

# **AUDIT ENERGI AIR CONDITIONER**

## **DI GEDUNG K.H. MAS MANSUR**

### **TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Konsentrasi Ketenagaan Jurusan Teknik Elektro



Oleh :

Nama : Doddy Dianda Putra

No Mahasiswa : 11524073

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA

2017

## Kata Pengantar



*Assalamualaikum Wr. Wb.*

*Alhamdulillahirabbil'alamini*, segala puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayat dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dan semoga Tugas Akhir ini akan bermanfaat bagi orang banyak. Shalawat dan salam semoga tercurah kepada nabi besar kita, Nabi Muhammad SAW beserta para keluarga, sahabat dan pengikutnya hingga akhir zaman. Semoga kita menjadi umat-umatnya yang mendapat syafa'at beliau di yaumul akhir nanti.

*Alhamdulillah* penulis ucapkan karena dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Audit Energi Air Conditioner Di Gedung K.H. Mas Mansur”. Banyak kisah dan pengalaman yang mengesankan selama mengerjakan tugas akhir ini. Tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Selama mengerjakan tugas akhir ini, penulis telah banyak mendapatkan bantuan, bimbingan dukungan, kerja sama, fasilitas dan kemudahan dari berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

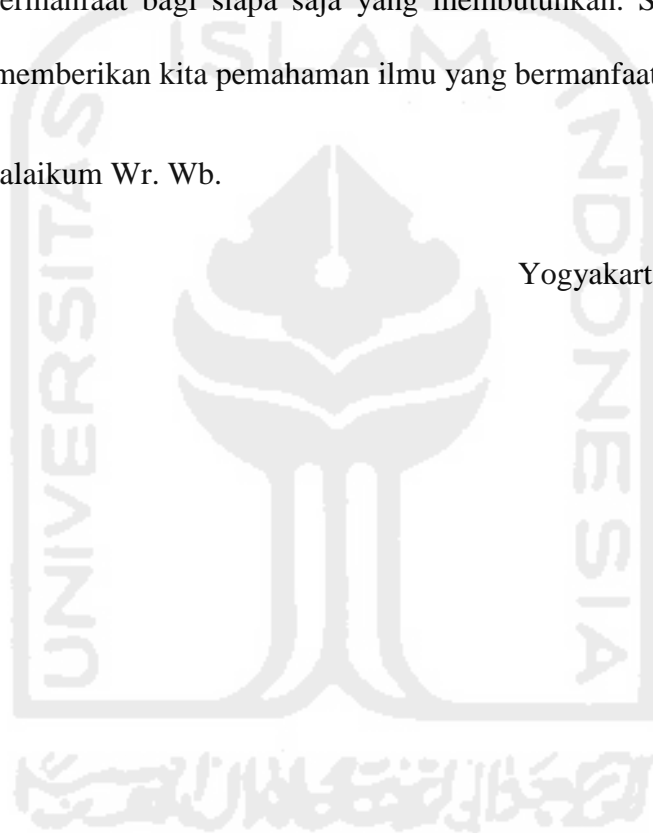
1. Allah SWT, yang selalu memberikan rahmat, karunia dan ridha-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
2. Kedua orang tua beserta saudara penulis yang memberikan semangat dan motivasi hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
3. Bapak Wahyudi Budi Pramono, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, yang telah meluangkan waktu dan membagi pengetahuan untuk memberikan bimbingan sampai terselesaikan tugas akhir ini.
4. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro, terima kasih atas bimbingan selama menempuh kuliah dari semester pertama hingga akhir di Jurusan Teknik Elektro.
5. Sahabat-sahabat Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia angkatan 2011, terimakasih banyak atas kenangan, bantuan, dan kebersamaannya, sungguh kalian merupakan harta yang tidak ternilai.
6. Seluruh keluarga besar Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia yang tidak dapat disebutkan seluruhnya.
7. Mas Pras dari Departemen *Cleaning Service* dan banyak pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan seluruhnya yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Hal ini disebabkan karena keterbatasan kemampuan dan kurangnya pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat konstruktif dan solutif dari semua pembaca untuk kebaikan dan kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membutuhkan. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kita pemahaman ilmu yang bermanfaat.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 17 Januari 2017

Penulis



## **Abstrak**

*Energi listrik digunakan antara lain untuk menyalakan lampu-lampu sebagai penerangan, alat-alat elektronik rumah tangga dan juga alat-alat elektronik dalam perkantoran salah satunya yaitu air conditioner. Ada banyak ruangan dan air conditioner yang digunakan sehingga energi listrik yang dikonsumsi untuk kebutuhan air conditioner dalam ruangan-ruangan Gedung K.H. Mas Mansur Universitas Islam Indonesia cukup besar. Dalam penelitian audit energi air conditioner dilakukan pengukuran konsumsi energi listrik air conditioner, luas ruangan yang menggunakan air conditioner tersebut, nilai Intensitas Konsumsi Energi listriknya, dan besar estimasi kebutuhan air conditioner terhadap masing-masing ruangnya. Dalam pengukuran konsumsi energi listrik air conditioner didapatkan hasil total sebesar 14.419,33 kWh/bulan dan luas ruangan total yang menggunakan air conditioner tersebut sebesar 4.091,583 m<sup>2</sup>. Berdasarkan total konsumsi energi listrik air conditioner dan luas ruangan tersebut didapatkan nilai Intensitas Konsumsi Energi listrik air conditioner sebesar 3,52. Dalam penelitian besar estimasi kebutuhan air conditioner sesuai masing-masing ruangnya terdapat ruangan yang melebihi nilai estimasi dan kurang dari nilai estimasi.*

**Kata kunci :** *Energi Listrik, Audit Energi, Intensitas Konsumsi Energi, Gedung K.H. Mas Mansur*

## Daftar Isi

AUDIT ENERGI <i>AIR CONDITIONER</i> DI GEDUNG K.H. MAS MANSUR .....	i
Lembar Pengesahan Pembimbing .....	ii
Lembar Pernyataan Keaslian .....	iii
Lembar Pengesahan Penguji .....	iv
Kata Pengantar .....	v
Abstrak .....	viii
Daftar Isi .....	ix
Daftar Gambar .....	xii
Daftar Tabel .....	xiii
I. BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
III. BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Landasan Teori .....	6

2.2.1	Energi .....	6
2.2.2	Konservasi Energi .....	10
2.2.3	Audit Energi .....	12
2.2.4	Intensitas Konsumsi Energi .....	13
2.2.5	<i>Air Conditioner</i> .....	15
2.2.5.1	Faktor Pemilihan <i>Air Conditioner</i> .....	15
2.2.5.2	Proses Pengkondisian Udara.....	16
2.2.5.3	Komponen <i>Air Conditioner</i> .....	17
2.2.6	Hubungan Beban <i>Air Conditioner</i> dan Ruang .....	18
III. BAB III METODOLOGI .....		21
3.1	Metode Penelitian.....	21
3.2	Variabel Penelitian .....	22
3.3	Peralatan Penelitian .....	22
3.4	Jalannya Penelitian .....	23
3.4.1	Pengukuran Konsumsi Energi .....	23
3.4.2	Mengenali Peluang Hemat Energi.....	23
3.4.3	Rekomendasi Peluang Hemat Energi .....	24
IV. BAB IV ANALISIS PEMBAHASAN .....		26
4.1	Penelitian Audit Energi <i>Air Conditioner</i> .....	26
4.2	Kontribusi <i>Air Conditioner</i> Dalam Konsumsi Energi.....	37

4.3	Estimasi Kebutuhan <i>Air Conditioner</i> Sesuai Ruang.....	38
4.4	Rekomendasi Efisiensi <i>Air Conditioner</i> Sesuai Ruang .....	39
V. BAB V PENUTUP .....		43
5.1	Kesimpulan.....	43
5.2	Saran .....	44
DAFTAR PUSTAKA .....		45
LAMPIRAN.....		47





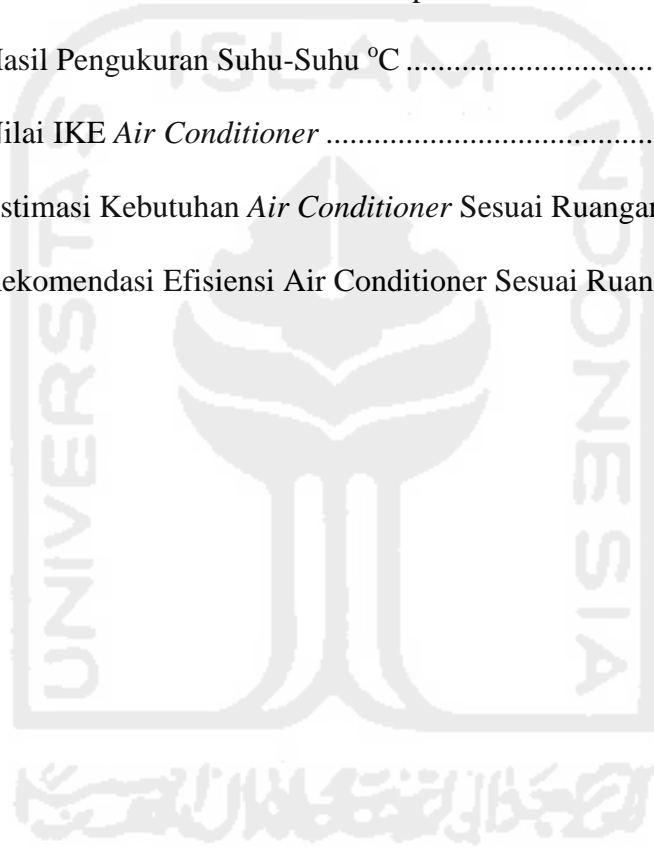
## Daftar Gambar

Gambar 2.1 Elemen Pokok Sistem Tenaga Listrik .....	8
Gambar 2.2 <i>Capacitor Bank</i> .....	10
Gambar 2.3 Prinsip Kerja <i>Air Conditioner</i> .....	17
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	25
Gambar 4.1 Potret Spesifikasi <i>Air Conditioner</i> .....	27
Gambar 4.2 Potret Pengukuran Daya Listrik .....	27
Gambar 4.3 Potret Pengukuran Suhu Kondensor .....	33



## Daftar Tabel

Tabel 2.1 Standar IKE Direktorat Pengembangan Energi .....	14
Tabel 4.1 Nilai Daya Listrik Yang Terukur Pada Tiap Kondensor .....	28
Tabel 4.2 Nilai P Terukur dan P Tertera Tiap <i>Air Conditioner</i> .....	30
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Suhu-Suhu °C .....	33
Tabel 4.4 Nilai IKE <i>Air Conditioner</i> .....	36
Tabel 4.5 Estimasi Kebutuhan <i>Air Conditioner</i> Sesuai Ruang .....	38
Tabel 4.6 Rekomendasi Efisiensi <i>Air Conditioner</i> Sesuai Ruang.....	40



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Manusia dituntut untuk bekerja untuk melangsungkan hidup mereka dan juga dituntut untuk memajukan perusahaan mereka serta menggerakkan roda pembangunan negara mereka. Banyak manusia bekerja dalam perusahaan atau gedung perkantoran. Negara Indonesia merupakan negara beriklim tropis. Indonesia memiliki 2 iklim yaitu panas dan hujan. Cuaca panas dapat mengganggu kehidupan manusia, salah satunya dapat mengganggu aktivitas atau pekerjaan mereka dalam perkantoran. Oleh karena itu, suatu gedung perkantoran membutuhkan *air conditioner* untuk membantu aktivitas atau pekerjaan mereka dalam perkantoran.

Universitas Islam Indonesia (UII) merupakan kampus yang memiliki banyak gedung, ruangan dan perkantoran di dalamnya. Dalam universitas terdapat mahasiswa-mahasiswa yang menuntut ilmu, tenaga-tenaga pengajar yang mengajarkan ilmu tersebut, dan pegawai-pegawai yang bekerja mengurus administrasi. Universitas Islam Indonesia terdiri dari gedung-gedung fakultas, salah satunya adalah gedung utara Fakultas Teknologi Industri (FTI) yang dinamakan dengan Gedung K.H. Mas Mansur. Untuk membantu orang-orang dalam melakukan aktivitasnya, ruangan-ruangan dalam gedung dipasang *air conditioner* untuk mengatasi gangguan cuaca yang panas.

