

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
PROGRAM STUDI ENERGI LISTRIK S - 1**



**KONSERVASI PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK DAN  
APLIKASINYA PADA INDUSTRI KACA  
DI PT. ASAHIMAS FLAT GLASS Tbk.  
SIDOARJO**

**SKRIPSI**

**Disusun Oleh  
GUNTUR JATMIKO UTOMO  
97.12.036**



**MARET 2006**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**KONSERVASI PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK DAN  
APLIKASINYA PADA INDUSTRI KACA  
DI PT. ASAHIMAS FLAT GLASS Tbk.**

**SIDOARJO**

**SKRIPSI**

*Disusun Untuk Melengkapi dan Memenuhi Persyaratan  
Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik Elektro Strata Satu (S-1)*

**Disusun Oleh :**

**GUNTUR JATMIKO UTOMO  
97.12.036**



**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**I.F. Yudi Limpraptono, MT  
NIP.Y.103 9500 274**

**Menyetujui,  
Dosen Pembimbing**

**Ir. Widodo Padi, M, MT  
NIP : 102 870 0171**

**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK S-1  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Aku mau ngucapin terima kasih kepada *pertama* Allah SWT yang Maha segala-gala-Nya, tempat aku meminta serta memohon dan juga tempat untuk bercerita segala-galanya tentang Hambanya yang lemah dan tiada daya ini.....*kedua* Bapak Singgih Utomo n Ibu Muntingah yang telah mau membiayaku dan tiada pernah berhenti terus mendoakan anaknya agar bisa menjadi orang yang berguna..... *ketiga* Keluargaku Mbak Titin Utami n Mas Abidinsyah (Totok) yang terus meberikan semangat agar aku bisa cepat selesai n makasih uda sering ngasih aku uang, adikku Tri Sandyo Utomo yang uda mau ngerti n ngasih dorongan semangat aku apalagi waktu aku kehilangan (.....), Danang Prakoso Utomo [si Bontot] yang hobinya makan ikan ama sambel yang pedasnya minta ampun, Makasih ya aku sayang kalian semua .....

*keempat* Nurul Kustiani yang uda mau miscallin aku tiap pagi tuk' bangun pagi sholat subuh n belajar ..... *kelima* keluarga besar yang ada di Balikpapan, Pakle Min n keluarga " makasih buat doanya ama pengertiannya n juga berasnya', keluarga besar di Ngawi n di Purworejo. Spesial buat Yudi Widyo Nugroho (kambing) n Yutiono (iyus)

Semua teman-temanku ; Munif (Aan),” yang suka ama cewek bahenol” makasih uda mau bantuin ngetik, ngitung, nemanin seminar ama ujian skripsi, Moch. Supriyadi “ makasih uda mau minjamin aku sepeda motor “, Mbah Azis buat doanya, Tejo, Budi, ”sekarang bareng lulus”, Mokrem, dan semuanya yang tidak aku sebutkan pokoknya Makasih yang buaanyak !!?!

Teman2 satu kampus ; Lukman “ maju terus Luk “, Jefry, Puput, Adi Sunarto, Rahmanu, Dodi “ gara-gara u aku dikenal ama p. Hamid n ujian aku dibantai ama dia, Anton “ yang bingungin orang tapi lulus juga sekarang “, Agung, teman2 96 ; Zondra, Ari, Zaki, Agus, Noor, Restu “ g tau sekarang dmn “

Pak Yanto sekeluarga ; yang uda mau ngasih aku tempat berteduh (makan, tidur, mandi n segala-galanya) selama 4-5 tahun.

G lupa juga buat Komputerku walaupun pentium II uda ganti segala macem mulai hardisk, prosessor, Vga n floppy tetap setia untuk dipencet-pencet, printer yang juga uda ganti catride 2 kali.

Sekali lagi terima kasih yang sebanyak-banyaknya n maaf jika ada yang belum disebut.

**MALANG 1997 ~~~~~ 2006**

## ABSTRAKSI

### **KONSERVASI PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK DAN APLIKASINYA PADA INDUSTRI KACA DI PT. ASAHIMAS FLAT GLASS. Tbk SIDOARJO**

(Guntur Jatmiko Utomo, 97.12.036, Teknik Energi Listrik S-1)  
(Dosen Pembimbing, Ir. Widodo Pudji. M, MT)

Kata kunci : *konservasi energi, industri kaca, beban, penghematan*

Energi listrik adalah jenis energi yang paling umum digunakan didunia. Subyek konservasi energi listrik adalah perhatian terhadap sebagian besar pemakai energi khususnya industri. Konservasi energi bahkan menjadi lebih penting bagi negara berkembang, dimana biaya energi yang bertambah tinggi dan penggunaan peralatan energi yang efisien mendapat perhatian besar dari perindustrian. Dalam skripsi ini aplikasi konservasi energi dimana melalui hal itu energi listrik dapat dihemat dan membuat biaya menjadi menjadi efisien yang dilaksanakan untuk industri kaca di PT. Asahimas Flat Glass. Tbk Sidoarjo.

Khususnya industri kaca dilaksanakan karena energi listrik merupakan energi yang banyak digunakan. Konservasi yang dapat dilaksanakan dan kelak nantinya dapat direkomendasikan di industri kaca PT. Asahimas Flat Glass Tbk. adalah mengganti pemanas listrik dengan pemanas gas, merubah sistem penerangan, mengganti motor yang tidak efisien dengan motor yang efisien. Hasil dari konservasi energi listrik ini diperoleh penghematan dalam 1 tahun sebesar Rp.5.375.419.336,-.

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadiran Allah S.W.T atas karunia dan hidayah-Nya skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, yang diajukan sebagai syarat untuk menyelesaikan studi di Teknik Elektro Kosentrasi Energi Listrik, Institut Teknologi Nasional Malang.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor ITN Malang
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME, selaku Dekan Fakultas Teknik Industri
3. Bapak Ir. Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro
4. Bapak Ir. Widodo Pudji. M, MT, selaku Dosen Pembimbing
5. Segenap Pimpinan dan karyawan PT. Asahimas Flat Glass. Tbk yang berkenan memberikan tempat untuk melaksanakan survei. Khusus kepada Bpk Ir. Suwandi yang banyak membantu dalam memberikan data pelaksanaan survey.
6. Orang tuaku dan keluarga tercinta yang selalu memberikan motivasi dan dukungan
7. Semua pihak yang telah membantu selama penulisan skripsi ini

Penulis menyadari bahwa isi skripsi ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan masukan – masukan berupa kritik dan saran dari pembaca guna kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya maupun pembaca pada umumnya.

Malang, Maret 2006

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAKSI</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Permasalahan .....	2
1.3. Tujuan .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Kontribusi Penelitian .....	3
1.6. Metodologi .....	4
1.7. Sistematika Penelitian .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	6
2.1. Sumber Energi Dalam Industri .....	6
2.1.1. Sumber Energi Non Listrik .....	6
2.1.2. Sumber Energi Listrik .....	7
2.1.3. Sumber Energi Gas Alami .....	8
2.2. Kebijakan Strategis Energi Listrik dan Tenaga Listrik .....	9

2.3. Konservasi .....	10
2.3.1. Industri .....	11
2.3.2. Pengangkutan .....	11
2.3.3. Bangunan Besar .....	12
2.3.4. Rumah Tangga .....	12
2.4. Tarif Listrik .....	13
2.4.1. Tarif PLN .....	13
2.5. Energi Untuk Penerangan .....	16
2.6. Macam-Macam Motor Listrik .....	22
2.6.1. Motor Induksi .....	22
2.6.2. Motor DC .....	24

### **BAB III PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK PADA INDUSTRI**

<b>KACA DI PT. ASAHIMAS</b> .....	26
3.1. Kebutuhan Umum .....	26
3.2. Jenis Energi Yang Digunakan .....	27
3.3. Daya Yang Terpasang .....	28
3.4. Pemakaian Energi .....	29
3.4.1. Pemanas Listrik .....	30
3.4.2. Motor – Motor Listrik .....	30
3.4.3. Lampu .....	32
3.5. Tahapan Konservasi Energi di Industri Kaca .....	34

## **BAB IV KONSERVASI ENETGI LISTRIK PADA INDUSTRI**

<b>KACA DI PT ASAHIMAS</b> .....	37
4.1. Konservasi Energi Listrik Pada Industri Kaca PT. Asahimas	
Sidoarjo .....	37
4.1.1. Total Biaya Rekening Listrik .....	37
4.1.2. Konservasi Pada PT. Asahimas .....	39
4.2. Analisa Konservasi .....	40
4.2.1. Pemanas .....	40
4.2.1.1. Mengganti Pemanas Listrik Dengan Pemanas Gas ...	40
4.2.1.2. Biaya Investasi .....	43
4.2.2. Mengubah Sistem Penerangan .....	43
4.2.2.1. Mengganti Lampu Tl. Dengan Lampu Hemat	
Energi .....	43
4.2.2.2. Mengganti Lampu Merkuri Dengan Lampu	
Sodium .....	52
4.2.2.3. Biaya Investasi Lampu Hemat Energi .....	55
4.2.2.4. Biaya Investasi Lampu Sodium .....	56
4.2.3. Motor Listrik .....	56
4.2.3.1. Mengganti Motor Yang Tidak Efisien Dengan	
Motor Yang Efisien .....	56
4.2.3.2. Biaya Investasi .....	57
4.3. Hasil Penghematan .....	58

<b>BAB V KESIMPULAN</b> .....	59
5.1. Kesimpulan .....	59
5.2. Saran-Saran .....	60

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

TABEL 2-1	TARIF DASAR LISTRIK (TDL) 2003 .....	14
TABEL 2-2	FAKTOR KEGUNAAN .....	20
TABEL 2-3	TINGKAT PENCAHAYAN MINIMUM .....	21
TABEL 3-1	KOMPOSISI BAHAN BAKU KACA .....	26
TABEL 3-2	DAYA YANG TERPASANG .....	29
TABEL 3-3	KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK SELAMA TAHUN 2004 .....	29
TABEL 3-4	RUANGAN DAN JUMLAH LAMPU YANG DIGUNAKAN PADA WORKSHOP .....	33
TABEL 3-5	RUANGAN DAN JUMLAH LAMPU YANG DIGUNAKAN PADA GEDUNG UTAMA .....	34
TABEL 4-1	PENGUNAAN ENERGI LISTRIK TAHUN 2004 .....	38
TABEL 4-2	TOTAL BIAYA BEBAN ENERGI LISTRIK .....	38
TABEL 4-3	BIAYA REKENING LISTRIK .....	39
TABEL 4-4	TOTAL PERBANDINGAN BIAYA ENERGI PEMAKAIAN PEMANAS LISTRIK DAN PEMANAS GAS .....	43
TABEL 4-5	JUMLAH LAMPU DAN TOTAL DAYA YANG DIGUNAKAN PADA GEDUNG UTAMA .....	44
TABEL 4-6	JUMLAH LAMPU DAN TOTAL DAYA YANG DIGUNAKAN PADA WORKSHOP .....	45
TABEL 4-7	PERHITUNGAN JUMLAH LAMPU YANG AKAN DIGUNAKAN PADA GEDUNG UTAMA .....	47

TABEL 4-8	PERHITUNGAN JUMLAH LAMPU YANG AKAN DIGUNAKAN WORKSHOP .....	48
TABEL 4-9	TOTAL ENERGI LAMPU YANG DIGUNAKAN PADA WORKSHOP SEBELUM DAN SESUDAH KONSERVASI.....	49
TABEL 4-10	TOTAL ENERGI LAMPU YANG DIGUNAKAN PADA GEDUNG UTAMA SEBELUM DAN SESUDAH KONSERVASI .....	49
TABEL 4-11	ENERGI YANG DAPAT DIHEMAT PADA WORKSHOP .....	50
TABEL 4-12	ENERGI YANG DAPAT DIHEMAT PADA GEDUNG UTAMA .....	51
TABEL 4-13	TOTAL ENERGI YANG DIHEMAT .....	51
TABEL 4-14	TOTAL BIAYA YANG DAPAT DIHEMAT DENGAN HARGA Rp. 439,-/KWH .....	51
TABEL 4-15	PEMAKAIAN ENERGI LAMPU MERKURI DAN LAMPU SODIUM .....	54
TABEL 4-16	BIAYA ENERGI LAMPU MERCURI DAN LAMPU SODIUM .....	54
TABEL 4-17	TOTAL PENGHEMATAN BIAYA SELAMA 1 TAHUN ....	58
TABEL 4-18	TOTAL BIAYA INVESTASI .....	58

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Tenaga listrik merupakan yang paling mahal dan yang paling utama dari energi-energi yang ada, karena alasan itu maka penggunaannya harus sehemat mungkin terbatas pada pengoperasiannya yang efisien. Karena fleksibilitasnya yang baik maka pihak penyedia dalam hal ini PLN menawarkan keuntungan yang konvensional bagi para pengguna dibanding yang lain dalam usaha menyediakan dan penyaluran energi listrik. Sebagai pengguna kita harus benar-benar dapat memelihara dan memanfaatkan energi listrik sehingga dapat menghemat dalam segi biaya.

Telah diketahui bersama kebutuhan akan energi listrik menyangkut banyak aspek dalam kehidupan manusia baik sekarang maupun masa yang akan datang. Energi mempunyai peranan penting dalam pembangunan ekonomi khususnya pada pemanfaatan sumber daya energi. Dewasa ini telah dirasakan bersama bahwa masalah kebutuhan akan penyediaan energi terutama energi listrik sangat dibutuhkan agar dapat mencapai keadaan tertentu sehingga tidak mengganggu pertumbuhan ekonomi.

