



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS STATISTIK TERHADAP POTENSI
PENGHEMATAN ENERGI PADA BANGUNAN GEDUNG
DENGAN METODE *BENCHMARKING***

TESIS

NUR HIDAYANTO

0906578081

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
MANAJEMEN TEKNIK KETENAGALISTRIKAN DAN ENERGI
JAKARTA
JULI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS STATISTIK TERHADAP POTENSI
PENGHEMATAN ENERGI PADA BANGUNAN GEDUNG
DENGAN METODE *BENCHMARKING***

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Teknik**


NUR HIDAYANTO

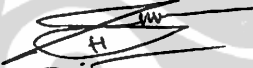
0906578081

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
MANAJEMEN TEKNIK KETENAGALISTRIKAN DAN ENERGI
JAKARTA
JULI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**



Nama : Nur Hidayanto
NPM : 0906578081
Tanda tangan : 
Tanggal : Juli 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Nur Hidayanto
NPM : 0906578081
Program Studi : Manajemen Ketenagalistrikan dan Energi
Judul Tesis : Analisis Statistik Terhadap Potensi Penghematan Energi Pada Bangunan Gedung Dengan Metode *Benchmarking*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Manajemen Ketenagalistrikan dan Energi, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Iwa Garniwa M.K, M.T. (.....)
Penguji : Ir. Soepranyoto MSc. (.....)
Penguji : Ir. I Made Ardita Y M.T. (.....)
Penguji : Ir. Amien Rahardjo M.T. (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : Juli 2012

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena hanya dari-Nya-lah segala berkah dan rahmat yang membuat saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan studi di Program Studi Magister Manajemen Ketenagalistrikan dan Energi Universitas Indonesia dan mencapai gelar Magister Teknik. Saya meyakini dan sadar bahwa bantuan, bimbingan, dan kerja sama dari berbagai pihak selama masa perkuliahan maupun pada saat penyusunan tesis, merupakan faktor utama yang menyebabkan saya mampu menyelesaikan tesis ini. Oleh sebab itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Bapak Prof. Dr. Ir. Iwa Garniwa M.K, MT., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, mencurahkan tenaga maupun pikirannya untuk mengarahkan saya dalam penyusunan seminar ini;
- (2) Orang tua, istri dan keluarga saya yang telah memberikan dukungan baik moral maupun material; dan
- (3) Para Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan seminar ini.

Akhir kata, semoga Allah SWT berkenan berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Harapan saya adalah agar tesis ini dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, Juli 2012

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

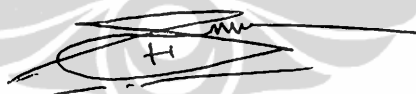
Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Hidayanto
NPM : 0906578081
Program Studi : Manajemen Teknik Ketenagalistrikan dan Energi
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tesis

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive RoyaltyFree Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : **Analisis Statistik Terhadap Potensi Penghematan Energi Pada Bangunan Gedung Dengan Metode *Benchmarking*** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : Juli 2012
Yang menyatakan



(Nur Hidayanto)

ABSTRAK

Nama : Nur Hidayanto
Program Studi : Manajemen Ketenagalistrikan dan Energi
Judul : Analisis Statistik Terhadap Potensi Penghematan Energi
Pada Bangunan Gedung Dengan Metode *Benchmarking*

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi penghematan energi yang dapat dilakukan pada bangunan gedung dan pengaruhnya terhadap besaran Intensitas Konsumsi Energi sebagai indikator efisiensi energi pada bangunan gedung, setelah diketahui secara persis tingkat ketercapaian bangunan-bangunan gedung terhadap target standar Intensitas Konsumsi Energi.

Berdasarkan analisis potensi penghematan energi, akan dipergunakan untuk memprediksi potensi penghematan energi pada bangunan gedung dan langkah-langkah strategi penghematan energinya.

Kata kunci:

Potensi Penghematan Energi, Intensitas Konsumsi Energi, Bangunan Gedung

ABSTRACT

*Name : Nur Hidayanto
Study Program : Electrical Power and Energy Management
Title : Statistic Analysis of Potential Energy Savings in Building
by Benchmarking Methode.*

This research was conducted to determine potential energy savings that can be done on the building and its impact on energy consumption intensity scale as an indicator of energy efficiency in buildings, having known the precise level of achievement of building structures against the standard target of energy consumption intensity.

Based on the analysis of potential energy savings, will be used to predict potential energy savings in buildings and measures for energy savings strategy.

Keywords:

Potential Energy Savings, Energy Consumption Intensity, Building

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	6
1.6 Model Operasional Penelitian.....	6
1.7 Sistematika Penulisan	7
II LANDASAN TEORI.....	8
2.1 Pelaksanaan Audit Energi Sektor Bangunan Gedung.....	9

2.1.1.	Standar Audit Energi.....	10
2.1.2.	Proses Audit Energi.....	11
2.1.3.	Klasifikasi Bangunan Gedung.....	15
2.1.4.	Langkah-Langkah Penyusunan Indikator Efisiensi Energi.....	17
2.2.	<i>Benchmarking</i>	18
2.2.1	Penggunaan Statistika Dalam <i>Benchmarking</i>	19
2.2.2	Pengambilan Data dan Pengolahan.....	19
2.2.3	Eksplorasi Data.....	21
2.2.4	Metoda Analisis.....	21
2.3.	Pola Penggunaan Energi Sektor Komersial di Indonesia.....	22
2.3.1.	Intensitas Konsumsi Energi.....	28
2.3.2.	Distribusi Penggunaan Energi.....	28
2.3.3.	Potensi Penghematan Energi.....	30
2.4.	Pola Penggunaan Energi Sektor Komersial di Negara Lain.....	31
2.4.1	Penggunaan Energi Sektor Komersial di Negara Maju.....	31
2.4.2.	Penggunaan Energi Sektor Komersial di Negara ASEAN.....	33
2.5.	Kerangka Berpikir.....	33
III.	METODOLOGI PENELITIAN.....	36
3.1.	Identifikasi Data.....	36
3.2.	Teknik Analisa Data.....	36
3.3.	Deskripsi Operasional Variabel.....	40

IV. POTENSI PENGHEMATAN ENERGI PADA BANGUNAN GEDUNG.....	41
4.1. Analisis Indikator Efisiensi Energi dan <i>Benchmarking</i>	41
4.1.1. Analisis Indikator Efisiensi Energi.....	42
4.1.2. Perbandingan IKE Bangunan Gedung.....	52
4.2. Pengujian Hipotesis.....	53
4.3. Analisis Potensi Penghematan Energi.....	67
4.3.1. Potensi Penghematan Energi Bangunan Gedung Perkantoran.....	67
4.3.2. Potensi Penghematan Energi Bangunan Gedung Pusat Perbelanjaan.....	70
4.3.3. Potensi Penghematan Energi Bangunan Gedung Hotel.....	71
4.3.4. Potensi Penghematan Energi Bangunan Gedung Rumah Sakit.....	72
4.4. Pengaruh Potensi Penghematan Energi dan Implementasinya terhadap Indikator Efisiensi Energi Bangunan Gedung.....	72
4.4.1. Pengaruh Potensi Penghematan Energi dan Implementasinya terhadap Indikator Efisiensi Energi Bangunan Gedung Perkantoran.....	73
4.4.2. Pengaruh Potensi Penghematan Energi dan Implementasinya terhadap Indikator Efisiensi Energi Bangunan Gedung Pusat Perbelanjaan.....	76
4.4.3. Pengaruh Potensi Penghematan Energi dan Implementasinya terhadap Indikator Efisiensi Energi Bangunan Gedung Hotel.....	78
4.4.4. Pengaruh Potensi Penghematan Energi dan Implementasinya terhadap Indikator Efisiensi Energi Bangunan Gedung Rumah Sakit.....	80

V. KESIMPULAN.....	82
DAFTAR REFERENSI.....	83



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Perbandingan Intensitas Energi Primer Beberapa Negara.....	3
Gambar 2.1.	Bagan Alur Proses Audit Energi.....	12
Gambar 2.2.	Klasifikasi Gedung Dalam Sektor Dan Sub-sektor.....	16
Gambar 2.3.	Langkah-Langkah Penyusunan Indikator Efisiensi Energi.....	17
Gambar 2.4.	Langkah-Langkah Penghematan Energi.....	21
Gambar 2.5.	Contoh Profil Beban Listrik di Bangunan Kantor yang beroperasi 5 hari kerja per minggu.....	23
Gambar 2.6.	Contoh Profil Beban Listrik di Bangunan Kantor yang beroperasi 6 hari kerja per minggu.....	24
Gambar 2.7.	Contoh Profil Beban Bangunan Rumah Sakit.....	25
Gambar 2.8.	Contoh Profil Bangunan Hotel.....	26
Gambar 2.9.	Contoh Profil Bangunan Mall/Pusat Perbelanjaan.....	27
Gambar 2.11.	Rata-rata Distribusi Penggunaan Energi di Sektor Bangunan.....	30
Gambar 2.12.	Kerangka Berpikir.....	35
Gambar 4.1.a	<i>Benchmarking</i> IKE Bangunan Gedung Perkantoran.....	41
Gambar 4.1.b	<i>Benchmarking</i> IKE Bangunan Gedung Perkantoran.....	42
Gambar 4.2.	<i>Benchmarking</i> IKE Bangunan Gedung Pusat Perbelanjaan.....	44
Gambar 4.3.	<i>Benchmarking</i> IKE Bangunan Gedung Hotel.....	45
Gambar 4.4.	<i>Benchmarking</i> IKE Bangunan Gedung Rumah Sakit.....	47
Gambar 4.5.	Proyeksi Potensi Penghematan Energi Bangunan Gedung Perkantoran.....	53
Gambar 4.6.	Proyeksi Potensi Penghematan Energi Bangunan Gedung Hotel	55
Gambar 4.7.	Proyeksi Potensi Penghematan Energi Bangunan Gedung Rumah Sakit.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Pemakaian Energi Akhir Menurut Sektor (dalam %)	4
Tabel 2.1.	Rata-rata IKE Per Jenis Bangunan	27
Tabel 2.2.	Distribusi Penggunaan Energi Pada Bangunan	28
Tabel 2.3.	Rata-rata Potensi Penghematan Energi di Sektor Bangunan	29
Tabel 4.1.	Hasil Rekap Audit Energi Bangunan 2006	39
Tabel 4.2.a	Hasil Rekap Audit Bangunan Kantor Komersial 2007	41
Tabel 4.2.b	Hasil Rekap Audit Bangunan Kantor Pemerintah 2007	42
Tabel 4.3.	Hasil Rekap Audit Bangunan Rumah Sakit 2007	43
Tabel 4.4.	Hasil Rekap Audit Bangunan Hotel, Mall dan Sekolah 2007	44
Tabel 4.5.	Hasil Rekap Audit Bangunan Gedung 2009	45
Tabel 4.6.	Hasil Rekap Audit Perkantoran 2010	47
Tabel 4.7.	Hasil Rekap Audit Rumah Sakit 2010	48
Tabel 4.8.	Hasil Rekap Audit Hotel, Mall dan Sekolah 2010	49
Tabel 4.9.	Perbandingan IKE	50
Tabel 4.10.	Frekuensi pengamatan dan harapan	52
Tabel 4.11.	Rasio Uji	52

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Efisiensi energi adalah suatu istilah umum yang sudah sering dipakai. Efisiensi menunjukkan rasio perbandingan keluaran (*output*) dan masukan (*input*). Efisiensi energi menunjukkan tingkat penggunaan energi dalam suatu proses (proses fisik dan non-fisik) untuk menghasilkan suatu keluaran dalam bentuk produk maupun jasa/servis. Sedangkan indikator efisiensi energi menunjukkan suatu ukuran yang dipakai untuk *me-monitoring* tingkat pencapaian target efisiensi energi baik pada skala mikro misal suatu proses produksi maupun skala makro seperti aktivitas ekonomi suatu negara.^[8] Indikator ini menunjukkan tingkat konsumsi energi dalam suatu proses untuk menghasilkan suatu aktivitas tertentu.

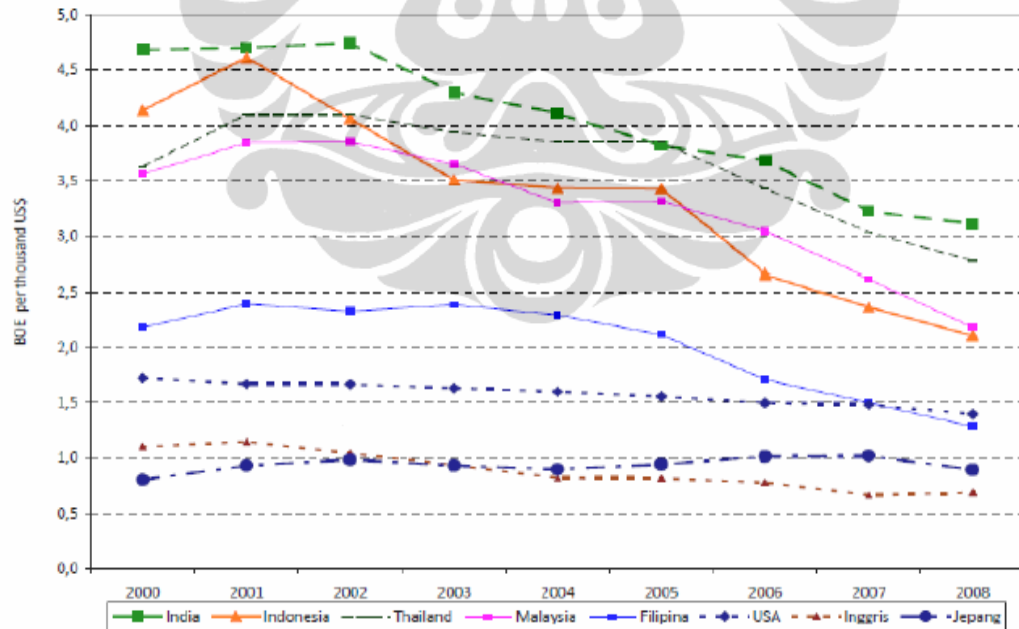
Informasi yang didapat dari indikator ini dapat dipakai sebagai bahan acuan dalam menyusun program konservasi energi maupun sebagai bahan penilaian keberhasilan program konservasi energi. Indikator efisiensi energi ini dapat menunjukkan kecenderungan konsumsi energi dan dapat dipakai untuk memprediksi kebutuhan energi kedepannya. Indikator efisiensi energi harus dibuat dalam sekuen waktu. Dengan menampilkan data-data dalam rentangan waktu yang panjang, maka dapat dijelaskan dan dicari suatu karakteristik kecenderungan pemakaian energi dalam suatu proses mikro maupun dalam skala makro (negara). Secara umum peningkatan kebutuhan energi memiliki keterkaitan yang erat dengan semakin berkembangnya kegiatan ekonomi (Sugiyono, 2004). Pertumbuhan ekonomi yang begitu dinamis, yang ditandai dengan meningkatnya output produksi dan beragam aktivitas ekonomi lain, menyebabkan peningkatan kebutuhan energi yang cukup besar dan tidak dapat dihindari.

Dalam implementasinya, indikator ini dapat muncul dalam berbagai bentuk. Indikator ini dapat muncul dalam bentuk rasio konsumsi energi dan penambahan nilai ekonomi hasil konsumsi energi tersebut. Keluaran dari proses yang diukur di sini adalah nilai/parameter moneter. Semakin kecil angka elastisitas, maka semakin efisien penggunaan energi di suatu negara. Elastisitas energi Indonesia pada tahun 2009 masih cukup tinggi yaitu 2,69. Sebagai perbandingan, menurut penelitian *International Energy Agency* pada tahun 2009,

angka elastisitas Thailand adalah 1,4, Singapura 1,1 dan negara-negara maju berkisar dari 0,1 – 0,6. [14]

Indikator ini dapat muncul juga dalam bentuk rasio konsumsi energi dan satuan jumlah produksi suatu benda yang disebut intensitas energi. Semakin rendah angka intensitas, maka semakin efisien penggunaan energi di sebuah negara. Intensitas energi primer Indonesia pada tahun 2009 adalah sebesar 565 TOE (*ton-oil-equivalent*) per 1 juta USD. Artinya, untuk meningkatkan PDB sebesar 1 juta USD, Indonesia memerlukan energi sebanyak 565 TOE. Sebagai perbandingan, intensitas energi Malaysia 439 TOE/juta dolar AS dan negara-negara maju 164 TOE/juta dolar AS. Angka elastisitas dan intensitas energi itu menunjukkan bahwa pemakaian energi di Indonesia masih belum efisien. [14] Sebagai contoh Gambar 1.a memperlihatkan salah satu indikator efisiensi energi.

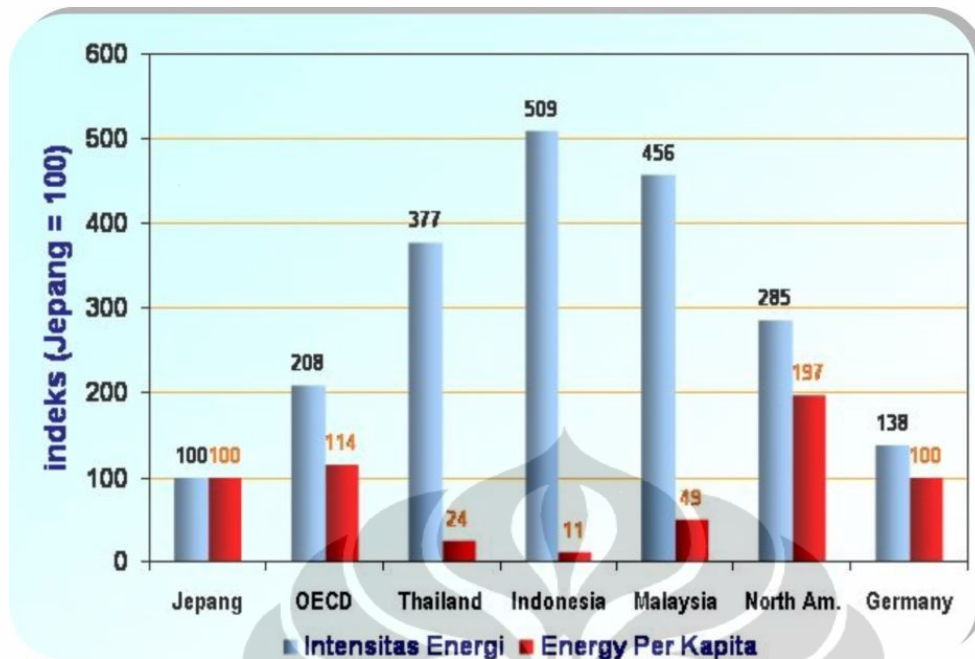
Dalam gambar ini ditampilkan tren perubahan konsumsi energi primer tiap satuan PDB. Dengan gambar ini dapat ditampilkan tren efisiensi energi di beberapa negara terutama antara negara maju dan berkembang. Dalam rentang waktu yang lebih panjang lagi dapat dilihat pada Gambar 1.b.



Note: GDP Primary Energy Consumption using US\$ fix rate in year 2000

Sumber : “Statistik Ekonomi Energi Indonesia 2009”, Pusat Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral, 2009

(a)



Sumber : Rancangan *Blueprint* Pengelolaan Energi Nasional 2010-2025, Tahun 2009

(b)

Gambar 1. Perbandingan Intensitas Energi Primer Beberapa Negara

Dari gambar di atas terlihat bahwa Indonesia adalah negara yang paling tidak efisien dibandingkan Malaysia, Thailand, Singapura apalagi Jepang dan Amerika Serikat. Ini terlihat dari intensitas energi primer Indonesia yang paling besar. Hal ini mengindikasikan bahwa Indonesia mempergunakan energi yang lebih banyak untuk menghasilkan seribu USD PDB.

Indikator efisiensi energi dapat diterapkan pada semua sektor. Ada 5 (lima) sektor utama yang menjadi pengonsumsi energi di suatu negara termasuk Indonesia. Kelima sektor tersebut adalah sektor transportasi, sektor rumah tangga, sektor industri, sektor komersial dan lain-lain. Pada sektor komersial termasuk didalamnya adalah bangunan/gedung. Jadi bangunan/gedung merupakan sub-sektor dari sektor komersial. [11]

Dalam penelitian ini, untuk memperjelas dan mempertegas hasil kegiatan, sektor komersial diganti dengan sektor bangunan gedung. Hal ini memiliki maksud bahwa cakupan sektor komersial sebagian besar adalah sub-sektor bangunan gedung, maka penamaan sektor komersial diganti dengan sektor bangunan gedung. Hal ini dilakukan karena sebagian besar data yang tersedia adalah data hasil audit energi bangunan gedung. Selain itu, terdapatnya suatu nilai

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) yang telah dipergunakan sebelumnya sebagai target pengukuran indikator efisiensi energi di bangunan gedung.

Walaupun permintaan energi di sektor komersial hanyalah sekitar 4% dari total permintaan energi nasional (tabel 1.), efisiensi energi pada sektor ini tetap menjadi prioritas. Tipe-tipe bangunan gedung komersial yang menggunakan banyak energi meliputi perkantoran, pusat perbelanjaan, hotel dan rumah sakit. Umumnya energi yang digunakan oleh bangunan gedung komersial adalah untuk pengaturan suhu dan pencahayaan. Potensi penghematan yang dapat dicapai tentunya bergantung pada besarnya investasi perubahan yang dilakukan pada bangunan gedung.

Tabel 1. Pemakaian Energi Akhir Menurut Sektor (dalam %)

Year	Industry	Household	Commercial	Transportation	Others
2000	41.18	18.78	4.10	29.71	6.24
2001	40.63	18.36	4.13	30.58	6.31
2002	40.07	17.99	4.22	31.48	6.23
2003	37.72	18.76	4.44	33.06	6.02
2004	37.29	17.51	4.63	34.44	6.12
2005	40.50	16.49	4.59	33.03	5.39
2006	43.33	15.69	4.60	31.57	4.81
2007	44.82	15.21	4.59	31.06	4.32

Sumber : "Statistik Ekonomi Energi Indonesia 2007", Pusat Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral, 2007.

1.2 Perumusan Masalah

Pada sektor bangunan gedung, untuk mengukur indikator efisiensi energi banyak menggunakan nilai IKE, yaitu jumlah energi (energi listrik dan lainnya) yang dikonsumsi selama satu tahun dibagi dengan luas lantai bangunan. Satuan yang dipakai adalah kWh/m². Nilai IKE yang dipergunakan sebagai acuan target pengukuran indikator efisiensi energi di masing-masing jenis bangunan gedung selama ini adalah berdasarkan penelitian ASEAN – USAID tahun 1987 yang laporan hasilnya diterbitkan pada tahun 1992, yaitu : [7]

- IKE UNTUK PERKANTORAN : 240 kWh/m²/th
- IKE UNTUK PUSAT BELANJA : 330 kWh/m²/th
- IKE UNTUK HOTEL/APARTEMEN : 300 kWh/m²/th
- IKE UNTUK RUMAH SAKIT : 380 kWh/m²/th

Nilai besaran Intensitas Konsumsi Energi ini sudah lama dipergunakan sebagai target dari kegiatan konservasi energi pada bangunan gedung, namun belum diketahui secara persis tingkat ketercapaian bangunan-bangunan gedung terhadap nilai IKE ini. Apakah sudah banyak bangunan gedung yang memenuhi bahkan mencapai kondisi yang lebih baik atau justru sebaliknya malah makin memburuk.

Ketercapaian bangunan gedung terhadap nilai acuan target pengukuran indikator efisiensi energi tersebut dilakukan melalui peningkatan potensi penghematan energi yang dimungkinkan pada bangunan gedung tersebut, sebagai tindak lanjut penerapan dari hasil rekomendasi pelaksanaan audit energi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan tesis ini adalah:

1. Melakukan perbandingan nilai IKE dari masing-masing jenis bangunan gedung terhadap nilai IKE yang sudah lama dipergunakan sebagai target dari kegiatan konservasi energi pada bangunan gedung untuk mendapatkan gambaran penggunaan energi terkini pada bangunan gedung; dan
2. Memprediksi seberapa jauh pengaruh potensi penghematan energi pada bangunan gedung yang dapat diterapkan untuk mencapai target konservasi energi.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan hasilnya dapat memberikan gambaran terkini penggunaan energi dan penerapan penghematan energi yang dimungkinkan pada bangunan gedung sebagai salah satu bahan masukan bagi pemegang kebijakan dalam menurunkan intensitas energi primer.

1.5 Batasan Masalah

Ruang lingkup atau batasan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Energi yang digunakan pada bangunan gedung adalah energi listrik tidak termasuk energi lainnya yang umumnya digunakan pada bangunan gedung.
2. Perbandingan tingkat efisiensi penggunaan energi dari masing-masing jenis bangunan gedung yang telah diaudit energinya oleh Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi dari tahun 2009 s.d 2010 terhadap nilai IKE yang sudah lama dipergunakan sebagai target dari kegiatan konservasi energi pada bangunan gedung.
3. Hasil identifikasi potensi penerapan energi pada bangunan gedung hanya digunakan untuk mengidentifikasi jenis langkah-langkah strategi penghematan energinya, tidak melakukan pembobotan/rating.
4. Bangunan gedung yang dibahas hanya meliputi: bangunan perkantoran, pusat belanja, hotel/apartemen, dan rumah sakit.

1.6 Model Operasional Penelitian

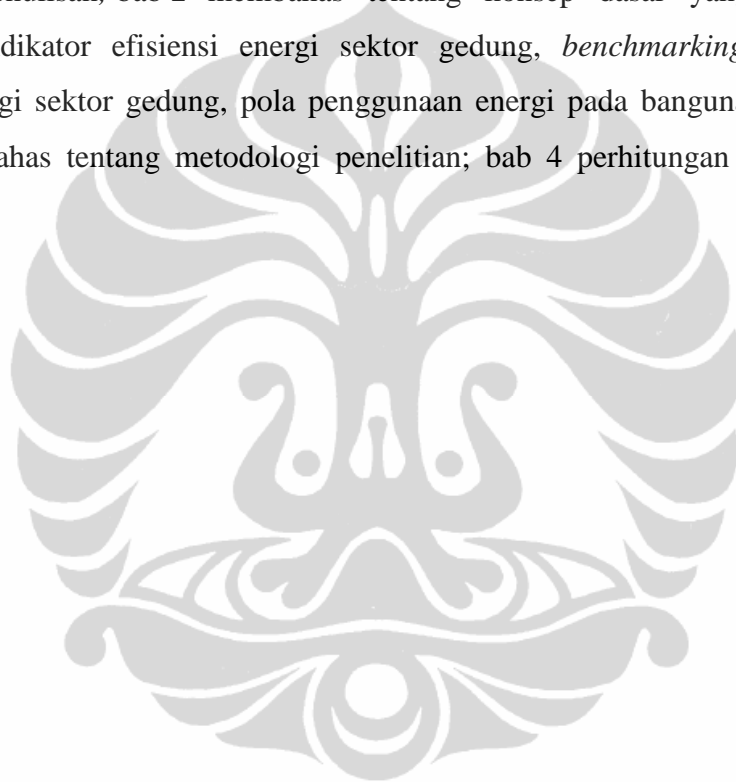
Langkah-langkah utama yang dilaksanakan dalam penelitian ini adalah:

1. Studi literatur, untuk mempelajari, mengembangkan dan menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah dikembangkan dan diterapkan sebelumnya.
2. Mengumpulkan data hasil audit energi bangunan gedung dan data nilai IKE yang telah digunakan sebagai target konservasi energi di bangunan gedung.
3. Menganalisa data hasil audit energi bangunan gedung dan kemudian digunakan untuk perhitungan kondisi terkini IKE gedung-gedung.
4. Melakukan perhitungan kondisi terkini IKE gedung-gedung, menentukan *baseline* tahun awal sebagai bahan perbandingan nilai IKE pada tahun-tahun berikutnya yang dihitung berdasarkan nilai rata-rata, nilai minimum, dan nilai maksimumnya.
5. Menganalisa hasil perhitungan Indikator Efisiensi Energi dan membandingkan dari hasil audit energi gedung.

