>	162
(Kun Fayakun, Alfani Afandi, Fida Afifah, Harry Ramza)	

## AUDIT ENERGI UNTUK PENGGUNAAN DAYA LISTRIK PADA GEDUNG PERKANTORAN PT. ASTRA OTOPARTS TBK JAKARTA

**Leni Devera Asrar<sup>1)</sup>, Suwito<sup>1)</sup>, Zulkifli<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,

Email : [leniasrar@gmail.com](mailto:leniasrar@gmail.com)

### ABSTRAK

Energi listrik sangat strategis mendukung produktivitas perkembangan ekonomi mengingat energi listrik sangat mendukung fasilitas industri dan bisnis modern. Penggunaan energi listrik untuk gedung sangatlah penting untuk beban listrik berat seperti lampu penerangan, AC, komputer, printer dan lainnya. Tulisan ini membahas perhitungan audit energi penggunaan daya listrik di gedung perkantoran PT. Astra Otoparts Tbk Jakarta berdasarkan pemakaian, jenis penerangan serta pemakaian listrik pada beban puncak dan luar beban puncak. Metodologi yang digunakan dengan asumsi pola pemakaian beban AC maupun lampu rata-rata pemakaian 8 jam sehari dan peran serta SDM dalam penghematan energi listrik yaitu dengan mematikan AC dan lampu penerangan setelah digunakan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa konsumsi energi listrik pada tahun 2015, 2016 dan 2017 berturut turut 1.068.444 kWh, 991.752 kWh dan 995.280 kWh. Penggunaan listrik mengalami peningkatan pada tahun 2017, karena sejak bulan Juli hingga Desember 2017 banyak kegiatan renovasi. Jika dilakukan penggantian lampu LED dan AC R-410A, biaya listrik per tahun sebesar Rp. 1.103.691.173,- sehingga menghemat 15,18% dari total biaya listrik menggunakan lampu konvensional dan AC R-22 Rp. 1.301.237.256,-. Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada tahun 2015, 2016 dan 2017 berturut turut 79,60 kWh/m<sup>2</sup>, 85,76 kWh/m<sup>2</sup> dan 79,88 kWh/m<sup>2</sup>, namun karena nilai IKE masih kurang dari 95 kWh/m<sup>2</sup> sebagai batas standar, maka PT. Astra Otoparts Tbk Jakarta masih tergolong sangat efisien.

**Kata kunci** : *audit energi, analisis ekonomi, gedung, PT. Astra Otopart Tbk.*

### ABSTRACT

The electrical energy is very urgent to support the productivity of economy development, since the energy supports industrial facilities and modern business. The use of electricity in the buildings for lamps, AC, computers, printers and others is mandatory. This paper describes an audited energy to analyse the use of electricity in the buildings of PT. Astra Otopart Tbk Jakarta based on its use, varieties of lamps, and the use of electricity in and out of peak loads. The methodology use is based on the 8-hour daily average use and the role of staffs to save energy by switching off AC and lamps after use. The results showing the electricity consumption for years 2015, 2016 and 2017 are 1,068,444 kWh, 991,752 kWh and 995,280 kWh, respectively. The electricity use in 2017 increased a bit, since from July to December 2017, there was a repairing activity. If all LED lamps and AC R-410A used, the budget for electricity decreased 15.18%. In addition, the values of energy consumption intensity (IKE) for 2015, 2016 and 2017 are 79,60 kWh/m<sup>2</sup>, 85,76 kWh/m<sup>2</sup> dan 79,88 kWh/m<sup>2</sup>, respectively. Finally, since all IKEs are still below the standard of 95 kWh/m<sup>2</sup>, PT. Astra Otopart Tbk Jakarta is considered to be very efficient in terms of using electricity.

**Keyword** : *audited energy, economy analysis, buildings, PT. Astra Otopart Tbk.*

*Naskah Diterima* : 03 September 2018

*Naskah Direvisi* : 15 Oktober 2018

*Naskah Diterbitkan* : 23 Oktober 2018

## 1 PENDAHULUAN

Energi listrik sangat strategis untuk mendukung produktivitas perkembangan ekonomi, dengan demikian penggunaan listrik merupakan keharusan dan keberadaannya tidak dapat dihindari mengingat energi listrik sangat mutlak mendukung fasilitas industri dan bisnis modern. Penggunaan energi listrik untuk gedung-gedung sangatlah penting untuk beban listrik berat seperti lampu penerangan, air condition, computer, printer dan lainnya di PT. Astra Otopart Tbk dan penggunaan listrik di PT. Astra Otoparts Tbk telah meningkat dari tahun ke tahun. Tulisan ini membahas perhitungan *audited energy* penggunaan listrik di PT. Astra Otoparts Tbk. Dalam analisis ini digunakan perhitungan berdasarkan pemakaian, jenis penerangan serta pemakaian listrik pada beban puncak dan luar beban puncak. Metodologi yang digunakan adalah dengan asumsi pola pemakaian beban AC (*Air Conditioner*), maupun lampu yang rata-rata 8 jam dalam sehari serta peran serta SDM sangatlah penting dalam penghematan energi listrik dengan cara mematikan AC (*Air Conditioner*) dan lampu penerangan setelah digunakan. Mengingat begitu besar dan pentingnya manfaat energi listrik sedangkan sumber energi pembangkit listrik terutama yang berasal dari sumber daya tak terbarui keberadaannya terbatas, maka guna menjaga kelestarian sumber energi listrik secara optimal dengan mengacu pada PP berbentuk Inpres No. 10 Tahun 2005 tentang penghematan energi. Untuk menanggulangi pemborosan pemakaian energi menyebabkan biaya tagihan listrik membesar serta untuk mengetahui besarnya peluang penghematan energi, maka PT. Astra Otopart Tbk perlu melakukan efisiensi energi. Untuk menghindari meluasnya permasalahan maka telah dihitung intensitas konsumsi energy (IKE), sistem pencahayaan dan sistem tata udara beserta peluang penghematan yang dapat dilakukan di PT Astra Otoparts Tbk. Makalah ini membahas profil penggunaan energy, IKE dan menganalisis peluang penghematan yang dapat diperoleh. Dengan metodologi mengumpulkan data seluruh pemakaian energi listrik dari seluruh fasilitas di PT. Astra Otopart Tbk dari tahun 2015 sampai dengan 2017, maka perhitungan IKE dapat dilakukan dan sekaligus memperoleh kiat-kiat untuk melakukan efisiensi terhadap penggunaan energi listrik mulai tahun 2018. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan energi listrik tahun 2015 sampai dengan 2017 di PT. Astra Otoparts Tbk cukup efisien.