Energi merupakan suatu materi yang sangat dibutuhkan oleh manusia untuk menunjang kehidupan atau aktivitas mereka. Salah satu energi yang sangat signifikan dalam kehidupan manusia adalah energi listrik. Banyak sekali penggunaan energi listrik dalam kehidupan manusia. Beberapa penggunaan energi listrik antara lain digunakan untuk menyalakan lampu-lampu sebagai penerangan, alat-alat elektronik rumah tangga dan juga alat-alat elektronik dalam perkantoran salah satunya yaitu *air conditioner*.

Dalam pemakaian energi listrik, manusia membutuhkan sumber. Pada umumnya, masyarakat Indonesia mendapatkan energi listrik yang disuplai oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). Selain mengkonsumsi energi listrik, masyarakat dituntut untuk dapat melakukan efisiensi energi listrik.

Ada banyak ruangan dan *air conditioner* yang digunakan sehingga energi listrik yang digunakan untuk kebutuhan *air conditioner* dalam ruangan-ruangan Gedung K.H. Mas Mansur cukup besar. Agar tercapai efisiensi energi, maka dilakukan konservasi energi. Konservasi energi adalah suatu tindakan penghematan energi. Konservasi energi melibatkan audit energi. Audit energi yaitu suatu langkah untuk meneliti tingkat konsumsi energi suatu gedung atau bangunan lalu membandingkan hasilnya dengan standar yang ada dan dicari tahu peluang penghematan konsumsi energi jika tingkat konsumsinya melebihi standar yang ada.

Berdasarkan latar belakang masalah ini, maka dalam penyusunan skripsi ini penulis mengambil judul “**Audit Energi Air Conditioner Di Gedung K.H. Mas Mansur**” untuk meneliti kontribusi *air conditioner* dalam konsumsi energi

di ruangan-ruangan Gedung K.H. Mas Mansur. Penulis berharap penelitian ini dapat berguna bagi kampus FTI UII.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini, dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik *air conditioner* di ruangan-ruangan Gedung K.H. Mas Mansur berdasarkan observasi energi listriknya untuk mengetahui kontribusinya dalam konsumsi energi.
- b. Bagaimana mengidentifikasi peluang penghematan energi listrik *air conditioner* di ruangan-ruangan Gedung K.H. Mas Mansur.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Melakukan audit energi *air conditioner* untuk mengetahui Intensitas Konsumsi Energi listrik *air conditioner* dan mengenali peluang penghematan konsumsi energi listriknya.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari tugas akhir ini diharapkan dapat berguna bagi Fakultas Teknologi Industri UII untuk konservasi energi listrik *air conditioner* dan mencapai efisiensi energi listrik di ruangan-ruangan yang menggunakan *air conditioner* tersebut.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dan pembahasan laporan tugas akhir ini dijelaskan sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

Memuat tentang tinjauan pustaka dan landasan teori mengenai konsep dasar energi listrik, audit energi, prinsip kerja *air conditioner*, dan estimasi kebutuhan *air conditioner* sesuai ruangan.

### **BAB III METODOLOGI**

Berisi tentang metode penelitian yang meliputi studi literatur, observasi perangkat *air conditioner* dan ruangan, variabel penelitian, peralatan yang digunakan serta jalannya penelitian.

### **BAB IV ANALISIS PEMBAHASAN**

Memuat analisis terkait pengukuran energi listrik *air conditioner*, Intensitas Konsumsi Energi listrik *air conditioner*, perhitungan besar estimasi kebutuhan *air conditioner* sesuai ruangan dan rekomendasinya.

### **BAB V PENUTUP**

Berisi kesimpulan yang memuat uraian singkat tentang hasil penelitian yang diperoleh serta saran untuk penelitian selanjutnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA & LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Rani Setyodewanti, 2006, membuat sebuah penelitian dengan judul “*Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Penghematan Listrik Di Gedung DPRD Tingkat II Surabaya*”. Dalam penelitiannya langkah awal yang dilakukan adalah melakukan audit energi untuk mengetahui pola penggunaan energi dan mengetahui potensi penghematan yang dapat dilakukan. Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan selama 4 minggu, dengan lima waktu pengamatan dalam satu hari. Analisis dilakukan berdasarkan konsumsi energi listrik dan kesesuaian intensitas cahaya dalam ruangan hasil pengumpulan dan pengolahan data. Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan potensi penghematan yang dapat dicapai di gedung DPRD Tingkat II Kota Surabaya apabila ditinjau dari segi perilaku didapatkan potensi penghematan sebesar 17 % dan dari segi pencahayaan didapatkan penghematan sebesar 5,38 % [1].

Achmad Marzuki, 2012, membuat penelitian audit energi dengan judul “*Audit Energi pada Bangunan Gedung Direksi PT. Perkebunan Nusantara XIII (Persero)*”. Dalam penelitiannya diketahui komposisi penggunaan energi dalam gedung tersebut terbagi dalam tiga kelompok beban yaitu; beban penerangan 4,54%, *air conditioner* (AC) 57,36% dan peralatan kantor lainnya 38,10%. Penggunaan energi listrik rata-rata dari rekening listrik selama 8 bulan dari bulan maret sampai dengan Oktober 2011 adalah sebesar 39,593 kWh/bulan, dengan

tarif rata-rata sebesar Rp 966,10/kWh. Potensi penghematan dari selisih penggunaan energi dari penggantian AC konvensional dengan AC inverter hemat energi untuk seluruh gedung kantor direksi PT. PN XIII (Persero) adalah sebesar Rp 13,083,536/bulan atau Rp 157,002,429/tahun. Penggantian lampu TL dengan lampu LED tidak terlalu signifikan dalam penurunan rekening listrik karena persentasenya cukup kecil, namun dalam jangka panjang akan berdampak positif bagi lingkungan, juga panas yang dihasilkan oleh lampu LED jauh lebih rendah (lebih sejuk) dari lampu lain sehingga dapat menurunkan beban kerja AC, dan apabila teknologinya sudah lebih murah, lampu LED merupakan alternatif pilihan yang tepat untuk solusi hemat energi pada sistem penerangan [2].

Perbedaan penelitian yang dilakukan penulis dengan penelitian yang pernah ada sebelumnya adalah penulis melakukan penelitian pada ruangan-ruangan dalam Gedung K.H. Mas Mansur dan penulis mengkhususkan melakukan penelitian audit energi hanya pada *air conditioner* untuk mengetahui kontribusinya dalam konsumsi energi.

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 Energi**

Energi berdasarkan ilmu fisika adalah kemampuan untuk melakukan usaha. Kemampuan ini diukur dengan variabel besarnya usaha yang dilakukan. Besaran ini seringkali dikaitkan dengan perpindahan suatu gaya atau perubahan temperatur, sehingga memungkinkan penentuan satuan joule (perpindahan gaya 1 newton sejauh 1 meter), maupun kalor jenis (energi yang dibutuhkan untuk

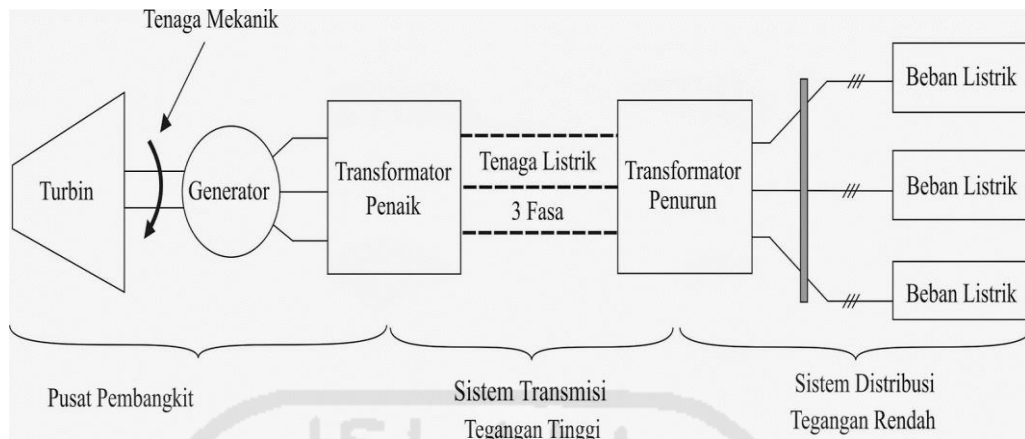


menaikkan temperatur sebesar 1 derajat per satuan massa material). Dalam keperluan listrik, energi sering kali dikaitkan dengan konsumsi jumlah listrik [3].

Salah satu bentuk energi yang mudah untuk disalurkan adalah energi listrik. Pada pusat pembangkit, sumber daya energi primer seperti bahan bakar fosil (minyak bumi, gas alam dan batubara), hidro, panas bumi dan nuklir diubah menjadi energi listrik. Generator mengubah energi mekanis yang dihasilkan poros turbin menjadi energi listrik tiga fase.

Melalui transformator penaik tegangan (*step up transformer*) energi listrik dikirimkan melalui saluran transmisi bertegangan tinggi menuju pusat-pusat beban. Peningkatan tegangan dimaksudkan untuk mengurangi jumlah arus yang mengalir melalui saluran transmisi. Dengan demikian saluran transmisi bertegangan tinggi akan membawa aliran arus yang lebih rendah. Ini berarti mengurangi rugi-rugi panas yang terjadi. Ketika saluran transmisi mencapai pusat beban, tegangan tersebut kembali diturunkan menjadi tegangan menengah dengan transformator penurun tegangan (*step down transformer*) [4].

Di pusat-pusat beban yang terhubung dengan saluran distribusi, energi listrik diubah kembali menjadi bentuk-bentuk energi terpakai lainnya seperti energi mekanis, penerangan, pendingin, dan lain-lain. Elemen pokok sistem tenaga listrik dapat dilihat pada Gambar 2.1 [4].



Gambar 2.1 Elemen Pokok Sistem Tenaga Listrik

Setiap alat listrik jika dinyalakan / dihidupkan memerlukan energi listrik. Energi yang diperlukan tiap satu satuan waktu disebut daya. Macam-macam daya listrik pada arus bolak-balik yaitu [4]:

1. Daya nyata / daya aktif (P), yaitu daya yang sesungguhnya yang dibutuhkan oleh beban. Persamaan daya nyata pada beban yang bersifat impedansi yaitu:

$$P = V * I * \cos \varphi \quad (2.1)$$

Keterangan:

P : daya nyata, satuan watt (W)

V : tegangan efektif, satuan volt (V)

I : arus efektif, satuan ampere (A)

$\cos \varphi$  : faktor daya

2. Daya reaktif (Q), yaitu daya yang dibutuhkan untuk pembentukan medan magnet atau daya yang ditimbulkan oleh beban yang bersifat induktif. Persamaan daya reaktif yaitu:

$$Q = V * I * \sin \varphi \quad (2.2)$$

Keterangan:

Q : daya reaktif, satuan volt-ampere reactive (VAR)

V : tegangan efektif, satuan volt (V)

I : arus efektif, satuan ampere (A)

$\sin \varphi$  : faktor daya

3. Daya semu (S), yaitu daya yang dihasilkan dari perkalian tegangan dengan arus listrik. Persamaan daya semu yaitu:

$$S = V * I \quad (2.3)$$

Keterangan:

S : daya semu, satuan volt-ampere (VA)

V : tegangan efektif, satuan volt (V)

I : arus efektif, satuan ampere (A)

Pada perangkat sumber tegangan listrik nilai faktor daya merupakan hal yang sangat penting, karena faktor daya menyatakan tingkat efisiensi dari daya listrik yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai faktor daya dari perangkat penghasil sumber tegangan listrik maka perangkat tersebut memiliki kualitas yang lebih baik. Impedansi dari beban menentukan besar arus dan sudut fasa yang mengalir pada beban tersebut. Faktor daya merupakan perbandingan daya nyata dengan daya semu dan sering disebut  $\cos \varphi$  [4].

