

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISA KEBUTUHAN DAYA ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik Universitas  
Muhammadiyah Sumatra Utara*

**Disusun Oleh:**

**TEUKU ALJABBAR NUR**

1907220177



# **UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMTERA UTARA  
MEDAN  
2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Teuku aljabbar nur

NPM : 1907220117

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Analisa kebutuhandaya energi listrik pada gedung  
laboratorium fakultas teknik universitas muhammadiyah  
sumatera utara

Bidang Ilmu : Sistem kontrol

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Mengetahu dan Menyetujui

Dosen Pembimbing

Muhammad adam, S.T., M.T.

Dosen Penguji I

Ir Abdul Azis Hutasuht, M.M

Dosen Penguji II

Elvy Sahnur Nasution, S.T., M.Pd.



Falsal Irsan Pasaribu, S.T., M.T.

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap : Teuku Aljabbar Nur  
Tempat/Tanggal Lahir : Langsa, 20 Oktober 2001  
Npm : 1907220117  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir Saya yang berjudul :

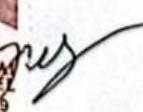
**“Analisa kebutuhan daya energi listrik pada gedung laboratorium fakultas teknik universitas muhammadiyah sumatera utara.”**

Bukan Merupakan Plagiarisme, Pencurian hasil karya orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan lain, yang hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara Orisinil dan Ontentik.

Bila Kemudian Hari diduga Kuat ada ketidak sesuaian antara Fakta dan kenyataan ini, Saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan Sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan Kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya perbuat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan atau paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 2 Oktober 2023  
Saya yang menyatakan,



Teuku Aljabbar Nur

## ABSTRAK

Penggunaan energi listrik pada tingkat konsumen sering terjadi perubahan pemakaian, ini disebabkan pada pola konsumsi yang tidak teratur. Pertambahan penduduk juga dapat memicu terjadinya peningkatan kebutuhan energi listrik, tetapi hal ini tidak seimbang dengan peningkatan penyediaan tenaga listrik, dimana kapasitas daya terpasang masih tetap, sementara kebutuhan masyarakat terus meningkat dan berbagai kegiatan pendukungnya. Hal ini dapat dikatakan bahwa ketergantungan dalam pemakaian tenaga listrik sangat tinggi, tidak hanya untuk kebutuhan penerangan tetapi juga untuk mendukung kegiatan ekonomi. Maka dari itu akibat yang ditimbulkan adalah seringnya terjadi pemadaman aliran listrik oleh PLN, terutama pada saat beban puncak. Hal ini disebabkan oleh akibat pemakaian beban yang melebihi daya yang telah disediakan. Dengan kata lain pembangunan bidang kelistrikan harus dapat mengimbangi kebutuhan tenaga listrik yang akan terus meningkat. Oleh sebab itu, untuk menyalurkan tenaga listrik secara ekonomis dan efisien diperlukan strategi yang jitu di dalam sebuah perencanaan pemeliharaan, penyaluran dan penggunaan energi listrik. Total beban umum yang ada pada laboratorium fakultas teknik UMSU adalah sebesar 35.006 Wh/ hari. Dimana beban ini dihitung pada saat jam kerja yaitu pukul 07.00 – 18.00. Adapun beban yang lain adalah beban praktikum program studi teknik elektro yaitu beban yang hidup hanya satu kali dalam setahun. Dimana beban praktikum program studi teknik elektro dan teknik mesin ini apabila hidup secara bersamaan adalah sebesar 213259 kWh/hari. Beban total yang dibutuhkan untuk mensuplai beban yang ada apabila diasumsikan hidup beban umum dan beban praktikum secara bersamaan adalah 45041 kWh

**Kata Kunci : Energi Listrik, Audit, Beban Listrik, Daya Listrik**

## **ABSTRACT**

*The use of electrical energy at the consumer level often changes in usage, this is due to irregular consumption patterns. Population growth can also trigger an increase in the need for electrical energy, but this is not balanced with an increase in the supply of electric power, where the installed power capacity remains constant, while community needs continue to increase and various supporting activities. It can be said that dependence on the use of electricity is very high, not only for lighting needs but also to support economic activities. Therefore, the result is frequent power outages by PLN, especially during peak loads. This is caused by the impact of using a load that exceeds the power provided. In other words, development in the electricity sector must be able to keep up with the need for electricity which will continue to increase. Therefore, to distribute electricity economically and efficiently, an accurate strategy is needed in planning the maintenance, distribution and use of electrical energy. The total general load on the UMSU engineering faculty laboratory is 35,006 Wh/day. Where this load is calculated during working hours, namely 07.00 – 18.00. The other load is the practical load for the electrical engineering study program, which is a load that occurs only once a year. Where the practical load for this electrical engineering study program when running simultaneously is 213259kWh/day. The total load required to supply the existing load if it is assumed that the general load and practical load are running simultaneously is 45041 kWh*

**Keywords: Electrical Energy, Audit, Electrical Load, Power Load**

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, Puji syukur kita ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “ANALISA KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK UMSU”. sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam kesempatan yang berbahagia ini, dengan segenap hati. Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak memberikan motivasi kepada kami didalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, terutama kepada :

1. Kedua orang tua yang selalu mendo'akan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada kami semua sehingga kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
2. Bapak Dr. Agussani, M.A.P, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Ade Faisal, M.sc, P.hd, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Affandi, S.T., M.T., selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Ibu Elvy Sahnur, S.T., M.Pd., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Muhammad Adam, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa membimbing saya dalam penulisan laporan Tugas Akhir.

9. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro Stambuk 2019.
11. Teman-teman seperjuangan kos al falah 5
12. Kakak, Mamak dan Abang ipar yang senantiasa memberi dukungan dan doa
13. Mira Agustina yang selalu mengecek saya dalam rangka membantu dan menghibur saya dalam pembuatan skripsi ini

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
DAFTAR ISI .....	v
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Ruang Lingkup.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II.....	3
TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan.....	3
2.2 Energi Listrik .....	5
2.3. Beban Listrik.....	7
2.3.1 Jenis beban listrik.....	11
2.3.2 Beban Usaha Bisnis .....	12
2.3.3 Beban Publik .....	12
2.3.4 Beban Industry.....	12
2.3.5 beban pemerintahan .....	12
2.3.6 Analisis beban sistem.....	12
2.4 Pengertian System Tenaga Listrik .....	13
2.5 Beban Rata-Rata.....	14
2.6 Faktor Beban.....	16
2.7 Faktor Kebutuhan.....	18
2.8 Faktor Daya.....	19
2.9 Hambatan listrik .....	22
2.10 Hukum ohm .....	27
BAB III .....	33

METODOLOGI PENELITIAN .....	33
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian.....	33
3.2 Peralatan Penelitian .....	33
3.3 Metode Menentukan Pemakaian Energi Listrik .....	33
3.3.1 Perhitungan Energi Listrik .....	34
3.3.2 Observasi (Pengamatan).....	34
3.3.3 Wawancara.....	34
3.4 Variabel Penelitian .....	34
3.4.1 Beban Penerangan.....	34
3.4.2 Beban Motor.....	34
3.4.3 Beban Elektronika.....	34
3.4. Prosedur Penelitian .....	35
BAB IV .....	33
ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1. Beban terpasang pada LAB Teknik UMSU .....	35
4.1.1 Observasi Beban Terpasang pada Laboratorium .....	34
4.2. Beban Peralatan lain LAB UMSU.....	49
4.3. Beban TOTAL Teknik UMSU.....	52
BAB V .....	53
PENUTUP.....	53
5.1. Kesimpulan.....	53
5.2. Saran.....	53

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Energi listrik merupakan bentuk energi yang paling cocok dan nyaman bagi masyarakat modern karena dapat dengan mudah diubah ke bentuk energi lain, misalnya pendingin udara, penerangan, pompa air dan beberapa keperluan lainnya. Hampir segala aktifitas manusia didukung oleh keberadaan energi listrik ini. ekonomis dan efisien diperlukan strategi yang jitu di dalam sebuah perencanaan pemeliharaan, penyaluran dan penggunaan energi listrik.

Penggunaan energi listrik pada tingkat konsumen sering terjadi perubahan pemakaian, ini disebabkan pada pola konsumsi yang tidak teratur. Pertambahan penduduk juga dapat memicu terjadinya peningkatan kebutuhan energi listrik, tetapi hal ini tidak seimbang dengan peningkatan penyediaan tenaga listrik, dimana kapasitas daya terpasang masih tetap, sementara kebutuhan masyarakat terus meningkat dan berbagai kegiatan pendukungnya. Hal ini dapat dikatakan bahwa ketergantungan dalam pemakaian tenaga listrik sangat tinggi, tidak hanya untuk kebutuhan penerangan tetapi juga untuk mendukung kegiatan ekonomi. Maka dari itu akibat yang ditimbulkan adalah seringnya terjadi pemadaman aliran listrik oleh PLN, terutama pada saat beban puncak. Hal ini disebabkan oleh akibat pemakaian beban yang melebihi daya yang telah disediakan. Dengan kata lain pembangunan bidang kelistrikan harus dapat mengimbangi kebutuhan tenaga listrik yang akan terus meningkat. Oleh sebab itu, untuk menyalurkan tenaga listrik secara ekonomis dan efisien diperlukan strategi yang jitu di dalam sebuah perencanaan pemeliharaan, penyaluran dan penggunaan energi listrik.

Oleh karena itu dari latar belakang dan referensi yang di dapat mengenai “ANALISA KEBUTUHAN DAYA ENERGI LISTRIK PADA LABORATORIUM TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA”

### **1.2 Rumusan Masalah**

1. bagaimana beban puncak dan beban minimal penggunaan daya listrik laboratorium teknik
2. bagaimana keseimbangan beban pada laboratorium

### **1.3 Ruang Lingkup**

1. Pengambilan data beban puncak dan minimal laboratorium teknik
2. Mengetahui beban apa saja yang melingkupi laboratorium teknik
3. Untuk mengetahui beban listrik pada laboratorium teknik teknik

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Ada pun yang menjadi tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis beban puncak dan minimal penggunaan listrik pada laboratorium teknik
2. Menganalisis beban apa saja yang melingkupi laboratorium teknik
3. Menganalisis keseimbangan beban yang ada pada listrik laboratorium teknik.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Untuk mengetahui kelebihan muatan dan daya energi listrik.
2. Untuk Mencegah kerusakan alat listrik dan alat elektronik.
3. Hasil Analisa ini diharapkn dapat menjadi bahan rujukan untuk penelitian.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka Relevan**

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan hidup yang yang paling penting bagi kehidupan. Tanpa adanya energi listrik, berbagai aktivitas manusia tidak dapat berjalan dengan baik dan lancar. Namun konsumsi energi listrik secara berlebihan akan membawa dampak negatif. Oleh karena itu, pemanfaatan energi listrik harus dilakukan secara hemat dan efisien. Untuk mengetahui profil penggunaan energi listrik di suatu bangunan gedung dapat dilakukan audit energi listrik pada bangunan gedung tersebut. Audit energi listrik terdiri dari beberapa tahap. Mulai dari pengumpulan data mengenai penggunaan energi listrik pada periode sebelumnya, pengukuran langsung penggunaan energi listrik serta analisa mengenai peluang penghematan energi. Hasil dari pengambilan data dan analisa tersebut kemudian dilaporkan dengan disertai rekomendasi upaya penghematan energi pada bangunan gedung yang bersangkutan. Sehingga pemakaian energi listrik pada bangunan gedung tersebut bisa lebih efektif dan efisien (Hadiputra, 2007).

Krisis energi yang melanda dunia mengharuskan pelaksanaan hemat energi di segala lini dan tempat, termasuk didalamnya energi listrik. Kampus Kasipah UNIMUS Semarang yang memiliki tingkat pemakaian ruangan yang cukup tinggi pada saat jam kerja dan daya listrik yang terpasang sering trip karena kelebihan beban. Hasil penelitian berupa nilai audit energi pada gedung kampus Kasipah UNIMUS Semarang adalah 117,4 kWh/m<sup>2</sup>. Nilai ini masih dibawah standar gedung perkantoran (240 kWh/m<sup>2</sup>). Dari hasil ini dapat direkomendasikan dua hal yaitu : pemakaian daya di gedung kampus Kasipah UNIMUS Semarang masih dapat ditingkatkan guna mencapai standar minimal peralatan ruangan dan menaikkan kapasitas daya terpasang menjadi 33 kVA agar tidak sering terjadi trip (Achmad Solichan, 2009).

Masalah kelistrikan timbul akibat kebutuhan energi listrik yang meningkat lebih pesat dibandingkan kemampuan PT. PLN (Persero) untuk memenuhi pasokan listrik yang dibutuhkan. Akibatnya, terjadi gangguan, pemadaman bergilir dimana-

mana dan masih terdapat beberapa daerah di Indonesia yang belum mendapatkan kesempatan untuk dialiri listrik. Penghematan energi listrik merupakan langkah nyata dalam upaya mengatasi masalah tersebut. Sebagai upaya nyata proses penghematan energi adalah manajemen energi dan salah satu diantaranya adalah audit energi (Yadi Mulyadi, dkk, 2013).

Tenaga listrik merupakan bentuk energi sekunder yang memegang peranan penting dalam pembangunan ekonomi, sosial dan budaya suatu bangsa, terutama di hitung perkapita menunjukkan tingkat kemajuan dari negara tersebut dalam bidang industri maupun bidang ekonomi. Seiring dengan berjalannya pertumbuhan pembangunan dan bertambahnya kebutuhan akan energi listrik, maka langkah nyata yang dapat dilakukan oleh PT. PLN (Persero) adalah dengan menaikkan harga tarif dasar listrik (TDL) dan ini akan berimbas pada sektor pembisnis yang kebanyakan menggunakan energi listrik dari PT. PLN (Persero). Kenaikan tarif dasar listrik ini harus ditanggapi dengan serius oleh konsumen khususnya dari sektor pembisnis guna memaksimalkan penggunaan energi listrik dan menekan pemakaian energi listrik. Salah satu cara agar pengguna energi bisa dilakukan secara maksimal dan menekan pemakaian energi adalah dengan cara mengaudit pemakaian dan penggunaan energi guna mengidentifikasi potensi penghematan energi pada suatu sarana yang telah ada (Mohamad Jupri, Yuriadi Kusuma, 2010).

Penelitian untuk mengetahui besarnya Intensitas Konsumsi Energi listrik atau IKE ( $\text{kWh/m}^2/\text{tahun}$ ) untuk beban komersial dilakukan oleh Turiel, Isaac, 1998. Komomey, dkk, 1990. Membandingkan efisiensi investasi pembangkitan sebagai program konservasi energi sektor komersial. Penelitian beban sektor industry dan beban lampu pada sektor rumah tangga (Mahmudsyah, dkk, 2000). Audit energi merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan besarnya pemakaian energi dalam bangunan gedung dan telah diterapkan di berbagai negara (ASEAN, APEC), dinyatakan dalam satuan  $\text{kWh/m}^2$  per tahun. Untuk Indonesia, menggunakan hasil penelitian yang dilakukan oleh ASEANUSAID pada tahun 1987 yang laporannya baru dikeluarkan pada tahun 1992 Tidak menutup kemungkinan nilai IKE tersebut berubah sesuai dengan kesadaran masyarakat terhadap penggunaan energi, seperti mahalnya Singapura yang telah menetapkan

IKE listrik untuk perkantoran sebesar 210 kWh/m<sup>2</sup> per tahun. Dalam menghitung besarnya IKE listrik pada bangunan gedung ada beberapa istilah yang digunakan.