## 2 STUDI LITERATUR

Audit energi adalah kegiatan mengidentifikasi dimana dan berapa energi yang digunakan serta langkah-langkah apa yang dapat dilakukan dalam rangka konservasi energi pada suatu pengguna energi. Untuk menghitung besarnya konsumsi energi listrik pada bangunan gedung serta untuk mengenali atau mengetahui langkah-langkah penghematan energi yang dapat diambil agar tercapai efisiensi pemakaian energi listrik dapat dilakukan melalui kegiatan audit energi<sup>[1]</sup>. Arti lain adalah prosedur pengukuran dan pencatatan penggunaan energi secara sistematis dan berkesinambungan, melalui pengumpulan data kemudian diikuti dengan analisis dan kegiatan konservasi energi yang akan dilaksanakan. Kegiatan audit energi dimulai dari survey data sederhana hingga pengujian data yang sudah ada secara rinci, dianalisis dan dirancang untuk menghasilkan data baru. Melalui audit energi, kita dapat memperoleh potret penggunaan energi pada sebuah gedung yaitu gambaran mengenai jenis, jumlah penggunaan energi peralatan energi, intensitas energi, maupun data-data lainnya.

Beberapa istilah yang digunakan dalam pelaksanaan audit energi pada bangunan gedung, diantaranya adalah konsumsi energi bangunan, yaitu besarnya energi yang digunakan oleh bangunan gedung dalam periode tertentu waktu tertentu dan merupakan perkalian antara daya terpakai dan waktu pemakaian. Persamaan konsumsi energi bangunan jika dalam 1 tahun <sup>[1]</sup> adalah :

$$W = (P \times t \times 365 \text{ hari}) / 1000 \quad \dots\dots\dots (1)$$

dimana,

- W = Konsumsi energi bangunan (kWh)  
 P = Daya listrik (Watt)  
 t = Waktu pemakaian (jam)

Besarnya tingkat konsumsi energi masing-masing pada bangunan, dapat dihitung menggunakan persamaan dan untuk prosentase penurunan dan kenaikan dihitung<sup>[2]</sup> berikut ini:

$$P_{pe} = \frac{W_{(awal-akhir)}}{W_{awal}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$P_{pe} = \frac{W_{(akhir-awal)}}{W_{awal}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

- P<sub>pe</sub> = Profil penggunaan energi (%)  
 W<sub>(awal)</sub> = Konsumsi energi tahun sebelumnya (kWh)  
 W<sub>(akhir)</sub> = Konsumsi energi tahun setelahnya (kWh)

Selain hal di atas diperlukan perhitungan intensitas konsumsi energi (IKE, kW/m<sup>2</sup>) yang menyatakan besarnya pemakaian energi dalam bangunan gedung dan per meter persegi per bulan atau per tahun. Nilai IKE ini penting untuk dijadikan tolak ukur dalam menghitung potensi penghematan energi yang mungkin diterapkan di tiap ruangan atau seluruh area bangunan. Melalui perbandingan nilai IKE bangunan gedung dengan standar bisa diketahui tingkat efisiensi sebuah ruangan atau keseluruhan gedung dalam proses konservasi energi. Persamaan yang digunakan untuk menghitung IKE setiap bulan dan setiap tahun dengan formula berikut <sup>[1]</sup>

$$IKE = \frac{\text{Energi Listrik (kWh/Bulan)}}{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$IKE = \frac{\text{Energi Listrik (kWh/Tahun)}}{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}} \quad \dots\dots\dots (5)$$

IKE : Intensitas konsumsi energi bangunan (kWh/m<sup>2</sup>)

Menurut Pedoman Pelaksanaan Konservasi Energi dan Pengawasannya di lingkungan Departemen Pendidikan Nasional yang diacu dari Standar Nasional Indonesia (SNI), nilai IKE dari suatu bangunan gedung digolongkan dalam dua kriteria, yaitu untuk bangunan ber-AC dan bangunan tidak ber-AC [2].

