

**TUGAS AKHIR**

**OPTIMASI EFISIENSI PEMAKAIAN TENAGA LISTRIK  
DI GUDANG PT. KAMADJAJA LOGISTIC  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE TABULASI WAKTU**

*Diajukan Guna Melengkapi Tugas-tugas Dan Memenuhi Syarat*

*Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST)*

*Jurusan Teknik Elektro*

*Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh :**

**TRI HARIANTO**

**1307220050**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**MEDAN**

**2017**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**OPTIMASI EFISIENSI PEMAKAIAN TENAGA LISTRIK**  
**DI GUDANG PT. KAMADJAJA LOGISTIC**  
**DENGAN MENGGUNAKAN METODE TABULASI WAKTU**

*Diajukan untuk memenuhi tugas-tugas dan syarat-syarat untuk memperoleh  
gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh :**

**TRI HARIANTO**  
**NPM : 1307220050**

Telah Diuji dan Disahkan Pada Tanggal  
27 Juli 2017

Pembimbing I

(Ir. Abdul Azis H, MM.)

Pembanding I

(Dr. Mhd Fitrah Zambak, ST., M.sc.)

Pembimbing II

(Noorly Evalina, ST., MT.)

Pembanding II

(Solly Aryza Lubis, ST., M.Eng.)

Diketahui dan Disahkan  
Program Studi Teknik Elektro  
Ketua,

(Rohana, ST., MT.)

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2017**

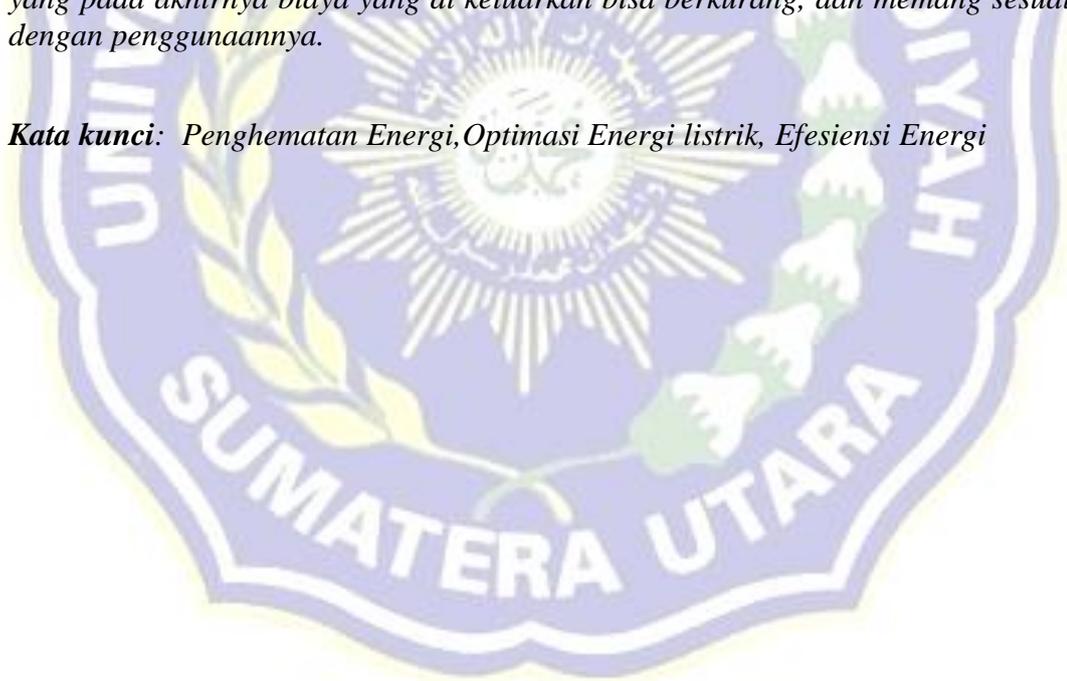
## **ABSTRAK**

*Tenaga listrik merupakan sumber energi yang sangat penting bagi kehidupan manusia baik untuk kegiatan industri, kegiatan komersial maupun dalam kehidupan sehari-hari. Kebijakan nasional akan hemat energi dan air dituangkan dalam Intruksi Presiden Republik Indonesia nomor 13 tahun 2011, yang mana diinstruksikan untuk melakukan langkah-langkah dan inovasi penghematan energi dan air di lingkungan Badan Usaha Milik Negara, dan Badan Usaha Milik Daerah sesuai dengan kewenangan masing-masing dengan berpedoman pada Kebijakan Penghematan Energi dan Air.*

*Penghematan energi dapat dilakukan dengan menggunakan energi secara efisien atau mengurangi konsumsi dan kegiatan penggunaan energi. Penghematan energi merupakan cara yang paling ekonomis dalam menghadapi kekurangan energi dibanding dengan meningkatkan penyediaan energi.*

*Tingginya biaya yang harus di bayarkan, berkenaan dengan penggunaan Energi Listrik di PT. Kamadjaja Logistic, menjadi salah satu hal penting yang akan menjadi pokok bahasan penulis, sehingga di harapkan penggunaan Energi Listrik dapat di gunakan dengan optimal tanpa mengganggu proses yang ada, yang pada akhirnya biaya yang di keluarkan bisa berkurang, dan memang sesuai dengan penggunaannya.*

***Kata kunci:*** *Penghematan Energi, Optimasi Energi listrik, Efisiensi Energi*



## **ABSTRACT**

*Electric power is a very important source of energy for human life both for industrial activities, commercial activities and in everyday life. The national policy on energy-saving and water shall be set forth in the Instructions of the President of the Republic of Indonesia No. 13 of 2011, which are instructed to undertake measures and innovations in energy and water conservation within the State-Owned Enterprises and Regional Government Enterprises in accordance with their respective authorities With reference to the Energy and Water Saving Policy.*

*Energy savings can be made by using energy efficiently or reducing consumption and energy use activities. Energy savings are the most economical way of dealing with energy shortages compared to increasing energy supply.*

*The high cost that must be paid, with respect to the use of Electrical Energy in PT. Kamadjaja Logistic, become one of the important things that will be the subject of the author, so in the hope that the use of Electrical Energy can be used optimally without disrupting the existing process, which in the end costs can be reduced, and indeed in accordance with its use.*

*Keywords: Energy Saving, Optimization of Electrical Energy, Energy Efficiency*

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Tri Harianto  
NPM : 1307220050  
Tempat / Tgl Lahir : Medan / 08 April 1995  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro



Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir (skripsi) saya ini yang berjudul :

### **OPTIMASI EFISIENSI PEMAKAIAN TENAGA LISTRIK DI GUDANG PT. KAMADJAJA LOGISTIC DENGAN MENGGUNAKAN METODE TABULASI WAKTU**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena berhubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di proses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakan integritas Akademik di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 27 Juli 2017  
Saya yang menyatakan

( **Tri Harianto** )

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum wr.wb*

Puji syukur kehadirat ALLAH SWT atas rahmat dan karunianya yang telah menjadikan kita sebagai manusia yang beriman dan insya ALLAH berguna bagi semesta alam. Shalawat berangkaikan salam kita panjatkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad.SAW yang mana beliau adalah suri tauladan bagi kita semua dan telah membawa kita dari zaman kebodohan menuju zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan.

Tulisan ini dibuat sebagai tugas akhir untuk memenuhi syarat dalam meraih gelar kesarjanaan pada Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun judul tugas akhir ini adalah **“Optimasi Efisiensi Pemakaian Tenaga Listrik Di Gudang PT.Kamadjaja Logisti Dengan Menggunakan Metode Tabulasi Waktu”**.

Selesainya penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ayahanda dan Ibunda serta Abangda dan Kakanda tersayang, yang dengan cinta kasih dan sayang setulus jiwa mengasuh, mendidik dan membimbing dengan segenap ketulusan hati tanpa mengenal kata lelah sehingga penulis bisa seperti saat ini.
2. Bapak Rahmatullah, ST, MSc. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Ibu Rohana, ST, MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
4. Bapak Zulfikar, ST, MT. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro.
5. Bapak Ir. Abdul Azis Hutasuhut, MM. Selaku Dosen Pembimbing I dalam penyusunan tugas akhir.
6. Ibu Noorly Evalina, ST,. MT. Selaku Dosen Pembimbing II dalam penyusunan tugas akhir ini.
7. Bapak Dr. Mhd Fitrah Zambak, ST, M.Sc. Selaku Dosen Pembanding I.
8. Bapak Solly Aryza Lubis, ST, M.Eng. Selaku Dosen Pembanding II.
9. Bapak dan Ibu Dosen di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Karyawan Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

11. Teman-teman sejawat dan seperjuangan Fakultas Teknik, khususnya Program Studi Teknik Elektro angkatan 2013 yang selalu memberi dukungan dan motivasi kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik & saran yang membangun dari segenap pihak.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tulisan ini dapat menambah dan memperkaya lembar khazanah pengetahuan bagi para pembaca sekalian dan khususnya bagi penulis sendiri. Sebelum dan sesudahnya penulis mengucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alakum wr.wb*

Medan, 27 Juli 2017  
Penulis

Tri Harianto  
1307220050

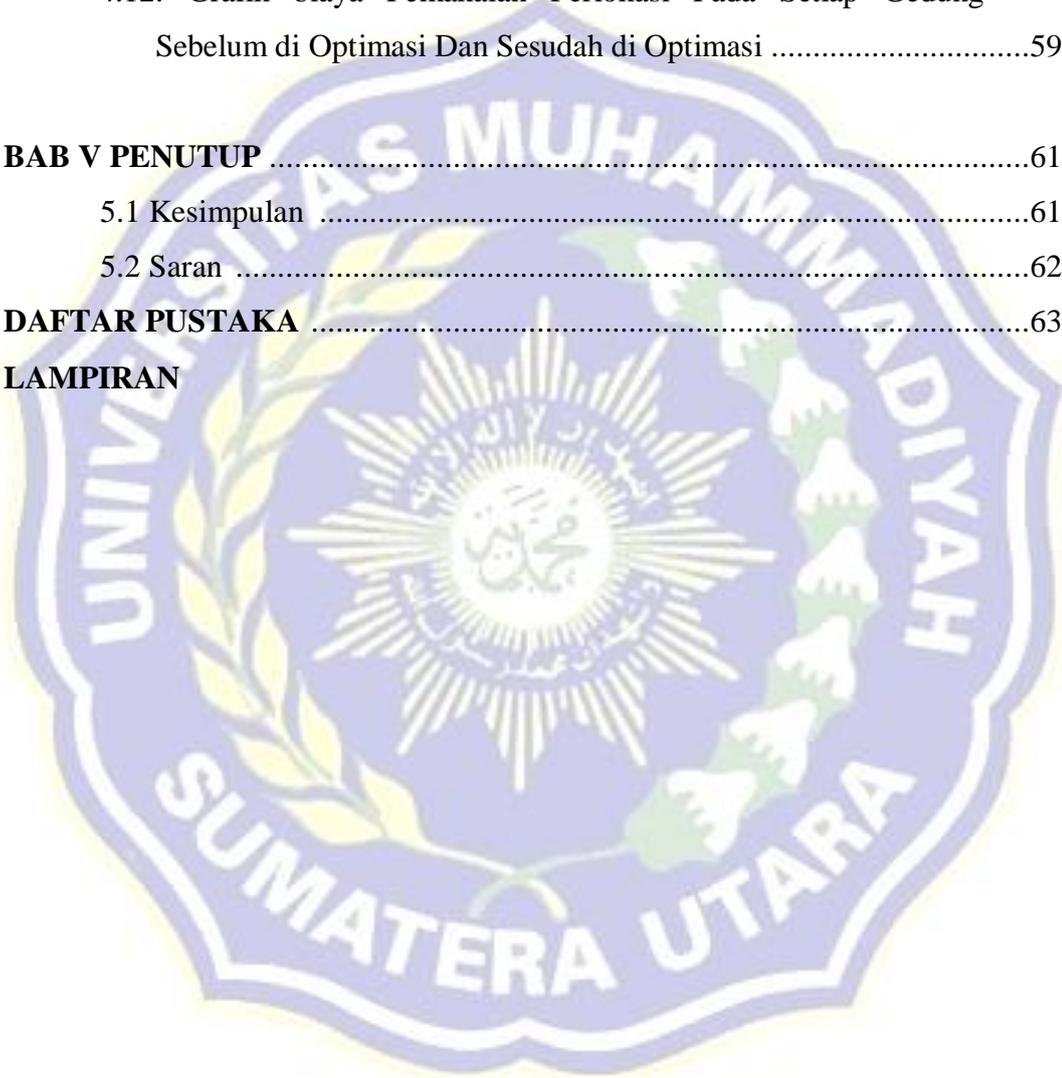


## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penulisan .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Metodologi Penelitian .....	4
1.7 Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	7
2.1 Kajian Referensi .....	7
2.2 Management Energi .....	8
2.3 Pencahayaan .....	9
2.3.1 Pencahayaan Alami .....	10
2.3.2 Pencahayaan Buatan .....	11
2.3.3 Parameter Pencahayaan .....	13
2.4. Sistem Penyebaran Udara .....	15
2.4.1 Perencanaan Sistem AC .....	16
2.4.2 Faktor Memilih AC .....	18
2.4.3 Menghitung Kapasitas AC .....	18
2.5 <i>Charger Battery</i> .....	21
2.5.1 Jenis <i>Charger</i> atau <i>Rectifier</i> .....	22
2.5.2 Prinsip Kerja <i>Charger</i> .....	23
2.5.3 Bagian-bagian <i>Charger</i> .....	24
2.5.4 Komponen Pengatur Arus ( <i>Current Limiter</i> ) .....	25

2.6 <i>Uninterruptible Power Supply</i> (UPS) .....	25
2.6.1 <i>Rotary Power Source</i> .....	26
2.6.2 <i>Static Power Source</i> .....	28
2.7. <i>Intensitas Konsumsi Energi</i> .....	29
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	31
3.1 Lokasi Penelitian .....	31
3.2 Peralatan Penelitian .....	31
3.3 Data Penelitian .....	32
3.3.1 <i>Beban Penerangan</i> .....	32
3.3.2 <i>Beban Motor</i> .....	32
3.3.3 <i>Beban Elektronik</i> .....	33
3.4 Metode Penelitian .....	34
3.4.1 <i>Tabulasi Waktu</i> .....	34
3.4.2 <i>Kelebihan Dan Kekurangan Metode Tabulasi Waktu</i> .....	34
3.5 <i>Prosedure Penelitian</i> .....	35
3.6 <i>Flowchart Penelitian</i> .....	36
3.7 <i>Flowchart Analisa Data Penelitian</i> .....	37
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	38
4.1 <i>Pemakaian Energi Listrik Dari Rata-Rata Penggunaan Beban</i> .....	38
4.2 <i>Kesalahan Pengukuran Dan Perhitungan</i> .....	38
4.3 <i>Daya Listrik Yang Terpakai Setiap Masing-Masing Lantai Menggunakan Panel Sebelum Di Optimasi</i> .....	39
4.4. <i>Daya Listrik Yang Terpakai Menurut Kelompok Waktu Dalam Satu Hari Sebelum Di Optimasi</i> .....	43
4.5. <i>Perhitungan Biaya Pada Setiap Hari Sebelum Di Optimasi</i> .....	48
4.6. <i>Konsumsi Energi Listrik Dari Rata-Rata Penggunaan Beban Per Bulan Sebelum Di Optimasi</i> .....	49
4.7. <i>Selisih Pemakaian Energi Listrik Dari Rata-Rata Penggunaan Beban Nyata Selama Satu Bulan Dengan Biaya Pada Rekening Listrik Sebelum Optimasi</i> .....	50
4.8. <i>Daya Listrik Yang Terpakai Menurut Kelompok Waktu Dalam Satu Hari Setelah Di Optimasi</i> .....	51

4.9. Perhitungan Biaya Pada Setiap Hari Setelah Di Optimasi.....	56
4.10. Konsumsi Energi Listrik Dari Rata-Rata Penggunaan Beban Per Bulan Setelah Di Optimasi.....	58
4.11. Selisih Pemakaian Energi Listrik Dari Rata-Rata Penggunaan Beban Nyata Selama Satu Bulan Dengan Biaya Pada Rekening Listrik Sebelum Optimasi .....	58
4.12. Grafik biaya Pemakaian Perlokasi Pada Setiap Gedung Sebelum di Optimasi Dan Sesudah di Optimasi .....	59
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	61
5.1 Kesimpulan .....	61
5.2 Saran .....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	63
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Per Men ESDM No.13 tahun 2012 Nilai IKE .....	30
Tabel 3.1 Waktu Penelitian .....	31
Tabel 3.2 Penggunaan Daya Pada PT.Kamadjaja Logistic .....	32
Tabel 4.1 Daya Beban Yang Terpakai .....	40
Tabel 4.2 Pemakaian Daya Beban, Energi Listrik dan Biaya Pada PT.Kamadjaja Logistic Medan Sebelum Di Optimasi.....	45
Tabel 4.3 Pemakaian Daya Beban, Energi Listrik dan Biaya Pada PT.Kamadjaja Logistic Medan Sebelum Di Optimasi.....	53



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses <i>Eddy Current Loop</i> .....	27
Gambar 2.2. Sistem Gelombang UPS.....	28
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian .....	36
Gambar 3.2. Diagram Alir Analisa Data Peneliti.....	37
Gambar.4.1. Grafik Biaya Pemakaian Perlokasi Pada Setiap Gedung Sebelum Dioptimasi.....	59
Gambar 4.2.Grafik Biaya Pemakaian Perlokasi Pada Setiap Gedung Setelah Dioptimasi.....	60



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1.Latar Belakang**

Tenaga listrik merupakan sumber energi yang sangat penting bagi kehidupan manusia baik untuk kegiatan industri, kegiatan komersial maupun dalam kehidupan sehari-hari. Kebijakan nasional akan hemat energi dan air dituangkan dalam Instruksi Presiden Republik Indonesia nomor 13 tahun 2011, yang mana diinstruksikan untuk melakukan langkah-langkah dan inovasi penghematan energi dan air di lingkungan Badan Usaha Milik Negara, dan Badan Usaha Milik Daerah sesuai dengan kewenangan masing-masing dengan berpedoman pada Kebijakan Penghematan Energi dan Air.