Sebagian besar industri-industri yang baik itu industri kecil maupun industri besar menggunakan tenaga listrik sebagai kebutuhan yang utama dalam produksinya. Bagi industri adalah penting untuk menciptakan sistem yang efisien serta mengetahui dan memastikan kerugian-kerugian yang terjadi sehingga dapat diambil langkah-langkah dalam mengatasi kerugian tersebut.

Telah disebutkan perlengkapan atau peralatan listrik yang seefisien mungkin dan teknik konservasi energi membantu dalam hal penghematan biaya agar dapat sehemat mungkin dalam hal pemakaian tenaga listrik.

Energi merupakan komoditas yang perannya dirasakan semakin penting untuk keperluan industri, transportasi, rumah tangga maupun fasilitas umum di Indonesia. Keterbatasan sumber daya dan sistem produksi nasional, yang diperburuk dengan dampak globalisasi mengakibatkan semakin meningkatnya harga energi di Indonesia. Penggunaan energi yang efisien dapat diartikan sebagai usaha memperkecil pemakaian energi tanpa mengurangi manfaat yang diperoleh, sedangkan konservasi energi merupakan upaya untuk memanfaatkan segala sumber energi agar tetap tersedia secara berkelanjutan.

## **1.2. Permasalahan**

- Bagaimana penggunaan energi untuk berbagai tahapan dalam proses-proses produksi dapat terjadi penghematan sehingga biaya yang dikeluarkan untuk pemakaian energi tersebut dapat ditekan
- Seberapa besar pemilik industri tidak terlalu memperhatikan secara pasti berapa energi yang digunakan, sehingga pemakaian untuk energi tersebut tidak diketahui secara jelas apakah efisiensi penggunaan energinya sudah optimum.

### **1.3. Tujuan**

Tujuan dari penyusunan ini adalah penghematan penggunaan energi listrik dan penghematan biaya. Penghematan itu untuk beban pemanas, lampu, motor listrik dalam 1 hari dan 1 bulan serta total dalam 1 tahun.

### **1.4. Batasan Masalah**

Dalam proposal skripsi ini perlu adanya batasan-batasan dalam pembahasannya agar nantinya lebih terarah. Adapun batasan-batasan tersebut adalah :

- Dalam upaya menerapkan konservasi energi yang akan diaplikasikan pada industri guna memperbaiki sistem yang ada serta meminimalkan biaya operasional dan anggaran tanpa mengurangi pemakaian energi listrik.
- Pada perhitungan penggunaan energi listrik baik itu perhitungan motor listrik, instalasi penerangan dan pemanas dibatasi hanya pada kemungkinan penghematan yang bisa dilakukan.
- Tidak dihitung secara rinci besarnya investasi pembangunan awal berdirinya industri dan hanya menghitung yang berkaitan dengan konservasi energi listrik pada industri tersebut.
- Tidak membahas mengenai faktor daya ( $\cos \varphi$ ) dan pemasangan kapasitor.

### **1.5. Kontribusi Penelitian**

Dengan adanya konservasi energi listrik ini diharapkan dapat terjadi penghematan baik itu penghematan penggunaan dan juga biaya selain itu juga dapat merekomendasikan kepada industri kaca tersebut dalam upaya menghitung dan

merencanakan penggunaan beban energi listrik untuk upaya menekan biaya operasional dan anggaran untuk konsumsi energi listrik agar sesuai dengan pemakaiannya. Baik itu dalam hal penggunaan motor-motor listrik, sistem pemanas listrik, serta sistem penerangan yang ada industri tersebut. Adanya konservasi ini di harapkan pula tidak mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar diperlukan untuk melaksanakan suatu kegiatan atau pekerjaan.

## **1.6. Metodologi**

Metodologi yang akan digunakan dalam penyusunan skripsi ini kelak adalah meliputi studi literatur, pengumpulan data dan pengukuran yang dilakukan pada industri tersebut yang ada hubungan dengan permasalahan yang akan dibahas nantinya dan selanjutnya dilakukan perhitungan-perhitungan serta analisisnya.

## **1.7. Sistematika Penulisan**

Pembahasan dalam skripsi ini dibagi dalam urutan sebagai berikut :

### **a. BAB I PENDAHULUAN**

Menguraikan tentang latar belakang, tujuan penulisan, permasalahan, batasan masalah, metodologi, dan kontribusi penelitian serta sistematika pembahasan.

### **b. BAB II LANDASAN TEORI**

Menjelaskan tentang pengertian konservasi energi, sistem tarif listrik, teori sistem penerangan dan instalasi tenaga listrik.

### **c. BAB III PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK PADA INDUSTRI KACA PT. ASAHIMAS**

Data dan Pengukuran

Menjelaskan tentang tinjauan umum yang berisi tentang data-data yang telah didapat mengenai konsumsi energi listrik pada industri kaca tersebut.

**d. BAB IV KONSERVASI ENERGI LISTRIK PADA INDUSTRI KACA PT.**

**ASAHIMAS**

Berisi pengolahan data-data yang telah dikumpulkan, serta kemudian ditampilkan dalam bentuk tabel, selanjutnya dibuat analisa penggunaan energi dan usulan rekomendasi konservasi energi yang bisa dilakukan.

**e. BAB V KESIMPULAN**

Berisi tentang kesimpulan dan saran

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Sumber Energi Dalam Industri

Energi yang digunakan pada suatu bangunan, khususnya bangunan industri kaca pada umumnya berasal dari :

1. Sumber energi non listrik
2. Sumber energi listrik

#### 2.1.1 Sumber Energi Non Listrik

Sumber energi non listrik ini adalah sumber energi yang bukan listrik yang terdiri dari :

##### 1. Sumber Energi Matahari

Penggunaan energi matahari pada bangunan sering untuk penerangan alami, walaupun potensinya masih banyak yang bisa dimanfaatkan.

Peluang – peluang penggunaan energi matahari pada bangunan masih terbuka karena dapat digunakan sebagai penerangan. Juga dapat digunakan penggerak kendaraan bermotor.

##### 2. Sumber Energi Bahan Bakar Gas (BBG)

Jenis energi ini sering digunakan dalam bangunan adalah gas LPG, atau gas kota. Biasanya gas gas ini banyak dipergunakan di dalam bangunan – bangunan hotel untuk keperluan masak, dan *water heater*.

Bila ditinjau dari segi efisiensinya, maka jenis sumber energi ini lebih tinggi dari sumber energi bahan bakar minyak, oleh karena itu dewasa ini telah dilakukan usaha – usaha untuk mengganti energi bahan bakar minyak dengan gas.

### 3. Sumber Energi Bahan Bakar Minyak (BBM)

Bahan bakar sering digunakan adalah minyak solar dan bensin. Pada bangunan – bangunan, penggunaan BBM biasanya untuk pembangkit listrik (generator), pembangkit uap (*steam boiler, lehr, ketel*) yang sering terdapat pada bangunan industri

Bila dilihat, konservasi bahan bakar minyak masih terbatas pada energi termal dan potensial yang mempunyai efisiensi relatif rendah. Oleh karena itu untuk menggunakan sumber energi jenis ini, perlu dipertimbangkan lebih jauh lagi, dan disamping itu pemerintah telah mengambil kebijaksanaan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak dalam negeri.

#### 2.1.2 Sumber Energi Listrik

Pada umumnya energi listrik disuplai oleh PLN dan generator (yang sering digunakan sebagai cadangan). Penggunaan energi listrik di dalam bangunan terutama dimungkinkan karena sifatnya yang mudah diubah menjadi bentuk energi lain, seperti penerangan, termal dan kinetik (gerak). Hal ini menyebabkan sumber energi ini merupakan sumber energi utama di dalam bangunan yang dapat dengan mudah dikonversikan menjadi penerangan ruangan dan penurunan suhu (menggunakan peralatan AC), kemudian berpindah dari satu lantai ke lantai yang lain (menggunakan lift dan eskalator) dan sebagainya.

Yang perlu mendapat perhatian dalam penggunaan sumber energi listrik ini adalah pengaturan di dalam bangunan industri. Diantara sumber – sumber energi tersebut diatas, sumber energi listrik menempati porsi paling besar pada industri

maupun bangunan – bangunan perkantoran. Energi listrik terutama untuk penerangan, motor-motor listrik, sistem pemanas, peralatan kantor dan lain – lain.

### **2.1.3. Sumber Energi Gas Alami**

Gas alam adalah juga merupakan kualitas energi pilihan selain energi listrik. Kualitas energi disini dapat dinilai dari dua sisi, yaitu efisiensi pembakaran dan emisi gas. Efisiensi pembakaran dari gas alam adalah lebih tinggi daripada bahan bakar minyak, dan emisi gas dari pembakaran gas alam adalah jauh lebih rendah daripada bahan bakar minyak, karena NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, dan CO<sub>x</sub> berada jauh di bawah standar emisi.

Data beberapa tahun terakhir memperlihatkan bahwa ekspor LNG meningkat hampir dua kali lipat, sedangkan penggunaan gas alam untuk industri domestik meningkat sebesar hanya 50 % dan untuk pembangkit listrik meningkat sebesar 53 %. Fakta membuktikan bahwa kapasitas suplai untuk penggunaan domestik masih besar bila dikaitkan dengan jumlah signifikan dari sumberdaya gas.

Distribusi gas alam dari sumber kepada konsumen biasanya dilakukan lewat jalur pipa karena ini menghasilkan kontinuitas suplai kepada konsumen. Untuk mendukung keamanan suplai, PGN menjalankan beberapa proteksi pipa seperti sistem coating. Sistem coating adalah salah satu proteksi pipa baja dari korosi.

## 2.2. Kebijakan Strategis Energi Listrik dan Tenaga Listrik<sup>10)</sup>

Pada dasarnya pembangunan energi dan tenaga listrik mempunyai sasaran untuk menjamin tercapainya kemandirian di bidang energi dan tenaga listrik, dengan tujuan kebijaksanaan strategis sebagai berikut :

- Menjamin penyediaan energi bagi keperluan dalam negeri sesuai dengan kebutuhan dan harga yang tepat.
- Mengupayakan pengadaan energi listrik untuk ekspor dengan harga yang paling menguntungkan, dalam jangka waktu yang panjang sebagai penghasil devisa.
- Meningkatkan penghematan penggunaan bahan bakar minyak (BBM), terutama untuk kebutuhan yang tidak dapat diganti dengan bentuk energi lainnya, seperti untuk transportasi.
- Menggantikan sejauh mungkin pemakaian sumber – sumber energi yang tidak terbarukan.
- Meningkatkan pelestarian lingkungan dengan mengutamakan ; usaha peningkatan pemanfaatan dan kelestarian sumber daya yang terbarukan ; usaha efisiensi sumber daya tak terbarukan selama masa transisi menuju optimasi pemanfaatan sumber daya tak terbarukan ; menyesuaikan penggunaan energi dengan sumber – sumber daya tersedia ; mengurangi dampak negatif dan meningkatkan dampak positif terhadap lingkungan dalam pengadaan dan pemanfaatan energi.
- Meningkatkan ketahanan nasional dengan mengurangi ketergantungan pada pemanfaatan energi dari luar negeri.

### 2.3. Konservasi<sup>[6]</sup>

Konservasi energi adalah penggunaan energi yang rasional sedemikian rupa sehingga sumber daya yang tersedia dalam memenuhi kebutuhan ekonomi dan dapat menjamin ketersediaan energi yang cukup dan yang tepat bagi kebutuhan atau penggunaan energi secara efisien. Kehijaksanaan penggunaan energi bertujuan memelihara kelestarian sumber daya yang ada melalui penggunaan sumber daya secara bijaksana bagi tercapainya keseimbangan antara pembangunan, pemerataan dan pengembangan lingkungan hidup. Upaya konservasi energi diarahkan untuk meningkatkan pembangunan yang merata dan berkelanjutan. Dalam hubungan dengan itu akan dikembangkan penggunaan teknologi produksi dan penggunaan energi yang lebih efisien dari segi teknis, ekonomis dan kesehatan lingkungan.

Hal ini dapat dimplikasikan sebagai berikut:

1. Konservasi energi dengan jalan memperoleh keluaran yang masih besar dari masukan energi yang sama atau konsumsi energi yang lebih kecil untuk ukuran keluaran yang sama.
2. Penyesuaian pada ketersediaan sumber daya yang dapat menjurus kepada substansial sumber daya tertentu.
3. Redistribusi sumber energi
4. Peralihan bertahap kegiatan ekonomi

### **2.3.1 Industri**

Pada umumnya dapat dikatakan bahwa sektor industri merupakan konsumen energi yang sangat besar. Di negara-negara maju sektor industri memakai kurang lebih 30 % dari seluruh keperluan energi primer.

Dalam kaitannya dengan energi, jenis-jenis industri dapat dibagi dalam 2 macam, yaitu industri yang padat energi atau yang menggunakan besar dan industri yang tidak padat energi atau yang energi kecil. Industri yang padat energi misalnya pabrik besi dan baja, pabrik kaca, pabrik semen, pabrik pulp dan kertas, dan peleburan aluminium. Pada jenis industri lainnya yang tidak padat energi pemakaian energi hanya merupakan bagian kecil dari biaya.

### **2.3.2 Pengangkutan**

Karena sektor pengangkutan sangat tergantung pada minyak sebagai bahan bakar, tidak mengherankan bahwa kegiatan bidang ekonomi itu merupakan sektor pemakai minyak yang juga besar.