6. Memprediksi potensi penghematan energi pada bangunan gedung dan langkah-langkah strategi penghematan energinya.
7. Kesimpulan.

1.7 Sistematika Penulisan

Pada bab 1 membahas tentang latar belakang penulisan, perumusan permasalahan, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penulisan, dan sistematika penulisan; bab 2 membahas tentang konsep dasar yang meliputi penentuan indikator efisiensi energi sektor gedung, *benchmarking* indikator efisiensi energi sektor gedung, pola penggunaan energi pada bangunan gedung; bab 3 membahas tentang metodologi penelitian; bab 4 perhitungan dan bab 5 kesimpulan.



BAB II LANDASAN TEORI

Pada hakekatnya telah diketahui bahwa efisiensi energi merupakan bagian dari konservasi energi. Dalam kebijakan energi nasional disebutkan bahwa konservasi energi merupakan upaya yang sistematis terencana dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Bagi Indonesia, upaya konservasi energi ini sangat penting mengingat besarnya kesenjangan antara sisi permintaan dan sisi penyediaan dan kesenjangan ini terus melebar, sehinggadengan adanya Peraturan Pemerintah Nomor 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi yang merupakan turunan dari Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi secara umum telah diatur beberapa hal pokok seperti tanggungjawab para pemangku kepentingan, pelaksanaan konservasi energi, standar dan type untuk peralatan hemat energi, pemberian kemudahan, disentif dan insentif di bidang konservasi energi serta pembinaan dan pengawasan pelaksanaan konservasi energi. [8], [10]

Dalam hal pelaksanaannya, konservasi energi dilaksanakan mencakup seluruh tahap pengelolaan energi mulai dari penyediaan, pengusaha, pemanfaatan, dan juga mengenai konservasi sumber daya energi. Di sisi pemanfaatan energi pelaksanaan konservasi energi oleh pengguna energi dilakukan melalui penerapan manajemen energi dan penggunaan ekologi yang hemat energi. Dalam penerapan manajemen energi, khusus bagi pengguna energi dalam jumlah besar atau minimal 6000 toe/tahun ini dilaksanakan dengan menunjuk manajer energi, menyusun program konservasi energi, melaksanakan audit energi secara berkala, melaksanakan rekomendasi hasil audit energi, dan melaksanakan konservasi energi setiap tahun. Diharapkan dengan adanya Peraturan Pemerintah Nomor 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi tersebut beserta peraturan operasional dibawahnya depermentasi efisiensi dan konservasi energi di indonesia ini bisa lebih diperketat.

Sektor industri dan bangunan gedung sebagai pengguna energi besar tergolong masih boros menggunakan energi, ini ditunjukkan oleh intensitas energinya yang masih cukup tinggi.

Hal ini selain disebabkan oleh masih kurangnya kesadaran akan penggunaan energi yang efisien juga karena harga energi di Indonesia masih sangat murah dibandingkan dengan negara lain. Berkaitan dengan hal tersebut pemerintah terus berusaha meningkatkan kesadaran pengguna energi untuk menerapkan konservasi energi. Khusus untuk pengelola industri dan bangunan gedung, pemerintah antara lain memberikan pelayanan audit energi melalui program kemitraan konservasi energi. Program ini juga merupakan salah satu bentuk insentif pemerintah di bidang konservasi energi sebagaimana diamanatkan dalam peraturan pemerintah.

Hingga tahun 2009 program kemitraan audit energi ini telah dilaksanakan pada sekitar 290 industri dan bangunan sedangkan pada tahun 2010 telah dilaksanakan pada 105 industri dan 55 bangunan. Dari seluruh peserta program kemitraan yang telah diaudit, umumnya industri dan bangunan telah mengimplementasikan rekomendasi hasil audit khususnya yang bersifat tanpa biaya atau berbiaya rendah. Sedangkan yang berbiaya sedang atau tinggi pada umumnya belum diterapkan dengan alasan minimnya pendanaan. [12]

Program Kemitraan Konservasi energi merupakan persetujuan sukarela, belum merupakan suatu kewajiban pihak-pihak yang berminat dalam implementasi konservasi energi baik pemerintah maupun pengguna energi (industri dan bangunan). Adapun tujuan dari program kemitraan tersebut adalah selain mendorong pengguna energi (industri dan bangunan) untuk melakukan upaya penghematan energi melalui pelayanan audit energi, juga merupakan kegiatan untuk mengidentifikasi titik-titik pemborosan energi yang terjadi pada suatu sistem pemanfaatan energi, merencanakan, menganalisis dan merekomendasikan langkah-langkah dalam meningkatkan efisiensi energi. Pada program tersebut, terbukti bahwa audit energi dapat menghasilkan temuan mengenai potensi penghematan energi.

2.1 Pelaksanaan Audit Energi Sektor Bangunan Gedung [7]

Ditinjau dari segi bahasa, *Audit* artinya memeriksa, sedangkan *Energi* artinya kemampuan suatu sistem untuk melakukan kerja. Sehingga dapat dikatakan, *audit energi* adalah cara yang dipakai untuk memeriksa dan menghitung besarnya konsumsi energi suatu sistem untuk melakukan kerja.

Definisi audit adalah "Inspeksi, Koreksi, dan Verifikasi." (Collins, 1995), sehingga audit energi dapat dikatakan sebagai hasil dari inspeksi berupa observasi penggunaan energi yang kemudian dikoreksi bila terdapat penyimpangan konsumsi energi dalam bentuk analisis penggunaan energinya, lalu dicari upaya dalam verifikasi (penyelesaian) masalah energi tersebut. Selain itu, definisi audit energi lainnya yaitu:

1. Kegiatan menyusun dokumen/data pemakaian energi (pada sistem tertentu) secara sistematis untuk mengidentifikasi titik-titik kerugian energi dan mencari peluang penghematan energi yang signifikan.
2. Identifikasi penggunaan energi pada proses dan/atau operasi peralatan (teknologi) tertentu dengan fokus pada operasi yang tidak efisien.
3. Upaya pengamatan secara sistematis terhadap suatu sistem untuk mendapatkan/mengidentifikasi peluang penghematan energi.

Jadi audit energi dapat disimpulkan sebagai suatu tindakan untuk mendapatkan potret/profil penggunaan energi dari hasil kompilasi data energi yang terkumpul dan teranalisis pada suatu sistem, guna memberikan gambaran untuk merencanakan tindakan manajemen/konservasi dalam menyelesaikan masalah energi.

2.1.1 Standar Audit Energi

Audit energi tidak lepas dari standarisasi yang digunakan oleh sebagian Negara dalam melakukan audit atau pengukuran. Standar yang harus digunakan dalam audit energi haruslah standar yang berlaku dan banyak dipakai secara Internasional. Indonesia sendiri telah memiliki standar yang telah disesuaikan dengan keadaan iklim atau tekstur wilayah Indonesia, yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI).

Fungsi standar sendiri adalah sebagai acuan bagi perancang, pemilik gedung, pengelola, pelaksana, dan pemakai di dalam merancang sistem keenergian pada bangunan gedung, dengan tujuan untuk memperoleh bangunan gedung yang pengoperasiannya dan pemeliharaannya dapat menghemat energi tanpa harus mengurangi atau mengubah fungsi bangunan, kenyamanan, produktivitas kerja penghuni atau pemakai gedung, serta mempertimbangkan aspek biaya.

Sedangkan bagi auditor, standar berfungsi untuk memberikan gambaran dan membandingkannya terhadap hasil audit (*benchmarking*), agar dapat diambil sebuah tindakan konservasi energi.

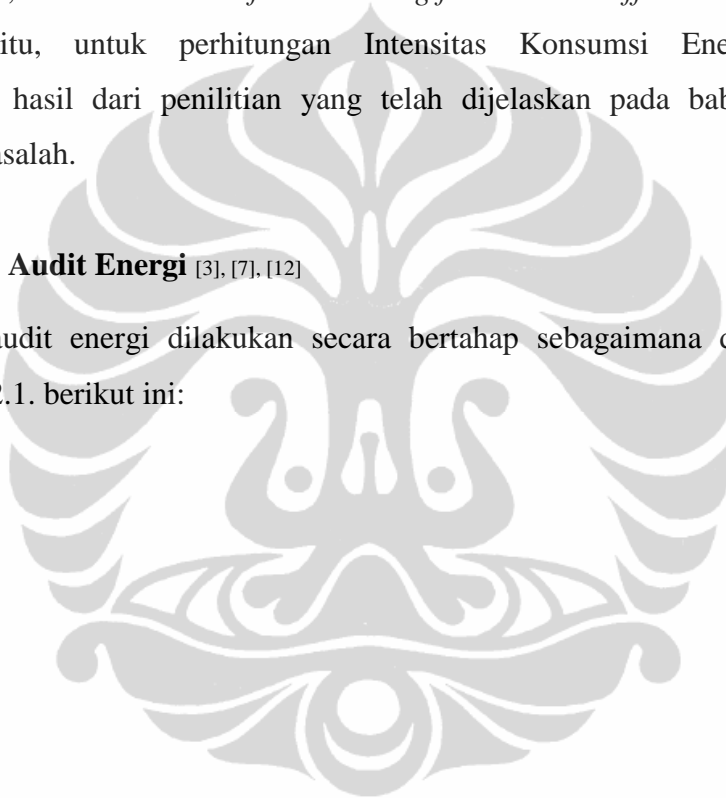
Standar-standar yang biasa digunakan secara internasional antara lain:

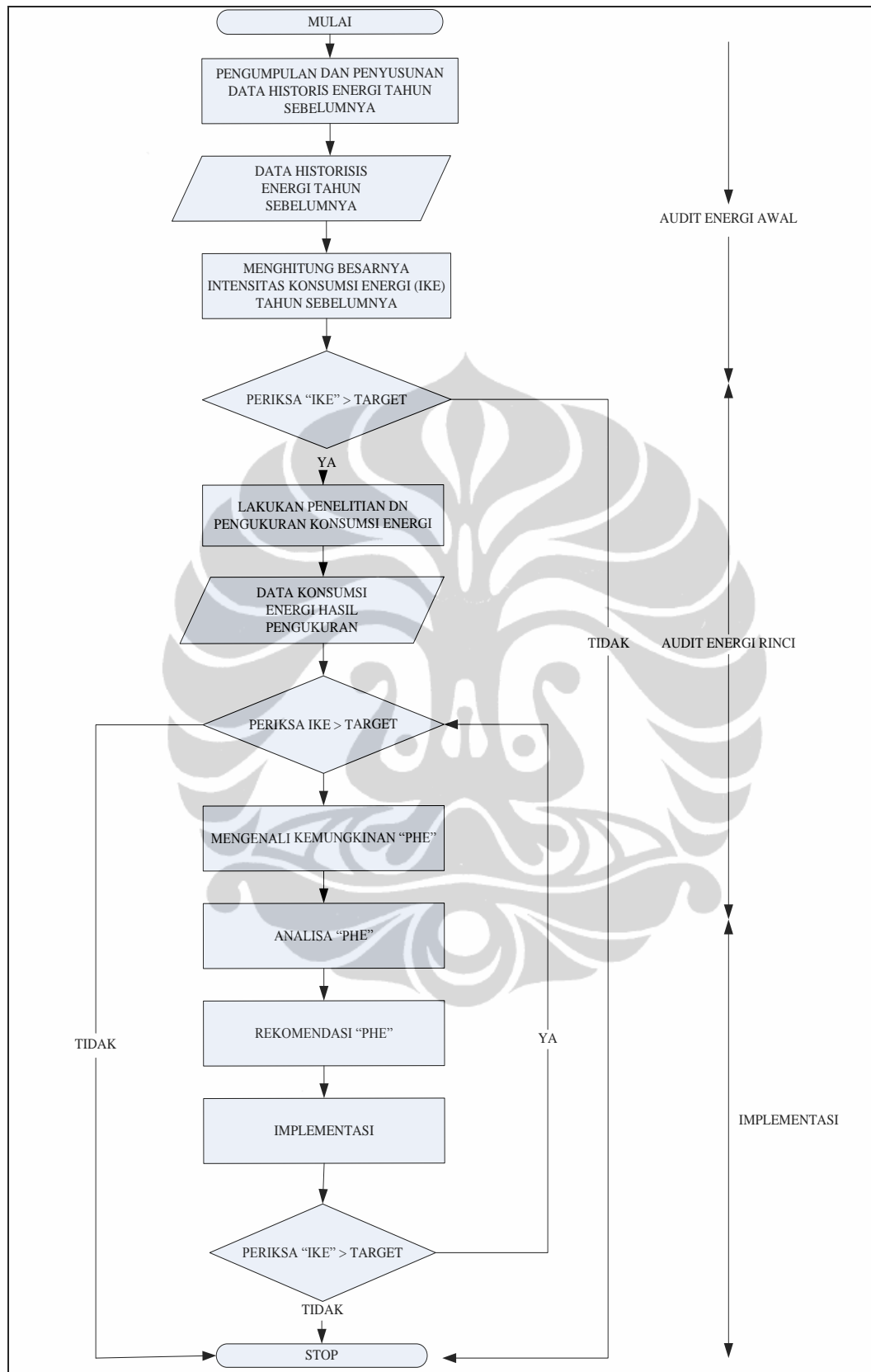
1. SNI 03-6196-2000; *prosedur audit pada bangunan gedung*.
2. BOCA, *International energi conservation code 2000*.
3. ASHRAE, *Standard 90.1: energi efficiency*.
4. BOMA, *Standard method for measuring floor area in office buildings*.

Selain itu, untuk perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) menggunakan hasil dari penelitian yang telah dijelaskan pada bab 1 bagian perumusan masalah.

2.1.2 Proses Audit Energi [3], [7], [12]

Proses audit energi dilakukan secara bertahap sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.1. berikut ini:





Gambar 2.1. Bagan Alur Proses Audit Energi

Audit energi awal

Audit energi awal pada prinsipnya dapat dilakukan pemilik/pengelola bangunan gedung yang bersangkutan berdasarkan data rekening pembayaran energi yang dikeluarkan dan pengamatan visual.

a. Pengumpulan dan penyusunan data energi bangunan gedung

Kegiatan audit energi awal meliputi pengumpulan data energi bangunan gedung dengan data yang tersedia dan tidak memerlukan pengukuran. Data tersebut meliputi :

- Dokumentasi bangunan yang dibutuhkan adalah gambar teknik bangunan sesuai pelaksanaan konstruksi (*as built drawing*), terdiri dari :
 - a) Tapak, denah dan potongan bangunan gedung seluruh lantai.
 - b) Denah instalasi pencahayaan bangunan seluruh lantai.
 - c) Diagram satu garis listrik, lengkap dengan penjelasan penggunaan daya listriknya dan besarnya penyambungan daya listrik PLN serta besarnya daya listrik cadangan dari *Diesel Generating Set*.
- Pembayaran rekening listrik bulanan bangunan gedung selama satu tahun terakhir dan rekening pembelian bahan bakar minyak (bbm), bahan bakar gas (bbg), dan air.
- Tingkat hunian bangunan (*occupancy rate*).

b. Menghitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) gedung

Berdasarkan data seperti disebutkan pada butir a. dapat dihitung :

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

Audit energi rinci

Audit energi rinci dilakukan bila nilai IKE lebih besar dari nilai target yang ditentukan.

a. Penelitian dan pengukuran konsumsi energi

Audit energi rinci perlu dilakukan bila audit energi awal memberikan gambaran

nilai IKE listrik lebih dari nilai target yang ditentukan untuk mengetahui profil penggunaan energi pada bangunan gedung, sehingga dapat diketahui peralatan pengguna energi apa saja yang pemakaiannya cukup besar.

Kegiatan yang dilakukan dalam penelitian energi adalah mengumpulkan dan meneliti sejumlah masukan yang dapat mempengaruhi besarnya kebutuhan energi bangunan gedung, dan dari hasil penelitian dan pengukuran energi dibuat profil penggunaan energi bangunan gedung.

b. Pengukuran energi

Seluruh analisa energi bertumpu pada hasil pengukuran. Hasil pengukuran harus dapat diandalkan dan mempunyai kesalahan (*error*) yang masih dapat diterima. Untuk itu penting menjamin bahwa alat ukur yang digunakan telah dikalibrasi oleh instansi yang berwenang. Alat ukur yang digunakan dapat berupa alat ukur yang dipasang tetap (*permanent*) pada instalasi atau alat ukur yang dipasang tidak tetap (*portable*).

c. Instrumen-instrumen Audit Energi

Persyaratan untuk satu audit energi seperti identifikasi dan hitungan energi mengharuskan pengukuran-pengukuran; pengukuran-pengukuran ini memerlukan pemakaian instrumen-instrumen. Instrumen-instrumen ini harus jinjing, yang tahan lama, mudah untuk beroperasi dan secara relatif murah. Parameter-parameter secara umum dimonitor selama audit energi boleh meliputi yang berikut: Basic Parameter-parameter Elektrik di AC & DC sistem -Voltase (V), Arus (A), Faktor daya, Aktif kuasa (tenaga) (kW), daya samar (permintaan) (kVA), Daya reaktif (kVAr), Konsumsi energi (kWh), Frekuensi (Hz), Selaras, dan lain-lain.

Parameter-parameter dari arti penting selain dari elektrik seperti temperatur & aliran bahang, radiasi, udara dan gas mengalir, aliran cairan, jumlah putaran tiap menit (RPM), percepatan udara, suara gaduh dan getaran, debu konsentrasi, Jumlah Keseluruhan Padatan terlarut (TDS), pH, kandungan kelengasan, kelembaban relatif, gas buang analisa CO₂, O₂, CO, NOX, efisiensi bakar.

Identifikasi peluang hemat energi

Hasil pengumpulan data yang ditindaklanjuti dengan penghitungan besarnya IKE untuk kemudian didapat profil penggunaan energi pada bangunan gedung dari kegiatan Audit energi awal. Apabila besarnya IKE hasil penghitungan ternyata sama atau kurang dari IKE target, maka kegiatan audit energi rinci dapat dihentikan atau diteruskan untuk memperoleh IKE yang lebih rendah lagi. Bila hasilnya lebih dari IKE target, berarti ada peluang untuk melanjutkan proses audit energi rinci berikutnya guna memperoleh penghematan energi.

Analisis peluang hemat energi

Apabila peluang hemat energi telah diidentifikasi, selanjutnya perlu ditindaklanjuti 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. Analisis peluang hemat energi dapat juga dilakukan dengan penggunaan program komputer yang telah direncanakan untuk kepentingan itu dan diakui oleh masyarakat profesi.

Penghematan energi pada bangunan gedung harus tetap memperhatikan kenyamanan penghuni. Analisis peluang hemat energi dilakukan dengan usaha antara lain:

- a. menekan penggunaan energi hingga sekecil mungkin (mengurangi daya terpasang/terpakai dan jam operasi);
- b. memperbaiki kinerja peralatan;
- c. menggunakan sumber energi yang murah.

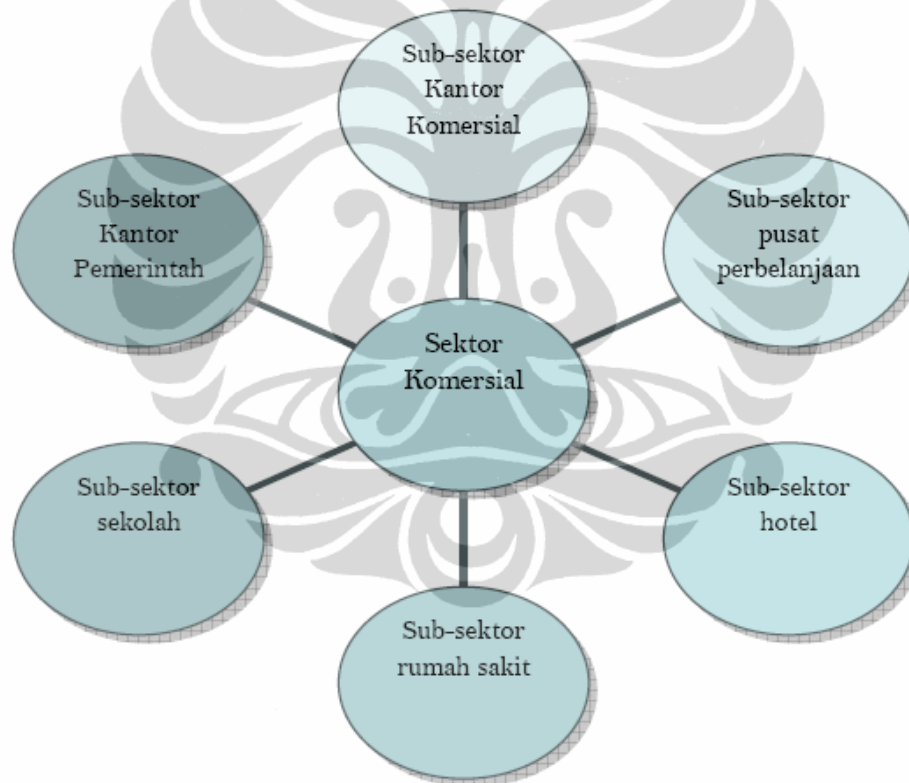
2.1.3 Klasifikasi Bangunan Gedung [11]

Bangunan Gedung sebenarnya merupakan bagian dari sektor komersial, namun untuk menyesuaikan dengan standar nasional yang telah ada dan berdasar pada kenyataan bahwa sektor komersial didominasi oleh gedung, maka sektor komersial digantikan dengan sektor gedung.

Sektor Gedung ini perlu dirinci lagi menjadi sub-sektor yang lebih spesifik, yaitu:

1. Sub-sektor Kantor Komersial
2. Sub-sektor pusat perbelanjaan
3. Sub-sektor hotel
4. Sub-sektor rumah sakit
5. Sub-sektor sekolah
6. Sub-sektor Kantor Pemerintah

Gambar 2.2 di bawah ini memperlihatkan pembagian sektor gedung menjadi beberapa sub-sektor. Sub-sektor ini masih dapat bertambah sesuai dengan ketersediaan data dan tingkat kebutuhan analisisnya.



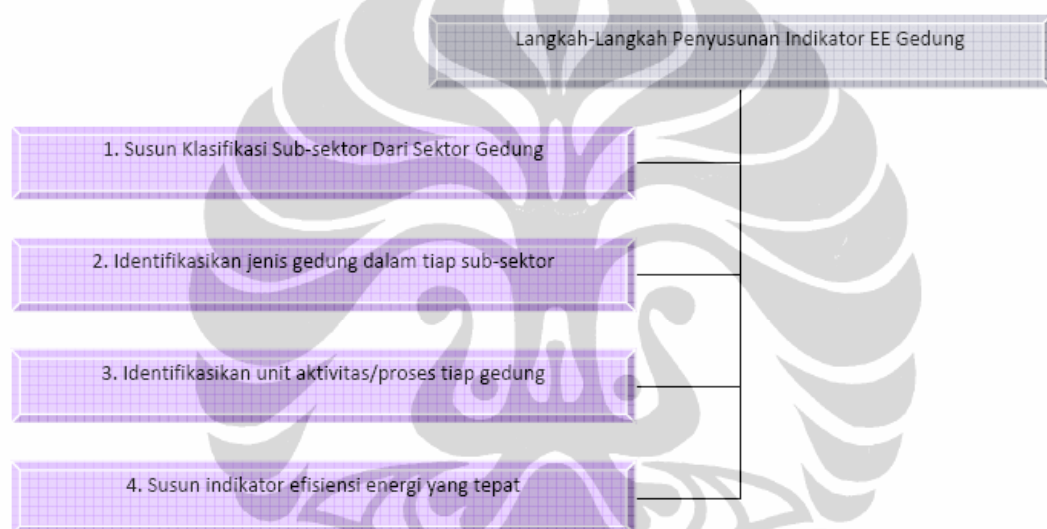
Gambar 2.2 Klasifikasi Gedung Dalam Sektor Dan Sub-sektor

Mengacu pada piramida agregasi data penyusunan indikator efisiensi energi, maka level di bawah sub-sektor akan menjelaskan tentang jenis-jenis gedung. Sebagai contoh, untuk sub sektor gedung kantor pemerintah, maka level di bawahnya dapat meliputi gedung Kementerian Kesehatan atau Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia, dan sebagainya.

Pada level unit aktivitas/proses yang merupakan level terbawah dapat berupa fungsi-fungsi yang ada yang mendukung operasional gedung seperti unit aktivitas sistem penerangan, unit aktivitas sistem penyejuk ruangan, unit aktivitas penggerak elevator dan escalator dan sebagainya sesuai dengan kelengkapan yang dimiliki gedung.

2.1.4 Langkah-Langkah Penyusunan Indikator Efisiensi Energi [11]

Gambar 2.3 berikut memperlihatkan langkah-langkah penyusunan indikator efisiensi energi.. Penjelasan tiap langkah adalah sebagai berikut :



Gambar 2.3 Langkah-Langkah Penyusunan Indikator Efisiensi Energi

- **Langkah 1** merupakan penyusunan sub-sektor dalam sektor gedung. Sekurangnya ada 2 pendekatan yang bisa dilakukan disini:
 1. Sub-sektor berdasarkan ketersediaan data yang ada dari hasil audit energi;
 2. Sub-sektor berdasarkan semua jenis gedung yang berskala besar.
- **Langkah 2** merupakan upaya memilah jenis-jenis gedung yang ada agar masuk dalam sub-sektor yang telah ditentukan pada langkah sebelumnya.
- **Langkah 3** adalah melakukan identifikasi unit aktivitas/proses pada tiap jenis gedung. Untuk gedung, langkah ini bukan merupakan sesuai yang sulit karena sistem yang mendukung pengoperasian suatu gedung dapat dianggap sama tergantung pada tingkat kenyamanan gedung. Unit aktivitas ini adalah sistem

penerangan, sistem penyejuk ruangan, sistem penggerak escalator dan/atau elevator.

- **Langkah 4** adalah menyusun indikator efisiensi energi. Indikator efisiensi energi yang disusun adalah berdasarkan keluaran fisik. Pada bagian sebelumnya telah dijelaskan indikator yang sering dipakai untuk bangunan adalah Intensitas Konsumsi Energi (IKE), sedangkan untuk unit aktivitas, Konsumsi Energi Spesifik dapat dipergunakan. Untuk lebih jelasnya pemilahan penggunaan indikator ini yaitu :

- **Konsumsi Energi Spesifik** dipergunakan sebagai indikator efisiensi energi pada tingkat unit aktivitas/proses dalam suatu jenis bangunan.
- **Intensitas Konsumsi Energi** dipergunakan sebagai indikator efisiensi energi pada satu jenis bangunan dan sub-sektor. Satuannya kWh/m² untuk energi listrik atau GJ/m² untuk energi lainnya.

Indikator-indikator ini dihitung berdasarkan data-data tahunan. Ini menyesuaikan dengan ketentuan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi. Apabila data-data yang dibutuhkan tersedia bulanan, maka penghitungan indikator dapat dilakukan bulanan.

2.2 *Benchmarking* ^[11]

Benchmarking dilakukan untuk membandingkan kinerja atau tingkat efisiensi penggunaan energi di satu bangunan dengan bangunan yang sejenis. Prinsip *apple to apple* harus dipegang untuk mendapatkan informasi *benchmarking* yang tepat. *Benchmarking* merupakan metoda yang umum digunakan untuk melakukan klasifikasi dan menentukan kriteria tingkat penggunaan energi dari bangunan tersebut.

Evaluasi berdasarkan hasil *benchmarking* sangat dibutuhkan baik oleh pihak pengelola bangunan/gedung maupun oleh pihak regulator, dalam hal ini adalah pemerintah. Secara internal, pihak pengelola bangunan dapat memanfaatkan hasil *benchmarking* tersebut untuk menentukan target penghematan serta langkah-langkah yang dapat dilakukan guna menghemat penggunaan energinya. Di sisi lain, pemerintah sebagai regulator membutuhkan hasil *benchmarking* tersebut

sebagai bahan masukan untuk menentukan kebijakan terkait dengan pengendalian penggunaan energi di sektor terkait.

