

# **ANALISIS ENERGI LISTRIK PADA RUMAH MAKAN GARUDA**

**SKRIPSI**

**OLEH :  
MORA SARAGIH  
NPM 198130144**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2023**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/9/23

Access From (repository.uma.ac.id)18/9/23

**ANALISIS ENERGI LISTRIK PADA RUMAH MAKAN  
GARUDA**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Teknik Di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area



**OLEH:**

**MORA SARAGIH  
NPM 198130144**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2023**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/9/23

Access From (repository.uma.ac.id)18/9/23

### HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Analisis Energi Listrik Pada Rumah Makan Garuda  
Nama Mahasiswa : Mora Saragih  
NIM : 198130144  
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh  
Komisi Pembimbing

( Dr. Eng. Supriatno, ST, MT )

Pembimbing I

( Jufrizal, ST, MT )

Pembimbing II

( Dr. Rahmadsyah, S.Kom, M.Kom )

Dekan

( Muhammad Heris, ST, MT )

Ka. Prodi/WD 1

Tanggal Lulus : 21 Agustus 2023

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai sorma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 06 September 2023



Mora Saragih

198130144

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

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

Nama : Mora Saragih

NPM : 198130144

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi/Tugas Akhir

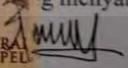
demikian demi membangun ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalty (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas Tugas Akhir saya yang berjudul : Analisis Energi Listrik Pada Rumah Makan Garuda.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalty noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Medan

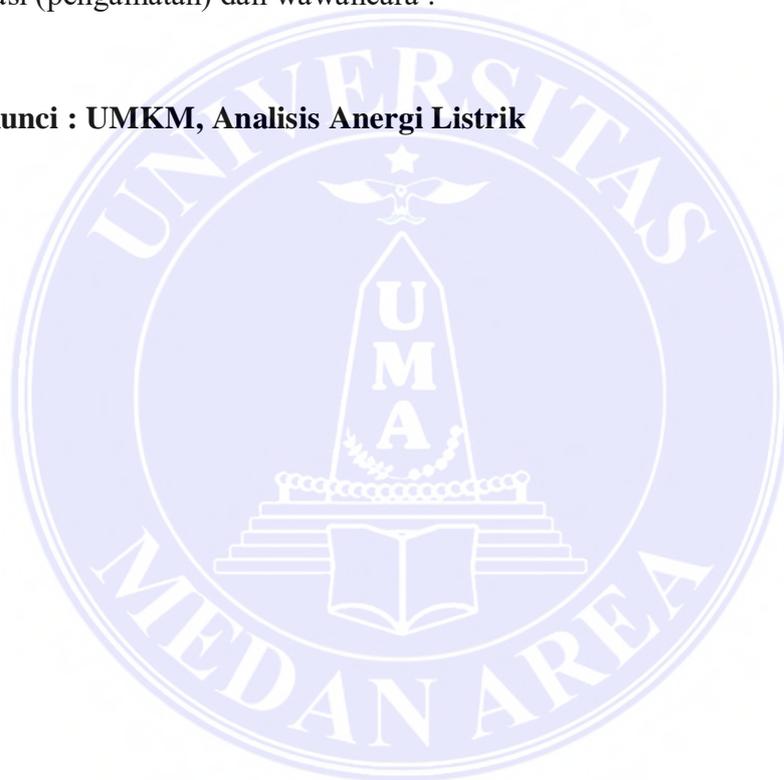
Pada tanggal 10 Maret 2023

g menyatakan  
  
METERA  
TEMPEL  
DATAKX606811944 Mora Saragih )

## ABSTRAK

Pada pembangunan ekonomi di Indonesia Usaha Kecil dan Menengah (UKM) selalu digambarkan sebagai sektor yang mempunyai peranan penting, karena menyangkut sebagian besar jumlah penduduk yang hidup dalam kegiatan usaha tersebut baik di sektor tradisional maupun modern. Adanya kebijakan dan dukungan yang lebih besar baik dari pemerintah maupun para pelaku ekonomi seperti kemudahan dalam akses permodalan, kebijakan pemerintah, perizinan, teknologi, struktur, manajemen, pelatihan dan pembiayaan, usaha kecil diharapkan dapat berkembang pesat. dengan demikian peneliti melakukan dengan tujuan agar mengetahui jumlah besarnya daya listrik yang di gunakan pada rumah makan garuda, pengambilan data yang di gunakan peneliti yang di pakai adalah observasi (pengamatan) dan wawancara .

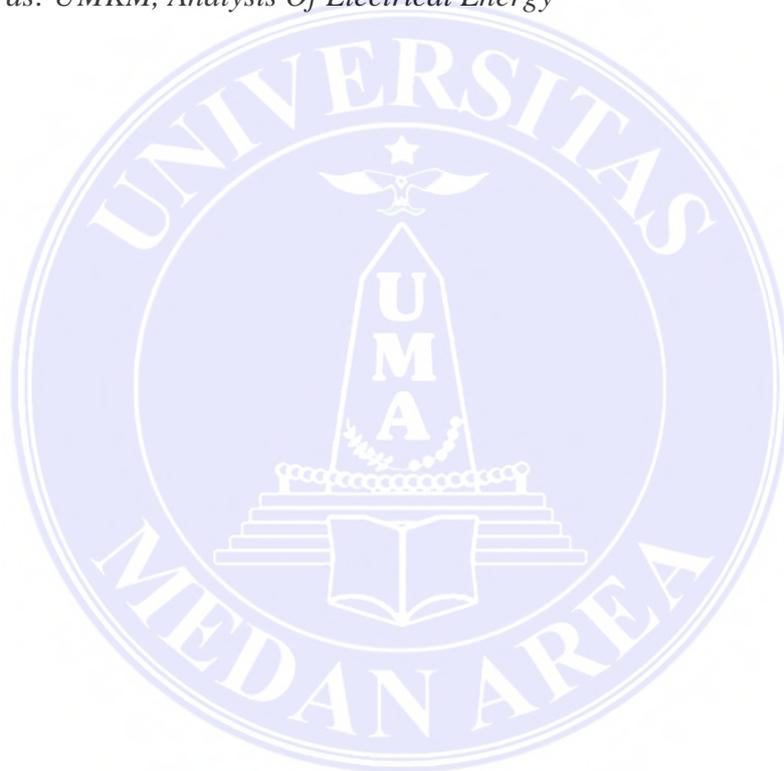
**Kata kunci : UMKM, Analisis Anergi Listrik**



## **ABSTRACT**

*In economic development in Indonesia, Small and Medium Enterprises (SMEs) are always described as a sector that has an important role, because it involves a large part of the population who live in these business activities in both the traditional and modern sectors. With greater policies and support from both the government and economic actors such as ease of access to capital, government policies, licensing, technology, structure, management, training and financing, small businesses are expected to grow rapidly. thus the researchers carried out with the aim of knowing the amount of electrical power used in the Garuda restaurant, the data collection used by the researchers used was observation (observations) and interviews.*

*Keywords: UMKM, Analysis Of Electrical Energy*

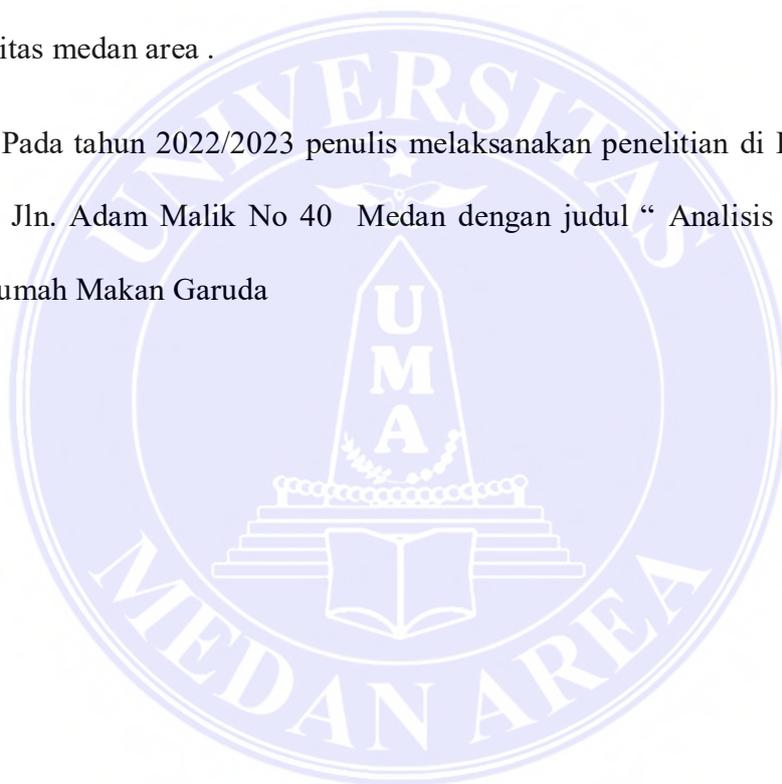


## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Saribudolok pada tanggal 28 Mei 1997 dari Ayah Mahidin Saragih dan Ibu Rompi Elina Purba penulis merupakan putra ke tiga dari empat bersaudara.

Tahun 2015 penulis lulus dari d3 Akademi Teknologi Inmanuel Medan dan pada tahun 2019 mendaftar sebagai mahasiswa teknik prodi teknik mesin di universitas medan area .

Pada tahun 2022/2023 penulis melaksanakan penelitian di Rumah Makan Garuda Jln. Adam Malik No 40 Medan dengan judul “ Analisis Energi Listrik Pada Rumah Makan Garuda



## KATA PENGANTAR

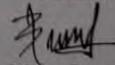
Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karunia-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Adapun judul yang dipilih penulis yaitu "Analisis Energi Listrik Pada Rumah Makan Garuda".

Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Dr.Eng.Supriatno.ST,MT selaku Dosen Pembimbing I dan kepada Bapak Jufrizal , ST, MT, selaku Dosen Pembimbing II saya yang telah banyak memberi saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada teman-teman teknik mesin stambuk 17 yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah Mahidin Saragih , Ibu Rompi Elina Purba, serta saudara kandung dan seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terimakasih.

Medan, September 2023

Penulis



Mora Saragih

NPM 198130144

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
RIWAYAT HIDUP .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR NOTASI .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Hipotesis penelitian .....	3
1.5 Manfaat penelitian .....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pengertian energi listrik.....	5
2.2 Nilai intensitas konsumsi energi .....	12
2.3 Konservasi energi .....	14
2.4 Daya listrik .....	18
2.5 Beban listrik .....	22
2.6 Lama waktu pemakaian .....	25
2.7 Jenis - jenis energi listrik.....	27
2.8 Konversi energi .....	30
2.9 Energi mekanik .....	31
2.10 Energi potensial .....	32

2.11 Energi kinetik .....	32
2.12 Daya listrik .....	34
2.13 Daya aktif(P) .....	34
2.14 Daya reaktif (Q) .....	34
2.15 Kwh meter .....	36
2.16 kWh meter analog .....	37
2.17 Perhitungan komsumsi energi .....	37
2.18 Pengguna energi listrik .....	39
2.19 Sistem tenaga listrik .....	41
2.20 Analisis beban sistem .....	42
2.21 Karakteristik umum beban listrik .....	45
2.22 <i>Statistical product and service solution</i> .....	46
2.23 Penelitian terlebih dahulu .....	46
2.24 Penelitian relevan .....	47
2.25 Golongan tarif listrik .....	48
<b>BAB III . METODELOGI PENELITIAN .....</b>	<b>50</b>
3.1 Waktu dan Tempat penelitian .....	50
3.2 Bahan dan Alat .....	51
3.3 Metode Penelitian .....	53
3.4 Populasi dan Sampel .....	53
3.5 Produser Kerja .....	54
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>56</b>
4.1 Hasil .....	56

4.2 Pembahasan .....	66
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN .....	69
5.1 Simpulan .....	69
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA .....	67

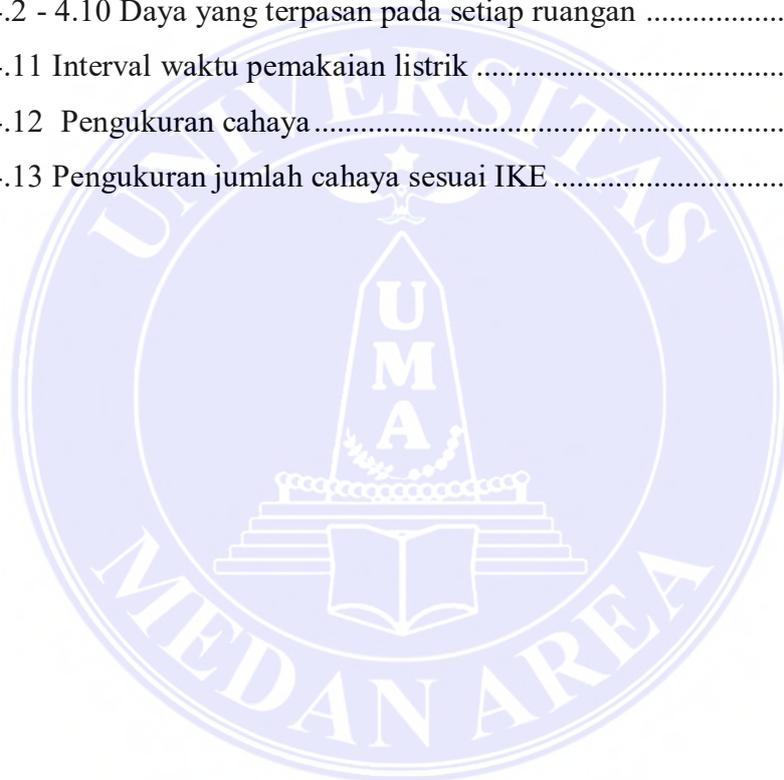


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Generator <i>Portable</i> .....	8
Gambar 2.2 Generator Bahan Bakar Bensin .....	9
Gambar 2.3 Generator Bahan Bakar Solar .....	10
Gambar 2.4 Generator Bahan Bakar Gas .....	11
Gambar 2.5 Generator Turbin .....	11
Gambar 2.6 Arah Aliran Arus Listrik .....	18
Gambar 2.7 Sistem Tenaga Listrik .....	23
Gambar 3.1 Tang <i>Ampere</i> .....	51
Gambar 3.2 <i>Test pen</i> .....	51
Gambar 3.3 Kamera Handphone .....	51
Gambar 3.4 Kalkulator .....	51
Gambar 3.5 <i>Lux</i> meter.....	53
Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian .....	55
Gambar 4.1 Rumah Makan garuda di jalan adam malik .....	56
Gambar 4.2 Penulis Mencatat Besar Pemakaian Daya .....	61
Gambar 4.2 Penulis Didampingi Staf RM Garuda .....	61