## 2.2 Energi Listrik

Sistem Tenaga Listrik Dan Beban 2.1 Energi Listrik Energi menurut Eugene C. Lister yang diterjemahkan oleh Hanapi Gunawan (1993) bahwa energi merupakan kemampuan untuk melakukan kerja, energi merupakan kerja tersimpan. Pengertian ini tidaklah jauh beda dengan ilmu fisika yaitu sebagai kemampuan melakukan usaha (Kamajaya, 1986). Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat pula dimusnahkan. Energi hanya dapat diubah dari suatu bentuk ke bentuk energi yang lain. Demikianlah pula energi listrik yang merupakan hasil perubahan energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik. Keberadaan energi listrik ini dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin. Adapun kegunaan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari merupakan penerangan, pemanas, motormotor listrik dan lain-lain. Energi yang digunakan alat listrik merupakan laju penggunaan energi (daya) dikalikan dengan waktu selama alat tersebut digunakan. Bila daya diukur dalam watt jam, maka:

$$W = P \times t \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

P = daya dalam watt t

= Waktu dalam jam

W = Energi dalam watt jam Watt jam

(wathour = Wh) merupakan energi yang dikeluarkan jika 1 watt digunakan selama 1 jam. Energi listrik merupakan suatu bentuk peralihan tegangan, arus, dan frekuensi yang dapat merugikan atau merusak fungsi peralatan listrik yang dimiliki oleh pelanggan atau pengguna listrik. Tingkat kualitas dan kuantitas energi listrik dapat digunakan untuk menentukan apakah sejumlah besar energi listrik digunakan untuk kebutuhan operasional peralatan listrik. Agar pengguna yang membutuhkan daya listrik bisa mendapat pasokan kelistrikan yang mencukupi, baik dari segi kontinuitas maupun kualitas pada tegangan suplainya, maka perusahaan penyedia

energi listrik harus memperhatikan dan berkonsentrasi pada masalah-masalah yang dapat ditimbulkan oleh kualitas tenaga listrik. Karena mesin listrik yang digunakan dalam industri sensitif terhadap lonjakan tegangan yang disebabkan oleh masalah tenaga listrik, maka dalam industri sangat memperhatikan terhadap masalah ini. Oleh karena itu, upaya penyediaan pelayanan distribusi tenaga listrik yang berkualitas kepada konsumen harus sesuai dengan standar. Tingkat keandalan tenaga listrik untuk menyelesaikan masalah sistem dapat digunakan untuk menentukan efektif atau tidaknya sistem kelistrikan.

Ada berbagai alasan penting mengapa masalah kualitas tenaga listrik yang buruk harus menjadi perhatian, antara lain :

- a) Sensitifitas peralatan kelistrikan kepada kualitas listrik yang dipakai, khususnya pada peralatan kelistrikan yang memakai basic mikroprosesor dan peralatan elektronika lain, terhadap tegangan dan tingkat kestabilan selalu harus dikondisikan supaya tetap bekerja untuk tegangan peralatan tersebut. 6
- b) Tingkat efisiensi yang digunakan pada perangkat listrik meningkat sebagai akibat dari peningkatan tekanan sistem atau efisiensi daya listrik total. Misalnya, kapasitor bank dapat digunakan untuk memotong kerugian dari koreksi faktor daya sambil mengatur percepatan motor listrik. Banyak spesialis di sektor energi mengkhawatirkan lonjakan, yang bermanifestasi sebagai harmonisa dalam sistem, karena kemungkinan besar akan berdampak pada kemampuan yang menurun dengan cepat di masa mendatang.
- c) Pentingnya masalah kualitas daya dipahami oleh konsumen daya listrik saat ini. Pelanggan ini mengantisipasi kualitas daya dari pemasok utilitas karena mereka mengetahui masalah seperti interupsi, penurunan, dan peralihan sementara.

Banyak masalah yang diakibatkan oleh daya listrik yang buruk, seperti masalah variasi voltase, arus, dan frekuensi yang tiba-tiba, harus dipertimbangkan karena dapat menyebabkan kerusakan atau kegagalan peralatan listrik. Untuk mencegah kerugian baik bagi penyedia maupun penerima, industri pemasok daya listrik selalu memastikan untuk tegangan yang didistribusikan harus berkualitas tinggi.

Kualitas daya listrik adalah masalah daya listrik yang berbentuk penyimpangan tegangan, arus dan frekuensi yang mengakibatkan kegagalan ataupun kesalahan operasi pada peralatan-peralatan yang terjadi pada konsumen energi listrik. Daya adalah suatu nilai dari energi listrik yang dikirimkan dan didistribusikan, di mana besarnya daya listrik tersebut sebanding dengan perkalian besarnya tegangan dan arus listriknya. Sistem suplai daya listrik dapat dikendalikan oleh kualitas dari tegangan dan tidak dapat dikendalikan oleh arus listrik karena arus listrik berada pada sisi beban yang bersifat sendiri (individual), sehingga pada dasarnya kualitas daya listrik adalah kualitas dari tegangan itu sendiri

Dalam sistem tenaga listrik yang ideal, bentuk gelombang tegangan yang disalurkan ke peralatan konsumen dan bentuk gelombang arus yang dihasilkan adalah gelombang sinus murni. Harmonisa adalah gangguan yang terjadi dalam sistem distribusi tenaga listrik yang disebabkan adanya distorsi gelombang arus dan tegangan. Distorsi gelombang arus dan tegangan ini disebabkan adanya pembentukan gelombang-gelombang dengan frekuensi kelipatan bulat dari frekuensi fundamentalnya (C. Sankaran, 2002). Harmonisa bisa muncul akibat adanya beban – beban non linier yang terhubung ke sistem distribusi. Beban non linier ini umumnya adalah peralatan elektronik yang di dalamnya banyak terdapat komponen semi konduktor, yang dalam proses kerjanya berlaku sebagai saklar yang bekerja pada setiap siklus gelombang dari sumber tegangan. Beberapa contoh beban non linier antara lain : variable speed drive, komputer, printer, lampu fluorescent yang menggunakan electronic ballast

### **2.3. Beban Listrik**

Dalam perencanaan pembangkit listrik tenaga bayu perkiraan permintaan beban yang tepat sangat dibutuhkan. Perkiraan permintaan beban secara sederhana bisa dilakukan dengan mengalikan jumlah pengguna dengan rata-rata estimasi penggunaan listrik per pengguna. Namun, pendekatan ini tidak benar-benar cukup karena memiliki tingkat akurasi yang rendah untuk pedesaan yang besar. Sebaliknya, lebih baik untuk menggabungkan estimasi permintaan listrik masing-masing calon pengguna, seperti rumah tangga, bangunan sosial, dan layanan ekonomi.

Memperkirakan permintaan listrik membutuhkan usaha yang intensif ketika observasi langsung kelapangan dari pintu ke pintu (door to door). Dua faktor penting dalam perencanaan listrik pedesaan, yaitu kesediaan pengguna untuk terhubung ke akses listrik yang akan dibangun dan konsumsi peralatan listrik yang akan digunakan ketika terhubung ke akses listrik.

Masalah kemungkinan terjadinya kelebihan permintaan beban harus diperhitungkan langsung dari tahap perencanaan awal. Permintaan cenderung tumbuh setelah tahun pertama penyediaan listrik, karena beberapa alasan. Pertama, peningkatan taraf hidup dan ekonomi lokal memungkinkan pengguna untuk membeli lebih banyak peralatan. Kedua, jumlah pengguna juga kemungkinan akan meningkat karena manfaat elektrifikasi berdampak pada pengguna yang pada awal pembangunan tidak menerima terhubung ke jaringan listrik yang dibangun, dan perkembangan desa juga mempengaruhi kelebihan beban. Untuk mengantisipasi peningkatan permintaan tanpa mengorbankan kualitas layanan, beberapa komponen dari sistem harus menggunakan kapasitas yang lebih besar saat perencanaan awal. Untuk menghindari besarnya biaya modal awal, maka kapasitas cukup ditingkatkan sebesar 30%, terutama pada kabel dan baterai. Teknologi pembangkit dapat ditingkatkan setelah sesuai dengan permintaan.

Beban listrik dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu beban motor, beban penerangan dan beban elektronik dan lain – lain. Pada penelitian ini beban akan dibedakan menjadi 3 bagian tersebut untuk mempermudah proses penentuan beban yang akan disuplai oleh PLTB nantinya setelah mendapatkan hasil perencanaan dan perancangan.

Beban dari fasa seimbang adalah beban dengan arus yang mengalir pada beban-beban simetris dan beban tersebut dihubungkan pada tegangan yang simetris pula. Dalam analisisnya sistem yang melayani beban-beban seperti ini biasanya diasumsikan dipasok oleh tegangan yang simetris. Dengan demikian analisisnya dapat dilakukan pada basis perfasa saja. Jadi dalam hal ini beban selalu diasumsikan seimbang pada setiap fasanya, sedangkan pada kenyataannya beban-beban tersebut tidak seimbang. Untuk hal seperti ini, penyelesaiannya menggunakan komponen simetris. Ketidakseimbangan dapat terjadi di pembangkit, jaringan dan beban

ataupun ketiga-tiganya. Ketidakseimbangan beban antara fasa menyebabkan adanya arus yang mengalir pada titik netral

Menurut pandangan luas beban listrik di sebarakan oleh sistem distribusi listrik yang dibagi keadalam beberapa bagian mulai dari perumahan, industri, dan juga pada bidang usaha. Di tiap – tiap beban tersebut memiliki karakteristik yang berbeda, disebabkan oleh pola konsumsi energi listrik di tiap – tiap konsumen listrik di bagiannya tersebut. Karakteristik beban yang banyak disebutkan dengan pola pembebanan pada sektor rumah tangga diperlihatkan dengan perubahan secara signifikan pada pola konsumsi energi listrik. Hal tersebut terjadi diakibatkan oleh banyak rumah tangga yang dominan menggunakan banyak energi listrik pada malam hari untuk penerangan. Pada sektor industri, penggunaan listrik di setiap harinya dapat dikategorikan stabil, sehingga pada sektor industri memiliki perbandingan antara beban maksimum dengan beban rata – rata mendekati nilai satu. Beda halnya dengan penggunaan listrik pada bidang pemerintahan dan usaha, keduanya memiliki karakteristik yang tidak bebeda jauh, sedangkan untuk sektor sosial penggunaan listrik lebih banyak digunakan pada waktu pagi hingga sore hari. Berdasarkan dari berbagai macam pegguna listrik, secara umum sektor beban dapat dibagi menjadi lima sektor yakni sektor rumah tangga/perumahan, sektor pabrik/industri, sektor sosial, dan sektor perusahaan juga pemerintahan.

Peramalan beban listrik biasanya dilakukan dengan membuat model. Model yang dibangun ini didasarkan pada informasi relatif dan data permintaan beban sebelumnya. Semua perkiraan harus didasarkan pada data sebelumnya. Oleh karena itu, perkiraan beban listrik harus didasarkan pada data beban sebelumnya dari wilayah yang akan diperkirakan. Dari tahun 1973 hingga 1979, sebuah tim peneliti disatukan untuk melakukan tinjauan independen terhadap metodologi peramalan 7 beban masa lalu dan kini berdasarkan negara bagian Iowa di Amerika Serikat. Tim ini mampu membagi permintaan listrik menjadi dua bentuk ialah:

- 1) Permintaan energi yang diukur dalam kilowatt-jam (atau megawatt-jam).
- 2) Permintaan puncak yang diukur kilowatt (atau megawatt).

Permintaan energi listrik sangat penting dalam divisi utilitas perusahaan dan perencanaan keuangan. Peramalan permintaan puncak biasanya dilakukan oleh insinyur atau perencana di divisi perencanaan sistem. Ada berbagai metode dan

model yang digunakan dalam peramalan beban. Diantaranya adalah: metode analisis regresi, model Proses Gaussian, deret waktu, metode estimasi keadaan statis, logika fuzzy dan penggunaan Artificial Intelligence (AI). Sekelompok peneliti dapat membagi metode peramalan beban menjadi dua kategori yaitu:

- a) Pendekatan klasik: Pendekatan yang didasarkan pada metode statistik dan perkiraan nilai variabel di masa depan dengan menggunakan kombinasi matematis dari informasi historis.
- b) Teknik berbasis ANN: Teknik yang memanfaatkan Artificial Neural Network.

Dari metode peramalan dibagi menjadi dua. Mereka adalah: metode kualitatif dan kuantitatif. Metode peramalan kualitatif umumnya menggunakan pendapat para ahli untuk memprediksi beban masa depan secara subyektif. Metode ini berguna ketika ada sedikit atau tidak ada data historis yang tersedia. Metode ini meliputi: pemasangan kurva subyektif, metode Delphi dan perbandingan teknologi. Metode kuantitatif meliputi: analisis regresi, metode dekomposisi, perataan eksponensial, dan metodologi Box-Jenkins. Prakiraan membantu dalam pengambilan keputusan keuangan, penciptaan desain sistem, pengembangan bahan bakar dan kebijakan energi, untuk studi dampak lingkungan, penetapan tingkat dan keputusan rencana kapasitas. Ini membantu dalam perencanaan dengan meningkatkan keputusan yang dibuat oleh perencana. Batasbatas dasar model perkiraan didasarkan pada batas-batas dasar pemahaman pemodel. Pemodelan memiliki potensi untuk membantu memformalkan masalah keputusan, memperluas ruang lingkup analisis, dan memandu proses pengambilan keputusan. Peramalan beban membantu utilitas listrik untuk membuat keputusan enting termasuk keputusan tentang pembelian dan pembangkitan tenaga listrik, pemindahan muatan, dan pembangunan infrastruktur.

Artificial Neural Network dibentuk dari ratusan atau ribuan unit pemrosesan sederhana, terhubung dalam paralel dan memberi rangsangan ke depan dalam beberapa lapisan. Dikarenakan komputer pribadi yang cepat dan murah ketersediaan, maka minat akan ANN telah berkembang di dunia digital saat ini. Motif dasar dari pengembangan ANN adalah untuk membuat komputer melakukan apa yang tidak dapat dilakukan manusia. Backpropagation adalah algoritma

pembelajaran terawasi yang diperkenalkan pada tahun 1986 oleh David Rumelhart dan James McClelland. Jaringan ANN belajar melalui data historis untuk memberikan sinyal input jaringan dan output yang diinginkan. Untuk setiap sinyal input jaringan menghasilkan sinyal output, dan pembelajaran ditujukan untuk meminimalkan jumlah kuadrat dari perbedaan antara output yang diinginkan dan aktual. Pembelajaran tersebut dilakukan oleh berulang kali memberi makan pola inputoutput ke jaringan. Satu presentasi lengkap dari keseluruhan set pelatihan disebut zaman. Proses pembelajaran biasanya dilakukan pada zaman demi zaman dasar sampai bobot stabil dan jumlah kesalahan kuadrat konvergen ke beberapa nilai minimum atau tujuan. Parameter pembelajaran lainnya adalah kecepatan belajar dan faktor momentum. Kedua parameter bergantung pada sistem. Faktor momentum menyebabkan perubahan berat menjadi lebih bergantung pada dari satu pola masukan. Rentang yang berguna untuk parameter ini adalah antara 0 dan 1.