Kelompok-kelompok pemakai bahan bakar minyak terbesar urutan : mobil, kapal terbang, kapal laut, kendaraan besar seperti dan bis, dan juga kereta api. Langkah-langkah konservasi yang dapat dilakukan dalam bidang pengangkutan terutama yang menyangkut mobil akan dapat banyak memberikan penghematan bahan bakar ialah pertama mewajibkan pabrik mobil untuk membuat mobil dengan mesin besar dengan batas-batas tertentu. Langkah konservasi lainnya dapat berupa pembatasan kecepatan, peningkatan pajak untuk bahan bakar, peningkatan pajak untuk mobil besar, serta juga peningkatan pajak

untuk peralatan yang dipakai dalam mobil yang akan memperbesar pemakaian energi.

### **2.3.3 Bangunan Besar**

Bangunan besar seperti kantor, hotel, kompleks pertokoan, dan terminal lapangan terbang memberikan banyak kemungkinan penghematan energi. Pengaturan pemakaian penerangan listrik yang baik akan membantu mengurangi pemborosan energi listrik. Lampu listrik dipasang hanya pada saat dipakai dan diruangan yang tidak dipakai lampu dimatikan. Bola atau tabung lampu secara teratur dibersihkan sehingga dengan daya yang sama diperoleh cahaya yang sebanyak-banyaknya.

### **2.3.4 Rumah Tangga**

Konsumsi energi rumah tangga di Indonesia pada umumnya akan merupakan pemakaian energi listrik, gas, minyak tanah, dan kayu bakar. Bidang-bidang pemakaian umum meliputi keperluan memasak, penerangan, dan beberapa keperluan rumah tangga lain.

Pemakaian energi listrik rumah tangga di Indonesia adalah terutama untuk penggunaan, alat setrika, alat elektronika, kipas angin dan lemari es. Rumah-rumah yang lebih mewah juga akan memerlukan energi listrik untuk pendingin ruangan.

## 2.4. Tarif Listrik<sup>[7]</sup>

Pemakaian listrik tidak tetap. Kalau sudah larut malam, pemakaiannya sedikit sekali, sebaliknya selama jam – jam tertentu pemakaiannya sangat banyak. Jam – jam “sibuk” ini disebut Waktu Beban Puncak (WBP) sedangkan untuk waktu biasa disebut Lewat Waktu Beban Puncak (LWBP).

Di Indonesia beban puncaknya terjadi kira – kira antara jam 18.00 – jam 20.00, ini disebabkan karena di negara kita tenaga listrik sebagian besar masih digunakan untuk penerangan. Tapi pada industri kaca waktu beban puncak terjadi mulai pukul 17.30 – 21.30. Pada industri kaca ini terdapat pencatat meter khusus pada saat beban puncak.

Beban yang berubah-ubah ini tidak menguntungkan bagi perusahaan listrik. Kalau pemakaian listriknya sedikit, generator-generatormya harus bekerja dengan beban rendah, sehingga tidak efisien. Sebaliknya selama waktu beban puncak bebanya meningkat sekali, kadang-kadang sampai melebihi batas kemampuan generator-generatormya.

### 2.4.1. Tarif PLN

Penggolongan tarif PLN dapat dilihat dalam tabel 2-1. Tabel ini juga memuat golongan tarif dan biaya beban yang harus dibayar oleh konsumen.

Tabel memuat tarif dasarnya yang terdiri atas tiga komponen, yaitu :

- **Bea Beban** : bea ini setiap bulannya tetap dan ditentukan berdasarkan jumlah kVA yang disediakan oleh PLN
- **Bea Pemakaian** : bea ini tergantung pada jumlah kWh yang digunakan oleh konsumen

- Tambahan Biaya (TB): biaya ini juga ditentukan berdasarkan jumlah kWh yang digunakan oleh konsumen

Selain itu masih ada tambahan untuk biaya penerangan jalan umum dan juga faktor pembanding antara WBP dengan LWBP (k). Biaya ini juga dihitung berdasarkan jumlah kWh yang digunakan oleh konsumen. Besarnya ditetapkan oleh pemerintah daerah setempat.

Tabel dibawah ini memuat golongan tarif, batas daya dan biaya beban untuk segala golongan pemakai belum termasuk biaya penerangan jalan umum.

**Tabel 2-1**  
**TARIF DASAR LISTRIK (TDL) 2003**

No	GOLONGAN TARIF	BATAS DAYA	BIAYA BEBAN (Rp./KVS/BULAN)	BIAYA PEMAKAIAN
<b>TDL untuk keperluan PELAYANAN SOSIAL</b>				
1	S-1/TR	200VA	-	Abonemen / bulan Rp= 14.800
2	S-2/TR	450 VA	10.000	Blok-I : 0 s/d 30 kWh = 123 Blok-II : diatas 30-60 kWh = 265 Blok-III : diatas 60 kWh = 360
3	S-2/TR	900 VA	15.000	Blok-I : 0 s/d 20 kWh = 200 Blok-II : diatas 20-60 kWh = 295 Blok-III : diatas 60 kWh = 360
4	S-2/TR	1.300VA	25.000	Blok-I : 0 s/d 20 kWh = 250 Blok-II : diatas 20-60 kWh = 335 Blok-III : diatas 60 kWh = 405
5	S-2/TR	2.200	27.000	Blok-I : 0 s/d 20 kWh = 250 Blok-II : diatas 20-60 kWh = 370 Blok-III : diatas 60 kWh = 420
6	S-2/TR	diatas 2.200 VA s.d.200 kVA	30.500	Blok-I : 0 s/d 60 jam nyala = 380 Blok-II : diatas 60 jam nyala berikutnya = 295
7	S-3/TR	Diatas 200 kVA	29.500	Blok WRP - K x P x 325 Blok LWBP - P x 325
<b>TDL untuk keperluan RUMAH TANGGA</b>				
8	R-1/TR	s.d. 450 VA	11.000	Blok I : 0 s/d 30 kWh = 169 Blok-II : diatas 30-60 kWh = 360 Blok-III : diatas 60 kWh = 495
9	R-1/TR	900 VA	20.000	Blok-I : 0 s/d 20 kWh = 275

				Blok-II : diatas 20-60 kWh = 445 Blok-III : diatas 60 kWh = 495
10	R-1/TR	1.300 VA	30.100	Blok-I : 0 s/d 20 kWh = 385 Blok-II : diatas 20-60 kWh = 445 Blok-III : diatas 60 kWh = 495
11	R-1/TR	2.200 VA	30.200	Blok-I : 0 s/d 20 kWh = 390 Blok-II : diatas 20-60 kWh = 445 Blok-III : diatas 60 kWh = 495
12	R-2/TR	Diatas 2.200 VA s.d. 6.600 VA	30.400	560
13	R-3/TR	Diatas 6.600 VA	34.260	621
<b>TDL untuk keperluan BISNIS</b>				
14	B1-/TR	s.d. 450 VA	23.500	Blok-I : 0 s/d 30 kWh = 254 Blok-II : diatas 30 kWh = 420
15	B1-/TR	900 VA	26.500	Blok-I : 0 s/d 108 kWh = 420 Blok-II : diatas 108 kWh = 465
16	B1-/TR	1.300 VA	28.200	Blok-I : 0 s/d 146 kWh = 470 Blok-II : diatas 146 kWh = 473
17	B1-/TR	2.200 VA	29.200	Blok-I : 0 s/d 264 kWh = 480 Blok-II : diatas 264 kWh = 518
18	B2-/TR	Diatas 2.200 VA s.d. 200 kVA	30.000	Blok-I : 0 s/d 100 jam nyala = 520 Blok-II : diatas 100 jam nyala Berikutnya = 445
19	B3-/TR	Di atas 200 kVA	28.400	Blok WBP = K x 452 Blok LWBP = 452
<b>TDL untuk keperluan INDUSTRI</b>				
20	I-1/TR	s.d. 450 VA	26.000	Blok-I : 0 s/d 30 kWh = 160 Blok-II : diatas 30 kWh = 395
21	I-1/TR	900 VA	31.500	Blok-I : 0 s/d 72 kWh = 315 Blok-II : diatas 72 kWh = 405
22	I-1/TR	1.300 VA	31.800	Blok-I : 0 s/d 104 kWh = 450 Blok-II : diatas 104 kWh = 460
23	I-1/TR	2.200 VA	32.000	Blok-I : 0 s/d 196 kWh = 455 Blok-II : diatas 196 kWh = 460
24	I-1/TR	Diatas 2.200 VA s.d. 14 kVA	32.200	Blok-I : 0 s/d 80 jam nyala = 455 Blok-II : diatas 80 jam nyala Berikutnya = 460
25	I-2/TR	Diatas 14 kVA s.d. 200 kVA	32.500	Blok WBP = K x 440 Blok LWBP = 440
26	I-3/TR	Di atas 200 kVA	29.500	0 s/d 350 jam nyala, Blok WBP = K x 439 Diatas 350 jam, Blok WBP = 439 Blok LWBP = 439
27	I-4/TR	30.000 kVA ke atas	27.000	434

(Sumber : Tarif Dasar Listrik (TDL), PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur, Area Pelayanan Malang)

### 3.5. Energi Untuk Penerangan

Besarnya energi yang digunakan untuk penerangan di dalam suatu bangunan dapat merupakan bagian yang cukup besar dari seluruh energi yang digunakan di dalam bangunan tersebut. Oleh karena itu perlu diteliti sehingga dapat diketahui cara – cara untuk penghematannya.

Untuk memberikan penerangan pada suatu tempat diperlukan cahaya, dan untuk mendapatkan cahaya diperlukan energi. Makin tinggi tingkat penerangan yang dikehendaki, makin banyak cahaya yang diperlukan, demikian energi yang digunakan.

#### 1. Sistem pencahayaan <sup>[14]</sup>

Sistem pencahayaan dapat dikelompokkan menjadi :

##### a. Sistem pencahayaan merata.

Sistem ini memberikan tingkat pencahayaan yang merata diseluruh ruangan, digunakan jika tugas visual yang dilakukan diseluruh tempat dalam ruangan memerlukan tingkat pencahayaan yang sama.

##### b. Sistem pencahayaan setempat

Sistem ini memberikan tingkat pencahayaan pada bidang kerja yang tidak merata. Di tempat yang diperlukan untuk melakukan tugas visual yang memerlukan tingkat pencahayaan yang tinggi, diberikan cahaya yang lebih banyak dibandingkan dengan sekitarnya. Hal ini diperoleh dengan mengkonsentrasikan penempatan armatur pada langit-langit diatas tempat tersebut.

##### c. Sistem pencahayaan gabungan

Sistem pencahayaan gabungan didapatkan dengan menambah sistem pencahayaan setempat pada sistem pencahayaan merata, dengan armatur yang dipasang didekat tugas visual.

Sistem pencahayaan gabungan dianjurkan digunakan untuk :

- 1) Tugas visual yang memerlukan tingkat pencahayaan yang tinggi
- 2) Memerlihatkan bentuk dan tekstur yang memerlukan cahaya datang dari arah tertentu
- 3) Pencahayaan merata terhalang, sehingga tidak dapat sampai pada tempat yang terhalang tersebut
- 4) Tingkat pencahayaan yang lebih tinggi diperlukan untuk orang tua atau yang kemampuan penglihatannya berkurang

## 2. Tingkat Pencahayaan Rata-Rata ( $E_{rata-rata}$ )

Tingkat pencahayaan pada suatu ruangan pada umumnya didefinisikan sebagai tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja. Yang dimaksud dengan bidang kerja adalah bidang horisontal yang terletak 0,8 meter di atas lantai pada seluruh ruangan. Tingkat pencahayaan rata-rata  $E_{rata-rata}$  (lux), dapat dihitung dengan persamaan<sup>[14]</sup> :

$$E_{rata-rata} = \frac{F_{total} \times k_p \times k_d}{A}$$

Dimana :

$F_{total}$  = fluks luminasi total dari semua lampu yang menerangi bidang kerja (lumen)

$A$  = luas bidang kerja ( $m^2$ )

$k_p$  = koefisien penggunaan

$k_d$  = koefisien depresiasi

### 3. Faktor Ruangan ( $k_r$ )<sup>181</sup>

Faktor ruangan memperhitungkan bentuk ruangan yang menyatakan perbandingan antara ukuran-ukuran utama suatu ruangan

$$k_r = \frac{pl}{h(p+l)}$$

dimana :

$p$  = panjang ruangan (m)

$l$  = lebar ruangan (m)

$h$  = tinggi sumber cahaya diatas bidang kerja (m)

### 4. Koefisien Penggunaan ( $k_p$ )

Sebagian dari cahaya yang dipancarkan oleh lampu serap oleh armatur, sebagian dipancarkan kearah atas dan sebagian lagi dipancarkan ke arah bawah. Faktor penggunaan didefinisikan sebagai perbandingan antara fluks luminus yang sampai dibidang kerja terhadap keluaran cahaya yang dipancarkan oleh lampu

Besarnya koefisien penggunaan dipengaruhi oleh faktor :

- 1) distribusi intensitas cahaya dari armatur
- 2) perbandingan antara keluaran cahaya dari armatur dengan keluaran cahaya dari lampu didalam armatur
- 3) reflektasi cahaya dari langit-langit, dinding dan lantai
- 4) pemasangan armatur apakah menempel atau digantung pada langit-langit
- 5) dimensi ruangan

Besarnya koefisien penggunaan untuk sebuah armatur diberikan dalam bentuk tabel 2-2

#### 5. Koefisien Depresiasi (penyusutan) ( $k_d$ )

Koefisien depresiasi atau sering disebut juga koefisien rugi-rugi cahaya atau koefisien pemeliharaan, didefinisikan sebagai perbandingan antara tingkat pencahayaan setelah jangka waktu tertentu dari instalasi pencahayaan digunakan terhadap tingkat pencahayaan pada waktu instalasi baru.

