

**EVALUASI SISTEM PEMANFAATAN ENERGI LISTRIK  
DI GRAND CLARION HOTEL MAKASSAR**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
Guna memperoleh Gelar Sarjana ( S1 Terapan )  
Pada Politeknik Negeri Ujung Pandang

**Kusmanurwira** 442 10 002

**Muh. Alif Firdaus** 442 10 021

**PROGRAM STUDI TEKNIK PEMBANGKIT ENERGI  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
MAKASSAR**

**2014**

## HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul "*Evaluasi Sistem Pemanfaatan Energi Listrik di Grand Clarion Hotel Makassar*".

Oleh :

**Kusmanurwira ( 442 10 002 )**

**Muh. Alif Firdaus ( 442 10 021 )**

Telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma Empat ( D-IV ) pada Program Studi Teknik Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 11 September 2014

Mengesahkan,

Pembimbing I



**Ir. Herman, M.T.**  
NIP : 19580606 198903 1 001

Pembimbing II



**Ir. Firman, M.T.**  
NIP : 19641231 199103 1 028

Mengetahui,

a.n. Direktur

Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Muh. Tekad, S.T., M.T.**  
NIP : 19650824 199003 1 003

## PENERIMA PANITIA UJIAN

Pada hari ini, Kamis tanggal 11 September 2014, Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir telah menerima dengan baik hasil Tugas Akhir oleh Mahasiswa :

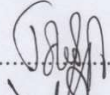
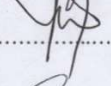
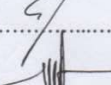
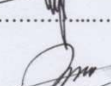
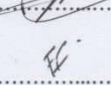

**Kusmanurwira ( 442 10 002 )**

**Muh. Alif Firdaus ( 442 10 021 )**

Dengan judul "*Evaluasi Sistem Pemanfaatan Energi Listrik di Grand Clarion Hotel Makassar*", untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 11 September 2014

Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir :

1. Ir. Remigius T, M.Eng.	Ketua	( .....  ..... )
2. Muh. Yusuf Yunus, S.ST., M.T.	Sekretaris	( .....  ..... )
3. Sonong, S.T., M.T.	Anggota	( .....  ..... )
4. Abdul Rahman, S.T., M.T.	Anggota	( .....  ..... )
5. Ir. Herman, M.T.	Pembimbing I	( .....  ..... )
6. Ir. Firman, M.T.	Pembimbing II	( .....  ..... )

## ABSTRAK

( Kusmanurwira dan Muh. Alif Firdaus ) Evaluasi Sistem Pemanfaatan Energi Listrik di Grand Clarion Hotel Makassar ( Ir. Herman, M.T. dan Ir. Firman, M.T. )

Dalam bisnis perhotelan, penggunaan energi sangatlah penting, terutama dalam penggunaan energi listrik, porsi pemakaian serta alokasi dana untuk penyediaannya adalah yang terbesar. Hal ini dapat dilihat bahwa peralatan seperti lampu-lampu, *lift*, lemari es, *laundry*, pemanas, pompa-pompa, sampai pada sistem pengkondisian udara adalah beberapa alat yang dominan dalam operasional di dunia perhotelan.

Hasil audit energi awal dan audit rinci di Grand Clarion Hotel Makassar menunjukkan Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) masih jauh dari standar, yaitu sebesar 300 kWh / m<sup>2</sup> tahun. Bangunan penggunaan energi listrik terbesar di Grand Clarion Hotel Makassar pada Gedung A, yaitu di area *Guest Room* pada unit pengkondisian udara.

Hasil audit energi awal Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) listrik adalah sebesar 336,84 kWh / m<sup>2</sup> tahun. Sedangkan berdasarkan hasil audit energi rinci Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) listrik adalah sebesar 395,51 kWh / m<sup>2</sup> tahun. Peluang Hemat Energi ( PHE ) pada audit energi ini adalah mengevaluasi daya AC pada tiap kamar serta merekomendasikan penggantian jenis lampu.

Dari hasil perhitungan IKE setelah penerapan PHE, didapati nilai yang masih cukup tinggi sehingga usaha penghematan masih harus dilakukan.

**Kata Kunci : Audit Energi, Hemat Energi, Uji-t**

## ABSTRACT

Kusmanurwira dan Muh. Alif Firdaus. Evaluation of Electrical Energy Utilization. Systems in Grand Clarion Hotel Makassar. ( Ir. Herman, M.T. dan Ir. Firman, M.T. ).

In the hospitality business, energy use is very important, especially in the use of electrical energy, the portion of the use and allocation of funds for the provision is the largest. It can be seen that equipment such as lights, elevators, refrigerators, laundry, heating, pumps, until the conditioning system are some of the dominant tools in the world of hospitality operations.

Initial energy audit and energy audit detailed grand clarion hotel Makassar show energy consumption intensity (IKE) is still far from standard is at 300 kWh / m<sup>2</sup> year. Use of the largest electric power in the Grand Clarion Hotel Makassar In The Area Building A Guest Room on the air conditioning unit.

The results of the initial energy audit of electrical IKE is at 336.84 kWh / m<sup>2</sup> year, while based on the results of a detailed energy audit of electrical IKE is at 395.51 kWh / m<sup>2</sup> year, the energy saving opportunities (PHE) in this energy audit is to evaluate the AC in each room as well as recommending replacement of lamp types.

From the calculation of the IKE after application of PHE, found the value of which is still quite high so saving efforts remains to be done.

***Key Words : Energy Audits, Energy Efficient, Uji-t***

## KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah yang diberikan selama ini kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan suatu tugas berat dalam rangka penyelesaian studi di Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Sebagai manusia biasa, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir yang sederhana ini masih banyak terdapat kekeliruan dan masih memerlukan perbaikan secara menyeluruh. Hal ini tidak lain disebabkan karena keterbatasan ilmu dan kemampuan yang dimiliki oleh penulis dalam menyelesaikan tugas yang bagi penulis dirasakan cukup berat, karenanya berbagai masukan dan saran yang sifatnya membangun sangatlah diharapkan demi sempurnanya Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam proses awal hingga selesainya Tugas Akhir ini, banyak sekali pihak yang telah terlibat dan berperan serta untuk mewujudkan selesainya Tugas Akhir ini, karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada mereka yang secara moril maupun materil telah banyak membantu penulis untuk merampungkan Tugas Akhir ini hingga selesai. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ayahanda dan Ibunda tercinta atas doa dan dukungannya yang tak terhingga nilainya.
2. Bapak DR. Pirman, M.Si. selaku direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Muh. Tekad, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Ir. La Ode Musa, M.T. selaku Ketua Program Studi D-IV Teknik Pembangkit Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.

5. Bapak Ir. Herman, M.T. dan Ir. Firman, M.T. selaku pembimbing yang telah ikhlas meluangkan waktu untuk membimbing kami dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Dian Siswi, A.Md. selaku staf administrasi Program Studi D-IV Teknik Pembangkit Energi.
7. Para dosen dan staff Politeknik Negeri Ujung Pandang yang tidak dapat kami sebutkan namanya satu per satu.
8. Bapak L. Hermono beserta jajarannya yang tidak dapat kami sebutkan namanya satu per satu yang telah membantu kami selama kami melakukan penelitian di Grand Clarion Hotel Makassar.
9. Rekan-rekan sesama mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang khususnya kelas D-IV Teknik Pembangkit Energi angkatan 2010.
10. *My Laptop ( Asus ) and My Motorcycle ( DD 5141 OY dan DD 6457 UP )* yang selalu menemani dan dibutuhkan.

Harapan penulis semoga apa yang telah dibantukan selama ini secara moril maupun materil akan mendapatkan imbalan amal dari Allah SWT dan semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Akhirnya semoga Allah SWT memberikan perlindungan kepada kita semua.  
Amiiin.

Makassar, 11 September 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	ii
LEMBAR PENERIMA PANITIA UJIAN .....	iii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan masalah .....	2
C. Batasan masalah .....	3
D. Tujuan penelitian .....	3
E. Manfaat penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Sejarah Singkat Berdirinya Grand Clarion Hotel Makassar .....	5
1. Gambaran Umum Hotel .....	5
2. Fasilitas Layanan Grand Clarion Hotel Makassar .....	6
3. Sistem Kerja Peralatan Pendukung Operasional Hotel .....	6
4. Fasilitas Kelengkapan Peralatan Utama Hotel .....	7
B. Dasar Teori Hemat Energi .....	10



1. Hemat Energi .....	10
2. Audit energi .....	11
3. Intensitas Konsumsi Energi (IKE) .....	15
C. Dasar Teori Sistem Pengkondisian Udara (AC) dan Sistem Penerangan	
1. Sistem Pengkondisian Udara (AC) .....	17
a. Beban Kalor .....	17
b. Penyegar Udara (AC) .....	18
c. Perhitungan Beban Kalor .....	19
2. Sistem Penerangan .....	23
D. Dasar Teori Uji Statistik Uji - T .....	28
1. Ciri-ciri Distribusi Uji - t .....	30
2. Fungsi Pengujian Distribusi Uji - t .....	31
3. Langkah-langkah Uji Hipotesis .....	31
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
A. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	33
B. Metode penelitian .....	33
1. Audit Energi Awal .....	33
2. Audit Energi Rinci .....	35
3. Alur Evaluasi Tugas Akhir .....	36
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Audit Energi Awal .....	37
1. Pendahuluan .....	37
2. Gambaran Bangunan dan Luas Bangunan .....	37
3. Sistem Distribusi Energi .....	41
4. Data Konsumsi Energi .....	43
5. Data Tingkat Hunian .....	47
6. Data Tingkat Konsumsi Energi .....	48

7. Menghitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE) per Bulan .....	52
8. Menghitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Tahun.....	54
9. Uji Statistik dan Hipotesis .....	55
B. Audit Energi Rinci.....	60
Data dan Perhitungan.....	61
C. Identifikasi Peluang Hemat Energi .....	72
D. Analisis Peluang Hemat Energi .....	77
1. Unit Pengkondisian Udara .....	78
2. Unit Penerangan .....	81
E. Rekomendasi Peluang Hemat Energi .....	91
1. Unit Pengkondisian Udara .....	91
2. Unit Penerangan .....	100
F. Menghitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE) .....	110
G. Uji Statistik dan Hipotesis .....	113
H. Usaha-usaha Penghematan Energi .....	115
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	121
B. Saran .....	123
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi Luas Bangunan Grand Clarion Hotel Makassar .....	39
Tabel 2. Komposisi Luas Bangunan Grand Clarion Hotel Makassar Gedung A	40
Tabel 3. Komposisi Luas Bangunan Grand Clarion Hotel Makassar Gedung B	41
Tabel 4. Data Konsumsi Energi Listrik Tahun 2013 .....	43
Tabel 5. Data Konsumsi Solar ( <i>Fuel</i> ) Tahun 2013 .....	44
Tabel 6. Data Konsumsi Air ( <i>Water</i> ) Tahun 2013 .....	45
Tabel 7. Data Konsumsi Gas (LPG) Tahun 2013 .....	46
Tabel 8. <i>Occupancy Rate</i> Grand Clarion Hotel Makassar Tahun 2013 .....	47
Tabel 9. Presentase Pemakaian Energi Tahun 2013 .....	51
Tabel 10. Nilai IKE Listrik per Bulan .....	53
Tabel 11. Standar Deviasi Sampel .....	58
Tabel 12. Hasil Pengukuran Arus Listrik di Grand Clarion Hotel Makassar Untuk Gedung A .....	62
Tabel 13. Hasil Pengukuran Arus Listrik di Grand Clarion Hotel Makassar Untuk Gedung B .....	66
Tabel 14. Hasil Pengukuran kWh Meter di Grand Clarion Hotel Makassar	69
Tabel 15. Konsumsi Energi Listrik per Bulan Tahun 2013 di Grand Clarion Hotel Makassar .....	70
Tabel 16. Presentase Daya Terpasang pada Beban di Gedung A .....	73
Tabel 17. Profil Konsumsi Energi Listrik di Gedung A .....	75
Tabel 18. Profil Daya Total AC tiap Tipe Room di Gedung A .....	79
Tabel 19. Total Konsumsi Energi Listrik AC per Hari di Kamar Hotel Gedung A .....	81
Tabel 20. Profil Daya Total Lampu tiap Tipe Room di Gedung A .....	83
Tabel 21. Total Konsumsi Energi Listrik Lampu/ Hari di Kamar Hotel Gedung A .....	88

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kurva Arah Uji - t.....	31
Gambar 2. Bangunan Grand Clarion Hotel Makassar .....	38
Gambar 3. Grafik Pemakaian Energi Listrik di Grand Clarion Hotel Makassar .....	43
Gambar 4. Grafik Biaya Pemakaian Solar ( <i>Fuel</i> ).....	44
Gambar 5. Grafik Biaya Pemakaian Air ( <i>Water</i> ).....	45
Gambar 6. Grafik Biaya Pemakaian Gas (LPG).....	46
Gambar 7. Grafik <i>Occupancy Rate</i> Grand Clarion Hotel Tahun 2013 .....	48
Gambar 8. Grafik Presentase Biaya Pemakaian Energi Tahun 2013 .....	51
Gambar 9. Grafik IKE per Bulan Periode 2013 .....	53
Gambar 10. Kurva Hasil Pengujian Distribusi t Satu Arah Sisi Kanan .....	59
Gambar 11. Grafik Pemakaian Beban di LVMDP 1 untuk Gedung A .....	64
Gambar 12. Grafik Pemakaian Beban di LVMDP 2 untuk Gedung A .....	65
Gambar 13. Grafik Pemakaian Beban di LVMDP 1 untuk Gedung B .....	67
Gambar 14. Grafik Pemakaian Beban di SDP <i>Chiller</i> untuk Gedung B .....	68
Gambar 15. Grafik Presentase Daya Terpasang di Gedung A .....	74
Gambar 16. Grafik Konsumsi Energi Listrik di Gedung A .....	76
Gambar 17. Persentase Total Daya AC tiap Tipe <i>Room</i> di Gedung A .....	80
Gambar 18. Persentase Total Daya Lampu tiap Tipe <i>Room</i> di Gedung A.....	86
Gambar 19. Kurva Hasil Pengujian Distribusi t Satu Arah Sisi Kanan .....	114

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Tabel distribusi uji – t
- Lampiran 2. *Single line* diagram Grand Clarion Hotel Makassar
- Lampiran 3. Data cuaca di beberapa Negara Asia
- Lampiran 4. Temperatur ruang, kelembaban, dan perbandingan
- Lampiran 5. Faktor transmisi dari jendela
- Lampiran 6. Koefisien transmisi kalor dari jendela  $K$
- Lampiran 7. Jumlah penggantian
- Lampiran 8. Koefisien transmisi kalor dan kapasitas kalor dari dinding
- Lampiran 9. Koefisien transmisi kalor dan kapasitas kalor atap
- Lampiran 10. Hambatan kalor permukaan  $R_s$
- Lampiran 11. Tahanan perpindahan kalor dari lapisan udara  $R_a$
- Lampiran 12. Tahanan kalor dan kapasitas kalor dari bahan bangunan
- Lampiran 13. Kalor sensibel dari peralatan listrik
- Lampiran 14. Jumlah orang, biasanya
- Lampiran 15. Uap air yang terjadi dari masakan dan makanan
- Lampiran 16. Udara luar masuk ruangan penyegaran
- Lampiran 17. Jumlah kalor sensibel dan kalor laten orang dan faktor kelompok

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Energi listrik merupakan energi yang sangat vital dalam operasional perusahaan. Hampir semua peralatan dan sumber penerangan yang digunakan berasal dari energi listrik. Namun dalam pemakaiannya banyak dikeluhkan adanya ketidak-efisiensian energi listrik ini. Hal ini terbukti dari membengkaknya tagihan listrik yang dibayarkan per bulannya. Terlebih apabila ini terjadi di lingkungan kantor, perusahaan, maupun perhotelan, maka akan mengakibatkan anggaran biaya yang cukup besar.

Tingkat efisiensi pemakaian energi listrik dipengaruhi oleh daya listrik yang terpasang, aktivitas yang dilakukan, jenis peralatan yang terpasang, dan rata-rata pemakaian energi listrik per hari atau per bulan. Untuk mengefisiensikan pemakaian energi listrik, maka perlu dilakukan manajemen audit energi listrik dimana dengan audit tersebut akan didapatkan potret penggunaan energi listrik pada suatu bangunan, mengetahui kondisi peralatan yang terpasang, dan mengetahui peluang untuk penghematan energi.

Penghematan energi listrik dari sektor perhotelan menjadi salah satu bagian penting dalam upaya mendukung penghematan energi listrik. Pasalnya,

tingkat konsumsi energi dari sektor komersial tersebut mencapai 25%. Potensi penghematan energi sektor perhotelan dapat difokuskan pada penghematan energi listrik di bangunan gedung, seperti AC ( *Air Conditioning* ), *house keeping utilitas*, dan sistem penerangan.

Dari dasar pemikiran di atas, maka penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini mengambil judul “Evaluasi Sistem Pemanfaatan Energi Listrik di Grand Clarion Hotel Makassar” dengan harapan dari Tugas Akhir ini dapat diketahui tingkat konsumsi energi di hotel, peluang, dan solusi penghematan yang dapat direkomendasikan kepada pihak manajemen hotel. Pada akhirnya penulis berharap hasil penelitian ini tidak hanya bermanfaat bagi pihak Grand Clarion Hotel Makassar, namun dapat juga menjadi salah satu acuan untuk perhotelan yang lain.

## **B. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang ingin dicapai dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa nilai Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) serta biaya pembayarannya sesuai dengan pemakaian berdasarkan data *historisis* hotel ?
2. Peluang-peluang untuk penghematan energi yang belum teridentifikasi.

### C. Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah yang melingkupi Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan konsumsi energi di Grand Clarion Hotel Makassar dalam jangka waktu tahun 2013.
2. Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) listrik Grand Clarion Hotel Makassar berdasarkan pengukuran di panel-panel listrik dalam rentang waktu per hari dan per minggu.
3. Analisis peluang penghematan energi pada system pengkondisian udara atau AC ( *Air Conditioning* ) dan system penerangan atau pencahayaan.

### D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) serta biaya pembayarannya sesuai pemakaian berdasarkan data *historisis* hotel dengan menggunakan rumus IKE.
2. Mengidentifikasi peluang-peluang untuk penghematan energi di Grand Clarion Hotel Makassar dengan menggunakan metode uji statistik dan audit energi.



## **E. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian yang didapat dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi mahasiswa, dapat mengaplikasikan teori yang dipelajari dengan kondisi dan kenyataan yang terjadi di lapangan, khususnya di Grand Clarion Hotel Makassar.
2. Bagi Perguruan Tinggi, dapat dipergunakan sebagai bahan referensi untuk program Sarjana Sains Terapan dalam penelitian tentang penggunaan dan penghematan energi listrik, khususnya pemakaian energi di Grand Clarion Hotel Makassar.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Sejarah Singkat Berdirinya Grand Clarion Hotel Makassar

##### 1. Gambaran Umum Hotel

Grand Clarion Hotel Makassar merupakan hotel berbintang empat plus yang terletak di Jalan AP. Pettarani No. 3 Makassar, Sulawesi Selatan. Hotel ini dibangun pada tanggal 30 Juni 2006 dengan jumlah kamar yang dioperasikan sebanyak 333 kamar. Pada tanggal 30 Juni 2012 hotel mengalami pengembangan dan penambahan kamar sebanyak 252 kamar sehingga total kamar berjumlah 585 kamar. Grand Clarion Hotel Makassar memiliki dua gedung, yakni Gedung A dan Gedung B. Dimana untuk Gedung A memiliki jumlah lantai sebanyak 17 lantai dengan jumlah kamar sebanyak 333 kamar sedangkan untuk Gedung B memiliki jumlah lantai sebanyak 10 lantai dengan jumlah kamar sebanyak 252 kamar.

Lokasi hotel ini terbilang sangat strategis yang terletak di pertengahan kota, yaitu dekat dengan pusat keramaian kota. Hotel ini juga disebut sebagai hotel terbaik di Kota Makassar termasuk di Indonesia Timur, selain Bali. Grand Clarion Hotel Makassar menyediakan para pengunjung dengan fasilitas bisnis empat plus termasuk ruangan, *outlet food and beverage*, dan relaksasi.

## 2. Fasilitas Layanan Grand Clarion Hotel Makassar

Grand Clarion Hotel Makassar memiliki beberapa fasilitas layanan, diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. *Convention and Meeting Rooms*
- b. *Outlet Food and Beverage*
- c. Relaksasi dengan Martha Tilaar dan Delta
- d. *Swimming Pool, Fitness Centre, and Sauna*
- e. 24 jam *Room Service*
- f. *Laundry atau Dry Cleaning Service, Drug Store, Beauty Parlour, car rental*
- g. *Live Music* di d'Liquid dan Redtro

Tingkat hunian hotel bervariasi tergantung pada *event* tertentu dimana tingkat hunian hotel ini berkisar antara 60% sampai 90%. Tingkat hunian tertinggi biasanya terjadi saat hari besar keagamaan atau hari raya lainnya.

## 3. Sistem Kerja Peralatan Pendukung Operasional Hotel

Sebagai sebuah gedung dengan tingkat fungsionalitas yang tinggi, Grand Clarion Hotel Makassar memiliki jaringan system kerja dan peralatan-peralatan utama, yaitu :

- a. System transportasi antar lantai, yaitu *lift* dan *escalator*. *Lift* memiliki kapasitas sebesar 15 orang atau 1000 kg dengan jumlah sebanyak 11 buah, yaitu tujuh buah *lift* digunakan untuk *lobby* ( khusus tamu ) dan empat buah *lift* digunakan untuk *service*
- b. System perpipaan yang meliputi :
  - 1) System perpipaan penyediaan air bersih yang meliputi air panas dan air dingin
  - 2) System perpipaan air buangan yang disalurkan menuju *sewage treatment plant* sebelum dibuang ke *riool* kota
  - 3) System perpipaan pemadam kebakaran (*fire hydrant* )
- c. System sirkulasi udara (*air conditioning* )
- d. MATV ( *Master Antenna Television* ) dan CCTV ( *Close Circuit Television* )
- e. Telepon Sentral

#### 4. Fasilitas Kelengkapan Peralatan Utama Hotel

Sebagai sebuah hotel berbintang empat plus, gedung bangunan Grand Clarion Hotel Makassar dilengkapi dengan peralatan-peralatan utama yang sangat diperlukan untuk menunjang pelayanan mereka. Peralatan utama yang menunjang system kerja pada hotel antara lain :

a. Pembangkit Listrik Diesel

Peralatan ini merupakan bagian dari system kelistrikan hotel yang memakai sistem *dual power*, yaitu PLN dan *Gen-Set*. Grand Clarion Hotel Makassar memiliki empat buah *Gen-Set* dimana untuk Gedung B memiliki dua buah *Gen-Set* dengan kapasitas masing-masing sebesar 1000 kVA dan untuk Gedung A memiliki dua buah *Gen-Set* dengan kapasitas masing-masing sebesar 1500 kVA, sehingga untuk penyediaan tenaga listrik walaupun terjadi gangguan dari PLN, maka hal itu tidak akan menjadi masalah karena secara otomatis apabila listrik mati, maka *Gen-Set* akan hidup.

b. *Chiller*

Peralatan ini merupakan bagian dari sistem penyediaan udara bersih dan segar. Di Grand Clarion Hotel Makassar terdapat lima buah *chiller* yang berada di Gedung B yang akan saling bergantian dalam beroperasi untuk senantiasa memberikan dan menyediakan udara bersih dan segar kepada setiap penghuni hotel.

c. AHU dan FCU

Peralatan ini merupakan bagian dari sistem pengkondisian udara di Grand Clarion Hotel Makassar, dimana peralatan ini difungsikan untuk memastikan bahwa udara yang telah diproses sehingga menjadi segar dan bersih ini dapat terdistribusi merata sehingga para penghuni hotel dapat merasa nyaman. Untuk AHU (*Air Handling Unit*) di Grand Clarion Hotel

Makassar memiliki 230 unit yang berfungsi untuk mendistribusikan udara segar dan bersih ke ruangan *Convention* di Gedung B dan untuk FCU ( *Fan Coil Unit* ) sebanyak 48 unit yang berfungsi untuk mendistribusikan udara segar dan bersih ke kamar-kamar hotel Gedung B.

d. *Boiler*

Peralatan ini merupakan salah satu bagian dari sistem penyediaan air bersih dan air panas yang sangat diperlukan untuk pelayanan para tamu hotel, selain itu juga untuk konsumsi di bagian *laundry* dan *kitchen*.

e. *Fire Pump*

Peralatan ini merupakan salah satu bagian dari sistem keamanan hotel terutama dari bahaya kebakaran. Untuk sistem pengamanan kebakaran sendiri selain dari *fire pump* ini, juga ditunjang dengan adanya *fire-stars* ( tangga kebakaran ) dan juga sistem *hydrant* yang terpasang rapi dan siap digunakan setiap saat dan ditambah dengan tabung-tabung gas pemadam kebakaran yang disediakan di titik-titik tertentu.

f. *Water Treatment*

Sebagai hotel yang besar, Grand Clarion Hotel Makassar juga menerapkan kerja yang berwawasan lingkungan sehingga untuk limbah yang berkaitan dengan air, disediakan suatu sistem pengolah limbah. Hal ini bertujuan agar limbah yang dikeluarkan hotel benar-benar sudah bisa diterima dan diserap lingkungan serta tidak mengganggu masyarakat sekitar.

## **B. Dasar Teori Hemat Energi**

### **1. Hemat Energi**

Energi merupakan kebutuhan dasar untuk menggerakkan hampir seluruh aktivitas ekonomi dan sosial masyarakat. Dari waktu ke waktu kebutuhan energi semakin meningkat, sedangkan cadangan energi global semakin langka. Penggunaan energi secara boros dan berlebihan akan berdampak pada kerusakan lingkungan, penurunan daya saing produk, dan gejolak sosial ekonomi jangka panjang. Seiring dengan permasalahan energi yang semakin kompleks, manajemen penggunaan energi pada sisi beban khususnya pada gedung perkantoran dan industri, sudah saatnya menjadi bagian penting dalam struktur manajemen perusahaan.

Kegiatan hemat energi adalah tindakan mengurangi jumlah penggunaan energi. Hemat energi dapat dicapai dengan penggunaan energi secara efisien dimana manfaat yang sama diperoleh dengan menggunakan energi lebih sedikit, ataupun dengan mengurangi konsumsi dan kegiatan yang menggunakan energi. Hemat energi dapat menyebabkan berkurangnya biaya, serta meningkatnya nilai lingkungan, keamanan negara, keamanan pribadi, serta kenyamanan.

## 2. Audit Energi

Audit energi adalah proses evaluasi pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna sumber energi dan pengguna energi dalam rangka konservasi energi. ( ESDM, 2012 ).

Untuk menghasilkan program efisiensi atau manajemen energi yang sukses, audit energi mutlak dilaksanakan. Proses energi audit juga merupakan langkah awal dalam mengidentifikasi potensi-potensi penghematan energi. Secara otomatis, hasil audit juga akan memberikan informasi mengenai langkah-langkah yang tepat untuk menjalankan program efisiensi energi. Proses ini juga menjadi dasar dari penentuan target efisiensi yang akan menjadi acuan dalam penyusunan rencana aksi yang akan berisi berbagai rekomendasi penghematan energi.

Dengan melihat kajian secara *historis*, dapat ditetapkan dasar untuk mengidentifikasi sektor-sektor yang tinggi penggunaan energinya, serta pengaruhnya terhadap peta penggunaan energi. Informasi ini berguna untuk menentukan prioritas penggunaan energi juga untuk memberikan gambaran pola penggunaan energi di hotel.



### a. Konsep Audit Energi

Audit energi merupakan usaha atau kegiatan untuk mengidentifikasi jenis dan besarnya energi yang digunakan pada bagian-bagian operasi suatu industry atau pabrik atau bangunan dan mencoba mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi. Sasaran dari audit energi adalah untuk mencari cara mengurangi konsumsi energi persatuan output dan mengurangi biaya operasi.