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Nilai IKE ASEAN-USAID Tahun 1987 .....	13
Tabel 2.2 Standart ike depertemen pendidikan nasional .....	14
Tabel 2.3 Golongan tarif listrik .....	48
Tabel 2.4 Tarif listrik pelanggan rumah tangga .....	49
Tabel 2.5 Tarif listrik untuk bisnis dan industri .....	49
Tabel 3.1 Jadwal rencana penelitian .....	50
Table 4.1 Hasil pengamatan jumlah lampu dan ukuran ruangan .....	57
Table 4.2 - 4.10 Daya yang terpasan pada setiap ruangan .....	58
Table 4.11 Interval waktu pemakaian listrik .....	62
Table 4.12 Pengukuran cahaya .....	63
Table 4.13 Pengukuran jumlah cahaya sesuai IKE .....	65



## DAFTAR NOTASI

W	= Energi listrik (joule )
Q	= Muatan listrik (coulum)
V	= Tegangan (volt)
P	= Daya listrik (Watt)
t	= Satuan waktu (hour)
m	= Massa (kg)
h	= Tinggi jarak benda (m)
g	= grafitasi bumi $m/ s^2$
$\emptyset$	= sudut fasa
I	= Arus (I)
R	= Tahanan $\Omega$
Wh	= Energi yang di keluarkan dalam waktu 1 jam
kWh	= kiloWatt – hour pengguna listik di kali waktu dalam jam

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam proses pembangunan ekonomi di Indonesia, usaha kecil dan menengah (UKM) selalu dianggap sebagai sektor yang penting, karena melibatkan sebagian besar penduduk yang hidup dalam kegiatan usaha tersebut, baik di bidang tradisional maupun modern. Dengan meningkatnya kebijakan dan dukungan dari pemerintah dan sektor ekonomi seperti kemudahan akses permodalan, kebijakan pemerintah, perizinan, teknologi, struktur, manajemen, pelatihan dan keuangan, Usaha Kecil diharapkan tumbuh pesat. Usaha kecil yang tumbuh harus mampu bersaing secara sehat di pasar bebas saat ini. Selain itu, usaha kecil diharapkan dapat meningkatkan pendapatan masyarakat, membuka lapangan kerja dan mensejahterakan seluruh lapisan masyarakat sehingga tercipta persaingan yang baik dan stabil bagi perekonomian Indonesia (hapsari, 2018)

Munculnya UKM tidak hanya berdampak positif terhadap pendapatan masyarakat, tetapi juga memberikan kontribusi yang besar terhadap penyerapan tenaga kerja dan pengurangan pengangguran di Indonesia. Pelaku UMKM masih menghadapi banyak kendala terutama di bidang permodalan, namun kontribusi UMKM dalam memberikan kesempatan kerja sangat tinggi, diperkirakan memberikan 97.561.000 kesempatan kerja bruto pada tahun 2013. Produk Domestik Donor (PDB) mencapai 58,53%. (M.abdu H Saifuddin, 2018)

Selama ini, energi listrik menjadi energi kehidupan. Peran listrik dalam kehidupan sangat dominan. Energi listrik merupakan sarana produksi dan

kehidupan sehari-hari yang memegang peranan penting dalam mencapai tujuan pembangunan. Sebagai sarana produksi, ketersediaan tenaga listrik dalam jumlah dan kualitas yang memadai serta pelayanan yang terjangkau menjadi motor penggerak utama laju pembangunan di berbagai sektor lainnya, termasuk industri kecil. (I.D.P.R.L Sari)

Pemadaman listrik tidak hanya merugikan pelanggan rumahan, tetapi juga bisnis kecil. Untuk konsumen usaha kecil, kerugian dari pemadaman listrik telah menyebabkan harga unit produksi yang lebih tinggi. Perkiraan kerugian yang ditimbulkan oleh UKM didasarkan pada biaya produksi yang dikeluarkan untuk memproduksi produk jadi. Hal ini menimbulkan biaya tambahan bagi pengusaha mikro karena mereka harus membeli genset dan mengeluarkan uang untuk membeli bahan bakar di setiap pemadaman listrik, yang pada akhirnya mempengaruhi pendapatan para pengusaha mikro tersebut. (Prasetyo, 2008)

Hal ini menjadi masalah bagi seluruh masyarakat, terutama para pengusaha mikro yang sangat mengandalkan listrik untuk menjalankan usahanya. Sedangkan di Kota Medan secara umum, pertumbuhan ekonomi tidak terlepas dari kontribusi UMK, terutama untuk sektor komersial (khususnya sektor kuliner) dan industri yang paling banyak terdapat di kota Medan. Kota Medan sendiri telah memasukkan UMK dalam program kerja pembangunan ekonomi sebagai salah satu prioritasnya. Pada tahun 2013, kinerja pengembangan usaha mikro di kota Medan mencapai 95%, dengan jumlah 222.000 usaha mikro, kecil dan menengah baik di sektor industri maupun komersial.

Dampak pemadaman listrik pada usaha rumah makan Garuda yang menggunakan energi listrik

1. Sistem tata udara (ac)
2. Sistem tata cahaya(penerangan)
3. Sistem pendingin/pembeku makan (storage/freezen)
4. Proses produksi
5. Peralatan pemanfaatan energi utama

Maka dari latar belakang permasalahan di atas penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul “ANALISIS ENERGI LISTRIK PADA RUMAH MAKAN GARUDA ADAM MALIK MEDAN“

## **1.2 Perumusan Masalah**

Identifikasi masalah pada penelitian ini adalah

1. Hanya meneliti rumah makan Garuda
2. Penelitian yang di gunakan adalah skala pengukuran/pengujian langsung
3. alat yang digunakan waktu penelitian adalah alat pengukur daya listrik

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah

1. Menganalisis pemakaian energi pada rumah makan garuda
2. menentukan pemakaian beban puncak pada rumah makan Garuda.
3. Mengantisipasi jika terjadi pemadaman pada rumah makan garuda

## **1.4 Hipotesis penelitian**

Hipotesis adalah jawaban sementara terhadap pertanyaan penelitian yang telah dirumuskan pada rumusan masalah.

Berdasarkan defenisi tersebut maka perumusan hipotesis dalam penelitian ini adalah :

1. Diduga ada pengaruh positif dan signifikan antara jumlah peralatan elektronik dan perilaku konsumen terhadap konsumsi listrik di rumah makan Garuda
2. Diduga bahwa variabel pemakaian beban listrik berpengaruh dominan terhadap konsumsi listrik.

### **1.5 Manfaat penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. penelitian ini sebagai saran dalam meningkatkan potensi penulis dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya analisis energy listrik.
- b. Melalui penelitian ini peneliti dapat memberikan kontribusi dalam memperkaya penelitian penelitian sebelumnya yang berkaitan pada analisis energi
- c. Hasil penelitian ini dapat di gunakan sebagai referensi dan acuan pada penelitian selanjutnya untuk mengetahui efisiensi energi

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Energi Listrik**

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha (usaha). Energi adalah kuantitas yang abadi. Ini berarti bahwa energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Satuan energi dalam Satuan Internasional (SI) adalah joule.

Energi listrik atau arus merupakan salah satu jenis energi utama yang dibutuhkan oleh peralatan listrik, yaitu energi yang tersimpan dalam arus dalam ampere (A) dan tegangan dalam volt (V) dan digunakan pada motor, lampu dan pemanas. menghasilkan bentuk energi lain dalam satuan watt (W) yang digunakan untuk menghidupkan kembali peralatan mekanis. Tenaga listrik mengoperasikan peralatan rumah tangga, peralatan kantor, mesin industri, kereta api, penerangan umum, pemanas, memasak, dan banyak lagi.

Energi yang dihasilkan berasal dari berbagai sumber seperti air, minyak, batubara, angin, panas bumi, nuklir dan matahari. Satuan dasar energi listrik adalah joule, satuan lainnya adalah KWh (kilowatt jam). Listrik untuk keperluan industri dan perumahan dihasilkan dari pembangkit listrik. Misalnya, PLTA, PLTB, PLTD (solar), PLTM, PLTS (solar), motor PLTU, lampu lampu, pemanas, pendingin, atau alat mekanis pendingin untuk menghasilkan bentuk energi lain yaitu energi listrik.

Satuan daya = joule/detik sering disebut sebagai Watt. Satuan energi juga dapat dinyatakan dalam Watt, yaitu Watt-jam atau Wh.

$$1 \text{ Wh} = 1 \text{ J/s} \times 3600 \text{ s} = 3600 \text{ J}$$

$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ Wh} = 3600 \text{ kJ}$$

Pengertian energi listrik adalah kemampuan untuk melakukan atau menghasilkan usaha listrik (kemampuan yang diperlukan untuk memindahkan muatan dari satu titik ke titik yang lain). Energi listrik dilambangkan dengan W.

George R. Terry (1986) mengemukakan bahwa manajemen adalah suatu proses yang terdiri dari serangkaian kegiatan seperti: Perencanaan, pengorganisasian, pengerahan, dan pengendalian/pengawasan personel dan sumber daya lainnya yang dilakukan untuk menentukan dan mencapai tujuan yang telah ditetapkan.

Menurut Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Alam Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2012, pengelolaan energi adalah kegiatan pengendalian konsumsi energi secara terpadu untuk mencapai penggunaan energi yang efektif dan efisien, mencapai kinerja. Langkah-langkah terstruktur, ekonomis dan teknis untuk meminimalkan konsumsi bahan baku dan bahan pendukung. (M.E.D.S.D.M.R., 2012)

Dikarenakan pemadaman listrik bergilir di kota Medan, diperlukan beberapa persiapan untuk mencegah situasi dan pasokan listrik yang tidak terduga. seperti genset, untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik dengan cara induksi elektromagnetik, alternator atau alternator memberikan energi listrik pada saat terjadi gangguan atau pemadaman listrik yang tidak diinginkan.

Generator listrik adalah mesin yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik dari sumber energi mekanis. Prinsip kerja dari generator listrik adalah induksi ..

Energi listrik merupakan suatu kemampuan untuk melakukan atau menghasilkan usaha listrik (kemampuan yang diperlukan untuk memindahkan muatan dari satu titik ke titik yang lain). Energi listrik adalah energi yang berkaitan dengan dengan arus dan berakumulasi elektron yang dinyatakan dalam satuan daya dan waktu ( watt-jam, kilowatt-jam). Bentuk transisional dari energi listrik adalah aliran elektron. melalui suatu konduktor dari jenis tertentu. Energi listrik dapat disimpan sebagai energi medan elektrostatik atau energi medan induksi. Energi medan elektrostatik adalah energi yang berkaitan dengan medan listrik yang dihasilkan oleh terakumulasinya muatan (elektron ) pada pelat-pelat kapasitor. Sedangkan energi medan induksi atau energi medan elektromagnetik adalah energi yang berkaitan dengan medan magnet yang timbul akibat aliran elektron melalui kumparan induksi. Jadi energi listrik ini adalah energi yang sangat terpakai karena mudah dan efisien untuk dikonversi ke bentuk energi lainnya. Energi listrik dilambangkan dengan (W) . Sedangkan perumusan yang digunakan untuk menentukan besar energi listrik adalah :

$$W = Q.V \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan

W = Energi listrik ( Joule ) ,

Q = Muatan listrik ( Coulomb) dan

V =Beda potensial ( Volt )

Karena :  $I = Q/t$  maka diperoleh perumusan :

$$W = (I.t).V \text{ atau}$$

$$W = V.I.t$$

Ada beberapa jenis generator yang memiliki kelebihan dan kekurangan sebagai *power amplifier* (penambah daya).

### 1. Generator *Portable*



Gambar 2.1 Generator *Portable*

Genset yang sering disebut juga dengan portable genset atau genset mini ini ukurannya relatif kecil dan mudah dibawa kemana-mana. Jenis ini didesain untuk memberikan kepraktisan bagi penggunaannya. Sedikit Namun daya yang dihasilkan cukup besar yaitu dari 750 Watt hingga 6500 Watt.