Untuk merencanakan suatu sistem distribusi tenaga listrik maka salah satu hal yang harus diperhatikan merupakan beban listrik. Untuk mengetahui beban listriknya ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:

### **2.3.1 Jenis beban listrik**

Adapun jenis beban listrik menurut daerah biasanya digolongkan dalam beberapa bagian, yaitu

1. Berdasarkan lingkungan atau lokasi
  - a. Beban pusat perkantoran.
  - b. Beban perumahan.
  - c. Beban perumahan luar Kabupaten.
  - d. Beban pedesaan.
2. Berdasarkan jenis pelanggan
  - a. Pelanggan umum.
  - b. Pelanggan industry.
3. Berdasarkan jadwal pelayanan
  - a. Beban perumahan.
  - b. Beban penerangan jalan.
  - c. Beban perkantoran.

d. Beban industri.

4. Berdasarkan jenis pelanggan

5. Beban perumahan

### **2.3.2 Beban Usaha Bisnis**

Beban usaha merupakan beban pelanggan yang terdiri dari suatu kelompok perdagangan atau usaha seperti pertokoan, rumah makan, dan lain sebagainya. Pada umumnya beban komersial ini terletak di pusat kabupaten. Beban puncak umumnya terjadi pada pagi hari sekitar pukul 09:00 sampai malam hari kira-kira 21:00.

### **2.3.3 Beban Publik**

Beban publik merupakan beban pelanggan yang terdiri dari tempat-tempat punlo seperti rumah sakit, sekolah, tempat beribadah dan lain sebagainya. Beban puncak umumnya terjadi pada siang hari dan malam hari.

### **2.3.4 Beban Industry**

Beban industri merupakan beban pelanggan yang terdiri dari kelompok pabrik-pabrik atau industri. Beban ini biasanya terpisah dari perumahan penduduk untuk mencegah terjadinya fluktuasi tegangan yang sering terjadi di industri yang mengganggu peralatan rumah tangga setempat. Beban yang biasanya terdapat di industri berupa lampu sebagai penerangan dan motormotor listrik. Kapasitas daya yang digunakan oleh industri pada umumnya lebih besar dibandingkan dengan pelanggan lainnya. Beban puncak biasanya terjadi pada siang hari karena motormotor listrik beroperasi atau memproduksi saat-saat tersebut.

### **2.3.5 beban pemerintahan**

Beban pemerintahan merupakan jenis beban yang digunakan untuk instansi pemerintahan dan penerangan jalan.

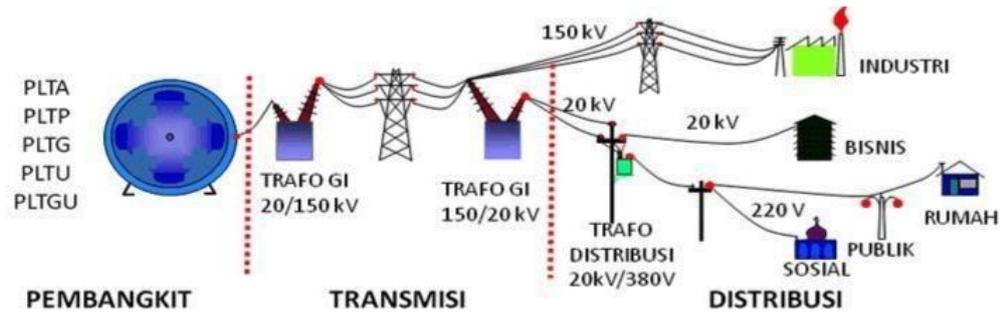
### **2.3.6 Analisis beban sistem**

Beban sistem tenaga listrik merupakan pemakaian tenaga listrik dari para pelanggan listrik. Oleh karenanya, besar kecilnya beban beserta perubahannya tergantung pada kebutuhan para pelanggan akan tenaga listrik. Tidak ada

perhitungan eksak mengenai besarnya beban sistem pada suatu saat, yang bisa dilakukan hanyalah membuat perkiraan beban. Dalam pengoperasian sistem tenaga listrik harus selalu diusahakan agar daya yang dibangkitkan sama dengan beban sistem. Maka masalah perkiraan beban merupakan masalah yang sangat menentukan bagi kelembagaan listrik baik segi-segi manajerial maupun bagi segi operasional, oleh karena itu perlu mendapat perhatian khusus. Untuk dapat membuat perkiraan beban yang sebaik mungkin perlu beban sistem tenaga listrik yang sudah terjadi di masa lalu dianalisa. Menurut Djiteng Marsudi (2006) pembagian kelompok perkiraan beban yaitu: 1. Perkiraan beban jangka panjang Perkiraan beban jangka panjang adalah untuk jangka waktu di atas satu tahun. Dalam perkiraan beban jangka panjang masalah-masalah makro ekonomi yang merupakan masalah eksternal kelembagaan listrik merupakan faktor utama yang menentukan arah perkiraan beban. 2. Perkiraan beban jangka menengah Perkiraan beban jangka menengah adalah untuk jangka waktu dari satu bulan sampai dengan satu tahun. Poros untuk perkiraan beban jangka menengah adalah perkiraan beban jangka panjang. 3. Perkiraan beban jangka pendek Perkiraan beban jangka pendek adalah untuk jangka waktu beberapa jam sampai satu minggu (168 jam). Dalam perkiraan beban jangka pendek batas atas untuk beban maksimum dan batas bawah untuk beban minimum yang ditentukan dalam perkiraan beban jangka menengah.

#### **2.4 Pengertian System Tenaga Listrik**

Pengertian Sistem Tenaga Listrik Sistem Tenaga Listrik merupakan sekumpulan pusat listrik dan pusat beban yang satu sama lain dihubungkan oleh jaringan transmisi dan distribusi sehingga merupakan sebuah kesatuan interkoneksi. Energi listrik dibangkitkan oleh pusat-pusat listrik seperti PLTA, PLTU, PLTG, PLTGU, PLTP dan PLTP. Kemudian energi listrik disalurkan melalui saluran transmisi dan didistribusikan ke beban-beban melalui saluran distribusi.



Gambar 2. 1 sistem tenaga listrik

Energi Listrik Energi menurut Eugene C. Lister yang diterjemahkan oleh Hanapi Gunawan (1993) bahwa energi merupakan kemampuan untuk melakukan kerja, energi merupakan kerja tersimpan. Pengertian ini tidaklah jauh beda dengan ilmu fisika yaitu sebagai kemampuan melakukan usaha (Kamajaya, 1986). Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat pula dimusnahkan. Energi hanya dapat diubah dari suatu bentuk ke bentuk energi yang lain. Demikianlah pula energi listrik yang merupakan hasil perubahan energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik. Keberadaan energi listrik ini dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin. Adapun kegunaan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari merupakan penerangan, pemanas, motormotor listrik dan lain-lain. Energi yang digunakan alat listrik merupakan laju penggunaan energi (daya) dikalikan dengan waktu selama alat tersebut digunakan.

Bila daya diukur dalam watt jam, maka:

$$W = P \times t \quad (2.12)$$

Dimana :

P = Daya Aktif (Watt)

t = Waktu (Jam)

W = Energi (Watthour)

## 2.5 Beban Rata-Rata

1. Beban rata-rata (Br) didefinisikan sebagai perbandingan antara energi yang terpakai dengan waktu pada periode. Atau dituliskan menurut persamaan 1 periode tahunan :

$$br = \frac{\text{kwh yang terpakai selama 1 tahun}}{365 \times 24}$$

Beban sistem tenaga listrik merupakan pemakaian tenaga listrik dari para pelanggan listrik. Oleh karenanya, besar kecilnya beban beserta perubahannya tergantung pada kebutuhan para pelanggan akan tenaga listrik. Tidak ada perhitungan eksak mengenai besarnya beban sistem pada suatu saat, yang bisa dilakukan hanyalah membuat perkiraan beban. Dalam pengoperasian sistem tenaga listrik harus selalu diusahakan agar daya yang dibangkitkan sama dengan beban sistem. Maka masalah perkiraan beban merupakan masalah yang sangat menentukan bagi kelembagaan listrik baik segi-segi manajerial maupun bagi segi operasional, oleh karena itu perlu mendapat perhatian khusus. Untuk dapat membuat perkiraan beban yang sebaik mungkin perlu beban sistem tenaga listrik yang sudah terjadi di masa lalu dianalisa

Menurut Djiteng Marsudi (2006) pembagian kelompok perkiraan beban yaitu, Perkiraan beban jangka panjang Perkiraan beban jangka panjang adalah untuk jangka waktu di atas satu tahun. Dalam perkiraan beban jangka panjang masalah-masalah makro ekonomi yang merupakan masalah ekstern kelembagaan listrik merupakan faktor utama yang menentukan arah perkiraan beban. Perkiraan beban jangka menengah Perkiraan beban jangka menengah adalah untuk jangka waktu dari satu bulan sampai dengan satu tahun. Poros untuk perkiraan beban jangka menengah adalah perkiraan beban jangka panjang. Perkiraan beban jangka pendek Perkiraan beban jangka pendek adalah untuk jangka waktu beberapa jam sampai satu minggu (168 jam). Dalam perkiraan beban jangka pendek batas atas untuk beban maksimum dan batas bawah untuk beban minimum yang ditentukan dalam perkiraan beban jangka menengah.

Beban rata-rata (Br) didefinisikan sebagai perbandingan antara energi yang terpakai dengan waktu pada periode. Atau dituliskan menurut persamaan 1 periode tahunan :

$$Br = \frac{\text{KWh yang terpakai selama 1 tahun}}{365 \times 24} \quad (2.13)$$

Faktor beban didefinisikan sebagai perbandingan antara beban rata-rata dengan beban puncak yang diukur untuk suatu periode waktu tertentu. Beban puncak ( $L_f$ ) yang dimaksud adalah beban puncak sesaat atau beban puncak rata-rata dalam interval tertentu, pada umumnya dipakai beban puncak pada waktu 15 menit atau 30 menit. Untuk prakiraan besarnya faktor beban pada masa yang akan datang dapat didekati dengan data statistik yang ada. Dari definisi faktor beban dapat dituliskan sebagai berikut :

$$L_f = \frac{B_p \text{ (Beban Rata-Rata)}}{B_c \text{ (Beban Puncak)}} \quad (2.14)$$

Persamaan tersebut mengandung arti bahwa beban rata-rata akan selalu bernilai lebih kecil dari kebutuhan maksimum atau beban puncak, sehingga faktor beban akan selalu kecil dari satu

## 2.6 Faktor Beban

Di abad modern ini listrik sangatlah penting dalam kehidupan sehari-hari. Hampir tidak ada teknologi tanpa menggunakan listrik. Listrik sudah menjadi bagian penting dalam kehidupan sehari-hari. Di Pusat Pembangkit Listrik, energi primer (seperti minyak, batubara, gas, panas bumi dan lain-lain) di ubah menjadi energi listrik, alat pengubah energi tersebut adalah generator, generator mengubah energi mekanis (gerak) menjadi energi listrik. Perpindahan energi dalam suatu rangkaian akan membangkitkan medan listrik (elektro magnetik) sehingga timbullah apa yang disebut dengan arus listrik.

Arus listrik adalah mengalirnya elektron secara terus menerus dan berkesinambungan pada konduktor akibat perbedaan jumlah elektron pada beberapa lokasi yang jumlah elektronnya tidak sama. Satuan arus listrik adalah Ampere. Arus listrik di bagi menjadi 2, yaitu arus listrik searah (DC) dan arus listrik bolak-balik (AC). Arus listrik searah (direct current atau DC) adalah aliran elektron dari suatu titik yang energi potensialnya tinggi ke titik lain yang energi potensialnya lebih rendah. Sumber arus listrik searah biasanya adalah baterai dan panel surya. Arus listrik searah biasanya mengalir pada sebuah konduktor. Arus listrik searah kondisinya lebih stabil dibandingkan arus listrik bolak-balik sehingga lebih banyak

digunakan untuk menghidupkan peralatan elektronik. Arus bolak-balik (alternating current atau AC) adalah arus listrik yang besar dan arah arus berubah-ubah secara bolak-balik. Bentuk gelombang dari listrik arus bolak-balik berbentuk gelombang sinusoida. Aplikasi-aplikasi spesifik yang lain bentuk gelombang lain pun dapat digunakan, misalnya bentuk gelombang segitiga (triangular wave) atau bentuk gelombang segi empat (square wave). Arus listrik bolak-balik dapat ditemui dalam penyaluran listrik dari PLN ke rumah atau kantor.

Rangkaian Listrik adalah interkoneksi dari sekumpulan elemen atau komponen penyusunnya ditambah dengan rangkaian penghubungnya disusun dengan cara-cara tertentu dan minimal memiliki satu lintasan tertutup. Rangkaian listrik memiliki tiga jenis rangkaian yang sering dijumpai yaitu rangkain seri, rangkaian paralel, dan rangkaian campuran. Rangkaian seri adalah salah satu rangkaian listrik yang disusun secara sejajar (seri). Rangkaian Paralel adalah salah satu rangkaian listrik yang disusun secara berderet (paralel) dan semua input komponen berasal dari sumber yang sama. Susunan paralel dalam rangkaian listrik menghabiskan biaya yang lebih banyak (kabel penghubung yang diperlukan lebih banyak). Susunan paralel memiliki kelebihan tertentu dibandingkan susunan seri. Kelebihan susunan paralel adalah jika salah satu komponen dicabut atau rusak, maka komponen yang lain tetap berfungsi sebagaimana mestinya. Gabungan antara rangkaian seri dan rangkaian paralel disebut rangkaian seriparalel (kadang disebut sebagai rangkaian campuran atau rangkaian kombinasi).

Faktor beban adalah perbandingan antara beban rata – rata terhadap beban puncak yang diukur dalam suatu periode tertentu, faktor beban sendiri biasanya dipakai untuk mengetahui faktor beban harian, bulanan maupun tahunan. Berikut adalah rumus untuk mencari nilia faktor beban:

$$FLD = \frac{\text{Beban rata – rata}}{\text{Beban puncak}} \quad (2.1)$$

$$FLD = \frac{\text{Beban rata – rata} \times T}{\text{Beban puncak}}$$

$$\text{puncak} \times T = \text{unit dilayani} \times \text{Beban puncak} \times$$

Keterangan:

FLD = Faktor beban

T = Waktu Dimana

T = Waktu dalam beberapa hari, minggu, bulan, atau tahun. Semakin lama periode T maka semakin kecil factor yang di hasilkan, alasannya adalah bahwa untuk permintaan maksimum yang sama mencangkup periode waktu yang lebih besardan menghasilkan beban rata-rata yang lebih kecil. Di sini, ketika T (waktu) dipilih dalam beberapa hari, minggu, bulan, atau tahun, gunakan itu masing-masing seperti 241, 68, 730 maupun 8760 jam.

Faktor daya adalah rasio daya aktif terhadap daya reaktif, atau jumlah arus yang dibutuhkan untuk membuat rangkaian bekerja dengan jumlah total arus yang mengalir ke rangkaian. Simbol untuk faktor daya adalah  $\cos \phi$ . Cosinus sudut antara tegangan dan arus sama dengan perubahan faktor daya. Daya yang dihasilkan oleh efek induksi elektromagnetik dari karakteristik beban induktif (tegangan mendahului arus) lagging, atau beban kapasitif (tegangan didahului arus) dikenal sebagai daya reaktif (Q). Peningkatan faktor daya sistem kelistrikan merupakan salah satu langkah yang harus dilakukan untuk menaikkan standar tenaga listrik. Memasang kompensator dalam bentuk bank kapasitor di salah satu lokasi sistem kelistrikan dapat dilakukan. Vektor daya reaktif dan daya aktif dijumlahkan disebut daya semu. Perbandingan dari daya aktif serta daya semu disebut faktor daya ( $\cos \theta$ ). Faktor daya yang mendekati 1 dianggap baik, semakin tinggi faktor daya, semakin baik sistem kelistrikan. Kuantitas beban induktif dapat berdampak pada penurunan faktor daya.