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (2.4)$$

Keterangan:

$\cos \varphi$  : faktor daya

P : daya nyata, satuan watt (W)

S : daya semu, satuan volt-ampere (VA)

Besarnya faktor daya adalah  $0 < \cos \varphi < 1$ . Untuk mendapatkan pemakaian daya maksimal, faktor daya dapat diusahakan mendekati 1, yaitu dengan menambahkan peralatan *capacitor bank*. Tampilan *capacitor bank* dapat dilihat pada Gambar 2.2 [4].



Gambar 2.2 *Capacitor Bank*

### 2.2.2 Konservasi Energi

Negara Indonesia merupakan negara yang kaya sumber energi, tetapi pemanfaatannya selama ini belum seimbang karena terlalu banyak bergantung pada sumber energi minyak bumi. Sumber energi minyak bumi merupakan sumber yang persediaannya terbatas.

Ketergantungan pada satu sumber energi yaitu minyak bumi dan produk turunannya tidak dapat dibiarkan secara terus menerus karena kebutuhan energi

akan terus meningkat baik disebabkan meningkatnya industri maupun penambahan jumlah penduduk serta adanya peningkatan kesejahteraan masyarakat. Untuk menghadapi masalah-masalah tersebut, disusunlah langkah-langkah kebijaksanaan energi oleh pemerintah, langkah-langkah itu adalah [5]:

1. Intensifikasi,
2. Diversifikasi,
3. Konservasi.

Konservasi memiliki arti pelestarian atau perlindungan. Namun dalam hal konservasi energi adalah kegiatan pemanfaatan energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang benar-benar diperlukan, sehingga penghematan energi dapat dicapai dengan penggunaan energi secara efisien dimana manfaat yang sama diperoleh dengan menggunakan energi lebih sedikit ataupun dengan mengurangi konsumsi dan kegiatan yang menggunakan energi [5].

Kebijakan energi dimaksudkan untuk memanfaatkan sebaik-baiknya sumber energi yang ada, juga dalam rangka mengurangi ketergantungan terhadap minyak bumi, dengan pengertian bahwa konservasi energi tidak boleh menjadi penghambat kerja operasional maupun pembangunan yang telah direncanakan. Oleh karena itu disamping harus secepatnya mengembangkan sumber-sumber energi dari bahan bakar non fosil seperti biomassa, biogas, dan sebagainya, harus juga berusaha untuk dapat mengoptimalkan penggunaan energi minyak bumi secara lebih tepat, cermat, hemat dan efisien dalam rangka pelaksanaan program konservasi energi [5].

### 2.2.3 Audit Energi

Usaha-usaha untuk menghemat energi di segala bidang makin dirasakan perlu karena semakin terbatasnya sumber-sumber energi yang tersedia dan semakin mahalnya biaya pemakaian energi. Usaha-usaha penghematan energi pada suatu bangunan komersial hanya dapat dilakukan jika telah diketahui tujuan energi tersebut digunakan dan berapa besarnya pemakaian energi di tiap-tiap bangunan gedung. Untuk mengetahui hal tersebut maka diperlukan pengetahuan tentang audit energi. Berdasarkan kegiatan yang dilakukan pada akhirnya audit energi didefinisikan sebagai: kegiatan untuk mengidentifikasi jenis energi dan mengidentifikasi besarnya energi yang digunakan pada bagian-bagian operasi suatu industri atau bangunan serta mencoba mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi [6].

Audit energi dapat dilakukan setiap saat atau sesuai dengan jadwal yang sudah ditetapkan. *Monitoring* pemakaian energi secara teratur merupakan keharusan untuk mengetahui besarnya energi yang digunakan pada setiap bagian operasi selama selang waktu tertentu. Dengan demikian usaha-usaha penghematan dapat dilakukan [6].

Tipe audit energi dibagi menjadi dua macam, yaitu [7]:

1. Audit Energi Awal

Tipe audit ini dilaksanakan dengan menilai konsumsi energi dan biaya yang sesuai berdasarkan rekening listrik. Pelaku tipe ini melakukan perhitungan ekonomis sederhana untuk penghematan energi dan juga memberikan beberapa pilihan upaya untuk menghemat energi.

## 2. Audit Energi Rinci

Tipe ini membutuhkan data lapangan yang lebih mendetail. Konsumsi energi dipilah berdasarkan kebutuhan yang berbeda (pemanas, pendingin, penerangan, dan sebagainya) dan faktor-faktor yang berbeda yang dapat mempengaruhi keadaan kebutuhan tersebut, seperti kapasitas produksi, kondisi iklim, data bahan mentah, dan lain-lain. Ditentukan pula biaya dan manfaat dari upaya penghematan energi yang memenuhi kriteria dan persyaratan. Tipe ini membutuhkan akuisisi data yang detail guna mendapat taksiran biaya dan manfaat yang tepat.

Pada saat akan memutuskan tipe audit yang digunakan, dapat dimulai dengan mengumpulkan informasi komponen struktur dan mekanik pada industri tersebut. Kebanyakan informasi tersebut dapat dikumpulkan dengan melakukan kunjungan langsung agar lebih memudahkan dalam mengidentifikasi area yang potensial. Pendekatan terorganisasi untuk mengaudit akan dapat membantu untuk mengumpulkan informasi yang berguna dan mengurangi jumlah waktu terbuang saat mengevaluasi suatu industri [7].

### 2.2.4 Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan besarnya jumlah penggunaan energi tiap meter persegi luas kotor (*gross*) bangunan dalam suatu kurun waktu tertentu. Penggunaan energi dapat dihitung jika diketahui [7]:

- a. Rincian luas bangunan gedung dan luas total bangunan gedung ( $m^2$ ),
- b. Konsumsi Energi bangunan gedung per bulan (kWh/bulan),

- c. Intensitas Konsumsi Energi (IKE) bangunan gedung per bulan (kWh/m<sup>2</sup>/bulan),
- d. Biaya energi bangunan gedung (Rp/kWh).

Perhitungan IKE diperoleh menggunakan persamaan berikut [7]:

$$\text{IKE (kWh/m}^2\text{/bulan)} = \frac{\text{total konsumsi energi (kWh/bulan)}}{\text{luas lantai total (m}^2\text{)}} \quad (2.5)$$

Pemerintah memiliki standar IKE untuk kriteria ruangan dengan *air conditioner* mulai dari kriteria sangat efisien hingga kriteria sangat boros. Standar IKE untuk kriteria tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Standar IKE Direktorat Pengembangan Energi [7]

NO	Kriteria	Ruangan AC (kWh/m <sup>2</sup> /bulan)
1	Sangat Efisien	4,17 – 7,92
2	Efisien	7,92 – 12,08
3	Cukup Efisien	12,08 – 14,58
4	Agak Boros	14,58 – 19,17
5	Boros	19,17 – 23,75
6	Sangat Boros	23,75 – 37,75



## 2.2.5 *Air Conditioner*

Pengadaan *air conditioner* bertujuan agar tercapai kondisi temperatur, kelembaban, kebersihan, dan distribusi udara dalam ruangan dan dapat dipertahankan pada tingkat keadaan yang diharapkan. Suatu *air conditioner* bisa berupa sistem pemanasan, pendinginan, dan ventilasi. Untuk kondisi iklim Indonesia (tropis), proses pengkondisian udara berupa pendinginan banyak sekali digunakan. Pendinginan berfungsi untuk menciptakan kondisi nyaman pada beberapa aktivitas manusia [8].

### 2.2.5.1 Faktor Pemilihan *Air Conditioner*

Beberapa faktor yang dipertimbangkan ketika memilih *air conditioner* yang akan digunakan [8]:

#### 1. Faktor Kenyamanan

Faktor kenyamanan dalam ruangan sangat bergantung pada beberapa parameter yang terdapat pada *air conditioner*. Parameter itu antara lain temperatur, aliran udara, kebersihan udara, bau, kualitas ventilasi dan tingkat kebisingannya.

Semua parameter tersebut diatur sesuai dengan kondisi kerja yang terjadi pada ruangan yang dikondisikan. Dari sudut pandang kenyamanan, maka *air conditioner* yang baik adalah sistem yang mampu menciptakan kondisi nyaman yang merata pada semua komponen yang dikondisikan dalam ruangan.

## 2. Faktor Ekonomi

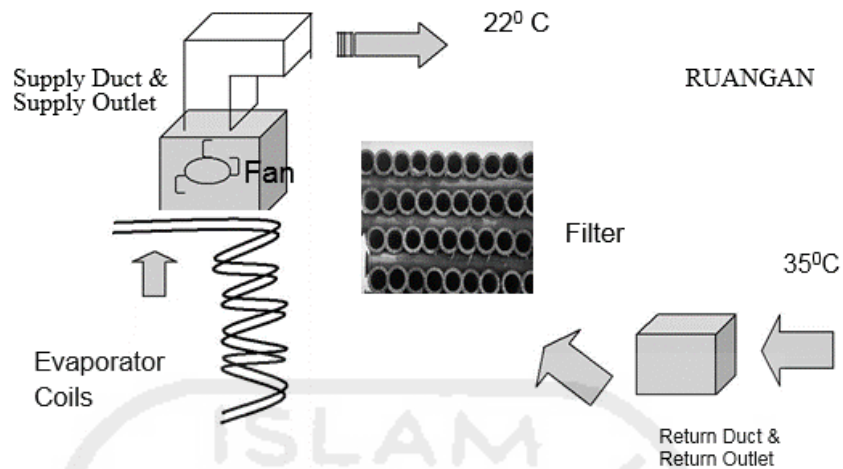
Faktor ekonomi yang menjadi pertimbangan antara lain adalah biaya awal untuk pemasangan serta biaya operasi dan perawatan untuk sistem setelah peralatan itu difungsikan. Dari sudut pandang faktor ekonomi, suatu *air conditioner* yang baik adalah dengan biaya total serendah-rendahnya.

## 3. Faktor Operasi dan Perawatan

Faktor yang secara umum menjadi pertimbangan adalah faktor konstruksi yang mudah dimengerti susunan dan cara menjalankannya. Secara lebih detail hal ini terkait dengan beberapa konstruksi yang sederhana, tingkat efisiensi yang tinggi, mudah dalam perawatan, mudah direparasi jika terjadi kerusakan, dan dapat melayani perubahan kondisi operasi.

### **2.2.5.2 Proses Pengkondisian Udara**

Udara dingin digerakkan oleh *fan* mengalir melalui *supply duct* (saluran udara keluar) dan melalui *supply outlet* (lubang keluar) menuju ke ruangan. Udara dari dalam ruangan kembali masuk melalui *return outlet* (lubang masuk) dan melalui *return duct* (saluran udara masuk). Setelah melalui *return duct* udara disaring melalui *filter* untuk membersihkan udara. Udara yang telah disaring masuk melewati celah-celah / permukaan *evaporator coils* (koil pendinginan) dan kembali digerakkan oleh *fan* (kipas udara) untuk disalurkan kembali ke ruangan. Gambaran prinsip kerja *air conditioner* dapat dilihat pada Gambar 2.3 [8].



Gambar 2.3 Prinsip Kerja *Air Conditioner*

### 2.2.5.3 Komponen *Air Conditioner*

Beberapa komponen utama dalam *air conditioner* [8]:

1. *Fan* (Kipas Udara)

*Kipas udara* berfungsi menggerakkan udara. Udara yang dialirkan *fan* dapat berupa udara luar, udara ruangan atau gabungan dari udara luar dan udara ruangan. Jumlah aliran udara dan kecepatan udara harus diatur, agar memperoleh sirkulasi udara yang baik.

2. *Supply Duct* (Saluran Udara Keluar)

*Supply duct* berfungsi untuk saluran udara dingin yang digerakkan oleh *fan* untuk dikirimkan ke ruangan.

3. *Supply Outlet* (Lubang Keluar)

*Supply outlet* berfungsi untuk mengatur arah aliran udara dari *fan*, sehingga udara terdistribusi ke seluruh ruangan. Untuk kenyamanan, jumlah *outlet* turut menentukan.

#### 4. Ruang Yang Didinginkan

Ruang sebaiknya dalam keadaan tertutup, agar udara dingin dalam ruang tidak terbuang keluar dan udara luar tidak masuk ke dalam ruang.

#### 5. *Return Outlet* (Lubang Masuk)

*Return outlet* merupakan tempat masuknya kembali udara untuk diproses oleh *air conditioner*.