Keuntungan dari generator *portabel* Tentu saja keunggulan utama dari genset portable adalah praktis dan mudah dibawa kemana-mana. Keunggulannya adalah kualitas listrik yang dihasilkan cukup baik. Generator *portabel* umumnya kurang terdistorsi dan kurang dari 2,5% dari daya yang mereka klaim sangat kecil, sehingga aman untuk digunakan.

Kekurangan generator *portabel* Kelemahan dari generator *portabel* terletak pada harganya. Saat ini harga untuk membawa pulang generator jenis ini masih cukup mahal. Dalam hal ini, tidak dapat digunakan untuk kebutuhan daya yang sangat besar seperti: B. Penggunaan kantor, mini market,

## 2. Generator Bahan Bakar Bensin



Gambar 2.2 Generator Bahan Bakar Bensin

Sesuai dengan namanya, genset jenis ini menggunakan bahan bakar bensin untuk menghidupkan mesinnya. Untuk menghidupkan mesin, alternator ini menggunakan listrik tegangan tinggi untuk menyalakan bunga api dan mulai menyala. Daya yang digunakan berasal dari baterai generator, yang menyimpan tegangan pada saat generator menyala.

Keuntungan dari generator bensin Generator bensin memiliki reputasi yang baik untuk ketenangan, jadi Anda tidak perlu khawatir tentang kebisingan. Namun demikian, pria ini menghasilkan tenaga kuda yang cukup besar. Keunggulan lainnya adalah harganya yang relatif lebih murah dibandingkan genset diesel/solar.

Kekurangan generator bensin Titik lemah dari jenis ini adalah kapasitas daya maksimum, hingga 10.000 Watt. Dalam hal itu konsumsi bahan bakar sangat boros dan mesin juga cepat panas. Selain itu, generator jenis ini membutuhkan perawatan yang agak sulit.

### 3. Generator Bahan Bakar Diesel



Gambar 2.3 Generator Bahan Bakar Bensin

Selain bensin, beberapa generator menggunakan solar. Ini sering disebut sebagai generator diesel. Pada tipe ini, pembakaran dimulai dengan udara terkompresi. Generator bensin adalah mesin generator yang memanfaatkan bensin sebagai bahan bakarnya. Cara kerja generator ini diawali dengan pembakaran yang disuplai oleh listrik tegangan tinggi. Listrik ini yang nantinya menimbulkan percikan api pada celah busi untuk membakar bensin lalu mengaktifkan mesin generator.

-Keuntungan dari generator diesel Torsi generator diesel lebih cepat daripada generator bensin, dan memiliki kapasitas daya yang lebih besar. Dalam hal perawatan, jenis ini lebih mudah dan terkenal lebih elastis. Jenis biaya operasi ini lebih rendah karena solar, bahan bakar utama, lebih murah daripada bensin dan pada saat yang sama lebih efisien dalam konsumsi bahan bakar.

- Kerugian dari generator diesel Tipe ini dikenal mengeluarkan suara bising saat berjalan dengan knalpot lebih banyak. Ukurannya juga cukup besar, sehingga sulit dipasang. Apalagi harga jenis ini relatif mahal.

#### 4. Generator Bahan Bakar Gas



Gambar 2.4 Generator Bahan Bakar Gas

Jenis generator ini adalah generator yang mengoperasikan mesin dengan bahan bakar gas. Mereka biasanya menggunakan bahan bakar gas cair (LPG) atau gas alam terkompresi (CNG). Dalam hal masa pakai bahan bakar, CNG adalah pilihan yang lebih populer. Namun, dibandingkan dengan CNG yang membutuhkan alat tambahan, pemasangan gas LPG lebih mudah karena hanya membutuhkan satu selang. Keuntungan dari generator gas Keuntungan dari jenis ini adalah tenang selama operasi dan arus yang dihasilkan sangat stabil. Kelemahan generator gas Kekurangan dari jenis ini adalah perawatan generator cenderung lebih rumit.

#### 5. Generator Turbin



Gambar 2.5 Generator Turbin

Turbin generator biasanya digunakan untuk kebutuhan pabrik dan industri yang membutuhkan energi listrik dalam jumlah yang sangat besar. Tipe ini dapat menghasilkan kapasitas daya hingga 2 juta Watt (2 MW). Turbin yang digunakan untuk memutar generator dapat berupa turbin udara, turbin air, atau turbin uap.

Keuntungan dari generator turbin Tentu saja kelebihan dari tipe ini adalah kapasitas energinya yang sangat besar. Dengan demikian, ini dapat menjadi sumber daya cadangan untuk pabrik dan industri.

Kerugian dari generator turbin Tentunya tipe ini memiliki harga yang sangat mahal dan membutuhkan instalasi dan perawatan yang lebih rumit dibandingkan tipe lainnya. Demikian uraian tentang unit daya alias genset. Pada dasarnya alat yang satu ini merupakan pembangkit listrik yang dapat berfungsi sebagai sumber listrik cadangan ketika sumber listrik utama sedang mengalami gangguan.

## 2.2 Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas Konsumsi Energi (*Energy Use Intensity*) atau IKE (EUI) berdasarkan formula perhitungan dalam Peraturan Gubernur DKI Jakarta No. 38 tahun 2012 adalah besar energi yang digunakan suatu bangunan gedung perluas area yang dikondisikan dalam satu bulan atau satu tahun. Area yang dikondisikan adalah area yang diatur temperatur ruangnya sedemikian rupa sehingga memenuhi standar kenyamanan dengan udara sejuk disuplai dari sistem tata udara gedung..

IKE dijadikan acuan untuk melihat seberapa besar konservasi energi yang dilakukan gedung tersebut. Bila diindustri/pabrik, istilah yang digunakan dan serupa tujuannya adalah konsumsi energi spesifik (*Spesific Energy*

*Consumption*) yaitu besar penggunaan energi untuk satuan produk yang dihasilkan. Berdasarkan Peraturan Gubernur No. 38 tahun 2012, standar IKE untuk berbagai tipe/fungsi bangunan adalah sebagai berikut. Pada hakekatnya Intensitas Konsumsi Energi ini adalah hasil bagi antara konsumsi energi total selama periode tertentu (satu tahun) dengan luasan bangunan.

Satuan IKE adalah  $\text{kWh/m}^2$  per tahun. Dan pemakaian IKE ini telah ditetapkan di berbagai negara antara lain ASEAN dan APEC. Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh ASEAN-USAID pada tahun 1987 yang laporannya baru dikeluarkan tahun 1992, (Biantoro.D.S, 2017) target besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik untuk Indonesia adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Standar Nilai IKE ASEAN-USAID Tahun 1987

No	Tempat	$\text{kWh/m}^2$ /tahun
<u>1</u>	Kantor	240
<u>2</u>	Pusat Belanja	330
<u>3</u>	Hotel / Apartemen	300
<u>4</u>	Rumah Sakit	380

Dalam menghitung besarnya IKE Listrik pada bangunan gedung, ada beberapa istilah yang digunakan antara lain IKE Listrik per satuan luas total gedung yang dikondisikan (*netto*), yaitu luas total ruang ber-AC dan IKE Listrik per satuan luas kotor (*gross*) gedung, yaitu luas total ruang gedung yang dikondisikan (ruang ber- AC) ditambah dengan luas total ruang gedung yang tidak dikondisikan (tanpa AC). Sebagai pedoman, telah ditetapkan nilai standart IKE

untuk bangunan di Indonesia yang telah ditetapkan oleh Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia tahun 2004.

Tabel 2.2 Standar IKE Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia thn. 2014

NO	Kriteria	Ruang ber – ac (kWh / m <sup>2</sup> /bulan )	IKE (kWh/ m <sup>2</sup> /bulan)
1	Sangat efisien	4,17 s.d 7,92	0,84 s.d 1,67
2	Efisien	7,92 s/d 12,08	1,67 s.d 2,50
3	Cukup efisien	12,08 s.d 14,58	-
4	Agak boros	14,58 s.d 19,17	-
5	Boros	19,17 s.d 23,75	2,50 s.d 3,34
6	Sangat boros	23,75 s.d 37,75	3,34 s.d 4,17

Perhitungan nilai IKE bangunan Gedung disesuaikan dengan jenis gedung tersebut apakah tergolong kedalam bangunan gedung ber-AC, tanpa AC, atau ber-AC dan tanpa AC .

### 2.3 Konservasi Energi

Energi listrik dinamis (aliran elektron) dapat diubah menjadi energi lain dengan tiga komponen dasar, sesuai dengan sifat arus listriknya. Energi listrik menjadi sebuah energi vital bagi keberlangsungan aktivitas manusia baik bagi individu, kelompok masyarakat maupun dunia industri. Kegiatan masyarakat cenderung meningkat dari waktu ke waktu. Peningkatan kegiatan mendorong peningkatan pengoperasian peralatan dengan tenaga listrik. Pemakai listrik dikelompokkan menjadi kelompok rumah tangga, bisnis, industri dan publik. Perkembangan pemakaian karena peningkatan penggunaan pemakaian daya, sehingga perlu diadakannya peningkatan daya. Klasifikasi listrik rumah

tangga 450 Watt sepertinya bergeser dan beralih meningkat di atasnya, 900 dan 1300 Watt.

Sektor perusahaan, perumahan dan rumah makan merupakan salah satu sektor pengguna energi listrik yang paling besar. Jumlah energi listrik terjual pada tahun 2013 sebesar 187.541 GWh, meningkat 7,79% dibandingkan tahun sebelumnya. Kelompok pelanggan rumah tangga mengkonsumsi energi sebesar 77.211 GWh (41,17%), sektor industri 64.381 GWh (34,33%), Bisnis 34.498 GWh (18,40%), dan lainnya (sosial, gedung pemerintah dan penerangan jalan umum) 11.451 GWh (6,11%).<sup>14</sup> Kapasitas daya listrik yang terpasang pada jaringan rumah akan membatasi penggunaan daya listrik yang mampu disalurkan ke beban. Jika terjadi kelebihan daya maka jaringan listrik akan terputus. Jika diinginkan kapasitas daya yang lebih tinggi, maka kapasitas jaringan listrik harus ditingkatkan, meskipun penggunaan daya listrik saat melebihi kapasitas daya terpasang hanya beroperasi dalam waktu yang tidak terlalu lama.

Dari segi ekonomi, berdasarkan data dari website Kementerian Keuangan, dalam APBN-P 2015 pemerintah telah mengalokasikan anggaran subsidi listrik sebesar Rp 73.1 Triliun dan sebagian besar (sekitar 85%) dinikmati oleh golongan R1-450 VA dan R1-900 VA. Sebagian pelanggan rumah tangga R1-450 VA dan R1-900 VA merupakan pelanggan yang tidak mampu, namun sebagian yang lain pelanggan tersebut telah mampu secara ekonomi. Data Susenas dari BPS tahun 2014 menunjukkan bahwa 4.3 juta pelanggan R1-450 VA adalah kelompok rumah tangga yang telah mampu karena termasuk dalam kelompok pengeluaran per kapita di atas Rp 1.1 juta per bulan.

Disamping itu, sekitar 7 juta pelanggan R1-900 VA merupakan kelompok rumah tangga yang telah mampu karena termasuk dalam kelompok pengeluaran per kapita di atas Rp 1.7 juta per bulan. Apabila dikaitkan dengan Undang-undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi pada pasal 7 dinyatakan bahwa subsidi energi diperuntukkan bagi masyarakat tidak mampu, maka data di atas membuktikan bahwa subsidi listrik bagi pelanggan R1-450 VA dan R1-900 VA dinilai belum tepat sasaran.

Selain itu dari segi inovasi, listrik pintar atau listrik Prabayar yang ditawarkan PLN dalam hal pemakaian daya listrik memberikan opsi baru tipe pelanggan bagi pelanggan listrik PLN. Dengan listrik pintar kita bisa menentukan kebutuhan listrik sesuai kebutuhan dengan menggunakan pulsa listrik (voucher/token listrik isi ulang) yang terdiri dari 20 digit nomor dan dimasukkan pada MPB (Meter Prabayar). Dari sisi pelanggan PLN, dengan adanya listrik pintar (prabayar), membuat pemilihan daya listrik dan tipe pelanggan makin bervariasi, sehingga menuntut untuk calon pelanggan atau pelanggan lama PLN untuk bisa menentukan daya listrik sesuai kebutuhan dan karakteristik rumah tangga pada saat pemasangan baru maupun penambahan daya.

Dari sisi PLN, perlu adanya sistem yang bisa menentukan daya yang sesuai karakteristik rumah tangga agar bisa memudahkan dalam mengenal pelanggan yang layak menerima subsidi listrik dari pemerintah yang di kriteriakan pada daya 450 VA dan 900 VA agar subsidi tersebut bisa tepat sasaran.

Menurut peraturan pemerintah No. 7 tahun 2009 tentang Konservasi Energi, yang artinya Konservasi Energi adalah upaya sistematis, terencana dan

terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Efisiensi merupakan salah satu langkah dalam pelaksanaan konservasi energi. Efisiensi energi adalah istilah umum yang mengacu pada penggunaan energi lebih sedikit untuk menghasilkan jumlah layanan atau output berguna yang sama. *Air conditioning* merupakan peralatan yang digunakan untuk mengambil panas dari suatu area maupun menyediakan panas disuatu area dengan menggunakan *refrigeration cycle*.