### b. Klasifikasi Audit Energi

#### 1) Survei Energi (*Energy Survey or Walk Through Audit*)

Survei energi merupakan jenis audit energi paling sederhana. Audit hanya dilakukan pada bagian-bagian utama atau pengguna energi terbesar. Tujuan dari survei energi adalah :

- Untuk mengetahui pola penggunaan energi dan system yang mengkonsumsi energi serta untuk mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi (*Energy Conservation Opportunity = ECO*).
- Untuk mendapatkan data yang berguna bagi audit energi awal.

Pada survei energi, data-data dapat diperoleh melalui wawancara dengan orang-orang yang berhubungan dengan penggunaan energi pada beberapa tahun terakhir yang telah tersedia. Data-data tersebut

kemudian dianalisis untuk mengetahui kecenderungan karakteristik pemakaian energi pada suatu industry, pabrik, atau gedung. Hasil laporan hanya berupa rekomendasi atau usulan mengenai bagian-bagian yang perlu dilakukan audit rinci atau bagian-bagian yang telah optimal penggunaannya.

## 2) Audit Energi Awal (*Preliminary Energy Audit = PEA*)

Tujuan dari audit energi awal ( PEA ) adalah untuk mengukur produktifitas dan efisiensi penggunaan energi dan mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi ( *ECO's* ). Kegiatan audit energi awal meliputi :

- Pengumpulan data-data pemakaian energi yang tersedia
- Mengamati kondisi peralatan, penggunaan energi beserta alat-alat ukur yang berhubungan dengan monitoring energi
- Mengamati prosedur operasi dan perawatan yang biasa dilakukan dalam industry, pabrik, dan gedung tersebut.

Survey energi manajemen adalah untuk mengetahui kegiatan manajemen energi dan criteria pengambilan keputusan dalam investasi penghematan energi.

### 3) Audit Energi Rinci ( *Detailed Energy Audit* )

Audit energi rinci ( DEA ) adalah audit energi yang dilakukan dengan menggunakan alat-alat ukur yang sengaja dipasang pada peralatan untuk mengetahui besarnya konsumsi energi. Kegiatan ini diikuti dengan analisis rinci penggunaan energi beberapa system. Tujuan dari audit energi ini untuk mengevaluasi kemungkinan penghematan energi ( *ECO's* ).

Audit energi biasanya dilakukan setelah PEA, meskipun sebenarnya audit energi ini dapat dilakukan sendiri, asalkan kegiatan yang tercakup dalam PEA dilakukan pada awal kegiatan audit. Pengukuran yang dilakukan meliputi pengukuran tekanan, temperature, laju aliran fluida atau bahan bakar, dan konsumsi energi listrik. Data-data pengukuran tersebut kemudian digunakan untuk menghitung besarnya konsumsi energi. Hal ini dilakukan dengan menerapkan *balance* energi pada komponen atau system.

Hasil DEA berupa rekomendasi perubahan-perubahan system atau komponen yang diperlukan dengan didasari oleh bukti-bukti perhitungan agar diperoleh penghematan energi dan penghematan biaya energi beserta cara-cara implementasinya.

### 3. Intensitas Konsumsi Energi ( IKE )

Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) listrik merupakan istilah yang digunakan untuk mengetahui besarnya pemakaian energi pada suatu system ( bangunan ). Namun, energi yang dimaksudkan dalam hal ini adalah energi listrik. Pada hakikatnya, Intensitas Konsumsi Energi ini adalah hasil bagi antara konsumsi energi total selama periode tertentu ( satu tahun ) dengan luasan bangunan. Satuan IKE adalah kWh / m<sup>2</sup> per tahun. Dan pemakaian IKE ini telah ditetapkan di berbagai Negara, antara lain ASEAN dan APEC.

Dapatkah bangunan hotel di Jakarta dan bangunan hotel di Makassar diperbandingkan langsung hasil pengukuran IKE ( untuk mencari hotel mana yang paling hemat ? ). Data konsumsi energi tersebut tidak dapat diperbandingkan secara langsung dan tidak dapat ditarik kesimpulan apapun, karena mungkin terdapat beberapa hal pengaruh, diantaranya yakni :

- Bangunan tersebut terletak pada lokasi dengan iklim yang berbeda
- Bangunan tersebut mengalami tingkat pemaparan ( *level of exposure* ) sinar matahari yang berbeda ( orientasi arah bangunan )
- Bangunan tersebut mempunyai waktu operasi yang berbeda

Untuk membandingkan data Intensitas Konsumsi Energi tersebut, maka Intensitas Konsumsi Energi tersebut harus dinormalisasikan terhadap faktor – faktor di atas.

Berdasarkan data Intensitas Konsumsi Energi dari empat hotel bintang lima di Bali, maka dapat diperoleh rata – rata penggunaan konsumsi energi listrik hotel bintang lima yang ada di Bali adalah sebesar 251,68 kWh / m<sup>2</sup> tahun. Besar konsumsi energi listrik tersebut berada di bawah standar Intensitas Konsumsi Energi listrik dari *Green Building Council of Indonesia*, yaitu sebesar 350 kWh / m<sup>2</sup> tahun. Namun bila melihat data Intensitas Konsumsi Energi pada hotel bintang empat di Semarang didapatkan bahwa penggunaan energi listrik adalah sebesar 341,68 kWh / m<sup>2</sup> tahun. Nilai ini melebihi dari standar yang ditetapkan oleh ASEAN-USAID, yakni sebesar 300 kWh / m<sup>2</sup> tahun. Untuk itu dalam penelitian ini akan digunakan standar yang ditetapkan oleh ASEAN-USAID.

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

- IKE untuk perkantoran ( komersial ) : 240 kWh / m<sup>2</sup> per tahun
- IKE untuk pusat belanja : 330 kWh / m<sup>2</sup> per tahun
- IKE untuk hotel atau apartemen : 300 kWh / m<sup>2</sup> per tahun
- IKE untuk rumah sakit : 380 kWh / m<sup>2</sup> per tahun

Kategori di atas berdasarkan jumlah energi yang digunakan per tahun ( kWh ), luas lantai total ( m<sup>2</sup> ), dan jam operasi per tahun ( 2000 jam ). Dalam

menghitung IKE listrik pada bangunan gedung, ada beberapa istilah yang digunakan, antara lain : ( SNI 03-6196-2000 )

- IKE listrik per satuan luas kotor (*gross*) gedung
- Luas kotor (*gross*) = Luas total gedung yang dikondisikan ( ber-AC ) ditambah dengan luas gedung yang tidak dikondisikan
- IKE listrik per satuan luas total gedung yang dikondisikan (*net*)
- IKE listrik per satuan luas ruang dari gedung yang disewakan (*net product*)

Adapun perhitungan dari Intensitas Konsumsi Energi adalah :

$$\frac{\text{KWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{g}} \dots \dots \dots (1)$$

**C. Dasar Teori Sistem Pengkondisian Udara ( AC ) dan Sistem Penerangan**

**1. Sistem Pengkondisian Udara ( AC )**

**a. Beban Kalor**

Beban kalor terdiri dari beban kalor ruangan dan beban kalor alat penyegar udara yang ada di dalam ruangan.

1) Beban kalor ruangan

Beban kalor ruangan merupakan beban kalor yang harus diatasi oleh udara yang keluar dari alat penyegar agar kondisi udara di dalam ruangan dapat dipertahankan pada kondisi ( temperatur dan

kelembaban ) yang diinginkan. Komponen beban-beban kalor ruangan terdiri dari :

- Kalor yang masuk dari luar ruangan ke dalam ruangan ( Beban kalor perimeter ; “*perimeter heat load*” )
- Kalor yang bersumber di dalam ruangan itu sendiri ( Beban kalor interior ; “*interior heat load*” )

## 2) Beban kalor alat penyegar udara

Untuk menghasilkan udara penyegar yang masuk ke dalam ruangan dari alat penyegar udara pada temperatur dan kelembaban tertentu, maka jumlah kalor yang harus dilayani oleh alat penyegar udara tersebut adalah :

- Beban kalor ruangan
- Beban kalor dari udara luar yang masuk ke dalam alat penyegar
- Beban *blower* dan motor
- Kebocoran dari saluran

Beban kalor ruangan dan beban alat penyegar udara pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi kalor sensibel dan kalor laten.

### b. Penyegar Udara ( *Air Conditioner* )

Dalam hal ini, semua proses dan peralatan penyegar udara terletak di dalam satu atau dua kotak. Biasanya jenis *compressor torak* dengan mesin penggeraknya, tetapi dapat pula digunakan jenis absorpsi. Semua mesin

refrigerasi, baik jenis kompresi maupun jenis absorpsi haruslah didinginkan. Dalam hal tersebut terakhir, dapat digunakan jenis pendinginan udara atau jenis pendinginan air.

Jenis pendinginan air pada umumnya dipakai untuk mesin dengan *compressor* berukuran besar. Dalam hal ini harus disediakan air untuk pendinginan sesuai dengan yang diperlukan. Air tersebut dapat diperoleh dari sumber air tanah atau sungai. Dalam sistem pendinginan tersebut kadang-kadang juga digunakan menara pendingin.

Mesin penyegar berukuran kecil biasanya dinamai penyegar udara ruang. Sedangkan yang berukuran sedang atau lebih besar yang dilengkapi dengan saluran udara untuk mengalirkan dan mendistribusikan udara dingin ke tempat yang agak jauh, dinamai penyegar udara paket.

### c. **Perhitungan Beban Kalor**

Dalam perhitungan beban kalor puncak dipakai anggapan bahwa kondisi ekstrem sering terjadi, dimana kalor yang masuk ke dalam ruangan dinamai "*heat gain*".

Kebanyakan dari perhitungan beban kalor adalah *heat gain*, namun sering kali dipakai beban kalor yang dikoreksi terhadap *heat gain*. Hal tersebut akan diterangkan sebagai berikut :

- Radiasi panas matahari yang masuk ke dalam ruangan melalui jendela akan memanasi lantai dan benda lain di dalam ruangan, kemudian



memindahkan panas dari lantai dan benda tersebut kepada udara ruangan. Hal ini berarti bahwa *heat gain* dari radiasi panas matahari lambat laun akan menjadi beban kalor, sehingga beban utamanya akan menjadi lebih kecil daripada yang diperkirakan sebelumnya.

- Perhitungan *heat gain* standar adalah perhitungan yang dilaksanakan dengan anggapan bahwa udara ruangan harus dapat dipertahankan konstan pada temperatur dan kelembaban tertentu selama 24 jam. Tetapi kenyataannya, kalor akan tersimpan dalam lantai atau benda ruangan lainnya selama hari libur, apabila dalam waktu tersebut penyejukan udara ( pendinginan ) dihentikan. Maka dalam hal ini, beban kalor tersebut harus ditambahkan dalam perhitungan beban kalor standar.

Kedua perhitungan di atas dinamai “perhitungan beban kalor tersimpan” ( *storage heat load calculation* ), dimana yang pertama tidak terlalu penting, oleh karena itu perhatian perhitungan lebih dicurahkan pada yang kedua. ( Arismunandar, 2005 )

**1) Kalor sensibel daerah perimeter ( tepi )**

- a) Tambahkan kalor oleh transmisi radiasi matahari melalui jendela  
= ( Luas jendela ) x ( Jumlah radiasi matahari ) x ( Faktor transmisi jendela ) x ( Faktor bayangan ) ..... ( 2 )

b) Beban transmisi kalor melalui jendela  
 $= ( \text{Luas jendela} ) \times ( \text{Koefisien transmisi kalor melalui jendela} ) \times ( \text{Selisih temperatur interior dan eksterior} ) \dots\dots\dots ( 3 )$

c) Infiltrasi beban kalor sensible  
 $= \{ ( \text{volume ruangan} \times \text{jumlah penggantian ventilasi alamiah} ) - \text{jumlah udara luar} \} \times 0,24 / \text{volume apeeipic} ( \text{Selisih temperatur eksterior dan interior} ) \dots\dots\dots ( 4 )$

d) Beban transmisi kalor melalui dinding dan atap  
 $= ( \text{Luas dinding} ) \times ( \text{Koefisien } mission \text{ transmisi kalor dari dinding} ) \times ( \text{Selisih temperatur ekivalen dari radiasi matahari} + \text{selisih temperatur ekivalen dari temperatur atmosfer} ) \dots\dots\dots ( 5 )$

$= ( \text{Luas atap} ) \times ( \text{Koefisien transmisi kalor } K \text{ dari atap} ) \times ( \text{Selisih temperatur ekivalen dari radiasi matahari} + \text{selisih temperatur ekivalen dari temperatur atmosfer} ) \dots\dots\dots ( 6 )$

e) Beban kalor tersimpan dari ruangan dengan penyegaran udara  
 $= ( \text{pendinginan} ) \text{ terputus – putus. Untuk keadaan dimana penyegaran udara dimulai 2 atau 3 jam sebelum waktu terjadinya beban kalor maksimum } ( 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 ) \times ( \text{faktor beban kalor tersimpan} ) \dots\dots\dots ( 7 )$

**2) Beban kalor laten daerah perimeter**

a) Beban kalor laten oleh infiltrasi  
 $= ( \text{Volume ruangan} ) \times ( \text{Jumlah ventilasi alamiah} ) \times 597,3 \times ( \text{Selisih perbandingan kelembaban di dalam dan di luar ruangan} ) \dots\dots\dots ( 8 )$

**3) Beban kalor sensibel daerah interior**

a) Koefisien transmisi kalor dari partisi langit-langit dan lantai  
= ( Luas langit – langit ) x ( Koefisien transmisi kalor *K* dari langit-langit ) x ( Selisih temperatur dalam dan luar ruangan ) ..... ( 9 )

= ( Luas lantai ) x ( Koefisien transmisi kalor *K* dari lantai ) x ( Selisih temperatur dalam dan luar ruangan ) ..... ( 10 )

b) Beban kalor sensibel karena adanya sumber kalor interior  
= ( Jumlah orang ) x ( Kalor sensibel manusia ) ( Koreksi faktor kelompok ) ..... ( 11 )

= ( Peralatan kW ) x 0,860 kcal / kW x Faktor penggunaan peralatan ..... ( 12 )

= ( Lampu pijar kW ) x 0,860 kcal / kW ..... ( 13 )

= ( Lampu neon kW ) x 1,080 kcal / kW ..... ( 14 )

= Sumber kalor sensibel lainnya ..... ( 15 )

**4) Beban kalor laten daerah interior**

a) Tambahkan kalor laten oleh sumber penguapan interior  
= ( Jumlah orang ) x ( Kalor laten manusia ) x ( Koreksi faktor kelompok ) ..... ( 16 )

**5) Beban kalor sensibel mesin**

a) Tambahan kalor (*heat gain*) sensibel oleh udara luar masuk  
= ( Jumlah udara luar ) ÷ ( Volume spesifik udara luar ) x 24 kcal / kg  
x ( Selisih temperatur dalam dan luar ).....( 17 )

b) Beban kalor sensibel ruangan total  
= ( Total 1 + Total 3 )..... ( 18 )

c) Kenaikan beban oleh kebocoran saluran udara  
= ( a + b + c ) x ( Faktor kebocoran saluran udara )..... ( 19 )

**6) Beban kalor laten mesin**

a) Beban kalor laten oleh udara luar masuk  
= ( Jumlah udara luar masuk *quantity* ) ÷ ( Volume spesifik udara luar  
 ) x ( Selisih faktor pencampuran uap di dalam dan luar ruangan )  
..... ( 20 )

b) Beban kalor laten ruangan total  
= ( Total 2 dan Total 4 )..... ( 21 )

c) Kenaikan beban oleh kebocoran saluran udara  
= ( a + b ) x ( Faktor kebocoran saluran udara )..... ( 22 )

**2. Sistem Penerangan**

Lampu merupakan pencahayaan yang termasuk pencahayaan buatan karena berasal dari objek buatan manusia. Pencahayaan buatan ini memegang

peranan yang sangat penting dalam berbagai sektor karena tanpa pencahayaan berbagai macam aktivitas atau kegiatan tidak dapat terlaksana.

Berdasarkan jenis asal sinar pencahayaan ruangan, pencahayaan dapat dibagi menjadi dua kelompok besar, yakni :

- a. *Direct lamp* ( sinaran langsung ). Sinar yang dihasilkan dari lampu yang dapat dilihat atau terlihat langsung. Misalnya *spot light* ( lampu tembak ), *uplight* ( lampu tembak dengan sinar ke arah atas ), *downlight* ( lampu tanam dengan sinar ke bawah ), lampu *fitting*, dan lain sebagainya.
- b. *Indirect lamp* ( sinaran tidak langsung ) biasa juga disebut dengan *hidden lamp*. Biasanya hanya menggunakan efek sinar yang dihasilkan dari lampu ini karena lampunya sendiri tidak terlihat atau tersembunyi. Misalnya *hidden lamp* di *drop ceiling* atau *plafond*.

Pada saat sekarang, lampu dapat dikategorikan dalam dua golongan, yaitu lampu pijar dan lampu neon. ( SNI 03-6575-2001 )

- a. Lampu Pijar

Lampu Pijar menghasilkan cahayanya dengan pemanasan listrik dari kawat filamennya pada temperatur yang tinggi. Temperatur ini memberi radiasi dalam daerah tampak dari spektrum radiasi yang dihasilkan. Komponen utama lampu pijar terdiri dari *filament*, bola lampu, gas pengisi dan kaki lampu (*fitting*).

Salah satu jenis lampu pijar, yaitu lampu halogen. Lampu halogen merupakan lampu pijar biasa yang mempunyai *filament* temperatur tinggi

dan menyebabkan partikel *tungsten* akan menguap serta berkondensasi pada dinding bola lampu yang selanjutnya mengakibatkan penghitaman. Lampu halogen berisi gas halogen ( *iodine, chlorine, chromine* ) yang dapat mencegah penghitaman lampu.

b) Lampu Neon ( Pelepasan Gas )

Lampu neon ( pelepasan gas ) ini tidak sama seperti lampu pijar, lampu neon bekerja berdasarkan pelepasan elektron secara terus menerus didalam uap yang diionisasi, kadang-kadang dikombinasikan dengan fosfor yang dapat berpendar.

Pada umumnya lampu neon ini tidak dapat bekerja tanpa ballast sebagai pembatas arus pada sirkuit lampu. Lampu neon mempunyai tekanan gas tinggi atau tekanan gas rendah, gas yang dipakai adalah merkuri atau natrium.

Salah satu lampu neon tekanan rendah dan memakai merkuri adalah lampu *fluoresen* tabung atau disebut TL ( *Tube Lamp* ). Lampu TL ini sebagian besar cahayanya dihasilkan oleh bubuk *fluoresen* pada dinding bola lampu yang diaktifkan oleh energi *ultraviolet* dari pelepasan energi elektron. Umumnya lampu ini berbentuk panjang yang mempunyai elektroda pada kedua ujungnya, berisi uap merkuri pada tekanan rendah dengan gas *inert* untuk penyalanya. Jenis fosfor pada permukaan bagian dalam tabung lampu menentukan jumlah dan warna cahaya yang dihasilkan.

Seiring dengan semakin mahalnya biaya listrik dan semakin meningkatnya kesadaran tentang pentingnya menjaga lingkungan hidup. Lampu penerang yang terbuat dari LED menjadi semakin populer dan mulai menggantikan peranan lampu pijar dan lampu neon.

LED adalah singkatan dari *Light Emitting Diodes*, yaitu komponen elektronika yang terbuat dari semikonduktor yang dapat menghantarkan arus listrik ke satu arah dan menghambat arus listrik dari arah sebaliknya. LED merupakan jenis dioda yang dapat memancarkan cahaya saat dialiri arus listrik. Teknologi LED yang diperuntukkan menjadi lampu penerang menjadi semakin matang dan berkembang serta menjadi salah satu pilihan terbaik dalam industri maupun rumah tangga dalam hal penghematan biaya listrik.

Adapun kelebihan atau keuntungan LED sebagai lampu penerang adalah sebagai berikut : ( Dickson Kho. 2013 )

- Umur penggunaan yang lebih lama

Lampu LED dapat digunakan hingga 15.000 jam, sedangkan lampu TL ( *Tube Lamp* ) atau CFL ( *Compact Fluorescent Lamp* ) hanya dapat bertahan hingga 8.000 jam. Jadi lampu LED lebih awet 2 kali lipat dari lampu TL ( *Tube Lamp* ) atau CFL ( *Compact Fluorescent Lamp* ), dan jika dibandingkan dengan lampu pijar

keawetan lampu LED adalah 15 kali lebih baik karena lampu pijar hanya dapat digunakan hingga 1000 jam saja.

- Hemat listrik

Salah satu nilai jual lampu LED, yaitu kelebihan dalam menghemat pemakaian listrik. Sebuah lampu LED 9 Watt dapat menggantikan lampu TL (*Tube Lamp*) atau CFL (*Compact Fluorescent Lamp*) 12 Watt dengan hasil terang cahaya (*lumen*) yang sama. Berarti lampu LED lebih hemat listrik sekitar 25% dibandingkan dengan lampu TL (*Tube Lamp*) atau CFL (*Compact Fluorescent Lamp*). Dan jika dibandingkan dengan lampu pijar, maka lampu LED lebih hemat sekitar 85% (lampu pijar memerlukan 60% Watt untuk menghasilkan terang cahaya yang sama, yaitu 600 LM).

- Ramah lingkungan

Lampu LED tidak mengandung merkuri, bahan-bahan pembuat lampu LED terdiri dari bahan yang tidak berbahaya (*non-toxic*) dan dapat di daur ulang (*recycle*). Disamping itu, daya tahan lampu LED yang lama juga dapat menghemat sumber daya dalam memproduksinya.

- Tidak menimbulkan panas dan emisi UV (*ultraviolet*)

Lampu LED tidak memproduksi sinar UV (*ultraviolet*) dan juga energi panas sehingga sangat cocok untuk menerangi lokasi yang



meletakkan produk ataupun bahan yang sensitive terhadap emisi UV, seperti penerangan di Museum, situs Arkeologi, dan galeri kesenian.

- *Frekuensi switching*

Lampu LED dapat di ON- kan dan di OFF- kan sesering mungkin tanpa mempengaruhi umur penggunaannya sedangkan lampu TL ( *Tube Lamp* ) atau CFL ( *Compact Fluorescent Lamp* ) akan cepat rusak jika sering di ON- kan dan OFF- kan ( *Frekuensi Switching* yang tinggi ).

- Waktu penyalaan yang cepat ( *instant* )

Lampu LED dapat menyala ( ON ) dan mencapai titik terang maksimal dalam waktu yang sangat cepat. Hal ini sangat berbeda dengan lampu TL ( *Tube Lamp* ) atau CFL ( *Compact Fluorescent Lamp* ) yang memerlukan beberapa detik untuk mencapai titik terang yang maksimal. Dengan demikian, lampu LED sangat cocok untuk digunakan sebagai lampu *signal* ataupun lampu lalu lintas.

#### **D. Dasar Teori Uji Statistik Uji – T**

Metode deskriptif kasuistik adalah statistik yang tingkat pengerjaannya mencakup cara-cara menghitung, menyusun atau mengatur, mengolah, menyajikan, dan menganalisa data agar dapat memberikan gambaran yang ringkas mengenai suatu keadaan.

Metode ini disertai bantuan uji statistik yang digunakan untuk mengevaluasi profil pemakaian listrik dan Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) listrik Grand Clarion Hotel Makassar. Sedangkan analisis ditujukan untuk menguji hipotesis guna menginterpretasikan lebih mendalam hubungan-hubungan dalam fenomena yang berdasarkan *expost facto* dimana penelitian yang dilakukan setelah suatu kejadian itu terjadi.

Tes hipotesis adalah sebuah metode yang agak rumit yang digunakan untuk menentukan kapan suatu hipotesa dinyatakan ditolak atau diterima. Di dalam hipotesa melibatkan lebih dari satu parameter dari populasi yang akan diuji.

Uji - t ( t - test ) merupakan uji statistic yang sering kali ditemui dalam masalah-masalah praktis statistika. Uji - t termasuk dalam golongan statistika parametric. Statistic uji ini digunakan dalam pengujian hipotesis. Uji - t digunakan ketika informasi mengenai nilai *variance* ( ragam ) populasi tidak diketahui.

Uji - t dapat dibagi menjadi dua, yaitu uji - t yang digunakan untuk pengujian hipotesis 1 - sampel dan uji - t yang digunakan untuk pengujian hipotesis 2 - sampel. Jika dihubungkan dengan kebebasan ( *independency* ) sampel yang digunakan ( khusus bagi uji - t dengan 2 - sampel ), maka uji- t dibagi menjadi dua, yaitu uji - T untuk sampel bebas ( *independent* ) dan uji - t untuk sampel berpasangan ( *paired* ).

Dalam lingkup uji – t untuk pengujian hipotesis 2 – sampel bebas, maka ada satu hal yang perlu mendapat perhatian, yaitu apakah ragam populasi ( ingat : ragam populasi, bukan ragam sampel ) diasumsikan *homogeny* ( sama atau tidak ). Jika ragam populasi diasumsikan sama, maka uji – t yang digunakan adalah uji – t dengan asumsi ragam homogen, sedangkan bila ragam populasi dari 2 – sampel tersebut tidak diasumsikan homogen, maka yang lebih tepat adalah menggunakan uji – t dengan asumsi ragam tidak homogen. Uji – t dengan ragam homogen dan tidak homogen memiliki rumus hitung yang berbeda.

Oleh karena itulah, apabila uji – t hendak digunakan untuk melakukan pengujian hipotesis terhadap 2 – sampel, maka harus dilakukan pengujian mengenai asumsi kehomogenan ragam populasi terlebih dahulu menggunakan uji – F. Menghasilkan probabilita sesuai dengan *student's t – test*.

#### 1. Ciri – ciri Distribusi uji – t

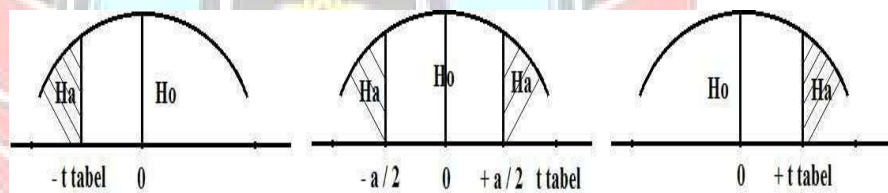
- Sampel yang diuji berukuran kecil (  $n < 30$  )
- Penentuan nilai tabel dilihat dari besarnya tingkat signifikan (  $\alpha$  ) dan besarnya derajat bebas (  $Db$  ).

## 2. Fungsi Pengujian Distribusi uji – t

- Untuk memperkirakan interval rata – rata
- Untuk menguji hipotesis tentang rata – rata satu sampel
- Menunjukkan batas penerimaan suatu hipotesis
- Untuk menguji suatu pernyataan apakah sudah layak untuk dipercaya

## 3. Langkah – langkah Uji Hipotesis

- Tentukan  $H_0$  dan  $H_a$
- Tentukan arah uji hipotesis ( satu arah atau dua arah )



- Tentukan tingkat signifikan (  $\alpha$  )
- Tentukan nilai derajat bebas
- Tentukan wilayah kritisnya atau nilai tabel  $t - \text{tabel} = (\alpha, D_b)$
- Tentukan nilai hitung (  $t \text{ hitung} = t_0$  )
- Tentukan keputusan
- Kesimpulan dan analisis

Menentukan kesimpulan dengan cara membandingkan nilai kritis ( nilai tabel ) dengan nilai hitungnya untuk kemudian menerima atau menolak hipotesa awal (  $H_0$  ).



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian yang dilakukan dalam tahap penyusunan laporan Tugas Akhir ini dilaksanakan mulai pada bulan Maret dan berakhir pada bulan Juli 2014 yang berlokasi di Grand Clarion Hotel Makassar.

#### B. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini, yaitu metode deskriptif kasuistik disertai bantuan uji statistik. Dalam proses ini juga meliputi adanya audit energi. Audit energi ini meliputi dua tahap, yakni audit energi awal dan audit energi rinci.