Hasil *benchmarking* tersebut dapat digunakan untuk menentukan kriteria tingkat hemat penggunaan energi dari suatu bangunan. Selain itu melalui *benchmarking* dapat pula diterapkan standar minimal efisiensi energi suatu bangunan.

Sebagaimana dijelaskan di atas sebagai indikator yang digunakan untuk *benchmarking*, menggunakan Intensitas Konsumsi Energi (IKE). Untuk bangunan IKE ini berarti jumlah energi (listrik dan non-listrik) yang dikonsumsi selama satu tahun dibagi dengan luas lantai bangunan dengan satuan dapat dengan kWh/m², GJ/m² atau toe/m².

2.2.1 Penggunaan Statistika Dalam Benchmarking

Untuk melakukan *benchmarking* dipergunakan prinsip-prinsip yang ada dalam statistika. Penggunaan statistika ini terutama untuk menentukan *baseline* tahun awal sebagai bahan perbandingan pada tahun-tahun berikutnya. Untuk menentukan *baseline*, nilai IKE dari bangunan yang diperoleh dihitung nilai rata-rata, nilai minimum, nilai maksimum, median dan standar deviasinya. Nilai-nilai ini dapat dipergunakan sebagai acuan untuk menentukannya.

Karena metoda ini menggunakan metoda statistik, maka semakin banyak data yang diperoleh akan semakin bagus. Jumlah sampel minimal yang dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi adalah 10 gedung untuk setiap kategori.^[13] Dari Grafik persen kumulatif tersebut, kemudian dilakukan klasifikasi berdasarkan kategori. Kategori yang dipakai adalah buruk, normal dan baik.

2.2.2 Pengambilan Data dan Pengolahan

Sebagaimana telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, untuk membuat *benchmarking* pada objek yang dimaksud perlu dilakukan survei untuk verifikasi dan pendalaman data yang telah diperoleh dari hasil audit energi yang telah dilakukan oleh Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi pada kelompok pengguna energi sektor komersial, sebagai berikut:

1. Kantor komersial
2. Pusat Perbelanjaan
3. Hotel
4. Rumah Sakit
5. Kantor Pemerintah
6. Sekolah/Universitas

Pemilihan objek survei harus dapat memenuhi aspek keterwakilan terhadap dua sisi, yaitu: aspek keterwakilan dari sisi kategori/kelas dan keterwakilan dari sisi populasi. Objek survei hotel, misalnya, secara sederhana dapat dikategorikan menjadi hotel berbintang dan hotel tidak berbintang. Dilihat dari aspek keterwakilan kategori, maka pemilihan satu objek survei untuk masing-masing kategori, sudah dapat dianggap memenuhi aspek keterwakilan tersebut. Sedangkan apabila dilihat dari sisi populasi, dapat dipastikan bahwa jumlah hotel yang tidak berbintang adalah jauh lebih banyak daripada jumlah hotel berbintang. Sehingga pemilihan satu objek survei untuk masing-masing kategori belum dapat dikatakan memenuhi aspek keterwakilan dari sisi populasi.

Namun pemilihan objek survei di sini lebih ditekankan sebagai contoh sampel data lapangan yang akan diolah dalam penelitian ini, sedangkan data survei dapat mengacu pada hasil audit energi yang telah dilakukan sebelumnya.

Analisa terhadap hasil survei yang diperoleh, lebih ditekankan pada perbandingan atau *benchmarking* untuk kategori jenis gedung komersial yang sama. Berdasarkan batasan yang telah ditentukan ini, maka pemilihan objek survei dalam kegiatan ini akan dilakukan berdasarkan kesamaan kategori/kelas, di mana akan dilakukan perbandingan/*benchmarking* terhadap kategori bangunan yang sama.

Dalam perkembangan nantinya, dibutuhkan analisis konsumsi energi yang lebih rinci, guna memahami pola penggunaan energi di masing-masing jenis kategori bangunan dan menyusun kerangka kebijakan yang tepat dalam rangka mengendalikan penggunaan energi di sektor komersial. Untuk itu, dibutuhkan data yang lebih banyak dan lebih lengkap, dengan metode pemilihan sampel berdasarkan kaidah statistik.

2.2.3 Eksplorasi Data

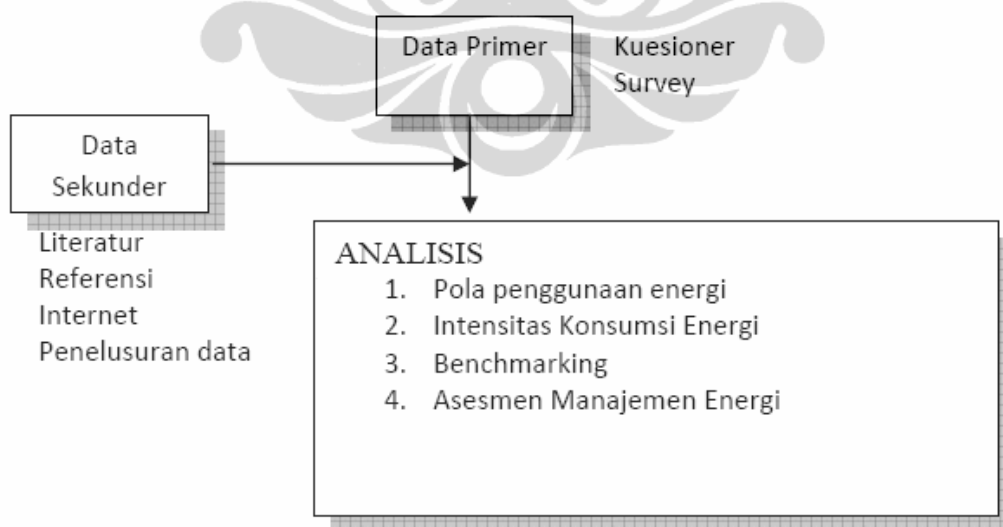
Eksplorasi data merupakan kegiatan pengumpulan data sekunder yang bersumber dari literatur maupun referensi terkait, sebagai bahan untuk melakukan analisis secara lebih detail.

Beberapa data sekunder yang dibutuhkan antara lain:

1. Data audit energi kantor komersial
2. Data audit energi rumah sakit
3. Data audit energi pusat perbelanjaan
4. Data audit energi hotel
5. Data audit energi kantor pemerintah
6. Data audit energi sekolah/universitas

2.2.4 Metoda Analisis

Data survei yang diperoleh, dapat digunakan sebagai contoh kasus studi penggunaan energi di masing-masing jenis bangunan. Pemilihan objek survei yang tepat, dapat memberikan gambaran secara nyata pola penggunaan energi tersebut, sekaligus menentukan langkah yang dapat diterapkan guna melakukan penghematan energi.



Gambar 2.4 Langkah-Langkah Penghematan Energi

Analisis dilakukan terhadap data hasil survei, dengan dilengkapi dengan hasil penelusuran data sekunder, antara lain melalui literatur, internet maupun referensi lainnya.

Beberapa aspek yang hendak dianalisis antara lain, sebagai berikut:

a. Pola penggunaan energi

Pola penggunaan energi akan dianalisis dari sisi suplai dan sisi *demand*. Di sisi suplai akan ditampilkan/dianalisis sumber-sumber energi (listrik dan energi lainnya) yang digunakan berikut kapasitas terpasangnya. Sementara di sisi demand, akan digambarkan profil penggunaan energi berdasarkan jenis penggunanya. Gambaran ini akan dapat memberikan informasi secara rinci mengenai karakteristik penggunaan energi dari industri/bangunan yang disurvei. Selain itu akan dianalisis pula pola penggunaan energi per bulannya, baik dari total konsumsi energinya maupun profil penggunaan berdasarkan jenis penggunanya.

b. Intensitas Konsumsi Energi

Sebagai contoh pada kelompok pengguna energi bangunan komersial dan perkantoran, Intensitas Konsumsi Energi secara umum didefinisikan sebagai jumlah energi yang dikonsumsi (kWh, GJ, toe) dibagi dengan luas lantai bangunan (m²), sehingga IKE yang digunakan sebagai indikator adalah kWh/m², GJ/m², toe/m².

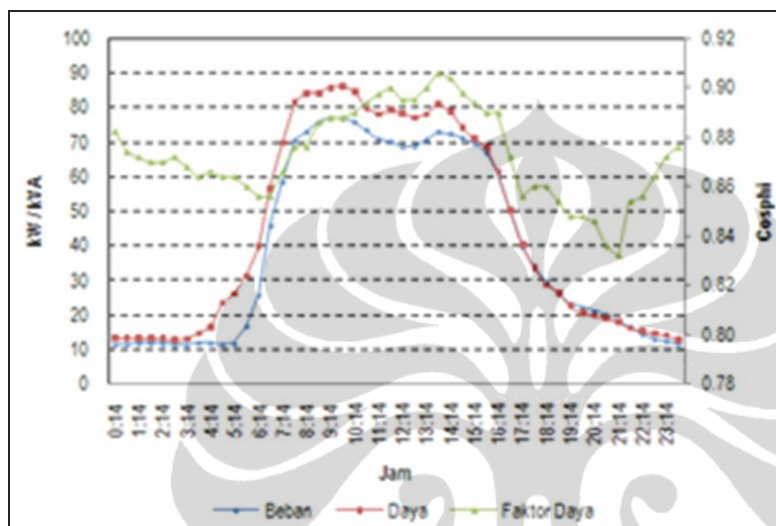
2.3 Pola Penggunaan Energi Sektor Komersial di Indonesia ^[12]

Bangunan Kantor

Profil penggunaan energi di sektor bangunan sangat tergantung dari jam operasi bangunan itu sendiri. Untuk bangunan kantor pada umumnya jam operasi resmi gedung adalah dari pukul 7 sampai 8 pagi dan berakhir pada pukul 16 sampai 19 sore hari untuk yang beroperasi selama 5 hari kerja perminggu (Sabtu dan Minggu libur), dan untuk gedung yang beroperasi selama 6 hari kerja perminggu jam operasi resmi gedung biasanya di mulai dari jam 7 sampai 8 dan

berakhir pada jam 13 sampai jam 14, dan untuk hari sabtu biasanya berakhir pada jam 12 – 13 siang. Untuk gedung yang beroperasi 5 hari kerja per minggu biasanya berlaku di kota besar, sedangkan gedung yang beroperasi 6 hari kerja per minggu biasanya berlaku di kota-kota kabupaten.

Contoh pola penggunaan energi pada gedung yang beroperasi 5 hari kerja per minggu dapat dilihat pada gambar di bawah.



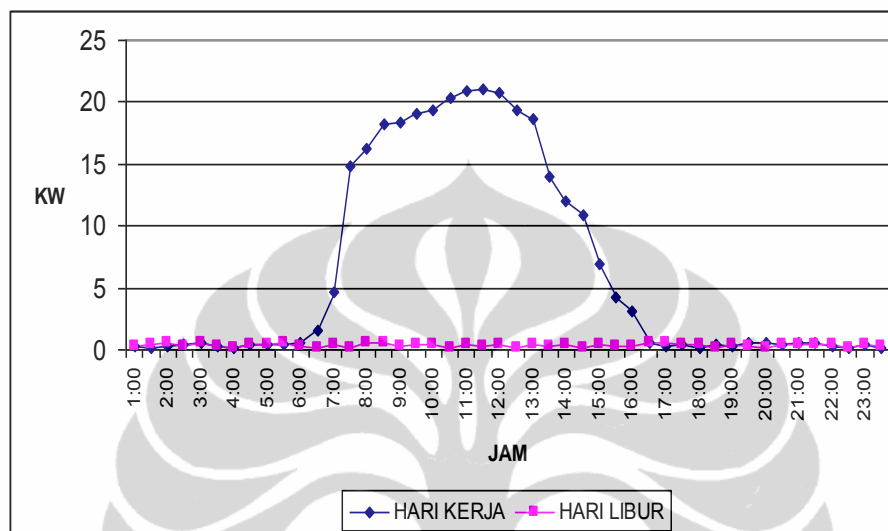
Sumber : Audit Energi Bangunan Gedung, Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, 2010

Gambar 2.5. Contoh Profil Beban Listrik di Bangunan Kantor yang beroperasi 5 hari kerja per minggu

Dari gambar terlihat beban minimal terjadi pada malam hari yang hampir rata, karena pada waktu tersebut tidak ada kegiatan. Penggunaan energi mulai meningkat sesuai jam operasi kantor yaitu mulai jam 7.00 dan mencapai puncaknya antara jam 10.00 sampai 14.00 siang, dan seiring berkurangnya kegiatan beban mulai berkurang pada jam 16.00 sampai akhirnya menuju kondisi malam hari sesuai jam operasi kantor. Dari gambar terlihat antara beban malam hari dan siang hari terdapat perbedaan beban yang cukup besar, beban siang hari lebih besar berkisar 5 – 10 kali beban malam hari, karena pada siang hari yang merupakan jam operasi gedung hampir semua peralatan utama gedung beroperasi seperti AC, penerangan, peralatan kantor, dan utilitas lainnya, sedangkan pada malam hari pada umumnya hanya lampu penerangan luar.

Kondisi profil penggunaan energi untuk gedung kantor ini dari Senin sampai Jumat hampir cenderung sama.

Contoh pola penggunaan energi pada bangunan yang beroperasi 6 hari kerja per minggu dapat dilihat pada gambar dibawah.



Sumber : Audit Energi Bangunan Gedung, Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, 2010

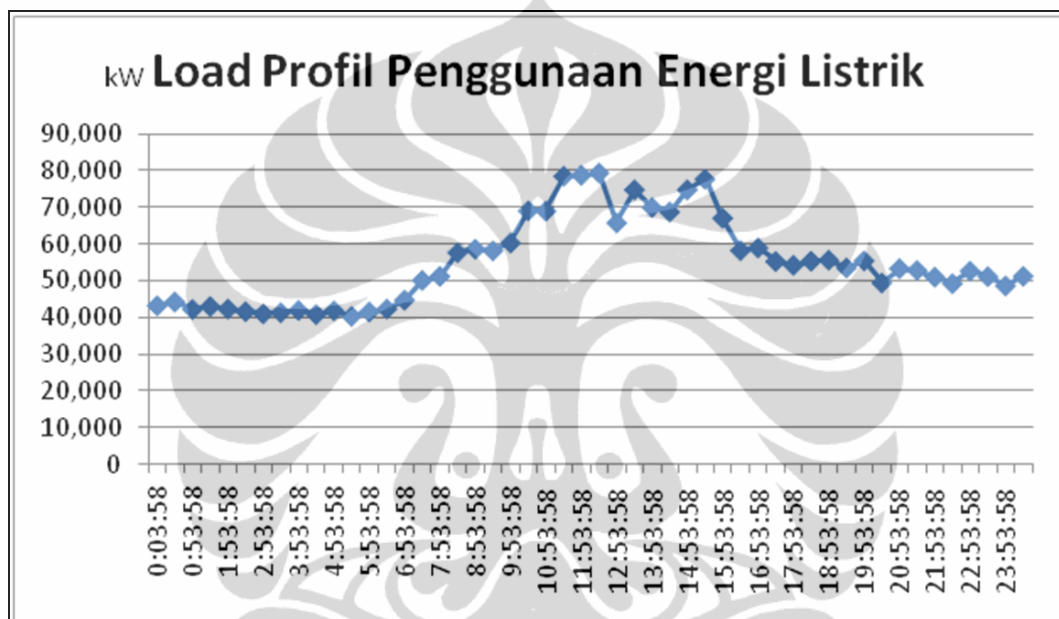
Gambar 2.6. Contoh Profil Beban Listrik di Bangunan Kantor yang beroperasi 6 hari kerja per minggu

Sama halnya seperti pada bangunan kantor yang beroperasi selama lima hari seminggu, pada bangunan kantor yang beroperasi enam hari seminggu beban minimal terjadi pada malam hari yang hampir rata, karena pada waktu tersebut tidak ada kegiatan. Penggunaan energi mulai meningkat sesuai jam operasi kantor yaitu mulai jam 7.00 dan mencapai puncaknya antara jam 10.00 sampai 12.00 siang, dan seiring berkurangnya kegiatan beban mulai berkurang setelah jam 12.00, sampai akhirnya menuju kondisi malam hari sesuai jam operasi kantor.

Bangunan Rumah Sakit

Bangunan rumah sakit pada umumnya beroperasi selama 24 jam, kecuali untuk bagian administrasi yang umumnya beroperasi seperti bangunan kantor.

Dari gambar 2.7 terlihat bahwa beban di rumah sakit hampir cenderung rata, besarnya beban antara beban minimal yang terjadi pada malam hari dengan beban maksimal yang terjadi pada siang hari tidak terlalu jauh, beban meningkat mulai dari jam 5 – 6 pagi dan terus meningkat hingga jam 10.00 – 16.00 seiring dengan kegiatan rumah sakit seperti pelayanan medis, klinik, administrasi, dll, hingga akhirnya menuju ke kondisi malam hari. Besarnya beban siang hari umumnya 2-3 kali beban malam hari karena beban pada malam hari selain penerangan beroperasi juga AC, peralatan medis, dan sebagian peralatan kantor.



Sumber : Audit Energi Bangunan Gedung, Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, 2010

Gambar 2.7 Contoh Profil Beban Bangunan Rumah Sakit

Bangunan Hotel

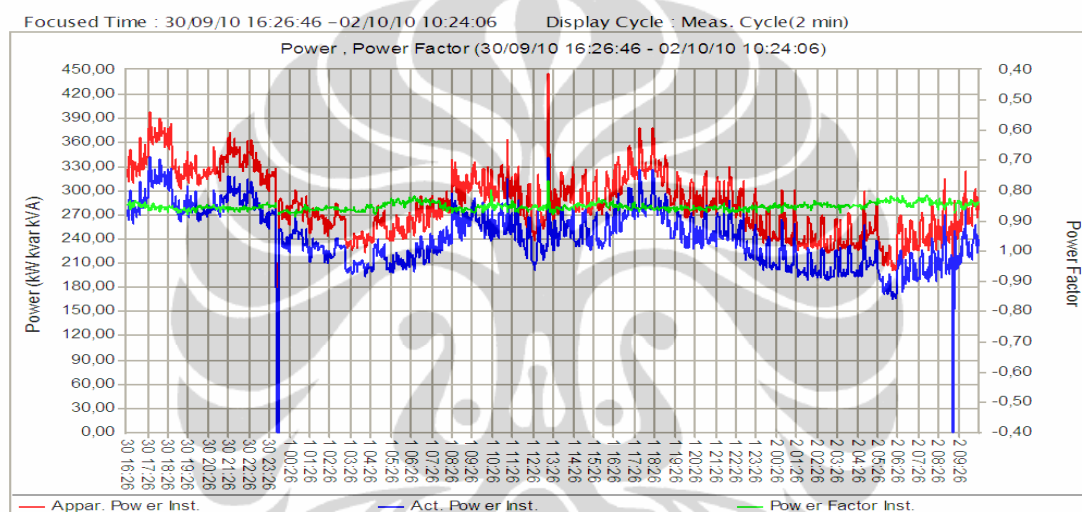
Seperti bangunan rumah sakit, pada umumnya bangunan hotel beroperasi selama 24 jam. Dari gambar 2.8 terlihat profil beban bangunan hotel cenderung rata. Beban minimal terjadi pada malam hari antara jam 22.00 sampai jam 6.00 pagi, karena pada jam tersebut kegiatan tidak terlalu banyak dan tamu hotel sedang beristirahat, Beban mulai naik sekitar pukul 6 pagi seiring dengan meningkatnya kegiatan seperti di restoran/dapur dan tamu hotel mulai beraktifitas.

Beban cenderung rata pada siang hari yaitu antara jam 8.00 pagi sampai jam 22.00, dimana pada jam 8.00 sampai 16.00 kegiatan tamu hotel cenderung turun

tapi kegiatan administrasi meningkat, sedang pada pukul 16.00 sampai 22.00 kegiatan administrasi menurun sedang kegiatan tamu hotel mulai meningkat.

Beban mulai berkurang pada pukul 22.00 sampai akhirnya menuju beban minimal yang terjadi pada malam hari, hal ini disebabkan tamu hotel mulai beristirahat sehingga kegiatan hotel mulai berkurang. Besarnya beban maksimal tidak lebih dari 2 kali beban minimal, besarnya beban pada malam hari karena selain penggunaan lampu untuk penerangan, juga beroperasi AC, peralatan perlengkapan kamar, dll.

Contoh profil untuk bangunan hotel dapat dilihat pada gambar dibawah.



Sumber : Audit Energi Bangunan Gedung, Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, 2010

Gambar 2.8. Contoh Profil Bangunan Hotel

Bangunan Mall/Pusat Perbelanjaan

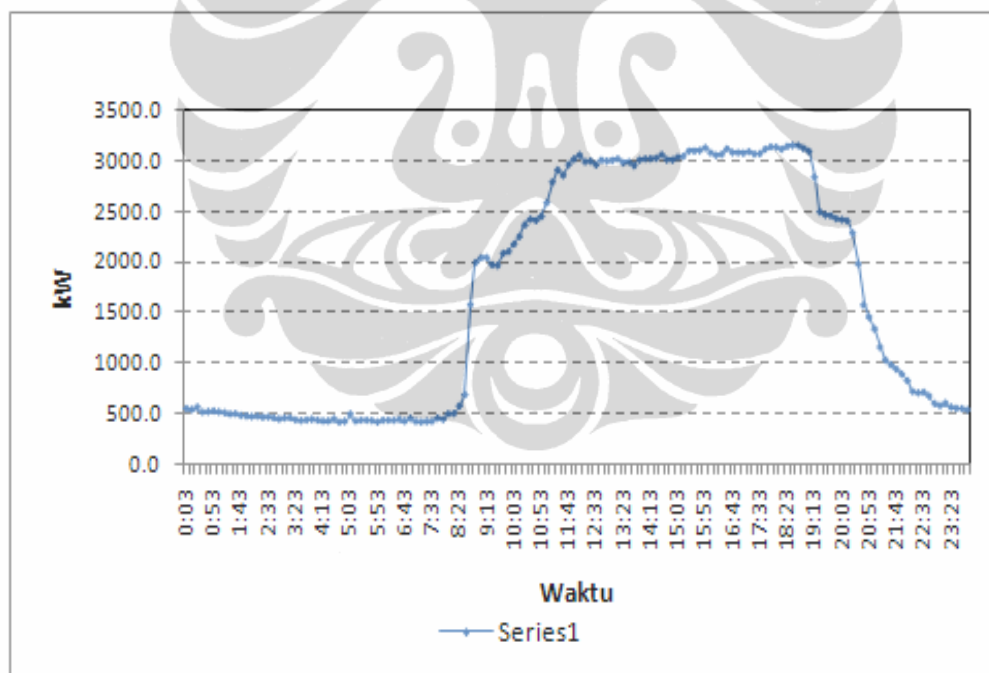
Profil penggunaan energi di bangunan mall/pusat perbelanjaan hampir sama dengan profil bangunan kantor, yaitu beban maksimal yang terjadi pada siang hari hampir 5 kali beban minimal yang terjadi pada malam hari, dan yang membedakan dari kedua bangunan tersebut adalah jam operasi bangunan. Jam operasi bangunan mall/pusat perbelanjaan pada umumnya mulai jam 9 pagi sampai jam 21.00.

Dari gambar 2.9 terlihat beban minimal terjadi pada malam hari yang hampir rata, karena pada waktu tersebut tidak ada kegiatan.

Penggunaan energi mulai meningkat sesuai jam operasi bangunan mall/pusat perbelanjaan yaitu mulai jam 8.00 dan mencapai puncaknya antara jam 13 sampai 21.00 siang, pada saat mall/pusat perbelanjaan ramai dengan pengunjung. Beban mulai berkurang pada jam 21.00 seiring dengan tutupnya mall/pusat perbelanjaan sampai akhirnya menuju kondisi malam hari, yang merupakan beban dalam kondisi minimal.

Dari gambar terlihat antara beban malam hari dan siang hari terdapat perbedaan beban yang cukup besar, beban siang hari lebih besar berkisar 5 kali beban malam hari, karena pada siang hari yang merupakan jam operasi gedung hampai semua peralatan utama gedung beroperasi seperti AC, Penerangan, Peralatan kantor, dan utilitas lainnya, sedangkan pada malam hari pada umumnya hanya lampu penerangan.

Contoh profil untuk bangunan mall/pusat perbelanjaan dapat dilihat pada gambar di bawah.



Sumber : Audit Energi Bangunan Gedung, Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, 2010

Gambar 2.9 Contoh Profil Bangunan Mall/Pusat Perbelanjaan

2.3.1 Intensitas Konsumsi Energi

Dari tabel 2.1 yang merupakan IKE rata-rata dari obyek bangunan yang diaudit energi terlihat bahwa rata-rata intensitas konsumsi energi (IKE) total untuk seluruh bangunan mencapai 175 kWh/m²/tahun. Yang terbesar adalah bangunan mall/pusat perbelanjaan dengan IKE 278 kWh/m²/thn dan yang terkecil yaitu bangunan kantor dengan IKE mencapai 97 kWh/m²/tahun. Hal ini disebabkan karena pemakaian peralatan energi di mall sangat besar, sedangkan untuk hotel dan rumah sakit karena operasinya yang hampir 24 jam. IKE kantor kecil karena bangunan kantor yang di audit sangat beragam mulai dari kantor dinas di daerah dan kantor di kota besar.

Tabel 2.1 Rata-rata IKE Per Jenis Bangunan

No	Jenis Bangunan	Rata-rata IKE (kWh/m ² .tahun)
1	Gedung Kantor	97
3	Gedung Rumah Sakit	129
4	Gedung Hotel	197
5	Gedung Mall/Pusat Perbelanjaan	278
	Rata-rata	175

Sumber : Audit Energi Bangunan Gedung, Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, 2010

2.3.2 Distribusi Penggunaan Energi

Pada umumnya energi yang digunakan di sektor bangunan sebagian besar menggunakan energi listrik yang berasal dari PLN, dan digunakan untuk mensuplai fasilitas penunjang gedung serta peralatan perkantoran. Dari pelaksanaan survei lapangan/audit energi yang dilakukan maka peralatan utama untuk gedung perkantoran adalah Air Conditioner (AC), penerangan (lampu), peralatan kantor (seperti komputer, printer, mesin foto copy, dll), sistem transportasi (seperti lift, escalator dll) serta utilitas lainnya (seperti pompa, bioler, dll) .

Dari tabel 2.2 dapat dilihat bahwa AC merupakan pengguna energi terbesar yaitu rata-rata hampir mencapai 57,1% dari total energi gedung, kemudian utilitas dan peralatan kantor pengguna energi berikutnya yaitu sekitar 26,3% dari total energi gedung, sedangkan penerangan rata-rata mengkonsumsi energi sebesar 16,6% dari total energi gedung.

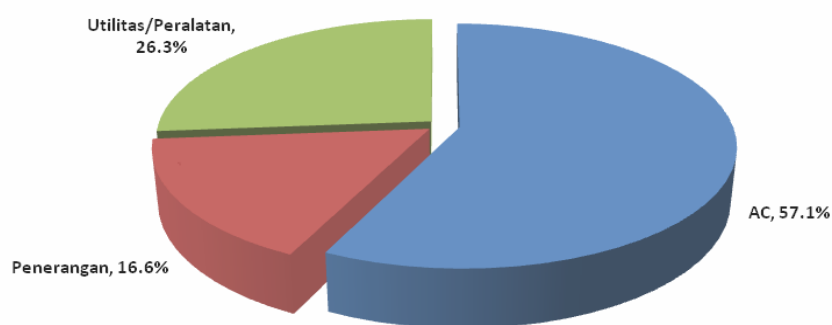
Bangunan kantor merupakan pengguna sistem tata udara/AC terbesar yaitu rata-rata mencapai 66%, hal ini dikarenakan untuk bangunan kantor daya terpasang untuk AC lebih besar dibanding dengan peralatan dan penerangan. Pengguna AC terkecil yaitu gedung mall yaitu rata-rata mencapai 51,9% dikarenakan banyaknya peralatan yang terpasang.