Konservasi energi listrik pada sistem tata udara pengadaan suatu sistem pengkondisian udara adalah agar tercapai kondisi temperatur, kelembaban, kebersihan, dan distribusi udara dalam ruangan dapat dipertahankan pada tingkat keadaan yang diharapkan. Suatu sistem pengkondisian udara bisa berubah sebuah sistem pemanasan, pendinginan dan ventilasi. Untuk kondisi iklim indonesia (tropis), untuk proses pengkondisian udara yang berupa pendinginan banyak sekali yang digunakan. Pendingin ini berfungsi untuk menciptakan kondisi nyaman bagi beberapa aktivitas manusia. Kebutuhan akan kapasitas AC yang paling menentukan adalah seberapa besar ruangan yang akan ditempatkan. Penentuan kapasitas AC dapat ditentukan dengan persamaan berikut .

$$\text{Indeks Ruang} = (p \times L) / \text{Jumlah Lampu} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

$p$  = Panjang

$L$  = lebar

## 2.4 Daya Listrik

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan Watt atau *Horsepower* (HP), *Horsepower* merupakan satuan daya listrik dimana 1 HP setara 746 Watt atau *lbft/second*.

Sedangkan Watt merupakan unit daya listrik dimana 1 Watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 Ampere dan tegangan 1 Volt. Daya dinyatakan dalam P, Tegangan dinyatakan dalam V dan Arus dinyatakan dalam I, sehingga besarnya daya dinyatakan

$$P = V \times I$$

Dimana :

$$P = \text{Volt} \times \text{Ampere} \times \text{Cos } \phi = \text{Watt}$$



Gambar 2.6 Arah Aliran Arus Listrik

Daya listrik adalah kemampuan suatu peralatan listrik untuk melakukan usaha akibat adanya perubahan kerja dan perubahan muatan listrik tiap satuan waktu. Besarnya daya listrik yang dilakukan oleh peralatan listrik

dipengaruhi oleh keberadaan tegangan listrik, kuat arus listrik, dan hambatan listrik di dalam rangkaian listrik tertutup, serta keadaannya terhadap waktu. Ketiga besaran listrik tersebut menjadi penentu dari besarnya daya listrik yang diperlukan oleh peralatan listrik untuk bekerja secara optimal. Nilai daya listrik umumnya dicantumkan pada label peralatan listrik untuk menunjukkan besarnya energi yang dibutuhkan oleh perangkat listrik untuk dapat bekerja tiap satuan waktu.

Daya listrik dapat dibuat dari perubahan daya kerja selama proses induksi elektromagnetik berlangsung di dalam kumparan magnet. Tegangan induksi pada batang penghantar yang berada di dalam suatu medan magnet akan menghasilkan arus induksi dengan nilai tertentu. Tegangan dan arus induksi ini menghasilkan daya dalam satuan Joule yang sama dengan daya yang dibebaskan ke dalam konduktor. Daya dalam satuan Joule ini dihasilkan sebagai akibat adanya kerja mekanik yang berasal dari proses menggerakkan batang penghantar. Sedangkan pada batang penghantar terdapat gaya yang bergerak secara berlawanan arah, sehingga daya mekanik berubah menjadi daya listrik.

Penyaluran daya listrik melalui kabel selalu menghasilkan rugi-rugi daya. Pengurangan rugi-rugi daya dilakukan dengan memperkecil nilai hambatan listrik di dalam kabel. Nilai hambatan dapat dikurangi dengan menggunakan bahan listrik dengan hambatan jenis yang kecil, seperti tembaga atau aluminium. Hambatan jenis suatu bahan listrik merupakan suatu ketetapan yang tidak dapat diubah, sehingga pengurangan nilai hambatan listrik hanya dapat mencapai nilai minimum tertentu. Penurunan nilai dapat dilakukan lagi dengan melakukan rekayasa bahan listrik. Cara pertama untuk merekayasa bahan agar

hambatan listriknya sangat kecil ialah melakukan pencampuran bahan-bahan listrik sehingga ditemukan hambatan yang lebih kecil dari bahan listrik yang ada di alam. Cara kedua ialah menggunakan kabel dengan luas penampang lebih besar. Hambatan listrik akan semakin kecil jika luas penampang semakin besar. Cara kedua tidak dapat diterapkan secara efektif pada pekerjaan teknis kelistrikan karena penampang besar bersifat kaku dan sulit dibengkokkan. Sifat ini mengakibatkan kesulitan dalam penyambungan. Cara yang paling umum digunakan dalam penyaluran daya listrik ialah dengan membuat kabel dalam bentuk serabut. Kabel serabut terdiri dari serabut-serabut dengan luas penampang kecil. Hambatan kabel menjadi kecil karena jumlah serabut banyak sehingga luas penampang total seluruh serabut menjadi besar. Selain itu, kabel serabut masih mudah untuk digulung atau dililit.

Karakteristik daya pada listrik, daya bisa diperoleh dari perkalian antara tegangan dan arus yang mengalir. Pada kasus sistem AC dimana tegangan dan arus berbentuk sinusoidal, perkalian antara keduanya akan menghasilkan daya semu (*apparent power*), satuan voltampere (VA) yang memiliki dua buah bagian. Bagian pertama adalah daya yang dimanfaatkan oleh konsumen, bisa menjadi gerakan pada motor, bisa menjadi panas pada elemen pemanas atau lain sebagainya. Daya yang dimanfaatkan ini sering disebut sebagai daya aktif (*real power*) memiliki satuan Watt (W) yang mengalir dari sisi sumber ke sisi beban bernilai rata-rata tidak nol. Bagian kedua adalah daya yang tidak dimanfaatkan oleh konsumen, namun hanya ada di jaringan, daya ini sering disebut dengan daya reaktif (*reactive power*) memiliki satuan Volt-Ampere-Reactive (VAR) bernilai rata-rata nol.

Beban bersifat resistif hanya mengonsumsi daya aktif, beban bersifat induktif hanya mengonsumsi daya reaktif, dan beban bersifat kapasitif hanya memberikan daya reaktif. Sama halnya dengan listrik, bergantung pada kondisi jaringan, daya tampak yang diberikan oleh sumber tidak semuanya bisa dimanfaatkan oleh konsumen sebagai daya aktif, dengan kata lain terdapat porsi daya reaktif yang merupakan bagian yang tidak memberikan manfaat langsung bagi konsumen.

Menurut Djiteng Marsudi untuk keperluan penyediaan tenaga listrik bagi para pelanggan, diperlukan berbagai peralatan listrik. Berbagai peralatan listrik ini dihubungkan satu sama lain yang mempunyai hubungan dan secara keseluruhan akan membentuk suatu sistem tenaga listrik. Adapun yang dimaksud dengan sistem tenaga listrik hal ini adalah sekumpulan pusat listrik dan gardu induk (pusat beban) yang dihubungkan satu sama lain oleh jaringan transmisi sehingga membentuk satu kesatuan interkoneksi. Mengingat perkembangan zaman saat ini yang semakin canggih akan teknologinya, mengakibatkan kebutuhan akan tenaga listrik dari pelanggan menjadi bertambah dari waktu ke waktu. Sehingga sistem tenaga listrik harus dikembangkan dengan tujuan agar tetap dapat melayani kebutuhan tenaga listrik dari para pelanggan. Untuk dapat melakukan hal ini secara optimal, maka diperlukan analisa dan evaluasi dari hasil-hasil operasi tenaga listrik dalam menentukan beberapa hal, diantaranya seberapa besar dan dimana saja harus dibangun pusat tenaga listrik, Gardu Induk (GI), dan saluran transmisi yang baru.

Penambahan unit pembangkit tenaga listrik, transformator, dan lain sebagainya. Dimana saja perlu penggantian pemutus tenaga (PMT) listrik dengan yang lebih besar sebagai akibat dari poin 1 dan 2.

## 2.5 Beban Listrik

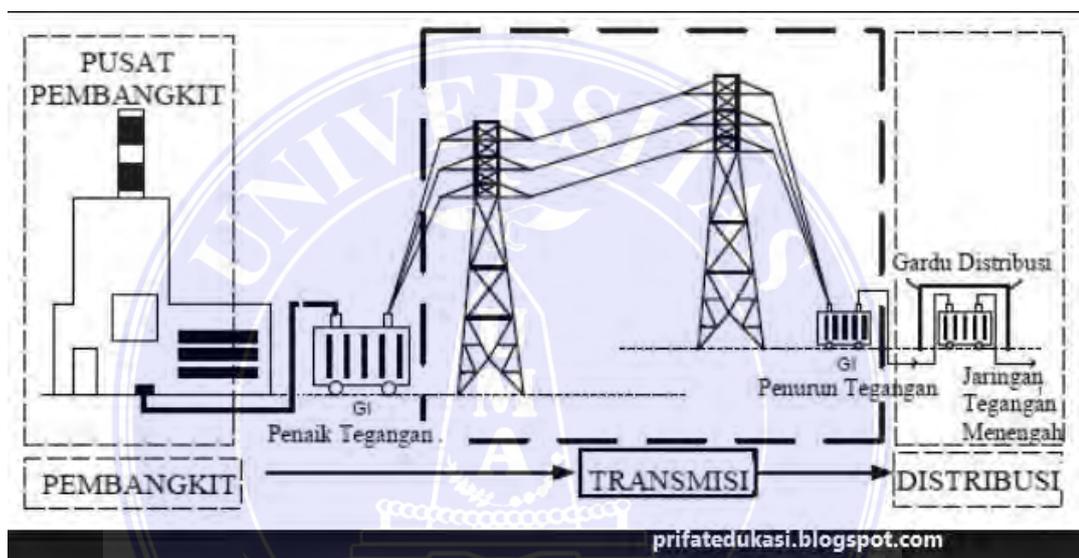
Pengembangan sistem ketenagalistrikan tidak lepas dari pengembangan sistem distribusi dan dalam pengembangan sistem distribusi tenaga listrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, salah satunya adalah karakteristik beban pada jaringan distribusi tenaga listrik. Dalam sistem arus bolak-balik (arus AC), karakteristik beban listrik dikelompokkan menjadi tiga macam, yaitu : beban resistif, beban induktif, dan beban kapasitif. Dari ketiga sifat beban listrik di atas yang paling berdampak pada sistem distribusi tenaga listrik adalah sifat dari beban induktif, karena sifat dari beban ini dapat menimbulkan gangguan pada sistem distribusi tenaga listrik. Gangguan yang timbul akibat dari beban ini antara lain adalah timbulnya gelombang harmonik pada sistem distribusi tenaga listrik.

Beban listrik terdiri dari dua jenis yaitu beban linier dan beban non linier. Beban disebut linier bila nilai arusnya berbanding lurus terhadap tegangan beban dan menyebabkan bentuk gelombang arus akan sama dengan bentuk gelombang tegangan dari beban. Sedangkan untuk beban non linier, bentuk gelombang arus tidak sama dengan bentuk gelombang tegangan (mengalami distorsi)

Profil beban yaitu informasi yang berisi tentang besarnya energi,,yang, membebani suatu penyedia listrik, data ini kebanyakan dinyatakan dalam MW, KV, maupun KVA, data beban listrik biasanya dibuat dalam interval waktu tertentu seperti setiap 10, 15, maupun 30 menit. (Ilir Keka, 2013). Karakteristik beban adalah faktor utama yang amat penting dalam perencanaan sistem tenaga

listrik hal ini diperlukan agar sistem tegangan dapat dianalisis dengan baik. Selain itu karakteristik sangat penting untuk menentukan kapasitas pembebanan dan cadangan tersedia dari suatu gardu dan dapat memastikan kapasitas transformator secara tepat dan ekonomis.

Pada sistem arus bolak-balik (arus AC), terdapat sistem tenaga listrik yang terdapat seperti gambar di bawah ini :



Gambar 2.7 Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik adalah proses penyaluran energi listrik dari sekumpulan pusat listrik dan gardu induk (pusat beban) yang satu dengan yang lain nya yang dihubungkan oleh jaringan transmisi dan distribusi sehingga menjadi satu kesatuan yang terkoneksi. Secara umum beban yang dilayani oleh sistem distribusi tenaga listrik dibagi menjadi beberapa sektor, yaitu sector perumahan, sector industri, sector komersial dan sector usaha. Masing-masing sektor beban tersebut mempunyai karakteristik-karakteristik beban yang berbeda, sebab hal ini berkaitan dengan pola konsumsi energi pada masingmasing konsumen di sektor tersebut.

Karakteristik beban yang banyak disebut dengan pola pembebanan pada sektor perumahan ditunjukkan oleh adanya fluktuasi konsumsi energi elektrik yang sangat besar. Hal ini disebabkan konsumsi energi elektrik tersebut lebih dominan di malam hari. Sedangkan pada sektor industri, fluktuasi konsumsi energi sepanjang hari akan hampir sama, sehingga perbandingan beban puncak dengan beban rata-rata hampir mendekati satu. Beban pada sektor komersial dan usaha mempunyai karakteristik yang hampir sama, hanya pada sektor komersial akan mempunyai beban puncak yang lebih tinggi pada waktu malam hari.

Tenaga listrik yang didistribusikan ke pelanggan (konsumen) digunakan sebagai sumber daya untuk bermacam-macam peralatan yang membutuhkan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Peralatan tersebut umumnya bisa berupa lampu (penerangan), beban daya (untuk motor listrik), pemanas, dan sumber daya peralatan elektronik.