Penghematan energi dapat dilakukan dengan menggunakan energi secara efisien atau mengurangi konsumsi dan kegiatan penggunaan energi. Penghematan energi merupakan cara yang paling ekonomis dalam menghadapi kekurangan energi dibanding dengan meningkatkan penyediaan energi.

Permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah penghematan energi tanpa mengeluarkan biaya, cara mengatasi pemborosan pemakaian energy dengan biaya sedang, melakukan penghematan energy dengan memakai biaya besar, dan melakukan perbandingan besar konsumsi energy listrik pada saat kondisi awal dan kondisi setelah dilakukan penghematan. Selanjutnya dapat dilakukan langkah-langkah perbaikan yang diperlukan untuk meningkatkan efisiensi pemakaian energy listrik.

PT. Kamadjaja Logistic dalam melakukan sebuah proses aktivitas, baik proses itu berupa kegiatan perkantoran, dan permesinan, banyak sekali menggunakan peralatan yang menggunakan energi listrik sebagai sumber utama, inilah yang jadi *point* penulis, sebagai permasalahan yang sedang dihadapi.

Sebagai bukti kuat adalah dari biaya, yang harus di bayarkan pihak PT. Kamadjaja Logistic kepada PLN, yang begitu besar jumlahnya, sehingga perlu ditinjau kembali kebenarannya, inilah yang diminta pihak PT. Kamadjaja Logistic kepada penulis, apakah nilai biaya tersebut sesuai atau masih bisa di kurangi.

Tingginya biaya yang harus di bayarkan, berkenaan dengan penggunaan Energi Listrik di PT. Kamadjaja Logistic, menjadi salah satu hal penting yang akan menjadi pokok bahasan penulis, sehingga di harapkan penggunaan Energi Listrik dapat di gunakan dengan optimal tanpa mengganggu proses yang ada, yang pada akhirnya biaya yang di keluarkan bisa berkurang, dan memang sesuai dengan penggunaannya.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa penggunaan energi listrik secara menyeluruh di area gudang PT. Kamadjaja Logistic dan menemukan upaya penurunan biaya penggunaan energi listrik secara optimal dan bermanfaat kedepannya.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berkaitan dengan penjelasan diatas, perumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara untuk mengoptimalkan efisiensi pemakaian tenaga listrik keseluruhan di gudang PT. Kamadjaja Logistic Medan ?
2. Bagaimana cara menentukan perhitungan biaya pemakaian beban listrik di gudang PT. Kamadjaja Logistic Medan dengan metode tabulasi waktu?

### **1.3. Tujuan Penulisan**

Berdasarkan perumusan masalah diatas dan permasalahan yang akan di bahas, tujuan khusus penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui besarnya optimal efisiensi penggunaan tenaga listrik di gudang PT. Kamadjaja Logistic Medan.
2. Untuk mengetahui perhitungan biaya pemakaian beban listrik di gudang PT. Kamadjaja Logistic Medan dengan metode tabulasi waktu.

### **1.4. Batasan Masalah**

Agar pembahasan tulisan ini tidak melebar maka penulisan membuat batasan masalahnya. Adapun batasan masalah adalah sebagai berikut :

1. Sistem peralatan yang berada di gudang tidak keseluruhan di optimasi karena sudah memenuhi kriteria.
2. Parameter yang di ukur meliputi input beban yaitu: Tegangan (V), Arus (A), dan faktor daya ( $\cos \theta$ ).

### **1.5. Manfaat Penulisan**

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi penulis, sebagai pembelajaran tentang perhitungan serta perbandingan untuk mengoptimasi suatu sistem tenaga listrik.
2. Bagi mahasiswa, sebagai pembelajaran dan referensi tentang optimasi pemakaian suatu sistem tenaga listrik.
3. Bagi masyarakat, dapat meningkatkan efisiensi peralatan listrik yang ada di rumah serta cermat menggunakan listrik secara baik.

### **1.6. Metodologi Penelitian**

Langkah-langkah yang dilakukan pada penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Meliputi studi tentang tarif daya listrik serta pencarian penggunaan listrik, serta petunjuk untuk penghematan penggunaan energi listrik dengan cara yang optimal.

2. Data Riset

Meliputi pengumpulan data Parameter yang berada digudang PT. Kamadjaja Logistic.

3. Pengujian dan analisa data

Melakukan pengujian optimasi pemakaian tenaga listrik dengan mengurangi parameter arus (A), Daya keluaran (Watt). Serta melakukan perhitungan terhadap parameter tersebut.

### **1.7. Sistematika Penulisan**

Untuk memberikan gambaran penulisan tugas akhir ini, secara singkat diuraikan sebagai berikut :

**BAB I           PENDAHULUAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang, batasan masalah, metode penulisan yang dipergunakan dan sistematika penulisan.

**BAB II           LANDASAN TEORI**

Bab ini memuat tentang dasar teori yang digunakan dan menjadi ilmu penunjang bagi peneliti, berkenaan dengan masalah yang akan diteliti yang berkaitan dengan optimasi energi listrik, perhitungan biaya bulanan, serta pengukuran parameter yang di tentukan.

**BAB III          METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini akan membahas mengenai lokasi di laksanakan penelitian, peralatan yang di pergunakan pada saat penelitian, data-data penelitian, jalannya penelitian dan jadwal penelitian.

**BAB IV          ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini dilakukan pengujian pada tempat penelitian untuk mendapatkan nilai dari parameter pengujian dan melakukan perhitungan dengan nilai parameter tersebut untuk menentukan perbandingan dan efisiensi dari optimasi pemakaian sistem tenaga listrik digudang tersebut.

**BAB V           KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini memuat kesimpulan dari seluruh hasil penelitian dan juga memuat saran-saran yang berhubungan dengan optimasi sistem tenaga listrik yang digunakan.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Kajian Referensi

Terkait dengan optimasi pemakaian tenaga listrik, sebelumnya beberapa penelitian telah dilakukan. Judul penulisan ini “ **Optimasi Efisiensi Pemakaian Tenaga Listrik Digudang PT. Kamadjaja Logistic Dengan Menggunakan Metode Tabulasi Waktu**” memiliki keterkaitan dengan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian terdahulu dijadikan referensi yang digunakan untuk menentukan batasan-batasan masalah yang kemudian akan dilakukan pada penelitian ini. Referensi yang digunakan dalam penelitian ini merupakan penelitian serupa dan penelitian yang terkait. Adapun beberapa tinjauan termutakhir dari referensi tersebut antara lain:

1. Penelitian dari Medi Yuwono Tharam, Fatha Haryadi dan Ramli pada tahun 2013 yang berjudul “**Studi Optimasi Penggunaan Energi Listrik Pada Sistem Tata Cahaya Buatan Di Gedung Politeknik Pontianak**” menggunakan metode LINDO (*Linear Interactive Discrete Optimizer*) untuk mendapatkan nilai model matematis pemrograman linear.
2. Penelitian dari Daniel Sembiring, Yenny Widianty pada tahun 2013 yang berjudul “**Optimalisasi Penggunaan Energi Listrik Di SGU**”, menggunakan diagram pareto atau sebuah distribusi frekuensi sederhana (histogram) dari data yang diurutkan berdasarkan kategori dari yang paling besar sampai yang paling kecil.

3. Penelitian dari Muhammad Irfan S, pada tahun 2014 yang berjudul **“Optimasi Penggunaan Energi Pada Sistem Pencahayaan Gedung Rektorat Universitas Lampung Dalam Rangka Konservasi Energi”**, pada penelitian ini isinya membandingkan hasil perhitungan IKE dengan Per Men ESDM no. 13 tahun 2012 dan nilai intensitas serta beban pencahayaan dibandingkan dengan SNI 03-6197-2010.
4. Berdasarkan penelitian Dendy Yumnum Wafi pada tahun 2012 yang berjudul **“Optimasi dan Manajemen Energi Kelistrikan Di Gedung City of Tomorrow”**, membahas tentang pengurangan, penggantian serta perbaikan faktor daya pada area mall yang dioptimasi hingga mendapatkan hasil yang minim dan sesuai.

## ***2.2. Management Energi***

*Management* energi adalah aktifitas dalam menggunakan energi dengan bijaksana dan efektif untuk memaksimalkan keuntungan (*minimize costs*) dan meningkatkan (*enhance*) kondisi yang kompetitif (Cape Hart dkk, 1997). Sebuah fungsi management dan merupakan teknik yang berguna untuk memonitor, menganalisa dan mengontrol aliran energi yang ada dalam sebuah sistem sehingga efisiensi penggunaan energi yang maksimal dapat tercapai. Management energi sebenarnya merupakan kombinasi dari technical skill dan management bisnis yang berfokus pada business engineering. Ada beberapa faktor mengapa diperlukan manajemen energi, diantaranya karena kenaikan harga energi, pasokan energi yang tidak menentu atau kurang handal, atau keperluan investasi peralatan energi yang

ditiadakan. Seiring dengan harga energi akhir-akhir ini yang terus meningkat maka manajemen energi ini semakin diperlukan. Karena dengan melakukan manajemen energi ini maka biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan energi dapat di minimalkan.

Salah satu bagian yang mendasari manajemen energi adalah audit energi. Laporan audit merupakan hasil dari audit plan yang akan diproses dan dianalisa lebih lanjut dalam manajemen energi. Dan melalui dari hasil audit energi tersebut maka aliran energi yang memberikan gambaran tentang penggunaan energi akan dapat diketahui, sehingga dapat disusun suatu rancangan strategi untuk mengendalikan penggunaan energi.

### **2.3. Pencahayaan**

Cahaya merupakan suatu bentuk energi yang diradiasikan atau dipancarkan dari sebuah sumber dalam bentuk gelombang dan merupakan bagian dari keseluruhan kelompok gelombang-gelombang elektromagnet, yang diubah menjadi cahaya tampak (Janis dan Tao, 2005). Gelombang tersebut memiliki panjang dan frekuensi tertentu, yang nilainya dibedakan dari energi cahaya lainnya dalam spektrum elektromagnetisnya. Cahaya dipancarkan dari suatu benda dengan fenomena sebagai berikut:

1. Pijar, benda padat dan cair memancarkan radiasi yang dapat dilihat bila dipanaskan sampai suhu tertentu. Intensitas meningkat dan penampilan menjadi semakin putih jika suhu naik.

2. Muatan Listrik, jika arus listrik di lewatkan melalui gas, maka atom dan molekulnya akan memancarkan radiasi, dimana spektrumnya merupakan karakteristik dari elemen yang ada.
3. Electro Luminescence, cahaya dihasilkan jika arus listrik dilewatkan melalui padatan tertentu seperti semikonduktor atau bahan yang mengandung fosfor.
4. Photo Luminescence, radiasi pada salah satu panjang gelombang diserap, biasanya oleh suatu padatan dan dipancarkan kembali pada berbagai panjang gelombang. Bila radiasi yang dipancarkan kembali tersebut merupakan fenomena yang dapat terlihat, maka radiasi tersebut disebut *fluorescence* atau *phosphorescence*.

Cahaya nampak, 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. Pencahayaan sendiri dapat dibagi menjadi:

1. Pencahayaan alami.
2. Pencahayaan buatan.
3. Parameter pencahayaan

### **2.3.1. Pencahayaan Alami**

Pencahayaan alami adalah sumber pencahayaan yang berasal dari sinar matahari. Sinar alami mempunyai banyak keuntungan, selain menghemat energi

listrik juga dapat membunuh kuman. Untuk mendapatkan pencahayaan alami pada suatu ruang diperlukan jendela-jendela yang besar ataupun dinding kaca sekurang-kurangnya  $\frac{1}{6}$  dari pada luas lantai.

Sumber pencahayaan alami kadang dirasa kurang efektif dibanding dengan penggunaan pencahayaan buatan, selain karena intensitas cahaya yang tidak tetap, sumber alami menghasilkan panas terutama saat siang hari. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan agar penggunaan sinar alami mendapat keuntungan, yaitu:

1. Variasi intensitas cahaya matahari.
2. Distribusi dari terangnya cahaya.
3. Efek dari lokasi, pemantulan cahaya, jarak antar bangunan.
4. Letak geografis dan kegunaan bangunan gedung.

### **2.3.2. Pencahayaan Buatan**

Pencahayaan buatan adalah pencahayaan yang dihasilkan oleh sumber cahaya selain cahaya alami. Pencahayaan buatan sangat diperlukan apabila posisi ruangan sulit dicapai oleh pencahayaan alami atau saat pencahayaan alami tidak mencukupi. Fungsi pokok pencahayaan buatan baik yang diterapkan secara tersendiri maupun yang dikombinasikan dengan pencahayaan alami adalah sebagai berikut:

1. Menciptakan lingkungan yang memungkinkan penghuni melihat secara detail serta terlaksanakannya tugas serta kegiatan visual secara mudah dan cepat.
2. Memungkinkan penghuni berjalan dan bergerak secara mudah dan aman.

3. Tidak menimbulkan pertambahan suhu udara yang berlebihan pada tempat kerja.
4. Memberikan pencahayaan dengan intensitas yang tetap menyebar secara merata, tidak berkedip, tidak menyilaukan dan tidak menimbulkan bayang-bayang..
5. Meningkatkan lingkungan visual yang nyaman dan meningkatkan prestasi.

Disamping hal-hal tersebut diatas, dalam perencanaan penggunaan pencahayaan untuk suatu lingkungan kerja maka perlu pula diperhatikan hal-hal berikut:

1. Seberapa pencahayaan buatan akan digunakan, baik untuk menunjang dan melengkapi pencahayaan alami.
2. Tingkat pencahayaan yang diinginkan, baik untuk pencahayaan tempat kerja yang memerlukan tugas visual tertentu atau untuk pencahayaan umum.
3. Distribusi dan variasi iluminasi yang diperlukan dalam keseluruhan interior,ataukah menyebar atau terfokus pada satu arah.
4. Arah cahaya apakah ada maksud untuk menonjolkan bentuk dan kepribadian ruangan yang diterangi atau tidak.
5. Derajat kesilauan obyek ataupun lingkungan yang ingin diterangi,apakah tinggi atau rendah.

Disamping memperhatikan kedua aspek diatas, hal lain yang juga perlu diperhatikan adalah masalah penggunaan energi dalam sistem pencahayaan. Sistem

pencahayaannya yang baik tidak hanya berusaha meminimalkan penggunaan energi dan biaya pemeliharaannya.

### 2.3.3. Parameter Pencahayaan

Beberapa parameter yang digunakan untuk mengetahui kuat intensitas pencahayaan dalam suatu ruangan/gedung (Janis dan Tao, 2005) adalah sebagai berikut:

1. Fluks cahaya (*Luminous flux*)

Fluks cahaya merupakan konsep dari jumlah cahaya yang dipancarkan per detik dari sebuah sumber cahaya. Hal ini ditunjukkan dengan simbol  $F$ . Sedangkan satuannya lumen (lm). Luminous flux juga dapat didefinisikan sebagai tenaga yang dikeluarkan oleh sebuah sumber cahaya per detik berbanding dengan pandangan sensitif mata manusia.

2. Iluminasi (Intensitas penerangan)

Iluminasi adalah jumlah cahaya yang jatuh pada suatu area ditunjukkan dengan simbol  $E$ . Satuannya adalah Lux (lx). Gambar 1. Menunjukkan satu lux sama dengan satu lumen per meter persegi (lm/m<sup>2</sup>). Iluminasi dapat didefinisikan sebagai rasio antar jatuhnya cahaya dalam suatu permukaan, atau sinar yang dihasilkan bebas ke segala arah di tempat dimana jatuhnya cahaya dalam permukaan.