Untuk sistem tata cahaya/penerangan pengguna energi terbesar adalah gedung Mall/pusat perbelanjaan yaitu rata-rata mencapai 20% , sedang untuk utilitas dan peralatan kantor pengguna energi terbesar adalah gedung rumah sakit dengan konsumsi mencapai 30%.

Tabel 2.2. Distribusi Penggunaan Energi Pada Bangunan

No	Jenis Bangunan	Prosentase Penggunaan Energi Peralatan Utama (%)		
		AC	Penerangan	Utilitas/ Peralatan Kantor
1	Gedung Kantor	66	15	19
3	Gedung Rumah Sakit	56,5	13,5	30
4	Gedung Hotel	54	18	28
5	Gedung Mall/Pusat Perbelanjaan	51,9	20	28,1
	Rata-rata	57,1	16,6	26,3

Sumber : Audit Energi Bangunan Gedung, Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, 2010



Sumber : Audit Energi Bangunan Gedung, Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, 2010

Gambar 2.11 Rata-rata Distribusi Penggunaan Energi di Sektor Bangunan

2.3.3 Potensi Penghematan Energi

Dari distribusi penggunaan energi yang dibahas pada sub bab 2.3.2 diketahui bahwa rata-rata pengguna energi terbesar di bangunan adalah sistem tata udara/AC yang mencapai 57,1 %, hal ini hampir sama dengan potensi penghematan energi di sektor bangunan (lihat tabel 2.3) dimana sistem tata udara/AC mempunyai rata-rata potensi yang paling besar yaitu mencapai 7,6%, kemudian urutan ke dua adalah sistem tata cahaya/penerangan rata-rata potensi penghematannya mencapai 3,5%, *house keeping* seperti pengaturan beban dan perawatan rutin terhadap peralatan pengguna energi yang mencapai 1,4 %, dan terakhir utilitas/peralatan kantor rata-rata potensinya mencapai 0,9 %. Rata-rata potensi penghematan energi di sektor bangunan mencapai 13,3%.

Tabel 2.3 Rata-rata Potensi Penghematan Energi di Sektor Bangunan

No	Jenis Bangunan	Prosentase Potensi Konservasi Energi (%)				Total Potensi Konservasi Energi (%)
		AC	Penerangan	Utilitas/ Peralatan Kantor	Lain-lain (SME)	
1	Kantor	14,1	4,1	2,5	4,8	25,8
3	Rumah Sakit		3,5	0,9	1,4	13,3
4	Hotel	13,5	2,1	1,4	1,7	18,8
5	Mall/Pusat Perbelanjaan	4,1	3,1	0,1	1,0	9
	Rata-rata	7,6	3,5	0,9	1,4	13,3

Sumber : Audit Energi Bangunan Gedung, Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, 2010

Tabel 2.3 memperlihatkan potensi penghematan konservasi energi per peralatan utama untuk masing-masing bangunan gedung.

Secara umum, potensi penghematan energi di sektor bangunan gedung dibagi menjadi 3 basis implementasi, yaitu tanpa biaya atau berbiaya rendah (*no/low cost*), berbiaya medium (*medium cost*) dan berbiaya tinggi (*high cost*).^[12] Implementasi berbiaya rendah adalah implementasi dengan total biaya investasi yang dikeluarkan kurang dari 30% terhadap biaya konsumsi energi selama satu tahun. Sementara implementasi berbiaya medium adalah implementasi yang membutuhkan biaya investasi antara 30-70% dari biaya konsumsi energi dalam satu tahun. Sedangkan implementasi berbiaya tinggi, tentunya adalah implementasi yang membutuhkan biaya investasi dengan nilai nominal lebih dari 70% dari biaya konsumsi energi yang dikeluarkan dalam satu tahun.

Adapun setelah melalui proses analisa dan perhitungan yang tepat, maka implementasi berbiaya rendah dapat langsung untuk diterapkan, sementara implementasi berbiaya medium dan tinggi, masih memerlukan studi kelayakan (*feasibility study*) sebelum dapat diterapkan lebih lanjut. Namun penerapan 3 basis implementasi diatas bersifat relatif untuk masing-masing sektor pengguna energi (khususnya sektor bangunan) tergantung skala ekonomi objek bangunan yang bersangkutan, namun secara umum bisa dibatasi dengan jenis aktifitasnya. Untuk implementasi tanpa biaya dan berbiaya rendah relatif tidak ada alat baru dipasang. Untuk biaya menengah biasanya merupakan retrofit alat yang ada, sementara basis implementasi berbiaya tinggi cenderung merupakan kegiatan penggantian alat besar yang sudah tidak efisien.

2.4 Pola Penggunaan Energi Sektor Komersial di Negara Lain

2.4.1 Penggunaan Energi Sektor Komersial di Negara Maju ^{[15], [16]}

Pengguna energi di sektor komersial di negara-negara yang telah maju dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Administrasi Publik, meliputi kegiatan pemerintahan, pendidikan dan kesehatan; dan
2. Komersial Pribadi, meliputi mall/pusat perbelanjaan, perumahan, hotel, dan perkantoran.

Pada tahun 2001 energi yang dikonsumsi subsektor administrasi publik mencapai 39% dari total energi yang dikonsumsi sektor komersial. Sisanya dikonsumsi oleh subsektor komersial pribadi.

Penggunaan energi pada sektor komersial selalu berubah seperti sektor lain, penggunaan batubara dan BBM (Bahan Bakar Minyak) menurun selama 30 tahun terakhir seiring peningkatan penggunaan gas alam. Sejak tahun 1990 konsumsi listrik meningkat lebih dua kali lipat. Pada tahun 2000 sepertiga dari konsumsi energi pada sektor komersial digunakan pada sub sektor mall/pusat perbelanjaan, yang sebagian besar berasal dari penggunaan tata cahaya/lampu.

Energi yang dibutuhkan pada sektor komersial mengalami peningkatan pesat sebesar 29% sejak tahun 1970, dan 14% sejak tahun 1990 setara energi primer. Penggerak utama yang mempengaruhi konsumsi energi pada sektor komersial dalam 30 tahun terakhir telah berubah dalam hal output, daerah kerja, tingkat pekerjaan, dan perubahan pada inovasi teknologi.

Perubahan Output

Peningkatan konsumsi energi seiring dengan peningkatan permintaan terhadap sektor komersial. Output, diukur dari seberapa besar peranannya pada perekonomian negara (dalam hal ini, berupa Penambahan Nilai Kotor (Gross Value Added) pada harga konstan), dengan peningkatan sektor komersial sebesar 40% antara 1990-2001, setara dengan peningkatan pertahun sebesar 3%. Output sektor swasta mengalami peningkatan sebesar 49%, sedangkan output sektor Publik meningkat sebesar 19%.

Konsumsi energi pada setiap unit output (intensitas energi) turun sebesar 17% antara 1990-2001 dari keseluruhan sektor komersial dengan intensitas energi turun lebih cepat pada sub sektor komersial pribadi (turun 17%) dibandingkan pada sub sektor administrasi publik (turun 10%).

Ruang Kerja

Intensitas energi relatif pada sektor komersial juga dapat diukur dari ruang kerja. Pada tahun 2000, 77% dari total populasi orang bekerja dipekerjakan pada sektor jasa, meningkat 4% sejak tahun 1994. Peningkatan jumlah angkatan kerja

menghasilkan peningkatan daerah kerja sebesar 7 % pada periode yang sama, membutuhkan lebih banyak energi untuk memanaskan ruangan.

2.4.2 Penggunaan Energi Sektor Komersial di Negara ASEAN [1]

Pola konsumsi energi untuk sektor bangunan komersial dapat diwakili dari hasil penelitian penggunaan energi untuk gedung perkantoran ASEAN, dimana 50-60% untuk sistim AC, 30% untuk tata cahaya dan sisanya untuk peralatan mesin lainnya (elevator, pompa air, STP Plant dan sebagainya).

Bertitik tolak dari distribusi pola penggunaan energi untuk sektor tersebut diatas, maka tujuan utama dari penghematan energi dapat di fokuskan pada sistim tata udara maupun tata cahaya dimana keberadaan bangunan memainkan peran yang sangat penting.

2.5 Kerangka Berpikir

Konsumsi energi merupakan suatu parameter yang dapat dihubungkan dengan PDB (parameter yang menggambarkan pendapatan rata-rata per kapita di suatu negara sehingga negara tersebut dapat dikatakan sebagai negara maju, negara berkembang atau negara miskin). Semakin tinggi tingkat kemakmuran suatu negara akan terlihat dari semakin baiknya tingkat kehidupan dari penduduknya. Konsumsi energi sebagai salah satu parameter dari tingkat kemakmuran suatu negara memerlukan adanya ketersediaan energi dengan kualitas dan kuantitas yang baik serta dapat dijangkau oleh seluruh penduduk di negara tersebut, tetapi ada suatu perbedaan yang besar antara negara-negara maju, bahkan dari negara-negara ASEAN dengan yang terjadi di Indonesia dimana dalam menghasilkan seribu USD PDB Indonesia mengkonsumsi energi lebih banyak. Kondisi ini yang memperlihatkan bahwa penduduk Indonesia dalam mempergunakan energinya adalah yang paling tidak efisien.

Oleh karena itu, kebijakan energi sebagai bagian dari kebijakan pembangunan ekonomi nasional harus mendapat perhatian yang lebih serius. Kesalahan dalam kebijakan energi bukan saja mengancam pembangunan ekonomi, tetapi juga akan merusak lingkungan, reputasi suatu bangsa, bahkan keberadaan suatu bangsa dan negara.

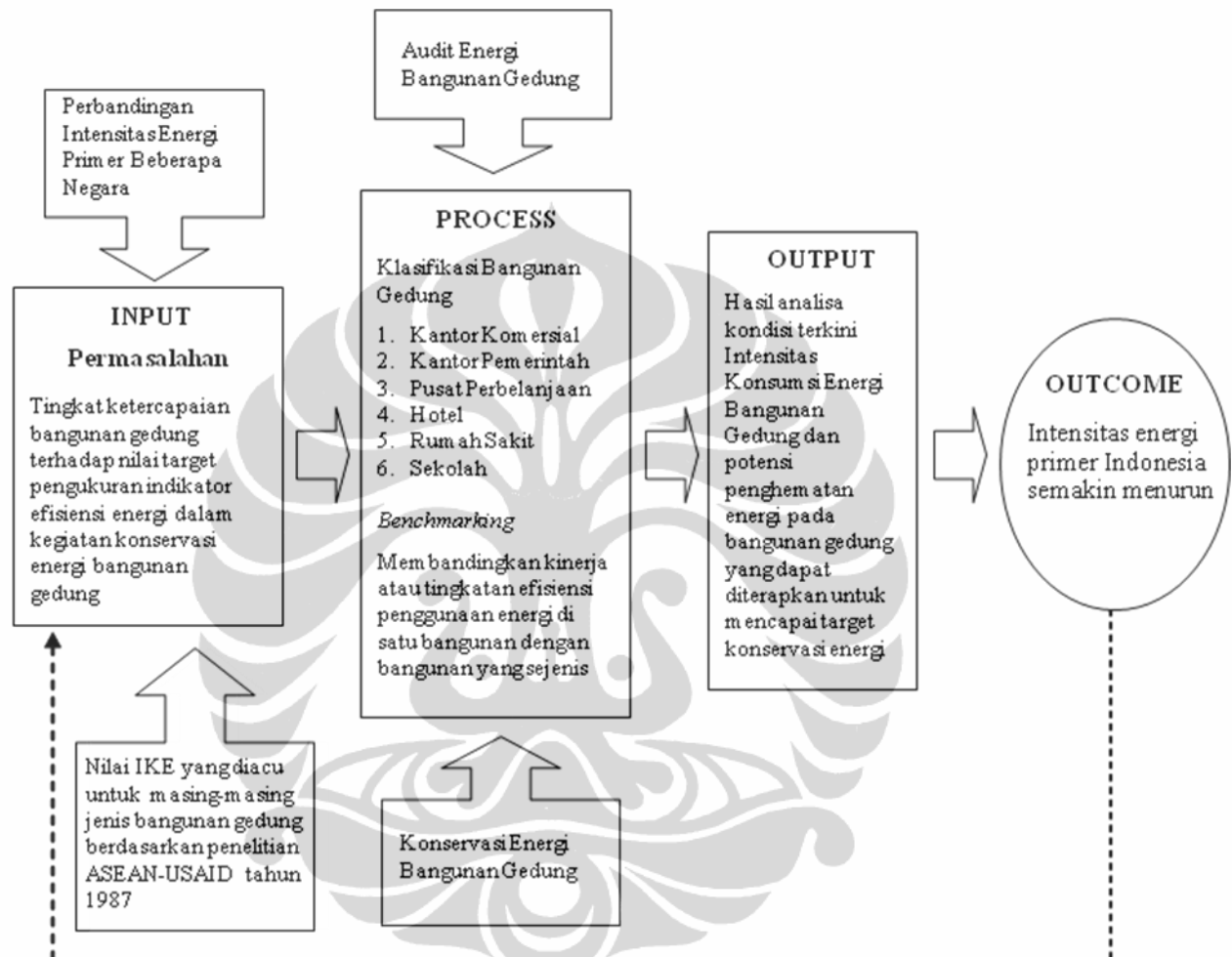
Indonesia dikenal sebagai negara yang kaya sumberdaya alam, termasuk sumber energi, baik itu energi fosil (batu bara, minyak dan gas bumi) maupun nonfosil (energi baru terbarukan) akan tetapi saat ini Indonesia mengalami krisis energi listrik dan kekurangan pasokan energi primer untuk pembangkit tenaga listrik. Melihat kondisi yang ada ini secara mudah dapat disimpulkan telah terjadi kesalahan dalam mengelola ketersediaan energi di negara ini. Namun apabila dicermati secara khusus diperlukan suatu penyelesaian yang menyeluruh melalui suatu kebijakan energi yang tepat, sehingga dapat menyelesaikan permasalahan ini dalam jangka waktu pendek maupun jangka waktu panjang.

Salah satu usaha dalam menyelesaikan permasalahan energi nasional adalah merubah paradigma permasalahan energi nasional dari manajemen sisi permintaan (*demand side management*) dengan melakukan kegiatan konservasi energi, khususnya sektor komersial (bangunan gedung). Berdasarkan hasil penelitian ASEAN – USAID tahun 1987 yang laporan hasilnya diterbitkan pada tahun 1992 dijadikan suatu nilai target Intensitas Konsumsi Energi dalam kegiatan konservasi energi untuk bangunan perkantoran, pusat belanja, hotel/apartemen dan rumah sakit.

Dalam mendukung kegiatan konservasi energi, khususnya sektor komersial (bangunan gedung) telah dilakukan audit energi yang dilakukan oleh Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi dari tahun 2006 s.d 2010 untuk mengetahui kinerja atau tingkat efisiensi penggunaan energi pada beberapa jenis bangunan gedung.

Berdasarkan hasil audit energi bangunan gedung tersebut akan dapat terlihat apakah sudah banyak gedung yang memenuhi standar target IKE tersebut, bahkan mencapai kondisi yang lebih baik atau justru sebaliknya malah makin memburuk. Hasil audit energi biasanya memberikan rekomendasi potensi penghematan energi yang dapat diterapkan untuk mencapai pemenuhan nilai target IKE tersebut, dengan mempertimbangkan langkah-langkah strategi penghematan energinya. Dengan semakin efisiennya penggunaan energi pada bangunan gedung yang merupakan bagian dari sektor komersial, diharapkan akan memperbaiki nilai Intensitas Energi Primer Indonesia.

Kerangka pemikiran dapat digambarkan secara praktis mengenai pengaruh Intensitas Konsumsi Energi bangunan gedung terhadap perbaikan nilai Intensitas Energi Primer Indonesia dapat dilihat pada Gambar 2.12, sebagai berikut:



Gambar 2.12. Kerangka Berpikir

BAB III METODE PENELITIAN

Obyek yang menjadi bahan penelitian dalam penulisan Tesis ini adalah hasil audit energi yang telah dilakukan oleh Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi dari tahun 2009 s.d 2010.

Hasil audit energi tersebut akan dievaluasi dan dilakukan pendalaman data Intensitas Konsumsi Energinya untuk menjadi bagian dari proses pembuatan keputusan yang akan membandingkan suatu kejadian, kegiatan, produk dengan standar dan program yang telah ditetapkan.

Pengambilan data sampel dilakukan secara dokumentasi langsung di kantor Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, dengan mempertimbangkan pemenuhan aspek keterwakilan terhadap dua sisi, yaitu: aspek keterwakilan dari sisi kategori/kelas dan keterwakilan dari sisi populasi, sehingga data sampel yang akan diolah dalam penelitian ini dapat mengacu pada hasil audit energi yang telah dilakukan sebelumnya.

3.1 Identifikasi Data

Dalam melakukan penelitian mengenai analisa potensi penghematan energi pada bangunan gedung dibutuhkan data mengenai standar Intensitas Konsumsi Energi serta hasil Audit Energi pada bangunan gedung.

Data yang dipergunakan adalah hasil penelitian ASEAN – USAID tahun 1987 yang laporan hasilnya diterbitkan pada tahun 1992 dan kemudian diterapkan sebagai nilai target kegiatan konservasi energi untuk bangunan perkantoran, pusat belanja, hotel/apartemen dan rumah sakit, serta data hasil audit energi yang dilakukan oleh Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral dari tahun 2009 s.d 2010.

3.2 Teknik Analisa Data

Langkah I :

Dalam melakukan analisa potensi penghematan energi pada bangunan gedung menggunakan data yang tersedia yaitu data hasil audit energi yang dilakukan

DJLPE dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2010, meliputi gedung perkantoran komersial, gedung kantor pemerintah, mall, hotel, dan rumah sakit. Kemudian dilakukan perbandingan hasil perhitungan Intensitas Konsumsi Energi dari data tersebut untuk mengetahui pemenuhan terhadap standar target Intensitas Konsumsi Energi yang telah dikeluarkan pada tahun 1992. [11], [12]

Langkah II : [4], [5], [13]

Berdasarkan hasil analisis dan perbandingan IKE bangunan gedung, maka untuk memperkuat hasil tersebut dilakukan pengujian hipotesis menggunakan metode statistik. Metode yang akan dipergunakan adalah metode Chi-kuadrat c^2 , karena hipotesis yang akan diuji termasuk dalam kelompok hipotesis deskriptif (pada satu sampel atau variabel mandiri/tidak dibandingkan dan dihubungkan), merupakan dugaan tentang nilai suatu variabel mandiri, serta jenis data/tingkatan datanya adalah statistik non parametris.

Pengujian hipotesis deskriptif pada dasarnya merupakan proses pengujian generalisasi hasil penelitian yang didasarkan pada satu sampel. Kesimpulan yang dihasilkan adalah apakah hipotesis yang diuji itu dapat digeneralisasikan atau tidak. Kemudian berdasarkan hubungan antara jenis data dengan statistik yang digunakan, data hasil audit energi yang dilakukan DJLPE dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2010 berbentuk nominal/diskrit yang merupakan hasil perhitungan, maka dapat digunakan statistik non parametris.

Sehingga metode yang akan dipergunakan adalah metode Chi-kuadrat c^2 untuk menguji hipotesis bila dalam populasi terdiri atas dua atau lebih klas dimana data berbentuk nominal dan sampelnya besar, dengan mengevaluasi frekuensi yang diselidiki atau frekuensi hasil observasi (f_o) dengan frekuensi yang diharapkan (f_e) dari data apakah terdapat hubungan atau perbedaan yang signifikan atau tidak.

Metode ini menggunakan data nominal (deskrit), data tersebut diperoleh dari hasil menghitung. Sedangkan besarnya nilai c^2 bukan merupakan ukuran derajat hubungan atau perbedaan.

Rumus yang digunakan untuk menghitung c^2 , yaitu:

Universitas Indonesia

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \dots\dots\dots(3.1)$$

dimana,

χ^2 = Nilai chi-kuadrat

f_o = frekuensi yang diobservasi (frekuensi empiris)

f_e = frekuensi yang diharapkan (frekuensi teoritis)

Rumus mencari frekuensi teoritis (f_e), adalah:

$$f_e = \frac{(\sum f_k - \sum f_b)}{\sum t} \dots\dots\dots(3.2)$$

dimana,

f_e = frekuensi yang diharapkan (frekuensi teoritis)

$\sum f_k$ = jumlah frekuensi pada kolom

$\sum f_b$ = jumlah frekuensi pada baris

$\sum t$ = jumlah keseluruhan baris atau kolom

Kemudian prosedur perhitungan dilakukan secara berurutan sebagaimana berikut:

1. Pernyataan Hipotesis Nol dan Hipotesis Alternatif
2. Pemilihan Tingkat Kepentingan (*Level of Significance*), α
3. Penentuan Distribusi Pengujian Yang Digunakan
4. Pendefinisian Daerah-daerah Penolakan atau Kritis
5. Pernyataan Aturan Keputusan (*Decision Rule*)
6. Perhitungan Rasio Uji (*Test Ratio*)
7. Pengambilan Keputusan secara Statistik

Langkah III : [12]

Berdasarkan hasil audit energi yang telah dilakukan DJLPE pada bangunan gedung perkantoran komersial, gedung kantor pemerintah, mall/pusat perbelanjaan, hotel, dan rumah sakit sebagaimana dibahas pada bab 2 dan sub bab 2.3.2,

serta sub bab 2.3.3, diketahui bahwa rata-rata pengguna energi terbesar di bangunan gedung yang potensi penghematan energinya adalah sistem tata udara/AC, sistem tata cahaya/penerangan, dan utilitas/peralatan kantor, sedangkan lain-lainnya yaitu penerapan sistem manajemen energi tidak terlalu besar membutuhkan biaya dalam investasinya.

Sehingga untuk memprediksi seberapa jauh pengaruh penerapan potensi penghematan energi pada bangunan gedung dilakukan analisis terhadap monitoring implementasi hasil pelaksanaan audit energi, berdasarkan data potensi penghematan energi dari hasil audit energi pada tahun 2007 sampai dengan tahun 2010. Hasil dari analisis ini adalah untuk membuat keputusan apakah besar dan kecilnya nilai Intensitas Konsumsi Energi pada bangunan gedung dapat dilakukan melalui peningkatan potensi konservasi energi perperalatan utama pada bangunan gedung atau tidak serta implementasi dari rekomendasi hasil audit energi.

Analisis menggunakan mempergunakan metode statistik regresi ganda, dimana dari hasil analisis ini dapat meramalkan pengaruh potensi penghematan energi dan implementasinya terhadap indikator efisiensi energi, dengan mempergunakan rumus sebagai berikut:

$$\Sigma Y = a_n + b_1 \Sigma X_1 + b_2 \Sigma X_2 \dots \dots \dots (3.3)$$

$$\Sigma X_1 Y = a \Sigma X_1 + b_1 \Sigma X_1^2 + b_2 \Sigma X_1 X_2 \dots \dots \dots (3.4)$$

$$\Sigma X_2 Y = a \Sigma X_2 + b_1 \Sigma X_1 X_2 + b_2 \Sigma X_2^2 \dots \dots \dots (3.5)$$

dimana persamaan indikator efisiensi energinya mengikuti bentuk seperti ini:

$$Y = a_n + b_1 X_1 + b_2 X_2 \dots \dots \dots (3.6)$$

3.3 Deskripsi Operasional Variabel

Variabel penelitian ini terdiri dari dua variabel yaitu, variabel bebas (*independent variables*) dan variabel terikat (*dependent variable*). [4]

- variabel bebas adalah hasil-hasil audit energi pada bangunan gedung;
- variabel terikat adalah nilai Intensitas Konsumsi Energi pada bangunan gedung.



BAB IV POTENSI PENGHEMATAN ENERGI PADA BANGUNAN GEDUNG

4.1. Analisis Indikator Efisiensi Energi dan *Benchmarking*

Dalam melakukan analisa pemenuhan nilai target Intensitas Konsumsi Energi dibatasi dalam penggunaan data yang tersedia yaitu data hasil audit energi yang dilakukan DJLPE dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2010, meliputi gedung perkantoran komersial, gedung kantor pemerintah, mall/pusat perbelanjaan, hotel, dan rumah sakit. Namun sebagaimana dibahas pada bab 2 dan sub bab 2.2, analisa dilakukan berdasarkan pertimbangan kinerja atau tingkat efisiensi penggunaan energi di satu bangunan dengan bangunan yang sejenis, serta memperhatikan prinsip *apple to apple* untuk mendapatkan informasi *benchmarking* yang tepat. Sehingga analisa dilakukan terhadap golongan dan kelas bangunan yang sama, serta dibatasi dengan kapasitas daya listrik yang tersambung pada bangunan tersebut, berdasarkan kontrak daya listrik pelanggan terhadap PT. PLN (Persero) per golongan sebagai berikut:

Rumah Tangga	Industri	Bisnis	Sosial	Gd.Ktr Pemerintah
R-1=450 VA	I-1=450 VA	B-1=450 VA	S-1=220 VA	P-1=450 VA
R-1=900 VA	I-1=900 VA	B-1=900 VA	S-2=450 VA	P-1=900 VA
R-1=1300 VA	I-1=1300 VA	B-1=1300 VA	S-2=900 VA	P-1=1300 VA
R-1=2200 VA	I-1=2200 VA	B-1=2200 -5500VA	S-2=1300 VA	P-1=2200-5500VA
R-2=3500-5500 VA	I-1=3500-14 kVA	B-2=6600-200 kVA	S-2=2200 VA	P-1=6600-200 kVA
R-3= >6600 VA	I-2=14-200 kVA	B-3= >200 kVA	S-2=3500-200 kVA	P-2= >200 kVA
	I-3= > 200kVA		S-3= >200 kVA	
	I-4= > 30.000kVA			

Kemudian hasil perhitungan Intensitas Konsumsi Energi dari data tersebut dilakukan *benchmarking* untuk mengetahui pemenuhan terhadap nilai target Intensitas Konsumsi Energi yang telah dikeluarkan pada tahun 1992, serta dilakukan *benchmarking* untuk masing-masing golongan dan kelas bangunan gedung dalam menentukan nilai Intensitas Konsumsi Energi yang baru sebagai target konservasi energi bangunan gedung.

