

UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS POTENSI PEMBOROSAN KONSUMSI ENERGI
LISTRIK PADA GEDUNG KELAS FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS INDONESIA**

SKRIPSI

**GARDINA DARU ADINI
0806455212**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS POTENSI PEMBOROSAN KONSUMSI ENERGI
LISTRIK PADA GEDUNG KELAS FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS INDONESIA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana teknik

GARDINA DARU ADINI

0806455212

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

DEPOK

2012

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Gardina Daru Adini

NPM : 0806455212

Tanda Tangan : 

Tanggal : 27 Juni 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Gardina Daru Adini
NPM : 0806455212
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Analisis Potensi Pemborosan Konsumsi Energi
Listrik pada Gedung Kelas Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

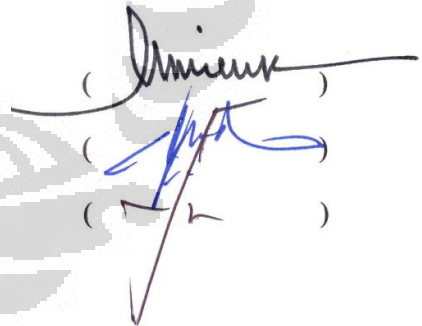
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana S1 pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Amien Rahardjo, MT.

Penguji : Ir. I Made Ardita, MT.

Penguji : Prof. Dr. Ir Iwa Garniwa M. K., MT.



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 27 Juni 2012

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penyusunan skripsi ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik dari Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Banyak pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Amien Rahardjo, MT., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran demi mengarahkan penulis selama ini,
2. Kedua orang tua dan adik, Latif Mawardi, ST., Dra. Dyah Suhita, dan Bismo Dhanu Arsyadi serta seluruh keluarga yang senantiasa mendukung, mendoakan, dan memberikan kepercayaan kepada penulis sepenuh hati,
3. Pak Budi dan Mas Agung yang membantu dalam pemberian data skripsi,
4. Rekan seperjuangan, Dani, atas kerjasama dan kebaikannya waktu penelitian skripsi. Tidak lupa teman satu bimbingan, Vela dan Danjos,
5. Prayudo, Kholis, Yunika, Ari, dan Wawan, yang telah membantu dalam penulisan, tidak lupa Pungkie, Kelvin, dan Isabel atas pinjaman alatnya,
6. Keluarga kedua penulis, Tim Robot UI, atas kekeluargaan, kebersamaan, kerja sama, dan perjuangannya selama ini demi menggapai 'JUARA',
7. Keluarga Asisten Laboratorium STL (Wawan, Kika, Alloy, Riry, Bagus, Anggiat, dan Farchan) atas warna-warni keceriaannya selama ini,
8. Keluarga Elkom Big Family 2008 dan para sahabat Cewek Elkom atas kebersamaannya dalam senang, sedih, dan semangat selama 4 tahun ini^^,
9. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu,

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhir kata, semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi yang membacanya.

Depok, 27 Juni 2012

Penulis

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

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

Nama : Gardina Daru Adini

NPM : 0806455212

Program Studi : Teknik Elektro

Departemen : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“ANALISIS POTENSI PEMBOROSAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK
PADA GEDUNG KELAS FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
INDONESIA”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 27 Juni 2012

Yang menyatakan



(Gardina Daru Adini)

ABSTRAK

Nama : Gardina Daru Adini
NPM : 0806455212
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Analisis Potensi Pemborosan Konsumsi Energi Listrik pada Gedung Kelas Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Saat ini masalah pemborosan energi listrik menjadi sangat penting. Pemborosan energi secara umum sekitar 80% diakibatkan oleh faktor manusia dan 20% disebabkan oleh faktor teknis. Skripsi ini membahas tentang potensi pemborosan konsumsi energi listrik pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia (FTUI). Fakultas Teknik merupakan fakultas yang paling banyak menggunakan konsumsi energi listrik dan penggunaan yang terbesar adalah untuk sumber tata udara (AC) dan sumber penerangan (lampu). Berdasarkan hasil penelitian, gedung K adalah gedung kelas yang memiliki potensi pemborosan energi listrik terbesar, nilai potensi pemborosan dapat mencapai 13.637,2 kWh /bulan atau Rp 11.337.027 /bulan (4,43% dari total biaya di FTUI). Gedung S dapat mencapai nilai potensi pemborosan 7.934,48 kWh /bulan atau Rp 6.471.451 /bulan (2,53 % dari total biaya listrik FTUI). Gedung GK dapat mencapai nilai potensi pemborosan 1.716,97 kWh /bulan atau Rp 6.471.451 /bulan (0,53 % dari total biaya listrik FTUI). Gedung Pasca dapat mencapai nilai potensi pemborosan 810,46 kWh /bulan atau Rp 607.830 /bulan (0,24 % dari total biaya listrik FTUI). Pada FTUI, total kelebihan lampu adalah 255 lampu TL 2x40 W dan 38 lampu TL 2x20 W, kelebihan kapasitas AC adalah 28 PK dan kekurangan kapasitas AC adalah 53,5 PK.

Kata Kunci:

Potensi, Pemborosan, Konsumsi, Energi, Listrik, AC, Lampu, Fakultas Teknik Universitas Indonesia

ABSTRACT

Name : Gardina Daru Adini
Major : Electrical Engineering
Title : Analysis of Electrical Energy Consumption Waste Potential in Class Buildings at Faculty of Engineering University of Indonesia

Nowadays electrical energy waste problem becomes very important. Generally, around 80% of energy waste is caused by human factors and 20% of it is caused by technical factors. This research is conducted to show the potential of unnecessary energy consumption in Faculty of Engineering, University of Indonesia (FTUI). Faculty of Engineering is a faculty that consumes the most of electrical energy and the applications that consume the most of it are the air conditioning source (AC) and the illumination source (lamp). Based on this research, K building is a class building that has greatest potential of electrical energy waste, the potential value of electrical energy waste could reach 13.637,2 kWh /month or Rp 11.337.027 /month (4.43% of the total cost usage in FTUI). S building could reach 7.934,48 kWh /month or Rp 6.471.451 /month (2,53 % of the total cost usage in FTUI). GK building could reach 1.716,97 kWh / month or Rp 6.471.451 / month (0,53 % of the total cost usage in FTUI). Pasca building could reach 810,46 kWh /month or Rp 607.830 / month (0,24 % of the total cost usage in FTUI). In the FTUI, surplusage light total is 255 TL lamps 2x40 W and 38 TL lamps 2x20 W, surplusage capacity of AC is 28 PK, and shortage capacity of AC is 53,5 PK.

Keyword:

Potential, Waste, Consumption, Energy, Electrical, AC, Lamp, Faculty of Engineering University of Indonesia

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GRAFIK.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penulisan	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Asumsi.....	3
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Energi Listrik dan Manfaatnya	5
2.2 Pelanggan Listrik.....	5
2.3 Tarif Dasar Listrik	7
2.3.1 Tarif Dasar Listrik untuk keperluan Pelayanan Sosial	7
2.3.2 Tarif Dasar Listrik untuk keperluan Rumah Tangga.....	9
2.3.3 Tarif Dasar Listrik untuk keperluan Industri	9
2.3.4 Tarif Dasar Listrik untuk keperluan Kantor Pemerintah dan Penerangan Jalan Umum.....	11
2.3.5 Tarif Dasar Listrik untuk keperluan Bisnis.....	12
2.3.6 Tarif Dasar Listrik untuk keperluan Traksi	13
2.3.7 Tarif Dasar Listrik untuk keperluan Curah (<i>bulk</i>).....	13
2.3.8 Tarif Dasar Listrik untuk keperluan Layanan Khusus	13
2.4 Beban-beban Listrik	13
2.4.1 Beban Sistem Penerangan.....	14

2.4.2	Sistem Tata Udara (Air Handling System / AHS)	18
2.4.3	Beban Sistem Tenaga	22
2.4.4	Beban Sistem Komputer	24
2.4.5	Beban Listrik Peralatan Elektronik lainnya	24
2.5	Kinerja Beban-beban Listrik.....	25
2.5.1	Daya.....	25
2.5.2	Konsumsi Energi Listrik.....	26
2.5.3	Faktor Daya.....	27
2.5.4	Efisiensi	29
2.6	Pola Konsumsi Energi Listrik.....	30
2.7	Efisiensi dan Konservasi Energi Listrik	32
BAB 3 OBJEK DAN METODOLOGI PENELITIAN.....		34
3.1	Objek Penelitian	34
3.2	Metodologi Penelitian	36
BAB 4 PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS.....		41
4.1	Pemborosan Konsumsi Energi Listrik.....	42
4.1.1	Mutu Peralatan dan Mutu Listrik	43
4.1.2	Perilaku Konsumsi	48
4.1.3	Perencanaan Sistem dan Lingkungan	54
4.2	Pengolahan Data.....	60
4.2.1	Pemilahan Data	60
4.2.2	Dasar Perhitungan	60
4.2.3	Perhitungan Hasil Penelitian.....	65
4.3	Analisis	103
BAB 5 KESIMPULAN		110
DAFTAR ACUAN.....		112
DAFTAR PUSTAKA		113
LAMPIRAN		114

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lampu Pijar (<i>Incandescent</i>).....	15
Gambar 2.2 Lampu halogen	15
Gambar 2.3 Lampu Neon	16
Gambar 2.4 Lampu CFL.....	16
Gambar 2.5 Lampu LED	17
Gambar 2.6 Penggunaan sistem ventilasi pada industri	20
Gambar 2.7 Penggunaan sistem ventilasi pada rumah-rumah (<i>Exhaust Fan</i>)	20
Gambar 2.8 Rangkaian listrik suatu <i>Air Conditioning</i> kecil	21
Gambar 2.9 Proses dan cara kerja AC.....	21
Gambar 2.10 Komponen Eskalator.....	23
Gambar 2.11 Cara Kerja Lift	23
Gambar 2.12 <i>Flow-Power Diagram</i>	24
Gambar 2.13 Segitiga Daya.....	28
Gambar 3.1 <i>Flow Chart</i> Metodologi Penelitian	37
Gambar 4.1 Ketidakseimbangan Beban	48
Gambar 4.2 Diagram Pemakaian Daya Gedung Kelas FTUI.....	66

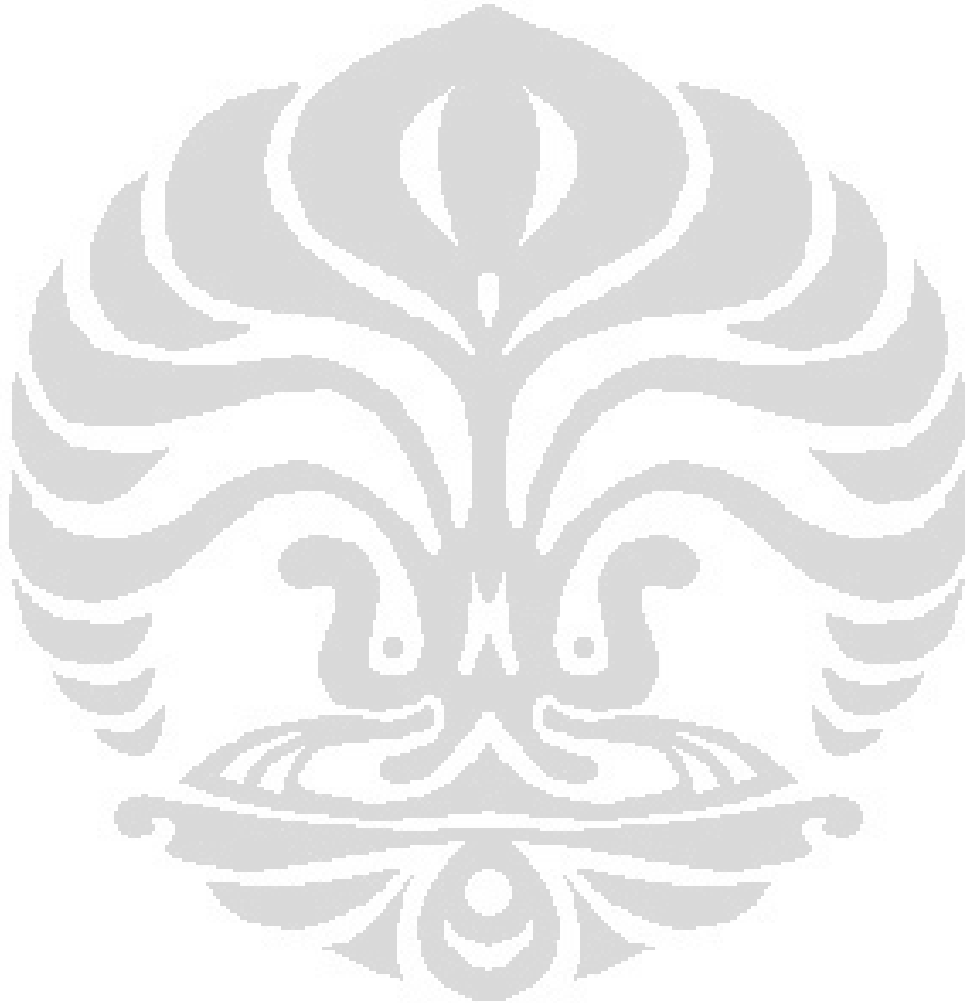
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tarif Dasar Listrik Sektor Sosial.....	8
Tabel 2.2 Tarif Dasar Listrik Sektor Rumah Tangga.....	9
Tabel 2.3 Tarif Dasar Listrik Sektor Industri	10
Tabel 2.4 Tarif Dasar Listrik Sektor Pemerintahan dan PJU	11
Tabel 2.5 Tarif Dasar Listrik Sektor Bisnis.....	12
Tabel 2.6 Ciri-ciri Lampu.....	17
Tabel 4.1 Data Pemakaian Daya Fakultas dan Pembagian Pembayaran Rekening Listrik.....	41
Tabel 4.2 Peralatan Elektrikal Gedung Kelas FTUI	44
Tabel 4.3 Perilaku Konsumsi di Gedung Kelas FTUI	51
Tabel 4.4 Tingkat Pencahayaan Minimum Standar	56
Tabel 4.5 Ukuran AC dengan Ukuran Ruang	59
Tabel 4.6 Nilai Konversi BTU/hour dan PK	62
Tabel 4.7 Tabel Penelitian AC 1 PK.....	63
Tabel 4.8 Perhitungan Total kW pada Ruang Kelas di Gedung RKB 1 ...	65
Tabel 4.9 Perhitungan Total kW pada Ruang Kelas di Gedung RKB 2 ...	65
Tabel 4.10 Perhitungan Total kW pada Ruang Kelas di Gedung GK	66
Tabel 4.11 Perhitungan Total kW pada Ruang Kelas di Gedung Pasca Sarjana	66
Tabel 4.12 Tabel Kebutuhan Lampu Gedung RKB 1	67
Tabel 4.13 Tabel Kebutuhan Lampu Gedung RKB 2.....	67
Tabel 4.14 Tabel Kebutuhan Lampu Gedung GK.....	68
Tabel 4.15 Tabel Kebutuhan Lampu Gedung Pasca Sarjana	68
Tabel 4.16 Tabel Kebutuhan AC Gedung RKB 1	68
Tabel 4.17 Tabel Kebutuhan AC Gedung RKB 2	69
Tabel 4.18 Tabel Kebutuhan AC Gedung GK.....	69
Tabel 4.19 Tabel Kebutuhan AC Gedung Pasca Sarjana	69
Tabel 4.20 Skenario Keadaan	70
Tabel 4.21 Data Jadwal Kuliah di Gedung K.....	71
Tabel 4.22 Total kWh AC Skenario 1 (ruang K101-K201)	73
Tabel 4.23 Total kWh AC Skenario 1 (ruang K202-K211)	74
Tabel 4.24 Perhitungan Beban Listrik Lampu (ruang K101-K201)	75
Tabel 4.25 Perhitungan Beban Listrik Lampu (ruang K202-K211)	75
Tabel 4.26 Total kWh Lampu Skenario 2 (ruang K101-K201).....	76
Tabel 4.27 Total kWh Lampu Skenario 2 (ruang K202-K211).....	77
Tabel 4.28 Total kWh Lampu Skenario 4 (ruang K101-K201).....	79
Tabel 4.29 Total kWh Lampu Skenario 4 (ruang K202-K211).....	80
Tabel 4.30 Data Jadwal Kuliah di Gedung RKB 2 / S.....	81
Tabel 4.31 Total kWh AC Skenario 1 (ruang S101-S302)	83

Tabel 4.32 Total kWh AC Skenario 1 (ruang S303-S504)	84
Tabel 4.33 Perhitungan Beban Listrik Lampu (ruang S101-S302)	85
Tabel 4.34 Perhitungan Beban Listrik Lampu (ruang S303-S504)	85
Tabel 4.35 Total kWh Lampu Skenario 2 (ruang S101-S302).....	86
Tabel 4.36 Total kWh Lampu Skenario 2 (ruang S303-S504).....	86
Tabel 4.37 Total kWh Lampu Skenario 4 (ruang S101-S302).....	89
Tabel 4.38 Total kWh Lampu Skenario 4 (ruang S303-S504).....	89
Tabel 4.39 Data Jadwal Kuliah di Gedung GK	90
Tabel 4.40 Total kWh AC Skenario 1 (ruang GK301-GK306).....	92
Tabel 4.41 Perhitungan Beban Listrik Lampu (ruang GK301-GK306)....	93
Tabel 4.42 Total kWh Lampu Skenario 2 (ruang GK301-GK306).....	94
Tabel 4.43 Total kWh Lampu Skenario 4 (ruang GK301-GK306).....	96
Tabel 4.44 Data Jadwal di Gedung Pasca	97
Tabel 4.45 Total kWh AC Skenario 1 (ruang A101-A104)	99
Tabel 4.46 Perhitungan Beban Listrik Lampu (ruang A101-A106)	100
Tabel 4.47 Total kWh Lampu Skenario 2 (ruang A101-A104).....	100
Tabel 4.48 Total kWh Lampu Skenario 4 (ruang A101-A104).....	102
Tabel 4.49 Hasil Potensi Pemborosan Energi Listrik dengan Skenario..	104
Tabel 4.50 Contoh Tabel Laporan Energi	107

DAFTAR GRAFIK

Grafik 2.1 Grafik Pola Konsumsi Energi Listrik menurut Sektor	30
Grafik 2.2 Pemakaian Listrik dalam Satu Hari.....	31
Grafik 2.3 Pemakaian Listrik dalam Satu Pekan	31
Grafik 4.1 Pemakaian Daya di Kampus UI Depok.....	42



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 kWh AC /hari pada Gedung K (ruang K101-K211)
- Lampiran 2 kWh AC /hari pada Gedung S (ruang S101-S504)
- Lampiran 3 kWh AC /hari pada Gedung GK (ruang GK301-GK306)
- Lampiran 4 kWh AC /hari pada Gedung EC (ruang A101-A104)
- Lampiran 5 Gambar Beban Lampu yang Boros di Ruang GK.306
- Lampiran 6 Gambar Beban Lampu yang Boros di Ruang K.106
- Lampiran 7 Gambar Beban Lampu yang Boros di Ruang K.103
- Lampiran 8 Gambar Beban LCD Proyektor dalam keadaan *stand by* meskipun tidak ada orang
- Lampiran 9 Gambar Beban AC yang Boros dengan Penyetelan Temperature AC 16⁰ C

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah menghasilkan berbagai penemuan baru, antara lain peralatan-peralatan elektronik dan alat-alat listrik yang serba modern. Penggunaan alat-alat listrik dan elektronik yang canggih dalam kehidupan sehari-hari tentulah sangat bermanfaat, membuat kehidupan menjadi lebih praktis dan juga efektif dalam memenuhi kebutuhan masyarakat. Semakin lama tidak ada satupun alat kebutuhan manusia yang tidak membutuhkan listrik, karena hampir setiap aktivitas yang dilakukan setiap hari pastilah membutuhkan energi listrik. Penggunaan energi listrik merupakan unsur penting yang menunjang berbagai kegiatan, baik itu untuk sektor industri, sektor rumah tangga, sektor pemerintahan, sektor transportasi, dan lain-lain. Disamping dampak positif yang diberikan, terdapat juga dampak negatif dari kemajuan teknologi ini. Contohnya yaitu konsumsi energi listrik yang terus menerus bertambah. Semakin banyak peralatan elektronik yang digunakan di masyarakat, maka semakin meningkat juga konsumsi energi listriknya. Dari waktu ke waktu, konsumsi energi listrik terus meningkat dengan cepat. Rata-rata pertumbuhan konsumsi energi listrik pada saat ini adalah 2,3-2,5%, dan akhir tahun 2030, diperkirakan kebutuhan energi listrik akan menjadi dua kali saat ini yang berkisar sekitar 16.000 TWh per tahunnya [1]. Pada kenyataannya peningkatan konsumsi energi listrik tersebut tidak sebanding dengan jumlah pasokan listrik dari pusat pembangkit, sehingga hal inilah yang kerap kali memicu krisis dan kelangkaan energi listrik.

Hal-hal kecil yang sering dilakukan selama ini, mungkin tanpa kita sadari telah mengakibatkan dampak besar dan bila terus menerus dilakukan akan mengakibatkan kelangkaan energi listrik. Hal ini dapat terjadi karena gaya hidup konsumtif masyarakat yang boros dan tidak efisien, misalnya dalam pembelian barang elektronik yang lebih mengedepankan nilai *prestige* daripada fungsi utamanya sebagai apa dan belum untuk mendukung kegiatan yang produktif. Hal tersebut merupakan contoh perilaku konsumtif masyarakat. Selain itu,

penggunaan barang-barang elektronik yang tidak sesuai kebutuhan dan tidak sesuai waktunya, contohnya lampu dibiarkan menyala pada siang hari yang terang benderang, meninggalkan ruangan terlalu lama sementara AC dan lampu dibiarkan hidup, komputer tetap dibiarkan hidup sementara tidak digunakan sama sekali, bahkan mengaktifkan *screen saver* yang justru cenderung lebih memboroskan energi listrik. Perilaku konsumtif masyarakat terhadap energi listrik ini dapat mengubah pola dan gaya hidup masyarakat menjadi lebih boros. Masalah pemborosan energi listrik ini sebesar 80% disebabkan oleh faktor manusia dan 20% disebabkan oleh faktor teknis, hal ini dikarenakan banyaknya pemakaian listrik yang berlebihan dan tidak sesuai waktunya [2].

Seiring dengan kemajuan teknologi yang pesat serta bertambahnya pula konsumsi energi listrik di Indonesia, penerapan efisiensi energi listrik menjadi hal yang sangat penting. Maksud efisiensi energi listrik disini bukan berarti penggunaan energi listrik harus mengorbankan kenyamanan seperti membaca buku di ruangan gelap untuk menghemat lampu atau mematikan seluruh AC di Gedung demi menghemat biaya listrik, namun contoh tindakan nyata dalam menggunakan energi listrik secara efisien adalah menggunakan Lampu Hemat Energi (LHE) sebagai pengganti lampu pijar, lampu ini dapat melakukan penghematan LHE rata-rata bisa sampai lima kali lampu pijar. Jadi misalnya, lampu LHE 20 watt akan menghasilkan cahaya setara dengan 100 watt di lampu pijar. Pada masyarakat kadangkala efisiensi energi listrik diartikan juga sebagai penghematan energi listrik. Selain efisien energi, terdapat juga perilaku konservasi energi, hal ini mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 70 Tahun 2009 tentang Konversi Energi, definisi konservasi energi adalah upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Contoh tindakan nyatanya adalah mematikan lampu meja belajar, televisi, ataupun AC ketika sedang tidak digunakan. Pengertian konservasi energi disini adalah mengurangi konsumsi energi dengan mematikan peralatan yang tidak sedang digunakan. Jika selama ini kita sering membiarkan lampu belajar tetap menyala walau sedang tidak digunakan, maka ketika kita mematakannya akan ada sejumlah energi yang bisa

kita hemat. Efisiensi dan konservasi energi mempunyai peran vital dan sangat penting untuk mencegah perilaku boros dalam konsumsi energi listrik.

1.2 Tujuan Penulisan

Tujuan dari skripsi ini adalah untuk mengetahui pemborosan listrik yang terjadi di Fakultas Teknik Universitas Indonesia, melakukan analisis tentang potensi pemborosan konsumsi energi listrik tersebut, dan mengetahui besarnya konsumsi energi listrik yang terbuang karena pemborosan listrik pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

1.3 Batasan Masalah

Pembahasan skripsi ini dibatasi pada analisis potensi pemborosan konsumsi energi listrik pada gedung kelas Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penelitian skripsi ini hanya terbatas pada ruang-ruang kelas di gedung Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Adapun jenis gedung kelas yang menjadi objek penelitian terdiri dari tiga gedung, yaitu Gedung RKB 1, Gedung RKB 2, dan Gedung *Engineering Centre* (Pasca Sarjana dan Program Internasional).

1.4 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian skripsi ini adalah perhitungan pemborosan konsumsi energi listrik sesuai dengan data-data yang didapatkan. Pemakaian ruang kelas sesuai dengan data fiksasi pemakaian ruang berdasarkan jadwal kuliah di semester genap 2011/2012. Penggunaan beban-beban listrik sesuai dengan data peralatan-peralatan elektrik di Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

1.5 Metodologi Penelitian

Penulisan skripsi ini diawali dengan pengidentifikasian ruang-ruang kelas dan perilaku konsumsi dalam menggunakan beban-beban listrik di dalam ruang kelas tersebut, yaitu dengan melakukan survei lapangan ke ruang-ruang kelas di Fakultas Teknik Universitas Indonesia, di lanjutkan dengan wawancara terhadap para konsumen listrik dan juga petugas/staff yang bertugas mengatur beban-beban

listrik di kelas-kelas. Langkah berikutnya adalah melakukan analisis terhadap potensi pemborosan konsumsi energi listrik yang terjadi. Kemudian melakukan perhitungan untuk mengetahui seberapa besar pemborosan konsumsi energi listrik.

1.6 Sistematika Penulisan

Skripsi ini dibagi menjadi lima bab, diawali dengan Bab Satu yang menjelaskan tentang latar belakang, tujuan penulisan skripsi, batasan masalah yang diambil, metodologi penelitian yang dilakukan, dan sistematika penulisan. Pada Bab Dua dijelaskan mengenai dasar teori yang akan dijadikan landasan dalam penulisan skripsi ini, bab ini menjelaskan secara lengkap mengenai energi listrik dan penggunaannya, serta teori lainnya yang mendukung dari pembahasan masalah yang terdapat pada bab selanjutnya. Lalu pada Bab Tiga dipaparkan tentang metode penelitian, yang merangkup objek, metode, dan prosedur penelitian. Setelah itu terdapat Bab Empat yang akan membahas tentang analisis mengenai potensi pemborosan konsumsi energi listrik dan juga perhitungan pemborosannya. Selanjutnya pada Bab Lima akan dipaparkan kesimpulan dari penulisan skripsi ini.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Energi Listrik dan Manfaatnya

Energi yang banyak dimanfaatkan dalam kebutuhan hidup masyarakat masa kini adalah energi listrik. Pengertian energi listrik adalah energi akhir yang dibutuhkan bagi peralatan listrik untuk menggerakkan motor, lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan ataupun untuk menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi yang lain. Energi yang dihasilkan dapat berasal dari berbagai sumber, seperti air, minyak, batu bara, angin, panas bumi, nuklir, matahari, dan lainnya. Energi ini besarnya dari beberapa volt sampai ribuan hingga jutaan volt.

Energi listrik tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan. Energi listrik merupakan energi yang sangat fleksibel, karena energi listrik dapat dengan mudah diubah menjadi energi lain, misalnya energi listrik dapat diubah menjadi energi panas, energi gerak, energi cahaya, dan energi lainnya. Energi listrik sangat dibutuhkan di rumah tangga, perkantoran, perusahaan atau industri, lembaga-lembaga pendidikan, sosial, pemerintahan, dan lain-lain. Pemakaian energi listrik sekarang ini sudah sangat luas sekali, bahkan manusia sangat sulit melepaskan diri dari kebutuhan energi listrik. Bahkan kini alat transportasi seperti mobil dan sepeda sudah ada yang memanfaatkan teknologi listrik dan masih banyak contoh teknologi canggih lainnya yang memerlukan listrik. Semakin lama tidak ada satupun alat kebutuhan manusia yang tidak membutuhkan listrik.

2.2 Pelanggan Listrik

Pelanggan Perusahaan Listrik Negara dibagi berdasarkan penggunaan dan kebutuhan dayanya, yaitu terdiri dari :

a. Sektor Sosial

Pelanggan listrik yang termasuk dalam golongan pelanggan sosial adalah sekolah, panti asuhan, lembaga sosial, masjid, gereja, wihara, dan masih banyak lagi tempat untuk keperluan kegiatan sosial lainnya

b. Sektor Rumah Tangga

Pelanggan listrik yang termasuk ke dalam pelanggan rumah tangga adalah semua rumah-rumah yang berisikan peralatan-peralatan listrik untuk keperluan rumah tangga

c. Sektor Industri

Pelanggan listrik yang termasuk ke dalam golongan ini yaitu segala macam unit kegiatan yang menghasilkan produk barang dan jasa, baik industri kecil, industri menengah, maupun industri besar

d. Sektor Pemerintahan dan Penerangan Jalan Umum

Pelanggan Listrik yang termasuk golongan tarif pemerintah dan penerangan jalan umum (tarif publik), yaitu Gedung pemerintahan, Gedung MPR/DPR/DPRD, Istana Presiden/ wakil presiden, Kantor departemen, Kantor keluarahan, Kecamatan, Kabupaten, Kantor Gubernur, Kedutaan dan Kantor perwakilan Negara asing, Kantor perwakilan PBB, TVRI dan RRI, penerangan jalan umum, penerangan jalan tol, dan lain sebagainya

e. Sektor Bisnis

Pelanggan listrik yang termasuk kedalam golongan tarif bisnis adalah Pelangan yang sebagian atau seluruh tenaga listrik dari PT PLN (Persero) digunakan untuk salah satu atau beberapa kegiatan berbentuk usaha, yaitu usaha jual beli barang, jasa, dan pehotelan, usaha perbankan, usaha perdagangan ekspor/impor Kantor Firma, CV, PT atau badan hukum/perorangan yg bergerak dalam bidang usaha perdagangan, usaha pergudangan dimana sebagian atau seluruh bangunan digunakan untuk tempat penyimpanan badang atau material usaha peorangan atau badan hukum yang sebagian besar atau seluruh kegiatannya merupakan penjualan

barang atau jasa dan juga usaha-usaha lainnya yang bertendensi komersial seperti praktek dokter, dan lain sebagainya

f. Traksi

Pelanggan listrik yang dapat dikelompokkan dalam golongan tarif T (traksi) adalah perusahaan bergerak di bidang transportasi umum yang dioperasikan oleh PT. Kereta Api Indonesia, dengan ketentuan yaitu tenaga listrik dimanfaatkan secara langsung maupun tidak langsung sebagai penggerak utama sarana pengangkutan yang di operasikan, instalasi untuk operasi transportasi dipisahkan dari instalasi penunjang seperti bangunan gedung stasiun, bengkel pemeliharaan, gudang perlengkapan dan lain sebagainya

g. Curah

Pelanggan listrik yang dapat dikelompokkan dalam golongan tarif C adalah badan usaha Koperasi Unit Desa (KUD) yang memenuhi ketentuan yaitu bergerak di bidang khusus tenaga listrik, mengoperasikan sendiri jaringan tegangan menengah dan tegangan rendah yang memenuhi standar PLN setempat, memegang Ijin Usaha Ketenagalistrikan untuk Kepentingan Umum (IUKU) yang sah dengan *exclusive-right*, bersedia disamakan dengan pelanggan tidak menuntut hak eksklusif tertentu

h. Layanan Khusus

Selain dari yang termasuk pelanggan-pelanggan listrik diatas, maka masuk ke dalam layanan khusus

2.3 Tarif Dasar Listrik

Tarif listrik yang disediakan oleh Perusahaan Perseroan PT Perusahaan Listrik Negara dinyatakan dalam Tarif Dasar Listrik. Berdasarkan Golongan Tarif Dasar Listriknya, tarif listrik di bagi menjadi delapan jenis yaitu [3]:

2.3.1 Tarif Dasar Listrik untuk keperluan Pelayanan Sosial

Berikut ini merupakan tingkatan golongan pada tarif dasar listrik (TDL) untuk golongan pelayanan sosial:

- Golongan tarif untuk keperluan pemakaian sangat kecil pada tegangan rendah, dengan daya 220 VA (S-1/TR)
- Golongan tarif untuk keperluan pelayanan sosial kecil sampai dengan sedang pada tegangan rendah, dengan daya 450 VA s.d. 200 kVA (S-2/TR)
- Golongan tarif untuk keperluan pelayanan sosial besar pada tegangan menengah, dengan daya di atas 200 kVA (S-3/TM)

Tabel 2.1 Tarif Dasar Listrik Sektor Sosial

TARIF DASAR LISTRIK UNTUK KEPERLUAN PELAYANAN SOSIAL					
NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)	
1.	S-1/TR	220 VA	-	Abonemen per bulan (Rp) : 14.800	-
2.	S-2/TR	450 VA	10.000	Blok I : 0 s.d. 30 kWh : 123 Blok II : di atas 30 kWh s.d. 60 kWh : 265 Blok III : di atas 60 kWh : 360	325
3.	S-2/TR	900 VA	15.000	Blok I : 0 s.d. 20 kWh : 200 Blok II : di atas 20 kWh s.d. 60 kWh : 295 Blok III : di atas 60 kWh : 360	455
4.	S-2/TR	1.300 VA	*)	605	605
5.	S-2/TR	2.200 VA	*)	650	650
6.	S-2/TR	3.600 VA s.d. 200 kVA	*)	755	755
7.	S-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times P \times 605$ Blok LWBP = $P \times 605$ kVArh = 650 ***)	-

Catatan :

*) Diterapkan Rekening Minimum (RM) :
 $RM1 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian.}$

***) Diterapkan Rekening Minimum (RM) :
 $RM2 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian Blok LWBP.}$
 Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

***) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVArh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).

K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat ($1,4 \leq K \leq 2$), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.

P : Faktor pengali untuk pembeda antara S-3 bersifat sosial murni dengan S-3 bersifat sosial komersial.

Untuk pelanggan S-3 yang bersifat sosial murni P = 1.
 Untuk pelanggan S-3 yang bersifat sosial komersial P = 1,3.

Kategori S-3 bersifat sosial murni dan S-3 bersifat sosial komersial ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara dengan mempertimbangkan kemampuan bayar dan sifat usahanya.

WBP : Waktu Beban Puncak.
 LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.

Sumber Peraturan Pemerintah Nomor 10 Tahun 1989

2.3.2 Tarif Dasar Listrik untuk keperluan Rumah Tangga

Berikut ini merupakan tingkatan golongan pada tarif dasar listrik (TDL) untuk golongan rumah tangga:

- Golongan tarif untuk keperluan rumah tangga kecil pada tegangan rendah, dengan daya 450 VA s.d. 2.200 VA (R-1/TR)
- Golongan tarif untuk keperluan rumah tangga menengah pada tegangan rendah, dengan daya 3.500 VA s.d. 5.500 VA (R-2/TR)
- Golongan tarif untuk keperluan rumah tangga besar pada tegangan rendah, dengan daya 6.600 VA ke atas (R-3/TR)

Tabel 2.2 Tarif Dasar Listrik Sektor Rumah Tangga

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh)	
1.	R-1/TR	450 VA	11.000	Blok I : 0 s.d. 30 kWh : 169 Blok II : di atas 30 kWh s.d. 60 kWh : 360 Blok III : di atas 60 kWh : 495	415
2.	R-1/TR	900 VA	20.000	Blok I : 0 s.d. 20 kWh : 275 Blok II : di atas 20 kWh s.d. 60 kWh : 445 Blok III : di atas 60 kWh : 495	605
3.	R-1/TR	1.300 VA	*)	790	790
4.	R-1/TR	2.200 VA	*)	795	795
5.	R-2/TR	3.500 s.d. 5.500 VA	*)	890	890
6.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	**)	Blok I : H1 x 890 Blok II : H2 x 1.380	1.330

Catatan :

*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM1 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian.}$

***) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM2 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian Blok I.}$
 Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.
 H1 : Persentase batas hemat terhadap jam nyala rata-rata nasional x daya tersambung (kVA).
 H2 : Pemakaian listrik (kWh) - H1.

Besar persentase batas hemat dan jam nyala rata-rata nasional ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara dengan persetujuan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral.

Sumber Peraturan Pemerintah Nomor 10 Tahun 1989

2.3.3 Tarif Dasar Listrik untuk keperluan Industri

Berikut ini merupakan tingkatan golongan pada tarif dasar listrik (TDL) untuk golongan industri:

- Golongan tarif untuk keperluan industri kecil/industri rumah tangga pada tegangan rendah, dengan daya 450 VA s.d. 14 kVA (I-1/TR)
- Golongan tarif untuk keperluan industri sedang pada tegangan rendah, dengan daya di atas 14 kVA s.d. 200 kVA (I-2/TR)
- Golongan tarif untuk keperluan industri menengah pada tegangan menengah, dengan daya di atas 200 kVA (I-3/TM)
- Golongan tarif untuk keperluan industri besar pada tegangan tinggi, dengan daya 30.000 kVA ke atas (I-4/TT)

Tabel 2.3 Tarif Dasar Listrik Sektor Industri

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)	
1.	I-1/TR	450 VA	25.000	Blok I : 0 s.d. 30 kWh : 160 Blok II : di atas 30 kWh : 395	485
2.	I-1/TR	900 VA	31.500	Blok I : 0 s.d. 72 kWh : 315 Blok II : di atas 72 kWh : 405	600
3.	I-1/TR	1.300 VA	*)	765	765
4.	I-1/TR	2.200 VA	*)	790	790
5.	I-1/TR	3.500 VA s.d. 14 kVA	*)	915	915
6.	I-2/TR	di atas 14 kVA s.d. 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 800 Blok LWBP = 800 kVArh = 875 ****)	-
7.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 680 Blok LWBP = 680 kVArh = 735 ****)	-
8.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan LWBP = 605 kVArh = 605 ****)	-

Gatatan :

*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM1 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian.}$

***) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM2 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian LWBP.}$

****) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM3 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian WBP dan LWBP.}$
 Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

*****) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVArh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).

K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat ($1,4 \leq K \leq 2$), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.

WBP : Waktu Beban Puncak.
 LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.

