



UNIVERSITAS INDONESIA

***“LIFE CYCLE COST ANALYSIS PENGGUNAAN LAMPU
HEMAT ENERGI di FAKULTAS TEKNIK, UI”***

SKRIPSI

LILIS PURNAMASARI

0806319532

FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2012



UNIVERSITAS INDONESIA

***“LIFE CYCLE COST ANALYSIS PENGGUNAAN LAMPU
HEMAT ENERGI di FAKULTAS TEKNIK, UI”***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

LILIS PURNAMASARI

0806319532

FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2012

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

“*Life Cycle Cost Analysis* Penggunaan Lampu Hemat Energi di Fakultas Teknik,
UI”

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

Nama : Lilis Purnamasari

NPM : 0806319532

Tanda Tangan :



Tanggal : 29 Juni 2012

HALAMAN PENGESAHAN

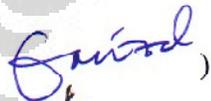
Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Lilis Purnamasari
NPM : 0806319532
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi :

*“Life Cycle Cost Analysis Penggunaan Lampu Hemat Energi di Fakultas Teknik,
UI”*

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Farizal, Ph. D

()

Penguji : Arian Dhini, ST., MT

()

Penguji : Maya Arlini Puspasari, ST., MT., MBA

()

Penguji : Sumarsono Sudarto, ST., MT

()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 21 Juni 2012

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa, tanpa adanya bantuan-bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dari masa perkuliahan sampai penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit untuk penulis dapat segera menyelesaikan penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Bapak Prof. Dr. Ir. Teuku Yuri M. Zagloel M.Eng. Sc, Selaku ketua Departemen Teknik Industri Universitas Indonesia
- 2) Ibu Ir. Fauzia Dianawati, M.Si, selaku ibu sekretaris Departemen Teknik Industri Universitas Indonesia yang sudah sangat membantu sekali dalam banyak hal
- 3) Bapak Dr. Akhmad Hidayatno ST, MBT, selaku dosen pembimbing akademik yang luar biasa
- 4) Bapak Farizal, Ph.D selaku dosen pembimbing skripsi yang selalu sabar, optimis, dan bersemangat dalam membimbing dan mengarahkan penyusunan skripsi ini hingga selesai
- 5) Ibu Ir. Isti Surjandari Prajitno MT., MA., Ph.D. Ibu Arian Dhini, ST., MT. Ibu Maya Arlini Puspasari, ST., MT.,MBA. Dan Bapak Sumarsono Sudarto, ST.,MT selaku dosen penguji. Terima kasih atas kritik dan saran yang membangun
- 6) Bapak Dharsono dan Bapak Dzulkifli Farhan selaku pembimbing lapangan yang telah membantu dalam proses pengambilan data
- 7) Ibu Har, Mba Willy, Babeh (Pak Mursyid) terima kasih untuk segala bantuannya selama berada di Departemen Teknik Industri UI
- 8) Ibu Alm. Rachmiwati, Bapak Gunawan Jusuf, Ibu Dr. Purwaty Lee Couhault, semua pihak serta semua staf *Sugar Group Companies* yang telah memberikan beasiswa dan segala keringanan sejak awal perkuliahan hingga saat ini, luar biasa

- 9) Kedua Orang Tua saya. Ibu, Bapak terima kasih atas doa dan dukungan yang tidak bosan-bosannya diberikan dan dikirimkan untuk puteri tercintanya
- 10) Adek tersayang Mohammad Mustajab, terima kasih atas segala bentuk dukungan selama ini untuk kakaknya
- 11) Sahabat dan orang-orang terdekat yang selalu memberikan doa dan semangat mas Kesuma Ferdianto, Mentari Andriani, Dezy Purwita, Ana Purnama, dan semua teman-teman *Scholars Sugar* tercinta
- 12) Fitri Yulianti, Elvaretta, Ayu wulandari, Rama Raditya dan teman-teman sharing lainnya. Terima kasih atas sharing, doa, dukungan, dan bantuan yang diberikan selama penyusunan
- 13) Rekan-rekan satu bimbingan Fitri, Indah, Harumi, Wenty, Syarif, Septyan, dan Patricia terima kasih atas kerja sama dan segala bantuan dalam satu semester yang luar biasa
- 14) Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan, terima kasih atas segala bantuan dalam proses penyusunan skripsi ini

Depok, 29 Juni 2012



Penulis

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

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

Nama : Lilis Purnamasari
NPM : 0806319532
Program Studi : Teknin Industri
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

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

“*Life Cycle Cost Analysis* Penggunaan Lampu Hemat Energi di Fakultas Teknik, UI”

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, mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 15 Juni 2012

Yang Menyatakan,



(Lilis Purnamasari)

ABSTRAK

Nama : Lilis Purnamasari
NPM : 0806319532
Program Studi : Teknik Industri
Judul :

“Life Cycle Cost Analysis Penggunaan Lampu Hemat Energi di Fakultas Teknik, UI”

Penerangan merupakan salah satu kebutuhan primer manusia dimanapun berada, karena dengan adanya penerangan itu akan sangat membantu aktivitas dan produktivitas manusia. Semakin banyak jumlah manusia kebutuhan akan penerangan itu pun juga bertambah. Hal tersebut berarti berbanding lurus dengan kebutuhan listrik. Seiring dengan perkembangan teknologi, muncul produk-produk lampu hemat energi. Kebenaran daya lampu hemat energi tersebut perlu diuji apakah benar lampu tersebut hemat, dan seberapa persen penghematannya. Pada penelitian ini dilakukan pengecekan daya lampu dan perhitungan penghematan lampu hemat energi menggunakan metode LCCA dari 2 alternatif lampu yang direkomendasikan. Lampu yang diteliti adalah TL, CFL, dan lampu LED. Hasilnya, lampu LED terpilih menjadi lampu pengganti TL dengan tingkat penghematan biaya sebesar 11% dan penghematan daya sebesar 87% dari lampu TL yang digunakan di bangunan-bangunan FT UI.

Kata Kunci : penerangan, lampu, hemat energi, LCCA

ABSTRACT

Name : Lilis Purnamasari
NPM : 0806319532
Program Study : Industrial Engineering
Title :

***“Life Cycle Cost Analysis, the use of energy saving lamp in Faculty of
Engineering, University of Indonesia)***

Lighting is one of the primary needs of human beings everywhere, because with the lighting that will greatly assist human activity and productivity. The more the number of people will need that information was also increased. It means directly proportional to the demand for electricity. Along with technological developments, emerging products of energy saving lamps. Truth is power energy saving lamp needs to be tested whether the saving lamps, and how much percent savings. In this study done checking power saving lamps and energy-efficient lighting calculations using the LCCA of two alternative lights recommended. Studied the TL lamps, CFL, and LED lights. The result, the LED replacement lamp TL was elected to the rate of 11% cost savings and power savings of 87% of TL lamps used in buildings of FT-UI.

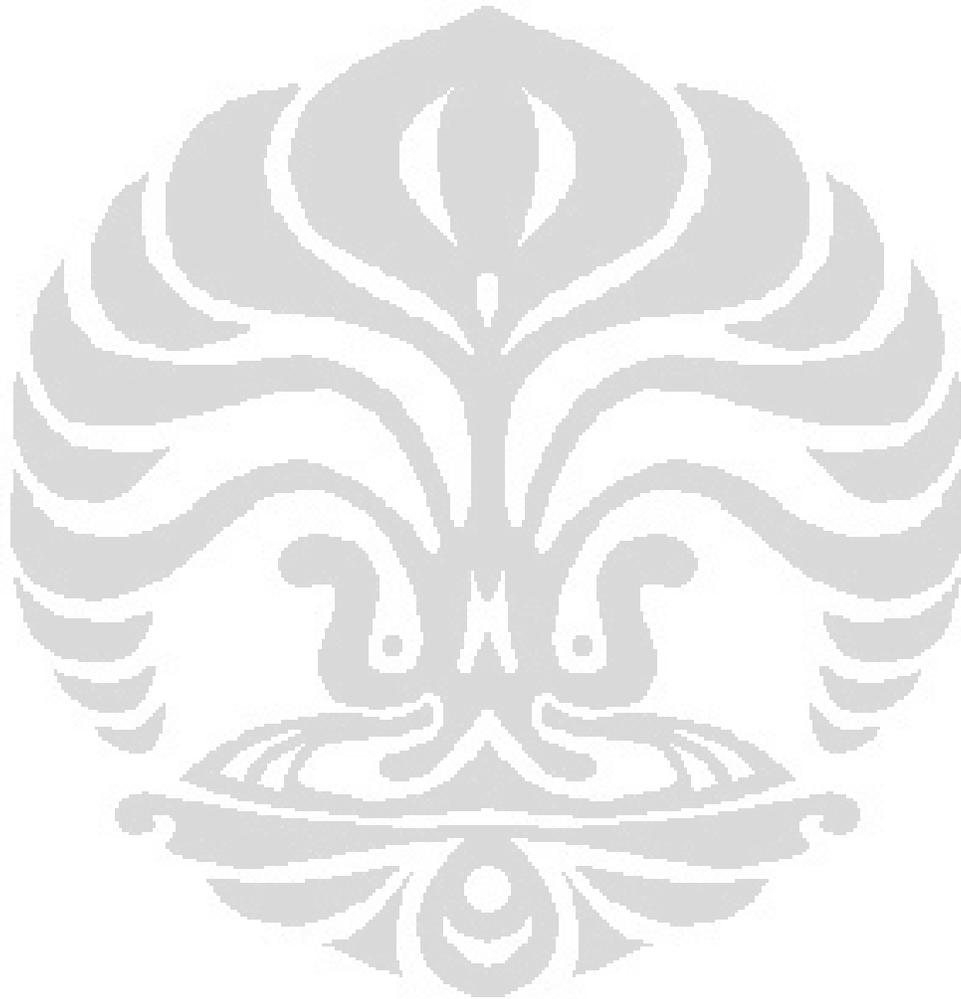
Key words: lighting, Lamp, energy saving , LCCA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1 : PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.1.1 Pertumbuhan Penduduk	1
1.1.2 Kebutuhan Listrik Meningkat	2
1.1.3 Perkembangan Teknologi	4
1.2 Diagram Keterkaitan Masalah.....	5
1.3 Rumusan Masalah	7
1.4 Tujuan Penelitian.....	7
1.5 Batasan Masalah.....	7
1.6 Metodologi Penelitian.....	8
1.7 Sistematika Penulisan.....	10
BAB 2 : DASAR TEORI.....	11
2.1 Pengertian Pencahayaan	11
2.1.1 Pencahayaan	11
2.1.2 Jenis Penerangan	12
2.1.3 Tipe Penerangan	13
2.1.4 Pengaruh Penerangan.....	13
2.2 Jenis-Jenis Lampu	13
2.2.1 Lampu Pijar (<i>Incandescence Lamp</i>).....	13
2.2.2 Lampu Neon (<i>Flourescene Lamp</i>)	14
2.2.3 Lampu Neon yang Kompak (<i>Compact Flourescene Lamp</i>).....	16
2.2.4 Lampu LED (<i>Light Emiting Dioda</i>)	17
2.3 <i>LIFE CYCLE COST ANALYSIS (LCCA)</i>	17
2.3.1 Perkiraan Biaya pada LCCA	18
2.3.2 Perhitungan <i>Life-Cycle Cost</i>	19
2.3.3 Perhitungan Parameter suplementer	19
2.3.4 <i>Annual Worth Annalysis (AWA)</i>	21

2.4 ANALISIS SENSITIVITAS	23
2.4.1 Pengertian Analisis Sensitivitas	23
2.4.2 Tujuan Analisis Sensitivitas.....	23
2.4.3 Teknik Analisis Sensitivitas.....	24
2.5 ANALISIS TITIK IMPAS (<i>BREAK EVEN POINT</i>).....	24
2.5.1 Pengertian Analisis Titik Impas	24
2.5.2 Manfaat Analisis Sensitivitas.....	25
2.5.3 Kelemahan Analisis Sensitivitas	28
2.5.4 Kegunaan Analisis Sensitivitas	28
2.5.5 Rumus Analisis Sensitivitas.....	28
BAB 3 : PENGAMBILAN dan PENGOLAHAN DATA	29
3.1 PENGAMBILAN DATA	29
3.1.1 Pengambilan Data di FT UI	30
3.1.2 Pengambilan Data di <i>Departement Store</i>	31
3.1.3 Pengambilan Data di Laboratorium <i>Factory PT. X</i>	32
3.1.3.a Pengukuran Daya Lampu TL 40 Watt.....	32
3.1.3.b Pengukuran Daya Lampu TL 36 Watt	34
3.1.3.c Pengukuran Daya Lampu TL 21 Watt.....	36
3.1.3.d Pengukuran Daya Lampu CFL 23 Watt	38
3.1.3.e Pengukuran Daya Lampu CFL 18 Watt	39
3.1.3.f Pengukuran Daya Lampu Tornado 24 Watt.....	41
3.1.4 Tarif Dasar Listrik Negara	41
3.2 PENGOLAHAN DATA (PERHITUNGAN AWAL).....	42
3.2.1 Perhitungan Biaya Untuk Lampu <i>Existing</i>	44
3.2.2 Perhitungan Biaya Untuk Rencana Lampu <i>Retrofitting</i>	45
3.3 EVALUASI ALTERNATIF	50
3.3.1 Evaluasi Dengan Metode <i>Annual Worth Annalysis</i>	50
3.4 PERHITUNGAN <i>LIFE CYCLE COST ANALYSIS</i>	57
3.4.1 Perhitungan <i>Electricity Consumption</i>	57
3.4.2 Perhitungan <i>Energi Saving</i>	57
3.4.3 Perhitungan <i>Bill Saving</i>	58
3.4.4 Perhitungan <i>Operating Cost</i>	58
3.4.5 Perhitungan <i>Payback Period</i>	58
3.4.6 Perhitungan Biaya LCC.....	59
BAB 4 : ANALISA	61
4.1 Analisa Hasil Pengukuran Daya.....	61
4.2 Analisa Hasil Perhitungan Biaya.....	64
4.3 Analisa Hasil Evaluasi Pemilihan Alternatif	68
4.4 Analisa Hasil Perhitungan Life Cycle Cost	69
4.6 Analisa Sensitivitas	70
BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1 KESIMPULAN.....	73

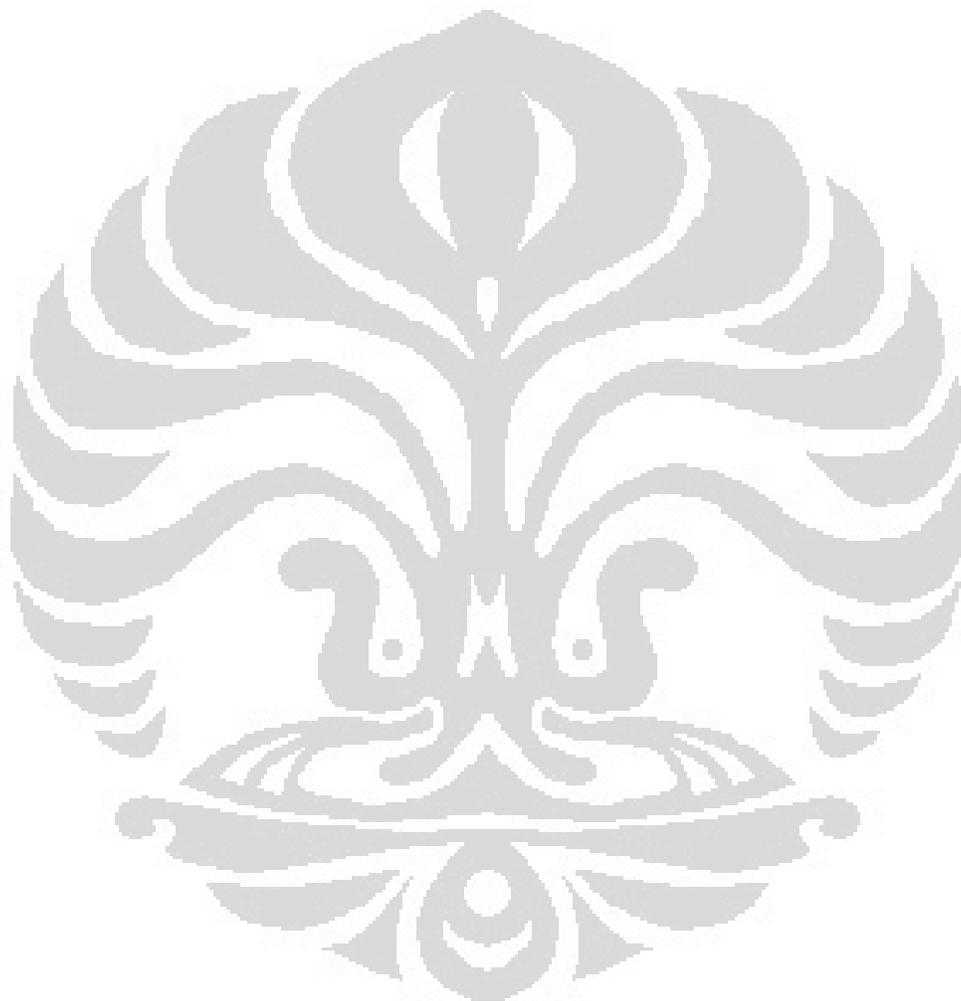
5.2 SARAN.....	74
DAFTAR REFERENSI	75



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Titik Lampu di Gedung FT UI.....	33
Tabel 3.2 Rekap Data Titik Lampu di Gedung FT UI.....	33
Tabel 3.3 Persentase Penggunaan Jenis Lampu Terbanyak.....	34
Tabel 3.4 Daftar Harga dan Spesifikasi Lampu Merek Philips.....	35
Tabel 3.5 Daya TL 40 Watt, Baru	36
Tabel 3.6 Daya TL 40 Watt, 4 Bulan.....	36
Tabel 3.7 Daya TL 40 Watt, 8 Bulan.....	37
Tabel 3.8 Daya TL 40 Watt, 1 Tahun.....	37
Tabel 3.9 Daya TL 36 Watt, Baru	38
Tabel 3.10 Daya TL 36 Watt, 4 Bulan.....	38
Tabel 3.11 Daya TL 36 Watt, 8 Bulan.....	39
Tabel 3.12 Daya TL 36 Watt, 1 Tahun.....	39
Tabel 3.13 Daya TL 21 Watt, Baru	40
Tabel 3.14 Daya TL 21 Watt, 4 Bulan.....	40
Tabel 3.15 Daya TL 21 Watt, 8 Bulan.....	41
Tabel 3.16 Daya TL 21 Watt, 1 Tahun.....	41
Tabel 3.17 Daya TL 23 Watt, Baru	42
Tabel 3.18 Daya TL 23 Watt, 4 Bulan.....	42
Tabel 3.19 Daya TL 18 Watt, Baru	43
Tabel 3.20 Daya TL 18 Watt, 4 Bulan.....	43
Tabel 3.21 Daya TL 24Watt, Baru	44
Tabel 3.22 Daya TL 24Watt, 4 Bulan.....	44
Tabel 3.23 Tarif Dasar Listrik Untuk Keperluan Layanan Sosial.....	45
Tabel 3.24 Total Penggunaan Daya Untuk Penerangan Gedung	46
Tabel 3.25 Perhitungan Unit Rekomendasi Penggantian Lampu.....	47
Tabel 3.26 <i>Initial Cost</i> Penggunaan Lampu <i>Existing</i>	48
Tabel 3.27 <i>Annual Cost</i> Penggunaan Lampu <i>Existing</i>	49
Tabel 3.28 <i>Initial Cost</i> Penggunaan Lampu CFL Tornado.....	50
Tabel 3.29 <i>Annual Cost</i> Penggunaan Lampu CFL Tornado	50
Tabel 3.30 <i>Initial Cost</i> Penggunaan Lampu LED	52
Tabel 3.31 <i>Annual Cost</i> Penggunaan Lampu LED.....	52
Tabel 3.32 <i>Cash Flow Annual Worth</i>	55
Tabel 4.1 Pengecekan Daya Lampu TL 40 Watt, Baru	64
Tabel 4.2 Pengecekan Daya Lampu TL 40 Watt, 4 Bulan	64
Tabel 4.3 Pengecekan Daya Lampu TL 40 Watt, 8 Bulan	64
Tabel 4.4 Pengecekan Daya Lampu TL 40 Watt, 1 Tahun.....	65
Tabel 4.5 Pengecekan Daya Lampu TL 36 Watt, Baru	65
Tabel 4.6 Pengecekan Daya Lampu TL 36 Watt, 4 Bulan	65

Tabel 4.7 Pengecekan Daya Lampu TL 36 Watt, 8 Bulan	66
Tabel 4.8 Pengecekan Daya Lampu TL 36 Watt, 1 Tahun.....	66
Tabel 4.9 Skenario Analisis Sensitivitas Skenario	73
Tabel 4.10 Analisa Sensitivitas Skenario 1,2, dan 3.....	73
Tabel 4.11 Analisa Sensitivitas Skenario 4.....	74

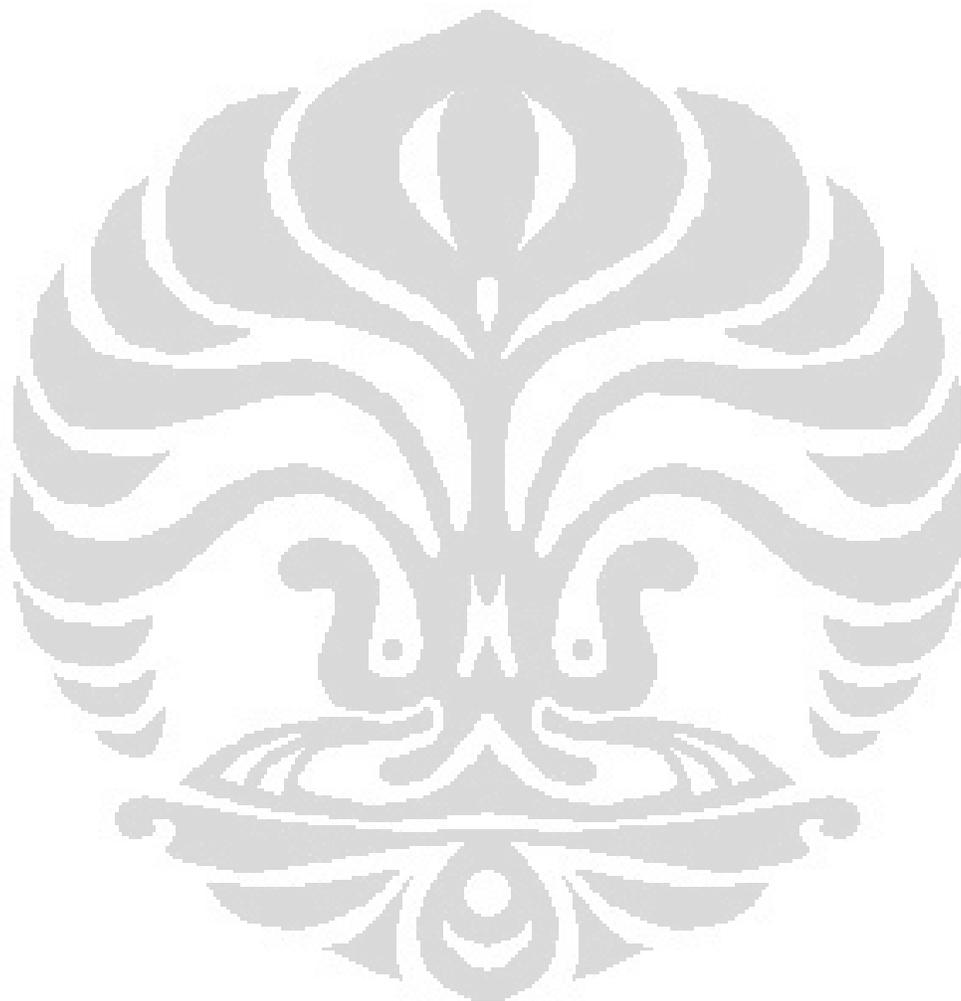


DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Pertumbuhan Penduduk 1990-2011.....	1
Gambar 1.2 Grafik Kebutuhan Listrik 2010	2
Gambar 1.3 Jenis Lampu.....	4
Gambar 1.4 Diagram Keterkaitan Masalah.....	6
Gambar 1.5 Diagram Metodologi Penelitian	9
Gambar 2.1 Radiasi Yang Tampak.....	12
Gambar 2.2 Lampu Pijar dan Diagram Alir Energi.....	14
Gambar 2.3 Diagram Alisr Energi Lampu Neon.....	16
Gambar 2.4 Lampu Neon Kompak (CFL)	17
Gambar 3.1 Persentase Penggunaan Lampu Terbanyak di Gedung FT UI.....	34
Gambar 3.2 Selisih Biaya Investasi TL Vs Tornado	51
Gambar 3.3 Selisih Biaya Tahunan TL Vs Tornado	51
Gambar 3.4 Selisih Biaya Investasi TL Vs LED.....	53
Gambar 3.5 Selisih Biaya Tahunan TL Vs Tornado Vs LED.....	53
Gambar 4.1 Selisih Biaya Investasi TL Vs Tornado	69
Gambar 4.2 Selisih Biaya Tahunan TL Vs Tornado	69
Gambar 4.3 Selisih Biaya Investasi TL Vs LED.....	70
Gambar 4.4 Selisih Biaya Tahunan TL Vs Tornado Vs LED.....	70
Gambar 4.5 Analisa Sensitivitas Skenario 1,2, dan 3.....	74
Gambar 4.6 Analisa Sensitivitas Skenario 4.....	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Peraturan Pemerintah Mengenai Tarif Dasar Listrik



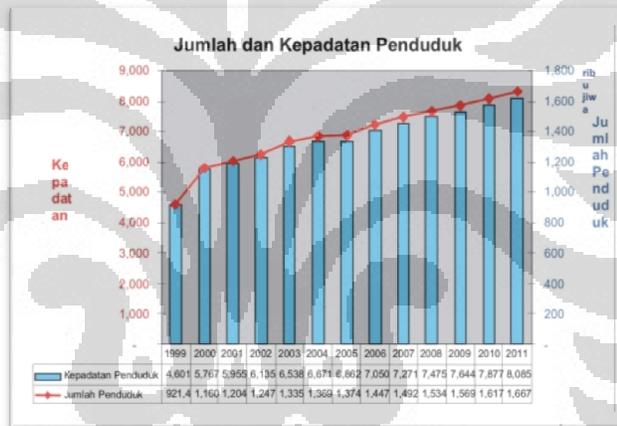
BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.1.1 Pertumbuhan Penduduk

Seperti yang diketahui, bahwasannya Indonesia merupakan negara ke-3 yang memiliki jumlah penduduk terpadat setelah China dan India di dunia. Data yang tercatat di Departemen Kementrian Dalam Negeri Republik Indonesia, penduduk Indonesia terhitung dari 31 Desember 2010 sampai dengan 31 Desember 2011 mencapai angka 259.940.857 jiwa. Dengan jumlah terdiri dari 132.240.055 laki-laki dan 127.700.802 perempuan¹. Pertumbuhan penduduk Indonesia juga bisa dilihat pada grafik berikut ini;



Gambar 1.1 Grafik Pertumbuhan Penduduk 1999-2011

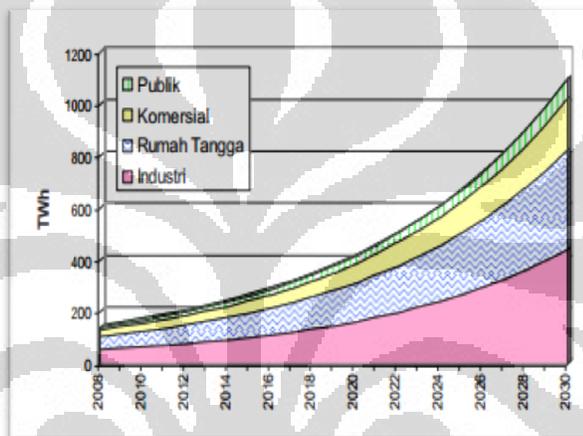
Sumber : Kemendagri, Tahun 2011

Pada grafik di atas terlihat jelas bahwasannya peningkatan jumlah penduduk yang drastis terjadi pada tahun 1999 ke tahun 2000. Dengan angka pertambahan kepadatan penduduk mencapai 5.767 jiwa dari 4.601 jiwa dan jumlah penduduk meningkat menjadi 1.160 jiwa dari 921,4 jiwa per tahunnya. Sehingga bisa dilihat juga pada tahun 2011 kepadatan penduduk sudah mencapai 8.085 jiwa pertahun dengan jumlah pertambahan penduduknya mencapai 1.667 jiwa per tahun. Tentu dengan adanya angka pertumbuhan yang seperti di atas pasti akan berpengaruh pada tingkat kebutuhan listrik nasional di Indonesia.