Golongan dan kelas bangunan gedung dikelompokkan mengikuti aturan statistik dalam membuat Tabel Distribusi Frekuensi, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Urutkan data dari yang terkecil ke data terbesar
- 2) Hitung rentang yaitu data tertinggi dikurangi data terendah dengan rumus:

$$R = \text{data tertinggi} - \text{data terendah}$$
- 3) Hitung banyak kelas dengan aturan Sturges yaitu:
 banyak kelas = $1 + 3,3 \log n$, dengan n = banyaknya data, hasil akhirnya dibulatkan
- 4) Hitung panjang kelas interval dengan rumus:

$$p = \text{rentang} / \text{banyak kelas}$$
- 5) Tentukan ujung bawah kelas interval pertama. Biasanya diambil data terkecil atau data yang lebih kecil dari data terkecil tetapi selisihnya harus kurang dari panjang kelas yang telah didapat.
- 6) Selanjutnya kelas interval pertama dihitung dengan cara menjumlahkan ujung bawah kelas dengan p tadi dikurangi 1. Demikian seterusnya

4.1.1. Analisis Indikator Efisiensi Energi

a. Indikator Berdasarkan Hasil Audit Energi Gedung Perkantoran

Rekap audit bangunan gedung perkantoran ditampilkan pada Tabel 4.1 berikut ini. Ada 71 objek yang diaudit yaitu 10 objek perkantoran komersial dan 61 objek perkantoran pemerintah. Objek perkantoran, kemudian dikelompokkan berdasarkan golongan dan kelas yang dibatasi dengan kapasitas daya listrik yang tersambung pada bangunan tersebut, serta mengacu kepada kontrak daya listrik pelanggan terhadap PT. PLN (Persero) per golongan sebagai berikut:

Tabel 4.1. Hasil Rekap Audit Energi Bangunan Gedung Perkantoran

No.	Nama Instansi	Tahun Audit	Sub Sektor	Kapasitas Daya Tersambung (kVA)	Konsumsi Listrik (kWh/tahun)	Luas (m ²)	IKE (kWh/m ²)
1	Kantor Distamben Pasaman	2007	Perkantoran	1.3	2800	50	56.00
2	Kantor Disperindagkop Bantul	2007	Perkantoran	2.2	7859	480	16.37
3	Kantor Bawasda Bantul	2007	Perkantoran	2.3	4675	402	11.63
4	Kantor Dinas Pengairan Bantul	2007	Perkantoran	4.8	9858	356	27.69
5	Kantor Bupati Pasaman	2007	Perkantoran	11	22910	881	26.00
6	Kantor Dinas Dikbud Bantul	2007	Perkantoran	12	5804	537	10.81
7	Kantor Dinas PU Bantul	2007	Perkantoran	13.2	16552	550	30.09
8	Kantor Dinas Kessos Bengkulu	2007	Perkantoran	13.2	20079	1247	16.10
9	Kantor Distamben Banten	2009	Perkantoran	17.2	14248	232	61.41
10	Kantor Dinas ESDM Bengkulu	2007	Perkantoran	21.2	30808	1112	27.71
11	Kantor Dinas ESDM Jambi	2009	Perkantoran	23	18823	476	39.54

No.	Nama Instansi	Tahun Audit	Sub Sektor	Kapasitas Daya Tersambung (kVA)	Konsumsi Listrik (kWh/tahun)	Luas (m ²)	IKE (kWh/m ²)
12	Gedung Dinas Peternakan Pemprov. Kalsel	2010	Perkantoran	28.5	69506	839.94	82.75
13	Kantor Dispenda Bantul	2007	Perkantoran	35.2	23510	682	34.47
14	Kantor Bupati Minahasa Selatan	2009	Perkantoran	36	73866	2606	28.34
15	Kantor Distamben Kalimantan Tengah	2007	Perkantoran	41.5	57248	360	159.02
16	Gedung Dinas Pertanian & Holtikultura Pemprov. Kalsel	2010	Perkantoran	43.6	69506	1130	61.51
17	Gedung Wali Kota Malang	2010	Perkantoran	53	71257	2002	35.59
18	Kantor Sekretariat DPRD Gunung Kidul	2007	Perkantoran	54.9	22281	2163	10.30
19	Kantor Bupati Minahasa Utara	2009	Perkantoran	76	151338	13974	10.83
20	Kantor Distamben Kalimantan Timur	2007	Perkantoran	82.5	52800	866	60.97
21	Kantor Setda NAD	2009	Perkantoran	86.5	1670000	7990	209.01
22	Gedung BPKS Sabang	2010	Perkantoran	86.6	92245	1944	47.45
23	Gedung Dinas PU Pemprov. Bali	2010	Perkantoran	92	187998	2500	75.20
24	Kantor Distamben Kalimantan Selatan	2007	Perkantoran	97.5	91767	404	227.15
25	Kantor Dinas ESDM Jawa Timur	2009	Perkantoran	99	154440	832	185.63
26	Kantor Setda Kalimantan Tengah	2007	Perkantoran	100	104253	993	104.99
27	Kantor Dishub Kalimantan Timur	2009	Perkantoran	110	82584	2366	34.90
28	Gedung Kantor Pulogadung Real Estate	2010	Perkantoran	131	27776	1078	25.77
29	Kantor Bupati/Setda Kab Bantul	2007	Perkantoran	138	203380	4059	50.11
30	Gedung Dinas PUP dan Energi DI Yogyakarta	2010	Perkantoran	156.8	93208	4657	20.01
31	Kantor Setda Sulawesi Tenggara	2007	Perkantoran	164	212736	2338	90.99
32	Kantor Gubernur Sulawesi Tenggara	2009	Perkantoran	164	312600	5898	53.00
33	Gedung Dinas Pariwisata dan Kebudayaan DKI	2010	Perkantoran	164	480317	3392	141.60
34	Kantor Gubernur Sumatera Barat	2007	Perkantoran	197	205106	7073	29.00
35	Gedung Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi DKI	2010	Perkantoran	197	630240	2469	255.26
36	Gedung Dinas Koperasi, UKM, dan Perdagangan DKI	2010	Perkantoran	197	316209	2976	106.25
37	Gedung Dinas Pertamanan dan Pemakan DKI	2010	Perkantoran	197	438900	5443	80.64
38	Gedung Sekretariat Kota Sabang	2010	Perkantoran	210	275340	4203	65.51
39	Kantor Dinkes Jawa Tengah	2009	Perkantoran	246	537420	5863	91.66
40	Gedung Kebersihan DKI	2010	Perkantoran	255.9	354840	4856	73.07
41	Kantor PTPN X Surabaya	2007	Perkantoran	263	820800	4950	165.82
42	Kantor Gubernur/Setda Kalimantan Sel	2007	Perkantoran	264.7	430823	432	997.28
43	Balai Besar Tekstil Bandung	2007	Perkantoran	287.5	158854	13996	11.35
44	Kantor PTPN XI Surabaya	2007	Perkantoran	292.5	567911	4363	130.17
45	Kantor Gubernur Bali	2007	Perkantoran	302	612660	2113	289.95
46	Kantor Dinas PPAD Jawa Tengah	2009	Perkantoran	365	907200	6580	137.87
47	Gedung BNI KCU Bekasi	2010	Perkantoran	380	340891	3392	100.50
48	Kantor Gubernur Nusa Tenggara Barat	2007	Perkantoran	512	371300	1984	187.15
49	Gedung Kependudukan dan Catatan Sipil DKI	2010	Perkantoran	526	398408	5306	75.09
50	Kantor PTPN VII Surabaya	2007	Perkantoran	555	1257840	5232	240.41
51	Kantor DPRD Kalimantan Tengah	2007	Perkantoran	555	238706	2131	112.02
52	Kantor Balai Kota Balikpapan	2007	Perkantoran	555	674845	8134	82.97
53	Kantor Gubernur Sulawesi Tengah	2009	Perkantoran	555	605800	10699	56.62
54	Gedung Sosial DKI	2010	Perkantoran	756	869295	6002	144.83
55	Kantor BAPPEDA Jawa Tengah	2009	Perkantoran	865	820800	5541	148.13
56	Gedung PT. KBN, Jakarta	2010	Perkantoran	1040	727632	2350	309.63
57	Kantor Gubernur Sumatera Selatan	2007	Perkantoran	1245	543360	13584	40.00
58	Bank Bukopin Jakarta	2007	Perkantoran	1385	4268784	12705	335.99
59	Menara Duta Jakarta	2007	Perkantoran	1730	2983220	16210	184.04
60	Gedung DEPKOMINFO	2009	Perkantoran	2000	3290400	27254	120.73
61	Gedung MIGAS	2010	Perkantoran	2250	2946280	14748	199.77
62	Adhi Graha Jakarta	2007	Perkantoran	2400	5516207	20970	263.05
63	Wisma Nusantara Jakarta	2007	Perkantoran	2400	8087475	25387	318.57
64	Graha Niaga Tata Utama	2009	Perkantoran	3500	11240000	73464	153.00
65	Kantor Walikota Jakarta Utara	2009	Perkantoran	3635	4959084	30994	160.00
66	Kantor Walikota Jakarta Barat	2009	Perkantoran	3895	5448504	25945	210.00
67	Menara Imperium Jakarta	2007	Perkantoran	4670	15026880	53600	280.35
68	Gedung Karya DEPHUB	2009	Perkantoran	5000	5019360	29238	171.67
69	Kantor Walikota Jakarta Selatan	2009	Perkantoran	5430	3947310	26626	148.25
70	Kantor Walikota Jakarta Timur	2009	Perkantoran	6055	5639760	27297	206.61
71	Bhumyamca Sekawan Jakarta	2007	Perkantoran	6660	16041740	117522	136.50

Objek Perkantoran dikelompokkan berdasarkan aturan statistik menjadi beberapa golongan dan kelas sebagai berikut:

1. Golongan 1

Kelas	Kapasitas Daya Tersambung pada Bangunan (kVA)	IKE (kWh/m ²) rata-rata kelas Xi	Ketercapaian terhadap IKE referensi (kWh/m ²), fi		fi Xi	Ketercapaian terhadap Rata-rata IKE Golongan (kWh/m ²)	
			≤ 240	> 240		≤ 33,84	> 33,84
1	1 - 6	27.92	4	0	111.69	3	1
2	7 - 12	18.41	2	0	36.81	2	0
3	13 - 18	35.87	3	0	107.61	2	1
4	19 - 24	33.62	2	0	67.25	1	1
5	25 - 30	82.75	1	0	82.75	0	1
		Jumlah	12	0	406.12	8	4
					Rata-rata Golongan	33.84	

2. Golongan 2

Kelas	Kapasitas Daya Tersambung pada Bangunan (kVA)	IKE (kWh/m ²) rata-rata kelas Xi	Ketercapaian terhadap IKE referensi (kWh/m ²), fi		fi Xi	Ketercapaian terhadap Rata-rata IKE Golongan (kWh/m ²)	
			≤ 240	> 240		≤ 89,32	> 89,32
1	35 - 48	70.84	4	0	283.35	3	1
2	49 - 62	22.95	2	0	45.89	2	0
3	63 - 76	10.83	1	0	10.83	1	0
4	77 - 90	105.81	3	0	317.43	2	1
5	91 - 104	148.24	4	0	592.96	1	3
		Jumlah	14	0	1,250.46	9	5
					Rata-rata Golongan	89.32	

3. Golongan 3

Kelas	Kapasitas Daya Tersambung pada Bangunan (kVA)	IKE (kWh/m ²) rata-rata kelas Xi	Ketercapaian terhadap IKE referensi (kWh/m ²), fi		fi Xi	Ketercapaian terhadap Rata-rata IKE Golongan (kWh/m ²)	
			≤ 240	> 240		≤ 140,51	> 140,51
1	110 - 163	32.70	4	0	130.79	4	0
2	164 - 217	102.78	7	1	822.25	6	2
3	218 - 271	331.96	3	1	1327.83	2	2
4	272 - 325	143.82	3	0	431.46	2	1
5	326 - 379	137.87	1	0	137.87	1	0
6	380 - 433	100.50	1	0	100.50	1	0
		Jumlah	19	2	2,950.71	16	5
					Rata-rata Golongan	140.51	

4. Golongan 4

Kelas	Kapasitas Daya Tersambung pada Bangunan (kVA)	IKE (kWh/m ²) rata-rata kelas Xi	Ketercapaian terhadap IKE referensi (kWh/m ²), fi		fi Xi	Ketercapaian terhadap Rata-rata IKE Golongan (kWh/m ²)		
			≤ 240	> 240		≤ 159,74	> 159,74	
1	512 - 755	125.71	5	1	754.25	4	2	
2	756 - 999	146.48	2	0	292.97	2	0	
3	1000 - 1243	309.63	0	1	309.63	0	1	
4	1244 - 1487	188.00	1	1	375.99	1	1	
5	1488 - 1731	184.04	1	0	184.04	0	1	
		Jumlah	9	3	1916.88	7	5	
					Rata-rata Golongan	159.74		

5. Golongan 5

Kelas	Kapasitas Daya Tersambung pada Bangunan (kVA)	IKE (kWh/m ²) rata-rata kelas Xi	Ketercapaian terhadap IKE referensi (kWh/m ²), fi		fi Xi	Ketercapaian terhadap Rata-rata IKE Golongan (kWh/m ²)		
			≤ 240	> 240		≤ 197,38	> 197,38	
1	2000 - 2931	225.53	3	1	902.13	1	3	
2	2932 - 3863	156.50	2	0	313.00	2	0	
3	3864 - 4795	245.18	1	1	490.35	0	2	
4	4796 - 5727	159.96	2	0	319.92	2	0	
5	5728 - 6659	206.61	1	0	206.61	0	1	
6	6660 - 7591	136.50	1	0	136.50	1	0	
		Jumlah	10	2	2,368.51	6	6	
					Rata-rata Golongan	197.38		

Diantara objek perkantoran, sekitar 64 bangunan telah memenuhi nilai target IKE yang dipergunakan sebagai referensi konservasi energi pada bangunan perkantoran. bahkan kondisi IKE-nya lebih baik. Sehingga dipertimbangkan untuk menentukan nilai target IKE yang lebih optimum berdasarkan rata-rata nilai IKE masing-masing kelompok golongan bangunan perkantoran.

Berdasarkan perbandingan/*benchmarking* IKE Bangunan Gedung Perkantoran terhadap nilai target IKE baru yang lebih optimum, dapat diketahui bahwa pada masing-masing kelompok golongan bangunan perkantoran yang memenuhi rata-rata nilai IKE golongan jumlahnya masih lebih banyak daripada bangunan perkantoran yang belum memenuhi IKE tersebut. Kondisi ini dapat menggambarkan adanya potensi penghematan pada bangunan perkantoran tersebut.

b. Indikator Berdasarkan Hasil Audit Energi Gedung Pusat Perbelanjaan

Berdasarkan hasil audit energi dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2010 hanya terdapat 9 objek, dengan rekap audit bangunan gedung pusat perbelanjaan yang ditampilkan pada Tabel 4.2 berikut ini. Objek pusat perbelanjaan, hanya dikelompokkan menjadi satu golongan dan dibedakan menjadi lima kelas yang dibatasi dengan kapasitas daya listrik yang tersambung pada bangunan tersebut, serta mengacu kepada kontrak daya listrik pelanggan terhadap PT. PLN (Persero) per golongan sebagai berikut:

Tabel 4.2. Hasil Rekap Audit Energi Bangunan Gedung Pusat Perbelanjaan

No.	Nama Instansi	Tahun Audit	Sub Sektor	Kapasitas Daya Listrik Tersambung (kVA)	Konsumsi Listrik (kWh/tahun)	Luas (m ²)	IKE (kWh/m ²)
1	Plaza Araya Malang	2010	Pusat Perbelanjaan	865	1314770	9074	144.89
2	Palangkaraya Mall	2010	Pusat Perbelanjaan	1100	1894356	9378	202.00
3	Mall Mataram NTB	2007	Pusat Perbelanjaan	2180	4744850	14728	322.17
4	Tunjungan Plaza 1 Surabaya	2010	Pusat Perbelanjaan	2180	7301891	31500	231.81
5	Point Square Jakarta	2010	Pusat Perbelanjaan	5450	16320000	149163	109.41
6	Grand ITC Permata Hijau Jkt	2010	Pusat Perbelanjaan	6930	17623700	40000	440.59
7	Plaza Medan Fair Sumatera Utara	2007	Pusat Perbelanjaan	8000	21932208	128109	171.20
8	Season City Jakarta	2010	Pusat Perbelanjaan	8000	22000628	94850	231.95
9	Pacific Place Jakarta	2010	Pusat Perbelanjaan	19000	66214440	197210	335.76

Objek Perkantoran dikelompokkan berdasarkan aturan statistik menjadi satu golongan dan lima kelas sebagai berikut:

Kelas	Kapasitas Daya Tersambung pada Bangunan (kVA)	IKE rata-rata kelas (kWh/m ²) Xi	Ketercapaian terhadap IKE referensi (kWh/m ²), fi		fi Xi	Ketercapaian terhadap Rata-rata IKE Golongan (kWh/m ²)	
			≤ 330	> 330		≤ 243,31	> 243,31
1	865 - 2648	225.22	4	0	900.87	3	1
2	2649 - 4432	0.00	0	0	0.00	0	0
3	4433 - 6216	109.41	1	0	109.41	1	0
4	6217 - 8000	281.25	2	1	843.74	2	1
5	8001 - 19000	335.76	0	1	335.76	0	1
		Jumlah	7	2	2189.78	6	3
				Rata-rata Golongan	243.31		

Diantara objek pusat perbelanjaan, sekitar 7 bangunan telah memenuhi nilai target IKE yang dipergunakan sebagai referensi konservasi energi pada bangunan pusat perbelanjaan, bahkan kondisi IKE-nya lebih baik. Sehingga dipertimbangkan untuk menentukan nilai target IKE yang lebih optimum berdasarkan rata-rata nilai IKE masing-masing kelas pada golongan bangunan pusat perbelanjaan.

Berdasarkan perbandingan/*benchmarking* IKE Bangunan Gedung Pusat Perbelanjaan terhadap nilai target IKE baru yang lebih optimum, dapat diketahui bahwa pada masing-masing kelas pada golongan bangunan pusat perbelanjaan yang memenuhi rata-rata nilai IKE golongan jumlahnya masih lebih banyak daripada bangunan pusat perbelanjaan yang belum memenuhi IKE tersebut. Kondisi ini dapat menggambarkan adanya potensi penghematan pada bangunan pusat perbelanjaan tersebut.

c. Indikator Berdasarkan Hasil Audit Energi Gedung Hotel

Berdasarkan hasil audit energi dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2010 hanya terdapat 16 objek, dengan rekap audit bangunan gedung hotel yang ditampilkan pada Tabel 4.3 berikut ini. Objek hotel, hanya dikelompokkan menjadi dua golongan dan dibedakan menjadi empat kelas yang dibatasi dengan kapasitas daya listrik yang tersambung pada bangunan tersebut, serta mengacu kepada kontrak daya listrik pelanggan terhadap PT. PLN (Persero) per golongan sebagai berikut:

Tabel 4.3. Hasil Rekap Audit Energi Bangunan Gedung Hotel

No.	Nama Instansi	Tahun Audit	Sub Sektor	Kapasitas Daya Listrik Tersambung (kVA)	Konsumsi Listrik (kWh/tahun)	Luas (m ²)	IKE (kWh/m ²)
1	Tryas Hotel Cirebon	2010	Hotel	105	285170	1568	181.87
2	Hotel Lombok Raya Mataram	2007	Hotel	279	1144320	6500	176.05
3	Bentani Hotel Cirebon	2010	Hotel	414	1155324	10204	113.22
4	Hotel Garuda Plaza Medan	2007	Hotel	415	2251200	7650	294.27
5	Hotel Sedona Manado	2010	Hotel	555	2930960	24000	122.12
6	Hotel Bumi Senyur Samarinda	2010	Hotel	555	2566424	22325	114.96
7	Swiss Bell Maleosan Hotel Manado	2010	Hotel	630	1945371	19000	102.39
8	Aquarius Boutique Hotel Palangkaraya	2010	Hotel	700	3660865	10595	345.53

No.	Nama Instansi	Tahun Audit	Sub Sektor	Kapasitas Daya Listrik Tersambung (kVA)	Konsumsi Listrik (kWh/tahun)	Luas (m ²)	IKE (kWh/m ²)
9	Hotel Melia Purosani DIY	2009	Hotel	1110	6456000	28320	227.97
10	Novotel Benoa Bali	2010	Hotel	1110	3024000	8640	350.00
11	Hotel Sahid Jaya Makassar	2010	Hotel	1110	3708960	32689	113.46
12	Sheraton Hotel Yogyakarta	2010	Hotel	1385	10123381	60000	168.72
13	Clarion Hotel & Convention Makassar	2010	Hotel	1700	6638400	23715	279.92
14	Hotel Novotel Nusa Dua Bali	2007	Hotel	2180	5055200	37000	136.63
15	Hotel Grand Angkasa Intl Medan	2009	Hotel	2355	9043997	57240	158.00
16	Hotel Nikko Jakarta	2007	Hotel	5540	10528304	38707	272.00

Objek hotel dikelompokkan berdasarkan aturan statistik menjadi dua golongan dan empat kelas sebagai berikut:

1. Golongan 1

Kelas	Kapasitas Daya Tersambung pada Bangunan (kVA)	IKE rata-rata kelas (kWh/m ²) Xi	Ketercapaian terhadap IKE referensi (kWh/m ²), fi		fi Xi	Ketercapaian terhadap Rata-rata IKE Golongan (kWh/m ²)	
			≤ 300	> 300		≤ 181,30	> 181,30
1	105 - 253	181.87	1	0	181.87	1	0
2	254 - 402	176.05	1	0	176.05	1	0
3	403 - 551	203.75	2	0	407.50	1	1
4	552 - 700	171.25	3	1	685.00	3	1
		Jumlah	7	1	1450.41	6	2
					Rata-rata Golongan	181.30	

2. Golongan 2

Kelas	Kapasitas Daya Tersambung pada Bangunan (kVA)	IKE rata-rata kelas (kWh/m ²) Xi	Ketercapaian terhadap IKE referensi (kWh/m ²), fi		fi Xi	Ketercapaian terhadap Rata-rata IKE Golongan (kWh/m ²)	
			≤ 300	> 300		≤ 213,34	> 213,34
1	1110 - 2217	212.78	5	1	1276.70	3	3
2	2218 - 3325	158.00	1	0	158.00	1	0
3	3326 - 4433	0.00	0	0	0.00	0	0
4	4434 - 5541	272.00	1	0	272.00	0	1
		Jumlah	7	1	1706.70	4	4
					Rata-rata Golongan	213.34	

Diantara objek hotel, untuk masing-masing golongan bangunan terdapat sekitar 7 bangunan telah memenuhi nilai target IKE yang dipergunakan sebagai referensi konservasi energi pada bangunan hotel, bahkan kondisi IKE-nya jauh lebih baik. Sehingga dipertimbangkan untuk menentukan nilai target IKE yang lebih optimum berdasarkan

rata-rata nilai IKE masing-masing kelompok golongan bangunan gedung hotel.

Berdasarkan perbandingan/*benchmarking* IKE Bangunan Gedung Hotel terhadap nilai target IKE baru yang lebih optimum, dapat diketahui bahwa pada masing-masing golongan bangunan hotel yang memenuhi rata-rata nilai IKE golongan jumlahnya masih lebih banyak daripada bangunan pusat perbelanjaan yang belum memenuhi IKE tersebut. Kondisi ini dapat menggambarkan adanya potensi penghematan pada bangunan hotel tersebut.

d. Indikator Berdasarkan Hasil Audit Energi Gedung Rumah Sakit

Berdasarkan hasil audit energi dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2010 terdapat 32 objek, dengan rekap audit bangunan gedung rumah sakit yang ditampilkan pada Tabel 4.4 berikut ini. Objek rumah sakit, kemudian dikelompokkan berdasarkan golongan dan kelas yang dibatasi dengan kapasitas daya listrik yang tersambung pada bangunan tersebut, serta mengacu kepada kontrak daya listrik pelanggan terhadap PT. PLN (Persero) per golongan sebagai berikut:

Tabel 4.4. Hasil Rekap Audit Energi Bangunan Gedung Rumah Sakit

No.	Nama Instansi	Tahun Audit	Sub Sektor	Kapasitas Daya Listrik Tersambung (kVA)	Konsumsi Listrik (kWh/tahun)	Luas (m ²)	IKE (kWh/m ²)
1	RS. Wonolangan Probolinggo	2007	Rumah Sakit	43.6	121093	3864	31.34
2	RS. Elizabeth Situbondo	2007	Rumah Sakit	66	184988	1500	123.33
3	RSUD. Wonosari Gunung Kidul DIY	2007	Rumah Sakit	105	174480	9436	18.49
4	RS. Djatiroto Lumajang	2007	Rumah Sakit	105	153867	5599	27.48
5	RS. Pusat Angkatan Udara Dr. Esnawan	2010	Rumah Sakit	126	591482	5788	102.19
6	RSUD. Kota Sabang NAD	2010	Rumah Sakit	131	213936	1779	120.26
7	RSUD. Doris Sylvanus Palangkaraya	2007	Rumah Sakit	197	1094676	4678	234.01
8	RS. Pelabuhan Cirebon	2010	Rumah Sakit	197	762769	6038	126.33
9	RSI. Ibnu Sina Pekanbaru	2009	Rumah Sakit	231	974424	3524	276.51
10	RS. Lavallette Malang	2007	Rumah Sakit	242.5	375479	12642	29.70
11	RS. Undata Palu	2007	Rumah Sakit	345	843058	3681	229.03
12	RS. Advent Bandung	2010	Rumah Sakit	345	1455048	18000	80.84
13	RSUD. Dr. M. Yunus Bengkulu	2010	Rumah Sakit	345	1335467	13069	102.19
14	RS. Haji Surabaya	2007	Rumah Sakit	555	1795360	5736	313.00
15	RSUD. Dr. Slamet Garut	2010	Rumah Sakit	605	1440000	20646	69.75
16	RS. Pertamina Jaya Jakarta	2007	Rumah Sakit	630	2024320	4476	452.26

No.	Nama Instansi	Tahun Audit	Sub Sektor	Kapasitas Daya Listrik Tersambung (kVA)	Konsumsi Listrik (kWh/tahun)	Luas (m ²)	IKE (kWh/m ²)
13	RSUD. Dr. M. Yunus Bengkulu	2010	Rumah Sakit	345	1335467	13069	102.19
14	RS. Haji Surabaya	2007	Rumah Sakit	555	1795360	5736	313.00
15	RSUD. Dr. Slamet Garut	2010	Rumah Sakit	605	1440000	20646	69.75
16	RS. Pertamina Jaya Jakarta	2007	Rumah Sakit	630	2024320	4476	452.26
17	RS. M Hoesni Palembang	2007	Rumah Sakit	631.45	3557551	14462	245.99
18	RS. Dirgahayu Samarinda	2010	Rumah Sakit	772	1651044	16962	97.34
19	RSK. Charitas Palembang	2007	Rumah Sakit	856	2935000	14823	198.00
20	RS. PGI Cikini Jakarta	2010	Rumah Sakit	1000	1007831	27285	36.94
21	RS. Panti Rapih Yogyakarta	2010	Rumah Sakit	1100	6052070	43077	140.49
22	RS. Syaiful Anwar Malang	2010	Rumah Sakit	1100	4850074	84756	57.22
23	RS. Santo Borromeus Bandung	2010	Rumah Sakit	1110	4271883	46226	92.41
24	RS. Penyakit Infeksi Prof. Sullanti S.	2010	Rumah Sakit	1140	2330192	8360	278.73
25	RSUD. Dr Wahidin Sudirohusodo Makassar	2007	Rumah Sakit	1385	3618320	6282	575.98
26	RSUP. Dr Sardjito Yogyakarta	2007	Rumah Sakit	1800	9284568	40020	232.00
27	RS. Puri Indah Jakarta	2010	Rumah Sakit	2075	5445390	23379	232.92
28	RSUD. A. Wahab Syahrani Samarinda	2009	Rumah Sakit	2180	3344400	12272	272.52
29	RSUP. Dr. Cipto Mangunkusumo	2010	Rumah Sakit	2500	1738177	10500	165.54
30	RS. Pertamina Pusat Jakarta	2007	Rumah Sakit	2974	5897440	55569	106.13
31	RS. Jantung & Pembuluh Darah Harapan Kita	2010	Rumah Sakit	3435	6707120	41472	161.73
32	RS. Kanker Dharmais Jakarta	2007	Rumah Sakit	6000	7516800	33245	226.10

Objek rumah sakit dikelompokkan berdasarkan aturan statistik menjadi tiga golongan serta empat dan lima kelas sebagai berikut:

1. Golongan 1

Kelas	Kapasitas Daya Tersambung pada Bangunan (kVA)	IKE rata-rata kelas (kWh/m ²) Xi	Ketercapaian terhadap IKE referensi (kWh/m ²), fi		fi Xi	Ketercapaian terhadap Rata-rata IKE Golongan (kWh/m ²)	
			≤ 380	> 380		≤ 108,96	> 108,96
1	43 - 88	77.33	2	0	154.66	1	1
2	89 - 134	67.10	4	0	268.42	3	1
3	181 - 226	180.17	2	0	360.33	0	2
4	227 - 272	153.11	2	0	306.21	1	1
		Jumlah	10	0	1089.63	5	5
				Rata-rata Golongan	108.96		

2. Golongan 2

Kelas	Kapasitas Daya Tersambung pada Bangunan (kVA)	IKE rata-rata kelas (kWh/m ²) Xi	Ketercapaian terhadap IKE referensi (kWh/m ²), fi		fi Xi	Ketercapaian terhadap Rata-rata IKE Golongan (kWh/m ²)	
			≤ 380	> 380		≤ 171,01	> 171,01
1	345 - 514	137.35	2	1	412.05	2	1
2	515 - 684	270.25	2	2	1081.00	1	3
3	685 - 854	97.34	1	0	97.34	1	0
4	855 - 1024	117.47	1	1	234.94	1	1
5	1025 - 1194	142.22	3	1	568.86	3	1
Jumlah			9	5	2394.19	8	6
					Rata-rata Golongan	171.01	

3. Golongan 3

Kelas	Kapasitas Daya Tersambung pada Bangunan (kVA)	IKE rata-rata kelas (kWh/m ²) Xi	Ketercapaian terhadap IKE referensi (kWh/m ²), fi		fi Xi	Ketercapaian terhadap Rata-rata IKE Golongan (kWh/m ²)	
			≤ 380	> 380		≤ 246,61	> 246,61
1	1100 - 2203	328.36	3	1	1313.42	2	2
2	2204 - 3307	135.83	2	0	271.67	2	0
3	3308 - 4411	161.73	1	0	161.73	1	0
4	4412 - 5515	0.00	0	0	0.00	0	0
5	5516 - 6619	226.10	1	0	226.10	1	0
Jumlah			7	1	1972.92	6	2
					Rata-rata Golongan	246.61	

Diantara objek rumah sakit, sekitar 26 bangunan telah memenuhi nilai target IKE yang dipergunakan sebagai referensi konservasi energi pada bangunan rumah sakit, bahkan kondisi IKE-nya lebih baik. Sehingga dipertimbangkan untuk menentukan nilai target IKE yang lebih optimum berdasarkan rata-rata nilai IKE masing-masing kelompok golongan bangunan rumah sakit.