## 2.7 Faktor Kebutuhan

Faktor kebutuhan adalah perbandingan antara kebutuhan maksimum (beban puncak) terhadap total daya tersambung. Jumlah daya tersambung adalah jumlah dari daya tersebut dari seluruh beban dari setiap konsumen. Untuk mendapatkan penggunaan daya listrik yang efisien perlu dihitung daya maksimal yang digunakan. Faktor kebutuhan (Fdm) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan: ukuran daya (watt) x durasi pemakaian (jam) / 1.000 (satuan kWh) x tarif tenaga listrik.

Faktor kebutuhan selalu bernilai lebih kecil dari satu. Besarnya faktor kebutuhan dipengaruhi oleh beberapa hal : 1. Besarnya beban terpasang. 2. Sifat

pemakaian, sebagai contoh toko-toko, pusat perbelanjaan, kantor-kantor dan industri memiliki faktor kebutuhan tinggi sedangkan gudang dan tempat rekreasi memiliki faktor kebutuhan rendah.

Karakteristik yang berbeda ada pada rangkaian listrik arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC). Tiga jenis beban berbeda yang didukung oleh rangkaian AC yaitu beban induktif, kapasitif, dan resistif. Dibandingkan dengan rangkaian listrik searah, pada arus AC mempunyai kualitas yang tidak sama di sistem kelistrikan. Beban resistif, induktif, dan kapasitif adalah tiga jenis beban dasar yang ada pada rangkaian daya AC, yang masing-masing memiliki sifat berbeda.

Resistif adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan suatu beban listrik yang memiliki sifat hambatan murni dan sering disebut sebagai resistor. Beban yang dimaksud adalah resistansi murni karena tidak menghasilkan energi listrik sama sekali melainkan menyerapnya sepenuhnya, 7 memberikannya kemampuan untuk mencegah elektron melewatinya. Sifat resistor ini menyebabkan energi listrik yang diserap diubah menjadi panas alih-alih gelombang listrik bolak-balik, dan juga mencegah hal ini terjadi

## 2.8 Faktor Daya

Faktor daya adalah perbandingan daya aktif dan daya reaktif atau perbandingan antara arus untuk menghasilkan kerja dalam suatu rangkaian terhadap arus total yang masuk di rangkaian. Faktor daya dinotasikan dengan  $\cos \phi$ . Pergeseran faktor daya merupakan kosinus sudut antara tegangan dan arus. Sedangkan daya reaktif (Q) ialah daya yang dihasilkan oleh efek induksi elektromagnetik dari karakteristik beban yang induktif (arus tertinggal tegangan) atau lagging atau kapasitif (arus mendahului tegangan atau leading). Salah satu tindakan yang harus dilakukan untuk memperbaiki kualitas daya listrik adalah memperbaiki faktor daya sistem kelistrikan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan memasang kompensator berupa kapasitor bank disalah satu lokasi sistem kelistrikan. Vektor daya reaktif dan daya aktif dijumlahkan disebut daya semu yang bisa dilihat:

$$\text{daya semu} = S, \text{ sehingga } S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (2.1)$$

sehingga menghasilkan rumus untuk segitiga daya :

$$P = V \cdot I \cos \theta \quad (2.2)$$

$$Q = V \cdot I \sin \theta \quad (2.3)$$

$$S = V \cdot I \quad (2.4)$$

Nilai dari perbandingan daya aktif dan daya semu disebut dengan faktor

$$\text{daya } \cos \theta = P / S \quad (2.5)$$

Energi listrik merupakan suatu bentuk peralihan tegangan, arus, dan frekuensi yang dapat merugikan atau merusak fungsi peralatan listrik yang dimiliki oleh pelanggan atau pengguna listrik. Tingkat kualitas dan kuantitas energi listrik dapat digunakan untuk menentukan apakah sejumlah besar energi listrik digunakan untuk kebutuhan operasional peralatan listrik. Agar pengguna yang membutuhkan daya listrik bisa mendapat pasokan kelistrikan yang mencukupi, baik dari segi kontinuitas maupun kualitas pada tegangan suplainya, maka perusahaan penyedia energi listrik harus memperhatikan dan berkonsentrasi pada masalah-masalah yang dapat ditimbulkan oleh kualitas tenaga listrik. Karena mesin listrik yang digunakan dalam industri sensitif terhadap lonjakan tegangan yang disebabkan oleh masalah tenaga listrik, maka dalam industri sangat memperhatikan terhadap masalah ini. Oleh karena itu, upaya penyediaan pelayanan distribusi tenaga listrik yang berkualitas kepada konsumen harus sesuai dengan standar. Tingkat keandalan tenaga listrik untuk menyelesaikan masalah sistem dapat digunakan untuk menentukan efektif atau tidaknya sistem kelistrikan. Faktor daya yang baik adalah memiliki nilai mendekati 1 semakin besar faktor daya maka semakin baik sistem kelistrikan tersebut. Banyaknya beban induktif dapat mempengaruhi penurunan faktor dayanya.

Pengertian Faktor Daya adalah perbandingan antara daya aktif (P) dan daya nyata (S). Pergeseran faktor daya merupakan kosinus sudut antara tegangan dan arus. Sedangkan Daya reaktif (Q) adalah daya yang timbul akibat adanya efek induksi elektromagnetik oleh beban yang mempunyai nilai induktif (fase arus tertinggal atau lagging atau kapasitif (fase arus mendahului atau leading).

Salah satu tindakan yang harus dilakukan untuk memperbaiki kualitas daya listrik adalah memperbaiki faktor daya sistem kelistrikan. Hal tersebut dapat

dilakukan dengan memasang kompensator berupa kapasitor bank disalah satu lokasi sistem kelistrikan. Komponen daya aktif umumnya konstan (komponen kVA dan kVAR berubah sesuai dengan faktor daya).

Upaya penghematan terhadap penggunaan daya listrik pada saat ini mutlak diperlukan di industri, institusi, maupun rumah tangga. Hal ini dikarenakan semakin berkurangnya sumber energi tidak terbarukan. Salah satu upaya penghematan yang bisa dilakukan adalah dengan perbaikan faktor daya listrik. Faktor daya listrik adalah nilai perbandingan antara daya aktif terhadap daya nyata. Faktor daya dikatakan baik apabila mempunyai nilai mendekati satu. Peningkatan nilai faktor daya dapat dilakukan dengan mengatur nilai dari daya reaktif karena nilai dari daya aktif selalu konstan dengan menggunakan metode kompensasi daya reaktif. Metode tersebut diaplikasikan pada sebuah alat yang bernama Kapasitor bank. Kapasitor daya merupakan suatu peralatan yang amat sederhana yaitu suatu peralatan yang terdiri dari dua pelat metal yang dipisahkan oleh dielektrik (bahan isolasi). Bagian dari kapasitor daya yaitu kertas, foil dan cairan yang telah diimpregnasi, tidak ada bagian yang bergerak akan tetapi terdapat gaya yang bekerja sebagai fungsi dari medan listrik sistem penghantar biasanya terbuat dari aluminium murni atau semprotan logam. Sistem dielektriknya dapat dibuat dari kertas atau plastik dengan cairan perekat.

Kapasitor yang akan digunakan untuk memperbesar pf dipasang paralel dengan rangkaian beban. Bila rangkaian itu diberi tegangan maka elektron akan mengalir masuk ke kapasitor. Pada saat kapasitor penuh dengan muatan elektron maka tegangan akan berubah, kemudian elektron akan ke luar dari kapasitor dan mengalir ke dalam rangkaian yang memerlukannya, dengan demikian pada saat itulah kapasitor membangkitkan daya reaktif. Bila tegangan yang berubah itu kembali normal (tetap) maka kapasitor akan menyimpan kembali elektron. Pada saat kapasitor mengeluarkan elektron ( $I_c$ ) berarti sama juga kapasitor menyuplai daya reaktif ke beban. Karena beban bersifat induktif (+) sedangkan daya reaktif bersifat kapasitor (-) akibatnya daya reaktif yang berlaku menjadi kecil.

Ada berbagai alasan penting mengapa masalah kualitas tenaga listrik yang buruk harus menjadi perhatian, antara lain : • Sensitifitas peralatan kelistrikan kepada kualiiitas listrik yang dipakai, khususnya pada peralatan kelistrikan yang

memakai basic microprosesor dan peralatan elektronika lain, terhadap tegangan dan tingkat kestabilan selalu harus dikondisikan supaya tetap bekerja untuk tegangan peralatan tersebut.

- a) Tingkat efisiensi yang digunakan pada perangkat listrik meningkat sebagai akibat dari peningkatan tekanan sistem atau efisiensi daya listrik total. Misalnya, kapasitor bank dapat digunakan untuk memotong kerugian dari koreksi faktor daya sambil mengatur percepatan motor listrik. Banyak spesialis di sektor energi mengkhawatirkan lonjakan, yang bermanifestasi sebagai harmonisa dalam sistem, karena kemungkinan besar akan berdampak pada kemampuan yang menurun dengan cepat di masa mendatang.
- b) Pentingnya masalah kualitas daya dipahami oleh konsumen daya listrik saat ini. Pelanggan ini mengantisipasi kualitas daya dari pemasok utilitas karena mereka mengetahui masalah seperti interupsi, penurunan, dan peralihan sementara.

Banyak masalah yang diakibatkan oleh daya listrik yang buruk, seperti masalah variasi voltase, arus, dan frekuensi yang tiba-tiba, harus dipertimbangkan karena dapat menyebabkan kerusakan atau kegagalan peralatan listrik. Untuk mencegah kerugian baik bagi penyedia maupun penerima, industri pemasok daya listrik selalu memastikan untuk tegangan yang didistribusikan harus berkualitas tinggi.

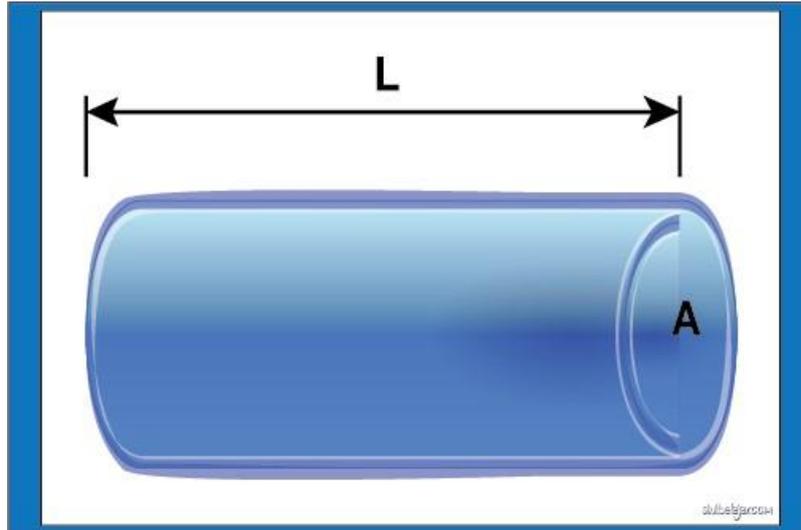
## **2.9 Hambatan listrik**

Hambatan listrik suatu penghantar didefinisikan sebagai nisbah atau rasio beda potensial yang dipasang pada ujung-ujung penghantar atau peranti listrik itu dengan kuat arus yang mengalir melalui penghantar atau peranti listrik itu. Hambatan listrik suatu peranti diberi satuan ohm ( $\Omega$ ). Satu ohm ( $1 \Omega$ ) senilai dengan satu volt/ampere ( $1 \text{ V/A}$ ). Hambatan listrik adalah sifat atau watak konduktor atau sembarang peranti listrik yang menentukan kuat atau lemahnya arus listrik yang mengalir melaluinya. Makin besar hambatan suatu penghantar maka makin lemah arus listrik yang mengalir melaluinya sebaliknya makin kecil hambatan listrik suatu penghantar makin kuat arus listrik yang mengalir melaluinya (apabila dipasang pada beda potensial yang sama). Kuat arus listrik yang mengalir

melalui suatu penghantar didefinisikan sebagai banyaknya muatan listrik yang melewati penampang penghantar itu tiap satu satuan waktu. Kuat arus listrik biasanya dilambangkan dengan  $I$  dengan satuan ampere (A). Arus listrik akan mengalir pada suatu penghantar jika ada perbedaan tekanan listrik pada kedua ujung penghantar tersebut. Tekanan listrik ini disebut potensial listrik atau beda tegangan listrik yang dilambangkan dengan  $V$  dengan satuan volt. Hubungan antara hambatan, tegangan, arus telah diselidiki oleh Georg Ohm. Hasil penyelidikan tersebut menghasilkan hukum yang menyatakan “kuat arus yang melewati peranti selalu berbanding lurus dengan beda potensialnya” Dalam banyak pemakaian dijumpai sumber tegangan dan beberapa buah resistor yang dihubungkan dengan cara tertentu. Rangkaian seri adalah rangkaian dimana resistor disusun secara berderet sehingga arus yang melalui tiap-tiap komponen adalah sama sedangkan tegangan listriknya beda. Rangkaian paralel adalah rangkaian dimana resistor disusun secara sejajar sehingga tegangan tiap-tiap komponen adalah sama sedangkan arus yang melalui tiap-tiap komponennya berbeda

Di abad modern ini listrik sangatlah penting dalam kehidupan sehari-hari. Hampir tidak ada teknologi tanpa menggunakan listrik. Listrik sudah menjadi bagian penting dalam kehidupan sehari-hari. Di Pusat Pembangkit Listrik, energi primer (seperti minyak, batubara, gas, panas bumi dan lain-lain) di ubah menjadi energi listrik, alat pengubah energi tersebut adalah generator, generator mengubah energi mekanis (gerak) menjadi energi listrik. Perpindahan energi dalam suatu rangkaian akan membangkitkan medan listrik (elektro magnetik) sehingga timbullah apa yang disebut dengan arus listrik.

Ketika mengalir dalam suatu kawat konduktor, elektron berhadapan/mengalami rintangan dari molekul-molekul dan ion-ion dalam konduktor tersebut sehingga mengalami aliran arus listrik mengalami semacam hambatan. Seberapa besar hambatan ini dinyatakan dengan resistansi (hambatan) yang disimbolkan dengan “ $R$ ”. Satuan dari hambatan dalam SI adalah Ohm. Besarnya resistansi suatu bahan atau konduktor dengan luas penampang  $A$  dan panjang  $l$  serta hambatan jenis (resistivitas)  $\rho$  dapat di analogikan seperti pada Gambar 2.9 dan di rumuskan pada persamaan 2.3 berikut ini :



Gambar 2.2 sebuah kawat dengan luas penampang  $A$  dan panjang

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2.2)$$

- Dimana :
- $R$  = Hambatan/Resistensi (ohm)
  - $\rho$  = Hambatan jenis/resistivitas (ohm meter)
  - $L$  = Panjang kawat (m)
  - $A$  = Luas penampang kawat ( $m^2$ )

Resistivitas merupakan sifat dari medium. Zat dengan sifat konduktivitas yang baik memiliki resistivitas yang sangat kecil, sedangkan zat yang bersifat isolator sebaliknya.

Daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik. Daya listrik menyatakan banyaknya energi listrik yang terpakai setiap detiknya. Satuan daya listrik adalah Watt. Di mana 1 Watt = 1 Joule/detik. [33]

$$P = \frac{E}{t} \quad (2.15)$$

Dimana :

$P$  = Daya Aktif (Watt)

$t$  = Waktu (Jam)

$E$  = Energi (Joule)

Pada dasarnya daya listrik terbagi menjadi 3 yaitu :

Daya nyata atau daya aktif (Watt)

Daya nyata merupakan daya yang dibutuhkan beban dan biasanya daya aktif nilainya lebih rendah dibandingkan dengan daya semu. Daya Aktif dihasilkan dari hasil perkalian Daya Semu dengan Faktor Daya (Cosphi). Daya aktif akan mengalami penurunan nilai yang diakibatkan adanya beban-beban listrik yang menghasilkan daya reaktif.

$$P = V \times I \times \cos \phi \quad (2.16)$$

Dimana :

$P$  = Daya Aktif (Watt)

$V$  = Tegangan (Volt)

$I$  = Arus (Ampere)

$\cos \phi$  = Faktor Daya

Daya Semu (VA)

Daya Semu merupakan daya yang dihasilkan dari perhitungan-perhitungan listrik sebelum dibebani dengan bebanbeban listrik. Satuan daya nyata adalah VA (Volt.ampere). beban yang bersifat daya semu adalah beban yang bersifat resistansi ( $R$ ). Peralatan listrik atau beban pada rangkaian listrik yang bersifat resistansi tidak dapat dihemat karena tegangan dan arus listrik memiliki nilai faktor daya adalah 1.

$$S = V \times I \quad (2.17)$$

Dimana :

$S$  = Daya Semu (VA)

$V$  = Tegangan (Volt)

$I$  = Arus (Ampere)

Daya Reaktif (VAR)

Daya Reaktif merupakan daya yang mengakibatkan terjadinya kerugiankerugian daya, sehingga daya dapat mengakibatkan terjadinya penurunan

nilai factor daya ( $\cos\phi$ ). Satuan daya reaktif adalah VAR (Volt. Amper Reaktif). Untuk menghemat daya reaktif dapat dilakukan dengan memasang kapasitor pada rangkaian yang memiliki beban bersifat induktif.

$$Q = V \times I \times \sin \phi \quad (2.18)$$

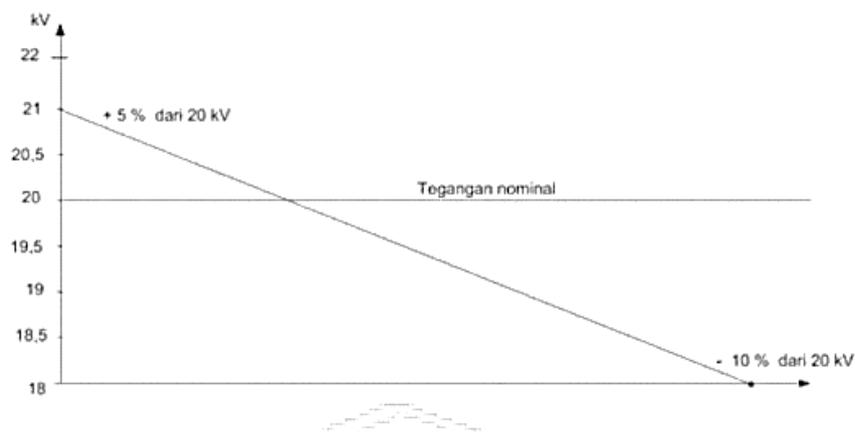
Dimana :

$Q$  = Daya reaktif (VAR)

$S$  = Daya semu (VA)

$P$  = Daya Aktif (Watt)

Hilangnya tegangan dalam konduktor dikenal sebagai penurunan tegangan. Panjang saluran dan luas penampang konduktor dapat menyebabkan hilangnya tegangan. Kehilangan tegangan dapat dinyatakan sebagai persentase atau sebagai jumlah volt. Penurunan tegangan masih dapat diperhitungkan sampai titik tertentu, namun untuk tegangan menengah disebabkan oleh induktansi dan kapasitansi [14]. Karena ini cukup penting untuk dipertimbangkan, diperlukan pengetahuan tentang nilai induktansi dan kapasitansi. Tegangan yang ada di sisi penerima atau beban sering disebut sebagai penurunan tegangan. Arus yang melewati resistansi kawat berdampak pada penurunan tegangan juga. RL konduktor meningkat sebanding dengan arus konduktor. Ini menghasilkan persentase tegangan operasi yang ditentukan sebagai penurunan tegangan yang diizinkan untuk instalasi arus kuat hingga 1000 volt.



Gambar 2.4 Toleransi Tegangan Yang Di Izinkan

## 2.10 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 tahanannya, dinyatakan dengan persamaan 2.4 berikut ini :

$$R = \frac{V}{I} \quad (2.19)$$

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 :

$$P = I^2 R \quad (2.20)$$

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. (Williem H dan Jack E, 1995).

### **2.11. Biaya Beban**

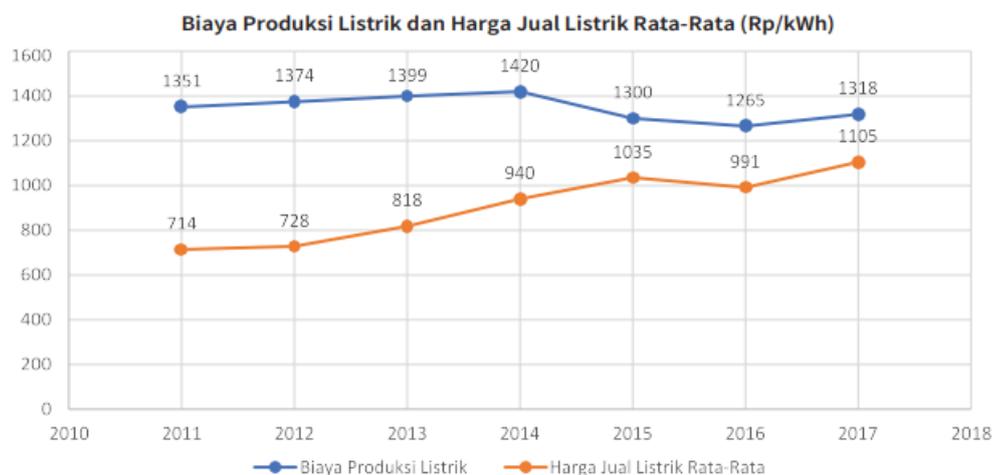
Kwh Meter berarti Kilo Watt Hour Meter dan kalau diartikan menjadi n ribu watt dalam satu jamnya. Jika membeli sebuah kWh Meter maka akan tercantum X putaran per kWh, artinya untuk mencapai 1 kWh dibutuhkan putaran sebanyak X kali putaran dalam setiap jamnya. Contohnya jika 900 putaran per kWh maka harus ada 900 putaran setiap jamnya untuk dikatakan sebesar satu kWh. Jumlah kWh itu secara kumulatif dihitung dan pada akhir bulan dicatat oleh 29 petugas besarnya pemakaian biaya abodemen dan pajak menghasilkan jumlah tagihan yang harus dibayarkan setiap bulannya.

Tarif Tenaga Listrik (TTL) adalah tarif yang dikenakan oleh pemegang Ijin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (IUPTL) kepada konsumen/pelanggan, yang mana besaran tarifnya ditetapkan oleh Pemerintah/Pemerintah Daerah. Berdasarkan UU Kelistrikan No. 30/2009, TTL ditentukan oleh pemerintah (c.q. Kementerian ESDM)/pemerintah daerah dengan persetujuan DPR/DPRD. Sebagian besar wilayah usaha PT PLN menggunakan TTL yang seragam (uniform) untuk setiap kelompok pelanggan, kecuali untuk Pulau Batam dan Tarakan dimana TTL ditentukan oleh pemerintah daerah dan disetujui oleh DPRD. Adanya keterlibatan DPR dalam penetapan TTL dan subsidi menjadikan proses ini sarat dengan kepentingan politik, selain daripada teknis ekonomi. Sementara itu, untuk melaksanakan percepatan penyediaan tenaga listrik di desa tertinggal, terpencil, dan terluar (3T) pemerintah mengadakan program Listrik Desa (LisDes) yang mengutamakan penggunaan sumber energi setempat. Untuk daerah isolated yang sulit dijangkau oleh jaringan PLN, pemerintah melalui direktorat jenderal EBTKE menyediakan lampu tenaga surya hemat energi (LTSHE) sebagai bagian dari program pra-elektrifikasi.

Ada dua jenis mekanisme tarif yang digunakan di program LisDes, dengan dan tanpa subsidi. Tarif bersubsidi akan dikenakan pada wilayah usaha yang ditetapkan oleh Menteri ESDM atas usulan gubernur (Permen ESDM No. 38/2016).

Diluar itu, akan dikenakan tarif non-subsidi yang ditetapkan oleh gubernur. Dalam hal gubernur tidak dapat menetapkan tarif non-subsidi, pemerintah akan menetapkan tarif berdasarkan TTL PT. PLN. Besaran subsidi yang diberikan kepada badan usaha bergantung pada TTL rumah tangga daya 450 VA, Biaya Pokok Penyediaan (BPP), ditambah marjin. Adapun mekanisme penyesuaian TTL (tari adjustment) PT. PLN bergantung pada BPP, nilai tukar mata uang Dollar Amerika terhadap Rupiah (kurs), Indonesian Crude Price (ICP), dan inflasi. Terdapat dua tipe pembayaran listrik di Indonesia, tarif pascabayar yang dibayar setelah pemakaian listrik oleh konsumen pada bulan berikutnya dan tarif Prabayar, dimana konsumen membayar kuota listriknya terlebih dulu. Listrik dianggap sebagai barang untuk kepentingan strategis sehingga tidak dikenakan pajak pertambahan nilai (PPN), kecuali untuk rumah dengan kapasitas daya lebih dari 6600 VA.

Seperti terlihat pada Gambar 2.12, biaya produksi listrik selalu lebih tinggi daripada harga jual listrik rata-rata. Selisih ini akan dibayarkan oleh pemerintah ke PLN melalui mekanisme subsidi. Jumlah subsidi listrik yang dibayarkan oleh pemerintah per tahun dapat dilihat pada Gambar 2. Walaupun sejak 2015 jumlah subsidi listrik menurun drastis karena dicabutnya subsidi listrik untuk semua golongan kecuali golongan rumah tangga 450 VA dan 900 VA, tren tiga tahun terakhir menunjukkan adanya pembengkakan subsidi listrik (subsidi lebih besar daripada yang dianggarkan). Penurunan subsidi listrik dari Rp 60.4 triliun di 2016 menjadi Rp 45.7 triliun di 2017 terjadi bersamaan dengan dicabutnya subsidi listrik bagi golongan 900 VA yang dianggap mampu sejak Januari 2017, mengikuti terbitnya Permen ESDM No. 29/2016.



Gambar 1 Biaya produksi listrik dan harga jual listrik rata-rata. Biaya produksi listrik mencakup biaya pembangkitan dan biaya transmisi dan distribusi. Sumber: Statistik PLN.

### Gambar 2.13 Biaya Produksi dan Harga Jual Listrik (Rp/kWh)

Meskipun Permen ESDM No. 18/2017 mengatur penyesuaian tarif (tari adjustment) untuk dilakukan setiap 3 bulan (setiap bulan dalam pada Permen ESDM No. 28/2016 sebelumnya), sejak Januari 2017 pemerintah belum menaikkan TTL ke pelanggan PLN, bahkan berjanji untuk tidak menaikkan TTL hingga 2019. Menurut pemerintah, hal ini dilakukan untuk menjaga daya beli masyarakat dan mendukung stabilitas ekonomi nasional. Sementara itu, sejumlah pengamat energi berpendapat keputusan untuk tidak menaikkan TTL ini berkaitan erat dengan tahun politik dan sudah sering dilakukan oleh pemerintahan sebelumnya untuk menjaga dukungan politik dari masyarakat dalam pemilihan umum (pemilu). Golongan tarif listrik di Indonesia dibagi menjadi 37 golongan, 13 diantaranya terikat dengan mekanisme penyesuaian tarif (tari adjustment). Golongan tarif listrik dibedakan berdasarkan penggunaannya (sosial, rumah tangga, bisnis, industri, kantor pemerintah dan penerangan umum, traksi, curah, dan layanan khusus) dan kapasitas daya listriknya (450 VA, 900 VA, 1300 VA, 2200 VA, 3500-5500 VA, >6600 VA). Penetapan TTL dan penyesuaian tarif diatur dalam peraturan Menteri (Permen) ESDM No. 28/2016 (diubah oleh Permen ESDM No. 18/2017 dan Permen ESDM No. 41/2017) tentang Tarif Tenaga Listrik yang disediakan oleh PT. PLN (Persero).

Banyaknya golongan tarif ini menjadi sorotan karena dinilai terlalu rumit. Praktik di negara-negara lain umumnya tidak menggunakan penggolongan tarif

berdasarkan kapasitas daya, namun hanya berdasarkan sektor penggunaannya. Pada umumnya di liberalized market perusahaan listrik mengenakan tarif yang tetap (fixed) untuk semua pelanggannya (e.g. Jerman). Adapun praktik lainnya, perusahaan listrik dapat mengenakan tarif progresif dimana semakin besar penggunaan listrik maka semakin besar pula tarif listrik per unitnya (e.g. Italia). Selain itu, ada juga negara yang menerapkan perubahan tarif listrik berdasarkan waktu penggunaan (Time of Use) dimana tarif ketika beban puncak akan lebih tinggi daripada tarif pada waktu lainnya (e.g. Australia dan Taiwan).

Beberapa negara menerapkan sistem subsidi untuk masyarakat miskin (yang tingkat konsumsi listriknya rendah). Sebagai contoh, sejak tahun 2008 hingga 2018, perusahaan listrik Malaysia memberikan rabat (rebate) sebesar RM20 (sekitar Rp 68,000) untuk semua pelanggan listrik. Jika konsumsi listriknya melebihi RM20, maka pelanggan harus membayar tarif penuh (bukan hanya kelebihannya). Sejak 1 Januari 2019, pemerintah Malaysia mengubah skema rabatnya menjadi RM40, namun rabat ini hanya diberikan kepada masyarakat miskin yang terda-ar. Jika konsumsi listriknya melebihi RM40, maka pelanggan hanya perlu membayar kelebihannya. Sementara itu, beberapa negara lain menetapkan tarif listrik yang lebih tinggi dibanding biaya produksinya. Di Jerman, selain biaya pembangkitan, komponen tarif listrik terdiri dari komponen tarif jaringan, pungutan (levies/surcharge) untuk pembiayaan Energi Terbarukan (ET), dan pajak lainnya. Di tahun 2018, lebih dari setengah (54%) tarif listrik untuk rumah tangga dan usaha kecil merupakan komponen pungutan dan pajak- 23% nya adalah pungutan (surcharge) untuk ET, 25% untuk biaya jaringan, dan hanya 21% untuk biaya pembangkitan (BDEW, 2018). Tingginya surcharge untuk ET sejalan dengan komitmen pemerintah Jerman dalam pengembangan ET untuk menggantikan energi nuklir dan juga batubara. Meskipun tarif listrik di Jerman merupakan tarif listrik termahal kedua di EU setelah Denmark, tagihan listrik per bulan untuk rumah tangga di negara tersebut tidak lebih mahal dari negara-negara OECD lainnya. Hal ini dimungkinkan oleh program Efisiensi Energi yang berjalan dengan efektif di Jerman.