#### 6. *Return Duct* (Saluran Udara Masuk)

*Return duct* berfungsi untuk saluran udara yang masuk kembali ke dalam *air conditioner*.

#### 7. *Filter* (Saringan Udara)

*Filter* berfungsi menyaring udara agar udara yang akan diproses tidak kotor / berdebu. *Filter* ditempatkan pada bagian *return duct*, dan biasanya terbuat dari plastik, *fiber glass* atau dari bahan elektro statis.

#### 8. *Evaporator Coils* (Koil Pendingin)

*Evaporator Coils* berfungsi untuk mendinginkan udara. Sebelum udara masuk melewati koil pendingin, udara harus melalui filter agar debu tidak tertimbun pada permukaan koil.

### 2.2.6 Hubungan Beban *Air Conditioner* dan Ruang

Kebutuhan *air conditioner* dalam suatu ruang dihitung dalam satuan BTU (British Thermal Unit) per hour atau ditulis BTU/hr. Satuan BTU/hr merupakan satuan energi yang digunakan di Amerika Serikat yang didefinisikan sebagai jumlah energi untuk meningkatkan atau menurunkan suhu sebesar 1° F.

Selain itu, perusahaan *air conditioner* menggunakan satuan PK dalam menilai daya *air conditioner* untuk suatu ruangan. Dalam konversi satuan daya  $9000 \text{ BTU/hr} = 1 \text{ PK} = 0,746 \text{ kW}$ . Beberapa daya *air conditioner* yang diproduksi secara umum oleh perusahaan *air conditioner* antara lain:

1.  $5000 \text{ BTU/hr} = \frac{1}{2} \text{ PK}$ , kode angka: 5
2.  $7000 \text{ BTU/hr} = \frac{3}{4} \text{ PK}$ , kode angka: 7
3.  $9000 \text{ BTU/hr} = 1 \text{ PK}$ , kode angka: 9
4.  $12000 \text{ BTU/hr} = 1,5 \text{ PK}$ , kode angka: 12
5.  $18000 \text{ BTU/hr} = 2 \text{ PK}$ , kode angka: 18
6.  $24000 \text{ BTU/hr} = 2,5 \text{ PK}$ , kode angka: 24

Jika suatu ruangan ingin dipasang *air conditioner*, konsumen perlu memperhitungkan berapa besar kebutuhan *air conditioner* untuk ruangan tersebut. Kebutuhan *air conditioner* untuk sebuah ruangan dapat diperhitungkan dengan rumus sebagai berikut [9]:

$$\text{Estimasi beban AC (BTU/hr)} = (P \times L \times T \times I \times E) / 60 \quad (2.6)$$

Keterangan:

P : Panjang ruangan (dalam satuan kaki/feet).

L : Lebar ruangan (dalam satuan kaki/feet).

T : Tinggi ruangan (dalam satuan kaki/feet).

I : Nilai 10 jika ruang berinsulasi (berada di lantai bawah, atau berhimpit dengan ruang lain), nilai 18 jika ruang tidak berinsulasi (di lantai atas).

E : Nilai 16 jika jendela menghadap ke utara; nilai 17 jika menghadap ke timur; nilai 18 jika menghadap ke selatan; dan nilai 20 jika menghadap ke barat.

1 meter = 3,28 feet dan  $1 \text{ m}^2 = 10,76 \text{ ft}^2$ .



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur, eksplorasi, dan konservasi energi. Studi literatur dilakukan untuk :

1. Mempelajari konsep audit energi listrik *air conditioner*,
2. Mempelajari perhitungan Intensitas Konsumsi Energi Listrik (IKE) *air conditioner*,
3. Mempelajari peluang penghematan energi listrik *air conditioner* untuk mencapai efisiensi energi listrik.

Eksplorasi yang dilakukan yaitu observasi pada ruangan-ruangan dan *air conditioner*-nya.

Konservasi energi merupakan peningkatan efisiensi energi yang digunakan atau proses penghematan energi. Dalam proses ini melibatkan adanya audit energi yaitu suatu metode untuk menghitung tingkat konsumsi energi di suatu gedung atau bangunan yang mana hasilnya nanti akan dibandingkan dengan standar yang ada untuk kemudian dicari solusi penghematan konsumsi energi jika tingkat konsumsi energinya melebihi standar yang ada.

### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian berupa besar konsumsi energi listrik *air conditioner* berdasarkan audit energi rinci serta kemungkinan penghematan berdasarkan kondisi di lapangan. Pada audit energi rinci akan dihitung IKE *air conditioner* berdasarkan observasi penggunaan energi listriknya secara detail untuk mengetahui berapa besar kontribusinya dalam konsumsi energi listrik. Penelitian dilakukan pada tanggal 18 April 2016 sampai dengan tanggal 6 Mei 2016 di Gedung K.H. Mas Mansur Universitas Islam Indonesia.

### 3.3 Peralatan

Alat yang digunakan untuk penelitian audit energi listrik *air conditioner* pada ruangan-ruangan dalam Gedung K.H. Mas Mansur yaitu:

1. LUTRON DW-6092 *Power Analyzer*

Alat ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- *3 phase/4 wire*
- *True power: W, kW, MW*
- *VA, KVA, MVA, VAR, KVAR, MVAR*
- *PF (power factor)*
- *Voltage measurement range: 10 - 600 ACV*
- *Current measurement range: 0.2 A - 1200 ACA*

2. FLUX 62 MAX *Infrared thermometer*

Alat ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- *Temperature range: -30 °C - 500 °C*
- *Accuracy:  $\pm 1.5$  °C or  $\pm 1.5\%$  of reading*



### 3.4 Jalannya Penelitian

#### 3.4.1 Pengukuran Konsumsi Energi

Sebagaimana yang disarankan Departemen Pertambangan dan Energi, audit energi pada bangunan gedung pada intinya terdiri dari dua bagian, yaitu audit energi awal dan audit energi rinci. Pada penelitian ini audit yang akan dilaksanakan adalah audit energi rinci terhadap *air conditioner*. Kegiatan audit energi rinci meliputi:

1. Pengukuran energi

Pengukuran energi yang dilakukan yaitu mengukur konsumsi energi listrik tiap *air conditioner* di ruangan-ruangan dalam Gedung K.H. Mas Mansur.

2. Penelitian energi

Audit energi rinci dilakukan untuk mengetahui profil penggunaan energi oleh *air conditioner* di ruangan-ruangan dalam bangunan sehingga dapat diketahui ruangan mana dengan *air conditioner* yang pemakaian energinya sangat besar. Dari hasil pengukuran dan penelitian energi dibuat profil penggunaan energi *air conditioner*.

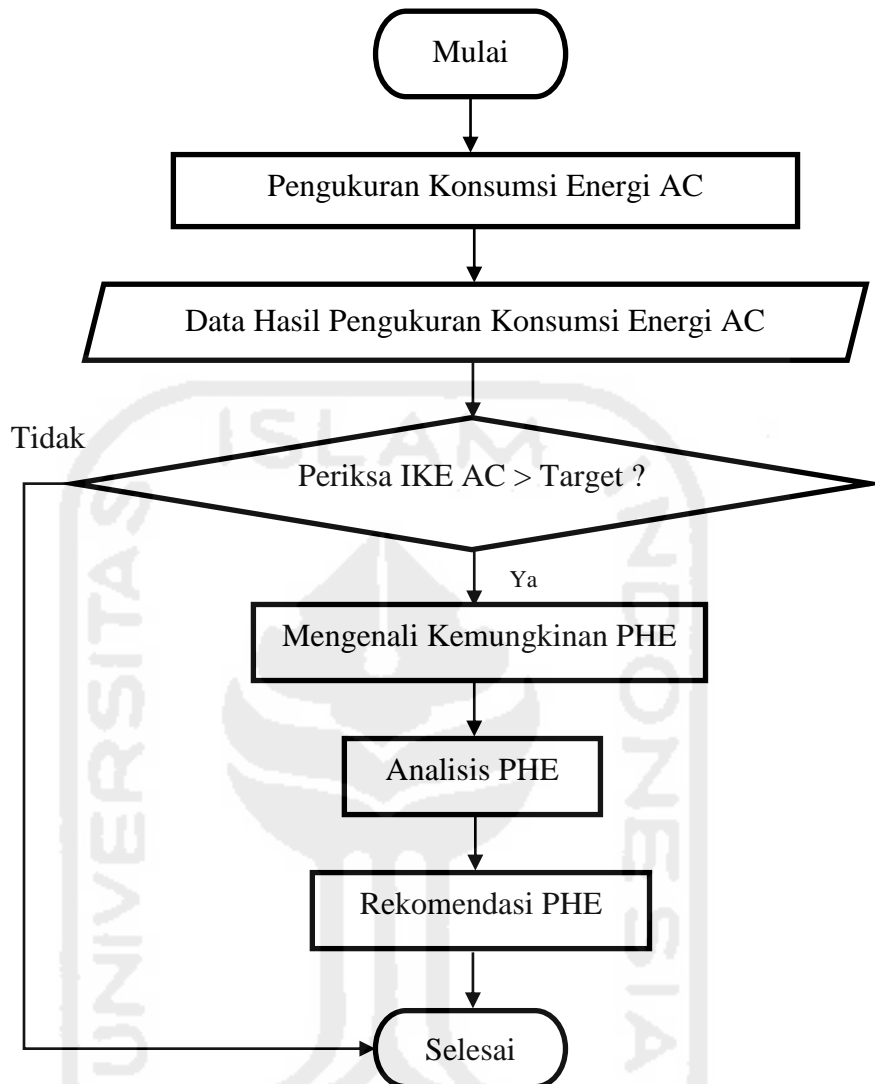
#### 3.4.2 Mengenali Peluang Hemat Energi (PHE)

Hasil pengukuran selanjutnya ditindaklanjuti dengan perhitungan besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik *air conditioner* dan penyusunan profil penggunaan energinya. Besarnya IKE *air conditioner* didapatkan dari hasil perhitungan dibandingkan dengan IKE target berdasarkan standar pemerintah. Apabila hasilnya ternyata tidak melebihi target maka kegiatan audit energi dapat

dihentikan. Apabila peluang hemat energi telah dikenali maka perlu ditindak lanjuti dengan analisis peluang hemat energi, yaitu dengan cara membandingkan potensi perolehan hemat energi dengan biaya yang harus dibayar untuk pelaksanaan rencana penghematan energi yang direkomendasikan.

### **3.4.3 Rekomendasi Peluang Hemat Energi**

Dalam rekomendasi PHE perlu dikumpulkan dan diteliti sejumlah masukan yang dapat mempengaruhi besarnya energi, *air conditioner* yang digunakan dan kesesuaian kebutuhan *air conditioner* dengan ruangan tersebut. Untuk mengetahui kesesuaian besar kebutuhan *air conditioner* dengan ruangan dilakukan perhitungan estimasi menggunakan Rumus 2.6. Jika nilainya melebihi estimasi maka rekomendasinya yaitu diadakan reinstalasi *air conditioner*. Diagram alir penelitian diperlihatkan pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian**

## BAB IV

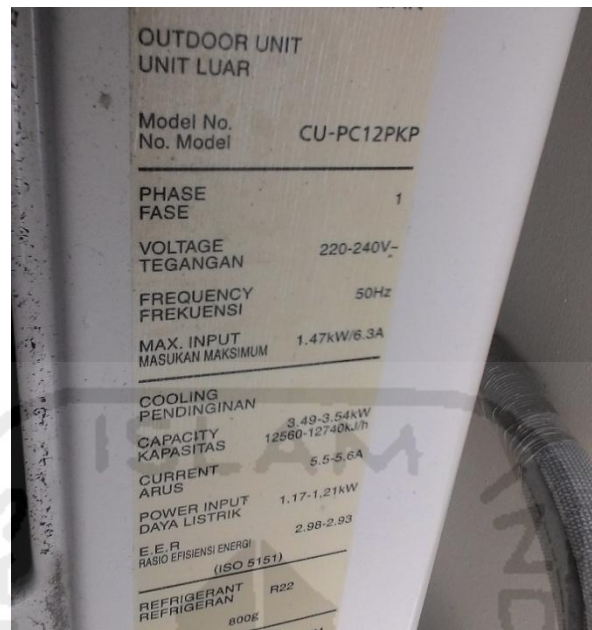
### ANALISIS PEMBAHASAN

#### 4.1 Penelitian Audit Energi *Air Conditioner*

Penelitian dilakukan di gedung FTI UII bagian utara yang dinamakan Gedung K.H. Mas Mansur pada tanggal 18 April 2016 sampai dengan tanggal 6 Mei 2016. Gedung K.H. Mas Mansur merupakan gedung yang besar, luas dan memiliki banyak ruang kelas dan ruang perkantoran. *Air conditioner* pada Gedung K.H. Mas Mansur bukan secara terpusat melainkan terpisah dan langsung. Masing-masing ruangan langsung didinginkan oleh satu atau lebih paket mesin *air conditioner* yang terdiri dari *supply outlet* dan kondensor atau *outdoor unit*.