Berdasarkan jenis konsumen energi listrik, beban dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis, yaitu beban rumah tangga, beban rumah tangga dapat berupa lampu untuk penerangan dan alat-alat rumah tangga, seperti pemanas air, kipas angin, lemari es, mixer, AC, oven, pompa air, dan lain sebagainya. Beban rumah tangga tertinggi biasanya terjadi pada malam hari.

Beban komersial, pada umumnya terdiri atas penerangan untuk penerangan papan iklan di jalan, AC, kipas angin, dan alat-alat listrik lain yang digunakan ditempat umum, seperti rumah sakit, restoran, hotel, perkantoran, dan lainnya. Beban perkantoran secara cepat akan naik pada siang hari sedangkan beban pertokoan akan menurun di waktu sore.

Beban fasilitas umum, beban fasilitas umum lebih dominan pada siang dan malam hari. Beban industri dibedakan menjadi beban industri skala kecil dan beban industri skala besar. Untuk beban industri skala kecil beroperasi pada siang hari sedangkan beban industri besar sering beroperasi selama 24 jam.

Pentingnya pengklasifikasian ini adalah untuk melakukan analisa karakteristik beban dalam suatu sistem yang besar. Perbedaan dari keempat jenis beban diatas, adalah daya yang digunakan dan waktu pembebanannya. Daya yang digunakan pada beban rumah tangga lebih dominan pada pagi dan malam hari. Untuk beban komersil lebih dominan pada siang dan sore hari.

Daya yang digunakan pada industri lebih merata, karena industri lebih banyak bekerja pada siang dan malam. Maka dapat disimpulkan bahwa pemakaian daya pada industri akan lebih menguntungkan karena kurva bebannya lebih merata. Sedangkan pada beban fasilitas umum lebih dominan pada siang dan malam hari.

## **2.6 Lama Waktu Pemakaian Listrik**

Lama waktu pemakaian listrik dapat dikatakan sebagai konsumsi energi listrik yang kita gunakan untuk memenuhi kebutuhan. Konsumsi energi listrik adalah besarnya energi listrik yang digunakan lama waktu tertentu. Konsumsi energi listrik merupakan perkalian antara daya dan waktu pemakaian listrik (operasi). Selama ini mungkin kita sering mengira bahwa watt yang kecil maka akan hemat biaya listrik, padahal belum tentu, karena faktor yang menentukan jumlah listrik terpakai adalah pemakain listrik dalam waktu jadi bukan dari watt nya. Untuk konsumen awam mungkin hal ini sulit untuk dimengerti karena harus mencari banyak informasi detail mengenai suatu

peralatan sebelum bisa menentukan pemakaian energi pada alat tersebut. Oleh karena itu, seharusnya diwajibkan semua produsen alat listrik mencantumkan pemakaian energi. Untuk membuktikannya kita dapat melihat perhitungan dibawah ini (asumsi ukuran, kualitas suhu dan desain dua kulkas sama).

Setrika 1 : 350 W. Kita asumsikan setrika 1 yang 350 W menyala 3.000 detik per jam, berarti setrika itu mengkonsumsi  $350\text{J/s} \times 3000\text{s/h} \times 24\text{h} = 25.200.000$  Joule per hari. Maka, konsumsi energi kulkas 1 = 25.2 MJ per hari

Setrika 2: 450 W. Kita asumsikan setrika 2 yang 450 W menyala 1.000 detik per jam, berarti setrika itu mengkonsumsi  $450\text{J/s} \times 1000\text{s/h} \times 24\text{h} = 10.800.000$  Joule per hari. Maka, konsumsi energi setrika 2 = 10.8 MJ per hari

Berdasarkan hasil, ternyata kulkas yang 450 Watt lebih dari 57% lebih hemat daripada kulkas yang 300 Watt. Pada umumnya saat seseorang membeli setrika, hal pertama kali yang ia lihat adalah besar kecilnya watt yang digunakan setrika itu. Kemudian ia tentunya akan menganggap bahwa setrika yang 300 Watt akan lebih hemat penggunaan listrik dibandingkan setrika 450 Watt. Jadi, dapat kita simpulkan bahwa nilai Watt pada alat listrik belum tentu menjelaskan banyaknya energi yang dikonsumsi. Oleh sebab itu, sangat baik jika kita mengetahui jumlah konsumsi energi yang dihabiskan dalam suatu peralatan listrik yang kita gunakan. Penggunaan lampu dan TV biasanya dipakai per jam, jadi perlu dilabel dalam MJ atau kJ per jam. Lemari es umumnya dipakai terus-menerus per hari atau per bulan, jadi sebaiknya dilabel berapa MJ dikonsumsinya per hari atau per bulan. Pemakaian energy listrik pada suatu beban ditentukan oleh daya listrik suatu peralatan dan berapa lama alat tersebut dioperasikan. Semakin lama waktu alat

elektronik beroperasi maka energi yang akan dikonsumsi pun akan semakin besar. Berikut ini persamaannya:

$$W = p \times t \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

W = Energi Listrik (Joule)

P = Daya Listrik (Watt)

t = Satuan Waktu (Hour)

## 2.7 Jenis- jenis Energi Listrik

Adapun jenis-jenis energi listrik diantaranya adalah

### a. Nuklir

Sejauh ini nuklir masih menjadi sumber energy yang paling padat dari semua sumber energi bisa di kembangkan manusia artinya,kita dapat mengekstrak lebih banyak panas dan listrik dari jumlah yang setara .sebagai pembanding ,1 kg batubara dan uranium yang sama sama dari perut bumi. Jika kita mengekstra energi listrik dari 1 kg batubara nyalain lampu 100 W selama 4 hari,tapi dengan 1 kg uranium kita bisa menggunakan lampu paling sedikit selama 180 tahun.

Fisika nuklir adalah ilmu yang mempelajari mengenai inti atom, serta perubahan-perubahan pada inti atom. Dalam fisika nuklir, sebuah reaksi nuklir adalah sebuah proses di mana dua nukleus atau partikel nuklir bertubrukan, untuk memproduksi hasil yang berbeda dari produk awal. Pada prinsipnya sebuah reaksi dapat melibatkan lebih dari dua partikel yang bertubrukan, tetapi kejadian tersebut sangat jarang. Bila partikel-partikel tersebut hanya bertabrakan dan

berpisah tanpa mengalami perubahan (kecuali mungkin dalam level energi), proses ini disebut tabrakan dan bukan sebuah reaksi.

b. Minyak

Minyak dimanfaatkan untuk bahan bakar pada pembangkit listrik tenaga Diesel (PLTD) dan banyak ditemukan di Indonesia. Hanya saja sistem penghasilan energi listrik ini bisa menimbulkan limbah asap yang bikin polusi udara

c. Energi gelombang

Energi gelombang adalah dengan adanya pemanfaatan gelombang laut yang pasang. Penggunaannya memang tidak merusak lingkungan, tapi dalam memanfaatkan gelombang ini membutuhkan anggaran yang cukup besar untuk membangun reaktornya.

d. Energi angin

Sumber ini sama sekali tidak membutuhkan bahan bakar karena berasal dari angin, jadi kecepatan angin menentukan seberapa daya yang dihasilkan. Untuk menggunakan pembangkit ini memerlukan angin yang kencang agar bisa tercipta energi yang besar pula.

e. Batu bara

Batu bara bisa sangat dimanfaatkan, dan sangat mudah ditemukan, tapi kekurangannya adalah kita butuh lubang besar untuk memanfaatkan batu bara dan itu bisa memakan biaya besar serta tempat yang memadai selain itu, hasil pembakaran yang menimbulkan asap yang menyebabkan polusi udara.

f. Hidro elektrik

Mungkin kita lebih mengenal ini sebagai energi bendungannya. Jadi bendungan itu nantinya yang memutar turbin dan merupakan energi yang tidak terbatas dan

memanfaatkan energi air untuk mendapatkan sumber listrik namun ini juga beresiko bisa terjadi banjir dan apabila musim kemarau angin tidak akan bisa lagi buat memutar turbin.

g. Panas bumi

Panas bumi juga bisa di jadikan sebagai sumber energi .kelebihan dari panas bumi adalah ia tidak pernah habis hal itu yang membedakan sama minyak dan batu bara .namun tidak banyak tempat yang bisa di bangun untuk menghasilkan energi sumber ini.

h. Tenaga surya

Energi ini juga bisa di gunakan sebagai sumber tenaga listrik.hanya saja perlu biaya yang mahal untuk bisa membangun reaktor nya .faktor cuaca juga menjadi salah satu hambatannya.

i. Energi pasang surut

Energi ini dihasilkan dari pasang surut nya air laut dan menjadikan energi listrik ini adalah salah satu energi yang terbaru dan relative lebih mudah di prediksi dari pada energi surya dan energi angin pemanfaatan nya saat ini belum luas karna tingginya biaya dan lokasi pasang surut belum mencukupi.

j. Biomass

Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan dari fotosintetis ,baik produk maupun buangan contohnya seperti pepohonan, rumput, ubi, sampah pertanian, limbah hutan, tinja dan kotoran ternak, selain digunakan sebagai primer serat, bahan pangan, pakan ternak, minyak nabati, biomass juga sumber energi listrik.

## 2.8 Konversi Energi

Konversi energi adalah penggunaan energi yang efisien sesuai kebutuhan untuk menghilangkan pemborosan energi. Tingkat keberhasilan penggunaan hemat energi sangat dipengaruhi oleh perilaku, kebiasaan, disiplin dan persepsi masyarakat akan pentingnya hemat energi. Selain efisiensi energi, metode lain yang mungkin dilakukan adalah dengan memperbaiki dan merawat peralatan listrik sehingga pengendalian konsumsi energi dapat dipantau.

Konversi Energi (*Energy Conversion*) merupakan perubahan bentuk energi dari yang satu menjadi bentuk energi lain. Hukum konservasi energi mengatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan (dibuat) ataupun di musnahkan akan tetapi dapat berubah bentuk dari bentuk yang satu ke bentuk lainnya. Masa revolusi industri yang dimulai dari penemuan mesin uap oleh James Watt, ini adalah contoh konversi energi dari energi batubara menjadi energi gerak mesin uap. Pada kehidupan sehari-hari misalnya energi listrik diubah menjadi energi cahaya lampu atau panasnya heater, dinginnya AC (air conditioner) atau menjadi energi gerak motor listrik dan lain sebagainya

Pada masa sekarang memang peranan energi listrik ini cukup luas dan lebih mudah meng-konversi energi listrik ini menjadi bentuk energi lain. Energi listrik sendiri adalah produk konversi energi dari energi lain seperti energi kinetik air terjun, energi uap/panas bumi, energi minyak diesel, energi batubara dan lain sebagainya.

Secara umum energi yang ada di bumi ini digolongkan atas dua jenis energi yaitu energi transisional (*transitional energy*) dan energi tersimpan (*stored energy*).

1. **Energi Transisional** adalah energi yang sedang bergerak yang dapat berpindah melintasi suatu batas sistem.
2. **Energi tersimpan** adalah energi yang mewujudkan sebagai massa, posisi dalam medan gaya yang biasanya dapat dengan mudah dikonversi kedalam bentuk energi transisional.

Karena belum adanya metode untuk untuk mengklasifikasikan energy yang dapat diterima secara umum, maka dalam bahan ajar ini energy dikelompokkan kedalam enam kelompok energi yakni : 1) energi mekanik, 2) energi listrik, 3) energi elektromagnetik, 4) energi kimia, 5) energi nuklir dan 6) energi panas ( termal ). Ke enam jenis energi tersebut akan dijelaskan satu persatunya sebagai berikut :

## 2.9 Energi Mekanik

Energi Mekanik, dalam termodinamika energi mekanik didefinisikan sebagai suatu energi yang dapat digunakan untuk mengangkat suatu benda. Satuan energi mekanik dinyatakan dalam Joule (Watt-detik) untuk energi dan watt untuk daya. Bentuk transisional dari energi mekanik disebut kerja. Energi mekanik dapat disimpan dalam bentuk energi potensial dan energi kinetik.

## 2.10 Energi Potensial

Energi Potensial adalah energi yang diperoleh dan oleh material tertentu sebagai akibat dari posisinya dalam suatu medan gaya. Misalnya energi medan gravitasi, energi yang berkaitan dengan suatu fluida yang terkompresi, energi yang berkaitan dengan posisi suatu bahan ferromagnetik dalam suatu medan magnet, dan energi yang berkaitan regangan elastis seperti pada pegas dan batang puntiran. Energi potensial adalah energi yang dimiliki benda karena posisinya

(kedudukan) terhadap suatu acuan. Energi potensial bumi tergantung pada massa benda, gravitasi bumi dan ketinggian benda. Sehingga dapat dirumuskan:

$$E_p = m \cdot h \cdot g \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

$m$  = massa (kg),

$h$  = tinggi jatuh benda (m) dan

$g$  = grafitasi bumi ( $m/s^2$ )

### 2.11 Energi Kinetik

Energi Kinetik ineti yang berkaitan dengan massa material tertentu akibat gesekan relatifnya terhadap benda lain, misalnya roda gila, (*flywheel*). Jadi kinetik mekanik adalah suatu bentuk kinetik sangat mudah dan efisien untuk dikonversi menjadi bentuk ineti lain. Energi inetic adalah ineti yang dimiliki benda karena gerakanya. Makin besar kecepatan benda bergerak makin besar ineti kinetiknya dan semakin besar massa benda yang bergerak makin besar pula ineti inetic yang dimilikinya. Secara matematis dapat dirumuskan:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :  $m$  = massa (kg),  $v$  = kecepatan benda bergerak (m/d).