Sumber Peraturan Pemerintah Nomor 10 Tahun 1989

2.3.4 Tarif Dasar Listrik untuk keperluan Kantor Pemerintah dan Penerangan Jalan Umum

Berikut ini merupakan tingkatan golongan pada tarif dasar listrik (TDL) untuk golongan pemerintahan dan PJU (Penerangan Jalan Umum) adalah:

- Golongan tarif untuk keperluan kantor pemerintah kecil dan sedang pada tegangan rendah, dengan daya 450 VA s.d. 200 kVA (P-1/TR)
- Golongan tarif untuk keperluan kantor pemerintah besar pada tegangan menengah, dengan daya di atas 200 kVA (P-2/TM)
- Golongan tarif untuk keperluan penerangan jalan umum pada tegangan rendah (P-3/TR)

Tabel 2.4 Tarif Dasar Listrik Sektor Pemerintahan dan PJU

TARIF DASAR LISTRIK UNTUK KEPERLUAN KANTOR PEMERINTAH DAN PENERANGAN JALAN UMUM

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)	
1.	P-1/TR	450 VA	20.000	575	685
2.	P-1/TR	900 VA	24.600	600	760
3.	P-1/TR	1.300 VA	*)	880	880
4.	P-1/TR	2.200 VA s.d. 5.500 VA	*)	885	885
5.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	**)	Blok I : H1 x 885 Blok II : H2 x 1.380	1.200
6.	P-2/TM	di atas 200 kVA	***)	Blok WBP = K x 750 Blok LWBP = 750 kVArh = 825 ****)	-
7.	P-3/TR	-	**)	820	820

Catatan :

*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM1 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian.}$

***) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM2 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian Blok I}$

****) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM3 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian LWBP.}$
 H1 : Persentase batas hemat terhadap jam nyala rata-rata nasional x daya tersambung (kVA).
 H2 : Pemakaian listrik (kWh) - H1.
 Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

*****) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVArh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).

Besar persentase batas hemat dan jam nyala rata-rata nasional ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara dengan persetujuan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral.

K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat ($1,4 \leq K \leq 2$), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.

WBP : Waktu Beban Puncak.
 LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.

Sumber Peraturan Pemerintah Nomor 10 Tahun 1989

2.3.5 Tarif Dasar Listrik untuk keperluan Bisnis

Berikut ini merupakan tingkatan golongan pada tarif dasar listrik (TDL) untuk golongan bisnis sebagai berikut:

- Golongan tarif untuk keperluan bisnis kecil pada tegangan rendah, dengan daya 450 VA s.d. 5.500 VA (B-1/TR);
- Golongan tarif untuk keperluan bisnis menengah pada tegangan rendah, dengan daya 6.600 VA s.d. 200 kVA (B-2/TR);
- Golongan tarif untuk keperluan bisnis besar pada tegangan menengah, dengan daya di atas 200 kVA (B-3/TM)

Tabel 2.5 Tarif Dasar Listrik Sektor Bisnis

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)	
1.	B-1/TR	450 VA	23.500	Blok I : 0 s.d. 30 kWh : 254 Blok II : di atas 30 kWh : 420	535
2.	B-1/TR	900 VA	26.500	Blok I : 0 s.d. 108 kWh : 420 Blok II : di atas 108 kWh : 485	630
3.	B-1/TR	1.300 VA	*)	795	795
4.	B-1/TR	2.200 VA s.d. 5.500 VA	*)	905	905
5.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	**)	Blok I : H1 x 900 Blok II : H2 x 1.380	1.100
6.	B-3/TM	di atas 200 kVA	***)	Blok WBP = K x 800 Blok LWBP = 800 kVArh = 905 ****)	-

Catatan :

*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM1 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian.}$

***) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM2 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian Blok I.}$

****) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM3 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian LWBP.}$
 Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.
 $H1$: Persentase batas hemat terhadap jam nyala rata-rata nasional x daya tersambung (kVA).
 $H2$: Pemakaian listrik (kWh) - $H1$.

*****) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVArh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).

Besar persentase batas hemat dan jam nyala rata-rata nasional ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara dengan persetujuan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral.

K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat ($1,4 \leq K \leq 2$), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.

WBP : Waktu Beban Puncak.
 LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.

Sumber Peraturan Pemerintah Nomor 10 Tahun 1989

2.3.6 Tarif Dasar Listrik untuk keperluan Traksi

Pada umumnya yang termasuk golongan ini adalah tegangan menengah, dengan daya di atas 200 kVA (T/TM) diperuntukkan bagi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Kereta Api Indonesia

2.3.7 Tarif Dasar Listrik untuk keperluan Curah (*bulk*)

Pada umumnya yang termasuk golongan ini adalah tegangan menengah, dengan daya di atas 200 kVA (C/TM) diperuntukkan bagi pemegang izin usaha penyediaan tenaga listrik

2.3.8 Tarif Dasar Listrik untuk keperluan Layanan Khusus

Pada umumnya yang termasuk golongan ini adalah tegangan rendah, tegangan menengah, dan tegangan tinggi (L/TR, TM, TT). Diperuntukkan hanya bagi pengguna listrik yang memerlukan pelayanan dengan kualitas khusus dan yang karena berbagai hal tidak termasuk dalam ketentuan golongan tarif sosial, rumah tangga, bisnis, industri, dan pemerintah

2.4 Beban-beban Listrik

Tenaga listrik yang didistribusikan ke pelanggan (konsumen) listrik digunakan untuk bermacam-macam peralatan atau disebut juga beban listrik. Beban-beban listrik membutuhkan tenaga listrik sebagai sumber energinya agar dapat melakukan kerja. Secara umum beban-beban listrik dapat dibagi menjadi:

- Sistem penerangan
- Sistem non penerangan

Sistem penerangan, contohnya lampu. Sistem non penerangan, meliputi sistem lainnya selain penerangan, yaitu sistem tata udara (AC, heater), sistem tenaga (motor-motor industri, lift, eskalator), sistem komputer, dan beban-beban listrik pada sistem lainnya. Bila dilihat dari tingkat konsumsi dayanya maka secara umum jenis beban-beban listrik dapat dikelompokkan menjadi empat jenis.

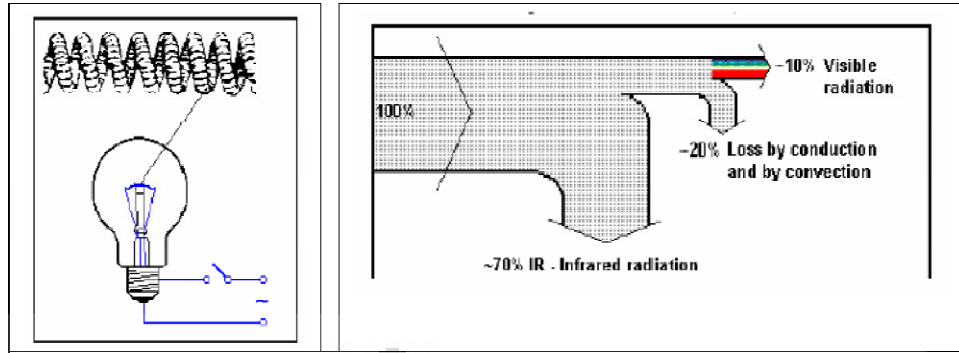
2.4.1 Beban Sistem Penerangan

Sistem penerangan disebut juga sistem pencahayaan, yaitu suatu sistem yang berkaitan dengan tata cahaya dan merupakan salah satu sistem yang sangat vital pada suatu bangunan, karena sangat mempengaruhi kenyamanan, kualitas kerja, dan produktifitas dalam bekerja. Sistem pencahayaan yang baik dapat dilihat dari tiga aspek yaitu: kualitas, kuantitas, dan efisiensi konsumsi energi listriknya [4]. Sistem pencahayaan dibagi menjadi dua yaitu sistem pencahayaan alami dan sistem pencahayaan buatan. Sistem pencahayaan alami sumbernya berasal dari sinar matahari atau cahaya alami secara langsung. Sistem pencahayaan buatan sumbernya berasal dari cahaya selain cahaya alami, contohnya lampu.

Lampu merupakan contoh beban listrik dari sistem penerangan. Berdasarkan SNI 03-6575-2001, Standar Nasional Indonesia tentang tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung, lampu listrik dapat dikategorikan dalam dua golongan, yaitu : lampu pijar dan lampu pelepasan gas. Lampu pijar menghasilkan cahayanya dengan pemanasan listrik dari kawat filamennya pada temperatur yang tinggi. Lampu pelepasan gas bekerja berdasarkan pelepasan elektron secara terus menerus di dalam uap yang diionisasi, kadang-kadang dikombinasikan dengan fosfor yang dapat berpendar dan biasa menggunakan ballast sebagai pembatas arus pada sirkit lampu. Dibawah ini merupakan jenis-jenis lampu yang umum digunakan, yaitu [5]:

a. Lampu Pijar (*Incandescent*)

Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui proses penyaluran arus listrik (melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya). Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut akan menghalangi udara untuk berhubungan secara langsung dengan filamen tersebut, sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi. Energi listrik yang diperlukan lampu pijar untuk menghasilkan cahaya yang terang lebih besar dibandingkan sumber cahaya buatan lainnya.

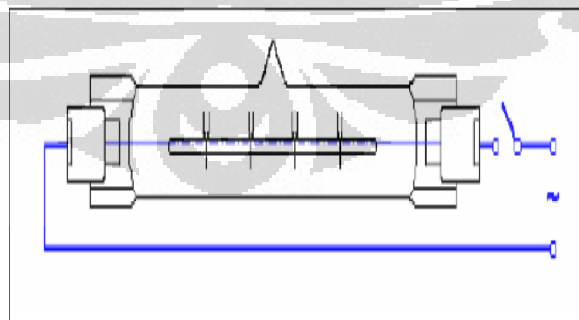


Gambar 2.1 Lampu Pijar (*Incandescent*)

Sumber www.energyefficiencyasia.org

b. Lampu Halogen

Lampu halogen sebenarnya sejenis dengan lampu pijar. Lampu halogen dibuat untuk mengatasi masalah ukuran fisik dan struktur pada lampu pijar. Dalam pengaplikasiannya lampu halogen sering digunakan sebagai lampu sorot, lampu proyektor, dan lampu proyektor film. Dengan adanya tambahan gas halogen (seperti iodium), walaupun lampu halogen termasuk jenis lampu pijar, tetapi mempunyai efikasi sekitar 18 lumen/watt. Cahaya lampu halogen dapat memunculkan warna asli obyek yang terkena cahaya, karena cahaya yang dihasilkan lampu halogen umumnya lebih terang dan lebih putih dibanding cahaya lampu pijar (pada daya yang sama). Lampu halogen pada umumnya ukuran fisiknya kecil, rumit pembuatannya sehingga harganya relatif lebih mahal dibanding lampu pijar dan neon.

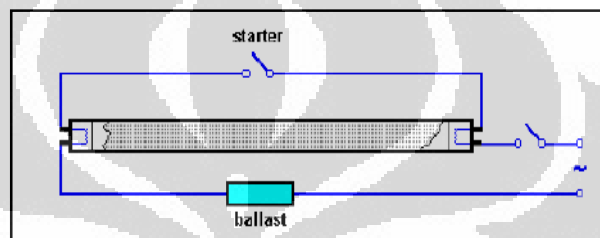


Gambar 2.2 Lampu halogen

Sumber www.energyefficiencyasia.org

c. Lampu Neon (*Flourescent*)

Di Indonesia lebih dikenal dengan nama lampu TL. Efisiensi lampu ini 3 hingga 5 kali lebih efisien daripada lampu pijar standar dan untuk ketahanannya dapat bertahan 10 hingga 20 kali lebih awet. Konstruksi lampu neon terdiri dari tabung gelas berwarna putih susu, karena dinding bagian dalam tabung dilapisi serbuk pasphor. Bentuk tabungnya ada yang memanjang dan melingkar. Jenis lampu ini mengandung gas di dalam tabung gelas yang menguap bila dipanasi

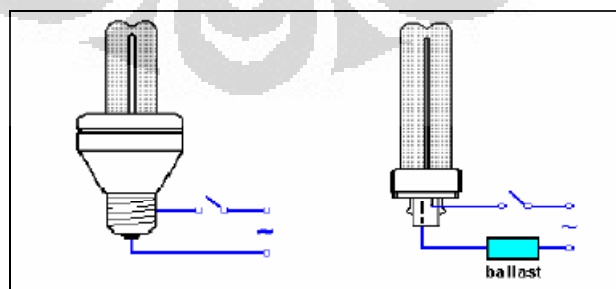


Gambar 2.3 Lampu Neon

Sumber www.energyefficiencyasia.org

d. Lampu CFL (*Compact Flourescent Lamp*)

Lampu neon yang banyak berada di pasaran saat ini adalah lampu neon kompak (*Compact Flourescent Lamp*) sering disebut LHE (Lampu Hemat Energi). Lampu ini dirancang dengan bentuk yang lebih kecil yang dapat bersaing dengan lampu pijar dan uap merkuri di pasaran lampu dan memiliki bentuk bulat atau segi empat. Produk di pasaran tersedia dengan gir pengontrol yang sudah terpasang (GFG) atau terpisah (CFN)

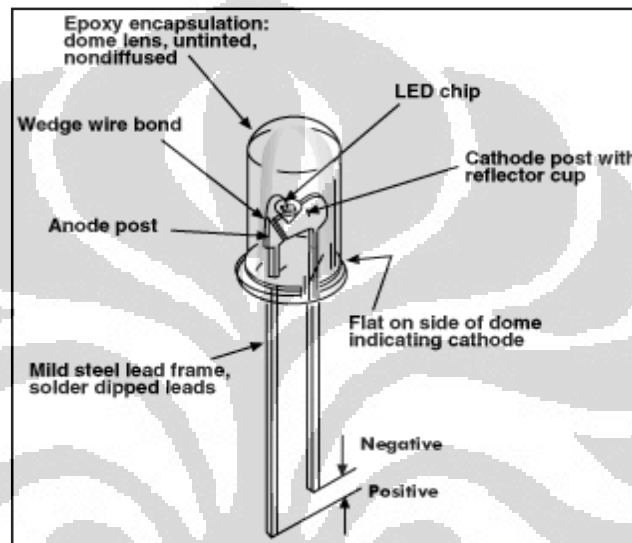


Gambar 2.4 Lampu CFL

Sumber www.energyefficiencyasia.org

e. Lampu Light Emitting Diode (LED)

Lampu LED merupakan sumber cahaya lampu terbaru dengan efisiensi yang paling besar daripada jenis sumber cahaya buatan lainnya. Lampu LED dapat bertahan dari 40.000 hingga 100.000 jam tergantung pada warna. Lampu LED digunakan untuk banyak penerapan pencahayaan seperti tanda keluar, sinyal lalu lintas, dan berbagai penerapan seni dekoratif



Gambar 2.5 Lampu LED

Sumber creativentechno.wordpress.com

Tabel 2.6 Ciri-ciri Lampu

No.	Lampu	Rata-rata efficacy	Penerapan	umur lampu
1	Pijar	14 lumens/Watt	Rumah, restoran, penerangan umum, penerangan darurat	1000 jam
2	Halogen	20 lumens/Watt	penerangan berlebihan, arena pameran, area konstruksi	2000 - 4000 jam
3	Neon/TL	80 lumens/Watt	Kantor, pertokoan, rumah sakit, rumah	5000 jam
3	CFL	60 lumens/Watt	Hotel, pertokoan, rumah, kantor	8000- 10.000 jam

2.4.2 Sistem Tata Udara (Air Handling System / AHS)

AHS sering juga disebut dengan HVAC (*Heating, Ventilating and Air Conditioning*). Sistem tata udara sebenarnya suatu proses mendinginkan atau memanaskan udara, sehingga dapat mencapai suhu dan kelembaban yang diinginkan dan juga dapat mengatur aliran udara serta kebersihannya [6]. Pada sistem ini seharusnya tidak hanya mengontrol suhu ruangan seperti halnya AC konvensional biasa, melainkan juga menjaga kelembaban, tingkat kebersihan (sesuai dengan kelas ruangan yang dipersyaratkan), tekanan udara, dan masih banyak lagi. Oleh karena itu, sistem tata udara sangatlah diperlukan demi menghasilkan kualitas udara yang baik dan sehat bagi penghuninya, melindungi alat-alat, dan juga sebagai kenyamanan yang menunjang aktifitas dan produktifitas manusia.

Dalam sistem tata udara, unit atau komponen yang mengatur sistem tata udara ini disebut AHU (*Air Handling Unit*). Disebut unit, karena AHU terdiri dari beberapa alat yang masing-masing memiliki fungsi yang berbeda. Secara umum komponen sistem tata udara terdiri dari:

- a. *Cooling Coil (Evaporator)* berfungsi sebagai media penukar kalor antar udara yang akan disirkulasikan dengan refrikan
- b. Sistem Pendistribusian (*Ducting* atau Pipa) berguna sebagai pendistribusian atau persirkulasian udara dari AHU lalu ke ruangan
- c. Peralatan untuk memindahkan fluida air atau udara (kipas, pompa)
- d. Peralatan untuk memindahkan kalor antara fluida dan ruang atau terminal unit (*diffuser*)
- e. *Filter* berfungsi untuk menyaring udara yang disirkulasikan agar bersih dari debu, dan kontaminan lainnya
- f. *Casing* atau rumah AHU merupakan tempat elemen-elemen yang ada di atas

Sistem HVAC pengaruhnya sangat vital bagi para pengguna energi listrik terutama industri-industri besar yang dipenuhi motor-motor dan mesin-mesin sehingga harus selalu dijaga suhu dan kelembabannya, selain itu juga pada gedung-gedung perkantoran yang dipenuhi peralatan komputer yang perlu dijaga kelembaban udaranya. Sistem HVAC mempunyai tiga komponen utama [7]:

a. Heating

Sistem ini banyak digunakan di daerah-daerah yang beriklim dingin, yang sepanjang musim didominasi dengan suhu yang dingin. *Heating* tersusun oleh beberapa bagian penting antara lain *boiler*, *furnace*, *heat pump*, radiator, dan *hydronic*. *Furnace* berfungsi sebagai sumber panas yang ditransfer ke media air bernama *hydronic* di boiler. *Hydronic* tersirkulasi berkat kerja dari *heat pump*, yang selanjutnya setelah dari boiler, *hydronic* menuju ke radiator untuk memindahkan panas yang dikandungnya ke udara yang tersirkulasi. Udara inilah yang digunakan untuk memanaskan ruangan

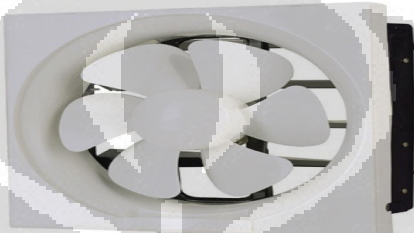
b. Ventilation

Ventilation adalah proses untuk mensirkulasikan udara di dalam suatu ruangan dengan udara luar, yang bertujuan untuk membuang debu, kelembaban, bau-bauan yang tidak sedap, karbon dioksida, panas, bakteri di udara, serta meregenerasi oksigen di dalam ruangan. Ada dua jenis ventilasi, yaitu *forced ventilation* dan *natural ventilation*. *Forced ventilation* adalah sistem ventilasi yang menggunakan bantuan fan atau kipas untuk mensirkulasikan udara di dalam ruangan. Sistem ini banyak digunakan di perindustrian besar, gedung-gedung, dan di dapur dan di kamar mandi. Di dapur biasanya dipasang *fan* untuk menghisap asap dari kompor dan dibuang keluar, sedangkan di kamar mandi digunakan untuk mengusir bau-bauan yang tidak sedap dari dalam kamar mandi. Sedangkan untuk *natural ventilation* tidak diperlukan bantuan kipas untuk mensirkulasikan udara. Biasanya hanya berupa jendela yang dibiarkan terbuka di suatu ruangan



Gambar 2.6 Penggunaan sistem ventilasi pada industri

Sumber www.onnyapriyahanda.com



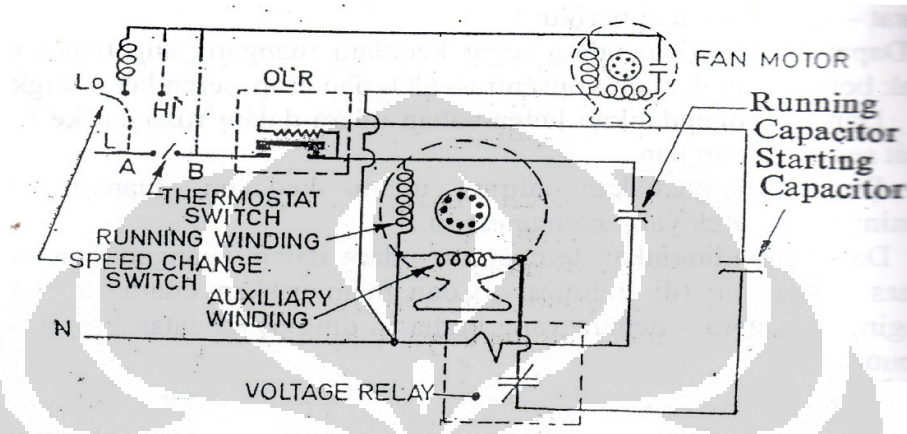
Gambar 2.7 Penggunaan sistem ventilasi pada rumah-rumah
(*Exhaust Fan*)

Sumber www.onnyapriyahanda.com

c. Air Conditioning

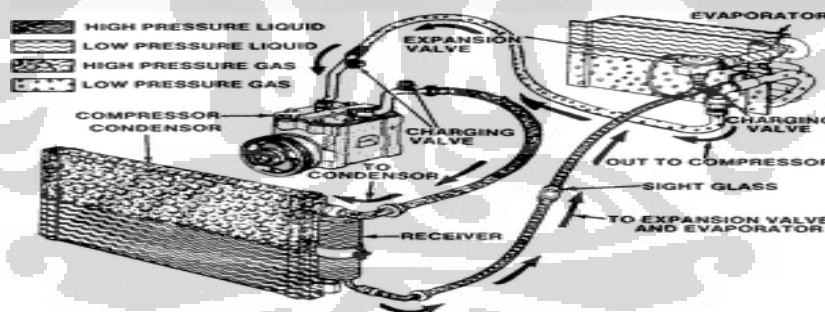
Air Conditioning (AC) atau pengkondisian udara, menggunakan prinsip siklus mesin pendingin, yang terdiri dari beberapa bagian penting yaitu *refrigerant*, *kompresor*, *heat-exchanger*, dan katup ekspansi. Prinsip kerja suatu AC sama seperti prinsip kerja suatu pendingin air hanya saja pada pendingin air terdapat suatu fan untuk mendinginkan kondensor, sedangkan pada pengkondisian udara, terdapat satu *fan/blower* lagi untuk mensirkulasikan udara dingin dalam ruangan. AC yang biasanya digunakan di rumah dengan di perkantoran, industri, dan gedung-gedung, terdapat sedikit perbedaan, yaitu adanya media bernama *liquid chiller* yang digunakan. AC yang digunakan pada gedung-gedung besar menggunakan *liquid chiller*, hal ini dilakukan karena dengan alasan udara yang bersirkulasi di dalam gedung bervolume besar, maka akan lebih jauh efisien jika menggunakan media *liquid chiller* sehingga energi yang dibutuhkan untuk operasional AC lebih rendah jika dibandingkan tanpa menggunakan *liquid chiller*. Sehingga proses kerjanya adalah udara yang tersirkulasi

diserap panasnya melalui *heat exchanger* oleh *liquid chiller* di satu komponen bernama *Air Handling Unit (AHU)*. Sedangkan panas dari *liquid chiller* diserap oleh *refrigerant* melalui *heat exchanger* yang lainnya. Jadi ada semacam proses pendinginan bertingkat di dalamnya



Gambar 2.8 Rangkaian listrik suatu *Air Conditioning* kecil

Sumber Buku Diktat Utilisasi Tenaga Listrik



Gambar 2.9 Proses dan cara kerja AC

Sumber www.energyquest.ca.gov

Banyak sekali jenis-jenis Air Conditioner, berikut ini terdapat berbagai jenis AC yang umum digunakan:

- AC Window

Pada AC jenis window ini, semua semua komponen AC seperti filter udara, *evaporator*, *blower*, *compressor*, *condenser*, *refrigerant filter*,

expansion valve dan *controll unit* terpasang pada satu *base plate*, kemudian *base plate* beserta semua komponen AC tersebut dimasukkan kedalam kotak plat sehingga menjadi satu unit yang kompak

- AC Split

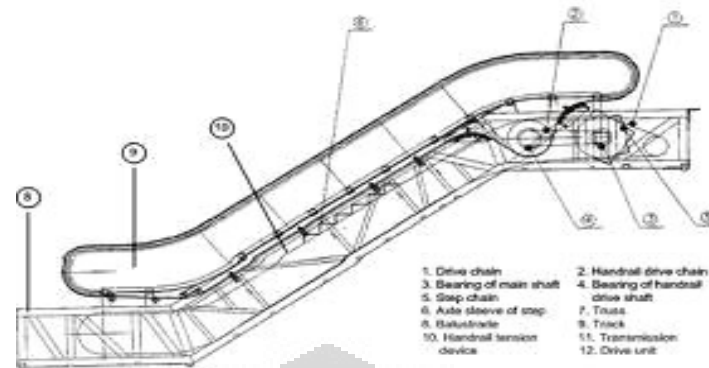
Pada AC jenis split komponen AC dibagi menjadi dua unit yaitu unit *indoor* yang terdiri dari filter udara, *evaporator* dan *evaporator blower*, *expansion valve* dan *controll unit*, serta unit *outdoor* yang terdiri dari *compresor*, *condenser*, *condenser blower* dan *refrigerant filter*. Selanjutnya antara unit *indoor* dengan unit *outdoor* dihubungkan dengan 2 buah saluran *refrigerant*, satu buah untuk menghubungkan *evaporator* dengan *compressor* dan dan satu buah untuk menghubungkan *refrigerant filter* dengan *expansion valve* serta kabel power untuk memasok arus listrik untuk *compressor* dan *condenser blower*

- AC Central

Pada AC jenis ini udara dari ruangan atau bangunan didinginkan pada *cooling plant* diluar ruangan atau bangunan tersebut kemudian udara yang telah dingin dialirkan kembali kedalam ruangan atau bangunan tersebut. AC jenis ini biasanya digunakan di hotel atau mall-mall

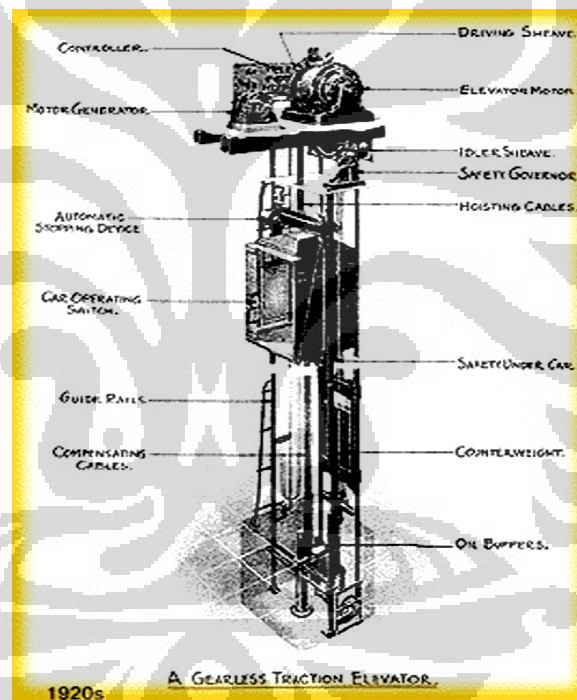
2.4.3 Beban Sistem Tenaga

Beban listrik sistem tenaga umumnya banyak terdapat pada pelanggan listrik sektor industri-industri, contohnya motor, mesin-mesin listrik, konveyor. Motor listrik banyak diaplikasikan pada penggerakkan sistem traksi. Contoh sistem traksi listrik adalah kereta rel listrik dan trem listrik pada pelanggan listrik traksi, lift / *elevator* serta eskalator pada pelanggan listrik kantor ataupun bisnis, *moving walks* atau *belt conveyor* pada pelanggan listrik industri.



Gambar 2.10 Komponen Eskalator

Sumber imroee.blogspot.com



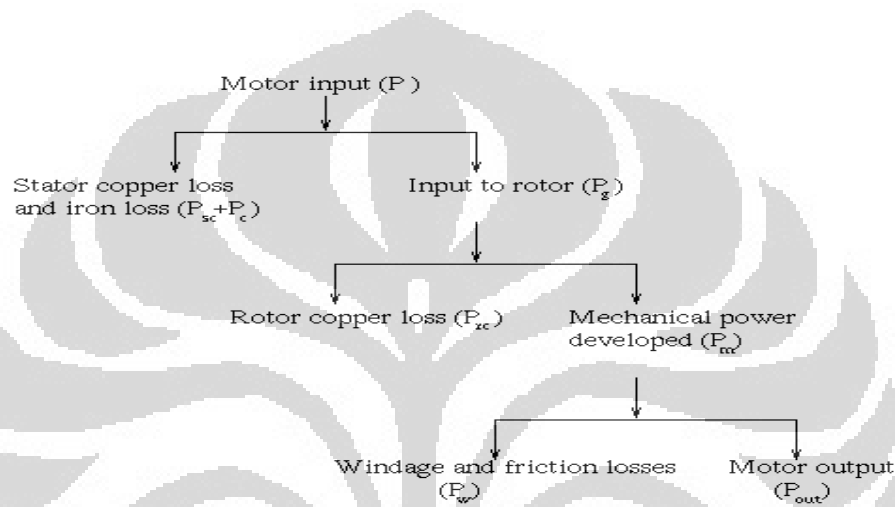
Gambar 2.11 Cara Kerja Lift

Sumber f4iqun.wordpress.com

Pada umumnya motor-motor listrik (motor induksi) mempunyai berbagai kerugian, seperti :

- rugi-rugi tembaga (*stator copper loss*)
- rugi-rugi gesekan (*friction losses*)
- rugi-rugi lilitan (*stray losses*)

Rugi-rugi tersebut akan mengakibatkan daya total keluaran motor menjadi bernilai lebih kecil daripada daya yang disuplai ke motor. Hal ini juga akan menyebabkan faktor daya (*power factor*) menjadi rendah. Namun sebenarnya kondisi power faktor rendah dapat dikoreksi dengan pemasangan suatu beban kapasitor yang dapat berubah-ubah sesuai dengan perubahan beban induktif. Berikut ini terdapat aliran daya pada motor listrik induksi:



Gambar 2.12 *Flow-Power* Diagram

Sumber www.ece.auckland.ac.nz

2.4.4 Beban Sistem Komputer

Beban listrik sistem komputer umumnya banyak terdapat di pelanggan listrik di gedung perkantoran. Seperti kantor pemerintahan, gedung sekolah, kampus, dan masih banyak lagi. Pada pelanggan listrik rumah tangga biasanya juga terdapat beban listrik sistem komputer, akan tetapi jumlah beban yang terpasang biasanya cenderung sedikit, tidak sebanyak yang terpasang di gedung perkantoran. Beban-beban listrik sistem komputer dapat berupa CPU, *Monitor*, *printer*, dan alat perlengkapan komputer lainnya.

2.4.5 Beban Listrik Peralatan Elektronik lainnya

Beban listrik diluar empat kelompok diatas. Beban listrik yang termasuk peralatan elektronik dapat dikelompokkan sesuai pelanggan konsumen listriknya.

Misalnya untuk pelanggan listrik sektor rumah tangga, maka beban listrik yang umumnya digunakan adalah televisi, radio, mesin cuci, *blender*, *mixer*, *magic jar*, dan lain-lain. Berbeda dengan pelanggan listrik sektor bisnis, biasanya beban listriknya berupa *customer display*, mesin-elektronik untuk kasir, *barcode scanner*, dan lain-lain.

2.5 Kinerja Beban-beban Listrik

Kinerja beban atau peralatan-peralatan listrik di pengaruhi oleh beberapa faktor yaitu dari segi daya, konsumsi listrik, faktor daya, dan efisiensi listriknya.

2.5.1 Daya

Daya adalah laju dilakukannya usaha. Jika semakin cepat usaha dikerjakan suatu gaya, maka semakin besar dayanya. Dalam SI daya diukur dalam satuan watt (W), selain diukur dalam satuan watt, daya dapat pula diukur dalam satuan kilowatt (kW). Satu kW sama dengan 1.000 W.

Daya listrik merupakan perkalian antara tegangan yang disuplai dengan arus yang mengalir pada peralatan dan faktor daya peralatan, sesuai persamaan:

$$P = V \times I \times \cos \theta \text{ [watt]} \quad (2.1)$$

Dimana:

- P = Daya Listrik (Watt)
 V = Tegangan yang disuplai (Volt)
 I = Kuat Arus (Ampere)
 Cos θ = Faktor Daya / *power factor*

Berdasarkan persamaan diatas, daya listrik merupakan perkalian antara tegangan yang disuplai dengan arus yang mengalir pada peralatan dan faktor daya peralatan. Berbagai peralatan listrik mengubah energi listrik menjadi energi bentuk lain. Cepatnya pengubahan energi ini bergantung pada daya listrik peralatan itu sendiri. Semakin cepat peralatan itu mengubah energi listrik menjadi energi bentuk lain maka semakin besar dayanya, dan sebaliknya. Contohnya pada lampu yang berdaya 60 W, pasti lebih terang daripada lampu berdaya 12 W

(dipasang pada tegangan yang sesuai). Bila kita ingin mengetahui besarnya daya pada suatu peralatan listrik, maka salah satu caranya dengan melihat label yang tertera pada peralatan listrik tersebut. Setiap peralatan listrik umumnya dilengkapi dengan label. Label tersebut memuat beda potensial yang diperlukan, serta daya yang dihasilkan. Peralatan listrik yang berbeda pasti akan menghasilkan daya yang berbeda-beda pula.

Tabel 2.7 Daftar Daya berbagai Peralatan Listrik

No	Nama	Daya (W)	No	Nama	Daya (W)
1	Kulkas	600	8	Kipas Angin	48
2	Oven	2600	9	Lampu Bohlam	60
3	Setrika	300	10	Lampu LHE	12
4	TV Warna	300	11	Microwave	1270
5	Komputer	140	12	AC Split 3/4 PK	550
6	Printer Deskjet	14	13	Audio /Stereo set	50
7	Printer Laser	450	14	Tape Recorder	100

Dari tabel di atas umumnya peralatan listrik yang terdapat fungsi sebagai pemanas maupun pendingin membutuhkan daya listrik yang lebih besar.

2.5.2 Konsumsi Energi Listrik

Konsumsi energi listrik adalah perkalian antara daya dan waktu operasi, merupakan besarnya energi listrik yang digunakan dalam periode waktu tertentu. Saat membayar listrik, biaya yang kita bayar adalah berdasarkan konsumsi energi yang kita pakai. Selama ini mungkin kita sering mengira bahwa watt yang kecil maka akan hemat biaya listrik, padahal belum tentu, karena faktor yang menentukan jumlah listrik terpakai adalah pemakaian listrik dalam waktu jadi bukan dari watt nya. Untuk konsumen awam mungkin hal ini sulit untuk dimengerti karena harus mencari banyak informasi detail mengenai suatu peralatan sebelum bisa menentukan pemakaian energi pada alat tersebut. Oleh karena itu, seharusnya diwajibkan semua produsen alat listrik mencantumkan pemakaian energi. Untuk membuktikannya kita dapat melihat perhitungan dibawah ini (asumsi ukuran, kualitas suhu dan desain dua kulkas sama).

Kulkas 1 : Ukuran 200 liter dengan konsumsi kompressor 70 W. Kita asumsikan kulkas 1 yang 70 W menyala 3.000 detik per jam, berarti kulkas

itu mengkonsumsi $70\text{J/s} \times 3000\text{s/h} \times 24\text{h} = 5.040.000$ Joule per hari. Maka, konsumsi energi kulkas 1 = 5 MJ per hari

Kulkas 2 : Ukuran 200 liter dengan konsumsi kompresor 100 W. Kita asumsikan kulkas 2 yang 100 W menyala 1.000 detik per jam, berarti kulkas itu mengkonsumsi $100\text{J/s} \times 1000\text{s/h} \times 24\text{h} = 2.400.000$ Joule per hari. Maka, konsumsi energi kulkas 2 = 2.4 MJ per hari

Berdasarkan hasil, ternyata kulkas yang 100 Watt lebih dari 50% lebih hemat daripada kulkas yang 70 Watt. Padahal bila orang awam melihat pertama kali tentunya akan menganggap bahwa kulkas yang 70 watt lebih hemat listrik dibandingkan kulkas 100 watt. Jadi, dapat kita buktikan bahwa nilai Watt pada alat listrik tidak mengatakan banyak mengenai berapa energi yang dikonsumsi. Oleh karena itu, penting bagi kita mengetahui berapa konsumsi energi pada suatu peralatan listriknya. Lampu dan TV biasanya dipakai dalam basis per jam, jadi perlu dilabel dalam MJ atau kJ per jam. Lemari es umumnya terus-menerus dipakai per hari atau per bulan, jadi sebaiknya dilabel berapa MJ dikonsumsinya per hari atau per bulan. Pemakaian energi listrik pada suatu beban selain ditentukan oleh daya peralatan, juga ditentukan oleh berapa lama dioperasikan. Semakin lama waktu operasi maka energi yang dikonsumsi pun akan semakin besar, berikut ini persamaannya:

$$W = P \times t \text{ [Joule]} \quad (2.2)$$

Dimana:

W= Energi Listrik (kWh)

P= Daya Listrik (Watt)

t = Satuan Waktu (Hour)

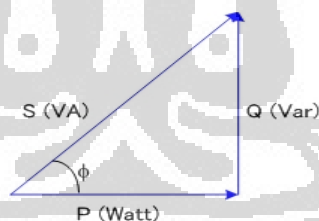
2.5.3 Faktor Daya

Faktor daya / *power faktor* (PF) / *cos phi* adalah rasio besarnya daya aktif yang bisa kita manfaatkan terhadap daya tampak yang dihasilkan sumber. Pada kasus sistem AC dimana tegangan dan arus berbentuk sinusoidal, perkalian antara keduanya akan menghasilkan daya tampak (*apparent power*), satuan *volt-ampere* (VA) yang memiliki dua buah bagian. Bagian pertama adalah daya yang

termanfaatkan oleh konsumen, daya yang dimanfaatkan ini sering disebut sebagai daya aktif (*real power*) memiliki satuan watt (W) yang mengalir dari sisi sumber ke sisi beban bernilai rata-rata tidak nol. Bagian kedua adalah daya yang tidak dimanfaatkan oleh konsumen, namun hanya ada di jaringan, daya ini sering disebut dengan daya reaktif (*reactive power*) memiliki satuan *volt-ampere-reactive* (VAR) bernilai rata-rata nol. Perlu diketahui bila beban bersifat resistif hanya mengonsumsi daya aktif, beban bersifat induktif mengonsumsi daya reaktif, dan beban bersifat kapasitif hanya memberikan daya reaktif [8].