Tabel 1. Kriteria IKE Bangunan Gedung ber-AC

Kriteria	Keterangan
Sangat Efisien (50 – 95) kWh/m <sup>2</sup> /Tahun	a) Desain gedung sesuai standar tata cara perencanaan teknis konservasi energi b) Pengoperasian peralatan energi dilakukan dengan prinsip-prinsip manajemen energy
Efisien (95 – 145) kWh/m <sup>2</sup> /Tahun	a) Pemeliharaan gedung dan peralatan energi dilakukan sesuai prosedur b) Efisiensi penggunaan energi masih mungkin ditingkatkan melalui penerapan sistem manajemen energi terpadu
Agak Boros (145 – 175) kWh/m <sup>2</sup> /Tahun	a) Audit energi perlu dipertimbangkan untuk menentukan perbaikan efisiensi yang mungkin dilakukan b) Desain bangunan maupun pemeliharaan dan pengoperasian gedung belum mempertimbangkan konservasi energi
Boros (175 – 285) kWh/m <sup>2</sup> /Tahun	a) Audit energi perlu dipertimbangkan untuk menentukan langkah-langkah perbaikan sehingga pemborosan energi dapat dihindari b) Instalasi peralatan dan desain pengoperasian dan pemeliharaan tidak mengacu pada penghematan energi
Sangat Boros (285 – 450) kWh/m <sup>2</sup> /Tahun	a) Agar ditinjau ulang atas semua instalasi / peralatan energi serta penerapan manajemen energi dalam pengelolaan bangunan b) Audit energi adalah langkah awal yang perlu dilakukan

Tabel 2 Kriteria IKE Bangunan Gedung tidak ber-AC

Kriteria	Keterangan
Efisien (10 – 25) kWh/m <sup>2</sup> /Tahun	a) Pengelolaan gedung dan peralatan energi dilakukan dengan prinsip konversi energi listrik b) Pemeliharaan peralatan energi dilakukan sesuai dengan prosedur c) Efisiensi penggunaan energi masih mungkin ditingkatkan melalui penerapan sistem manajemen energi

Cukup Efisien (20 – 30) kWh/m <sup>2</sup> /Tahun	a) Penggunaan energi cukup efisien namun masih memiliki peluang konservasi energi b) Perbaiki efisiensi melalui pemeliharaan bangunan dan peralatan energi masih dimungkinkan
Boros (30 – 40) kWh/m <sup>2</sup> /Tahun	a) Audit energi perlu dilakukan untuk menentukan langkah-langkah perbaikan sehingga pemborosan energi dapat dihindari b) Desain bangunan maupun pemeliharaan dan pengoperasian gedung belum mempertimbangkan konservasi energi
Sangat Boros (40 – 50) kWh/m <sup>2</sup> /Tahun	a) Instalasi peralatan, desain pengoperasian dan pemeliharaan tidak mengacu pada penghematan energi b) Agar dilakukan peninjauan ulang atas semua instalasi / peralatan energi serta penerapan manajemen energi dalam pengelolaan bangunan c) Audit energi adalah langkah awal yang perlu dilakukan

Biaya energi listrik bangunan gedung merupakan biaya yang dikeluarkan oleh suatu bangunan gedung yang berkaitan dengan besarnya konsumsi energi listrik yang digunakan dalam periode waktu tertentu yang dinyatakan dalam persamaan <sup>[2]</sup>.

$$\text{Biaya konsumsi energi (Rp/kWh)} = \frac{\text{Biaya listrik (Rp)}}{\text{Energi listrik (kWh)}} \dots\dots\dots (6)$$

Dalam audit energi ini tarif listrik merupakan besar nilai yang dikenakan oleh konsumen yang menggunakan energi listrik yang bersumber dari PLN. Berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 09 Tahun 2014, tarif tenaga listrik ditetapkan berdasarkan golongan tarif untuk keperluan pelayanan sosial, rumah tangga, bisnis, industri, kantor pemerintah dan penerangan jalan umum dan tegangan menengah, dengan daya di atas 200 VA. Biaya listrik yang dibayarkan konsumen terdiri atas dua komponen, yaitu biaya awal untuk mendapatkan suplai listrik oleh pihak penyedia listrik pertama kali, maka konsumen harus membayar biaya awal. Biaya awal terdiri atas biaya penyambungan dan biaya jaminan listrik. Adapun biaya perbulan (pemakaian) biaya yang dibayarkan oleh konsumen setiap bulan, biaya ini terdiri dari beban (abodemen), biaya pemakaian (kWh), biaya kelebihan pemakaian (kVarh), biaya pemakaian trafo (jika ada) dan biaya lain-lain yang terdiri dari biaya pajak penerangan jalan, biaya materai dan biaya pajak pertambahan nilai. Adapun PT. Astra Otoparts, Tbk termasuk ke dalam golongan untuk bisnis besar pada tegangan menengah (B3-TM) kontrak daya sebesar 970 kVA maka tarif dasar listrik yang diberlakukan seperti pada tabel 3 <sup>[3]</sup>.

Pemakaian daya listrik dalam waktu 24 jam terbagi dalam 2 (dua) jenis waktu pemakaian atau pembebanan, yaitu: WBP (Waktu Beban Puncak) adalah waktu tertentu tingkat pemakaian daya listrik pada konsumen mencapai puncak kapasitas

pembebanan (jam 18.00 WIB sampai dengan 22.00 WIB) dan LWBP (Luar Waktu Beban Puncak) adalah waktu tertentu tingkat pemakaian daya listrik pada konsumen saat masih dibawah puncak kapasitas pembebanan (jam 22.00 WIB sampai dengan 18.00 WIB).