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu *power analyzer* dan *infrared thermometer*. *Power analyzer* merupakan alat yang dapat mengukur dan mengetahui sekaligus nilai tegangan listrik, arus listrik, faktor daya, dan daya listrik suatu perangkat elektronik. *Power analyzer* digunakan untuk mengukur daya listrik secara langsung pada kondensor *air conditioner*. *Infrared thermometer* merupakan alat pengukur suhu yang menggunakan sinar infra merah. *Infrared thermometer* digunakan untuk mengukur suhu pada *supply outlet*, suhu dalam ruangan, suhu dalam kompresor dan suhu di luar atau suhu pada kondensor.

*Air conditioner* pertama yang diteliti adalah Panasonic dengan model CU-PC12PKP yang digunakan di ruangan laboratorium Teknik Industri Gedung Utara FTI UII. Potret *nameplate* spesifikasi *air conditioner* ini diperlihatkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Potret Nameplate Spesifikasi Air Conditioner

Pada kondensor Panasonic CU-PC12PKP diukur tegangan listrik, arus listrik, faktor daya, dan daya listriknya menggunakan alat *power analyzer*. Potret pengukuran pada kondensor ini dengan *power analyzer* diperlihatkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Potret Pengukuran Daya Listrik

Pada alat *power analyzer* nilai tegangan listrik yang terukur sebesar 193,8 V, nilai arus listrik sebesar 5,697 A, faktor daya sebesar 0,98, dan nilai daya listrik nyata sebesar 1,086 kW. Nilai-nilai daya listrik yang terukur oleh alat *power analyzer* pada kondensor-kondensor lainnya diperlihatkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Nilai Daya Listrik Yang Terukur Pada Tiap Kondensor

No	Ruangan/Divisi	Model AC	Merk	V (V)	I (A)	P (kW)	S (kVA)	Q (kVAR)	PF	Frekuensi (Hz)
1	SAP	CU-PC12PKP	Panasonic	193,8	5,7	1,086	1,104	0,192	0,98	50
2	SAP	CU-PC12PKP	Panasonic	200,5	5,38	1,062	1,078	0,18	0,99	50
3	Lab. Ent. Res	CU-PC18MKP	Panasonic	190	8,21	1,531	1,559	0,29	0,98	50
4	Audiovisual	CU-PC12KKP	Panasonic	205,6	6,72	1,336	1,382	0,353	0,97	50
5	Audiovisual	CU-PC12KKP	Panasonic	201,1	6,58	1,295	1,323	0,265	0,98	50
6	Perpustakaan	CU-C181KF	National	195,9	12,3	2,299	2,412	0,725	0,95	50
7	Perpustakaan	CU-C1803KF	National	214,1	0,56	0,119	0,119	0,01	1	50,1
8	Keuangan	CU-C181KF	National	204,2	7,05	1,405	1,44	0,311	0,98	49,9
9	Adm. Umum	AU-A18NCY	Sharp	194,5	10,9	2,035	2,115	0,572	0,96	49,9
10	Pelayanan Mhs	AU-A9MEY	Sharp	202,3	3,87	0,749	0,782	0,222	0,96	49,9
11	Pelayanan Mhs	AU-A9MEY	Sharp	197,3	3,91	0,743	0,771	0,204	0,96	49,9
12	Pelayanan Mhs	AU-A18NCY	Sharp	194,8	9,71	1,873	1,891	0,255	0,99	49,9
13	Perbekalan RT	CU-PN18RKP	Panasonic	189,4	10,9	2,044	2,059	0,243	0,99	49,9
14	Perbekalan RT	CU-PN18RKP	Panasonic	190,6	10,5	1,976	1,995	0,267	0,99	49,9
15	Marketing Comm.	AU-A9MEY	Sharp	206,2	5,37	1,061	1,106	0,31	0,96	49,9
16	IT Centrum	CU-PC18CKF	Panasonic	184	11	2,007	2,032	0,315	0,99	49,9
17	IT Centrum	CU-KC9MKJ	Panasonic	207,5	4,64	0,919	0,963	0,283	0,96	49,9
18	Tunggu Dosen	AU-A18KCY	Sharp	184,7	8,52	1,551	1,573	0,255	0,99	50
19	Div. Perkuliahan	AU-A9LEY	Sharp	199,6	4,94	0,953	0,985	0,246	0,97	50,1
20	Dekanat	CU-1215KH	National	183,8	0,18	0,029	0,032	0,012	0,92	50
21	Dekanat	CU-PC18KKF	Panasonic	193	11,6	2,199	2,234	0,389	0,98	49,8
22	Dekanat	CU-PC18KKF	Panasonic	195,1	10,4	1,998	2,028	0,342	0,99	49,9
23	Dekanat	CU-C95KH	National	205	0,11	0,02	0,021	0,007	0,93	49,9
24	Dekanat	CU-C96KJ	National	205,4	2,51	0,501	0,515	0,115	0,97	49,9
25	Dekanat	CU-C96KJ	National	201,4	4,88	0,964	0,982	0,187	0,98	49,9
26	Prodi T.Mesin	F05NXA	LG	204,6	1,36	0,275	0,277	0,032	0,99	49,9
27	Prodi T.Mesin	CU-C181KF	National	190,4	11,7	2,126	2,22	0,637	0,96	49,9
28	Prodi T.Mesin	AU-A12MSY	Sharp	191,9	5,2	0,99	0,998	0,123	0,99	49,9
29	Prodi T.Mesin	E09NXA	LG	202	3,03	0,603	0,611	0,099	0,99	49,8

No	Ruangan/Divisi	Model AC	Merk	V (V)	I (A)	P (kW)	S (kVA)	Q (kVAR)	PF	Frekuensi (Hz)
30	Prodi T.Kimia	CU-PC18RKP	Panasonic	188,7	10,8	2,001	2,041	0,399	0,98	50,1
31	Prodi T.Elektro	CU-PC12MKP	Panasonic	200,3	5,87	1,162	1,175	0,169	0,99	50
32	Prodi T.Indst	S18NLA	LG	208,6	7,42	1,515	1,549	0,319	0,98	50
33	Prodi T.Indst	S18NLA	LG	195,1	7,6	1,458	1,482	0,261	0,98	50
34	Prodi T.Indst	CU-PC18MKP	Panasonic	202	8,85	1,752	1,788	0,356	0,98	49,9
35	Pasca Sarjana	AU-A9MEY	Sharp	203	4,62	0,902	0,938	0,256	0,96	49,9
36	Pasca Sarjana	CU-PN18RKP	Panasonic	211,1	8,59	1,777	1,812	0,352	0,98	49,9
37	Pasca Sarjana	AU-A9PEY	Sharp	201,8	3,92	0,764	0,792	0,205	0,97	50
38	Auditorium	CU-PC18HKF	Panasonic	209,5	6,93	1,402	1,451	0,37	0,97	49,9
39	Auditorium	CU-PC18HKF	Panasonic	207,8	8,38	1,687	1,741	0,427	0,97	49,9
40	Auditorium	CU-PC18HKF	Panasonic	207,6	6,59	1,32	1,368	0,353	0,97	49,9
41	Auditorium	CU-PC18HKF	Panasonic	210	8,97	1,628	1,883	0,942	0,86	49,9
42	R 1.05	CU-PC18MKP	Panasonic	194,7	7,93	1,513	1,545	0,304	0,98	49,9
43	R 1.05	CU-PC18MKP	Panasonic	189,2	9,85	1,847	1,864	0,242	0,99	50
44	R 1.06	CU-PC9MKJ	Panasonic	203,4	4,68	0,917	0,952	0,255	0,96	49,9
45	R 1.06	CU-PC9MKJ	Panasonic	204	4,6	0,905	0,938	0,242	0,97	50
46	R 1.06	CU-PC9MKJ	Panasonic	205,5	4,51	0,865	0,926	0,328	0,93	50
47	R 1.06	CU-PC9MKJ	Panasonic	205,5	4,38	0,887	0,9	0,152	0,99	50
48	R 1.08	CU-C18DKH	Panasonic	199,3	9,55	1,863	1,904	0,385	0,98	49,9
49	R 2.06	AU-A9PEY	Sharp	214,5	4,14	0,87	0,888	0,175	0,98	50,1
50	R 2.06	AU-A9MEY	Sharp	210,4	5,07	1,021	1,067	0,306	0,96	50,1
51	R 2.10	CU-PC9NKJ	Panasonic	208	5,21	1,041	1,083	0,297	0,96	50
52	R 2.12	AU-A9MEY	Sharp	211,5	4,07	0,799	0,859	0,315	0,93	49,9
53	R 2.12	AU-A9MEY	Sharp	207	4,45	0,906	0,921	0,16	0,98	50
54	R 2.13	CU-PC18GKF	Panasonic	205,4	7,77	1,489	1,595	0,569	0,93	50
55	R 2.14	CU-PC9MKJ	Panasonic	207,7	4,46	0,868	0,926	0,32	0,94	50
56	R 3.05	AU-A18NCY	Sharp	211	8,24	1,711	1,738	0,299	0,98	50
57	R 3.06	AU-A18NCY	Sharp	217,4	7,45	1,591	1,619	0,299	0,98	50,1
58	R 3.09	AU-A9NCY	Sharp	200	4,36	0,854	0,871	0,172	0,98	49,8
59	R 3.09	AU-A9NCY	Sharp	199,5	4,71	0,921	0,939	0,181	0,98	49,9
60	R 3.09	AU-A9NCY	Sharp	204,2	4,62	0,922	0,942	0,192	0,98	50,1
61	R 3.09	AU-A9NCY	Sharp	205,7	4,37	0,88	0,898	0,175	0,98	50
62	R 3.11	AU-A9NCY	Sharp	201,7	4,4	0,869	0,887	0,173	0,98	49,9
63	R 3.11	AU-A9NCY	Sharp	202,2	4,36	0,862	0,88	0,173	0,98	49,9
64	R 3.11	AU-A9NCY	Sharp	204,1	4,31	0,861	0,879	0,175	0,98	49,9
65	R 3.11	AU-A9NCY	Sharp	204,5	4,02	0,806	0,822	0,156	0,98	49,9
66	R 3.13	AU-A9NCY	Sharp	202,8	4,4	0,874	0,892	0,175	0,98	50,2
67	R 3.13	AU-A9NCY	Sharp	202,8	4,4	0,875	0,892	0,171	0,98	50,2
68	R 3.13	AU-A9NCY	Sharp	207,6	4,08	0,829	0,847	0,172	0,98	49,9

No	Ruangan/Divisi	Model AC	Merk	V (V)	I (A)	P (kW)	S (kVA)	Q (kVAR)	PF	Frekuensi (Hz)
69	R 3.13	AU-A9NCY	Sharp	208	4,07	0,828	0,846	0,17	0,98	50
70	R 3.19	CU-C18DKH	Panasonic	195,5	10,5	1,953	2,051	0,623	0,95	49,9

Nilai-nilai daya listrik nyata (P) yang terukur dan yang tertera pada *nameplate* spesifikasi tiap *air conditioner* diperlihatkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Nilai P Terukur dan P Di *Nameplate* Tiap *Air Conditioner*