Belajar dari pengalaman di negara lain, kebijakan tarif listrik di Indonesia hendaknya memperhitungkan rencana jangka panjang untuk memastikan ketahanan

energi. Salah satu komponen yang masih belum diakomodasi dalam skema tarif saat ini adalah komponen tarif untuk pengembangan ET. Penggunaan surcharge di Indonesia mungkin bisa diterapkan untuk golongan masyarakat mampu. Hal ini menjadi penting, mengingat perkembangan ET di Indonesia cukup lambat karena tidak adanya insentif untuk PLN untuk menggunakan ET. Sementara itu, untuk memastikan akses energi ke semua golongan masyarakat, pemerintah bisa mempertimbangkan untuk membebaskan golongan masyarakat tidak mampu dari tagihan listrik.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di gedung pada fakultas teknik universitas muhammadiyah sumatera utara Alamat : JL. Kapten Muhctar Basri NO.3 Medan Sumatera Utara 20238, Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei- Juni 2023.

#### **3.2 Peralatan Penelitian**

##### 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.

##### 2. Tespen

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

##### 3. Handphone

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

##### 4. Kalkulator

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

#### **3.3 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 gedung fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara maka penulis menggunakan beberapa metode yang dapat mendekati pola penggunaan energi listrik, antara lain :

### **3.3.1 Perhitungan Energi Listrik**

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

### **3.3.2 Observasi (Pengamatan)**

Melakukan pengamatan secara langsung penggunaan energi listrik.

### **3.3.3 Wawancara**

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

## **3.4 Variabel Penelitian**

Secara garis besar energi listrik di Balai Besar Pengembangan Latihan Kerja Medan digunakan untuk mensuplai beban listrik seperti :

### **3.4.1 Beban Penerangan**

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

### **3.4.2 Beban Motor**

- a) Air Conditioner (AC)
- b) Kipas Angin

### **3.4.3 Beban Elektronika**

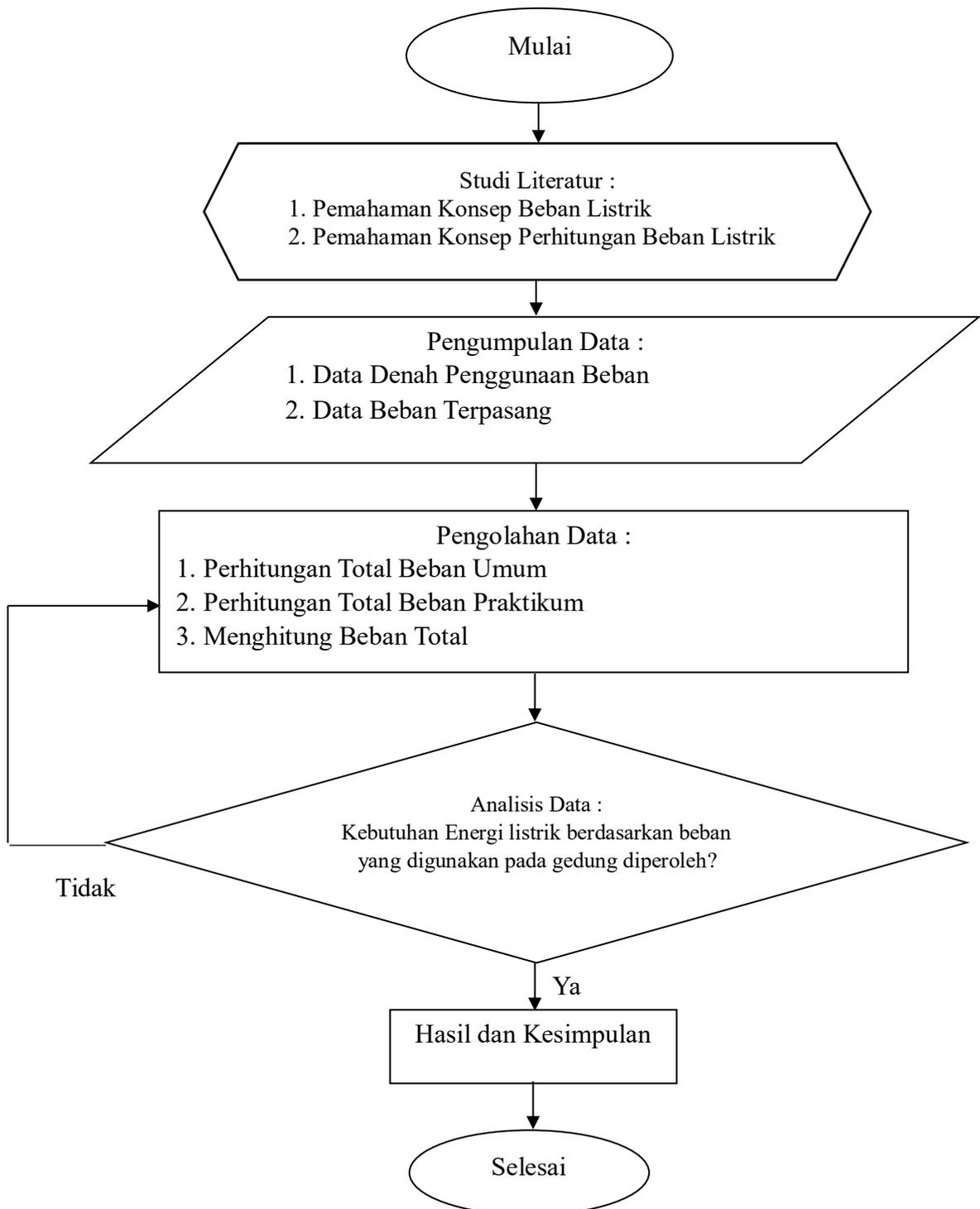
Beban elektronika adalah beban pemakaian bahan – bahan elektronik yang terpakai yang dihitung dan dijumlahkan menjadi beban elektronika

### **3.4. 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. Jalannya penelitian dilakukan dengan rumusan sebagai berikut :

- 1) Melakukan perhitungan beban pada masing-masing gedung dan mencatat beban nyala dalam waktu 24 jam yang dikelompokkan dalam 6 bagian waktu yaitu pukul 06.00-07.30, 07.30-12.00, 12.00-13.30, 13.30-16.00, 16.00- 18.00, 18.00-06.00.
  
- 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 gedung fakultas teknik universitas muhammadiyah sumatera utara.

Adapun proses alir penelitian ini adalah sebagai berikut :

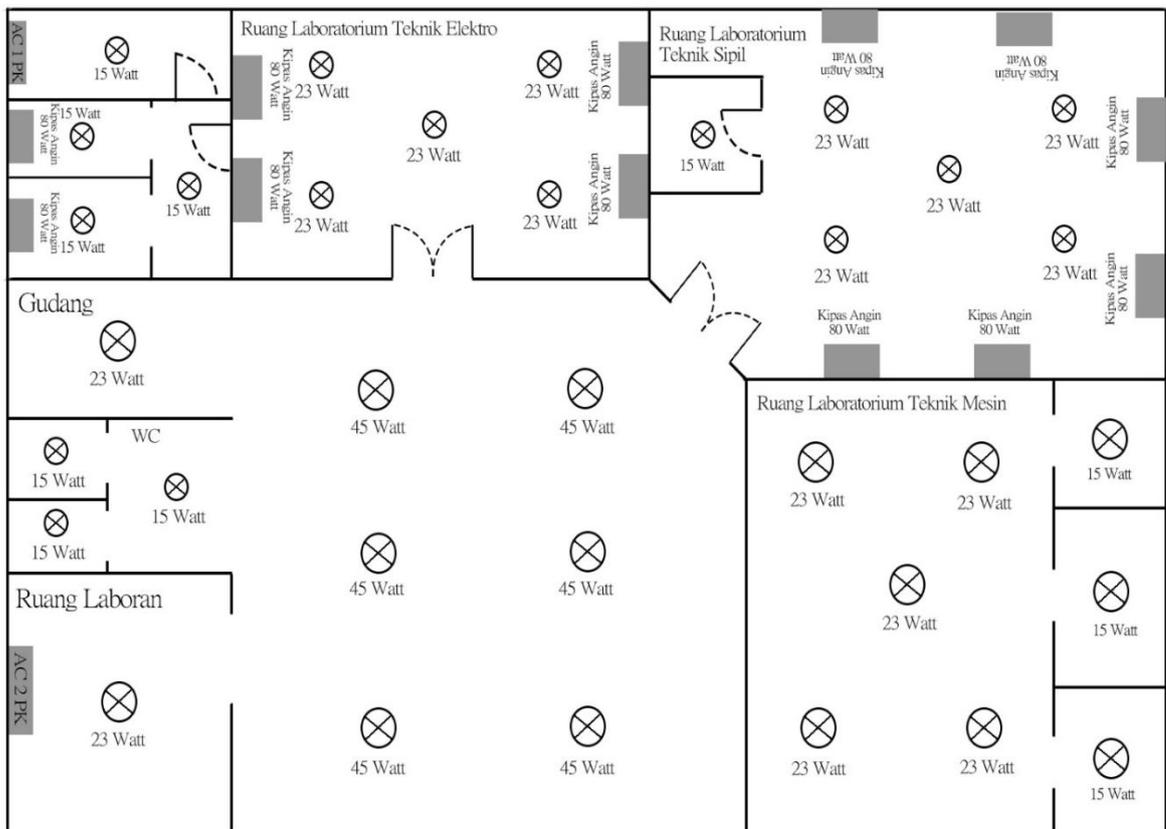


Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian

## BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Beban Terpasang Lab Teknik UMSU

Untuk memudahkan dalam proses perhitungan total beban, maka dilakukan penggambaran beban yang ada pada laboratorium fakultas teknik UMSU. Adapun gambar pendataan beban umum pada Laboratorium fakultas teknik UMSU adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1 Beban Terpasang

Dari gambar pendataan beban yang ada pada laboratorium fakultas teknik UMSU pada gambar 4.1 maka didapat tabel klasifikasi penggunaan beban adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 beban terpasang pada laboratorium

No	Nama Beban	Kapasitas Beban (Watt)	Jumlah	Total Beban (Watt)	Waktu Penggunaan (Jam)	Total Beban Terpakai (WattHour)
1	Lampu	23	17	391	11	4301
2	Lampu	15	10	150	11	1650
3	Lampu	45	6	270	11	2970
4	AC 2 PK	1920	1	1920	11	21120
5	AC 1 PK	840	1	840	11	9240
6	Kipas Angin	80	12	960	6	5760
Total				4531	Total	45041

Dari tabel 4.1 dapat dilihat total beban pada laboratorium yang digunakan dalam satu hari adalah sebesar 45.041 kWh. Dimana data ini didapat dari proses perhitungan secara manual dan wawancara kepada kepala Lab Fakultas Teknik UMSU. Untuk menguji tingkat akurasi data yang ada maka dilakukan data tambahan yaitu observasi langsung pemantauan beban yang digunakan pada laboratorium fakultas teknik UMSU pada jam – jam kerja. Dimana observasi ini dilakukan selama 1 hari pada saat jam kerja yaitu pukul 07.00 – 18.00 WIB. Adapun hasil observasi beban umum pada laboratorium fakultas teknik umsu ini adalah sebagai berikut :

#### 4.1.1. Observasi Beban pada laboratorium

Pada hari ini aktifitas di Laboratorium fakultas teknik UMSU berjalan dengan normal sehingga beban yang digunakan juga relatif sama seperti tabel beban umum yang ada. Adapun penggunaan beban hasil observasi pada tanggal 21 Agustus 2023 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Penggunaan Beban Umum 21 Agustus 2023

No	Waktu	Nama beban	Posisi	Jumlah	Daya (Watt)	Total Daya (Watt)
1	07.00 – 08.00	Lampu	Ruang Laboran	1	23	23
		Lampu	Gudang	1	23	23
		Lampu	Ruang Tengah Lab Elektro	5	23	115
		Lampu	Ruang Tengah Lab Sipil	5	23	115
		Lampu	Ruang Tengah Lab Mesin	5	23	115
		Lampu	Toilet	3	15	45
		Lampu	R Praktikum Elektro	4	15	60
		Lampu	R Praktikum Sipil	1	15	15
		Lampu	R Praktikum Mesin	3	15	45
		Lampu	R Tengah Lab	6	45	270
		AC 2 PK	R Laboran	1	1920	1920
		<b>Total</b>				
2	08.00 – 09.00	Lampu	Ruang Laboran	1	23	23
		Lampu	Gudang	1	23	23

No	Waktu	Nama beban	Posisi	Jumlah	Daya (Watt)	Total Daya (Watt)
		Lampu	Ruang Tengah Lab Elektro	5	23	115
		Lampu	Ruang Tengah Lab Sipil	5	23	115
		Lampu	Ruang Tengah Lab Mesin	5	23	115
		Lampu	Toilet	3	15	45
		Lampu	R Praktikum Elektro	4	15	60
		Lampu	R Praktikum Sipil	1	15	15
		Lampu	R Praktikum Mesin	3	15	45
		Lampu	R Tengah Lab	6	45	270
		AC 2 PK	R Laboran	1	1920	1920
<b>Total</b>						<b>2746</b>
3	09.00 – 10.00	Lampu	Ruang Laboran	1	23	23
		Lampu	Gudang	1	23	23
		Lampu	Ruang Tengah Lab Elektro	5	23	115
		Lampu	Ruang Tengah Lab Sipil	5	23	115

No	Waktu	Nama beban	Posisi	Jumlah	Daya (Watt)	Total Daya (Watt)
		Lampu	Ruang Tengah Lab Mesin	5	23	115
		Lampu	Toilet	3	15	45
		Lampu	R Praktikum Elektro	4	15	60
		Lampu	R Praktikum Sipil	1	15	15
		Lampu	R Praktikum Mesin	3	15	45
		Lampu	R Tengah Lab	6	45	270
		AC 2 PK	R Laboran	1	1920	1920
		Kipas Angin	R Lab Elektro	4	80	320
		Kipas Angin	R Lab Sipil	6	60	480
<b>Total</b>						<b>3546</b>
4	10.00 – 11.00	Lampu	Ruang Laboran	1	23	23
		Lampu	Gudang	1	23	23
		Lampu	Ruang Tengah Lab Elektro	5	23	115
		Lampu	Ruang Tengah Lab Sipil	5	23	115

No	Waktu	Nama beban	Posisi	Jumlah	Daya (Watt)	Total Daya (Watt)
		Lampu	Ruang Tengah Lab Mesin	5	23	115
		Lampu	Toilet	3	15	45
		Lampu	R Praktikum Elektro	4	15	60
		Lampu	R Praktikum Sipil	1	15	15
		Lampu	R Praktikum Mesin	3	15	45
		Lampu	R Tengah Lab	6	45	270
		AC 2 PK	R Laboran	1	1920	1920
		Kipas Angin	R Lab Elektro	4	80	320
		Kipas Angin	R Lab Sipil	6	60	480
<b>Total</b>						<b>3546</b>
5	11.00 – 12.00	Lampu	Ruang Laboran	1	23	23
		Lampu	Gudang	1	23	23
		Lampu	Ruang Tengah Lab Elektro	5	23	115
		Lampu	Ruang Tengah Lab Sipil	5	23	115