Tabel 3. Tarif dasar listrik untuk keperluan bisnis berlaku Juli – September 2017

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)	
1.	R-1/TR	900 VA-RTM	*)	1.352,00	1.352,00
2.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.467,28	1.467,28
3.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.467,28	1.467,28
4.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.467,28	1.467,28
5.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.467,28	1.467,28
6.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
7.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = $1.035,78$ kVArh = $1.114,74$ ****)	.
8.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = $1.035,78$ kVArh = $1.114,74$ ****)	.
9.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LWBP = $996,74$ kVArh = $996,74$ ****)	.
10.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
11.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = $1.035,78$ kVArh = $1.114,74$ ****)	.
12.	P-3/TR		*)	1.467,28	1.467,28
13.	L/TR, TM, TT		.	1.644,52	.

Dalam audit energi Beban-beban Listrik juga dimasukkan dalam perhitungan dan didefinisikan sebagai tenaga listrik yang didistribusikan ke pelanggan (konsumen) listrik digunakan untuk bermacam-macam peralatan atau disebut juga beban listrik. Beban-beban listrik tersebut membutuhkan tenaga listrik sebagai sumber energinya agar dapat melakukan kerja. Secara umum beban-beban listrik dapat dibagi menjadi<sup>[4]</sup> yaitu sistem penerangan dan sistem non penerangan. Sistem penerangan disebut juga sistem pencahayaan, yaitu suatu sistem yang berkaitan dengan tata cahaya dan merupakan salah satu sistem yang sangat vital pada suatu bangunan, karena sangat mempengaruhi kenyamanan, kualitas kerja, dan produktifitas dalam bekerja. Sistem pencahayaan yang baik dapat dilihat dari tiga aspek yaitu: kualitas, kuantitas, dan efisiensi konsumsi energi listriknya. Sistem pencahayaan dibagi menjadi dua yaitu sistem pencahayaan alami dan sistem pencahayaan buatan. Sistem pencahayaan alami sumbernya berasal dari sinar matahari atau

cahaya alami secara langsung. Sistem pencahayaan buatan sumbernya berasal dari cahaya selain cahaya alami, contohnya lampu.

Lampu merupakan contoh beban listrik dari sistem penerangan dan berdasarkan SNI 03-6575-2001, SNI tentang tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung, lampu listrik dapat dikategorikan dalam dua golongan, yaitu : lampu pijar dan lampu pelepasan gas. Lampu pijar menghasilkan cahayanya dengan pemanasan listrik dari kawat filamennya pada temperatur yang tinggi. Lampu pelepasan gas bekerja berdasarkan pelepasan elektron secara terus menerus di dalam uap yang diionisasi, kadang-kadang dikombinasikan dengan fosfor yang dapat berpendar dan biasa menggunakan ballast sebagai pembatas arus pada sirkit lampu. Sementara itu, beban non penerangan umumnya berupa peralatan listrik yang membutuhkan energi listrik yang besar. Dibawah ini merupakan beban non penerangan yang umum digunakan, yaitu : *Air Conditioner, pompa, lift, computer*.

Daya Listrik Pemakaian daya listrik terdiri dari tiga bagian yaitu daya aktif (*active power*), daya reaktif (*reactive power*) dan daya semu (*apparent power*). Secara sederhana dapat dibayangkan bahwa daya aktif merupakan daya yang dipakai oleh beban, sedangkan daya reaktif merupakan daya yang diserap tapi tidak digunakan untuk melakukan kerja karena beban tidak dapat menggunakan semua daya yang disediakan oleh penyedia listrik<sup>[5]</sup>. Daya aktif adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt. Persamaan untuk mendapatkan nilai daya aktif dalam sistem satu fasa dan 3 fasa adalah:

$$P = V \times I \times \cos \varphi \text{ dan } P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \quad \dots\dots\dots (7)$$

Daya Reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Satuan daya reaktif adalah Var. Persamaan untuk mendapatkan nilai daya reaktif dalam sistem satu dan tiga fasa adalah:

$$Q = V \times I \times \sin \varphi \text{ dan } Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \varphi \quad \dots\dots\dots (8)$$

Daya Semu (*Apparent Power*) adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan dan arus dalam suatu jaringan. Satuan daya semu adalah VA dan formula untuk satu dan tiga fasa adalah sebagai berikut:

$$S = V \times I \text{ dan } S = \sqrt{3} V \times I \quad \dots\dots\dots (9)$$

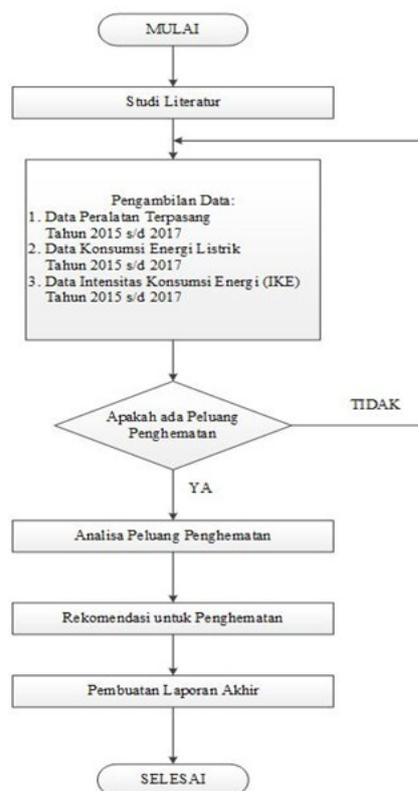
Peluang Hemat Energi dihitung besar Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik dan disusun profil penggunaan energi bangunan. Besarnya IKE hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan standar IKE yang digunakan (target IKE). Apabila besarnya IKE hasil perhitungan sama atau kurang dari target IKE, maka kegiatan audit energi rinci dapat dihentikan atau diteruskan dengan tujuan mendapatkan nilai IKE yang lebih rendah lagi<sup>[6]</sup>. Namun apabila hasil perhitungan IKE lebih besar dari target IKE berarti ada peluang untuk melanjutkan proses audit energi rinci guna memperoleh penghematan energi. Hal selanjutnya yang harus dilakukan adalah membuat sebuah daftar peluang penghematan energi yang mungkin dapat dilakukan peluang penghematan energi yang tidak dapat diimplementasikan atau yang tidak