##### 1. Audit Energi Awal

Audit energi awal listrik dilakukan dengan mengacu pada standar audit energi listrik SNI 03 – 6196 – 2000. Profil pemakaian energi listrik dalam kegiatan perhotelan dikenali berdasarkan *historisis* pemakaian energi listrik.

a) Pengumpulan dan Penyusunan Data Energi Bangunan Hotel

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

- Dokumentasi bangunan hotel
  - Denah bangunan seluruh lantai
  - Denah instalasi pencahayaan bangunan seluruh lantai
  - Diagram garis tunggal listrik, lengkap dengan penjelasan penggunaan daya listriknya dan besarnya sambungan daya dari listrik serta besarnya daya listrik cadangan dari diesel *Generating Set* ( Gen – Set )
- Pembayaran rekening listrik bulanan bangunan hotel selama satu tahun terakhir
- Tingkat hunian bangunan hotel (*occupancy rate*)

b) Menghitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) bangunan

- Rincian luas bangunan dan luas total bangunan gedung (  $m^2$  )
- Konsumsi energi bangunan gedung per tahun ( kWh / tahun )
- Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) bangunan gedung per tahun ( kWh /  $m^2$  tahun )
- Biaya energi bangunan gedung ( Rp. / kWh )

## 2. Audit Energi Rinci

Audit energi rinci dilakukan apabila nilai Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) bangunan lebih besar dari target nilai IKE standar.

### a) Penelitian dan pengukuran konsumsi energi

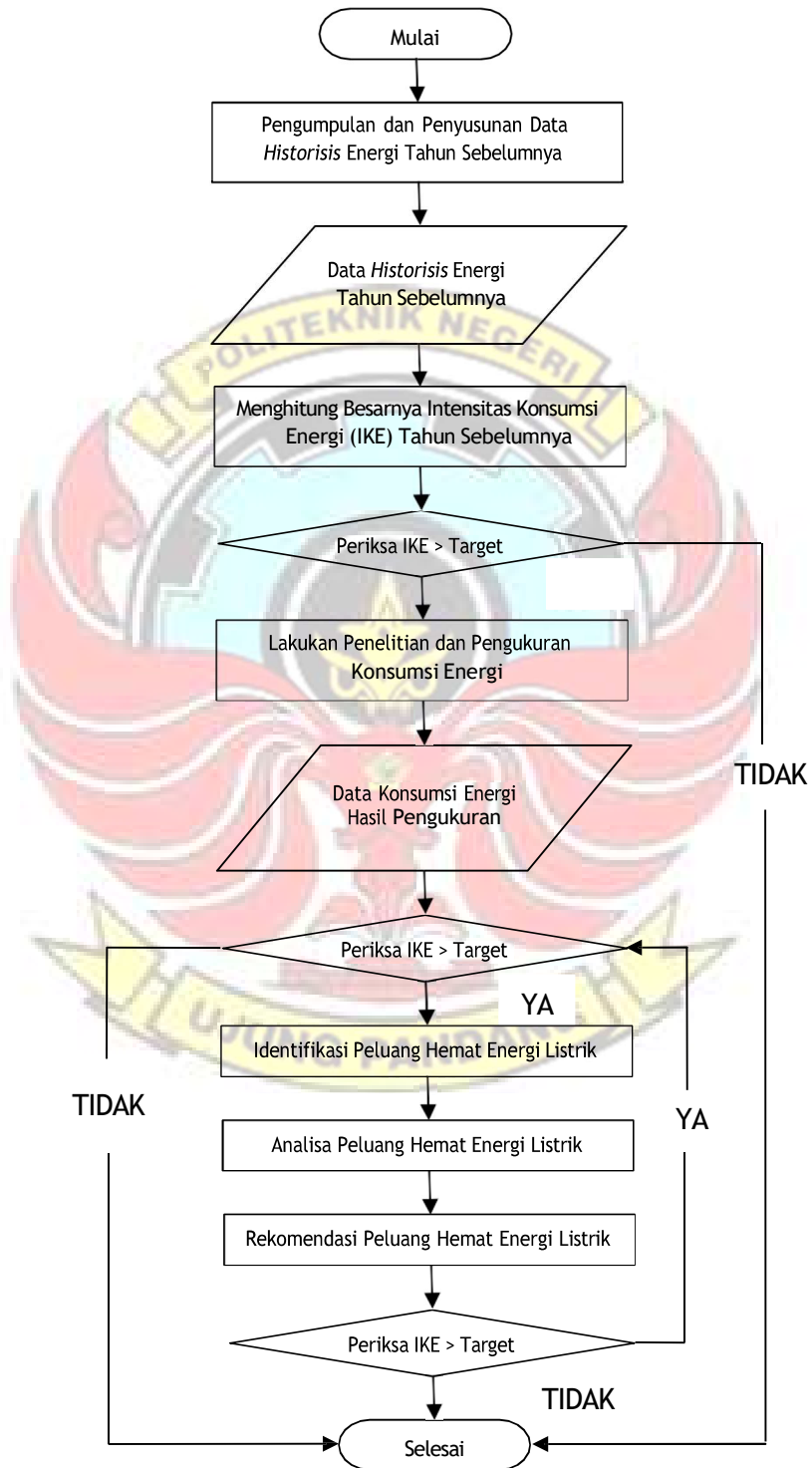
- Audit energi rinci perlu dilakukan bila audit energi awal memberikan gambaran nilai IKE listrik lebih dari nilai target yang ditentukan
- Audit energi rinci perlu dilakukan untuk mengetahui profil penggunaan energi pada bangunan gedung, sehingga dapat diketahui peralatan penggunaan energi apa saja 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

Pengukuran yang dilakukan adalah dengan mengukur pemakaian energi tiap unit peralatan yang bekerja di Grand Clarion Hotel Makassar.



### C. Alur Evaluasi Tugas Akhir



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Audit Energi Awal

##### 1. Pendahuluan

Dalam perhitungan audit energi awal ini akan dicari nilai Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) di Grand Clarion Hotel Makassar, dengan memanfaatkan data *historis* energi ( data yang diperoleh tanpa hasil pengukuran ) serta data-data bangunan yang telah tersedia luasan area kotor serta luasan area hotel yang dikondisikan.

Selain itu, juga akan dianalisis apakah IKE pada Grand Clarion Hotel Makassar telah sesuai dengan target atau standar IKE untuk perhotelan di Indonesia. Apabila melebihi standar IKE, maka pelaksanaan audit energi akan dilanjutkan ke tahap selanjutnya, yaitu audit energi rinci.

##### 2. Gambar Bangunan dan Luas Bangunan

Grand Clarion Hotel Makassar memiliki dua gedung, yakni Gedung A dan Gedung B. Gedung A memiliki jumlah kamar sebanyak 333 kamar sedangkan Gedung B memiliki jumlah kamar sebanyak 252 kamar sehingga total kamar sebanyak 585 kamar.



**Gambar 4** Bangunan Grand Clarion Hotel Makassar

Denah gedung secara detail dapat dilihat. Untuk luasan area Grand Clarion Hotel Makassar memiliki luas tanah tempat usaha sebesar 10.000 m<sup>2</sup> dan komposisi luas bangunan Grand Clarion Hotel Makassar adalah sebagai berikut :

**Tabel 1** Komposisi luas bangunan Grand Clarion Hotel Makassar

No.	Area	Bruto	Netto	Keterangan
		Area ( m <sup>2</sup> )	Area ( Conditioned ) ( m <sup>2</sup> )	
1	Lantai Basement	5641,425	5603,925	Non Room
2	Lantai Dasar	7218,22	7218,22	Non Room
3	Lantai Dua	4621,875	4621,875	Non Room
4	Lantai Tiga	4987	4987	Non Room
5	Lantai Lima	2702,412	2702,412	Room
6	Lantai Enam	2702,412	2702,412	Room
7	Lantai Tujuh	2883,5	2883,5	Room
8	Lantai Delapan	2883,5	2883,5	Room
9	Lantai Sembilan	2883,5	2883,5	Room
10	Lantai Sepuluh	2929,75	2929,75	Room
11	Lantai Sebelas	1368,5	1368,5	Room
12	Lantai Dua Belas	1368,5	1368,5	Room
13	Lantai Lima Belas	1368,5	1368,5	Room
14	Lantai Enam Belas	1368,5	1368,5	Room
15	Lantai Tujuh Belas	1448,5	1448,5	Room
<b>Total</b>		<b>46376,094</b>	<b>46338,594</b>	-----

**Tabel 2** Komposisi luas bangunan Grand Clarion Hotel Makassar Gedung A

No.	Area	Bruto	Netto	Room ( m <sup>2</sup> )	Non Room ( m <sup>2</sup> )
		Area ( m <sup>2</sup> )	Area ( Conditioned ) ( m <sup>2</sup> )		
1	Lantai Basement	4059,25	4059,25	-----	4059,25
2	Lantai Dasar	5240,5	5240,5	-----	5240,5
3	Lantai Dua	2402,5	2402,5	-----	5240,5
4	Lantai Tiga	2767,625	2767,625	-----	2767,625
5	Lantai Lima	1368,5	1368,5	937,5	-----
6	Lantai Enam	1368,5	1368,5	937,5	-----
7	Lantai Tujuh	1368,5	1368,5	937,5	-----
8	Lantai Delapan	1368,5	1368,5	937,5	-----
9	Lantai Sembilan	1368,5	1368,5	937,5	-----
10	Lantai Sepuluh	1368,5	1368,5	937,5	-----
11	Lantai Sebelas	1368,5	1368,5	937,5	-----
12	Lantai Dua Belas	1368,5	1368,5	937,5	-----
13	Lantai Lima Belas	1368,5	1368,5	937,5	-----
14	Lantai Enam Belas	1368,5	1368,5	1128,75	-----
15	Lantai Tujuh Belas	1448,5	1448,5	1166,25	-----
<b>Total</b>		<b>29603,375</b>	<b>29565,875</b>	<b>10732,5</b>	<b>14469,875</b>

**Tabel 3** Komposisi luas bangunan Grand Clarion Hotel Makassar Gedung B

No.	Area	Bruto	Netto	Room ( m <sup>2</sup> )	Non Room ( m <sup>2</sup> )
		Area ( m <sup>2</sup> )	Area ( Conditioned ) ( m <sup>2</sup> )		
1	Lantai Basement	1582,175	1582,175	-----	1582,175
2	Lantai Dasar	1977,72	1977,72	-----	1977,72
3	Lantai Dua	2219,375	2219,375	-----	2219,375
4	Lantai Tiga	2219,375	2219,375	-----	2219,375
5	Lantai Lima	2033,912	2033,912	1951,25	-----
6	Lantai Enam	2033,912	2033,912	1951,25	-----
7	Lantai Tujuh	2015,156	2015,156	1951,25	-----
8	Lantai Delapan	2015,156	2015,156	1951,25	-----
9	Lantai Sembilan	2015,156	2015,156	1951,25	-----
10	Lantai Sepuluh	2061,25	2061,25	1951,25	-----
<b>Total</b>		<b>20173,187</b>	<b>20173,187</b>	<b>11707,5</b>	<b>7998,645</b>

### 3. Sistem Distribusi Energi

Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di Grand Clarion Hotel Makassar menggunakan sumber energi listrik yang disuplai dari PLN dengan golongan tarif menengah. Grand Clarion Hotel Makassar memiliki tiga buah trafo dimana untuk Gedung A sebanyak dua buah dan Gedung B sebanyak satu buah.

Suplai listrik dari PLN untuk Gedung A dan Gedung B yang merupakan listrik tegangan tinggi diturunkan menjadi tegangan menengah melalui trafo penurun tegangan (*step down trafo*) dan masuk ke MVMDP (*Medium Volt Main Distribution Panel*). Setelah dari MVMDP lalu tegangan diturunkan lagi dengan trafo penurun tegangan dengan kapasitas 2000 kVA 20 kV / 0,4 kV dan trafo ini berjenis tiga fasa lalu diteruskan ke LVMDP (*Low Volt Main Distribution Panel*) dan setelah dari LVMDP energi listrik sudah menjadi tegangan rendah dan siap didistribusikan ke panel-panel di tiap-tiap unit pada Grand Clarion Hotel Makassar.

Grand Clarion Hotel Makassar juga memiliki empat buah *Generator Set* ( genset ), dimana untuk Gedung A memiliki dua buah genset dengan kapasitas masing-masing 1500 kVA dan Gedung B memiliki dua buah genset dengan masing-masing 1000 kVA.

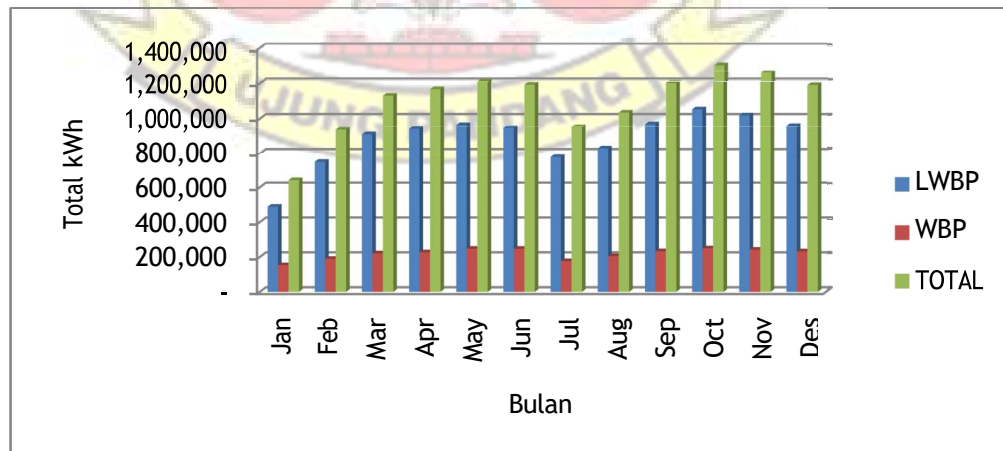
Pemanfaatan genset ini diperlukan hanya dalam keadaan darurat, yaitu pada saat listrik PLN mengalami gangguan. Dan prinsip pengoperasian antara genset dengan suplai listrik dari PLN dilakukan secara otomatis (*automatical switcher*), yaitu jika arus listrik dari PLN yang masuk ke MVMDP lebih kecil atau tidak ada, maka dengan segera genset akan beroperasi dan sebaliknya jika ada aliran arus listrik dari PLN, maka genset akan mati. Namun untuk tujuan dan pada kondisi tertentu pengoperasiannya dapat dilakukan secara manual.

#### 4. Data Konsumsi Energi

**Tabel 4** Data konsumsi energi listrik Tahun 2013

Bulan	LWBP ( kWh )	WBP ( kWh )	Total ( kWh )	Energy Cost ( Rp. )
Januari	488.520	153.160	641.680	1.005.651.680
Februari	747.090	189.315	936.405	942.535.000
Maret	909.880	221.330	1.131.210	1.084.174.520
April	940.680	227.360	1.168.040	1.158.792.800
Mei	964.440	247.800	1.212.240	1.359.386.160
Juni	946.080	247.600	1.193.680	1.340.399.720
Juli	775.520	176.400	951.920	1.093.981.680
Agustus	830.700	204.720	1.035.420	1.220.156.454
September	968.998	233.330	1.202.328	1.414.491.661
Oktober	1.053.610	249.820	1.303.430	1.602.597.480
November	1.019.300	242.300	1.261.600	1.551.445.500
Desember	959.090	232.810	1.191.900	1.467.918.210
<b>Maksimum</b>	<b>1.053.610</b>	<b>249.820</b>	<b>1.303.430</b>	<b>1.602.597.480</b>
<b>Minimum</b>	<b>488.520</b>	<b>153.160</b>	<b>641.680</b>	<b>942.535.000</b>
<b>Total</b>	<b>10.603.908</b>	<b>2.625.945</b>	<b>13.229.853</b>	<b>15.241.530.865</b>
<b>Rata-rata per Bulan</b>	<b>883.659</b>	<b>218.829</b>	<b>1.102.488</b>	<b>1.270.127.572</b>
<b>Rata-rata Per Hari</b>	<b>29.455</b>	<b>7.294</b>	<b>36.750</b>	<b>42.337.586</b>

Sumber Grand Clarion Hotel Makassar



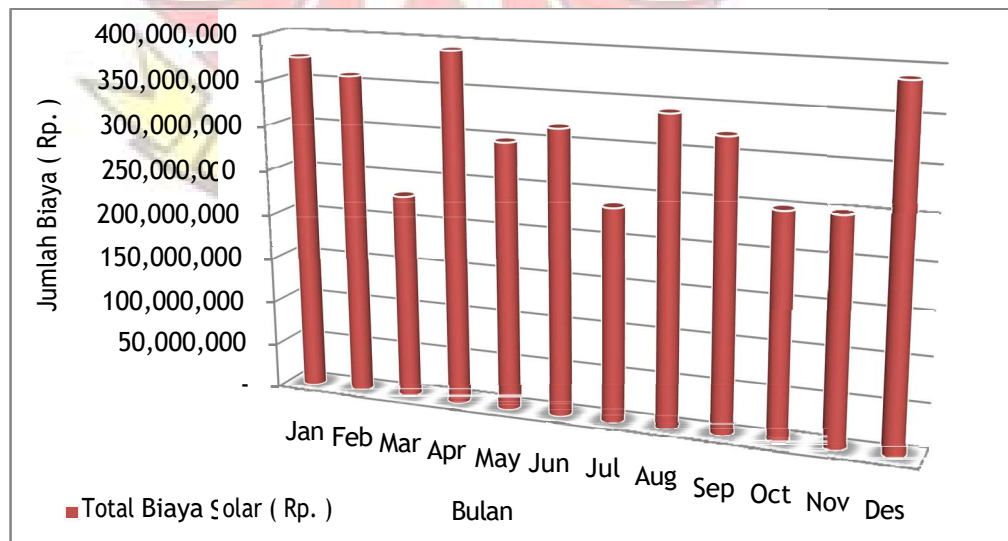
**Gambar 5** Grafik pemakaian energi listrik di Grand Clarion Hotel Makassar



**Tabel 5** Data konsumsi solar (*fuel*) Tahun 2013

Bulan	Pemakaian ( Liter )	Total Biaya Solar ( Rp. )
Januari	63.890	375.750.000
Februari	47.800	358.500.000
Maret	26.325	229.767.500
April	52.275	392.062.500
Mei	37.175	297.722.500
Juni	39.315	316.572.500
Juli	32.125	237.340.000
Agustus	66.780	340.000.000
September	38.780	320.850.000
Oktober	24.700	249.600.000
November	33.300	249.600.000
Desember	40.000	388.000.000
<b>Maksimum</b>	<b>66.780</b>	<b>392.062.500</b>
<b>Minimum</b>	<b>24.700</b>	<b>229.767.500</b>
<b>Total</b>	<b>502.465</b>	<b>3.755.765.000</b>
<b>Rata-rata per Bulan</b>	<b>41.872</b>	<b>312.980.417</b>
<b>Rata-rata per Hari</b>	<b>1.396</b>	<b>10.432.681</b>

Sumber Grand Clarion Hotel Makassar

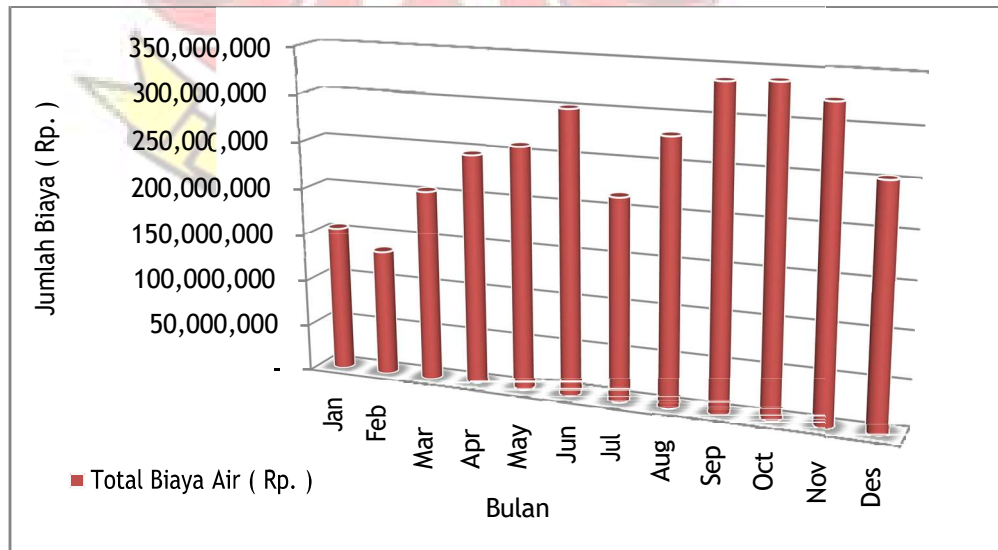


**Gambar 6** Grafik biaya pemakaian solar (*fuel*)

**Tabel 6** Data konsumsi air (*water*) Tahun 2013

Bulan	PDAM ( m <sup>3</sup> )	RO ( m <sup>3</sup> )	Total ( m <sup>3</sup> )	Total Biaya Air ( Rp. )
Januari	11.768	1.690	13.458	155.597.320
Februari	9.665	3.306	12.971	134.990.357
Maret	13.509	4.156	17.665	204.179.270
April	14.520	7.181	21.701	246.520.970
Mei	15.896	6.807	22.703	259.223.503
Juni	17.678	6.488	24.166	300.754.503
Juli	12.695	5.623	18.318	215.524.120
Agustus	16.525	5.181	21.706	280.634.120
September	19.829	4.890	24.719	336.811.503
Oktober	20.212	4.279	24.491	339.310.503
November	19.208	3.871	23.079	324.044.503
Desember	15.373	1.321	16.694	253.358.503
<b>Maksimum</b>	<b>20.212</b>	<b>7.181</b>	<b>24.719</b>	<b>339.310.503</b>
<b>Minimum</b>	<b>9.665</b>	<b>1.321</b>	<b>12.971</b>	<b>134.990.357</b>
<b>Total</b>	<b>186.878</b>	<b>54.793</b>	<b>241.671</b>	<b>3.050.949.175</b>
<b>Rata-rata per Bulan</b>	<b>15.573</b>	<b>4.566</b>	<b>20.139</b>	<b>254.245.765</b>
<b>Rata-rata per Hari</b>	<b>519</b>	<b>152</b>	<b>671</b>	<b>8.474.586</b>

Sumber Grand Clarion Hotel Makassar

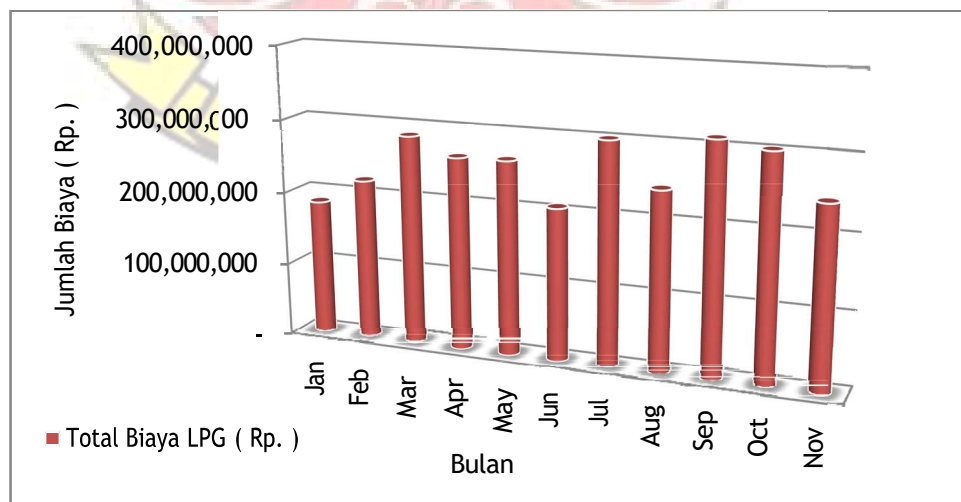


**Gambar 7** Grafik biaya pemakaian air (*water*)

**Tabel 7** Data konsumsi gas (*LPG*) Tahun 2013

<b>Bulan</b>	<b>Pemakaian ( kg )</b>	<b>Total Biaya LPG ( Rp. )</b>
Januari	16.576	185.190.000
Februari	15.210	219.920.000
Maret	18.912	285.715.000
April	19.062	262.125.000
Mei	19.084	263.325.000
Juni	12.480	206.520.176
Juli	19.084	300.467.500
Agustus	15.906	242.260.788
September	19.677	311.343.571
Oktober	16.576	301.993.471
November	15.210	243.900.758
Desember	18.912	----
<b>Maksimum</b>	<b>19.677</b>	<b>311.343.571</b>
<b>Minimum</b>	<b>12.480</b>	<b>185.190.000</b>
<b>Total</b>	<b>193.195</b>	<b>2.822.761.264</b>
<b>Rata-rata per Bulan</b>	<b>16.160</b>	<b>235.230.105</b>
<b>Rata-rata per Hari</b>	<b>539</b>	<b>7.841.004</b>

*Sumber Grand Clarion Hotel Makassar*



**Gambar 8** Grafik biaya pemakaian gas (*LPG*)

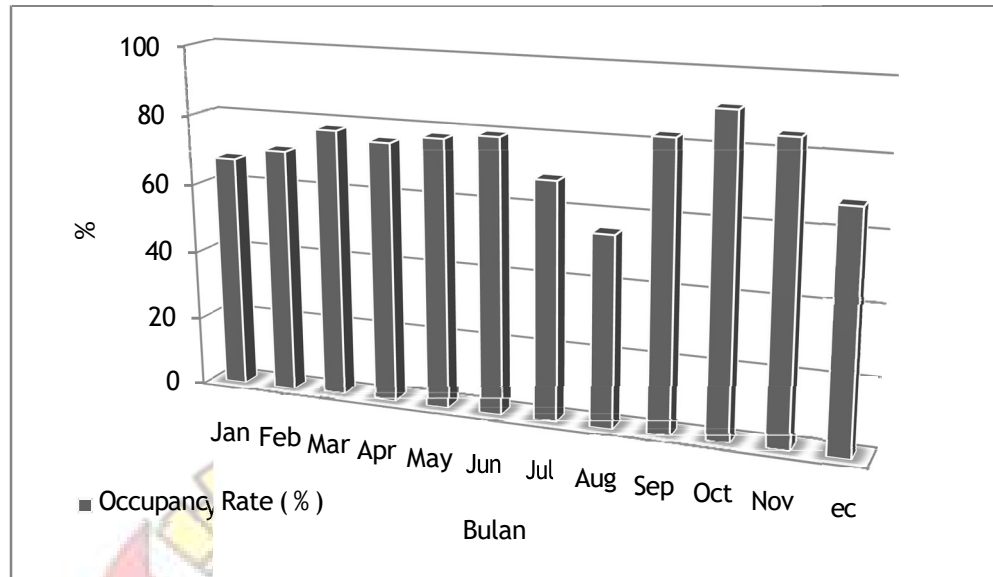
## 5. Data Tingkat Hunian (*Occupancy Rate*)

Tingkat hunian di Grand Clarion Hotel Makassar dengan hotel yang lain cukup bervariasi. Namun dari data yang ada dapat ditarik kesimpulan bahwa tingkat hunian di hotel sangat dipengaruhi oleh agenda-agenda baik itu yang ada di hotel maupun agenda hari libur pekanan atau libur besar yang ada, seperti hari raya, tahun baru, dan liburan sekolah.

Dari data *occupancy rate* tahun 2013 dapat dilihat pada Tabel 8 dan dapat dihitung bahwa rata-rata tingkat hunian di Grand Clarion Hotel Makassar adalah sebesar 74,9 %.