Besarnya koefisien depresiasi dipengaruhi oleh :

- 1) kebersihan dari lampu dan armatur
- 2) kebersihan dari permukaan-permukaan ruangan
- 3) penurunan keluaran cahaya lampu selama waktu penggunaan
- 4) penurunan keluaran cahaya lampu karena penurunan tegangan listrik

Besarnya koefisien depresiasi biasanya ditentukan berdasarkan estimasi. Untuk ruangan dan armatur dengan pemeliharaan yang baik pada umumnya koefisien depresiasi diambil sebesar 0,8

#### 6. Jumlah Armatur

Untuk menghitung jumlah armatur, terlebih dahulu fluks luminasi total yang diperlukan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan yang direncanakan, dengan menggunakan persamaan<sup>[14]</sup>

$$F_{\text{total}} = \frac{F_x A}{k_p x k_d}$$

Kemudian jumlah armatur dihitung dengan persamaan<sup>[8]</sup>

$$n = \frac{F_x A}{\Phi_{\text{armatur}} x \eta x k_d}$$

**TABEL 2-2**  
**FAKTOR KEGUNAAN**

Tingkat Luminare Langit-Langit Reflectance p										
<b>Langit-langit</b>	0.8	0.8	0.8	0.5	0.5	0.8	0.8	0.5	0.5	0.3
<b>Dinding</b>	0.8	0.5	0.3	0.5	0.3	0.8	0.3	0.5	0.3	0.3
<b>Lantai</b>	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
<b>Faktor ruangan k</b>	<b>Faktor utilisasi ruangan dalam %</b>									
0.6	73	46	37	44	36	66	36	42	35	35
0.8	82	57	47	54	46	74	45	51	44	44
1.0	91	66	56	62	54	80	53	59	52	51
1.25	98	75	65	70	62	85	61	66	60	59
1.5	103	82	73	76	69	89	67	72	66	65
2.0	109	91	82	84	79	94	75	78	73	72
2.5	114	98	90	90	84	97	81	83	79	77
3.0	117	103	96	95	90	99	86	87	83	82
4.0	120	109	103	100	95	101	91	91	88	86
5.0	122	113	107	103	98	103	93	93	91	89

(Sumber : Anonim, Prinsip Design Penerangan, [www.lightatwork.com/see the in a new light](http://www.lightatwork.com/see-the-in-a-new-light))

**TABEL 2-3**  
**TINGKAT PENCAHAYAAN MINIMUM**

No	Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (lux)	Keterangan
<b>A Rumah Tinggal</b>			
1	Teras	60	
2	Ruang tamu	120 - 250	
3	Ruang makan	120 - 250	
4	Ruang kerja	120 - 250	
5	Kamar tidur	120 - 250	
6	Kamar mandi	250	
7	Dapur	250	
8	Garaai	60	
<b>B Perkantoran</b>			
1	Ruang direktur	350	
2	Ruang kerja	350	
3	Ruang komputer	350	Gunakan armatur berkisi untuk mencegah silau akibat pantulan layar
4	Ruang rapat	300	
5	Ruang gambar	750	Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar
6	Gudang arsip	150	
7	Ruang asip aktif	300	
<b>C Lembaga Pendidikan</b>			
1	Ruang kelas	250	
2	Perpustakaan	300	
3	Laboratorium	500	
4	Ruang gambar	750	Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar
5	Kantin	200	
<b>D Hotel dan Restoran</b>			
1	Lobby, koridor	100	Pencahayaan pada bidang vertikal sangat penting untuk menciptakan suasana/kesan ruang yang baik
2	Ballroom/ruang sidang	200	Sistem pencahayaan harus di rancang untuk menciptakan suasana yang sesuai
3	Ruang makan	250	
4	Cafeteria	250	
5	Kamar tidur	150	Diperlukan lampu tambahan pada bagian tempat tidur
6	Dapur	300	
<b>E Rumah Sakit / Balai Pengobatan</b>			
1	Ruang rawat inap	250	
2	Ruang operasi, ruang bersalin	300	Gunakan pencahayaan setempat pada tempat yang diperlukan
3	Laboratorium	500	
4	Ruang rekreasi dan rehabilitasi	250	
<b>F Pertunjukan/Ruang Pamer</b>			

1	Ruang pameran dengan obyek berukuran besar (misalnya mobil)	500	Tingkat pencahayaan ini harus dipenuhi pada lantai. Untuk beberapa produk tingkat pencahayaan pada bidang vertikal juga penting
2	Toko kue dan makanan	250	
3	Toko buku dan alat tulis/gambar	300	
4	Toko perhiasan, arloji	500	
5	Toko barang kulit dan sepatu	500	
6	Toko pakaian	500	
7	Pasar Swalayan	500	Pencahayaan pada bidang vertikal pada rak barang
8	Toko alat listrik (TV, Radio/tape, mesin cuci, dan lain-lain)	250	
<b>G</b>	<b>Industri (Umum)</b>		
1	Ruang parkir	50	
2	Gudang	100	
3	Pekerjaan kasar	100 ~ 200	
4	Pekerjaan halus	200 ~ 500	
5	Pekerjaan amat halus	500 ~ 1000	
6	Pemeriksaan warna	750	
<b>II</b>	<b>Rumah Ibadah</b>		
1	Mesjid	200	Untuk tempat-tempat yang membutuhkan tempat pencahayaan yang lebih tinggi gunakan pencahayaan setempat
2	Gereja	200	Idem
3	Vihara	200	Idem

(Sumber : SNI 03-6575-2001, Tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung)

## 2.6. Macam-Macam Motor Listrik

### 2.6.1 Motor Induksi

Motor induksi merupakan motor arus bolak – balik (AC) yang paling luas digunakan. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa arus motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan magnet putar (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan oleh arus stator.

Konstruksi motor induksi terdiri dari :

1. Stator, bagian motor yang diam

2. Rotor, bagian motor yang berputar
3. Celah udara, adalah ruangan antara stator dan rotor

#### Prinsip Kerja motor Induksi

Secara umum, motor listrik berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang berupa tenaga putar. Prinsip kerja motor induksi berdasarkan induksi elektro magnetis, yakni belitan/kumparan stator diberi sumber tegangan bolak-balik tiga fase maka arus akan mengalir pada kumparan tersebut, menimbulkan medan putar (garis-garis fluks) yang berputar dengan kecepatan sinkron dan akan mengikuti persamaan <sup>[5]</sup>

$$N_s = \frac{120 f}{p} \text{rpm}$$

dengan :

- $N_s$  = Kecepatan putar dari medan putar
- $f$  = Frekuensi arus dan tegangan stator
- $p$  = Banyaknya kutub

Garis-garis gaya fluks dari stator tersebut yang berputar akan memotong penghantar-penghantar rotor sehingga pada penghantar-penghantar tersebut timbul GGL (Gaya Gerak Listrik) atau tegangan induksi.

Untuk Efisiensi motor didapatkan persamaaan <sup>[5]</sup>

$$\eta = \frac{P_o}{P_i} \times 100\%$$

dimana :

- $P_o$  = Daya keluar
- $P_i$  = Daya masuk

### 2.6.2. Motor DC<sup>[5]</sup>

Motor arus searah pada zaman dahulu sebelum dikenal motor arus bolak balik, banyak digunakan untuk menghasilkan tenaga mekanik berupa kecepatan atau perputaran, baik untuk mesin – mesin produksi di pabrik dan di industri maupun untuk traksi, tram listrik dan sebagainya. Untuk traksi, tram listrik sampai sekarang masih banyak mempergunakan motor arus searah, demikian pula untuk start awal dari mobil, dan rangkaian peralatan elektronik.

Berdasarkan karakteristiknya, maka motor arus searah ini mempunyai daerah pengaturan putaran yang luas dibandingkan dengan motor arus bolak – balik, sehingga sampai sekarang masih banyak dipergunakan pada pabrik dan industri seperti pabrik kertas, tekstil, dan pabrik – pabrik yang mesin produksinya memerlukan pengaturan perputaran yang luas.

#### Prinsip Kerja Motor Arus Searah

Prinsip kerja motor arus searah berdasarkan pada penghantar yang membawa arus ditempatkan dalam suatu medan magnet maka penghantar tersebut akan mengalami gaya.

Gaya menimbulkan torsi yang akan menghasilkan rotasi mekanik, sehingga motor akan berputar. Jadi motor arus searah ini menerima sumber arus searah dari jala – jala kemudian dirubah menjadi energi mekanik berupa perputaran, yang nantinya dipakai oleh peralatan lain.

Ringkasnya prinsip kerja dari motor membutuhkan :

1. Adanya garis – garis medan magnet (fluks), antara kutub yang berada di stator.

2. Penghantar yang dialiri arus ditempatkan pada jangkar yang berada dalam medan magnet tadi.
3. Pada penghantar timbul gaya yang menghasilkan torsi

**BAB III**  
**PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK PADA**  
**INDUSTRI KACA DI PT. ASAHIMAS**

**3.1. Kebutuhan Umum**

Kaca merupakan salah satu komponen yang digunakan dalam banyak industri yang ada di Indonesia dan juga digunakan untuk kendaraan beroda empat. PT. Asahimas salah satu perusahaan yang memproduksi kaca terbesar di Indonesia baik itu dalam bentuk lembaran atau yang sudah jadi serta dalam bentuk lainnya. Pada PT. Asahimas terdapat dua tempat produksi yang diberi nama Float A-1 dan Float A-2. Proses pembuatan kaca menggunakan bahan baku utama berupa silica sand, dolomite, dan soda ash selain bahan baku utama juga menggunakan bahan baku lainnya seperti terdapat pada tabel

**TABEL 3-1**  
**KOMPOSI BAHAN BAKU KACA**

No	BAHAN BAKU	KOMPOSISI
1	Silica Sand	59.00 %
2	Dolomite	19.00 %
3	Soda Ash	18.00 %
4	Sodium Sulfat	1.00 %
5	Alumunium Hydroxide	1.80 %
6	Calunite	1.00 %
7	Iron Oxide	0.20 %
8	Cobalt Oxide	0.20 %
9	Nickel Oxide	0.20 %
10	Chrome Oxide	0.20 %
11	Sodium Selenite	0.20 %
12	Titanium Oxide	0.20 %
13	Cokes	0.20 %
14	Cullet	0.20 %

(Sumber : Data PT. Asahimas Flat Glass. Tbk)

Beberapa bahan baku tersebut dipasok dari dalam dan luar negeri seperti:

- Dari dalam negeri
  - Silica Sand dari Belitung dan Tuban
  - Feldspar dari Blitar
  - Dolomite dari Tuban
- Dari luar negeri
  - Soda Ash ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dari Amerika Serikat
  - Natrium Sulfate ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) dari Jepang
  - Al-Hydroxide [ $\text{Al}(\text{OH})_3$ ] dari Jepang
  - Co.Oxide, Ni.Oxide, Fe-Oxide,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ , dari (Inggris, Hongkong, dan Jepang)
  - Calumite dari Inggris dan Jepang

Beberapa produk dari PT. Asahimas dipasarkan di dalam negeri dan juga diekspor keluar negeri terutama negara Jepang. Di dalam negeri biasanya produksi PT Asahimas digunakan sebagai kaca lembaran yang digedung-gedung perusahaan dan juga rumah tangga. Di Jepang digunakan untuk keperluan otomotive seperti digunakan pada kendaraan bermobil.

### 3.2. Jenis Energi Yang Digunakan

Di PT Asahimas menggunakan beberapa jenis energi yaitu<sup>[3]</sup>:

#### 1. Energi Listrik

Untuk energi listrik biasanya digunakan peralatan-peralatan produksi, peralatan kantor, penerangan, dan lain-lain

#### 2. Energi Gas (NG)

Untuk energi gas digunakan untuk keperluan suplai ke burner, boiler, ketel dan juga lehr

### 3. Energi Minyak

Untuk energi minyak baik itu minyak pelumas dan bahan bakar seperti solar digunakan untuk port burner (furnace) dan juga digunakan untuk diesel, forklip, generator, dan lain-lain.

Pada peralatan produksi ada 2 macam yaitu :

1. Peralatan yang tidak boleh mati menggunakan UPS
2. Peralatan yang boleh mati yang disuplai dari diesel generator dan juga dari PLN

Untuk energi listrik pada PT. Asahimas daya yang terhubung atau daya yang kontrak dengan PLN sebagai penyedia tenaga listrik sebesar 8.660 KVA, 20 KVA, 50 Hz dan termasuk Golongan Tarif Industri I-3/TR. Selain itu juga terdapat terdapat energi listrik cadangan berupa diesel generator sebanyak 6 buah dengan kapasitas sebesar 1650 KVA, 3 Kv.

### 3.3. Daya Yang Terpasang

Untuk energi listrik daya yang terpasang pada PT. Asahimas digunakan untuk keperluan pemanas yang menggunakan energi listrik sebagai sumber dayanya lebih dari 50 % dari daya listrik yang ada. Selain itu motor-motor listrik yang menggunakan kurang lebih 35 % dari daya yang terpasang dan juga masih ada untuk lampu, air conditioner (AC), dan juga lain-lainya. Ini dapat dilihat pada tabel 3-2.