Ilustrasi segitiga daya pada Gambar 2.6 dapat memberikan gambaran yang lebih jelas. Daya P, daya Q, dan daya S. Antara S dan P dipisahkan oleh sudut ϕ . Rasio antara P dengan S adalah nilai cosinus dari sudut ϕ . bila kita berusaha untuk membuat sudut ϕ semakin kecil maka S akan semakin mendekati ke P artinya besarnya P akan mendekati besarnya S. Pada kasus ekstrim dimana $\phi=0^\circ$, nilai $\cos \phi = 1$, maka $S = P$, artinya semua daya tampak yang diberikan sumber dapat kita manfaatkan sebagai daya aktif, sebaliknya $\phi=90^\circ$, nilai $\cos \phi = 0$, maka $S= Q$, artinya semua daya tampak yang diberikan sumber tidak dapat kita manfaatkan.

$$\text{Faktor Daya} = \cos \phi = \frac{P \text{ (W)}}{S \text{ (VA)}} \quad (2.3)$$



Gambar 2.13 Segitiga Daya

Sumber konversi.wordpress.com

Faktor daya dibatasi dari 0 hingga 1. Semakin tinggi faktor daya (mendekati 1), artinya semakin banyak daya tampak yang diberikan sumber bisa kita manfaatkan. Faktor daya dapat dikatakan sebagai besaran yang menunjukkan seberapa efisien jaringan yang kita miliki dalam menyalurkan daya yang bisa kita manfaatkan. Dengan meningkatkan faktor daya, tentu saja penggunaan listrik semakin efisien. Berikut ini terdapat tabel cos phi pada peralatan:

Tabel 2.8 Daftar Cos Phi pada Peralatan Listrik

Nama Alat	Faktor Daya
Televisi	0.75
Radio	0.60
VCD	0.73
Play Station	0.70
Monitor	0.85
Mini Compo	0.70
Kulkas	0.87
Lampu Neon	0.70
Air Conditioner	0.60
Charger HandPhone	0.75
Charger Laptop	0.75
Charger MP4	0.75
Dispenser	0.60
Rice Cooker	0.68
Magic Jar	0.56
Blender	0.78
PC	0.8
Mesin Cuci	0.69
Pompa Air	0.78
Vaccum Cleaner	0.88
Hair Dryer	0.75
Catok Rambut	0.68
Ampfi Gitar	0.79
Setrika	0.83
Bor Listrik	0.79
Microwave	0.65
Mixer	0.78
Subwoofer	0.79

2.5.4 Efisiensi

Efisiensi disebut juga daya guna, maksudnya tidak semua daya yang diberikan ke suatu sistem diubah menjadi daya yang dihasilkan sistem tersebut. Persentase perbedaan daya masukan dan daya keluaran tersebut adalah nilai efisiensi. Sebagai contoh, daya listrik yang digunakan untuk menyalakan lampu tidak semuanya diubah menjadi energi cahaya, ada sebagian daya listrik yang berubah menjadi panas. Berikut ini persamaan dari efisiensi :

$$\eta = \frac{P_{\text{masukan}}}{P_{\text{keluaran}}} \times 100 \% \quad (2.4)$$

Dimana:

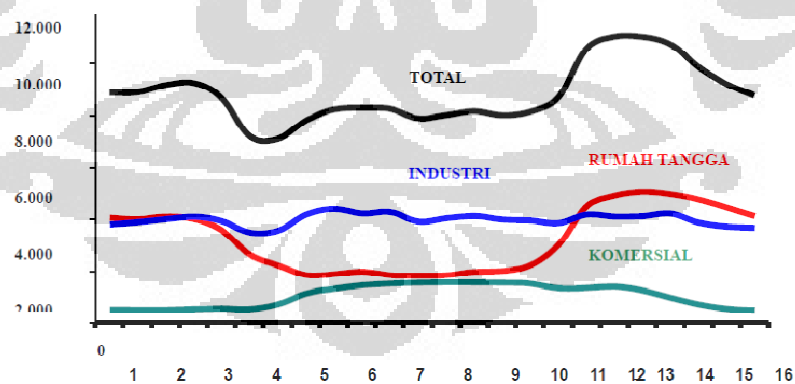
η = Efisiensi, efisiensi biasanya dinyatakan dalam persen (%)

P masukan = daya yang diberikan ke suatu sistem

P keluaran = daya yang dihasilkan sistem tersebut

2.6 Pola Konsumsi Energi Listrik

Konsumsi energi listrik merupakan besarnya energi listrik yang digunakan dalam periode waktu tertentu dan merupakan perkalian antara daya dan waktu operasi. Energi listrik yang bersifat abstrak sukar dibuktikan, tetapi dapat dirasakan adanya. Permintaan energi listrik selalu fluktuatif (berubah-ubah) dari hari ke hari, dari bulan ke bulan, dan dari tahun ke tahun. Pola konsumsi listrik sehari-hari akan membentuk pola beban. Contohnya saja pola harian konsumsi listrik oleh pelanggan industri umumnya bersifat datar atau tidak mengalami perbedaan yang tajam antara saat konsumsi beban tinggi dengan sewaktu konsumsi beban rendah. Perbedaan konsumsi listrik industri pada pagi dan siang hari juga tidak terlampau berbeda dengan konsumsi pada malam hari. Sebaliknya, pola harian konsumsi pelanggan sektor rumah tangga secara keseluruhan sangat fluktuatif, yaitu konsumsi pada malam hari (beban puncak) jauh lebih tinggi dari pada konsumsi pada pagi dan siang hari [9].

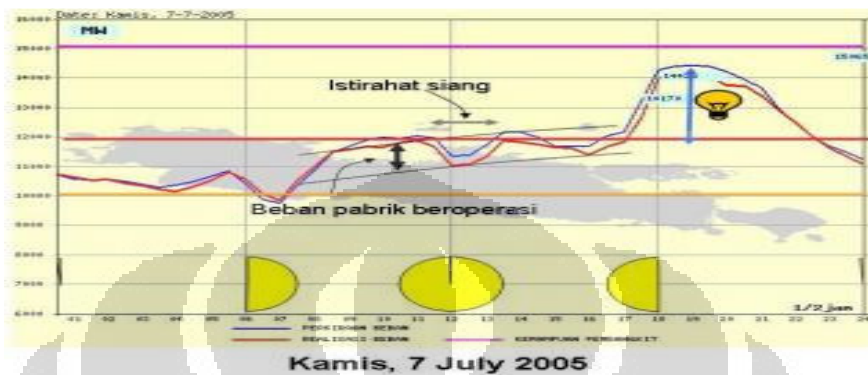


Grafik 2.1 Grafik Pola Konsumsi Energi Listrik menurut Sektor

Sumber www.batan.go.id

Grafik diatas menggambarkan tipikal pola beban harian dari listrik yang digunakan oleh masing-masing kelompok konsumen pelanggan listrik. Dari masing-masing kurva terlihat bahwa kurva konsumen rumah tangga merupakan

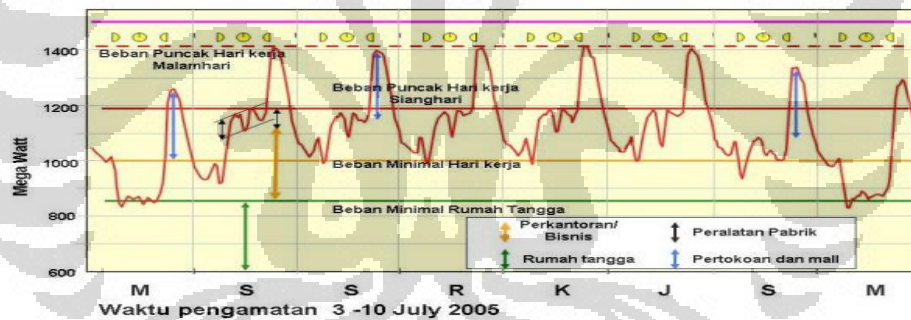
kurva yang paling fluktuatif. Di pagi dan siang hari, energi listrik yang digunakan konsumen rumah tangga terendah, namun saat di malam hari menjadi yang tertinggi dibanding kelompok konsumen listrik lain.



Grafik 2.2 Pemakaian Listrik dalam Satu Hari

Sumber rovicky.wordpress.com

Pemakaian Listrik Dalam Sepekan



Grafik 2.3 Pemakaian Listrik dalam Satu Pekan

Sumber rovicky.wordpress.com

Kedua grafik diatas diambil dari database PLN yang tersedia di www.pln.co.id. Data pengamatan penggunaan (beban) listrik diambil selama sepekan mulai tanggal 3 Juli hingga 10 Juli 2005. Dari grafik terlihat bahwa pola konsumsi listrik dengan kebutuhan beban terendah yaitu pada pukul 07.00 pagi hari diperkirakan karena belum adanya aktifitas bekerja. Aktifitas pagi hari dimulai pada pukul 08.00 dengan peningkatan hingga pukul 11.00 dan ternyata mulai menanjak beban puncak yaitu terjadi pada malam hari. Ini terlihat dari beban maksimal yang terjadi pukul 17.00 hingga 22.00. Pada waktu ini disebut

WBP (Waktu Beban Puncak) sedangkan waktu di luar dari jam 17.00-22.00 disebut LWBP (Luar Waktu Beban Puncak). Pada grafik terlihat ada bentuk menjulang tinggi pada waktu malam, itu menunjukkan kebutuhan beban puncak. Kita dapat mengambil kesimpulan bahwa beban puncak terjadi pada waktu bukan jam kerja. Contohnya saja pada waktu jam 17.00-22.00 saat itu hampir setiap kebanyakan pelanggan rumah tangga di Indonesia mungkin sedang menyalakan banyak alat listriknya, seperti lampu dan televisi. Pada waktu itu juga para pekerja baik kantor maupun industri baru pulang dari aktifitas bekerjanya. Hal ini membuktikan bahwa masyarakat Indonesia belum memiliki budaya konsumsi listrik yang baik karena beban puncak terjadi pada waktu bukan saat jam produktif kerja. Listrik lebih banyak dimanfaatkan untuk kegiatan konsumsi dan bukan untuk kepentingan produksi, sehingga mengakibatkan perilaku konsumsi energi listrik yang cenderung boros atau konsumtif.

Untuk perbandingan dengan Indonesia, bila kita melihat pola konsumsi negara lain, contohnya Jepang, beban puncak penggunaan listriknya terjadi pada pukul 06.00 hingga 18.00 yang memang adalah waktu jam kerja. Budaya hemat listrik mereka juga terlihat saat jam istirahat, ditunjukkan dengan grafik yang menurun pada jam istirahat. Di sana sudah terdapat sikap-sikap kedisiplinan untuk mematikan peralatan listrik seperti komputer dan AC pada saat istirahat atau ditinggal makan siang, dan waktu malam harinya saat berkumpul dengan keluarga, grafik pola konsumsi listriknya tidak menunjukkan kenaikan berarti.

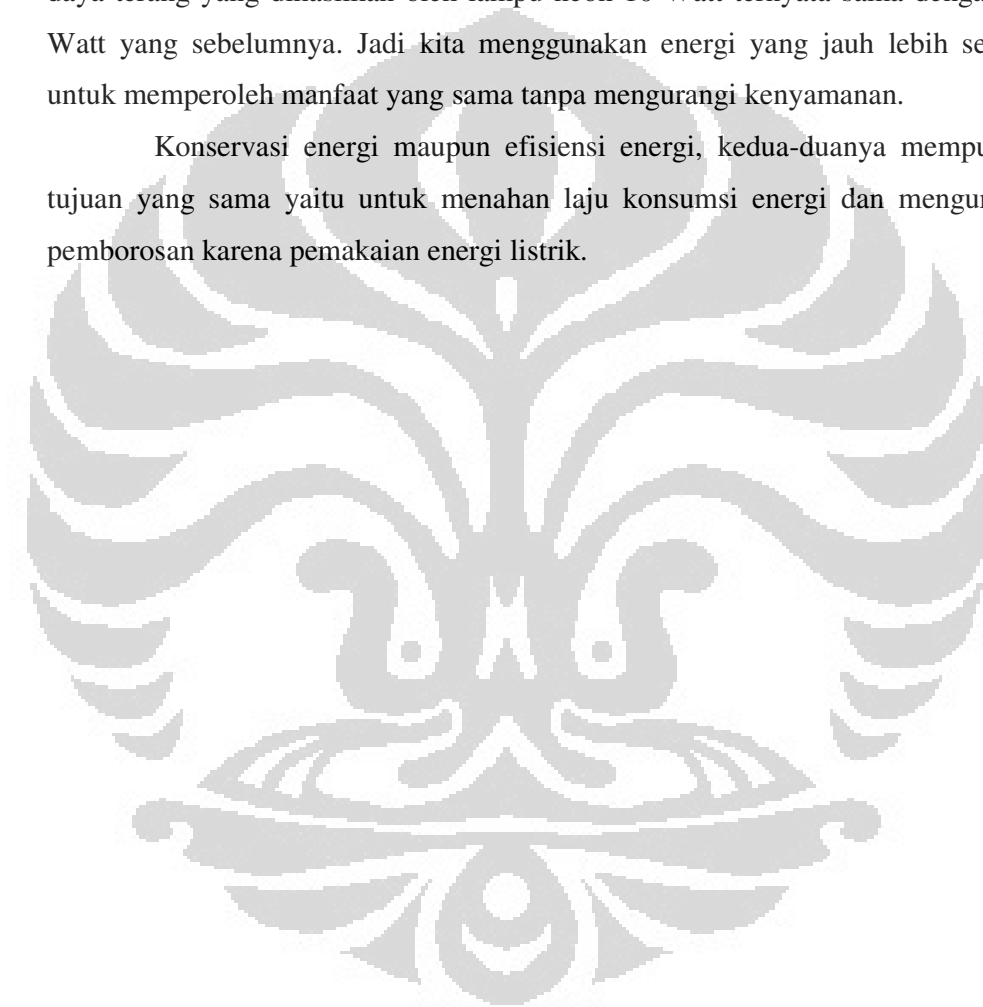
2.7 Efisiensi dan Konservasi Energi Listrik

Konservasi energi listrik adalah upaya mengefisienkan pemakaian energi listrik untuk sesuatu yang sesuai dengan kebutuhan agar pemborosan energi listrik dapat dihindarkan. Menurut Peraturan Pemerintah No. 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi, definisi konservasi energi adalah upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Maksudnya adalah mengurangi konsumsi energi dengan mematikan peralatan yang tidak sedang digunakan. Contohnya bila selama ini kita sering membiarkan lampu belajar tetap menyala

padahal sedang tidak digunakan, maka ketika kita mematikannya, maka akan ada sejumlah energi yang bisa kita hemat.

Efisiensi energi adalah penggunaan energi secara efisien dimana manfaat yang sama diperoleh dengan menggunakan energi lebih sedikit. Contohnya pada lampu belajar yang berkapasitas 60 Watt, kini kita ganti dengan lampu neon yang hanya berkapasitas 10 Watt. Walaupun kapasitasnya jauh lebih rendah, namun daya terang yang dihasilkan oleh lampu neon 10 Watt ternyata sama dengan 60 Watt yang sebelumnya. Jadi kita menggunakan energi yang jauh lebih sedikit untuk memperoleh manfaat yang sama tanpa mengurangi kenyamanan.

Konservasi energi maupun efisiensi energi, kedua-duanya mempunyai tujuan yang sama yaitu untuk menahan laju konsumsi energi dan mengurangi pemborosan karena pemakaian energi listrik.



BAB 3

OBJEK DAN METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Menurut hasil data dari Bagian Fasilitas Umum Rektorat Universitas Indonesia, Fakultas Teknik Universitas Indonesia merupakan fakultas yang paling banyak menggunakan konsumsi energi listrik dibandingkan Fakultas lainnya di Universitas Indonesia. Hal tersebut yang menjadi latar belakang objek penelitian dalam skripsi ini. Penelitian dilakukan di gedung-gedung kelas Fakultas Teknik Universitas Indonesia, yaitu:

- a. Gedung Ruang Kuliah Bersama (RKB) 1 / Gedung K
- b. Gedung Ruang Kuliah Bersama (RKB) 2 / Gedung S
- c. Gedung *Engineering Centre*
- d. Gedung Kuliah / Gedung GK

Penelitian pada objek gedung kelas di Fakultas Teknik bertujuan untuk mengetahui berbagai jenis pemborosan konsumsi energi listrik yang terjadi dan perhitungan pemborosan konsumsi energi listriknya. Dalam pemilihan objek penelitian ini digunakan metode sampel jenis *stratified random sampling*. *Stratified random sampling* adalah sampel yang dilakukan dengan cara memperhatikan strata (tingkatan) pada populasi tertentu. *Stratified data* maksudnya data yang ada, akan dikelompokkan kedalam tingkatan-tingkatan tertentu, seperti: tingkatan besar, kecil, sedang, tinggi, rendah, dan lain-lain. Sampel ini harus diambil dari tiap tingkatan tertentu oleh karena itu dinamakan *stratified*. Setelah diaplikasikan pada gedung kelas FTUI, maka gedung kelas FTUI dapat dibagi menjadi beberapa tingkatan disetiap gedungnya. Hal ini dilakukan berdasarkan jumlah kapasitas orang dan jumlah beban peralatan elektrik. Ruang-ruang kelas yang menjadi objek penelitian ini dikelompokkan menjadi tiga tingkatan, yaitu kelas besar, kelas sedang, dan kelas kecil seperti dibawah ini:

a. Gedung RKB 1

- Kelas besar yaitu kelas dengan kapasitas 80-100 orang, mempunyai kapasitas beban listrik 12-16 buah lampu dan 3-4 buah AC, yaitu : K102, K103, K106, K107, K202, K204, K207, K206
- Kelas kecil yaitu kelas dengan kapasitas 30-50 orang, mempunyai kapasitas beban listrik 5-8 buah lampu dan 2-3 buah AC, yaitu : K101, K104, K105, K108, K201, K203, K205, K208
- Kelas sedang yaitu kelas dengan kapasitas 70 orang, mempunyai kapasitas beban listrik 12 buah lampu dan 2-3 buah AC, yaitu : K209, K210, K211

b. Gedung RKB 2

- Kelas besar yaitu kelas dengan kapasitas 100 orang, mempunyai kapasitas beban listrik 6 buah lampu dan 4 buah AC, yaitu : S405
- Kelas sedang yaitu kelas dengan kapasitas 70-90 orang, mempunyai kapasitas beban listrik 6-12 buah lampu dan 2-3 buah AC, yaitu : S101, S102, S202, S203, S205, S402, S502, S504, S302, S304, S305
- Kelas kecil yaitu kelas dengan kapasitas 40-60 orang, mempunyai kapasitas beban listrik 4-8 buah lampu dan 1-2 buah AC, yaitu : S303, S301, S501, S404, S403, S401, S204, S103, S201

c. Gedung EC

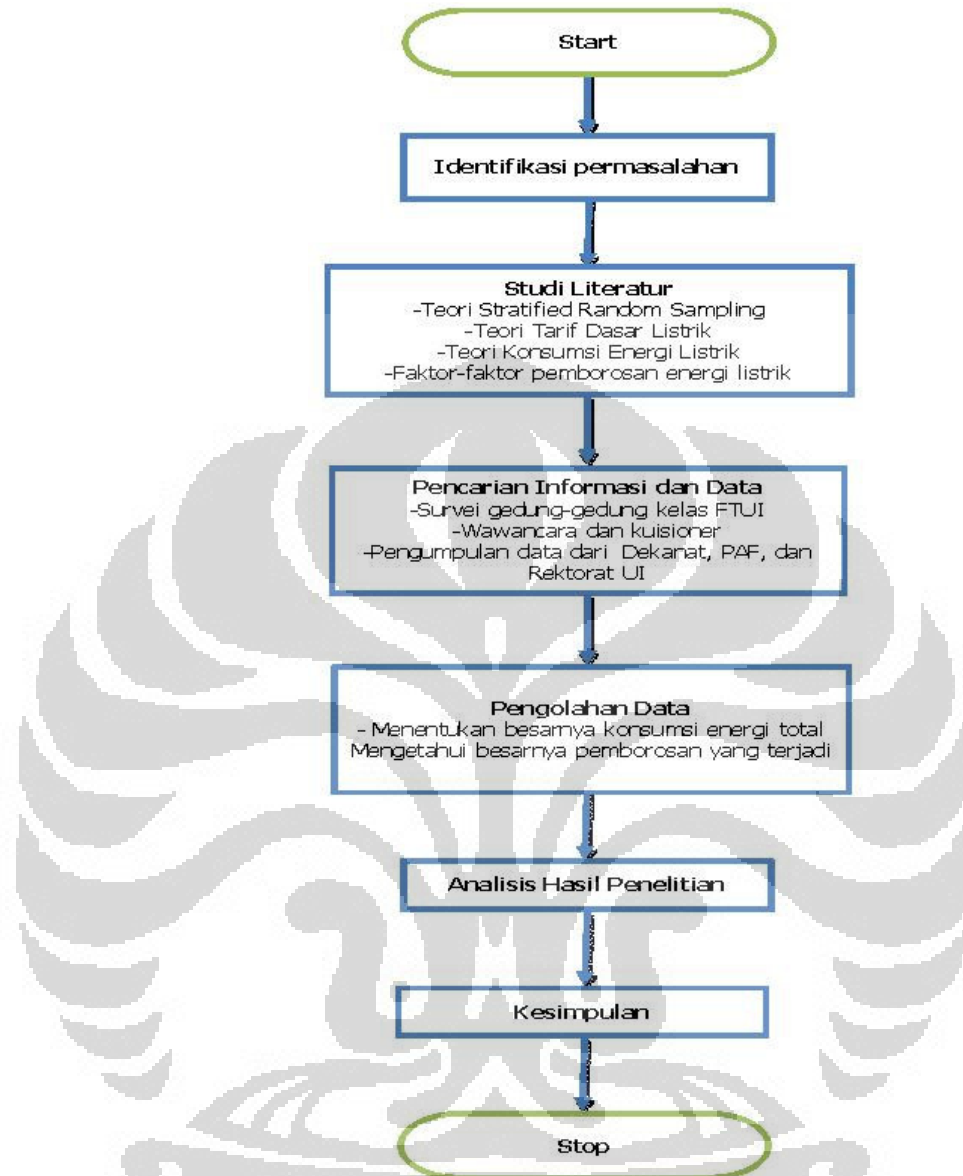
- Kelas Pasca Sarjana dengan kapasitas 30-40 orang dan kapasitas beban listrik 5-8 buah lampu dan 2 AC, yaitu: A101, A102, A103, A104
- Kelas Program Internasional dengan kapasitas 15 orang, AC central, dan beban lampunya 4 buah, yaitu: EC101, EC102, EC103, EC104, EC105, EC106, EC107, EC108, EC109, EC110

d. Gedung GK

- Kelas besar yaitu kelas dengan kapasitas 100 orang, mempunyai kapasitas beban listrik 12-15 buah lampu dan 4-5 buah AC, yaitu : GK301, GK306
- Kelas kecil yaitu kelas dengan kapasitas 20-30 orang, mempunyai kapasitas beban listrik 4-6 buah lampu dan 1-2 buah AC, yaitu : GK302, GK303, GK304, GK305

3.2 Metodologi Penelitian

Dalam melakukan penelitian skripsi ini, terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan secara berurutan serta disusun secara sistematis dengan tujuan untuk mendapatkan keterhubungan antara data dan informasi yang diperoleh dengan hasil yang ingin didapatkan, yaitu potensi pemborosan konsumsi energi listrik pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia.



Gambar 3.1 *Flow Chart* Metodologi Penelitian

Secara garis besar diagram alir penelitian dapat digambarkan seperti diatas, yaitu terdiri dari beberapa tahapan:

a. Tahap 1 : Identifikasi Permasalahan

Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan yang terkait dengan pemborosan konsumsi energi listrik yang terjadi di Fakultas Teknik Universitas Indonesia, meliputi latar belakang masalah, faktor-faktor, dan

segala potensi yang dapat mengakibatkan pemborosan energi listrik. Pada tahap ini juga disiapkan keperluan untuk tahap selanjutnya seperti materi studi literatur, perangkat wawancara, survei, dan segala persiapan penelitian lainnya

b. Tahap 2 : Studi Literatur

Dalam tahap ini dilakukan semua jenis pembelajaran studi yaitu melalui jurnal-jurnal yang memiliki kasus sejenis, dokumen-dokumen, maupun melalui sumber internet dan buku-buku yang dapat dijadikan sebagai acuan dalam melakukan penelitian. Pada tahapan studi literatur ini dipelajari berbagai teori-teori yang berhubungan dengan penelitian, yaitu:

- Melakukan studi literatur mengenai teori *stratified random sampling*
- Melakukan studi literatur mengenai tarif dasar listrik dan juga sektor golongan listrik objek penelitian
- Melakukan studi literatur mengenai teori konsumsi energi listrik dan pemborosan energi listrik

c. Tahap 3 : Pencarian Informasi dan Data

Pada tahap ini dilakukan segala macam pencarian informasi dan pengumpulan data-data yang terkait dengan potensi pemborosan konsumsi energi listrik di Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Pencarian informasi yang dilakukan meliputi:

- Melakukan survei ke gedung-gedung kelas di Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- Melakukan wawancara kepada para petugas atau staff yang bertugas mengatur beban-beban listrik di kelas-kelas

Pengumpulan data yang dilakukan meliputi:

- Data jenis golongan objek penelitian, yaitu golongan P2, yang didapat dari Bagian Fasilitas Umum Rektorat Universitas Indonesia
- Data peralatan elektrikal ruang kelas Fakultas Teknik Universitas Indonesia, yang didapat dari Koordinator Fasilitas Fakultas Teknik Universitas Indonesia

- Data fiksasi pemakaian ruang berdasarkan jadwal kuliah semester genap 2011/2012 dari PAF (Pusat Administrasi Fakultas)
- Data tata letak dan luas ruang-ruang kelas di Gedung FTUI

d. Tahap 4 : Pengolahan Data

Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan yaitu : melakukan pengolahan hasil dari wawancara dan pengamatan survei. Hasil dari wawancara dan observasi akan dianalisis untuk menghasilkan perilaku dan kebiasaan konsumsi listrik pada ruang kelas di FTUI (Fakultas Teknik Universitas Indonesia). Perilaku yang terpola tersebut akan menjadi dasar identifikasi potensi pemborosan yang kerap terjadi di FTUI.

Dari data-data dan informasi yang didapatkan juga akan didapat beberapa parameter yang selanjutnya digunakan untuk perhitungan konsumsi energi listrik. Parameter yang dimaksud adalah besarnya daya yang terpakai dari beban-beban listrik yang terpasang, lamanya waktu pemakaian beban-beban listrik, dan jumlah banyaknya pemakaian beban listrik.

Apabila sudah mendapatkan seluruh pola konsumsi pemborosan energi listrik dan perhitungan konsumsi energi listriknya tentu akan dicapai sesuai dengan yang diinginkan, besarnya pemborosan energi listrik dapat dinyatakan dalam satuan energi, yaitu besarnya energi listrik yang terbuang dan juga dalam satuan biaya, yaitu besarnya biaya listrik yang dibayar.

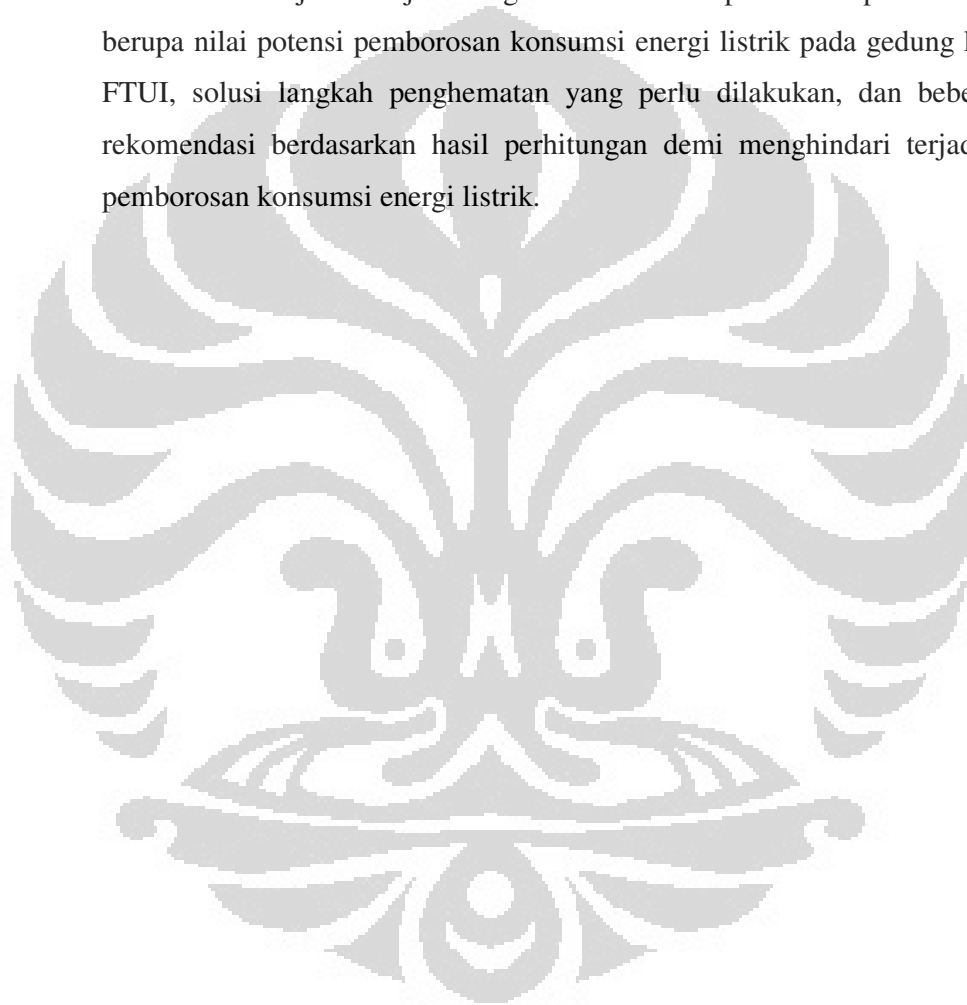
e. Tahap 5 : Analisis Hasil Penelitian

Besar potensi pemborosan konsumsi energi listriknya dapat diketahui dengan cara mengurangi nilai konsumsi energi listrik yang digunakan seluruhnya dengan energi efektif yang terpakai. Energi efektif disini maksudnya adalah energi listrik yang dipakai bila diperuntukkan untuk kegiatan yang produktif tanpa melakukan pemborosan. Setelah dilakukan perbandingan antara konsumsi energi listrik keseluruhan dengan energi efektif, analisis dapat dilakukan mengenai potensi pemborosannya dari segi energi maupun biaya, faktor-faktor yang mempengaruhinya, dan lain-lain.

Selain itu, dilakukan pula analisis kebutuhan AC dan lampu ruang kelas untuk membandingkan kesesuaian keadaan sebenarnya dengan yang direkomendasikan sesuai dengan hasil perhitungan.

f. Tahap 6 : Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan dilakukan berdasarkan hasil analisis dan pengolahan data untuk menjawab tujuan Tugas Akhir. Kesimpulan dari penelitian ini berupa nilai potensi pemborosan konsumsi energi listrik pada gedung kelas FTUI, solusi langkah penghematan yang perlu dilakukan, dan beberapa rekomendasi berdasarkan hasil perhitungan demi menghindari terjadinya pemborosan konsumsi energi listrik.



BAB 4

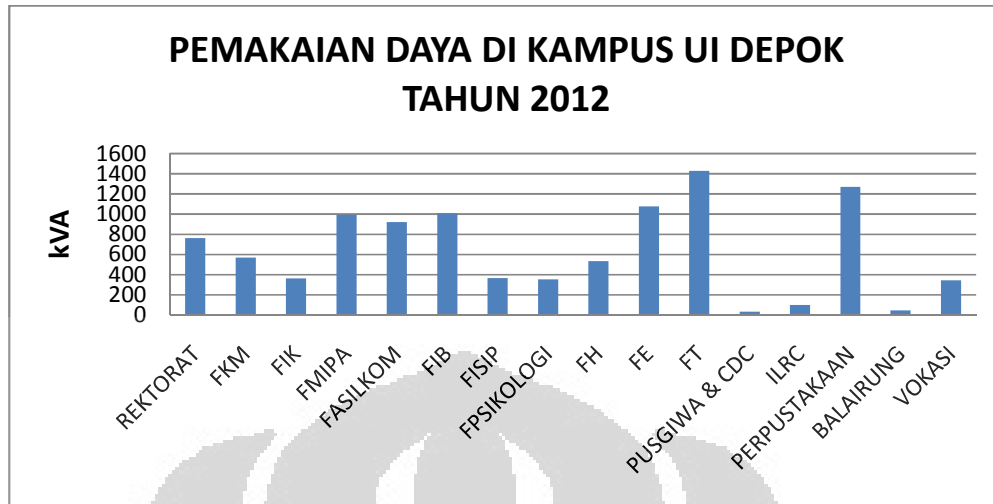
PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS

Energi listrik merupakan salah satu energi utama yang dibutuhkan untuk seluruh kegiatan operasional di Gedung Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Pada Gedung Fakultas Teknik Universitas Indonesia, terdapat beban-beban listrik yang digunakan pada waktu tertentu sehingga dapat dihitung besar konsumsi energi listriknya. Menurut hasil data dari Bagian Fasilitas Umum Rektorat Universitas Indonesia, Fakultas Teknik merupakan fakultas yang paling banyak menggunakan konsumsi energi listrik dibandingkan Fakultas lainnya di Universitas Indonesia. Dapat dilihat dari tabel dan grafik di bawah ini:

Tabel 4.1 Data Pemakaian Daya Fakultas dan Pembagian Pembayaran Rekening Listrik

No	Nama Fakultas	Daya Nominal Terpasang (kVA)	Daya Terpakai (kVA)	Persentase Pemakaian Daya	Pembayaran Rekening UI	Keterangan
A	Langganan UI	14941	10177	68.11	Rp 1,825,134,000	Daya Nominal terpasang sesuai langganan UI ke
B	Gedung Pengguna					
1	REKTORAT	2063	764	7.51	Rp 136,885,050	Daya Nominal terpasang sesuai Trafo terpasang
2	FKM	1447	568	5.58	Rp 101,842,477	
3	FIK	577	363	3.57	Rp 65,157,284	
4	FMIPA	3210	995	9.78	Rp 178,315,592	
5	FASILKOM	1814	920	9.04	Rp 164,992,114	
6	FIB	1430	1011	9.93	Rp 181,235,806	
7	FISIP	1818	367	3.61	Rp 65,887,337	
8	FPSIKOLOGI	919	356	3.50	Rp 63,879,690	
9	FH	919	533	5.24	Rp 95,637,022	
10	FE	3782	1077	10.58	Rp 193,099,177	
11	FT	3535	1427	14.02	Rp 255,883,787	
12	PUSGIWA & CDC	577	34	0.33	Rp 6,022,942	
13	ILRC	577	102	1.00	Rp 18,251,340	
14	PERPUSTAKAAN	5236	1268	12.46	Rp 227,594,210	
15	BALAIRUNG	577	45	0.44	Rp 8,213,103	
16	VOKASI	1447	347	3.41	Rp 62,237,069	
		29927	10177	34.01		Persentase berdasarkan daya nominal trafo terpasang

Sumber Bagian Fasilitas Umum Rektorat Universitas Indonesia



Grafik 4.1 Pemakaian Daya di Kampus UI Depok
Sumber Bagian Fasilitas Umum Rektorat Universitas Indonesia

Konsumsi listrik di Fakultas Teknik Universitas Indonesia (FTUI) sebagian besar digunakan untuk keperluan pengkondisian udara yaitu *Air Conditioner* (AC) dan juga untuk sumber penerangan yaitu lampu. Secara keseluruhan ruangan-ruangan kelas di FTUI menggunakan AC lebih dari satu buah tentunya mengakibatkan konsumsi energi listrik yang digunakan semakin besar. Selain untuk AC, sisanya, konsumsi listrik digunakan untuk pemakaian beban listrik lain seperti penerangan, komputer, lift, dan juga alat elektronik lainnya. Pada bab ini akan dibahas mengenai analisis dan perhitungan besarnya potensi pemborosan konsumsi energi listrik yang terjadi pada Gedung kelas FTUI.

4.1 Pemborosan Konsumsi Energi Listrik

Masalah pemborosan energi secara umum sekitar 80% diakibatkan oleh faktor manusia dan 20% disebabkan oleh faktor teknis [2]. Pemborosan energi listrik berarti mengakibatkan energi listrik terbuang sia-sia. Masalah pemborosan energi listrik saat ini menjadi masalah yang sangat penting dihadapi oleh perusahaan listrik, dimana antara ketersediaan sumber daya pembangkit listrik dengan kebutuhan konsumsi energi listrik sangat jauh perbedaannya. Hal ini dikarenakan penggunaan listrik yang berlebihan dan tidak sesuai dengan kebutuhan. Penggunaan listrik yang berlebihan ini tidak hanya ditemui di sektor

rumah tangga saja, namun juga dapat ditemui di sektor industri, sektor bisnis (seperti hotel, mall/pusat perbelanjaan), perkantoran, sekolah, maupun di kampus.

Banyak sekali potensi yang memungkinkan terjadinya pemborosan energi listrik. Mungkin juga selama ini tanpa sadar kita telah melakukan kegiatan-kegiatan yang mengarah pada pemborosan energi listrik. Pemborosan energi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti:

- Mutu peralatan dan mutu listrik
- Perilaku konsumsi listrik
- Perencanaan bangunan dan instalasi peralatan listrik

Untuk itu kita perlu mengetahui apa saja peluang-peluang yang dapat menyebabkan terjadinya pemborosan tersebut. Hal ini dapat kita lihat dari segi bagaimana mutu peralatan dan listrik yang selama ini kita gunakan, perilaku konsumsi terhadap listrik yang selama ini kita lakukan, selain itu juga dari segi perencanaan bangunan dan instalasi peralatan listriknya.