3. Efikasi cahaya

Rasio antara jumlah cahaya dan daya listrik yang digunakan adalah yang dinamakan efikasi cahaya dan ditunjukkan melalui satuan lumen per watt (lm/w). Setiap jenis lampu memiliki efikasi cahaya sendiri.

#### 4. Tingkat pencahayaan rata-rata

Tingkat pencahayaan pada suatu ruangan umumnya didefinisikan sebagai tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja. Pada SNI 16-7062-2004 tentang Pengukuran Intensitas Pencahayaan di Tempat Kerja (Gronzik, dkk., 2010) dinyatakan penentuan titik ukur pada meja kerja dapat dilakukan pada meja yang ada, dengan demikian bidang kerja ialah bidang horizontal imajiner yang terletak 0,75 meter hingga 1 meter di atas lantai pada seluruh ruangan.

Selain tingkat pencahayaan, daya pencahayaan juga dapat digunakan sebagai acuan apakah sistem pencahayaan diruangan tersebut boros atau tidak. Untuk perhitungan konsumsi daya listrik yang diperlukan untuk pencahayaan pada suatu ruangan, perlu dipahami penggunaan beberapa faktor yang diperlukan dalam perhitungan.

Tingkat pencahayaan dari suatu sistem pencahayaan dapat diperoleh dengan persamaan:

$$F = \frac{AxE}{CU \times MF} \dots\dots\dots(1)$$

$$N = \frac{F}{F_1} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana : F = Jumlah cahaya yang diperlukan (lumen)

A = luas ruang/bidang kerja (m<sup>2</sup>)

- CU = Koefisien penggunaan  
Mf = Faktor pemeliharaan  
N = Jumlah lampu  
F1 = Nilai nominal luminous pada lampu  
E = Tingkat pencahayaan, dalam lux (lumen/m<sup>2</sup>)

#### **2.4. Sistem Penyegaran Udara**

Udara merupakan zat yang tidak terpisahkan dari kehidupan di dunia, layaknya seperti air. Setiap makhluk hidup tentu membutuhkan udara dengan komposisi yang cocok bagi kondisi tubuhnya. Udara tersusun atas nitrogen, oksigen, dan zat yang lain. Komposisi udara dapat berubah ketika terjadi perubahan yang signifikan di alam ini. Gas oksigen merupakan yang paling dibutuhkan oleh manusia, disamping berbagai jenis gas yang lain. Kondisi lingkungan saat ini menunjukkan bahwa tingkat polusi udara sangat tinggi sehingga mengakibatkan terganggunya kesehatan manusia.

Oleh karenanya maka dibuat sistem penyegaran udara buatan yang disebut sistem AC (*Air Conditioning*) atau sering disebut juga Sistem Tata Udara merupakan salah satu hal yang penting sekarang ini, baik rumah, gedung perkantoran, mall, bandara dan lain sebagainya.

Kenyamanan dalam suatu ruangan merupakan kebutuhan, terutama di Indonesia yang memiliki iklim tropis (panas). Karena itu sistem pendingin udara atau sistem tata udara telah menjadi kebutuhan. Diantara fungsi dari sistem tata udara adalah sebagai berikut:

1. Mengatur suhu udara
2. Mengatur sirkulasi udara
3. Mengatur kelembaban (humidity) udara
4. Mengatur kebersihan udara

Dengan demikian, secara umum sistem tata udara berfungsi mempertahankan kondisi udara baik suhu maupun kelembaban agar udara terasa lebih nyaman.

#### **2.4.1. Perencanaan Sistem AC**

Sebelum merencanakan atau memasang AC, maka perlu mempertimbangkan beberapa hal berikut agar AC tersebut bisa berfungsi maksimal dan efisien.

1. Fungsi ruang

Penggunaan ruang berpengaruh terhadap suhu ruangan karena manusia yang mengisi suatu ruangan mengeluarkan kalori yang cukup tinggi. Perbedaan fungsi ruangan dapat menentukan kapasitas suatu AC. Misal kamar tidur yang hanya diisi dua orang akan berbeda dengan ruang keluarga, yang *frekwensi* keluar masuk penghuninya cukup tinggi. Jadi semakin banyak pengguna maka kebutuhan daya AC yang di butuhkan akan semakin besar pula.

2. Ukuran ruangan

Ukuran ruangan menentukan berapa banyak BTU (*British Thermal Unit*) atau kecepatan pendinginan. BTU adalah kecepatan pendinginan untuk ruangan satu meter persegi dengan tinggi standar (umumnya tiga

meter). Semakin besar suatu ruangan akan semakin besar pula BTU yang di butuhkan.

### 3. Beban pendingin

Beban pendingin bisa berasal dari dalam ruangan (*internal heat gain*) atau luar ruangan. Dari dalam ruangan misalnya dari jumlah penghuni/orang, dan penggunaan peralatan yang menimbulkan panas, seperti lampu penerangan atau kulkas. Karena ada beberapa jenis lampu mengeluarkan panas yang tinggi, yang berarti juga harus memilih AC dengan daya yang lebih tinggi. Selain dari dalam, beban pendinginan dari luar seperti cahaya matahari yang mengeluarkan energi panas melalui dinding, atap, atau jendela.

### 4. Banyaknya jendela kaca

Penggunaan jendela kaca atau penggunaan blok kaca (*glass block*) sangat mempengaruhi penggunaan kapasitas AC yang diperlukan. Untuk ruangan yang menggunakan kaca sebanyak 70% atau lebih, sebaiknya menggunakan kaca film yang dapat menahan sinar *ultraviolet* untuk mengurangi beban pendinginan.

### 5. Penempatan AC

Pemasngan unit indoor perlu memperhatikan arus angin (*air flow*) dari *blower* Ac. Penentuan arus angin atau hembusan yang tepat membuat udara yang dikeluarkan lebih merata dan tidak hanya berkumpuldi satu titik. Selain itu, agar arus angin tidak mengenai pengguna secara langsung. Terpaan angin dingin secara terus menerus dapat berakibat buruk bagi kesehatan. Usahakan mengarah *swing* ke bagian atas kepala karena udara

yang dikeluarkan AC mempunyai berat jenis yang lebih berat dari udara. Penempatan kompresor harus diletakan di tempat dengan sirkulasi udara yang cukup, ada tempat untuk udara masuk dan udara keluar, dan terlindung dari hujan.

Untuk AC ukuran 1 PK, jarak yang aman antara unit indoor dengan kompresor berkisar antara 5-7 meter. Jika memasang AC lebih dari satu, hindari peletakan kompresor secara berhadapan dengan kompresor lain. Sebaiknya letakan sejajar sehingga sirkulasi udara tidak terganggu.

#### **2.4.2. Faktor Memilih AC**

Ada 3 faktor yang harus diperhatikan dalam memilih AC yaitu:

1. Daya pendinginan AC (BTU/h – *British Thermal Unit per hour*), satuan dari pendinginan AC adalah BTU/h (*British Thermal Unit per hour*).
2. Daya listrik (Watt).
3. Daya kompresor AC (PK atau HP atau daya kuda). Istilah PK atau HP atau daya kuda (*Paard Kracht/Daya Kuda/Horse Power (HP)*) pada AC sebenarnya merupakan satuan daya pada kompresor AC bukan daya pendingin AC, untuk daya pendingin AC satuannya BTU/hr.

#### **2.4.3. Menghitung Kapasitas AC**

Kadang kita bingung untuk menentukan kapasitas suatu AC, di brosur atau di BQ suatu pekerjaan tentang AC, kadang ada 2 macam informasi yang berbeda.

Kita sering menemukan kapasitas AC disebut dengan BTU/h dan juga dengan satuan PK.

Ada beberapa cara untuk menghitung kapasitas atau daya AC, dan berikut adalah cara untuk mencarinya :

a. Konversi PK ke BTU/H

Untuk mempermudah hubungan antara BTU/H dan PK, berikut adalah konversi dari sistem daya AC tersebut :

$\frac{1}{2}$  pk setara dengan 5.000 BTU/hr

$\frac{3}{4}$  pk setara dengan 7.000 BTU/hr

1 pk setara dengan 9.000 BTU/hr

1  $\frac{1}{2}$  pk setara dengan 12.000 BTU/hr

2 pk setara dengan 18.000 BTU/hr

2  $\frac{1}{2}$  pk setara dengan 24.000 BTU/hr

3 pk setara dengan 28.000 BTU/hr

Dan karena satuan BTU/h mengacu pada sistem pengukuran inggris (british) maka untuk perhitungan luas (dengan pakai rumus), digunakan ukuran feet (kaki) misal jika 3 m= 10 kaki -> 1 m = 3,28 kaki.

b. Menghitung kapasitas AC dengan cepat

Ketika kita mau merencanakan memasang AC untuk di rumah, kadang kita kebingungan menentukan kapasitas AC. Berapa kapasitas AC yang diperlukan untuk ukuran tertentu.

Ada salah satu cara sederhana dan cepat untuk menghitung besarnya kapasitas AC yang dibutuhkan untuk mengkondisikan suatu ruangan. Kita harus tahu rumus sederhana 1 m<sup>2</sup> suatu ruangan kira-kira sama dengan 500

BTU/h. Jadi hanya dengan menghitung luasan dari ruangan yang akan dipasang AC, kemudian dikalikan dengan 500 BTU/h.

Contoh : Kamar kita ukuran 3 m x 4 m = 12 m<sup>2</sup>, jadi kapasitas AC yang dibutuhkan adalah 12 x 500 BTU/h = 6.000 BTU/h

Jadi jika dikonversikan pada satuan PK, maka kebutuhan AC pada kamar tersebut adalah 6.000 BTU/h setara antara ½ PK dengan ¾ PK (lihat konversi BTU/h ke PK diatas), dan yang harus diambil adalah diatasnya ¾ PK.

Dengan demikian yang harus diperhatikan bahwa, kapasitas AC harus lebih tinggi dari panas ruangan yang akan dipasang AC. Jadi perhitungan untuk ruangan dengan luas 3 x 4 adalah 6.000 BTU/h, berarti kapasitas AC yang dibutuhkan di ruangan tersebut adalah 7.000 BTU/h atau setara dengan ¾ pk.

c. Dengan rumus

Disamping dengan cara menebak seperti diatas (cara sederhana), ada juga rumus untuk menghitung kapasitas / daya AC. Dari rumus tersebut akan lebih detail lagi, karena tidak hanya luas yang dihitung, tetapi juga tinggi, disamping arah dinding terhadap pengaruh sinar matahari.

Rumus tersebut yaitu:

$$\text{Kebutuhan BTU} = \frac{(W \times H \times I \times L \times E)}{60}$$

W = panjang ruang (dalam feet)

H = tinggi ruang (dalam feet)

I = nilai 10 jika ruang berinsulasi (berada di lantai bawah, atau berhimpit dengan ruang lain). Nilai 18 jika ruang tidak berinsulasi (di lantai atas).

L = lebar ruang (dalam feet)

E = nilai 16 jika dinding terpanjang menghadap utara; nilai 17 jika menghadap timur; nilai 18 jika menghadap selatan; dan nilai 20 jika menghadap barat.

Contoh :

Ruang berukuran 3m x 4m atau (10 kaki x 13 kaki), tinggi ruangan 3m (10 kaki) tidak berinsulasi, dinding panjang menghadap ketimur.

Keterangan 3 m = 10 kaki  $\rightarrow$  1 m = 3.33 kaki.

Jawaban :

Jadi kebutuhan BTU =  $(10 \times 13 \times 18 \times 10 \times 17) / 60 = 6630$  BTU sama dengan AC 3/4 pk.

## 2.5. Charger Battery

*Charger Battery* sering juga disebut *converter* adalah suatu rangkaian peralatan listrik yang digunakan untuk mengubah arus listrik bolak-balik (*Alternating Current*, disingkat AC) menjadi arus listrik searah (*Direct Current*, disingkat DC), yang berfungsi untuk pasokan DC power baik ke peralatan – peralatan yang menggunakan sumber DC maupun untuk mengisi baterai agar kapasitasnya tetap terjaga penuh sehingga keandalan unit pembangkit tetap terjamin. Dalam hal ini baterai harus selalu tersambung ke *rectifier*.

Kapasitas *rectifier* harus disesuaikan dengan kapasitas baterai yang terpasang, setidaknya kapasitas arusnya harus mencukupi untuk pengisian baterai sesuai jenisnya yaitu untuk baterai alkali adalah 0,2 C (0,2 x kapasitas) sedangkan untuk baterai asam adalah 0,1 C (0,1 x kapasitas) ditambah beban statis (tetap) pada unit pembangkit.

Sebagai contoh jika suatu unit pembangkit dengan baterai jenis alkali kapasitas terpasangnya adalah 200 Ah dan arus statisnya adalah 10 Ampere, maka minimum kapasitas arus *rectifier* adalah:

$$= (0,2 \times 200 \text{ Ah})$$

$$= 40 \text{ A} + 10 \text{ A}$$

$$= 50 \text{ Ampere}$$

Jadi, kapasitas *rectifier* minimum yang harus disiapkan adalah sebesar 50 Ampere.

Sumber tegangan AC untuk *rectifier* tidak boleh padam atau mati. Untuk itu pengecekan tegangan harus secara rutin dan periodik dilakukan baik tegangan masukannya (AC) maupun tegangan keluarannya (DC).

### **2.5.1. Jenis Charger atau Rectifier**

Jenis Charger atau *rectifier* ada 2 (dua) macam sesuai sumber tegangannya yaitu *rectifier* 1 fasa dan *rectifier* 3 fasa.

1. Rectifier 1 (satu) fasa

Yang dimaksud dengan rectifier 1 fasa adalah rectifier yang rangkaian inputnya menggunakan AC suplai 1 fasa. Melalui MCB sumber AC suplai 1 fasa 220 V masuk kedalam sisi primer trafo utama 1 fasa kemudian dari sisi sekunder trafo tersebut keluar tegangan AC 110 V, kemudian melalui rangkaian penyearah dengan diode bridge atau thyristorbridge. Tegangan AC tersebut diubah menjadi tegangan DC 110 V. Keluaran ini masih mengandung ripple cukup tinggi sehingga masih diperlukan rangkaian filter untuk memperkecil ripple tegangan output.

## 2. Rectifier 3 (tiga) fasa

Yang dimaksud dengan rectifier 3 (tiga) fasa adalah rectifier yang rangkaian inputnya menggunakan Ac suplai 3 fasa. Melalui MCB sumber AC suplai 3 fasa 380 V masuk ke dalam sisi primer trafo utama 3 fasa kemudian dari sisi sekunder trafo tersebut keluar tegangan AC 110 V per fasa kemudian melalui rangkaian penyearah dengan diode bridge atau thyristor bridge, arus AC tersebut dirubah menjadi arus DC 110 V yang masih mengandung ripple lebih rendah dibanding dengan ripple rectifier 1 fasa akan tetapi masih diperlukan juga rangkaian filter untuk lebih memperkecil ripple tegangan input.

### 2.5.2 Prinsi kerja Charger

Sumber tegangan AC baik yang 1 fasa maupun 3 fasa yang masuk melalui terminal input trafo step-down dari tegangan 380 v/220 V menjadi tegangan 110 V kemudian oleh diode penyearah/thyristor arus bolak-balik (AC) tersebut dirubah menjadi arus searah dengan ripple atau gelombang DC tertentu.

Kemudian untuk memperbaiki ripple atau gelombang DC yang terjadi diperlukan suatu rangkaian penyearang (filter) yang dipasang sebelum terminal output.

### **2.5.3. Bagian-Bagian Charger**

Charger yang digunakan pada pembangkit tenaga listrik terdiri dari beberapa peralatan antara lain adalah:

#### 1) Trafo utama

Trafo utama yang terpasang di rectifier merupakan trafo step-Down (penurun tegangan) dari tegangan AC 220/380 Volt menjadi AC 110 V. Besarnya kapasitas trafo tergantung dari kapasitas baterai dan beban yang terpasang di unit pembangkit yaitu paling tidak kapasitas arus output trafo harus lebih besar 20% dari arus pengisian baterai. Trafo yang digunakan ada yang 1 fasa ada juga yang trafo 3 fasa [1].

#### 2) Penyearah

Diode merupakan suatu bahan semi konduktor yang berfungsi merubah arus bolak-balik menjadi arus searah. Mempunyai 2 (dua) terminal yaitu terminal positif (anode) dan terminal negatif (katode).

#### 3) Thyristor

Suatu bahan semikonduktor seperti diode yang dilengkapi dengan satu terminal kontrol, Thyristor berfungsi untuk merubah arus bolak-balik menjadi arus searah.