diinginkan harus dihilangkan dari daftar dan peluang penghematan yang tersisa selanjutnya akan evaluasi atau dianalisis. Analisis peluang hemat energi dilakukan dengan cara membandingkan potensi perolehan hemat energi dengan biaya yang harus dibayar untuk pelaksanaan rencana penghematan energi yang direkomendasikan. Penghematan energi pada bangunan gedung tidak dapat diperoleh begitu saja dengan cara mengurangi kenyamanan penghuni gedung ataupun produktivitas di lingkungan kerja. Analisis peluang hemat energi dapat dilakukan dengan usaha antara lain Rekomendasi Hemat Energi.

Setelah melakukan survei dan menganalisa data penggunaan energi maka hal selanjutnya yang harus dilakukan adalah membuat suatu rekomendasi hemat energi. Rekomendasi ini merupakan usulan-usulan yang dapat dilakukan perusahaan atau pemilik gedung untuk memperbaiki efisiensi penggunaan energi di bangunan gedung tersebut. Secara umum, rekomendasi dapat berupa mengganti sistem, perbaikan sistem dan memasang peralatan baru. Berdasarkan EMO (*Energy Management Opportunity*), rekomendasi dapat dibagi menjadi tiga kategori berdasarkan *capital cost*-nya, yaitu kategori 1: meliputi *no cost investment* dan tidak mengubah operasional sistem; kategori 2: meliputi *low cost investment* dengan sedikit perubahan atau perbaikan pada sistem dan kategori 3: meliputi *high cost investment* dengan beberapa perubahan dan perbaikan pada sistem.

### 3 METODOLOGI PENELITIAN

Dalam analisis ini, Audit Energi untuk analisis ekonomi dilakukan dengan tahapan seperti digambarkan diagram alir berikut :



Gambar 1. Diagram alir perhitungan audit energi

Secara garis besar diagram alir penelitian dapat digambarkan seperti diatas, yaitu terdiri dari beberapa tahapan, Studi Literatur, dalam tahap ini dilakukan semua jenis pembelajaran studi yaitu melalui jurnal-jurnal yang memiliki kasus sejenis, dokumen-dokumen, maupun melalui sumber internet dan buku-buku yang dapat dijadikan sebagai acuan dalam melakukan penelitian ini. Dilanjutkan dengan pengumpulan data historis tentang konsumsi energi listrik yang dicatat selama ini oleh pihak pengelola dapat memberikan informasi berharga bagi peneliti untuk mengetahui variasi konsumsi dan kebutuhan energi listrik. Data harian atau data bulanan dikumpulkan, sehingga dapat diketahui konsumsi dan biaya energi listrik. Data-data historis kelistrikan biasanya dikumpulkan melalui rekening listrik bulanan selama setahun. Dilanjutkan dengan pengukuran dan objek yang perlu diukur meliputi konsumsi energi, intensitas pencahayaan, serta besaran konsumsi energi sistem tata udara dan tata cahaya. Terakhir adalah survey dilakukan dengan cara mengidentifikasi jenis dan spesifikasi peralatan yang menggunakan energi listrik di gedung perkantoran PT Astra Otoparts Tbk.

Pengolahan data dan dalam tahap ini melakukan pengolahan hasil dari pencarian dan pengumpulan data-data. Dari data-data tersebut akan didapat beberapa parameter yang selanjutnya digunakan untuk perhitungan konsumsi energi listrik. Parameter yang dimaksud adalah besarnya daya yang terpakai dari beban-beban listrik yang terpasang, lamanya waktu pemakaian beban-beban listrik dan jumlah banyaknya pemakaian beban listrik. Mengenali kemungkinan peluang penghematan dan dalam tahap ini menindaklanjuti hasil dari pengolahan dan perhitungan besarnya IKE. Besarnya IKE hasil perhitungan dibandingkan terhadap IKE standar atau target. Apabila hasilnya sama atau kurang dari IKE target, maka kegiatan audit ini dapat dihentikan atau bisa diteruskan dengan harapan memperoleh IKE yang lebih rendah lagi. Apabila hasilnya lebih dari IKE target, berarti ada peluang untuk melanjutkan proses audit guna memperoleh penghematan energi.

Analisis Data berupa Analisa Deskriptif yaitu Merupakan metode analisis yang digunakan dengan tujuan untuk memperoleh gambaran secara mendalam dan objektif mengenai objek penelitian. Untuk mempermudah memaparkan hasil analisis ini disajikan dalam bentuk tabulasi, gambar, matriks sesuai dengan hasil pengamatan. Analisa IKE dan perhitungan intensitas konsumsi energi listrik dilakukan dengan cara membandingkan dengan standar yang telah ditetapkan dalam SNI. Perhitungan dapat dilakukan melalui dua pendekatan yaitu perhitungan IKE listrik tahunan dan IKE listrik bulanan. Hasil perhitungan IKE listrik pada gedung perkantoran PT. Astra Otopart Tbk dibandingkan dengan IKE SNI. Jika nilai IKE hasil pengukuran lebih besar dari IKE benchmark maka penggunaan energi listrik semakin tidak efisien.