**Tabel 8** *Occupancy rate* Grand Clarion Hotel Makassar Tahun 2013

<b>Bulan</b>	<b><i>Occupancy Rate</i> ( % )</b>
Januari	67,5
Februari	70,8
Maret	77,9
April	75,5
Mei	77,8
Juni	79,4
Juli	68,6
Agustus	55,1
September	82,5
Oktober	90,8
November	84,8
Desember	68,0
<b>Rata – rata</b>	<b>74,9</b>



**Gambar 9** Grafik *occupancy rate* Grand Clarion Hotel Tahun 2013

## 6. Data Tingkat Konsumsi Energi

Dari data yang tertera pada Tabel 4 sampai pada Tabel 7 dapat dihitung tingkat konsumsi energi pada masing-masing jenis energi yang terpakai oleh hotel. Perincian data tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

### a. Konsumsi Energi Listrik

Dari Tabel 4 langsung dapat dihitung jumlah energi listrik total yang dikonsumsi hotel selama tahun 2013 dan juga jumlah total biaya yang harus dibayar untuk pengadaan energi listrik pada periode tersebut. Total energi listrik ( kWh ) adalah sebesar 13.229.853 kWh dan ini senilai dengan Rp. 15.241.530.865,-. PLN memberikan harga jual untuk Grand Clarion Hotel Makassar periode 2013, yaitu sebagai berikut :

- Januari ( LBP = Rp. 800,- dan BP = Rp. 1200,- )
- Februari – Maret ( LBP = Rp. 880,- dan BP = Rp. 1320,- )
- April – Juni ( LBP = Rp. 925,- dan BP = Rp. 1385,- )
- Juli – September ( LBP = Rp. 975,- dan BP = Rp. 1462,- )
- Oktober – Desember ( LBP = Rp. 1020,- dan BP = Rp. 1530,- )

Harga rata – rata untuk BP ( Beban Puncak ) adalah Rp. 1415,-

Harga rata – rata untuk LBP ( Luar Beban Puncak ) adalah Rp. 945,-

Biaya pemakaian energi listrik adalah sebagai berikut :

1) Tarif WBP ( Waktu Beban Puncak ) per kWh dari PLN

Harga Rp. 1415,- / kWh berlaku pukul 18:00 s/d 22:00 WITA

( 4 jam )

2) Tarif LWBP ( Luar Waktu Beban Puncak ) per kWh dari PLN

Harga Rp. 945,- / kWh berlaku pukul 22:00 s/d 18:00 WITA

( 18 jam )

Untuk mengetahui nilai tarif rata – rata listrik adalah :

$$\bullet \text{ WBP} = \text{Rp. } 1415,- / \text{kWh} \times 4 \text{ jam} = \text{Rp. } 5660,- \text{ jam} / \text{kWh}$$

$$\bullet \text{ LWBP} = \text{Rp. } 945,- / \text{kWh} \times 18 \text{ jam} = \text{Rp. } 17.010,- \text{ jam} / \text{kWh} +$$

$$\text{Total} = \text{Rp. } 22.670,- \text{ jam} / \text{kWh}$$

Sehingga tarif rata – rata per kWh jam didapatkan, yaitu sebesar :

$$= \frac{\text{Rp. } 22.670,00 \text{ jam/kWh}}{24 \text{ jam}}$$

$$= \text{Rp. } 944,59,- / \text{kWh}$$

**b. Konsumsi Solar ( Fuel )**

Berdasarkan Tabel 5, dapat dihitung jumlah solar terpakai dan jumlah biaya yang harus dikeluarkan untuk pengadaan solar tersebut. Jumlah solar yang terpakai selama periode 2013 adalah sebanyak 502.465 liter. Sedangkan biaya untuk pengadaan solar selama periode tersebut adalah sebesar Rp. 3.755.765.000,-.

**c. Konsumsi Air ( Water )**

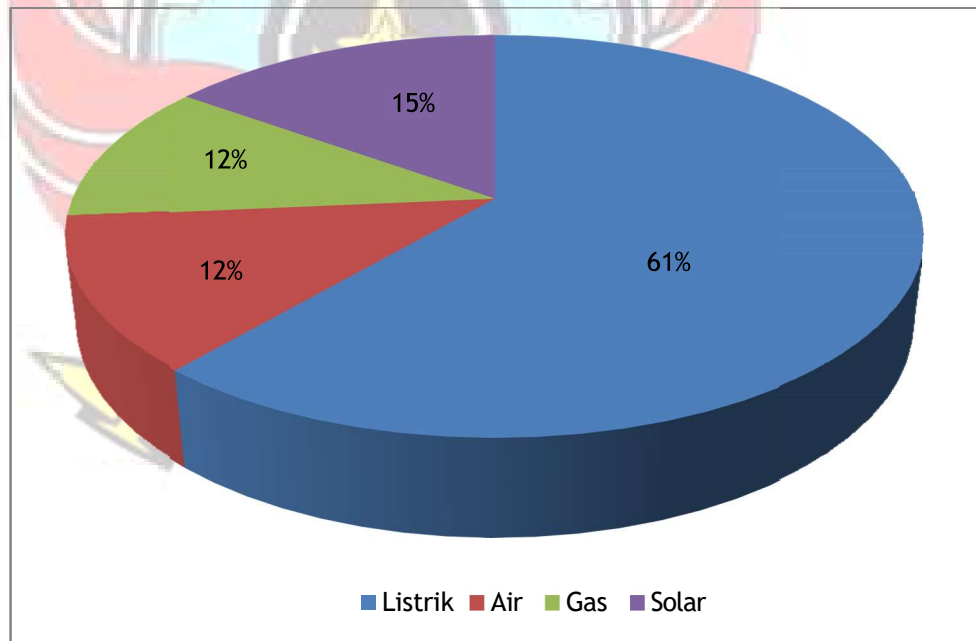
Berdasarkan Tabel 6, dapat diketahui berapa besar penggunaan air di Grand Clarion Hotel Makassar selama tahun 2013. Untuk banyaknya pemakaian air PDAM sebesar 186.878 m<sup>3</sup> dan RO sebesar 54.793 m<sup>3</sup> sehingga total pemakaian air sebanyak 241.671 m<sup>3</sup>. Sedangkan biaya untuk pengadaan air selama periode tersebut sebesar Rp. 3.050.949.175,-.

**d. Konsumsi Gas ( LPG )**

Berdasarkan Tabel 7, dapat dihitung jumlah gas ( LPG ) terpakai dan jumlah biaya yang harus dikeluarkan untuk pengadaan gas tersebut. Jumlah gas yang terpakai selama periode tersebut adalah sebanyak 193.915 kg. Sedangkan biaya untuk pengadaan gas selama periode tersebut adalah sebesar Rp. 2.822.761.264,-.

**Tabel 9** Prosentase pemakaian energi Tahun 2013

<b>Energi</b>	<b>Total Biaya ( Rp. / tahun )</b>	<b>Persentase ( % )</b>
Listrik	Rp. 15.241.530.865,-	61,28
Solar	Rp. 3.755.765.000,-	15,10
Air	Rp. 3.050.949.175,-	12,27
Gas	Rp. 2.822.761.264,-	11,35
<b>Total</b>	<b>Rp. 24.871.006.304,-</b>	<b>100</b>



**Gambar 10** Grafik prosentase biaya pemakaian energi Tahun 2013



Jika dilakukan analisis dari diagram pemakaian energi di Grand Clarion Hotel Makassar dapat ditarik kesimpulan bahwa biaya konsumsi energi listrik cukup besar, yakni sebesar 61,28 % dan menempati posisi pertama dalam biaya pemakaian energi yang ada di Grand Clarion Hotel Makassar dibandingkan biaya konsumsi energi yang lain. Oleh karena itu audit energi diutamakan pada audit energi listrik. Maka untuk pembahasan nantinya audit energi akan diprioritaskan pada energi listrik.

#### 7. Menghitung Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) per Bulan

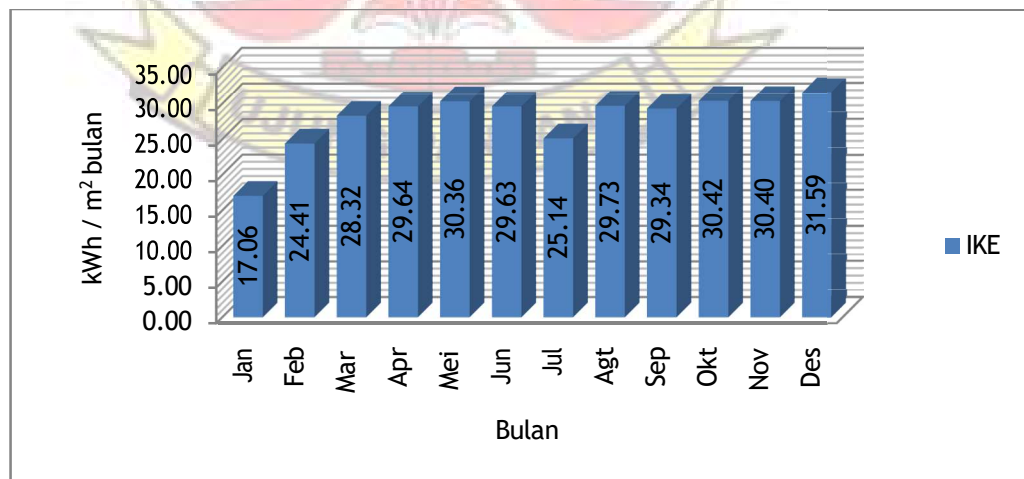
Dari data konsumsi energi dan data luasan bangunan serta tingkat *occupancy rate* di hotel, maka dapat dihitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) Grand Clarion Hotel Makassar per bulan selama satu tahun terakhir mulai dari Januari s/d Desember 2013. Adapun perhitungan IKE listrik untuk bulan Januari adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{IKE} &= \frac{\text{kWh total}}{(\text{Occupancy Rate} \times \text{Area Room}) + (\text{Area Non Room})} \\
 &= \frac{641.680}{(0,675 \times 22.440) + (22.468,52)} \\
 &= 17,05 \text{ kWh / m}^2 \text{ bulan}
 \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan pada bulan-bulan lainnya dapat dilihat pada Tabel 10.

**Tabel 10** Nilai IKE listrik per bulan

<b>Bulan</b>	<b>Total ( kWh )</b>	<b>Occupancy Rate ( % )</b>	<b>IKE ( kWh / m<sup>2</sup> bulan )</b>
Januari	641.680	67,5	17,06
Februari	936.405	70,8	24,41
Maret	1.131.210	77,9	28,32
April	1.168.040	75,5	29,64
Mei	1.212.240	77,8	30,36
Juni	1.193.680	79,4	29,63
Juli	951.920	68,6	25,14
Agustus	1.035.420	55,1	29,73
September	1.202.328	82,5	29,34
Oktober	1.303.430	90,8	30,42
November	1.261.600	84,8	30,40
Desember	1.191.900	68,0	31,59
<b>Rata-rata</b>	<b>1.102.488</b>	<b>74,9</b>	<b>28</b>



**Gambar 11** Grafik IKE per bulan periode 2013

Dari hasil perhitungan di atas dapat diketahui bahwa besarnya rata-rata Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) listrik bulanan adalah sebesar 28 kWh / m<sup>2</sup> bulan dengan rata-rata konsumsi energi listrik sebesar 1.102.488 kWh dan nilai rata-rata *occupancy rate* sebesar 74,9 %. Sedangkan target IKE per satuan luas yang dikondisikan untuk perhotelan adalah 25 kWh / m<sup>2</sup> bulan.

### 8. Menghitung Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) Tahun

Dari data konsumsi energi dan data luasan bangunan serta tingkat *occupancy rate* di hotel, maka dapat dihitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) Grand Clarion Hotel Makassar selama satu tahun terakhir dengan periode bulan Januari s/d Desember 2013. Adapun perhitungan IKE listrik adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{IKE} &= \frac{\text{kWh total}}{(\text{Occupancy Rate} \times \text{Area Room}) + (\text{Area Non Room})} \\
 &= \frac{13.229.853}{(0,749 \times 22.440) + (22.468,52)} \\
 &= 336,84 \text{ kWh / m}^2 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat diperoleh besarnya IKE listrik mula-mula per satuan luas yang dikondisikan (*net area*) adalah 336,84 kWh / m<sup>2</sup> tahun. Sedangkan target IKE per satuan luas yang dikondisikan untuk perhotelan adalah 300 kWh / m<sup>2</sup> tahun. Maka IKE Grand Clarion Hotel

Makassar lebih besar daripada target IKE listrik atau dapat dikatakan pemakaian energi listrik di Grand Clarion Hotel Makassar terlalu berlebihan, sehingga perlu dilakukan audit rinci lebih lanjut. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan besar IKE akhir yang mendekati atau kurang dari target IKE atau walaupun lebih dari target IKE tapi lebih rendah dari mula-mula.

Berdasarkan data hasil audit energi awal di atas, maka untuk proses audit energi serta melakukan *saving cost* yang cukup *significant*, maka untuk proses audit energi rinci akan lebih dititik beratkan pada energi listrik.

## 9. Uji Statistik dan Hipotesis

Setelah dilakukan perhitungan nilai IKE, maka IKE listrik diperiksa dengan mengacu pada standar yang ditetapkan oleh ASEAN – USAID tahun 1987. Pemeriksaan dilakukan untuk menguji hasil nilai IKE bulanan yang didapat apakah sudah layak untuk dipercaya. Pengujian dilakukan pada bulan Januari s/d Desember 2013. Pemeriksaan kesesuaian menggunakan bantuan pengujian statistik uji distribusi – t ( uji – t ). Standar IKE sebesar 300 kWh / m<sup>2</sup> tahun atau 25 kWh / m<sup>2</sup> bulan bagi apartemen atau perhotelan dinilai cukup konservatif sebagai patokan dasar pada pemeriksaan ini.

**a. Analisis**

1) Hipotesis

Audit rinci akan dilakukan jika standar nilai Intensitas Konsumsi Energi yang ditetapkan melebihi dari 300 kWh / m<sup>2</sup> tahun atau 25 kWh / m<sup>2</sup> bulan. Dengan demikian digunakan pengujian satu arah, sisi kanan.

$$H_0 : \mu \leq 25 \text{ kWh / m}^2 \text{ bulan}$$

$$H_a : \mu > 25 \text{ kWh / m}^2 \text{ bulan}$$

2) Tingkat signifikansi (  $\alpha$  ) yang digunakan pada penelitian ini adalah sebesar 5 %.

3) Untuk mengetahui nilai derajat bebas adalah :

$$\begin{aligned} D_b &= n - 1 \\ &= 12 - 1 \\ &= 11 \end{aligned}$$

4) Untuk menentukan wilayah kritisnya atau nilai T tabel adalah :

$$\begin{aligned} T \text{ tabel} &= (\alpha ; D_b) \\ &= (0,05 ; 11) \\ &= 1,796 \end{aligned}$$

5) Nilai Standar Deviasi ( s )

Untuk perhitungan standar deviasi perbedaan sampel dengan mengambil sampel ( n ) sebanyak 12 bulan dari bulan Januari s/d Desember dapat dihitung sebagai berikut :

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{54,35}{12-1}} = 2,23$$

Untuk mempermudah perhitungan standar deviasi dapat dilihat pada Tabel 11 di bawah ini.



**Tabel 11** Standar deviasi sampel

Bulan	Nilai IKE ( kWh / m <sup>2</sup> bulan )		Perbedaan ( d )	d - d <sub>i</sub>	( d - d <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>
	Perhitungan	Standart			
Januari	17,06	25	7,94	3,52	12,36
Februari	24,41	25	0,59	-3,83	14,71
Maret	28,32	25	3,32	-1,11	1,23
April	29,64	25	4,64	0,21	0,05
Mei	30,36	25	5,36	0,94	0,88
Juni	29,63	25	4,63	0,21	0,04
Juli	25,14	25	0,14	-4,28	18,35
Agustus	29,73	25	4,73	0,30	0,09
September	29,34	25	4,34	-0,90	0,01
Oktober	30,42	25	5,42	1,00	1,00
November	30,40	25	5,40	-0,98	0,95
Desember	31,59	25	6,59	2,17	4,70
			∑ d = <b>53,10</b>		∑ ( d - d <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>
			<b>d<sub>i</sub> = 4,42</b>		<b>= 54,35</b>

6) Nilai Hitung (  $t_o$  )

Nilai Hitung (  $t_o$  ) dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut :

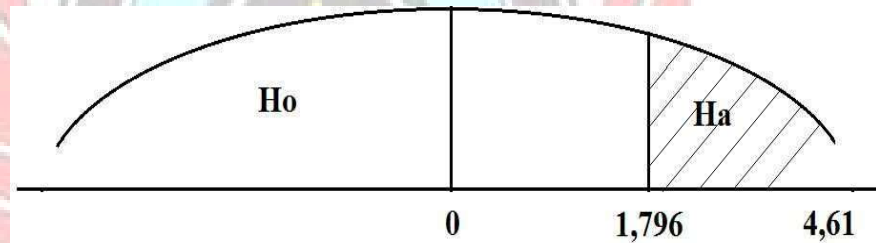
$$t_o = \frac{\bar{x} - \mu}{s / \sqrt{n}}$$

$$t_o = \frac{28 - 25}{2,23 / \sqrt{12}}$$

$$t_o = 4,61$$

7) Kesimpulan

Karena  $t$  hitung (  $t_o$  ) = 4,61 berada di luar selang  $1,796 > t$ , maka tolak  $H_o$  dan terima  $H_a$ .



**Gambar 12** Kurva hasil pengujian distribusi  $t$  satu arah sisi kanan

**b. Hasil Pengujian**

Nilai  $t$  hitung = 4,61 lebih besar daripada nilai  $t$  tabel = 1,796. Dengan demikian kita tolak  $H_o$  yang menyatakan bahwa bila nilai IKE yang didapat tidak melebihi dari standar IKE, yakni sebesar 25 kWh / m<sup>2</sup> bulan, maka audit rinci tidak perlu dilaksanakan. Dengan kata lain kita menerima  $H_a$ , yaitu bahwa nilai IKE yang didapat melebihi dari standar IKE.



Jadi hipotesis berlaku, yakni bahwa nilai rata-rata IKE bulanan selama satu tahun terakhir periode 2013 pada Grand Clarion Hotel Makassar melebihi kriteria nilai standar IKE yang ditetapkan oleh ASEAN – USAID tahun 1987 dan akan dilakukan audit rinci.

## **B. Audit Energi Rinci**

Dari hasil perhitungan data *historis* hotel dapat dilihat bahwa penyumbang terbesar dalam hal jumlah energi yang dikonsumsi dan berimbas pada besarnya biaya pengeluaran adalah energi listrik, yaitu sebesar 61 %.

Disamping itu, dari analisis audit energi awal, juga diperoleh harga Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) cukup besar bahkan melebihi target IKE untuk perhotelan Indonesia, yaitu 336,84 kWh / m<sup>2</sup> tahun atau 28 kWh / m<sup>2</sup> bulan. Oleh karena itu pada bab ini akan diukur berapa besar konsumsi energi listrik sesungguhnya dan diharapkan dari pengukuran dapat mendekati proses yang sebenarnya ( mendekati sistem ) serta besar IKE listrik dari hasil pengukuran yang dilakukan di Grand Clarion Hotel Makassar.

Untuk pengecekan serta perhitungan nilai konsumsi listrik ( energi listrik yang sebenarnya, digunakan data arus yang diukur pada masing – masing panel. Untuk mengukur arus, digunakan peralatan, seperti *digital clamp meter* ( tang ampere ) dan pencatat waktu ( jam ).

Jika hasil dari perhitungan IKE listrik berdasarkan data arus dan kWh meter terukur pada Grand Clarion Hotel Makassar yang nantinya masih melebihi

besar dari target IKE listrik, maka akan dilakukan usaha-usaha untuk penghematan energi yang diharapkan akan menurunkan harga IKE listrik pada Grand Clarion Hotel Makassar. Dan usaha-usaha penghematan yang akan dilakukan nantinya akan lebih difokuskan pada peralatan yang menggunakan energi listrik yang sangat besar. Hal itu dimaksudkan agar usaha-usaha yang dilakukan untuk penghematan energi akan sangat berarti ( *signifikan* ) dan tentunya akan berimplikasi pada penghematan anggaran pengeluaran.

## 1. Data dan Perhitungan

### a. Data dan Hasil Pengukuran

Perhitungan energi listrik dilakukan dengan menggunakan data berdasarkan pada nilai terukur yang terbaca pada kWh meter di tiap-tiap unit yang terletak pada ruang kontrol panel ( *control panel room* ) dan melakukan pengukuran langsung menggunakan *digital clamp* di Grand Clarion Hotel Makassar.

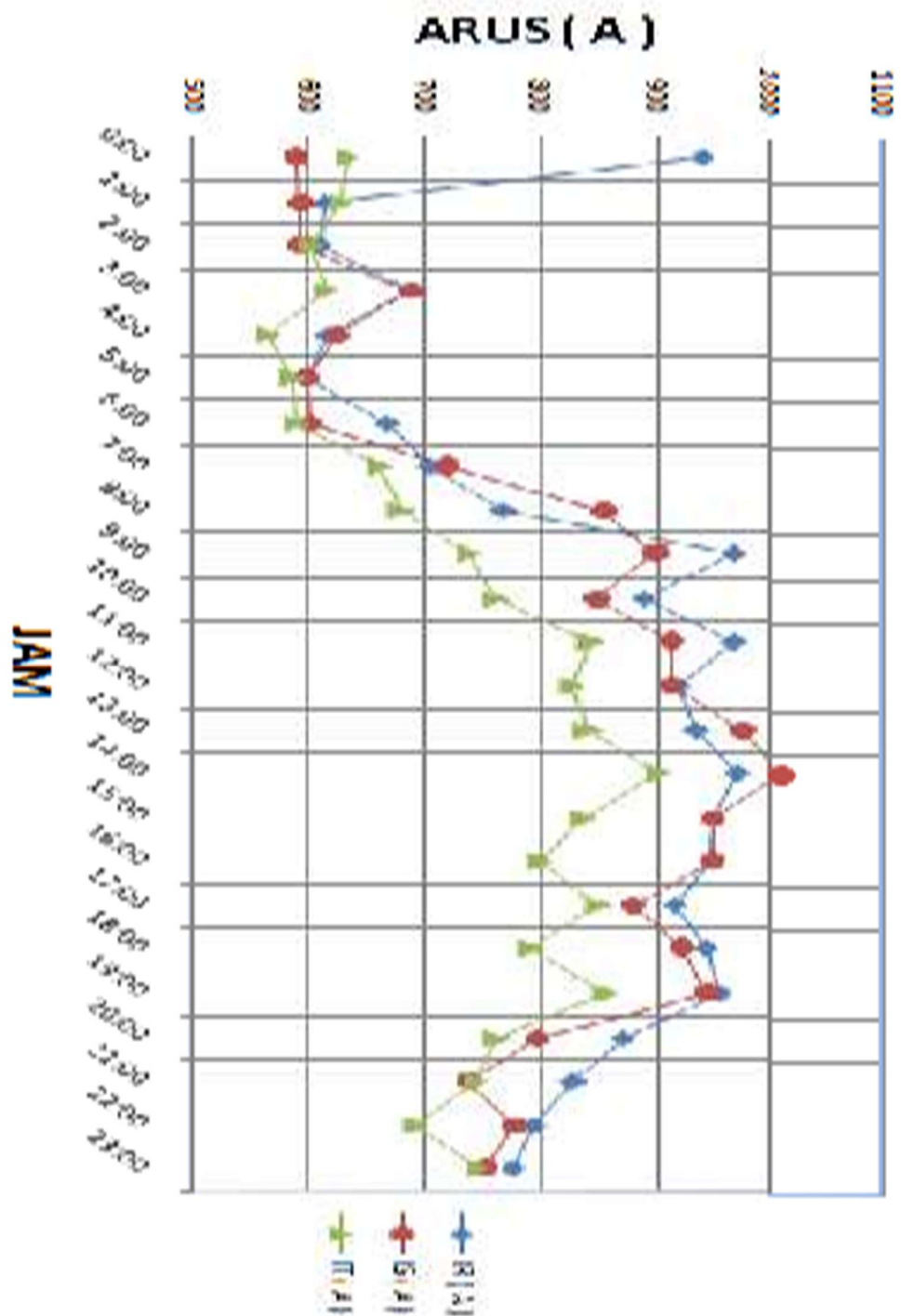
Peralatan-peralatan yang disediakan adalah jam tangan dan *digital clamp meter* yang berfungsi untuk mengukur arus, sedangkan untuk kWh cukup dengan melakukan pengamatan langsung di gardu induk pada tanggal 2 Mei 2014 sampai 10 Mei 2014. Untuk pengukuran beban-beban listrik dilakukan di SDP ( *Sub Distribution Panel* ) pada tanggal 14 Mei 2014 selama 24 jam dengan hasil pengukuran sebagai berikut :

**Tabel 12** Hasil pengukuran arus listrik di Grand Clarion Hotel Makassar untuk Gedung A

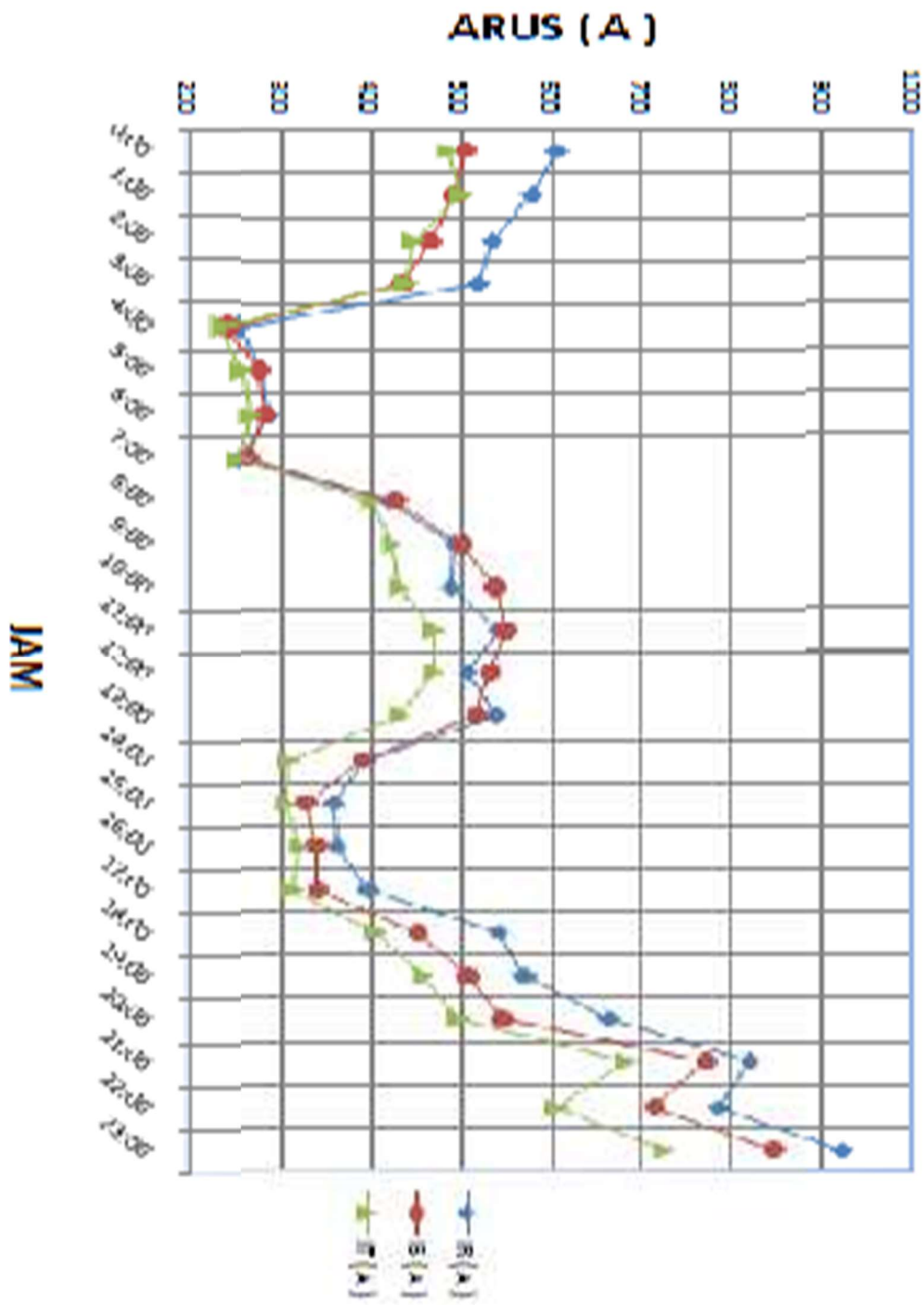
Pukul	Panel LVMDP 1 ( 3200 A )			MDP Hotel ( 3200 A )			Panel LVMDP 2 ( 3200 A )			SDP Entertainment ( 3200 A )			MDP Convention ( 1600 A )		
	R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T
00.00	942	592	637	604	603	603	606	508	488	642	544	569	5	35	12
01.00	616	593	631	566	583	617	581	495	501	633	536	587	0	44	12
02.00	613	593	604	580	587	575	538	466	447	593	495	518	0	32	10
03.00	690	687	617	557	563	551	522	437	441	545	470	490	0	32	14
04.00	618	628	567	564	595	572	257	244	237	250	225	243	0	40	22
05.00	599	600	587	515	580	577	280	277	258	260	222	237	10	36	21
06.00	670	603	591	649	586	598	287	283	268	167	152	181	64	91	45
07.00	704	721	664	653	717	660	256	265	255	165	169	205	101	127	80
08.00	768	852	680	743	831	720	420	429	404	279	278	317	185	220	157
09.00	969	898	740	877	844	749	493	503	426	343	338	346	159	191	149
10.00	891	846	762	842	851	761	492	540	434	352	365	388	150	199	148
11.00	967	914	843	827	830	766	544	551	471	429	423	415	150	183	143
12.00	919	914	829	857	935	840	511	535	473	390	406	405	150	195	149
13.00	935	974	841	852	891	802	541	519	435	419	385	385	148	185	140