4.1.1 Mutu Peralatan dan Mutu Listrik

4.1.1.1 Mutu Peralatan

Saat ini banyak sekali pilihan peralatan-peralatan elektronik dengan berbagai merk dagang dan juga variasi harganya. Tentunya sudah menjadi kebiasaan seseorang untuk membeli suatu barang elektronik dengan harapan mendapatkan harga yang semurah-murahnya dengan kualitas yang sebaik-baiknya. Diskon yang biasa ditawarkan sebuah brand elektronik membuat kita sering terpengaruh selama ini. Namun sebenarnya barang elektronik dengan harga semakin murah maka semakin berpotensi pada pemborosan dan rendahnya jaminan keawetan, sehingga pengeluaran listrik tiap bulan justru lebih besar. Contohnya saja bila kita bandingkan lampu TL, yang satu merk China yang harganya murah meriah dan yang kedua merk terkenal tetapi harganya mahal

- Lampu TL buatan China memang murah (misal untuk 18 Watt harganya sekitar Rp 5.000,00 sampai Rp 7.000,00), selain itu usia pakai atau *life timenya* pendek (\pm 6 bulan saja) dan juga cahaya sinarnya cepat redup (terangnya \pm 1 bulan), sehingga termasuk kategori boros energi listrik

- Lampu TL merk terkenal memang mahal (misal untuk 18 Watt harganya sekitar Rp 30.000,00), selain usia pakai atau *life timenya* panjang (\pm 1 tahun), sinarnya yang terang bisa bertahan sampai 1 tahun (biasanya sampai lampunya putus). Walaupun investasinya besar, tapi *life time* nya lebih lama, sehingga lebih hemat energi listrik

Oleh karena itu, seharusnya kita memerhatikan bagaimana kondisi mutu peralatan dan juga kebutuhan daya listriknya. Untuk mencegah pemborosan energi listrik, kita dapat memilih produk yang tepat dengan mutu peralatan yang baik dan juga yang hemat energi listrik. Banyak sekarang peralatan-peralatan elektronik yang dirancang untuk hemat energi. Dibawah ini terdapat beberapa daftar peralatan elektrik yang dipakai pada Gedung Kelas FTUI:

Tabel 4.2 Peralatan Elektrikal Gedung Kelas FTUI

R	Gdg	Kap	AC (1)				AC (2)			AC (3)				Lampu						
			Merek	Kap	Tot	B	R	Merek	Kap	Tot	Merek	Kap	Tot	B	R	Merk	Tipe	Tot		
101	G RKB 1	40	LG	2 PK	2	2	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	8		
102	G RKB 1	80	PANASONIC	2 PK	2	2	0	LG	2 PK	2			2	2	0	Philips	TL 2 X 40	16		
103	G RKB 1	80	PANASONIC	2 PK	1	1	0	LG	2 PK	3			3	3	0	Philips	TL 2 X 40	16		
104	G RKB 1	40	PANASONIC	2 PK	1	1	0	LG	2 PK	1			1	1	0	Philips	TL 2 X 40	8		
105	G RKB 1	40	PANASONIC	2 PK	1	1	0	LG	2 PK	1			1	1	0	Philips	TL 2 X 40	8		
106	G RKB 1	80	PANASONIC	2 PK	2	2	0	LG	2 PK	2			2	2	0	Philips	TL 2 X 40	16		
107	G RKB 1	80	LG	2 PK	4	4	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	12		
108	G RKB 1	40	PANASONIC	2 PK	2	2	0	LG	2 PK	1			1	1	0	Philips	TL 2 X 40	8		
201	G RKB 1	40	PANASONIC	2 PK	1	1	0	LG	2 PK	1			1	1	0	Philips	TL 2 X 40	6		
202	G RKB 1	80	PANASONIC	2 PK	2	2	0	PANASONIC	1 PK	1			1	1	0	Philips	TL 2 X 40	12		
203	G RKB 1	40	PANASONIC	2 PK	2	2	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	6		
204	G RKB 1	80	PANASONIC	4 PK	4	4	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	14		
205	G RKB 1	30	SAMSUNG	1 PK	2	0	2			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	5		
206	G RKB 1	100	PANASONIC	2 PK	4	4	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	16		
207	G RKB 1	80	LG	2 PK	1	0	1	DAIKIN	2 PK	2			PNASONIC	2 PK	1	1	0	Philips	TL 2 X 40	12
208	G RKB 1	40	LG	2 PK	1	1	0	PANASONIC	2 PK	1			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	6		
209	G RKB 1	70	DAIKIN	2 PK	3	2	1			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	12		
210	G RKB 1	70	PANASONIC	2 PK	2	2	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	12		
211	G RKB 1	70	DAIKIN	2 PK	3	2	1			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	12		
601	G PASCA	35	PANASONIC	2 PK	1	1	0	CHANGHONG	1G5	1			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	12		
602	G PASCA	45	PANASONIC	2 PK	1	1	0	CHANGHONG	1G5	1			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	12		
603	G PASCA	40	PANASONIC	2 PK	1	1	0	CHANGHONG	1G5	1			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	14		
604	G PASCA	40	PANASONIC	2 PK	1	1	0	CHANGHONG	1G5	1			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	14		
605	G PASCA	40	PANASONIC	2 PK	2	2	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	14		
606	G PASCA	40	PANASONIC	2 PK	1	1	0	CHANGHONG	2 PK	1			0	0	0			0		
101	G PASCA		LG	1G5	2	2	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	5		

R	Gdg	Kap	AC (1)				AC (2)			AC (3)				Lampu				
			Merek	Kap	Tot	B	R	Merek	Kap	B	Merek	Kap	Tot	B	R	Merk	Tipe	B
104	G PASCA	40	DAIKIN	1G5	2	2	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	8
101	G RKB 2	70	PANASONIC	2 PK	3	3	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	12
102	G RKB 2	70	PANASONIC	2 PK	3	3	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	12
103	G RKB 2	40	PANASONIC	2 PK	2	2	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	8
201	G RKB 2	40	PANASONIC	2 PK	2	2	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	8
202	G RKB 2	70	PANASONIC	2 PK	3	3	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	12
203	G RKB 2	70	PANASONIC	2 PK	3	3	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	12
204	G RKB 2	40	PANASONIC	2 PK	2	2	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	8
205	G RKB 2	70	PANASONIC	2 PK	3	3	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	12
101	G EC	15	CENTRAL		0	0	0			0			0	0	0	Philips OSRAM	TL 2 X 40	4
102	G EC	15	CENTRAL		0	0	0			0			0	0	0	Philips OSRAM	TL 2 X 40	4
103	G EC	15	CENTRAL		0	0	0			0			0	0	0	Philips OSRAM	TL 2 X 40	4
104	G EC	15	CENTRAL		0	0	0			0			0	0	0	Philips OSRAM	TL 2 X 40	4
105	G EC	15	CENTRAL		0	0	0			0			0	0	0	Philips OSRAM	TL 2 X 40	4
106	G EC	15	CENTRAL		0	0	0			0			0	0	0	Philips OSRAM	TL 2 X 40	4
107	G EC	15	CENTRAL		0	0	0			0			0	0	0	Philips OSRAM	TL 2 X 40	4
108	G EC	15	CENTRAL		0	0	0			0			0	0	0	Philips OSRAM	TL 2 X 40	4
109	G EC	15	CENTRAL		0	0	0			0			0	0	0	Philips OSRAM	TL 2 X 40	4
110	G EC	15	CENTRAL		0	0	0			0			0	0	0	Philips OSRAM	TL 2 X 40	3
401	G RKB 2	60	PANASONIC	2 PK	2	2	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	4
402	G RKB 2	80	PANASONIC	2 PK	3	3	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	6
403	G RKB 2	45	PANASONIC	2 PK	2	2	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	4
404	G RKB 2	60	PANASONIC	2 PK	2	2	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	4
405	G RKB 2	100	PANASONIC	4 PK	4	4	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	6
501	G RKB 2	45	PANASONIC	2 PK	1	1	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	4
502	G RKB 2	90	PANASONIC	2 PK	2	2	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	6
503	G RKB 2	80	PANASONIC	2 PK	2	2	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	10
504	G RKB 2	90	PANASONIC	2 PK	2	2	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	6
601	G RKB 2	130	PANASONIC	2 PK	13	13	0	PANASONIC (CEILING)		2			0	0	0	Philips	TL 2 X 40	16
301	G RKB 2	40	PANASONIC	1 PK	2	2	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 20	6
302	G RKB 2	70	PANASONIC	1 PK	3	3	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 20	10
303	G RKB 2	40	PANASONIC	1 PK	2	2	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 20	8
304	G RKB 2	70	PANASONIC	1 PK	3	3	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 20	11
305	G RKB 2	70	PANASONIC	1 PK	3	3	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 20	11
301	G PAF	100	DAIKIN	2 PK	2	2	0	LG	1 PK	1	UCHIDA	1 PK	1	1	0	Philips	TL 2 X 20	15
302	G PAF	20	PANASONIC	1 PK	1	1	0	PANASONIC	0G5	1			0	0	0	Philips	TL 2 X 20	4
303	G PAF	30	PANASONIC	1 PK	1	1	0	UCHIDA	1 PK	1			0	0	0	Philips	TL 2 X 20	6
304	G PAF	20	PANASONIC	1 PK	1	1	0			0			0	0	0	Philips	TL 2 X 20	4
305	G PAF	30	PANASONIC	1 PK	1	0	1	UCHIDA	1 PK	1			0	0	0	Philips	TL 2 X 20	5
306	G PAF	100	CHANGHONG	1 PK	2	2	0	PANASONIC	1 PK	2	UCHIDA	1 PK	2	1	1	Philips	TL 2 X 20	12

Jenis lampu yang digunakan di seluruh ruang kelas FTUI adalah lampu TL atau *Tube Luminescent* (sering disebut dengan lampu tabung dan lampu neon), sebagian besar menggunakan lampu TL yang bermerk phillips. Sedangkan AC yang digunakan di Gedung kelas FTUI ada dua jenis yaitu AC Split dan juga AC Sentral, sebagian besar menggunakan AC bermerk Panasonic. Peralatan elektrik yang digunakan di Gedung kelas FTUI memiliki mutu peralatan yang cukup baik.

4.1.1.2 Mutu Listrik

Pemborosan pemakaian listrik bisa juga terjadi karena mutu listrik. Peralatan listrik harus bekerja pada tegangan dan frekuensi yang sesuai dengan kapasitas peralatan atau beban listriknya. Mutu listrik dipengaruhi oleh suplai daya listrik yang dihasilkan oleh produsen listrik itu sendiri. Bila mutu listrik tidak bagus, maka efisiensi yang dihasilkan menjadi sedikit dan mengakibatkan daya listrik semakin banyak yang terbuang. Parameter yang dipakai untuk menilai mutu listrik adalah: variasi tegangan, variasi frekuensi, harmonik, dan ketidakseimbangan beban

a. Variasi Tegangan

Kestabilan tegangan adalah kemampuan dari suatu sistem tenaga untuk selalu siap mempertahankan tegangan yang diterima disetiap bus dalam sistem tersebut saat beroperasi normal dan atau setelah mengalami gangguan. Tegangan Listrik AC bersumber dari PLN, tegangan normal untuk indonesia untuk 1 fasa adalah 220 Volt. Menurut SPLN, regulasi tegangan pada sisi konsumen adalah +5% - 10%. Tegangan harus selalu di jaga konstan, namun kenyataannya seringkali besar tegangan ini naik-turun atau tidak stabil, hal ini cukup berbahaya karena ketidakstabilan tegangan bisa menyebabkan terjadinya pemborosan energi listrik dan merusak peralatan. Ketidakstabilan itu dapat diartikan tegangan pada suatu fasa lebih besar, lebih kecil atau berfluktuasi terhadap tegangan standar. Penyebab utama ketidakstabilan tegangan adalah ketidakmampuan suatu sistem tenaga untuk memenuhi permintaan daya reaktif

b. Variasi Frekuensi

Frekuensi listrik di Indonesia adalah 50 Hz. Penurunan frekuensi dapat disebabkan oleh beban-beban listrik yang besar contohnya saja pada industri baja yang menggunakan *arc furnace*, sehingga dapat mengakibatkan deviasi pada frekuensi. Sebagian besar peralatan-peralatan pada industri hanya dapat mentolerir adanya deviasi frekuensi yang kecil saja yaitu besarnya deviasi frekuensi $\leq 1\%$. Pengaruh deviasi frekuensi pada motor-motor listrik dapat menimbulkan perubahan kecepatan dan juga mengurangi efisiensi motor tersebut

c. Harmonik

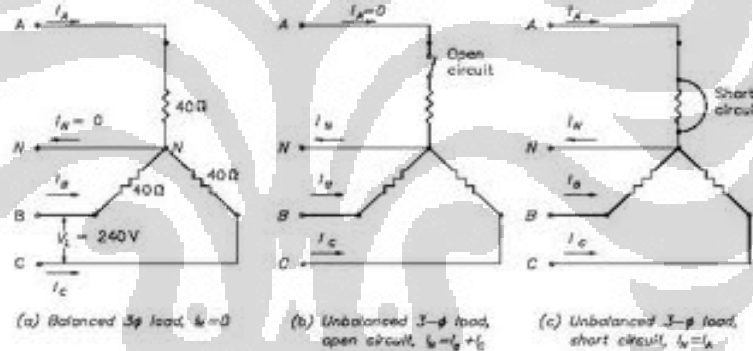
Harmonik adalah distorsi periodik dari gelombang sinus tegangan, arus atau daya, hal ini terjadi karena sebenarnya bentuk gelombang tegangan maupun arus tidak semulus yang diinginkan. Penyimpangan dari bentuk gelombang yang ideal tersebut sering disebut juga sebagai THD (Total Harmonic Distortion). THD bisa dipergunakan untuk menyatakan besar harmonisa yang terkandung dalam gelombang tersebut. Harmonik dapat menimbulkan panas, hal ini terjadi karena adanya energi listrik yang berlebihan/boros. Harmonik juga dapat muncul karena peralatan/ beban non linear seperti komputer, kontrol motor dan lain-lain. Harmonik terdiri dari 2 komponen harmonik, yaitu: Harmonik Arus dan Harmonik Tegangan. Menurut sebuah sumber, harmonik tegangan lebih berbahaya dibandingkan harmonik arus

d. Ketidakseimbangan Beban

Pada dasarnya sumber listrik yang tersedia harus seimbang dengan beban listrik yang sedang beroperasi. Pada sistem tenaga listrik 3 fasa, idealnya daya listrik yang dibangkitkan, disalurkan dan diserap oleh beban semuanya seimbang, P pembangkitan sama dengan P pemakaian, dan juga pada tegangan yang seimbang.

Pada tegangan yang seimbang terdiri dari tegangan 1 fasa yang mempunyai magnitude dan frekuensi yang sama tetapi antara 1 fasa dengan yang lainnya mempunyai beda fasa sebesar 120° listrik, sedangkan secara fisik

mempunyai perbedaan sebesar 60° , dan dapat dihubungkan secara bintang atau delta. Pada saat terjadi gangguan, saluran netral pada hubungan bintang akan teraliri arus listrik. Dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik tersebut, terjadi pembagian beban-beban yang pada awalnya merata tetapi karena ketidakserempakan waktu penyalaan beban-beban tersebut maka menimbulkan ketidakseimbangan beban yang berdampak pada penyediaan tenaga listrik. Ketidakseimbangan beban pada sistem 3 fasa dapat diketahui dengan indikasi naiknya arus pada salah satu fasa dengan tidak wajar, arus pada tiap fasa mempunyai perbedaan yang cukup signifikan, sehingga hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan. Ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa (fasa R, fasa S, dan fasa T) inilah yang menyebabkan mengalirnya arus di netral.



Gambar 4.1 Ketidakseimbangan Beban

sumber dunia-listrik.blogspot.com

4.1.2 Perilaku Konsumsi

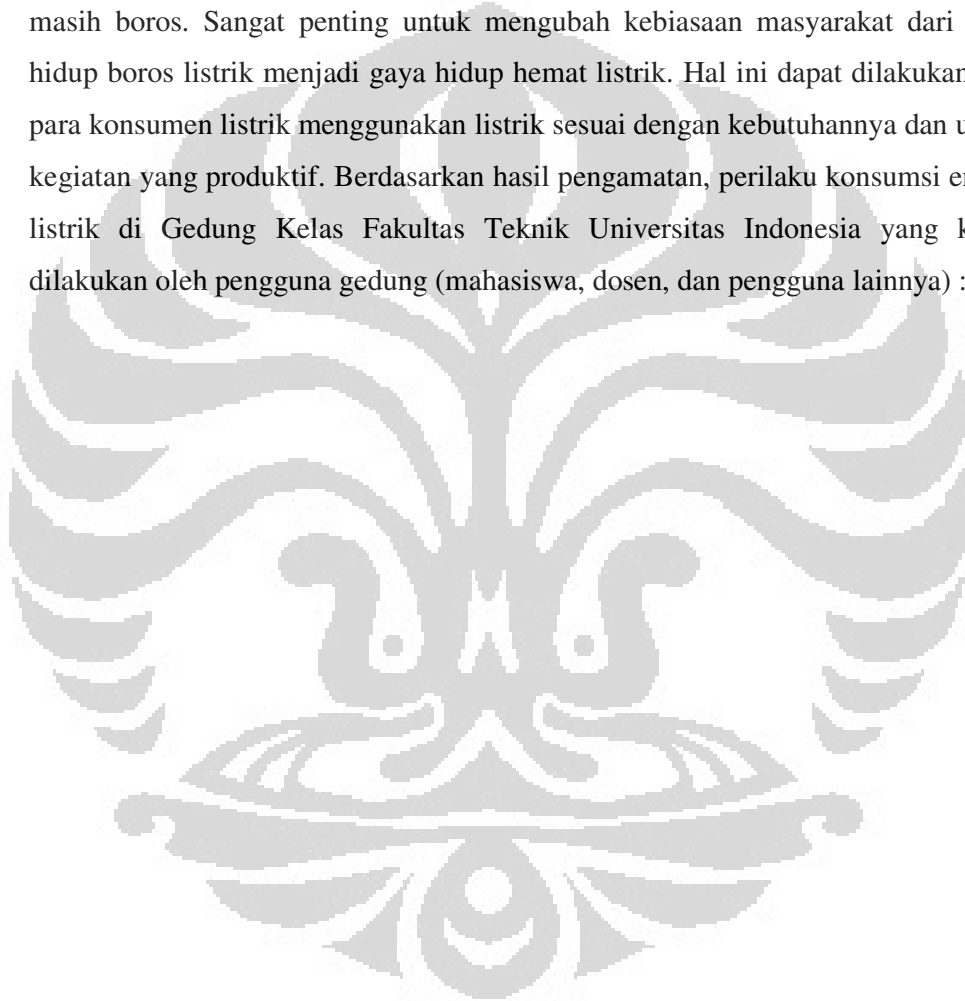
Hal-hal kecil yang sering dilakukan selama ini, mungkin tanpa kita sadari telah mengakibatkan dampak besar dan bila terus menerus dilakukan akan mengakibatkan pemborosan energi listrik. Hal ini dapat terjadi karena gaya hidup konsumtif masyarakat terhadap energi listrik, contohnya saja dalam penggunaan barang-barang elektronik misalnya AC (*Air Conditioner*). AC sangat banyak dijumpai bagi masyarakat baik sektor rumah tangga maupun kantor-kantor, dalam penggunaannya biasanya dioperasikan pada waktu yang lama, bahkan bisa sampai satu hari penuh. Peluang pemborosan energi listrik yang seringkali terjadi adalah ketika pengguna AC tidak menggunakan sesuai kebutuhannya, saat

meninggalkan ruangan dengan waktu yang lama dan AC tidak dimatikan. Dalam waktu tersebut, pastilah banyak sekali konsumsi energi listrik yang terpakai. Selain itu juga menggunakan AC dengan pintu atau jendela terbuka, padahal udara didalam dapat mengalir keluar sehingga ruangan tidak akan cepat dingin dan mengakibatkan daya listrik AC banyak yang terbuang sia-sia. Perilaku konsumsi seperti diatas tidak hanya ditemui pada sektor rumah tangga dan kantor-kantor saja, namun juga sering ditemukan pada pelanggan listrik lainnya. Perilaku boros dalam mengkonsumsi listrik ini harus dihentikan. Berikut ini ada beberapa contoh perilaku yang baik dalam mengkonsumsi listrik:

- a. Pada saat menggunakan AC
 - Untuk mencegah pemborosan dapat dilakukan dengan memasang suhu optimal yaitu 24^0-25^0 C (standar suhu ruangan)
 - Biasakan juga untuk membersihkan *filter*, *coil kondensor*, dan sirip AC secara rutin
 - Menutup pintu ruangan dan jendela saat AC dinyalakan
- b. Pada saat menggunakan lampu
 - Mematikan lampu bila tidak digunakan
 - Biasakan untuk menyalakan lampu bila hari benar-benar telah mulai gelap dan mematikan lampu bila hari sudah mulai terang kembali (memaksimalkan pencahayaan alami)
 - Membersihkan armatur lampu secara teratur, hal ini sangat berguna agar pencahayaan lampu dapat lebih maksimal sehingga mengurangi konsumsi energi listrik
- c. Pada saat pemakaian Lift dan Eskalator
 - Mematikan lift atau tangga berjalan pada jam-jam tertentu saat pengguna agak sepi
- d. Pada saat menggunakan komputer, LCD Proyektor, OHP, dan peralatan elektronik lainnya

- Mematikan perangkat elektronik tersebut apabila tidak digunakan dalam waktu yang cukup lama, kemudian apabila dibutuhkan dapat menghidupkannya kembali

Perilaku konsumsi listrik sangat erat kaitannya dengan kesadaran dan gaya hidup. Para pengguna energi listrik masih banyak yang belum sadar akan adanya keterbatasan sumber energi listrik, sehingga penggunaan energi listrik pun masih boros. Sangat penting untuk mengubah kebiasaan masyarakat dari gaya hidup boros listrik menjadi gaya hidup hemat listrik. Hal ini dapat dilakukan bila para konsumen listrik menggunakan listrik sesuai dengan kebutuhannya dan untuk kegiatan yang produktif. Berdasarkan hasil pengamatan, perilaku konsumsi energi listrik di Gedung Kelas Fakultas Teknik Universitas Indonesia yang kerap dilakukan oleh pengguna gedung (mahasiswa, dosen, dan pengguna lainnya) :



Tabel 4.3 Perilaku Konsumsi di Gedung Kelas FTUI

No	Tgl	Gdg	Jam	Lampu (Kelas B=Besar, S=Sedang, K=Kecil)			AC	Pintu
1	Senin, 26 Maret 2012	K	11.40	B=4 lampu - nyala semua	S= 6 lampu nyala	K=4- semua nyala (kec: k104 semua lampu nyala, tapi tidak ada kelas)	nyala semua (kec. K104 dan K105)	tutup - buka
2		S		B=ada kelas tapi lampunya mati semua	S=8 lampu nyala -nyala semua	K= 4 lampu - nyala semua	nyala semua	tutup semua
3		K	13.00	B= 2 -8 lampu nyala	S= 6 lampu -nyala semua	K= 4 lampu nyala	nyala semua	tutup - buka
4		S		B= ada kelas, tapi lampunya mati semua	S= mati semua -12 lampu nyala	K= 4 -8 lampu nyala	nyala semua (kec. S402 S405)	tutup semua
5		GK		B= 6 lampu -9 lampu nyala		K = nyala semua	K = 1 AC - nyala semua	tutup - buka
6		PI		mati- lampu depan nyala (2 lampu)			central	tutup semua
7		Psc		tidak ada kelas			mati semua	tutup semua
8		K	15.00	B= kelas yang kosong banyak lampu yang nyala	S= nyala semua	K = nyala semua	nyala semua	tutup - buka
9		S		B= lampu belakang mati karena tidak ada orang	S= nyala semua (kec: S205 karena ada LCD projector depannya mati)	K= 6 lampu - nyala semua (kec: s301)	nyala semua	tutup semua
10		GK		B= 6 -9 lampu nyala		K = nyala semua	K = 1 AC - nyala semua	tutup - buka
11		PI		mati- lampu depan nyala (2 lampu)			central	tutup - buka
12		Psc		tidak ada kelas, lampu mati			mati semua	tutup semua
13		K	09.00	B= 4 -12 lampu nyala	S= 6 lampu nyala	K= 4 -8 lampu nyala	nyala semua	tutup - buka
14		S		B= tidak ada kelas, lampu mati	S= 8 Lampu nyala	K= yang tidak ada kelas, lampunya mati	nyala semua	tutup semua
15		GK		B= 8 -12 Lampu nyala		K= 2 -4 lampu nyala	nyala semua	tutup semua
16		K	11.00	B= 4-8 Lampu nyala	S= 8 Lampu nyala	K= 4 lampu- Nyala semua	nyala semua	tutup - buka
17		S		B= tidak ada kelas, lampu mati	S= 6-nyala semua	K= mati semua (kec. S303)	nyala semua	tutup semua
18		Psc		nyala semua, ada yang mati karena tidak ada kelas			nyala semua	tutup semua
19		PI		depan nyala (2 lampu)			central	tutup semua
20		GK		B= lampu depannya mati, karena presentasi		K= lampu depannya mati, karena presentasi	nyala semua	tutup - buka
21		K	14.00	B= 4 lampu - nyala semua padahal tidak ada kelas co/ K 103	S= nyala semua	K= nyala semua (ada beberapa yang depannya mati karena presentasi)	nyala semua	tutup - buka
22		S		B= tidak ada kelas, lampu mati	S= mati semua (kec. S 102 karena sedang ujian jadi nyala semua)	K= mati semua	nyala semua (kec. S 405)	tutup semua
23		Psc		nyala semua, ada yang mati karena tidak ada kelas			nyala semua	tutup semua
24		PI		depan nyala (2 lampu)			central	tutup semua
25		GK		B= lampu depannya mati, karena LCD		K= lampu depannya mati, karena presentasi	nyala semua	tutup semua

No	Tgl	Gdg	Jam	Lampu (Kelas B=Besar, S=Sedang, K=Kecil)			AC	Pintu
26	Rabu, 28 Maret 2012	K	08.00	B= 4 lampu - nyala semua	S= nyala semua	K= 4 lampu - nyala semua	nyala semua (kec. K103=4 lampu)	tutup - buka
27		S		B= hampir semua lampu nyala karena sedang ujian	S= 4- 8 lampu nyala	K= 4 lampu nyala (banyak yang depannya mati, karena LCD projector)	nyala semua (kec S304)	tutup semua
28		Psc		lampu nyala semua			nyala semua	pintu tertutup
29		PI		mati semua - depan menyala (2 lampu)			central	tutup semua
30		GK		B= lampu depannya mati semua, presentasi		K= tidak ada kelas, lampu mati semua	nyala semua	tutup - buka
31		K	11.00	B= 2 -8 lampu nyala	S= lampu depannya mati semua, pakai LCD Projector	K= nyala semua (karena ada diskusi dan ujian) kec. K 205 tidak ada kelas tapi lampu nyala	nyala semua	tutup - buka
32		S		B= mati semua	S= banyak kelas yang mati lampunya, padahal ada kelas (S 102, S 403, S 402, S 302, S203)	K= mati semua - nyala semua (S 202 lampu depannya mati karena LCD)	nyala semua (kec. S 304)	tutup semua
33		Psc		lampu nyala semua			nyala semua	tutup semua
34		PI		mati semua - depan menyala (2 lampu)			central	tutup semua
35		GK		B= Lampu mati semua		K= tidak ada kelas, lampu mati semua	nyala semua (kec. S306)	
36	K	13.00	B= 4 lampu - nyala semua	S= depan mati karena presentasi, ada yang nyala semua (diskusi)	K= 8 lampu - nyala semua (co/ K 205 tidak ada kelas, tapi semua lampu nyala)	nyala semua (kec. K207)	tutup - buka	
37	S		B= mati semua	S= 4 lampu - nyala semua	K= mati semua (kec. S 203 depannya mati karena pakai LCD)	nyala semua (kec. S302)	tutup semua	
38	Psc		lampu nyala semua			nyala semua	tutup - buka	
39	PI		depan nyala (2 lampu)			central	tutup - buka	
40	GK		B= banyak yg lampu depan mati karena LCD (kec.GK. 306 nyala semua tapi tidak ada kelas)		K= nyala semua	nyala semua	tutup semua	
41	Kamis, 29 Maret 2012	K	11.00	B= mati semua - 8 lampu nyala	S= 6 lampu nyala	K= 4 lampu - nyala semua	nyala semua (kec. K104)	tutup - buka
42		S		B= tidak ada kelas, lampu mati	S= mati - nyala semua	K= mati semua (padahal ada kelas)	nyala semua (kec. S302, S204)	tutup semua
43		Psc		nyala semua, ada yang mati karena tidak ada kelas			nyala semua	tutup semua
44		PI		depan nyala (2 lampu)			central	tutup - buka
45		GK		B= 6 Lampu nyala		K= 2 lampu - nyala semua	nyala semua (kec. GK302)	tutup - buka
46		K	17.39	B= 8 -12 Lampu nyala	S= nyala semua	K= nyala semua	nyala semua	tutup - buka
47		S		B= nyala semua	S= 4 lampu - nyala semua	K= 2 lampu - nyala semua	nyala semua (kec. S304, S305)	tutup semua
48		Psc		tidak ada kelas			mati semua	tutup semua
49		PI		tidak ada kelas			mati semua	tutup semua
50		GK		B= mati semua (kec. GK306 tidak ada kelas, tapi nyala semua)		K= tidak ada kelas, mati semua	mati semua (kec. GK 306)	tutup - buka
51	K	19.16	B= 8 lampu - nyala semua	S= nyala semua	K= 4 lampu - nyala semua	nyala semua	tutup - buka	
52	S		tidak ada kelas			mati semua	tutup semua	
53	Psc		tidak ada kelas			mati semua	tutup semua	
54	PI		tidak ada kelas			mati semua	tutup semua	
55	GK		tidak ada kelas			mati semua	tutup semua	

Dari seluruh perilaku konsumsi yang sering dilakukan pada gedung kelas FTUI terjadi beberapa pola perilaku konsumsi listrik yang membentuk seperti kebiasaan bagi para penggunanya seperti:

- a. Bila ada presentasi ataupun dosen mengajar menggunakan LCD Proyektor dan OHP, maka lampu bagian depannya dimatikan (minimal 2 buah lampu depannya dimatikan). Hal ini dilakukan agar cahaya dari LCD Proyektor dapat terlihat dengan cukup jelas sampai belakang
- b. Berbeda dengan penggunaan LCD Proyektor, pada saat dosen mengajar dengan menggunakan papan tulis, maka lampu di kelas tersebut akan dinyalakan semua. Hal ini agar tulisan di papan tulis dapat terlihat oleh seluruh mahasiswa
- c. Penggunaan lampu pada kelas kecil dan kelas besar mempunyai beberapa perbedaan perilaku konsumsi yaitu:
 - Pada kelas kecil, seluruh AC dan lampu yang ada dalam kelas kebanyakan dinyalakan semua (dari depan sampai belakang)
 - Pada kelas besar, AC dan lampu cenderung dinyalakan sebagian saja, misalnya hanya bagian depan sampai tengahnya saja, atau bagian tengahnya saja yang dinyalakan

Hal ini dikarenakan pada kelas kecil, biasanya jumlah orang yang berada didalamnya penuh sampai posisi belakang, oleh karena itu lampu yang dipakai pun dinyalakan semua (dari depan sampai belakang). Akan tetapi, pada kelas besar yang kapasitasnya 80-100 orang, biasanya jumlah orang yang berada didalamnya tidak penuh ataupun mencapai kapasitas maksimum, oleh karena itu lampu yang dinyalakan sesuai dengan posisi tempat duduk orang didalam kelas, misalnya orang yang berada didalam kelas tersebut duduk di posisi depan sampai posisi tengah kelas, maka AC dan lampu yang dinyalakan biasanya hanya dari depan sampai tengah

- d. Bila sedang ada ujian tertulis (kuis, UTS, dan UAS), maka didalam kelas tersebut dinyalakan semua lampunya. Hal ini disebabkan karena pada saat

ujian dibutuhkan penerangan yang lebih baik dan juga biasanya jumlah orang yang didalam kelas penuh sampai belakang

- e. Pada saat ada diskusi bersama (duduk berkelompok), lampu didalam ruangan kelas tersebut akan dinyalakan semua. Hal ini dikarenakan pada saat diskusi jumlah orang didalam kelas akan cenderung memenuhi seluruh posisi diruang kelas, sehingga seluruh lampu yang ada dalam kelas kebanyakan dinyalakan semua pada saat diskusi itu berlangsung
- f. Pada Gedung K/ RKB 1, Gedung PAF/GK, dan Gedung EC terkadang pintu kelasnya lupa ditutup kembali, padahal hal ini sangat penting dalam penggunaan AC, udara akan mengalir keluar sehingga ruangan tidak akan cepat dingin dan dapat membuang-buang daya listrik secara sia-sia. Berbeda dengan Gedung S/RKB 2, pintu kelasnya selalu ditutup kembali karena terdapat penutup pintu otomatisnya

4.1.3 Perencanaan Sistem dan Lingkungan

Sebelum merencanakan instalasi listrik pada suatu bangunan perlu memperhatikan syarat-syarat yang wajib dipenuhi. Faktor tata cara perancangan, instalasi listrik yang digunakan, dan lingkungan sangat penting dalam hal mengoptimalkan pemakaian daya listrik agar tidak boros. Untuk menghindari pemborosan energi listrik, diperlukan kemampuan untuk melakukan perencanaan yang baik, khususnya pada penggunaan lampu dan juga penggunaan AC. Tata cara perancangan sebaiknya sesuai dengan Standar Nasional Indonesia:

- SNI 03-2396-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung
- SNI 03-6575-2001 tentang Tata cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung
- SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung

4.1.3.2 Sistem Pencahayaan

Seperti yang pernah dijelaskan pada bab dua, sistem pencahayaan yang baik dapat dilihat dari tiga aspek yaitu: kualitas, kuantitas, dan efisiensi konsumsi energi listriknya.

- a. Pengukuran kualitas: sistem pencahayaan tergantung dari persepsi personal, masing-masing individu akan berbeda-beda pandangannya sehingga lebih subyektif
- b. Pengukuran kuantitas: sistem pencahayaan dapat dinilai dari satuan-satuan tertentu seperti lumen, lux atau foot candle, dan watt. Satuan lumen adalah satuan jumlah cahaya yang dihasilkan sebuah lampu atau dapat disebut sebagai satuan kuat dan terangnya cahaya, banyaknya jumlah cahaya tersebut dinamakan flux luminous. Selain itu terdapat satuan lux, yaitu satuan untuk tingkat pencahayaan pada permukaan seluas satu meter persegi yang dijatuhkan oleh fluks luminous sebesar satu lumen. Berbeda dengan satuan lux, satuan footcandle merupakan satuan untuk tingkat pencahayaan pada permukaan seluas satu foot kuadrat yang dijatuhkan fluks luminous sebesar satu lumen. Sehingga pada lux dan foot candle memiliki perbedaan pada permukaan yang dijatuhkan oleh flux luminous. Terdapat pula satuan watt, yaitu satuan yang digunakan untuk mengukur daya listrik
- c. Pengukuran efisiensi: dari sumber pencahayaan atau yang disebut juga efikasi luminus (*efficacy*) menunjukkan rasio dari output per input dan dinyatakan dalam lumen per watt (lumen/watt). Efikasi luminus lampu bertambah dengan bertambahnya daya lampu. Bila terdapat sumber cahaya dengan nilai efikasi luminus yang tinggi, maka cahaya yang akan diberikan mempunyai kualitas penerangan yang baik

Bila kita ingin menghitung kebutuhan cahaya dalam ruangan memang tidak mudah. Untuk menentukan secara akurat, biasanya dilakukan oleh para profesional di bidang perlampuan. Penentuan titik lampu dan jumlah lampu berguna agar kita mengetahui apakah lampu yang digunakan jumlahnya sudah

sesuai dengan kebutuhan atau belum. Jika kurang akan mengakibatkan ketidaknyamanan di mata, jika jumlahnya berlebihan maka akan menyebabkan pemborosan energi listrik. Kebutuhan sistem pencahayaan untuk ruangan berbeda-beda tergantung dari karakteristik yang di butuhkan. Berikut ini terdapat tabel tingkat pencahayaan minimum standar yang di rekomendasikan per tiap jenis ruangnya.

Tabel 4.4 Tingkat Pencahayaan Minimum Standar

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (Lux)	Kelompok renderasi warna	Temperatur warna		
			Warm white <3300 K	Cool white 3300 K~5300K	Daylight > 5300 K
Rumah tinggal :					
Teras	60	1 atau 2	♦	♦	
Ruang tamu	120 ~ 150	1 atau 2		♦	
Ruang makan	120 ~ 250	1 atau 2	♦		
Ruang kerja	120 ~ 250	1		♦	♦
Kamar tidur	120 ~ 250	1 atau 2	♦	♦	
Kamar mandi	250	1 atau 2		♦	♦
Dapur	250	1 atau 2	♦	♦	
Garasi	60	3 atau 4		♦	♦
Perkantoran :					
Ruang Direktur	350	1 atau 2		♦	♦
Ruang kerja	350	1 atau 2		♦	♦
Ruang komputer	350	1 atau 2		♦	♦
Ruang rapat	300	1	♦	♦	
Ruang gambar	750	1 atau 2		♦	♦
Gudang arsip	150	1 atau 2		♦	♦
Ruang arsip aktif	300	1 atau 2		♦	♦
Lembaga Pendidikan :					
Ruang kelas	250	1 atau 2		♦	♦
Perpustakaan	300	1 atau 2		♦	♦
Laboratorium	500	1		♦	♦
Ruang gambar	750	1		♦	♦
Kantin	200	1	♦	♦	
Hotel dan Restoran :					
Lobi, koridor	100	1	♦	♦	
Ruang serba guna	200	1	♦	♦	
Ruang makan	250	1	♦	♦	
Kafetaria	200	1	♦	♦	
Kamar tidur	150	1 atau 2	♦		
Dapur	300	1	♦	♦	

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (Lux)	Kelompok renderasi warna	Temperatur warna		
			Warm white <3300 K	Cool white 3300 K~5300K	Daylight > 5300 K
Rumah sakit/ Balai pengobatan					
Ruang rawat inap	250	1 atau 2		♦	♦
Ruang operasi, ruang bersalin	300	1		♦	♦
Laboratorium	500	1 atau 2		♦	♦
Ruang rekreasi dan rehabilitasi	250	1	♦	♦	
Pertokoan/Ruang Pamer :					
Ruang pameran dengan obyek berukuran besar (misalnya mobil)	500	1	♦	♦	♦
Toko kue dan makanan.	250	1	♦	♦	
Toko bunga	250	1		♦	
Toko buku dan alat tulis/gambar	300	1	♦	♦	♦
Toko perhiasan, arloji	500	1	♦	♦	
Toko barang kulit dan sepatu	500	1	♦	♦	
Toko pakaian	500	1	♦	♦	
Pasar swalayan	500	1 atau 2	♦	♦	
Toko mainan	500	1	♦	♦	
Toko alat listrik (TV, Radio/tape, mesin cuci dan lain-lain)	250	1 atau 2	♦	♦	♦
Toko alat musik dan olahraga	250	1	♦	♦	♦
Industri (Umum) :					
Gudang	100	3		♦	♦
Pekerjaan kasar	100 ~ 200	2 atau 3		♦	♦
Pekerjaan menengah	200 ~ 500	1 atau 2		♦	♦
Pekerjaan halus	500 ~ 1000	1		♦	♦
Pekerjaan amat halus	1000~2000	1		♦	♦
Pemeriksaan warna	750	1		♦	♦
Rumah ibadah :					
Masjid	200	1 atau 2		♦	
Gereja	200	1 atau 2		♦	
Vihara	200	1 atau 2		♦	

Sumber SNI 03-6197-2000

Ukuran ruang juga sangat berpengaruh terhadap jumlah maksimum daya lampu. Berdasarkan SNI 03-6575-2001, maka di dapat data tentang daya pencahayaan maksimum untuk beberapa ruangan:

- Ruang kantor dan industri adalah 15 watt/ m²
- Rumah tidak melebihi 10 watt/m²
- Toko adalah 20-40 watt/m²
- Hotel adalah 10-30 watt/m²
- Sekolah adalah 15-30 watt/m²
- Rumah sakit adalah 10-30 watt/m²

Misalkan terdapat rumah bertipe 21 dengan ukuran luas 21 m^2 , maka jumlah daya untuk lampu harus di bawah 210 watt. Jika jumlahnya berlebih, sebaiknya kurangi titik lampu atau gunakan jenis lampu hemat energi.