No	Waktu	Nama beban	Posisi	Jumlah	Daya (Watt)	Total Daya (Watt)
		Lampu	Ruang Tengah Lab Mesin	5	23	115
		Lampu	Toilet	3	15	45
		Lampu	R Praktikum Elektro	4	15	60
		Lampu	R Praktikum Sipil	1	15	15
		Lampu	R Praktikum Mesin	3	15	45
		Lampu	R Tengah Lab	6	45	270
		AC 2 PK	R Laboran	1	1920	1920
		Kipas Angin	R Lab Elektro	4	80	320
		Kipas Angin	R Lab Sipil	6	60	480
<b>Total</b>						<b>3546</b>
6	12.00 – 13.00	Lampu	Ruang Laboran	1	23	23
		Lampu	Gudanga	1	23	23
		Lampu	Ruang Tengah Lab Elektro	5	23	115
		Lampu	Ruang Tengah Lab Sipil	5	23	115

No	Waktu	Nama beban	Posisi	Jumlah	Daya (Watt)	Total Daya (Watt)
		Lampu	Ruang Tengah Lab Mesin	5	23	115
		Lampu	Toilet	3	15	45
		Lampu	R Praktikum Elektro	4	15	60
		Lampu	R Praktikum Sipil	1	15	15
		Lampu	R Praktikum Mesin	3	15	45
		Lampu	R Tengah Lab	6	45	270
		AC 2 PK	R Laboran	1	1920	1920
<b>Total</b>						<b>2746</b>
7	13.00 – 14.00	Lampu	Ruang Laboran	1	23	23
		Lampu	Gudang	1	23	23
		Lampu	Ruang Tengah Lab Elektro	5	23	115
		Lampu	Ruang Tengah Lab Sipil	5	23	115
		Lampu	Ruang Tengah Lab Mesin	5	23	115
		Lampu	Toilet	3	15	45
		Lampu	R Praktikum Elektro	4	15	60

No	Waktu	Nama beban	Posisi	Jumlah	Daya (Watt)	Total Daya (Watt)
		Lampu	R Praktikum Sipil	1	15	15
		Lampu	R Praktikum Mesin	3	15	45
		Lampu	R Tengah Lab	6	45	270
		AC 2 PK	R Laboran	1	1920	1920
<b>Total</b>						<b>2746</b>
8	14.00 – 15.00	Lampu	Ruang Laboran	1	23	23
		Lampu	Gudang	1	23	23
		Lampu	Ruang Tengah Lab Elektro	5	23	115
		Lampu	Ruang Tengah Lab Sipil	5	23	115
		Lampu	Ruang Tengah Lab Mesin	5	23	115
		Lampu	Toilet	3	15	45
		Lampu	R Praktikum Elektro	4	15	60
		Lampu	R Praktikum Sipil	1	15	15
		Lampu	R Praktikum Mesin	3	15	45
		Lampu	R Tengah Lab	6	45	270

No	Waktu	Nama beban	Posisi	Jumlah	Daya (Watt)	Total Daya (Watt)
		AC 2 PK	R Laboran	1	1920	1920
		Kipas Angin	R Lab Elektro	4	80	320
		Kipas Angin	R Lab Sipil	6	60	480
<b>Total</b>						<b>3546</b>
9	15.00 – 16.00	Lampu	Ruang Laboran	1	23	23
		Lampu	Gudang	1	23	23
		Lampu	Ruang Tengah Lab Elektro	5	23	115
		Lampu	Ruang Tengah Lab Sipil	5	23	115
		Lampu	Ruang Tengah Lab Mesin	5	23	115
		Lampu	Toilet	3	15	45
		Lampu	R Praktikum Elektro	4	15	60
		Lampu	R Praktikum Sipil	1	15	15
		Lampu	R Praktikum Mesin	3	15	45
		Lampu	R Tengah Lab	6	45	270

No	Waktu	Nama beban	Posisi	Jumlah	Daya (Watt)	Total Daya (Watt)
		AC 2 PK	R Laboran	1	1920	1920
		Kipas Angin	R Lab Elektro	4	80	320
		Kipas Angin	R Lab Sipil	6	60	480
<b>Total</b>						<b>3546</b>
10	16.00 – 17.00	Lampu	Ruang Laboran	1	23	23
		Lampu	Gudang	1	23	23
		Lampu	Ruang Tengah Lab Elektro	5	23	115
		Lampu	Ruang Tengah Lab Sipil	5	23	115
		Lampu	Ruang Tengah Lab Mesin	5	23	115
		Lampu	Toilet	3	15	45
		Lampu	R Praktikum Elektro	4	15	60
		Lampu	R Praktikum Sipil	1	15	15
		Lampu	R Praktikum Mesin	3	15	45
		Lampu	R Tengah Lab	6	45	270

No	Waktu	Nama beban	Posisi	Jumlah	Daya (Watt)	Total Daya (Watt)
		AC 2 PK	R Laboran	1	1920	1920
		Kipas Angin	R Lab Elektro	4	80	320
		Kipas Angin	R Lab Sipil	6	60	480
<b>Total</b>						<b>3546</b>
11	17.00 – 18.00	Lampu	Ruang Laboran	1	23	23
		Lampu	Gudang	1	23	23
		Lampu	Ruang Tengah Lab Elektro	5	23	115
		Lampu	Ruang Tengah Lab Sipil	5	23	115
		Lampu	Ruang Tengah Lab Mesin	5	23	115
		Lampu	Toilet	3	15	45
		Lampu	R Praktikum Elektro	4	15	60
		Lampu	R Praktikum Sipil	1	15	15
		Lampu	R Praktikum Mesin	3	15	45
		Lampu	R Tengah Lab	6	45	270

No	Waktu	Nama beban	Posisi	Jumlah	Daya (Watt)	Total Daya (Watt)
		AC 2 PK	R Laboran	1	1920	1920
Total						2746
Total Keseluruhan Daya Terpakai/Hari						35006

Dari tabel 4.2 dapat dilihat setelah hasil observasi dengan melakukan perhitungan secara manual total beban keseluruhan yang terpakai pada laboratorium fakultas teknik umsu adalah sebesar 35006 kWh/hari. Angka ini berbeda dengan hasil wawancara yang dilakukan oleh laboran laboratorium fakultas teknik, maka yang menjadi acuan adalah hasil observasi data beban dengan cara menghitung beban secara manual pada jam kerja.

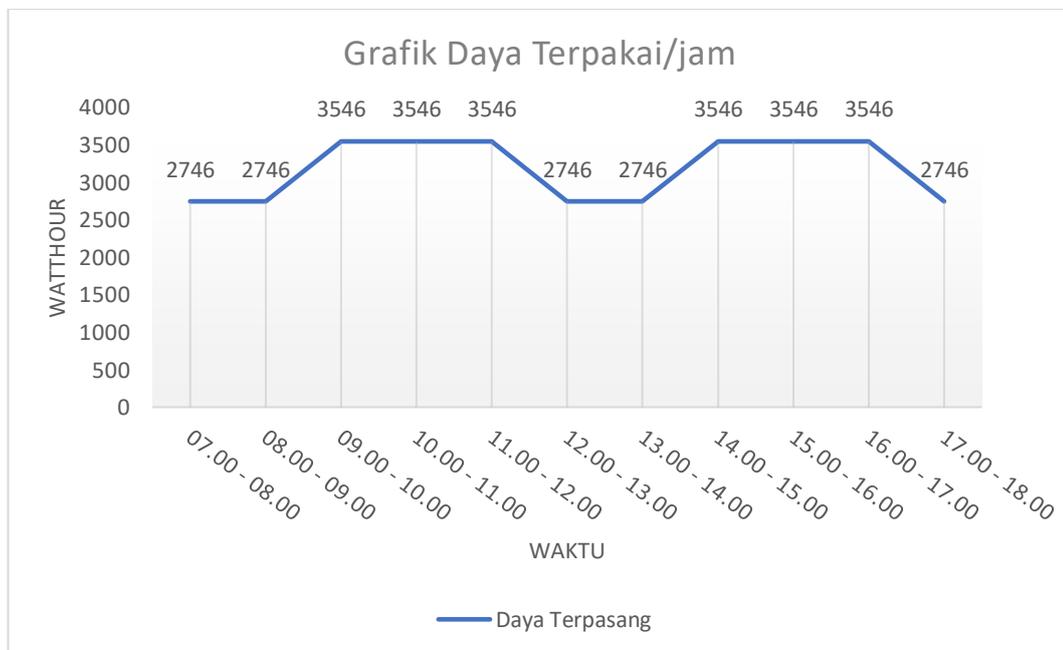
Maka dari tabel 4.2 tersebut didapat tabel total daya terpakai pada Laboratorium Fakultas Teknik UMSU sebagai berikut :

Tabel 4.3 Daya dan Daya Terpakai

Pukul	Daya Terpakai (Watt-hour)
07.00 - 08.00	2746
08.00 - 09.00	2746
09.00 - 10.00	3546
10.00 - 11.00	3546
11.00 - 12.00	3546

Pukul	Daya Terpakai (Watthour)
12.00 - 13.00	2746
13.00 - 14.00	2746
14.00 - 15.00	3546
15.00 - 16.00	3546
16.00 - 17.00	3546
17.00 - 18.00	2746
Total	35006

Dari tabel 4.3 tersebut dapat dilihat grafik penggunaan beban setiap jamnya, adapun grafik penggunaan beban umum setiap jamnya adalah sebagai berikut :



Gambar 4.2 Grafik Daya Terpakai/jam

Dari grafik dapat dilihat pada saat pagi pukul 07.00 sampai dengan pukul 09.00 daya terpakai lebih rendah. Serta ketika pukul 12.00 sampai dengan 14.00 daya terpakai juga terlihat lebih rendah dan saat inilah terjadinya pemakaian daya rendah.

#### 4.2. Beban Peralatan lain pada laboratorium umsu

Beban praktikum adalah beban yang digunakan hanya pada saat proses praktikum dilaksanakan. Beban ini tidak digunakan setiap jam atau bahkan setiap hari. Dalam 1 tahun beban ini hanya digunakan hanya satu kali. Sehingga beban praktikum ini berbeda dengan beban umum yang ada pada laboratorium fakultas teknik universitas muahmmadiyah sumatera utara.

Pada laboratorium fakultas teknik umsu, lab elektro dan mesin merupakan laboratorium yang paling besar menggunakan daya listrik, hal ini disebabkan jenis – jenis praktikum yang menggunakan sebagian besarnya adalah motor – motor listrik yang membutuhkan daya yang cukup besar untuk mengoperasikannya.

Adapun beban yang ada pada laboratorium fakultas teknik umsu adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4 Beban Praktikum

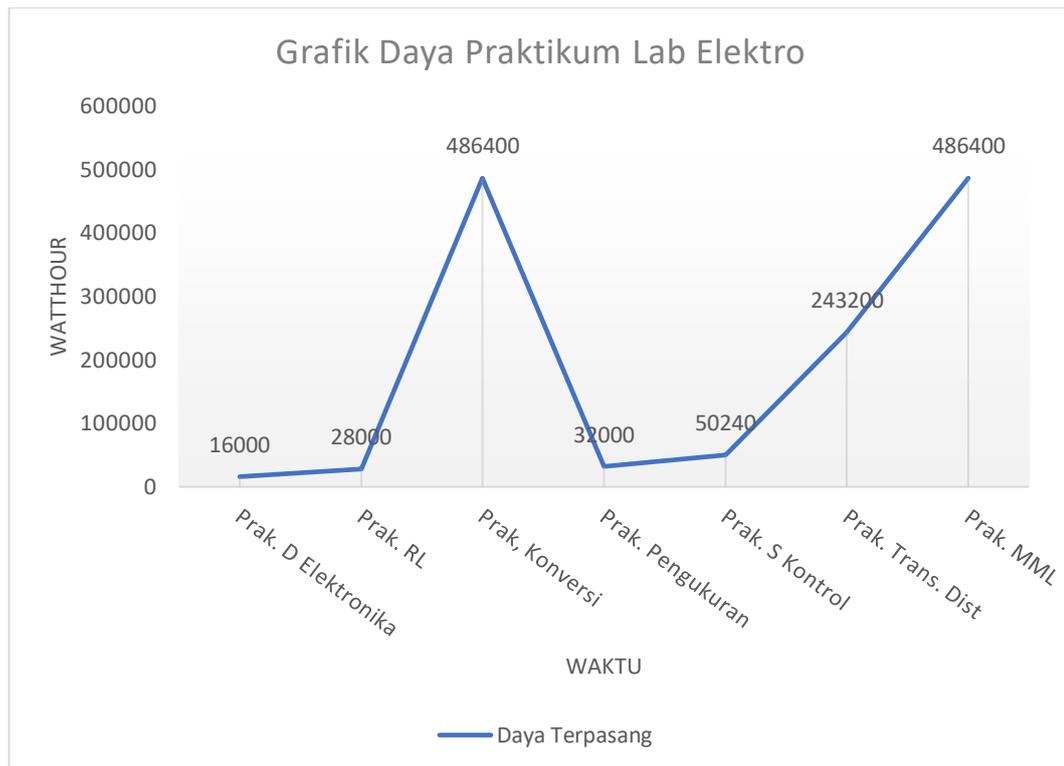
Nama Praktikum	Daya Total Peralatan (Watt)	Waktu Pemakaian (Jam)	Total Beban (Wh)
<b>ELEKTRO</b>			
Dasar Elektronika	2000	4	8000
Praktikum Rangkaian Listrik	3500	4	14000
Praktikum Konversi Energi Listrik	15000	4	60000
Praktikum Pengukuran dan Instalasi Listrik	4000	4	16000

Praktikum Sistem Kontrol	6280	4	25120
Praktikum Simulasi Transmisi dan Distribusi	7600	4	30400
Praktikum Mesin – Mesin Listrik	15000	4	60000
Total	53380	-	213520
<b>MESIN</b>			
Praktikum Mekanika Kekuatan Material	1000	4	4000
Praktikum Proses Produksi	1000	4	4000
Praktikum CNC	5000	4	20000
Praktikum Penomena Dasar	1500	4	6000
Praktikum Prestasi Mesin	6300	4	25200
Praktikum Sistem Kontrol	2000	4	8000
Total	16800		67200
Total Keseluruhan Beban Praktikum	70180		280720 kwh

Dari tabel 4.4 dapat dilihat total beban peralatan lain yang terpasang pada laboratorium umsu Prodi Teknik Elektro dan Mesin cukup besar yaitu 70.180 Watt. Dimana total pemakaian per hari pada beban yang ada adalah 280.720 Wh atau 280 kWh. Daya tersebut adalah apabila praktikum tersebut sedang berlangsung dalam