¹ Data sensus Kemendagri RI, Tahun 2011

1.1.2 Kebutuhan Energi Listrik Meningkat

Energi listrik merupakan salah satu elemen penting yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan manusia. Hampir semua alat pendukung aktivitas manusia menggunakan energi listrik. Energi listrik dibutuhkan mulai dari pengerjaan pekerjaan rumah tangga seperti penerangan, mencuci baju, menyetrিকা, hiburan (televisi, *music player*, radio, dan lain-lain), pompa air, kulkas, dan masih banyak lainnya hingga dibutuhkan untuk kebutuhan penunjang proses belajar mengajar serta kebutuhan produksi dalam sebuah industri. Seperti bisa dilihat pada gambar grafik berikut ini;



Gambar 1.2 Grafik kebutuhan listrik nasional 2010

Sumber : Pusat Pengembangan Energi Nasional, Tahun 2010

Gambar grafik di atas menjelaskan bahwa mulai tahun 2008 hingga tahun 2030 kebutuhan listrik nasional diprediksikan akan naik mencapai rata-rata 9,8% per tahun². Kebutuhan listrik yang meningkat tentu akan mengakibatkan jumlah energi primer menjadi berkurang atau bahkan menjadi langka. Jika energi primer langka maka harga jual energi primer menjadi naik, dan ini mengakibatkan harga listrik menjadi naik pula.

Untuk memenuhi semua kebutuhan listrik yang ada maka harus ada pembangkit listrik yang sesuai kebutuhan sebagai sumber energi. Seperti yang sudah banyak diketahui, sumber energi listrik bisa dihasilkan dari beberapa pembangkit listrik seperti PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air), PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap), PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya),

² Pusat Pengembangan Energi Nasional, Tahun 2010

PLTD (Pembangkit Listrik Tenaga Diesel) dan PLTN (Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir). Akan tetapi pembangkit listrik yang paling banyak dibangun di Indonesia adalah PLTA, PLTD dan PLTU.

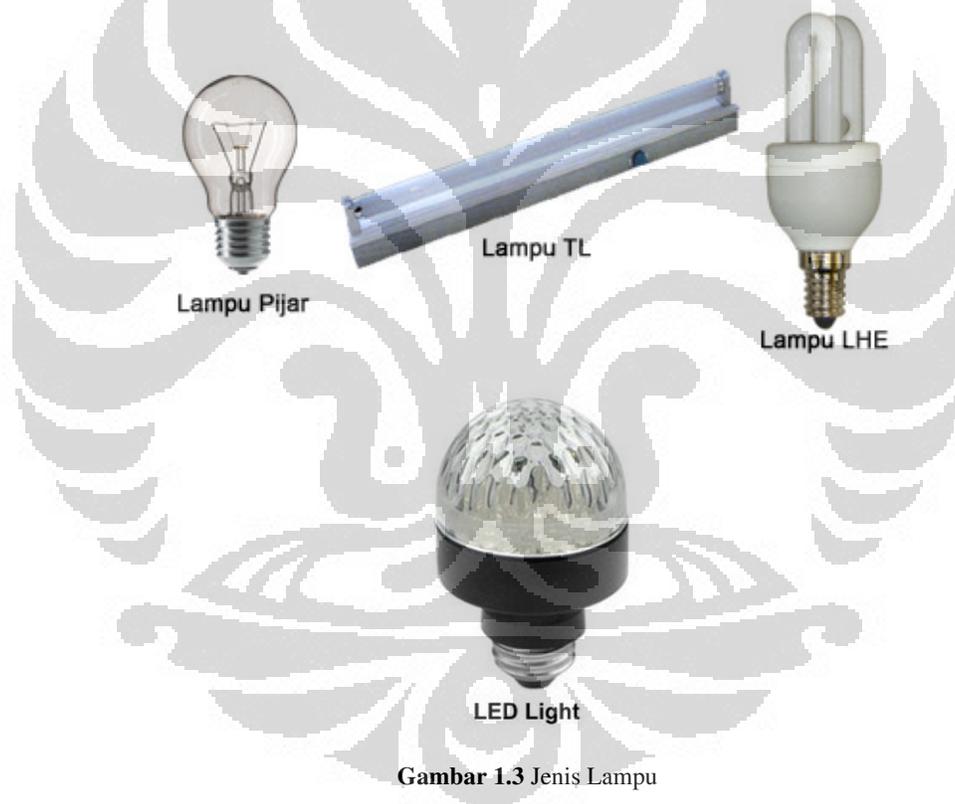
Selain itu seiring dengan tingginya pertumbuhan penduduk berarti sangat mempengaruhi tingkat pendidikan di Indonesia, hal tersebut juga berpengaruh kepada kebutuhan akan gedung kuliah. Semakin banyaknya gedung kuliah yang dibangun maka konsumsi listrik juga meningkat. Kebutuhan akan lampu sebagai penerangan juga meningkat. Jumlah kampus yang mempunyai pembangkit listrik sendiri itu masih terbatas jumlahnya. Sisanya masih membeli listrik dari PLN melalui gardu-gardu listrik yang ada. Penggunaan listrik di kompleks *education building* memang tidak hanya untuk penerangan saja, seperti untuk penggunaan AC (*Air Conditioner*), penggunaan LCD, *speaker*, *sound system*, dan lain-lain. Pada penelitian kali ini penulis mengambil *concern* pada sektor penerangannya saja, dan penelitian ini hanya dilakukan di kampus Fakultas Teknik Universitas Indonesia (FT UI). Penggunaan lampu yang banyak tentu bisa menjadi masalah tersendiri.

Permasalahan tersebut merupakan permasalahan yang menarik untuk diteliti dan diselesaikan. Karena listrik yang digunakan oleh kompleks kampus FT UI merupakan listrik dari PLN, tentu ini akan membantu bagaimana caranya untuk bisa mendapatkan penerangan yang dibutuhkan dengan biaya pengeluaran seminimal mungkin. Maka nantinya akan diberikan alternatif solusi dari hasil riset lapangan yang awalnya akan dimulai dengan meneliti kebenaran daya dari tiap unit lampu yang digunakan saat ini, kemudian menghitung jumlah keseluruhan unit lampu yang digunakan oleh kompleks kampus FT UI, kemudian setelah itu dihitung jumlah total daya dan biaya yang dikeluarkan untuk semua lampu. Melakukan perbandingan dengan beberapa *brand* lampu lainnya untuk didapatkan perumpamaan biaya dalam hal yang sama. Kemudian dapat disimpulkan lampu manakah yang lebih hemat energi. Pemilihan lampu hemat energi ini dapat membantu pihak kampus mengurangi biaya pengeluaran, jika riset di kampus FT UI berhasil membantu *reduce cost* dan mengurangi daya penggunaan listrik, maka riset selanjutnya bisa diterapkan pada kampus lainnya di kampus UI. Hal ini juga membantu kampus UI menjalankan program hemat

energi dan *save environment* yang dapat menguntungkan kampus ui sendiri, masyarakat, dan negara.

1.1.3 Perkembangan Teknologi

Adanya pertumbuhan penduduk juga berpengaruh pada perkembangan teknologi. Karena semakin bertambah jumlah penduduk maka semakin berkembang zaman dan teknologi akan semakin berkembang juga, baik dalam lingkup bisnis maupun dalam lingkup pengembangan produk. Perkembangan teknologi dalam lingkup pengembangan produk yang masih berkaitan dengan naiknya kebutuhan listrik adalah munculnya inovasi-inovasi lampu yang hemat energi. Seperti terlihat gambar perkembangan jenis lampu berikut ini;



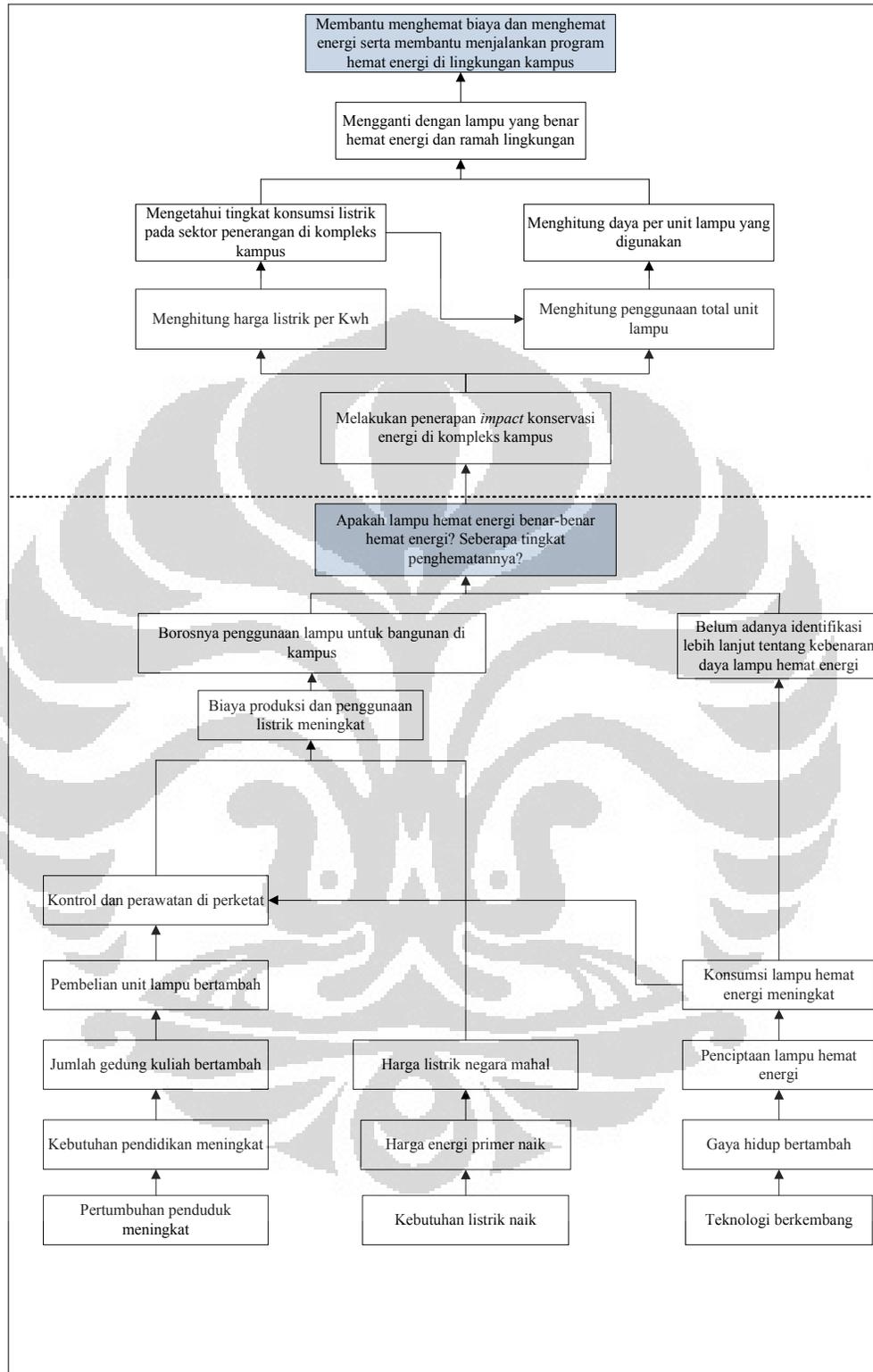
Gambar 1.3 Jenis Lampu

Seperti yang terlihat pada gambar di atas, awalnya hanya lampu pijar biasa. Warna cahaya kuning oranye atau yang disebut juga dengan lampu (*Incandescent light bulb*), kemudian lampu pijar mulai ditinggalkan dan beralih kepada lampu neon yang panjang atau biasa disebut sebagai lampu tabung (*Tubular Lamp*). sampai saat ini lampu ini masih ada dan bahkan sudah banyak *tubular lamp* yang hemat energi. Kemudian muncul lagi jenis lampu yang baru dan dikenal sebagai Lampu LED (*Light Emitting Diode*).

Kemudian yang menjadi masalah saat ini adalah banyak sekali *brand* produk lampu yang mengaku produknya hemat energi dan saat ini kebetulan belum ada yang mengidentifikasi lebih lanjut atau yang meneliti kebenaran dari daya lampu hemat energi. Apakah lampu tersebut benar-benar hemat? Seberapa persenkah penghematannya?. Dengan adanya penelitian ini diharapkan ada hasil yang memberikan penggambaran manakah yang seharusnya diterapkan kompleks *education building*. Apakah lebih baik menggunakan lampu hemat energi yang lebih kecil dayanya, lebih lama *life time* nya, tetapi Mahal harga produknya. Atau lebih baik menggunakan lampu biasa yang dayanya besar, *life time*-nya sebentar, tetapi murah harga produknya.

1.2 Diagram Keterkaitan Masalah

Dibawah ini adalah diagram keterkaitan masalah yang menggambarkan keterkaitan antar masalah berdasarkan penggambaran latar belakang diatas yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1.4 Diagram Keterkaitan Masalah

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas dan diagram keterkaitan masalah yang ada, maka pokok permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah diketahui adanya pemborosan dalam penggunaan lampu sebagai sumber penerangan di kampus FT UI, namun dilain sisi saat ini banyaknya sekali *brand* produk lampu yang mengaku produknya hemat energi sehingga dapat mengurangi terjadinya pemborosan. Apakah lampu yang mengaku hemat energi tersebut benar hemat energi? Berapa persenkan penghematannya? dan seperti apa dampak terhadap lingkungannya?

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Membuktikan kebenaran daya dari lampu hemat energi, dan Membuktikan kebenaran dari penghematannya
2. Mendapatkan hasil analisa perhitungan efisiensi penghematan dan efisiensi biaya penggunaan lampu hemat energi pada kompleks *education building* dan Memberikan alternatif solusi dalam pemilihan lampu hemat energi serta ramah lingkungan yang dapat memberikan manfaat bagi kompleks *education building* tersebut.
3. Membandingkan *life cycle cost* lampu yang hemat energi dengan lampu yang non-hemat energi (TL)

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini dilakukan pembatasan masalah agar pelaksanaan serta hasil yang akan diperoleh sesuai dengan tujuan pelaksanaannya. Adapun batasan masalahnya adalah:

1. Objek dari penelitian dibatasi pada lingkup kompleks kampus Fakultas Teknik Universitas Indonesia
2. Variabel penentu : penghematan daya, Harga lampu, lumen lampu dan *life time* lampu
3. Perhitungan biaya yang dimaksudkan adalah perhitungan biaya manual yang dihitung berdasarkan satuan unit lampu (unit), satuan daya lampu (watt) dan *life time* (tahun)

1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penentuan topik penelitian

Topik yang diajukan dalam penelitian ini berkaitan dengan konservasi energi listrik yang lebih banyak membahas pada sektor penerangan di kompleks *education buiding* Kampus Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok

2. Pembahasan landasan teori

Pada bagian ini, landasan teori yang berhubungan dengan topik penelitian akan ditentukan. Landasan teori ini nantinya akan dijadikan referensi untuk menyelesaikan permasalahan penelitian ini. Adapun landasan teori yang terkait antara lain energi listrik, kemudian juga membahas mengenai lampu, dan tentunya membahas mengenai metode LCCA (*Life Cycle Cost Analysis*).

3. Pengumpulan dan pengolahan data

Pengumpulan data dilakukan berdasarkan data primer melalui pengamatan langsung serta didasarkan pada data sekunder yang berasal dari referensi jurnal dan sumber-sumber lainnya. Data yang diambil berupa data banyak rumah, banyak lampu yang digunakan, besar daya per unit lampu yang digunakan, biaya per unit lampu yang digunakan, dan juga harga perKwh dari PLN. Semua data yang sudah didapatkan kemudian diolah untuk mendapatkan total daya konsumsi listrik untuk kampus Fakultas Teknik. Membuat *cash flow* dari hasil pengumpulan data lampu pembanding. Kemudian dihitung tingkat profit yang didapat.

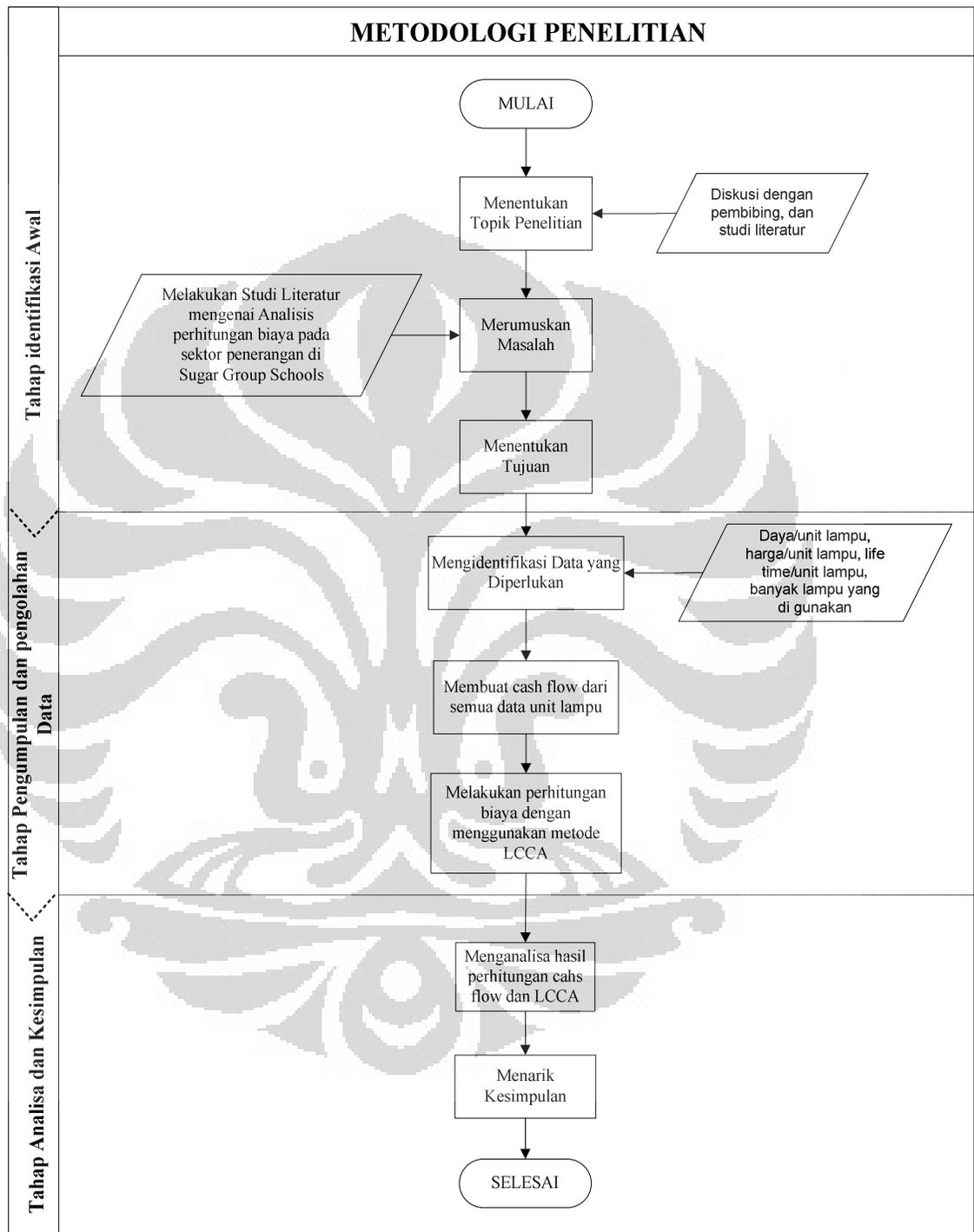
4. Analisa data

Tahap selanjutnya adalah menganalisa dari hasil pengolahan data untuk kemudian bisa diambil kesimpulan. Kira-kira manakah yang terlihat lebih hemat dan lebih murah untuk bisa di gunakan oleh kampus Fakultas Teknik.

5. Kesimpulan dan saran

Dalam tahap ini akan ditarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta saran dan masukan untuk kampus Universitas Indonesia dan untuk peneliti yang akan melanjutkan penelitian ini.

Berikut ini merupakan diagram alir metodologi dari penelitian yang akan dilakukan:



Gambar1.5 Diagram Metodologi Penelitian

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini dibagi menjadi 5 bab sebagai berikut;

Bab 1 Pendahuluan

Merupakan pendahuluan yang menjelaskan latar belakang dilakukannya penelitian, diagram keterkaitan masalah, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup permasalahan, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan

Bab 2 Dasar Teori

Pada bab ini membahas mengenai dasar-dasar teori yaitu pembahasan tentang pengertian penerangan, membahas tentang jenis lampu, kemudian membahas pula mengenai metode-metode konservasi energi listrik dan membahas tentang metode LCCA (*Life Cycle Cost Analysis*).

Bab 3 Pengumpulan Data

Pada bab ini akan membahas tentang tahapan kegiatan pengumpulan data. Data yang akan diambil adalah data primer atau data yang diambil langsung dari riset lapangan. Selain itu juga menggunakan data sekunder sebagai data pendukung.

Bab 4 Analisa

Pada bab ini berisikan tentang pengolahan data dari semua data yang sudah didapatkan, serta mengungkap analisa dari hasil pengolahan data sebelum akhirnya didapatkan sebuah solusi dari hasil analisa.

Bab 5 Penutup

Berisi kesimpulan dari keseluruhan penelitian yang meliputi hasil keseluruhan pengolahan data dan saran berupa masukan bagi peneliti selanjutnya.

BAB 2 DASAR TEORI

2.1. Pengertian Pencahayaan

2.1.1 Pencahayaan

Pencahayaan dapat diartikan sebagai jumlah penyinaran pada suatu bidang kerja yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan secara efektif¹. Mata dapat melihat sesuatu jika mendapatkan rangasangan dari gelombang cahaya. Cahaya yang datang dari sumber cahaya dan dari benda yang memancarkan cahaya atau benda yang memantulkan sinar dari sumber cahaya. Jadi, terang suatu ruangan akan ditentukan oleh sumber cahaya dan cahaya yang dipantulkan oleh benda-benda yang ditempatkan di dalam ruang termasuk lantai, dinding, plafon, pintu dan sebagainya².

Cahaya hanya merupakan satu bagian berbagai jenis gelombang elektromagnetis yang terbang ke angkasa. Gelombang tersebut memiliki panjang dan frekuensi tertentu, yang nilainya dapat dibedakan dari energi cahaya lainnya dalam spektrum elektromagnetisnya. Cahaya dipancarkan dari suatu benda dengan fenomena sebagai berikut:

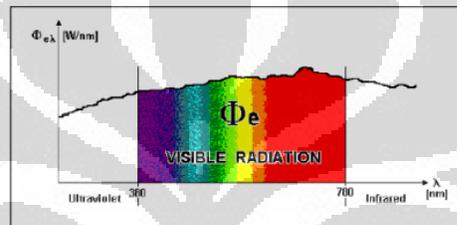
- **Pijar:** padat dan cair memancarkan radiasi yang dapat dilihat bila dipanaskan sampai suhu 1000K. Intensitas meningkat dan penampakan menjadi semakin putih jika suhu naik.
- **Muatan Listrik:** Jika arus listrik dilewatkan melalui gas maka atom dan molekul memancarkan radiasi dimana spektrumnya merupakan karakteristik dari elemen yang ada.
- **Electro luminescence:** Cahaya dihasilkan jika arus listrik dilewatkan melalui padatan tertentu seperti semikonduktor atau bahan yang mengandung fosfor.
- **Photoluminescence:** Radiasi pada salah satu panjang gelombang diserap, biasanya oleh suatu padatan, dan dipancarkan kembali pada berbagai panjang

¹ Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1992

² Santoso, A, 2006

gelombang. Bila radiasi yang dipancarkan kembali tersebut merupakan fenomena yang dapat terlihat maka radiasi tersebut disebut *fluorescence* atau *phosphorescence*.

Cahaya nampak, seperti yang dapat dilihat pada spektrum elektromagnetik, diberikan dalam Gambar 1, menyatakan gelombang yang sempit diantara cahaya ultraviolet (UV) dan energi inframerah (panas). Gelombang cahaya tersebut mampu merangsang retina mata, yang menghasilkan sensasi penglihatan yang disebut pandangan. Oleh karena itu, penglihatan memerlukan mata yang berfungsi dan cahaya yang nampak.