Thyristor mempunyai 3 (tiga) terminal yaitu:

- Terminal positif (anode)
- Terminal negatif (katode)
- Terminal kontrol (gate)

Terminal gate ini terletak diantara katode dan anode yang bilamana diberi trigger sinyal positif maka konduksi mulai terjadi antara katode dan anode melalui gate, sehingga arus mengalir sebanding dengan besarnya tegangan trigger positif yang masuk pada terminal gate tersebut.

Tegangan keluaran penyearah thyristor bervariasi tergantung pada sudut penyalaan dari thyristor [2].

#### **2.5.4. Komponen Pengaturan Arus (Current Limiter)**

Komponen pengaturan atau seting arus biasanya dilakukan untuk membatasi arus maksimum output rectifier agar tidak terjadi over load atau over charge pada baterai, hal ini dapat dilakukan juga dengan mengatur Variabel Resistor (VR) pada PCB rangkaian elektronik AVR, dengan cara memutar ke kiri atau ke kanan sesuai dengan spesifikasi baterai yang terpasang. Biasanya VR tersebut diberi indikasi tulisan “Current Limiter”.

#### **2.6. *Uninterruptible Power Supply (UPS)***

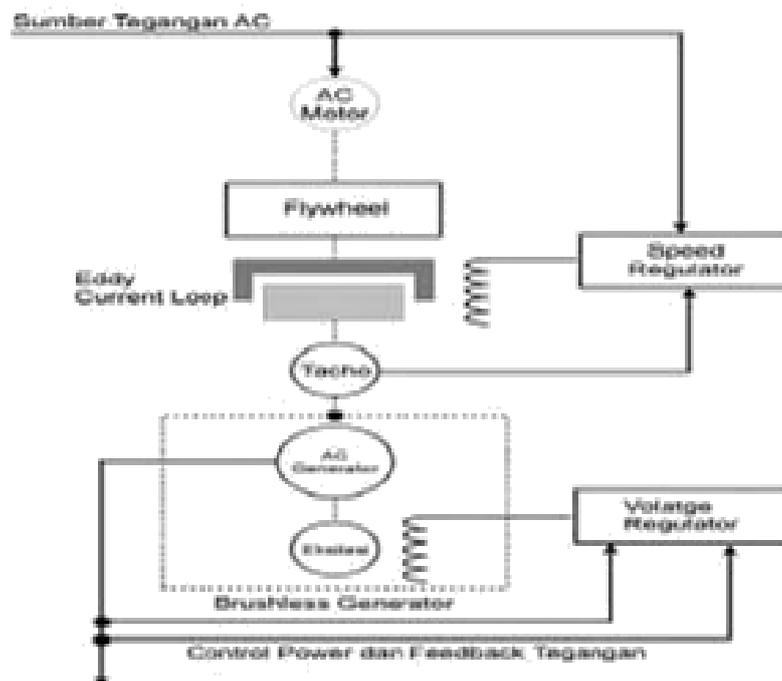
Sampai saat ini UPS masih dipergunakan untuk mengantisipasi gangguan aliran listrik. Sistem UPS dibagi 2 (dua) yaitu antara lain:

1. Rotary power source. Sistem UPS ini menggunakan mesin diesel yang berfungsi sebagai pembangkit tenaga listriknya. Dengan sistem seperti ini maka penggunaan listrik hanya terganggu dalam beberapa detik saja.
2. Statistic Power Source. Sistem UPS ini menggunakan sumber tenaga DC sebagai sumber tenaga pengganti sementara melalui rangkaian-rangkaian inverter.

### ***2.6.1. Rotary Power Source***

Sistem Rotary Power Source ternyata pada waktu itu masih belum mempunyai kinerja yang baik sehingga dikembangkan lagi sehingga muncul istilah 'no-break flywheel'. Pada sistem ini, sebuah flywheel ini dihubungkan pada sebuah motor listrik dan dihubungkan pada sebuah motor listrik dan dihubungkan secara mekanikal dengan generator beban, dalam hal ini adalah mesin diesel.

Untuk mengatur agar kecepatan putar flywheel tetap konstan pada saat terjadinya gangguan listrik, maka sebuah rangkaian yang dinamakan eddy current coupling dipasang antara generator dan flywheel. Dengan adanya rangkaian ini maka ketika kecepatan angular flywheel menurun, maka nilai kopel yang ditimbulkan oleh eddy current coupling ini akan meningkat, sehingga menyebabkan kecepatan putar flywheel tetap konstan, sehingga dengan adanya eddy current coupling ini, tidak menyebabkan adanya pergeseran frekuensi pada saat transisi gangguan listrik [1].

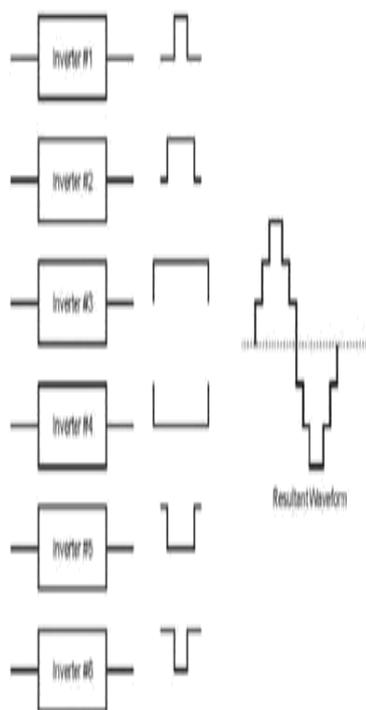


**Gambar 2.6.** Proses *Eddy Current Loop*

### 2.6.2. *Static Power Source*

Sistem UPS Static Power Source mulai dikembangkan pada awal tahun 1960 dengan menggunakan sumber tenaga tidak bergerak (dalam hal ini adalah baterai).

Gambar. 2.7. Sistem gelombang UPS



Sistem UPS pada Gambar 2.7 merupakan sistem UPS yang dibangun dengan menggunakan 6 sampai 24 inverter yang setiap inverter menghasilkan gelombang kotak dengan perioda yang berbeda-beda. Kemudian gelombang kotak ini dijumlahkan sehingga menghasilkan gelombang staircase yang sudah menyerupai gelombang sinus. Agar didapatkan gelombang sinus yang mulus maka gelombang staircase ini dilewatkan pada sebuah filter yang berfungsi memfilter

komponen gelombang dengan frekuensi lebih tinggi daripada frekuensi gelombang sinus yang diinginkan.

Sistem ini ternyata membutuhkan biaya yang besar sejalan dengan penambahan jumlah inverter yang digunakan. Penambahan inverter ini akan menyebabkan gelombang sinus yang dihasilkan akan semakin baik, semakin halus.

## 2.7. Intensitas Konsumsi Energi

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik merupakan istilah yang digunakan untuk mengetahui besarnya pemakaian energi pada suatu sistem (bangunan). Namun energi yang dimaksudkan dalam hal ini adalah energi listrik. Pada hakekatnya Intensitas Konsumsi Energi ini adalah hasil bagi antara konsumsi energi total selama periode tertentu (satu bulan) dengan luasan bangunan. Satuan IKE adalah kWh/m<sup>2</sup> per bulan. Standard IKE (Intensitas Konsumsi Energi) yang ditetapkan Permen ESDM no.13 tahun 2012 tentang kriteria penggunaan energi di gedung perkantoran ber-AC, dinyatakan tabel 2.1 [5]

Tabel 2.1. Per Men ESDM no. 13 tahun 2012

Kriteria	Konsumsi Energi Spesifik (kWh/m <sup>2</sup> /bulan)
Sangat Efisien	$X < 8.5$
Efisien	$8.5 \leq x < 14$
Cukup Efisien	$14 \leq x < 18.5$
Boros	$x \geq 18.5$

Rumus menghitung nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) :

$$(IKE) = \frac{kWh \text{ total } (\frac{kWh}{bulan})}{2Luas \text{ Total } (m^2)}$$

Nilai IKE ini sangat dipengaruhi oleh besar pemakaian energi pada gedung tersebut, jika tidak ada upaya dalam penghematan maka akan berujung pada pemborosan energi.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Adapun penelitian ini dilaksanakan di PT. Kamadjaja Logistic yang berada di Kawasan Industri Medan II (KIM-II). Dan dalam melakukan penelitian tentang Optimasi Efisiensi Sistem Tenaga Listrik dilakukan selama empat bulan. Berikut adalah tabel waktu penelitian.

Tabel. 3.1 Waktu Penelitian

Keterangan	Bulan Penelitian			
	Jan-15	Feb-15	Mar-16	Apr-16
Studi Literature				
Pengumpulan Data				
Analisa dan Hasil Percobaan				

#### 3.2 Peralatan Penelitian

Adapun peralatan penelitian yang digunakan oleh penulis di dalam penelitian optimasi sistem tenaga listrik di gudang PT. Kamadjaja Logistic, yaitu:

1. Satu Unit Laptop

Merk : ACER Aspire 4739 series

*Processor* : Intel (R) Core TM i3 CPU M 380 @ 2.53 GHz

*Installed memory (RAM)* : 2.00 GB

*System tytpe* : 64-bit Operating System

2. Satu unit multimeter digital

Merk: Sunwa

3. Satu unit tang clamp digital  
Merk : Sunwa
4. Satu set tool box

### **3.3 Data Penelitian**

Sesuai dengan tempat studi kasus yang dilakukan maka untuk wilayah sistem kelistrikan yang dibahas yaitu pada area gudang.

Pengelompokan beban yang terpasang pada gudang terdiri dari 3 bagian, yaitu sistem beban penerangan, beban motor, beban elektronika. Untuk kebutuhan energi dari masing-masing kelompok beban dapat diketahui pada berikut:

#### **3.3.1 Beban Penerangan**

- |                             |            |
|-----------------------------|------------|
| a. Lampu Tl 24 Watt         | : 142 buah |
| b. Lampu Sl 23 Watt         | : 64 buah  |
| c. Lampu Tl Surface 36 Watt | : 6 buah   |
| d. Lampu Led 120 Watt       | : 500 buah |
| e. Lampu Pju 100 Watt       | : 26 buah  |
| f. Lampu Hologen 100 Watt   | : 19 buah  |

#### **3.3.2 Beban Motor**

- |                          |          |
|--------------------------|----------|
| a. Ac ½ Pk 376 Watt      | : 1 buah |
| b. Ac 1 Pk 745 Watt      | : 4 buah |
| c. Ac 1,1/2 Pk 1118 Watt | : 1 buah |

- d. Ac 2 Pk 1490 Watt : 17 buah
- e. Charger Batterai 1800 Watt : 4 buah
- f. Charger Batterai 2800 Watt : 8 buah
- g. Kipas Angin 48 Watt : 2 buah
- h. Pompa Air Espa 1500 Watt : 2 buah
- i. Exhaust Fan 25 Watt : 8 buah

### **3.3.3 Beban Elektronika**

- a. Printer Besar ULI 350 Watt : 2 buah
- b. Printer Besar HP 900 Watt : 1 buah
- c. Printer Besar Canon 1200 Watt : 6 buah
- d. Mesin Fax 35 Watt : 2 buah
- e. Printer Kecil Canon 260 Watt : 1 buah
- f. Printer Kecil Canon 130 Watt : 130 Watt
- g. Monitor LG 260 Watt : 4 buah
- h. Cctv MRS 25 Watt 14 buah : 14 buah
- i. Amplifier Nacwood 230 Watt : 2 buah
- j. Dispenser Miyako 48 Watt : 2 buah
- k. UPS 16000 Watt : 1 buah
- l. Emergency Fire Alarm 612 Watt : 1 buah

### **3.4 Metode Penelitian**

Metode penelitian merupakan cara-cara teknik / penjabaran suatu analisa/perhitungan yang dilakukan dalam rangka mencapai suatu tujuan dalam penelitian. Adapun langkah-langkah metode penelitian ini meliputi studi definisi cara Optimasi Efisiensi Sistem Tenaga Listrik serta alat yang di optimasi untuk mendapatkan biaya yang seminim mungkin. Menganalisis besaran parameter yang digunakan pada gudang dengan menggunakan perhitungan berdasarkan formula yang ada sehingga didapat nilai-nilai atau parameter-parameter yang dimaksud. Dan data tersebut dapat juga disajikan dalam bentuk grafik.

#### **3.4.1 Tabulasi Waktu**

Definisi tabulasi waktu adalah penyusunan pemakaian data yang diatur oleh waktu. Tujuan tabulasi adalah agar data bisa mudah disusun, dijumlah, dan mempermudah penataan data untuk disajikan serta dianalisa. Proses pembuatan tabulasi bisa dilakukan dengan menggunakan komputer, dimana data di input kedalam tabel aplikasi microsoft excel dan diberi formula sehingga mendapatkan hasil grafik yang di inginkan. Setelah mendapatkan hasil dari grafik maka dapat pula hasil perbandingan yang di inginkan.

#### **3.4.2 Kelebihan Dan Kekurangan Metode Tabulasi Waktu**

##### **- Kelebihan Metode Tabulasi Waktu**

Metode ini memiliki kelebihan dari metode lain yaitu mudahnya pemakaian aplikasi, karena aplikasi yang digunakan adalah aplikasi yang sering digunakan seseorang dalam melakukan kegiatan perkantoran, dan metode ini tidak memerlukan biaya pembelian aplikasi.

- **Kekurangan Metode Tabulasi Waktu**

Metode ini memiliki kekurangan yaitu lamanya memasukan input data dan rumus sehingga sampai ke proses diagram sedikit memakan waktu.

### **3.5 Prosedure Penelitian**

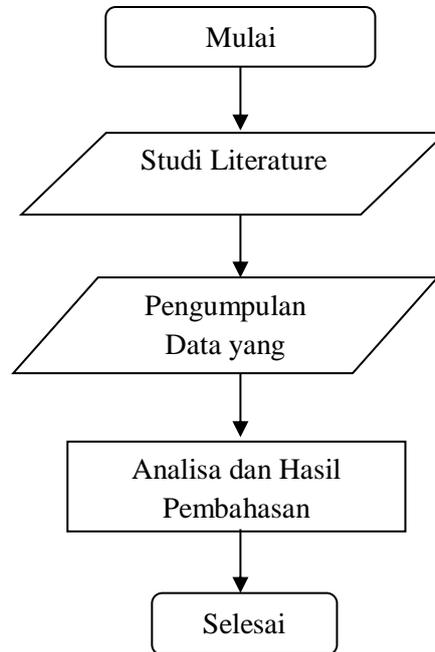
Penelitian dimulai pertama kali dengan merumuskan masalah yang akan dikaji dalam penelitian, dilanjutkan dengan studi kepustakaan untuk mendukung dan sebagai landasan pelaksanaan penelitian.

Jalannya penelitian dilakukan dengan rumusan sebagai berikut :

- a. Melakukan perhitungan beban pada masing-masing gedung dan mencatat beban nyala dalam waktu 24 jam yang dikelompokan dalam 3 bagian waktu yaitu 08.00-18.00, 08.00-17.00, 06.00-18.00, 18.00-06.00, always standby.
- b. Membuat pola pemakaian energi listrik yang didasarkan atas pengamatan secara langsung (observasi), interview dengan pihak-pihak terkait tentang pemakaian energi listrik yang terdapat pada gudang PT. Kamadjaja Logistic.
- c. Menghitung biaya pemakaian energi listrik harian, mingguan, bulanan berdasarkan pada kebiasaan pemakaian energi listrik sebelum dilakukannya langkah optimasi dan sesudah di optimasi.
- d. Menghitung perbandingan pemakaian energi setelah dioptimasi energi listrik pada gudang PT. Kamadjaja Logistik.

### **3.6 Flowchart Penelitian**

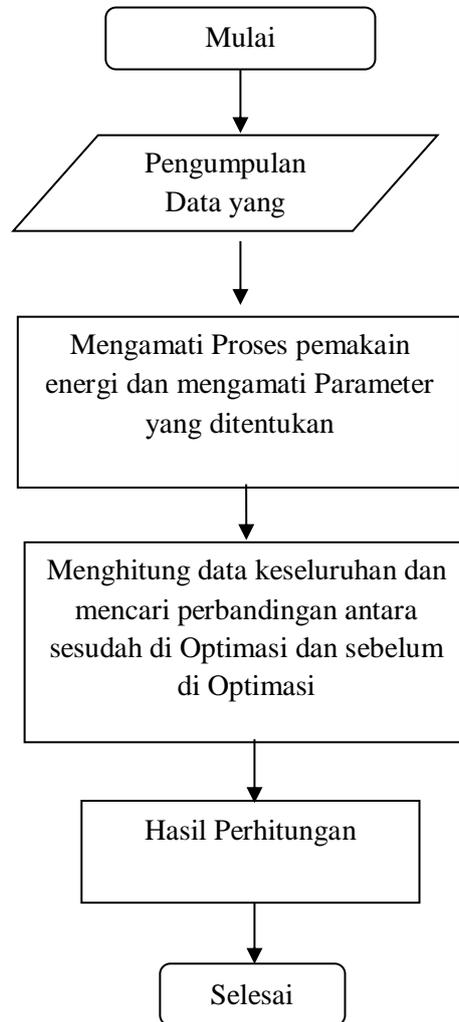
Adapun proses berlangsungnya pelaksanaan penelitian ini akan dijelaskan dalam bentuk alur diagram *flowchart* berikut ini :



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

### 3.6 *Flowchart* Analisa Data Penelitian

Adapun proses berlangsungnya analisa data penelitian ini akan dijelaskan dalam bentuk alur diagram *flowchart* berikut ini :



Gambar 3.2 Diagram alir analisa data penelitian

## **BAB IV**

### **ANALISA DATA DAN PERHITUNGAN**

#### **4.1. Pemakaian Energi Listrik Dari Rata-Rata Penggunaan Beban**

Perhitungan beban listrik digunakan untuk mengetahui biaya pemakaian energi listrik dipandang dari pola pemakaian penggunaan beban listrik. Besarnya biaya pemakaian dari hasil perhitungan dan pengelompokan beban dengan dilihat pada lampiran.