Berdasarkan perbandingan/*benchmarking* IKE Bangunan Gedung Rumah Sakit terhadap nilai target IKE baru yang lebih optimum, dapat diketahui bahwa pada masing-masing kelompok golongan bangunan rumah sakit yang memenuhi rata-rata nilai IKE golongan jumlahnya tidak lebih banyak daripada bangunan perkantoran yang belum memenuhi IKE tersebut. Kondisi ini dapat masih perlu diuji lagi dengan metode statistik untuk mengetahui apakah dapat

menggambarkan adanya potensi penghematan pada bangunan rumah sakit tersebut.

4.1.2. Perbandingan IKE Bangunan Gedung

Dari hasil analisis data audit energi bangunan gedung dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2010, maka tergambar perbandingan IKE sektor bangunan gedung. Apabila hasil perhitungan IKE bangunan gedung tersebut dibandingkan dengan nilai IKE bangunan yang dikeluarkan pada tahun 1992 dan dipergunakan sebagai target konservasi energi pada bangunan gedung, maka didapat data-data perbandingan sebagai berikut (lihat Tabel 4.5 di bawah).

Tabel 4.5. Perbandingan IKE

No.	Jenis Bangunan	IKE Referensi Tahun 1992 (kWh/m ² /th)	IKE Rata-rata Golongan Bangunan (kWh/m ² /th)				
			Gol. 1	Gol. 2	Gol. 3	Gol. 4	Gol. 5
1.	Perkantoran	240	33,84	89,32	140,51	159,74	197,38
2.	Pusat Perbelanjaan	330	243,31	--	--	--	--
3.	Hotel	300	181,30	213,34	--	--	--
4.	Rumah Sakit	380	108,96	171,01	246,61	--	--

Dari tabel di atas terlihat bahwa dibandingkan nilai IKE tahun 1992 yang dipergunakan sebagai target konservasi energi pada bangunan gedung, nilai IKE yang diperoleh dari hasil audit energi bangunan gedung pada tahun 2009 sampai dengan tahun 2010 untuk perkantoran lebih kecil yaitu rata-rata antara 33,84 – 197,38 kWh/m²/th dibandingkan dengan nilai IKE referensinya sebesar 240 kWh/m²/th. Untuk IKE pusat perbelanjaan, nilainya juga lebih kecil yaitu sebesar 243,31 kWh/m²/th dari nilai IKE targetnya yang sebesar 330 kWh/m²/th. Sedangkan IKE hotel, nilainya juga lebih kecil yang rata-rata sebesar 181,30 - 213,34 kWh/m²/th dibandingkan dengan nilai IKE targetnya yaitu 300 kWh/m²/th. Kemudian untuk IKE Rumah Sakit, nilainya lebih kecil dibandingkan

dengan nilai IKE targetnya 380 kWh/m²/th, yaitu rata-rata sebesar 108,96 - 149,04 kWh/m²/th.

4.2. Pengujian Hipotesis

Berdasarkan hasil analisis indikator efisiensi energi dan perbandingan IKE bangunan gedung, maka untuk menguji apakah kondisi IKE dari bangunan gedung tersebut apakah memang benar seperti yang telah dijelaskan pada subbab 4.1, maka dilakukan pengujian menggunakan metode statistik.

Pengujian menggunakan metode Chi-kuadrat χ^2 , dengan langkah-langkah sebagai berikut:

A. Bangunan Gedung Perkantoran

i. Pengujian terhadap nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan hasil penelitian ASEAN – USAID pada tahun 1987 yang mulai diterapkan tahun 1992, yaitu:

1. Hipotesis

"H₀ : “Intensitas Konsumsi Energi pada bangunan gedung perkantoran yang telah diaudit energinya belum memenuhi nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan hasil penelitian ASEAN – USAID pada tahun 1987 yang mulai diterapkan tahun 1992”

"H₁ : “Intensitas Konsumsi Energi pada bangunan gedung perkantoran yang telah diaudit energinya memenuhi nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan hasil penelitian ASEAN – USAID pada tahun 1987 yang mulai diterapkan tahun 1992”

2. $\alpha = 0,01$

3. Dalam uji ini yang digunakan adalah distribusi probabilitas Chi-kuadrat, χ^2 , yaitu:

$$dk = (k - 1) \times (b - 1)$$

$$dk = (2 - 1) \times (5 - 1)$$

$$dk = 1 \times 4 = 4$$

4. Batas-batas daerah penolakan/batas kritis uji

Dari tabel χ^2 untuk $\alpha = 0,01$; $dk = u = 4$; diperoleh $\chi^2 = 13,28$

5. Aturan keputusan

Tolak H_0 dan terima H_1 jika $RU \chi^2 > 13,28$. Jika tidak demikian terima H_0 .

6. Rasio uji

Perhitungan dilakukan dengan tabulasi sebagaimana berikut:

- Frekuensi pengamatan dan harapan:

No	Golongan Bangunan Gedung Perkantoran		IKE Hasil Pelaksanaan Audit Energi		Sbaris
			Memenuhi Nilai Target IKE 1992	Belum Memenuhi Nilai Target IKE 1992	
1	Golongan 1	fo	12	0	12
		fe	0.61	-0.11	
2	Golongan 2	fo	14	0	14
		fe	0.58	-0.14	
3	Golongan 3	fo	19	2	21
		fe	0.48	-0.24	
4	Golongan 4	fo	9	3	12
		fe	0.61	-0.11	
5	Golongan 5	fo	10	2	12
		fe	0.61	-0.11	
Skolom			55	4	71

- Rasio Uji:

No	Baris-Kolom	fo	fe	fo - fe	$(fo - fe)^2$	$(fo - fe)^2$
						fe
1	Golongan 1 Perkantoran-M	12	0.61	11.39	129.83	214.37
	Golongan 1 Perkantoran-BM	0	-0.11	0.11	0.01	-0.11
2	Golongan 2 Perkantoran-M	14	0.58	13.42	180.16	311.99
	Golongan 2 Perkantoran-BM	0	-0.14	0.14	0.02	-0.14
3	Golongan 3 Perkantoran-M	19	0.48	18.52	343.03	716.33
	Golongan 3 Perkantoran-BM	2	-0.24	2.24	5.02	-20.95
4	Golongan 4 Perkantoran-M	9	0.61	8.39	70.47	116.35
	Golongan 4 Perkantoran-BM	3	-0.11	3.11	9.69	-85.99
5	Golongan 5 Perkantoran-M	10	0.61	9.39	88.25	145.72
	Golongan 5 Perkantoran-BM	2	-0.11	2.11	4.46	-39.61
		71	2.154929577			1,357.97

7. Pengambilan keputusan

Karena $\chi^2 > 13,28$ maka H_0 ditolak.

Kesimpulannya adalah sudah banyak bangunan gedung perkantoran yang diaudit energinya telah memenuhi nilai target Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan hasil penelitian ASEAN – USAID tahun 1987 yang diterapkan pada tahun 1992, bahkan mencapai kondisi yang lebih baik.

ii. Pengujian terhadap nilai referensi IKE yang baru dengan mempergunakan nilai rata-rata dari IKE masing-masing golongan bangunan gedung perkantoran, yaitu:

1. Hipotesis

"H₀ : “Intensitas Konsumsi Energi pada bangunan gedung perkantoran yang telah diaudit energinya belum memenuhi nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan nilai rata-rata dari IKE masing-masing golongan bangunan gedung perkantoran”

"H₁ : “Intensitas Konsumsi Energi pada bangunan gedung perkantoran yang telah diaudit energinya memenuhi nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan nilai rata-rata dari IKE masing-masing golongan bangunan gedung perkantoran”

2. $\alpha = 0,01$

3. Dalam uji ini yang digunakan adalah distribusi probabilitas Chi-kuadrat, χ^2 , yaitu:

$$dk = (k - 1) \times (b - 1)$$

$$dk = (2 - 1) \times (5 - 1)$$

$$dk = 1 \times 4 = 4$$

4. Batas-batas daerah penolakan/batas kritis uji

Dari tabel χ^2 untuk $\alpha = 0,01$; $dk = u = 4$; diperoleh $\chi^2 = 13,28$

5. Aturan keputusan

Tolak H₀ dan terima H₁ jika $RU \chi^2 > 13,28$. Jika tidak demikian terima H₀.

6. Rasio uji

Perhitungan dilakukan dengan tabulasi sebagaimana berikut:

- Frekuensi pengamatan dan harapan:

No	Golongan Bangunan Gedung Perkantoran		IKE Hasil Pelaksanaan Audit Energi		Sbaris
			Memenuhi Rata-Rata IKE Gol.	Belum Memenuhi Rata-Rata IKE Gol.	
1	Golongan 1	fo	8	4	12
		fe	0.38	0.11	
2	Golongan 2	fo	9	5	14
		fe	0.35	0.08	
3	Golongan 3	fo	16	5	21
		fe	0.25	-0.01	
4	Golongan 4	fo	7	5	12
		fe	0.38	0.11	
5	Golongan 5	fo	6	6	12
		fe	0.38	0.11	
Skolom			39	20	71

- Rasio Uji:

No	Baris-Kolom	fo	fe	fo - fe	(fo - fe) ²	(fo - fe) ²
						fe
1	Golongan 1 Perkantoran-M	8	0.38	7.62	58.06	152.68
	Golongan 1 Perkantoran-BM	4	0.11	3.89	15.11	134.11
2	Golongan 2 Perkantoran-M	9	0.35	8.65	74.79	212.39
	Golongan 2 Perkantoran-BM	5	0.08	4.92	24.16	285.92
3	Golongan 3 Perkantoran-M	16	0.25	15.75	247.95	978.03
	Golongan 3 Perkantoran-BM	5	-0.01	5.01	25.14	-1,785.01
3	Golongan 4 Perkantoran-M	7	0.38	6.62	43.82	115.23
	Golongan 4 Perkantoran-BM	5	0.11	4.89	23.89	211.99
4	Golongan 5 Perkantoran-M	6	0.38	5.62	31.58	83.05
	Golongan 5 Perkantoran-BM	6	0.11	5.89	34.66	307.61
		71	2.15			696.00

7. Pengambilan keputusan

Karena $\chi^2 > 13,28$ maka H_0 ditolak.

Kesimpulannya adalah sudah banyak bangunan gedung perkantoran yang diaudit energinya telah memenuhi nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan nilai rata-rata dari IKE golongan bangunan gedung perkantoran, sehingga nilai IKE tersebut dapat dipergunakan sebagai nilai referensi IKE yang baru untuk target konservasi energi pada bangunan gedung perkantoran.

B. Bangunan Gedung Pusat Perbelanjaan

- i. Pengujian terhadap nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan hasil penelitian ASEAN – USAID pada tahun 1987 yang mulai diterapkan tahun 1992, yaitu:

1. Hipotesis

" H_0 : “Intensitas Konsumsi Energi pada bangunan gedung pusat perbelanjaan yang telah diaudit energinya belum memenuhi nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan hasil penelitian ASEAN – USAID pada tahun 1987 yang mulai diterapkan tahun 1992”

" H_1 : “Intensitas Konsumsi Energi pada bangunan gedung pusat perbelanjaan yang telah diaudit energinya memenuhi nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan hasil penelitian ASEAN – USAID pada tahun 1987 yang mulai diterapkan tahun 1992”

2. $\alpha = 0,01$
3. Dalam uji ini yang digunakan adalah distribusi probabilitas Chi-kuadrat, χ^2 , yaitu:

$$dk = (k - 1) \times (b - 1)$$

$$dk = (2 - 1) \times (5 - 1)$$

$$dk = 1 \times 4 = 4$$
4. Batas-batas daerah penolakan/batas kritis uji
 Dari tabel χ^2 untuk $\alpha = 0,01$; $dk = u = 4$; diperoleh $\chi^2 = 13,28$
5. Aturan keputusan
 Tolak H_0 dan terima H_1 jika $RU \chi^2 > 13,28$. Jika tidak demikian terima H_0 .
6. Rasio uji
 Perhitungan dilakukan dengan tabulasi sebagaimana berikut:
 - Frekuensi pengamatan dan harapan:

No	Golongan Bangunan Gedung Pusat Perbelanjaan		IKE Hasil Pelaksanaan Audit Energi		Sbaris
			Memenuhi Nilai Target IKE 1992	Belum Memenuhi Nilai Target IKE 1992	
1	Kelas 1	fo	4	0	4
		fe	0.33	-0.22	
2	Kelas 2	fo	0	0	0
		fe	0.78	0.22	
3	Kelas 3	fo	1	0	1
		fe	0.67	0.11	
4	Kelas 4	fo	2	1	3
		fe	0.44	-0.11	
5	Kelas 5	fo	0	1	1
		fe	0.67	0.11	
Skolom			7	2	9

- Rasio Uji:

No	Baris-Kolom	fo	fe	fo - fe	$(fo - fe)^2$	$(fo - fe)^2$
						fe
1	Kelas 1 Pusat Perbelanjaan-M	4	0.33	3.67	13.44	40.33
	Kelas 1 Pusat Perbelanjaan-BM	0	-0.22	0.22	0.05	-0.22
2	Kelas 2 Pusat Perbelanjaan-M	0	0.78	-0.78	0.60	0.78
	Kelas 2 Pusat Perbelanjaan-BM	0	0.22	-0.22	0.05	0.22
3	Kelas 3 Pusat Perbelanjaan-M	1	0.67	0.33	0.11	0.17
	Kelas 3 Pusat Perbelanjaan-BM	0	0.11	-0.11	0.01	0.11
4	Kelas 4 Pusat Perbelanjaan-M	2	0.44	1.56	2.42	5.44
	Kelas 4 Pusat Perbelanjaan-BM	1	-0.11	1.11	1.23	-11.11
5	Kelas 5 Pusat Perbelanjaan-M	0	0.67	-0.67	0.44	0.67
	Kelas 5 Pusat Perbelanjaan-BM	1	0.11	0.89	0.79	7.11
		9	3			43.50

7. Pengambilan keputusan

Karena $\chi^2 > 13,28$ maka H_0 ditolak.

Kesimpulannya adalah sudah banyak bangunan gedung pusat perbelanjaan yang diaudit energinya telah memenuhi nilai target Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan hasil penelitian ASEAN – USAID tahun 1987 yang diterapkan pada tahun 1992, bahkan mencapai kondisi yang lebih baik.

ii. Pengujian terhadap nilai referensi IKE yang baru dengan mempergunakan nilai rata-rata dari IKE masing-masing golongan bangunan gedung pusat perbelanjaan, yaitu:

1. Hipotesis

" H_0 : “Intensitas Konsumsi Energi pada bangunan gedung pusat perbelanjaan yang telah diaudit energinya belum memenuhi nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan nilai rata-rata dari IKE masing-masing golongan bangunan gedung pusat perbelanjaan”

" H_1 : “Intensitas Konsumsi Energi pada bangunan gedung pusat perbelanjaan yang telah diaudit energinya memenuhi nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan nilai rata-rata dari IKE masing-masing golongan bangunan gedung pusat perbelanjaan”

2. $\alpha = 0,01$

3. Dalam uji ini yang digunakan adalah distribusi probabilitas Chi-kuadrat, χ^2 , yaitu:

$$dk = (k - 1) \times (b - 1)$$

$$dk = (2 - 1) \times (5 - 1)$$

$$dk = 1 \times 4 = 4$$

4. Batas-batas daerah penolakan/batas kritis uji

Dari tabel χ^2 untuk $\alpha = 0,01$; $dk = u = 4$; diperoleh $\chi^2 = 13,28$

5. Aturan keputusan

Tolak H_0 dan terima H_1 jika $RU \chi^2 > 13,28$. Jika tidak demikian terima H_0 .

6. Rasio uji

Perhitungan dilakukan dengan tabulasi sebagaimana berikut:

- Frekuensi pengamatan dan harapan:

No	Golongan Bangunan Gedung Pusat Perbelanjaan		IKE Hasil Pelaksanaan Audit Energi		Sbaris
			Memenuhi Rata-Rata IKE Gol.	Belum Memenuhi Rata-Rata IKE Gol.	
1	Kelas 1	fo	4	0	4
		fe	0.33	-0.22	
2	Kelas 2	fo	0	0	0
		fe	0.78	0.22	
3	Kelas 3	fo	1	0	1
		fe	0.67	0.11	
4	Kelas 4	fo	2	1	3
		fe	0.44	-0.11	
5	Kelas 5	fo	0	1	1
		fe	0.67	0.11	
Skolom			7	2	9

- Rasio Uji:

No	Baris-Kolom	fo	fe	fo - fe	(fo - fe) ²	(fo - fe) ²
						fe
1	Kelas 1 Pusat Perbelanjaan-M	4	0.33	3.67	13.44	40.33
	Kelas 1 Pusat Perbelanjaan-BM	0	-0.22	0.22	0.05	-0.22
2	Kelas 2 Pusat Perbelanjaan-M	0	0.78	-0.78	0.60	0.78
	Kelas 2 Pusat Perbelanjaan-BM	0	0.22	-0.22	0.05	0.22
3	Kelas 3 Pusat Perbelanjaan-M	1	0.67	0.33	0.11	0.17
	Kelas 3 Pusat Perbelanjaan-BM	0	0.11	-0.11	0.01	0.11
4	Kelas 4 Pusat Perbelanjaan-M	2	0.44	1.56	2.42	5.44
	Kelas 4 Pusat Perbelanjaan-BM	1	-0.11	1.11	1.23	-11.11
5	Kelas 5 Pusat Perbelanjaan-M	0	0.67	-0.67	0.44	0.67
	Kelas 5 Pusat Perbelanjaan-BM	1	0.11	0.89	0.79	7.11
		9	3			43.50

7. Pengambilan keputusan

Karena $\chi^2 > 13,28$ maka H_0 ditolak.

Kesimpulannya adalah sudah banyak bangunan gedung pusat perbelanjaan yang diaudit energinya telah memenuhi nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan nilai rata-rata dari IKE golongan bangunan gedung perkantoran, sehingga nilai IKE tersebut dapat dipergunakan sebagai nilai referensi IKE yang baru untuk target konservasi energi pada bangunan gedung pusat perbelanjaan.

C. Bangunan Gedung Hotel

- i. Pengujian terhadap nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan hasil penelitian ASEAN – USAID pada tahun 1987 yang mulai diterapkan tahun 1992, yaitu:

1. Hipotesis

"H₀ : “Intensitas Konsumsi Energi pada bangunan gedung hotel yang telah diaudit energinya belum memenuhi nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan hasil penelitian ASEAN – USAID pada tahun 1987 yang mulai diterapkan tahun 1992”

"H₁ : “Intensitas Konsumsi Energi pada bangunan gedung hotel yang telah diaudit energinya memenuhi nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan hasil penelitian ASEAN – USAID pada tahun 1987 yang mulai diterapkan tahun 1992”

2. $\alpha = 0,01$

3. Dalam uji ini yang digunakan adalah distribusi probabilitas Chi-kuadrat, χ^2 , yaitu:

$$dk = (k - 1) \times (b - 1)$$

$$dk = (2 - 1) \times (2 - 1)$$

$$dk = 1 \times 1 = 1$$

4. Batas-batas daerah penolakan/batas kritis uji

Dari tabel χ^2 untuk $\alpha = 0,01$; $dk = u = 1$; diperoleh $\chi^2 = 6,64$

5. Aturan keputusan

Tolak H₀ dan terima H₁ jika $RU \chi^2 > 6,64$. Jika tidak demikian terima H₀.

6. Rasio uji

Perhitungan dilakukan dengan tabulasi sebagaimana berikut:

- Frekuensi pengamatan dan harapan:

No	Golongan Bangunan Gedung Hotel		IKE Hasil Pelaksanaan Audit Energi		Sbaris
			Memenuhi Nilai Target IKE 1992	Belum Memenuhi Nilai Target IKE 1992	
1	Golongan 1	fo	7	1	8
		fe	0.38	-0.38	
2	Golongan 2	fo	7	1	8
		fe	0.38	-0.38	
Skolom			14	2	16

- Rasio Uji:

No	Baris-Kolom	fo	fe	fo - fe	(fo - fe) ²	(fo - fe) ²
						fe
1	Golongan 1 Hotel-M	7	0.38	6.63	43.89	117.04
	Golongan 1 Hotel-BM	0	-0.38	0.38	0.14	-0.38
2	Golongan 2 Hotel-M	7	0.38	6.63	43.89	117.04
	Golongan 2 Hotel-BM	2	-0.38	2.38	5.64	-15.04
		16	0			218.67

7. Pengambilan keputusan

Karena $\chi^2 > 6,64$ maka H_0 ditolak.

Kesimpulannya adalah sudah banyak bangunan gedung hotel yang diaudit energinya telah memenuhi nilai target Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan hasil penelitian ASEAN – USAID tahun 1987 yang diterapkan pada tahun 1992, bahkan mencapai kondisi yang lebih baik.

ii. Pengujian terhadap nilai referensi IKE yang baru dengan mempergunakan nilai rata-rata dari IKE masing-masing golongan bangunan gedung hotel, yaitu:

1. Hipotesis

" H_0 : "Intensitas Konsumsi Energi pada bangunan gedung hotel yang telah diaudit energinya belum memenuhi nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan nilai rata-rata dari IKE masing-masing golongan bangunan gedung hotel"

" H_1 : "Intensitas Konsumsi Energi pada bangunan gedung hotel yang telah diaudit energinya memenuhi nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan nilai rata-rata dari IKE masing-masing golongan bangunan gedung hotel"

2. $\alpha = 0,01$

3. Dalam uji ini yang digunakan adalah distribusi probabilitas Chi-kuadrat, χ^2 , yaitu:

$$dk = (k - 1) \times (b - 1)$$

$$dk = (2 - 1) \times (2 - 1)$$

$$dk = 1 \times 1 = 1$$

4. Batas-batas daerah penolakan/batas kritis uji

Dari tabel χ^2 untuk $\alpha = 0,01$; $dk = u = 1$; diperoleh $\chi^2 = 6,64$

5. Aturan keputusan

Tolak H_0 dan terima H_1 jika $RU \chi^2 > 6,64$. Jika tidak demikian terima H_0 .

6. Rasio uji

Perhitungan dilakukan dengan tabulasi sebagaimana berikut:

- Frekuensi pengamatan dan harapan:

No	Golongan Bangunan Gedung Hotel		IKE Hasil Pelaksanaan Audit Energi		Sbaris
			Memenuhi Rata-Rata IKE Gol.	Belum Memenuhi Rata-Rata IKE Gol.	
1	Golongan 1	fo	6	2	8
		fe	0.13	-0.13	
2	Golongan 2	fo	4	4	8
		fe	0.13	-0.13	
Skolom			10	6	16

- Rasio Uji:

No	Baris-Kolom	fo	fe	fo - fe	$(fo - fe)^2$	$(fo - fe)^2$
						fe
1	Golongan 1 Hotel-M	6	0.13	5.88	34.52	276.13
	Golongan 1 Hotel-BM	2	-0.13	2.13	4.52	-36.13
2	Golongan 2 Hotel-M	4	0.13	3.88	15.02	120.13
	Golongan 2 Hotel-BM	4	-0.13	4.13	17.02	-136.13
		16	0			224.00

7. Pengambilan keputusan

Karena $\chi^2 > 6,64$ maka H_0 ditolak.

Kesimpulannya adalah sudah banyak bangunan gedung hotel yang diaudit energinya telah memenuhi nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan nilai rata-rata dari IKE golongan bangunan gedung hotel, sehingga nilai IKE tersebut dapat dipergunakan sebagai nilai referensi IKE yang baru untuk target konservasi energi pada bangunan gedung hotel.

D. Bangunan Gedung Rumah Sakit

- i. Pengujian terhadap nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan hasil penelitian ASEAN – USAID pada tahun 1987 yang mulai diterapkan tahun 1992, yaitu:

1. Hipotesis

"H₀ : "Intensitas Konsumsi Energi pada bangunan gedung rumah sakit yang telah diaudit energinya belum memenuhi nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan hasil penelitian ASEAN – USAID pada tahun 1987 yang mulai diterapkan tahun 1992"

"H₁ : "Intensitas Konsumsi Energi pada bangunan gedung rumah sakit yang telah diaudit energinya memenuhi nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan hasil penelitian ASEAN – USAID pada tahun 1987 yang mulai diterapkan tahun 1992"

2. $\alpha = 0,01$ 3. Dalam uji ini yang digunakan adalah distribusi probabilitas Chi-kuadrat, χ^2 , yaitu:

$$dk = (k - 1) \times (b - 1)$$

$$dk = (2 - 1) \times (3 - 1)$$

$$dk = 1 \times 2 = 2$$

4. Batas-batas daerah penolakan/batas kritis uji

Dari tabel χ^2 untuk $\alpha = 0,01$; $dk = u = 2$; diperoleh $\chi^2 = 9,21$

5. Aturan keputusan

Tolak H₀ dan terima H₁ jika $RU \chi^2 > 9,21$. Jika tidak demikian terima H₀.

6. Rasio uji

Perhitungan dilakukan dengan tabulasi sebagaimana berikut:

- Frekuensi pengamatan dan harapan:

No	Golongan Bangunan Gedung Rumah Sakit		IKE Hasil Pelaksanaan Audit Energi		Sbaris
			Memenuhi Nilai Target IKE 1992	Belum Memenuhi Nilai Target IKE 1992	
1	Golongan 1	fo	10	0	10
		fe	0.69	-0.31	
2	Golongan 2	fo	11	0	11
		fe	0.66	-0.34	
3	Golongan 3	fo	11	0	11
		fe	0.66	-0.34	
Skolom			32	0	32

- Rasio Uji:

No	Baris-Kolom	fo	fe	fo - fe	(fo - fe) ²	(fo - fe) ²
						fe
1	Golongan 1 Rumah Sakit-M	10	0.69	9.31	86.72	126.14
	Golongan 1 Rumah Sakit-BM	0	-0.31	0.31	0.10	-0.31
2	Golongan 2 Rumah Sakit-M	11	0.66	10.34	106.99	163.04
	Golongan 2 Rumah Sakit-BM	0	-0.34	0.34	0.12	-0.34
3	Golongan 3 Rumah Sakit-M	11	0.66	10.34	106.99	163.04
	Golongan 3 Rumah Sakit-BM	0	-0.34	0.34	0.12	-0.34
		32	1			451.22

7. Pengambilan keputusan

Karena $\chi^2 > 9,21$ maka H_0 ditolak.