Gambar 2.1 Radiasi yang Tampak

Sumber : Biro Efisiensi Energi, 2005

2.1.2 Jenis Penerangan

Penerangan diklasifikasikan berdasarkan cara pendistribusiannya³ menjadi:

- a). Penerangan langsung (*direct lighting*), hampir semua cahaya didistribusikan ke bawah (90-100%), paling efisien digunakan karena banyaknya cahaya yang mencapai permukaan kerja adalah maksimum, namun sering menimbulkan bayangan dan kesilauan (bila cahaya terlalu kuat).
- b). Penerangan semi langsung (*semi-direct lighting*), distribusi cahaya diarahkan kebawah (60-90%)
- c). *General diffuse*, kurang lebih 40-60% cahaya diarahkan kebawah dan 40-60% diarahkan keatas.
- d). *Semi-indirect lighting*, 60-90% cahaya didistribusikan kearah atas dan 10- 40% kearah bawah, untuk itu nilai pantulan dari langit-langit harus tinggi agar cahaya lebih banyak yang dipantulkan kebawah.
- e). *Indirect lighting*, distribusi cahaya keatas 90-100%, tidak menimbulkan bayangan dan kesilauan, tetapi mengurangi efisiensi cahaya.

³ Rizddin.Rasjid, dkk, 1989 : 13

2.1.3 Tipe Penerangan

Adapun tipe penerangan yang dapat digunakan adalah:

- 1) Penerangan umum (*general lighting*)
- 2) Penerangan lokal (*localized general lighting*)

2.1.4 Pengaruh Penerangan

Penerangan yang baik dapat memberikan keuntungan pada tenaga kerja, yaitu peningkatan produksi dan menekan biaya, memperbesar kesempatan dengan hasil kualitas yang meningkat, menurunkan tingkat kecelakaan, memudahkan pengamatan dan pengawasan, mengurangi ketegangan mata, mengurangi terjadinya kerusakan barang-barang yang dikerjakan. Penerangan yang buruk dapat berakibat kelelahan mata, memperpanjang waktu kerja, keluhan pegal di daerah mata dan sakit kepala disekitar mata, kerusakan indra mata, kelelahan mental dan menimbulkan terjadinya kecelakaan⁴. Akibat penerangan yang buruk adalah⁵:

- Kelelahan mata dengan berkurangnya daya dan efisiensi kerja
- Kelelahan mental
- Keluhan pegal- pegal dan panas daerah mata
- Kerusakan alat penglihatan
- Meningkatkan kecelakaan
- Pusing, mual

2.2 Jenis-Jenis Lampu

Bagian ini adalah merupakan beberapa jenis lampu yang pernah digunakan di kampus Fakultas Teknik Universitas Indonesia:

2.2.1 Lampu Pijar (*Incandescence Lamp*)

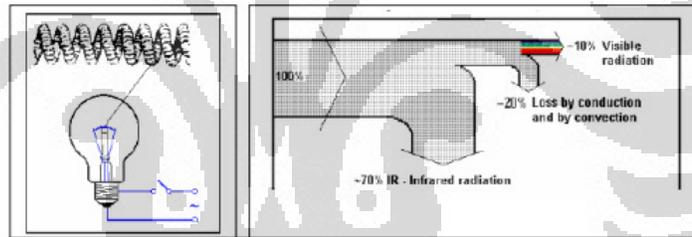
Lampu pijar bertindak sebagai ‘badan abu-abu’ yang secara selektif memancarkan radiasi, dan hampir seluruhnya terjadi pada daerah nampak. Bola lampu terdiri dari hampa udara atau berisi gas, yang dapat menghentikan oksidasi

⁴ Mieke Wardhani. Dkk, 2004 : 447

⁵ Zainuddin, 2003 : 17

dari kawat pijar tungsten, namun tidak akan menghentikan penguapan. Warna gelap bola lampu dikarenakan tungsten yang teruapkan mengembun pada permukaan lampu yang relatif dingin. Dengan adanya gas inert, akan menekan terjadinya penguapan, dan semakin besar berat molekulnya akan makin mudah menekan terjadinya penguapan. Untuk lampu biasa dengan harga yang murah, digunakan campuran argon nitrogen dengan perbandingan 9:1.

Krypton atau Xenon hanya digunakan dalam penerapan khusus seperti lampu sepeda dimana bola lampunya berukuran kecil, untuk mengimbangi kenaikan harga, dan jika penampilan merupakan hal yang penting. Gas yang terdapat dalam bola pijar dapat menyalurkan panas dari kawat pijar, sehingga daya hantar yang rendah menjadi penting. Lampu yang berisi gas biasanya memadukan sekering dalam kawat timah. Gangguan kecil dapat menyebabkan pemutusan arus listrik, yang dapat menarik arus yang sangat tinggi. Jika patahnya kawat pijar merupakan akhir dari umur lampu, tetapi untuk kerusakan sekering tidak begitu halnya.



Gambar 2.2 Lampu pijar dan Diagram Alir Energi Lampu Pijar

Sumber : Biro Efisiensi Energi, 2005

Ciri-ciri lampu pijar

- *Efficacy* – 12 Lumens/ Watt
- Indeks Perubahan Warna – 1A
- Suhu Warna – Hangat (2.500K – 2.700K)
- Umur Lampu – 1-2.000 Jam

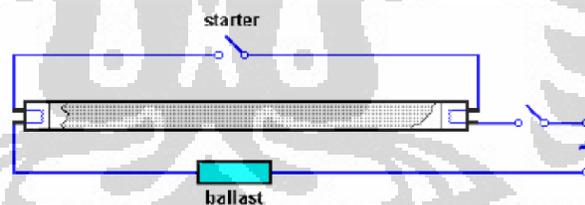
2.2.2 Lampu Neon (*Flourosceen Lamp*)

2.2.2.1 Ciri-Ciri Lampu Neon

Lampu neon, 3 hingga 5 kali lebih efisien daripada lampu pijar standar dan dapat bertahan 10 hingga 20 kali lebih awet. Dengan melewati listrik melalui

uap gas atau logam akan menyebabkan radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang tertentu sesuai dengan komposisi kimia dan tekanan gasnya. Tabung neon memiliki uap merkuri bertekanan rendah, dan akan memancarkan sejumlah kecil radiasi biru/ hijau, namun kebanyakan akan berupa UV pada 253,7nm dan 185nm.

Bagian dalam dinding kaca memiliki pelapis tipis fosfor, hal ini dipilih untuk menyerap radiasi UV dan meneruskannya ke daerah nampak. Proses ini memiliki efisiensi sekitar 50%. Tabung neon merupakan lampu ‘katode panas’, sebab katode dipanaskan sebagai bagian dari proses awal. Katodenya berupa kawat pijar tungsten dengan sebuah lapisan barium karbonat. Jika dipanaskan, lapisan ini akan mengeluarkan elektron tambahan untuk membantu pelepasan. Lapisan ini tidak boleh diberi pemanasan berlebih sebab umur lampu akan berkurang. Lampu menggunakan kaca soda kapur yang merupakan pemancar UV yang buruk. Jumlah merkurnya sangat kecil, biasanya 12 mg. Lampu yang terbaru menggunakan merkuri, yang kandungannya sekitar 5 mg. Hal ini memungkinkan tekanan merkuri optimum berada pada kisaran suhu yang lebih luas. Lampu ini sangat berguna bagi pencahayaan luar ruangan karena memiliki *fitting* yang kompak.



Gambar 2.3 Kerangka Lampu Neon



Gambar 2.3 Diagram Alir Energi Lampu Neon

2.2.2.2 Bagaimana lampu neon T12, T10, T8, dan T5 bisa berbeda

Keempat lampu tersebut memiliki diameter yang beragam (berbeda sekitar 1,5 inci, yaitu 12/8 inci untuk lampu T12 hingga 0,625 atau 5/8 inci untuk lampu T5). *Efficacy* merupakan lain yang membedakan satu lampu dari yang

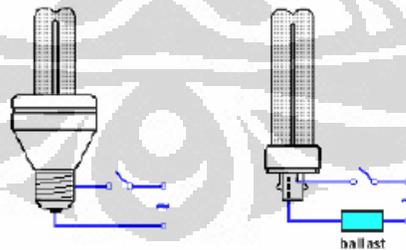
lainnya. *Efficacy* lampu T5 dan T8 lebih tinggi 5 persen dari lampu T12 yang 40-watt, dan telah menjadi pilihan paling populer untuk pemasangan lampu baru.

2.2.2.3 Pengaruh Suhu

Operasi lampu yang paling efisien dicapai bila suhu ambien berada antara 20 dan 30°C untuk lampu neon. Suhu yang lebih rendah menyebabkan penurunan tekanan merkuri, yang berarti bahwa energi UV yang diproduksi menjadi semakin sedikit; oleh karena itu, lebih sedikit energi UV yang berlaku sebagai fosfor sehingga sebagai hasilnya cahaya yang dihasilkan menjadi sedikit. Suhu yang tinggi menyebabkan pergeseran dalam panjang gelombang UV yang dihasilkan sehingga akan lebih dekat ke spektrum tampak. Makin panjang panjang gelombang UV akan makin sedikit pengaruhnya terhadap fosfor, dan oleh karena itu keluaran cahaya pun akan berkurang. Pengaruh keseluruhannya adalah bahwa keluaran cahayanya jatuh diatas dan dibawah kisaran suhu ambien yang optimal.

2.2.3 Lampu Neon yang kompak (*Compac Flourscene Lamp*)

Lampu neon kompak yang tersedia saat ini membuka seluruh pasar bagi lampu neon. Lampulampu 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 neon kompak (CFL)

Ciri-ciri

- *Efficacy* – 60 lumens/Watt
- Indeks Perubahan Warna – 1B
- Suhu Warna – Hangat, Menengah
- Umur Lampu -7.000-10.000 Jam

2.2.4 Lampu LED (*Light Emitting Diode*)

Lampu LED merupakan lampu terbaru yang merupakan sumber cahaya yang efisien energinya. Ketika lampu LED memancarkan cahaya nampak pada gelombang spektrum yang sangat sempit, mereka dapat memproduksi “cahaya putih”. Hal ini sesuai dengan kesatuan susunan merah-biru hijau atau lampu LED biru berlapis fosfor. Lampu LED bertahan dari 40.000 hingga 100.000 jam tergantung pada warna. Lampu LED digunakan untuk banyak penerapan pencahayaan seperti tanda keluar, sinyal lalu lintas, cahaya dibawah lemari, dan berbagai penerapan dekoratif. Walaupun masih dalam masa perkembangan, teknologi lampu LED sangat cepat mengalami kemajuan dan menjanjikan untuk masa depan. Pada cahaya sinyal lalu lintas, pasar yang kuat untuk LED, sinyal lalu lintas warna merah menggunakan lampu 10W yang setara dengan 196 LED, menggantikan lampu pijar yang menggunakan 150W. Berbagai perkiraan potensi penghematan energi berkisar dari 82% hingga 93%. Produk pengganti LED, diproduksi dalam berbagai bentuk termasuk batang ringan, panel dan sekrup dalam lampu LED, biasanya memiliki kekuatan 2-5W masing-masing, memberikan penghematan yang cukup berarti dibanding lampu pijar dengan bonus keuntungan masa pakai yang lebih lama, yang pada gilirannya mengurangi perawatan.

2.3 *Life Cycle Cost Analysis (LCCA)*

Life-cycle cost analysis (LCCA) adalah suatu metode ekonomi untuk mengevaluasi suatu proyek atau usaha yang mana semua biaya dalam kepemilikan (*owning*), pengoperasian (*operating*), pemeliharaan (*maintaining*), dan pada akhirnya penjualan (*disposing*) dari proyek tersebut dipertimbangkan untuk kepentingan pada keputusan mengenai proyek tersebut. LCCA dapat digunakan pada keputusan investasi modal dimana biaya awal yang lebih tinggi dibelanjakan untuk mengurangi biaya wajib harus dikeluarkan di masa depan. Konservasi energi merupakan contoh yang sangat tepat untuk aplikasi LCCA.

Siklus hidup biaya analisis (LCCA) juga merupakan teknik evaluasi yang mendukung keputusan investasi. Meskipun dibangun di atas prinsip-prinsip analisis ekonomi yang telah digunakan untuk mengevaluasi jalan raya dan

pekerjaan umum lainnya untuk investasi tahun, LCCA menganggap kedua dekat dan jangka panjang kegiatan. Secara khusus, ketika telah diputuskan bahwa proyek akan dilaksanakan, LCCA akan membantu dalam menentukan yang cara terbaik dengan biaya terendah untuk mencapai proyek. Pendekatan LCCA memungkinkan perbandingan biaya total desain bersaing (atau preservation) alternatif. Semua biaya yang relevan yang terjadi sepanjang kehidupan alternatif juga disertakan. Hal ini dilakukan dengan menggabungkan diskon jangka panjang agen, pengguna dan biaya terkait lainnya dan aset lainnya untuk mengidentifikasi nilai terbaik untuk pengeluaran investasi (misalnya, biaya terendah yang memenuhi tujuan kinerja dicari). LCCA dapat diterapkan pada berbagai keputusan investasi untuk mengevaluasi biaya relatif dari alternatif desain atau proyek bersaing atau strategi sistem investasi dalam rangka memberikan keuntungan terbesar.

Analisa LCC mencakup dua hal yaitu metode perhitungan biaya usia pakai (LCC) dan perhitungan parameter-parameter tambahan (*suplemnter*)

2.3.1 Perkiraan Biaya pada LCCA

Hanya biaya yang relevan dengan keputusan dan jumlah yang signifikan yang dibutuhkan untuk membuat keputusan investasi yang sah. Biaya relevan dengan keputusan apabila biaya berubah dari alternatif ke alternatif. Biaya yang kira-kira sama untuk tiap alternatif bukan faktor penentu dalam pemilihan alternatif dan oleh karena itu dapat diabaikan dari perhitungan LCC. Biaya yang signifikan adalah ketika cukup besar untuk membuat perbedaan dalam LCC dari alternatif proyek.

Biaya investasi awal mungkin kesulitan terakhir dan perkiraan proyek, karena investasi awal secara relatif tertutup (berakhir) untuk masa sekarang. Jumlah waktu dari penggantian modal tergantung pada perkiraan umur sistem dan panjang periode layanan (*service*). Nilai *residual* (sisa) dari sistem adalah nilai sisa pada akhir periode studi, atau pada waktu terjadi penggantian selama periode studi. Nilai residual dapat didasarkan pada nilai di tempat, nilai penjualan kembali, nilai *salvage* atau nilai sisa, keuntungan bersih dari beberapa penjualan, konservasi, atau biaya pembangunan.

2.3.2 Perhitungan *Life-Cycle Cost*

Metode *Life-Cycle Cost* adalah suatu metode perhitungan biaya masa depan dan biaya sekarang dari suatu proyek selama siklus pakainya. Dalam menggunakan metode LCC dibutuhkan dua buah atau lebih pilihan yang akan dibandingkan untuk kemudian dipilih satu yang akan diimplementasikan. Penentuan keefektifan biaya relatif masing-masing pilihan alternatif dapat dilihat dari LCC yang terendah. Metode LCC dapat dilakukan dengan catatan asumsi ekonomi dan periode studi yang sama.

Data-data yang dibutuhkan dalam menghitung LCC dari suatu proyek adalah biaya yang diukur berdasarkan waktunya masing-masing, tingkat pemotongan dan periode studi. Adapun persamaan dari LCC adalah sebagai berikut:

$$LCC = PC + \sum_1^N \frac{OCt}{(1-r)^t}$$

Di mana:

LCC = LCC total dalam nilai uang sekarang

PC = *Investment Cost* (Biaya Invesmen)

N = Tahun

OC = *Operating Cost* (Biaya Operasi)

2.3.3 Perhitungan Parameter Suplementer

1. *Electricity Consumption (EC)*

Electricity Consumption atau konsumsi energi listrik adalah total konsumsi listrik yang didapat dari menghitung jumlah unit lampu yang terpakai dikalikan dengan daya dari unit lampunya kemudian dikalikan dengan lama pemakaian dalam satu hari kerja lalu hasilnya dibagi dengan 1000. Berikut adalah persamaan dari konsumsi energi listrik:

$$EC = \frac{N \times W \times OH}{1000} \quad (1)$$

N = Banyak lampu yang digunakan

W = Daya lampu

OH = *Operating Hours* (lama operasi)

2. Energi Saving (ES)

Energy Saving atau penghematan energi adalah selisih antara total konsumsi energi yang digunakan saat ini untuk penggunaan dominan lampu TL dikurangkan dengan total konsumsi energi yang dikeluarkan setelah dilakukan penggantian (Tornado atau LED). Nilai konsumsi energi didapatkan dari perhitungan pada persamaan (1) di halaman sebelumnya. Berikut ini adalah persamaan untuk *Energy Saving*:

$$ES = EC_{(Existing)} - EC_{(Retrofitting)} \quad (2)$$

Di mana:

$EC_{(Existing)}$ = *Energy Consumption* lampu TL

$EC_{(Retrofitting)}$ = *Energy Consumption* lampu Tornado atau LED

3. Bill Saving (BS)

Bill Saving atau penghematan biaya tagihan adalah perhitungan penghematan yang didapatkan dengan menghitung perkalian antara penghematan energi (Persamaan (2)) dan harga tarif dasar listrik negara yang dibebankan.

Berikut adalah persamaan untuk *bill saving* :

$$BS = ES \times ET$$

Di mana:

BS = *Bill saving*

ES = *Energy Saving*

ET = *Electricity Tarif*

4. Operating Cost (OC)

Operating Cost atau biaya operasi ini dihitung untuk mengetahui total biaya operasi setelah melakukan penggantian lampu. Biaya operasi didapatkan dengan cara mengalikan total unit lampu, daya dari lampu pengganti, lama operasi per hari, dan harga tarif dasar listrik negara. Adapun persamaannya adalah sebagai berikut:

$$OC = N \times W \times OH \times ET$$

Dimana:

OC = *Operating Cost* W = Daya Lampu

N = Jumlah unit lampu OH = *Operating Hour*

ET = *Electrical Tarif*

5. Present Worth Factor (PWF)

Present Worth Factor atau faktor nilai sekarang adalah nilai dimana arus kas masa depan dicari untuk mendapatkan nilai tunai saat ini. Berikut adalah persamaan untuk PWF :

$$PWF = \sum_{t=1}^N \frac{1}{(1+r)^t} = \frac{1}{r} \left[1 - \frac{1}{(1+r)^N} \right]$$

2.3.4 Annual Worth Analysis (AWA)

Annual Worth menunjukkan sederetan nilai tahunan yang sama besar (*annual uniform series*) yang merupakan ekivalensi dari sembarang arus kas baik itu arus kas pemasukan maupun arus kas pengeluaran dengan suatu tingkat suku bunga tertentu (MARR). Kelebihan dari metode ini adalah metode ini dapat menghitung alir cash untuk benda atau investasi yang umurnya berbeda-beda tanpa harus mencari nilai KPK dari umur benda atau investasi. Bedanya dengan jika menggunakan metode NPV, untuk 2 atau 3 alternatif yang memiliki umur hidup berbeda-beda maka harus dicari nilai KPK dari umurnya. Baru kemudian bisa dibuat arus kas. Untuk mencari AW dari sembarang arus kas, maka harus ada keterlibatan dengan faktor bunga yang disebut *Uniform Payment Series - Capital Recovery Factor (A/P, i%, n)*.

Persamaannya adalah:

$$AW(i\%) = \{F_0(1+i)^0 + F_1(1+i)^{-1} + F_2(1+i)^{-2} + \dots + F_k(1+i)^{-k} + \dots + (F_n(1+i)^{-n})\} \{(A/P, i\%, n)\}$$

$$= \{ \sum_{k=1}^n F_k(1+i)^{-k} \} \{(A/P, i\%, n)\}$$

di mana :

i = Tingkat suku bunga efektif (MARR) per tahun (Per periode pemejemukan)

k = Indeks periode pemejemukan ($0 \leq k \leq n$)

F_k = Arus Kas pada periode depan

n = Periode penelaahaan

Dalam persamaan yang lebih sederhana AW dapat diekspresikan sebagai berikut :

$$AW(i\%) = \underline{R} - \underline{E} - CR(i\%)$$

Di mana :

\underline{R} = *Revenues* (pendapatan, penerimaan-penerimaan, manfaat) ekivalen tahunan

\underline{E} = *Expenses* (pengeluaran) ekivalen tahunan

$CR(i\%)$ = *Capital Recovery* (pengembalian modal) ekivalen tahunan

Jumlah pengembalian modal dari suatu investasi adalah biaya ekuivalen tahunan seragam dari nilai modal yang ditanamkan dikurangi dengan pendapatan ekuivalen tahunan dari nilai sisa (*salvage value*) atau nilai residual dari modal tersebut (jika ada) pada suatu tingkat suku bunga MARR. CR dapat dihitung sebagai berikut :

$$CR(i\%) = P(A/P, i\%, n) - S(A/F, i\%, n), \text{ atau}$$

$$CR(i\%) = (P - S)(A/P, i\%, n) + S.i\%, \text{ atau}$$

$$CR(i\%) = P.i\% + (P-S)(A/F, i\%, n), \text{ atau}$$

$$CR(i\%) = \{P - S(P/F, i\%, n)\}(A/P, i\%, n)$$

Kriteria pengambilan keputusan (*decision making criterion*) yang digunakan pada analisis *Annual Worth* adalah sebagai berikut :

Kondisi

1. Seluruh alternatif memiliki biaya yang sama
2. Seluruh alternatif memiliki benefit yang sama
3. Tidak satupun alternatif memiliki biaya maupun manfaat yang sama

Kriteria

Maximize AW (benefits)

Minimize AW (costs)

Maximize $AW_{\text{Benefit}} - AW_{\text{Cost}}$

(*Net Annual Worth*)

Selain kondisi yang dijelaskan di atas, dalam beberapa kasus pengambilan keputusan terhadap beberapa alternatif yang dikaji akan dijumpai :

1. Alternatif yang dikaji memiliki masa fungsi/masa pelayanan yang sama dengan periode analisis (*study period*)
2. Alternatif yang dikaji memiliki masa fungsi/masa pelayanan yang berbeda dengan periode analisis

3. Alternatif yang dikaji memiliki masa fungsi/masa pelayanan yang permanen/abadi (>50 tahun), seperti halnya pengkajian terhadap proyek-proyek pemerintah (*public utility - infrastructure/gov. projects*)

2.4 Sensitivitas Analisis

2.4.1 Pengertian Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas merupakan analisis yang dilakukan untuk mengetahui akibat dari perubahan parameter-parameter produksi terhadap perubahan kinerja system produksi dalam menghasilkan keuntungan. Dengan melakukan analisis sensitivitas maka akibat yang mungkin terjadi dari perubahan-perubahan tersebut dapat diketahui dan diantisipasi sebelumnya.

2.4.2 Tujuan Analisis Sensitivitas

Adapun beberapa tujuan dari dilakukannya analisis sensitivitas antara lain untuk:

1. Menilai apa yang akan terjadi dengan hasil analisis kelayakan suatu kegiatan investasi atau bisnis apabila terjadi perubahan di dalam perhitungan biaya atau manfaat.
2. Analisis kelayakan suatu usaha ataupun bisnis perhitungan umumnya didasarkan pada proyeksi-proyeksi yang mengandung ketidakpastian tentang apa yg akan terjadi di waktu yang akan datang.
3. Analisis pasca kriteria investasi yang digunakan untuk melihat apa yang akan terjadi dengan kondisi ekonomi dan hasil analisa bisnis jika terjadi perubahan atau ketidaktepatan dalam perhitungan biaya atau manfaat.

Beberapa hal yang sangat mempengaruhi kepekaan sebuah bisnis atau proyek adalah:

1. Harga

Perubahan harga (terutama harga output) dapat disebabkan karena adanya penawaran (supply) yang bertambah dengan adanya bisnis skala besar (misal perkebunan kelapa sawit) atau adanya beberapa bisnis baru dengan umur ekonomi yang panjang

2. Keterlambatan pelaksanaan

Terlambat dalam pemesanan/penerimaan alat baru masalah administrasi yang tidak terhindarkan khusus pada usaha di sektor pertanian, karena adanya teknik bercocok tanam baru, sehingga petani perlu adaptasi dengan teknik tersebut.

3. Kenaikan biaya ("cast over run").

Terjadi karena adanya kenaikan dalam biaya konstruksi, misalnya pada saat pelaksanaan ada kenaikan pada : Harga peralatan dan harga bahan bangunan.

4. Ketidaktepatan dan perkiraan hasil (produksi)

Terutama bila cara produksi baru yang sedang diusulkan yang dipakai sebagai ukuran atau informasi agronomis terutama didasarkan pada hasil penelitian. Dan analisis sensitivitas dilihat terhadap kelayakan bisnis terhadap perbedaan dari perkiraan hasil bisnis dengan hasil yang betul-betul dihasilkan di lokasi bisnis.

2.4.3 Teknik Analisis Sensitivitas

Teknik analisis sensitivitas harus diperhatikan oleh analis yang menilai kelayakan suatu bisnis akibat dari perubahan-perubahan yang mempengaruhi kelayakan bisnis tersebut

• Teknik analisis sensitivitas :

1. Melakukan identifikasi faktor-faktor perubahan (penurunan produksi, penurunan harga output, dan kenaikan biaya atau harga input) yang mungkin atau dapat saja terjadi pada bisnis tersebut.
2. Perubahan tersebut tentunya akan mempengaruhi berapa besar pengaruh pada aliran kas perusahaan, baik dari manfaat maupun dari sisi biayanya.

2.5 Analisis Titik Impas (Break Even Point)

2.5.1 Pengertian Analisis Titik Impas (Break Even Point)

Break Event Point (BEP) sering disebut juga dengan cost volume profit analysis. Dapat diartikan sebagai suatu titik atau keadaan dimana perusahaan di dalam operasinya tidak memperoleh keuntungan dan tidak menderita kerugian. Dengan kata lain, pada keadaan itu keuntungan atau kerugian sama dengan nol.

Karena analisa ini diperlukan untuk mengetahui hubungan antara volume produksi, volume penjualan, harga jual, biaya produksi, biaya lainya dan juga laba atau rugi. Dalam analisis laporan keuangan kita dapat menggunakan rumus ini untuk mengetahui :

1. Hubungan antara penjualan, biaya, dan laba
2. Struktur biaya tetap dan variable
3. Kemampuan perusahaan memberikan margin untuk menutupi biaya tetap
4. Kemampuan perusahaan dalam menekan biaya dan batas dimana perusahaan tidak mengalami laba dan rugi

Selanjutnya, dengan adanya titik impas tersebut akan membantu manajer dalam perencanaan keuangan, penjualan dan produksi, sehingga manajer dapat mengambil keputusan untuk meminimalkan kerugian, memaksimalkan keuntungan, dan melakukan prediksi keuntungan yang diharapkan melalui penentuan :

1. Harga jual persatuan
2. Produksi minimal
3. Pendesainan produk, dan lainnya

Dalam penentuan titik impas perlu diketahui terlebih dahulu hal-hal dibawah ini agar titik impas dapat ditentukan dengan tepat ,yaitu :

1. Tingkat laba yang ingin di capai dalam suatu periode
2. Kapasitas produksi yang tersedia, atau yang mungkin dapat di tingkatkan
3. Besarnya biaya yang harus dikeluarkan, mencakup biaya tetap maupun biaya variable.