Apabila persamaan tersebut dihubungkan dengan hukum Ohm (  $V = I.R$ ) maka diperoleh perumusan :

$$W = I.R.I.t \text{ atau } W =I^2R.t \dots\dots\dots(2.6)$$

Satuan energi listrik lain yang sering digunakan adalah kalori, dimana 1 kalori sama dengan 0,24 Joule selain itu juga menggunakan satuan kWh (kilo Watt jam).

Energi listrik didapat dari merubah bentuk energi lainnya, seperti gerak, panas, kimia dan nuklir. PLTA, PLTU, PLTD, PLTG adalah penghasil listrik dengan merubah energi gerak menjadi energi listrik. Alat yang digunakan di sini adalah generator. Baterai, aki, dan elemen volta adalah penghasil listrik dari energi kimia. PLTS adalah penghasil listrik dari energi matahari dengan menggunakan sel surya . Energi listrik dapat diubah-ubah menjadi berbagai bentuk energi yang lain.

Sebagai contoh pemanfaatan energi listrik adalah ;

1. Energi listrik menjadi energi kalor, seperti setrika listrik, ceret listrik, kompor listrik dan lain sebagainya.
2. Energi listrik menjadi energi cahaya, alat yang digunakan yaitu lampu pijar, lampu neon dan lain-lainnya
3. Energi listrik menjadi energi gerak, alat yang digunakan yaitu kipas angin, penghisap debu, dll dan masih banyak lagi penggunaan energi listrik.

## 2.12 Daya Listrik

Daya listrik adalah koefisien transfer energi listrik dalam suatu rangkaian dan dinyatakan sebagai jumlah energi listrik yang mengalir per satuan waktu. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam Watt atau tenaga kuda (hp). *Horsepower* adalah satuan daya di mana 1hp sama dengan 746 Watt. Watt adalah satuan daya,

tetapi 1 Watt memiliki daya yang sama dengan daya yang dihasilkan dengan mengalikan 1 ampere arus dan 1 Volt tegangan.

### 2.13 Daya Aktif ( P )

Daya aktif (*Active Power*) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt. Misalnya energi panas, cahaya, mekanik dan lain – lain. Dinyatakan dengan persamaan berikut ini :

$$P = V \cdot I \cdot \cos\phi \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (I)

$\phi$  = Sudut fasa

### 2.14 Daya Reaktif ( Q )

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Contoh dayayang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu pijar dan lain – lain. Satuan daya reaktif adalah VAR. Dinyatakan pada persamaan berikut ini :

$$Q = V \cdot I \cdot \sin\phi \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

Q = Daya reaktif (VAR)

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (I)

$\emptyset$  = Sudut fasa

## 2.14 Hukum Ohm

Elemen pasif paling sederhana, yaitu tahanan diperkenalkan oleh George Simon Ohm, dimana hukum Ohm menyatakan bahwa arus listrik yang mengalir dalam penghantar berubah berbanding lurus dengan tegangannya dan berbanding terbalik dengan tahananannya, dinyatakan dengan persamaan berikut ini :

$$R = \frac{V}{I} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

R = Tahanan ( $\Omega$ )

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (A)

Sesuai dengan konversi tegangan, arus dan daya, hasil perkalian antara v dan I akan memberikan daya yang diserap oleh tahanan tersebut. Daya (P) yang diserap timbul sebagai panas dan nilainya selalu positif. Sebuah tahanan adalah 20 elemen pasif yang tidak bisa menyerahkan daya atau menyimpan energi. Cara lain untuk menyatakan daya yang diserap adalah :

$$P = I^2 R = \frac{V^2}{R} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana :

R = Tahanan ( $\Omega$ )

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (A)

P = Daya (Watt)

Resistansi dapat digunakan sebagai dasar untuk mendefinisikan dua istilah yang umum digunakan yakni, hubung singkat (*short circuit*) dan hubung buka

(*open circuit*). Hubung singkat dinyatakan sebagai sebuah tahanan yang besarnya nol ohm, karena tegangan yang melintasi sebuah rangkaian hubungan singkat harus nol walaupun besarnya arus boleh sembarang. Dengan cara yang sama hubung buka dinyatakan dengan tahanan yang mempunyai tahanan yang tak terhingga. Jelaslah bahwa arusnya sama dengan nol tak peduli berapa tegangan melintasi rangkaian terbuka tersebut.

### 2.15 kWh Meter

kWh meter merupakan alat yang digunakan PLN untuk menghitung konsumsi daya konsumen. Alat ini sangat umum di masyarakat. Bagian utama dari kWh meter adalah kumparan tegangan, kumparan arus, piringan aluminium, magnet permanen yang dimaksudkan untuk menetralkan piringan aluminium dari induksi medan magnet, dan roda gigi mekanik yang mencatat kecepatan putaran piringan aluminium. Alat ini menggunakan proses induksi medan magnet dimana medan magnet menggerakkan piringan aluminium. Saat Anda memutar disk VI 26, digit penghitung bergerak untuk menunjukkan nilai kWh. Saat ini ada dua jenis kWh meter yaitu jenis kWh meter analog dan jenis kWh meter digital.

### 2.16 kWh Meter Analog

Jenis atau jenis kWh meter analog adalah mekanik. Mekanis artinya komponen meteran listrik ini menggunakan aluminium yang dipasang pada kWh untuk menghitung daya dengan menghitung putaran atau putaran piringan yang sudah diketahui. Pada kWh meter analog ini terdapat kumparan yang mengambil arus dan tegangan dari meteran listrik dan menghasilkan fluks magnet secara langsung. Ketika kumparan dipasang pada meteran listrik analog, arus eddy mengalir melalui piringan, menciptakan gaya putar pada piringan aluminium yang

sama dengan daya listrik yang kita gunakan saat ini. Putaran aluminium pada meteran listrik kemudian menggerakkan penghitung yang menunjukkan berapa banyak listrik yang digunakan. Plat menggunakan plat aluminium, namun aluminium merupakan logam yang lebih kecil kemungkinannya berkarat dibandingkan logam seperti besi. Pada meteran listrik 3 fasa, semua kabel fasa terhubung ke kWh meter, tetapi jika ada kabel yang terputus atau terputus, pembacaan meter listrik tidak akan akurat. Kesimpulan dari kWh meter analog adalah bahwa itu tergantung pada kecepatan piringan aluminium, yang menunjukkan jumlah energi yang dikonsumsi oleh konsumen.

### 2.17 Perhitungan Konsumsi Energi

Untuk menghitung besarnya konsumsi energi dari peralatan di setiap ruangan digunakan persamaan:

$$\text{Konsumsi listrik} = \text{Daya (kW)} \times \text{waktu pakai (jam)} \times 22 \text{ hari} / 1000$$

Dari data di atas, total daya yang digunakan (kWh) dari semua peralatan dalam satu bulan yaitu: = 19.735,5 Watt x 22 hari /1000 = 434,181 kWh/bulan

Dari jumlah daya listrik yang digunakan pada ruangan seluas 30 m<sup>2</sup>, maka nilai intensitas konsumsi energinya (IKE) adalah:  $\text{IKE} = 434,181 / 30 = 14,472 \text{ kWh/ m}^2 \text{ /bulan}$

### Metode Menentukan Pemakaian Energi Listrik

Pemakaian energi listrik ditingkat konsumen ada bermacam- macam disesuaikan dengan kebutuhan yang terjadi. Untuk mengetahui pola penggunaan listrik yang terdapat di Rumah Makan Garuda Medan maka penulis menggunakan beberapa

metode yang dapat mendekati pola penggunaan energi listrik, antara lain  
Perhitungan Energi Listrik (Lambey.n,a 2021)

Melakukan perhitungan energi listrik terpakai pada saat beban puncak dan  
diluar beban puncak

Observasi(Pengamatan)

Melakukan pengamatan secara langsung penggunaan energi listrik.

Wawancara

Mengadakan tanya jawab dengan pihak-pihak terkait untuk mendapatkan  
keterangan yang lebih mendalam tentang pemakaian energi listrik.

Variabel Penelitian

Secara garis besar energi listrik di Rumah Makan Garuda Medan  
digunakan untuk mensuplai beban listrik seperti :

Beban Penerangan

- a. Lampu TL
- b. Lampu XL
- c. Lampu Pijar
- d. Lampu Merkuri

Beban Motor

- e. Air Conditioner (AC)
- f. Kipas Angin

BebanElektronika

- g. Komputer
- h. Kulkas

- i. Televisi
- j. Dispenser

#### Prosedur Penelitian

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

1. Melakukan perhitungan beban pada rumah makan Garuda dan mencatat beban nyala dalam waktu 24 jam yang dikelompokkan dalam 6 bagian waktu yaitu pukul 08.00-10.00, 10.00-12.00, 12.00-14.00, 14.00-16.00, 16.00- 18.00, 18.00-20.00.
2. Membuat pola pemakaian energi listrik yang didasarkan atas pengamatan secara langsung (observasi), interview dengan pihak-pihak terkait tentang pemakaian energi listrik yang terdapat pada rumah makan Garuda.

#### **2.18 Penggunaan Energi Listrik**

Dalam sistem kelistrikan terdiri empat sektor beban yang dilayani oleh sistem distribusi diantaranya beban rumah tangga, beban industri, beban komersial dan beban usaha termasuk biaya beban rumah makan. Karakteristik-karakteristik beban tersebut berbeda beda, karena ini berkaitan dengan konsumsi energi masing-masing sektor.

Beban rumah makan seperti rumah makan Garuda yang sudah terkenal biasanya memiliki pola konsumsi energi yang cukup signifikan, terutama pada siang hari. Sementara untuk beban industri pola konsumsi energinya hampir sama setiap saat sehingga nilai perbandingan beban puncak dengan beban rata-rata mendekati satu. Dan untuk beban komersial dan beban usaha pola konsumsi

listriknnya hampir sama, hanya saja pada beban komersial pola konsumsinya tinggi pada malam hari sehingga beban puncak akan meningkat pada malam hari.

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha, didalam energi terdapat usaha yang tersimpan. Dalam hukum kekekalan energi, energi hanya bisa diubah dari satu bentuk ke bentuk yang lain tetapi energi tidak bisa diciptakan ataupun di musnahkan. Begitupun energi listrik, energi listrik dihasilkan karena adanya perubahan dari energi gerak (mekanik), sehingga dengan adanya energi listrik dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin. Energi listrik banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti penerangan, menjalankan motor-motor listrik, pemanas, pendingin dan lain-lain. Energi atau daya yang digunakan dalam peralatan listrik dikalikan dengan waktu penggunaan alat tersebut, sehingga jika diukur dalam watt jam maka :

$$W = P \times t \dots\dots\dots(2.11)$$

Dengan :

$$P = \text{Daya (Watt)} \quad t = \text{Waktu (Jam)}$$

$$W = \text{Energi dalam Watt jam}$$

Watt jam (*wathour* = Wh) merupakan energi yang dikeluarkan jika 1 Watt digunakan selama 1 jam

## 2.19 Sistem Tenaga Listrik

Peralatan listrik diperlukan sebagai penyediaan tenaga listrik untuk para pelanggan. Sehingga peralatan tersebut mempunyai interrelasi secara keseluruhan hingga mampu membentuk suatu sistem tenaga listrik. Sistem tenaga listrik

merupakan pusat beban dan pusat listrik yang dihubungkan satu sama lain oleh jaringan transmisi sehingga membentuk kesatuan interkoneksi.

Kebutuhan pelanggan akan energi listrik akan selalu bertambah atau meningkat dari waktu ke waktu. Sehingga dibutuhkan peningkatan sistem tenaga listrik untuk melayani kebutuhan pelanggan karena suatu sistem tenaga dikembangkan berdasarkan tingkat kebutuhan energi yang dibutuhkan pelanggan. Berdasarkan jenis konsumen energi listrik, secara garis besar beban dapat diklasifikasikan ke dalam : Beban rumah tangga merupakan beban peralatan listrik yang terdapat pada rumah-rumah penduduk. Beban rumah tangga berupa penerangan, kipas angin, pompa air dan peralatan peralatan listrik yang memiliki kapasitas kecil. Beban puncak rumah tangga biasanya terjadi pada malam hari.

Beban komersial berupa penerangan untuk reklame, penyejuk udara, kipas angin dan peralatan listrik lainnya yang biasanya digunakan pada hotel maupun restoran. Beban puncaknya biasanya terjadi pada malam hari. Beban industri merupakan beban yang memiliki kapasitas besar karena digunakan untuk menjalankan motor-motor listrik, dimana beban puncak untuk sektor industri terjadi pada siang hari karena motor-motor listrik banyak digunakan atau beroperasi pada siang hari. Beban Fasilitas umum yang terdiri dari lampu merah, papan iklan lampu jalan dan peralatan peralatan listrik yang digunakan secara umum.

Pengelompokkan ini sangat penting ketika akan membentuk suatu sistme tenaga yang besar sehingga penting dilakukan analisis karakteristik beban.