No	Ruangan/Divisi	Model AC	Merk	P terukur di alat (kW)	P di <i>nameplate</i> (kW)
1	SAP	CU-PC12PKP	Panasonic	1,09	1,21
2	SAP	CU-PC12PKP	Panasonic	1,06	1,21
3	Lab. Ent. Res	CU-PC18MKP	Panasonic	1,53	1,98
4	Audiovisual	CU-PC12KKP	Panasonic	1,34	1,15
5	Audiovisual	CU-PC12KKP	Panasonic	1,30	1,15
6	Perpustakaan	CU-C181KF	National	2,30	1,99
7	Perpustakaan	CU-C1803KF	National	0,12	TDK
8	Keuangan	CU-C181KF	National	1,41	1,99
9	Adm. Umum	AU-A18NCY	Sharp	2,04	1,90
10	Pelayanan Mhs	AU-A9MEY	Sharp	0,75	0,86
11	Pelayanan Mhs	AU-A9MEY	Sharp	0,74	0,86
12	Pelayanan Mhs	AU-A18NCY	Sharp	1,87	1,90
13	Perbekalan RT	CU-PN18RKP	Panasonic	2,04	2,04
14	Perbekalan RT	CU-PN18RKP	Panasonic	1,98	2,04
15	Marketing Comm.	AU-A9MEY	Sharp	1,06	0,86
16	IT Centrum	CU-PC18CKF	Panasonic	2,01	1,98
17	IT Centrum	CU-KC9MKJ	Panasonic	0,92	0,66
18	Tunggu Dosen	AU-A18KCY	Sharp	1,55	1,94
19	Div. Perkuliahan	AU-A9LEY	Sharp	0,95	0,86
20	Dekanat	CU-1215KH	National	0,03	TDK
21	Dekanat	CU-PC18KKF	Panasonic	2,20	2,05
22	Dekanat	CU-PC18KKF	Panasonic	2,00	2,05
23	Dekanat	CU-C95KH	National	0,02	TDK
24	Dekanat	CU-C96KJ	National	0,50	TDK

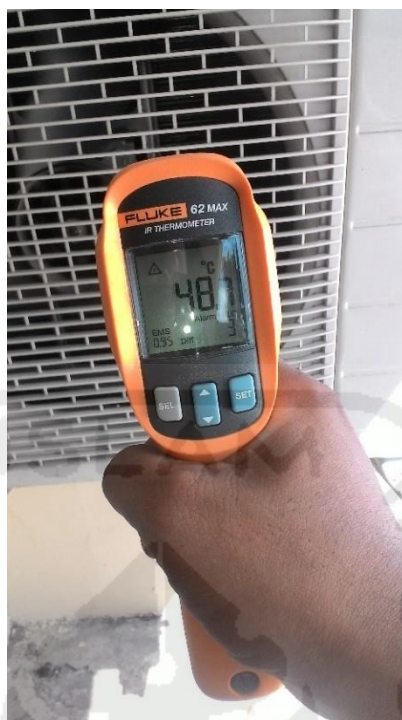


No	Ruangan/Divisi	Model AC	Merk	P terukur di alat (kW)	P di <i>nameplate</i> (kW)
25	Dekanat	CU-C96KJ	National	0,96	TDK
26	Prodi T.Mesin	F05NXA	LG	0,28	0,48
27	Prodi T.Mesin	CU-C181KF	National	2,13	1,99
28	Prodi T.Mesin	AU-A12MSY	Sharp	0,99	1,09
29	Prodi T.Mesin	E09NXA	LG	0,60	0,86
30	Prodi T.Kimia	CU-PC18RKP	Panasonic	2,00	2,04
31	Prodi T.Elektro	CU-PC12MKP	Panasonic	1,16	1,21
32	Prodi T.Indst	S18NLA	LG	1,52	1,78
33	Prodi T.Indst	S18NLA	LG	1,46	1,78
34	Prodi T.Indst	CU-PC18MKP	Panasonic	1,75	1,98
35	Pasca Sarjana	AU-A9MEY	Sharp	0,90	0,86
36	Pasca Sarjana	CU-PN18RKP	Panasonic	1,78	2,04
37	Pasca Sarjana	AU-A9PEY	Sharp	0,76	0,90
38	Auditorium	CU-PC18HKF	Panasonic	1,40	2,05
39	Auditorium	CU-PC18HKF	Panasonic	1,69	2,05
40	Auditorium	CU-PC18HKF	Panasonic	1,32	2,05
41	Auditorium	CU-PC18HKF	Panasonic	1,63	2,05
42	R 1.05	CU-PC18MKP	Panasonic	1,51	1,98
43	R 1.05	CU-PC18MKP	Panasonic	1,85	1,98
44	R 1.06	CU-PC9MKJ	Panasonic	0,92	0,84
45	R 1.06	CU-PC9MKJ	Panasonic	0,91	0,84
46	R 1.06	CU-PC9MKJ	Panasonic	0,87	0,84
47	R 1.06	CU-PC9MKJ	Panasonic	0,89	0,84
48	R 1.08	CU-C18DKH	Panasonic	1,86	1,85
49	R 2.06	AU-A9PEY	Sharp	0,87	0,90
50	R 2.06	AU-A9MEY	Sharp	1,02	0,86
51	R 2.10	CU-PC9NKJ	Panasonic	1,04	0,84
52	R 2.12	AU-A9MEY	Sharp	0,80	0,86
53	R 2.12	AU-A9MEY	Sharp	0,91	0,86
54	R 2.13	CU-PC18GKF	Panasonic	1,49	2,05
55	R 2.14	CU-PC9MKJ	Panasonic	0,87	0,84
56	R 3.05	AU-A18NCY	Sharp	1,71	1,90
57	R 3.06	AU-A18NCY	Sharp	1,59	1,90
58	R 3.09	AU-A9NCY	Sharp	0,85	0,93
59	R 3.09	AU-A9NCY	Sharp	0,92	0,93
60	R 3.09	AU-A9NCY	Sharp	0,92	0,93

No	Ruangan/Divisi	Model AC	Merk	P terukur di alat (kW)	P di <i>nameplate</i> (kW)
61	R 3.09	AU-A9NCY	Sharp	0,88	0,93
62	R 3.11	AU-A9NCY	Sharp	0,87	0,93
63	R 3.11	AU-A9NCY	Sharp	0,86	0,93
64	R 3.11	AU-A9NCY	Sharp	0,86	0,93
65	R 3.11	AU-A9NCY	Sharp	0,81	0,93
66	R 3.13	AU-A9NCY	Sharp	0,87	0,93
67	R 3.13	AU-A9NCY	Sharp	0,88	0,93
68	R 3.13	AU-A9NCY	Sharp	0,83	0,93
69	R 3.13	AU-A9NCY	Sharp	0,83	0,93
70	R 3.19	CU-C18DKH	Panasonic	1,95	1,85

Beberapa *air conditioner* tidak diketahui (TDK) nilai P berdasarkan spesifikasinya karena tidak tertera pada *nameplate* spesifikasinya. Beberapa *air conditioner* tersebut merupakan *air conditioner* yang sudah berumur sangat lama. Jika dijumlahkan semua P terukur tanpa memasukkan *air conditioner* yang tidak diketahui nilai P berdasarkan spesifikasinya akan didapatkan nilai sebesar 82.911 kW dan jumlah semua nilai P tertera sebesar 89.02 kW.

Selain pengukuran daya listrik, juga diukur suhu-suhu antara lain suhu pada kondensor, suhu di luar kondensor, suhu *supply outlet air conditioner*, suhu dalam ruangan. Suhu *supply outlet air conditioner* dibandingkan dengan suhu yang tertera pada *remote air conditioner*. Pengukuran suhu menggunakan *infrared thermometer*. Suhu dalam kondensor yang tinggi menandakan bahwa kondensor bekerja melepas kalor ke luar. Potret pengukuran suhu dalam kondensor diperlihatkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Potret Pengukuran Suhu Dalam Kondensor

Hasil pengukuran suhu-suhu dengan satuan derajat Celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ) selengkapnya diperlihatkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Suhu-Suhu  $^{\circ}\text{C}$

No	Ruangan/Divisi	Model AC	Merk	Suhu <i>S.Outlet</i>	Suhu <i>Remote AC</i>	Suhu Ruangan	Suhu Luar Kondensor	Suhu Dalam Kondensor
1	SAP	CU-PC12PKP	Panasonic	20,3	21	22,2	30,2	48,7
2	SAP	CU-PC12PKP	Panasonic	20,7	21	22,2	30,2	49,8
3	Lab. Ent. Res	CU-PC18MKP	Panasonic	19,2	21	23,6	30,6	51,1
4	Audiovisual	CU-PC12KKP	Panasonic	17,6	22	25,4	31	54,3
5	Audiovisual	CU-PC12KKP	Panasonic	16	22	25,4	31	54,7
6	Perpustakaan	CU-C181KF	National	16,2	21	24,5	32,9	44
7	Perpustakaan	CU-C1803KF	National	19,8	21	24,5	32,9	41,4
8	Keuangan	CU-C181KF	National	16	25	25,4	31	50,7
9	Adm. Umum	AU-A18NCY	Sharp	26,5	16	25,9	33,6	42,1
10	Pelayanan Mhs	AU-A9MEY	Sharp	13,1	16	26,4	32,1	38,9
11	Pelayanan Mhs	AU-A9MEY	Sharp	16,3	16	25,2	32,1	38,5
12	Pelayanan Mhs	AU-A18NCY	Sharp	16,2	16	24,8	32,1	44,6
13	Perbekalan RT	CU-PN18RKP	Panasonic	16,3	23	21,5	35,3	43,4

No	Ruangan/Divisi	Model AC	Merk	Suhu <i>S.Outlet</i>	Suhu <i>Remote AC</i>	Suhu Ruangan	Suhu Luar Kondensor	Suhu Dalam Kondensor
14	Perbekalan RT	CU-PN18RKP	Panasonic	18	27	22,4	35,3	42,4
15	Marketing Comm.	AU-A9MEY	Sharp	16,3	22	24,5	37	51
16	IT Centrum	CU-PC18CKF	Panasonic	15,5	25	22	29,9	52,1
17	IT Centrum	CU-KC9MKJ	Panasonic	17	20	21,4	27,4	30,5
18	Tunggu Dosen	AU-A18KCY	Sharp	15,1	27	25,5	29,2	43,4
19	Div. Perkuliahahan	AU-A9LEY	Sharp	19,6	16	25,4	30,4	45,4
20	Dekanat	CU-1215KH	National	16	24	27,1	36,5	47,8
21	Dekanat	CU-PC18KKF	Panasonic	14,3	17	25,9	36,5	62,9
22	Dekanat	CU-PC18KKF	Panasonic	16	17	24	36,5	55,3
23	Dekanat	CU-C95KH	National	23,5	24	26,3	36,5	38,6
24	Dekanat	CU-C96KJ	National	26,1	24	26,4	36,5	39,1
25	Dekanat	CU-C96KJ	National	18,4	24	25,5	36,5	47,3
26	Prodi T.Mesin	F05NXA	LG	19,7	18	28,1	31,3	35,8
27	Prodi T.Mesin	CU-C181KF	National	22,7	23	27,3	35,9	51,9
28	Prodi T.Mesin	AU-A12MSY	Sharp	16,5	16	27,2	35,9	47,9
29	Prodi T.Mesin	E09NXA	LG	17,1	20	27,3	36,9	40,2
30	Prodi T.Kimia	CU-PC18RKP	Panasonic	18,5	16	26	30,1	42,8
31	Prodi T.Elektro	CU-PC12MKP	Panasonic	20,5	16	27,8	39,8	56,6
32	Prodi T.Indst	S18NLA	LG	17	22	23,3	31,3	52,8
33	Prodi T.Indst	S18NLA	LG	16,1	22	23,1	34,3	52,1
34	Prodi T.Indst	CU-PC18MKP	Panasonic	17,1	24	24,6	33,3	43,4
35	Pasca Sarjana	AU-A9MEY	Sharp	21,3	19	25	26,9	39,1
36	Pasca Sarjana	CU-PN18RKP	Panasonic	13,2	16	24,2	27,4	45,6
37	Pasca Sarjana	AU-A9PEY	Sharp	21,7	16	26,2	29,4	41,1
38	Auditorium	CU-PC18HKF	Panasonic	21,4	20	27	30,2	49,4
39	Auditorium	CU-PC18HKF	Panasonic	20,1	20	27	29,7	50
40	Auditorium	CU-PC18HKF	Panasonic	22	20	27	32,8	45
41	Auditorium	CU-PC18HKF	Panasonic	21,3	20	27	32,8	47
42	R 1.05	CU-PC18MKP	Panasonic	23,6	21	25,3	30,9	52
43	R 1.05	CU-PC18MKP	Panasonic	21,3	21	25,3	30,9	53,5
44	R 1.06	CU-PC9MKJ	Panasonic	21,7	18	25,8	31,2	48
45	R 1.06	CU-PC9MKJ	Panasonic	20,8	18	25,8	31,2	46,7
46	R 1.06	CU-PC9MKJ	Panasonic	19,5	16	25,8	26,6	43,2
47	R 1.06	CU-PC9MKJ	Panasonic	20	16	25,8	27,6	47,7
48	R 1.08	CU-C18DKH	Panasonic	21,1	18	26,9	32,1	54,2
49	R 2.06	AU-A9PEY	Sharp	14,6	16	25,2	30,7	43,6
50	R 2.06	AU-A9MEY	Sharp	16,6	16	25,2	31,3	44
51	R 2.10	CU-PC9NKJ	Panasonic	14,7	16	26,6	31,5	47