**TABEL 3-2**  
**DAYA YANG TERPASANG**

No	Peralatan	Total Beban (Kw)	%
1	Heather	3.250	58,92
2	Motor ( $\pm$ 400)	2.006	36,37
3	Lampu ( $\pm$ 1020)	200	3,63
4	Air Conditioners	45	0,81
5	Other	15	0,27
	Total	5.516	100

(Sumber : Data PT. Asahimas Flat Glass. Tbk)

### 3.4 Pemakaian Energi

Energi listrik merupakan sumber energi yang paling utama bagi industri kaca dalam kegiatan produksinya. Tanpa adanya energi listrik industri kaca tidak dapat beroperasi. Kebutuhan energi listrik pada PT. Asahimas cukup besar ini dapat dilihat dari data pemakaian beban selama tahun 2004 yang dilihat dari rekening listrik bulanan

**TABEL 3-3**  
**KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK SELAMA TAHUN 2004**

No	Bulan	WBP (KWh)	LWBP (KWh)	Total (KWh)
1	Januari	49	285	334
2	Februari	51	290	341
3	Maret	50	276	326
4	April	56	275	331
5	Mei	49	281	330
6	Juni	48	276	324
7	Juli	45	287	332
8	Agustus	44	282	326
9	September	47	279	326
10	Oktober	47	288	335
11	Nopember	46	279	325
12	Desember	48	284	332

(Sumber : Data PT. Asahimas Flat Glass. Tbk)

### 3.4.1. Pemanas Listrik

Untuk Pemanas listrik terdapat 30 buah pemanas listrik dengan total daya 2.250 Kw. Dengan waktu kerja pemanas selama 24 jam maka energi yang digunakan selama 1 hari sebesar

$$3.250 \text{ Kw} \times 24 \text{ jam} = 78.000 \text{ Kwh}$$

Dalam 1 bulan energi yang digunakan sebesar

$$78.000 \text{ Kwh} \times 30 = 2.340.000 \text{ Kwh}$$

Sesuai Tarif Dasar Listrik (TDL) 2003 untuk golongan tarif I-3/TR sebesar Rp. 439,- maka biaya yang harus dikeluarkan energi listrik dalam 1 hari sebesar

$$78.000 \text{ Kwh} \times \text{Rp. } 439,- = \text{Rp. } 34.242.000,-$$

Dalam 1 bulan

$$2.340.000 \text{ Kwh} \times \text{Rp. } 439,- = \text{Rp. } 1.027.260.000,-$$

Selain itu pada industri juga sudah terdapat pemanas yang menggunakan gas sebagai pengganti energi listrik berjumlah 5 buah yang total daya sama dengan 550 Kw menghabiskan gas sebesar 299,53 mmbtu. Tetapi mengingat stok gas nasional yang tidak menentu karena gas merupakan energi alami yang sewaktu-waktu dapat habis. Oleh karena itu pemanas listrik tetap dipasang sebagai cadangan.

### 3.4.2. Motor-Motor Listrik

Motor-motor listrik yang digunakan pada industri mempunyai peranan yang sangat penting bagi keperluan produksi. Pada industri kaca ini motor-motor listrik digunakan sebagai penggerak, pompa, dan juga lain-lain. Motor yang digunakan pada industri kaca ini ada 2 macam yaitu motor induksi sekitar 85 % dan motor dc sekitar 15

% Ada kurang lebih 400 buah motor baik itu motor induksi dan juga motor dc dengan daya yang terpasang 2006 Kw dan dengan waktu kerja selama 24 jam .

Untuk besarnya arus bermacam-macam mulai dari 0,6 A s/d 187,6 A begitu pula dengan tegangannya 220 V s/d 380 V dan juga putarannya (rpm) mulai dari 120 s/ 2940. Pada industri kaca PT. Asahimas ini ada kurang lebih 50 % motor telah mengalami penggulangan lagi dan perbaikan yang dikarenakan usia motor yang sudah cukup lama, berarti ada kurang lebih 200 motor dengan kapasitas 1003 Kw.

Untuk energi yang digunakan selama 1 hari sebesar

$$2006 \text{ Kw} \times 24 \text{ jam} = 48.144 \text{ Kwh}$$

Dalam 1 bulan

$$48.144 \text{ Kwh} \times 30 = 1.444.320 \text{ Kwh}$$

Sesuai tarif dasar listrik (TDL) 2003 untuk golongan tarif 1-3/TR sebesar Rp. 439,- maka biaya yang harus dikeluarkan energi listrik dalam 1 hari sebesar

$$48.144 \text{ Kwh} \times \text{Rp. } 439,- = \text{Rp. } 21.135.216,-$$

Dalam 1 bulan

$$1.444.320 \text{ Kwh} \times \text{Rp. } 439,- = \text{Rp. } 634.056.480,-$$

Menurut referensi yang ada menyatakan bahwa motor yang telah mengalami penggulangan kembali mempunyai nilai efisiensi yang rendah.

Penghematan biaya energi melalui penggantian motor lama dengan motor yang efisien diberikan oleh rumus<sup>[1]</sup> :

$$S = PLCT ( 100/B - 100/A)$$

Dimana :

S = penghematan tahunan ( Rp/tahun )

P = nilai Kw motor B (motor lama yang tidak efisien) (Kw)

L = faktor beban

C = biaya listrik rata-rata (Rp/tahun)

t = waktu bekerja motor (jam/tahun)

A = efisiensi motor A (motor baru)

B = efisiensi motor B (motor lama yang tidak efisien)

### 3.4.3. Lampu

Ada beberapa gedung yang ada pada PT. Asahimas yaitu : 4 Workshop, kantor utama, beberapa gudang baik gudang barang dan gudang bahan baku, tempat parkir mobil, pos satpam, dll. Jenis lampu yang digunakan bermacam – macam seperti lampu pijar, lampu TL, dan merkuri. Lampu pijar dan lampu TL biasa digunakan untuk diruang kantor baik kantor utama dan juga kantor di workshop, sedangkan lampu merkuri digunakan produksi, bengkel, dan lampu jalan.

Untuk jumlah lampu pijar berjumlah ± 40 buah (rata –rata 40 watt), lampu TL ± 710 buah (87 % TL 40 watt dan 12 % 20 watt, dan lampu merkuri ± 250 buah ( rata-rata 400 Watt ). Ini dapat dilihat dari tabel berikut

**TABEL 3-4**  
**RUANGAN DAN JUMLAH LAMPU YANG DIGUNAKAN**  
**PADA WORKSHOP**

No	Jenis Ruangan	Keterangan Ruangan			Lampu Yang digunakan	
		Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Jenis Lampu	Armatur
1	Ruang Meeting 1	4	3	3	TL 2 x 40 W	3
2	Ruang Kantor	15	12	3	TL 2 x 40 W	20
3	Ruang Arsip + Istirahat	10	8	3	TL 2 x 40 W	12
4	Ruang Meeting 2	5	4	3	TL 2 x 40 W	4
5	Gudang	2,5	2,5	3	TL 2 x 40 W	2
6	Kamar Mandi 1	2	3	3	TL 2 x 20 W	2
7	Kamar Mandi 2	2	3	3	TL 2 x 20 W	2
8	Ruang Tamu	4	3	3	TL 2 x 40 W	3
9	Ruang Shalat	2	2	3	TL 2 x 40 W	2
10	Dapur	2	1,5	3	TL 2 x 40 W	2
11	Kamar Mandi 3	3	3	3	TL 2 x 20 W	3
12	Jalan Masuk	2	3	3	TL 2 x 40 W	2

(Sumber : Data PT. Asahimas Flat Glass Tbk)

**TABEL 3-5**  
**RUANGAN DAN JUMLAH LAMPU YANG DIGUNAKAN**  
**PADA GEDUNG UTAMA**

No	Jenis Ruangan	Keterangan Ruangan			Lampu Yang digunakan	
		Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Jenis Lampu	Armatur
1	Kantin	6	12	3	TL 2 x 40 W	14
2	Ruang Tamu	3	4	3	TL 2 x 40 W	3
3	Ruang Kantor 1	5	4	3	TL 2 x 40 W	4
4	Ruang Kantor 2	5	4	3	TL 2 x 40 W	4
5	Ruang Meeting	5	5	3	TL 2 x 40 W	4
6	Ruang Kantor 3	3	4	3	TL 2 x 40 W	4
7	Ruang Kantor 4	3	4	3	TL 2 x 20 W	4
8	Ruang Kantor 5	3	4	3	TL 2 x 40 W	4
9	Ruang Kantor 6	3	4	3	TL 2 x 40 W	4
10	Dapur	23	4	3	TL 2 x 40 W	2
11	Kamar Mandi / WC 1	2	3	3	TL 2 x 20 W	3
12	Kamar Mandi / WC 1	2	2	3	TL 2 x 20 W	3
13	Kamar Mandi / WC 1	2	2	3	TL 2 x 20 W	3
14	Ruang Kantor	12	10	3	TL 2 x 40 W	165
15	Lobby	7	5	3	Pijar 40 W	12
16	Lorong	8	1,5	3	Pijar 40 W	6

(Sumber : Data PT. Asahimas Flat Glass. Tbk)

### 3.5. Tahapan Konservasi Energi Industri Kaca

Keterbatasan sumber daya alam untuk menghasilkan energi listrik diperlukan kesadaran akan pentingnya pelaksanaan konservasi energi baik sektor pemerintah maupun swasta.

Pada industri untuk meningkatkan hasil produksi suatu barang diperlukan mencari efisiensi terutama yang berhubungan langsung dengan biaya produksi, salah satunya adalah biaya pemakaian energi, yang mana sulit melakukan efisiensi.

Dalam pelaksanaan identifikasi konservasi energi di sektor industri timbul berbagai permasalahan di lapangan. Pada dasarnya hal ini karena program konservasi adalah hal yang relatif baru dan sebagai pengelola energi belum mengetahui sepenuhnya akan manfaat yang akan diperoleh dari konservasi energi tersebut. Dengan mempertimbangkan konservasi energi, industri akan memperoleh keuntungan yang dapat diambil manfaatnya

Ada 3 tahapan yang dilakukan guna melakukan konservasi yaitu :

- a. Tahap I : Pengumpulan Data
- b. Tahap II : Pengamatan Lapangan Dan Perhitungan
- c. Tahap III : Potensi Konservasi Energi Pada Industri Kaca

a. Tahap I

Pengumpulan data tentang konsumsi dan biaya seluruh pemakaian energi listrik tiap hari dan bulan serta 1 tahun terakhir atau lebih. Pada tahap ini juga perlu diketahui adalah total area hunian bangunan industri, jam operasi atau kerja dari peralatan-peralatan yang menggunakan energi listrik sebagai penggeraknya dan juga jumlah penghuni pada bangunan industri.

b. Tahap II

Pengamatan lapangan dengan melakukan perhitungan dan analisa pada setiap peralatan-peralatan atau sistem yang mengkonsumsi energi listrik. Didalam industri peralatan-peralatan yang perlu diamati :

1. Biaya dalam tagihan listrik
2. Penggunaan Pemanas Listrik
3. Sistem penerangan baik yang didalam maupun diluar bangunan.

4. Penggunaan motor – motor listrik
5. Peralatan-peralatan lainnya

Dari hasil ini akan memberikan kesimpulan pada bagian-bagian atau sistem-sistem mana yang terjadi pemborosan dalam hal pemakaian energi listrik

c. Tahap III

Tahap yang menentukan tindakan-tindakan atau usaha-usaha yang harus dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik. Pada analisa ini juga bisa didasari dengan teknologi ekonomi. Pelaksanaan konservasi energi listrik bisa dilaksanakan dengan :

1. Penggantian peralatan yang boros dalam operasi
2. Penambahan peralatan
3. Perubahan pengoperasian sistem

**BAB IV**  
**KONSERVASI ENERGI LISTRIK PADA**  
**INDUSTRI KACA DI PT. ASAHIMAS**

**4.1. Konservasi Energi Listrik Pada Industri Kaca PT. Asahimas Sidoarjo**

**4.1.1. Total Biaya Rekening Listrik**

Dari data yang diperoleh selama tahun 2004 pembayaran rekening listrik yang harus dibayarkan ke PLN cukup besar. Ini dikarenakan memang konsumsi energi listrik yang digunakan juga besar, ini dapat dilihat dari perhitungan berikut :

Contoh Perhitungan Rekening PLN

1. LWBP	$285 \times 12.000 = 3.420.000 \text{ Kwh} \times \text{Rp. } 439,0$	= Rp. 1.501.380.000
WBP	$49 \times 12.000 = 672.000 \text{ Kwh} \times \text{Rp. } 614,6$	= <u>Rp. 361.384.600</u>
Sub Total	= 4.072.000 Kwh	Rp. 1.852.764.600
2. KVARH ( 4.665 - 4.609 ) x 12	= 672.000 KVARH	
	$[ 672.000 - ( 0,62 \times 3.972.000 ) ] \times \text{Rp. } 571$	= Rp. -
3.	$8.660 \text{ Kva} \times \text{Rp. } 29.500$	= Rp. 225.470.000
4. Potongan	0,00 %	
5. BPJU	3 %	= Rp. 62.647038
6. Materai		= Rp. 6.000
7. Invoice		= <u>Rp. 2.000</u>
	Total	= Rp. 2.150.889.638

(Sumber : Data PT. Asahimas Flat Glass. Tbk)

**TABEL 4-1**  
**PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK TAHUN 2004**

No	Bulan	WBP (KWh)	LWBP (KWh)	Total (KWh)
1	Januari	49	285	334
2	Februari	51	290	341
3	Maret	46	276	322
4	April	56	275	331
5	Mei	49	281	330
6	Juni	48	276	324
7	Juli	45	287	332
8	Agustus	46	282	328
9	September	47	279	326
10	Oktober	47	288	335
11	Nopember	46	279	325
12	Desember	48	284	322

(Sumber : Data PT. Asahimas Flat Glass. Tbk)

Sesuai dengan ketentuan Tarif Dasar Listrik 2003 bahwa untuk Golongan Tarif I-3/TR biaya beban LWBP sebesar Rp. 439,- per kWh dan WBP sebesar 614,6 per kWh maka didapat besar biaya beban pada tabel berikut