2.5.2 Manfaat Analisis Break Event Point (Titik Impas)

Analisis break event point secara umum dapat memberikan informasi kepada pimpinan, bagaimana pola hubungan antara volume penjualan, cost/biaya, dan tingkat keuntungan yang akan diperoleh pada level penjualan tertentu. Analisis break event point dapat membantu pimpinan dalam mengambil keputusan mengenai hal-hal sebagai berikut :

- a. Jumlah penjualan minimal yang harus dipertahankan agar perusahaan tidak mengalami kerugian.

- b. Jumlah penjualan yang harus dicapai untuk memperoleh keuntungan tertentu.
- c. Seberapa jauhkah berkurangnya penjualan agar penjualan tidak menderita rugi

Jenis-jenis Biaya Berdasarkan Break Even Point (Titik Impas)

1. Variabel cost (biaya variabel)

Variabel cost merupakan jenis biaya yang selalu berubah sesuai dengan perubahan volume penjualan, dimana perubahannya tercermin dalam biaya variable total.

2. Fixed cost (biaya tetap)

Fixed cost merupakan jenis biaya yang selalu tetap dan tidak terpengaruhi oleh volume penjualan melainkan dihubungkan dengan waktu (function of time) sehingga jenis biaya ini akan konstan selama periode tertentu.

3. Semi variable cost

Semi variable cost merupakan jenis biaya yang sebagian variable dan sebagian tetap, yang kadang-kadang disebut dengan semi fixed cost. Menurut keterlibatan biaya dalam pembuatan produk :

- a) Biaya bahan langsung = biaya yang timbul dari pemakaian semua bahan-bahan yang menjadi bagian dari produk jadi
- b) Biaya buruh langsung = biaya yang dikeluarkan untuk pekerja yang ikut terlibat dalam kegiatan proses produksi
- c) Biaya tak langsung pabrik = biaya yang terjadi di pabrik. Biaya ini terdiri dari :
 - Biaya bahan tak langsung = biaya dari semua bahan-bahan yang tidak menjadi bagian suatu produk, tetapi diperlukan dalam pengolahan bahan menjadi barang. Contoh : pengelasan pada pembuatan mobil
 - Biaya buruh tak langsung = biaya yang dikeluarkan untuk pekerja yang ada di pabrik, tetapi tidak langsung dalam proses pembuatan suatu produk. Contoh : gaji untuk pekerja bagian perawatan mesin
- d) Biaya komersial = biaya tak langsung yang tidak terjadi di pabrik. Biaya ini terdiri dari :
 - Biaya penjualan = pengeluaran yang dilakukan dalam rangka kegiatan penjualan suatu produk

- Biaya administrasi = pengeluaran yang dilakukan untuk mendukung kegiatan-kegiatan pabrik

Menurut perubahan dalam volume produksi

- a) Biaya tetap : biaya yang tidak tergantung pada volume produksi
- b) Biaya variable : biaya yang berubah sebanding dengan perubahan volume produksi

Pengelompokan biaya produksi

Biaya adalah semua pengeluaran yang dapat diukur dengan uang, baik yang telah, sedang maupun yang akan dikeluarkan untuk menghasilkan suatu produk.

1. Biaya historis : yaitu penentuan biaya produk dengan mengumpulkan semua biaya yang telah terjadi dan diperhitungkan setelah operasi pembuatan produk selesai
2. Biaya sebelum pembuatan : suatu cara penentuan biaya pembuatan produk sebelum produk tersebut di buat

Biaya ini terbagi atas :

- a. Biaya anggaran : berdasarkan kegiatan masa lalu dan perkiraan kegiatan pada masa yang direncanakan
- b. Biaya standar : berdasarkan standar-standar pelaksanaan yang telah ditetapkan sebelumnya

Biaya tetap adalah biaya tetap merupakan biaya yang secara total tidak mengalami perubahan, walaupun ada perubahan volume produksi atau penjualan (dalam batas tertentu). Contoh biaya tetap adalah seperti gaji, penyusutan aktiva tetap, bunga, sewa, atau biaya kantor dan biaya tetap lainnya.

Biaya variable adalah biaya yang secara total berubah-ubah sesuai dengan volume produksi atau penjualan. Contoh biaya variable adalah biaya bahan baku, upah buruh langsung, dan komisi penjualan variable lainnya.

Interpretasi hasil BEP berarti mengartikan hasil penelitian berdasarkan pemahaman yang untuk mengetahui hubungan antara volume produksi, volume penjualan, harga jual, biaya produksi, biaya lainnya dan juga laba atau rugi.

2.5.3 Kelemahan Titik Impas Analisis

1. Asumsi yang menyebutkan harga jual konstan padahal kenyataannya harga ini kadang-kadang harus berubah sesuai dengan kekuatan permintaan dan penawaran di pasar.
2. Asumsi terhadap cost adalah penggolongan biaya dan variable juga mengandung kelemahan. Dalam keadaan tertentu untuk memenuhi volume penjualan, biaya tetap mau tidak mau harus berubah karena pembelian mesin-mesin atau peralatan baru guna meningkatkan volume produksi untuk penjualan.
3. Jenis barang yang dijual
4. Biaya tetap juga tidak selalu tetap pada berbagai kapasitas
5. Biaya variable juga tidak selalu berubah secara sejajar dengan perubahan volume penjualan.

2.5.4 Kegunaan Titik Impas Analisis

Break event point analisis sangat bermanfaat dalam mengetahui hubungan antar cost, volume, harga, dan laba. Misalnya kita ingin mencapai laba tertentu maka kita akan dapat mengetahui berapa unit barang yang harus kita jual.

2.5.5 Rumus Perhitungan Titik Impas

Break event point dengan cara matematis ini dibagi menjadi 2, yaitu BEP dalam rupiah dan BEP dalam jumlah atau unit.

1. BEP atau titik impas dalam unit Rumusnya :

$$\text{BEP} = \text{Biaya Tetap} : (\text{Harga Jual Per Unit} - \text{Biaya Variabel Rata-rata})$$
2. BEP untuk titik impas dalam rupiah, Rumusnya :

$$\text{BEP} = \text{Biaya Tetap} : 1 - (\text{Biaya Variabel Rata-rata} : \text{Harga Jual Per Unit})$$

BAB 3

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3.1 Pengumpulan Data

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengambilan data untuk keperluan penelitian yang penulis kerjakan. Pengambilan data dilakukan secara bertahap untuk mempermudah pengolahan data dan analisisnya. Tahap awal tentu dilakukan dengan mempersiapkan segala keperluan yang dibutuhkan untuk pengambilan data-data tersebut seperti surat pengantar pengambilan data dari pihak Departemen. Setelah surat pengantar disetujui baru mulai pengambilan data. Pengambilan data dilaksanakan pada:

Waktu : April - Juni

Tempat : Kampus Fakultas Teknik Universitas Indonesia,
*Departemen Store, Depok dan Laboratorium Factory
Electrical Department PT. XYZ*

Tahun : 2012

Pengambilan data di Fakultas Teknik Universitas Indonesia meliputi data: Banyak unit lampu yang ada digunakan di Fakultas Teknik Universitas Indonesia, daya dari unit lampu yang banyak digunakan, lama pemakaian lampu, dan merek lampu yang digunakan.

Untuk pengambilan data di *Departemen Store* hanya meliputi data: Harga unit lampu dan beberapa spesifikasinya yang banyak digunakan di Fakultas Teknik Universitas Indonesia, dan Harga unit lampu yang nantinya akan dijadikan sebagai pembandingan pemhematan.

Pengambilan data di *Laboratorium Factory Electrical Departement* berupa data eksperimen untuk mengetahui kebenaran daya dari tiap unit lampu yang banyak digunakan di Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

3.1.1 Pengambilan Data di FT UI

Tabel 3.1 Data Titik Lampu di Gedung FT UI

No.	Daftar Tempat	Titik Lampu					
		LD 21 Wat	TLD 36 Wat	TLD 40 Watt	Pijar 5 Watt	CFL 18	CFL 23
1	Kelas Gd. RKB 1 (K)		59	410	5	8	
2	Kelas Gd. RKB 2(S)			168			18
3	Kelas Gd. RKB 2(A)	104		134			56
4	Kelas Pasca Sarjana		47	230		17	29
5	Kelas EC		38	80		20	24
6	Kelas PAF (GK)	92	113				
7	Koridor		55			28	
8	Dekanat	9	17	21		11	18
9	Departemen Elektro		57	14			22
10	Departemen Mesin	12	42	9			10
11	Departemen Metalurgi	18	25	28		8	13
12	Departemen Industri		59	32		16	22
13	Departemen Kimia	21	36	19			12
14	Departemen Arsitektur	27	52	12			11
15	Departemen Sipil Lingkungan	10	44	8			14
16	Kantin Teknik		77	11	2	28	
17	Mushola Teknik		9	4		13	8
18	Tempat Foto Copy		26				
	Total	293	756	1180	7	149	257

(Sumber: *Mecanical Elektrik Departement*, FT UI)

Tabel di atas merupakan tabel jumlah titik lampu yang ada di gedung Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Dari tabel dapat terlihat beberapa lampu yang dominan dan banyak dipakai di Fakultas Teknik. Adapun jenis lampu-lampu tersebut antara lain TL (*Tubular Lamp*) 21 Watt, TL (*Tubular Lamp*) 36 Watt, TL (*Tubular Lamp*) 40 Watt, Pijar 5 Watt, CFL (*Compact Flourescene Lamp*) 18 Watt, dan CFL (*Compact Flourescene Lamp*) 23 Watt dengan merek lampu adalah Philips. Dan didapatkan total jumlah titik lampu yang ada di gedung FT UI adalah sebanyak 2542 titik lampu berfungsi. Berikut ini adalah rekap datanya :

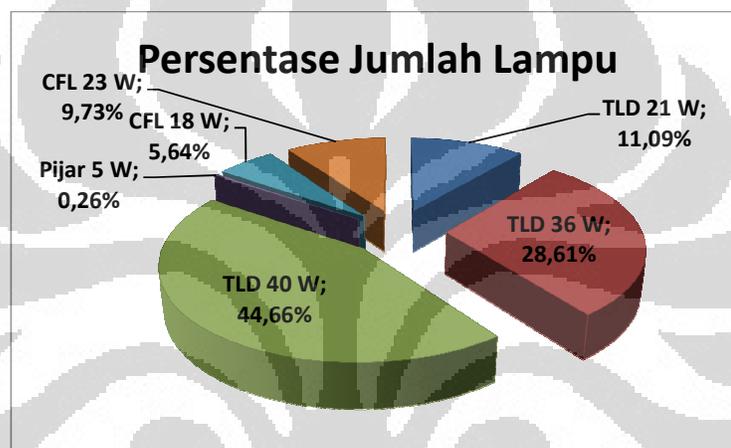
Tabel 3.2 Rekap Data Total Titik Lampu di FT UI

Lampu	Titik
TL 21	293
TL 36	756
TL 40	1180
Pijar 5	7
CFL 18	149
CFL 23	257
Total	2642

Berikut ini adalah tabel dan grafik persentase penggunaan jenis lampu terbanyak yang ada di gedung FT UI:

Tabel 3.3 Persentase Penggunaan Jenis Lampu Terbanyak

Lampu	Persentase
TL 21 W	11,09%
TL 36 W	28,61%
TL 40 W	44,66%
Pijar 5 W	0,26%
CFL 18 W	5,64%
CFL 23 W	9,73%



Grafik 3.1 Persentase Penggunaan jenis lampu terbanyak di gedung FT UI

Dari tabel dan grafik di atas terlihat bahwa jenis lampu yang banyak digunakan di gedung FT UI adalah jenis lampu *Tubular Lamp*(TL) 40 Watt dengan persentase 44,66% atau sekitar 1180 unit lampu, kemudian persentase terbesar selanjutnya adalah penggunaan lampu TL 36 Watt yaitu sebesar 28,61% atau sekitar 756 unit. Serta 11,09% penggunaan untuk lampu TL 21 Watt atau sekitar 293 unit dan sisanya adalah 9,73% CFL 23 Watt, 5,64% adalah CFL 18 Watt, dan 0,26% adalah lampu pijar.

3.1.2 Pengambilan Data di *Departement Store*, Depok

Setelah mengetahui banyak lampu dan jenisnya yang digunakan di gedung FT UI maka data selanjutnya yang dibutuhkan adalah harga dari unit masing-masing unit lampu dan juga macam-macam spesifikasi yang ada pada unit lampu tersebut. Pengambilan data ini dilaksanakan di salah satu pusat perbelanjaan

(*Departement Store*) yang ada di Depok. Sehingga didapatkan datanya sebagai berikut:

Tabel 3.4 Daftar Harga dan Spesifikasi Lampu Merek Philips

No.	Type Lampu	Daya (Watt)	Daya Pijar (Watt)	Lumen	Life Time (jam)	Harga (Rp)
1	Esential	23	125	1420	8000	50.000,00
2	Esential	18	100	1100	8000	41.000,00
3	Tornado	24	125	1450	8000	54.000,00
4	TL	21	100	3350	20000	22.000,00
5	TL	36	100	2600	15000	27.000,00
6	TL	40	125	2550	12000	36.000,00
7	PIJAR	5	5	395	4000	5.000,00
8	LED	9	60	600	50000	129.000,00

3.1.3 Pengambilan Data dari Laboratorium *Factory Electrical Departement*

Berikut ini adalah data-data yang didapatkan dari hasil melakukan eksperimen pengukuran daya lampu yang digunakan di gedung FT UI. Pengukuran daya dilakukan dengan menggunakan rangkaian papan beban. Dua macam rangkaian papan beban yang digunakan yaitu rangkaian papan beban untuk mengukur daya lampu TL dan papan beban untuk mengukur daya lampu CFL. Alat ukur yang digunakan yaitu TangAmpere mini dan untuk mengukur lumen pada lampu digunakan alat *Lux Meter*.

3.1.3.a Pengeekan daya lampu TL 40 Watt

Pengecekan daya ini meliputi pengukuran daya lampu TL 40 Watt yang baru, kemudian untuk sebagai pembanding maka di ukur lampu dengan daya yang sama akan tetapi dibedakan lama pemakaiannya. Dalam percobaan ini lampu pembandingnya berusia pakai 4 bulan, 8 bulan, dan 1 tahun. Hasil pengukuran terhadap sampel terdapat pada tabel 3.5 di halaman selanjutnya. Dan akan diikuti dengan tabel hasil pengukuran lainnya.

Tabel 3.5 Daya TL 40 Watt, Baru (Watt)

Sample	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata	
TLD1	40,02	40,08	40,00	40,01	40,02	40,02	40,00	40,03	40,01	40,03	40,02	
TLD2	40,01	40,00	40,00	40,01	40,06	40,02	40,03	40,02	40,00	40,01	40,02	
TLD3	40,00	40,02	40,04	40,00	40,01	40,01	40,02	40,02	40,01	40,02	40,02	
TLD4	40,01	40,02	40,02	40,00	40,01	40,03	40,01	40,01	40,03	40,02	40,02	
TLD5	40,05	40,01	40,06	40,01	40,02	40,02	40,01	40,00	40,01	40,02	40,02	
											Rata-rata	40,018

Pada kemasan produk baru, tertulis daya lampunya adalah 40 Watt. Kemudian dibuktikan dengan melakukan pengukuran ulang daya dari lampu tersebut seperti yang tertera pada tabel 3.5 di atas. Pengukuran ini dilakukan dengan mengambil 5 sampel lampu baru dengan jumlah pengecekan 1 lampu adalah 10 kali pengecekan. Hal tersebut nantinya akan berlaku juga untuk lampu-lampu lainnya. Hasil rata-rata dari pengecekan sampel lampu TL 40 Watt adalah 40,01 Watt. Sehingga dapat dikatakan bahwa lampu tersebut dayanya benar sebesar 40 Watt.

Tabel 3.6 Daya TL 40 Watt, 4 Bulan (dalam Watt)

No.	Daya Lampu											
1	40,12	40,12	40,13	40,20	40,12	40,40	41,21	40,88	41,10	41,07		
2	41,02	40,89	41,21	41,30	40,72	40,99	41,04	40,12	40,22	41,01		
3	40,94	41,20	41,09	40,49	41,09	41,16	40,88	40,63	41,06	40,31		
4	40,12	40,95	40,77	41,10	41,21	40,17	40,96	41,22	41,11	40,85		
5	41,20	41,40	40,89	41,07	40,66	40,60	41,12	41,29	40,87	41,11		
											Rata-rata	40,83

Tabel di atas adalah pengecekan dari pengambilan 5 sampel lampu yang sudah berkurang umur produknya, dalam artian lampu tersebut sudah terpakai selama kurun waktu 4 bulan. Dengan cara yang sama seperti cara pengecekan lampu yang baru. Setiap sampel dilakukan pengecekan sebanyak 10 kali, kemudian diambil rata-ratanya. Hasil daya rata-rata dari pengecekan lampu TL 40 Watt yang sudah terpakai selama 4 bulan adalah sebesar 40,82 Watt. ini berarti dalam kurun waktu pemakaian selama 4 bulan daya dari lampu TL 40 Watt naik sekitar 0,8 Watt.

Tabel 3.7 Daya TL 40 Watt, 8 bulan (dalam Watt)

No.	Daya Lampu									
1	43,04	42,46	43,01	43,11	42,55	42,71	42,32	42,90	43,12	43,08
2	42,93	42,71	43,32	43,33	42,57	43,16	42,33	43,03	42,44	42,60
3	43,12	42,90	43,29	43,00	43,26	43,01	42,55	43,12	42,93	42,65
4	44,06	43,12	42,44	43,01	42,32	43,29	43,10	42,90	42,99	43,32
5	43,26	42,93	42,55	43,12	42,11	42,93	43,22	42,60	43,11	42,98
									Rata-rata	42,92

Tabel di atas adalah pengecekan dari pengambilan 5 sampel lampu yang sudah berkurang umur produknya, dalam artian lampu tersebut sudah terpakai selama kurun waktu 8 bulan. Hasil daya rata-rata dari pengecekan lampu TL 40 Watt yang sudah terpakai selama 8 bulan adalah sebesar 42,91 Watt. ini berarti dalam kurun waktu pemakaian selama 8 bulan daya dari lampu TL 40 Watt naik sekitar 2,9 Watt dari daya lampu yang baru.

Tabel 3.8 Daya TL 40 Watt, 1 Tahun (dalam Watt)

No.	Daya Lampu									
1	45,20	44,76	44,66	44,91	45,12	44,88	45,06	45,60	44,31	44,23
2	44,99	45,25	44,72	45,33	45,22	44,57	44,12	44,98	45,29	44,59
3	45,10	44,99	45,76	45,89	44,89	44,92	45,21	45,01	45,22	44,23
4	44,81	45,12	45,23	44,99	45,21	44,98	45,29	45,32	45,19	45,01
5	45,03	44,89	46,01	44,52	45,12	45,19	44,23	44,98	45,01	44,78
									Rata-rata	45,00

Tabel di atas adalah pengecekan dari pengambilan 5 sampel lampu yang sudah berkurang umur produknya, dalam artian lampu tersebut sudah terpakai selama kurun waktu 1 tahun. Hasil daya rata-rata dari pengecekan lampu TL 40 Watt yang sudah terpakai selama 1 tahun adalah sebesar 44,99 Watt. ini berarti dalam kurun waktu pemakaian selama 1 tahun daya dari lampu TL 40 Watt naik sekitar 4,98 Watt dari daya lampu yang baru.

3.1.3.b Pengukuran daya lampu TL 36 Watt

Pengukuran daya ini meliputi pengukuran daya lampu TL 36 Watt yang baru, kemudian untuk sebagai pembandingan maka di ukur lampu dengan daya yang sama akan tetapi dibedakan lama pemakaiannya. Dalam percobaan ini lampu pembandingnya berusia pakai 4 bulan, 8 bulan, dan 1 tahun. Hasil pengukuran terhadap sample terdapat pada tabel 3.9 dan akan diikuti dengan tabel hasil pengukuran yang lainnya pada halaman berikutnya.

Tabel 3.9 Daya TL 36 Watt, Baru (dalam Watt)

Sample	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
TLD1	36,01	36,03	36,01	36,00	36,00	36,02	36,01	36,02	36,04	36,02	36,01
TLD2	36,03	36,02	36,01	36,01	36,01	36,01	36,02	36,00	36,01	36,01	36,01
TLD3	36,00	36,01	36,01	36,02	36,01	36,00	36,01	36,02	36,00	36,01	36,01
TLD4	36,02	36,01	36,02	36,01	36,01	36,03	36,01	36,01	36,01	36,01	36,01
TLD5	36,01	36,00	36,01	36,02	36,01	36,02	36,01	36,00	36,00	36,01	36,01
Rata-rata											36,011

Pada kemasan produk baru, tertulis daya lampunya adalah 36 Watt. Kemudian dibuktikan dengan melakukan pengukuran ulang daya dari lampu tersebut. Pengukuran ini dilakukan dengan mengambil 5 sampel lampu baru dengan jumlah pengecekan 1 lampu adalah 10 kali pengecekan. Hasil rata-rata dari pengecekan sampel lampu TL 36 Watt dapat dilihat pada tabel di atas adalah 36,01 Watt. Sehingga dapat dikatakan bahwa lampu tersebut dayanya benar sebesar 36 Watt.

Tabel 3.10 Daya TL 36 Watt, 4 Bulan (dalam Watt)

No.	Daya Lampu									
1	36,59	36,41	36,4	36,68	36,2	36,53	36,85	36,26	36,32	36,33
2	36,98	36,2	36,71	36,46	36,63	36,33	36,4	36,24	36,41	36,72
3	36,67	36,49	36,16	36,52	36,81	36,77	36,63	36,21	36,9	36,23
4	36,44	36,1	36,41	36,23	36	36,38	36,41	36,67	36,32	36,88
5	36,5	36,39	36,62	36,44	36,51	36,2	36,17	36,32	36,43	36,22
Rata-rata										36,64

Tabel di atas adalah pengecekan dari pengambilan 5 sampel lampu yang sudah berkurang umur produknya, dalam artian lampu tersebut sudah terpakai selama kurun waktu 4 bulan. Dengan cara yang sama seperti cara pengecekan lampu yang baru. Setiap sampel dilakukan pengecekan sebanyak 10 kali, kemudian diambil rata-ratanya. Hasil daya rata-rata dari pengecekan lampu TL 36 Watt yang sudah terpakai selama 4 bulan adalah sebesar 36,63 Watt. ini berarti dalam kurun waktu pemakaian selama 4 bulan daya dari lampu TL 36 Watt naik sekitar 0,62 Watt.

Tabel 3.11 Daya TL 36 Watt, 8 Bulan (dalam Watt)

No.	Daya Lampu									
1	37,12	37,23	37,45	37,31	37,25	37,28	37,46	37,67	37,21	37,44
2	37,36	37,16	36,49	37,46	37,46	37,35	37,46	37,42	37,35	37,22
3	37,78	37,83	37,64	37,69	37,58	37,64	37,72	37,56	37,36	37,58
4	37,67	37,78	37,66	37,68	37,69	37,70	37,73	37,65	37,50	37,59
5	37,69	37,73	37,56	37,74	37,84	37,68	37,79	37,68	37,45	37,67
	Rata-rata									37,52

Tabel di atas adalah pengecekan dari pengambilan 5 sampel lampu yang sudah berkurang umur produknya, dalam artian lampu tersebut sudah terpakai selama kurun waktu 8 bulan. Hasil daya rata-rata dari pengecekan lampu TL 36 Watt yang sudah terpakai selama 8 bulan adalah sebesar 37,52 Watt. ini berarti dalam kurun waktu pemakaian selama 8 bulan daya dari lampu TL 36 Watt naik sekitar 1,51 Watt dari daya lampu yang baru.

Tabel 3.12 Daya TL 36 Watt, 1 Tahun (dalam Watt)

No.	Daya Lampu									
1	39,01	39,05	39,07	39,08	39,08	39,06	39,07	39,08	39,06	39,07
2	39,07	39,08	39,09	39,08	39,09	39,08	39,07	39,05	39,06	39,10
3	39,09	39,08	39,06	39,07	39,09	39,07	39,09	39,07	39,10	39,06
4	39,06	39,06	39,08	39,06	39,07	39,08	39,07	39,06	39,05	39,06
5	39,07	39,10	39,09	39,06	39,08	39,09	39,06	39,08	39,07	39,09
	Rata-rata									39,07

Tabel di atas adalah pengecekan dari pengambilan 5 sampel lampu yang sudah berkurang umur produknya, dalam artian lampu tersebut sudah terpakai selama kurun waktu 1 tahun. Hasil daya rata-rata dari pengecekan lampu TL 36 Watt yang sudah terpakai selama 1 tahun adalah sebesar 39,07 Watt. ini berarti dalam kurun waktu pemakaian selama 1 tahun daya dari lampu TL 36 Watt naik sekitar 3,06 Watt dari daya lampu yang baru.

3.1.3.c Pengukuran daya lampu TL 21 Watt

Pengukuran daya ini meliputi pengukuran daya lampu TL 21 Watt yang baru, kemudian untuk sebagai pembanding maka di ukur lampu dengan daya yang sama akan tetapi dibedakan lama pemakaiannya. Dalam percobaan ini lampu pembandingnya berusia pakai 4 bulan, 8 bulan, dan 1 tahun. Hasil pengukuran terhadap sample terdapat pada tabel 3.13 dan akan diikuti dengan tabel hasil pengukuran yang lainnya seperti di bawah ini.