Kesimpulannya adalah sudah banyak bangunan gedung rumah sakit yang diaudit energinya telah memenuhi nilai target Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan hasil penelitian ASEAN – USAID tahun 1987 yang diterapkan pada tahun 1992, bahkan mencapai kondisi yang lebih baik.

ii. Pengujian terhadap nilai referensi IKE yang baru dengan mempergunakan nilai rata-rata dari IKE masing-masing golongan bangunan gedung rumah sakit, yaitu:

1. Hipotesis

" H_0 : “Intensitas Konsumsi Energi pada bangunan gedung rumah sakit yang telah diaudit energinya belum memenuhi nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan nilai rata-rata dari IKE masing-masing golongan bangunan gedung rumah sakit”

" H_1 : “Intensitas Konsumsi Energi pada bangunan gedung rumah sakit yang telah diaudit energinya memenuhi nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan nilai rata-rata dari IKE masing-masing golongan bangunan gedung rumah sakit”

2. $\alpha = 0,01$

3. Dalam uji ini yang digunakan adalah distribusi probabilitas Chi-kuadrat, χ^2 , yaitu:

$$dk = (k - 1) \times (b - 1)$$

$$dk = (2 - 1) \times (3 - 1)$$

$$dk = 1 \times 2 = 2$$

4. Batas-batas daerah penolakan/batas kritis uji

Dari tabel χ^2 untuk $\alpha = 0,01$; $dk = u = 2$; diperoleh $\chi^2 = 9,21$

5. Aturan keputusan

Tolak H_0 dan terima H_1 jika $RU \chi^2 > 9,21$. Jika tidak demikian terima H_0 .

6. Rasio uji

Perhitungan dilakukan dengan tabulasi sebagaimana berikut:

- Frekuensi pengamatan dan harapan:

No	Golongan Bangunan Gedung Rumah Sakit		IKE Hasil Pelaksanaan Audit Energi		Sbaris
			Memenuhi Rata-Rata IKE Gol.	Belum Memenuhi Rata-Rata IKE Gol.	
1	Golongan 1	fo	5	5	10
		fe	0.28	0.09	
2	Golongan 2	fo	8	6	14
		fe	0.16	-0.03	
3	Golongan 3	fo	6	2	8
		fe	0.34	0.16	
Skolom			19	13	32

- Rasio Uji:

No	Baris-Kolom	fo	fe	fo - fe	$(fo - fe)^2$	$(fo - fe)^2$
						fe
1	Golongan 1 Rumah Sakit-M	5	0.28	4.72	22.27	79.17
	Golongan 1 Rumah Sakit-BM	5	0.09	4.91	24.07	256.76
2	Golongan 2 Rumah Sakit-M	8	0.16	7.84	61.52	393.76
	Golongan 2 Rumah Sakit-BM	6	-0.03	6.03	36.38	-1,164.03
3	Golongan 3 Rumah Sakit-M	6	0.34	5.66	31.99	93.07
	Golongan 3 Rumah Sakit-BM	2	0.16	1.84	3.40	21.76
		32	1			-319.52

7. Pengambilan keputusan

Karena $\chi^2 < 9,21$ maka H_0 diterima.

Kesimpulannya adalah belum banyak bangunan gedung rumah sakit yang diaudit energinya telah memenuhi nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan nilai rata-rata dari IKE golongan bangunan gedung rumah sakit, sehingga nilai IKE tersebut belum dapat dipergunakan sebagai nilai referensi IKE yang baru untuk target konservasi energi pada bangunan gedung rumah sakit.



4.3. Analisis Potensi Penghematan Energi

Berdasarkan perbandingan/*benchmarking* IKE Bangunan Gedung dan hasil pengujian IKE Bangunan Gedung terhadap nilai target IKE tahun 1992 dan target IKE baru yang lebih optimum, dapat diketahui bahwa pada masing-masing golongan bangunan gedung telah memenuhi nilai target IKE tersebut, namun untuk bangunan gedung rumah sakit belum memenuhi nilai IKE rata-rata golongannya. Sehingga untuk bangunan gedung rumah sakit dapat digambarkan adanya potensi penghematan pada bangunan tersebut.

Analisis potensi penghematan energi yang dilakukan akan dapat menggambarkan berapa persen peluang potensi penghematan energi dari bangunan gedung apabila menggunakan nilai referensi IKE baru yang lebih optimum sebagai target konservasi energi bangunan gedung, sehingga diharapkan bangunan gedung tersebut mencapai kondisi yang lebih baik.

4.3.1. Potensi Penghematan Energi Bangunan Gedung Perkantoran

Berdasarkan hasil perbandingan/*benchmarking* IKE Bangunan Gedung Perkantoran terhadap nilai target IKE tahun 1992 dan target IKE baru yang lebih optimum, peluang penghematan energi pada bangunan perkantoran tercantum dalam tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6. Data Potensi Penghematan Energi (PHE) Bangunan Gedung Perkantoran

No.	Nama Instansi	Tahun Audit	Sub Sektor	Kapasitas Daya Tersambung (kVA)	Konsumsi Listrik (kWh/tahun)	Luas (m ²)	IKE Hasil Audit (kWh/m ²)	IKE Rata-rata Golongan Bangunan (kWh/m ²)	Δ IKE (kWh/m ²)
BANGUNAN GEDUNG PERKANTORAN GOLONGAN 1									
1	Kantor Distamben Pasaman	2007	Perkantoran	1.3	2800	50	56.00	33.84	-22.16
2	Kantor Disperindagkop Bantul	2007	Perkantoran	2.2	7859	480	16.37	33.84	17.47
3	Kantor Bawasda Bantul	2007	Perkantoran	2.3	4675	402	11.63	33.84	22.21
4	Kantor Dinas Pengairan Bantul	2007	Perkantoran	4.8	9858	356	27.69	33.84	6.15
5	Kantor Bupati Pasaman	2007	Perkantoran	11	22910	881	26.00	33.84	7.84
6	Kantor Dinas Dikbud Bantul	2007	Perkantoran	12	5804	537	10.81	33.84	23.03
7	Kantor Dinas PU Bantul	2007	Perkantoran	13.2	16552	550	30.09	33.84	3.75
8	Kantor Dinas Kessos Bengkulu	2007	Perkantoran	13.2	20079	1247	16.10	33.84	17.74
9	Kantor Distamben Banten	2009	Perkantoran	17.2	14248	232	61.41	33.84	-27.57
10	Kantor Dinas ESDM Bengkulu	2007	Perkantoran	21.2	30808	1112	27.71	33.84	6.13
11	Kantor Dinas ESDM Jambi	2009	Perkantoran	23	18823	476	39.54	33.84	-5.70
12	Gedung Dinas Petermakan Pemprov. Kalsel	2010	Perkantoran	28.5	69506	839.94	82.75	33.84	-48.91
Total IKE =							406.12	Jumlah PHE =	-104.35
Persentase Penghematan Energi =									25.69%

No.	Nama Instansi	Tahun Audit	Sub Sektor	Kapasitas Daya Tersambung (kVA)	Konsumsi Listrik (kWh/tahun)	Luas (m ²)	IKE Hasil Audit (kWh/m ²)	IKE Rata-rata Golongan Bangunan (kWh/m ²)	Δ IKE (kWh/m ²)
BANGUNAN GEDUNG PERKANTORAN GOLONGAN 2									
13	Kantor Dispenda Bantul	2007	Perkantoran	35.2	23510	682	34.47	89.32	54.85
14	Kantor Bupati Minahasa Selatan	2009	Perkantoran	36	73866	2606	28.34	89.32	60.98
15	Kantor Distamben Kalimantan Tengah	2007	Perkantoran	41.5	57248	360	159.02	89.32	-69.70
16	Gedung Dinas Pertanian & Holtikultura Pemprov. Kalsel	2010	Perkantoran	43.6	69506	1130	61.51	89.32	27.81
17	Gedung Wali Kota Malang	2010	Perkantoran	53	71257	2002	35.59	89.32	53.73
18	Kantor Sekretariat DPRD Gunung Kidul	2007	Perkantoran	54.9	22281	2163	10.30	89.32	79.02
19	Kantor Bupati Minahasa Utara	2009	Perkantoran	76	151338	13974	10.83	89.32	78.49
20	Kantor Distamben Kalimantan Timur	2007	Perkantoran	82.5	52800	866	60.97	89.32	28.35
21	Kantor Setda NAD	2009	Perkantoran	86.5	1670000	7990	209.01	89.32	-119.69
22	Gedung BPKS Sabang	2010	Perkantoran	86.6	92245	1944	47.45	89.32	41.87
23	Gedung Dinas PU Pemprov. Bali	2010	Perkantoran	92	187998	2500	75.20	89.32	14.12
24	Kantor Distamben Kalimantan Selatan	2007	Perkantoran	97.5	91767	404	227.15	89.32	-137.83
25	Kantor Dinas ESDM Jawa Timur	2009	Perkantoran	99	154440	832	185.63	89.32	-96.31
26	Kantor Setda Kalimantan Tengah	2007	Perkantoran	100	104253	993	104.99	89.32	-15.67
						Total IKE =	1,250.46	Jumlah PHE =	-439.19
									Persentase Penghematan Energi = 35.12%
BANGUNAN GEDUNG PERKANTORAN GOLONGAN 3									
27	Kantor Dishub Kalimantan Timur	2009	Perkantoran	110	82584	2366	34.90	140.51	105.61
28	Gedung Kantor Pulogadung Real Estate	2010	Perkantoran	131	27776	1078	25.77	140.51	114.74
29	Kantor Bupati/Setda Kab Bantul	2007	Perkantoran	138	203380	4059	50.11	140.51	90.40
30	Gedung Dinas PUP dan Energi DI Yogyakarta	2010	Perkantoran	156.8	93208	4657	20.01	140.51	120.50
31	Kantor Setda Sulawesi Tenggara	2007	Perkantoran	164	212736	2338	90.99	140.51	49.52
32	Kantor Gubernur Sulawesi Tenggara	2009	Perkantoran	164	312600	5898	53.00	140.51	87.51
33	Gedung Dinas Pariwisata dan Kebudayaan DKI	2010	Perkantoran	164	480317	3392	141.60	140.51	-1.09
34	Kantor Gubernur Sumatera Barat	2007	Perkantoran	197	205106	7073	29.00	140.51	111.51
35	Gedung Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi DKI	2010	Perkantoran	197	630240	2469	255.26	140.51	-114.75
36	Gedung Dinas Koperasi, UKM, dan Perdagangan DKI	2010	Perkantoran	197	316209	2976	106.25	140.51	34.26
37	Gedung Dinas Pertamanan dan Pemakan DKI	2010	Perkantoran	197	438900	5443	80.64	140.51	59.87
38	Gedung Sekretariat Kota Sabang	2010	Perkantoran	210	275340	4203	65.51	140.51	75.00
39	Kantor Dinkes Jawa Tengah	2009	Perkantoran	246	537420	5863	91.66	140.51	48.85
40	Gedung Kebersihan DKI	2010	Perkantoran	255.9	354840	4856	73.07	140.51	67.44
41	Kantor PTPN X Surabaya	2007	Perkantoran	263	820800	4950	165.82	140.51	-25.31
42	Kantor Gubernur/Setda Kalimantan Sel	2007	Perkantoran	264.7	430823	432	997.28	140.51	-856.77
43	Balai Besar Tekstil Bandung	2007	Perkantoran	287.5	158854	13996	11.35	140.51	129.16
44	Kantor PTPN XI Surabaya	2007	Perkantoran	292.5	567911	4363	130.17	140.51	10.34
45	Kantor Gubernur Bali	2007	Perkantoran	302	612660	2113	289.95	140.51	-149.44
46	Kantor Dinas PPAD Jawa Tengah	2009	Perkantoran	365	907200	6580	137.87	140.51	2.64
47	Gedung BNI KCU Bekasi	2010	Perkantoran	380	340891	3392	100.50	140.51	40.01
						Total IKE =	2,950.71	Jumlah PHE =	-1,147.36
									Persentase Penghematan Energi = 38.88%

No.	Nama Instansi	Tahun Audit	Sub Sektor	Kapasitas Daya Tersambung (kVA)	Konsumsi Listrik (kWh/tahun)	Luas (m ²)	IKE Hasil Audit (kWh/m ²)	IKE Rata-rata Golongan Bangunan (kWh/m ²)	Δ IKE (kWh/m ²)	
BANGUNAN GEDUNG PERKANTORAN GOLONGAN 4										
48	Kantor Gubernur Nusa Tenggara Barat	2007	Perkantoran	512	371300	1984	187.15	159.74	-27.41	
49	Gedung Kependudukan dan Catatan Sipil DKI	2010	Perkantoran	526	398408	5306	75.09	159.74	84.65	
50	Kantor PTPN VII Surabaya	2007	Perkantoran	555	1257840	5232	240.41	159.74	-80.67	
51	Kantor DPRD Kalimantan Tengah	2007	Perkantoran	555	238706	2131	112.02	159.74	47.72	
52	Kantor Balai Kota Balikpapan	2007	Perkantoran	555	674845	8134	82.97	159.74	76.77	
53	Kantor Gubernur Sulawesi Tengah	2009	Perkantoran	555	605800	10699	56.62	159.74	103.12	
54	Gedung Sosial DKI	2010	Perkantoran	756	869295	6002	144.83	159.74	14.91	
55	Kantor BAPPEDA Jawa Tengah	2009	Perkantoran	865	820800	5541	148.13	159.74	11.61	
56	Gedung PT. KBN, Jakarta	2010	Perkantoran	1040	727632	2350	309.63	159.74	-149.89	
57	Kantor Gubernur Sumatera Selatan	2007	Perkantoran	1245	543360	13584	40.00	159.74	119.74	
58	Bank Bukopin Jakarta	2007	Perkantoran	1385	4268784	12705	335.99	159.74	-176.25	
59	Menara Duta Jakarta	2007	Perkantoran	1730	2983220	16210	184.04	159.74	-24.30	
							Total IKE =	1,916.88	Jumlah PHE =	-458.52
Persentase Penghematan Energi = 23.92%										
BANGUNAN GEDUNG PERKANTORAN GOLONGAN 5										
60	Gedung DEPKOMINFO	2009	Perkantoran	2000	3290400	27254	120.73	197.38	76.65	
61	Gedung MIGAS	2010	Perkantoran	2250	2946280	14748	199.77	197.38	-2.39	
62	Adhi Graha Jakarta	2007	Perkantoran	2400	5516207	20970	263.05	197.38	-65.67	
63	Wisma Nusantara Jakarta	2007	Perkantoran	2400	8087475	25387	318.57	197.38	-121.19	
64	Graha Niaga Tata Utama	2009	Perkantoran	3500	11240000	73464	153.00	197.38	44.38	
65	Kantor Walikota Jakarta Utara	2009	Perkantoran	3635	4959084	30994	160.00	197.38	37.38	
66	Kantor Walikota Jakarta Barat	2009	Perkantoran	3895	5448504	25945	210.00	197.38	-12.62	
67	Menara Imperium Jakarta	2007	Perkantoran	4670	15026880	53600	280.35	197.38	-82.97	
68	Gedung Karya DEPHUB	2009	Perkantoran	5000	5019360	29238	171.67	197.38	25.71	
69	Kantor Walikota Jakarta Selatan	2009	Perkantoran	5430	3947310	26626	148.25	197.38	49.13	
70	Kantor Walikota Jakarta Timur	2009	Perkantoran	6055	5639760	27297	206.61	197.38	-9.23	
71	Bhumyamca Sekawan Jakarta	2007	Perkantoran	6660	16041740	117522	136.50	197.38	60.88	
							Total IKE =	2,368.51	Jumlah PHE =	-294.08
Persentase Penghematan Energi = 12.42%										

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat dijelaskan bahwa dengan mempergunakan nilai referensi IKE baru yang lebih optimum, masih terdapat potensi penghematan energi yang dapat dilakukan untuk bangunan gedung perkantoran dengan besaran persentasenya yang beragam. Kondisi ini dimungkinkan terjadi karena diperkirakan telah adanya peningkatan kesadaran mengenai pentingnya kegiatan konservasi energi dalam bentuk pelaksanaan implementasi peluang-peluang konservasi energi melalui langkah-langkah :

1. Peningkatan Intensitas manajemen terhadap segi operasional dan *house keeping* yang relatif tidak memerlukan biaya/investasi.
2. Perubahan peralatan atau proses dengan konsekuensi adanya biaya tambahan untuk melakukan modifikasi dengan menggunakan teknologi hemat energi.

4.3.2. Potensi Penghematan Energi Bangunan Gedung Pusat Perbelanjaan

Berdasarkan hasil perbandingan/*benchmarking* IKE Bangunan Gedung Pusat Perbelanjaan terhadap nilai target IKE tahun 1992 dan target IKE baru yang lebih optimum, peluang penghematan energi pada bangunan pusat perbelanjaan tercantum dalam tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7. Data Potensi Penghematan Energi (PHE) Bangunan Gedung Pusat Perbelanjaan

No.	Nama Instansi	Tahun Audit	Sub Sektor	Kapasitas Daya Listrik Tersambung (kVA)	Konsumsi Listrik (kWh/tahun)	Luas (m ²)	IKE Hasil Audit (kWh/m ²)	IKE Rata-rata Golongan Bangunan (kWh/m ²)	Δ IKE (kWh/m ²)
BANGUNAN GEDUNG PUSAT PERBELANJAAN GOLONGAN 1									
1	Plaza Araya Malang	2010	Pusat Perbelanjaan	865	1314770	9074	144.89	243.31	98.42
2	Palangkaraya Mall	2010	Pusat Perbelanjaan	1100	1894356	9378	202.00	243.31	41.31
3	Mall Mataram NTB	2007	Pusat Perbelanjaan	2180	4744850	14728	322.17	243.31	-78.86
4	Tunjungan Plaza 1 Surabaya	2010	Pusat Perbelanjaan	2180	7301891	31500	231.81	243.31	11.50
5	Point Square Jakarta	2010	Pusat Perbelanjaan	5450	16320000	149163	109.41	243.31	133.90
6	Grand ITC Permata Hijau Jkt	2010	Pusat Perbelanjaan	6930	17623700	40000	440.59	243.31	-197.28
7	Plaza Medan Fair Sumatera Utara	2007	Pusat Perbelanjaan	8000	21932208	128109	171.20	243.31	72.11
8	Season City Jakarta	2010	Pusat Perbelanjaan	8000	22000628	94850	231.95	243.31	11.36
9	Pacific Place Jakarta	2010	Pusat Perbelanjaan	19000	66214440	197210	335.76	243.31	-92.45
Total IKE =							2,189.78	Jumlah PHE =	-368.58
Persentase Penghematan Energi =									16.83%

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat dijelaskan bahwa dengan mempergunakan nilai referensi IKE baru yang lebih optimum, masih terdapat potensi penghematan energi yang dapat dilakukan untuk bangunan gedung pusat perbelanjaan dengan persentasenya sebesar 16,83%. Potensi yang didapat tidak terlalu besar, sehingga sebagai pertimbangan dalam menentukan langkah-langkah implementasi dari potensi konservasi energi hanya terbatas melalui peningkatan intensitas manajemen terhadap segi operasional dan *house keeping* yang relatif tidak memerlukan biaya/investasi.

4.3.3. Potensi Penghematan Energi Bangunan Gedung Hotel

Berdasarkan hasil perbandingan/*benchmarking* IKE Bangunan Gedung Hotel terhadap nilai target IKE tahun 1992 dan target IKE baru yang lebih optimum, peluang penghematan energi pada bangunan hotel tercantum dalam tabel 4.8 berikut:

Tabel 4.8. Data Potensi Penghematan Energi (PHE) Bangunan Hotel

No.	Nama Instansi	Tahun Audit	Sub Sektor	Kapasitas Daya Listrik Tersambung (kVA)	Konsumsi Listrik (kWh/tahun)	Luas (m ²)	IKE Hasil Audit (kWh/m ²)	IKE Rata-rata Golongan Bangunan (kWh/m ²)	Δ IKE (kWh/m ²)
BANGUNAN GEDUNG HOTEL GOLONGAN 1									
1	Tryas Hotel Cirebon	2010	Hotel	105	285170	1568	181.87	181.30	-0.57
2	Hotel Lombok Raya Mataram	2007	Hotel	279	1144320	6500	176.05	181.30	5.25
3	Bentani Hotel Cirebon	2010	Hotel	414	1155324	10204	113.22	181.30	68.08
4	Hotel Garuda Plaza Medan	2007	Hotel	415	2251200	7650	294.27	181.30	-112.97
5	Hotel Sedona Manado	2010	Hotel	555	2930960	24000	122.12	181.30	59.18
6	Hotel Bumi Senyur Samarinda	2010	Hotel	555	2566424	22325	114.96	181.30	66.34
7	Swiss Bell Maleosan Hotel Manado	2010	Hotel	630	1945371	19000	102.39	181.30	78.91
8	Aquarius Boutique Hotel Palangkaraya	2010	Hotel	700	3660865	10595	345.53	181.30	-164.23
Total IKE =							1,450.41	Jumlah PHE =	-277.77
Persentase Penghematan Energi =									19.15%
BANGUNAN GEDUNG HOTEL GOLONGAN 2									
9	Hotel Melia Purosani DIY	2009	Hotel	1110	6456000	28320	227.97	213.34	-14.63
10	Novotel Benoa Bali	2010	Hotel	1110	3024000	8640	350.00	213.34	-136.66
11	Hotel Sahid Jaya Makassar	2010	Hotel	1110	3708960	32689	113.46	213.34	99.88
12	Sheraton Hotel Yogyakarta	2010	Hotel	1385	10123381	60000	168.72	213.34	44.62
13	Clarion Hotel & Convention Makassar	2010	Hotel	1700	6638400	23715	279.92	213.34	-66.58
14	Hotel Novotel Nusa Dua Bali	2007	Hotel	2180	5055200	37000	136.63	213.34	76.71
15	Hotel Grand Angkasa Intl Medan	2009	Hotel	2355	9043997	57240	158.00	213.34	55.34
16	Hotel Nikko Jakarta	2007	Hotel	5540	10528304	38707	272.00	213.34	-58.66
Total IKE =							1,706.70	Jumlah PHE =	-276.53
Persentase Penghematan Energi =									16.20%

Berdasarkan Tabel 4.8 dapat dijelaskan bahwa potensi penghematan energi yang dapat dilakukan untuk bangunan gedung hotel besarnya menyerupai bangunan gedung pusat perbelanjaan, berkisar antara 16% - 19%. Hal ini menunjukkan penghematan energi yang didapat tidak terlalu besar, sehingga sebagai pertimbangan dalam menentukan langkah-langkah implementasi dari potensi konservasi energi hanya terbatas melalui peningkatan intensitas manajemen terhadap segi operasional dan *house keeping* yang relatif tidak memerlukan biaya/investasi.

4.3.4. Potensi Penghematan Energi Bangunan Gedung Rumah Sakit

Berdasarkan hasil pengujian statistik untuk perbandingan/*benchmarking* IKE Bangunan Gedung Hotel terhadap nilai target IKE tahun 1992 dan target IKE baru yang lebih optimum, dijelaskan bahwa nilai rata-rata dari IKE golongan bangunan gedung rumah sakit belum dapat dipergunakan sebagai nilai referensi IKE yang baru untuk target konservasi energi pada bangunan gedung rumah sakit. Sehingga perhitungan peluang penghematan energi pada bangunan gedung rumah sakit tidak dapat dilakukan.

4.4. Pengaruh Potensi Penghematan Energi dan Implementasinya terhadap Indikator Efisiensi Energi Bangunan Gedung

Berdasarkan hasil audit energi pada bangunan gedung yang dilakukan oleh DJLPE pada tahun 2007 sampai dengan tahun 2010 menghasilkan rekomendasi penghematan energi yang dapat dilakukan pada bangunan gedung. Rekomendasi tersebut akan diimplementasikan oleh pengelola bangunan gedung dengan melakukan langkah-langkah penghematan yang telah ditentukan. Kegiatan implementasi ini dapat dipertimbangkan untuk menentukan nilai IKE baru yang lebih optimum, selain langkah-langkah yang sudah dijelaskan dalam subbab 4.1 dalam menentukan nilai IKE baru yang lebih optimum.

Sehingga dalam subbab ini dapat menjelaskan bagaimana pengaruh potensi penghematan energi dan implementasinya dari hasil rekomendasi audit energi bangunan gedung terhadap indikator efisiensi energi.

Analisa ini akan mempergunakan metode statistik regresi ganda, dimana dari hasil analisis ini dapat meramalkan pengaruh potensi penghematan energi dan implementasinya terhadap indikator efisiensi energi.