**TABEL 4-2**  
**TOTAL BIAYA ENERGI LISTRIK**

No	Bulan	Biaya Beban (Rp)		Total Biaya Beban Listrik (Rp)
		LWBP	WBP	
1	Januari	1.501.380.000	361.384.600	1.852.764.600
2	Februari	1.527.720.000	376.135.200	1.903.855.200
3	Maret	1.453.968.000	368.750.600	1.822.668.600
4	April	1.448.700.000	413.011.200	1.861.711.200
5	Mei	1.480.308.000	361.384.800	1.841.692.800
6	Juni	1.453.968.000	354.009.600	1.807.977.600
7	Juli	1.511.916.000	331.884.000	1.817.450.000
8	Agustus	1.485.576.000	324.508.800	1.810.084.800
9	September	1.469.772.000	346.634.000	1.816.406.000
10	Oktober	1.517.184.000	346.634.000	1.863.818.000
11	Nopember	1.469.772.000	339.259.200	1.809.031.200
12	Desember	1.492.704.000	354.009.600	1.846.713.600

Dengan diperoleh total biaya beban maka total biaya rekening yang harus bayar ke PLN pada tabel

**TABEL 4-3**  
**BIAYA REKENING LISTRIK**

No	Bulan	Biaya Rekening Listrik (Rp)
1	Januari	2.150.889.638
2	Februari	2.193.212.956
3	Maret	2.109.590.758
4	April	2.149.212.184
5	Mei	2.129.463.784
6	Juni	2.094.459.028
7	Juli	2.104.215.600
8	Agustus	2.096.629.444
9	September	2.103.140.800
10	Oktober	2.151.975.052
11	November	2.095.544.236
12	Desember	2.134.357.108

#### 4.1.2. Konservasi Pada PT. Asahimas

Ada 3 komponen utama industri kaca yang bisa direkomendasikan untuk konservasi energi listrik yaitu :

1. Mengganti pemanas listrik dengan pemanas gas
2. Merubah sistem penerangan
  - a. Mengganti lampu TL dengan lampu hemat energi
  - b. Mengganti lampu merkuri dengan lampu sodium
3. Mengganti motor yang tidak efisien dengan motor yang efisien

## 4.2. Analisa Konservasi

### 4.2.1. Pemanas

#### 4.2.1.1. Mengganti Pemanas Listrik Dengan Pemanas Gas

Untuk pemanas masih menggunakan pemanas listrik tapi ada juga yang sudah menggunakan gas sebagai pengganti pemanas listrik

Jumlah Pemanas<sup>[9]</sup>

##### 1. Yang masih menggunakan pemanas listrik

Untuk A1 : 18 buah      Total Daya      2.000 Kw

Untuk A2 : 12 buah      Total Daya      1.250 Kw

##### 2. Yang sudah menggunakan pemanas gas

Untuk A1 : 3 buah      Daya Terpasang      300 Kw

Untuk A2 : 2 buah      Daya Terpasang      250 Kw

Konsumsi Gas (MMBTU)/Bulan

1. Natural Gas Consumption : A1. 151,01

A2. 148,52

Energi listrik yang digunakan pemanas dalam 1 hari (24 jam) hari sebesar

Untuk LWBP = 20 jam

Untuk WBP = 4 jam

Jadi energi listrik yang digunakan sebesar

Untuk A1 LWBP = 2000 Kw x 20 jam

= 40.000 Kwh

Untuk A1 WBP = 2.000 Kw x 4 jam

= 8.000 Kwh

Untuk A2 LWBP = 1.250 Kw x 20 jam

$$= 25.000 \text{ Kwh}$$

$$\text{Untuk A2 WBP} = 1.250 \text{ Kw} \times 4 \text{ jam}$$

$$= 5.000 \text{ Kwh}$$

Jadi total energi listrik yang digunakan untuk pemanas listrik sebesar

$$48.000 + 30.000 = 78.000 \text{ Kwh.}$$

Untuk biaya energi listrik dengan harga beban untuk LWBP Rp. 439,0-/Kwh, dan untuk WBP Rp. 614,6 maka

$$\begin{aligned} \text{Untuk A1 beban LWBP} &= 40.000 \text{ Kwh} \times \text{Rp. } 439 \\ &= \text{Rp. } 17.560.000 \\ \text{Untuk A1 beban WBP} &= 8.000 \text{ Kwh} \times \text{Rp. } 614,6 \\ &= \text{Rp. } 4.916.800 \\ \text{Untuk A2 beban LWBP} &= 25.000 \text{ Kwh} \times \text{Rp. } 439 \\ &= \text{Rp. } 10.975.000 \\ \text{Untuk A2 beban WBP} &= 5.000 \text{ Kwh} \times \text{Rp. } 614,6 \\ &= \text{Rp. } 3.073.000 \end{aligned}$$

Jadi biaya yang harus dibayar dalam 1 hari (24 jam) sebesar Rp. 36.524.000.

Maka dalam 1 bulan (30 hari) biaya dikeluarkan untuk membayar pemanas listrik saja sebesar

$$\text{Rp. } 36.524.800 \times 30 = \text{Rp. } 1.095.744.000,-$$

Sesuai dengan jurnal maka merekomendasikan mengganti pemanas listrik dengan pemanas gas seperti yang telah dipasang untuk beberapa pemanas. Dengan melihat data yaitu 5 buah pemanas telah menggunakan gas yang kapasitas dayanya sama dengan 550 Kw. Dengan kapasitas demikian pemanas mengkonsumsi gas sebesar 299,53 mmbtu/bulan.

Untuk A1 : 3 unit	Daya Terpasang	300 Kw
Untuk A2 : 2 unit	Daya Terpasang	250 Kw

Konsumsi Gas (MMBTU)/Bulan

1. Natural Gas Consumption	: A1. 151,01
	A2. 148,52

Ket. 1 mmbtu = \$ 3,9<sup>91</sup>  
 \$ 1 = Rp. 10.000,-

Dengan total pemanas sebanyak 5 buah dan menghabiskan gas sebesar 299,53 maka tiap-tiap pemanas mengkonsumsi gas sebesar 59,906 mmbtu per unit pemanas dengan biaya perbulan sebesar

$$299,53 \times \text{Rp. } 39.000,- = \text{Rp. } 11.681.670,-$$

Jadi dalam 1 hari setiap unit pemanas yang menggunakan energi gas sebesar

$$59,906 : 30 \text{ hari} = 2 \text{ mmbtu per hari}$$

Maka apabila menggunakan pemanas gas dengan daya terpasang akan mengkonsumsi gas dalam 1 bulan (30 hari) sebesar

$$\begin{aligned} \text{Untuk A1} &= 18 \text{ buah} \times 59,906 \\ &= 1078,308 \text{ mmbtu per unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk A2} &= 12 \text{ buah} \times 59,906 \text{ mmbtu} \\ &= 718,872 \text{ mmbtu per unit} \end{aligned}$$

Biaya yang dikeluarkan untuk pemanas gas dengan harga \$3,9 (Rp. 39.000).sebesar

$$\begin{aligned} \text{Untuk A1} &= 1078,308 \text{ mmbtu} \times \text{Rp. } 39.000 \\ &= \text{Rp. } 42.054.012,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk A2} &= 718,872 \text{ mmbtu} \times \text{Rp. } 39.000 \\ &= \text{Rp. } 28.036.008,- \end{aligned}$$

Jadi total biaya untuk penggunaan pemanas gas sebesar :

$$\text{Rp. } 42.054.012,- + \text{Rp. } 28.036.008,- = \text{Rp. } 70.090.020,-$$

Jadi biaya dalam 1 hari pemanas yang menggunakan energi gas untuk tiap unit sebesar :

$$\text{Rp. } 70.090.020 : 30 \text{ hari} = \text{Rp. } 3.336.334,- / \text{unit}$$

**TABEL 4-4**  
**TOTAL PERBANDINGAN BIAYA ENERGI PEMAKAIAN PEMANAS**  
**LISTRIK DAN PEMANAS GAS**

No	Pemakaian	Biaya Energi (Rp)		
		1 Hari	1 Bulan	1 Tahun
1	Pemanas Listrik	36.524.800	1.095.744.000	13.148.928.000
2	Pemanas Gas	3.340.000	100.200.000	1.202.400.000

#### 4.2.1.2. Biaya Investasi

Untuk pemasangan 1 unit pemanas gas dibutuhkan biaya sebesar Rp. 100.000.000,-. Biaya ini sudah termasuk biaya pemasangan dan peralatan-peralatanya.<sup>[9]</sup>

Jadi total biaya yang dikeluarkan untuk 30 pemanas sebesar

$$\text{Rp. } 100.000.000,- \times 30 \text{ unit} = \text{Rp. } 3.000.000.000,-$$

#### 4.2.1. Mengubah Sistem Penerangan

##### 4.2.2.1. Menganti Lampu TL Dengan Lampu Hemat Energi

Dari data yang ada pada industri kaca menggunakan lampu TL sebagai penerangan pada seluruh ruangan yang ada baik itu ruangan kantor, meeting, kantin, dan lain-lain. Konservasi yang dapat direkomendasikan adalah dengan mengganti lampu TL dengan lampu hemat energi. Tetapi apabila ingin mengganti lampu ada beberapa

faktor yang harus diperhatikan misalnya luas ruangan dan warna dinding yang secara tidak langsung mempengaruhi intensitas penerangan.

Pada industri kaca ini terdapat beberapa gedung yang mempunyai ruangan-ruangan kerja yang cukup banyak salah satu contohnya

1. Kantin yang mempunyai ukuran :  $P = 6 \text{ m}$   $L = 12 \text{ m}$  dan  $t = 3$ . Kantin ini disinari cahaya dari lampu TL  $2 \times 40 \text{ W}$  14 armatur berarti ada 28 buah lampu TL total daya  $28 \times 40 \text{ W} = 1.120 \text{ W}$  dalam 1 hari dengan jam operasi 12 jam maka daya yang digunakan  $12 \times 1.120 \text{ W} = 13.440 \text{ Wh}$ . Dalam 1 bulan (30 hari) total energi sebesar  $13.440 \times 30 = 403.200 \text{ Wh} = 403,2 \text{ kWh}$

**TABEL 4-5**  
**JUMLAH LAMPU DAN TOTAL DAYA YANG DIGUNAKAN**  
**PADA GEDUNG UTAMA**

No	Jenis Ruangan	Keterangan Ruangan			Jumlah Lampu	Total Daya (Watt)
		Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)		
1	Kantin	6	12	3	28	1.120
2	Ruang Tamu	3	4	3	8	320
3	Ruang Kantor 1	5	4	3	8	320
4	Ruang Kantor 2	5	4	3	8	320
5	Ruang Meeting	5	5	3	8	320
6	Ruang Kantor 3	3	4	3	8	320
7	Ruang Kantor 4	3	4	3	8	320
8	Ruang Kantor 5	3	4	3	8	320
9	Ruang Kantor 6	3	4	3	8	320
10	Dapur	23	4	3	4	160
11	Kamar Mandi / WC 1	2	3	3	6	120
12	Kamar Mandi / WC 1	2	2	3	6	120
13	Kamar Mandi / WC 1	2	2	3	6	120
14	Ruang Kantor	12	10	3	32	1.280
15	Lobby	7	5	3	12	480
16	Lorong	8	1,5	3	6	240

(Sumber : Data PT. Asahimas Flat Glass. Tbk)

**TABEL 4-6**  
**JUMLAH LAMPU DAN TOTAL DAYA YANG DIGUNAKAN**  
**PADA WORKSHOP**

No	Jenis Ruangan	Keterangan Ruangan			Jumlah Lampu	Total Daya (Watt)
		Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)		
1	Ruang Meeting 1	4	3	3	6	240
2	Ruang Kantor	15	12	3	40	1600
3	Ruang Arsip + Istirahat	10	8	3	24	960
4	Ruang Meeting 2	5	4	3	8	320
5	Gudang	2,5	2,5	3	4	160
6	Kamar Mandi 1	2	3	3	4	160
7	Kamar Mandi 2	2	3	3	4	160
8	Ruang Tamu	4	3	3	6	240
9	Ruang Shalat	2	2	3	4	160
10	Dapur	2	1,5	3	4	160
11	Kamar Mandi 3	3	3	3	6	240
12	Jalan Masuk	2	3	3	4	160

(Sumber : Data PT. Asahimas Flat Glass. Tbk)

Konservasi yang dilakukan mengganti lampu TL ini dengan Lampu hemat energi (Osram) 18 W mempunyai 1100 Lumen (61 Lm/W) yang dayanya sama dengan 100 W lampu pijar<sup>[13]</sup>. Untuk tinggi bidang kerja 0,8 m dari atas lantai

Faktor-faktor refleksinya berdasarkan warna dinding, warna langit dan warna lantai (berlaku untuk semua ruangan)<sup>[9]</sup> :

Warna muda : 0,5

Warna sedang : 0,3

Warna gelap : 0,1

Indeks bentuknya karena lampu dipasang pada langit-langit dan bidang kerja berada 0,80 m diatas lantai, maka  $h = 2,2$  m jadi

$$k = \frac{pl}{h(p+l)} = \frac{6 \times 12}{2,20(6+12)} = 1,8$$

Kemudian ditentukan efisiensi penerangan berdasarkan tabel 2-2

$$\text{Untuk } k = 1,5 \quad \eta = 0,66$$

$$\text{Untuk } k = 2 \quad \eta = 0,73$$

Effisiensi penerangan untuk  $k = 1,9$  ditentukan dengan interpolasi

$$\eta = 0,66 + \frac{1,8 - 1,5}{2 - 1,5} (0,73 - 0,66) = 0,68$$

Intensitas penerangan (cahaya) yang diinginkan berdasarkan tabel 2-3 sebesar 200 lux

Lampu yang digunakan jenis fluorescent 18 W (61 Lm/W) dengan  $\Phi = 1100$  Lumen.

$$n = \frac{200 \times 72}{1100 \times 0,68 \times 0,8}$$
$$= 24,06$$

Jadi lampu yang digunakan berjumlah 24 buah. Untuk pengaturan lampu tergantung pada kondisi ruangan.