Untuk mengetahui besar penggunaan listrik dapat dilihat dengan pola kegiatan yang dilakukan konsumen berdasarkan atas jadwal kegiatan yang berlaku, Wawancara dan pengamatan secara langsung. Terdapat perbedaan waktu pemakaian beban. Hal ini didasarkan atas kebutuhan di dalam mengkonsumsi energi listrik untuk menunjang aktivitas pemakaian. Pemakaian beban listrik dapat dikelompokkan menjadi enam bagian waktu yaitu pukul

Biaya beban nyala merupakan beban yang dipakai setiap hari, beban ini diambil dari kebiasaan pemakaian ruang dan peralatan pada hari aktif.

#### **4.2. Kesalahan Pengukuran Dan Perhitungan**

1. Adanya penggunaan peralatan yang tidak diketahui saat berlangsungnya pengamatan dan adanya perubahan pemakaian karena dalam proses pengamatan waktu yang ditempuh untuk mengukur antar panel.

2. Pembacaan alat ukur yang kurang akurat, disebabkan selalu berubahnya arus yang terdapat pada kabel fasa dalam panel.
3. Mengabaikan beban yang jarang digunakan.
4. Mengabaikan beban-beban di luar gudang PT. Kamadjaja logistic karena pembatasan masalah.

#### **4.3. Daya Listrik Yang Terpakai Setiap Masing-Masing Lantai menggunakan Panel Sebelum Di Optimasi**

##### **Lantai 1 Office 2**

NO	Lokasi	Jenis Beban		Merk	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)
1	Lantai 1 Office 2	Lampu	TL	Philip	4	24	96
2			XL	Hannoch	5	23	115
3			TL Surface	Philip	0	0	0
4		AC	2 PK	Sharp	1	1490	1490
5		Printer	Besar ULI		2	350	700
6		Mesin Fax	Besar		1	900	900
7			Kecil	Canon	1	260	780
9					1	43	43
Total							3344

### Lantai 2 Office 2

NO	Lokasi	Jenis Beban		Merk	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)
1	Lantai II Office 2	Lampu	TL	Philip	10	24	240
2			XL	Hannoch	7	23	161
3			TL Surface	Philip	0	0	0
4		AC	1/2 PK	Sharp	1	373	373
5			1 PK	Sharp	1	745	745
6			1,1/2 PK	Sharp	1	1118	1118
7			2 PK	Sharp	1	1490	1490
8		Printer	Kecil	Canon	2	130	260
9		CCTV	Monitor	LG	2	260	520
10			Cctv	MRS	14	25	350
11			Total				

### Lantai 1 Office 1

NO	Lokasi	Jenis Beban		Merk	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)
1	Lantai I Office 1	Lampu	TL	Philip	16	24	384
2			SL	Hannoch	19	23	437
3			TL Surface	Philip	1	36	36
4		AC	1 PK	Sharp	3	745	2235
5			2 PK	Sharp	2	1490	2980
6		Printer	Kecil	Canon	2	1200	2400
7		Amplifier		Nacwood	1	230	230
Total							8702

### Lantai 2 Office 1

NO	Lokasi	Jenis Beban		Merk	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)
1	Lantai II Office 1	Lampu	TL	Philip	34	24	816
2			SL	Hannoch	6	23	138
3			TL Surface	Philip	2	36	72
4		AC	1 PK	Sharp	1	745	745
5			2 PK	Sharp	5	1490	7450
6		Dispenser		Miyako	1	48	48
Total							9269

### Lantai 3 Office 1

NO	Lokasi	Jenis Beban		Merk	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)
1	Lantai III Office 1	Lampu	TL	Philip	26	24	624
2			SL	Hannoch	8	23	184
3			TL Surface	Philip	2	36	72
4		AC	2 PK	Sharp	5	1490	7450
5		Printer	Besar		1	1200	1200
6		Dispenser	Kecil	Canon	3	130	390
7				Miyako	1	48	48
8		Mesin Fax			1	35	35
Total							10003

### Fasilitas Gudang Dan Umum

NO	Lokasi	Jenis Beban		Merk	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)
1	Gudang	Charger	PM	Clhoride	4	1800	7200
2			Reachtruck	Clhoride	8	2800	21600
3		Lampu			500	120	60000
4	Repack	Kipas		Miyako	1	48	48
5	Srinkwrap			Miyako	1	48	48
6	Toilet lantai III	Lampu	SL	Hannoch	6	23	138
7	Toilet lantai II	Lampu	SL	Hannoch	6	23	138
8	Toilet lantai I	Lampu	SL	Hannoch	7	23	161
9			TL Surface	Philip	1	36	36
10	Parkir	Lampu	TL	Philip	14	24	336
11	Lampu penerangan	Lampu			26	100	2600
12	Pos Security	Lampu	TL	Philip	12	24	288
13		Monitor		LG	2	260	520
14		Speaker amplifier		Nacwood	1	230	230
15		Dispenser		Miyako	1	48	48
16	Lampu loading luar				19	100	1900
17	Ruangan Server	AC	2 PK	Panasonic	3	1490	4470
18		Lampu	TL	Philip	15	24	360
19		UPS			1	16000	16000
20	Ruangan Hydrant	Lampu	TL	Philip	4	24	96
21		Charger			1		0
22		Pompa Air		Espa	1	1500	1500
23	Ruangan Genset	Lampu	TL	Philip	12	24	288
24		Charger			1		0
25		Exhaust Fan			8	25	200
26		Emergency Fire Alarm			1	612	612

Total	48817
-------	-------

**Tabel 4.1. Daya Beban Yang Terpakai**

NO	Lokasi	Daya Terpakai (watt)
1	Lantai I Office II	16240
2	Lantai II Office II	12067
3	Lantai I Office I	10382
4	Lantai II Office I	9269
5	Lantai III Office I	19245
6	Fasilitas Gudang Dan Umum	184207
Total Daya Terpakai =		251410

#### **4.4. Daya Listrik yang Terpakai Menurut Kelompok Waktu Dalam Satu Hari**

##### **Sebelum Di Optimasi**

Pemakaian daya listrik dapat dikelompokkan menjadi 5 bagian waktu yaitu pada pukul 08.00-18.00, 08.00-17.00, 06.00-18.00, 18.00-06.00, always standby dan disini setiap lokasi mempunyai masing-masing panel.

##### **I. Pada Pukul 08.00-17.00**

##### **Lantai 1 Office 1**

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpakai (KWH)
08.00-17.00	Lampu Tl	1	24 Watt	24 Watt	9 Jam	0.216 KWH
	Ac 1Pk	1	745 Watt	745 Watt	9 Jam	6.705 KWH
Total				769 Watt		6.921 KWH

### Lantai 2 Office 1

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpkai (KWH)
08.00-17.00	Lampu Tl	2	24 Watt	48 Watt	9 Jam	0.432 KWH
	Lampu Xl	4	23 Watt	92 Watt	9 Jam	0.828 KWH
	Ac 1 Pk	1	745 Watt	745 Watt	9 Jam	6.705 KWH
Total				885 Watt		7.965 KWH

### Lantai 3 Office 1

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpkai (KWH)
08.00-17.00	Lampu Tl	5	24 Watt	120 Watt	9 Jam	1.080 KWH
	Lampu Xl	8	23 Watt	184 Watt	9 Jam	1.656 KWH
	Ac 1 Pk	5	745 Watt	3725 Watt	9 Jam	33.525 KWH
	Ups	1	18 KW	18 KW	9 Jam	162 KWH
Total				22029 Watt		198.261KWH

### Lantai 2 Office 2

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpkai (KWH)
-------	-------------	--------	-------------------	-------------------	-------------------	----------------------

08.00-17.00	Lampu XI	1	23 Watt	23 Watt	9 Jam	0.207 KWH
	Ac 1/2 Pk	1	373 Watt	373 Watt	9 Jam	3.357 KWH
	Pc/Komputer	1	840 Watt	840 Watt	9 Jam	7.560 KWH
Total			1236 Watt			11.124 KWH

### Fasilitas Umum Dan Gudang

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpkai (KWH)
08.00-17.00	Kipas Angin	1	48 Watt	48 Watt	9 Jam	0.432 KWH
Total			48 Watt			0.432 KWH

## II. Pada Pukul 08.00-18.00

### Lantai 1 Office 1

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpkai (KWH)
08.00-18.00	Lampu Tl	8	24 Watt	192 Watt	10 Jam	1.920 KWH
	Lampu XI	5	23 Watt	115 Watt	10 Jam	1.150 KWH
	Ac 1 Pk	1	745 Watt	745 Watt	10 Jam	7.450 KWH
Total			1052 Watt			10.52 KWH

### Lantai 1 Office 2

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpkai (KWH)
08.00-18.00	Lampu Tl	4	24 Watt	96 Watt	10 Jam	0.96 KWH
	Lampu XI	3	23 Watt	69 Watt	10 Jam	0.69 KWH
	Ac 2 Pk	1	1.49 KW	1490 Watt	10 Jam	14.9 KWH
	Printer Kecil	3	260 Watt	780 Watt	10 Jam	7.8 KWH
	Printer Besar	2	350 Watt	700 Watt	10 Jam	7 KWH
	Foto Copy	1	900 Watt	900 Watt	10 Jam	9 KWH
Total			4035 Watt			40.35 KWH

### Lantai 2 Office 2

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpkai (KWH)
08.00-18.00	Lampu Tl	10	24 Watt	240 Watt	10 Jam	2.4 KWH
	Ac 2 Pk	1	1.49 KW	1490 Watt	10 Jam	14.9 KWH
	Ac 1.1/2 Pk	1	1.118 KW	1118 Watt	10 Jam	11.18 KWH
Total				2848 Watt		29.1 KWH

### Fasilitas Umum Dan Gudang

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpkai (KWH)
08.00-18.00	charger liftruck	8	4200 Watt	33600 Watt	10 Jam	336 KWH
	charger pallet mover	4	2800 Watt	11200 Watt	10 Jam	112 KWH
	Pompa Booster	2	1500 Watt	3000 Watt	10 Jam	30 KWH
Total				47800 Watt		478 KWH

### III. Pada Pukul 06.00-18.00

#### Lantai 3 Office 1

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpkai (KWH)
06.00-18.00	Ac 2 Pk	2	1490Watt	2980 Watt	12 Jam	35.76 KWH
	Total			2980 Watt		35.76 KWH

### IV. Pada Pukul 18.00-06.00

### Fasilitas Umum Dan Gudang

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpkai (KWH)
18.00-06.00	Lampu Tl	25	24 Watt	600 Watt	12 Jam	7.2 KWH
	Lampu XI	2	23 Watt	46 Watt	12 Jam	0.552 KWH
	Lampu Jalan	22	100 Watt	2200 Watt	12 Jam	26.4 KWH
Total				2846 Watt		34.152 KWH

### V. Selalu Standby Hidup

#### Fasilitas Umum Dan Gudang

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpkai (KWH)
always on	Monitor Cctv	2	260 Watt	520 Watt	24 Jam	12.48 KWH
	Dispenser	1	48 Watt	48 Watt	24 Jam	1.152 KWH
	Cctv	14	25 Watt	350 Watt	24 Jam	8.4 KWH
	Ac 2Pk	1	1490 Watt	1490 Watt	24 Jam	35.76 KWH
Total				2408 Watt		57.792 KWH

#### Pada Gudang PT.Kamadjaja Logistic Sebelum Di Optimasi

NO	LOKASI	WAKTU					TOTAL
		08.00-17.00	08.00-18.00	06.00-18.00	18.00-06.00	Selalu Stand By	
1	Lantai 1 Office 1	6.921 KWH	10.52 KWH	0	0	0	17.441 KWH
2	Lantai 2 Office 1	7.965 KWH	0	0	0	0	7.965 KWH
3	Lantai 3 Office 1	198.261 KWH	0	0	0	0	198.261 KWH
4	Lantai 1 Office 2	0	40.35 KWH	0	0	0	40.35 KWH
5	Lantai 2 Office 2	11.124 KWH	29.1 KWH	0	0	0	40.224 KWH
6	Fasilitas Umum Dan Gudang	0.432 KWH	478 KWH	35.76 KWH	34.152 KWH	57.92 KWH	606.264 KWH

JUMLAH	224.703 KWH	557.97 KWH	35.76 KWH	34.152 KWH	57.92 KWH	910.505
--------	-------------	------------	-----------	------------	-----------	---------

Dari Analisa perhitungan pemakaian daya listrik pada gudang PT. Kamadjaja Logistic, dan jumlah beban daya terpakai besar sebelum di optimasi pada saat beban puncak dari 08.00-18.00 sebesar 557.97 KWH sedangkan energi yang terpakai terbesar berada pada Fasilitas Umum Dan Gudang sebesar 74400 Watt.

#### 4.5.Perhitungan biaya pada setiap hari sebelum di optimasi

Untuk menghitung biaya yang harus dikeluarkan oleh pihak Bank, pertama jumlah jenis beban dikali dengan jumlah daya beban lalu dikalikan lagi dengan waktu yang terpakai setelah itu dikalikan dengan waktu nyala listrik dan dikali dengan Tarif daya terpasang PLN 200 KVA Golongan B-2/TR Tenaga Listrik yaitu sebesar Rp. 1467.

**Tabel 4.3. Pemakaian Daya Beban, Energi Listrik dan Biaya Pada PT.**

#### **Kamadjaja Logistic Medan sebelum di optimasi**

NO	LOKASI	WAKTU					TOTAL	BIAYA (Rp)
		08.00-17.00	08.00-18.00	06.00-18.00	18.00-06.00	Selalu Stand By		
1	Lantai 1 Office 1	6.921 KWH	10.52 KWH	0	0	0	17.441 KWH	Rp 25.586
2	Lantai 2 Office 1	7.965 KWH	0	0	0	0	7.965 KWH	Rp 11.685
3	Lantai 3 Office 1	198.261 KWH	0	0	0	0	198.261 KWH	Rp 290.849
4	Lantai 1 Office 2	0	40.35 KWH	0	0	0	40.35 KWH	Rp 59.194
5	Lantai 2 Office 2	11.124 KWH	29.1 KWH	0	0	0	40.224 KWH	Rp 59.009
6	Fasilitas Umum Dan Gudang	0.432 KWH	478 KWH	35.76 KWH	34.152 KWH	57.92 KWH	606.264 KWH	Rp 889.390
<b>JUMLAH</b>		224.703 KWH	557.97 KWH	35.76 KWH	34.152 KWH	57.92 KWH		Rp 1.335.713

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa daya beban yang paling banyak digunakan selama 24 jam per hari senin sampai jum'at adalah pada fasilitas umum dan gudang, dikarenakan banyaknya jumlah charger battery pada lokasi tersebut. Sehingga beban pembayaran paling banyak di fasilitas umum dan gudang. Beberapa beban bergantian digunakan menurut kebutuhan yang ada.

#### **4.6.Konsumsi Energi Listrik Dari Rata-Rata Penggunaan Beban per Bulan Sebelum Di Optimasi**

Total penggunaan biaya bulanan didapat dari penjumlahan biaya per minggu, diasumsikan selama satu bulan terdapat 4 minggu. Untuk biaya mingguan didapat dari penjumlahan biaya harian yang diasumsikan biaya hari senin sampai dengan hari jumat adalah sama.