Tabel 3.13 Daya TL 21 Watt, Baru (dalam Watt)

Sampel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
TLD1	21,02	21,01	21,03	21,01	21,02	21,04	21,02	21,02	21,02	21,01	21,02
TLD2	21,00	21,01	21,03	21,02	21,00	21,01	21,02	21,01	21,02	21,03	21,02
TLD3	21,01	21,02	21,01	21,00	21,03	21,01	21,03	21,04	21,01	21,00	21,02
TLD4	21,03	21,03	21,03	21,02	21,03	21,01	21,03	21,03	21,02	21,03	21,03
TLD5	21,03	21,00	21,01	21,00	21,03	21,01	21,03	21,00	21,00	21,04	21,02
											21,02

Pada kemasan produk baru, tertulis daya lampunya adalah 21 Watt. Kemudian dibuktikan dengan melakukan pengukuran ulang daya dari lampu tersebut. Pengukuran ini dilakukan dengan mengambil 5 sampel lampu baru dengan jumlah pengecekan 1 lampu adalah 10 kali pengecekan. Pada Tabel di atas hasil rata-rata dari pengecekan sampel lampu TL 36 Watt adalah 21,01 Watt. Sehingga dapat dikatakan bahwa lampu tersebut dayanya benar sebesar 21 Watt

Tabel 3.14 Daya TL 21 Watt, 4 Bulan (dalam Watt)

No.	Daya Lampu											
1	21,19	21,20	21,17	21,19	21,19	21,21	21,20	21,21	21,16	21,19		
2	21,50	21,34	21,38	21,41	21,39	21,40	21,38	21,40	21,38	21,34		
3	21,45	21,42	21,34	21,56	21,39	21,45	21,44	21,43	21,36	21,34		
4	21,66	21,69	21,78	21,76	21,77	21,71	21,82	21,81	21,79	21,88		
5	21,59	21,60	21,60	21,58	21,62	21,60	21,56	21,55	21,59	21,63		
											Rata-rata	21,47

Tabel di atas adalah pengecekan dari pengambilan 5 sampel lampu yang sudah berkurang umur produknya, dalam artian lampu tersebut sudah terpakai selama kurun waktu 4 bulan. Dengan cara yang sama seperti cara pengecekan lampu yang baru. Hasil daya rata-rata dari pengecekan lampu TL 21 Watt yang sudah terpakai selama 4 bulan adalah sebesar 21,47 Watt. ini berarti dalam kurun waktu pemakaian selama 4 bulan daya dari lampu TL 36 Watt naik sekitar 0,46 Watt.

Tabel 3.15 Daya TL 21 Watt, 8 Bulan (dalam Watt)

No.	Daya Lampu											
1	22,01	22,07	22,04	22,06	22,04	22,07	22,06	22,09	22,08	22,09		
2	22,17	22,12	22,10	22,18	22,09	22,10	22,12	22,09	22,10	22,12		
3	22,09	22,08	22,10	22,03	22,08	22,09	22,11	22,09	22,10	22,11		
4	22,20	22,19	22,12	22,12	22,09	22,10	22,10	22,09	22,18	22,10		
5	22,19	22,22	22,20	22,19	22,12	22,10	22,17	22,17	22,19	22,20		
											Rata-rata	22,11

Tabel di halaman sebelumnya adalah tabel pengecekan dari pengambilan 5 sampel lampu yang sudah berkurang umur produknya, dalam artian lampu tersebut sudah terpakai selama kurun waktu 8 bulan. Hasil daya rata-rata dari pengecekan lampu TL 21 Watt yang sudah terpakai selama 8 bulan adalah sebesar 22,11 Watt. ini berarti dalam kurun waktu pemakaian selama 8 bulan daya dari lampu TL 36 Watt naik sekitar 1,1 Watt dari daya lampu yang baru.

Tabel 3.16 Daya TL 21 Watt, 1 Tahun (dalam Watt)

No.	Daya Lampu									
	1	24,01	24,02	24,02	24,10	24,09	24,09	24,09	24,05	24,01
2	24,19	24,12	24,16	24,18	24,15	24,19	24,20	24,19	24,14	24,12
3	24,2	24,19	24,24	24,23	24,12	24,21	24,21	24,21	24,20	24,21
4	24,19	24,18	24,12	24,13	24,21	24,09	24,12	24,09	24,14	24,11
5	24,18	24,18	24,19	24,20	24,19	24,22	24,21	24,20	24,25	24,22
Rata-rata										24,15

Tabel di atas adalah pengecekan dari pengambilan 5 sampel lampu yang sudah berkurang umur produknya, dalam artian lampu tersebut sudah terpakai selama kurun waktu 1 tahun. Hasil daya rata-rata dari pengecekan lampu TL 21 Watt yang sudah terpakai selama 1 tahun adalah sebesar 24,15 TL 36 Watt naik sekitar 3,14 Watt dari daya lampu yang baru.

3.1.3.d Pengukuran daya lampu CFL 23 Watt

Pengukuran daya ini meliputi pengukuran daya lampu CFL 23 Watt yang baru, kemudian untuk sebagai pembandingan maka di ukur lampu dengan daya yang sama akan tetapi dibedakan lama pemakaiannya. Dalam percobaan ini lampu pembandingnya berusia pakai 4 bulan saja selebihnya menggunakan perkiraan.

Tabel 3.17 Daya CFL 23 Watt, Baru (dalam Watt)

Sample	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
Phil1	23,04	23,01	23,05	23,05	23,01	23,04	23,02	23,02	23,05	23,02	23,03
Phil2	23,03	23,01	23,00	23,05	23,02	23,04	23,01	23,02	23,00	23,00	23,02
Phil3	23,03	23,01	23,01	23,02	23,03	23,02	23,00	23,03	23,01	23,02	23,02
Phil4	23,00	23,01	23,01	23,05	23,02	23,01	23,02	23,02	23,02	23,02	23,02
Phil5	23,03	23,00	23,01	23,04	23,05	23,02	23,02	23,02	23,02	23,04	23,03
Rata-rata											23,02

Pada kemasan produk baru, tertuliskan daya lampunya adalah 23 Watt. Kemudian dibuktikan dengan melakukan pengukuran ulang daya dari lampu

tersebut. Pengukuran ini dilakukan dengan mengambil 5 sampel lampu baru dengan jumlah pengecekan 1 lampu adalah 10 kali pengecekan. Dan pada tabel di atas hasil rata-rata dari pengecekan sampel lampu CFL 23 Watt adalah 23,02 Watt. Sehingga dapat dikatakan bahwa lampu tersebut dayanya benar sebesar 23 Watt

Tabel 3.18 Daya CFL 23 Watt, 4 Bulan (dalam Watt)

Sample	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
Phil1	23,10	23,09	23,12	23,18	23,14	23,09	23,10	23,13	23,17	23,14	23,13
Phil2	23,13	23,11	23,19	23,17	23,13	23,10	23,10	23,11	23,14	23,16	23,13
Phil3	23,19	23,17	23,12	23,12	23,18	23,10	23,11	23,14	23,18	23,10	23,14
Phil4	23,09	23,19	23,16	23,14	23,09	23,18	23,14	23,11	23,13	23,18	23,14
Phil5	23,14	23,10	23,11	23,11	23,12	23,11	23,15	23,11	23,12	23,09	23,12
										Rata-rata	23,13

Tabel di atas adalah pengecekan dari pengambilan 5 sampel lampu yang sudah berkurang umur produknya, dalam artian lampu tersebut sudah terpakai selama kurun waktu 4 bulan. Hasil daya rata-rata dari pengecekan lampu CFL 23 Watt yang sudah terpakai selama 4 bulan adalah sebesar 23,13 Watt. ini berarti dalam kurun waktu pemakaian selama 4 bulan daya dari lampu CFL 23 Watt naik sekitar 0,11 Watt.

3.1.3.e Pengukuran daya lampu CFL 18 Watt

Pengukuran daya ini meliputi pengukuran daya lampu CFL 18 Watt yang baru, kemudian untuk sebagai pembandingan maka di ukur lampu dengan daya yang sama akan tetapi dibedakan lama pemakaiannya. Dalam percobaan ini lampu pembandingnya berusia pakai 4 bulan saja selebihnya menggunakan perkiraan.

Tabel 3.19 Daya CFL 18 Watt, Baru (dalam Watt)

Sample	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
Phil1	18,01	18,05	18,02	18,01	18,02	18,03	18,00	18,00	18,01	18,02	18,02
Phil2	18,02	18,03	18,00	18,01	18,02	18,00	18,01	18,02	18,03	18,02	18,02
Phil3	18,02	18,03	18,01	18,01	18,00	18,00	18,03	18,02	18,02	18,01	18,02
Phil4	18,03	18,03	18,01	18,01	18,01	18,01	18,00	18,00	18,02	18,01	18,01
Phil5	18,02	18,02	18,01	18,02	18,01	18,02	18,02	18,02	18,03	18,03	18,02
										Rata-rata	18,02

Pada kemasan produk baru, tertulis daya lampunya adalah 18 Watt. Kemudian dibuktikan dengan melakukan pengukuran ulang daya dari lampu tersebut. Pengukuran ini dilakukan dengan mengambil 5 sampel lampu baru

dengan jumlah pengecekan 1 lampu adalah 10 kali pengecekan. Pada tabel di atas hasil rata-rata dari pengecekan sampel lampu CFL 18 Watt adalah 18,01 Watt. Sehingga dapat dikatakan bahwa lampu tersebut dayanya benar sebesar 18 Watt

Tabel 3.20 Daya CFL 18 Watt, 4 Bulan (dalam Watt)

Sample	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
Phil1	18,20	18,22	18,19	18,19	18,21	18,18	18,20	18,18	18,21	18,20	18,20
Phil2	18,21	18,19	18,20	18,22	18,19	18,17	18,19	18,17	18,18	18,19	18,19
Phil3	18,19	18,23	18,20	18,21	18,18	18,20	18,19	18,20	18,21	18,22	18,20
Phil4	18,19	18,21	18,22	18,19	18,16	18,19	18,20	18,19	18,23	18,20	18,20
Phil5	18,22	18,19	18,21	18,23	18,19	18,18	18,18	18,17	18,18	18,18	18,19
										Rata-rata	18,20

Tabel di atas adalah pengecekan dari pengambilan 5 sampel lampu yang sudah berkurang umur produknya, dalam artian lampu tersebut sudah terpakai selama kurun waktu 4 bulan. Hasil daya rata-rata dari pengecekan lampu CFL 18 Watt yang sudah terpakai selama 4 bulan adalah sebesar 18,20 Watt. ini berarti dalam kurun waktu pemakaian selama 4 bulan daya dari lampu CFL 18 Watt naik sekitar 0,18 Watt.

3.1.3.f Pengukuran daya lampu CFL Tornado 24 Watt

Pengukuran daya ini meliputi pengukuran daya lampu CFL Tornado 24 Watt yang baru, kemudian untuk sebagai pembandingan maka di ukur lampu dengan daya yang sama akan tetapi dibedakan lama pemakaiannya. Dalam percobaan ini lampu pembandingnya berusia pakai 4 bulan saja selebihnya menggunakan perkiraan.

Tabel 3.21 Daya CFL Tornado 24 Watt, Baru (dalam Watt)

Sample	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
Phil1	24,09	24,10	24,07	24,07	24,06	24,08	24,04	24,08	24,08	24,09	24,08
Phil2	24,07	24,04	24,08	24,07	24,04	24,06	24,07	24,08	24,09	24,05	24,07
Phil3	24,08	24,07	24,06	24,08	24,06	24,06	24,08	24,06	24,07	24,06	24,07
Phil4	24,07	24,06	24,07	24,07	24,05	24,06	24,09	24,07	24,06	24,07	24,07
Phil5	24,06	24,07	24,09	24,04	24,06	24,05	24,07	24,06	24,08	24,07	24,07
										Rata-rata	24,06

Pada kemasan produk baru, tertuliskan daya lampunya adalah 24 Watt. Kemudian dibuktikan dengan melakukan pengukuran ulang daya dari lampu tersebut. Pengukuran ini dilakukan dengan mengambil 5 sampel lampu baru

dengan jumlah pengecekan 1 lampu adalah 10 kali pengecekan. Hasil rata-rata dari pengecekan sampel lampu Tornado 24 Watt adalah 24,02 Watt. Sehingga dapat dikatakan bahwa lampu tersebut dayanya benar sebesar 24 Watt

Tabel 3.22 Daya CFL Tornado 24 Watt, 4 Bulan (dalam Watt)

Sample	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
CFL1	24,09	24,1	24,07	24,07	24,06	24,08	24,04	24,08	24,08	24,09	24,07
CFL2	24,07	24,04	24,08	24,07	24,04	24,06	24,07	24,08	24,09	24,05	24,06
CFL3	24,08	24,07	24,06	24,08	24,06	24,06	24,08	24,06	24,07	24,06	24,06
CFL4	24,07	24,06	24,07	24,07	24,05	24,06	24,09	24,07	24,06	24,07	24,06
CFL5	24,06	24,07	24,09	24,04	24,06	24,05	24,07	24,06	24,08	24,07	24,06
											24,08

Tabel di atas adalah pengecekan dari pengambilan 5 sampel lampu yang sudah terpakai selama kurun waktu 4 bulan. Hasil daya rata-rata dari pengecekan lampu Tornado 24 Watt yang sudah terpakai selama 4 bulan adalah sebesar 24,06 Watt. ini berarti dalam kurun waktu pemakaian selama 4 bulan daya dari lampu Tornado 24 Watt belum memiliki peningkatan daya yang besar.

3.1.4 Tarif Listrik Negara

Berdasarkan info yang didapat dari kepala Departemen Mekanikal Elektrik FT UI, bahwa kampus UI untuk tarif dasar listrik termasuk ke dalam golongan keperluan pelayanan sosial sehingga untuk tarif listrik yang dijadikan acuan untuk perhitungan di penelitian ini adalah tarif sebesar Rp 755,00 karena batas daya yang ditetapkan adalah sekitar 3.500 VA s.d 200 kVA. Untk lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.23 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	3.500 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 = $650 \times **$)	-

(Sumber : Peraturan Presiden RI, nomor 8; tahun 2011)

3.2 Pengolahan Data (Perhitungan Awal)

Pada sub bab berikut ini akan diterangkan mengenai pengolahan dari data-data yang didapatkan untuk bisa diambil kesimpulan nanti pada akhirnya. Dalam mengolah data juga dibutuhkan langkah-langkah pengerjaan agar didapatkan hasil yang maksimal. Data pertaman yang akan dibahas adalah pengolahan data awal yang memperhitungkan total daya listrik saat ini di kampus FT UI yang digunakan untuk penerangan. Kemudian tahap berikutnya memperhitungkan *Initial Cost*, dan *Annual Cost* untuk total lampu yang saat ini digunakan. Setelah diketahui hasilnya maka langkah selanjutnya akan diteruskan dengan menghitung biaya jika dilakukan penggantian dengan tujuan sebagai penghematan. Selanjutnya akan dihitung *cash flow* semua jenis lampu dan terakhir akan dihitung LCCA (*Life Cycle Cost Analysis*). Untuk lebih jelas, maka berikut adalah rincian datanya.

Berikut ini data total daya yang digunakan untuk penerangan gedung di kampus FT UI didasarkan dari data yang didapat mengenai jenis lampu yang banyak digunakan serta daya dari unit lampu yang digunakan saat ini:

Tabel 3.24 Total Penggunaan Daya Untuk Penerangan Gedung

Jenis lampu	Daya (Watt)	Jumlah (Unit)	Total (unit)
TL	21	293	110.754
TL	36	756	489.888
TL	40	1180	849.600
Pijar	5	7	630
CFL	18	149	48.276
CFL	23	257	106.398
Total Daya Lampu			1.605.546
Kw			1.605,546

Data untuk total daya yang didapatkan dari perhitungan adalah sebesar 1.605,546 Kw. Angka tersebut didapat dengan mengalikan jumlah unit dari masing-masing lampu dengan daya dari masing-masing unit kemudian dikalikan dengan lama pemakaian dalam satu hari yaitu 18 jam pemakaian per hari.

Kemudian akan dilakukan perbandingan rencana penggantian pemakaian unit lampu yang diharapkan bisa melihat beda penghematan daya dan penghematan biaya penggunaan listrik, maka terdapat 2 unit lampu rekomendasi yang diperkirakan bisa membantu penghematan listrik. 2 lampu tersebut adalah lampu CFL Tornado 24 Watt dan LED 9 Watt. Adapun alasan dari pemilihan kedua lampu tersebut yaitu antara lain karena Tornado 24 Watt merupakan lampu keluaran baru yang banyak diminati masyarakat dengan alasan hemat dan tahan lama. Serta LED merupakan lampu yang keluaran baru juga, akan tetapi jumlah pemakaian masih minimum karena lampu ini dikatakan sangat hemat sekali, dan memiliki umur hidup yang sangat panjang sehingga harga di pasarnya pun lumayan sangat mahal.

Untuk pengantiannya juga diperhitungkan seberapa banyak kira-kira lampu yang akan bisa menggantikan dari tiap unit lampu tersebut. Dibawah ini adalah perhitungan unit penggantian:

Tabel 3.25 Perhitungan Unit Rekomendasi Penggantian Lampu

Lampu	Daya (Watt)		Lumen		Retrofit	Unit	L/T
TL/LED	21	9	3350	600	5,58	45	T
TL/LED	36	9	2600	600	4,33	36	L
TL/LED	40	9	2550	600	4,25	36	L
TL/TND	21	24	3350	1450	2,31	48	T
TL/TND	36	24	2600	1450	1,79	24	L
TL/TND	40	24	2550	1450	1,75	24	L

Berdasarkan data penggunaan lampu di kampus FT UI maka yang dikategorikan sebagai lampu belum hemat energi adalah lampu TL (semua lampu TL yang terpakai) dan lampu pijar. Sedangkan yang dikategorikan sebagai lampu hemat energi adalah lampu CFL (semua lampu CFL yang terpakai). Untuk melihat beda penghematannya maka diberikan dua rekomendasi lampu untuk pembandingan hemat daya dan hemat biaya seperti yang sudah disebutkan di paragraf sebelumnya. Sehingga di penelitian ini yang di bandingkan hanya penghematan dari TL dengan dua lampu pembandingan.

Tabel di atas menjelaskan seberapa layak lampu CFL Tornado (TND) menggantikan lampu TL yang ada, serta melihat seberapa layak lampu LED menggantikan lampu TL juga. Bisa dilihat pada tabel ternyata jika lampu TL 21 Watt akan digantikan dengan lampu LED 9 Watt hasilnya Tidak Layak "T" dan

sisanya Layak “L”. Kemudian sama halnya dengan LED, CFL Tornado juga pada tabel terlihat Tidak Layak “T” untuk menggantikan lampu TL 21 Watt, dan sisanya adalah Layak “L”. Sehingga dari tabel dapat diperkirakan berapa banyak unit lampu yang dapat menggantikan lampu TL yang ada (*existing*) saat ini.

3.2.1 Perhitungan Biaya Untuk Lampu *Existing*

Di bawah ini adalah kumpulan pengolahan data untuk mendapatkan perhitungan *Initial Cost* dan *Annual Cost* dari penggunaan lampu *existing* dan lampu *retrofitting*. Untuk perhitungan yang pertama dibahas mengenai lampu yang *existing*. Tabel di bawah ini adalah tabel *Initial Cost* penggunaan lampu *existing*;

Tabel 3.26 *Initial Cost* penggunaan lampu *existing*

No.	Nama Item	Unit	Harga Satuan	Total Biaya (Rp)
1.	Pembelian Lampu TL 21 Watt	293	22.000,00	6.446.000
2.	Pembelian Lampu TL 36 Watt	756	24.000,00	18.144.000
3.	Pembelian Lampu TL 40 Watt	1180	36.000,00	42.480.000
4.	Pembelian Lampu Pijar 5 Watt	7	5.000,00	35.000
5.	Pembelian Lampu CFL 18 Watt	149	41.000,00	6.109.000
6.	Pembelian Lampu CFL 23 Watt	257	50.000,00	12.850.000
			Total	86.064.000

Pada tabel tersebut bisa dilihat bahwa biaya awal investasi yang saat ini di keluarkan untuk pembelian lampu-lampu gedung di FT UI totalnya adalah sekitar Rp 86.064.000,00. Angka tersebut didapatkan dari menjumlah keseluruhan harga pembelian lampu yang saat ini terpakai di gedung FT UI. Total biaya masing-masing lampu didapatkan dari mengalikan total unit terpakai dengan harga satuan unit lampu. Total penggunaan unit lampu terpasang saat ini adalah 2.642 unit.

Tabel 3.27 Annual Cost Penggunaan lampu *existing*

No.	Nama Item	Unit	Pemakaian (jam/hari)	Daya (watt)	Biaya (Rp)
1.	Pemakaian Lampu TL 21 Watt	293	18	21	83.619
2.	Pemakaian Lampu TL 36 Watt	756	18	36	369.865
3.	Pemakaian Lampu TL 40 Watt	1180	18	40	641.448
4.	Pemakaian Lampu Pijar 5 Watt	7	18	5	476
5.	Pemakaian Lampu CFL 18 Watt	149	18	18	36.448
6.	Pemakaian Lampu CFL 23 Watt	257	18	23	80.330
				Total / hr	1.212.187
				Total / bln	36.365.617
				Total/ 1 th	436.387.403

Dari tabel, untuk mencari total biaya tahunan didapatkan dari membagi daya per unit lampu dengan 1000 (Kw) kemudian mengalikannya dengan lama pemakaian lampu (18 Jam) masing-masing unit dan banyak unit lampu yang terpasang dan dikalikan kembali dengan harga listrik per Kwh. Karena kampus UI termasuk ke dalam tarif listrik golongan sosial dengan total kebutuhan listrik sekitar 3500 Va s.d 200 Kva jadi biaya per Kwh yang harus dibayarkan adalah Rp 755,00.

Setelah dilakukan perhitungan untuk biaya tahunan lampu *eksisting* maka didapat biaya untuk satu hari pemakaian adalah sekitar Rp 1.212.187,00 jika dihitung satu bulan pemakaian adalah biayanya Rp 36.365.617,00 dan biaya dalam satu tahun pemakaian adalah Rp 436.387.403,00

3.2.2 Perhitungan Lampu Rencana *Retrofitting*

Untuk rencana penggantian sesuai dengan yang sudah dijelaskan pada halaman sebelumnya, bahwa terdapat dua jenis lampu yang direkomendasikan untuk rencana penggantian dan untuk melihat perbandingan penghematan dari masing-masing lampu jika digunakan. untuk mendapatkan unit penggantian lampu dari masing-masing jenis lampu maka jumlahnya dicari dari membandingkan intensitas keterangan lampu. Untuk lampu Tornado 24 Watt didapatkan hasil bahwa 1 unit lampu TL 40 Watt dapat digantikan dengan 1 unit lampu Tornado 24 Watt, kemudian untuk lampu 1 unit TL 36 Watt dapat digantikan dengan 1 unit lampu Tornado 24 Watt. Dengan catatan keterangan lampu Tornado diasumsikan sama dan atau lebih baik dari keterangan lampu TL.

dan 1 unit lampu TL 21 Watt tidak dapat digantikan dengan 1 unit lampu Tornado 24 Watt. Alasannya adalah 1 unit lampu TL 21 Watt memiliki tingkat keterangan 2 kali lebih terang dibandingkan dengan 1 unit lampu Tornado 24 watt. Jadi jika akan digantikan dengan lampu Tornado 24 Watt dibutuhkan sebanyak 2 unit lampu Tornado. Akan tetapi daya dari 1 unit lampu TL 21 Watt tetap lebih kecil dari daya 1 unit lampu Tornado 24 Watt. Sehingga dalam kasus ini lampu TL 21 Watt tidak dimasukkan kedalam perhitungan. Berikut adalah perhitungan jika lampu TL dibandingkan dengan lampu CFL Tornado 24 Watt.

Tabel 3.28 *Initial Cost* Penggunaan Lampu CFL Tornado

No.	Nama Item	Unit	Harga Satuan (Rp)	Total Biaya (Rp)
1.	Pembelian Lampu Tornado 24 Watt	1936	54.000	104.544.000
2.	Pembelian Lampu CFL 18 Watt	156	41.000	6.396.000
3.	Pembelian Lampu CFL 23 Watt	257	50.000	12.850.000
4.	Pembelian Fitting Lampu	1936	6.000	11.616.000
Total Ininitial				135.406.000

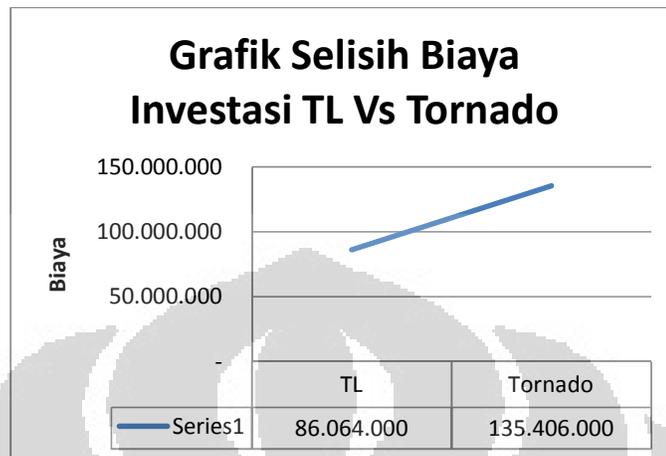
Pada tabel halaman sebelumnya terlihat unit lampu CFL Tornado 24 Watt sebanyak 1.936 unit didapat dari menghitung total lampu CFL Tornado yang layak untuk menggantikan lampu TL.

Tabel 3.29 *Annual Cost* Penggunaan Lampu CFL Tornado

No.	Nama Item	Unit	Pemakaian (jam/hari)	Daya (Watt)	Biaya (Rp)
1.	Pemakaian Lampu Tornado 24 Watt	1936	18	24	631.446
2.	Pemakaian Lampu CFL 18 Watt	156	18	18	38.161
3.	Pemakaian Lampu CFL 23 Watt	257	18	23	80.330
Total/ hr					749.937
Total/Bln					22.498.109
Total/1 th					269.977.309

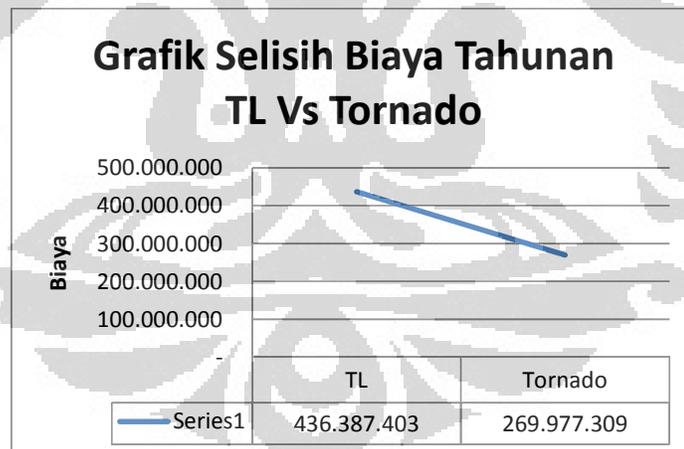
Tabel di atas memberikan gambaran seberapa besar biaya yang akan dikeluarkan sebagai biaya tahunan jika melakukan penggantian lampu TL dengan lampu CFL Tornado. Pada tabel terlihat total penggunaan listrik per hari adalah sekitar Rp 749.937,00 sehingga jika ingin mengetahui total penggunaan selama satu tahun angka tersebut tinggal dikalikan dengan 12 bulan dan didapat total biaya satu tahun adalah sebesar Rp 269.977.309,00 ini memiliki selisih biaya dengan saat menggunakan lampu TL adalah sebesar Rp 164.410.094,00.