(lanjutan Tabel 12)

Pukul	Panel LVMDP 1 ( 3200 A )			MDP Hotel ( 3200 A )			Panel LVMDP 2 ( 3200 A )			SDP Entertainment ( 3200 A )			MDP Convention ( 1600 A )		
	R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T
14.00	972	1010	903	881	923	823	395	392	309	360	343	324	30	61	47
15.00	951	951	838	848	892	805	358	329	307	309	282	281	63	73	48
16.00	948	951	801	878	948	813	365	340	322	319	295	295	52	75	44
17.00	918	881	849	885	853	872	398	342	314	362	310	344	14	46	0
18.00	945	923	792	855	877	831	546	453	406	586	473	461	7	53	0
19.00	955	944	856	856	893	872	572	510	461	599	526	473	7	32	0
20.00	873	800	762	834	811	803	663	547	497	632	556	533	4	33	0
21.00	829	739	745	788	730	760	823	773	683	853	771	732	5	33	0
22.00	795	777	692	757	757	740	787	716	607	790	729	704	3	10	0
23.00	777	755	748	727	758	793	922	848	727	952	915	864	3	20	0



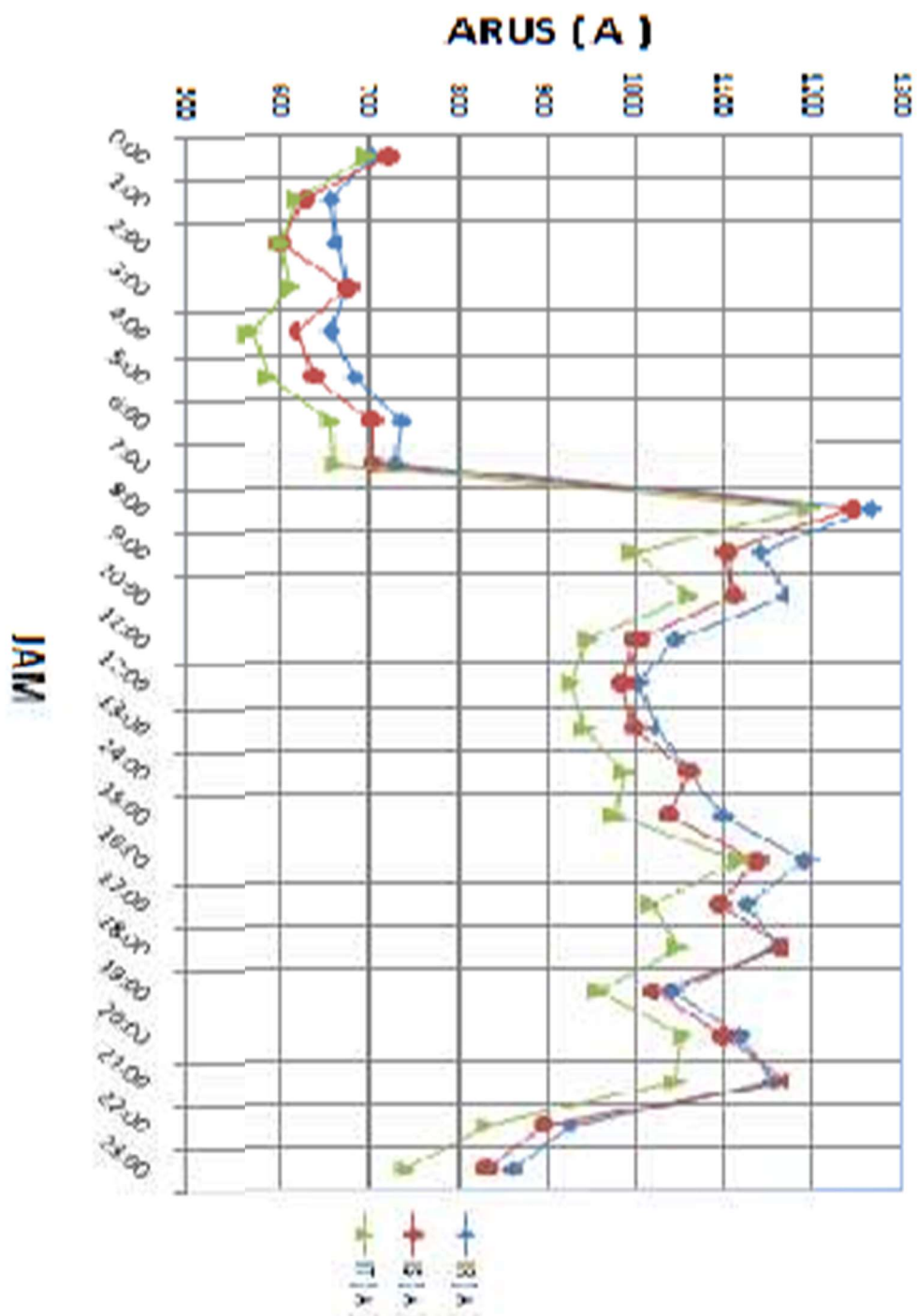
Gambar 13 Grafik pemakaian beban di LVMDP 1 untuk Gedung A



Gambar 14 Grafik pemakaian beban di LVMDP 2 untuk Gedung A

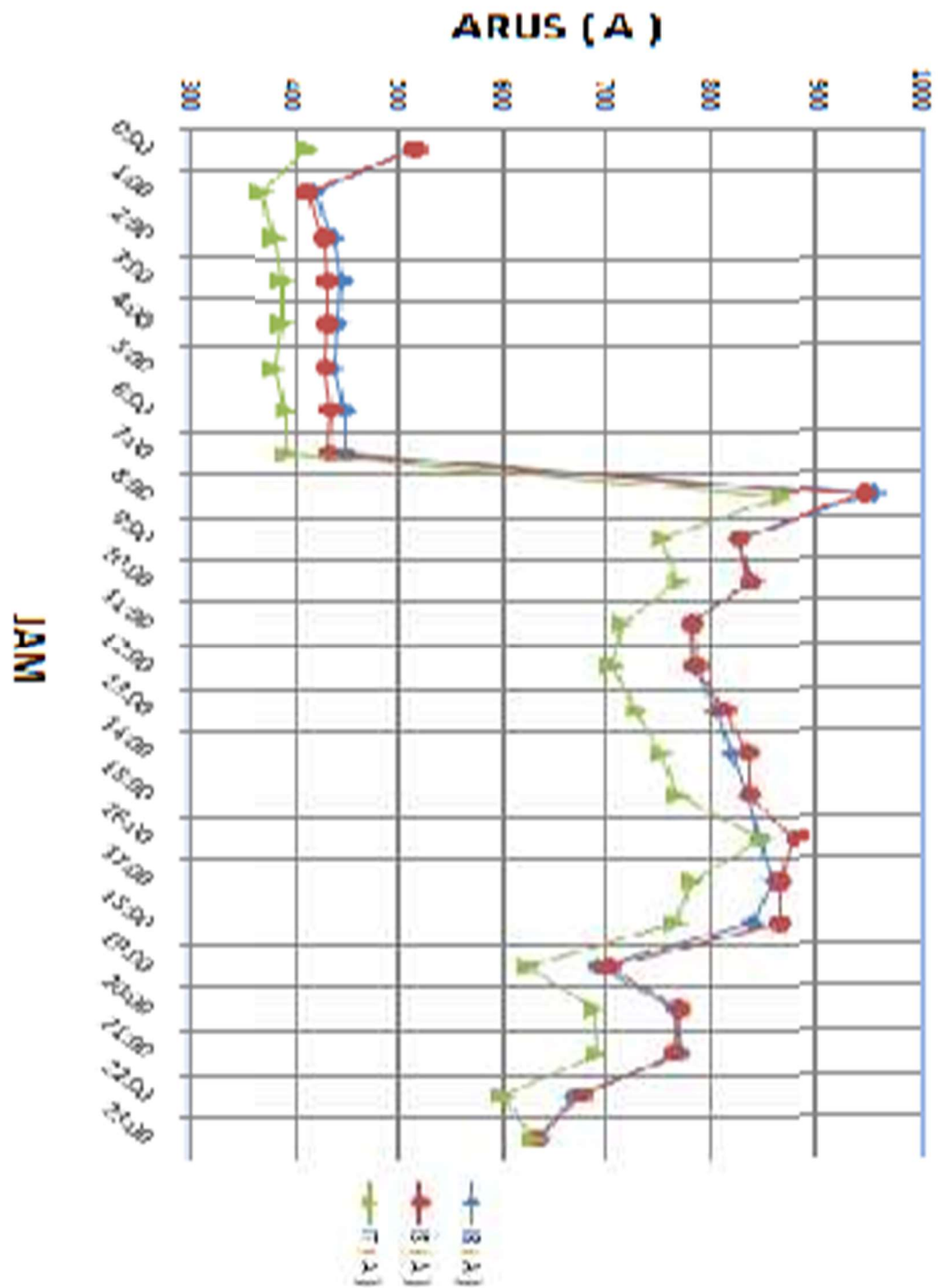
**Tabel 13** Hasil pengukuran arus listrik di Grand Clarion Hotel Makassar untuk Gedung B

Pukul	Panel LVMDP ( 2000 A )			SDP Chiller ( A )		
	R	S	T	R	S	T
00.00	705	724	701	514	515	410
01.00	660	628	620	418	411	366
02.00	666	600	602	440	427	381
03.00	677	676	613	445	432	387
04.00	658	621	570	443	431	387
05.00	685	638	589	440	430	381
06.00	741	704	659	448	435	392
07.00	731	705	664	447	433	390
08.00	1265	1242	1195	955	946	870
09.00	1142	1100	997	826	828	753
10.00	1170	1110	1061	840	838	770
11.00	1045	1000	948	780	782	714
12.00	1000	986	930	783	786	705
13.00	1023	999	942	806	812	729
14.00	1061	1058	988	820	835	751
15.00	1098	1035	978	836	837	769
16.00	1189	1135	1116	847	882	851
17.00	1126	1092	1016	861	866	782
18.00	1158	1167	1046	840	866	764
19.00	1038	1019	958	693	700	624
20.00	1117	1098	1053	764	770	688
21.00	1154	1172	1043	773	764	691
22.00	930	896	833	669	675	600
23.00	861	831	745	638	632	631



Gambar 15 Grafik pemakaian beban di LVMDP untuk Gedung B





Gambar 16 Grafik pemakaian beban di SDP Chiller untuk Gedung B

**Tabel 14** Hasil pengukuran kWh meter di Grand Clarion Hotel Makassar

<b>Tanggal</b>	<b>Nilai Terbaca BP kWh ( x 4000 )</b>	<b>Nilai Terbaca LBP kWh ( x 4000 )</b>	<b>Nilai Terbaca Total kWh ( x 4000 )</b>	<b>Pemakaian kWh ( x 4000 )</b>
02/05/2014	1296,79	5405,62	6702,41	10,07
03/05/2014	1298,87	5413,61	6712,48	9,85
04/05/2014	1301,07	5421,26	6722,33	10,38
05/05/2014	1303,04	5429,67	6732,71	10,76
06/05/2014	1305,16	5438,31	6743,47	12,19
07/05/2014	1307,55	5448,11	6755,66	11,23
08/05/2014	1309,58	5457,31	6766,89	11
09/05/2014	1311,82	5466,07	6777,89	11,28
10/05/2014	1314,19	5474,98	6789,17	----
<b>Total Pemakaian</b>				<b>86,76</b>
<b>Rata-rata per hari</b>				<b>10,845 ( 43380 )</b>

**b. Perhitungan dan Analisis**

Dari data kWh meter di atas apabila nilai rata –rata per hari, maka akan didapatkan nilai sebesar 43380 kWh / hari. Nilai kWh ini berada pada bulan Mei 2014 dengan tingkat hunian ( *occupancy rate* ) sebesar 77,8 % sehingga untuk satu bulan ini nilai kWh nya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= 43380 \text{ kWh } \times 31 \text{ hari} \\
 &= 1.344.780 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Untuk bulan Juni tingkat hunian (*occupancy rate*) sebesar 79,4 % dan bulan selanjutnya akan digunakan metode pendekatan sebagai berikut :

$$= \frac{79,4}{77,8} \times 1.344.780 \text{ kWh}$$

$$= 1.372.436,144 \text{ kWh}$$

Sehingga dapat dihasilkan nilai kWh per bulannya sebagai berikut :

**Tabel 15** Konsumsi energi listrik per bulan Tahun 2013 di Grand Clarion Hotel Makassar

Bulan	Occupancy Rate (%)	kWh
Januari	67,5	1.166.743,57
Februari	70,8	1.223.784,37
Maret	77,9	1.346.508,51
April	75,5	1.305.024,29
Mei	77,8	1.344.780,00
Juni	79,4	1.372.436,14
Juli	68,6	1.185.757,17
Agustus	55,1	952.408,46
September	82,5	1.426.019,92
Oktober	90,8	1.569.486,17
November	84,8	1.465.775,63
Desember	68,0	1.175.386,12
<b>Total</b>		<b>15.534.110,36</b>

Sehingga nilai Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) dapat dihitung, yaitu sebesar :

$$\begin{aligned} \text{IKE} &= \frac{\text{kWh total}}{(\text{Occupancy Rate} \times \text{Area Room}) + (\text{Area Non Room})} \\ &= \frac{15.534.110,36}{(0,749 \times 22.440) + (22.468,52)} \\ &= 395,51 \text{ kWh / m}^2 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas dapat diperoleh besarnya Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) listrik hasil pengukuran ( audit energi rinci ) per satuan luas yang dikondisikan ( *net area* ) adalah sebesar 395,51 kWh / m<sup>2</sup> tahun. Dari hasil audit awal diperoleh nilai IKE listrik per satuan luas yang dikondisikan adalah sebesar 336,84 kWh / m<sup>2</sup> tahun. Ini terdapat perbedaan nilai yang cukup jauh, hal ini dimungkinkan karena beberapa hal, yaitu :

- a. Dalam audit energi rinci ini, angka konsumsi energi listrik ( kWh ) yang didapat merupakan hasil pendekatan.
- b. Dalam perhitungan IKE yang dilakukan mengabaikan faktor hari-hari biasa ( senin – jumat ), hari libur biasa ( sabtu dan minggu ), maupun hari libur nasional. Dalam perhitungan IKE di atas diasumsikan bahwa kondisi tiap hari adalah sama.
- c. Dalam proses perhitungan IKE di atas, karakteristik pelaku pemakaian energi dari penghuni hotel diabaikan, dalam artian dengan tingkat *occupancy rate*

yang sama belum tentu jumlah energi yang dikeluarkan atau dikonsumsi juga sama. Hal ini pasti berbeda karena factor karakter dan kebutuhan masing-masing penghuni berbeda.

- d. Dalam melakukan pendekatan nilai Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ), factor adanya *event* atau tidak yang diadakan secara khusus maupun perayaan yang secara umum dilakukan oleh hotel diabaikan sehingga ketika data-data ini diambil bertepatan dengan adanya *event*, maka nilai akhir hasil pendekatan juga mengasumsikan selalu ada *event*.

Gambaran yang dapat diperoleh adalah IKE listrik per satuan luas yang dikondisikan hasil audit awal dan audit rinci masih jauh dari standar, yaitu untuk perhotelan adalah  $300 \text{ kWh} / \text{m}^2$  tahun. Sehingga sangatlah perlu dilakukan usaha-usaha penghematan yang diharapkan akan dapat menurunkan harga IKE listrik yang terdapat pada Grand Clarion Hotel Makassar.

### C. Identifikasi Peluang Hemat Energi

Profil pemakaian energi listrik di Grand Clarion Hotel Makassar terbagi menjadi dua bagian, yakni Gedung A dan Gedung B. Untuk Gedung B, data – data pemakaian energi listrik masih belum valid sehingga profil pemakaian energi listrik dilakukan di Gedung A. adapun area yang terdapat pada Gedung A adalah sebagai berikut :

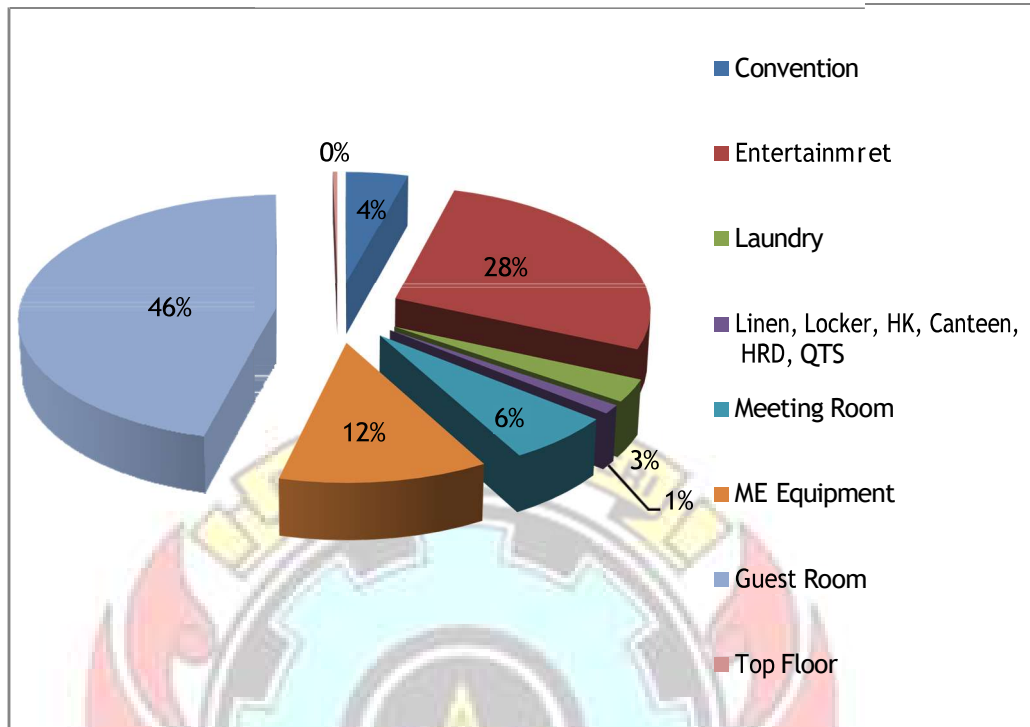
1. Convention Sandeq Hall ( A / B / C )
2. Entertainmet ( Studio 33, Redtro's, d'Liquid )

3. Laundry
4. Locker, Linen, HK, Kantin, HRD, dan QTS
5. Meeting Rooms ( Orchid, Azalea, Waterliliy, Akasia, Krisan, Jade, Tulip, Windflower, dan Public Area )
6. Mechanical Electrical ( ME Equipment )
7. Guest Rooms
8. Top Floor

Berdasarkan area yang terdapat pada Gedung A, kapasitas daya yang terpasang dapat dikelompokkan seperti pada tabel di bawah ini :

**Tabel 16** Presentase daya terpasang pada beban di Gedung A

No.	Area	Daya ( kW )	Persentase ( % )
1	Convention ( Sandeq A / B / C )	109,96	4,31
2	Entertainment ( Stuido 33, Redtro , d'Liquid )	697,94	27,35
3	Laundry	74,96	2,94
4	Locker, Linen, HK, Canteen, HRD, dan QTS	29,39	1,15
5	Meeting Rooms	157,84	6,18
6	ME Equipment	305,03	11,95
7	333 Guest Rooms	1169,36	45,82
8	Top Level	7,84	0,31
<b>Total Daya</b>		<b>2552,32</b>	<b>100</b>



**Gambar 17** Grafik presentase daya terpasang di Gedung A

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa nilai daya terpasang yang terbesar terdapat pada area *Guest Room* dengan nilai kapasitas daya sebesar 1169,36 kW atau 46 % dari total daya yang terpasang di Gedung A.

Setelah didapatkan area dengan nilai kapasitas daya terbesar, maka diidentifikasi penggunaan energi listrik berdasarkan area di Gedung A. Profil penggunaan energi tiap – tiap unit dapat dikelompokkan menjadi beberapa bagian unit, yaitu :

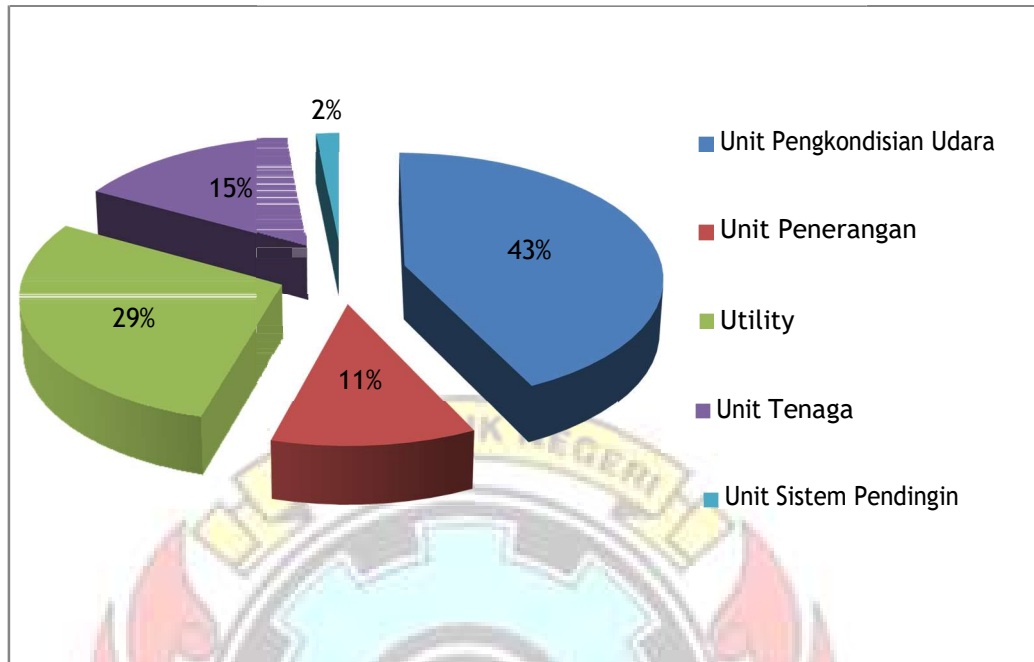
1. Pengkondisian Udara, yang meliputi AC Split dan AC Split *Duct*
2. Unit Penerangan

- a. *Public area* adalah yang meliputi penerangan parkir, lampu taman, lampu-lampu di lantai dasar, lantai dua dengan lantai tiga, penerangan di ruang-ruang *meeting* seperti di ruang Cattalea, Jade, Orchid, dan lain-lain
  - b. *Guest Room* adalah yang terdiri dari lantai 5 sampai dengan 17
3. Unit Tenaga adalah yang meliputi motor – motor listrik ( pompa – pompa, *lift*, mesin *laundry*, dan lain – lain), *dry cleaning*, *steam boiler*, *air compressor*, *exhaust fan*, dan lain – lain
  4. Unit Sistem Pendingin adalah yang meliputi *kitchen*, seperti *ice cub machine*, *under counter*, *refrigerator*, *chiller*, *freezer*, dan lain – lain
  5. Unit *Utility* yang meliputi *sound system*, *computer*, dispenser, *amplifier*, dan lain – lain

**Tabel 17** Profil konsumsi energi listrik di Gedung A

No.	Konsumsi Energi	Daya ( kW )	Persentase ( % )
1	Unit Pengkondisian Udara	1093,46	42,84
2	Unit Penerangan	292,15	11,45
3	Unit Tenaga	391,21	15,33
4	Unit Sistem Pendingin	41,11	1,61
5	<i>Utility</i>	734,39	28,77
<b>Total Daya</b>		<b>2552,32</b>	<b>100</b>





**Gambar 18** Grafik konsumsi energi listrik di Gedung A

Dari Gambar 17 grafik di atas menunjukkan bahwa nilai konsumsi terbesar energi listrik di Gedung A adalah unit pengkondisian udara dengan nilai konsumsi daya sebesar 1093,46 kW atau 43 % dari total konsumsi listrik.

Usaha-usaha yang dilakukan dalam rangka penghematan energi listrik di Grand Clarion Hotel Makassar akan diprioritaskan ke kategori unit pengkondisian udara dimana nilai konsumsi daya listrik mencapai 43 % terbesar dari total konsumsi energi listrik dan unit penerangan dimana nilai konsumsi daya listrik mencapai 11 % dengan mengambil area di *Guest Room* ( kamar hotel ).

#### D. Analisis Peluang Hemat Energi

Berdasarkan Tabel 16 dapat diketahui bahwa daya terbesar yang terpasang pada beban di Gedung A adalah terletak pada area *Guest Room* dimana kapasitas daya yang terpasang sebesar 1169,36 kW atau 46 % dari total daya yang terpasang. Ini dikarenakan jumlah *Guest Room* di Gedung A sebanyak 333 kamar dengan rata – rata daya tiap kamar sebesar 3,5 kW. Untuk rincian jumlah kamar serta ukuran masing – masing tipe kamar adalah sebagai berikut :

- c. Superior ( 281 room ) = 3,5 m x 7,5 m x 2,5 m
- d. Deluxe ( 20 room ) = 3,5 m x 7,5 m x 2,5 m
- e. Honeymoon ( 2 room ) = 7,5 m x 8,5 m x 2,5 m
- f. Junior Suite ( 20 room ) = 7,5 m x 9 m x 2,5 m
- g. Apartment ( 4 room ) = 9 m x 11,25 m x 2,5 m
- h. Suite King ( 4 room ) = 9 m x 11,25 m x 2,5 m
- i. Executive Suite ( 1 room ) = 8,5 m x 14,5 m x 2,5 m
- j. President Suite ( 1 room ) = 8,5 m x 19 m x 2,5 m

Masing-masing dari tiap kamar menggunakan jenis pengkondisian udara berupa AC *Split Duct* dimana peralatan ini merupakan peralatan yang menyerap energi terbesar. Untuk unit penerangan dari tiap-tiap kamar menggunakan lampu *Essensial Warm White*, lampu PLC 827 13 Watt, lampu halogen 12 Volt, lampu pijar softone, lampu *downlight*, dan lampu LED.

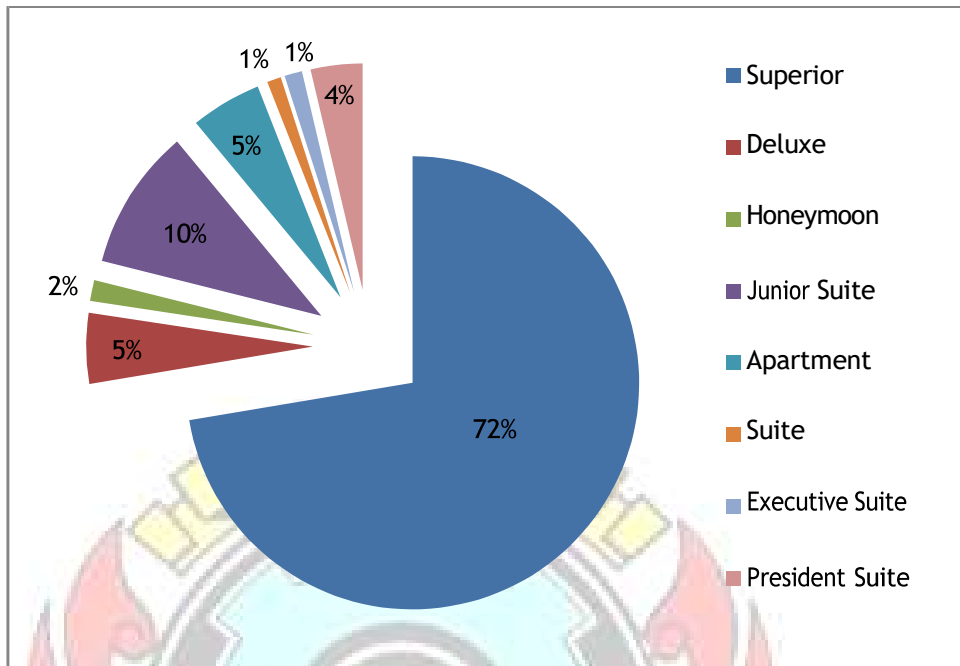
Untuk mengetahui tingkat pemakaian energi di *Guest Room* apakah hemat energi atau tidak, maka dilakukan evaluasi terhadap tingkat konsumsi energi terutama pada unit sistem pengkondisian udara dan unit sistem penerangan atau pencahayaan.