Selain faktor perencanaan, faktor lingkungan juga sangat mempengaruhi pemakaian daya listrik pada lampu, contohnya saja pencahayaan alami, yaitu pada jendela yang besar dan luas akan membuat penetrasi cahaya matahari bekerja baik sehingga kita tidak membutuhkan cahaya lampu pada pagi, siang, maupun sore hari. Tentunya hal ini dapat mengurangi konsumsi listrik dari pencahayaan. Pemanfaatan cahaya alami biasanya dilakukan pada pukul 08.00-16.00. Pada waktu itu perlu direncanakan dengan efektif dan efisien sehingga hanya cahaya yang masuk ke dalam ruangan, sedangkan panas diusahakan tidak masuk ke dalam ruangan, karena panas yang masuk ke dalam ruangan tentunya akan menyebabkan bertambahnya beban pendinginan dari sistem tata udara, sehingga akan lebih boros konsumsi energi listriknya. Pengecatan dinding pun dapat menghemat penggunaan lampu di siang hari. Dinding rumah yang dicat dengan dinding rumah yang tidak dicat memiliki efek penerangan lampu yang berbeda. Rumah yang dindingnya tidak dicat akan terasa gelap, sehingga selalu membutuhkan penerangan listrik walaupun di siang hari dan hal ini akan membuat lebih boros listrik. Warna dinding juga berpengaruh pada pemakaian lampu, warna dinding yang terang dan cerah akan memantulkan cahaya (refleksi), sehingga lampu dengan watt yang kecil saja sudah mampu menerangi. Namun bila dibandingkan dengan warna dinding yang gelap yang bersifat menyerap cahaya sehingga dengan luas ruangan yang sama akan membutuhkan lampu dengan watt yang lebih besar.

Pencahayaan alami adalah memanfaatkan cahaya matahari semaksimal mungkin dan membuat panas matahari yang masuk seminimal mungkin. Pemanfaatan cahaya alami jelas akan menghemat listrik. Menurut SNI 03-2396-2001, Standar Nasional Indonesia tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung, beberapa parameter sehingga pencahayaan alami dapat dikatakan baik, apabila:

- a. Pada siang hari antara jam 08.00 sampai dengan jam 16.00 waktu setempat terdapat cukup banyak cahaya yang masuk ke dalam ruangan
- b. Distribusi cahaya di dalam ruangan cukup merata dan atau tidak menimbulkan kontras yang mengganggu

4.1.3.3 Sistem Tata Udara

Ukuran ruang sangat berpengaruh terhadap pilihan daya AC. Supaya tidak terjadi pemborosan, maka kita harus menyesuaikan AC dengan luas ruang.

Tabel 4.5 Ukuran AC dengan Ukuran Ruangan

No	Ukuran Ruangan	BTU	Ukuran AC	Daya
1	10-14 m ²	5000-7000 BTU	½ PK	400-600 watt
2	14-18 m ²	000-9000 BTU	¾ PK	600-900 watt
3	16-24 m ²	9000-12.000 BTU	1 PK	900-1200 watt
4	24-36 m ²	12.000-18.000 BTU	1 ½ PK	1200-1900 watt
5	36-48 m ²	18.000-24.000 BTU	2 PK	1900-2700 watt

Sumber cvastro.com

Selain faktor perencanaan ruang, faktor lingkungan juga sangat mempengaruhi pemakaian daya listrik pada AC, contohnya terdapat jendela yang besar dan sirkulasi udara disekitar ruangnya baik, pada lingkungan seperti ini tidak perlu dipasang pengkondisian udara (AC) yang boros listrik melainkan cukup kipas angin atau bahkan tidak membutuhkan keduanya sama sekali. Contoh lain pada pintu dan jendela disekitar AC. Bila terdapat AC di suatu ruangan sebaiknya menutup pintu, jendela dan ventilasi disekitarnya, bila tidak dilakukan dapat membuat udara panas dari luar masuk ke dalam ruangan, sehingga AC pun lebih boros energi listrik. Biasakan untuk menempatkan AC sejauh mungkin dari sinar matahari langsung agar efek pendinginnya tidak berkurang.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Pemilahan Data

Data yang dipakai dalam pengolahan data pada penelitian ini adalah data peralatan elektrik ruang kelas FTUI, data jadwal kuliah semester genap 2011/2012, data luas ruangan, dan data perilaku konsumsi di ruang kelas FTUI (yang diambil melalui pengamatan survei dan wawancara). Selanjutnya data-data tersebut akan diolah untuk mencari besarnya konsumsi energi listrik pada setiap Gedung kelas FTUI, namun tidak semua data dapat digunakan sebagai acuan, yaitu data pada Gedung EC bagian Program Internasional. Hal ini disebabkan pada data digunakan AC central yang sulit diketahui berapa besar dayanya, karena data yang kurang valid ini maka tidak akan diikutsertakan dalam pengolahan data penelitian.

4.2.2 Dasar Perhitungan

4.2.2.1 Dasar Perhitungan Kebutuhan Lampu

Untuk menentukan tingkat pencahayaan yang sesuai, kita perlu mengetahui jenis armatur lampu yang cocok dan bagaimana menerangi ruangan-ruangan tersebut. Armatur adalah rumah lampu berguna untuk mengendalikan cahaya yang dipancarkan oleh lampu yang dipasang didalamnya. Jumlah armatur yang diperlukan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan tertentu dapat diketahui dengan persamaan:

$$F_{\text{total}} = \frac{E \times A}{k_p \times k_d} \quad (4.1)$$

$$N_{\text{total}} = \frac{F_{\text{total}}}{F_1 \times n} \quad (4.2)$$

Dimana:

E = Tingkat pencahayaan (lux)

F_{total} = Fluks luminous total (lumen)

A = Luas bidang kerja (m^2)

k_p = Koefisien penggunaan, sebesar 0.84 sesuai dengan standar

k_d = Koefisien depresiasi (penyusutan), sebesar 0.8 sesuai SNI 03-6575-2001

- N_{total} = Jumlah armatur
 F_1 = Fluks luminous satu buah lampu
 N = Jumlah lampu dalam satu armatur

Bila kita ingin menghitung daya listrik yang dibutuhkan maka perlu dihitung dengan terlebih dahulu jumlah lampu yang diperlukan dengan persamaan dibawah ini:

$$N_{lampu} = N_{armatur} \times n \quad (4.4)$$

$$W_{total} = N_{lampu} \times W_1 \quad (4.5)$$

Dimana:

- N_{lampu} = Jumlah lampu
 N = Jumlah lampu dalam satu armatur
 W_{total} = Daya total yang dibutuhkan (Watt)
 W_1 = Daya setiap lampu (Watt)

4.2.2.2 Dasar Perhitungan kebutuhan AC

Untuk memilih AC yang sesuai dengan kebutuhan, maka Ada 3 jenis yang penting untuk diperhatikan yakni:

- Cooling load* (beban pendinginan), bergantung dari beberapa faktor yaitu Luas ruangan, ukuran dan posisi jendela, jumlah orang, jumlah beban listrik, dan jumlah lampu didalam ruangan
- Daya listrik (watt)
- PK kompresor

Satuan yang biasa digunakan pada spesifikasi AC adalah BTU/jam. BTU merupakan kepanjangan dari British Thermal Unit, yaitu menyatakan kapasitas sebuah AC untuk menyerap panas dalam satu jam. Satuan lain yaitu PK (Paard Kracht) atau sering disebut dengan daya kuda. PK merupakan satuan daya pada kompresor AC yang menunjukkan berapa besar energi yang diserap oleh kompresor dalam bekerja, jadi PK bukan merupakan kapasitas pendingin. Biasanya setelah diketahui berapa satuan BTU/h nya maka selanjutnya akan dikonversikan ke dalam satuan PK. (1 PK = 9.000-10.000 BTU/h dan 1 PK = 1 HP = 0,746 kW)

Tabel 4.6 Nilai Konversi BTU/hour dan PK

No	BTU/hr	Ukuran AC
1	± 5000	½ PK
2	± 7000	¾ PK
3	± 9000	1 PK
4	± 12000	1 ½ PK
5	± 18000	2 PK

Berikut ini persamaan perhitungan untuk mengetahui kebutuhan PK- AC:

$$\text{Kebutuhan PK-AC} = P \times L \times \frac{T}{3} \times 0.06 \quad (4.6)$$

Dimana:

P = Panjang Ruangan (meter)

L = Lebar ruangan (meter)

T = Tinggi ruangan (meter)

4.2.2.3 Dasar Perhitungan Konsumsi Energi (kWh) Lampu

Untuk mengetahui besarnya konsumsi energi lampu dapat diketahui dengan perkalian antara daya nominal lampu dengan lama pemakaian lampu biasanya pada waktu sebulan pemakaian.

$$\text{kWh Lampu} = \text{daya nominal (kW)} \times \text{pemakaian sebulan (hour)} \quad (4.7)$$

Contoh perhitungan: Pada Tabel 4.9 dapat dilihat bahwa total daya lampu kelas K.101 adalah 0,64 kW, bila pada kelas tersebut ada jadwal kuliah selama 12 jam dalam satu hari. Maka total konsumsi energi (kWh) lampu adalah (asumsi pada satu bulan terdapat dua puluh hari)

$$\begin{aligned} \text{kWh Lampu} &= 0,64 \text{ kW} \times 12 \text{ hour} \times 20 \text{ hari} \\ &= 153,6 \text{ kWh /bulan} \end{aligned}$$

Maka total penggunaan konsumsi energi (kWh) lampu pada ruang K101 adalah 153,6 kWh /bulan.

4.2.2.4 Dasar Perhitungan Konsumsi Energi (kWh) AC

Dibawah ini akan dijelaskan mengenai perhitungan konsumsi energi pada AC berdasarkan hasil penelitian. Untuk perhitungan konsumsi energi AC sentral tidak dibahas kali ini karena bila ingin mencari konsumsi energi listrik pemakaian AC sentral agak berbeda dengan AC biasanya, harus diperhitungkan semua daya peralatan lain yang menyertainya, misalnya kompresor, blower, pompa, menara pendingin, dan lain-lain.

Seperti yang kita ketahui bahwa suhu optimal AC adalah 24-25⁰ Celcius. Semakin panas suhu yang terukur maka daya yang dikeluarkan semakin rendah. Dengan menaikkan temperatur 1⁰ Celcius sebenarnya kita dapat menurunkan konsumsi energi sebesar 5%. Maka dapat dibuat persamaan bahwa:

$$\% \text{ Penurunan Energi AC} = (\text{Suhu Terukur} - \text{Suhu Optimal}) \times 5\% \quad (4.8)$$

Berdasarkan hasil penelitian, pada penggunaan AC 1 PK pada temperatur 24⁰, maka didapatkan hasil konsumsi energi AC yang terukurnya sebagai berikut:

Tabel 4.7 Tabel Penelitian AC 1 PK

No	Temperatur (°C)	Waktu pemakaian AC	Konsumsi energi AC (kWh)
1	24 ⁰ C	0-10 menit	0.102
2		11-60 menit	0.362
3		1-2 : am	0.66
4		2-8 : am	1.35

Sumber Laboratorium Tegangan Tinggi dan Pengukuran Listrik (LTTPL)

Contoh perhitungan: pada ruang kelas K101 di hari Senin terdapat jadwal kuliah dari pukul 08.00-10.00, jumlah total PK AC pada ruangan tersebut adalah 4 PK, setelah diukur suhu ruangnya maka didapatkan hasil suhu yang terukur adalah 28⁰ C. Lihat pada persamaan (4.8) maka,

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan Energi AC} &= (28^{\circ} \text{C} - 24^{\circ} \text{C}) \times 5\% \\ &= 4 \times 5\% \\ &= 20\% \end{aligned}$$

Ruang K101 lama pemakaian AC nya adalah 2 jam (pukul 08.00-10.00). Tabel 4.7 menunjukkan bahwa saat pemakaian AC 2 jam, maka kWh AC yang terukur adalah 0,66 kWh (percobaan dilakukan untuk AC 1 PK), maka

$$\begin{aligned} \text{kWh AC ruang K101} &= (0,66 - (20\% \times 0,66)) \times 4 \text{ PK} \\ &= 0,528 \text{ kWh} \times 4 \\ &= 2,11 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Maka total penggunaan konsumsi energi (kWh) AC pada ruang K101 di hari senin pukul 08.00-10.00 adalah 2,11 kWh.

4.2.2.5 Dasar Perhitungan Konsumsi Energi Listrik Total

Untuk menghitung besarnya konsumsi energi listrik, harus mengetahui terlebih dahulu berapa pemakaian tenaga listriknya (kWh/hari), yaitu nilai kebutuhan daya (watt) pada ruangan tersebut dikalikan lama pemakaian (jam/hari).

$$W = P \times t \quad (4.7)$$

Dimana:

W = Konsumsi Energi Listrik (kWh)

P = Daya Listrik (Watt)

t = Satuan Waktu (Hour)

Untuk mengetahui besarnya konsumsi energi listrik dalam satuan rupiah maka dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini:

$$\text{Biaya Konsumsi Energi Listrik} = P \times t \times \text{TDL} \quad (4.8)$$

Dimana:

TDL = Tarif Dasar Listrik (Universitas Indonesia termasuk kedalam golongan Pemerintahan yaitu jenis P-2)

4.2.3 Perhitungan Hasil Penelitian

4.2.3.1 Perhitungan Pemakaian Daya

Berdasarkan data peralatan elektrikal ruang kelas FTUI yang didapat dari Koordinator FTUI di Dekanat, berikut ini beberapa hasil perhitungan pemakaian daya (kW) pada ruangan kelas di setiap Gedung FTUI :

Tabel 4.8 Perhitungan Total kW pada Ruang Kelas di Gedung RKB 1

Ruang	Gedung	Pos. Lantai	AC				Lampu			
			Daya (PK)	Unit	kW	Total kW	Tipe	Unit	Daya (watt)	Total kW
101	GD. RKB 1	LANTAI 1	2	2	1.492	2.984	TL 2 X 40	8	80	0.64
102	GD. RKB 1	LANTAI 1	2	4	1.492	5.968	TL 2 X 40	16	80	1.28
103	GD. RKB 1	LANTAI 1	2	4	1.492	5.968	TL 2 X 40	16	80	1.28
104	GD. RKB 1	LANTAI 1	2	2	1.492	2.984	TL 2 X 40	8	80	0.64
105	GD. RKB 1	LANTAI 1	2	2	1.492	2.984	TL 2 X 40	8	80	0.64
106	GD. RKB 1	LANTAI 1	2	4	1.492	5.968	TL 2 X 40	16	80	1.28
107	GD. RKB 1	LANTAI 1	2	4	1.492	5.968	TL 2 X 40	12	80	0.96
108	GD. RKB 1	LANTAI 1	2	3	1.492	4.476	TL 2 X 40	8	80	0.64
201	GD. RKB 1	LANTAI 2	2	1	1.492	1.492	TL 2 X 40	6	80	0.48
202	GD. RKB 1	LANTAI 2	2	3	1.492	4.476	TL 2 X 40	12	80	0.96
203	GD. RKB 1	LANTAI 2	2	2	1.492	2.984	TL 2 X 40	6	80	0.48
204	GD. RKB 1	LANTAI 2	4	4	2.984	11.936	TL 2 X 40	14	80	1.12
205	GD. RKB 1	LANTAI 2	1	2	0.746	1.492	TL 2 X 40	5	80	0.4
206	GD. RKB 1	LANTAI 2	2	4	1.492	5.968	TL 2 X 40	16	80	1.28
207	GD. RKB 1	LANTAI 2	2	4	1.492	5.968	TL 2 X 40	12	80	0.96
208	GD. RKB 1	LANTAI 2	2	2	1.492	2.984	TL 2 X 40	6	80	0.48
209	GD. RKB 1	LANTAI 2	2	3	1.492	4.476	TL 2 X 40	12	80	0.96
210	GD. RKB 1	LANTAI 2	2	2	1.492	2.984	TL 2 X 40	12	80	0.96
211	GD. RKB 1	LANTAI 2	2	3	1.492	4.476	TL 2 X 40	12	80	0.96
TOTAL KW			86.536				16.4			

Tabel 4.9 Perhitungan Total kW pada Ruang Kelas di Gedung RKB 2

Ruang	Gedung	Pos. Lantai	AC				Lampu			
			Daya (PK)	Unit	kW	Total kW	Tipe	Unit	Daya (watt)	Total kW
101	GD. RKB 2	LANTAI 1	2	3	1.492	4.476	TL 2 X 40	12	80	0.96
102	GD. RKB 2	LANTAI 1	2	3	1.492	4.476	TL 2 X 40	12	80	0.96
103	GD. RKB 2	LANTAI 1	2	2	1.492	2.984	TL 2 X 40	8	80	0.64
201	GD. RKB 2	LANTAI 2	2	2	1.492	2.984	TL 2 X 40	8	80	0.64
202	GD. RKB 2	LANTAI 2	2	3	1.492	4.476	TL 2 X 40	12	80	0.96
203	GD. RKB 2	LANTAI 2	2	3	1.492	4.476	TL 2 X 40	12	80	0.96
204	GD. RKB 2	LANTAI 2	2	2	1.492	2.984	TL 2 X 40	8	80	0.64
205	GD. RKB 2	LANTAI 2	2	3	1.492	4.476	TL 2 X 40	12	80	0.96
301	GD. RKB 2	LANTAI 3	1	2	0.746	1.492	TL 2 X 20	8	40	0.32
302	GD. RKB 2	LANTAI 3	1	3	0.746	2.238	TL 2 X 20	12	40	0.48
303	GD. RKB 2	LANTAI 3	1	2	0.746	1.492	TL 2 X 20	8	40	0.32
304	GD. RKB 2	LANTAI 3	1	3	0.746	2.238	TL 2 X 20	12	40	0.48
305	GD. RKB 2	LANTAI 3	1	3	0.746	2.238	TL 2 X 20	12	40	0.48
401	GD. RKB 2	LANTAI 4	2	2	1.492	2.984	TL 2 X 40	4	80	0.32
402	GD. RKB 2	LANTAI 4	2	3	1.492	4.476	TL 2 X 40	6	80	0.48
403	GD. RKB 2	LANTAI 4	2	2	1.492	2.984	TL 2 X 40	4	80	0.32
404	GD. RKB 2	LANTAI 4	2	2	1.492	2.984	TL 2 X 40	4	80	0.32
405	GD. RKB 2	LANTAI 4	4	4	2.984	11.936	TL 2 X 40	6	80	0.48
501	GD. RKB 2	LANTAI 5	2	1	1.492	1.492	TL 2 X 40	4	80	0.32
502	GD. RKB 2	LANTAI 5	2	2	1.492	2.984	TL 2 X 40	6	80	0.48
504	GD. RKB 2	LANTAI 5	2	2	1.492	2.984	TL 2 X 40	6	80	0.48
TOTAL KW			73.854				12			

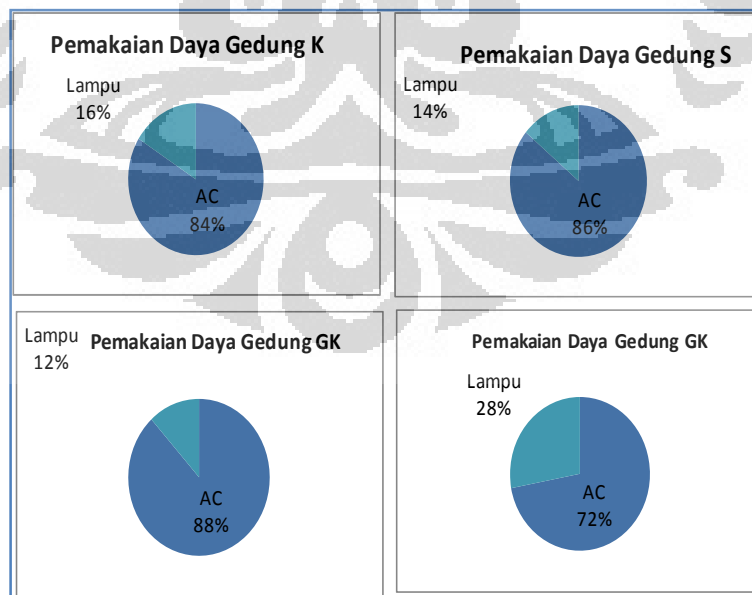
Tabel 4.10 Perhitungan Total kW pada Ruang Kelas di Gedung GK

Ruang	Gedung	Pos. Lantai	AC				Lampu			
			Daya (PK)	Unit	kW	Total kW	Tipe	Unit	Daya (watt)	Total kW
301	GD.GK	LANTAI 3	2	2	1.492	2.984	TL 2 X 20	15	40	0.6
			1	2	0.746	1.492				
302	GD.GK	LANTAI 3	1	1	0.746	0.746	TL 2 X 20	4	40	0.16
			0,5	1	0.373	0.373				
303	GD. GK	LANTAI 3	1	2	0.746	1.492	TL 2 X 20	6	40	0.24
304	GD. GK	LANTAI 3	1	1	0.746	0.746	TL 2 X 20	4	40	0.16
305	GD. GK	LANTAI 3	1	2	0.746	1.492	TL 2 X 20	5	40	0.2
306	GD. GK	LANTAI 3	1	6	0.746	4.476	TL 2 X 20	12	40	0.48
TOTAL KW			13.801				1.84			

Tabel 4.11 Perhitungan Total kW pada Ruang Kelas di Gedung Pasca Sarjana

Ruang	Gedung	Pos. Lantai	AC				Lampu			
			Daya (PK)	Unit	kW	Total kW	Tipe	Unit	Daya (watt)	Total kW
101	G.PASCA	LANTAI 1	1,5	2	1.119	2.238	TL 2 X 40	10	80	0.8
102	G.PASCA	LANTAI 1	2	1	1.492	1.492	TL 2 X 40	14	80	1.12
			1,5	1	1.119	1.119				
103	G.PASCA	LANTAI 1	2	1	1.492	1.492	TL 2 X 40	9	80	0.72
			1,5	1	1.119	1.119				
104	G.PASCA	LANTAI 1	1,5	2	1.119	2.238	TL 2 X 40	14	80	1.12
TOTAL KW			9.698				3.76			

Pada pemakaian daya seluruh gedung, beban AC konsumsi energinya sangat besar, bahkan dapat mencapai lebih dari 80% dari total jumlah konsumsi energi listrik keseluruhan. Untuk dapat lebih jelasnya lihat diagram dibawah ini:



Gambar 4.2 Diagram Pemakaian Daya Gedung Kelas FTUI

4.2.3.2 Perhitungan Kebutuhan Lampu

Berdasarkan persamaan (4.1) dan (4.2) maka dapat diketahui kebutuhan lampu yang sesuai pada FTUI, yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.12 Tabel Kebutuhan Lampu Gedung RKB 1

Ruang	Gedung	Tipe	Unit	Luas (m ²)	F total	N total	Jumlah Kebutuhan	Selisih Lampu (Rekomendasi - Jumlah terpasang)
101	GD. RKB 1	TL 2 X 40	8	60.84	14485.7	2.26	2	-6
102	GD. RKB 1	TL 2 X 40	16	123.24	29342.9	4.58	5	-11
103	GD. RKB 1	TL 2 X 40	16	123.24	29342.9	4.58	5	-11
104	GD. RKB 1	TL 2 X 40	8	60.84	14485.7	2.26	2	-6
105	GD. RKB 1	TL 2 X 40	8	60.84	14485.7	2.26	2	-6
106	GD. RKB 1	TL 2 X 40	16	123.24	29342.9	4.58	5	-11
107	GD. RKB 1	TL 2 X 40	12	123.24	29342.9	4.58	5	-7
108	GD. RKB 1	TL 2 X 40	8	60.84	14485.7	2.26	2	-6
201	GD. RKB 1	TL 2 X 40	6	60.84	14485.7	2.26	2	-4
202	GD. RKB 1	TL 2 X 40	12	123.24	29342.9	4.58	5	-7
203	GD. RKB 1	TL 2 X 40	6	60.84	14485.7	2.26	2	-4
204	GD. RKB 1	TL 2 X 40	14	123.24	29342.9	4.58	5	-9
205	GD. RKB 1	TL 2 X 40	5	56.84	13533.3	2.11	2	-3
206	GD. RKB 1	TL 2 X 40	16	154.84	36866.7	5.76	6	-10
207	GD. RKB 1	TL 2 X 40	12	123.24	29342.9	4.58	5	-7
208	GD. RKB 1	TL 2 X 40	6	60.84	14485.7	2.26	2	-4
209	GD. RKB 1	TL 2 X 40	12	93.75	22321.4	3.49	3	-9
210	GD. RKB 1	TL 2 X 40	12	93.75	22321.4	3.49	3	-9
211	GD. RKB 1	TL 2 X 40	12	93.75	22321.4	3.49	3	-9

Total kelebihan lampu gedung RKB 1 = 139 lampu TL 2x40 W

Tabel 4.13 Tabel Kebutuhan Lampu Gedung RKB 2

Ruang	Gedung	Tipe	Unit	Luas (m ²)	F total	N total	Jumlah Kebutuhan	Selisih Lampu (Rekomendasi - Jumlah terpasang)
101	GD. RKB 2	TL 2 X 40	12	88.5	21071.4	3.29	3	-9
102	GD. RKB 2	TL 2 X 40	12	88.5	21071.4	3.29	3	-9
103	GD. RKB 2	TL 2 X 40	8	58.5	13928.6	2.18	2	-6
201	GD. RKB 2	TL 2 X 40	8	57.72	13742.9	2.15	2	-6
202	GD. RKB 2	TL 2 X 40	12	88.5	21071.4	3.29	3	-9
203	GD. RKB 2	TL 2 X 40	12	88.5	21071.4	3.29	3	-9
204	GD. RKB 2	TL 2 X 40	8	59.25	14107.1	2.20	2	-6
205	GD. RKB 2	TL 2 X 40	12	88.5	21071.4	3.29	3	-9
301	GD. RKB 2	TL 2 X 20	8	68.64	16342.9	5.11	5	-3
302	GD. RKB 2	TL 2 X 20	12	92.04	21914.3	6.85	7	-5
303	GD. RKB 2	TL 2 X 20	8	73.92	17600.0	5.50	6	-2
304	GD. RKB 2	TL 2 X 20	12	103.84	24723.8	7.73	8	-4
305	GD. RKB 2	TL 2 X 20	12	110	26190.5	8.18	8	-4
401	GD. RKB 2	TL 2 X 40	4	68.64	16342.9	2.55	3	-1
402	GD. RKB 2	TL 2 X 40	6	92.04	21914.3	3.42	3	-3
403	GD. RKB 2	TL 2 X 40	4	72.16	17181.0	2.68	3	-1
404	GD. RKB 2	TL 2 X 40	4	72.16	17181.0	2.68	3	-1
405	GD. RKB 2	TL 2 X 40	6	144.32	34361.9	5.37	5	-1
501	GD. RKB 2	TL 2 X 40	4	68.64	16342.9	2.55	3	-1
502	GD. RKB 2	TL 2 X 40	6	92.04	21914.3	3.42	3	-3
504	GD. RKB 2	TL 2 X 40	6	154.16	36704.8	5.74	6	0

Total kelebihan lampu gedung RKB 2 = 74 lampu TL 2X40 W dan 18 lampu TL 2X20 W

Tabel 4.14 Tabel Kebutuhan Lampu Gedung GK

Ruang	Gedung	Tipe	Unit	Luas (m ²)	F total	N total	Jumlah Kebutuhan	Selisih Lampu (Rekomendasi - Jumlah terpasang)
301	GD.GK	TL 2 X 20	15	126.4	30095.2	9.40	9	-6
302	GD.GK	TL 2 X 20	4	31.6	7523.8	2.35	2	-2
303	GD. GK	TL 2 X 20	6	31.6	7523.8	2.35	2	-4
304	GD. GK	TL 2 X 20	4	31.6	7523.8	2.35	2	-2
305	GD. GK	TL 2 X 20	5	31.6	7523.8	2.35	2	-3
306	GD. GK	TL 2 X 20	12	126.4	30095.2	9.40	9	-3

Total kelebihan lampu gedung GK = 20 lampu TL 2X20 W

Tabel 4.15 Tabel Kebutuhan Lampu Gedung Pasca Sarjana

Ruang	Gedung	Tipe	Unit	Luas (m ²)	F total	N total	Jumlah Kebutuhan	Selisih Lampu (Rekomendasi - Jumlah terpasang)
101	G.PASCA	TL 2 X 40	10	26	6825	1.066	1	-9
102	G.PASCA	TL 2 X 40	14	22.5	5906.3	0.923	1	-13
103	G.PASCA	TL 2 X 40	9	22.5	5906.3	0.923	1	-8
104	G.PASCA	TL 2 X 40	14	45	11812.5	1.846	2	-12

Total kelebihan lampu gedung Pasca = 42 lampu TL 2X40 W

4.2.3.3 Perhitungan Kebutuhan AC

Berdasarkan persamaan (4.6) maka dapat diketahui kebutuhan lampu yang sesuai pada FTUI, yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.16 Tabel Kebutuhan AC Gedung RKB 1

Ruang	Gedung	AC yang terpasang			Kebutuhan PK AC				Rekomendasi PK AC	Selisih PK AC (Rekomendasi - terpasang)
		Daya (PK)	Unit	Total PK	p	l	t/3	total PK		
101	GD. RKB 1	2	2	4	7.8	7.8	1.3	4.39	4.5	0.5
102	GD. RKB 1	2	4	8	15.8	7.8	1.3	8.90	9	1
103	GD. RKB 1	2	4	8	15.8	7.8	1.3	8.90	9	1
104	GD. RKB 1	2	2	4	7.8	7.8	1.3	4.39	4.5	0.5
105	GD. RKB 1	2	2	4	7.8	7.8	1.3	4.39	4.5	0.5
106	GD. RKB 1	2	4	8	15.8	7.8	1.3	8.90	9	1
107	GD. RKB 1	2	4	8	15.8	7.8	1.3	8.90	9	1
108	GD. RKB 1	2	3	6	7.8	7.8	1.3	4.39	4.5	-1.5
201	GD. RKB 1	2	1	2	7.8	7.8	1.3	4.39	4.5	2.5
202	GD. RKB 1	2	3	6	15.8	7.8	1.3	8.90	9	3
203	GD. RKB 1	2	2	4	7.8	7.8	1.3	4.39	4.5	0.5
204	GD. RKB 1	4	4	16	15.8	7.8	1.3	8.90	9	-7
205	GD. RKB 1	1	2	2	9.8	5.8	1.3	4.11	4	2
206	GD. RKB 1	2	4	8	15.8	9.8	1.3	11.18	11	3
207	GD. RKB 1	2	4	8	15.8	7.8	1.3	8.90	9	1
208	GD. RKB 1	2	2	4	7.8	7.8	1.3	4.39	4.5	0.5
Ruang	Gedung	AC yang terpasang			Kebutuhan PK AC			Rekomendasi PK AC	Selisih PK AC (Rekomendasi - terpasang)	
		Daya (PK)	Unit	Total PK	Luas	t/3	total PK			
209	GD. RKB 1	2	3	6	93.75	1.3	6.77	7	1	
210	GD. RKB 1	2	2	4	93.75	1.3	6.77	7	3	
211	GD. RKB 1	2	3	6	93.75	1.3	6.77	7	1	

Total kelebihan PK AC gedung RKB 1 = 8,5 PK , Total kekurangan = 23 PK

Tabel 4.17 Tabel Kebutuhan AC Gedung RKB 2

Ruangan	Gedung	AC yang terpasang			Kebutuhan PK AC				Rekomendasi PK AC	Selisih PK AC (Rekomendasi-terpasang)
		Daya (PK)	Unit	Total PK	P	L	t/3	Total PK		
101	GD. RKB 2	2	3	6	11.8	7.5	1.13	5.56	5.5	-0.5
102	GD. RKB 2	2	3	6	11.8	7.5	1.13	5.56	5.5	-0.5
103	GD. RKB 2	2	2	4	7.8	7.5	1.13	3.67	3.5	-0.5
201	GD. RKB 2	2	2	4	7.8	7.4	1.13	3.62	3.5	-0.5
202	GD. RKB 2	2	3	6	11.8	7.5	1.13	5.56	5.5	-0.5
203	GD. RKB 2	2	3	6	11.8	7.5	1.13	5.56	5.5	-0.5
204	GD. RKB 2	2	2	4	7.9	7.5	1.13	3.72	3.5	-0.5
205	GD. RKB 2	2	3	6	11.8	7.5	1.13	5.56	5.5	-0.5
301	GD. RKB 2	1	2	2	8.8	7.8	1.13	4.31	4.5	2.5
302	GD. RKB 2	1	3	3	11.8	7.8	1.13	5.78	6	3
303	GD. RKB 2	1	2	2	8.8	8.4	1.13	4.64	4.5	2.5
304	GD. RKB 2	1	3	3	11.8	8.8	1.13	6.52	6.5	3.5
305	GD. RKB 2	1	3	3	12.5	8.8	1.13	6.91	7	4
401	GD. RKB 2	2	2	4	8.8	7.8	1.13	4.31	4.5	0.5
402	GD. RKB 2	2	3	6	11.8	7.8	1.13	5.78	6	0
403	GD. RKB 2	2	2	4	8.8	8.2	1.13	4.53	4.5	0.5
404	GD. RKB 2	2	2	4	8.8	8.2	1.13	4.53	4.5	0.5
405	GD. RKB 2	4	4	16	16.4	8.8	1.13	9.06	9	-7
501	GD. RKB 2	2	1	2	8.8	7.8	1.13	4.31	4.5	2.5
502	GD. RKB 2	2	2	4	11.8	7.8	1.13	5.78	6	2
504	GD. RKB 2	2	2	4	16.4	9.4	1.13	9.68	9.5	5.5

Total kelebihan PK AC gedung RKB 2 = 11 PK, Total kekurangan = 27 PK

Tabel 4.18 Tabel Kebutuhan AC Gedung GK

Ruangan	Gedung	AC yang terpasang			Kebutuhan PK AC				Rekomendasi PK AC	Selisih PK AC (Rekomendasi-terpasang)
		Daya (PK)	Unit	total PK	P	L	t/3	Total PK		
301	GD.GK	2	2	6	15.8	8	1	7.02	7	1
		1	2							
302	GD.GK	1	1	1.5	7.9	4	1	1.76	2	0.5
		0.5	1							
303	GD. GK	1	2	2	7.9	4	1	1.76	2	0
304	GD. GK	1	1	1	7.9	4	1	1.76	2	1
305	GD. GK	1	2	2	7.9	4	1	1.76	2	0
306	GD. GK	1	6	6	15.8	8	1	7.02	7	1

Total kekurangan PK AC gedung GK = 3,5 PK

Tabel 4.19 Tabel Kebutuhan AC Gedung Pasca Sarjana

Ruangan	Gedung	AC yang terpasang			Kebutuhan PK AC				Rekomendasi PK AC	Selisih PK AC (Rekomendasi-terpasang)
		Daya (PK)	Unit	total PK	P	L	t/3	Total PK		
101	G.PASCA	1.5	2	3	5.2	5	0.8333	1.20	1	-2
102	G.PASCA	2	1	4.5	5	4.5	0.8333	1.04	1	-3.5
		1.5	1							
103	G.PASCA	2	1	3.5	5	4.5	1.2	1.50	1.5	-2
		1.5	1							
104	G.PASCA	1.5	2	3	9	5	0.8333	2.08	2	-1

Total kelebihan PK AC gedung Pasca = 8,5 PK

4.2.3.4 Perhitungan Konsumsi Energi Listrik dan Potensi Pemborosan

Perhitungan konsumsi energi listrik dilakukan berdasarkan data jadwal kuliah semester genap 2011/2012 dan data perilaku konsumsi energi listrik (yang diambil hasil survei dan wawancara). Sesuai dengan data-data yang didapatkan, maka diketahui bahwa perilaku konsumsi yang terjadi pada ruang-ruang kelas di FTUI membentuk sebuah pola yang berbeda-beda pada setiap gedungnya.

Potensi pemborosan dapat diketahui dengan cara mengurangi konsumsi energi listrik yang terpakai seluruhnya dengan energi efektif. Energi efektif disini maksudnya adalah energi listrik yang dipakai tanpa melakukan pemborosan misalnya untuk kegiatan yang produktif. Dibawah ini terdapat beberapa skenario keadaan yang menghasilkan energi efektif. Keseluruhan skenario ini akan dihitung seberapa besar konsumsi energi listriknya lalu akan dibandingkan dengan konsumsi energi listrik yang terpakai keseluruhan. Maka, setelah itu akan didapat nilai potensi pemborosan energi listriknya. Skenario dibuat dengan tujuan melakukan pengaturan beban-beban listrik dan juga pemanfaatan cahaya alami.

Tabel 4.20 Skenario Keadaan

No	Skenario
1	Beban-beban listrik dinyalakan sesuai dengan jadwal kuliah saja
2	Beban lampu bagian depan dimatikan semua
3	Beban AC dinyalakan sebagian saja
4	Memanfaatkan cahaya alami dengan maksimal

a. Gedung RKB 1/ K

Berdasarkan hasil survei terhadap ruang kelas dan wawancara dengan karyawan yang sedang bertugas di Gedung K, rata-rata beban-beban listrik seperti AC dan lampu sudah *stand by* dihidupkan dari pukul 07.00. Seharusnya beban listrik tersebut akan dimatikan kembali setelah kelas telah selesai, namun pada kenyataannya masih banyak terdapat kelas-kelas yang dibiarkan beban listriknya menyala terus menerus sampai jadwal perkuliahan dalam satu hari selesai.