No	Ruangan/Divisi	Model AC	Merk	Suhu S.Outlet	Suhu Remote AC	Suhu Ruangan	Suhu Luar Kondensor	Suhu Dalam Kondensor
52	R 2.12	AU-A9MEY	Sharp	19,3	16	25,2	31	47,1
53	R 2.12	AU-A9MEY	Sharp	18,6	16	25,2	31,3	49,2
54	R 2.13	CU-PC18GKF	Panasonic	17,3	16	25,1	30,3	45,1
55	R 2.14	CU-PC9MKJ	Panasonic	19,7	17	25,1	30,2	47
56	R 3.05	AU-A18NCY	Sharp	15	16	26,8	30	46,7
57	R 3.06	AU-A18NCY	Sharp	21,7	16	27	32,3	44,1
58	R 3.09	AU-A9NCY	Sharp	19,3	19	27,1	32	42,2
59	R 3.09	AU-A9NCY	Sharp	19,5	19	27,1	33,7	44,8
60	R 3.09	AU-A9NCY	Sharp	19,2	19	27,1	31,5	45,6
61	R 3.09	AU-A9NCY	Sharp	20,2	19	27,1	31,1	45,4
62	R 3.11	AU-A9NCY	Sharp	16,4	16	27,2	32,8	43,6
63	R 3.11	AU-A9NCY	Sharp	16,9	16	27,2	35,1	46,5
64	R 3.11	AU-A9NCY	Sharp	16,3	16	27,2	30,8	41,6
65	R 3.11	AU-A9NCY	Sharp	16,5	16	27,2	31	42,8
66	R 3.13	AU-A9NCY	Sharp	16,2	16	26,9	32,1	42
67	R 3.13	AU-A9NCY	Sharp	20,3	16	26,9	33,6	43,9
68	R 3.13	AU-A9NCY	Sharp	16,8	16	26,9	31,1	42,7
69	R 3.13	AU-A9NCY	Sharp	16,7	16	26,9	30,5	43,8
70	R 3.19	CU-C18DKH	Panasonic	18,5	16	26,1	32,4	49,3

Dalam penelitian audit energi, pemerintah memiliki standar IKE untuk kriteria ruangan dengan *air conditioner* mulai dari kriteria sangat efisien hingga kriteria sangat boros. Standar IKE untuk kriteria tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Ruangan pertama yang diteliti adalah ruangan laboratorium Teknik Industri Gedung Utara FTI UII. Ruangan ini merupakan ruangan yang luas dan dibagi menjadi dua divisi, yaitu Divisi SAP dan Laboratorium *Enterprise Resourcing*. Divisi SAP memiliki dua paket mesin *air conditioner* sedangkan Laboratorium *Enterprise Resourcing* memiliki satu paket mesin *air conditioner* sehingga ada 3 paket mesin *air conditioner* untuk dua divisi ini.

Jika dijumlahkan total daya listrik nyata ketiga paket mesin *air conditioner* pada Divisi SAP dan Laboratorium *Enterprise Resourcing* akan didapatkan nilai daya listrik nyata sebesar 3,679 kW. Jika penggunaan ruangan dan kondensor *air conditioner* bekerja tanpa henti selama durasi jam kerja UII yaitu 8 jam tiap hari dan jumlah hari kerja sebanyak 22 hari akan didapatkan nilai energi listriknya sebesar 647,5 kWh/bulan. Total luas kedua divisi ini seluas 108 m<sup>2</sup>. Berdasarkan rumus perhitungan IKE yang diperlihatkan pada Rumus 2.5, nilai IKE *air conditioner* di ruangan laboratorium Teknik Industri sebesar 5,99. Berdasarkan nilai tersebut, kontribusi *air conditioner* dalam konsumsi energi listrik dalam ruangan laboratorium Teknik Industri masih kecil atau berada di bawah target jika ruangan tersebut ditargetkan memiliki IKE maksimal sebesar 14,58. Nilai IKE *air conditioner* di ruangan-ruangan lainnya diperlihatkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Nilai IKE Air Conditioner

No	Ruangan/Divisi	P AC (kW)	L Ruangan ( m <sup>2</sup> )	kWh/bulan	IKE AC
1	SAP Lab. Ent. Res	3,679	108	647,504	5,99
2	Audiovisual	2,631	105,546	463,056	4,39
3	Perpustakaan	2,418	180	425,568	2,36
4	Keuangan Adm. Umum Pelayanan Mhs	4,189	296,134	737,264	2,49
5	Perbekalan RT	4,02	148,834	707,52	4,75
6	Marketing Comm.	1,061	60,818	186,736	3,07
7	IT Centrum	2,926	108	514,976	4,77
8	Tunggu Dosen	1,551	56,25	272,976	4,85
9	Div. Perkuliahan	0,953	108	167,728	1,55
10	Dekanat	5,711	181,8	1005,136	5,53

No	Ruangan/Divisi	P AC (kW)	L Ruangan ( m <sup>2</sup> )	kWh/bulan	IKE AC
11	Prodi T.Mesin	3,994	131,366	702,944	5,35
12	Prodi T.Kimia	2,001	131,366	352,176	2,68
13	Prodi T.Elektro	1,162	106,312	204,512	1,92
14	Prodi T.Indst	4,725	365,107	831,6	2,28
15	Pasca Sarjana	3,443	356,25	605,968	1,70
16	Auditorium	6,037	264,12	1062,512	4,02
17	R 1.05	3,36	108	591,36	5,48
18	R 1.06	3,574	105,546	629,024	5,96
19	R 1.08	1,863	105,546	327,888	3,11
20	R 2.06	1,891	105	332,816	3,17
21	R 2.10	1,041	105,546	183,216	1,74
22	R 2.12	1,705	105,546	300,08	2,84
23	R 2.13	1,489	58,187	262,064	4,50
24	R 2.14	0,868	105,546	152,768	1,45
25	R 3.05	1,711	105	301,136	2,87
26	R 3.06	1,591	108	280,016	2,59
27	R 3.09	3,577	105,546	629,552	5,96
28	R 3.11	3,398	105,546	598,048	5,67
29	R 3.13	3,406	105,546	599,456	5,68
30	R 3.19	1,953	55,125	343,728	6,24

#### 4.2 Kontribusi *Air Conditioner* Dalam Konsumsi Energi

Berdasarkan standar IKE yang ditentukan pemerintah, ruangan dengan konsumsi energi listrik memiliki kriteria boros jika melebihi target IKE maksimal sebesar 14,58. Kontribusi *air conditioner* dalam konsumsi energi di ruangan-ruangan Gedung K.H. Mas Mansur diperhitungkan masih di bawah target. Jika semua luas ruangan dijumlahkan akan didapatkan luas sebesar 4.091,583 m<sup>2</sup>. Jika semua konsumsi energi listrik *air conditioner* dijumlahkan selama 1 bulan akan didapatkan nilai sebesar 14.419,33 kWh/bulan. Berdasarkan total konsumsi energi

listrik *air conditioner* dan total luas ruangan tersebut, nilai IKE *air conditioner* yang diteliti didapatkan sebesar 3,52 atau sebesar 24% dari target IKE maksimal.

Selain memikirkan besarnya konsumsi energi listrik *air conditioner*, juga diperhitungkan besar estimasi kebutuhan *air conditioner* sesuai dengan ruangan tersebut. Jika besar kebutuhan *air conditioner* di suatu ruangan melebihi estimasi maka perlu dilakukan reinstalasi *air conditioner*.

#### 4.3 Estimasi Kebutuhan *Air Conditioner* Sesuai Ruangan

Ruangan laboratorium Teknik Industri memiliki luas  $108 \text{ m}^2 = 1.162,08 \text{ ft}^2$  dan tinggi  $3 \text{ m} = 9,84 \text{ ft}$ . Jika menggunakan Rumus 2.6 dengan faktor  $I = 10$  dan faktor  $E = 16$  maka estimasi kebutuhan beban *air conditioner* sesuai ruangan laboratorium Teknik Industri sebesar 30.493 BTU/hr. Berdasarkan nilai tersebut, ruangan laboratorium Teknik Industri memiliki estimasi besar kebutuhan *air conditioner* sebesar 3,5 PK sesuai ruangnya. Estimasi kebutuhan *air conditioner* sesuai ruangan untuk tiap ruangan berdasarkan perhitungan menggunakan Rumus 2.6 diperlihatkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Estimasi Kebutuhan *Air Conditioner* Sesuai Ruangan

Ruangan/Divisi	L Ruangan ( $\text{ft}^2$ )	T Ruangan (ft)	Faktor I	Faktor E	Estimasi BTU/hr	Estimasi PK	Estimasi IKE AC
SAP Lab. Ent. Res	1.162,08	9,84	10	16	30.492,98	3,5	4,25
Audiovisual	1.135,67	9,84	10	16	29.800,11	3,5	4,35
Perpustakaan	1.936,80	9,84	10	20	63.527,04	7	5,11
Keuangan Adm. Umum Pelayanan Mhs	3.186,40	9,84	10	18	94.062,58	10,5	4,66
Perbekalan RT	1.601,45	9,84	10	16	42.022,15	4,5	3,97
Marketing Comm.	654,40	9,84	10	20	21.464,38	2,5	5,4



Ruangan/Divisi	L Ruang ( ft <sup>2</sup> )	T Ruang ( ft )	Faktor I	Faktor E	Estimasi BTU/hr	Estimasi PK	Estimasi IKE AC
IT Centrum	1.162,08	9,84	10	17	32.398,79	3,5	4,25
Tunggu Dosen	605,25	11,48	10	17	19.686,77	2	4,67
Div. Perkuliahan	1.162,08	11,48	10	17	37.798,59	4	4,86
Dekanat	1.956,17	9,84	10	18	57.746,08	6.5	4,63
Prodi T.Mesin	1.413,50	13,12	18	18	100.143,52	11	10,99
Prodi T.Kimia	1.413,50	9,84	10	18	41.726,47	4,5	4,5
Prodi T.Elektro	1.143,92	13,12	18	18	81.044,24	9	11,12
Prodi T.Indst	3.928,55	13,12	18	18	278330	30	10,79
Pasca Sarjana	3.833,25	9,84	10	17	106.871,01	12	4,42
Auditorium	2.841,93	13,12	18	18	201.345,14	22,5	11,18
R 1.05	1.162,08	9,84	10	16	30.492,98	3,5	4,25
R 1.06	1.135,67	9,84	10	16	29.800,11	3,5	4,35
R 1.08	1.135,67	9,84	10	16	29.800,11	3,5	4,35
R 2.06	1.129,80	9,84	10	20	37.057,44	4	5
R 2.10	1.135,67	9,84	10	16	29.800,11	3,5	4,35
R 2.12	1.135,67	9,84	10	16	29.800,11	3,5	4,35
R 2.13	626,09	9,84	10	16	16.428,66	2	4,51
R 2.14	1.135,67	9,84	10	16	29.800,11	3,5	4,35
R 3.05	1.129,80	9,84	10	20	37.057,44	4	5
R 3.06	1.162,08	9,84	10	16	30.492,98	3,5	4,25
R 3.09	1.135,67	9,84	10	16	29.800,11	3,5	4,35
R 3.11	1.135,67	9,84	10	16	29.800,11	3,5	4,35
R 3.13	1.135,67	9,84	10	16	29.800,11	3,5	4,35
R 3.19	593,15	9,84	10	16	15.564,12	2	4,76