### **1. Unit Pengkondisian Udara**

Untuk memperoleh kenyamanan dalam kamar hotel, maka diperlukan sistem pengkondisian udara, yaitu berupa AC (*Air Conditioning*). AC ini akan mengatur suhu pada suatu ruangan sesuai dengan temperatur yang digunakan oleh pengguna. Untuk temperatur masing – masing kamar hotel diatur oleh pihak manajemen dengan temperatur 22°C – 24°C. Besarnya tingkat konsumsi energi listrik untuk sistem pengkondisian udara dipengaruhi oleh total daya AC, jumlah, dan lama waktu beroperasi dari AC untuk tiap ruangan kamar hotel. Adapun jumlah daya nilai unit pengkondisian udara untuk tiap – tiap tipe kamar adalah sebagai berikut :

**Tabel 18** Profil daya total AC tiap type room di Gedung A

Type Room	Jumlah Room	Daya tiap Room ( PK )	Jumlah AC tiap Room	Total Daya ( PK )	kW
Superior	275	1,5	1	412,5	301,13
	6	1,5	2	18	13,14
Deluxe	20	1,5	1	30	21,90
Honeymoon	2	1,5	3	9	6,57
Junior Suite	20	1,5	2	60	43,80
Apartment	4	1,5	3	18	13,14
		1,5	2	12	8,76
Suite	4	1,5	1	6	4,38
Executive Suite	1	1,5	3	4,5	3,29
		1,5	2	3	2,19
President Suite	1	4	1	4	2,92
		1,5	7	10,5	7,67
		2,5	3	7,5	5,48
<b>Total</b>	<b>333</b>	-----	-----	<b>595</b>	<b>434,35</b>



**Gambar 19** Persentase total daya AC tiap type room di Gedung A

Dari keseluruhan sistem pengkondisian udara di Gedung A mempergunakan *refrigerant* jenis R-22 dalam pengoperasiannya. Total konsumsi energi dapat dihitung, seperti pada *room* Superior, dengan daya 314,31 kW dan jam nyala 24 jam dengan  $\cos \phi$  sebesar 0,99, maka konsumsi energi listriknya dapat dihitung dengan cara :

$$\begin{aligned}
 \text{Konsumsi listrik AC / hari} &= P \times \cos \phi \times t \\
 &= 314,27 \text{ kW} \times 0,99 \times 24 \text{ hour} \\
 &= 7466,94 \text{ kWh / hari}
 \end{aligned}$$

Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 19.

**Tabel 19** Total konsumsi energi listrik AC per hari di kamar hotel Gedung A

Type Room	Daya Total ( kW )	Jam Nyala ( hour )	Total Konsumsi Energi ( kWh )
Superior	314,27	24	7466,94
Deluxe	21,90	24	520,34
Honeymoon	6,57	24	156,10
Junior Suite	43,80	24	1040,69
Apartment	21,90	24	520,34
Suite	4,38	24	104,07
Executive Suite	5,48	24	130,09
President Suite	16,06	24	381,59
<b>Total</b>	<b>434,35</b>	-----	<b>10320,16</b>

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 19 terlihat bahwa penggunaan atau konsumsi AC terbesar terdapat pada kamar Superior dengan nilai sebesar 7466,94 kWh. Dapat dilihat besarnya penggunaan energi listrik pada sistem pengkondisian udara selama satu hari, yaitu sebesar 10320,16 kWh / hari.

## 2. Unit Penerangan

Pola konsumsi energi listrik untuk sistem pencahayaan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu jenis atau type lampu, jumlah lampu serta waktu nyala atau beroperasi dari lampu tersebut, karena sebuah lampu dengan daya

besar belum tentu lampu tersebut lebih terang, tetapi daya besar sudah pasti biaya pengoperasian ( tagihan listrik ) lebih mahal.

Adapun jenis lampu pada kamar atau *room* di Grand Clarion Hotel Makassar pada Gedung A adalah sebagai berikut:

- a. Lampu *entrance* atau lampu depan *rest room* memakai tipe lampu PLC 827 13 Watt.
- b. Lampu *bed side* memakai tipe lampu *Essensial Warm White* 8 Watt.
- c. Lampu baca memakai tipe lampu Halogen 20 Watt.
- d. Lampu meja memakai tipe lampu Pijar Softone 8 Watt.
- e. Lampu lemari memakai tipe lampu Halogen 20 Watt.
- f. Lampu dekat jendela memakai tipe lampu *Essential Warm White* 8 Watt.
- g. Lampu kamar mandi memakai tipe lampu *Downlight* 8 Watt dan LED 3 Watt.

Adapun jumlah daya pada unit penerangan untuk tiap-tiap tipe kamar adalah sebagai berikut:

**Tabel 20** Profil daya total lampu tiap tipe *room* di Gedung A

<b>Tipe Room</b>	<b>Tipe Lampu</b>	<b>Jumlah Kamar</b>	<b>Jumlah Lampu ( buah )</b>	<b>Daya ( Watt )</b>	<b>Total Daya ( Watt )</b>
Superior King	PLC 827	100	100	13	1300
	LHE ( <i>Essensial</i> )		300	8	2400
	Hologen 12 Volt		200	20	4000
	Pijar Softone		100	8	800
	<i>Downlight</i>		100	8	800
	LED		100	3	300
Superior Twin	PLC 827	181	181	13	2353
	LHE ( <i>Essensial</i> )		905	8	7240
	Hologen 12 Volt		362	20	7240
	Pijar Softone		181	8	1448
	<i>Downlight</i>		181	8	1448
	LED		181	3	543
Deluxe King	PLC 827	8	8	13	104
	LHE ( <i>Essensial</i> )		24	8	192
	Hologen 12 Volt		16	20	320
	Pijar Softone		8	8	64
	<i>Downlight</i>		8	8	64
	LED		8	3	24
Deluxe Twin	PLC 827	12	12	13	156
	LHE ( <i>Essensial</i> )		60	8	480
	Hologen 12 Volt		24	20	480
	Pijar Softone		12	8	96
	<i>Downlight</i>		12	8	96

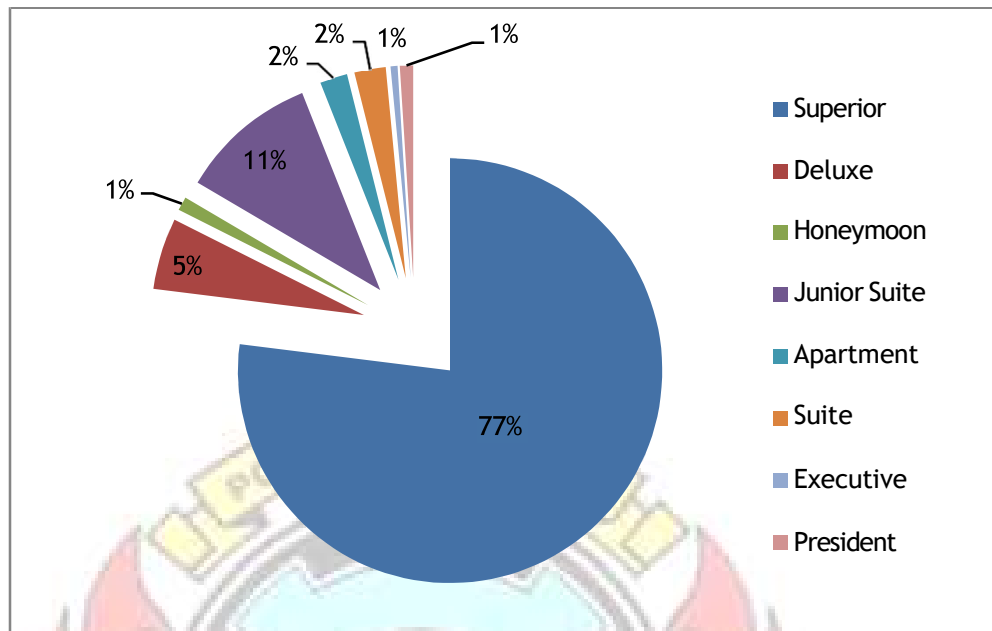


(lanjutan Tabel 20)

<b>Tipe Room</b>	<b>Tipe Lampu</b>	<b>Jumlah Kamar</b>	<b>Jumlah Lampu ( buah )</b>	<b>Daya ( Watt )</b>	<b>Total Daya ( Watt )</b>
	LED		12	3	36
Honeymoon	PLC 827	2	4	13	52
	LHE ( <i>Essensial</i> )		10	8	80
	Hologen 12 Volt		10	20	200
	Pijar Softone		4	8	32
	<i>Downlight</i>		4	8	32
	LED		2	3	6
Junior Suite King	PLC 827	20	40	13	520
	LHE ( <i>Essensial</i> )		100	8	800
	Hologen 12 Volt		100	20	2000
	Pijar Softone		40	8	320
	<i>Downlight</i>		40	8	320
	LED		40	3	120
Apartment King	PLC 827	4	8	13	104
	LHE ( <i>Essensial</i> )		20	8	160
	Hologen 12 Volt		20	20	400
	Pijar Softone		8	8	64
	<i>Downlight</i>		8	8	64
	LED		8	3	24
Suite King	PLC 827	4	8	13	104
	LHE ( <i>Essensial</i> )		32	8	256
	Hologen 12 Volt		20	20	400
	Pijar Softone		16	8	128
	<i>Downlight</i>		4	8	32

(lanjutan Tabel 20)

<b>Tipe Room</b>	<b>Tipe Lampu</b>	<b>Jumlah Kamar</b>	<b>Jumlah Lampu ( buah )</b>	<b>Daya ( Watt )</b>	<b>Total Daya ( Watt )</b>
	LED		4	3	12
Executive Suite	PLC 827	1	0	13	0
	LHE ( <i>Essensial</i> )		8	8	64
	Hologen 12 Volt		5	20	100
	Pijar Softone		3	8	24
	<i>Downlight</i>		1	8	8
	LED		1	3	3
President Suite	PLC 827	1	0	13	0
	LHE ( <i>Essensial</i> )		12	8	96
	Hologen 12 Volt		10	20	200
	Pijar Softone		4	8	32
	<i>Downlight</i>		6	8	48
	LED		4	3	12
<b>Total</b>		<b>333</b>	<b>3669</b>	<b>-----</b>	<b>38801</b>



**Gambar 20** Persentase total daya lampu tiap type room di Gedung A

Setelah mengetahui jenis lampu dan jumlah lampu yang terdapat pada tiap tipe kamar yang terdapat pada Grand Clarion Hotel Makassar pada Gedung A, maka kita dapat menghitung total konsumsi energi listrik dengan mengetahui nilai  $\cos \phi$  sebesar 0,99 serta mengasumsikan lampu tersebut beroperasi selama 24 jam.

Adapun perhitungan total konsumsi energi listriknya dalam per hari adalah sebagai berikut:

- Tipe lampu PLC 13 Watt
  - =  $P_{\text{total}} \times \cos \phi \times t$
  - =  $1,3 \text{ kW} \times 0,99 \times 24 \text{ jam}$
  - =  $30,89 \text{ kWh / hari}$

- Tipe lampu LHE (*Essensial*) 8 Watt =  $P_{total} \times \cos \phi \times t$   
=  $2,4 \text{ kW} \times 0,99 \times 24 \text{ jam}$   
= 57,02 kWh / hari
- Tipe lampu Hologen 12 Volt 20 Watt =  $P_{total} \times \cos \phi \times t$   
=  $4 \text{ kW} \times 0,99 \times 24 \text{ jam}$   
= 95,04 kWh / hari
- Tipe lampu Pijar Softone 8 Watt =  $P_{total} \times \cos \phi \times t$   
=  $0,8 \text{ kW} \times 0,99 \times 24 \text{ jam}$   
= 19,01 kWh / hari
- Tipe lampu *Downlight* 8 Watt =  $P_{total} \times \cos \phi \times t$   
=  $0,8 \text{ kW} \times 0,99 \times 24 \text{ jam}$   
= 19,01 kWh / hari
- Tipe lampu LED 3 Watt =  $P_{total} \times \cos \phi \times t$   
=  $0,3 \text{ kW} \times 0,99 \times 24 \text{ jam}$   
= 7,13 kWh / hari

Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 21.

**Tabel 21** Total konsumsi energi listrik lampu / hari di kamar hotel Gedung A

<b>Tipe Room</b>	<b>Tipe Lampu</b>	<b>Daya Total ( kW )</b>	<b>Jam Nyala ( jam )</b>	<b>Total Konsumsi Energi ( kWh )</b>
Superior King	PLC 827	1,30	24	30,89
	LHE ( <i>Essensial</i> )	2,40	24	57,02
	Hologen 12 Volt	4,00	24	95,04
	Pijar Softone	0,80	24	19,01
	<i>Downlight</i>	0,80	24	19,01
	LED	0,30	24	7,13
Superior Twin	PLC 827	2,35	24	55,91
	LHE ( <i>Essensial</i> )	7,24	24	172,02
	Hologen 12 Volt	7,24	24	172,02
	Pijar Softone	1,45	24	34,40
	<i>Downlight</i>	1,45	24	34,40
	LED	0,54	24	12,90
Deluxe King	PLC 827	0,10	24	2,47
	LHE ( <i>Essensial</i> )	0,19	24	4,56
	Hologen 12 Volt	0,32	24	7,60
	Pijar Softone	0,06	24	1,52
	<i>Downlight</i>	0,06	24	1,52
	LED	0,02	24	0,57
Deluxe Twin	PLC 827	0,16	24	3,71
	LHE ( <i>Essensial</i> )	0,48	24	11,40
	Hologen 12 Volt	0,48	24	11,40
	Pijar Softone	0,10	24	2,28
	<i>Downlight</i>	0,10	24	2,28

(lanjutan Tabel 21)

<b>Tipe Room</b>	<b>Tipe Lampu</b>	<b>Daya Total ( kW )</b>	<b>Jam Nyala ( jam )</b>	<b>Total Konsumsi Energi ( kWh )</b>
	LED	0,04	24	0,86
Honeymoon	PLC 827	0,05	24	1,24
	LHE ( <i>Essensial</i> )	0,08	24	1,90
	Hologen 12 Volt	0,20	24	4,75
	Pijar Softone	0,03	24	0,76
	<i>Downlight</i>	0,03	24	0,76
	LED	0,01	24	0,14
Junior Suite King	PLC 827	0,52	24	12,36
	LHE ( <i>Essensial</i> )	0,80	24	19,01
	Hologen 12 Volt	2,00	24	47,52
	Pijar Softone	0,32	24	7,60
	<i>Downlight</i>	0,32	24	7,60
	LED	0,12	24	2,85
Apartment	PLC 827	0,10	24	2,47
	LHE ( <i>Essensial</i> )	0,16	24	3,80
	Hologen 12 Volt	0,40	24	9,50
	Pijar Softone	0,06	24	1,52
	<i>Downlight</i>	0,06	24	1,52
	LED	0,02	24	0,57
Suite	PLC 827	0,10	24	2,47
	LHE ( <i>Essensial</i> )	0,26	24	6,08
	Hologen 12 Volt	0,40	24	9,50
	Pijar Softone	0,13	24	3,04
	<i>Downlight</i>	0,03	24	0,76

(lanjutan Tabel 21)

Tipe Room	Tipe Lampu	Daya Total ( kW )	Jam Nyala ( jam )	Total Konsumsi Energi ( kWh )
	LED	0,01	24	0,29
Executive Suite	PLC 827	0,00	24	0,00
	LHE ( <i>Essensial</i> )	0,06	24	1,52
	Hologen 12 Volt	0,10	24	2,38
	Pijar Softone	0,02	24	0,57
	<i>Downlight</i>	0,01	24	0,19
	LED	0,01	24	0,07
President Suite	PLC 827	0,00	24	0,00
	LHE ( <i>Essensial</i> )	0,10	24	2,28
	Hologen 12 Volt	0,20	24	4,75
	Pijar Softone	0,03	24	0,76
	<i>Downlight</i>	0,05	24	1,14
	LED	0,01	24	0,29
<b>Total</b>		<b>38,80</b>	<b>-----</b>	<b>921,91</b>

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 21 terlihat bahwa penggunaan energi listrik terbesar pada unit penerangan di kamar hotel Gedung A berada pada tipe kamar Superior King. Hal ini disebabkan jumlah lampu pada kamar Superior sebanyak 900 buah dengan penggunaan energi listrik, yaitu sebesar 228,01 kWh / hari. Dapat dilihat bahwa total besarnya penggunaan unit

penerangan kamar hotel di Gedung A Grand Clarion Hotel Makassar selama sehari, yaitu sebesar 921,91 kWh / hari.

## **E. Rekomendasi Peluang Hemat Energi**

### **1. Unit Pengkondisian Udara**

Untuk rekomendasi peluang hemat energi di Gedung A Grand Clarion Hotel Makassar pada pemakaian pendingin ruangan ( AC ), diketahui bahwa jumlah total daya AC yang terpasang sebesar 434,35 kW yang tersebar di kamar-kamar hotel yang berkapasitas beragam antara 1,5 PK sampai 4 PK, baik itu dari lantai 5 sampai dengan lantai 17. Dalam peluang hemat ini akan dihitung seberapa besar kapasitas AC yang akan digunakan berdasarkan besar ruangan di kamar-kamar hotel.

Untuk mengevaluasi unit sistem pengkondisian udara di tiap-tiap tipe kamar, terlebih dahulu dihitung beban kalor dimasing-masing tipe kamar. Beban kalor pada kamar hotel adalah : ( lihat persamaan 2 – 22 )



**a. Nama**

Nama Gedung : Grand Clarion Hotel Makassar  
Lokasi : Superior King Room

**b. Kondisi Dasar**

Luas lantai :  $7,5 \text{ m} \times 3,5 \text{ m} = 26,25 \text{ m}^2$   
Volume ruangan :  $7,5 \text{ m} \times 3,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 65,63 \text{ m}^3$   
Nama bulan perancangan : Agustus

Kondisi perancangan

- Di dalam ruangan
  - Temperature bola kering :  $26 \text{ }^\circ\text{C}$
  - Kelembaban relatif :  $55 \%$
  - Perbandingan kelembaban :  $0,0116 \text{ kg / kg}$
- Di luar ruangan
  - Temperature bola kering :  $32 \text{ }^\circ\text{C}$
  - Perubahan temperatur :  $8 \text{ }^\circ\text{C}$
  - Perbandingan kelembaban :  $0,02 \text{ kg / kg}$

Temperatur udara luar dan jumlah radiasi matahari sepanjang hari

- Temperatur luar :  $30,75 \text{ }^\circ\text{C}$
- Radiasi matahari :  $342 \text{ kcal / m}^2 \cdot \text{jam}$

**c. Beban Kalor Sensibel Daerah Perimeter ( Tepi )**

- 1) Tambahan kalor oleh transmisi radiasi matahari melalui jendela  
 $= ( 2,24 \text{ m}^2 ) \times ( 342 \text{ kcal / m} \cdot \text{jam} ) \times ( 0,50 ) \times ( 0,55 )$   
 $= 210,41 \text{ kcal / jam}$

2) Beban transmisi kalor melalui jendela

$$= ( 2,24 \text{ m}^2 ) x ( 5,5 \text{ kcal / m}^2 \cdot \text{jam } ^\circ\text{C} ) x ( 4,75 \text{ } ^\circ\text{C} )$$

$$= 58,45 \text{ kcal / jam}$$

3) Infiltrasi beban kalor sensibel

$$= \{ ( 65,63 \text{ m}^3 ) x ( 1,5 ) - 30 \} x ( 0,27 ) x ( 4,75 \text{ } ^\circ\text{C} )$$

$$= 87,37 \text{ kcal / jam}$$

4) Beban transmisi kalor melalui dinding

$$= ( 6,51 \text{ m}^2 ) x ( 1,62 \text{ kcal / m}^2 \cdot \text{jam } ^\circ\text{C} ) x ( 7,6 \text{ } ^\circ\text{C} + 2,9 \text{ } ^\circ\text{C} )$$

$$= 110,78 \text{ kcal / jam}$$

Beban transmisi kalor melalui atap

$$= ( 26,25 \text{ m}^2 ) x ( 1,13 \text{ kcal / m}^2 \cdot \text{jam } ^\circ\text{C} ) x ( 7,6 \text{ } ^\circ\text{C} + 2,9 \text{ } ^\circ\text{C} )$$

$$= 311,46 \text{ kcal / jam}$$

5) Beban kalor tersimpan dari ruangan dengan penyegaran udara

$$= ( 210,41 + 58,45 + 87,37 + 422,24 ) \text{ kcal / jam } x ( 20 \% )$$

$$= 155,69 \text{ kcal / jam}$$

**d. Beban Kalor Laten Daerah Perimeter**

1) Beban kalor laten oleh infiltrasi

$$= ( 65,63 \text{ m}^3 ) x ( 1,5 ) x ( 597,3 \text{ kcal / kg} ) x ( 0,02 \text{ kg / kg} )$$

$$= 1175,93 \text{ kcal / jam}$$

**e. Beban Kalor Sensibel Daerah Interior**

1) Koefisien transmisi kalor dari partisi langit-langit  
 $= ( 26,25 \text{ m}^2 ) x ( 2,57 \text{ kcal / m}^2 \cdot \text{jam } ^\circ\text{C} ) x ( 2 ^\circ\text{C} )$   
 $= 134,93 \text{ kcal / jam}$

Koefisien transmisi kalor dari partisi lantai  
 $= ( 26,25 \text{ m}^2 ) x ( 3,55 \text{ kcal / m}^2 \cdot \text{jam } ^\circ\text{C} ) x ( 2 ^\circ\text{C} )$   
 $= 186,38 \text{ kcal / jam}$

2) Beban kalor sensibel karena adanya sumber kalor interior  
 $= ( 3 \text{ orang} ) x ( 53 \text{ kcal / jam. orang} ) x ( 0,947 )$   
 $= 150,57 \text{ kcal / jam}$

Peralatan  
 $= ( 0,06 + 0,085 + 1,2 + 0,11 ) \text{ kW} x ( 0,86 \text{ kcal / kW} ) x ( 0,99 )$   
 $= 1,24 \text{ kcal / jam}$

Lampu pijar  
 $= ( 0,04 ) \text{ kW} x ( 0,860 \text{ kcal / kW} )$   
 $= 0,03 \text{ kcal / jam}$

Lampu neon  
 $= ( 0,024 + 0,013 + 0,04 + 1,08 ) \text{ kW} x ( 0,860 \text{ kcal / kW} )$   
 $= 0,08 \text{ kcal / jam}$

Total Kalor Sensibel Daerah Interior

$= ( 134,93 + 186,38 + 150,57 + 1,24 + 0,03 + 0,08 ) \text{ kcal / jam}$   
 $= 473,23 \text{ kcal / jam}$

**f. Beban Kalor Laten Daerah Interior**

1) Tambahan kalor laten oleh sumber penguapan interior

$$= ( 3 \text{ orang} ) \times ( 47 \text{ kcal / jam. orang} ) \times ( 0,947 )$$

$$= 133,53 \text{ kcal / jam}$$

Sumber kalor laten lain

$$= ( 200 + 150 + 150 ) \text{ kcal / jam}$$

$$= 450 \text{ kcal / jam}$$

Total Kalor Laten Daerah Interior

$$= ( 133,53 + 450 ) \text{ kcal / jam}$$

$$= 585,53 \text{ kcal / jam}$$

**g. Beban Kalor Sensibel Mesin**

1) Tambahan kalor “*heat gain*” sensibel oleh udara luar masuk

$$= \{ ( 30 \text{ m}^2 / \text{jam} ) \div ( 0,27 \text{ m}^3 / \text{kg} ) \} \times ( 24 \text{ kcal / kg} ) \times ( 2 \text{ }^\circ\text{C} )$$

$$= 5358 \text{ kcal / jam}$$

2) Beban kalor sensibel ruangan total

$$= ( 155,69 \text{ kcal / jam} ) + ( 473,23 \text{ kcal / jam} )$$

$$= 628,92 \text{ kcal / jam}$$

3) Kenaikan beban oleh kebocoran saluran udara

$$= ( 5358 + 628,92 ) \text{ kcal / jam} \times ( 0,2 )$$

$$= 1197,38 \text{ kcal / jam}$$

Total Kalor Sensibel Mesin

$$= ( 5358 + 628,92 + 1197,38 ) \text{ kcal / jam}$$

$$= 7184,31 \text{ kcal / jam}$$

#### **h. Beban Kalor Laten Mesin**

1) Beban kalor laten oleh udara luar masuk  
 $= \{ ( 30 \text{ m}^3 / \text{jam} ) \div ( 0,27 \text{ m}^3 / \text{jam} ) \} \times 0,0084 \text{ kg} / \text{kg}$   
 $= 0,94 \text{ kcal} / \text{jam}$

2) Beban kalor laten ruangan total  
 $= ( 1175,93 + 583,53 ) \text{ kcal} / \text{jam}$   
 $= 1759,46 \text{ kcal} / \text{jam}$

3) Kenaikan beban oleh kebocoran saluran udara  
 $= ( 0,94 + 1759,46 ) \text{ kcal} / \text{jam} \times ( 0,2 )$   
 $= 1760,60 \text{ kcal} / \text{jam}$

Total Kalor Laten Mesin  
 $= ( 0,94 + 1759,46 + 1760,60 ) \text{ kcal} / \text{jam}$   
 $= 3521 \text{ kcal} / \text{jam}$

Total Beban Kalor Keseluruhan  
 $= \text{Kalor sensibel ruangan total} + \text{Kalor laten ruangan total}$   
 $= 628,92 \text{ kcal} / \text{jam} + 1759,46 \text{ kcal} / \text{jam}$   
 $= 2388,38 \text{ kcal} / \text{jam}$

Untuk  $1 \text{ kcal} / \text{jam} = 3,9683 \text{ BTU} / \text{jam}$ , maka  
 $= ( 2388,38 \times 3,9683 )$   
 $= 9477,82 \text{ BTU} / \text{jam}$

Karena  $1 \text{ Ton Refrigerasi} = 12000 \text{ BTU} / \text{jam}$

Sehingga nilai daya yang dihasilkan adalah sebesar

$$= ( 9477,82 / 12000 ) \times 1,25$$

$$= 0,99 \text{ PK}$$

Kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 1 PK.

Untuk beban kalor kamar yang lain dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 22** Nilai kebutuhan AC tiap tipe room di Gedung A

<b>Tipe Room</b>	<b>Jumlah Room</b>	<b>Jumlah AC tiap Room</b>	<b>Beban Kalor ( kcal / jam )</b>	<b>Nilai BTU / jam</b>	<b>Daya tiap Room ( PK )</b>	<b>Total Daya ( PK )</b>	<b>kW</b>
Superior	275	1	2388,38	9477,82	1	275	200,75
	6	2			1 / 2	6	4,38
Deluxe	20	1	2388,38	9477,82	1	20	14,60
Honeymoon	2	3	5073,64	20133,71	1	6	4,38
Junior Suite	20	2	5304,27	21048,93	1,5	60	43,80
Apartment	4	3	7739,62	30713,15	1	12	8,76
		2			1 / 2	4	2,92
Suite	4	1	7739,62	30713,15	3,5	14	10,22
Executive Suite	1	3	9184,41	36446,49	1	3	2,19
		2			1 / 2	1	0,73
President Suite	1	1	11833,08	46957,21	1,5	1,5	1,10
		7			1 / 2	3,5	2,56
		3			1 / 2	1,5	1,10
<b>Total</b>	<b>333</b>	-----	-----	-----	-----	<b>407,5</b>	<b>297,48</b>

Berdasarkan Tabel 22 di atas menunjukkan bahwa nilai daya ( PK ) hasil perhitungan dengan yang terpasang di tiap-tiap room berbeda. Adapun perbandingan pada Tabel 18 dengan Tabel 22 menunjukkan nilai daya ( PK ) yang berbeda cukup signifikan. AC diasumsikan bekerja selama 24 jam, sehingga energi yang digunakan menjadi maksimal. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.