Analisa peluang penghematan dan rekomendasi apabila peluang penghematan energi telah dikenali, selanjutnya perlu ditindaklanjuti dengan analisa peluang penghematan energi, yaitu dengan membandingkan potensi perolehan hemat energi dengan biaya yang harus dibayarkan untuk pelaksanaan rencana penghematan energi yang direkomendasikan. Penghematan energi pada bangunan tidak berarti mengurangi tingkat kenyamanan penghuni. Analisa peluang hemat energi dilakukan dengan upaya-upaya mengurangi sekecil mungkin penggunaan energi (mengurangi kW dan jam operasi), memperbaiki kinerja peralatan dan penggunaan sumber energi yang murah. Akhirnya, analisis finansial untuk mengukur konsumsi energi, biaya penggunaan energi, penghematan energi dan studi kelayakan investasi. Melalui analisis ini dapat diketahui besar energi yang dikonsumsi oleh suatu sistem, biaya penggunaan, penghematan biaya jika menerapkan audit energi.

#### 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

PT. Astra Otopart Tbk merupakan sebuah group perusahaan yang bergerak dibidang produksi serta distribusi suku cadang kendaraan bermotor baik kendaraan roda empat maupun roda dua. PT. Astra Otoparts Tbk menjadi yang terkemuka karena perkembangan usaha yang dijalankan sangat pesat. PT. Astra Otopart Tbk terletak di Jalan Raya Pegangsaan Dua KM 2,2 Kelapa Gading Jakarta Utara. Apabila dilihat dari struktur gedungnya PT. Astra Otopart Tbk terdiri dari 3 lantai, dengan ketinggian setiap lantainya 3 meter. Adapun informasi yang didapat mengenai spesifikasi dan data-data dari gedung PT. Astra Otopart Tbk adalah sebagai berikut:

- a. Luas bangunan, lantai 1, 2 dan 3 : 8.973 m<sup>2</sup>; 1.743 m<sup>2</sup> dan 1.743 m<sup>2</sup>
- b. Jumlah lantai : 3 lantai
- c. Kapasitas daya dan tegangan : 970 kVA dan 20 kV/380V
- d. Frekuensi dan factor daya : 50 Hz dan 0,9
- e. Biaya LWBP dan WBP : Rp. 1.035,78,- /kWh dan Rp. 1.553,67,- / kWh
- f. Biaya energi : Januari 2015 s/d Desember 2017.

Dari hasil pengumpulan data di gedung PT. Astra Otoparts Tbk diperoleh data-data yang diinginkan untuk memecahkan permasalahan dan tujuan yang ingin diperoleh sesuai dengan apa yang penulis ajukan sebelumnya. Data-data yang penulis peroleh dari hasil penelitian dan informasi dapat dilihat pada Tabel-tabel berikut:

Tabel 4. Jumlah Pemakaian AC Tahun 2015

Jenis AC	Kapasitas AC (PK)	Tahun 2015			
		Qty (Unit)		Daya (Watt)	
		Split	Cassette	Split	Cassette
Splitte	0,75	1		752	
	1	12		12.830	
	1,5	8		9.187	
	2	70	2	119.196	4.198
	2,5	6	12	12.593	31.363
Cassette	3		43		142.472
	4		17		66.384
	5		30		140.223
<b>TOTAL</b>		<b>97</b>	<b>104</b>	<b>154.559</b>	<b>384.640</b>

Tabel 5. Jumlah Pemakaian AC Tahun 2016

Jenis AC	Kapasitas AC (PK)	Tahun 2016			
		Qty (Unit)		Daya (Watt)	
		Split	Cassette	Split	Cassette
Splite	0,75	1		752	
	1	13		13.900	
	1,5	10		11.484	
	2	67	2	114.088	4.198
	2,5	5	12	10.494	31.363
Cassette	3		44		145.785
	4		18		70.289
	5		32		149.572
<b>TOTAL</b>		<b>96</b>	<b>108</b>	<b>150.718</b>	<b>401.207</b>