#### 4.4 Rekomendasi Efisiensi Kebutuhan *Air Conditioner* Sesuai Ruang

Berdasarkan data perhitungan estimasi, ada beberapa ruangan yang menggunakan *air conditioner* melebihi estimasi kebutuhan *air conditioner* sesuai ruangnya. Selain itu, ada beberapa ruangan yang menggunakan *air conditioner* kurang dari estimasi kebutuhan *air conditioner* sesuai ruangnya. Sebagai rekomendasi perlu adanya reinstalasi *air conditioner* yaitu dengan mengurangi *air conditioner* di ruangan yang melebihi estimasi dan menambahkan *air conditioner*

di ruangan yang kurang dari estimasi kebutuhan *air conditioner* sesuai ruangnya. Rekomendasi masing-masing ruangan diperlihatkan pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Rekomendasi Reinstalasi *Air Conditioner*

Ruangan/Divisi	Model AC Yang Terpasang	Merk	PK AC Yang Terpasang	PK Total Yang Terpasang	Estimasi PK AC Sesuai Ruangan	Rekomendasi Reinstalasi AC
SAP	CU-PC12PKP	Panasonic	1,5	5	3,5	Dikurangi 1,5 PK
SAP	CU-PC12PKP	Panasonic	1,5			
Lab. Ent. Res	CU-PC18MKP	Panasonic	2			
Audiovisual	CU-PC12KKP	Panasonic	1,5	3	3,5	Ditambah 1/2 PK
	CU-PC12KKP	Panasonic	1,5			
Perpustakaan	CU-C181KF	National	2	4	7	Ditambah 2 & 1 PK
	CU-C1803KF	National	2			
Keuangan	CU-C181KF	National	2	8	10,5	Ditambah 2,5 PK
Adm. Umum	AU-A18NCY	Sharp	2			
Pelayanan Mhs	AU-A9MEY	Sharp	1			
Pelayanan Mhs	AU-A9MEY	Sharp	1			
Pelayanan Mhs	AU-A18NCY	Sharp	2			
Perbekalan RT	CU-PN18RKP	Panasonic	2	4	4,5	Ditambah 1/2 PK
	CU-PN18RKP	Panasonic	2			
Marketing Comm.	AU-A9MEY	Sharp	1	1	2,5	Ditambah 1,5 PK
IT Centrum	CU-PC18CKF	Panasonic	2	3	3,5	Ditambah 1/2 PK
	CU-KC9MKJ	Panasonic	1			
Tunggu Dosen	AU-A18KCY	Sharp	2	2	2	Sudah OK
Divisi Perkuliahan	AU-A9LEY	Sharp	1	1	4	Ditambah 2 & 1 PK
Dekanat	CU-1215KH	National	1,5	8,5	6,5	Dikurangi 2 PK
	CU-PC18KKF	Panasonic	2			
	CU-PC18KKF	Panasonic	2			
	CU-C95KH	National	1			
	CU-C96KJ	National	1			
Prodi T.Mesin	F05NXA	LG	½	5	11	Ditambah 2 PK x 3
	CU-C181KF	National	2			
	AU-A12MSY	Sharp	1,5			
	E09NXA	LG	1			
Prodi T.Kimia	CU-PC18RKP	Panasonic	2	2	4,5	Ditambah 2,5 PK
Prodi T.Elektro	CU-PC12MKP	Panasonic	1,5	1,5	9	Ditambah 2,5 PK x 3

Ruangan/Divisi	Model AC Yang Terpasang	Merk	PK AC Yang Terpasang	PK Total Yang Terpasang	Estimasi PK AC Sesuai Ruangan	Rekomendasi Reinstalasi AC
Prodi T.Indst	S18NLA	LG	2	6	30	Ditambah 2,5 PK x 9 dan 1,5 PK
	S18NLA	LG	2			
	CU-PC18MKP	Panasonic	2			
Pasca Sarjana	AU-A9MEY	Sharp	1	4	12	Ditambah 2,5 PK x 3 dan 1/2 PK
	CU-PN18RKP	Panasonic	2			
	AU-A9PEY	Sharp	1			
Auditorium	CU-PC18HKF	Panasonic	2	8	22,5	Ditambah 2,5 PK x 5 dan 1,5 PK
	CU-PC18HKF	Panasonic	2			
	CU-PC18HKF	Panasonic	2			
	CU-PC18HKF	Panasonic	2			
R 1.05	CU-PC18MKP	Panasonic	2	4	3,5	Diganti 2 PK dengan 1,5 PK
	CU-PC18MKP	Panasonic	2			
R 1.06	CU-PC9MKJ	Panasonic	1	4	3,5	Diganti 1 PK dengan 1/2 PK
	CU-PC9MKJ	Panasonic	1			
	CU-PC9MKJ	Panasonic	1			
	CU-PC9MKJ	Panasonic	1			
R 1.08	CU-C18DKH	Panasonic	2	2	3,5	Ditambah 1,5 PK
R 2.06	AU-A9PEY	Sharp	1	2	4	Ditambah 2 PK
	AU-A9MEY	Sharp	1			
R 2.10	CU-PC9NKJ	Panasonic	1	1	3,5	Ditambah 2,5 PK
R 2.12	AU-A9MEY	Sharp	1	2	3,5	Ditambah 1,5 PK
	AU-A9MEY	Sharp	1			
R 2.13	CU-PC18GKF	Panasonic	2	2	2	Sudah OK
R 2.14	CU-PC9MKJ	Panasonic	1	1	3,5	Ditambah 2,5 PK
R 3.05	AU-A18NCY	Sharp	2	2	4	Ditambah 2 PK
R 3.06	AU-A18NCY	Sharp	2	2	3,5	Ditambah 1,5 PK
R 3.09	AU-A9NCY	Sharp	1	4	3,5	Diganti 1 PK dengan 1/2 PK
	AU-A9NCY	Sharp	1			
	AU-A9NCY	Sharp	1			
	AU-A9NCY	Sharp	1			
R 3.11	AU-A9NCY	Sharp	1	4	3,5	Diganti 1 PK dengan 1/2 PK
	AU-A9NCY	Sharp	1			
	AU-A9NCY	Sharp	1			
	AU-A9NCY	Sharp	1			
R 3.13	AU-A9NCY	Sharp	1	4	3,5	Diganti 1 PK dengan 1/2 PK
	AU-A9NCY	Sharp	1			
	AU-A9NCY	Sharp	1			
	AU-A9NCY	Sharp	1			

Ruangan/Divisi	Model AC Yang Terpasang	Merk	PK AC Yang Terpasang	PK Total Yang Terpasang	Estimasi PK AC Sesuai Ruangan	Rekomendasi Reinstalasi AC
R 3.19	CU-C18DKH	Panasonic	2	2	2	Sudah OK



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

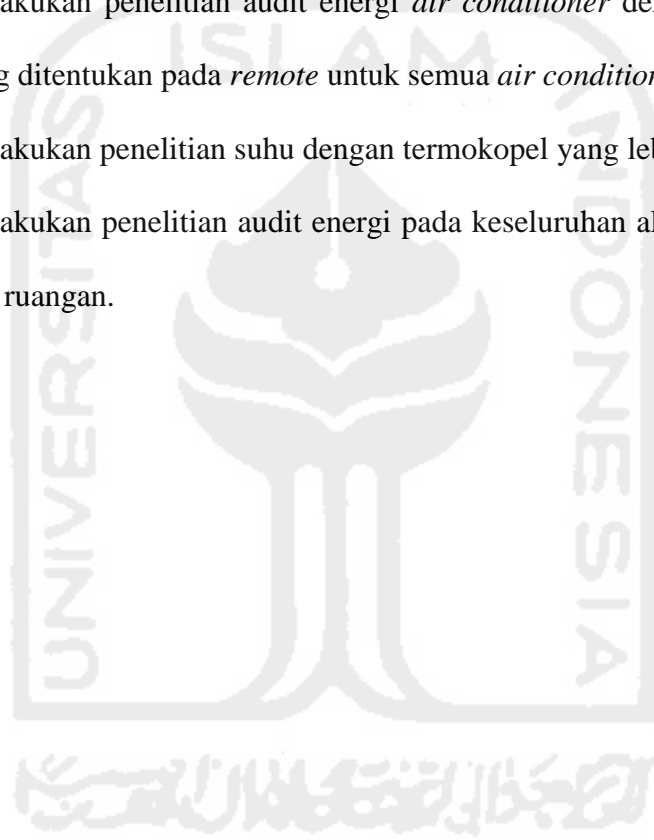
Penelitian audit energi *air conditioner* dilakukan di Gedung K.H. Mas Mansur Universitas Islam Indonesia pada tanggal 18 April 2016 sampai dengan tanggal 6 Mei 2016. Dalam penelitian audit energi *air conditioner* yang penulis lakukan didapatkan nilai Intensitas Konsumsi Energi listrik *air conditioner* berdasarkan total luas ruangan dan total konsumsi energi listrik *air conditioner* yang diteliti sebesar 3.52. Berdasarkan nilai tersebut, kontribusi *air conditioner* dalam konsumsi energi yang penulis teliti di Gedung K.H. Mas Mansur Universitas Islam Indonesia sebesar 24% dari target IKE maksimal sebesar 14,58 yang berdasarkan pada standar IKE dari Pemerintah Indonesia untuk ruangan dengan *air conditioner*.

Selain memikirkan konsumsi energi listriknya, besar estimasi kebutuhan *air conditioner* sesuai ruangan juga diperhitungkan. Beberapa ruangan dalam Gedung K.H. Mas Mansur Universitas Islam Indonesia ada yang kurang dan ada yang melebihi estimasi berdasarkan perhitungan estimasi kebutuhan *air conditioner* sesuai dengan ruangan tersebut. Oleh karena itu, sebagai rekomendasi perlu diadakan reinstalasi *air conditioner* di Gedung K.H. Mas Mansur Universitas Islam Indonesia.

## 5.2 Saran

Saran yang bisa penulis berikan untuk pengembangan selanjutnya adalah:

1. Melakukan penelitian audit energi *air conditioner* secara berkala karena perubahan jumlah *air conditioner* yang digunakan pada ruangan-ruangan di Gedung K.H. Mas Mansur.
2. Melakukan penelitian audit energi *air conditioner* dengan suhu terendah yang ditentukan pada *remote* untuk semua *air conditioner*.
3. Melakukan penelitian suhu dengan termokopel yang lebih akurat.
4. Melakukan penelitian audit energi pada keseluruhan alat elektronik dalam tiap ruangan.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Setyodewanti, *Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Penghematan Listrik Di Gedung DPRD Tingkat II Surabaya*. Skripsi, tidak diterbitkan, Fakultas Teknik Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2006.
- [2] A. Marzuki, *Audit Energi pada Bangunan Gedung Direksi PT. Perkebunan Nusantara XIII (Persero)*. Skripsi, tidak diterbitkan, Fakultas Teknik Politeknik Negeri Pontianak, 2012.
- [3] M. Kanginan, *Fisika untuk Universitas*. Jakarta: Erlangga, 1999.
- [4] Zuhail, *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 1999.
- [5] Badan Koordinasi Energi Nasional, *Buku Pedoman Tentang Cara-Cara Melaksanakan Konservasi Energi dan Pengawasannya*, Badan Koordinasi Energi Nasional, 1983.
- [6] A. Halim, Pasek, A. Darmawan, dan Sulaiman, *Audit Energi, Modul 2, Energi Conservation Efficiency And Cost Saving Course*. Bandung: PT. Fiqri Jaya Mandiri, 2002.
- [7] Direktorat Pengembangan Energi, *Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung*, Departemen Pertambangan dan Energi, 1986.

[8] W. Arismunandar, *Peyegaran Udara*. Jakarta: Pradnya Paramita, 1991.

[9] FIFGROUP Member of ASTRA, *Perhitungan Kebutuhan AC Untuk Ruangan*, PT. Federal International Finance, 2014.