Perbedaan dari keempat beban tersebut selain dari kapasitas daya yang dimiliki juga waktu beban puncak untuk setiap beban itu berbeda-beda

## 2.20 Analisis Beban Sistem

Kebutuhan pelanggan terhadap tenaga listrik bergantung pada perubahan serta besar kecilnya beban. Konsumsi tenaga listrik yang digunakan oleh pelanggan disebut sebagai beban sistem tenaga, dimana yang hanya bisa dilakukan adalah membuat perkiraan beban karena untuk besarnya suatu beban sistem tidak dapat dilakukan perhitungan eksak. Perkiraan beban harus selalu diusahakan karena beban sistem yang dibangkitkan harus sama dengan daya yang dibangkitkan agar tidak terjadi masalah. Selain itu, analisa beban sistem tenaga listrik yang pernah terjadi dimasa lalu juga perlu untuk memperkirakan beban sebaik mungkin, sehingga masalah perkiraan beban perlu mendapatkan perhatian khusus.

Adapun pembagian kelompok perkiraan beban yaitu:

### 1. Perkiraan beban jangka Panjang

Perkiraan beban jangka panjang dibutuhkan untuk menghadapi masalah makro dalam sistem kelistrikan, dimana perkiraan beban jangka panjang terjadi dalam waktu diatas satu tahun.

### 2. Perkiraan beban jangka menengah

Penentuan beban jangka menengah dilihat dari poros pada perkiraan beban jangka panjang, dimana perkiraan beban jangka menengah menengah ini terjadi pada selang waktu satu bulan sampai dengan satu tahun.

### 3. Perkiraan beban jangka pendek

Perkiraan beban jangka pendek ditentukan oleh batas beban minimum dan beban maksimum pada perkiraan beban jangka menengah, dimana perkiraan beban jangka pendek itu terjadi dalam beberapa jam sampai dengan satu minggu.

Pemakaian energi listrik yang terus meningkat seiring dengan kebutuhan konsumen mengakibatkan topologi jaringan menjadi bertambah besar yang berujung pada tuntutan pengaturan beban yang seksama dan terpadu untuk memperoleh kondisi operasi yang optimal. Kondisi ini juga mengakibatkan pengaturan beban menjadi semakin kompleks, sehingga diperlukan adanya suatu sistem pengaturan beban yang handal dan memadai. Permasalahan ini menjadi semakin krusial dan serius karena kondisi sistem kelistrikan di Indonesia menggunakan sistem interkoneksi sebagai akibat penyebaran beban dan pembangkit yang tidak merata. Meskipun sistem interkoneksi merupakan suatu metode yang handal dan memadai dalam pengaturan sistem tenaga listrik dengan tingkat kompleksitas beban yang cukup tinggi tetapi penggunaan sistem tersebut akan mengakibatkan operasi sistem menjadi semakin kompleks, sehingga dalam sistem interkoneksi ini diperlukan adanya pengamatan beberapa besaran, seperti profil tegangan bus, aliran daya nyata dan daya reaktif dalam saluran, pengaruh pengaturan kembali jaringan dan pemasangan peralatan-peralatan pengaturan untuk kondisi beban yang berbeda-beda guna memperoleh kondisi operasi sistem tenaga listrik yang optimal. Dalam sistem tenaga listrik, besaran-besaran tersebut dapat diketahui dengan cara melakukan analisis aliran beban (*load flow analysis*). Analisis aliran beban sangat penting dalam perencanaan pengembangan suatu sistem tenaga listrik di masa yang akan datang, karena pengoperasian yang baik

dari suatu sistem tenaga listrik sangat bergantung pada diketahuinya efek-efek interkoneksi dengan sistem tenaga yang lain, beban yang baru, stasiun pembangkit baru serta saluran transmisi baru, sebelum semuanya dipasang, . Informasi dari analisis aliran beban digunakan untuk mengevaluasi secara terus menerus tampilan arus dari sebuah sistem tenaga listrik dan untuk menganalisis keefektivan perencanaan alternatif untuk perluasan sistem guna memenuhi kebutuhan beban yang meningkat (GW stagg, 1968)

Analisis aliran beban pada sebuah sistem tenaga listrik dilakukan secara berulang-ulang sesuai dengan perubahan beban dan topologi jaringan sehingga memerlukan sebuah perangkat lunak sebagai alat bantu dalam melaksanakan analisis aliran beban yang memiliki tingkat kemudahan peng-update-an data-datanya tanpa melakukan perubahan yang signifikan pada program utamanya. Beberapa perangkat lunak yang telah ada, baik yang dibuat secara khusus untuk menyelesaikan permasalahan aliran beban an sich maupun perangkat lunak yang bersifat umum yang digunakan untuk meyelesaikan permasalahan-permasalahan di sistem tenaga listrik mempunyai kelemahan, diantaranya: bila terjadi perubahan data dan topologi jaringan harus mengulang dari awal proses analisis aliran beban; dan tingkat kesulitan penggunaan perangkat lunak tersebut cukup tinggi bagi user yang masih belum mahir dan advanced dalam proses analisis aliran beban.

## **2.21 Karakteristik Umum Beban Listrik**

Karakteristik dari berbagai beban merupakan hal utama yang sangat penting dalam melakukan perencanaan sistem distribusi. Karena pendistribusian sistem tenaga listrik dilakukan dari sumber atau gardu induk ke sejumlah beban atau pelanggan. Selain berperan penting dalam perencanaan sistem distribusi,

karakteristik beban juga berperan sangat penting dalam memilih kapasitas transformator yang tepat dan ekonomis

Analisis sistem tegangan dan pengaruh termis dari suatu pembebanan dapat dilakukan dengan baik jika terdapat karakteristik beban. Karena dengan adanya analisis tersebut dapat menentukan kondisi awal sehingga pada perencanaan selanjutnya sudah mudah untuk diproyeksikan. Maka dari itu penting untuk melakukan penentuan karakteristik beban suatu gardu distribusi, tujuannya adalah selain untuk merencanakan suatu gardu distribusi yang baru juga untuk mengevaluasi pembebanan yang terdapa pada gardu distribusi tersebut.

Jenis beban yang dilayani suatu gardu distribusi sangat bergantung pada karakteristik beban tersebut. Berikut ini beberapa faktor yang menentukan karakteristik beban.

- a. Beban rata-rata
- b. Faktor beban
- c. Faktor kebutuhan

## **2.22 Statistical Product and Service Solution**

SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) adalah suatu program yang banyak digunakan dalam olah data statistik, bahkan banyak peneliti diseluruh dunia menggunakan SPSS untuk menyelesaikan tugas penelitian.

SPSS banyak digunakan karena kemampuan akan analisis statistiknya cukup tinggi sehingga mudah untuk dipahami cara pengoperasiannya. Selain itu

terdapat kota dialog dan menu deskriptif yang sederhana dalam melakukan sistem manajemen data pada lingkungan grafis

### **2.23 Penelitian Terdahulu**

Sebagai bahan pertimbangan dalam penelitian ini akan dicantumkan beberapa hasil penelitian terdahulu oleh beberapa peneliti yang pernah penulis baca, diantaranya :

Penelitian yang dilakukan oleh Tongam Sihol Nababan (2008) dengan tujuan penelitian yaitu untuk menguji pengaruh faktor sosio-ekonom terhadap konsumsi energi rumah tangga PT PLN (Persero) Di Kota Medan. Dengan menggunakan analisis regresi linier berganda diperoleh hasil bahwa permintaan energi listrik berpengaruh pada karakteristik rumah dan peralatan elektronik. (T.Sihol nababan, 2011). Penelitian yang dilakukan oleh S. Iglesias Kristianto (2015) yang bertujuan untuk memperkirakan kebutuhan listrik untuk kebutuhan rumah tangga di Kecamatan Tembalang. Dengan menggunakan analisis regresi linier berganda diperoleh bahwa efek pendapatan keluarga, peralatan elektronik, anggota keluarga, ukuran rumah dan waktu luang dirumah berpengaruh positif terhadap permintaan listrik. (Kristianto, 2015)

### **2.24 Penelitian Relevan**

Sebagai bahan pertimbangan dalam penelitian ini, maka penulis mencantumkan beberapa hasil penelitian terdahulu oleh beberapa peneliti yang berhubungan dengan penelitian ini diantaranya adalah: yang dilakukan oleh Benriwati dkk tentang Analisa Konsumsi Energi Listrik Rumah dengan Kendali Otomatis, menunjukkan bahwa pengontrolan lampu rumah secara otomatis dapat

menghemat konsumsi energi sehingga mengurangi biaya pembayaran listrik. Paper ini bertujuan membandingkan konsumsi energi listrik secara manual dengan kendali otomatis pada lampu penerangan rumah menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560, karena memiliki kelebihan yaitu jumlah input/output yang banyak sehingga fleksibilitas beban lampu yang dikontrolpun bisa lebih banyak. Modul Relay berfungsi mengontrol *On/Off* secara otomatis. Permasalahan yang dialami jika menggunakan saklar kontak *On/Off* manual adalah pada saat menghidupkan atau mematikan lampu tidak pada jam yang sama karena kelalaian manusia sehingga pemakaian daya tidak terkontrol dengan baik. Hasil pengujian yang telah dilakukan selama sebulan dengan beban maksimal 300 Watt diperoleh konsumsi daya listrik yang terbaca pada kWh meter dengan menggunakan alat kendali otomatis sebesar 61,4 kWh sedangkan pada sistem manual sebesar 85,7 kWh. Sehingga di dapatkan selisih daya sebesar 24,3 kWh. Penghematan biaya listrik sebesar 35,655 (TDL; Rp 1.467,28/kWh), dengan demikian pemakaian alat kendali otomatis untuk mengontrol lampu penerangan rumah terbukti lebih hemat energi listrik dibandingkan dengan sistem manual menggunakan saklar *On/Off*.

Penelitian lain oleh Sudirman Palaloi Analisis Penggunaan Energi Listrik Pada Pelanggan Rumah Tangga Kapasitas Kontrak Daya 450 VA menunjukkan bahwa Fluktuasi penggunaan arus dan daya listrik pada pelanggan rumah tangga dengan kapasitas kontrak daya 450 VA sangat tinggi. Penggunaan daya rata-rata masing-masing rumah masih berada di bawah kapasitas 450 VA. Namun arus maksimum yang terjadi sering lebih besar dari pembatas arus (2A),

## 2.25 Golongan tariff listrik

Tabel 2.3 Golongan Tarif Listrik

Golongan	Batas Daya	Biaya/kWh
Subsidi	450 VA	Rp415/kWh
Subsidi	450 VA	Rp605/kWh
Mampu	900 VA	Rp1.352/kWh
Mampu	1.300 VA	Rp1.467,28/kWh
Mampu	2.200 VA	Rp1.467,28/kWh
Mampu	3.300 VA	Rp1.467,28/kWh
Mampu	4.400 VA	Rp1.467,28/kWh
Mampu	5.500 VA	Rp1.467,28/kWh
Mampu	6.600 VA	Rp1.467,28/kWh

Table 2.4 Tarif listrik per kWh untuk pelanggan rumah tangga tahun 2023

Golongan	Daya listrik	Tarif listrik per kWh
R-1/TR	900 VA	Rp 1352 per kWh
R-1/TR	1.300 VA	Rp 1.444,70 per kWh
R-1/TR	2.200 VA	Rp 1.444,70 per kWh
R-2/TR	3.500-5.500 VA	Rp 1.669,53 per kWh
R-3/TR	6.600 VA	Rp 1.1669,53 per kWh

Tabel 2.5 tarif listrik per kWh untuk bisnis dan industri

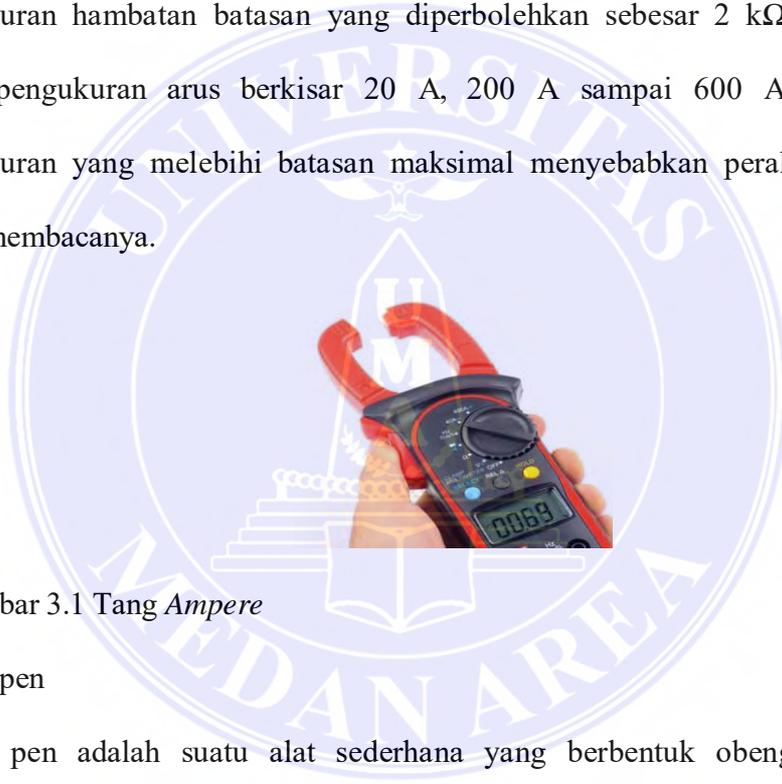
Golongan	Daya listrik	Tariff listrik per kWh
B-3/TM	200 KVA ke atas	Rp 1.114,74 per kWh
1-4/TT	30.000 KVA ke atas	Rp 996,74 per kWh
P-2/TM	200 KVA ke atas	Rp 1.522,88 per kWh
P-1/TR	200 KVA	Rp 1.699,53/kWh



### 3.2 Bahan dan Alat

#### 1. Tang *Ampere*

Tang *Ampere* merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur arus, tegangan dan hambatan listrik. Alat ini membaca secara digital hasil pengukuran terhadap objek yang telah dieksekusi, peralatan ini mempunyai batasan – batasan pembacaan yang digunakan untuk mengakuratkan segi pengukuran, dimana untuk pengukuran tegangan batasan maksimal yang diperbolehkan sebesar 600 V, untuk pengukuran hambatan batasan yang diperbolehkan sebesar 2 k $\Omega$  . Sedangkan untuk pengukuran arus berkisar 20 A, 200 A sampai 600 A. Terjadinya pengukuran yang melebihi batasan maksimal menyebabkan peralatan ini tidak dapat membacanya.