**Tabel 23** Perbandingan total daya aktual dengan total daya perhitungan

Tipe Room	Jumlah Room	Aktual					Perhitungan				
		Daya tiap Room ( PK )	Jumlah AC tiap Room	Total Daya ( PK )	kW	kWh	Daya tiap Room ( PK )	Jumlah AC tiap Room	Total Daya ( PK )	kW	kWh
Superior	275	1,5	1	412,5	301,13	7466,94	1	1	275	200,75	4873,89
	6	1,5	2	18	13,14		1 / 2	2	6	4,38	
Deluxe	20	1,5	1	30	21,9	520,34	1	1	20	14,60	346,90
Honeymoon	2	1,5	3	9	6,57	156,10	1	3	6	4,38	104,07
Junior Suite	20	1,5	2	60	43,8	1040,69	1,5	2	60	43,80	1040,69
Apartment	4	1,5	3	18	13,14	520,34	1	3	12	8,76	277,52
		1,5	2	12	8,76		1 / 2	2	4	2,92	
Suite	4	1,5	1	6	4,38	104,07	3,5	1	14	10,22	242,83
Executive Suite	1	1,5	3	4,5	3,29	130,09	1	3	3	2,19	69,38
		1,5	2	3	2,19		1 / 2	2	1	0,73	
President Suite	1	4	1	4	2,92	381,59	1,5	1	1,5	1,10	112,74
		1,5	7	10,5	7,67		1 / 2	7	3,5	2,56	
		2,5	3	7,5	5,48		1 / 2	3	1,5	1,10	
<b>TOTAL</b>	<b>333</b>	-----		<b>595</b>	<b>434,35</b>	<b>10320,16</b>	-----		<b>407,5</b>	<b>297,48</b>	<b>7068,01</b>



Dari tabel di atas menunjukkan bahwa adanya penurunan total konsumsi energi listrik per harinya, dimana nilai total aktual konsumsi energi listrik sebesar 10320,16 kWh, namun setelah dilakukan evaluasi perhitungan berdasarkan beban kalor dan kebutuhan AC di tiap kamar hotel Gedung A diperoleh nilai total konsumsi energi listrik menjadi sebesar 7068,01 kWh.

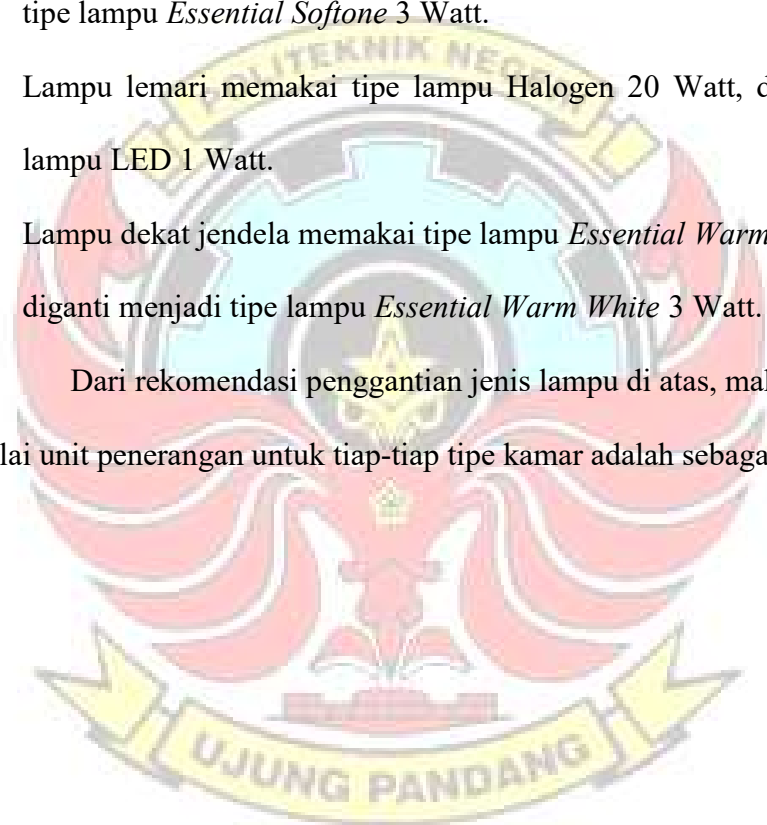
## 2. Unit Penerangan

Selain dilakukan evaluasi penghematan energi listrik di tiap kamar hotel pada unit pengkondisian udara dilakukan juga evaluasi penghematan listrik di tiap kamar pada unit penerangan atau pencahayaan dan salah satu evaluasi penghematan energi listrik pada unit penerangan di dalam kamar di Grand Clarion Hotel Makassar pada Gedung A, yaitu dengan rekomendasi penggantian jenis lampu dengan daya yang lebih kecil namun memiliki nilai lumen yang sama. Dilihat dari sisi kapasitas pemakaian energi listrik untuk penerangan sangat kecil, yaitu sebesar 921,91 kWh / hari dibandingkan dengan pemakaian energi listrik pada unit pengkondisian udara pada unit AC yang sangat besar, namun tidak menutup kemungkinan penggantian tersebut dapat menurunkan penggunaan energi listrik di Gedung A Grand Clarion Hotel Makassar.

Adapun rekomendasi jenis penggantian lampu pada kamar hotel Gedung A adalah sebagai berikut :

- a. Lampu bed side memakai tipe lampu *Essential Warm White* 8 Watt, diganti menjadi tipe lampu *Essential Warm White* 3 Watt.
- b. Lampu baca memakai tipe lampu Halogen 20 Watt, diganti menjadi tipe lampu LED 1 Watt.
- c. Lampu meja memakai tipe lampu Pijar Softone 8 Watt, diganti menjadi tipe lampu *Essential Softone* 3 Watt.
- d. Lampu lemari memakai tipe lampu Halogen 20 Watt, diganti menjadi lampu LED 1 Watt.
- e. Lampu dekat jendela memakai tipe lampu *Essential Warm White* 8 Watt, diganti menjadi tipe lampu *Essential Warm White* 3 Watt.

Dari rekomendasi penggantian jenis lampu di atas, maka profil daya nilai unit penerangan untuk tiap-tiap tipe kamar adalah sebagai berikut :



**Tabel 24** Profil daya total rekomendasi penggantian lampu room Gedung A

<b>Tipe Room</b>	<b>Tipe Lampu</b>	<b>Jumlah Kamar</b>	<b>Jumlah Lampu ( buah )</b>	<b>Daya ( Watt )</b>	<b>Total Daya ( Watt )</b>
Superior King	PLC 827	100	100	13	1300
	LHE ( <i>Essensial</i> )		300	3	900
	LED		200	1	200
	<i>Essensial Softone</i>		100	3	300
	<i>Downlight</i>		100	8	800
	LED		100	3	300
Superior Twin	PLC 827	181	181	13	2353
	LHE ( <i>Essensial</i> )		905	3	2715
	LED		362	1	362
	<i>Essensial Softone</i>		181	3	543
	<i>Downlight</i>		181	8	1448
	LED		181	3	543
Deluxe King	PLC 827	8	8	13	104
	LHE ( <i>Essensial</i> )		24	3	72
	LED		16	1	16
	<i>Essensial Softone</i>		8	3	24
	<i>Downlight</i>		8	8	64
	LED		8	3	24
Deluxe Twin	PLC 827	12	12	13	156
	LHE ( <i>Essensial</i> )		60	3	180
	LED		24	1	24
	<i>Essensial Softone</i>		12	3	36
	<i>Downlight</i>		12	8	96

(lanjutan Tabel 24)

<b>Tipe Room</b>	<b>Tipe Lampu</b>	<b>Jumlah Kamar</b>	<b>Jumlah Lampu ( buah )</b>	<b>Daya ( Watt )</b>	<b>Total Daya ( Watt )</b>
	LED		12	3	36
Honeymoon	PLC 827	2	4	13	52
	LHE ( <i>Essensial</i> )		10	3	30
	LED		10	1	10
	<i>Essensial Softone</i>		4	3	12
	<i>Downlight</i>		4	8	32
	LED		2	3	6
Junior Suite King	PLC 827	20	40	13	520
	LHE ( <i>Essensial</i> )		100	3	300
	LED		100	1	100
	<i>Essensial Softone</i>		40	3	120
	<i>Downlight</i>		40	8	320
	LED		40	3	120
Apartment King	PLC 827	4	8	13	104
	LHE ( <i>Essensial</i> )		20	3	60
	LED		20	1	20
	<i>Essensial Softone</i>		8	3	24
	<i>Downlight</i>		8	8	64
	LED		8	3	24
Suite King	PLC 827	4	8	13	104
	LHE ( <i>Essensial</i> )		32	3	96
	LED		20	1	20
	<i>Essensial Softone</i>		16	3	48
	<i>Downlight</i>		4	8	32

(lanjutan Tabel 24)

<b>Tipe Room</b>	<b>Tipe Lampu</b>	<b>Jumlah Kamar</b>	<b>Jumlah Lampu ( buah )</b>	<b>Daya ( Watt )</b>	<b>Total Daya ( Watt )</b>
	LED		4	3	12
Executive Suite	<i>PLC 827</i>	1	0	13	0
	<i>LHE ( Essensial )</i>		8	3	24
	<i>Hologen 12 Volt</i>		5	1	5
	<i>Pijar Softone</i>		3	3	9
	<i>Downlight</i>		1	8	8
	LED		1	3	3
President Suite	PLC 827	1	0	13	0
	LHE ( <i>Essensial</i> )		12	3	36
	LED		10	1	10
	<i>Essensial Softone</i>		4	3	12
	<i>Downlight</i>		6	8	48
	LED		4	3	12
<b>Total</b>		<b>333</b>	<b>3669</b>	<b>-----</b>	<b>14993</b>

Berdasarkan Tabel 24 di atas menunjukkan bahwa nilai daya hasil perhitungan dengan yang terpasang di tiap-tiap *room* berbeda. Adapun perbandingan pada Tabel 20 dengan Tabel 24 menunjukkan nilai daya yang berbeda cukup signifikan. Lampu diasumsikan bekerja selama 24 jam, sehingga energi yang digunakan menjadi maksimal. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 25** Perbandingan total konsumsi energi sebelum dan rekomendasi sesudah penggantian lampu

Tipe Room	Jam Nyala ( jam )	Sebelum Penggantian				Rekomendasi Sesudah Penggantian			
		Tipe Lampu	Daya Lampu ( Watt )	Total Daya ( kW )	kWh	Tipe Lampu	Daya Lampu ( Watt )	Total Daya ( kW )	kWh
Superior King	24	PLC 827	13	1,30	30,89	PLC 827	13	1,30	30,89
		LHE ( <i>Essensial</i> )	8	2,40	57,02	LHE ( <i>Essensial</i> )	3	0,90	21,38
		Hologen 12 Volt	20	4,00	95,04	LED	1	0,20	4,75
		Pijar Softone	8	0,80	19,01	<i>Essensial Softone</i>	3	0,30	7,13
		<i>Downlight</i>	8	0,80	19,01	<i>Downlight</i>	8	0,80	19,01
		LED	3	0,30	7,13	LED	3	0,30	7,13
Superior Twin	24	PLC 827	13	2,35	55,91	PLC 827	13	2,35	55,91
		LHE ( <i>Essensial</i> )	8	7,24	172,02	LHE ( <i>Essensial</i> )	3	2,72	64,51
		Hologen 12 Volt	20	7,24	172,02	LED	1	0,36	8,60
		Pijar Softone	8	1,45	34,40	<i>Essensial Softone</i>	3	0,54	12,90
		<i>Downlight</i>	8	1,45	34,40	<i>Downlight</i>	8	1,45	34,40
		LED	3	0,54	12,90	LED	3	0,54	12,90

(lanjutan Tabel 25)

Tipe Room	Jam Nyala ( jam )	Sebelum Penggantian				Rekomendasi Sesudah Penggantian			
		Tipe Lampu	Daya Lampu ( Watt )	Total Daya ( kW )	kWh	Tipe Lampu	Daya Lampu ( Watt )	Total Daya ( kW )	kWh
Deluxe King	24	PLC 827	13	0,10	2,47	PLC 827	13	0,10	2,47
		LHE ( <i>Essensial</i> )	8	0,19	4,56	LHE ( <i>Essensial</i> )	3	0,07	1,71
		Hologen 12 Volt	20	0,32	7,60	LED	1	0,02	0,38
		Pijar Softone	8	0,06	1,52	<i>Essensial Softone</i>	3	0,02	0,57
		<i>Downlight</i>	8	0,06	1,52	<i>Downlight</i>	8	0,06	1,52
		LED	3	0,02	0,57	LED	3	0,02	0,57
Deluxe Twin	24	PLC 827	13	0,16	3,71	PLC 827	13	0,16	3,71
		LHE ( <i>Essensial</i> )	8	0,48	11,40	LHE ( <i>Essensial</i> )	3	0,18	4,28
		Hologen 12 Volt	20	0,48	11,40	LED	1	0,02	0,57
		Pijar Softone	8	0,10	2,28	<i>Essensial Softone</i>	3	0,04	0,86
		<i>Downlight</i>	8	0,10	2,28	<i>Downlight</i>	8	0,10	2,28
		LED	3	0,04	0,86	LED	3	0,04	0,86

(lanjutan Tabel 25)

Tipe Room	Jam Nyala ( jam )	Sebelum Penggantian				Rekomendasi Sesudah Penggantian			
		Tipe Lampu	Daya Lampu ( Watt )	Total Daya ( kW )	kWh	Tipe Lampu	Daya Lampu ( Watt )	Total Daya ( kW )	kWh
Honeymoon	24	PLC 827	13	0,05	1,24	PLC 827	13	0,05	1,24
		LHE ( <i>Essensial</i> )	8	0,08	1,90	LHE ( <i>Essensial</i> )	3	0,03	0,71
		Hologen 12 Volt	20	0,20	4,75	LED	1	0,01	0,24
		Pijar Softone	8	0,03	0,76	<i>Essensial Softone</i>	3	0,01	0,29
		<i>Downlight</i>	8	0,03	0,76	<i>Downlight</i>	8	0,03	0,76
		LED	3	0,01	0,14	LED	3	0,01	0,14
Junior Suite King	24	PLC 827	13	0,52	12,36	PLC 827	13	0,52	12,36
		LHE ( <i>Essensial</i> )	8	0,80	19,01	LHE ( <i>Essensial</i> )	3	0,30	7,13
		Hologen 12 Volt	20	2,00	47,52	LED	1	0,10	2,38
		Pijar Softone	8	0,32	7,60	<i>Essensial Softone</i>	3	0,12	2,85
		<i>Downlight</i>	8	0,32	7,60	<i>Downlight</i>	8	0,32	7,60
		LED	3	0,12	2,85	LED	3	0,12	2,85



(lanjutan Tabel 25)

Tipe Room	Jam Nyala ( jam )	Sebelum Penggantian				Rekomendasi Sesudah Penggantian			
		Tipe Lampu	Daya Lampu ( Watt )	Total Daya ( kW )	kWh	Tipe Lampu	Daya Lampu ( Watt )	Total Daya ( kW )	kWh
Apartment King	24	PLC 827	13	0,10	2,47	PLC 827	13	0,10	2,47
		LHE ( <i>Essensial</i> )	8	0,16	3,80	LHE ( <i>Essensial</i> )	3	0,06	1,43
		Hologen 12 Volt	20	0,40	9,50	LED	1	0,02	0,48
		Pijar Softone	8	0,06	1,52	<i>Essensial Softone</i>	3	0,02	0,57
		<i>Downlight</i>	8	0,06	1,52	<i>Downlight</i>	8	0,06	1,52
		LED	3	0,02	0,57	LED	3	0,02	0,57
Suite	24	PLC 827	13	0,10	2,47	PLC 827	13	0,10	2,47
		LHE ( <i>Essensial</i> )	8	0,26	6,08	LHE ( <i>Essensial</i> )	3	0,10	2,28
		Hologen 12 Volt	20	0,40	9,50	LED	1	0,02	0,48
		Pijar Softone	8	0,13	3,04	<i>Essensial Softone</i>	3	0,05	1,14
		<i>Downlight</i>	8	0,03	0,76	<i>Downlight</i>	8	0,03	0,76
		LED	3	0,01	0,29	LED	3	0,01	0,29

(lanjutan Tabel 25)

Tipe Room	Jam Nyala ( jam )	Sebelum Penggantian				Rekomendasi Sesudah Penggantian			
		Tipe Lampu	Daya Lampu ( Watt )	Total Daya ( kW )	kWh	Tipe Lampu	Daya Lampu ( Watt )	Total Daya ( Watt )	kWh
Executive Suite	24	PLC 827	13	0,00	0,00	PLC 827	13	0,00	0,00
		LHE ( <i>Essensial</i> )	8	0,06	1,52	LHE ( <i>Essensial</i> )	3	0,02	0,57
		Hologen 12 Volt	20	0,10	2,38	LED	1	0,01	0,12
		Pijar Softone	8	0,02	0,57	<i>Essensial Softone</i>	3	0,01	0,21
		<i>Downlight</i>	8	0,01	0,19	<i>Downlight</i>	8	0,01	0,19
		LED	3	0,01	0,07	LED	3	0,01	0,07
President Suite	24	PLC 827	13	0,00	0,00	PLC 827	13	0,00	0,00
		LHE ( <i>Essensial</i> )	8	0,10	2,28	LHE ( <i>Essensial</i> )	3	0,04	0,86
		Hologen 12 Volt	20	0,20	4,75	LED	1	0,01	0,24
		Pijar Softone	8	0,03	0,76	<i>Essensial Softone</i>	3	0,01	0,29
		<i>Downlight</i>	8	0,05	1,14	<i>Downlight</i>	8	0,05	1,14
		LED	3	0,01	0,29	LED	3	0,01	0,29
<b>Total</b>		-----		<b>38,80</b>	<b>921,91</b>	-----		<b>14,99</b>	<b>356,23</b>

Dari tabel di atas menunjukkan bahwa adanya penurunan total konsumsi energi listrik per harinya, dimana nilai total aktual konsumsi energi listrik sebesar 921,91 kWh, namun setelah dilakukan rekomendasi perhitungan penggantian tipe lampu di tiap-tiap kamar-kamar hotel Gedung A diperoleh nilai total konsumsi energi listrik menjadi sebesar 356,23 kWh.

#### F. Menghitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Dari hasil evaluasi dan rekomendasi di atas dapat diperoleh jumlah pemakaian energi untuk unit sistem pengkondisian udara dan unit penerangan di kamar-kamar hotel Gedung A Grand Clarion Hotel Makassar setelah dilakukan peluang hemat energi (PHE). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

**Tabel 26** Konsumsi Energi Sesudah PHE di Kamar Hotel Gedung A

No.	Konsumsi Energi	Konsumsi Energi		
		Sebelum PHE kWh	Sesudah PHE kWh	Selisih kWh
1	Unit Pengkondisian Udara	10320,16	7068,10	3252,06
2	Unit Penerangan	921,91	356,23	565,68
<b>TOTAL</b>		<b>11242,07</b>	<b>7424,33</b>	<b>3817,74</b>

Dari tabel di atas diperoleh hasil selisih sebelum dan sesudah PHE yang menunjukkan energi listrik per hari sebesar 3817,74 kWh, maka dapat

dihitung jumlah energi listrik untuk unit pengkondisian udara dan unit penerangan yang terpakai selama satu bulan adalah sebesar 114.532,2 kWh / bulan. Dan jumlah untuk pemakaian energi listrik selama satu tahun adalah :

$$= 12 \text{ Bulan} \times \text{Jumlah kWh selama 1 Bulan}$$

$$= 12 \times 114.532,2 \text{ kWh}$$

$$= 1.374.386,4 \text{ kWh / tahun}$$

Sehingga dari data konsumsi energi listrik dan data luasan bangunan serta nilai *occupancy rate* di Grand Clarion Hotel Makassar berdasarkan analisis Peluang Hemat Energi ( PHE ) yang telah diperoleh, maka dapat dihitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) Grand Clarion Hotel Makassar selama satu tahun. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{IKE} &= \frac{\text{kWh total - analisis PHE}}{(\text{Occupancy Rate} \times \text{Area Room}) + (\text{Area Non Room})} \\ &= \frac{15.534.110,36 - 1.374.386,4}{(0,749 \times 22.440) + (22.468,52)} \\ &= \frac{14.159.723,96}{(0,749 \times 22.440) + (22.468,52)} \\ &= 360,52 \text{ kWh / m}^2 \text{ tahun} \end{aligned}$$

**Tabel 27** Besar Intensitas Konsumsi di Grand Clarion Hotel Makassar

Kondisi	Luas Lantai		Occupancy Rate ( % )	IKE ( kWh / m <sup>2</sup> tahun )
	Room ( m <sup>2</sup> )	Non Room ( m <sup>2</sup> )		
Sebelum PHE	22.440	22.468,52	74,9	395,51
Sesudah PHE	22.440	22.468,52	74,9	360,52

Dari perhitungan di atas dapat diperoleh besarnya Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) listrik per satuan luas yang dikondisikan adalah sebesar 360,52 kWh / m<sup>2</sup> tahun. Untuk target Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) per satuan luas yang dikondisikan untuk perhotelan sebesar 300 kWh / m<sup>2</sup> tahun. Ternyata nilai IKE rekomendasi Peluang Hemat Energi ( PHE ) pada Grand Clarion Hotel Makassar masih melebihi atau tidak sesuai dengan standar Intensitas Konsumsi Energi yang ditentukan.

Ini dikarenakan perhitungan pada identifikasi, analisis, dan rekomendasi hanya dilakukan pada Gedung A dan tidak dilakukan pada Gedung B. Nilai data-data yang dibutuhkan pada Gedung B masih belum *valid* dan lengkap dibandingkan dengan Gedung A Grand Clarion Hotel Makassar. Namun bila melihat hasil nilai IKE rekomendasi Peluang Hemat Energi ( PHE ) sebesar 360,52 kWh / m<sup>2</sup> tahun ini memungkinkan akan turun di bawah standar IKE untuk perhotelan sebesar 300 kWh / m<sup>2</sup> tahun mengingat Peluang Hemat Energi ( PHE ) belum dilakukan dan diidentifikasi pada Gedung B Grand Clarion Hotel Makassar.

## G. Uji Statistik dan Hipotesis

### 1. Analisis

#### a) Hipotesis

Setelah dilakukan evaluasi penghematan energi, nilai Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) yang didapat masih melebihi dari standar IKE sebesar  $300 \text{ kWh} / \text{m}^2$  tahun. Jika setelah dilakukan penghematan energi di Gedung B, maka nilai IKE yang didapat sebesar  $360,52 \text{ kWh} / \text{m}^2$  tahun akan turun. Dengan demikian dilakukan pengujian satu arah sisi kanan.

$$H_0 : \mu \leq 360,52 \text{ kWh} / \text{m}^2 \text{ tahun}$$

$$H_a : \mu > 360,52 \text{ kWh} / \text{m}^2 \text{ tahun}$$

#### b) Nilai Kritis

Pengujian menggunakan satu sisi dengan tingkat signifikansi sebesar 5%. Dengan sampel ( n ) = 12 bulan, maka didapatkan nilai derajat bebas :

$$\begin{aligned} D_b &= n - 1 \\ &= 12 - 1 \\ &= 11 \end{aligned}$$

Dengan demikian nilai  $t_{\text{tabel}}$  adalah :

$$t_{(0,05; 11)} = 1,796$$

Penolakan  $H_0$  akan terjadi jika nilai t hitung lebih besar dari 1,796.

c) Nilai Hitung

Sebelum PHE = 395,51 kWh / m<sup>2</sup> tahun

Setelah PHE = 360,52 kWh / m<sup>2</sup> tahun

Perbedaan ( d ) = 34,99

Rata-rata perbedaan ( d<sub>i</sub> ) = 2,92

$$(d - d_i)^2 = (34,99 - 2,92)^2 = 1028,4849$$

Standar deviasi perbedaan sampel adalah :

$$s = \frac{\sqrt{\sum (d_i - \bar{d})^2}}{\sqrt{n-1}} = \frac{\sqrt{1028,4849}}{\sqrt{12-1}} = 9,67$$

Kesalahan standar perbedaan rata-rata sampel adalah :

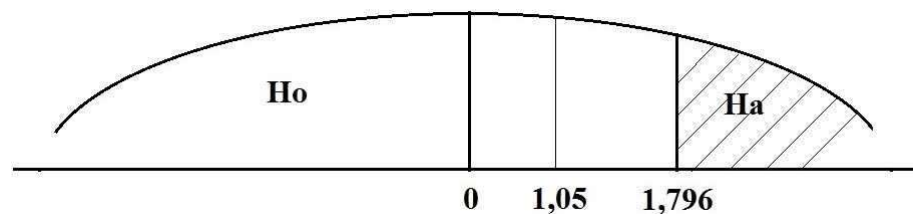
$$s_{\bar{d}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{9,67}{\sqrt{12}} = 2,79$$

Nilai t hitung diperoleh sebesar :

$$t_{hitung} = \frac{\bar{d}}{s_{\bar{d}}} = \frac{2,92}{2,79} = 1,05$$

d) Kesimpulan

Karena t hitung ( t<sub>o</sub> ) = 1,05 berada di dalam selang 1,796 ≤ t, maka terima H<sub>o</sub> dan tolak H<sub>a</sub>.



**Gambar 21** Kurva hasil pengujian distribusi t satu arah sisi kanan

## 2. Hasil Pengujian

Nilai  $t$  hitung = 1,05 lebih kecil daripada nilai  $t$  tabel = 1,796. Dengan demikian kita terima  $H_0$  yang menyatakan bahwa setelah dilakukan penghematan energi di Gedung B, maka nilai IKE yang didapat sebesar 360,52 kWh / m<sup>2</sup> tahun akan turun dan dapat turun hingga melewati standar IKE yang ditetapkan, yaitu sebesar 300 kWh / m<sup>2</sup> tahun.

### H. Usaha-usaha Penghematan Energi

#### 1. *Housekeeping*

- Buka tirai jendela agar cahaya masuk saat *make up* kamar.
- Matikan seluruh lampu *bed room* atau *living room*, televisi, AC selama membersihkan kamar mandi ( gunakan seperlunya )
- Pastikan *steker mini bar* dilepas untuk kamar yang *non mini bar*.
- Atur *thermostat mini bar* pada posisi minimum.
- Atur *thermostat AC* standart, yaitu 24 °C.
- Jangan lupa lepas *key tag* saat meninggalkan kamar.
- Tutup pintu-pintu *pantry* atau koridor dengan baik agar AC tidak *losses*.
- Perbanyak tanaman di *dack* kosong gedung.



## 2. *Laundry*

- Gunakan *washer, dryer, ironer* secara maksimum kapasitas ( sesuaikan kapasitas mesin ).
- *Prepared* bahan yang akan diproses sesuai kapasitas sebelum menjalankan mesin.
- Maksimalkan operasional luar waktu beban puncak ( 22.00 – 17.00 ) atau kurangi operasional mesin pada waktu beban puncak ( 17.00 – 22.00 ).
- Bersihkan *filter* mesin ( *dryer, washer* ) secara konsisten agar mesin bekerja efisien.

## 3. *Front Office*

- Kurangi komputer pada *shift* malam.
- Info HK pada saat *Vip Cancel Ci* agar *key tag room* dilepas ( AC dimatikan ).
- *Setting AC lobby* pada 24 °C dan *AC office* pada 25 °C.
- Selalu tutup pintu *lobby*.
- Kurangi AC *lobby* atau *office* pada waktu beban puncak atau *shift* malam.
- Arahkan tamu untuk maksimalkan penggunaan *lift* bila bersamaan.