**TABEL 4-7**  
**PERHITUNGAN JUMLAH LAMPU YANG AKAN DIGUNAKAN**  
**PADA GEDUNG UTAMA**

No	Jenis Ruangan	Keterangan Ruangan			Faktor Penggunaan ( $\eta$ )	Jumlah Lampu (n)
		P (m)	L (m)	T (m)		
1	Kantin	6	12	3	0,68	24
2	Ruang Tamu	3	4	3	0,61	6
3	Ruang Kantor 1	5	4	3	0,52	15
4	Ruang Kantor 2	5	4	3	0,52	15
5	Ruang Meeting	5	5	3	0,56	12
6	Ruang Kantor 3	3	4	3	0,61	8
7	Ruang Kantor 4	3	4	3	0,61	8
8	Ruang Kantor 5	3	4	3	0,61	8
9	Ruang Kantor 6	3	4	3	0,61	8
10	Dapur	3	2	3	0,58	3
11	Kamar Mandi / WC 1	2	3	3	0,58	3
12	Kamar Mandi / WC 1	2	2	3	0,5	2
13	Kamar Mandi / WC 1	2	2	3	0,5	2
14	Ruang Kantor	12	10	3	0,78	61
15	Lobby	7	5	3	0,62	6
16	Lorong	8	1,5	3	0,6	3

Begitu juga dengan ruangan yang ada pada workshop

**TABEL 4-8**  
**PERHITUNGAN JUMLAH LAMPU YANG AKAN DIGUNAKAN**  
**PADA WORKSHOP**

No	Jenis Ruangan	Keterangan Ruangan			Faktor Penggunaan ( $\eta$ )	Jumlah Lampu (n)
		P (m)	L (m)	T (m)		
1	Ruang Meeting 1	4	3	3	0,43	9
2	Ruang Kantor	15	12	3	0,83	86
3	Ruang Arsip + Istirahat	10	8	3	0,73	42
4	Ruang Meeting 2	5	4	3	0,52	13
5	Gudang	2,5	2,5	3	0,53	2
6	Kamar Mandi 1	2	3	3	0,58	3
7	Kamar Mandi 2	2	3	3	0,58	3
8	Ruang Tamu	4	3	3	0,64	6
9	Ruang Shalat	2	2	3	0,61	1
10	Dapur	2	1,5	3	0,5	2
11	Kamar Mandi 3	3	3	3	0,46	4
12	Jalan Masuk	2	3	3	0,58	3

Dengan jumlah lampu sebanyak 24 unit dengan daya terpasang 18 W total daya sebesar

$$24 \text{ unit} \times 18 \text{ W} = 432 \text{ W}$$

Energi yang digunakan dalam 1 hari dengan jam operasi 12 jam sebesar

$$432 \text{ W} \times 12 \text{ jam} = 5.184 \text{ Wh} = 5,184 \text{ KWh.}$$

Energi yang digunakan dalam 1 bulan (30 hari) sebesar

$$5.184 \times 30 \text{ hari} = 155.520 \text{ Wh} = 155.52 \text{ KWh}$$

Untuk ruangan yang lain dapat dilihat pada tabel

TABEL 4-9

**TOTAL ENERGI LAMPU YANG DIGUNAKAN PADA WORKSHOP  
SEBELUM DAN SESUDAH KONSERVASI**

No	Jenis Ruangan	Energi Yang Digunakan (KWh)					
		Sebelum Konservasi				Setelah Konservasi	
		Lampu TL 20 W		Lampu TL 40 W		Lampu Hemat Energi 18 W	
		1 Hari (12 jam)	1 Bulan (30 hari)	1 Hari (12 jam)	1 Bulan (30 hari)	1 Hari (12 jam)	1 Bulan (30 hari)
1	Ruang Meeting 1	-	-	2,88	864	1,944	58,32
2	Ruang Kantor	-	-	19,2	576	18,576	557,28
3	Ruang Arsip + Istirahat	-	-	11,52	345,6	9,072	272,16
4	Ruang Meeting 2	-	-	3,84	115,2	2,808	84,24
5	Gudang	-	-	1,92	57,6	0,432	12,96
6	Kamar Mandi 1	1,92	57,6	-	-	0,648	19,44
7	Kamar Mandi 2	1,92	57,6	-	-	0,648	19,44
8	Ruang Tamu	-	-	2,88	66,4	1,296	38,88
9	Ruang Shalat	-	-	1,92	57,6	0,216	6,48
10	Dapur	-	-	1,92	57,6	0,432	12,92
11	Kamar Mandi 3	2,88	86,4	-	-	0,864	25,92
12	Jalan Masuk	-	-	1,92	57,6	0,648	19,44

TABEL 4-10

**TOTAL ENERGI LAMPU YANG DIGUNAKAN PADA GEDUNG UTAMA  
SEBELUM DAN SESUDAH KONSERVASI**

No	Jenis Ruangan	Energi Yang Digunakan (KWh)							
		Sebelum Konservasi						Setelah Konservasi	
		Lampu Pijar 40 W		Lampu TL 20 W		Lampu TL 40 W		Lampu Hemat Energi 18 W	
		1 Hari (12 jam)	1 Bulan (30 hari)	1 Hari (12 jam)	1 Bulan (30 hari)	1 Hari (12 jam)	1 Bulan (30 hari)	1 Hari (12 jam)	1 Bulan (30 hari)
1	Kantin	-	-	-	-	13,44	403,2	5,184	155,52
2	Ruang Tamu	-	-	-	-	2,88	66,4	1,256	38,88
3	Ruang Kantor 1	-	-	-	-	3,84	115,2	3,24	97,2
4	Ruang Kantor 2	-	-	-	-	3,84	115,2	3,24	97,2
5	Ruang Meeting	-	-	-	-	3,84	115,2	2,592	77,76
6	Ruang Kantor 3	-	-	-	-	3,84	115,2	1,152	34,56
7	Ruang Kantor 4	-	-	-	-	3,84	115,2	1,152	34,56
8	Ruang Kantor 5	-	-	-	-	3,84	115,2	1,152	34,56
9	Ruang Kantor 6	-	-	-	-	3,84	115,2	1,152	34,56
10	Dapur	-	-	-	-	1,92	57,6	0,648	19,44
11	Kamar Mandi / WC 1	-	-	1,92	57,6	-	-	0,648	19,44

12	Kamar Mandi / WC 1	-	-	1,92	57,6	-	-	0,432	12,96
13	Kamar Mandi / WC 1	-	-	1,92	57,6	-	-	0,432	12,96
14	Ruang Kantor	-	-	-	-	15,36	460,8	13,176	395,28
15	Lobby	5,76	172,8	-	-	-	-	1,296	38,88
16	Lorong	2,88	86,4	-	-	-	-	0,648	19,44

Jadi energi yang dapat dihemat dengan menggunakan lampu hemat energi sebesar

**TABEL 4-11**  
**ENERGI YANG DIHEMAT PADA WORKSHOP**

No	Jenis Ruangan	Energi Yang Dihemat (KWh)	
		1 Hari	1 Bulan
1	Ruang Meeting 1	0,936	805,68
2	Ruang Kantor	0,624	18,72
3	Ruang Arsip + Istirahat	2,448	73,44
4	Ruang Meeting 2	0,672	30,96
5	Gudang	1,488	44,64
6	Kamar Mandi 1	1,272	38,16
7	Kamar Mandi 2	1,272	38,16
8	Ruang Tamu	1,584	27,52
9	Ruang Shalat	1,704	51,12
10	Dapur	1488	44,62
11	Kamar Mandi 3	2,016	60,48
12	Jalan Masuk	1,272	38,16

TABEL 4-12

## ENERGI YANG DIHEMAT PADA GEDUNG UTAMA

No	Jenis Ruangan	Energi Yang Dihemat (kWh)	
		1 Hari	1 Bulan
1	Kantin	8,256	247,68
2	Ruang Tamu	1,624	27,52
3	Ruang Kantor 1	8,6	18
4	Ruang Kantor 2	8,6	18
5	Ruang Meeting	1,248	37,44
6	Ruang Kantor 3	2,688	80,64
7	Ruang Kantor 4	2,688	80,64
8	Ruang Kantor 5	2,688	80,64
9	Ruang Kantor 6	2,688	80,64
10	Dapur	1,272	80,64
11	Kamar Mandi / WC 1	1,272	38,16
12	Kamar Mandi / WC 1	1,488	44,64
13	Kamar Mandi / WC 1	1,488	44,64
14	Ruang Kantor	2,184	65,52
15	Lobby	4,464	133,92
16	Lorong	2,232	66,96

TABEL 4-13

## TOTAL ENERGI YANG DIHEMAT

No	Jenis Ruangan	Energi Yang Dihemat (Kwh)		
		1 Hari	1 Bulan	1 Tahun
1	Gedung Utama	16,776	1.271,66	15.259,92
2.	4 Gedung Workshop	203,172	5.571,52	66.858,24
	Total	219,948	6.843,18	82.118,16

TABEL 4-14

## TOTAL BIAYA YANG DIHEMAT DENGAN HARGA RP. 439,-/KWH

No	Jenis Ruangan	Biaya Yang Dihemat (Rp)		
		1 Hari	1 Bulan	1 Tahun
1	Gedung Utama	7.400	558.300	6.699.600
2.	4 Gedung Workshop	89.200	2.445.900	29.350.800
	Total	96.600	3.004.200	36.050.400

#### 4.2.2.2. Mengganti Lampu Merkuri Dengan Lampu Sodium

Lampu merkuri digunakan untuk penerangan pada proses produksi, bengkel, dan juga sebagai penerangan jalan yang ada baik didalam dan diluar industri kaca. Dari data yang ada pada industri kaca terdapat  $\pm$  250 buah lampu merkuri dengan rata-rata daya terpasang sebesar 400 W.

Daya yang digunakan sebesar

$$400 \text{ W} \times 250 \text{ buah} = 100.000 \text{ W} = 100 \text{ Kw}$$

Karena lampu merkuri digunakan pada sore hari maka energi listrik yang digunakan dalam 1 hari (12 jam)

$$\text{Untuk LWBP} = 8 \text{ jam}$$

$$\text{Untuk WBP} = 4 \text{ jam}$$

Jadi energi listrik yang digunakan sebesar

$$\text{Untuk LWBP} = 100 \text{ Kw} \times 8 \text{ jam}$$

$$= 800 \text{ Kwh}$$

$$\text{Untuk WBP} = 100 \text{ Kw} \times 4 \text{ jam}$$

$$= 400 \text{ Kwh}$$

Jadi total energi listrik yang digunakan untuk lampu merkuri sebesar

$$800 \text{ Kwh} + 400 \text{ Kwh} = 1.200 \text{ Kwh.}$$

Untuk biaya energi listrik dengan harga beban untuk LWBP Rp. 439,0-/Kwh, dan untuk WBP Rp. 614,6 sebesar

$$\text{Untuk beban LWBP} = 800 \text{ Kwh} \times \text{Rp. } 439$$

$$= \text{Rp. } 351.200$$

$$\text{Untuk beban WBP} = 400 \text{ Kwh} \times \text{Rp. } 614,6$$

$$= \text{Rp. } 245.840$$

Jadi biaya energi dalam 1 hari sebesar

$$\text{Rp. } 351.200,- + \text{Rp. } 491.680,- = \text{Rp. } 842.880,-$$

Konservasi yang direkomendasikan adalah dengan mengganti lampu merkuri dengan lampu sodium. Lampu sodium mempunyai luminasi lebih baik daripada lampu merkuri. Lampu merkuri 400 Watt yang mempunyai luminasi cahaya 22.500 lumen<sup>[15]</sup> dengan lampu sodium 250 Watt yang mempunyai luminasi cahaya 27.500 lumen<sup>[15]</sup>. Dilihat dari luminasi cahayanya maka direkomendasikan untuk mengganti lampu merkuri 400 Watt yang ada dengan lampu sodium 250 Watt. Maka daya yang digunakan sebesar

$$250 \text{ W} \times 250 \text{ buah} = 62.500 \text{ W} = 62,5 \text{ Kw}$$

Karena lampu merkuri digunakan pada sore hari maka energi listrik yang digunakan dalam 1 hari (12 jam)

$$\text{Untuk LWBP} = 8 \text{ jam}$$

$$\text{Untuk WBP} = 4 \text{ jam}$$

Jadi energi listrik yang digunakan sebesar

$$\begin{aligned} \text{Untuk LWBP} &= 62,5 \text{ Kw} \times 8 \text{ jam} \\ &= 500 \text{ Kwh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk WBP} &= 62,5 \text{ Kw} \times 4 \text{ jam} \\ &= 250 \text{ Kwh} \end{aligned}$$

Jadi energi listrik yang digunakan lampu sodium dalam 1 hari (12 jam) sebesar

$$500 \text{ Kwh} + 250 \text{ Kwh} = 750 \text{ Kwh.}$$

Total energi yang digunakan lampu sodium dalam 1 bulan (30 hari) sebesar

$$750 \text{ Kwh} \times 30 = 22.500 \text{ Kwh}$$

Untuk biaya energi listrik dengan harga beban untuk LWBP Rp. 439,0-/Kwh, dan untuk WBP Rp. 614,6 maka

$$\begin{aligned} \text{Untuk beban LWBP} &= 500 \text{ Kwh} \times \text{Rp. } 439 \\ &= \text{Rp. } 219.500 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk beban WBP} &= 250 \text{ Kwh} \times \text{Rp. } 614,6 \\ &= \text{Rp. } 153.650 \end{aligned}$$