4.4.1. Pengaruh Potensi Penghematan Energi dan Implementasinya terhadap Indikator Efisiensi Energi Bangunan Gedung Perkantoran

Berdasarkan hasil kegiatan monitoring implementasi audit energi pada bangunan gedung yang dilakukan oleh DJLPE pada tahun 2007 sampai dengan tahun 2010 dapat dijelaskan pengaruh potensi penghematan energi dan implementasinya terhadap indikator efisiensi energi, sebagai berikut:

Tabel 4.9 Analisa Regresi Ganda Hasil Kegiatan Monitoring Implementasi Audit Energi Bangunan Gedung Perkantoran

No.	Nama Bangunan	Tahun Audit	Konsumsi Energi (kWh)		Luas (m ²)	Potensi	Implementasi	Δ IKE Y (kWh/m ² /thn)	X1Y	X2Y	X1X2	X1 ²	X2 ²
			Sebelum Audit	Setelah Audit		Penghematan Energi X1 (% kWh)	Penghematan Energi X2 (%-impl)						
1	Menara Imperium Jakarta	2007	15026800	14891880	53600	0.36	0.02	2.5	0.91	0.06	0.01	0.13	0.0006
2	Adhi Graha Jakarta	2007	5516207	5468291	20970	0.13	0.07	2.3	0.30	0.15	0.01	0.02	0.0043
3	Wisma Nusantara Jakarta	2007	8087475	7079807	25387	0.16	0.77	39.7	6.42	30.60	0.12	0.03	0.5942
4	Menara Duta Jakarta	2007	2983220	2840923	16210	0.11	0.44	8.8	0.96	3.82	0.05	0.01	0.1893
5	Bhumyamca Sekawan Jakarta	2007	16041740	15726332	117522	0.07	0.28	2.7	0.19	0.76	0.02	0.00	0.0810
6	Bank Bukopin Jakarta	2007	4268784	4062999	12705	0.12	0.41	16.2	1.88	6.72	0.05	0.01	0.1719
7	Kantor PTPN X Surabaya	2007	820800	796176	4950	0.14	0.21	5.0	0.71	1.05	0.03	0.02	0.0441
8	Kantor PTPN XI Surabaya	2007	567911	544238.8	4363	0.18	0.23	5.4	1.00	1.23	0.04	0.03	0.0516
9	Kantor PTPN VII Surabaya	2007	1257840	1168343	5232	0.27	0.26	17.1	4.62	4.51	0.07	0.07	0.0695
12	Kantor Disperindagkop Bantul	2007	7859	7707	480	0.10	0.19	0.3	0.03	0.06	0.02	0.01	0.0371
13	Kantor Bawasda Bantul	2007	4675	4076	402	0.10	1.23	1.5	0.16	1.83	0.13	0.01	1.5029
14	Kantor Dinas PU Bantul	2007	16552	15736	550	0.11	0.45	1.5	0.16	0.67	0.05	0.01	0.2027
15	Kantor Dinas Pengairan Bantul	2007	9858	9237	356	0.22	0.29	1.7	0.38	0.51	0.06	0.05	0.0849
16	Kantor Bupati/Setda Kab Bantul	2007	203380	183334.4	4059	0.28	0.36	4.9	1.36	1.76	0.10	0.08	0.1274
17	Kantor Dinas Dikbud Bantul	2007	5804	5405	537	1.05	0.07	0.7	0.78	0.05	0.07	1.09	0.0043
18	Kantor Sekretariat DPRD Gunung Kidul	2007	22281	21417	2163	0.28	0.14	0.4	0.11	0.06	0.04	0.08	0.0191
20	Kantor Bupati Pasaman	2007	22910	21957	881	0.19	0.22	1.1	0.21	0.23	0.04	0.04	0.0463
22	Kantor Gubernur Sumatera Selatan	2007	543360	527059	13584	0.15	0.20	1.2	0.18	0.24	0.03	0.02	0.0400

No.	Nama Bangunan	Tahun Audit	Konsumsi Energi (kWh)		Luas (m ²)	Potensi Penghematan Energi	Implementasi Penghematan Energi	Δ IKE Y (kWh/m ² /thn)	X1Y	X2Y	X1X2	X1 ²	X2 ²
			Sebelum Audit	Setelah Audit		X1 (% kWh)	X2 (%-impl)						
23	Kantor Dinas ESDM Bengkulu	2007	30808	29267,8	1112	0.12	0.41	1.4	0.17	0.57	0.05	0.01	0.1695
25	Kantor Gubernur Bali	2007	612660	582027	2113	0.19	0.27	14.5	2.68	3.92	0.05	0.03	0.0730
26	Kantor Gubernur Nusa Tenggara Barat	2007	371300	362804	1984	0.30	0.08	4.3	1.29	0.33	0.02	0.09	0.0058
27	Kantor Setda Sulawesi Tenggara	2007	212736	207892	2338	0.11	0.20	2.1	0.24	0.42	0.02	0.01	0.0403
28	Kantor Distamben Kalimantan Timur	2007	52800	49381	866	0.30	0.21	3.9	1.19	0.84	0.06	0.09	0.0458
29	Kantor Gubernur/Setda Kalimantan Sel	2007	430823	240823	432	0.35	1.27	499.8	153.02	557.51	0.44	0.12	1.6068
30	Kantor Distamben Kalimantan Selatan	2007	91767	90116	404	0.19	0.10	4.1	0.77	0.39	0.02	0.04	0.0092
31	Kantor DPRD Kalimantan Tengah	2007	238706	218585	2131	0.23	0.37	9.4	2.15	3.50	0.08	0.05	0.1375
32	Kantor Setda Kalimantan Tengah	2007	104253	101117	993	0.26	0.11	3.2	0.83	0.36	0.03	0.07	0.0130
33	Kantor Distamben Kalimantan Tengah	2007	57248	56475	360	0.27	0.05	2.1	0.57	0.11	0.01	0.07	0.0026
34	Kantor Balai Kota Balikpapan	2007	674845	596473	8134	0.28	0.41	9.6	2.70	3.99	0.12	0.08	0.1715
35	Kantor Distamben Banten	2009	46176	45752	232	0.22	0.02	1.8	0.41	0.04	0.00	0.05	0.0004
36	Kantor Dinas ESDM Jambi	2009	18823	18210	476	0.05	0.39	1.3	0.06	0.50	0.02	0.00	0.1483
37	Kantor Dinas ESDM Jawa Timur	2009	372976	225781	832	0.12	0.19	176.9	21.46	34.37	0.02	0.01	0.0377
38	Kantor Dishub Kalimantan Timur	2009	82584	78608	2366	0.10	0.53	1.7	0.16	0.89	0.05	0.01	0.2777
39	Kantor Bupati Minahasa Selatan	2009	83922	82000	2606	0.20	0.38	0.7	0.15	0.28	0.08	0.04	0.1437
40	Kantor BAPPEDA Jawa Tengah	2009	820800	762361	5541	0.17	0.04	10.5	1.78	0.46	0.01	0.03	0.0019
41	Kantor Dinkes Jawa Tengah	2009	537420	155051	5863	0.15	0.17	65.2	9.61	11.07	0.03	0.02	0.0288
42	Kantor Gubernur Sulawesi Tenggara	2009	312600	327794	5898	0.04	0.59	-2.6	-0.09	-1.52	0.02	0.00	0.3481
43	Kantor Dinas PPAD Jawa Tengah	2009	628359	582803	6580	0.19	0.15	6.9	1.31	1.04	0.03	0.04	0.0224
44	Kantor Setda NAD	2009	1670000	1118000	7990	0.14	0.68	69.1	9.67	47.27	0.10	0.02	0.4682
45	Kantor Gubernur Sulawesi Tengah	2009	808574	771444	10699	0.11	0.43	3.5	0.37	1.51	0.05	0.01	0.1883
46	Kantor Bupati Minahasa Utara	2009	151338	130000	13974	0.06	0.24	1.5	0.09	0.36	0.01	0.00	0.0567
47	Kantor Walikota Jakarta Barat	2009	5448504	3523206	25945	0.05	0.35	74.2	3.51	25.71	0.02	0.00	0.1200
48	Kantor Walikota Jakarta Selatan	2009	3947310	3033957	26626	0.19	0.04	34.3	6.35	1.49	0.01	0.03	0.0019
49	Gedung DEPKOMINFO	2009	3290400	2936005	27254	0.08	0.28	13.0	1.02	3.60	0.02	0.01	0.0768
50	Kantor Walikota Jakarta Timur	2009	5639760	5507746	27297	0.18	0.28	4.8	0.85	1.35	0.05	0.03	0.0784
51	Gedung Karya DEPHUB	2009	5019360	2935905	29238	0.05	0.25	71.3	3.66	17.63	0.01	0.00	0.0612
52	Kantor Walikota Jakarta Utara	2009	4959084	3428240	30394	0.36	0.08	49.4	17.70	4.13	0.03	0.13	0.0070
53	Graha Niaga Tata Utama	2009	11240000	7950911	73464	0.11	0.03	44.8	5.03	1.33	0.00	0.01	0.0009
54	Gedung Kantor Pulogadung Real Estate	2010	271199	178089	1078	0.31	0.09	86.4	27.19	8.11	0.03	0.10	0.0088
55	Gedung BPKS Sabang	2010	92245	64571	1944	0.48	0.31	14.2	6.77	4.35	0.15	0.23	0.0932
56	Gedung Wali Kota Malang	2010	221502	155051	2002	0.18	0.34	33.2	5.93	11.27	0.06	0.03	0.1153
57	Gedung Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi DKI	2010	565666	490886	2469	0.27	0.11	30.3	8.24	3.18	0.03	0.07	0.0110
58	Gedung Dinas PU Pemprov. Bali	2010	180750	180000	2500	0.23	0.08	0.3	0.07	0.02	0.02	0.05	0.0068
59	Gedung Dinas Koperasi, UKM, dan Perdagangan DKI	2010	246494	206293	2976	0.21	0.04	13.5	2.86	0.60	0.01	0.04	0.0020
60	Gedung BNI KCU Bekasi	2010	1145550	1058084	3392	0.29	0.40	25.8	7.54	10.28	0.12	0.09	0.1590
62	Gedung PT. KBN, Jakarta	2010	1461936	1324262	2350	0.03	0.17	58.6	1.48	9.81	0.00	0.00	0.0280
63	Gedung Sekretariat Kota Sabang	2010	278160	270000	4203	0.32	0.34	1.9	0.63	0.67	0.11	0.11	0.1182
64	Gedung Dinas PUP dan Energi DI Yogyakarta	2010	92245	76571	4657	0.31	0.19	3.4	1.05	0.65	0.06	0.10	0.0367
65	Gedung Kependudukan dan Catatan Sipil DKI	2010	1814936	1033374	5306	0.04	0.08	147.3	5.17	11.70	0.00	0.00	0.0063
66	Gedung Dinas Pertamanan dan Pemakan DKI	2010	294725	175150	5443	0.95	0.04	22.0	20.79	0.84	0.04	0.90	0.0015
67	Gedung Sosial DKI	2010	379035	241546	6002	0.29	0.25	22.9	6.57	5.69	0.07	0.08	0.0616
68	Gedung MIGAS	2010	13625889	12902357	14748	0.09	0.03	49.1	4.55	1.46	0.00	0.01	0.0009
TOTAL						13.17	16.91	1744.75	367.89	846.37	3.10	4.65	8.26

Berdasarkan hasil perhitungan dengan mempergunakan rumus sebagai berikut:

$$\Sigma Y = a n + b_1 \Sigma X_1 + b_2 \Sigma X_2$$

$$\Sigma X_1 Y = a \Sigma X_1 + b_1 \Sigma X_1^2 + b_2 \Sigma X_1 X_2$$

$$\Sigma X_2 Y = a \Sigma X_2 + b_1 \Sigma X_1 X_2 + b_2 \Sigma X_2^2$$



didapat persamaan regresi ganda yang menggambar pengaruh potensi penghematan energi dan implementasinya terhadap indikator efisiensi energi yaitu:

$$Y = 49,704 + 5,996 X1 - 101,365 X2$$

Dari persamaan tersebut dapat dijabarkan bahwa Indikator Efisiensi Energi pada bangunan gedung perkantoran akan meningkat, bila dilakukan Potensi Penghematan Energi yang besar, dan akan menurun bila implementasi rekomendasi potensi penghematan energi tersebut sedikit diterapkan.

4.4.2. Pengaruh Potensi Penghematan Energi dan Implementasinya terhadap Indikator Efisiensi Energi Bangunan Gedung Pusat Perbelanjaan

Berdasarkan hasil kegiatan monitoring implementasi audit energi pada bangunan gedung yang dilakukan oleh DJLPE pada tahun 2007 sampai dengan tahun 2010 dapat dijelaskan pengaruh potensi penghematan energi dan implementasinya terhadap indikator efisiensi energi, sebagai berikut:

Tabel 4.10 Analisa Regresi Ganda Hasil Kegiatan Monitoring Implementasi Audit Energi Bangunan Gedung Pusat Perbelanjaan

No.	Nama Bangunan	Tahun Audit	Konsumsi Energi (kWh)		Luas (m ²)	Potensi	Implementasi	Δ IKE Y (kWh/m ² /thn)	X1Y	X2Y	X1X2	X1 ²	X2 ²
			Sebelum Audit	Setelah Audit		Penghematan Energi X1 (% kWh)	Penghematan Energi X2 (%-impl)						
1	Plaza Medan Fair Sumatera Utara	2007	21932208	21736080	128109	0.07	0.13	1.53	0.11	0.19	0.01	0.01	0.0159
2	Mall Mataram NTB	2007	4744850	4557504	14728	0.22	0.18	12.72	2.77	2.30	0.04	0.05	0.0328
3	Apartemen & Mal Poin Square	2010	7531276	7169318	149163	0.05	0.02	24.27	1.28	0.46	0.00	0.00	0.0004
4	Mall Seasion City PT.Cakrawira Bumi	2010	7864298	7426966	94850	0.12	0.29	14.00	1.66	4.05	0.03	0.01	0.0839
5	Grand Permata Hijau ITC	2010	5507130	4774076	40000	0.10	0.22	36.61	3.76	8.05	0.02	0.01	0.0484
6	Pacific Place, SCBD	2010	18634779	17435682	197210	0.05	0.29	19.02	0.95	5.51	0.01	0.00	0.0839
7	Mall Tunjungan Plaza Surabaya	2010	16874270	15749319	31500	0.03	0.09	13.23	0.38	1.22	0.00	0.00	0.0085
8	Mall Plaza Araya Malang	2010	1743805	1627551	9074	0.19	0.45	16.61	3.09	7.45	0.08	0.03	0.2013
9	Palangkaraya Mall	2010	1894240	1325968	9378	0.15	0.55	35.52	5.48	19.54	0.08	0.02	0.3026
TOTAL						0.98	2.22	173.50	19.48	48.78	0.29	0.14	0.78

Berdasarkan hasil perhitungan dengan mempergunakan rumus sebagai berikut:

$$\Sigma Y = an + b1 \Sigma X1 + b2 \Sigma X2$$

$$\Sigma X1Y = a \Sigma X1 + b1 \Sigma X1^2 + b2 \Sigma X1X2$$

$$\Sigma X2Y = a \Sigma X2 + b1 \Sigma X1X2 + b2 \Sigma X2^2$$



didapat persamaan regresi ganda yang menggambar pengaruh potensi penghematan energi dan implementasinya terhadap indikator efisiensi energi yaitu:

$$Y = 131,76 - 32,014 X1 + 33,02 X2$$

Dari persamaan tersebut dapat dileaskan bahwa Indikator Efisiensi Energi pada bangunan gedung pusat perbelanjaan akan menurun, bila kurangnya Potensi Penghematan Energi yang dilakukan, dan akan meningkat bila implementasi rekomendasi potensi penghematan energi tersebut semakin banyak diterapkan.

4.4.3. Pengaruh Potensi Penghematan Energi dan Implementasinya terhadap Indikator Efisiensi Energi Bangunan Gedung Hotel

Berdasarkan hasil kegiatan monitoring implementasi audit energi pada bangunan gedung yang dilakukan oleh DJLPE pada tahun 2007 sampai dengan tahun 2010 dapat dijelaskan pengaruh potensi penghematan energi dan implementasinya terhadap indikator efisiensi energi, sebagai berikut:

Tabel 4.10 Analisa Regresi Ganda Hasil Kegiatan Monitoring Implementasi Audit Energi Bangunan Gedung Pusat Hotel

No.	Nama Bangunan	Tahun Audit	Konsumsi Energi (kWh)		Luas (m ²)	Potensi	Implementasi	Δ IKE Y (kWh/m ² /thn)	X1Y	X2Y	X1X2	X1 ²	X2 ²
			Sebelum Audit	Setelah Audit		Penghematan Energi X1 (% kWh)	Penghematan Energi X2 (%-impl)						
1	Hotel Nikko Jakarta	2007	10528304	10086304	38707	0.15	0.28	11.42	1.69	3.24	0.04	0.02	0.0804
2	Hotel Garuda Plaza Medan	2007	2251200	1418667	7650	0.21	1.79	108.83	22.55	194.27	0.37	0.04	3.1867
3	Hotel Novotel Nusa Dua Bali	2007	5055200	4817284	37000	0.09	0.53	6.43	0.57	3.43	0.05	0.01	0.2850
4	Hotel Lombok Raya Mataram	2007	1144320	1094602	6500	0.12	0.36	7.65	0.93	2.72	0.04	0.01	0.1268
5	HOTEL GRAND ANGKASA	2009	6842404	6221429	57240	0.00	0.58	17.74	0.04	10.32	0.00	0.00	0.3383
6	HOTEL MELIA PUROSANI	2009	5300000	3710000	28320	0.07	0.93	60.35	4.30	55.94	0.07	0.01	0.8592
7	HOTEL BENTANI	2010	1312919	1300000	10204	0.24	0.72	1.27	0.31	0.91	0.18	0.06	0.5221
8	HOTEL TRYAS	2010	1013725	1000000	1568	0.12	0.59	1.37	0.16	0.81	0.07	0.01	0.3500
9	HOTEL SHERATON JOGJA	2010	9981940	6453738	60000	0.02	0.12	5.02	0.12	0.58	0.00	0.00	0.0135
10	HOTEL NOVOTEL BALI	2010	2979460	2800000	8640	0.18	0.18	7.94	1.42	1.42	0.03	0.03	0.0320
11	HOTEL BUMI SENYIUR	2010	2566425	2500000	22325	0.19	0.48	2.77	0.54	1.33	0.09	0.04	0.2300
12	HOTEL AQUARIUS BUTIQUE	2010	3660865	2562606	10595	0.28	0.43	90.30	25.01	38.85	0.12	0.08	0.1851
13	HOTEL SAHID JAYA MKSR	2010	3475800	3450000	32689	0.07	0.65	1.17	0.08	0.77	0.05	0.00	0.4288
14	HOTEL CLARION MKSR	2010	5737140	5600000	23715	0.12	0.36	5.78	0.69	2.08	0.04	0.01	0.1290
15	HOTEL SEDONA MANADO	2010	3477000	3450000	24000	0.11	0.03	1.13	0.12	0.03	0.00	0.01	0.0008
16	HOTEL SWISS BELL - MANADO	2010	1610884	1600000	19000	0.29	0.28	0.91	0.26	0.26	0.08	0.08	0.0793
	TOTAL					2.26	8.31	330.08	58.79	316.97	1.24	0.43	6.85

Berdasarkan hasil perhitungan dengan mempergunakan rumus sebagai berikut:

$$\Sigma Y = a n + b_1 \Sigma X_1 + b_2 \Sigma X_2$$

$$\Sigma X_1 Y = a \Sigma X_1 + b_1 \Sigma X_1^2 + b_2 \Sigma X_1 X_2$$

$$\Sigma X_2 Y = a \Sigma X_2 + b_1 \Sigma X_1 X_2 + b_2 \Sigma X_2^2$$



didapat persamaan regresi ganda yang menggambarkan pengaruh potensi penghematan energi dan implementasinya terhadap indikator efisiensi energi yaitu:

$$Y = -313,696 + 80,986 X1 + 55,457 X2$$

Dari persamaan tersebut dapat dijelaskan bahwa Indikator Efisiensi Energi pada bangunan gedung hotel akan meningkat, seiring dengan meningkatkan Potensi Penghematan Energi yang dilakukan, dan implementasi rekomendasi potensi penghematan energi tersebut semakin banyak diterapkan.

4.4.4. Pengaruh Potensi Penghematan Energi dan Implementasinya terhadap Indikator Efisiensi Energi Bangunan Gedung Rumah Sakit

Berdasarkan hasil kegiatan monitoring implementasi audit energi pada bangunan gedung yang dilakukan oleh DJLPE pada tahun 2007 sampai dengan tahun 2010 dapat dijelaskan pengaruh potensi penghematan energi dan implementasinya terhadap indikator efisiensi energi, sebagai berikut:

Tabel 4.11 Analisa Regresi Ganda Hasil Kegiatan Monitoring Implementasi Audit Energi Bangunan Gedung Pusat Rumah Sakit

No.	Nama Bangunan	Tahun Audit	Konsumsi Energi (kWh)		Luas (m2)	Potensi	Implementasi	Δ IKE Y (kWh/m2/thn)	X1Y	X2Y	X1X2	X1 ²	X2 ²
			Sebelum Audit	Setelah Audit		Penghematan Energi X1 (% kWh)	Penghematan Energi X2 (%-impl)						
1	RS. Pertamina Pusat Jakarta	2007	5897440	5406000	55569	0.40	0.21	8.84	3.50	1.86	0.08	0.16	0.04
2	RS. Pertamina Jaya Jakarta	2007	2024320	1818535	4476	0.10	1.06	45.98	4.40	48.83	0.10	0.01	1.13
3	RS. Kanker Dharmas Jakarta	2007	7516800	7291296	33245	0.14	0.22	6.78	0.94	1.47	0.03	0.02	0.05
4	RSUP. Dr Sardjito Yogyakarta	2007	9284568	9006288	40020	0.13	0.24	6.95	0.88	1.65	0.03	0.02	0.06
5	RSUD. Wonosari Gunung Kidul DIY	2007	174480	161017	9436	0.17	0.44	1.43	0.25	0.63	0.08	0.03	0.20
6	RS. Lavallette Malang	2007	375479	368721	12642	0.24	0.07	0.53	0.13	0.04	0.02	0.06	0.01
7	RS. Wonolangan Probolinggo	2007	121093	118903	3864	0.13	0.14	0.57	0.07	0.08	0.02	0.02	0.02
8	RS. Djatiroto Lumajang	2007	153867	149251	5599	0.19	0.16	0.82	0.16	0.13	0.03	0.04	0.02
9	RS. Elizabeth Situbondo	2007	184988	179469	1500	0.22	0.13	3.68	0.82	0.49	0.03	0.05	0.02
10	RS. Haji Surabaya	2007	1795360	1771204	5736	0.06	0.21	4.21	0.27	0.88	0.01	0.00	0.04
11	RS. M Hoesni Palembang	2007	3557551	3493522	14462	0.04	0.40	4.43	0.20	1.78	0.02	0.00	0.16
12	RSK. Charitas Palembang	2007	2935000	2868782	14823	0.15	0.15	4.47	0.66	0.68	0.02	0.02	0.02
13	RSUD. Dr Wahidin Sudirohusodo Makassar	2007	3618320	3263683	6282	0.11	0.90	56.45	6.18	50.58	0.10	0.01	0.80
14	RSUD. Doris Sylvanus Palangkaraya	2007	1094676	1064236	4678	0.08	0.33	6.51	0.55	2.15	0.03	0.01	0.11
15	RS. Undata Palu	2007	843058	800666	3681	0.08	0.63	11.52	0.91	7.31	0.05	0.01	0.40
16	RS. ISLAM IBNU SINA RIAU	2009	885311	635523	974424	0.02	0.55	0.82	0.01	0.45	0.01	0.00	0.30

No.	Nama Bangunan	Tahun Audit	Konsumsi Energi (kWh)		Luas (m ²)	Potensi Penghematan Energi	Implementasi Penghematan Energi	Δ IKE Y (kWh/m ² /thn)	X1Y	X2Y	X1X2	X1 ²	X2 ²
			Sebelum Audit	Setelah Audit		X1 (% kWh)	X2 (%-impl)						
17	RSUD A. WAHAB SYAHRANIE SMRND	2009	3748305	3344400	3344400	0.05	0.48	6.81	0.33	3.29	0.02	0.00	0.23
18	RSUD KOTA SABANG	2010	1070240	993571	1779	0.04	0.13	1.78	0.07	0.23	0.01	0.00	0.02
19	RSU. DR.M. YUNUS BENGKULU	2010	1410300	1244444	13069	0.11	0.32	9.76	1.07	3.10	0.03	0.01	0.10
20	RSPAU dr ESNAWAN ANTARIKSA	2010	787705	748593	5788	0.43	0.14	11.18	4.78	1.56	0.06	0.18	0.02
21	RSPi SULIANTI SAROSO	2009	1817311	1105968	8360	0.02	0.23	12.63	0.21	2.86	0.00	0.00	0.05
22	RS PURI INDAH DKI JAKARTA	2010	1610880	1063374	23379	0.10	0.03	1.76	0.17	0.05	0.00	0.01	0.00
23	RS HARAPAN KITA JAKARTA	2010	3301936	2273374	41472	0.05	0.07	2.01	0.10	0.14	0.00	0.00	0.00
24	RSCM JAKARTA	2010	1511366	1492134	10500	0.48	0.27	0.74	0.36	0.20	0.13	0.23	0.07
25	RS PGI CIKINI	2010	787705	757378	27285	0.43	0.27	1.60	0.68	0.43	0.11	0.18	0.07
26	RS. PANTI RAPIH	2010	2950173	2124125	43077	0.33	0.38	22.13	7.32	8.42	0.13	0.11	0.14
27	RS. Dr. SYAIFUL ANWAR	2010	3779430	2645601	84756	0.14	0.36	32.40	4.58	11.76	0.05	0.02	0.13
28	RS. DIRGAHAYU SMRND	2010	1492800	1490000	16962	0.13	0.50	0.14	0.02	0.07	0.06	0.02	0.25
29	RS. ADVENT BANDUNG	2010 *)	2914684	6000000	18000	0.05	0.92	-4.29	-0.22	-3.95	0.05	0.00	0.84
30	RS. BOROMEUS BANDUNG	2010	4271883	4350000	46226	0.04	0.94	1.06	0.04	0.99	0.04	0.00	0.88
31	RSUD. DR. SLAMET GARUT	2010	1153113	1150000	20646	0.06	0.38	0.13	0.01	0.05	0.02	0.00	0.15
32	RS PELABUHAN CIREBON	2010	1369010	1300000	6038	0.06	0.34	5.31	0.32	1.81	0.02	0.00	0.12
	TOTAL					4.78	11.61	269.11	39.77	150.04	1.41	1.23	6.47

Berdasarkan hasil perhitungan dengan mempergunakan rumus sebagai berikut:

$$\Sigma Y = a + b_1 \Sigma X_1 + b_2 \Sigma X_2$$

$$\Sigma X_1 Y = a \Sigma X_1 + b_1 \Sigma X_1^2 + b_2 \Sigma X_1 X_2$$

$$\Sigma X_2 Y = a \Sigma X_2 + b_1 \Sigma X_1 X_2 + b_2 \Sigma X_2^2$$

didapat persamaan regresi ganda yang menggambarkan pengaruh potensi penghematan energi dan implementasinya terhadap indikator efisiensi energi yaitu:

$$Y = 6,291 - 6,916 X_1 + 43,369 X_2$$

Dari persamaan tersebut dapat dijelaskan bahwa Indikator Efisiensi Energi pada bangunan gedung rumah sakit akan menurun, bila Potensi Penghematan Energi tidak banyak dilakukan, dan akan meningkat bila implementasi rekomendasi potensi penghematan energi tersebut semakin banyak diterapkan.

BAB V KESIMPULAN

1. *Benchmarking* terhadap pemenuhan nilai target Intensitas Konsumsi Energi untuk bangunan gedung perkantoran, mall/pusat perbelanjaan, hotel, dan rumah sakit. dilakukan berdasarkan pertimbangan kinerja atau tingkat efisiensi penggunaan energi di satu bangunan dengan bangunan yang sejenis, serta memperhatikan prinsip *apple to apple*, sehingga analisa dilakukan terhadap golongan dan kelas bangunan yang sama, serta dibatasi dengan kapasitas daya listrik yang tersambung pada bangunan tersebut, berdasarkan kontrak daya listrik pelanggan terhadap PT. PLN (Persero) per golongan;
2. Kondisi IKE bangunan gedung perkantoran, mall/pusat perbelanjaan, hotel, dan rumah sakit yang diaudit energinya telah memenuhi nilai target Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan hasil penelitian ASEAN – USAID tahun 1987 yang diterapkan pada tahun 1992, bahkan mencapai kondisi yang lebih baik;
3. Kondisi IKE bangunan gedung perkantoran, mall/pusat perbelanjaan dan hotel yang diaudit energinya telah memenuhi nilai Intensitas Konsumsi Energi berdasarkan nilai rata-rata dari IKE golongan bangunan gedung, sehingga nilai IKE tersebut dapat dipergunakan sebagai nilai referensi IKE yang baru untuk target konservasi energi pada bangunan gedung perkantoran mall/pusat perbelanjaan dan hotel;
4. Potensi penghematan energi pada bangunan gedung yang dapat dicapai dengan kondisi IKE menggunakan nilai rata-rata dari IKE golongan bangunan gedung sebagai nilai referensi IKE yang baru untuk target konservasi energi pada bangunan gedung perkantoran mall/pusat perbelanjaan dan hotel berkisar antara 10% - 40%;
5. Indikator efisiensi energi sangat dipengaruhi oleh potensi penghematan energi dan implementasi dari hasil rekomendasi audit energi bangunan gedung.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Final Report ASEAN-USAID Buildings Energy Conservation Project, June 1992
- [2] Energy Conservation in Buildings, A Guide to Part L of the Building Regulations, J.R. Waters B.Sc, Mphil, PhD, MCIBSE, Ceng, Blackwell Publishing, 2003
- [3] Handbook Of Energy Audits Sixth Edition, Albert Thumann, P.E., C.E.M, William J. Younger, C.E.M, The Fairmont Press, Inc., Marcel Dekker, Inc., 2003
- [4] Metode dan Teknik Menyusun Tesis, Drs. Riduwan, M.B.A, Penerbit Alfabeta, 2004
- [5] Prinsip-Prinsip Statistik Untuk Teknik dan Sains, Dr. Ir. Harinaldi, M.Eng. Penerbit Erlangga, Agustus 2005
- [6] Statistik Ekonomi Energi Indonesia 2007, Pusat Data dan Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral, 2007
- [7] Konservasi Energi Listrik Pada Bangunan Kantor, Siswoyo dan Zulkarnain, 2008
- [8] Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi
- [9] Statistik Ekonomi Energi Indonesia 2009, Pusat Data dan Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral, 2009
- [10] Peraturan Pemerintah Nomor 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi
- [11] Penyusunan Indikator Efisiensi Energi dan Benchmarking, Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, Desember 2010
- [12] Laporan Audit Energi Bangunan Gedung, Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, 2006 – 2010
- [13] Statika Untuk Penelitian, Prof. Dr. Sugiyono, Penerbit Alfabeta, 2012
- [14] <http://konservasienergiindonesia.info/energy/indicator>
- [15] Yulianto, Brian, *Meneropong Konsumsi Energi Dunia (Bagian Pertama)*, 2005, www.beritaiptek.com
- [16] Yulianto, Brian, *Meneropong Konsumsi Energi Dunia (Bagian Kedua)*, 2006, www.beritaiptek.com