#### 4. FB Service

- Buka pintu, matikan AC dan kurangi lampu pada saat *set up meeting room*.
- *Setting thermostat* AC standart 24 °C untuk *meeting room* dan 25 °C di *office* atau *prefunction*.
- Hidupkan AC *meeting room* satu jam sebelum acara dimulai, kecuali Sandeq harus dua jam dan matikan atau kurangi bila acara selesai.
- Hidupkan AC secara bertahap sesuai jumlah tamu dalam ruang *meeting*.
- On-kan *coffee maker* satu jam sebelum *event* ( *setting thermostat minimum* ).
- Selalu tutup pintu *meeting room* agar AC tidak *losses*.
- Hidupkan atau kurangi AC di restoran sesuai jumlah tamu.

#### 5. FBP

- Tunggu hingga semua makanan atau minimum dingin sebelum menaruhnya di *chiller* atau *freezer*.
- Jangan mengisi *freezer* maupun *chiller* secara berlebihan. Pendinginan yang baik hanya terjadi bila udara dapat bersirkulasi.
- Hindari membuka dan menutup *freezer* atau *chiller* terlalu sering. Bila ingin menyimpan banyak barang di *freezer* atau *chiller*, pastikan telah mengumpulkannya terlebih dahulu.

- Pastikan pintu *freezer* atau *chiller* tertutup dengan baik.
- Matikan segera *fan* atau *exhaust hood* satu jam sebelum acara selesai masak.
- Tutup pintu-pintu dengan baik agar AC tidak *losses*.
- Jangan letakkan mesin pendingin dekat alat penghasil panas.

## 6. *Security*

- Konsisten melaksanakan *control floor* menggunakan tangga *exit*.
- Bantu tutup pintu dengan baik untuk mengurangi *losses* AC.
- Pastikan MCB kamar *mess* dimatikan bagi penghuni yang keluar bekerja atau bepergian.
- Matikan lampu parkir yang tidak perlu pada saat siang hari.
- Arahkan tamu untuk memaksimalkan penggunaan *lift* bila bersamaan.

## 7. *Engineering*

- Melaksanakan program konservasi energi.
- Evaluasi program *saving energy* yang telah dibuat ( pastikan angka efisiensi sesuai target ).
- Inovasi program *saving energy* dengan perkembangan teknologi.
- Jadikan kebiasaan *saving energy* sebagai kehidupan sehari-hari.

- Memaksimalkan *maintenance* secara berkala dengan memastikan peralatan bekerja dengan baik ( *cleaning AC, AHU, condenser AC, motor listrik, sand filter* ).
- Segera tutup pintu atau lubang kerja pada *plafon* atau pasang *armature down light* yang lepas agar AC tidak *losses*.
- Lakukan pekerjaan sesuai dengan SOP.
- Jangan letakkan mesin pendingin dekat kompor ( pastikan panas *condenser* dapat terbuang dengan cepat ).
- Pastikan sirkulasi udara ( *fresh air* atau *exhaust* ) *laundry, locker, kichen* cukup.
- Pasang saklar otomatis di pintu untuk lampu kamar mandi atau *store*.
- Ganti semua lampu pijar dengan lampu hemat energi ( LED atau SL ).
- Periksa arus mesin listrik ( AC, motor listrik ) apa masih efisien.
- Pasang *timer* pada lampu-lampu atau *exhaust fan public area* atau alat listrik lain.
- *Overhoule Boiler tank* maks satu tahun ( bersihkan *heater* dari kerak ).
- Ganti suplai air dingin mesin *dish washing* atau cuci dengan air panas.
- Gunakan alat kerja listrik secara efisien ( bor listrik, gurinda, las listrik ).
- Jangan gunakan AC saat bekerja di *room* atau *meeting room*.
- Atur penyalan AC *meeting room* sesuai dengan jumlah tamu dan matikan atau kurangi dengan segera saat acara selesai.

- Matikan *power sound system* dan LCD saat belum digunakan.
- Perbaiki atau ganti *remote AC* yang rusak atau hilang.
- Bersihkan lampu yang kotor ( satu tahun sekali ).



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, maka beberapa kesimpulan hasil audit energi terkait dengan konsumsi energi unit pengkondisian udara dan unit penerangan pada Grand Clarion Hotel Makassar yang dapat diambil antara lain :

1. Berdasarkan audit energi awal, nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) yang terbesar adalah untuk konsumsi energi listrik. Untuk energi listrik pada Grand Clarion Hotel Makassar, masih melebihi standar IKE perhotelan Indonesia, yaitu sebesar  $300 \text{ kWh} / \text{m}^2$  tahun, sehingga perlu dilakukan audit energi rinci. Untuk Grand Clarion Hotel Makassar berdasarkan hasil audit energi awal, Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) energi listrik adalah sebesar  $336,84 \text{ kWh} / \text{m}^2$  tahun dan berdasarkan hasil audit energi rinci, diperoleh harga Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) untuk energi listrik adalah sebesar  $395,51 \text{ kWh} / \text{m}^2$  tahun. Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) berdasarkan audit energi rinci merupakan metode pendekatan. Hasil perhitungan mengabaikan hari-hari biasa dan mengabaikan ada tidaknya event-event besar sehingga Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) lebih besar. Dengan total konsumsi energi sebesar

13.229.853 kWh per tahun dan total biaya yang harus dikeluarkan oleh pihak hotel sebesar Rp. 15.241.530.865,- per tahun sehingga untuk tarif rata – rata per jam adalah sebesar Rp. 944,59 / kWh.

2. Peluang Penghematan Energi ( PHE ) pada penelitian audit energi ini adalah sebagai berikut :

- a. Dengan melakukan penghitungan kapasitas *Air Conditioning* ( AC ) berdasarkan ruangan, dimana nilai daya kapasitas AC *actual* yang terpasang adalah sebesar 434,35 kW dengan energi listrik yang terpakai adalah sebesar 10320,16 kWh. Setelah dilakukan penghitungan kapasitas AC berdasarkan besar ruangan dengan Peluang Hemat Energi ( PHE ), maka didapatkan nilai daya kapasitas AC berdasarkan perhitungan adalah sebesar 293,83 kW dengan energi listrik yang terpakai sebesar 7068,10 kWh. Nilai kapasitas daya yang dapat dikurangi adalah sebesar 140,52 kW serta dapat mengurangi biaya pemakaian energi listrik yang cukup besar.
- b. Untuk unit penerangan dilakukan penggantian jenis lampu dengan daya yang lebih kecil sesuai dengan yang telah ditetapkan oleh pihak hotel dimana nilai daya sebelum penggantian lampu sebesar 38,80 kW dan setelah dilakukan rekomendasi penggantian lampu sebesar 14,99 kW. Nilai kapasitas daya dapat dikurangi sebesar 23,81 kW serta dapat mengurangi biaya pemakaian energi listrik yang cukup besar.

## B. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian audit energi ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian yang telah dilakukan masih jauh dari standar Intensitas Konsumsi Energi yang ditetapkan sebesar 300 kWh / m<sup>2</sup> tahun. Untuk itu, perlu ditindak lanjuti lebih mendalam pada rekomendasi Peluang Hemat Energi, yakni evaluasi pemakaian daya AC (*Air Conditioning*) dan lampu di tiap – tiap kamar hotel. Dan agar dapat diketahui upaya lain yang dapat dilakukan untuk memperbaiki *power quality* yang ada sehingga mampu mendapatkan nilai IKE listrik yang didapat sebesar 360,52 kWh / m<sup>2</sup> tahun akan lebih kecil dan menurun serta efisien.
2. Untuk peneliti selanjutnya sebaiknya menggunakan data-data beberapa tahun sebelumnya agar dapat mengetahui nilai estimasi, nilai *real*, dan nilai setelah manajemen energi sehingga di tahun berikutnya dapat diprediksi nilai kemungkinan penghematan energi menggunakan metode audit energi berdasarkan tahun sebelumnya.



## DAFTAR PUSTAKA

Arismunandar, Wiranto dan Heizo Saito. 2005. *Penyegaran Udara*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita (PERSERO).

ASEAN-USAID Building Energy Conservation Project.

Badan Standarisasi Nasional. 2000. *Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung (SNI 03-6196-2000)*. Departemen Pendidikan Nasional.

Badan Standarisasi Nasional. 2001. *Tata Cara Perencanaan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung (SNI 03-6575-2001)*. Departemen Pendidikan Nasional.

Dede Kaladri. S. *Studi Pemasangan Kapasitor Bank untuk Memperbaiki Faktor Daya dalam Rangka Menekan Biaya Operasional pada Jaringan Distribusi 20 KV* (Online), (<http://id.scribd.com/doc/204000074/STUDI-PEMASANGAN-KAPASITOR-BANK>), di akses 9 Agustus 2014).

Dickson Kho. 2013. *Kelebihan dan Keuntungan Memakai Lampu LED (Light Emitting Diode)*, (Online), (<http://www.produksielektronik.com/2013/11/kelebihan-keuntungan-memakai-lampu-led-light-emitting-diode-lampu-penerang/>), di akses 23 Agustus 2014).

Fiky, Dhea Fatchatur Rizky. 2013. *Penghematan Energi Dan Pemanfaatan Energi Alternatif*, (Online), (<http://dhearizky1.blogspot.com/2013/03/makalah-penghematan-energi-dan.html>), di akses 10 Agustus 2014).

Kusrianto, Adi. 2011. *Mengaplikasikan Formula dan Fungsi Excel Dibidang Statistika*. Jakarta. PT. Elex Media Komputindo.

Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor: 14 Tahun 2012 Tentang Manajemen Energi .

Subiyakto, Haryono dan Algifari. 2001. *Soal Jawab Statistika Induktif (Inferensi)*. Edisi Pertama. Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta.

Win, Muhammad Afrani. 2008. *Metode Statistik*, (Online), (<http://muhammad-win-afgani.blogspot.com/2008/01/metode-statistika.html>) di akses 10 Agustus 2014).

**L**

**A**

**M**

**P**

**I**

**R**

**A**

**N**

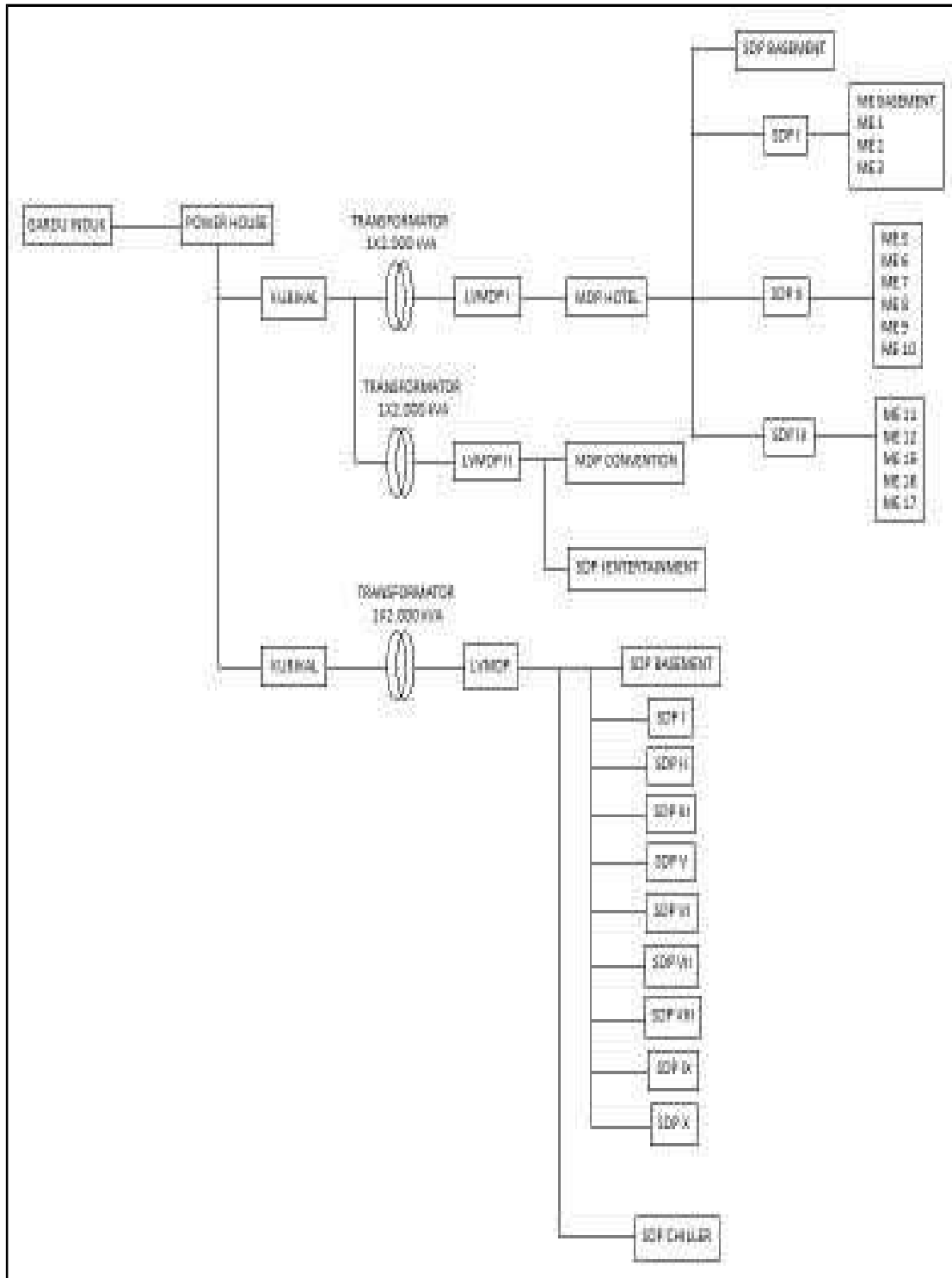


Lampiran 1. Tabel distribusi uji – t

Significance level =  $\alpha$

Degrees of Freedom	.005 (1-tail)	.01 (1-tail)	.025 (1-tail)	.05 (1-tail)	.10 (1-tail)	.25 (1-tail)
	.01 (2-tails)	.02 (2-tails)	.05 (2-tails)	.10 (2-tails)	.20 (2-tails)	.50 (2-tails)
1	63.657	31.821	12.706	6.314	3.078	1.000
2	9.925	6.965	4.303	2.920	1.886	.816
3	5.841	4.541	3.182	2.353	1.638	.765
4	4.604	3.747	2.776	2.132	1.533	.741
5	4.032	3.365	2.571	2.015	1.476	.727
6	3.707	3.143	2.447	1.943	1.440	.718
7	3.500	2.998	2.365	1.895	1.415	.711
8	3.355	2.896	2.306	1.860	1.397	.706
9	3.250	2.821	2.262	1.833	1.383	.703
10	3.169	2.764	2.228	1.812	1.372	.700
11	3.106	2.718	2.201	1.796	1.363	.697
12	3.054	2.681	2.179	1.782	1.356	.696
13	3.012	2.650	2.160	1.771	1.350	.694
14	2.977	2.625	2.145	1.761	1.345	.692
15	2.947	2.602	2.132	1.753	1.341	.691
16	2.921	2.584	2.120	1.746	1.337	.690
17	2.898	2.567	2.110	1.740	1.333	.689
18	2.878	2.552	2.101	1.734	1.330	.688
19	2.861	2.540	2.093	1.729	1.328	.688
20	2.845	2.528	2.086	1.725	1.325	.687
21	2.831	2.518	2.080	1.721	1.323	.686
22	2.819	2.508	2.074	1.717	1.321	.686
23	2.807	2.500	2.069	1.714	1.320	.685
24	2.797	2.492	2.064	1.711	1.318	.685
25	2.788	2.485	2.060	1.708	1.316	.684
26	2.779	2.479	2.056	1.706	1.315	.684
27	2.771	2.473	2.052	1.703	1.314	.684
28	2.763	2.467	2.048	1.701	1.313	.683
29	2.756	2.462	2.045	1.699	1.311	.683
Large	2.575	2.327	1.960	1.645	1.282	.675

**Lampiran 2. Single line diagram Gedung A Grand Clarion Hotel Makassar**



### Lampiran 3. Data cuaca di beberapa Negara Asia

Tabel 3.3 Data cuaca ④ ⑤ di beberapa negara Asia.

Negara	Kota	Garis lintang ②	Garis bujur ③	Elevasi (m)	Musim dingin			Musim panas					6)	5)	
					Bulan terdingin 2)		Temperatur bola kering rancangan 3)	Bulan terpanas 2) ④			Temperatur rancangan				
					Bulan	Temperatur bola basah (°C)		Bulan	Temperatur kering rata-rata (°C)	Perbandingan Kelembaban rata-rata (g/kg)	Kelembaban relatif rata-rata (%)	Perubahan temperatur harian ④			Temperatur bola kering ⑤
							⑤								
Birma	Rangoon	17 N	96 E	23	Jan.	24,3	16,7	April (Musim kemarau)	29,8	0,0175	66.	14	38	0,0205	28
					Juli (Musim hujan)	27,6	0,0202	86							
Hong Kong	Hong Kong	22 N	114 E	33	Jan.	15,4	8,5	Juli	28,4	0,0204	83	6	33	0,0203	27
India	Calcutta	23 N	88 E	6	Jan.	20,2	11,1	Mei (Musim kemarau)	31,1	0,0198	69	12	37	0,0211	28
	New-Delhi	29 N	77 E	216	Jan.	14,3	3,9	Juni (Musim kemarau)	34,5	0,0135	39	14	43	0,0182	28
Indonesia	Jakarta	6 S	107 E	8	Jan. Musim-hujan	26,2	21,7	Mei September & Oktober (Musim kemarau)	27,3 27,4	0,0187 0,0177	82 77	8	32	0,020	27
					Juli (Musim hujan)	31,2	0,0193	67							
Irak	Baghdad	33 N	44 E	34	Jan.	10,1	0	Juli	34,5	0,0077	23	19	45	0,0082	23
Jepang	Tokyo	36 N	140 E	6	Jan.	4,1	-3,3	Agustus	26,7	0,0170	77	8	33	0,0207	27
Malaysia	Kuala Lumpur	3 N	102 E	38	Des.	26,6	21,1	Mei	27,7	0,0183	78	11	34	0,0210	28
					Juni	31,2	0,0176	75							
	Singapura	1 N	104 E	10	Jan.	26,1	21,7	Juni	28,0	0,0190	79	8	33	0,0214	28
Pakistan	Karachi	25 N	67 E	4	Jan.	19,1	9,4	Juni	30,4	0,0230	83	8	38	0,0195	28
Philippina	Manila	15 N	121 E	15	Jan.	25,4	22,8	Mei	29,4	0,0184	71	11	34	0,0210	28
Saudi-Arabia	Riyadh	25 N	47 E	594	Jan.	14,5	2,8	Juli	33,6	0,0084	26	18	43	0,0133	26
Thailand	Bangkok	14 N	101 E	16	Des.	25,5	16,1	April (Musim kemarau)	30,3	0,211	77	10	36	0,0202	28
Vietnam	Ho Chi Minh	11 N	107 E	10	Des.	25,7	18,3	April	28,8	0,0180	72	9	34	0,0243	29
Mesir	Kairo	30 N	31 E	116	Jan.	12,7	7,2	Agustus	27,7	0,0129	55	14	39	0,0132	24

1) Ketinggian tempat stasiun meteorologi

2) Perbandingan kelembaban rata-rata pada musim panas diperoleh dari hasil pengukuran temperatur rata-rata dan kelembaban relatif rata-rata. Kondisi dari dua bulan menyatakan keadaan pada waktu terjadi perbandingan kelembaban yang lebih besar, meskipun temperaturnya rendah (misalnya di New Delhi, Rangoon dan Jakarta).

3) Data rata-rata selama tiga bulan terdingin

4) Bulan terpanas rata-rata

5) Data rata-rata selama empat bulan terpanas

6) Diperoleh dengan 5)

3), 4), 5) diambil dari halaman 684 dari ASHRAE Hand Book of Fundamentals 1972, kecuali Tokyo

E = Bujur Timur  
N = Lintang Utara  
S = Lintang Selatan

#### Lampiran 4. Temperature ruang, kelembaban, dan perbandingan

Aplikasi	Temperatur bola kering rancangan $t_{ranc}$	Temperatur relatif rancangan $\phi_{ranc}$	Perbandingan rancangan $X_{ranc}$
Ruang biasa	26°C	50%	0,0105
Restoran, Ruang pertemuan	26°C	55%	0,0116

#### Lampiran 5. Faktor transmisi dari jendela

Kaca	Tanpa penutup	Dengan penutup Dalam ruangan
Kaca biasa	0,95	0,50
Kaca ganda		
- kaca biasa	0,70	0,50
- menyerap di luar	0,6	0,40
Kaca setengah cermin	0,4	-----

#### Lampiran 6. Koefisien transmisi kalor dari jendela $K$

Satu pelat kaca	( tidak bergantung pada tebalnya )	5,5 kcal / m <sup>2</sup> jam °C
Kaca ganda	□	2,2 kcal / m <sup>2</sup> jam °C
Blok kaca	□	5,5 kcal / m <sup>2</sup> jam °C

### Lampiran 7. Jumlah penggantian

Rumah standar	1 kali
Rumah dengan banyak jendela	1,5 – 2 kali
Rumah, pintu, dan jendela sering dibuka tutup	1,5 – 2 kali

### Lampiran 8. Koefisien transmisi kalor dan kapasitas kalor dari dinding

Tebal dinding ( mm )		Koefisien transmisi kalor $K$ ( kcal / m <sup>2</sup> jam °C )	Kapasitas kalor per 1 m <sup>2</sup> ( kcal / m <sup>2</sup> jam °C )
Lapisan ( biasa )	Bagian utama		
Atap luar menonjol ke luar 5 mm	Beton 12 mm	3,08	79
Adukan semen di luar 15 mm	150	2,89	93
Adukan semen di luar 15 mm	200	2,62	117
Plester 3 mm	250	2,05	141
	Batu bata 210 mm	1,62	91
Tanpa lapisan	Beton 50 mm	4,75	24
	100 mm	4,06	48
	200 mm	3,15	96

### Lampiran 9. Koefisien transmisi kalor dan kapasitas kalor atap

Tebal atap ( mm )		Koefisien transmisi kalor $K$ ( kcal / m <sup>2</sup> jam °C )	Kapasitas kalor per 1 m <sup>2</sup> ( kcal / m <sup>2</sup> / °C )
Kayu, asbestos semen, langit-langit ( 12 mm )		2,86	7,5
Adukan semen rapat air 20 mm	Tebal Dengan beton langit-langit	1,94	53,8
	100 Tanpa mm langit-langit	3,45	57,8
	Tebal Dengan beton langit-langit	1,81	77,9
	150 Tanpa mm langit-langit	3,78	81,9
Lapisan adukan semen 20 mm Beton sinder 60 mm Aspal rapat air 10 mm	Tebal Dengan beton langit-langit	1,58	63,4
	120 Tanpa mm langit-langit	2,46	67,4
	Tebal Dengan beton langit-langit	1,13	77,9
	150 Tanpa mm langit-langit	2,34	81,9



**Lampiran 10. Hambatan kalor permukaan  $R_s$**

Bagian luar	$R_{so}$	0,05 m <sup>2</sup> jam °C / kcal
Bagian dalam	$R_{si}$ biasa	0,125 m <sup>2</sup> jam °C / kcal

**Lampiran 11. Tahanan perpindahan kalor dari lapisan udara  $R_a$**

	Keterangan		$R_a$ ( 20 °C )
Dipasang di lapangan	Tanpa lapisan penutup	Tebal lapisan 1 cm	0,077
		Lebih dari 2 cm	0,087
	Menggunakan kertas aluminium	Tebal lapisan 1 cm	0,224
		Lebih dari 2 cm	0,267
Dipasang di pabrik ( rapat udara sempurna )	Tanpa lapisan penutup	Tebal lapisan 1 cm	0,145
		2 cm	0,167
		3 cm	0,167
	Menggunakan kertas aluminium	Tebal lapisan 1 cm	0,28
		2 cm	0,42
		5 cm	0,57

**Lampiran 12. Tahanan kalor dan kapasitas kalor dari bahan bangunan**

Nama	Tahanan konduksi kalor ( m <sup>2</sup> jam / kcal )		Tahanan konduktivitas kalor ( m jam °C / kcal )	Kapasitas kalor ( kcal / m <sup>3</sup> °C )
	Tebal	R		
Tembaga		---	0,0030	819
Aluminium		---	0,0049	567
Besi		---	0,0242	821
Marmar		---	0,741	561
Tanah		---	1,9	378
Air		---	1,92	997
Beton ( biasa )		---	0,714	481
Beton ( ringan )		---	2,22	447
Beton ( sinder )		---	1,45	427
Adukan semen		---	1,07	551
Plester ( adukan kapur )		---	1,9	485
Kayu		---	7,35	247
Papan plester		---	5,46	204
Papan parit		---	5,75	196
Papan asbestos semen	6 mm	0,0055	---	302
Papan flexible		---	1,89	311
Papan semen serbuk kayu	25 mm	0,20	---	147

(lanjutan Lampiran 12)

Nama	Tahanan konduksi kalor ( m <sup>2</sup> jam / kcal )		Tahanan konduktivitas kalor ( m jam °C / kcal )	Kapasitas kalor ( kcal / m <sup>3</sup> °C )
	Tebal	R		
Genteng		---	0,91	624
Batu bata	210 mm	0,400	---	332
Kaca	3 mm	0,0045	---	483
Aspal		---	1,6	491
Papan serabut lunak		---	19,8	110
Papan serabut keras		---	6,80	476
Rock wool ( 67 kg / m <sup>3</sup> )		---	18,4	13,4
Wol gelas ( 20 kg / m <sup>3</sup> )		---	26,5	4,0

**Lampiran 13. Kalor sensible dari peralatan listrik**

Pemanas	per 1 kW	0,860 kcal / kW
Motor listrik	□	0,860 kcal / kW
Lampu	□	0,860 kcal / kW ( pijar )
		1000 kcal / kW ( neon )

#### Lampiran 14. Jumlah orang, biasanya

Kamar di hotel atau rumah sakit	Luas lantai 10 m <sup>2</sup>	1 orang
Kantor, salon kecantikan, tempat potong rambut, studio	□	2 orang
Toko, rumah, apartemen	□	3 orang
Ruang pertemuan, tempat minum, restoran, bar	□	6 orang
Toko serba ada	Luas lantai 2 – 10 m <sup>2</sup>	1 orang
Gedung pertunjukan	Luas lantai 0,8 m <sup>2</sup>	1 orang

#### Lampiran 15. Uap air yang terjadi dari masakan dan makanan

Alat masak	( Rumah )	300 – 400 g / jam
	( Restoran )	1000 – 1300 g / jam
Ketel, periuk		50 – 100 g / jam
Cerek kopi		100 – 150 g / jam
Makanan panas	per meja	100 – 200 g / jam

#### Lampiran 16. Udara luar masuk ruangan penyegaran

Ruangan tanpa perokok	Toko serba ada, gedung pertunjukan, ruang komputer	18 m <sup>3</sup> / jam per orang
Ruangan dengan perokok ( setengah jumlah orang merokok )	Kantor, ruang pertemuan, restoran, ruang perawatan	30 m <sup>3</sup> / jam per orang
Kamar bebas merokok ( hampir semua orang merokok )	Ruang merokok Ruang pribadi Ruang tunggu	50 m <sup>3</sup> / jam per orang

**Lampiran 17. Jumlah kalor sensible dan kalor laten orang dan factor kelompok**

Kondisi kerja	Bangunan	Jumlah kalor total orang (laki – laki) dewasa	Jumlah kalor radiasi untuk perancangan				Faktor kelompok orang yang bekerja
			Kalor pada	25°C	26°C	27°C	
Duduk di kursi	Gedung	87 kcal / jam	Sensibel	53	50	46	0,897
			Laten	25	28	32	
Bekerja di belakang meja	Kantor Hotel	106	Sensibel	53	49	45	0,947
			Laten	47	51	55	
Berdiri atau berjalan lambat	Toko serba ada Toko eceran	123	Sensibel	61	52	0,818	
			Laten	40	44		49
Dansa	Ruang dansa	201	Sensibel	68	62	55	0,944
			Laten	122	128	135	
Bekerja	Pabrik	335	Sensibel	115	110	106	0,967
			Laten	209	214	218	