Tabel 4.21 Data Jadwal Kuliah di Gedung K

Nama Ruang		K.101	K.102	K.103	K.104	K.105	K.106	K.107	K.108	K.201	K.202	K.203	K.204	K.205	K.206	K.207	K.208	K.209	K.210	K.211
Senin	08.00-10.00																			
	10.00-12.30																			
	13.00-15.00																			
	15.00-15.50																			
	16.00-17.00																			
	17.00-17.50																			
	18.00-18.50																			27
	19.00-21.30	27																		27
	Selasa	08.00-10.00																		
10.00-12.30																				
13.00-15.00																				
15.00-15.50																				
16.00-17.00																				
17.00-17.50																				
18.00-18.50																				
19.00-21.30																				
Rabu		08.00-10.00																		
	10.00-12.30																			
	13.00-15.00																			
	15.00-15.50																			
	16.00-17.00																			
	17.00-17.50																			
	18.00-18.50																			
	19.00-21.30		22																	
	Kamis	08.00-10.00																		
10.00-12.30																				
13.00-15.00																				
15.00-15.50																				
16.00-17.00																				
17.00-17.50																				
18.00-18.50																				
19.00-21.30																				
Jumat		08.00-10.00																		
	10.00-12.30																			
	13.00-15.00																			
	15.00-15.50																			
	16.00-17.00																			
	17.00-17.50																			
	18.00-18.50																			
	19.00-21.30																			

(Keterangan: pukul 08.00-17.00 adalah LWBP, 17.00-21.30 adalah WBP)

Pada Tabel 4.21, sebagian besar ruang kelas Gedung K selesai digunakan pada pukul 19.00, bahkan ada beberapa kelas digunakan sampai pukul 21.30 hal ini dikarenakan adanya program ekstensi di malam hari. Dari hasil pengamatan dan juga tabel diatas maka dapat kita rata-rata beban listrik terus dinyalakan dari pukul 07.00-19.00 yaitu selama 12 jam dalam satu hari

Sesuai dengan dasar perhitungan kWh AC (Lihat persamaan 4.8 dan Tabel 4.7), maka didapat penggunaan energi (kWh) AC pada Gedung K adalah

- kWh AC pada saat LWBP = 437,77 kWh /hari
- kWh AC pada saat WBP = 286,80 kWh / hari

Sesuai dengan dasar perhitungan kWh lampu (Lihat persamaan 4.7 dan Tabel 4.9, maka didapat penggunaan energi (kWh) lampu Gedung K adalah

- kWh Lampu pada saat LWBP = $16,4 \text{ kW} \times 10 \text{ jam} = 164 \text{ kWh / hari}$
- kWh Lampu pada saat WBP = $16,4 \text{ kW} \times 2 \text{ jam} = 32,8 \text{ kWh / hari}$

Total energi didapat dari hasil penjumlahan kWh Lampu dan kWh AC yaitu

- Total energi pada saat LWBP = $437,77 + 164 = 724,57 \text{ kWh/hari}$
- Total energi pada saat WBP = $286,80 + 32,8 = 319,6 \text{ kWh /hari}$

Biaya konsumsi energi listrik saat LWBP (per bulan)

$$= 724,57 \text{ kWh/hari} \times \text{Rp } 750 \times 20$$

$$= \text{Rp } 10.868.577 \text{ /bulan}$$

Biaya konsumsi energi listrik saat WBP (per bulan)

$$= 319,6 \text{ kWh/hari} \times \text{Rp } 750 \times 20 \times 1,5$$

$$= \text{Rp } 7.191.000 \text{ /bulan}$$

(Nilai 1,5 adalah K yaitu faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP hal ini sesuai dengan tarif dasar listrik P-2, asumsi 1 bulan terdiri dari 20 hari, Sabtu dan Minggu libur)

- **Energi total** = $(724,57 + 319,6) \times 20 \text{ hari} = 20.883,4 \text{ kWh /bulan}$
- **Biaya total** = $\text{Rp } 10.868.577 + \text{Rp } 7.191.000 = \text{Rp } 18.059.577 \text{ /bulan}$

Hasil perhitungan yaitu saat beban-beban listrik dinyalakan *full* seharian penuh, konsumsi listrik secara keseluruhannya sangat besar yaitu 20.883,4 kWh /bulan atau memakan biaya sebesar Rp 18.059.577 /bulan. Hal ini dapat saja terjadi akibat dari penggunaan energi listrik yang berlebihan.

Skenario pertama: Gedung K menggunakan seluruh beban-beban listriknya sesuai dengan jadwal kuliah

Hal ini bertujuan untuk menggunakan beban-beban listrik sesuai dengan kebutuhan, misalkan ketika ada jadwal kosong maka seluruh beban listrik dimatikan.

Tabel 4.22 Total kWh AC Skenario 1 (ruang K101-K201)

Nama Ruang	K.101	K.102	K.103	K.104	K.105	K.106	K.107	K.108	K.201
Senin	08.00-10.00	2.11	4.22	4.22			4.22	3.17	1.12
	10.00-12.30	7.52	15.04	15.04			15.04	11.28	4.00
	13.00-15.00	2.11	4.22	4.22	2.24	2.24	4.22	3.17	1.12
	15.00-15.50	1.16		2.32	1.23	1.23	2.32		1.85
	16.00-17.00	2.11		4.22			4.22		3.37
	17.00-17.50	1.16	2.32	2.32	1.23	1.23	2.32		1.85
	18.00-18.50	1.16	2.32	2.32	1.23	1.23			1.85
	19.00-21.30		15.04	15.04	7.99				11.99
	Total Kwh LWBP	15.01	23.49	30.03	3.47	3.47	30.03	17.62	6.24
Total Kwh WBP	2.32	19.67	19.67	10.45	2.46	2.32	0	0	15.68
Selasa	08.00-10.00		4.22	4.22		2.24	4.22	3.17	1.12
	10.00-12.30	7.52	15.04	15.04	7.99	7.99	15.04	11.28	4.00
	13.00-15.00		4.22			2.24	4.42	3.37	3.37
	15.00-15.50		2.32				2.32	1.74	1.85
	16.00-17.00		4.22	4.22	2.24	2.24		3.17	3.37
	17.00-17.50		2.32	2.32	1.23	1.23		1.74	1.85
	18.00-18.50		2.32	2.32	1.23	1.23		1.74	
	19.00-21.30		15.04	15.04			15.04	11.28	
	Total Kwh LWBP	7.52	30.02	23.49	10.23	14.72	26.00	22.72	5.12
Total Kwh WBP	0	19.67	19.67	2.46	2.46	15.04	14.76	0	1.85
Rabu	08.00-10.00	2.11		4.22	2.24		4.22	3.17	1.12
	10.00-12.30		15.04		7.99			11.28	4.00
	13.00-15.00	2.11	4.22	4.22	2.24		4.22	3.17	3.37
	15.00-15.50	1.16		2.32	1.23	1.23	2.32	1.74	1.85
	16.00-17.00	2.11	4.22	4.22	2.24	2.24		3.17	1.12
	17.00-17.50	1.16	2.32	2.32	1.23	1.23		1.74	0.62
	18.00-18.50	1.16	2.32	2.32	1.23	1.23		1.74	0.62
	19.00-21.30				7.99		15.04	11.28	11.99
	Total Kwh LWBP	7.49	23.49	14.99	15.95	3.47	10.76	22.52	6.24
Total Kwh WBP	2.32	4.63	4.63	10.45	1.23	15.04	14.76	1.23	11.99
Kamis	08.00-10.00	2.11	4.22	4.22	2.24			3.17	3.37
	10.00-12.30		15.04	15.04	7.99		15.04	11.28	4.00
	13.00-15.00		4.22	4.22				3.17	1.12
	15.00-15.50	1.16	2.32					1.74	0.62
	16.00-17.00	2.11	4.22			2.24	4.22	3.17	1.12
	17.00-17.50	1.16	2.32	2.32	1.23	1.23	2.32	1.74	0.62
	18.00-18.50	1.16	2.32	2.32	1.23	1.23	2.32	1.74	0.62
	19.00-21.30		15.04	15.04	7.99	7.99	15.04	11.28	
	Total Kwh LWBP	5.38	30.03	23.49	10.23	2.24	19.26	22.52	6.85
Total Kwh WBP	2.32	19.67	19.67	10.45	10.45	19.67	14.76	1.23	1.85
Jumat	08.00-10.00	2.11	4.22	4.22	2.24	2.24		3.17	1.12
	10.00-12.30		15.04					11.28	
	13.00-15.00	2.11	4.22	4.22	2.24		4.22		1.12
	15.00-15.50	1.16	2.32	2.32			2.32	1.74	
	16.00-17.00		4.22	4.22			4.22	3.17	1.12
	17.00-17.50		2.32	2.32			2.32	1.74	0.62
	18.00-18.50			2.32			2.32		0.62
	19.00-21.30	7.52	15.04			7.99	15.04	11.28	
	Total Kwh LWBP	5.38	30.02	14.98	4.48	2.24	10.76	19.35	3.36
Total Kwh WBP	7.52	17.36	4.63	0	7.99	19.67	13.02	1.23	1.85

Tabel 4.23 Total kWh AC Skenario 1 (ruang K202-K211)

Nama Ruang		K.202	K.203	K.204	K.205	K.206	K.207	K.208	K.209	K.210	K.211
Senin	08.00-10.00	3.17	2.24	8.45		4.22			3.37	2.24	3.37
	10.00-12.30	11.28		30.08		15.04	15.04		11.99	7.99	11.99
	13.00-15.00	3.17	2.24		1.12	4.22	4.22	2.24	3.37	2.24	3.37
	15.00-15.50		1.23	4.63		2.32		1.23	1.85	1.23	
	16.00-17.00		2.24	8.45		4.22		2.24		2.24	
	17.00-17.50		1.23			2.32	2.32	1.23		1.23	1.85
	18.00-18.50					2.32	2.32	1.23			1.85
	19.00-21.30					15.04	15.04			7.99	
	Total KwH LWBP	17.62	7.96	51.61	1.12	30.03	19.26	5.72	20.56	15.95	18.72
Total KwH WBP	0	1.23	0	0	19.67	19.67	2.46	0	9.22	3.69	
Selasa	08.00-10.00			8.45			4.22		3.37		3.37
	10.00-12.30	11.28		30.08		15.04	15.04			7.99	11.99
	13.00-15.00	3.17		8.45		4.22	4.22	2.24		2.24	3.37
	15.00-15.50	1.74		4.63		2.32		1.23		1.23	1.85
	16.00-17.00	3.17		8.45	1.12	4.22	4.22	2.24			
	17.00-17.50	1.74		4.63	0.62	2.32	2.32		1.85	1.23	1.85
	18.00-18.50	1.74			0.62		2.32		1.85	1.23	1.85
	19.00-21.30	11.28									11.99
	Total KwH LWBP	19.36	0	60.06	1.12	25.80	27.71	5.71	3.37	11.46	20.57
Total KwH WBP	14.76	0	4.63	1.23	2.32	4.63	0	3.69	2.46	15.68	
Rabu	08.00-10.00	3.17	2.24	8.45		4.22	4.22	2.24	3.37		3.37
	10.00-12.30	11.28	7.99	30.08	4.00	15.04	15.04	7.99	11.99	7.99	11.99
	13.00-15.00	3.17	2.24	8.45	1.12		4.22	2.24	3.37		3.37
	15.00-15.50		1.23	4.63		2.32		1.23	1.85	1.23	1.85
	16.00-17.00		2.24	8.45	1.12	4.22				2.24	3.37
	17.00-17.50	1.74	1.23	4.63	0.62	2.32	2.32			1.23	1.85
	18.00-18.50	1.74	1.23	4.63	0.62		2.32				1.85
	19.00-21.30						15.04		11.99	7.99	11.99
	Total KwH LWBP	17.62	15.95	60.06	6.24	25.80	23.49	13.71	20.56	11.46	23.93
Total KwH WBP	3.48	2.46	9.27	1.23	2.32	19.67	0	11.99	9.22	15.68	
Kamis	08.00-10.00		2.24	8.45			4.22			2.24	3.37
	10.00-12.30	11.28	7.99	30.08		15.04			11.99	7.99	11.99
	13.00-15.00	3.17	2.24	8.45	1.12		4.22	2.24		2.24	3.37
	15.00-15.50	1.74	1.23	4.63		2.32	2.32			1.23	
	16.00-17.00	3.17	2.24	8.45		4.22	4.22		3.37	2.24	3.37
	17.00-17.50	1.74	1.23	4.63			2.32	1.23	1.85	1.23	1.85
	18.00-18.50	1.74	1.23	4.63				1.23	1.85	1.23	1.85
	19.00-21.30								11.99	7.99	11.99
	Total KwH LWBP	19.36	15.95	60.06	1.12	21.58	14.99	2.24	15.35	15.95	22.09
Total KwH WBP	3.48	2.46	9.27	0	0	2.32	2.46	15.68	10.45	15.68	
Jumat	08.00-10.00	3.17		8.45	1.12		4.22	2.24	3.37	2.24	3.37
	10.00-12.30	11.28		30.08	4.00				11.99	7.99	11.99
	13.00-15.00	3.17		8.45		4.22	4.22	2.24	3.37	2.24	3.37
	15.00-15.50	1.74		4.63		2.32		1.23	1.85		1.85
	16.00-17.00	3.17		8.45			4.22	2.24		2.24	3.37
	17.00-17.50	1.74	1.23	4.63	0.62		2.32	1.23	1.85	1.23	1.85
	18.00-18.50		1.23	4.63	0.62		2.32	1.23	1.85	1.23	1.85
	19.00-21.30										
	Total KwH LWBP	22.52	0	60.06	5.12	6.54	12.67	7.96	20.57	14.72	23.93
Total KwH WBP	1.74	2.46	9.27	1.23	0	4.63	2.46	3.69	2.46	3.69	

(keterangan : angka didalam kotak Tabel 4.13 dan 4.14 menunjukkan kWh AC)

- kWh AC saat LWBP = 1.596,57 kWh /minggu
- kWh AC saat WBP = 662,19 kWh /minggu

Tabel 4.24 Perhitungan Beban Listrik Lampu (ruang K101-K201)

Nama Ruang		K.101	K.102	K.103	K.104	K.105	K.106	K.107	K.108	K.201
1	Total <i>t</i> (hour) dari senin-jumat LWBP	25.32	36.99	31.99	25.16	17.16	27.82	37.82	27.83	26.49
2	kW Lampu	0.64	1.28	1.28	0.64	0.64	1.28	0.96	0.64	0.48
3	kWh Lampu /minggu	16.20	47.35	40.95	16.10	10.98	35.61	36.31	17.81	12.72

Nama Ruang		K.101	K.102	K.103	K.104	K.105	K.106	K.107	K.108	K.201
1	Total <i>t</i> (hour) dari senin-jumat WBP	7.48	17.47	15.80	14.14	10.81	14.15	15.81	4.98	9.15
2	kW Lampu	0.64	1.28	1.28	0.64	0.64	1.28	0.96	0.64	0.48
3	kWh Lampu /Minggu	4.79	22.36	20.22	9.05	6.92	18.11	15.18	3.19	4.39

Tabel 4.25 Perhitungan Beban Listrik Lampu (ruang K202-K211)

Nama Ruang		K.202	K.203	K.204	K.205	K.206	K.207	K.208	K.209	K.210	K.211
1	Total <i>t</i> (hour) dari senin-jumat LWBP	33.99	22.49	39.65	17.00	28.15	31.33	24.82	27.49	33.82	37.99
2	kW Lampu	0.96	0.48	1.12	0.40	1.28	0.96	0.48	0.96	0.96	0.96
3	kWh Lampu /Minggu	32.63	10.80	44.41	6.80	36.03	30.08	11.91	26.39	32.47	36.47

Nama Ruang		K.202	K.203	K.204	K.205	K.206	K.207	K.208	K.209	K.210	K.211
1	Total <i>t</i> (hour) dari senin-jumat WBP	8.31	5.81	5.81	4.98	5.82	12.47	4.98	9.98	11.64	13.30
2	kW Lampu	0.96	0.48	1.12	0.40	1.28	0.96	0.48	0.96	0.96	0.96
3	kWh Lampu /Minggu	7.98	2.79	6.51	1.99	7.45	11.97	2.39	9.58	11.17	12.77

- kWh Lampu saat LWBP= 502,01 kWh /minggu
- kWh Lampu saat WBP = 178,81 kWh /minggu

Total energi didapat dari hasil penjumlahan kWh Lampu dan kWh AC yaitu

- Total energi saat LWBP= 1.596,57 + 502,01= 2.098,58 kWh/minggu
- Total energi saat WBP = 662,19 + 178,81 = 841 kWh /minggu

Biaya konsumsi energi listrik saat LWBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)

$$= 2.098,58 \text{ kWh/minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4$$

$$= \text{Rp } 6.295.740 \text{ /bulan}$$

Biaya konsumsi energi listrik saat WBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)

$$= 841 \text{ kWh /minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4 \times 1,5$$

$$= \text{Rp } 3.784.500 \text{ /bulan}$$

- **Energi total** = $(2.098,58 + 841) \times 4 \text{ minggu} = 11.758,32 \text{ kWh /bulan}$
- **Biaya total** = $\text{Rp } 6.295.740 + \text{Rp } 3.784.500 = \text{Rp } 10.080.240 \text{ /bulan}$

➤ **Potensi pemborosan (energi)**

$$20.883,4 \text{ kWh} - 11.758,32 \text{ kWh} = 9.125,08 \text{ kWh /bulan}$$

➤ **Potensi pemborosan (biaya)**

$$\text{Rp } 18.059.577 - \text{Rp } 10.080.240 = \text{Rp } 7.979.337 \text{ /bulan}$$

Skenario kedua : Gedung K mematikan beban lampu bagian depannya

Hal ini dikarenakan menurut hasil pengamatan, banyak sekali ruang kelas yang mematikan lampu di bagian depannya ketika presentasi ataupun ketika dosen mengajar menggunakan LCD Proyektor dan OHP. Selain bertujuan agar cahaya dari LCD Proyektor dapat terlihat jelas sampai belakang juga untuk mengurangi konsumsi energi listrik. Pada perhitungan kali ini akan diasumsikan bahwa banyaknya daya lampu yang dimatikan bagian depan adalah 30% dari penggunaan daya total lampu. Langkah selanjutnya dapat dilihat potensi pemborosan konsumsi energi listrik.

Untuk kWh AC besarnya masih sama dengan skenario 1, maka

- kWh AC saat LWBP = 1.596,57 kWh /minggu
- kWh AC saat WBP = 662,19 kWh /minggu

Tabel 4.26 Total kWh Lampu Skenario 2 (ruang K101-K201)

No	Nama Ruang	K.101	K.102	K.103	K.104	K.105	K.106	K.107	K.108	K.201
1	Total t (hour) dari senin-jumat LWBP	25.32	36.99	31.99	25.16	17.16	27.82	37.82	27.83	26.49
2	kW Lampu	0.448	0.896	0.896	0.448	0.448	0.896	0.672	0.448	0.336
3	kWh Lampu /minggu	11.343	33.143	28.663	11.272	7.688	24.927	25.415	12.468	8.901

No	Nama Ruang	K.101	K.102	K.103	K.104	K.105	K.106	K.107	K.108	K.201
1	Total t (hour) dari senin-jumat WBP	7.480	17.470	15.800	14.140	10.810	14.150	15.810	4.980	9.150
2	kW Lampu	0.448	0.896	0.896	0.448	0.448	0.896	0.672	0.448	0.336
3	kWh Lampu /minggu	3.351	15.653	14.157	6.335	4.843	12.678	10.624	2.231	3.074

Tabel 4.27 Total kWh Lampu Skenario 2 (ruang K202-K211)

No	Nama Ruang	K.202	K.203	K.204	K.205	K.206	K.207	K.208	K.209	K.210	K.211
1	Total t (hcmr) dari senai-jumai LWBP	33.990	22.400	30.650	17.000	28.150	31.330	24.820	27.400	33.820	37.590
2	kW Lampu	0.672	0.336	0.784	0.280	0.895	0.672	0.336	0.672	0.672	0.672
3	kWh Lampu /minggu	22.841	7.557	31.086	4.760	25.222	21.054	8.340	8.473	22.727	25.529

No	Nama Ruang	K.202	K.203	K.204	K.205	K.206	K.207	K.208	K.209	K.210	K.211
1	Total t (hcmr) dan senai-jumai WBP	8.310	5.810	5.810	4.980	5.820	12.470	4.980	9.980	11.640	13.500
2	kW Lampu	0.672	0.336	0.784	0.280	0.895	0.672	0.336	0.672	0.672	0.672
3	kWh Lampu /minggu	5.584	1.952	4.555	1.394	5.215	8.380	1.673	6.707	7.822	8.538

- kWh Lampu saat LWBP= 351,41 kWh /minggu
- kWh Lampu saat WBP = 125,17 kWh /minggu

Total energi didapat dari hasil penjumlahan kWh Lampu dan kWh AC yaitu

- Total energi saat LWBP=1.596,57 + 351,41 = 1.947,98 kWh/minggu
- Total energi saat WBP = 662,19 + 125,17 = 787,36 kWh /minggu

Biaya konsumsi energi listrik saat LWBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)

$$= 1.947,98 \text{ kWh/minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4$$

$$= \text{Rp } 5.843.934 \text{ /bulan}$$

Biaya konsumsi energi listrik saat WBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)

$$= 787,36 \text{ kWh /minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4 \times 1,5$$

$$= \text{Rp } 3.543.120 \text{ /bulan}$$

- **Energi total** = (1.947,98 + 787,36) x 4 minggu = 10.941,35 kWh /bulan
- **Biaya total** = Rp 5.843.934 + Rp 3.543.120 = Rp 9.387.054 /bulan
- **Potensi pemborosan (energi)**
20.883,4 kWh - 10.941,35 kWh = 9.942,05 kWh /bulan
- **Potensi pemborosan (biaya)**
Rp 18.059.577 - Rp 9.387.054 = Rp 8.672.523 /bulan

Skenario ketiga : Gedung K mematikan sebagian beban-beban AC-nya

Hal ini karena berdasarkan hasil pengamatan banyak ruang kelas yang kapasitas mahasiswa didalamnya tidak sesuai dengan seharusnya. Misalkan saja pada kelas besar seharusnya kapasitas 80-100 orang, namun

kenyataannya mahasiswa yang mengisi kelas hanya setengahnya saja. Bila penggunaan AC diminimalisir hanya sebagian saja yang dipakai (menyesuaikan dengan kapasitas mahasiswa), tentunya hal ini akan sangat mengurangi pemborosan energi listrik. Pada perhitungan diasumsikan pemakaian AC digunakan sebagian yaitu sebesar 50% dari total energi AC.

- kWh AC saat LWBP = $50\% \times 1.947,98 \text{ kWh /minggu}$
= 973,99 kWh /minggu
- kWh AC saat WBP = $50\% \times 662,19 \text{ kWh /minggu}$
= 331,09 kWh /minggu

Untuk kWh Lampu besarnya sama dengan skenario 1, maka

- kWh Lampu saat LWBP = 502,01 kWh /minggu
- kWh Lampu saat WBP = 178,81 kWh /minggu

Total energi didapat dari hasil penjumlahan kWh Lampu dan kWh AC yaitu

- Total energi saat LWBP = $973,99 + 502,01 = 1.476 \text{ kWh/minggu}$
- Total energi saat WBP = $331,09 + 178,81 = 509,9 \text{ kWh /minggu}$

Biaya konsumsi energi listrik saat LWBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)
= $1.476 \text{ kWh/minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4$
= Rp 4.428.000 /bulan

Biaya konsumsi energi listrik saat WBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)
= $509,9 \text{ kWh /minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4 \times 1,5$
= Rp 2.294.550 /bulan

- **Energi total** = $(1.476 + 509,9) \times 4 \text{ minggu} = 7.943,6 \text{ kWh /bulan}$
- **Biaya total** = $\text{Rp } 4.428.000 + \text{Rp } 2.294.550 = \text{Rp } 6.722.550 \text{ /bulan}$

➤ **Potensi pemborosan (energi)**

$21.580,8 \text{ kWh} - 7.943,6 \text{ kWh} = 13.637,2 \text{ kWh /bulan}$

➤ **Potensi pemborosan (biaya)**

$\text{Rp } 18.059.577 - \text{Rp } 6.722.550 = \text{Rp } 11.337.027 \text{ /bulan}$

Skenario keempat : Gedung K memanfaatkan cahaya alami

Cahaya alami adalah pencahayaan yang sumbernya berasal dari sinar matahari atau cahaya alami secara langsung. Waktu efektif cahaya alami adalah jam 08.00-16.00 karena pada waktu tersebut banyak cahaya yang masuk ke ruangan. Menurut hasil pengamatan, Gedung K merupakan Gedung yang cukup padat dalam penataan ruangan kelasnya. Banyak ruang kelas yang letaknya agak mendalam dan mengakibatkan sulit terkena cahaya matahari. Oleh karena itu, pada perhitungan penelitian kali ini akan diasumsikan waktu yang paling efektif untuk Gedung K mendapatkan cahaya alami adalah dari pukul 10.00-15.00 karena selama pengamatan pada waktu tersebut cukup banyak cahaya matahari yang dapat masuk ke ruangan kelas Gedung K. Pada waktu tersebut seharusnya tidak ada penggunaan cahaya buatan seperti lampu karena cahaya yang digunakan cukup dari cahaya alami mampu menerangi ruangan kelas dengan baik.

Untuk kWh AC besarnya sama dengan skenario 1, maka

- kWh AC saat LWBP = 1.947,98 kWh /minggu
- kWh AC saat WBP = 662,19 kWh /minggu

Tabel 4.28 Total kWh Lampu Skenario 4 (ruang K101-K201)

No	Nama Ruang	K.101	K.102	K.103	K.104	K.105	K.106	K.107	K.108	K.201
1	Total t (hour) pemakaian lampu (dari senin-jumat jam 10-3 lampunya mati) LWBP	14.32	14.49	16.49	11.66	10.66	12.32	17.32	11.83	17.49
2	kW Lampu	0.64	1.28	1.28	0.64	0.64	1.28	0.96	0.64	0.48
3	kWh Lampu /minggu	9.165	18.547	21.107	7.462	6.822	15.770	16.627	7.571	8.395

No	Nama Ruang	K.101	K.102	K.103	K.104	K.105	K.106	K.107	K.108	K.201
1	Total t (hour) dari senin-jumat WBP	7.48	17.47	15.80	14.14	10.81	14.15	15.81	4.98	9.15
2	kW Lampu	0.64	1.28	1.28	0.64	0.64	1.28	0.96	0.64	0.48
3	kWh Lampu /minggu	4.787	22.362	20.224	9.050	6.918	18.112	15.178	3.187	4.392

Tabel 4.29 Total kWh Lampu Skenario 4 (ruang K202-K211)

No	Nama Ruang	K.202	K.203	K.204	K.205	K.206	K.207	K.208	K.209	K.210	K.211
1	Total t (hour) pemakaian lampu (dari senin-jumat jam 10-3 lampunya mati) LWBP	11.49	11.49	19.15	6.00	12.15	13.83	12.32	11.49	13.32	15.49
2	kW Lampu	0.96	0.48	1.12	0.40	1.28	0.96	0.48	0.96	0.96	0.96
3	kWh Lampu /minggu	11.030	5.515	21.448	2.400	15.552	13.277	5.914	11.030	12.787	14.870

No	Nama Ruang	K.202	K.203	K.204	K.205	K.206	K.207	K.208	K.209	K.210	K.211
1	Total t (hour) dari senin-jumat WBP	8.31	5.81	5.81	4.98	5.82	12.47	4.98	9.98	11.64	13.30
2	kW Lampu	0.96	0.48	1.12	0.40	1.28	0.96	0.48	0.96	0.96	0.96
3	kWh Lampu /minggu	7.978	2.789	6.507	1.992	7.450	11.971	2.390	9.581	11.174	12.768

- kWh Lampu saat LWBP = 225,3 kWh /minggu
- kWh Lampu saat WBP = 178,81 kWh /minggu

Total energi didapat dari hasil penjumlahan kWh Lampu dan kWh AC yaitu

- Total energi saat LWBP= 1.947,98 + 225,3 = 2.173,28 kWh/minggu
- Total energi saat WBP = 662,19 + 178,81= 841 kWh /minggu

Biaya konsumsi energi listrik saat LWBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)
 = 2.173,28 kWh/minggu × Rp 750 × 4
 = Rp 6.519.840 /bulan

Biaya konsumsi energi listrik saat WBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)
 = 841 kWh /minggu × Rp 750 × 4 × 1,5
 = Rp 3.784.500 /bulan

- **Energi total** = (2.173,28+ 841) x 4 minggu = 12.057,12 kWh /bulan
- **Biaya total** = Rp 6.519.840 + Rp 3.784.500 = Rp 10.304.340 /bulan
- **Potensi pemborosan (energi)**
 21.580,8 kWh - 12.057,12 kWh = 9.523,68 kWh /bulan
- **Potensi pemborosan (biaya)**
 Rp 18.059.577 - Rp 10.304.340 = Rp 7.755.237 /bulan

b. Gedung RKB 2 / S

Jadwal kuliah seluruh ruang di Gedung RKB 2/ S adalah sebagai berikut:

Tabel 4.30 Data Jadwal Kuliah di Gedung RKB 2 / S

Nama Ruang		S 101	S 102	S 103	S 201	S 202	S 203	S 204	S 205	S 301	S 302	S 303	S 304	S 305	S 401	S 402	S 403	S 404	S 405	S 501	S 502	S 504			
Senin	08.00-10.00																								
	10.00-12.30																								
	13.00-15.00																								
	15.00-15.50																								
	16.00-17.00											5,12			5,12										
	17.00-17.50											5,12			5,12									20	
	18.00-18.50																							20	
	19.00-21.30																								
	Selasa	08.00-10.00																21							
10.00-12.30																				28					
13.00-15.00																									
15.00-15.50																									
16.00-17.00																									
17.00-17.50												6,13			6,13										
18.00-18.50												6,13			6,13										
19.00-21.30																									
Rabu		08.00-10.00																							
	10.00-12.30																								
	13.00-15.00																								
	15.00-15.50																								
	16.00-17.00																								
	17.00-17.50																								
	18.00-18.50																								
	19.00-21.30																								
	Kamis	08.00-10.00																							
10.00-12.30																1									
13.00-15.00																				16					
15.00-15.50																									
16.00-17.00																									
17.00-17.50																				23					
18.00-18.50																				23					
19.00-21.30																									
Jumat		08.00-10.00																							
	10.00-12.30																								
	13.00-15.00																								
	15.00-15.50																								
	16.00-17.00														9,16,23					9,16,23					
	17.00-17.50														9,16,23					9,16,23				17	
	18.00-18.50																							17	
	19.00-21.30																								

(Keterangan: pukul 08.00-17.00 adalah LWBP, 17.00-19.00 adalah WBP)

Berdasarkan hasil survei terhadap ruang-ruang kelas dan wawancara dengan karyawan yang sedang bertugas di Gedung S, rata-rata beban-beban listrik seperti AC dan lampu sudah *stand by* dihidupkan dari pukul 07.00 pagi hari. Seharusnya beban listrik tersebut akan dimatikan kembali setelah kelas telah selesai, pada kenyataannya masih terdapat kelas-kelas yang dibiarkan beban listriknya menyala terus menerus sampai jadwal perkuliahan selesai. Dari hasil pengamatan dan tabel diatas maka dapat kita rata-rata bila beban listrik terus dinyalakan dari pukul 07.00-19.00 yaitu selama 12 jam dalam satu hari

Sesuai dengan dasar perhitungan kWh AC (Lihat persamaan 4.8 dan Tabel 4.7), maka didapat penggunaan energi (kWh) AC pada Gedung S adalah

- kWh AC pada saat LWBP = 418,06 kWh /hari
- kWh AC pada saat WBP = 64,51 kWh / hari

Sesuai dengan dasar perhitungan kWh lampu (Lihat persamaan 4.7 dan Tabel 4.9, maka didapat penggunaan energi (kWh) lampu Gedung S adalah

- kWh Lampu pada saat LWBP = 12 kW x 10 jam = 120 kWh / hari
- kWh Lampu pada saat WBP = 12 kW x 2 jam = 24 kWh / hari

Total energi didapat dari hasil penjumlahan kWh Lampu dan kWh AC yaitu

- Total energi pada saat LWBP = 418,06 + 120 = 538,06 kWh/hari
- Total energi pada saat WBP = 64,51 + 24 = 88,51 kWh /hari

Biaya konsumsi energi listrik saat LWBP (per bulan)

$$= 538,06 \text{ kWh/hari} \times \text{Rp } 750 \times 20$$

$$= \text{Rp } 8.070.828 \text{ /bulan}$$

Biaya konsumsi energi listrik saat WBP (per bulan)

$$= 88,51 \text{ kWh/hari} \times \text{Rp } 750 \times 20 \times 1,5$$

$$= \text{Rp } 1.991.475 \text{ /bulan}$$

$$\text{➤ Energi total} = (538,06 + 88,51) \times 20 \text{ hari} = 12.531 \text{ kWh /bulan}$$

$$\text{➤ Biaya total} = \text{Rp } 8.070.828 + \text{Rp } 1.991.475 = \text{Rp } 10.062.303 \text{ /bulan}$$

Skenario pertama: Gedung S menggunakan seluruh beban-beban listriknya sesuai dengan jadwal kuliah yang ada

Hal ini bertujuan untuk menggunakan beban-beban listrik sesuai dengan kebutuhan, misalkan ketika ada jadwal kosong maka seluruh beban listrik dimatikan.

Tabel 4.31 Total kWh AC Skenario 1 (ruang S101-S302)

Nama Ruang	S 101	S 102	S 103	S 201	S 202	S 203	S 204	S 205	S 301	S 302	
Senin	08.00-10.00		3.56	2.38		3.56	3.56		1.19	1.78	
	10.00-12.30	12.69	12.69			12.69	12.69			6.35	
	13.00-15.00	3.56	3.56	2.38	2.38	3.56	3.56	2.38	3.56	1.19	
	15.00-15.50	1.95	1.95			1.95	1.95	1.30	1.95	0.65	0.98
	16.00-17.00	3.56	3.56	2.38		3.56	3.56	2.38	3.56	1.19	1.78
	17.00-17.50	1.95		1.30				1.30			
	18.00-18.50			1.30							
	Total kWh LWBP	21.77	25.34	7.13	2.38	25.34	25.34	6.06	9.08	4.22	10.89
Total kWh WBP	1.95	0	2.61	0	0	0	1.30	0	0	0	
Selasa	08.00-10.00	3.56	3.56			3.56	3.56		1.19		
	10.00-12.30	12.69	12.69	8.46	8.46		12.69		12.69	4.23	
	13.00-15.00	3.56	3.56	2.38	2.38	3.56	3.56		1.19	1.78	
	15.00-15.50	1.95	1.95	1.30		1.95	1.95		1.95	0.65	0.98
	16.00-17.00	3.56	3.56		2.38	3.56	3.56		3.56		
	17.00-17.50		1.95		1.30	1.95	1.95				
	18.00-18.50				1.30	1.95	1.95				
	Total kWh LWBP	21.77	25.33	12.14	13.22	12.64	25.33	0	18.21	7.26	2.76
Total kWh WBP	0	1.95	0	2.61	3.91	3.91	0	0	0	0	
Rabu	08.00-10.00		3.56	2.38		3.56		3.56	1.188		
	10.00-12.30	12.69	12.69	8.46		12.69	12.69		12.69	4.23	
	13.00-15.00	3.56	3.56	2.38		3.56	3.56	2.38	3.56	1.19	
	15.00-15.50	1.95		1.30	1.30	1.95	1.95		1.95	0.65	
	16.00-17.00	3.56	3.56	2.38	2.38	3.56	3.56	2.38	3.56	1.78	
	17.00-17.50	1.95	1.95	1.30			1.95	1.30	1.95	0.98	
	18.00-18.50			1.30				1.30			
	Total kWh LWBP	21.77	23.38	16.89	3.68	25.34	21.77	4.75	25.34	7.26	9.10
Total kWh WBP	1.95	1.95	2.61	0	0	1.95	2.61	1.95	0.00	0.98	
Kamis	08.00-10.00	3.56	3.56		2.38	3.56		2.38	3.56		
	10.00-12.30	12.69	12.69		8.46	12.69	12.69	8.46	12.69	6.35	
	13.00-15.00		3.56	2.38		3.56	3.56	2.38	3.56	1.19	
	15.00-15.50		1.95	1.30			1.95		1.95	0.98	
	16.00-17.00	3.56	3.56				3.56		3.56	1.19	
	17.00-17.50	1.95	1.95				1.95		1.95	0.65	
	18.00-18.50	1.95	1.95				1.95		1.95	0.65	
	Total kWh LWBP	19.82	25.34	3.68	10.84	19.82	21.77	13.21	25.34	2.38	10.89
Total kWh WBP	3.91	3.91	0	0	0	3.91	0	3.91	1.30	0	
Jumat	08.00-10.00	3.56	3.56	2.38	2.38	3.56	3.56	2.38	3.56	1.19	
	10.00-12.30	12.69	12.69	8.46		12.69	12.69		12.69	6.35	
	13.00-15.00	3.56	3.56		2.38	3.56			3.56	1.78	
	15.00-15.50	1.95	1.95	1.30	1.30	1.95	1.95		1.95	0.98	
	16.00-17.00	3.56	3.56	2.38	2.38	3.56	3.56	2.38	3.56	1.19	
	17.00-17.50		1.95	1.30		1.95	1.95	1.30	1.95	0.65	
	18.00-18.50							1.30	1.95	0.65	
	Total kWh LWBP	25.34	25.34	14.52	8.43	25.34	21.77	4.75	25.34	2.38	12.67
Total kWh WBP	0	1.95	1.30	0	1.95	1.95	2.61	3.91	1.30	0	

Tabel 4.32 Total kWh AC Skenario 1 (ruang S303-S504)

Nama Ruang	S 303	S 304	S 305	S 401	S 402	S 403	S 404	S 405	S 501	S 502	S 504
Senin	08.00-10.00	1.19		1.78		3.56			9.50	2.38	2.38
	10.00-12.30	4.23	6.35	6.35		12.69			33.84	8.46	8.46
	13.00-15.00		1.78	1.78	2.38	3.56	2.38	2.38	1.19	2.38	2.38
	15.00-15.50	0.65		0.98	1.30			1.30	5.21	1.30	
	16.00-17.00			1.78					9.50		
	17.00-17.50										
	18.00-18.50										
	Total kWh LWBP	6.07	8.13	12.67	3.68	19.82	2.38	3.68	58.06	1.19	14.52
Total kWh WBP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Selasa	08.00-10.00				2.38						
	10.00-12.30										
	13.00-15.00	1.19		1.78	2.38	3.56	2.38		9.50		2.38
	15.00-15.50		0.98	0.98	1.30			1.30	5.21	1.30	1.30
	16.00-17.00		1.78	1.78		3.56	2.38	2.38	9.50	2.38	2.38
	17.00-17.50		0.98	0.98		1.95	1.30			1.30	1.30
	18.00-18.50						1.30				
	Total kWh LWBP	1.19	2.76	4.54	6.06	7.13	4.75	3.68	24.22	0	3.68
Total kWh WBP	0	0.98	0.98	0	1.95	2.61	0	0	0	1.30	1.30
Rabu	08.00-10.00	1.19		1.78	2.38	3.56			9.50	1.19	2.38
	10.00-12.30	4.23		6.35	8.46	12.69	8.46	8.46	33.84	4.23	8.46
	13.00-15.00	1.19			2.38	3.56	2.38		9.50	1.19	2.38
	15.00-15.50	0.65			1.30	1.95	1.30	1.30	5.21	0.65	1.30
	16.00-17.00	1.19	1.78			3.56	2.38	2.38	9.50	1.19	2.38
	17.00-17.50	0.65	0.98			1.95	1.30	1.30	5.21	0.65	1.30
	18.00-18.50		0.98			1.95					
	Total kWh LWBP	8.45	1.78	8.13	14.52	25.33	14.52	12.14	67.56	8.45	16.90
Total kWh WBP	0.65	1.95	0	0	3.91	1.30	1.30	5.21	0.65	0	1.30
Kamis	08.00-10.00					3.56			9.50	2.38	2.38
	10.00-12.30		6.35	6.35					33.84	8.46	8.46
	13.00-15.00	1.19		1.78	2.38	3.56	2.38	2.38	1.19		2.38
	15.00-15.50	0.65	0.98	0.98		1.95			5.21	0.65	1.30
	16.00-17.00		1.78	1.78	2.38	3.56		2.38	9.50	2.38	2.38
	17.00-17.50				1.30	1.95		1.30			1.30
	18.00-18.50				1.30	1.95					
	Total kWh LWBP	1.84	9.10	10.88	4.76	12.64	2.38	4.76	58.06	1.84	14.52
Total kWh WBP	0	0	0	2.61	3.91	0	1.30	0	0	0	1.30
Jumat	08.00-10.00	1.19	1.78		2.38	3.56	2.38	2.38	1.19	2.38	2.38
	10.00-12.30		6.35	6.35	8.46	12.69	8.46		4.23	8.46	8.46
	13.00-15.00	1.19	1.78	1.78	2.38	3.56	2.38	2.38	1.19	2.38	2.38
	15.00-15.50	0.65	0.98	0.98	1.30		1.30		0.65	1.30	1.30
	16.00-17.00	1.19	1.78	1.78		3.56			9.50	2.38	2.38
	17.00-17.50		0.98	0.98		1.95			5.21	1.30	
	18.00-18.50			0.98					5.21	1.30	
	Total kWh LWBP	4.22	12.67	10.88	14.52	23.38	14.52	4.76	9.50	7.26	16.90
Total kWh WBP	0	0.98	1.95	0	1.95	0	0	10.43	0	2.61	0

(keterangan : angka didalam kotak Tabel 4.13 dan 4.14 menunjukkan kWh AC)

- kWh AC saat LWBP = 1.428,4 kWh /minggu
- kWh AC saat WBP = 116,64 kWh /minggu

Tabel 4.33 Perhitungan Beban Listrik Lampu (ruang S101-S302)

No	Nama Ruang	S 101	S 102	S 103	S 201	S 202	S 203	S 204	S 205	S 301	S 302
1	Total t (hour) dari senin-jumat LWBP	31.98	37.98	26.15	17.99	36.15	32.81	16.33	31.48	23.65	28.15
2	kW Lampu	0.96	0.96	0.64	0.64	0.96	0.96	0.64	0.96	0.32	0.48
3	kWh Lampu /minggu	30.70	36.46	16.74	11.51	34.70	31.50	10.45	30.22	7.57	13.51
No	Nama Ruang	S 101	S 102	S 103	S 201	S 202	S 203	S 204	S 205	S 301	S 302
1	Total t (hour) dari senin-jumat WBP	3.32	4.15	4.15	1.66	2.49	4.98	4.15	4.15	3.32	0.83
2	kW Lampu	0.96	0.96	0.64	0.64	0.96	0.96	0.64	0.96	0.32	0.48
3	kWh Lampu /minggu	3.19	3.98	2.66	1.06	2.39	4.78	2.66	3.98	1.06	0.40

Tabel 4.34 Perhitungan Beban Listrik Lampu (ruang S303-S504)

No	Nama Ruang	S 303	S 304	S 305	S 401	S 402	S 403	S 404	S 405	S 501	S 502	S 504
1	Total t (hour) dari senin-jumat LWBP	24.32	19.99	29.32	22.15	31.16	20.66	15.99	25.82	20.49	31.65	34.49
2	kW Lampu	0.32	0.48	0.48	0.32	0.48	0.32	0.32	0.48	0.32	0.48	0.48
3	kWh Lampu /minggu	7.78	9.60	14.07	7.09	14.96	6.61	5.12	12.39	6.56	15.19	16.56
No	Nama Ruang	S 303	S 304	S 305	S 401	S 402	S 403	S 404	S 405	S 501	S 502	S 504
1	Total t (hour) dari senin-jumat WBP	0.83	3.32	2.49	1.66	4.98	2.49	1.66	2.49	0.83	2.49	2.49
2	kW Lampu	0.32	0.48	0.48	0.32	0.48	0.32	0.32	0.48	0.32	0.48	0.48
3	kWh Lampu /minggu	0.27	1.59	1.20	0.53	2.39	0.80	0.53	1.20	0.27	1.20	1.20

- kWh Lampu saat LWBP= 339,29 kWh /minggu
- kWh Lampu saat WBP = 37,32 kWh /minggu

Total energi didapat dari hasil penjumlahan kWh Lampu dan kWh AC yaitu

- Total energi saat LWBP= 1.428,4 + 339,29= 1.767,69 kWh/minggu
- Total energi saat WBP = 116,64 + 37,32 = 153,96 kWh /minggu

Biaya konsumsi energi listrik saat LWBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)

$$= 1.767,69 \text{ kWh/minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4$$

$$= \text{Rp } 5.303.074 \text{ /bulan}$$

Biaya konsumsi energi listrik saat WBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)

$$= 153,96 \text{ kWh/minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4 \times 1,5$$

$$= \text{Rp } 692.820 \text{ /bulan}$$

- **Energi total** = (1.767,69 + 153,96) x 4 minggu = 7.686,6 kWh /bulan
- **Biaya total** = Rp 5.303.074 + Rp 692.820 = Rp 5.995.894 /bulan

➤ **Potensi pemborosan (energi)**

$$12.531 \text{ kWh} - 7.686,6 \text{ kWh} = 4.844,4 \text{ kWh /bulan}$$

➤ **Potensi pemborosan (biaya)**

$$\text{Rp } 10.062.303 - \text{Rp } 5.995.894 = \text{Rp } 4.066.409 \text{ /bulan}$$

Skenario kedua : Gedung S mematikan beban lampu bagian depannya

Pada perhitungan kali ini akan diasumsikan bahwa banyaknya daya lampu yang dimatikan bagian depan adalah 30% dari penggunaan daya total lampu.