Gambar 3.1 Tang *Ampere*

#### 2. Test pen

*Test pen* adalah suatu alat sederhana yang berbentuk obeng yang dapat dipergunakan untuk melihat arus listrik pada suatu penghantar/terminal kontak atau untuk menentukan penghantar fasa.



Gambar 3.2 Test pen

### 3. Kamera handphone

Pada penelitian ini handphone digunakan untuk mengambil gambar yang terkait sebagai objek penelitian.



Gambar 3.3 Kamera Handphone

### 4. Kalkulator

Pada penelitian ini kalkulator digunakan untuk menghitung jumlah daya beban dan energi yang terpakai pada kWh meter.



Gambar 3.4 Kalkulator

### 3.5 Lux Meter

Pada penelitian ini lux meter berfungsi untuk mengukur besarnya intensitas cahaya yang berada pada rumah makan Garuda



Gambar 3.5 Lux Meter

### 3.3 Metode Penelitian

Dalam hal pengumpulan data ini penulis terjun langsung pada objek yang akan di teliti untuk mendapatkan data yang valid maka peneliti menggunakan metode sebagai berikut

1. Metode observasi (Pengamatan)

Melakukan pengamatan secara langsung penggunaan energi listrik.

2. Wawancara

Mengadakan tanya jawab dengan pihak-pihak terkait untuk mendapatkan keterangan yang lebih mendalam tentang pemakaian energi listrik

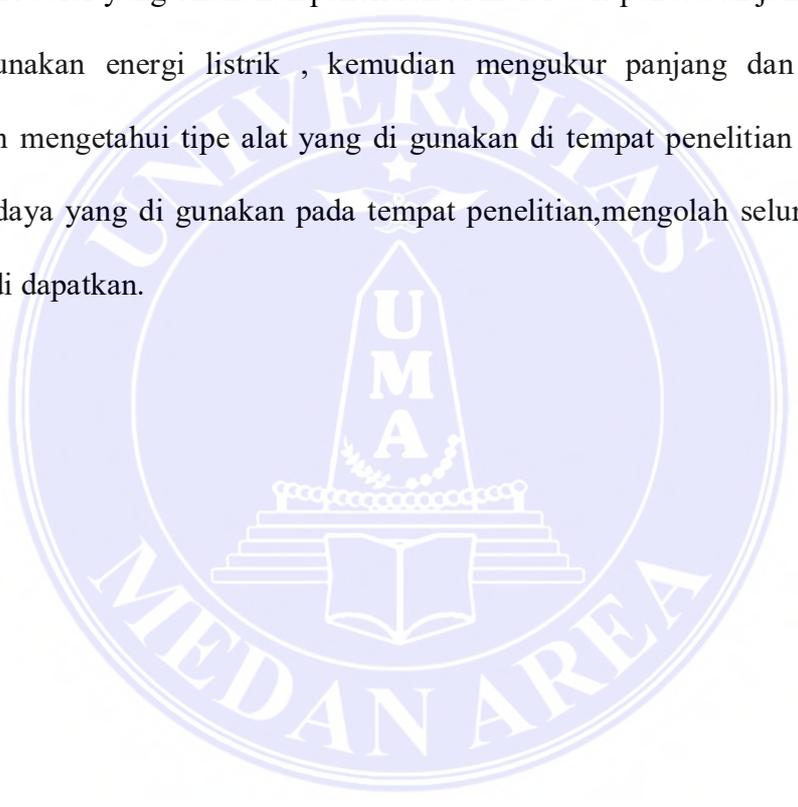
### 3.4 Populasi dan sampel

Pada penelitian ini yang menjadi populasi adalah jumlah pengguna listrik yaitu rumah makan Garuda jalan Adam Malik. Sumber data studi beban listrik di peroleh dengan melakukan wawancara dan pengujian secara langsung dari setiap daya listrik yang di gunakan pada penelitian ini menunjukkan bahwa pengontrolan lampu rumah secara otomatis dapat menghemat konsumsi energi listrik sehingga

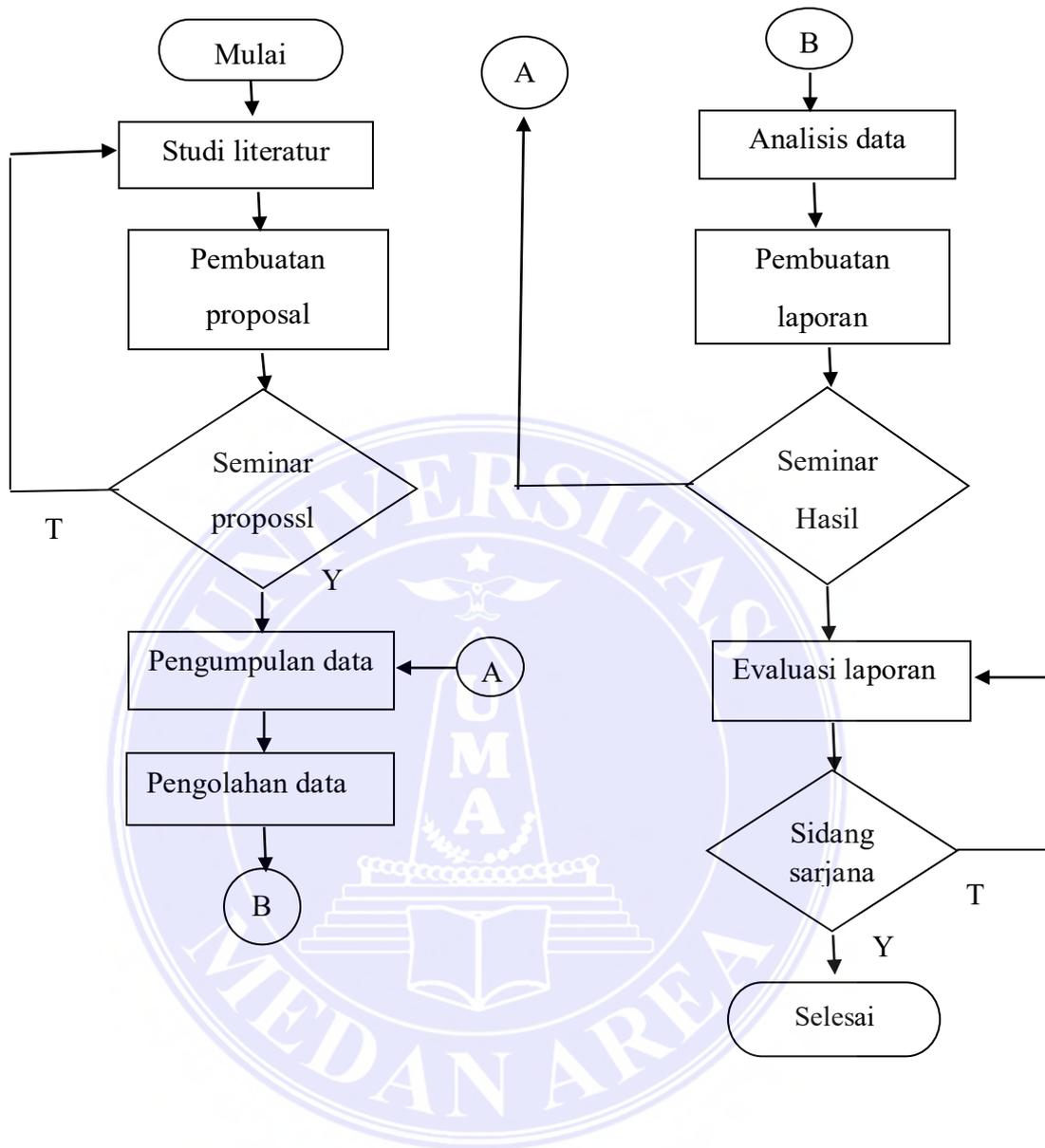
mengurangi biaya pembayaran listrik paper ini bertujuan membandingkan konsumsi energi listrik secara manual dengan kendali otomatis pada lampu penerangan rumah menggunakan *mikrokontroler* arduino mega 2560, karena memiliki kelebihan yaitu jumlah *input* dan *output* yang banyak sehingga fleksibilitas beban lampu yang di kontrol pun bisa lebih banyak. modul relay berfungsi mengontrol *on/off* secara otomatis

### 3.5 Produser kerja

Produser yang dilakukan penelitian di mulai dari pendataan jumlah alat yang menggunakan energi listrik , kemudian mengukur panjang dan lebar setiap ruangan mengetahui tipe alat yang di gunakan di tempat penelitian , mengetahui beban daya yang di gunakan pada tempat penelitian, mengolah seluruh data yang sudah di dapatkan.



### 3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Simpulan**

Dari hasil perhitungan dan analisis data yang telah dilakukan dalam penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Daya listrik yang terbesar yang terpakai pada penerangan bagian ruang lantai 2 adalah 2640 Watt dibandingkan dengan daya listrik yang terpakai pada bagian ruangan-ruangan yang lain.
2. Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) cukup efisien sebesar 13,027 kWh/ m<sup>2</sup> per bulan.

#### **5.2 Saran**

- 1 Penelitian tentang penggunaan listrik dapat dikembangkan atau dapat digunakan sebagai acuan untuk penelitian lebih lanjut seperti memfokuskan penelitian tentang diagram besar beban.
2. Untuk dapat mengurangi biaya penggunaan energi listrik perlu dilakukan mematikan beban listrik yang tidak digunakan dan mengganti atau memasang peralatan listrik dengan peralatan yang lebih hemat energi.

## DAFTAR PUSTAKA

- A.H. S. S. Pradnya Paramita Hapsari, "Pengaruh Pertumbuhan Usaha Kecil Menengah (UKM) terhadap Pertumbuhan Ekonomi Daerah (Studi di Pemerintah Kota Batu)," *Wacana*, pp. 88-96, 2014.
- Agung wahyudi biantoro, D. S. (2017). analisis audit energi untuk pencapaian efisiensi energi di gedung AB kabupaten tangerang banten. *jurnal teknik mesin (JTM)*, 1- 9
- Agung wahyudi biantoro, D. S. (2017). analisis audit energi untuk pencapaian efisiensi energi di gedung AB kabupaten tangerang banten. *jurnal teknik mesin (JTM)*, 1- 9.
- Duldes S. Lambey, n. a. (2021). Analisis komsumsi energi listrik untuk pencapaian efisiensi energi di kantor dewan perwakilan rakyat daerah kabupaten tojo una-una. *jurnal ilmiah foristek*, 1-7.
- E. William H, Jack rangkaian listrik jilid 1 edisi 6 (2005)
- G. R. Terry, Dasar- dasar manajemen, jakarta bumi aksara , 1986.
- I. D. P. R. L. Sari, "Analisis pemadaman listrik secara berkala serta penggunaan gengset terhadap kegiatan usaha mikro di kecamatan medan baru", pp. 500 - 512
- M. E. D. S. D. M. R. INDONESIA, Peraturan menteri energi dan sumber daya mineral republik indonesia, 2012.
- M. Abdu H. Saiffuddin, idham A, D, Jufri, "analisa kebutuhan daya listrik terpasang pada gedung kantor bupati kabupaten halmahera barat," *jurnal protek*, pp. 49-57, mei 2018.
- P. E. Prasetyo, "Peran usaha mikro kecil dan menengah (UMKM) Dalam kebijakan penanggulangan kemiskinan dan pengangguran *Akmenika UPY*, vol. Volume 2, pp. 1-13, 2008.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6197- 2000. Konservasi Energi Pada Sistem Penca-hayaan, dan SNI 03-6390-2000. Konservasi energi Sistem Tata Udara Pada Bangunan Gedung. Badan Standarisasi Nasional
- S. Iglesias kritianto (2015) Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Industri Mikro dan Kecil (IMK) di Kota Denpasar *E-Jurnal EP Unud*, 8 [2] : 304-329
- T Sihol nababan (2011) "analisis faktor faktor yang mempengaruhi konsumen listrik pada rumah tangga sederhana *jurnal ekonomi dan bisnis vol 11 no 2, 1-*
- P. E. Prasetyo, "Peran usaha mikro kecil dan menengah (UMKM) Dalam kebijakan penanggulangan kemiskinan dan pengangguran *Akmenika UPY*, vol. Volume 2, pp. 1-13, 2008.