##### **PT. Kamadjaja Logistic Medan**

$$\begin{aligned}
 \sum \text{Daya Mingguan} &= \sum \text{Daya Harian} \times 5 + \sum \text{Daya (Hari Sabtu + Minggu)} \\
 &= (88932 \text{ Watt} \times 5) + (5254 \text{ Watt} + 5254 \text{ Watt}) \\
 &= 444660 \text{ Watt} + 10508 \text{ Watt} \\
 &= 455168 \text{ Watt} \\
 \sum \text{Daya Bulanan} &= \sum \text{Total Daya Mingguan} \times 4 \times 4 \\
 &= 455168 \times 4 \\
 &= 1820672 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum \text{KWH Mingguan} &= \sum \text{KWH Harian} \times 5 + \sum \text{KWH (Hari Sabtu + Minggu)} \\
 &= (910.505 \text{ KWH} \times 5) + (92.072 \text{ KWH} + 92.072 \text{ KWH}) \\
 &= 4552.525 \text{ KWH} + 184.144 \text{ KWH} \\
 &= 4736.669 \text{ KWH}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum \text{KWH Bulanan} &= \sum \text{KWH Mingguan} \times 4 \times 4 \\
 &= 4736.669 \times 4 \\
 &= 18946.676 \text{ KWH}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum \text{Biaya Mingguan} &= \sum \text{Biaya Harian} \times 5 + \sum \text{Biaya (Hari Sabtu + Minggu)} \\
 &= (\text{Rp.}1335713 \times 5) + (\text{Rp.}135070 + \text{Rp.}135070) \\
 &= \text{Rp.}6678565 + \text{Rp.}270140 \\
 &= \text{Rp.}6948705
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum \text{Biaya Bulanan} &= \sum \text{Biaya Mingguan} \times 4 \times 4 \\
 &= \text{Rp.}6948705 \times 4 \\
 &= \text{Rp.}27794820
 \end{aligned}$$

#### **4.7.Selisih Pemakaian Energi Listrik dari Rata-Rata Penggunaan Beban Nyata Selama Satu Bulan Dengan Biaya Pada Rekening Listrik Sebelum Optimasi**

Selisih pemakaian energi listrik merupakan hasil yang dapat diperoleh dari pengukuran biaya yang tercantum dalam rekening listrik dengan biaya dari hasil proses perhitungan beban nyata selama satu bulan. Selisih yang terdapat pada gudang PT.Kamadjaja Logistic dapat diperoleh dengan perhitungan dibawah ini :

$$\text{Selisih} = \sum \text{Biaya Rekening} - \sum \text{Biaya Bulanan}$$

#### 1. Selisih pada bulan Januari

$$\text{Selisih} = \sum \text{Biaya Rekening} - \sum \text{Biaya Bulanan}$$

$$= \text{Rp. } 28770123 - \text{Rp. } 27794820$$

$$= \text{Rp. } 975303$$

$$\% \text{ akurasi} = 96.6 \%$$

$$\% \text{ kesalahan} = 3.4 \%$$

Jadi perhitungan selisih biaya antara biaya rekening dan biaya perhitungan adalah sebesar 3.4%.

### 4.8. Daya Listrik yang Terpakai Menurut Kelompok Waktu Dalam Satu Hari Setelah Di Optimasi

Pemakaian daya listrik dapat dikelompokkan menjadi 5 bagian waktu yaitu pada pukul 08.00-18.00, 08.00-17.00, 06.00-18.00, 18.00-06.00, selalu *standby*, 09.00-17.00, 10.30-14.30 dan disini setiap lokasi mempunyai masing-masing panel.

#### I. Pada Pukul 08.00-17.00

##### Lantai 1 Office 1

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpakai (KWH)
08.00-17.00	Lampu Tl	1	24 Watt	24 Watt	9 Jam	0.216 KWH
	Ac 1Pk	1	745 Watt	745 Watt	9 Jam	6.705 KWH
Total				769 Watt		6.921 KWH

##### Lantai 2 Office 1

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpkai (KWH)
08.00-17.00	Lampu Tl	2	24 Watt	48 Watt	9 Jam	0.432 KWH
	Ac 1 Pk	1	745 Watt	745 Watt	9 Jam	6.705 KWH
Total				793 Watt		7.137 KWH

### Lantai 3 Office 1

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpkai (KWH)
08.00-17.00	Lampu Tl	5	24 Watt	120 Watt	9 Jam	1.080 KWH
	Ac 1 Pk	5	745 Watt	3725 Watt	9 Jam	33.525 KWH
	Ups	1	18000 Watt	18000 Watt	9 Jam	162 KWH
Total				8345 Watt		196.605 KWH

### Lantai 2 Office 2

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpkai (KWH)
08.00-17.00	Lampu XI	1	23 Watt	23 Watt	9 Jam	0.207 KWH
	Pc/Komputer	1	840 Watt	840 Watt	9 Jam	7.560 KWH
	Ac1/2 Pk	1	373 Watt	373 Watt	9 Jam	3.357 KWH
Total				1236 Watt		11.124 KWH

### Fasilitas Umum Dan Gudang

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpkai (KWH)
-------	-------------	--------	-------------------	-------------------	-------------------	----------------------

08.00-17.00	Kipas Angin	1	48 Watt	48 Watt	9 Jam	0.432 KWH
Total				48 Watt		0.432 KWH

## II. Pada Pukul 08.00-18.00

### Lantai 1 Office 1

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpakai (KWH)
08.00-18.00	Lampu Tl	8	24 Watt	192 Watt	10 Jam	1.920 KWH
	Ac 1 Pk	1	745 Watt	745 Watt	10 Jam	7.450 KWH
Total				937 Watt		9.37 KWH

### Lantai 1 Office 2

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpakai (KWH)
08.00-18.00	Lampu Tl	4	24 Watt	96 Watt	10 Jam	0.96 KWH
	Lampu Xl	3	23 Watt	69 Watt	10 Jam	0.69 KWH
	Ac 2 Pk	1	1490 Watt	1490 Watt	10 Jam	14.9 KWH
	Printer Kecil	3	260 Watt	780 Watt	10 Jam	7.8 KWH
	Printer Besar	2	350 Watt	700 Watt	10 Jam	7 KWH
	Foto Copy	1	900 Watt	900 Watt	10 Jam	9 KWH
Total				4035 Watt		39.39 KWH

### Lantai 2 Office 2

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpakai (KWH)
08.00-18.00	Lampu Tl	10	24 Watt	240 Watt	10 Jam	2.4 KWH
	Ac 2 Pk	1	1490 Watt	1490 Watt	10 Jam	14.9 KWH
	Ac 1.1/2 Pk	1	1118 Watt	1118 Watt	10 Jam	11.18 KWH
Total				2848 Watt		29.1 KWH

### Fasilitas Umum Dan Gudang

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpkai (KWH)
08.00-18.00	Pompa Booster	2	1500 Watt	3000 Watt	10 Jam	30 KWH
Total				3000 Watt		30 KWH

### III. Pada Pukul 06.00-18.00

#### Lantai 3 Office 1

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpkai (KWH)
06.00-18.00	Ac 2 Pk	2	1490 Watt	2980 Watt	12 Jam	35.76 KWH
	Total			2980 Watt		35.76 KWH

### IV. Pada Pukul 18.00-06.00

#### Fasilitas Umum Dan Gudang

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpkai (KWH)
18.00-06.00	Lampu Tl	25	24 Watt	600 Watt	12 Jam	7.2 KWH
	Lampu Xl	2	23 Watt	46 Watt	12 Jam	0.552 KWH
	Lampu Jalan	18	100 Watt	1800 Watt	12 Jam	21.6 KWH
Total				2848 Watt		29.352 KWH

### V. Selalu Standby Hidup

#### Fasilitas Umum Dan Gudang

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpkai (KWH)
always on	Monitor Cctv	2	260 Watt	520 Watt	24 Jam	12.48 KWH
	Cctv	14	25 Watt	350 Watt	24 Jam	8.4 KWH
Total				1490 Watt		22.032 KWH

## VI. Pada Pukul 09.00-16.00

### Fasilitas Umum Dan Gudang

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpkai (KWH)
09.00-16.00	charger liftruck	8	4200 Watt	33600 Watt	7 Jam	235.2 KWH
	charger pallet mover	4	2800 Watt	11200 Watt	7 Jam	78.4 KWH
Total				44800 Watt		313.6 KWH

## VII. Pada Pukul 10.30-14.30

### Lantai 1 Office 1

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpkai (KWH)
10.30-14.30	Ac 1 Pk	1	745 Watt	745 Watt	4 Jam	2.98 KWH
Total				745 Watt		2.98 KWH

### Lantai 2 Office 1

Waktu	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Terpkai (KWH)
10.30-14.30	Lampu Tl	2	24 Watt	48 Watt	4 Jam	0.192KWH
	Ac 1 Pk	1	745 Watt	745 Watt	4 Jam	2.98 KWH
Total				793 Watt		

## Pada Gudang PT.Kamadjaja Logistic Sebelum Di Optimasi

NO	LOKASI	WAKTU							Total
		08.00-17.00	08.00-18.00	06.00-18.00	18.00-06.00	Selalu Stand By	09.00-16.00	10.30-14.30	
1	Lantai 1 Office 1	6.921 KWH	9.37 KWH	0	0	0	0	2.98 KWH	19.271 KWH
2	Lantai 2 Office 1	7.137 KWH	0	0	0	0	0	3.172 KWH	10.309 KWH

3	Lantai 3 Office 1	196.605 KWH	0	0	0	0	0	0	196.605 KWH
4	Lantai 1 Office 2	0	39.39 KWH	0	0	0	0	0	39.39 KWH
5	Lantai 2 Office 2	11.124 KWH	29.1 KWH	0	0	0	0	0	40.224 KWH
6	Fasilitas Umum Dan Gudang	0.432 KWH	30 KWH	35.76 KWH	29.352 KWH	22.032 KWH	313.6 KWH	0	313.576 KWH
<b>JUMLAH</b>		222.219 KWH	107.86 KWH	35.76 KWH	29.352 KWH	22.032 KWH	313.6 KWH	6.152 KWH	736.975 KWH

Dari Analisa perhitungan pemakaian daya listrik pada gudang PT. Kamadjaja Logistic, dan jumlah beban daya terpakai besar setelah di optimasi pada saat beban puncak dari 09.00-16.00 sebesar 313.6 KWH sedangkan energi yang terpakai terbesar berada pada Fasilitas Umum Dan Gudang sebesar 28000 Watt.

#### 4.9. Perhitungan biaya pada setiap hari setelah di optimasi

Untuk menghitung biaya yang harus dikeluarkan oleh pihak Bank, pertama jumlah jenis beban dikali dengan jumlah daya beban lalu dikalikan lagi dengan waktu yang terpakai setelah itu dikalikan dengan waktu nyala listrik dan dikali dengan Tarif daya terpasang PLN 200 KVA Golongan B-2/TR Tenaga Listrik yaitu sebesar Rp. 1467.

**Tabel 4.4. Pemakaian Daya Beban, Energi Listrik dan Biaya Pada PT.**

#### **Kamadjaja Logistic Medan setelah di optimasi**

NO	LOKASI	WAKTU							Total	Biaya
		08.00-17.00	08.00-18.00	06.00-18.00	18.00-06.00	Selalu Stand By	09.00-16.00	10.30-14.30		
1	Lantai 1 Office 1	6.921 KWH	9.37 KWH	0	0	0	0	2.98 KWH	19.271 KWH	Rp28.271
2	Lantai 2 Office 1	7.137 KWH	0	0	0	0	0	3.172 KWH	10.309 KWH	Rp15.123
3	Lantai 3 Office 1	196.605 KWH	0	0	0	0	0	0	196.605 KWH	Rp288.420
4	Lantai 1 Office 2	0	39.39 KWH	0	0	0	0	0	39.39 KWH	Rp57.785
5	Lantai 2 Office 2	11.124 KWH	29.1 KWH	0	0	0	0	0	40.224 KWH	Rp59.009
6	Fasilitas Umum Dan Gudang	0.432 KWH	30 KWH	35.76 KWH	29.352 KWH	22.032 KWH	313.6 KWH	0	431.176 KWH	Rp632.535
<b>JUMLAH</b>		222.219 KWH	107.86 KWH	35.76 KWH	29.352 KWH	22.032 KWH	313.6 KWH	6.152 KWH	736.975 KWH	Rp1.081.143

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa daya beban yang paling banyak digunakan selama 24 jam per hari senin sampai jum'at adalah pada fasilitas umum dan gudang, dikarenakan banyaknya jumlah charger battery pada lokasi tersebut. Sehingga beban pembayaran paling banyak di fasilitas umum dan gudang. Beberapa beban bergantian digunakan menurut kebutuhan yang ada.

#### **4.10. Konsumsi Energi Listrik Dari Rata-Rata Penggunaan Beban per Bulan Setelah Di Optimasi**

Total penggunaan biaya bulanan didapat dari penjumlahan biaya per minggu, diasumsikan selama satu bulan terdapat 4 minggu. Untuk biaya mingguan didapat dari penjumlahan biaya harian yang diasumsikan biaya hari senin sampai dengan hari jumat adalah sama.

##### **PT. Kamadjaja Logistic Medan**

$$\begin{aligned}
 \sum \text{Daya Mingguan} &= \sum \text{Daya Harian} \times 5 + \sum \text{Daya (Hari Sabtu + Minggu)} \\
 &= (75667 \text{ Watt} \times 5) + (4338 \text{ Watt} + 4338 \text{ Watt}) \\
 &= 378335 \text{ Watt} + 8676 \text{ Watt} \\
 &= 387011 \text{ Watt} \\
 \sum \text{Daya Bulanan} &= \sum \text{Total Daya Mingguan} \times 4 \times 4 \\
 &= 387011 \times 4 \\
 &= 1548044 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\sum \text{KWH Mingguan} &= \sum \text{KWH Harian} \times 5 + \sum \text{KWH (Hari Sabtu + Minggu)} \\
&= (736.975 \text{ KWH} \times 5) + (51.384 \text{ KWH} + 51.384 \text{ KWH}) \\
&= 3684.875 \text{ KWH} + 102.768 \text{ KWH} \\
&= 3787.643 \text{ KWH}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\sum \text{KWH Bulanan} &= \sum \text{KWH Mingguan} \times 4 \times 4 \\
&= 3787.643 \times 4 \\
&= 15150.572 \text{ KWH}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\sum \text{Biaya Mingguan} &= \sum \text{Biaya Harian} \times 5 + \sum \text{Biaya (Hari Sabtu + Minggu)} \\
&= (\text{Rp.}1081143 \times 5) + (\text{Rp.}75380 + \text{Rp.}75380) \\
&= \text{Rp.}5405715 + \text{Rp.}150760 \\
&= \text{Rp.}5556475
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\sum \text{Biaya Bulanan} &= \sum \text{Biaya Mingguan} \times 4 \times 4 \\
&= \text{Rp.} 5556475 \times 4 \\
&= \text{Rp.}22225900
\end{aligned}$$

#### **4.11. Selisih Pemakaian Energi Listrik dari Rata-Rata Penggunaan Beban Nyata Selama Satu Bulan Dengan Biaya Pada Rekening Listrik Setelah Optimasi**

Selisih pemakaian energi listrik merupakan hasil yang dapat diperoleh dari pengukuran biaya yang tercantum dalam rekening listrik dengan biaya dari hasil proses perhitungan beban nyata selama satu bulan. Selisih yang terdapat pada gudang PT.Kamadjaja Logistic dapat diperoleh dengan perhitungan dibawah ini :

$$\text{Selisih} = \sum \text{Biaya Rekening} - \sum \text{Biaya Bulanan}$$

## 2. Selisih pada bulan Januari

$$\begin{aligned} \text{Selisih} &= \sum \text{Biaya Rekening} - \sum \text{Biaya Bulanan} \\ &= \text{Rp. } 23569516 - \text{Rp. } 22225900 \\ &= \text{Rp. } 1343616 \end{aligned}$$

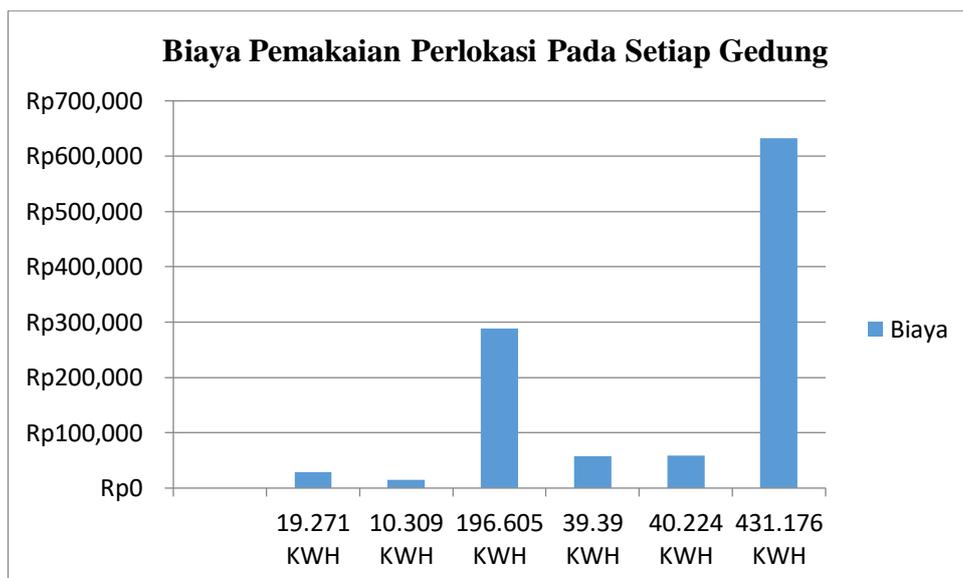
$$\% \text{ akurasi} = 94.3 \%$$

$$\% \text{ kesalahan} = 5.7 \%$$

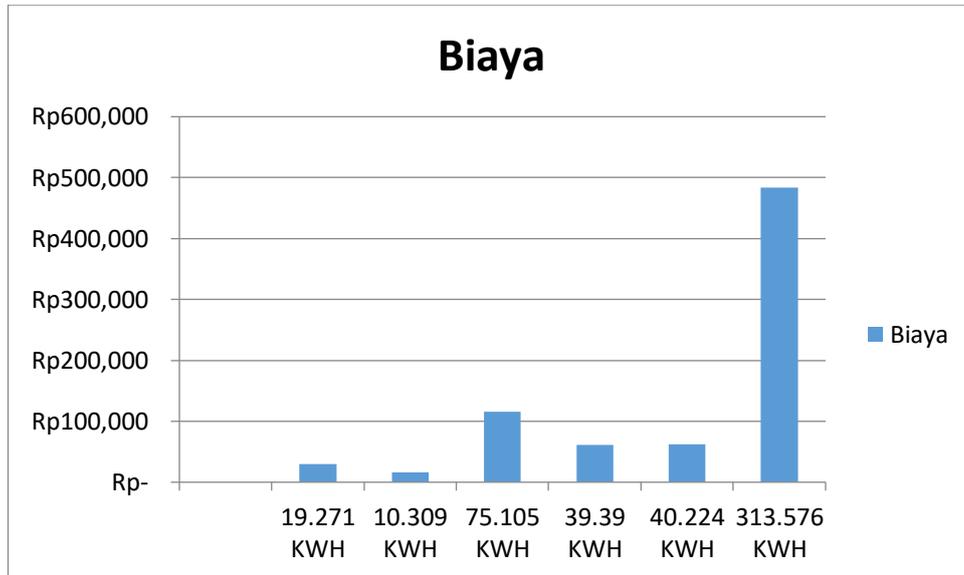
Jadi perhitungan selisih biaya antara biaya rekening dan biaya perhitungan adalah sebesar 5.7%.