Untuk kWh AC besarnya masih sama dengan skenario 1, maka

- kWh AC saat LWBP = 1.428,4 kWh /minggu
- kWh AC saat WBP = 116,64 kWh /minggu

Tabel 4.35 Total kWh Lampu Skenario 2 (ruang S101-S302)

No	Nama Ruang	S 101	S 102	S 103	S 201	S 202	S 203	S 204	S 205	S 301	S 302
1	Total t (hour) dari senin-jumat LWBP	31.98	37.98	26.15	17.99	36.15	32.81	16.33	31.48	23.65	28.15
2	kW Lampu	0.67	0.67	0.45	0.45	0.67	0.67	0.45	0.67	0.22	0.34
3	kWh Lampu /minggu	21.49	25.52	11.72	8.06	24.29	22.05	7.32	21.15	5.30	9.46

No	Nama Ruang	S 101	S 102	S 103	S 201	S 202	S 203	S 204	S 205	S 301	S 302
1	Total t (hour) dari senin-jumat WBP	2.49	4.15	4.15	1.66	2.49	4.98	4.15	4.15	3.32	0.83
2	kW Lampu	0.67	0.67	0.45	0.45	0.67	0.67	0.45	0.67	0.22	0.34
3	kWh Lampu /minggu	1.67	2.79	1.86	0.74	1.67	3.35	1.86	2.79	0.74	0.28

Tabel 4.36 Total kWh Lampu Skenario 2 (ruang S303-S504)

No	Nama Ruang	S 303	S 304	S 305	S 401	S 402	S 403	S 404	S 405	S 501	S 502	S 504
1	Total t (hour) dari senin-jumat LWBP	24.32	19.99	29.32	21.32	31.16	20.66	15.99	25.82	20.49	31.65	33.49
2	kW Lampu	0.22	0.34	0.34	0.22	0.34	0.22	0.22	0.34	0.22	0.34	0.34
3	kWh Lampu /minggu	5.45	6.72	9.85	4.78	10.47	4.63	3.58	8.68	4.59	10.63	11.25

No	Nama Ruang	S 303	S 304	S 305	S 401	S 402	S 403	S 404	S 405	S 501	S 502	S 504
1	Total t (hour) dari senin-jumat WBP	0.83	3.32	2.49	1.66	4.98	2.49	1.66	2.49	0.83	2.49	2.49
2	kW Lampu	0.22	0.34	0.34	0.22	0.34	0.22	0.22	0.34	0.22	0.34	0.34
3	kWh Lampu /minggu	0.19	1.12	0.84	0.37	1.67	0.56	0.37	0.84	0.19	0.84	0.84

- kWh Lampu saat LWBP= 236,98 kWh /minggu
- kWh Lampu saat WBP = 25,56 kWh /minggu

Total energi didapat dari hasil penjumlahan kWh Lampu dan kWh AC yaitu

- Total energi saat LWBP = $1.428,4 + 236,98 = 1.665,38$ kWh/minggu
- Total energi saat WBP = $116,64 + 25,56 = 142,2$ kWh /minggu

Biaya konsumsi energi listrik saat LWBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)

$$= 1.665,38 \text{ kWh/minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4$$

$$= \text{Rp } 4.996.136 \text{ /bulan}$$

Biaya konsumsi energi listrik saat WBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)

$$= 142,2 \text{ kWh /minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4 \times 1,5$$

$$= \text{Rp } 639.900 \text{ /bulan}$$

➤ **Energi total** = $(1.665,38 + 142,2) \times 4 \text{ minggu} = 7.230,31$ kWh /bulan

➤ **Biaya total** = $\text{Rp } 4.996.136 + \text{Rp } 639.900 = \text{Rp } 5.636.036$ /bulan

➤ **Potensi pemborosan (energi)**

$$12.531 \text{ kWh} - 7.230,31 \text{ kWh} = 5.300,69 \text{ kWh /bulan}$$

➤ **Potensi pemborosan (biaya)**

$$\text{Rp } 10.062.303 - \text{Rp } 5.636.036 = \text{Rp } 4.426.267 \text{ /bulan}$$

Skenario ketiga : Gedung S mematikan sebagian beban-beban AC-nya

Hal ini karena berdasarkan hasil pengamatan banyak ruang kelas yang kapasitas mahasiswa didalamnya tidak sesuai dengan seharusnya. Pada perhitungan diasumsikan bahwa pemakaian AC yang digunakan sebagian yaitu sebesar 50% dari total energi AC.

- kWh AC saat LWBP = $50\% \times 1.428,4 \text{ kWh/ minggu}$
= 714,2 kWh /minggu
- kWh AC saat WBP = $50\% \times 116,64 \text{ kWh /minggu}$
= 58,32 kWh /minggu

Untuk kWh Lampu besarnya sama dengan skenario 1, maka

- kWh Lampu saat LWBP = 339,29 kWh /minggu
- kWh Lampu saat WBP = 37,32 kWh /minggu

Total energi didapat dari hasil penjumlahan kWh Lampu dan kWh AC

- Total energi saat LWBP = $714,2 + 339,29 = 1.053,49$ kWh/minggu
- Total energi saat WBP = $58,32 + 37,32 = 95,64$ kWh /minggu

Biaya konsumsi energi listrik saat LWBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)

$$= 1.053,49 \text{ kWh/minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4$$

$$= \text{Rp } 3.160.472 \text{ /bulan}$$

Biaya konsumsi energi listrik saat WBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)

$$= 95,64 \text{ kWh /minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4 \times 1,5$$

$$= \text{Rp } 430.380 \text{ /bulan}$$

$$\text{➤ Energi total} = (1.053,49 + 95,64) \times 4 \text{ minggu} = 4.596,52 \text{ kWh /bulan}$$

$$\text{➤ Biaya total} = \text{Rp } 3.160.472 + \text{Rp } 430.380 = \text{Rp } 3.590.852 \text{ /bulan}$$

➤ **Potensi pemborosan (energi)**

$$12.531 \text{ kWh} - 4.596,52 \text{ kWh} = 7.934,48 \text{ kWh /bulan}$$

➤ **Potensi pemborosan (biaya)**

$$\text{Rp } 10.062.303 - \text{Rp } 3.590.852 = \text{Rp } 6.471.451 \text{ /bulan}$$

Skenario keempat : Gedung S memanfaatkan cahaya alami

Cahaya alami adalah pencahayaan yang sumbernya berasal dari sinar matahari atau cahaya alami secara langsung. pada perhitungan penelitian kali ini akan diasumsikan waktu yang paling efektif untuk Gedung S mendapatkan cahaya alami adalah dari pukul 10.00-15.00 karena selama pengamatan pada waktu tersebut cukup banyak cahaya matahari yang dapat masuk ke ruangan kelas Gedung S. Pada waktu tersebut seharusnya tidak ada penggunaan cahaya buatan seperti lampu karena cahaya yang digunakan cukup dari cahaya alami mampu menerangi ruangan kelas dengan baik.

Untuk kWh AC besarnya sama dengan skenario 1, maka

- kWh AC saat LWBP = $1.428,4$ kWh /minggu
- kWh AC saat WBP = $116,64$ kWh /minggu

Tabel 4.37 Total kWh Lampu Skenario 4 (ruang S101-S302)

No	Nama Ruang	S 101	S 102	S 103	S 201	S 202	S 203	S 204	S 205	S 301	S 302
1	Total t (hour) pemakaian lampu (dari senin-jumat jam 10-3 lampunya mati) LWBP	15.15	17.15	12.32	8.66	16.15	13.98	7.83	15.15	12.32	12.15
2	kW Lampu	0.96	0.96	0.64	0.64	0.96	0.96	0.64	0.96	0.32	0.48
3	kWh Lampu /bulan	14.54	16.46	7.88	5.54	15.50	13.42	5.01	14.54	3.94	5.83

No	Nama Ruang	S 101	S 102	S 103	S 201	S 202	S 203	S 204	S 205	S 301	S 302
1	Total t (hour) dari senin-jumat WBP	2.49	4.15	4.15	1.66	2.49	4.98	4.15	4.15	3.32	0.83
2	kW Lampu	0.96	0.96	0.64	0.64	0.96	0.96	0.64	0.96	0.32	0.48
3	kWh Lampu /bulan	2.39	3.98	2.66	1.06	2.39	4.78	2.66	3.98	1.06	0.40

Tabel 4.38 Total kWh Lampu Skenario 4 (ruang S303-S504)

No	Nama Ruang	S 303	S 304	S 305	S 401	S 402	S 403	S 404	S 405	S 501	S 502	S 504
1	Total t (hour) pemakaian lampu (dari senin-jumat jam 10-3 lampunya mati) LWBP	11.32	8.49	11.32	8.32	13.66	5.66	7.49	14.32	7.49	16.15	13.49
2	kW Lampu	0.32	0.48	0.48	0.32	0.48	0.32	0.32	0.48	0.32	0.48	0.48
3	kWh Lampu /bulan	3.62	4.08	5.43	2.66	6.56	1.81	2.40	6.87	2.40	7.75	6.48

No	Nama Ruang	S 303	S 304	S 305	S 401	S 402	S 403	S 404	S 405	S 501	S 502	S 504
1	Total t (hour) dari senin-jumat WBP	0.83	3.32	2.49	1.66	4.98	2.49	1.66	2.49	0.83	2.49	2.49
2	kW Lampu	0.32	0.48	0.48	0.32	0.48	0.32	0.32	0.48	0.32	0.48	0.48
3	kWh Lampu /bulan	0.27	1.59	1.20	0.53	2.39	0.80	0.53	1.20	0.27	1.20	1.20

- kWh Lampu saat LWBP= 152,75 kWh /minggu
- kWh Lampu saat WBP = 36,52 kWh /minggu

Total energi didapat dari hasil penjumlahan kWh Lampu dan kWh AC

- Total energi saat LWBP= 1,428,4 + 152,75 = 1.581,15 kWh/minggu
- Total energi saat WBP = 116,64 + 36,52 = 153,16 kWh /minggu

Biaya konsumsi energi listrik saat LWBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)

$$= 1.581,15 \text{ kWh/minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4$$

$$= \text{Rp } 4.743.437 \text{ /bulan}$$

Biaya konsumsi energi listrik saat WBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)

$$= 153,16 \text{ /minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4 \times 1,5$$

$$= \text{Rp } 689.220 \text{ /bulan}$$

- **Energi total** = (1.581,15 + 153,16) x 4 minggu = 6.937,22 kWh /bulan
- **Biaya total** = Rp 4.743.437 + Rp 689.220 = Rp 5.432.657 /bulan

➤ **Potensi pemborosan (energi)**

12.531 kWh - 6.937,22 kWh = 6.397,44 kWh /bulan

➤ **Potensi pemborosan (biaya)**

Rp 10.062.303 - Rp 5.432.657 = Rp 4.629.646 /bulan

c. Gedung GK

Jadwal kuliah seluruh ruang di Gedung GK adalah sebagai berikut:

Tabel 4.39 Data Jadwal Kuliah di Gedung GK

Nama Ruang		GK301	GK302	GK303	GK304	GK305	GK306
Senin	08.00-10.00						
	10.00-12.30						
	13.00-15.00						
	15.00-15.50						
	16.00-17.00						
	17.00-17.50						
	18.00-18.50						
	19.00-21.30						
Selasa	08.00-10.00						
	10.00-12.30		21				
	13.00-15.00						
	15.00-15.50						
	16.00-17.00						
	17.00-17.50						
	18.00-18.50						
	19.00-21.30						
Rabu	08.00-10.00						
	10.00-12.30						
	13.00-15.00						
	15.00-15.50						
	16.00-17.00						
	17.00-17.50						
	18.00-18.50						
	19.00-21.30						
Kamis	08.00-10.00						
	10.00-12.30						
	13.00-15.00						
	15.00-15.50						
	16.00-17.00						
	17.00-17.50			16			
	18.00-18.50			16			
	19.00-21.30						
Jumat	08.00-10.00						
	10.00-12.30		2				
	13.00-15.00						
	15.00-15.50						
	16.00-17.00						
	17.00-17.50						
	18.00-18.50						
	19.00-21.30						

(Keterangan: pukul 08.00-17.00 adalah LWBP, 17.00-19.00 adalah WBP)

Berdasarkan hasil survei terhadap ruang-ruang kelas dan wawancara dengan karyawan yang sedang bertugas di Gedung GK, rata-rata beban-beban listrik seperti AC dan lampu sudah *stand by* dihidupkan dari pukul 07.00 pagi hari. Seharusnya beban listrik tersebut akan dimatikan kembali setelah kelas telah selesai, pada kenyataannya masih terdapat kelas-kelas yang dibiarkan beban listriknya menyala terus menerus sampai jadwal perkuliahan selesai. Dari hasil pengamatan dan tabel diatas maka dapat kita rata-rata bila beban listrik terus dinyalakan dari pukul 07.00-19.00 yaitu selama 12 jam dalam satu hari

Sesuai dengan dasar perhitungan kWh AC (Lihat persamaan 4.8 dan Tabel 4.7), maka didapat penggunaan energi (kWh) AC pada Gedung GK adalah

- kWh AC pada saat LWBP = 69,44 kWh /hari
- kWh AC pada saat WBP = 10,72 kWh / hari

Sesuai dengan dasar perhitungan kWh lampu (Lihat persamaan 4.7 dan Tabel 4.9), maka didapat penggunaan energi (kWh) lampu Gedung S adalah

- kWh Lampu pada saat LWBP = $1,84 \text{ kW} \times 10 \text{ jam} = 18,4 \text{ kWh /hari}$
- kWh Lampu pada saat WBP = $1,84 \text{ kW} \times 2 \text{ jam} = 3,68 \text{ kWh /hari}$

Total energi didapat dari hasil penjumlahan kWh Lampu dan kWh AC

- Total energi pada saat LWBP = $69,44 + 18,4 = 87,84 \text{ kWh/hari}$
- Total energi pada saat WBP = $10,72 + 3,68 = 14,4 \text{ kWh /hari}$

Biaya konsumsi energi listrik saat LWBP (per bulan)

$$= 87,84 \text{ kWh/hari} \times \text{Rp } 750 \times 20$$

$$= \text{Rp } 1.317.624 \text{ /bulan}$$

Biaya konsumsi energi listrik saat WBP (per bulan)

$$= 14,4 \text{ kWh/hari} \times \text{Rp } 750 \times 20 \times 1,5$$

$$= \text{Rp } 323.892 \text{ /bulan}$$

- **Energi total** = $(87,84 + 14,4) \times 20 \text{ hari} = 2.044,74 \text{ kWh /bulan}$
- **Biaya total** = $\text{Rp } 1.317.624 + \text{Rp } 323.892 = \text{Rp } 1.641.516 \text{ /bulan}$

Skenario pertama: Gedung GK menggunakan seluruh beban-beban listriknya sesuai dengan jadwal kuliah yang ada

Hal ini bertujuan untuk menggunakan beban-beban listrik sesuai dengan kebutuhan, misalkan ketika ada jadwal kosong maka seluruh beban listrik dimatikan.

Tabel 4.40 Total kWh AC Skenario 1 (ruang GK301-GK306)

Nama Ruang		GK.301	GK.302	GK.303	GK.304	GK.305	GK.306
Senin	08.00-10.00	3.17					3.17
	10.00-12.30						11.28
	13.00-15.00	3.17	0.79	1.06		1.06	3.17
	15.00-15.50	1.74	0.43	0.58		0.58	
	16.00-17.00						
	17.00-17.50						
	18.00-18.50						
Total kWh LWBP		8.08	1.23	1.64	0	1.64	17.62
Total kWh WBP		0	0	0	0	0	0
Selasa	08.00-10.00		0.79				3.17
	10.00-12.30	11.28		3.76			11.28
	13.00-15.00	3.17	0.79	1.06			3.17
	15.00-15.50	1.74	0.43	0.58			
	16.00-17.00						
	17.00-17.50						
	18.00-18.50						
Total kWh LWBP		16.19	2.02	5.40	0	0	17.62
Total kWh WBP		0	0	0	0	0	0
Rabu	08.00-10.00						3.168
	10.00-12.30	11.28					11.28
	13.00-15.00	3.17	0.79		0.53	1.06	3.17
	15.00-15.50	1.74	0.43	0.58	0.29	0.58	1.74
	16.00-17.00	3.17	0.79	1.06			3.17
	17.00-17.50	1.74	0.43				
	18.00-18.50		0.43				
Total kWh LWBP		19.35	2.02	1.64	0.82	1.64	22.52
Total kWh WBP		1.74	0.86	0	0	0	0
Kamis	08.00-10.00	3.17	0.79		0.53		3.17
	10.00-12.30		2.82	3.76	1.88	3.76	11.28
	13.00-15.00			1.06		1.06	3.17
	15.00-15.50	1.74		0.58		0.58	1.74
	16.00-17.00	3.17		1.06		1.06	3.17
	17.00-17.50	1.74		0.58		0.58	1.74
	18.00-18.50			0.58		0.58	1.74
Total kWh LWBP		8.07	3.61	6.45	2.41	6.45	22.52
Total kWh WBP		1.74	0	1.16	0	1.16	3.48
Jumat	08.00-10.00	3.17	0.79				3.17
	10.00-12.30		2.82				
	13.00-15.00	3.17					3.17
	15.00-15.50	1.74		0.58			1.74
	16.00-17.00	3.17		1.06			3.17
	17.00-17.50	1.74					1.74
	18.00-18.50						
Total kWh LWBP		11.24	3.61	1.64	0	0	11.24
Total kWh WBP		1.74	0	0	0	0	1.74

(keterangan : angka didalam kotak Tabel 4.40 menunjukkan kWh AC)

- kWh AC saat LWBP = 91,52 kWh /minggu
- kWh AC saat WBP = 5,22 kWh /minggu

Tabel 4.41 Perhitungan Beban Listrik Lampu (ruang GK301-GK306)

No	Nama Ruang	GK.301	GK.302	GK.303	GK.304	GK.305	GK.306
1	Total t (hour) dari senin-jumat LWBP	26.15	20.49	18.15	7.33	11.99	35.49
2	kW Lampu	0.60	0.16	0.24	0.16	0.20	0.48
3	kWh Lampu /Minggu	15.690	3.278	4.356	1.173	2.398	17.035

No	Nama Ruang	GK.301	GK.302	GK.303	GK.304	GK.305	GK.306
1	Total t (hour) dari senin-jumat WBP	0.83	0	0	0	0	0.83
2	kW Lampu	0.60	0.16	0.24	0.16	0.20	0.48
3	kWh Lampu /Minggu	0.498	0	0	0	0	0.398

- kWh Lampu saat LWBP= 43,93 kWh /minggu
- kWh Lampu saat WBP = 0,896 kWh /minggu

Total energi didapat dari hasil penjumlahan kWh Lampu dan kWh AC yaitu

- Total energi saat LWBP= 91,52 + 43,93 = 135,45 kWh/minggu
- Total energi saat WBP = 5,22 + 0,896 = 6,116 kWh /minggu

Biaya konsumsi energi listrik saat LWBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)

$$= 135,45 \text{ kWh/minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4$$

$$= \text{Rp } 406.346 \text{ /bulan}$$

Biaya konsumsi energi listrik saat WBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)

$$= 6,116 \text{ kWh/minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4 \times 1,5$$

$$= \text{Rp } 27.522 \text{ /bulan}$$

$$\text{Energi total} = (135,45 + 6,116) \times 4 \text{ minggu} = 566,26 \text{ kWh /bulan}$$

$$\text{Biaya total} = \text{Rp } 406.346 + \text{Rp } 27.522 = \text{Rp } 433.868 \text{ /bulan}$$

➤ **Potensi pemborosan (energi)**

$$2.044,74 \text{ kWh} - 566,26 \text{ kWh} = 1.478,48 \text{ kWh /bulan}$$

➤ **Potensi pemborosan (biaya)**

$$\text{Rp } 1.641.516 - \text{Rp } 433.868 = \text{Rp } 1.207.648 \text{ /bulan}$$

Skenario kedua: Gedung GK mematikan beban lampu bagian depannya

Pada perhitungan akan diasumsikan bahwa banyaknya daya lampu yang dimatikan bagian depan adalah 30% dari penggunaan daya total lampu.

Untuk kWh AC besarnya masih sama dengan skenario 1, maka

- kWh AC saat LWBP = 91,52 kWh /minggu
- kWh AC saat WBP = 5,22 kWh /minggu

Tabel 4.42 Total kWh Lampu Skenario 2 (ruang GK301-GK306)

No	Nama Ruang	GK.301	GK.302	GK.303	GK.304	GK.305	GK.306
1	Total t (hour) dari senin-jumat LWBP	26.15	20.49	18.15	7.33	11.99	35.49
2	kW Lampu	0.42	0.11	0.17	0.11	0.14	0.34
3	kWh Lampu /minggu	10.983	2.295	3.049	0.821	1.679	11.925

No	Nama Ruang	GK.301	GK.302	GK.303	GK.304	GK.305	GK.306
1	Total t (hour) dari senin-jumat WBP	0.83	0	0	0	0	0.83
2	kW Lampu	0.42	0.11	0.17	0.11	0.14	0.34
3	kWh Lampu /minggu	0.349	0	0	0	0	0.279

- kWh Lampu saat LWBP= 30,75 kWh /minggu
- kWh Lampu saat WBP = 0,627 kWh /minggu

Total energi didapat dari hasil penjumlahan kWh Lampu dan kWh AC yaitu

- Total energi saat LWBP=91,52 + 30,75 = 122,27 kWh/minggu
- Total energi saat WBP = 5,22 + 0,627 = 5,85 kWh /minggu

Biaya konsumsi energi listrik saat LWBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)

$$= 122,27 \text{ kWh/minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4$$

$$= \text{Rp } 366.814 \text{ /bulan}$$

Biaya konsumsi energi listrik saat WBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)

$$= 5,85 \text{ kWh /minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4 \times 1,5$$

$$= \text{Rp } 26.314 \text{ /bulan}$$

- **Energi total** = (122,27 + 5,85) x 4 minggu = 512,48 kWh /bulan
- **Biaya total** = Rp 366.814 + Rp 26.314 = Rp 393.128 /bulan

➤ **Potensi pemborosan (energi)**

$$2.044,74 \text{ kWh} - 512,48 \text{ kWh} = 1.532,26 \text{ kWh /bulan}$$

➤ **Potensi pemborosan (biaya)**

$$\text{Rp } 1.641.516 - \text{Rp } 393.128 = \text{Rp } 1.248.388 \text{ /bulan}$$

Skenario ketiga: Gedung GK mematikan sebagian beban-beban AC-nya

Hal ini karena berdasarkan hasil pengamatan banyak ruang kelas yang kapasitas mahasiswa didalamnya tidak sesuai dengan seharusnya. Pada perhitungan diasumsikan bahwa pemakaian AC yang digunakan sebagian yaitu sebesar 50% dari total energi AC.

- kWh AC saat LWBP = $50\% \times 91,52 \text{ kWh/ minggu}$
= 45,76 kWh /minggu
- kWh AC saat WBP = $50\% \times 5,22 \text{ kWh /minggu}$
= 2,61 kWh /minggu

Untuk kWh Lampu besarnya sama dengan skenario 1, maka

- kWh Lampu saat LWBP = 43,93 kWh /minggu
- kWh Lampu saat WBP = 0,896 kWh /minggu

Total energi didapat dari hasil penjumlahan kWh Lampu dan kWh AC yaitu

- Total energi saat LWBP = $45,76 + 43,93 = 89,69 \text{ kWh/minggu}$
- Total energi saat WBP = $2,61 + 0,896 = 3,504 \text{ kWh /minggu}$

Biaya konsumsi energi listrik saat LWBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)

$$= 89,69 \text{ kWh/minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4$$

$$= \text{Rp } 269.068 \text{ /bulan}$$

Biaya konsumsi energi listrik saat WBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)

$$= 3,504 \text{ kWh /minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4 \times 1,5$$

$$= \text{Rp } 15.766 \text{ /bulan}$$

➤ **Energi total** = $(89,69 + 3,504) \times 4 \text{ minggu} = 372,77 \text{ kWh /bulan}$

➤ **Biaya total** = $\text{Rp } 269.068 + \text{Rp } 15.766 = \text{Rp } 284.834 \text{ /bulan}$

➤ **Potensi pemborosan (energi)**

$$2.044,74 \text{ kWh} - 372,77 \text{ kWh} = 1.716,97 \text{ kWh /bulan}$$

➤ **Potensi pemborosan (biaya)**

$$\text{Rp } 1.641.516 - \text{Rp } 284.834 = \text{Rp } 1.356.682 \text{ /bulan}$$

Skenario keempat : Gedung GK memanfaatkan cahaya alami

Cahaya alami adalah pencahayaan yang sumbernya berasal dari sinar matahari atau cahaya alami secara langsung. pada perhitungan penelitian kali ini akan diasumsikan waktu yang paling efektif untuk Gedung S mendapatkan cahaya alami adalah dari pukul 10.00-15.00 karena selama pengamatan pada waktu tersebut cukup banyak cahaya matahari yang dapat masuk ke ruangan kelas Gedung GK. Pada waktu tersebut seharusnya tidak ada penggunaan cahaya buatan seperti lampu karena cahaya yang digunakan cukup dari cahaya alami mampu menerangi ruangan kelas dengan baik.

Untuk kWh AC besarnya sama dengan skenario 1, maka

- kWh AC saat LWBP = 91,52 kWh /minggu
- kWh AC saat WBP = 5,22 kWh /minggu

Tabel 4.43 Total kWh Lampu Skenario 4 (ruang GK301-GK306)

No	Nama Ruang	GK.301	GK.302	GK.303	GK.304	GK.305	GK.306
1	Total t (hour) dari senin-jumat LWBP (jam 10-3 lampunya mati)	13.15	9.49	7.15	2.83	3.49	15.49
2	kW Lampu	0.60	0.16	0.24	0.16	0.20	0.48
3	kWh Lampu /Minggu	7.890	1.518	1.716	0.453	0.698	7.435

No	Nama Ruang	GK.301	GK.302	GK.303	GK.304	GK.305	GK.306
1	Total t (hour) dari senin-jumat WBP	0.83	0	0	0	0	0.83
2	kW Lampu	0.60	0.16	0.24	0.16	0.20	0.48
3	kWh Lampu /Minggu	0.498	0	0	0	0	0.398

- kWh Lampu saat LWBP= 19,71 kWh /minggu
- kWh Lampu saat WBP = 0,896 kWh /minggu

Total energi didapat dari hasil penjumlahan kWh Lampu dan kWh AC yaitu

- Total energi saat LWBP= 91,52 + 19,71 = 111,23 kWh/minggu
- Total energi saat WBP = 5,22 + 0,896 = 6,116 kWh /minggu

Biaya konsumsi energi listrik saat LWBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)
 $= 111,23 \text{ kWh/minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4$

$= \text{Rp } 333.691 \text{ /bulan}$

Biaya konsumsi energi listrik saat WBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)

$= 6,116 \text{ /minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4 \times 1,5$

$= \text{Rp } 27.522 \text{ /bulan}$

➤ **Energi total** $= (111,23 + 6,116) \times 4 \text{ minggu} = 469,39 \text{ kWh /bulan}$

➤ **Biaya total** $= \text{Rp } 333.691 + \text{Rp } 27.522 = \text{Rp } 361.213 \text{ /bulan}$

➤ **Potensi pemborosan (energi)**

$2.044,74 \text{ kWh} - 469,39 \text{ kWh} = 1.575,35 \text{ kWh /bulan}$

➤ **Potensi pemborosan (biaya)**

$\text{Rp } 1.641.516 - \text{Rp } 361.213 = \text{Rp } 1.280.303 \text{ /bulan}$

d. Gedung Pasca (*Engineering Centre*)

Tabel 4.44 Data Jadwal di Gedung Pasca

Nama Ruang		A-101	A-102	A-103	A-104
Senin	08.00-10.00				
	10.00-12.30				
	13.00-15.00				
	15.00-15.50				
	16.00-17.00				
	17.00-17.50				
	18.00-18.50				
19.00-21.30					
Selasa	08.00-10.00				
	10.00-12.30				
	13.00-15.00				
	15.00-15.50				
	16.00-17.00				
	17.00-17.50				
	18.00-18.50				
19.00-21.30					
Rabu	08.00-10.00				
	10.00-12.30				
	13.00-15.00				
	15.00-15.50				
	16.00-17.00				
	17.00-17.50				
	18.00-18.50				
19.00-21.30					
Kamis	08.00-10.00				
	10.00-12.30				
	13.00-15.00				23
	15.00-15.50				23
	16.00-17.00				
	17.00-17.50				
	18.00-18.50				
19.00-21.30					
Jumat	08.00-10.00				
	10.00-12.30				
	13.00-15.00				
	15.00-15.50				
	16.00-17.00				
	17.00-17.50				
	18.00-18.50				
19.00-21.30					

(Keterangan: pukul 08.00-15.00 termasuk ke dalam LWBP)

Berdasarkan hasil survei terhadap ruang-ruang kelas dan wawancara dengan karyawan yang sedang bertugas di Gedung Pasca, rata-rata beban-beban listrik seperti AC dan lampu sudah *stand by* dihidupkan dari pukul 07.30 pagi hari. Seharusnya beban listrik tersebut akan dimatikan kembali setelah kelas telah selesai, pada kenyataannya masih terdapat kelas-kelas yang dibiarkan beban listriknya menyala terus menerus sampai jadwal perkuliahan selesai. Dapat dilihat pada tabel 4.34, rata-rata ruang kelas Gedung Pasca sebagian besar selesai digunakan pada pukul 15.00 (sebagian lagi ada yang sampai pukul 15.50). Dari hasil pengamatan dan tabel diatas maka dapat kita rata-rata bila beban listrik terus dinyalakan dari pukul 07.00-15.00 yaitu selama 7,5 jam dalam satu hari.

Sesuai dengan dasar perhitungan kWh AC (Lihat persamaan 4.8 dan Tabel 4.7), maka didapat penggunaan energi (kWh) AC pada Gedung EC adalah

- kWh AC pada saat LWBP = 54,84 kWh /hari

Sesuai dengan dasar perhitungan kWh lampu (Lihat persamaan 4.7 dan Tabel 4.9, maka didapat penggunaan energi (kWh) lampu Gedung S adalah

- kWh Lampu pada saat LWBP = 3,76 kW x 7,5 jam = 28,2 kWh /hari

Total energi didapat dari hasil penjumlahan kWh Lampu dan kWh AC yaitu

- Total energi pada saat LWBP = 54,84 + 28,2 = 83,04 kWh/hari

Biaya konsumsi energi listrik saat LWBP (per bulan)

$$= 83,04 \text{ kWh/hari} \times \text{Rp } 750 \times 20$$

$$= \text{Rp } 1.245.587 \text{ /bulan}$$

- **Energi total** = 83,04 kWh/hari x 20 hari = 1.660,8 kWh /bulan
- **Biaya total** = Rp 1.245.587 /bulan

Skenario pertama: Gedung Pasca menggunakan seluruh beban-beban listriknya sesuai dengan jadwal kuliah yang ada

Tabel 4.45 Total kWh AC Skenario 1 (ruang A101-A104)

Nama Ruang		A.101	A.102	A.103	A.104
Senin	08.00-10.00	1.78	2.67	2.08	1.78
	10.00-12.30	6.35	9.52	7.40	6.35
	13.00-15.00	1.78		2.08	
	15.00-15.50	0.98		1.14	
	16.00-17.00				
	17.00-17.50				
	18.00-18.50				
	Total kWh LWBP	10.89	12.19	12.70	8.13
	Total kWh WBP	0	0	0	0
Selasa	08.00-10.00	1.78	2.67	2.08	1.78
	10.00-12.30	6.35	9.52	7.40	6.35
	13.00-15.00				
	15.00-15.50				
	16.00-17.00				
	17.00-17.50				
	18.00-18.50				
	Total kWh LWBP	8.13	12.19	9.48	8.13
	Total kWh WBP	0	0	0	0
Rabu	08.00-10.00	1.78	2.67	2.08	1.78
	10.00-12.30	6.35	9.52	7.40	6.35
	13.00-15.00	1.78	2.67		
	15.00-15.50	0.98	1.47		
	16.00-17.00				
	17.00-17.50				
	18.00-18.50				
	Total kWh LWBP	10.89	16.33	9.48	8.13
	Total kWh WBP	0	0	0	0
Kamis	08.00-10.00	1.78	2.67	2.08	1.78
	10.00-12.30	6.35	9.52	7.40	6.35
	13.00-15.00	1.78		2.08	
	15.00-15.50			1.14	
	16.00-17.00				
	17.00-17.50				
	18.00-18.50				
	Total kWh LWBP	9.91	12.19	12.70	8.13
	Total kWh WBP	0	0	0	0
Jumat	08.00-10.00	1.78	2.67	2.08	1.78
	10.00-12.30	6.35	9.52	7.40	6.35
	13.00-15.00	1.78	2.67		1.78
	15.00-15.50		1.47		
	16.00-17.00				
	17.00-17.50				
	18.00-18.50				
	Total kWh LWBP	9.91	16.33	9.48	9.91
	Total kWh WBP	0	0	0	0

(keterangan : angka didalam kotak Tabel 4.45 menunjukkan kWh AC)

- kWh AC saat LWBP = 215,21 kWh /minggu

Tabel 4.46 Perhitungan Beban Listrik Lampu (ruang A101-A106)

No	Nama Ruang	A.101	A.102	A.102	A.104
1	Total t (hour) dari senin-jumat LWBP	32.16	28.16	28.16	24.50
2	kW Lampu	0.80	1.12	0.72	1.12
3	kWh Lampu /Minggu	25.73	31.54	20.28	27.44

- kWh Lampu saat LWBP= 104,98 kWh /minggu

Total energi didapat dari hasil penjumlahan kWh Lampu dan kWh AC yaitu

- Total energi saat LWBP= 215,21 + 104,98 = 320,19 kWh/minggu

Biaya konsumsi energi listrik saat LWBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)

$$= 320,19 \text{ kWh/minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4$$

$$= \text{Rp } 960.577 \text{ /bulan}$$

➤ **Energi total** = 320,19 x4 minggu = 1.280,77 kWh /bulan

➤ **Biaya total** = Rp 960.577 /bulan

➤ **Potensi pemborosan (energi)**

$$1.660,8 \text{ kWh} - 1.280,77 \text{ kWh} = 380,03 \text{ kWh /bulan}$$

➤ **Potensi pemborosan (biaya)**

$$\text{Rp } 1.245.587 - \text{Rp } 960.577 = \text{Rp } 285.010 \text{ /bulan}$$

Skenario kedua: Gedung Pasca mematikan beban lampu depannya

Pada perhitungan akan diasumsikan bahwa banyaknya daya lampu yang dimatikan bagian depan adalah 30% dari penggunaan daya total lampu.