Selisih perbedaan antara penggunaan TL dan penggunaan Tornado bisa di lihat pada grafik berikut ini:



Grafik 3.2 Selisih Biaya investasi TL Vs Tornado

Terlihat dari grafik bahwa untuk investasi awal penggunaan lampu Tornado memang lebih mahal dibandingkan dengan investasi awal penggunaan lampu TL. Hal tersebut memang dikarenakan harga untuk pembelian satu unit lampu Tornado lebih mahal dari pembelian satu unit lampu TL. selain itu juga unit pembelian lampu Tornado lebih banyak dibandingkan dengan unit TL.



Grafik 3.3 Selisih biaya tahunan TL Vs Tornado

Biaya investasi awal dari penggunaan lampu Tornado memang lebih tinggi akan tetapi dari grafik dapat dilihat bahwa untuk biaya tahunan yang dikeluarkan untuk lampu Tornado lebih sedikit dari biaya tahunan untuk lampu TL.

Kemudian untuk lampu LED 9 Watt didapatkan hasil bahwa 1 unit lampu TL 40 Watt dapat digantikan dengan 4 unit lampu LED 9 Watt, untuk lampu 1

unit TL 36 Watt dapat digantikan dengan 4 unit lampu LED 9 Watt, dan 1 unit lampu TL 21 Watt tidak dapat digantikan dengan lampu LED 9 Watt. Alasannya adalah 1 unit lampu TL 21 Watt memiliki tingkat keterangan 5 kali lebih terang dibandingkan dengan 1 unit lampu LED 9 Watt. Jadi jika akan digantikan dengan lampu LED 9 Watt dibutuhkan sebanyak 5 unit lampu LED. Akan tetapi jika dihitung daya dari 5 unit LED 9 Watt hasilnya adalah 45 Watt, daya tersebut jauh lebih besar dibandingkan 21 watt untuk lampu TL 21 Watt. sehingga untuk solusinya bisa dilakukan kombinasi penggantian lampu, dan untuk mempermudah perhitungan lampu TL 21 Watt tidak di masukkan dalam perhitungan. Berikut ini adalah tabel perhitungan biaya awal penggunaan lampu LED 9 Watt:

Tabel 3.30 *Initial Cost* Penggunaan Lampu LED

No.	Nama Item	Unit	Harga Satuan (Rp)	Total Biaya (Rp)
1.	Pembelian Lampu LED 9 Watt	7744	129.000	998.976.000
2.	Pembelian Lampu CFL 18 Watt	156	41.000	6.396.000
3.	Pembelian Lampu CFL 23 Watt	257	50.000	12.850.000
4.	Pembelian Fitting Lampu	7744	6.000	46.464.000
Total				1.064.686.000

Berdasarkan tabel di atas terlihat bahwa biaya investasi awal untuk penggunaan lampu LED sangat mahal yaitu sekitar Rp 1.064.686.000,00. Ini sangat jauh sekali bila dibandingkan dengan investasi awal lampu TL. Selisihnya jika dihitung besarnya sekitar Rp 978.622.000,00 terhitung lebih dari 200% investasi awal lampu TL. Dalam perhitungan pada tabel 3.30 menjumlahkan semua biaya pembelian lampu karena LED hanya menggantikan TL nantinya, jadi untuk pemakaian lampu kecil lainnya tetap diperhitungkan.

Tabel 3.31 *Annual Cost* Penggunaan Lampu LED

No.	Nama Item	Unit	Lama Pemakaian	Daya	Biaya(Rp)
1.	Pemakaian Lampu LED 9 Watt	7744	18	9	947.169
2.	Pemakaian Lampu CFL 18 Watt	156	18	18	38.161
3.	Pemakaian Lampu CFL 23 Watt	257	18	23	80.330
Total / hr					1.065.660
Total / Bln					31.969.796
Total /1Thn					383.637.546

Pada Tabel 3.31 juga memperlihatkan penggunaan lampu LED biaya penggunaan per harinya adalah sebesar Rp 1.065.660,00 sehingga jika ingin

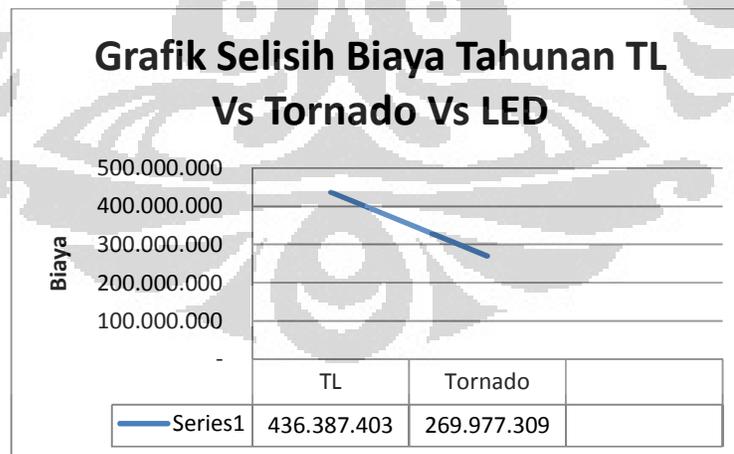
melihat biaya penggunaan per tahun tinggal dikalikan dengan 12 bulan dan didapatkan biaya tahunannya sebesar Rp 383.637.546,00.

Berarti selisih biaya tahunan penggunaan lampu TL dengan lampu LED adalah sebesar Rp 52.749.857,00. Untuk melihat lebih jelas selisihnya maka dapat dilihat melalui grafik berikut ini:



Grafik 3.4 Selisih biaya investasi TL Vs LED

Terlihat jelas untuk investasi awal penggunaan lampu LED sangat mahal dibandingkan investasi awal penggunaan lampu TL. Hal tersebut karena pembelian jumlah LED sangat banyak jika dibandingkan dengan jumlah lampu TL. Selain itu, harga satu unit lampu LED 4 kalinya lampu TL.



Grafik 3.5 Selisih biaya tahunan TL Vs Tornado Vs LED

Pada Grafik 3.5 halaman sebelumnya terlihat antara biaya tahunan LED dengan TL tidak memiliki selisih seukuran Tornado. Maka dalam perhitungan awal ini bisa dikatakan bahwa lampu Tornado 24 Watt memang menghemat

biaya. Akan tetapi, itu semua belum dengan memperhitungkan umur hidup dari lampu juga belum mempertimbangkan kenaikan daya lampu dari tiap bulannya. Mengapa hal tersebut menjadi penting? Karena kenaikan daya nantinya akan sangat mempengaruhi biaya yang dikeluarkan untuk membayar guna dari lampu tersebut. Sehingga itu juga harus diperhitungkan, supaya penghematannya dapat lebih terlihat. Untuk itu nantinya akan dibuat *cash flow* untuk mengetahui dengan mempertimbangkan faktor umur lampu, kira-kira manakah lampu yang lebih menguntungkan?

3.3 Evaluasi Alternatif

3.3.1 Evaluasi dengan Metode *Annual Worth Analysis*

Pada sub bab ini dibahas mengenai evaluasi dari masing-masing lampu. Untuk membuat *cash flow* didasarkan pada usia (*life time*) masing-masing lampu. Karena lampu TL, CFL Tornado, dan LED memiliki rentang usia yang cukup jauh sehingga *cash flow* dihitung dengan menggunakan AWA (*Annual Worth Analysis*). AW (*Annual Worth*) mendistribusikan aliran *cash* secara merata pada setiap periode waktu sepanjang umur hidup dari lampu. Nantinya akan dipilih satu lampu terbaik yang bisa menjadi pilihan rekomendasi untuk penggantian. Kemudian akan dilihat juga seberapa besar penghematan yang bisa dihasilkan dari mengganti lampu sebelumnya dengan lampu rekomendasi terbaik. Pengambilan keputusannya didasarkan pada pemilihan biaya terkecil atau dengan memilih pilihan yang menghasilkan keuntungan lebih besar. Pada halaman berikutnya dapat dilihat arus *cash* untuk biaya tahunan satu siklus umur hidup lampu.

Tabel 3.32 Cash Flow Annual Worth

Bulan	Plan A						Plan B		Plan C	
	Lampu TL 40 Watt		Lampu TL 36 Watt		Lampu TL 21Watt		Lampu Tornado 24Watt		LED 9 Watt	
	Investment (Rp)	Annual (Rp)	Invesment (Rp)	Annual (Rp)	Investment (Rp)	Annual (Rp)	Invesment (Rp)	Annual (Rp)	Invesment (Rp)	Annual (Rp)
Annual	-12.539	-105.877	-6.829	-122.527	-3.209	-76.016	-10.387	-63.526	-2.780	-33.352
0	-36.000		-24.000		-22.000		-54.000		-129.000,00	
1	-	-16.308	-	-14677	-	-8562	-	-9785	-	-3669
2	-	-16.308	-	-14677	-	-8562	-	-9785	-	-3669
3	-	-16.308	-	-14677	-	-8562	-	-9785	-	-3669
4	-	-16.308	-	-14677	-	-8562	-	-9785	-	-3669
5	-	-16.308	-	-14677	-	-8562	-	-9785	-	-3669
6	-	-16.308	-	-14677	-	-8562	-	-9785	-	-3669
7	-	-16.308	-	-14677	-	-8562	-	-9785	-	-3669
8	-	-16.308	-	-14677	-	-8562	-	-9785	-	-3669
9	-	-16.308	-	-14677	-	-8562	-	-9785	-	-3669
10	-	-16.308	-	-14677	-	-8562	-	-9785	-	-3669
11	-	-16.308	-	-14677	-	-8562	-	-9785	-	-3669
12	-	-16.308	-	-14677	-	-8562	-	-9785	-	-3669

Bulan	Plan A						Plan B		Plan C	
	Lampu TL 40 Watt		Lampu TL 36 Watt		Lampu TL 21 Watt		Lampu Tornado 24Watt		LED 9 Watt	
	Investment (Rp)	Annual (Rp)	Investment (Rp)	Annual (Rp)	Investment (Rp)	Annual (Rp)	Investment (Rp)	Annual (Rp)	Investment (Rp)	Annual (Rp)
Annual	-12.539	-105.877	-6.829	-122.527	-3.209	-76.016	-10.387	-63.526	-2.780	-33.352
0	-36.000		-24.000		-22.000		-54.000		-129.000,00	
13			-	-14677	-	-8562			-	-3669
14			-	-14677	-	-8562			-	-3669
15			-	-14677	-	-8562			-	-3669
16			-	-14677	-	-8562			-	-3669
17			-	-14677	-	-8562			-	-3669
18			-	-14677	-	-8562			-	-3669
19			-	-14677	-	-8562			-	-3669
20			-	-14677	-	-8562			-	-3669
21			-	-14677	-	-8562			-	-3669
22			-	-14677	-	-8562			-	-3669
23			-	-14677	-	-8562			-	-3669
24			-	-14677	-	-8562			-	-3669
25			-	-14677	-	-8562			-	-3669
26			-	-14677	-	-8562			-	-3669
27			-	-14677	-	-8562			-	-3669
28			-	-14677	-	-8562			-	-3669
29			-	-14677	-	-8562			-	-3669

Bulan	Plan A						Plan B		Plan C	
	Lampu TL 40 Watt		Lampu TL 36 Watt		Lampu TL 21 Watt		Lampu Tornado 24Watt		LED 9 Watt	
	Investment (Rp)	Annual (Rp)	Investment (Rp)	Annual (Rp)	Investment (Rp)	Annual (Rp)	Investment (Rp)	Annual (Rp)	Investment (Rp)	Annual (Rp)
Annual	-12.539	-105.877	-6.829	-122.527	-3.209	-76.016	-10.387	-63.526	-2.780	-33.352
0	-36.000		-24.000		-22.000		-54.000		-129.000,00	
30					-	-8562			-	-3669
31					-	-8562			-	-3669
32					-	-8562			-	-3669
33					-	-8562			-	-3669
34					-	-8562			-	-3669
35					-	-8562			-	-3669
36					-	-8562			-	-3669
37									-	-3669
38									-	-3669
39									-	-3669
40									-	-3669
41									-	-3669
42									-	-3669
43									-	-3669
44									-	-3669
45									-	-3669

Bulan	Plan A						Plan B		Plan C	
	Lampu TL 40 Watt		Lampu TL 36 Watt		Lampu TL 21 Watt		Lampu Tornado 24Watt		LED 9 Watt	
	Investment (Rp)	Annual (Rp)	Investment (Rp)	Annual (Rp)	Investment (Rp)	Annual (Rp)	Investment (Rp)	Annual (Rp)	Investment (Rp)	Annual (Rp)
Annual	-12.539	-105.877	-6.829	-122.527	-3.209	-76.016	-10.387	-63.526	-2.780	-33.352
0	-36.000		-24.000		-22.000		-54.000		-129.000,00	
46									-	-3669
47									-	-3669
48									-	-3669
49									-	-3669
50									-	-3669
51									-	-3669
52									-	-3669
53									-	-3669
54									-	-3669
55									-	-3669
56									-	-3669
57									-	-3669
58									-	-3669
59									-	-3669
60									-	-3669

Bulan	Plan A						Plan B		Plan C	
	Lampu TL 40 Watt		Lampu TL 36 Watt		Lampu TL 21 Watt		Lampu Tornado 24Watt		LED 9 Watt	
	Investment (Rp)	Annual (Rp)	Investment (Rp)	Annual (Rp)	Investment (Rp)	Annual (Rp)	Investment (Rp)	Annual (Rp)	Investment (Rp)	Annual (Rp)
Annual	-12.539	-105.877	-6.829	-122.527	-3.209	-76.016	-10.387	-63.526	-2.780	-33.352
0	-36.000		-24.000		-22.000		-54.000		-129.000,00	
61									-	-3669
62									-	-3669
63									-	-3669
64									-	-3669
65									-	-3669
66									-	-3669
67									-	-3669
68									-	-3669
69									-	-3669
70									-	-3669
71									-	-3669
72									-	-3669
73									-	-3669
74									-	-3669
75									-	-3669

Bulan	Plan A						Plan B		Plan C	
	Lampu TL 40 Watt		Lampu TL 36 Watt		Lampu TL 21 Watt		Lampu Tornado 24 Watt		LED 9 Watt	
	Investment (Rp)	Annual (Rp)	Investment (Rp)	Annual (Rp)	Investment (Rp)	Annual (Rp)	Investment (Rp)	Annual (Rp)	Investment (Rp)	Annual (Rp)
Annual	-12.539	-105.877	-6.829	-122.527	-3.209	-76.016	-10.387	-63.526	-2.780	-33.352
0	-36.000		-24.000		-22.000		-54.000		-129.000,00	
76									-	-3669
77									-	-3669
78									-	-3669
79									-	-3669
80									-	-3669
81									-	-3669
82									-	-3669
83									-	-3669
84									-	-3669

Berdasarkan tabel alir *cash* di atas dan halaman-halaman sebelumnya didapatkan hasil perhitungan AW untuk plan A (lampu TL) adalah sebesar Rp (326.998,00). Untuk AW plan B (lampu Tornado) didapatkan hasilnya sebesar Rp (73.914,00) dan untuk AW plan C (lampu LED) hasilnya sebesar Rp (36.132,00). Sesuai dengan evaluasi alternatif yang menggunakan metode *Annual Worth* maka yang akan terpilih adalah alternatif dengan nilai AW terkecil atau nilai AW yang memberikan keuntungan lebih besar yaitu alternatif plan C (lampu LED).

3.4 Perhitungan *Life Cycle Cost Analysis*

3.4.1 Perhitungan *Electricity Consumption (EC)*

Total Energy Consumption dihitung untuk mengetahui seberapa besar perbedaan energi yang dibutuhkan jika dilakukan penggantian lampu di kampus FT UI. Akan dihitung penggunaan energi dari masing-masing kebutuhan energi antara lampu TL dengan lampu LED. Sebagai informasi, berdasarkan data-data yang sudah disebutkan pada halaman-halaman berikutnya diketahui bahwa jumlah lampu penggunaan untuk LED total lampunya adalah 2.229 unit meliputi (TL 21 Watt, TL 36 Watt, TL 40 Watt), dan jika akan digantikan LED 9 Watt adalah 7.744 unit. Lama pemakaian per hari (OH) adalah 18 jam.

$$EC_{TL21} = \frac{N \times W \times OH}{1000} = \frac{293 \times 21 \times 18 \times 30}{1000} = 3.322,62 \text{ Kwh}$$

$$EC_{TL36} = \frac{N \times W \times OH}{1000} = \frac{756 \times 36 \times 18 \times 30}{1000} = 14.696,64 \text{ Kwh}$$

$$EC_{TL40} = \frac{N \times W \times OH}{1000} = \frac{1180 \times 40 \times 18 \times 30}{1000} = 25.488,00 \text{ Kwh}$$

Didapatkan konsumsi energi total untuk TL di atas adalah 43.507,26 Kwh per bulan

$$EC_{LED} = \frac{N \times W \times OH}{1000} = \frac{7.744 \times 9 \times 18 \times 30}{1000} = 37.635,84 \text{ Kwh}$$

Kemudian total konsumsi energi untuk lampu LED 9 Watt adalah sebesar 37.635,84 Kwh per bulan

3.4.2 Perhitungan *Energy Saving (ES)*

Energy saving atau penghematan energi didapatkan dari merunkan total konsumsi energi lampu *existing* yaitu TL dengan total konsumsi energi lampu *retrofitting* yaitu lampu LED. Hasilnya adalah

$$ES = EC_{\text{existing}} - EC_{\text{retrofitting}}$$

$$ES = 43.507,26 - 37.635,84$$

$$= 5.871,42 \text{ Kwh per bulan}$$

Jadi jika FT menggantikan pemakaian lampu TL dengan lampu LED maka FT akan mendapatkan keuntungan dengan menghemat energi konsumsi sebesar

5.871,42 Kwh setiap bulannya. Jika penggunaan lampu LED selama n bulan maka untuk mengetahui hasil penghematan energi total tinggal dikalikan saja.

3.4.3 Perhitungan *Bill Saving* (BS)

Bill saving atau penghematan biaya akan didapatkan dengan cara mengalikan jumlah penghematan energi yang diperoleh dari penggunaan lampu LED dengan harga tarif listrik per Kwh yang dibebankan dari pemerintah kepada UI yaitu sebesar Rp 755,00. Hasil perhitungannya adalah

$$\begin{aligned} BS &= ES \times ET \\ BS &= 5.871,42 \times 755 \\ &= \text{Rp } 4.432,60 \text{ per bulan} \end{aligned}$$

Penghematan biaya yang dapat diberikan lampu LED adalah sebesar Rp 4.432,60 per bulan

3.4.4 Perhitungan *Operating Cost* (OC)

Operating Cost atau biaya operasi hanya untuk melihat total biaya per hari yang akan dikeluarkan jika melakukan penggantian pemakaian TL dengan LED

$$\begin{aligned} OC &= N \times W \times OH \times ET \\ OC &= 7.744 \times 9 \times 18 \times 755 \\ &= \text{Rp } 947.168,64 \text{ per hari} \end{aligned}$$

Perhitungan biaya operasi ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar biaya yang harus dikeluarkan FT UI untuk membayar pemakaian selama satu hari jem operasi yaitu 18 jam. Sehingga setelah dihitung didapatkan hasil biayanya adalah sebesar Rp 947.168,64 per hari.

3.4.5 Perhitungan *Payback Period*

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui pada saat kapan lampu LED tidak memberikan kerugian juga tidak memberikan keuntungan untuk FT UI. Cara menghitungnya adalah dengan cara mengetahui total biaya investasi dan biaya *annual* juga mencari profit yang didapatkan setelah menggunakan LED. Dari perhitungan yang dilakukan untuk biaya investasi dan biaya pembelian fitting

lampu (dudukan lampu) didapatkan total biaya sebesar Rp 1.045.440.000,00 kemudian untuk biaya operasi meliputi biaya pemakaian lampu selama 18 jam pemakaian per hari biayanya adalah sebesar Rp 28.415.059,00. Sehingga, didapatkan hasil perhitungan payback period sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Payback Period} &= \frac{\text{Investasi}}{\text{Biaya Operasi}} \\ &= \frac{\text{Rp } 1.045.440.000}{\text{Rp } 28.415.059/\text{bln}} \\ &= 37 \text{ Bulan}\end{aligned}$$

Jika menggunakan lampu LED yang memiliki umur hidup 84 bulan atau 7 tahun, FT UI akan mengalami payback period pada bulan ke 37. Itu berarti lampu LED memang layak untuk dijadikan lampu pengganti lampu TL.

3.4.6 Perhitungan LCCA (*Life Cycle Cost Analysis*)

Perhitungan LCC ini memperhitungkan semua biaya yang ada pada satu siklus hidup lampu LED sebagai lampu pengganti TL. Biaya yang diperhitungkan meliputi biaya investmen ditambahkan dengan total OC (*operating cost*) yang dibagi dengan 1dikurang bunga 11% dan dipangkatkan dengan tahun usia hidup lampu. Maka yang dilihat adalah selisih nilai LCC untuk bisa mendapatkan analisisnya. Berikut ini adalah perhitungannya

$$\begin{aligned}\text{LCC}_{(\text{LED})} &= \text{PC} + \sum_1^N \frac{\text{Oct}}{(1-r)^t} \\ &= \text{Rp } 1.045.440.000,00 + \text{Rp } 5.857.517.903,00 \\ &= \text{Rp } 6.902.957.903,00\end{aligned}$$

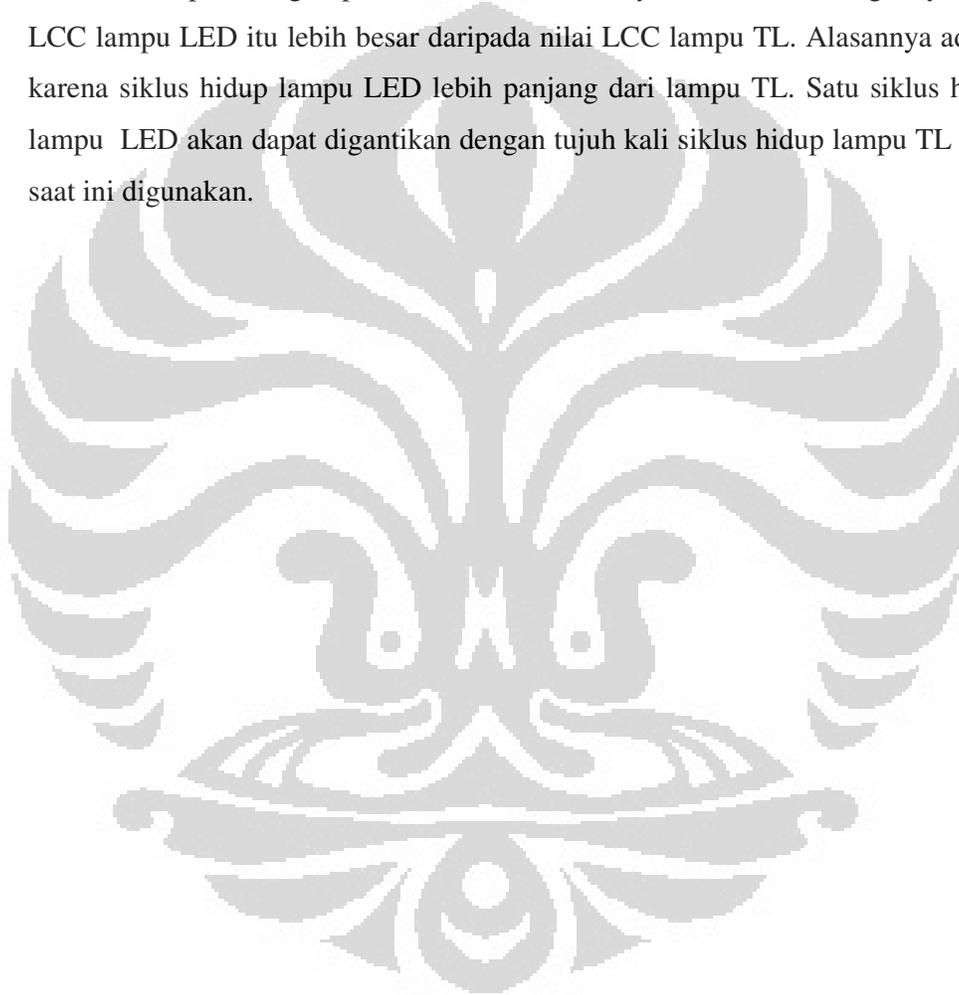
Dari perhitungan sebelumnya didapatkan perhitungan untuk biaya investasi awal lampu LED tanpa lampu CFL adalah sebesar Rp 1.045.440.000,00. Kemudian setelah melakukan perhitungan didapatkan Rp 5.857.517.903,00 dari menjumlahkan semua biaya operasi dengan bunga 11% selama 84 bulan. Dan didapatkan nilai LCC untuk lampu TL adalah sebesar Rp 6.902.957.903,00

Untuk perhitungan LCC lampu TL adalah seperti di bawah ini:

$$\begin{aligned}\text{LCC}_{(\text{TL})} &= \text{PC} + \sum_1^N \frac{\text{Oct}}{(1-r)^t} \\ &= \text{Rp } 67.070.000,00 + \text{Rp } 63.441.138,00 \\ &= \text{Rp } 130.511.138,00\end{aligned}$$

Diketahui untuk biaya investasi pembelian lampu TL tanpa CFL adalah sebesar Rp 67.070.000,00. Kemudian didapatkan hasil penjumlahan biaya operasi sebesar Rp 63.441.138,00. Angka tersebut didapatkan dari menjumlahkan semua biaya operasi dengan bunga 11% selama 12 bulan. Sehingga didapatkan biaya LCC untuk lampu TL adalah sebesar Rp 130.511.138,00.

Berdasarkan perhitungan pada halaman sebelumnya, dari melihat angkanya nilai LCC lampu LED itu lebih besar daripada nilai LCC lampu TL. Alasannya adalah karena siklus hidup lampu LED lebih panjang dari lampu TL. Satu siklus hidup lampu LED akan dapat digantikan dengan tujuh kali siklus hidup lampu TL yang saat ini digunakan.



BAB 4 ANALISA

4.1 Analisa Hasil Pengecekan Daya

4.1.1 Analisa Pengecekan Daya Lampu TL 40 Watt

Pengecekan daya lampu meliputi pengukuran daya lampu TL 40 Watt yang baru, kemudian untuk sebagai pembandingan maka di ukur lampu dengan daya yang sama akan tetapi dibedakan lama pemakaiannya. Dalam percobaan ini lampu pembandingnya berusia pakai 4 bulan, 8 bulan, dan 1 tahun.