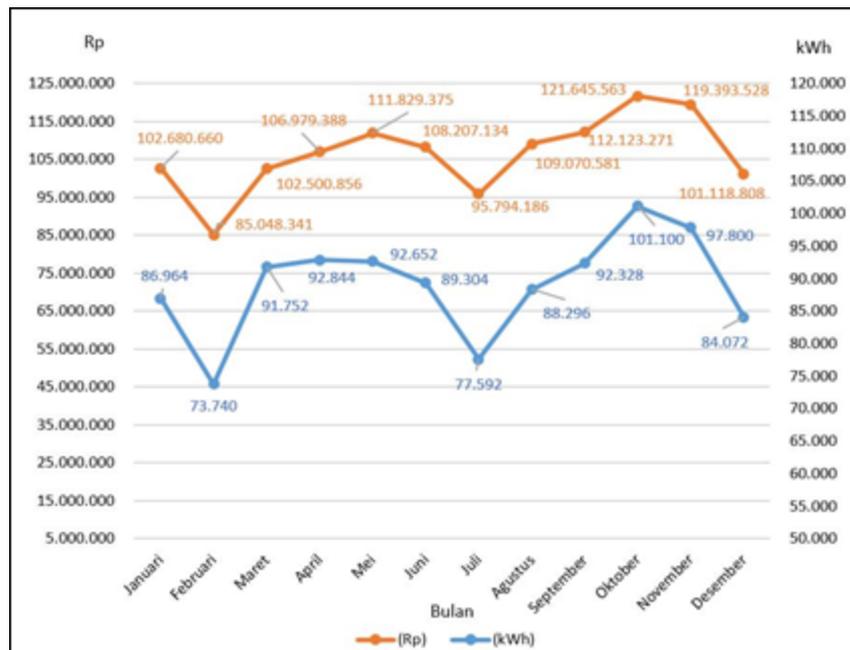
Tabel 6. Jumlah Pemakaian AC Tahun 2017

Jenis AC	Kapasitas AC (PK)	Tahun 2017			
		Qty (Unit)		Daya (Watt)	
		Split	Cassette	Split	Cassette
Splite	0,75	1		752	
	1	12		12.830	
	1,5	11		12.632	
	2	67	2	114.088	4.198
	2,5	5	11	10.494	28.750
Cassette	3		31		102.712
	4		32		124.959
	5		32		149.572
<b>TOTAL</b>		<b>96</b>	<b>108</b>	<b>150.797</b>	<b>410.190</b>

Tabel 7. Jumlah Peralatan Komputer dan Lainnya Tahun 2015 s/d 2017

No	Jenis Peralatan	Jumlah		
		2015	2016	2017
1	Komputer	510	464	320
2	Notebook	193	217	306
3	Printer	32	10	10
4	Scanner	24	0	0
5	Fax	6	0	0
6	Fotocopy	4	10	10
7	Dispenser	29	29	29
8	Kulkas	3	6	6
9	Pompa	3	3	3
10	Motor	6	6	6

## Hasil perhitungan konsumsi dan energi listrik tahun 2015, 2016 dan 2017.



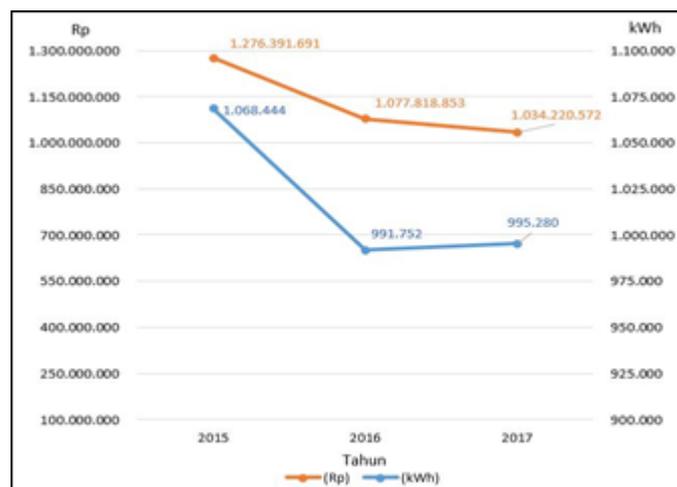
Gambar 2. Konsumsi dan energy listrik tahun 2015



Gambar 3. Grafik Konsumsi dan Biaya Energi Listrik Tahun 2016



Gambar 4. Konsumsi dan Biaya Energi Listrik Tahun 2017



Gambar 5. Konsumsi dan Biaya Energi Listrik Tahun 2015 s/d 2017

### Kiat Penghematan Pada Peralatan Komputer dan Lainnya

Telah dilakukan penghematan adalah menempelkan stiker himbauan hemat energi pada peralatan listrik yang sering digunakan dan mengganti secara bertahap penggunaan komputer menjadi notebook, bila memungkinkan. Sedangkan, peluang penghematan pada pemakaian lampu adalah mengganti lampu jenis konvensional dengan lampu LED, memasang solar panel pada penerangan jalan menghidupkan lampu sesuai kebutuhan dan mengganti warna dinding dengan warna terang. Pada tahun 2015, jumlah lampu terpasang 1.123 unit dengan total penghematan biaya listrik per tahun sebesar Rp 38.191.645, sedangkan untuk penghematan konsumsi energi listrik per tahun sebesar 36.872 kWh. Pada tahun 2016, jumlah lampu tahun 2016 yang terpasang 1.115 unit dengan total penghematan biaya listrik per tahun sebesar Rp 37.972.888, sedangkan untuk penghematan konsumsi energi listrik per

tahun sebesar 36.661 kWh. Pada tahun 2017, jumlah lampu tahun 2017 yang terpasang 1.120 unit dengan total penghematan biaya listrik per tahun sebesar Rp 38.109.611, sedangkan untuk penghematan konsumsi energi listrik per tahun sebesar 36.793 kWh.

### **Pola Konsumsi Energi Listrik**

Dari data jumlah peralatan yang terpasang akan mempengaruhi besarnya konsumsi energi listrik dan biaya energi listrik di gedung PT. Astra Otoparts Tbk. Pada Gambar 2,3 dan 4 dapat dilihat total konsumsi energi listrik di gedung PT. Astra Otoparts Tbk bulan Januari tahun 2015, 2016 dan 2017 masing-masing pada bulan Januari 86.964 kWh (Rp 102.680.660.-), 91.908 kWh (Rp 100.584.607.-) dan 84.948 kWh (Rp 96.208.053.-). Total konsumsi energi listrik di tahun 2016 mengalami penurunan sebesar 991.752 kWh dibandingkan tahun 2015 sebesar 1.068.444 kWh, namun total konsumsi energi listrik cenderung naik di tahun 2017 sebesar 995.280 kWh dibandingkan dengan tahun 2016 sebesar 991.752 kWh atau naik sebesar 3.528 kWh dikarenakan sejak bulan Juli hingga Desember 2017 banyak kegiatan renovasi. Total biaya energi listrik di tahun 2016 mengalami penurunan sebesar Rp 1.077.818.853,- dibandingkan tahun 2015 sebesar Rp 1.276.391.691, sedangkan total biaya energi listrik di tahun 2017 mengalami penurunan sebesar Rp 1.034.220.572 dibandingkan tahun 2016 sebesar Rp 1.077.818.853.