Untuk kWh AC besarnya masih sama dengan skenario 1, maka

- kWh AC saat LWBP = 215,21 kWh /minggu

Tabel 4.47 Total kWh Lampu Skenario 2 (ruang A101-A104)

No	Nama Ruang	A.101	A.102	A.102	A.104
1	Total t (hour) dari senin-jumat LWBP	32.16	28.16	28.16	24.50
2	kW Lampu	0.56	0.78	0.50	0.78
3	kWh Lampu /minggu	18.010	22.077	14.193	19.208

- kWh Lampu saat LWBP= 73,49 kWh /minggu

Total energi didapat dari hasil penjumlahan kWh Lampu dan kWh AC yaitu

- Total energi saat LWBP = $215,21 + 73,49 = 288,7$ kWh/minggu

Biaya konsumsi energi listrik saat LWBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)

$$= 288,7 \text{ kWh/minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4$$

$$= \text{Rp } 866.093 \text{ /bulan}$$

➤ **Energi total** = $288,7 \times 4$ minggu = 1.154,8 kWh /bulan

➤ **Biaya total** = Rp 866.093 /bulan

➤ **Potensi pemborosan (energi)**

$$1.660,8 \text{ kWh} - 288,7 \text{ kWh} = 1.372,1 \text{ kWh /bulan}$$

➤ **Potensi pemborosan (biaya)**

$$\text{Rp } 1.245.587 - \text{Rp } 866.093 = \text{Rp } 369.494 \text{ /bulan}$$

Skenario ketiga: Gedung Pasca mematikan sebagian beban-beban AC

Hal ini karena berdasarkan hasil pengamatan banyak ruang kelas yang kapasitas mahasiswa didalamnya tidak sesuai dengan seharusnya. Pada perhitungan diasumsikan bahwa pemakaian AC yang digunakan sebagian yaitu sebesar 50% dari total energi AC.

- kWh AC saat LWBP = $50\% \times 215,21$ kWh/ minggu
= 107,6 kWh /minggu

Untuk kWh Lampu besarnya sama dengan skenario 1, maka

- kWh Lampu saat LWBP = 104,98 kWh /minggu

Total energi didapat dari hasil penjumlahan kWh Lampu dan kWh AC yaitu

- Total energi saat LWBP = $107,6 + 104,98 = 212,6$ kWh/minggu

Biaya konsumsi energi listrik saat LWBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)

$$= 212,6 \text{ kWh/minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4$$

$$= \text{Rp } 637.757 \text{ /bulan}$$

➤ **Energi total** = $212,6 \times 4$ minggu = 850,34 kWh /bulan

➤ **Biaya total** = Rp 637.757 /bulan

➤ **Potensi pemborosan (energi)**

$$1.660,8 \text{ kWh} - 850,34 \text{ kWh} = 810,46 \text{ kWh /bulan}$$

➤ **Potensi pemborosan (biaya)**

$$\text{Rp } 1.245.587 - \text{Rp } 637.757 = \text{Rp } 607.830 \text{ /bulan}$$

Skenario keempat : Gedung Pasca memanfaatkan cahaya alami

Cahaya alami adalah pencahayaan yang sumbernya berasal dari sinar matahari atau cahaya alami secara langsung. pada perhitungan penelitian kali ini akan diasumsikan waktu yang paling efektif untuk Gedung EC mendapatkan cahaya alami adalah dari pukul 10.00-15.00 karena selama pengamatan pada waktu tersebut cukup banyak cahaya matahari yang dapat masuk ke ruangan kelas Gedung S. Pada waktu tersebut seharusnya tidak ada penggunaan cahaya buatan seperti lampu karena cahaya yang digunakan cukup dari cahaya alami mampu menerangi ruangan kelas dengan baik.

Untuk kWh AC besarnya masih sama dengan skenario 1, maka

- kWh AC saat LWBP = 215,21 kWh /minggu

Tabel 4.48 Total kWh Lampu Skenario 4 (ruang A101-A104)

No	Nama Ruang	A.101	A.102	A.103	A.104
1	Total t(hour) pemakaian lampu (dari senin-jumat jam 10.00-15.30 lampunya mati)	11.66	11.66	11.66	10
2	kW Lampu	0.80	1.12	0.72	1.12
3	kWh Lampu /Minggu	9.328	13.059	8.395	11.200

- kWh Lampu saat LWBP= 41,98 kWh /minggu

Total energi didapat dari hasil penjumlahan kWh Lampu dan kWh AC yaitu

- Total energi saat LWBP= 215,21 + 41,98 = 257,19 kWh/minggu

Biaya konsumsi energi listrik saat LWBP (asumsi 1 bulan ada 4 minggu)

$$= 257,19 \text{ kWh/minggu} \times \text{Rp } 750 \times 4$$

$$= \text{Rp } 771.577 \text{ /bulan}$$

- **Energi total** = $257,19 \times 4 \text{ minggu} = 1.028,77 \text{ kWh /bulan}$
- **Biaya total** = Rp 771.577 /bulan

- **Potensi pemborosan (energi)**

$$1.660,8 \text{ kWh} - 1.028,77 \text{ kWh} = 632,03 \text{ kWh /bulan}$$

- **Potensi pemborosan (biaya)**

$$\text{Rp } 1.245.587 - \text{Rp } 771.577 = \text{Rp } 474.010 \text{ /bulan}$$

Menurut hasil pengamatan, dengan desain Gedung *Engineering Centre* yang dikelilingi oleh kaca seharusnya dapat lebih memaksimalkan cahaya alami. Namun pada kenyatannya ruangan tersebut menjadi panas karena banyaknya cahaya matahari yang masuk. Oleh karena itu, perlu direncanakan dengan efektif dan efisien agar hanya cahaya yang masuk ke dalam ruangan dan panas yang masuk ke dalam ruangan tidak banyak, bila panas yang masuk ke dalam ruangan banyak akan menyebabkan bertambahnya beban pendinginan dari sistem tata udara dan boros listrik.

4.3 Analisis

Penggunaan energi listrik pada gedung FTUI sebagian besar digunakan untuk konsumsi AC dan lampu. Menurut hasil perhitungan kebutuhan lampu, setelah dibandingkan antara jumlah lampu yang direkomendasikan dengan jumlah lampu yang terpasang masih banyak terdapat jumlah lampu yang kondisinya berlebihan, hal ini menandakan bahwa terdapat potensi pemborosan konsumsi listrik yang dapat terjadi. Total kelebihan lampu pada gedung FTUI adalah 255 lampu TL 2x40 W dan 38 lampu TL 2x20 W. Selain itu menurut hasil perhitungan kebutuhan AC, setelah dibandingkan antara jumlah kapasitas AC yang direkomendasikan dengan jumlah kapasitas AC yang terpasang terdapat beberapa jumlah AC dengan kondisi yang beragam, beberapa sudah sesuai dengan kebutuhannya, namun sebagian lagi ada yang masih kelebihan maupun kekurangan. Total kelebihan kapasitas AC adalah 28 PK dan total kekurangan kapasitas AC adalah 53,5 PK. Langkah perbaikan adalah dengan mengubah sistem pencahayaan dan pengkondisian udara sesuai dengan hasil perhitungan. Tentunya hal ini akan lebih baik bila instalasi lampu dan kapasitas AC

disesuaikan dengan yang direkomendasikan sehingga tidak ada lagi kelebihan maupun kekurangan jumlah lampu dan kapasitas AC pada gedung kelas FTUI.

Berdasarkan hasil perhitungan konsumsi energi listrik dan potensi pemborosan, gedung kelas yang memiliki potensi pemborosan energi listrik terbesar adalah Gedung K dengan nilai potensi pemborosan dapat mencapai 13.637,2 kWh /bulan atau Rp 11.337.027 /bulan. Berdasarkan data pembayaran rekening listrik di UI Depok tahun 2012, FTUI mengeluarkan biaya sebesar Rp 255.883.787 /bulan, maka akan didapat persentase potensi pemborosan energi listriknya sebesar 4,43% dari total biaya energi listrik FTUI. Persentase ini adalah untuk Gedung K pada skenario 3.

Tabel 4.49 Hasil Potensi Pemborosan Energi Listrik dengan Skenario

No	Gedung	Skenario	Potensi Pemborosan		Persentase (%)
			kWh	Biaya	
1	K	Beban-beban listrik dinyalakan sesuai dengan jadwal	9.125,08	Rp 7.979.337	3.12%
		Beban lampu bagian depan dimatikan semua	9.942,05	Rp 8.672.523	3.39%
		Beban AC dinyalakan sebagian saja	13.637,2	Rp 11.337.027	4.43%
		Memfaatkan cahaya alami dengan maksimal	9.523,68	Rp 7.755.237	3.03%
2	S	Beban-beban listrik dinyalakan sesuai dengan jadwal	4.844,4	Rp 4.066.409	1.59%
		Beban lampu bagian depan dimatikan semua	5.300,69	Rp 4.426.267	1.73%
		Beban AC dinyalakan sebagian saja	7.934,48	Rp 6.471.451	2.53%
		Memfaatkan cahaya alami dengan maksimal	6.397,44	Rp 4.629.646	1.81%
3	GK	Beban-beban listrik dinyalakan sesuai dengan jadwal	1.478,48	Rp 1.207.648	0.47%
		Beban lampu bagian depan dimatikan semua	1.532,26	Rp 1.248.388	0.49%
		Beban AC dinyalakan sebagian saja	1.716,97	Rp 1.356.682	0.53%
		Memfaatkan cahaya alami dengan maksimal	1.575,35	Rp 1.280.303	0.50%
4	Pasca Sarjana	Beban-beban listrik dinyalakan sesuai dengan jadwal	380,03	Rp 285.010	0.11%
		Beban lampu bagian depan dimatikan semua	1.372,1	Rp 369.494	0.14%
		Beban AC dinyalakan sebagian saja	810,46	Rp 607.830	0.24%
		Memfaatkan cahaya alami dengan maksimal	632,03	Rp 474.010	0.19%

Dapat terlihat pada Tabel 4.49 diatas, skenario 3 (Beban AC dinyalakan sebagian saja) adalah skenario yang menimbulkan potensi pemborosan konsumsi energi listrik yang terbesar, hal ini menandakan konsumsi energi listrik yang dikeluarkan saat penggunaan AC sangat mempengaruhi konsumsi energi listrik total seluruh gedung. Sebagian besar ruangan kelas menggunakan AC dengan konsumsi listrik yang begitu besar. Dengan begitu, penggunaan konsumsi AC pada gedung FTUI harus lebih dihemat, perlu diketahui bahwa penggunaan AC pada gedung kelas FTUI dapat mencapai lebih dari 80% dari total konsumsi energi listrik secara keseluruhan. Gedung yang mempunyai potensi pemborosan

konsumsi energi terbesar harus menjadi sasaran prioritas karena sebenarnya penggunaan energi listrik pada seluruh gedung di FTUI (terutama Gedung K) masih bisa diefisienkan lagi. Banyak langkah penghematan dapat dilakukan untuk menghindari potensi pemborosan energi listrik pada gedung kelas di FTUI. Dibawah ini terdapat beberapa solusi penghematan:

a. Penggunaan AC Ruang Kelas

Penggunaan konsumsi AC dapat lebih dihemat dengan berbagai cara yaitu:

- Mematikan AC setelah selesai kelas atau bila meninggalkan ruangan dalam waktu lama
- Memasang temperatur AC sesuai dengan suhu paling optimal dari sisi kenyamanan dan pemakaian energi. Dilihat dari iklim Negara Indonesia yaitu tropis maka suhu optimalnya adalah 24⁰-25⁰ Celcius. Kenaikan suhu sebesar 1⁰ saja dapat membantu menghemat konsumsi energi listrik sebesar 5-7%. Oleh sebab itu, sebaiknya temperatur AC dipasang sesuai dengan suhu standar karena sangat menghemat konsumsi energi listrik
- Penggunaan pengatur waktu (*timer*) dalam kelas. Hal ini dapat membantu untuk mengoperasikan AC hanya pada waktu yang diperlukan sehingga dapat sesuai dengan jadwal kuliah yang ada. Hidupkan AC 15 menit sebelum mulai kelas dan setting timer selama 1-2 jam mati otomatis (sesuai dengan jadwal kuliah)
- Pada saat pengoperasian AC, usahakan pintu, jendela, dan ventilasi udara selalu tertutup sehingga meminimalkan beban pendinginan
- Gunakan tirai untuk ruangan yang terkena matahari secara langsung (khususnya Gedung EC), tirai berguna untuk mengurangi panas dari cahaya matahari, sehingga dapat meminimalkan beban pendinginan

b. Penggunaan Lampu Ruang Kelas

Penggunaan konsumsi lampu tentunya dapat lebih dihemat dengan berbagai cara yaitu:

- Mematikan lampu setelah selesai kelas atau bila meninggalkan ruangan dalam waktu lama

- Mematikan lampu bagian depan ketika menggunakan LCD Proyektor atau OHP dalam kelas, hal ini bertujuan agar cahaya LCD sampai ke bagian belakang namun juga dapat untuk mengurangi konsumsi energi listrik
- Mematikan lampu pada 10.00-15.00 agar dapat memaksimalkan cahaya alami dan mengurangi konsumsi energi listrik dari lampu
- Penggunaan *switch* otomatis dalam kelas. Hal ini dapat membantu untuk mengoperasikan lampu hanya pada waktu yang diperlukan sehingga dapat sesuai dengan jadwal kuliah yang ada

Berdasarkan hasil analisis, maka beberapa rekomendasi dapat dilakukan demi pencapaian pemakaian energi listrik yang lebih efektif dan efisien. Rencana rekomendasi ini dibagi tiga yaitu rencana jangka pendek, menengah, dan panjang:

- Rencana Jangka Pendek:** Pembuatan peraturan khusus tentang energi di Fakultas Teknik Universitas Indonesia, peraturan ini harus disosialisasikan secara menyeluruh kepada petugas, dosen, karyawan, dan mahasiswa. Peraturan ini harus dibuat sebaik mungkin dan dilakukan secara berkala. Agar para pengguna energi di FTUI dapat mematuhi peraturan ini dapat juga dilakukan sistem *reward and punishment*, hal ini tentunya sangat membantu kedisiplinan para pengguna energi di FTUI, karena setiap pihak yang kurang memiliki kesadaran tentang energi akan terus mengakibatkan pemborosan konsumsi energi listrik ini dapat selalu terjadi
- Rencana Jangka Menengah:** Pengadaan satpam energi, yang bertanggung jawab mengontrol kelas sesuai dengan ketentuan yang berlaku, mematikan beban-beban listrik sehabis kelas, dan menyalakan kembali sebelum ada kelas. Satpam energi harus menjalankan tugasnya secara teratur. Sebaiknya dibuat buku laporan energi yang berisikan *check list* untuk memudahkan dalam mengontrol seluruh ruang kelas FTUI, seperti di bawah ini

Tabel 4.50 Contoh Tabel Laporan Energi

Ruang: K101			Ada Kelas	AC Hidup	Lampu Hidup			Pintu Tutup
No	Tanggal	Jam			Depan	Tengah	Belakang	
1	13-Jun-12	10.30	X	X	X	X	X	√
2	14-Jun-12	10.30	√	√		√	√	√
3	15-Jun-12	10.30	X	X	X	X	X	√
Ruang: S101			Ada Kelas	AC Hidup	Lampu Hidup			Pintu Tutup
No	Tanggal	Jam			Depan	Tengah	Belakang	
1	13-Jun-12	13.30	√	√	X	√	√	√
2	...							
3	...							

c. **Rencana Jangka Panjang:** Usulan perbaikan dan perancangan sistem baru seperti

- Pintu kelas dipasang penutup otomatis

Contohnya pada Gedung S yang seluruh pintu kelasnya dipasang penutup otomatis. Banyak ruang kelas di FTUI dalam kondisi pintu terbuka padahal AC menyala, hal ini tentunya akan menambah beban pada sistem pendinginan AC sehingga berdampak pada penambahan konsumsi energi listrik akibat pengaruh udara dari luar ruangan

- Satu sakelar untuk satu lampu

Hal ini dapat mengurangi konsumsi energi listrik, karena beban lampu yang dinyalakan sesuai dengan kebutuhan. Pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia masih menggunakan satu sakelar untuk beberapa lampu

- Sesuaikan kebutuhan beban listrik dengan ruangan

Sebaiknya dipilih jumlah lampu dan kapasitas AC yang sesuai dengan kebutuhannya. Contoh kasus yang ada (*existing*) diambil pada ruangan Kepala Lab. TTPL Departemen Teknik Elektro, ruangan ini sebelumnya menggunakan beban listrik 2 buah lampu TL 2x40 watt. Namun setelah dilakukan perhitungan ternyata terlalu boros dan tidak sesuai dengan kebutuhan ruangnya. Oleh karena itu diganti dengan lampu LHE 23 Watt. (Luas:12m², lumens LHE 23W: 1380 lumen, asumsi ruangan tidak dipengaruhi oleh cahaya dari luar). Sesuai dengan persamaan (4.1 dan 4.2),

$$F_{\text{total}} = \frac{E \times A}{k_p \times k_d} = \frac{350 \text{ lux} \times 12}{0.84 \times 0.8} = 6.250 \text{ lumen}$$

$$N_{\text{total}} \text{ lampu LHE 23 watt yang dibutuhkan} = \frac{F_{\text{total}}}{F_1 \times n} = \frac{6250}{1380 \times 1} \approx \mathbf{5 \text{ buah}}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, 5 buah lampu LHE 23 Watt sesuai dengan kebutuhan ruangan tersebut. Bila dibandingkan dengan awal yaitu 2 buah lampu TL 2x40 Watt, maka penghematan daya yang dapat dilakukan:

$$\text{Penghematan daya} = (2 \times 2 \times 40) - (5 \times 23) = 160 \text{ W} - 115 \text{ W} = \mathbf{45 \text{ Watt}}$$

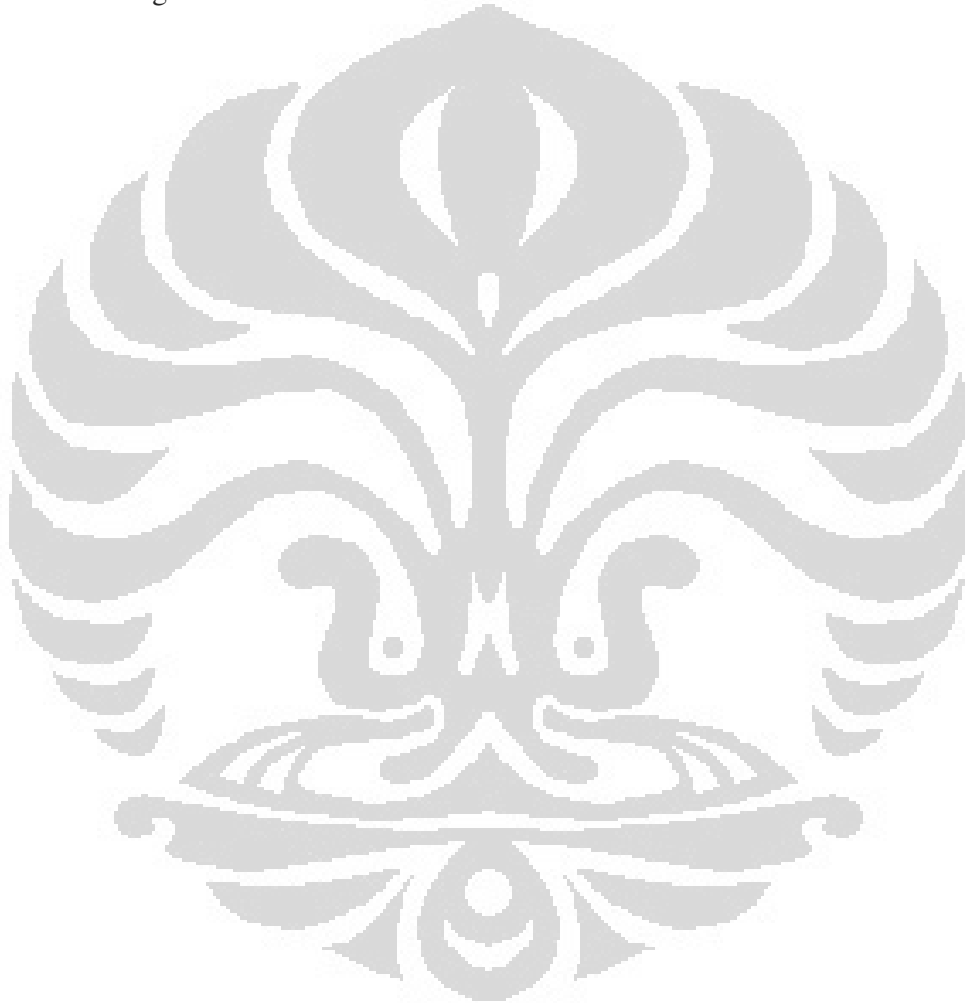
Langkah rekomendasi penghematan ini dapat juga diterapkan untuk seluruh ruang kelas FTUI yang masih menggunakan lampu TL 2x40 watt pada seluruh kelasnya. Lampu LHE sangat direkomendasikan karena memiliki efikasi 60 lumens/ watt dan daya tahan 8000-10.000 jam, sedangkan lampu TL hanya mempunyai efikasi 50 lumens/watt dan daya tahannya 5000 jam. Selain itu, usahakan menggunakan AC sesuai kebutuhan misalkan dengan mengurangi kapasitas AC untuk ruangan kelas yang kecil, contohnya pada GK.103 yang tadinya terdapat total 3,5 PK dalam ruangan, menurut perhitungan total AC PK yang sesuai dengan ruangan adalah 1,5 PK. Sebaiknya pada ruang kelas tersebut dikurangi 2 PK, hal ini sesuai dengan standar PK AC dalam ruangan (Lihat Tabel 4.19)

- Memperbaiki dan mengganti instalasi yang sudah usang

Pemeliharaan AC dan Lampu merupakan faktor penting. Untuk AC, sebaiknya pemeliharaan AC dilakukan paling tidak 3 bulan sekali, hal ini mencakup pembersihan filter, koil kondensor, dan sirip AC. Pemeliharaan AC yang rutin dapat menghemat listrik sampai dengan 20%. Untuk lampu, sebaiknya membersihkan armatur lampu secara teratur, hal ini sangat berguna agar pencahayaan lampu dapat lebih maksimal sehingga mengurangi konsumsi energi listrik. Pada peralatan listrik yang berusia tua, khususnya AC, maka sebaiknya diganti karena pemakaian energinya akan lebih besar 30-50%. Laksanakan program penggantian peralatan listrik yang lama dengan peralatan listrik yang hemat energi dan berteknologi baru

- Mendirikan Gedung Hemat Energi

Gedung hemat energi memang belum banyak di Indonesia. Salah satu penyebabnya karena tarif listrik masih relatif murah. Akan tetapi, beberapa kantor sudah mencobanya, hal ini akan lebih baik jika diterapkan pada gedung FTUI. Gedung Hemat Energi ini berbentuk *Intellegent Building System*, contohnya saja pemasangan sensor-sensor pengendali penggunaan energi



BAB 5

KESIMPULAN

- a. Pemborosan energi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti:
 - Mutu peralatan dan mutu listrik
 - Perilaku konsumsi listrik
 - Perencanaan bangunan dan instalasi peralatan listrik

- b. Gedung kelas yang memiliki potensi pemborosan energi listrik terbesar adalah Gedung K dengan nilai potensi pemborosan dapat mencapai 13.637,2 kWh /bulan atau Rp 11.337.027 /bulan (4,43 % dari total biaya listrik FTUI). Gedung S dapat mencapai nilai potensi pemborosan 7.934,48 kWh /bulan atau Rp 6.471.451 /bulan (2,53 % dari total biaya listrik FTUI). Gedung GK dapat mencapai nilai potensi pemborosan 1.716,97 kWh /bulan atau Rp 6.471.451 /bulan (0,53 % dari total biaya listrik FTUI). Gedung Pasca dapat mencapai nilai potensi pemborosan 810,46 kWh /bulan atau Rp 607.830 /bulan (0,24 % dari total biaya listrik FTUI)

- c. Skenario 3 yang paling menunjukkan potensi pemborosan konsumsi energi listrik terbesar dan cukup signifikan, yaitu saat pemakaian beban AC tidak disesuaikan dengan jumlah kapasitas mahasiswanya. Pemakaian AC dapat mencapai lebih dari 80% dari total konsumsi energi listrik keseluruhan

- d. Total kelebihan lampu pada gedung FTUI adalah 255 lampu TL 2x40 W dan 38 lampu TL 2x20 W, total kelebihan kapasitas AC adalah 28 PK dan total kekurangan kapasitas AC adalah 53,5 PK. Pemasangan lampu dan AC sebaiknya disesuaikan kebutuhan sehingga tidak ada lagi kelebihan maupun kekurangan jumlah lampu dan AC pada gedung kelas FTUI

- e. Langkah penghematan dapat dilakukan untuk menghindari potensi pemborosan energi listrik pada gedung kelas di FTUI:
 - Mematikan AC setelah selesai kelas atau bila meninggalkan ruangan dalam waktu lama

- Mematikan lampu setelah selesai kelas atau bila meninggalkan ruangan dalam waktu lama
 - Mematikan lampu bagian depan ketika menggunakan OHP atau LCD Proyektor Mematikan lampu pada 10.00-15.00 agar dapat memaksimalkan cahaya alami
 - Memasang temperatur AC sesuai standar suhu optimal 24^0 - 25^0 C
 - Penggunaan pengatur waktu (*timer*) untuk AC dan *switch* untuk lampu dalam kelas
- f. Beberapa rekomendasi dapat dilakukan demi pencapaian pemakaian energi listrik yang lebih efektif dan efisien adalah:
- Jangka Pendek, yaitu pembuatan peraturan khusus tentang energi di FTUI dan disosialisasikan dengan baik (kepada seluruh petugas, dosen, karyawan, dan mahasiswa)
 - Jangka Menengah, yaitu pengadaan satpam energi
 - Jangka Panjang, yaitu pembuatan usulan perbaikan dan perancangan sistem (pintu dipasang penutup otomatis, satu sakelar dipasang untuk satu lampu, menyesuaikan kebutuhan beban listrik dengan ruangan berdasarkan perhitungan rekomendasi 5 buah lampu LHE 23 Watt bila dibandingkan dengan 2 buah lampu TL 2x40 Watt dapat melakukan penghematan daya sebanyak 45 Watt, serta mendirikan gedung hemat energi berbentuk *Intellegent Building System*

DAFTAR ACUAN

- [1] Dahono, P. A. (2011, March 7). *Konversi ITB*. Retrieved May 4, 2012. <http://konversi.wordpress.com/2011/03/07/menghemat-energi-dengan-menggunakan-listrik/>
- [2] Kementerian ESDM. (2011, April 28). Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi. Retrieved Mei 20, 2012. <http://www.ebtke.esdm.go.id/energi/konservasi-energi/251-pemborosan-energi-80-persen-faktor-manusia.html>
- [3] Peraturan Pemerintah Nomor 10 Tahun 1989 tentang Tarif Tenaga Listrik yang Disediakan oleh Persero PT. PLN
- [4] Irianto, C. G. (2006). Studi Optimasi Sistem Pencahayaan Ruang Kuliah Dengan Memanfaatkan Cahaya Alam. *JETri*, 1.
- [5] Kementerian Ketenagaan. (2005). *Peralatan Energi Listrik: Pencahayaan*. India: Biro Efisiensi Energi.
- [6] Ridwan. Pengantar Sistem Tata Udara. *Catatan Kuliah*, 1.
- [7] Apriyahanda, Onny. (2011, June 22). HVAC (Heating, Ventilating, and Air Conditioning). Retrieved May 18, 2012. <http://onnyapriyahanda.com/hvac-heating-ventilating-and-air-conditioning/>
- [8] Rizqiawan, Arwindra. (2010, May 5). *Konversi ITB*. Retrieved May 4, 2012. <http://konversi.wordpress.com/2010/05/05/memahami-faktor-daya/>
- [9] Suparman, Zuhail, & D, Renaldi (Jakarta 6 November 2007). *Analisis Pengaruh Pola Beban pada Pengembangan Kelistrikan dengan Opsi Nuklir*, Jakarta : Author.

DAFTAR PUSTAKA

- Rejeki, Sri. *Diktat Utilisasi Sistem Tenaga Listrik*. Universitas Indonesia, Depok.
- Chapman, Stephen J.(2002). *Electric Machinery and Power System Fundamental*.
1st ed. McGraw-Hill, Melbourne : McGraw-Hill
- A., M. Novel. *Analisa Pola Konsumsi Energi di Fasilkom UI*. Skripsi, Program Sarjana Fakultas Ilmu Komputer UI, Depok, 2004.
- Thamrin, Pricilia. Devi. *Perancangan Manajemen Energi untuk Pencapaian Penghematan Penggunaan Listrik di Gedung P Universitas Kristen Petra Surabaya*. Skripsi, Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Kristen Petra, Surabaya, 2010.
- Badan Standard Nasional.(2000). SNI-03-6197-2000: *Konservasi energi pada sistem pencahayaan*. Jakarta: Author.
- Badan Standard Nasional.(2000). SNI-03-6390-2000 : *Konservasi energi sistem tata udara pada bangunan gedung*. Jakarta : Author.
- Badan Standard Nasional.(2001). SNI-03-2396-2001: *Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung*. Jakarta : Author.
- Badan Standard Nasional.(2001).SNI-03-6572-2001 : *Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung*. Jakarta : Author.
- Badan Standard Nasional.(2001).SNI-03-6575-2001 : *Tata cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung*. Jakarta : Author.
- Garniwa, Iwa. *Tips Hemat Energi pada Tata Udara*.

LAMPIRAN

Data Hasil Perhitungan Konsumsi Listrik Seluruhnya

- a. kWh AC /hari pada Gedung K (ruang K101-K211), Lihat persamaan 4.8

Kelas	Total PK	Selisih Suhu (°)	Penurunan Konsumsi Energi AC
K.101	4	4	20%
K.102	8	4	20%
K.103	8	4	20%
K.104	4	3	15%
K.105	4	3	15%
K.106	8	4	20%
K.107	6	4	20%
K.108	2	3	15%
K.201	6	3	15%
K.202	6	4	20%
K.203	4	3	15%
K.204	16	4	20%
K.205	2	3	15%
K.206	8	4	20%
K.207	8	4	20%
K.208	4	3	15%
K.209	6	3	15%
K.210	4	3	15%
K.211	6	3	15%

Lama Pakai AC	Nilai kWh AC (per waktu)	K.101	K.102	K.103	K.104	K.105	K.106	K.107	K.108	K.201
08.00-10.00	0.66	2.11	4.22	4.22	2.24	2.24	4.22	3.17	1.12	3.37
10.00-12.30	2.35	7.52	15.04	15.04	7.99	7.99	15.04	11.28	4.00	11.99
13.00-15.00	0.66	2.11	4.22	4.22	2.24	2.24	4.22	3.17	1.12	3.37
15.00-15.50	0.362	1.16	2.32	2.32	1.23	1.23	2.32	1.74	0.62	1.85
16.00-17.00	0.66	2.11	4.22	4.22	2.24	2.24	4.22	3.17	1.12	3.37
17.00-17.50	0.362	1.16	2.32	2.32	1.23	1.23	2.32	1.74	0.62	1.85
18.00-18.50	0.362	1.16	2.32	2.32	1.23	1.23	2.32	1.74	0.62	1.85
19.00-21.30	2.35	7.52	15.04	15.04	7.99	7.99	15.04	11.28	4.00	11.99

Lama Pakai AC	Nilai kWh AC (per waktu)	K.202	K.203	K.204	K.205	K.206	K.207	K.208	K.209	K.210	K.211
08.00-10.00	0.66	3.17	2.24	8.45	1.12	4.22	4.22	2.24	3.37	2.24	3.37
10.00-12.30	2.35	11.28	7.99	30.08	4.00	15.04	15.04	7.99	11.99	7.99	11.99
13.00-15.00	0.66	3.17	2.24	8.45	1.12	4.22	4.22	2.24	3.37	2.24	3.37
15.00-15.50	0.362	1.74	1.23	4.63	0.62	2.32	2.32	1.23	1.85	1.23	1.85
16.00-17.00	0.66	3.17	2.24	8.45	1.12	4.22	4.22	2.24	3.37	2.24	3.37
17.00-17.50	0.362	1.74	1.23	4.63	0.62	2.32	2.32	1.23	1.85	1.23	1.85
18.00-18.50	0.362	1.74	1.23	4.63	0.62	2.32	2.32	1.23	1.85	1.23	1.85
19.00-21.30	2.35	11.28	7.99	30.08	4.00	15.04	15.04	7.99	11.99	7.99	11.99

kWh AC pada saat LWBP = 437,77 kWh /hari

kWh AC pada saat WBP = 286,8 kWh /hari

b. kWh AC /hari pada Gedung S (ruang S101-S504), Lihat persamaan 4.8

Kelas	Total PK	Selisih Suhu (°)	Penurunan Konsumsi Energi AC
S 101	6	2	10%
S 102	6	2	10%
S 103	4	2	10%
S 201	4	2	10%
S 202	6	2	10%
S 203	6	2	10%
S 204	4	2	10%
S 205	6	2	10%
S 301	2	2	10%
S 302	3	2	10%
S 303	2	2	10%
S 304	3	2	10%
S 305	3	2	10%
S 401	4	2	10%
S 402	6	2	10%
S 403	4	2	10%
S 404	4	2	10%
S 405	16	2	10%
S 501	2	2	10%
S 502	4	2	10%
S 504	4	2	10%

Lama Pakai AC	Nilai kWh AC (per waktu)	S 101	S 102	S 103	S 201	S 202	S 203	S 204	S 205	S 301	S 302
08.00-10.00	0.66	3.56	3.56	2.38	2.38	3.56	3.56	2.38	3.56	1.19	1.78
10.00-12.30	2.35	12.69	12.69	8.46	8.46	12.69	12.69	8	12.69	4.23	6.35
13.00-15.00	0.66	3.56	3.56	2.38	2.38	3.56	3.56	2.38	3.56	1.19	1.78
15.00-15.50	0.362	1.95	1.95	1.30	1.30	1.95	1.95	1.30	1.95	0.65	0.98
16.00-17.00	0.66	3.56	3.56	2.38	2.38	3.56	3.56	2.38	3.56	1.19	1.78
17.00-17.50	0.362	1.95	1.95	1.30	1.30	1.95	1.95	1.30	1.95	0.65	0.98
18.00-18.50	0.362	1.95	1.95	1.30	1.30	1.95	1.95	1.30	1.95	0.65	0.98

Lama Pakai AC	Nilai kWh AC (per waktu)	S 303	S 304	S 305	S 401	S 402	S 403	S 404	S 405	S 501	S 502	S 504
08.00-10.00	0.66	1.19	1.78	1.78	2.38	3.56	2.38	2.38	9.50	1.19	2.38	2.38
10.00-12.30	2.35	4.23	6.35	6.35	8.46	12.69	8.46	8.46	33.84	4.23	8.46	8.46
13.00-15.00	0.66	1.19	1.78	1.78	2.38	3.56	2.38	2.38	9.50	1.19	2.38	2.38
15.00-15.50	0.362	0.65	0.98	0.98	1.30	1.95	1.30	1.30	5.21	0.65	1.30	1.30
16.00-17.00	0.66	1.19	1.78	1.78	2.38	3.56	2.38	2.38	9.50	1.19	2.38	2.38
17.00-17.50	0.362	0.65	0.98	0.98	1.30	1.95	1.30	1.30	5.21	0.65	1.30	1.30
18.00-18.50	0.362	0.65	0.98	0.98	1.30	1.95	1.30	1.30	5.21	0.65	1.30	1.30

kWh AC pada saat LWBP = 418,06 kWh /hari

kWh AC pada saat WBP = 64,51 kWh /hari

- c. kWh AC /hari pada Gedung GK (ruang GK301-GK306), Rumus Lihat persamaan 4.8

Kelas	Total PK	Selisih Suhu (°)	Penurunan Konsumsi Energi AC
GK 301	6	4	20%
GK 302	2	4	20%
GK 303	2	4	20%
GK 304	1	4	20%
GK 305	2	4	20%
GK 306	6	4	20%

Lama Pakai AC	Nilai kWh AC (per waktu)	GK 301	GK 302	GK 303	GK 304	GK 305	GK 306
08.00-10.00	0.66	3.17	0.79	1.06	0.53	1.06	3.17
10.00-12.30	2.35	11.28	2.82	3.76	1.88	3.76	11.28
13.00-15.00	0.66	3.17	0.79	1.06	0.53	1.06	3.17
15.00-15.50	0.362	1.74	0.43	0.58	0.29	0.58	1.74
16.00-17.00	0.66	3.17	0.79	1.06	0.53	1.06	3.17
17.00-17.50	0.362	1.74	0.43	0.58	0.29	0.58	1.74
18.00-18.50	0.362	1.74	0.43	0.58	0.29	0.58	1.74

kWh AC pada saat LWBP = 69,44 kWh /hari

kWh AC pada saat WBP = 10,72 kWh /hari

- d. kWh AC /hari pada Gedung Pasca (ruang A101-A104), Rumus Lihat persamaan 4.8

Kelas	Total PK	Selisih Suhu (°)	Penurunan Konsumsi Energi AC
A.101	3	2	10%
A.102	4.5	2	10%
A.103	3.5	2	10%
A.104	3	2	10%

Lama Pakai AC	Nilai kWh AC (per waktu)	A.101	A.102	A.103	A.104
08.00-10.00	0.66	1.78	2.67	2.08	1.78
10.00-12.30	2.35	6.35	9.52	7.40	6.35
13.00-15.00	0.66	1.78	2.67	2.08	1.78
15.00-15.50	0.362	0.98	1.47	1.14	0.98

kWh AC pada saat LWBP = 54,84 kWh /hari

Beberapa ruangan kelas dibiarkan kosong dengan keadaan beban-beban listrik tetap menyala, seperti AC, lampu dibiarkan menyala, LCD Proyektor pada kondisi *stand by*.



Beban Lampu yang Boros di Ruang K.106



Beban Lampu yang Boros di Ruang GK.306



Beban Lampu yang Boros di Ruang K.103



Beban LCD Proyektor dalam keadaan *stand by* meskipun tidak ada orang



Beban AC yang Boros dengan Penyetelan Temperature AC 16⁰ C