Tabel 4.1 Pengecekan Daya Lampu TL 40 Watt, Baru (dalam watt)

Sample	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
TLD1	40,02	40,08	40,00	40,01	40,02	40,02	40,00	40,03	40,01	40,03	40,02
TLD2	40,01	40,00	40,00	40,01	40,06	40,02	40,03	40,02	40,00	40,01	40,02
TLD3	40,00	40,02	40,04	40,00	40,01	40,01	40,02	40,02	40,01	40,02	40,02
TLD4	40,01	40,02	40,02	40,00	40,01	40,03	40,01	40,01	40,03	40,02	40,02
TLD5	40,05	40,01	40,06	40,01	40,02	40,02	40,01	40,00	40,01	40,02	40,02
Rata-rata											40,018

Tabel 4.2 Pengecekan Daya Lampu TL 40 Watt, 4 Bulan (dalam Watt)

No.	Daya Lampu									
1	40,12	40,12	40,13	40,20	40,12	40,40	41,21	40,88	41,10	41,07
2	41,02	40,89	41,21	41,30	40,72	40,99	41,04	40,12	40,22	41,01
3	40,94	41,20	41,09	40,49	41,09	41,16	40,88	40,63	41,06	40,31
4	40,12	40,95	40,77	41,10	41,21	40,17	40,96	41,22	41,11	40,85
5	41,20	41,40	40,89	41,07	40,66	40,60	41,12	41,29	40,87	41,11
Rata-rata										40,83

Tabel 4.3 Pengecekan daya lampu TL 40 Watt, 8 Bulan(dalam Watt)

No.	Daya Lampu									
1	43,04	42,46	43,01	43,11	42,55	42,71	42,32	42,90	43,12	43,08
2	42,93	42,71	43,32	43,33	42,57	43,16	42,33	43,03	42,44	42,60
3	43,12	42,90	43,29	43,00	43,26	43,01	42,55	43,12	42,93	42,65
4	44,06	43,12	42,44	43,01	42,32	43,29	43,10	42,90	42,99	43,32
5	43,26	42,93	42,55	43,12	42,11	42,93	43,22	42,60	43,11	42,98
Rata-rata										42,92

Tabel 4.4 Pengecekan daya lampu TL 40 Watt, 1 Tahun (dalam Watt)

No.	Daya Lampu									
1	45,20	44,76	44,66	44,91	45,12	44,88	45,06	45,60	44,31	44,23
2	44,99	45,25	44,72	45,33	45,22	44,57	44,12	44,98	45,29	44,59
3	45,10	44,99	45,76	45,89	44,89	44,92	45,21	45,01	45,22	44,23
4	44,81	45,12	45,23	44,99	45,21	44,98	45,29	45,32	45,19	45,01
5	45,03	44,89	46,01	44,52	45,12	45,19	44,23	44,98	45,01	44,78
Rata-rata										45,00

Dari tabel di atas dan tabel pada halaman sebelumnya terlihat bahwa lampu TL 40 Watt mengalami peningkatan daya. Kemudian tren peningkatan daya yang ada saat ini bila dihitung menggunakan regresi didapatkan peningkatan sebesar 0,43 Watt setiap bulannya hingga umur lampu ini habis. Dengan adanya peningkatan daya yang seperti tertera pada tabel, tentu ini nantinya akan berpengaruh terhadap adanya peningkatan biaya operasi dari penggunaan lampu tersebut.

4.1.2 Analisa Pengecekan Daya Lampu TL 36 Watt

Tabel 4.5 Pengecekan daya lampu TL 36 Watt, baru (dalam Watt)

Sample	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
TLD1	36,01	36,03	36,01	36,00	36,00	36,02	36,01	36,02	36,04	36,02	36,01
TLD2	36,03	36,02	36,01	36,01	36,01	36,01	36,02	36,00	36,01	36,01	36,01
TLD3	36,00	36,01	36,01	36,02	36,01	36,00	36,01	36,02	36,00	36,01	36,01
TLD4	36,02	36,01	36,02	36,01	36,01	36,03	36,01	36,01	36,01	36,01	36,01
TLD5	36,01	36,00	36,01	36,02	36,01	36,02	36,01	36,00	36,00	36,01	36,01
Rata-rata											36,011

Tabel 4.6 Pengecekan daya lampu TL 36 Watt, 4 Bulan (dalam Watt)

No.	Daya Lampu									
1	36,59	36,41	36,4	36,68	36,2	36,53	36,85	36,26	36,32	36,33
2	36,98	36,2	36,71	36,46	36,63	36,33	36,4	36,24	36,41	36,72
3	36,67	36,49	36,16	36,52	36,81	36,77	36,63	36,21	36,9	36,23
4	36,44	36,1	36,41	36,23	36	36,38	36,41	36,67	36,32	36,88
5	36,5	36,39	36,62	36,44	36,51	36,2	36,17	36,32	36,43	36,22
Rata-rata										36,64

Tabel 4.7 Pengecekan daya lampu TL 36 Watt, 8 Bulan (dalam Watt)

No.	Daya Lampu									
1	37,12	37,23	37,45	37,31	37,25	37,28	37,46	37,67	37,21	37,44
2	37,36	37,16	36,49	37,46	37,46	37,35	37,46	37,42	37,35	37,22
3	37,78	37,83	37,64	37,69	37,58	37,64	37,72	37,56	37,36	37,58
4	37,67	37,78	37,66	37,68	37,69	37,70	37,73	37,65	37,50	37,59
5	37,69	37,73	37,56	37,74	37,84	37,68	37,79	37,68	37,45	37,67
Rata-rata										37,52

Tabel 4.8 Pengecekan daya lampu TL 36 Watt, 1 Tahun (dalam Watt)

No.	Daya Lampu									
1	39,01	39,05	39,07	39,08	39,08	39,06	39,07	39,08	39,06	39,07
2	39,07	39,08	39,09	39,08	39,09	39,08	39,07	39,05	39,06	39,10
3	39,09	39,08	39,06	39,07	39,09	39,07	39,09	39,07	39,10	39,06
4	39,06	39,06	39,08	39,06	39,07	39,08	39,07	39,06	39,05	39,06
5	39,07	39,10	39,09	39,06	39,08	39,09	39,06	39,08	39,07	39,09
Rata-rata										39,07

Pengecekan ini dilakukan dengan cara yang sama dengan saat pengecekan lampu TL 40 Watt. Pengecekan daya lampu meliputi pengukuran daya lampu TL 36 Watt yang baru, kemudian untuk sebagai pembandingan maka di ukur lampu dengan daya yang sama akan tetapi dibedakan lama pemakaiannya. Dalam percobaan ini lampu pembandingnya berusia pakai 4 bulan, 8 bulan, dan 1 tahun. Kemudian hasil yang ditunjukkan pada tabel di atas dan tabel pada halaman sebelumnya terlihat bahwa lampu TL 36 Watt mengalami peningkatan daya. lalu tren peningkatan daya yang ada saat ini bila dihitung menggunakan regresi didapatkan peningkatan sebesar 0,25 Watt setiap bulannya hingga umur lampu ini habis.

4.1.3 Analisa Pengecekan Daya Lampu TL 21 Watt

Pengecekan daya lampu meliputi pengukuran daya lampu TL 21 Watt yang baru, kemudian untuk sebagai pembandingan maka di ukur lampu dengan daya yang sama akan tetapi dibedakan lama pemakaiannya. Dalam percobaan ini lampu pembandingnya berusia pakai 4 bulan, 8 bulan, dan 1 tahun. Hasil yang didapatkan dari pengecekan yang dilakukan dapat dikatakan bahwa lampu TL 21 Watt mengalami peningkatan daya. Ini sama halnya yang terjadi pada lampu TL

40 Watt dan lampu 36 Watt. Lalu tren peningkatan daya yang ada saat ini bila dihitung menggunakan regresi didapatkan peningkatan sebesar Watt setiap bulannya hingga umur lampu ini habis.

Pengecekan lampu CFL 18 Watt, CFL 23 Watt dan CFL Tornado 24 Watt juga dilakukan akan tetapi perlakuannya hanya untuk mengecek lampu baru dan lampu yang sudah terpakai selama 4 bulan. Alasan dilakukan pembeda adalah karena pada penelitian ini menjadi terfokus pada lampu dominan digunakan di Kampus FT UI yaitu lampu TL 21 Watt, 36 Watt, dan 40 Watt. Sehingga pengecekan lampu yang tidak dominan digunakan oleh kampus FT hanya untuk mengetahui kebenaran dayanya. Dari hasil pengecekan didapatkan bahwa untuk pengecekan lampu CFL 18 Watt daya barunya adalah 18,02 Watt. dengan demikian bisa dikatakan memang daya lampu memang 18 Watt. sedangkan lampu berusia 4 bulan dayanya didapatkan 18,20 Watt. Berarti daya lampu CFL 18 Watt juga meningkat setelah digunakan selama 4 bulan, dan peningkatannya sekitar 0,18 Watt.

Lampu CFL 23 Watt baru dari hasil pengecekan didapatkan hasilnya adalah 23,02 Watt, dan setelah 4 bulan pemakaian dayanya meningkat menjadi 23,13. Maka peningkatan yang terjadi pada lampu CFL 23 Watt adalah sekitar 0,11 Watt selama 4 bulan. Lampu CFL Tornado 24 Watt yang baru setelah dilakukan pengecekan daya didapatkan hasil rata-rata dayanya yaitu 24,06 Watt, dan setelah digunakan selama 4 bulan hasilnya daya meningkat sebesar 24,08 Watt. Sehingga bisa dihitung peningkatan dayanya adalah 0,02 Watt.

4.2 Analisa Hasil Perhitungan Biaya

Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan dan perhitungannya terdapat pada bab pengumpulan dan pengolahan data, maka berikut ini merupakan analisa dari masing-masing hasil perhitungan yang didapatkan.

4.2.1 Analisa Perhitungan Biaya *Existing*

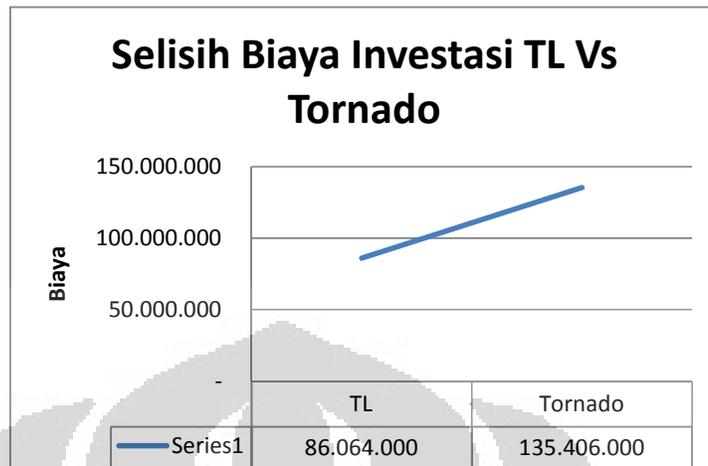
Lampu *existing* adalah lampu-lampu yang saat ini terpasang dan terpakai, berguna di kampus FT UI. Adapun lampu-lampu tersebut antara lain lampu TL 21

Watt, TL 36 Watt, TL 40 Watt, CFL 18 Watt, CFL 23 Watt, dan pijar 5 watt. Akan tetapi dominan penggunaan lampu adalah lampu TL 40 Watt. perhitungan yang akan dilakukan merupakan perhitungan biaya investasi berupa pembelian lampu dan perhitungan biaya tahunan hingga lampu tersebut habis umur hidupnya.

Jumlah lampu yang terpakai saat ini sekitar 2.642 unit, ini meliputi 293 unit lampu TL 21 Watt, 756 unit lampu TL 36 Watt, 1.180 unit lampu TL 40 Watt, 7 unit lampu pijar 5 Watt, 149 unit lampu CFL 18 Watt, dan 257 unit lampu CFL 23 Watt. Setelah dilakukan perhitungan untuk biaya investasi lampu *existing* kampus FT UI didapatkan adalah sebesar Rp 86.064.000,00. Angka tersebut didapatkan dari menjumlah masing-masing unit lampu dengan masing-masing harga lampu. Selanjutnya menghitung biaya tahunan untuk pemakaian semua lampu yang saat ini digunakan. Berdasarkan perhitungan, jumlah biaya yang harus dikeluarkan oleh kampus FT dalam satu hari pemakaian adalah sebesar Rp 1.212.187,00. Dengan begitu berarti untuk pemakaian selama satu tahun adalah sebesar Rp 436.387.403,00.

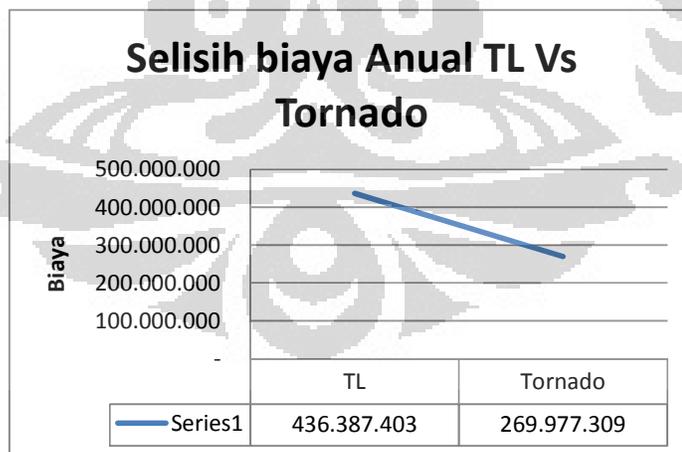
4.2.2 Analisa Perhitungan Lampu rencana *retrofitting*

Perhitungan dilakukan untuk mengetahui angka biaya investasi dan biaya tahunan dari dua lampu rekomendasi untuk penghematan, yaitu lampu CFL 24 Watt, dan lampu LED 9 Watt. penghitungan biaya tahunan ini belum memperhatikan umur hidup lampu. Untuk perhitungan lampu CFL 24 Watt biaya investasinya adalah sebesar Rp 135.406.000,00. Angka ini sedikit lebih mahal dan terlihat besar bila dibandingkan dengan biaya yang harus dikeluarkan untuk investasi lampu TL. Dapat dilihat pada grafik berikut:



Grafik 4.1 Selisih biaya investasi TL Vs Tornado

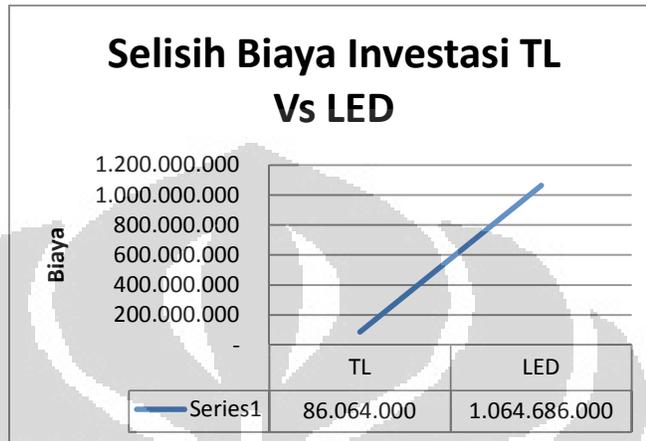
Selisih yang dapat dihitung dari perbedaan pengeluaran biaya untuk investasi dari kedua lampu ini adalah Rp 49.342.000,00. Kemudian untuk biaya tahunan yang harus dikeluarkan jika menggunakan lampu CFL 24 Watt adalah sebesar Rp 269.977.309,00. Ini berarti lampu CFL Tornado 24 Watt memiliki total tahunan lebih rendah dari lampu TL yang saat ini digunakan. Berikut ini adalah grafik yang menggambarkan penurunan biaya tahunan pada lampu Tornado 24 Watt:



Tabel 4.2 Selisih biaya tahunan TL Vs Tornado

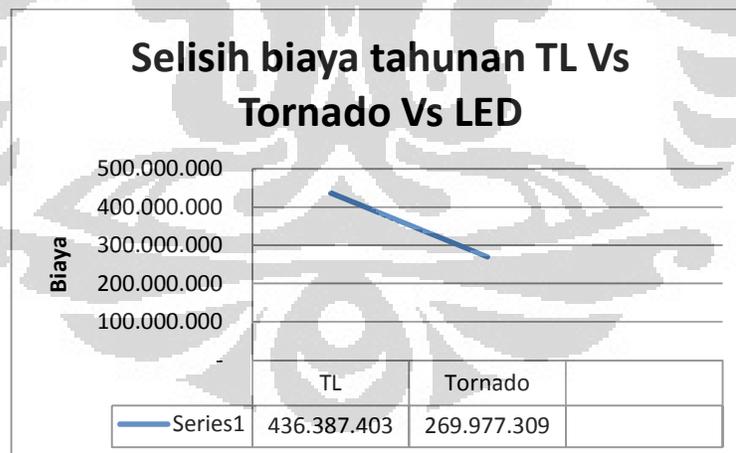
Kemudian perhitungan biaya investasi dan biaya tahunan jika lampu LED 9 Watt yang menjadi pilihan untuk menggantikan lampu TL. Untuk perhitungan

biaya investasi yang sudah dihitng adalah sebesar Rp 1.064.686.000,00. Angka tersebut memberikan selisih yang cukup besar dengan biaya tahunan dari penggunaan lampu TL. Selisih biaya investasi keduanya dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Tabel 4.3 Selisih biaya investasi lampu TL Vs LED

Jumlah selisih biaya setelah dihitng mencapai Rp 978.622.000,00. Bila diperhitungkan investasi satu kali lampu LED bisa digunakan untuk tiga kali investasi lampu TL. Lalu di bawah ini adalah grafik selisih perbedaan biaya tahunan antara lampu TL dengan lampu Tornado dan lampu LED:



Tabel 4.4 Selisih biaya tahunan lampu TL Vs Tornado Vs LED

Pada grafik di atas terlihat bahwa lampu LED juga memiliki biaya tahunan lebih rendah dari biaya tahunan lampu TL, Akan tetapi tidak lebih rendah dari biaya tahunan lampu Tornado. Maka untuk hasil perhitungan biaya yang belum memperhitungkan *life time* atau umur lampu maka yang terpilih untuk menjadi pengganti lampu TL adalah lampu Tornado.

4.3 Analisa Hasil Evaluasi Pemilihan Alternatif

Evaluasi dilakukan dengan menggunakan metode *Annual Worth Analysis*, karena usia masing-masing lampu berbeda-beda. Metode *annual worth* ini memperhitungkan total biaya satu lampu dalam satu siklus hidupnya. Jadi yang terpilih adalah lampu yang memiliki total AW terkecil dari ke tiga alternatif yang ada. Setelah dihitung maka didapatkan hasilnya bahwa AW lampu TL nilainya adalah Rp (326.998,00), kemudian AW lampu Tornado adalah sebesar Rp (73.914,00), dan AW lampu LED adalah sebesar Rp (36.132,00). Maka alternatif yang terpilih adalah lampu LED.

Mengapa bisa lampu LED yang terpilih? Padahal jika dilihat dari perhitungan nilai investasi lampu LED memiliki nilai investasi paling tinggi di bandingkan dengan yang lainnya, dan jika dilihat dari perhitungan biaya tahunan masih lebih murah lampu Tornado di bandingkan dengan lampu LED. Alasannya adalah karena lampu LED memiliki usia lebih panjang dari TL dan Tornado. Lampu Tornado memang biaya tahunannya lebih sedikit, tetapi usia lampu Tornado lebih kurang sama dengan usia lampu TL yang sekarang terpakai. Sehingga jika diperhitungkan ulang maka satu siklus lampu LED dengan usia 7 tahun, akan sama dengan tujuh siklus lampu Tornado dengan usia 1 tahun. Maka hasilnya akan tetap menguntungkan jika FT mengganti lampu TL dengan lampu LED.

Alasan lain mengapa lampu LED lebih layak untuk menggantikan lampu TL yang sekarang terpakai adalah alasan dampak terhadap lingkungan. Dalam artian lain lampu LED memiliki *social benefit* untuk pengguna. Berdasarkan informasi yang didapatkan () bahwa lampu golongan lampu *Flourescen Lamp* yang meliputi lampu TL (*Tubular Lamp*) maupun lampu CFL (*Compact Flourescen Lamp*) sedikitnya mengandung 5 mg logam berbahaya dan beracun yaitu mercury. Sebuah penelitian di Fraunhofer Wilhelm Klauwitz Institute mengungkapkan bahwa bola lampu CFL yang pecah dapat meningkatkan kadar merkuri di udara tertutup hingga 7 mikrogram/cm³. Sementara batas aman yang tidak membahayakan adalah 0,35 mikrogram/cm¹. Merkuri merupakan suatu logam yang apabila kontak

¹ Info Iptek (RISTEK-RI) [online] Jumat, 31 Desemberr 2010

dengan kulit dapat menyebabkan ruam, sedangkan apabila terhirup dapat menyebabkan sakit kepala migrain, dan memicu kejang pada penderita epilepsi. Kadar merkuri sebenarnya cukup kecil, hanya sekitar 1-5 mg pada setiap bola lampu CFL dan tidak terlalu berbahaya jika segera tersapu angin. Namun di ruangan tertutup yang tidak ada angin, kadarnya bisa meningkat 20 kali lipat sehingga sangat membahayakan². Sehingga beberapa fakta tentang lampu TL dan CFL bisa dijadikan bahan pertimbangan untuk memilih menggunakan lampu tersebut.

Adapun beberapa fakta yang mengungkapkan tentang lampu LED adalah selain lampu yang hemat energi karena dayanya rendah, lampu LED juga dinyatakan aman dari bahan-bahan yang beracun dan berbahaya untuk manusia dan lingkungan.

4.4 Analisa Perhitungan LCCA (*Life Cycle Cost Analysis*)

Pada perhitungan sub bab perhitungan LCCA yang pertama kali dihitung adalah total konsumsi daya yang dibutuhkan jika menggunakan lampu LED sebagai lampu pengganti lampu TL dan hasilnya diketahui bahwa total konsumsi daya yang dibutuhkan untuk lampu TL adalah 43.507,26 Kwh per bulan, sedangkan untuk lampu LED adalah 37.635,84 Kwh per bulan. Kemudian untuk perhitungan penghematan energinya setelah dihitung dari pengurangan konsumsi daya TL dikurang dengan konsumsi daya LED maka didapatkan penghematan energi sekitar 5.871,42 Kwh per bulan. Penghematan biaya yang bisa dihemat ketika menggantikan penggunaan lampu TL dengan lampu LED adalah sebesar Rp 4.432,60 per bulan. Dan untuk biaya operasi yang harus dikeluarkan adalah sebesar Rp 947.168,64,00. Kemudian dihitung *payback periodnya* lampu LED didapatkan pada bulan ke 37 dari 84 bulan umur lampu. Sehingga dari semua perhitungan didapatkan nilai LCCnya adalah sebesar Rp6.772.446.764,00.

² Info Iptek (RISTEK-RI) [online] Jumat, 31 Desemberr 2010

4.5 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas merupakan suatu metode yang digunakan untuk menganalisa tingkat resiko suatu investasi karena proses analisis kelayakan banyak sekali menggunakan data yang merupakan asumsi dan estimasi, sehingga akan cukup banyak ketidakpastian yang didapatkan³. Ketidakpastian itu dapat menyebabkan kurangnya kemampuan suatu proyek yang melibatkan investasi sejumlah modal untuk menghasilkan laba rugi suatu perusahaan atau institusi.

4.5.1 Analisis Sensitivitas 2 Variabel

Pada penelitian ini dilakukan analisis sensitivitas dengan 4 skenario. Di bawah ini adalah tabel skenario analisa sensitivitas:

Tabel 4.9 Skenario Analisis Sensitivitas

Skenario	Daya	Operating Time (OT)
Skenario 1	Naik	Tetap
Skenario 2	Tetap	Naik
Skenario 3	Tetap	Turun
Skenario 4	Naik	Turun

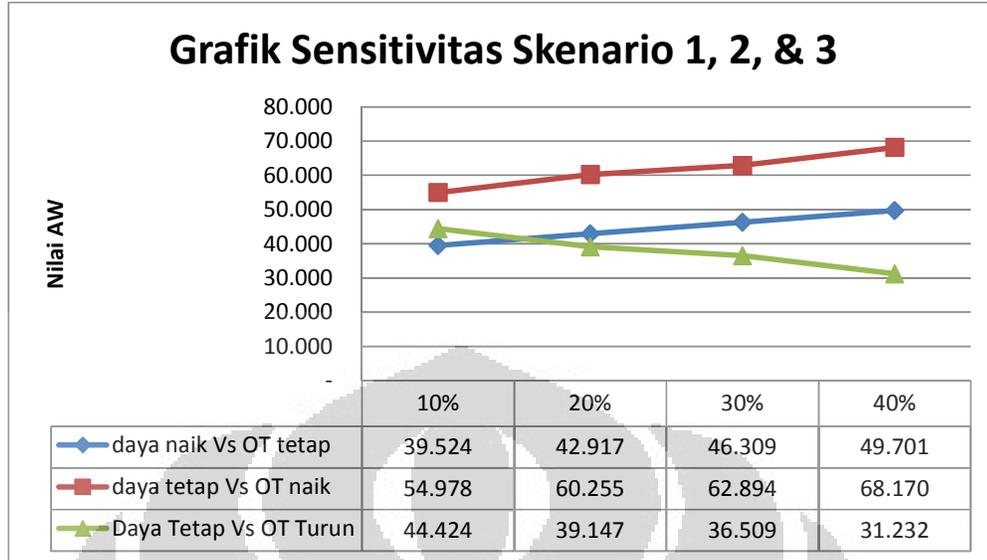
Pada skenario 1 dilakukan percobaan terhadap kenaikan daya sebesar 10%, 20%, 30%, dan 40% dengan asumsi *operating time* tetap. Untuk skenario 2 dilakukan kenaikan *operating time* 10%-40% dengan asumsi dayanya tetap, dan untuk skenario 3 dilakukan penurunan *operating time* dengan asumsi daya dianggap tetap. Berikut ini adalah nilai AW pada skenario 1,2, dan 3.

Tabel 4.10 Analisa Sensitivitas Skenario 1,2,dan 3

Persentase	daya naik Vs OT tetap	daya tetap Vs OT naik	Daya Tetap Vs OT Turun
10%	39.524	54.978	44.424
20%	42.917	60.255	39.147
30%	46.309	62.894	36.509
40%	49.701	68.170	31.232

Dari tabel di atas terlihat pada skenario 1 dan skenario 2 bahwa ketika daya naik dan *operating time* juga naik maka sangat berpengaruh terhadap peningkatan AW. Sedangkan pada skenario 3 terlihat bahwa ketika daya tetap dan *operating time* turun maka sangat berpengaruh kepada penurunan AW lampu LED.