### 4.12. Grafik biaya Pemakaian Perlokasi Pada Setiap Gedung Sebelum di Optimasi Dan Sesudah di Optimasi

Grafik pemakaian beban dan pembiayaan pada setiap gedung pada sehari-harinya sebelum dan sesudah dioptimasi adalah sebagai berikut :



**Gambar 4.1. a. Grafik Biaya Pemakaian Perlokasi Pada Setiap Gedung Sebelum Dioptimasi**



**b. Grafik Biaya Pemakaian Perlokasi Pada Setiap Gedung Sesudah Dioptimasi**

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

1. Daya listrik yang digunakan pada kantor PT.Kamadreja Logistic medan per hari sebelum di optimasi adalah 89 Kilo Watt dan penggunaan daya perbulan adalah 1821 Kilo Watt, sedangkan setelah di optimasi per hari adalah 76 Kilo Watt dan penggunaan daya perbulan 1548 Kilo Watt.

2. Jumlah prediksi prakiraan biaya yang harus dibayar per hari pada PT.Kamadjaja Logistic Medan sebelum di optimasi adalah Rp. 1.335.713,- dan prakiraan biaya yang harus dibayarkan setiap bulan adalah Rp. 27.794.820,-, sedangkan setelah di optimasi per hari adalah Rp. 1.081.143,- dan prakiraan biaya yang harus dibayarkan setiap bulan adalah Rp. 22.225.900,-
3. Perbedaan yang tidak terlalu jauh antara biaya dengan menggunakan metode perhitungan biasa dengan biaya yang tercantum pada rekening listrik mengindikasikan besarnya biaya yang harus dikeluarkan oleh pihak PT.Kamadjaja Logistic Medan sangat wajar.
4. Pendekatan Metode biaya konsumsi energi listrik dari rata-rata beban nyala bulanan sangat baik karena tidak ada perbedaan yang signifikan dengan biaya yang terdapat pada rekening listrik, dengan memiliki nilai akurasi diatas 90% dengan kesalahan dibawah 10%.

## **5.2. Saran**

1. Penelitian tentang optimasi pemakain tenaga listrik dapat dikembangkan dan dapat digunakan sebagai acuan dalam penelitian yang lebih lanjut.
2. Untuk dapat mengurangi biaya penggunaan energi listrik perlu dilakukan beberapa hal sebagai berikut :
  - a. Mematikan beban listrik yang tidak digunakan.
  - b. Mengganti atau memasang peralatan listrik yang lebih hemat energi.
  - c. Menyalakan lampu-lampu yang tidak diperlukan pada waktu jam kerja.

- d. Menyalakan pemanas air/dispenser pada saat diperlukan saja untuk mengurangi pemakaian listrik yang sia-sia.
- e. Mematikan AC pada saat ruangan kosong dan mengatur suhu AC sesuai keperluan jumlah orang yang ada didalam ruangan, karena jika mencapai titik dingin kerja motor pada AC akan semakin berat sehingga membutuhkan energi listrik yang sangat besar.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

1. B.L.Theraja-A Textbook of Electrical Technology Volume III - Transmission and Distribution. 3-Chand (S.) & Co Ltd (2007)
2. Daniel Sembiring, Yenny Widianty pada tahun 2013 yang berjudul **“Optimalisasi Penggunaan Energi Listrik Di SGU”**
3. Dendy Yumnum Wafi pada tahun 2012 yang berjudul **“Optimasi dan Manajemen Energi Kelistrikan Di Gedung City of Tomorrow”**

4. Medi Yuwono Tharam, Fatha Haryadi dan Ramli pada tahun 2013 yang berjudul **“Studi Optimasi Penggunaan Energi Listrik Pada Sistem Tata Cahaya Buatan Di Gedung Politeknik Pontianak”**
5. Muhammad Irfan S, pada tahun 2014 yang berjudul **“Optimasi Penggunaan Energi Pada Sistem Pencahayaan Gedung Rektorat Universitas Lampung Dalam Rangka Konservasi Energi”**
6. [https://www.google.com/search?q=optimasi+sistem+tenaga+listrik+jurnal  
&ie=utf-8&oe=utf-8](https://www.google.com/search?q=optimasi+sistem+tenaga+listrik+jurnal&ie=utf-8&oe=utf-8)
7. [http://www.pps.unud.ac.id/thesis/pdf\\_thesis/unud-207-1381096493-  
bab%20i-daftar%20pustaka.pdf](http://www.pps.unud.ac.id/thesis/pdf_thesis/unud-207-1381096493-bab%20i-daftar%20pustaka.pdf)
8. [http://aloekmantara.blogspot.co.id/2012/09/cara-menghitung-kapasitas-  
daya-ac.html](http://aloekmantara.blogspot.co.id/2012/09/cara-menghitung-kapasitas-daya-ac.html)

## DAFTAR PUSTAKA

1. B.L.Theraja-A Textbook of Electrical Technology Volume III - Transmission and Distribution. 3-Chand (S.) & Co Ltd (2007)
2. Daniel Sembiring, Yenny Widianty pada tahun 2013 yang berjudul **“Optimalisasi Penggunaan Energi Listrik Di SGU”**
3. Dendy Yumnum Wafi pada tahun 2012 yang berjudul **“Optimasi dan Manajemen Energi Kelistrikan Di Gedung City of Tomorrow”**
4. Medi Yuwono Tharam, Fatha Haryadi dan Ramli pada tahun 2013 yang berjudul **“Studi Optimasi Penggunaan Energi Listrik Pada Sistem Tata Cahaya Buatan Di Gedung Politeknik Pontianak”**
5. Muhammad Irfan S, pada tahun 2014 yang berjudul **“Optimasi Penggunaan Energi Pada Sistem Pencahayaan Gedung Rektorat Universitas Lampung Dalam Rangka Konservasi Energi”**
6. <https://www.google.com/search?q=optimasi+sistem+tenaga+listrik+jurnal&ie=utf-8&oe=utf-8>
7. [http://www.pps.unud.ac.id/thesis/pdf\\_thesis/unud-207-1381096493-bab%20i-daftar%20pustaka.pdf](http://www.pps.unud.ac.id/thesis/pdf_thesis/unud-207-1381096493-bab%20i-daftar%20pustaka.pdf)
8. <http://aloekmantara.blogspot.co.id/2012/09/cara-menghitung-kapasitas-daya-ac.html>



PT PLN (PERSERO)

Jalan Trunojoyo Blok M 1/135 Kebayoran Baru - Jakarta 12160

Telp. : (021) 7261875, 7261122, 7262234  
(021) 7251234, 7250550

Kotak Pos : 4322/KBB

Faximile : (021) 7221330

Alamat Kawat : PLNPST

**PENETAPAN  
PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT)**

**BULAN JANUARI 2017**

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.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.467,28	1.467,28
2.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.467,28	1.467,28
3.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.467,28	1.467,28
4.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.467,28	1.467,28
5.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
6.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = $1.035,78$ kVArh = $1.114,74$ ****)	-
7.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = $1.035,78$ kVArh = $1.114,74$ ****)	-
8.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LWBP = $996,74$ kVArh = $996,74$ ****)	-
9.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
10.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = $1.035,78$ kVArh = $1.114,74$ ****)	-
11.	P-3/TR		*)	1.467,28	1.467,28
12.	L/TR, TM, TT		-	1.644,52	-

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 LWBP.

Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

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

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



PT PLN (Persero)

Jalan Trunojoyo Blok M I/135 Kebayoran Baru – Jakarta 12160

Telepon : (021) 7261875, 7261122, 7262234

Facsimile : (021) 7221330

Website : www.pln.co.id

(021) 7251234, 7250550

**PENETAPAN  
PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT)**

**BULAN FEBRUARI & MARET 2017**

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.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.467,28	1.467,28
2.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.467,28	1.467,28
3.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.467,28	1.467,28
4.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.467,28	1.467,28
5.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
6.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
7.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
8.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LWBP = 996,74 kVArh = 996,74 ****)	-
9.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
10.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
11.	P-3/TR		*)	1.467,28	1.467,28
12.	L/TR, TM, TT		-	1.644,52	-

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 LWBP.  
Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.
- \*\*\*\*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):  
RM3 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x 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 ≤ K ≤ 2), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.

WBP : Waktu Beban Puncak.

LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.

# OPTIMASI EFESIENSI PEMAKAIAN TENAGA LISTRIK DI GUDANG PT. KAMADJAJA LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN METODE TABULASI WAKTU

Tri Harianto <sup>[1]</sup>, Ir. Abdul Azis H, M. M. <sup>[2]</sup>, Noorly Evalina, S. T, M. T. <sup>[3]</sup>

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Email : triharianto0804@gmail.com

## **Abstrak**

*Tenaga listrik merupakan sumber energi yang sangat penting bagi kehidupan manusia baik untuk kegiatan industri, kegiatan komersial maupun dalam kehidupan sehari-hari. Kebijakan nasional akan hemat energi dan air dituangkan dalam Intruksi Presiden Republik Indonesia nomor 13 tahun 2011, yang mana diinstruksikan untuk melakukan langkah-langkah dan inovasi penghematan energi dan air di lingkungan Badan Usaha Milik Negara, dan Badan Usaha Milik Daerah sesuai dengan kewenangan masing-masing dengan berpedoman pada Kebijakan Penghematan Energi dan Air.*

*Penghematan energi dapat dilakukan dengan menggunakan energi secara efisien atau mengurangi konsumsi dan kegiatan penggunaan energi. Penghematan energi merupakan cara yang paling ekonomis dalam menghadapi kekurangan energi dibanding dengan meningkatkan penyediaan energi.*

*Tingginya biaya yang harus di bayarkan, berkenaan dengan penggunaan Energi Listrik di PT. Kamadjaja Logistic, menjadi salah*

*satu hal penting yang akan menjadi pokok bahasan penulis, sehingga di harapkan penggunaan Energi Listrik dapat di gunakan dengan optimal tanpa mengganggu proses yang ada, yang pada akhirnya biaya yang di keluarkan bisa berkurang, dan memang sesuai dengan penggunaannya.*

**Kata kunci:** Penghematan Energi, Optimasi Energi listrik, Efisiensi Energi

## **I.PENDAHULUAN**

### **1.1.Latar Belakang**

Tenaga listrik merupakan sumber energi yang sangat penting bagi kehidupan manusia baik untuk kegiatan industri, kegiatan komersial maupun dalam kehidupan sehari-hari. Kebijakan nasional akan hemat energi dan

air dituangkan dalam Intruksi Presiden Republik Indonesia nomor 13 tahun 2011, yang mana diinstruksikan untuk melakukan langkah-langkah dan inovasi penghematan energi dan air di lingkungan Badan Usaha Milik Negara, dan Badan Usaha Milik Daerah sesuai dengan kewenangan masing-masing dengan berpedoman pada Kebijakan Penghematan Energi dan Air.

Penghematan energi dapat dilakukan dengan menggunakan energi secara efisien atau mengurangi konsumsi dan kegiatan penggunaan energi. Penghematan energi merupakan cara yang paling ekonomis dalam menghadapi kekurangan energi dibanding dengan meningkatkan penyediaan energi.

Permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah penghematan energi tanpa mengeluarkan biaya, cara mengatasi pemborosan pemakaian energy dengan biaya sedang, melakukan penghematan energy dengan memakai biaya besar, dan melakukan perbandingan besar konsumsi energy listrik pada saat kondisi awal dan kondisi setelah dilakukan penghematan. Selanjutnya dapat dilakukan langkah-langkah perbaikan yang diperlukan untuk meningkatkan efisiensi pemakaian energy listrik.

PT. Kamadjaja Logistic dalam melakukan sebuah proses aktivitas, baik proses itu berupa kegiatan perkantoran, dan permesinan, banyak sekali menggunakan peralatan yang menggunakan energi listrik

sebagai sumber utama, inilah yang jadi *point* penulis, sebagai permasalahan yang sedang dihadapi.

Sebagai bukti kuat adalah dari biaya, yang harus di bayarkan pihak PT. Kamadjaja Logistic kepada PLN, yang begitu besar jumlahnya, sehingga perlu ditinjau kembali kebenarannya, inilah yang diminta pihak PT. Kamadjaja Logistic kepada penulis, apakah nilai biaya tersebut sesuai atau masih bisa di kurangi.

Tingginya biaya yang harus di bayarkan, berkenaan dengan penggunaan Energi Listrik di PT. Kamadjaja Logistic, menjadi salah satu hal penting yang akan menjadi pokok bahasan penulis, sehingga di harapkan penggunaan Energi Listrik dapat di gunakan dengan optimal tanpa

mengganggu proses yang ada, yang pada akhirnya biaya yang di keluarkan bisa berkurang, dan memang sesuai dengan penggunaannya.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa penggunaan energi listrik secara menyeluruh di area gudang PT. Kamadjaja Logistic dan menemukan upaya penurunan biaya penggunaan energi listrik secara optimal dan bermanfaat kedepannya.

## **1.2. Tujuan Penulisan**

Berdasarkan perumusan masalah diatas dan permasalahan yang akan di bahas, tujuan khusus penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui besarnya optimal efisiensi penggunaan tenaga listrik di gudang PT. Kamadjaja Logistic Medan.

2. Untuk mengetahui perhitungan biaya pemakaian beban listrik di gudang PT. Kamadjaja Logistic Medan dengan metode tabulasi waktu.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Lokasi Penelitian

Adapun penelitian ini dilaksanakan di PT. Kamadjaja Logistic yang berada di Kawasan Industri Medan II (KIM-II). Dan dalam melakukan penelitian tentang Optimasi Efisiensi Sistem Tenaga Listrik dilakukan selama empat bulan. Berikut adalah tabel waktu penelitian.

Keterangan	Bulan Penelitian			
	Jan-15	Feb-15	Mar-16	Apr-16
Studi Literature	■			
Pengumpulan Data			■	
Analisa dan Hasil Percobaan				■

Tabel. 2.1 Waktu Penelitian

### 2.3 Data Penelitian

Sesuai dengan tempat studi kasus yang dilakukan maka untuk wilayah sistem kelistrikan yang dibahas yaitu pada area gudang.

Pengelompokan beban yang terpasang pada gudang terdiri dari 3 bagian, yaitu sistem beban penerangan, beban motor, beban elektronika.