Jadi biaya energi dalam 1 hari sebesar

$$\text{Rp. } 219.500,- + \text{Rp. } 153.650,- = \text{Rp. } 373.150,-$$

**TABEL 4-15**

**PEMAKAIAN ENERGI LAMPU MERCURI DAN LAMPU SODIUM**

No	Pemakaian	Total Energi (Kwh)		
		1 Hari	1 Bulan	1 Tahun
1	Lampu Mercuri	960	28.800	345.600
2	Lampu Sodium	60	1.800	21.600

**TABEL 4-16**

**BIAYA ENERGI LAMPU MERCURI DAN LAMPU SODIUM**

No	Pemakaian	Biaya Energi (Rp)		
		1 Hari	1 Bulan	1 Tahun
1	Lampu Mercuri	842.880	25.286.400	303.436.800
2	Lampu Sodium	373.150	11.194.500	134.334.000

**4.2.2.3. Biaya Investasi Lampu Hemat Energi**

Biaya untuk pembelian lampu energi dan fitting sebesar Rp 35.000,- per buah<sup>[13]</sup>. Total lampu hemat energi yang digunakan berjumlah 880 buah lampu. Jadi total biaya yang dikeluarkan untuk pembelian lampu sebesar

$$\text{Rp. } 35.000 \times 880 \text{ lampu} = \text{Rp. } 30.800.000,-$$

Ongkos untuk pemasangan lampu sebesar Rp. 50.000.000,-<sup>[9]</sup>

Jadi total biaya investasi untuk pembelian dan pemasangan lampu hemat energi sebesar

$$\text{Rp. } 30.800.000,- + \text{Rp. } 50.000.000,- = 80.800.000,-$$

#### 4.2.2.4. Biaya Investasi Lampu Sodium

Biaya untuk pembelian lampu sodium sebesar Rp. 91.000,- per buah<sup>[12]</sup>. Total lampu sodium yang digunakan berjumlah 200 buah lampu. Jadi total biaya yang dikeluarkan untuk pembelian lampu sebesar

$$\text{Rp. } 91.000 \times 200 \text{ lampu} = \text{Rp. } 18.200.000,-$$

Ongkos untuk pemasangan lampu sodium sebesar Rp. 50.000.000,-<sup>[9]</sup>

Jadi total biaya investasi untuk pembelian dan pemasangan lampu sodium sebesar

$$\text{Rp. } 18.200.000,- + \text{Rp. } 50.000.000,- = 68.200.000,-$$

### 4.2.3. Motor Listrik

#### 4.2.3.1. Mengganti Motor Yang Tidak Efisien Dengan Motor Yang Efisien

Dari data yang ada pada industri kaca PT. Asahimas ini ada sekitar 400 unit dengan kapasitas daya terpasang 2006 Kw dengan waktu kerja motor 24 jam sehari. Kurang lebih 50 % motor telah mengalami penggulangan lagi dan perbaikan yang dikarenakan usia motor yang sudah cukup lama, berarti ada kurang lebih 200 motor dengan kapasitas 1003 Kw. Menurut referensi yang ada menyatakan bahwa motor yang telah mengalami penggulangan kembali mempunyai nilai efisiensi yang rendah.

Maka diketahui :

$$P = \text{nilai Kw motor yang tidak efisien} = 1003 \text{ Kw}$$

L = faktor beban	= 0,8
C = biaya listrik rata-rata	= Rp. 439
T = waktu bekerja motor	= 8640 jam/tahun
A = efisiensi motor baru	= 0,90 = 90 %
B = efisiensi motor lama	= 0,8 = 80 %

Penghematan biaya energi melalui penggantian motor lama dengan motor yang efisien diberikan oleh persamaan<sup>[11]</sup>:

$$S = PLCT ( 100/B - 100/A )$$

$$S = 1003 \times 0,8 \times 439 \times 8640 \left( \frac{100}{80} - \frac{100}{90} \right)$$

$$S = \text{Rp. } 422.738.136,-/\text{tahun}$$

Penghematan biaya dalam 1 bulan sebesar :

$$\text{Rp. } 422.738.136,- : 12 = \text{Rp. } 35.228.178,-$$

Penghematan biaya dalam 1 hari sebesar :

$$\text{Rp. } 35.228.178,- : 30 = \text{Rp. } 1.174.272,-$$

#### 4.2.3.2. Biaya Investasi

Motor yang akan diganti bermacam-macam baik itu untuk ukuran dan juga kapasitas motor tersebut. Untuk harganya juga bervariasi dengan rata-rata sebesar Rp. 20.000.000,- per unitnya<sup>[9]</sup>. Motor yang harus diganti sebanyak 200 unit. Jadi Biaya total untuk pembelian motor sebesar

$$\text{Rp. } 20.000.000,- \times 200 \text{ unit} = \text{Rp. } 4.000.000.000,-$$

Untuk biaya pemasangan sebesar Rp. 50.000.000,-

Jadi total biaya yang harus dikeluarkan untuk pembelian dan pemasangan 200 unit motor listrik sebesar

Rp. 4.000.000.000,- + Rp. 50.000.000,- = Rp. 4.050.000.000,-

#### 4.3. Hasil Penghematan

Jadi total biaya yang dapat dihemat selama 1 tahun sebesar

**TABEL 4-17**

**TOTAL PENGEMATAN BIAYA SELAMA 1 TAHUN**

No	Jenis Pemakaian Beban	Biaya Yang Dihemat (Rp)
1	Pemanas	11.946.528.000
2	Lampu	
	a. Lampu Hemat Energi	36.050.400
	b. Lampu Sodium	169.102.800
3.	Motor	422.738.136
	Total	12.574.419.336

Total investasi yang dikeluarkan baik itu untuk biaya pembelian bahan dan biaya pemasangan sebesar

**TABEL 4-18**

**TOTAL BIAYA INVESTASI**

No	Jenis Pemakaian Beban	Biaya Investasi (Rp)
1	Pemanas	3.000.000.000
2	Lampu	
	c. Lampu Hemat Energi	80.800.000
	d. Lampu Sodium	68.200.000
3.	Motor	4.050.000.000
	Total	7.199.000.000

Jadi dengan adanya konservasi penggunaan energi listrik ini maka biaya yang dapat dihemat dalam 1 tahun adalah

Rp. 12.574.419.336 - Rp. 7.199.000.000 = Rp. 5.375.419.336,-

## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1. Kesimpulan

1. Untuk beban pemanas konservasi yang dilakukan adalah mengganti pemanas listrik dengan pemanas gas. Biaya energi yang dapat dihemat dalam 1 hari sebesar Rp. 33.184.800,- dan dalam 1 bulan sebesar Rp. 995.544.000,-
2. Untuk beban penerangan lampu TL konservasi yang dilakukan adalah mengganti lampu TL dengan lampu hemat energi. Untuk gedung utama dan 4 workshop yang merupakan konsumsi penggunaan penerangan yang besar dengan energi yang dapat dihemat dalam 1 hari sebesar 219, 944 Kwh dan dalam 1 bulan sebesar 6.843,18 Kwh. Biaya yang dapat dihemat dalam 1 hari sebesar Rp. 96.000,- dan dalam 1 bulan sebesar Rp. 3.004.200,-
3. Untuk beban penerangan lampu merkuri konservasi yang dilakukan adalah mengganti lampu merkuri dengan lampu sodium sehingga energi yang dapat dihemat dalam 1 hari sebesar 900 Kwh dan dalam 1 bulan sebesar 27.000 Kwh. Biaya energi yang dapat dihemat dalam 1 hari sebesar Rp 469.730,- dan dalam 1 bulan sebesar Rp. 14.091.900,-
4. Untuk motor listrik konservasi yang dilakukan adalah dengan mengganti motor yang tidak efisien dengan motor yang efisien. Total biaya energi yang dapat dihemat dalam 1 hari sebesar Rp. 1.174.272 dan dalam 1 bulan sebesar Rp. 35.228.178
5. Dalam 1 tahun total biaya yang dapat dihemat untuk jenis pemakaian beban baik itu pemanas dan lampu serta motor listrik sebesar Rp. 12.574.419.336,-

6. Total investasi baik itu untuk pembelian alat dan pemasangannya sebesar Rp. 7.199.000.000,-
7. Dengan adanya konservasi energi listrik penghematan total setelah dikurangi dengan biaya investasi sebesar Rp. 5.375.419.336,-

## **5.2. Saran**

Dengan adanya konservasi energi listrik ini dapat direkomendasikan kepada industri kaca khususnya PT. Asahimas Flat Glass Tbk. untuk dapat diterapkan dalam pelaksanaannya.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Atif Zaman Khan, **Electrical Energy Conservation And Its Application To a Sheet Glass Industry**, IEEE Transaction on Energy Conversion, Vol. 11, No. 3, September 1996
2. Zuhail, **Dasar Teknik Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya**, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1995
3. Prof. Ir. Abdul Kadir, **Pengantar Teknik Tenaga Listrik**, PT. Pustaka LP3ES, Jakarta, 1993
4. Drs. Yon Rijono, **Dasar Teknik Tenaga Listrik**, Andi Offset, Yogyakarta, 1997
5. Ir. Hamzah Berahim, **Pengantar Teknik Tenaga Listrik**, Andi Offset, Yogyakarta, 1991
6. Abdul Kadir, **Energi: Sumberdaya, Inovasi, Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi**, Edisi Kedua, Universitas Indonesia, Jakarta, 1995
7. P. van. Harten, Ir. E. Setiawan, **Instalasi Arus Kuat 1**, 1986
8. P. van. Harten, Ir. E. Setiawan, **Instalasi Arus Kuat 2**, 1986
9. Data PT. Asahimas Flat Glass. Tbk
10. [www.elektroindonesia.com](http://www.elektroindonesia.com), **Elektro Indonesia**, edisi ke lima, Desember, 1996
11. Anonim, Prinsip Design Penerangan, [www.lightatwork.com/see the in a new light](http://www.lightatwork.com/see_the_in_a_new_light)
12. [www.forkliftscontainers.com/consumabel.xls](http://www.forkliftscontainers.com/consumabel.xls)
13. Data dan Harga pasaran
14. SNI 03-6575-2001, Tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung
15. <http://www.kawanlama.com/catalog-hmtl/20/17.htm>.

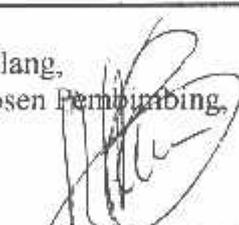


### FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : GUNTUR JATMIKO UTOMO  
Nim : 97.12.036  
Masa Bimbingan : 01 Oktober 2005 s/d 01 April 2006  
Judul Skripsi : KOSERVASI PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK DAN APLIKASINYA PADA INDUSTRI KACA DI PT. ASAHIMAS FLAT GLASS. Tbk SIDOARJO

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	11-10-2005	Data dilengkapi	
2.	12-01-2005	Konsultasi Bab IV	
3.	16-01-2006	Konsultasi Bab II, III	
4.	25-01-2006	Konsultasi Bab III, koreksi tarif listrik	
5.	02-02-2006	Revisi Kesimpulan	
6.	06-02-2006	Buat Makalah Seminar	
7.	20-02-2006	Hitung Biaya Investasi Motor, Pemanas dan Lampu	
8.	27-02-2006	Lengkapi Daftar Pustaka dan Kesimpulan	
9.			
10.			

Malang,  
Dosen Pembimbing,

  
**Ir. Widodo Pudji M, MT**

Form.S-4b



## PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang Strata Satu (S-1) yang diselenggarakan :

Hari : Sabtu

Tanggal : 18 Maret 2006

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : GUNTUR JATMIKO UTOMO
2. NIM : 97.12.036
3. Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
4. Konsentrasi : ENERGI LISTRIK
5. Judul Skripsi : KONSERVASI PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK DAN APLIKASINYA PADA INDUSTRI KACA DI PT. ASAHIMAS FLAT GLASS Tbk. SIDOARJO

No	Materi Revisi	Paraf Dosen Penguji
1.	Tujuannya dirubah yang jelas dan disesuaikan dengan kesimpulan	
2.	Tabel-Tabel harap dicek satuannya	
3.	Tabel 4-9 diperbaiki	

  
**( Ir. Teguh Herbasuki, MT )**  
Penguji Pertama

Dosen Penguji,

  
**( Ir. M. Abdul Hamid, MT )**  
Penguji Kedua

Disetujui,  
Dosen Pembimbing

  
**( Ir. Widodo Pudi, M, MT )**



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

1. Nama : GUNTUR JATMIKO UTOMO  
2. NIM : 97.12.036  
3. Jurusan : TEKNIK ELEKTRO  
4. Kosentrasi : ENERGI LISTRIK  
5. Judul Skripsi : KONSERVASI PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK DAN APLIKASINYA PADA INDUSTRI KACA DI PT. ASAHIMAS FLAT GLASS Tbk. SIDOARJO

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : Sabtu  
Tanggal : 18 Maret 2006  
Dengan Nilai : 60



( Ir. Mochtar Asroni, MSME )

Ketua

**Panitia Ujian Skripsi**

( Ir. F. Yudi Limpraptono, MT )

Sekretaris

( Ir. Teguh Herbasuki, MT )

Penguji Pertama

**Dosen Penguji**

( Ir. M. Abdul Hamid, MT )

Penguji Kedua

---