³ Livina, Weny; Desember 2009; hal 65



Grafik 4.5 Analisa Sensitivitas Skenario 1,2, dan 3

Grafik di atas adalah grafik yang menggambarkan kenaikan dan penurunan AW lampu LED setelah dilakukan analisa sensitivitas dengan variabel daya dan *operating time*.

Kemudian untuk skenario 4 dilakukan percobaan terhadap kenaikan daya dan penurunan *operating time* sebesar 10%, 20%, 30%, dan 40%. Di bawah ini adalah hasil AW skenario 4 yang telah dilakukan.

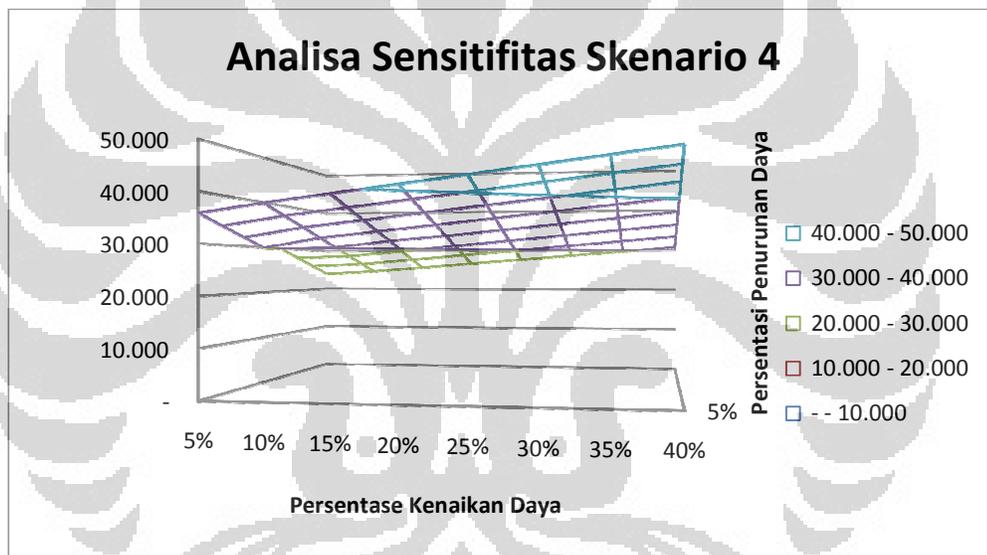
Tabel 4.11 Analisa Sensitivitas Skenario 4

		Daya Naik							
		5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%
OT Turun	5%	35.849	37.658	39.270	40.881	42.493	44.104	45.715	47.327
	10%	33.870	35.793	37.319	38.846	40.372	41.899	43.425	44.952
	15%	31.892	33.927	35.369	36.810	38.252	39.649	41.136	42.577
	20%	29.913	32.061	33.418	34.775	36.132	37.489	38.846	40.203
	25%	29.913	30.195	31.648	32.740	34.012	35.284	36.556	37.828
	30%	27.934	28.330	29.517	30.704	31.892	33.079	34.266	35.453
	35%	25.955	26.464	27.566	28.669	29.771	30.874	31.976	33.079
	40%	23.976	24.598	25.616	26.633	27.651	28.669	29.687	30.704

Pada tabel di halaman sebelumnya terlihat bahwa lampu LED nantinya menjadi tidak layak ketika daya naik mencapai 10% sampai 40% sedangkan *operating time* dari lampu itu sendiri mengalami penurunan sebesar 5% sampai 25%. Jadi lampu LED ini masih bisa dikatakan layak ketika daya naik 5% dengan

penurunan *operating time* dari 5% hingga 40%, kemudian pada saat daya naik 10% lampu LED masih dikatakan layak jika penurunan *operating time* dari 10% hingga 40%, pada kenaikan daya 15% penurunannya *operating time* dari 15% hingga 40%, pada untuk kenaikan daya 20% penurunan *operating time* dari 20% hingga 40%, pada kenaikan 25% dan 30% penurunan *operating timenya* sama yaitu mulai 25% hingga 40% dan terakhir untuk kenaikan daya 35% samapai 40% LED juga masih layak ketika penurunan *operating time* mulai dari 30% hingga 40%.

Berikut ini adalah grafik yang menggambarkan kenaikan dan penurunan AW pada skenario 4.



Grafik 4.6 Analisa Sensitivitas Skenario 4

Grafik di atas menunjukkan adanya hubungan yang sensitif antara daya dari lampu dan lama waktu operasi dari lampu LED.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan perhitungan dan analisa mengenai kebenaran daya dan pemilihan lampu alternatif yang terpilih untuk menggantikan lampu TL saat ini maka didapatkan kesimpulannya adalah sebagai berikut:

Pengecekan daya yang dilakukan membuktikan bahwa daya lampu yang tertera pada kemasan produk lampu benar merepresentasikan daya lampu yang sebenarnya. Pada penelitian ini, dilakukan pengecekan dan perhitungan untuk lampu yang saat ini *existing* atau terpakai (lampu TL) dan juga pengecekan serta perhitungan untuk lampu yang dijadikan rekomendasi pengganti (lampu CFL Tornado dan lampu LED) sekaligus pembandingan penghematannya dengan lampu yang saat ini terpakai. Pada hasilnya lampu TL mengalami peningkatan daya sekitar 0,43 Watt pada setiap satu periode (bulan) sampai umur lampu itu habis.

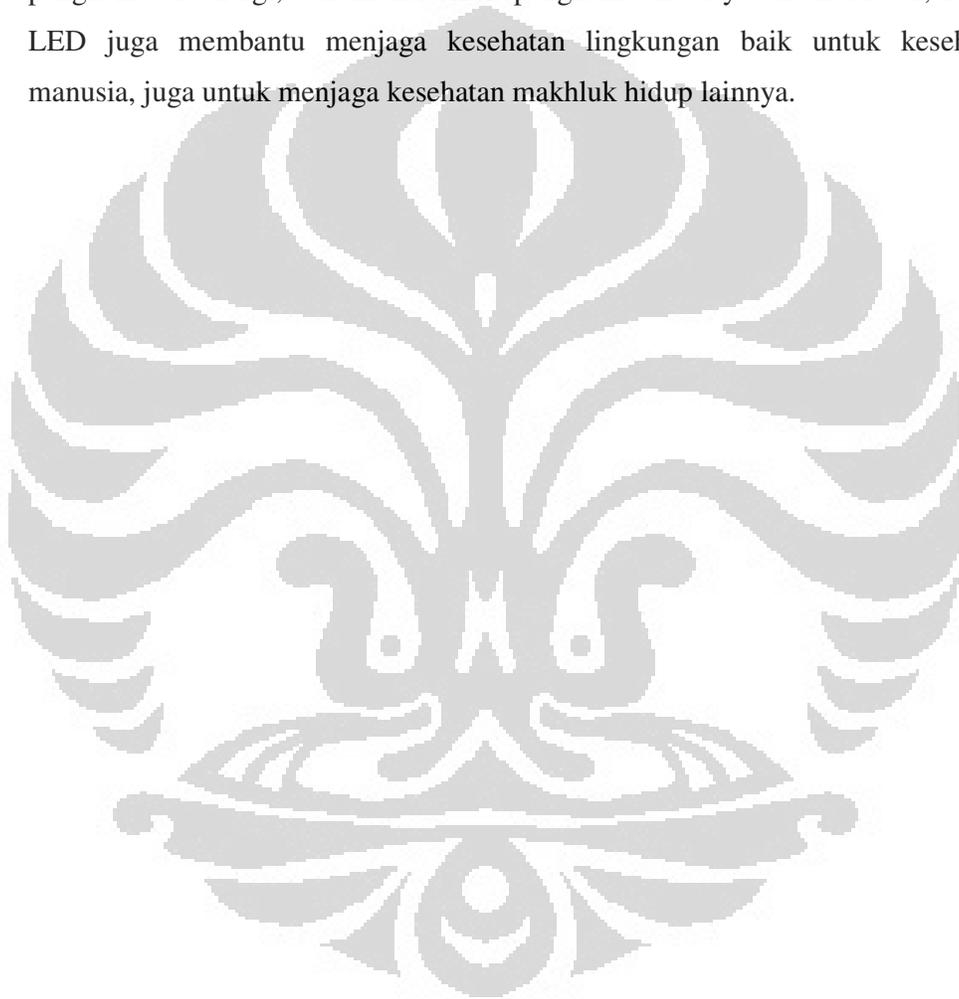
Membahas mengenai biaya investasi dan biaya tahunan, dari ketiga jenis lampu TL memang merupakan lampu yang paling sedikit mengeluarkan biaya untuk berinvestasi dibandingkan dengan lampu Tornado dan lampu LED. Akan tetapi, lampu LED memberikan penghematan melalui umur hidupnya yang panjang. Biaya tahunan lampu Tornado lebih rendah jika dibandingkan dengan biaya tahunan lampu LED, akan tetapi usia lampu Tornado sama dengan usia lampu TL. Satu siklus hidup lampu LED sama dengan tujuh kali siklus hidup lampu TL dan lampu Tornado.

Besar penghematan yang diberikan lampu LED dibandingkan dengan lampu TL adalah sebesar 11% lebih hemat dari lampu TL. Selain itu LED lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan lampu TL yang dikatakan mengandung bahan *mercury* di dalamnya.

5.2 Saran

Saran diberikan kepada yang akan meneruskan penelitian ini lebih lanjut adalah untuk melakukan pengecekan terhadap kebenaran bahan yang terkandung pada lampu-lampu hemat energi.

Saran untuk FT UI adalah merekomendasikan untuk menggantikan penggunaan lampu TL dengan lampu LED. Karena selain memberikan penghematan energi, dan memberikan penghematan biaya untuk FT UI, lampu LED juga membantu menjaga kesehatan lingkungan baik untuk kesehatan manusia, juga untuk menjaga kesehatan makhluk hidup lainnya.



DAFTAR REFERENSI

1. Jeromin, I., Balzer, G., Backes, 1., Huber, R. 2009. Life cycle cost transmission and distribution systems. IEEE PowerTech Bucharest, Romania, 28 June-2 July.
2. W., Pattaraprakorn,. Life Cycle Cost of Lighting System in Various Groups of End user in Thailand. *PEA-AIT International Conference on Energy and Sustainable Development: Issues and Strategies (ESD 2010) The Empress Hotel, Chiang Mai, Thailand. 2-4 June 2010.*
3. Mahlia TMI, H. Abdul Razakb, M.A. Nursahidaa. Life cycle cost analysis and payback period of lighting retrofit at the University of Malaya., *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15 (2011): 1125–1132
4. Mahlia TMI, Masjuki HH, Saidur R, Amalina MA. Cost-benefit analysis of implementing minimum energy efficiency standards for household refrigerator-freezers in Malaysia. *Energy Policy* 2004;32(16):1819–24.
5. Mahlia TMI, Said MFM, Masjuki HH, Tamjis MR. Cost-benefit analysis and emission reduction of lighting retrofits in residential sector. *Energy and Buildings* 2005;37(6):573–8.
6. Roisin B, Bodart M, Deneyer A, D’Herdt P. Lighting energy savings in offices using different control systems and their real consumption. *Energy and Buildings* 2008;40(4):514–23.
7. Leland T., Blank. Tarquin, Anthony J. 1993. *Engineering Economic*, Six Edition, McGraw-Hill
8. P., Degarmo.1997. *Ekonomi Teknik (Edisi Indonesia)* Prentice-Hall, Inc. Jakarta : PT Ikrar Mandiriabadi

9. Giatman M., Aliudin Arson. 2011. Ekonomi Teknik, Jakarta : PT Rajagrafindo Persada
10. Eugene L., Grant Ireson W. Grant, and Leavenworth Richard S.1987. Dasar-dasar Ekonomi Teknik. Jakarta : Bina Aksara
11. Energi-Saving bulb in a Classic Shape., April 21, 2012.
<http://www.philips.co.id/c/energy-saving-light-bulbs/269096/cat/>
12. Stone Sharon., Compact fluorescent bulbs release cancer-causing chemicals when turned on, says new research., May 19, 2011.
http://www.naturalnews.com/032451_CFLs_cancer
13. Rizddin. Rasji., Pengertian Penerangan, Desember 15, 2011
<http://id.shvoong.com/social-sciences/economics/2235951-pengertian-penerangan/>
14. Peraturan Presiden Republik Indonesia no 8., Tarif Tenaga Listrik yang disediakan oleh Perusahaan Perseroan (Persero)., PT. Perusahaan Listrik Negara, 2011.



PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

PERATURAN PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 8 TAHUN 2011
TENTANG
TARIF TENAGA LISTRIK YANG DISEDIAKAN OLEH
PERUSAHAAN PERSEROAN (PERSERO)
PT PERUSAHAAN LISTRIK NEGARA

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang :
- a. bahwa dalam rangka mempertahankan kelangsungan perusahaan penyediaan tenaga listrik dan peningkatan mutu pelayanan kepada konsumen, perlu dilakukan penyesuaian tarif tenaga listrik yang disediakan oleh Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara;
 - b. bahwa sesuai ketentuan Pasal 34 ayat (1) Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan, Pemerintah menetapkan tarif tenaga listrik dengan persetujuan Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia;
 - c. bahwa dalam menetapkan tarif tenaga listrik, Pemerintah mempertimbangkan keadilan, kemampuan daya beli masyarakat, biaya produksi dan efisiensi perusahaan, skala perusahaan dan interkoneksi sistem yang dipakai;
 - d. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a, huruf b, dan huruf c, perlu menetapkan Peraturan Presiden tentang Tarif Tenaga Listrik Yang Disediakan Oleh Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara;

Mengingat...



PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

- 2 -

- Mengingat :
1. Pasal 4 ayat (1) Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945;
 2. Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 42, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3821);
 3. Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 133, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5052);
 4. Undang-Undang Nomor 47 Tahun 2009 tentang Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara Tahun Anggaran 2010 (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 156, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5075) sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2010 (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2010 Nomor 69, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5132);
 5. Peraturan Pemerintah Nomor 10 Tahun 1989 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Tenaga Listrik (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1989 Nomor 24, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3395) sebagaimana telah dua kali diubah terakhir dengan Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2006 (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2006 Nomor 56, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4628);
 6. Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 1994 tentang Pengalihan Bentuk Perusahaan Umum (Perum) Listrik Negara Menjadi Perusahaan Perseroan (Persero) (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1994 Nomor 34);

MEMUTUSKAN ...



PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

- 3 -

MEMUTUSKAN :

Menetapkan : PERATURAN PRESIDEN TENTANG TARIF TENAGA LISTRIK YANG
DISEDIAKAN OLEH PERUSAHAAN PERSEROAN (PERSERO)
PT PERUSAHAAN LISTRIK NEGARA.

Pasal 1

Tarif Tenaga Listrik yang disediakan oleh Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara dinyatakan dalam Tarif Dasar Listrik berdasarkan Golongan Tarif Dasar Listrik.

Pasal 2

Tarif Dasar Listrik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1, terdiri atas:

- a. Tarif Dasar Listrik untuk keperluan Pelayanan Sosial, terdiri atas:
 1. Golongan tarif untuk keperluan pemakaian sangat kecil pada tegangan rendah, dengan daya 220 VA (S-1/TR);
 2. Golongan tarif untuk keperluan pelayanan sosial kecil sampai dengan sedang pada tegangan rendah, dengan daya 450 VA s.d. 200 kVA (S-2/TR);
 3. Golongan tarif untuk keperluan pelayanan sosial besar pada tegangan menengah, dengan daya di atas 200 kVA (S-3/TM), sebagaimana tercantum dalam Lampiran I;
- b. Tarif Dasar Listrik untuk keperluan Rumah Tangga, terdiri atas:
 1. Golongan tarif untuk keperluan rumah tangga kecil pada tegangan rendah, dengan daya 450 VA s.d. 2.200 VA (R-1/TR);
 2. Golongan tarif untuk keperluan rumah tangga menengah pada tegangan rendah, dengan daya 3.500 VA s.d. 5.500 VA (R-2/TR);
 3. Golongan tarif untuk keperluan rumah tangga besar pada tegangan rendah, dengan daya 6.600 VA ke atas (R-3/TR), sebagaimana tercantum dalam Lampiran II;

c. Tarif...



PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

- 4 -

- c. Tarif Dasar Listrik untuk keperluan Bisnis, terdiri atas:
1. Golongan tarif untuk keperluan bisnis kecil pada tegangan rendah, dengan daya 450 VA s.d. 5.500 VA (B-1/TR);
 2. Golongan tarif untuk keperluan bisnis menengah pada tegangan rendah, dengan daya 6.600 VA s.d. 200 kVA (B-2/TR);
 3. Golongan tarif untuk keperluan bisnis besar pada tegangan menengah, dengan daya di atas 200 kVA (B-3/TM),
sebagaimana tercantum dalam Lampiran III;
- d. Tarif Dasar Listrik untuk keperluan Industri, terdiri atas:
1. Golongan tarif untuk keperluan industri kecil/industri rumah tangga pada tegangan rendah, dengan daya 450 VA s.d. 14 kVA (I-1/TR);
 2. Golongan tarif untuk keperluan industri sedang pada tegangan rendah, dengan daya di atas 14 kVA s.d. 200 kVA (I-2/TR);
 3. Golongan tarif untuk keperluan industri menengah pada tegangan menengah, dengan daya di atas 200 kVA (I-3/TM);
 4. Golongan tarif untuk keperluan industri besar pada tegangan tinggi, dengan daya 30.000 kVA ke atas (I-4/TT),
sebagaimana tercantum dalam Lampiran IV;
- e. Tarif Dasar Listrik untuk keperluan Kantor Pemerintah dan Penerangan Jalan Umum, terdiri atas:
1. Golongan tarif untuk keperluan kantor pemerintah kecil dan sedang pada tegangan rendah, dengan daya 450 VA s.d. 200 kVA (P-1/TR);
 2. Golongan tarif untuk keperluan kantor pemerintah besar pada tegangan menengah, dengan daya di atas 200 kVA (P-2/TM);
 3. Golongan tarif untuk keperluan penerangan jalan umum pada tegangan rendah (P-3/TR),
sebagaimana tercantum dalam Lampiran V;
- f. Tarif...



PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

- 5 -

- f. Tarif Dasar Listrik untuk keperluan Traksi pada tegangan menengah, dengan daya di atas 200 kVA (T/TM) diperuntukkan bagi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Kereta Api Indonesia, sebagaimana tercantum dalam Lampiran VI;
- g. Tarif Dasar Listrik untuk keperluan penjualan Curah (*bulk*) pada tegangan menengah, dengan daya di atas 200 kVA (C/TM) diperuntukkan bagi Pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik, sebagaimana tercantum dalam Lampiran VII; dan
- h. Tarif Dasar Listrik untuk keperluan Layanan Khusus pada 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 sebagaimana tercantum dalam Lampiran VIII; yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Presiden ini.

Pasal 3

- (1) Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara wajib meningkatkan dan mengumumkan tingkat mutu pelayanan untuk masing-masing unit pelayanan pada setiap awal triwulan.
- (2) Apabila tingkat mutu pelayanan pada masing-masing unit pelayanan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) yang berkaitan dengan lama gangguan, jumlah gangguan, kecepatan pelayanan perubahan daya tegangan rendah, kesalahan pembacaan meter, dan/atau waktu koreksi kesalahan rekening tidak dapat dipenuhi, maka Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara wajib memberikan pengurangan tagihan listrik kepada konsumen yang bersangkutan, yang diperhitungkan dalam tagihan listrik pada bulan berikutnya.

(3) Ketentuan...



PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

- 6 -

- (3) Ketentuan mengenai tingkat mutu pelayanan dan pengurangan tagihan listrik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2) diatur lebih lanjut dengan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral.

Pasal 4

Dengan mempertimbangkan aspek niaga yang wajar dan perlunya kelangsungan penyediaan tenaga listrik, Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral dapat menetapkan ketentuan pembatasan beban pembayaran tarif tenaga listrik.

Pasal 5

Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral melakukan pengawasan terhadap pelaksanaan Peraturan Presiden ini.

Pasal 6

Ketentuan lebih lanjut yang diperlukan bagi pelaksanaan Peraturan Presiden ini diatur dengan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral.

Pasal 7

Pada saat Peraturan Presiden ini mulai berlaku, Keputusan Presiden Nomor 104 Tahun 2003 tentang Harga Jual Tenaga Listrik Tahun 2004 yang Disediakan oleh Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2003 Nomor 157), dicabut dan dinyatakan tidak berlaku.

Pasal 8...



PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

- 7 -

Pasal 8

Peraturan Presiden ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan dan mempunyai daya laku surut sejak tanggal 1 Juli 2010.

Ditetapkan di Jakarta

pada tanggal 7 Februari 2011

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

DR. H. SUSILO BAMBANG YUDHOYONO

Salinan sesuai dengan aslinya
Kepala Biro Perekonomian dan Industri
Sekretariat Kabinet,



Nurdiati



PRESIDEN
REPUBLIC INDONESIA

LAMPIRAN I

PERATURAN PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA

NOMOR : 8 Tahun 2011

TANGGAL : 7 Februari 2011

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	3.500 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.

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

DR. H. SUSILO BAMBANG YUDHOYONO

Salinan sesuai dengan aslinya
Kepala Biro Kebijakan Ekonomi dan Industri
Sekretariat Kabinet,





PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

LAMPIRAN II
PERATURAN PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA
NOMOR : 8 Tahun 2011
TANGGAL : 7 Februari 2011

TARIF DASAR LISTRIK UNTUK KEPERLUAN 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.

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

DR. H. SUSILO BAMBANG YUDHOYONO

Salinan sesuai dengan aslinya
Kepala Biro Perencanaan dan Industri
Sekretariat Kabinet,





PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

LAMPIRAN III

PERATURAN PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA

NOMOR : 8 Tahun 2011

TANGGAL : 7 Februari 2011

TARIF DASAR LISTRIK UNTUK KEPERLUAN 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 : 465	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 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian.

***) Diterapkan Rekening Minimum (RM):

RM2 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian Blok I.

****) Diterapkan Rekening Minimum (RM):

RM3 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x 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.

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

DR. H. SUSILO BAMBANG YUDHOYONO

Salinan sesuai dengan aslinya
Kepala Biro Perekonomian dan Industri
Sekretariat Kabinet,





PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

LAMPIRAN IV
PERATURAN PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA
NOMOR : 8 Tahun 2011
TANGGAL : 7 Februari 2011

TARIF DASAR LISTRIK UNTUK KEPERLUAN 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	26.000	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 = $K \times 800$ Blok LWBP = 800 kVArh = 875 ****)	-
7.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 680$ Blok LWBP = 680 kVArh = 735 ****)	-
8.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan LWBP = 605 kVArh = 605 ****)	-

Catatan :

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

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

****) 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.

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

DR. H. SUSILO BAMBANG YUDHOYONO

Salinan sesuai dengan aslinya
Kepala Biro Perekonomian dan Industri

Sekretariat Kabinet,





PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

LAMPIRAN V
PERATURAN PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA

NOMOR : 8 Tahun 2011

TANGGAL : 7 Februari 2011

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.

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

DR. H. SUSILO BAMBANG YUDHOYONO

Salinan sesuai dengan aslinya
Kepala Biro Perencanaan dan Industri
Sekretariat Kabinet,





PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

LAMPIRAN VI
PERATURAN PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA
NOMOR : 8 Tahun 2011
TANGGAL : 7 Februari 2011

TARIF DASAR LISTRIK UNTUK KEPERLUAN TRAKSI

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)
1.	T/TM	di atas 200 kVA	25.000 *)	Blok WBP = $K \times 390$ Blok LWBP = 390 kVArh = 665**)

Catatan :

- *) Perhitungan biaya beban didasarkan pada hasil pengukuran daya maksimum bulanan untuk :
- daya maksimum bulanan $> 0,5$ dari daya tersambung, biaya beban dikenakan sebesar daya maksimum terukur;
 - daya maksimum bulanan $\leq 0,5$ dari daya tersambung, biaya beban dikenakan 50% daya tersambung terukur.
- ***) 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.

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

DR. H. SUSILO BAMBANG YUDHOYONO

Salinan sesuai dengan aslinya
Kepala Biro Perencanaan dan Industri
Sekretariat Kabinet,





PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

LAMPIRAN VII
PERATURAN PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA
NOMOR : 8 Tahun 2011
TANGGAL : 7 Februari 2011

TARIF DASAR LISTRIK UNTUK KEPERLUAN PENJUALAN CURAH (*BULK*)

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	BIAYA BEBAN (Rp./kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)
1.	C/TM	di atas 200 kVA	30.000	Blok WBP = $K \times 445$ Blok LWBP = 445 kVArh = 595 *)

Catatan :

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

Tarif ini untuk keperluan penjualan secara curah kepada Pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik.

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.

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

DR. H. SUSILO BAMBANG YUDHOYONO

Salinan sesuai dengan aslinya
Kepala Biro Perencanaan dan Industri
Sekretariat Kabinet,





PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

LAMPIRAN VIII
PERATURAN PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA
NOMOR : 8 Tahun 2011
TANGGAL : 7 Februari 2011

TARIF DASAR LISTRIK UNTUK KEPERLUAN LAYANAN KHUSUS

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh)
1.	L/TR, TM, TT	-	-	1.450 *)

Catatan :

Tarif untuk dasar perhitungan harga atas tenaga listrik yang oleh karena sesuatu hal tidak dapat dikenakan menurut tarif baku sebagaimana tercantum dalam Lampiran I, II, III, IV, V, VI, dan VII Peraturan Presiden ini, yaitu :

- ekspor impor, dengan pemegang izin usaha penyediaan tenaga listrik lainnya dan pemegang izin operasi;
- bersifat sementara maksimum 3 (tiga) bulan, khusus untuk kegiatan konstruksi maksimum 24 (dua puluh empat) bulan dan dapat diperpanjang;
- untuk kawasan bisnis dan kawasan industri yang memerlukan tingkat keandalan khusus, atau hanya sebagai cadangan pasokan;
- untuk keperluan bisnis dan industri yang mempunyai wilayah kerja tersebar dan menginginkan pembayaran terpusat; atau
- adanya bisnis para pihak yang saling menguntungkan dengan kualitas layanan tertentu, khusus untuk keperluan bisnis dan industri dengan daya di atas 200 kVA.

Pelaksanaan penerapan tarif untuk keperluan Layanan Khusus ditetapkan lebih lanjut oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.

Keterangan :

*) Sebagai tarif maksimum.

Di dalam mengimplementasikan, angka tarif ini dikalikan terhadap faktor pengali "N" dengan nilai "N" tidak lebih dari 1 (satu).

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

DR. H. SUSILO BAMBANG YUDHOYONO

Salinan sesuai dengan aslinya
Kepala Biro Perencanaan dan Industri
Kabinet,