### 2.4 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan cara-cara teknik / penjabaran suatu analisa/perhitungan yang dilakukan

dalam rangka mencapai suatu tujuan dalam penelitian. Adapun langkah-langkah metode penelitian ini meliputi studi definisi cara Optimasi Efisiensi Sistem Tenaga Listrik serta alat yang di optimasi untuk mendapatkan biaya yang seminim mungkin. Menganalisis besaran parameter yang digunakan pada gudang dengan menggunakan perhitungan berdasarkan formula yang ada sehingga didapat nilai-nilai atau parameter-parameter yang dimaksud. Dan data tersebut dapat juga disajikan dalam bentuk grafik.

## **2.5. Tabulasi Waktu**

Definisi tabulasi waktu adalah penyusunan pemakaian data yang diatur oleh waktu. Tujuan tabulasi adalah agar data bisa mudah disusun, dijumlah, dan mempermudah penataan data untuk disajikan serta dianalisa. Proses pembuatan tabulasi

bisa dilakukan dengan menggunakan komputer, dimana data di input kedalam tabel aplikasi microsoft excel dan diberi formula sehingga mendapatkan hasil grafik yang di inginkan. Setelah mendapatkan hasil dari grafik maka dapat pula hasil perbandingan yang di inginkan.

### **- Kelebihan Metode Tabulasi Waktu**

Metode ini memiliki kelebihan dari metode lain yaitu mudahnya pemakaian aplikasi, karena aplikasi yang digunakan adalah aplikasi yang sering digunakan seseorang dalam melakukan kegiatan perkantoran, dan metode ini tidak memerlukan biaya pembelian aplikasi.

### **- Kekurangan Metode Tabulasi Waktu**

Metode ini memiliki kekurangan yaitu lamanya memasukan input data dan rumus sehingga sampai ke

proses diagram sedikit memakan waktu.

## 2.6 Prosedure Penelitian

Penelitian dimulai pertama kali dengan merumuskan masalah yang akan dikaji dalam penelitian, dilanjutkan dengan studi kepustakaan untuk mendukung dan sebagai landasan pelaksanaan penelitian.

Jalannya penelitian dilakukan dengan rumusan sebagai berikut :

- a. Melakukan perhitungan beban pada masing-masing gedung dan mencatat beban nyala dalam waktu 24 jam yang dikelompokkan dalam 3 bagian waktu yaitu 08.00-18.00, 08.00-17.00, 06.00-18.00, 18.00-06.00, always standby.
- b. Membuat pola pemakaian energi listrik yang didasarkan atas pengamatan secara langsung (observasi),

interview dengan pihak-pihak terkait tentang pemakaian energi listrik yang terdapat pada gudang PT. Kamadjaja Logistic.

- c. Menghitung biaya pemakaian energi listrik harian, mingguan, bulanan berdasarkan pada kebiasaan pemakaian energi listrik sebelum dilakukannya langkah optimasi dan sesudah di optimasi.
- d. Menghitung perbandingan pemakaian energi setelah dioptimasi energi listrik pada gudang PT. Kamadjaja Logistic.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Pemakaian Energi Listrik Dari Rata-Rata Penggunaan Beban

Perhitungan beban listrik digunakan untuk mengetahui biaya

pemakaian energi listrik dipandang dari pola pemakaian penggunaan beban listrik. Besarnya biaya pemakaian dari hasil perhitungan dan pengelompokan beban dengan dilihat pada lampiran.

Untuk mengetahui besar penggunaan listrik dapat dilihat dengan pola kegiatan yang dilakukan konsumen berdasarkan atas jadwal kegiatan yang berlaku, Wawancara dan pengamatan secara langsung. Terdapat perbedaan waktu pemakaian beban. Hal ini didasarkan atas kebutuhan di dalam mengkonsumsi energi listrik untuk menunjang aktivitas pemakaian. Pemakaian beban listrik dapat dikelompokkan menjadi enam bagian waktu yaitu pukul

Biaya beban nyala merupakan beban yang dipakai setiap hari, beban ini diambil dari kebiasaan pemakaian ruang dan peralatan pada hari aktif.

### **3.2. Kesalahan Pengukuran Dan Perhitungan**

1. Adanya penggunaan peralatan yang tidak diketahui saat berlangsungnya pengamatan dan adanya perubahan pemakaian karena dalam proses pengamatan waktu yang ditempuh untuk mengukur antar panel.
2. Pembacaan alat ukur yang kurang akurat, disebabkan selalu berubahnya arus yang terdapat pada kabel fasa dalam panel.
3. Mengabaikan beban yang jarang digunakan.
4. Mengabaikan beban-beban di luar gudang PT. Kamadjaja logistic karena pembatasan masalah.

### **3.3. Perhitungan biaya pada setiap hari sebelum di optimasi**

Untuk menghitung biaya yang harus dikeluarkan oleh pihak Bank, pertama jumlah jenis beban dikali dengan jumlah daya beban lalu dikalikan lagi dengan waktu yang terpakai setelah itu dikalikan dengan waktu nyala listrik dan dikali dengan Tarif daya terpasang PLN 200 KVA Golongan B-2/TR Tenaga Listrik yaitu sebesar Rp. 1467.

Menunjukkan bahwa daya beban yang paling banyak digunakan selama 24 jam per hari senin sampai jum'at adalah pada fasilitas umum dan gudang, dikarenakan banyaknya jumlah charger battery pada lokasi tersebut. Sehingga beban pembayaran paling banyak di fasilitas umum dan gudang. Beberapa beban bergantian digunakan menurut kebutuhan yang ada.

### 3.4. Konsumsi Energi Listrik Dari Rata-Rata Penggunaan Beban per Bulan Sebelum Di Optimasi

Total penggunaan biaya bulanan didapat dari penjumlahan biaya per minggu, diasumsikan selama satu bulan terdapat 4 minggu. Untuk biaya mingguan didapat dari penjumlahan biaya harian yang diasumsikan biaya hari senin sampai dengan hari jumat adalah sama.

#### PT. Kamadjaja Logistic

##### Medan

$$\begin{aligned}\Sigma \text{ Daya Mingguan} &= \Sigma \text{ Daya Harian} \times 5 + \Sigma \text{ Daya (Hari Sabtu + Minggu)} \\ &= (88932 \text{ Watt} \times 5) + (5254 \text{ Watt} + 5254 \text{ Watt}) \\ &= 444660 \text{ Watt} + 10508 \text{ Watt} \\ &= 455168 \text{ Watt}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma \text{ Daya Bulanan} &= \Sigma \text{ Total Daya Mingguan} \times 4 \times 4 \\ &= 455168 \times 4 \\ &= 1820672 \text{ Watt}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma \text{ KWH Mingguan} &= \Sigma \text{ KWH Harian} \times 5 + \Sigma \text{ KWH (Hari Sabtu + Minggu)} \\ &= (910.505 \text{ KWH} \times 5) + (92.072 \text{ KWH} + 92.072 \text{ KWH}) \\ &= 4552.525 \text{ KWH} + 184.144 \text{ KWH} \\ &= 4736.669 \text{ KWH}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma \text{ KWH Bulanan} &= \Sigma \text{ KWH Mingguan} \times 4 \times 4 \\ &= 4736.669 \times 4 \\ &= 18946.676 \text{ KWH}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma \text{ Biaya Mingguan} &= \Sigma \text{ Biaya Harian} \times 5 + \Sigma \text{ Biaya (Hari Sabtu + Minggu)} \\ &= (\text{Rp.}1335713 \times 5) + (\text{Rp.}135070 + \text{Rp.}135070) \\ &= \text{Rp.}6678565 + \text{Rp.}270140 \\ &= \text{Rp.}6948705\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ Biaya Bulanan} &= \Sigma \text{ Biaya Mingguan} \times 4 \times 4 \\ &= \text{Rp.}6948705 \times 4 \\ &= \text{Rp.}27794820 \end{aligned}$$

Selisih pemakaian energi listrik merupakan hasil yang dapat diperoleh dari pengukuran biaya yang tercantum dalam rekening listrik dengan biaya dari hasil proses perhitungan beban nyala selama satu bulan. Selisih yang terdapat pada gudang PT.Kamadjaja Logistic dapat diperoleh dengan perhitungan dibawah ini :

$$\begin{aligned} \text{Selisih} &= \Sigma \text{ Biaya Rekening} - \Sigma \text{ Biaya Bulanan} \\ 1. \text{ Selisih pada bulan Januari} & \\ \text{Selisih} &= \Sigma \text{ Biaya Rekening} - \Sigma \text{ Biaya Bulanan} \\ &= \text{Rp.} 28770123 - \text{Rp.} 27794820 \\ &= \text{Rp.} 975303 \\ \% \text{ akurasi} &= 96.6 \% \\ \% \text{ kesalahan} &= 3.4 \% \end{aligned}$$

Jadi perhitungan selisih biaya antara biaya rekening dan biaya perhitungan adalah sebesar 3.4%.

### 3.5.Perhitungan biaya pada setiap hari setelah di optimasi

Untuk menghitung biaya yang harus dikeluarkan oleh pihak Bank,

pertama jumlah jenis beban dikali dengan jumlah daya beban lalu dikalikan lagi dengan waktu yang terpakai setelah itu dikalikan dengan waktu nyala listrik dan dikali dengan Tarif daya terpasang PLN 200 KVA Golongan B-2/TR Tenaga Listrik yaitu sebesar Rp. 1467.

Menunjukan bahwa daya beban yang paling banyak digunakan selama 24 jam per hari senin sampai jum'at adalah pada fasilitas umum dan gudang, dikarenakan banyaknya jumlah charger battery pada lokasi tersebut. Sehingga beban pembayaran paling banyak di fasilitas umum dan gudang. Beberapa beban bergantian digunakan menurut kebutuhan yang ada.

### 3.6.Konsumsi Energi Listrik Dari Rata-Rata Penggunaan Beban per Bulan Setelah Di Optimasi

Total penggunaan biaya bulanan didapat dari penjumlahan biaya per minggu, diasumsikan selama satu bulan terdapat 4 minggu. Untuk biaya mingguan didapat dari penjumlahan biaya harian yang diasumsikan biaya hari senin sampai dengan hari jumat adalah sama.

### PT. Kamadjaja Logistic

#### Medan

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ Daya Mingguan} &= \Sigma \text{ Daya Harian} \times 5 + \Sigma \text{ Daya (Hari Sabtu + Minggu)} \\ &= (75667 \text{ Watt} \times 5) + (4338 \text{ Watt} + 4338 \text{ Watt}) \\ &= 378335 \text{ Watt} + 8676 \text{ Watt} \\ &= 387011 \text{ Watt} \\ \Sigma \text{ Daya Bulanan} &= \Sigma \text{ Total Daya Mingguan} \times 4 \times 4 \\ &= 387011 \times 4 \\ &= 1548044 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ KWH Mingguan} &= \Sigma \text{ KWH Harian} \times 5 + \Sigma \text{ KWH (Hari Sabtu + Minggu)} \\ &= (736.975 \text{ KWH} \times 5) + (51.384 \text{ KWH} + 51.384 \text{ KWH}) \\ &= 3684.875 \text{ KWH} + 102.768 \text{ KWH} \\ &= 3787.643 \text{ KWH} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ KWH Bulanan} &= \Sigma \text{ KWH Mingguan} \times 4 \times 4 \\ &= 3787.643 \times 4 \\ &= 15150.572 \text{ KWH} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ Biaya Mingguan} &= \Sigma \text{ Biaya Harian} \times 5 + \Sigma \text{ Biaya (Hari Sabtu + Minggu)} \\ &= (\text{Rp.}1081143 \times 5) + (\text{Rp.}75380 + \text{Rp.}75380) \\ &= \text{Rp.}5405715 + \text{Rp.}150760 \\ &= \text{Rp.}5556475 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ Biaya Bulanan} &= \Sigma \text{ Biaya Mingguan} \times 4 \times 4 \\ &= \text{Rp.} 5556475 \times 4 \\ &= \text{Rp.}22225900 \end{aligned}$$

### 3.7.Selisih Pemakaian Energi Listrik dari Rata-Rata Penggunaan Beban Nyata Selama Satu Bulan Dengan Biaya Pada Rekening Listrik Setelah Optimasi

Selisih pemakaian energi listrik merupakan hasil yang dapat diperoleh dari pengukuran biaya yang tercantum dalam rekening listrik dengan biaya dari hasil proses perhitungan beban nyata selama satu bulan. Selisih yang terdapat pada gudang PT.Kamadjaja Logistic dapat diperoleh dengan perhitungan dibawah ini :

$$\begin{aligned} \text{Selisih} &= \Sigma \text{ Biaya Rekening} - \Sigma \text{ Biaya Bulanan} \\ 2. \text{ Selisih pada bulan Januari} & \\ \text{Selisih} &= \Sigma \text{ Biaya Rekening} - \Sigma \text{ Biaya Bulanan} \\ &= \text{Rp.} 23569516 - \text{Rp.} 22225900 \\ &= \text{Rp.} 1343616 \\ \% \text{ akurasi} &= 94,3 \% \\ \% \text{ kesalahan} &= 5,7 \% \end{aligned}$$

Jadi perhitungan selisih biaya antara biaya rekening dan biaya perhitungan adalah sebesar 5.7%.

**3.8.Grafik biaya Pemakaian Perlokasi Pada Setiap Gedung Sebelum di Optimasi Dan Sesudah di Optimasi**

Grafik pemakaian beban dan pembiayaan pada setiap gedung pada sehari-harinya sebelum dan sesudah dioptimasi adalah sebagai berikut :



**a. Grafik Biaya Pemakaian Perlokasi Pada Setiap Gedung Sebelum Dioptimasi**



**b. Grafik Biaya Pemakaian Perlokasi Pada Setiap Gedung Sesudah Dioptimasi**

**IV.PENUTUP**

**4.1. Kesimpulan**

1. Daya listrik yang digunakan pada kantor PT.Kamadjaja Logistic medan per hari sebelum di optimasi adalah 89 Kilo Watt dan penggunaan daya perbulan adalah 1821 Kilo Watt, sedangkan setelah di optimasi per hari adalah 76 Kilo Watt dan penggunaan daya perbulan 1548 Kilo Watt.

2. Jumlah prediksi prakiraan biaya yang harus dibayar per hari pada PT.Kamadjaja Logistic Medan sebelum di optimasi adalah Rp. 1.335.713,- dan prakiraan biaya yang harus dibayarkan setiap bulan adalah Rp. 27.794.820,-, sedangkan setelah di optimasi per hari adalah Rp. 1.081.143,- dan prakiraan biaya yang harus dibayarkan setiap bulan adalah Rp. 22.225.900,-
3. Perbedaan yang tidak terlalu jauh antara biaya dengan menggunakan metode perhitungan biasa dengan biaya yang tercantum pada rekening listrik mengindikasikan besarnya biaya yang harus dikeluarkan oleh pihak PT.Kamadjaja Logistic Medan sangat wajar.
4. Pendekatan Metode biaya konsumsi energi listrik dari rata-rata beban nyala bulanan sangat baik karena tidak ada perbedaan yang signifikan dengan biaya yang terdapat pada rekening listrik, dengan memiliki nilai akurasi diatas 90% dengan kesalahan dibawah 10%.

#### **4.2. Saran**

1. Penelitian tentang optimasi pemakain tenaga listrik dapat dikembangkan dan dapat digunakan sebagai acuan dalam penelitian yang lebih lanjut.
2. Untuk dapat mengurangi biaya penggunaan energi listrik perlu dilakukan beberapa hal sebagai berikut :
  - a. Mematikan beban listrik yang tidak digunakan.

- b. Mengganti atau memasang peralatan listrik yang lebih hemat energi.
- c. Menyalakan lampu-lampu yang tidak diperlukan pada waktu jam kerja.
- d. Menyalakan pemanas air/dispenser pada saat diperlukan saja untuk mengurangi pemakaian listrik yang sia-sia.
- e. Mematikan AC pada saat ruangan kosong dan mengatur suhu AC sesuai keperluan jumlah orang yang ada didalam ruangan, karena jika mencapai titik dingin kerja motor pada AC akan semakin berat sehingga membutuhkan energi listrik yang sangat besar.

## DAFTAR PUSTAKA

1. B.L.Theraja-A Textbook of Electrical Technology Volume III -Transmission and Distribution. 3-Chand (S.) & Co Ltd (2007)
2. Daniel Sembiring, Yenny Widianty pada tahun 2013 yang berjudul **“Optimalisasi Penggunaan Energi Listrik Di SGU”**
3. Dendy Yumnum Wafi pada tahun 2012 yang berjudul **“Optimasi dan Manajemen Energi Kelistrikan Di Gedung City of Tomorrow”**
4. Medi Yuwono Tharam, Fatha Haryadi dan Ramli pada tahun 2013 yang berjudul **“Studi Optimasi Penggunaan Energi Listrik Pada Sistem Tata Cahaya Buatan Di Gedung Politeknik Pontianak”**

5. Muhammad Irfan S, pada tahun 2014 yang berjudul **“Optimasi Penggunaan Energi Pada Sistem Pencahayaan Gedung Rektorat Universitas Lampung Dalam Rangka Konservasi Energi”**