### **Intensitas Konsumsi Energi (IKE)**

Dari data konsumsi energi listrik dan data luas bangunan gedung di PT Xmaka dapat dihitung nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) per bulan maupun per tahun. Konsumsi energi listrik pada bulan Januari tahun 2015 adalah 86.964 kWh dengan luas bangunan 12.459 m<sup>2</sup>. Dengan menggunakan persamaan berikut:

$$IKE_{(Jan\ 2015)} = \frac{\text{Energi Listrik (kWh/Bulan)}}{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}} = 6,98 \text{ kWh/m}^2 \quad \dots\dots\dots 10)$$

Dengan cara yang sama, IKE (satuan kWh/m<sup>2</sup>) tahun 2015, 2016 dan 2017 diperoleh berturut-turut 85,76; 79,60 dan 79,88. Dari perhitungan diatas di peroleh bahwa nilai IKE total tahun 2016 mengalami penurunan sebesar 79,60 kWh/m<sup>2</sup> dibandingkan nilai IKE tahun 2015, di tahun 2017 nilai IKE mengalami sedikit kenaikan sebesar 79,88 kWh/m<sup>2</sup> dibandingkan nilai IKE tahun. Hal ini dikarenakan pada tahun 2017 terjadi banyak pekerjaan renovasi yang berhubungan dengan instalasi listrik sehingga konsumsi energi listrik di bulan Juli hingga Desember 2017 meningkat dari bulan-bulan sebelumnya, dimana nilai tersebut jauh berada dibawah batas standar IKE berdasarkan bangunan ber-AC SNI sebesar 95 kWh/m<sup>2</sup>, sehingga masih tergolong sangat efisien.

### **Profil Penggunaan Energi**

Telah dihitung prosentase konsumsi energi listrik pada tahun 2015-2016 dengan menggunakan persamaan berikut:

$$P_{ps(2015-2016)} = \frac{W_{(awal-akhir)}}{W_{awal}} \times 100\% = 7\%.$$

Prosentase konsumsi energi listrik pada tahun 2016-2017 telah diperoleh 0,36%. Dari perhitungan prosentase diatas dapat diketahui konsumsi energi listrik pada tahun 2016 mengalami penurunan sebesar 7% atau 76.692 kWh dari tahun 2015, sedangkan konsumsi energi listrik pada tahun 2017 mengalami kenaikan sebesar 0,36% atau 3.528 kWh dari tahun 2016 yang disebabkan oleh peralatan yang terpasang terjadi perubahan jumlah AC dan penerangan pada tahun 2017 sehingga terjadi peningkatan konsumsi energi listrik.

## 5 KESIMPULAN

Peluang penghematan dapat dilakukan dengan mengganti jenis freon AC dan mengganti lampu LED. Konsumsi energi listrik pada tahun 2016 sebesar 991.752 kWh mengalami penurunan dari tahun 2015 sebesar 1.068.444, sedangkan konsumsi energi listrik di tahun 2017 sebesar 995.280 mengalami peningkatan dari tahun 2016 sebesar 991.752 dikarenakan sejak bulan Juli hingga Desember 2017 banyak kegiatan renovasi.

Jika dilakukan penggantian lampu LED dan AC R-410A biaya listrik per tahun sebesar Rp. 1.103.691.173, dimana dapat menghemat 15,18 % dari total biaya listrik lampu konvensional dan AC R-22 sebesar Rp. 1.301.237.256. Nilai IKE pada tahun 2016 mengalami penurunan sebesar 79,60 kWh/m<sup>2</sup> dibandingkan tahun 2015 sebesar 85,76 kWh/m<sup>2</sup>, tetapi di tahun 2017, IKE mengalami sedikit kenaikan sebesar 79,88 kWh/m<sup>2</sup> dibandingkan IKE tahun 2016 sebesar 79,60 kWh/m<sup>2</sup>. Namun nilai IKE masih berada dibawah batas standar sebesar 95 kWh/m<sup>2</sup>, sehingga PT. Astra Otoparts Tbk tergolong masih sangat efisien.

## 6 DAFTAR REFERENSI

- [1.]BSN. 2000. SNI-03-6196-2000: *Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung* Jakarta.
- [2.]DEPDIKNAS. 2004. *Pedoman Pelaksanaan Konservasi Energi dan Pengawasan di Lingkungan Depdiknas*. Jakarta.
- [3.]PT. PLN. *Tarif dan Golongan Pelanggan Listrik*. Jakarta. 2017
- [4.]Gardina Daru Adini. *Analisis Potensi Pemborosan Konsumsi Energi Listrik Pada Gedung Kelas Fakultas Teknik Universitas Indonesia*. Depok. 2012
- [5.]Van Harten P. *Instalasi Listrik Arus Kuat 1*, Bandung, 2001.
- [6.]Catur Trimunandar, Dian Retno Sawitri, Herwin Suprijono. *Audit Energi Untuk Efisiensi di Gedung B Universitas Dian Nuswantoro*, Semarang, 2015.