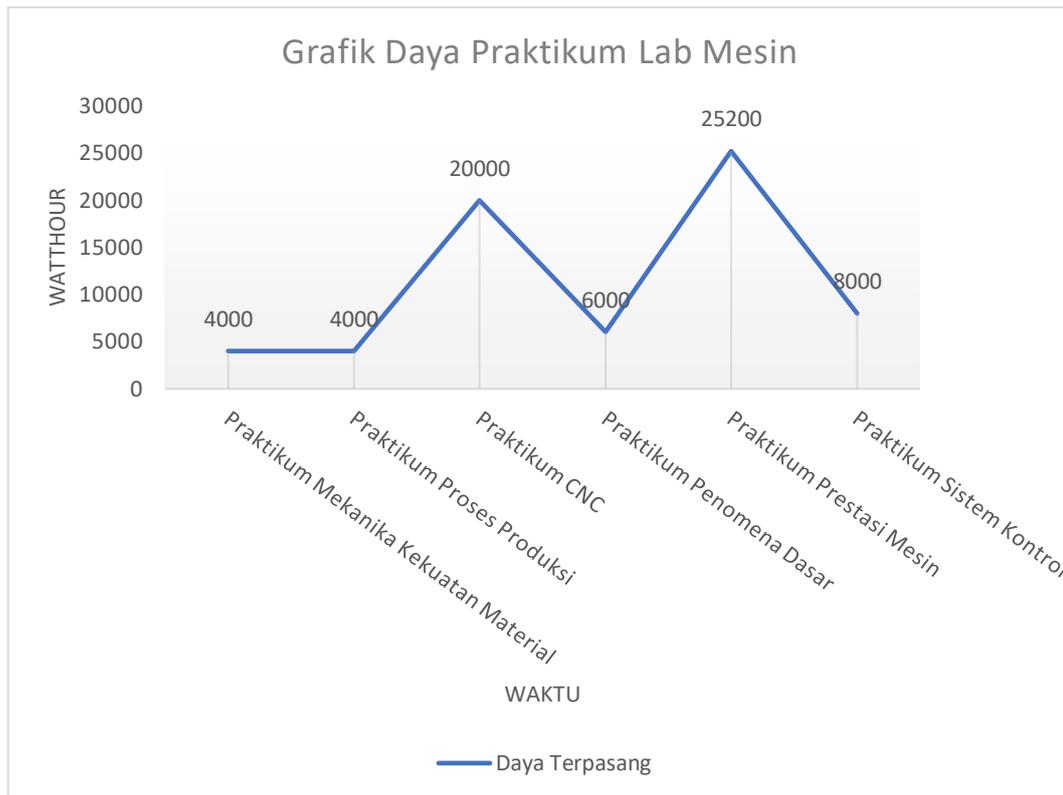
waktu tersebut. Maka beban yang dibutuhkan untuk mensuplai proses berjalannya praktikum adalah sebesar 280,72 kWh dan pada saat ini la paling banyak penggunaan energi listrik atau di sebut beban puncak.

Dari tabel 4.4 adapun grafik penggunaan beban praktikum program studi teknik elektro adalah sebagai berikut :



Gambar 4.3 Grafik Daya Praktikum Lab Elektro

Dari gambar 4.3 dapat dilihat praktikum konversi energi listrik dan praktikum mesin – mesin listrik merupakan jenis praktikum yang paling besar membutuhkan daya listrik yaitu sebesar 486400 Wh. Dari tabel 4.4 adapun grafik penggunaan beban praktikum program studi teknik Mesin adalah sebagai berikut :



Gambar 4.4 Grafik Praktikum T. Mesin

Dari gambar 4.4 dapat dilihat praktikum prestasi mesin merupakan jenis praktikum yang paling besar membutuhkan daya listrik yaitu sebesar 25200 Wh dan saan ini terjadinya beban listrik paling banyak digunakan atau beban puncak.

#### 4.3. Beban Total

Beban total pada penelitian ini adalah beban dari beban umum dan beban praktikum yang diasumsikan apabila hidup dalam hari yang sama secara bersamaan dan serentak. Untuk melihat beban keseluruhan yang apabila diasumsikan hidup secara bersamaan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5 Beban Total

Jenis Beban	Total Beban (kWh)
Beban Terpasang	45041
Beban Prak. Lab. Elektro	213250
Beban Pra Lab Mesin	67200
Total Beban	325491

Dari tabel 4.5 dapat dilihat total beban yang diasumsikan apabila beban Terpasang dan beban peralatan lain lab hidup secara bersamaan, maka total beban yang terpakai dalam satu hari adalah sebesar 45041 kWh/hari.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Setelah melakukan penelitian dengan menghitung beban yang ada pada laboratorium fakultas teknik UMSU, adapun kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Total beban di butuhkan pada laboratorium fakultas teknik UMSU adalah sebesar 35.006 Wh/ hari. Dimana beban ini dihitung pada saat jam kerja yaitu pukul 07.00 – 18.00.
2. Adapun beban peralatan lain adalah beban praktikum program studi teknik elektro yaitu beban yang hidup hanya satu kali dalam setahun. Dimana beban praktikum program studi teknik elektro ini apabila hidup secara bersamaan adalah sebesar 213259 Wh/hari dan beban praktikum teknik mesin adalah 67200 Wh/hari dan pada saat praktikum terjadinya beban puncak terjadi
3. Beban yang terpakai dan dibutuhkan untuk mensuplai beban yang ada apabila diasumsikan hidup beban terpasang dan beban peralatan lain adalah beban praktikum secara bersamaan adalah 45041 Wh/hari

#### **5.2. Saran**

1. Dapat dilakukan perhitungan beban dengan perbandingan dengan slip setoran pembayaran pada laboratorium fakultas teknik universitas muhammadiyah sumatera utara.
2. Dapat membuat alat yang dapat membaca daya keluaran pada lokasi penelitian secara otomatis

## DAFATAR PUSTAKA

- Afrina, Y. (2015). Pengaruh pertumbuhan ekonomi dan penduduk terhadap konsumsi energi di Indonesia. *Jom FEKON*, 2(2), 1–14. [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id)
- Amalia, F. (2013). Hubungan Kausalitas Investasi Dengan Pertumbuhan Ekonomi Indonesia. *Signifikan: Jurnal Ilmu Ekonomi*, 2(1), 1–16. \
- Amri, A., & Iskandar, I. (2021). Kausalitas Konsumsi Listrik Per Kapta Dan Pdb Per Kapita Di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan*, 12(1), 16–30. <https://doi.org/10.22373/jep.v12i1.145>
- Fadillah. M.B, Analisis Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2015-2024 Wilayah PLN Kota Pekan Baru Dengan Metode Gabungan, *Jom FTEKNIK*, Vol.2, No.2.
- Kristiana, Ana., Yuciana W., Alan P. 2015. Peramalan Beban Puncak Pemakaian Listrik Di Area Semarang Dengan Metode Hybrid Arima (Autoregressive Integrated Moving Average)-Anfis (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System). *Jurnal Gaussian*. Vol 4. No 4. Hal 715-723
- Nugroho. Agung, Metode Pengaturan Penggunaan Tenaga Listrik Dalam Upaya Penghematan Bahan Bakar Pembangkit Dan Energi, *Jurnal Transmisi*, Vol.11, No.1: 45-51.
- PLN, “Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) Tahun 2016 s.d. 2025”, PT PLN Persero, Tahun 2016
- upart.2015. Analisis Data Inflasi Indonesia Menggunakan Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Dengan Penambahan Outlier, *Media Statistika*, Vol 8, No 1.
- Wiguna. A.S., Kurriawan. B.P, Analisis dan Peramalan FTS terhadap Zinc-Carbon Accumulator dan Yuasa Accumulator Model 6N4-2A-4, *Jurnal SMARTICS*, Vol.2, No.2.
- Andini, Gardina Daru. 2012. “Analisis Potensi Pemborosan Konsumsi Energi Listrik Pada Gedung Kelas Fakultas Teknik Universitas Indonesia”. Skripsi: Teknik Elektro. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Cekdin, Cekmas. Taufik Barlian. 2013. *Rangkaian Listrik*. Yogyakarta: C.V Andi Offset.
- Eugene. C ; Hanapi, Gunawan. Drs. Ir. (1993). *Mesin dan Rangkaian Listrik*. Edisi Keenam. ITB. Bandung
- Firdaus, Hendra. 2012. “Analisis Kebutuhan Listrik Daya Terpasang Di Kampus Universitas Galuh”. Skripsi: Teknik Elektro. Ciamis: Fakultas Teknik Universitas Galuh.
- Hariato, Tri. 2017. “Optimasi Efisiensi Pemakaian Tenaga Listrik Di Gudang PT.

KAMADAJA LOGISTIC Dengan Menggunakan Metode Tabulasi Waktu”. Skripsi: Teknik Elektro. Medan: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Isma, Amrullah. Dkk. 1985. Studi Pengembangan Sistem Kelistrikan Kota Watampone.

Lukman, Fajar Syahbakti. 2013. “Analisa Konsumsi Energi Listrik di Kampus III Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara”. Skripsi: Teknik Elektro. Medan: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Lampiran



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA PRIBADI

Nama : Teuku Aljabbar Nur  
 Alamat : KP JAWA BELAKANG 1  
 Jenis kelamin : Laki – laki  
 Umur : 22 Tahun  
 Agama : Islam  
 Status : Belum Menikah  
 Tempat, Tgl. Lahir : Langsa, 20 oktober 2001  
 Tinggi/Berat Badan : 167 cm/52 Kg  
 Kewarganegaraan : Indonesia  
 No.Hp : 082275933496  
 Email : aljabbarnur20@gmail.com

### ORANG TUA

Nama Ayah : Bachtiar  
 Agama : Islam  
 Nama Ibu : Rosilawati  
 Agama : Islam  
 Alamat : Kp jawa belakang 1

### LATAR BELAKANG PENDIDIKAN

2007-2013 : SD Negeri 1 Kota Langsa  
 2013-2016 : SMP Negeri 1 Kota Langsa  
 2016-2019 : SMA Negeri 3 Kota Langsa  
 2019-2023 : Tercatat Sebagai Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro  
 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
 (UMSU)



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya  
Bila membuat surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/II/2019  
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003  
🌐 <https://fatek.umsu.ac.id> ✉ [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id) 📘 [umsumedan](#) 📷 [umsumedan](#) 📺 [umsumedan](#) 📺 [umsumedan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN  
DOSEN PEMBIMBING**

**Nomor: 390/II.3AU/UMSU-07/F/2023**

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Elektro Pada Tanggal 15 Maret 2023 dengan ini Menetapkan :

Nama : TEUKU ALJABBAR NUR  
Npm : 1907220117  
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO  
Semester : VIII ( Delapan )  
Judul Tugas Akhir : ANALISA KEBUTUHAN DAYA ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA – UTARA .  
Pembimbing : MUHAMMAD ADAM ST. MT

Dengan Demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul tugas akhir kurang sesuai dapat diganti oleh dosen pembimbing setelah mendapat Dari program Studi Teknik Elektro.
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 ( Satu ) Tahun dan tanggal yang telah Ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.  
Medan, 19 Syahban 1444 H  
15 Maret 2023 M



Munawar Alfansury Siregar, ST., MT  
NIDN: 0101017202





MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Akreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/AK.KP/PT/XU/2022  
 Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003  
<https://umsu.ac.id> [rektor@umsu.ac.id](mailto:rektor@umsu.ac.id) [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#)

Nomor : 1828/II.3-AU/UMSU/F/2023  
 Lamp. : -  
 Hal : Izin Riset

10 Dzulqaidah 1444 H  
 30 Mei 2023 M

Kepada Yth :  
 Dekan Fakultas Teknik  
 Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
 di-  
Medan.

*Assalamu'alaikum warahmatullah wabarakatuh*

Dengan hormat, teriring salam dan do'a semoga Saudara dan jajaran selalu berada dalam naungan Allah SWT. Dan dimudahkan dalam melaksanakan aktivitas sehari-hari. Amin.

Dengan hormat, menindaklanjuti surat dari Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Nomor: 449/II.3-AU/UMSU-07/F/2023 tanggal 25 Mei 2023 perihal Izin Riset, maka bersama ini kami memberikan izin Riset di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) sebagai berikut:

Nama : Teuku Aljabbar Nur  
 NPM : 1907220117  
 Jurusan : Teknik Elektro  
 Judul : Analisis Kebutuhan Daya Energy Listrik Pada Gedung Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumater Utara

Demikian hal ini kami disampaikan, atas perhatian dan kerjasama yang baik diucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*



a.n. Rektor  
 Wakil Rektor I  
  
 Prof. Dr. Muhammad Arifin, S.H., M.Hum  
 NIP: 195701131987031002

**Tembusan:**

1. Bapak Rektor UMSU sebagai laporan;
2. Yang bersangkutan
3. Pertinggal





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir ( Skripsi )

Nama : TEUKU ALJABBAR NUR  
Npm : 1907220117  
Judul Tugas Akhir : " ANALISA KEBUTUHAN DAYA ENERGI LISTRIK PADA  
GEDUNG FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA"

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1.	24/10 <sup>23</sup>	Can dan Pelajari Panduan penulisan Skripsi	<i>[Signature]</i>
2.	21/10 <sup>23</sup>	Perjelas rumusan masalah dan skripsi ini	<i>[Signature]</i>
3.	6/11 <sup>23</sup>	Gambar 2 yg di tempelkan ke rumus	<i>[Signature]</i>
4.	12/11 <sup>23</sup>	Landasan teori torong di perbaiki	<i>[Signature]</i>
5.	21/11 <sup>23</sup>	Perhitungan dasar harus bisa.	<i>[Signature]</i>
6.	11/12 <sup>23</sup>	Perjelas Akr Floet	<i>[Signature]</i>
7.	20/12 <sup>23</sup>	Akr untuk servo ditakan lanjut ke kaprodi	<i>[Signature]</i>

Dosen Pembimbing

*[Signature]*  
MUHAMMAD ADAM, S.T., M.T



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
 Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir ( Skripsi )

Nama : TEUKU ALJABBARNUR  
 Npm : 1907220117  
 Judul Tugas Akhir : "ANALISA DAYA ENERGI LISTRIK PADA LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA"

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1.	29/7 <sup>23</sup>	Pelafanasi hasil Skripsi	f
2.	20/7 <sup>23</sup>	Leakage Pembalutnya	f
3.	10/8 <sup>23</sup>	Revisi hasil pembalutan	f
4.	10/8 <sup>23</sup>	Mari rumus dasar pelutnya	f
5.	19/8 <sup>23</sup>	Revisi data dan gambar	f
6.	19/8 <sup>23</sup>	Revisi penulisan abstrak	f
7.	11/9 <sup>23</sup>	Revisi contoh gambar	

Layut dan Paraf Dosen Pembimbing

Muhammad Adam, S.T., M.T



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir ( Skripsi )

Nama : Teuku Aljabbar Nur

Npm : 1907220117

Judul Tugas Akhir : "ANALISA KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK  
PADA GEDUNG LABORATORIUM TEKNIK  
FAKULTAS TENIK UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA"

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1.	18/27 19	Acc. untuk Sidang	
2.		Peninjauan Lga Prodi	
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			

Dosen Pembimbing

Muhammad Adam, S.T., M.T

---



---

**RELE**  
**( Rekaya Elektrikal Dan Energi ) : Jurnal Teknik Elektro**  
**Vol, 2 No. 2, September 2023, ISSN 2622-7002**

---



---

**ANALISA KEBUTUHAN DAYA ENERGI LISTRIK PADA  
 GEDUNG LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS  
 MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Teuku AlJabbar Nur (1907220177)  
 Program Studi Teknik Elektro  
 Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan  
 Email : aljabbarnur20@gmail.com

**ABSTRAK**-Penggunaan energi listrik pada tingkat konsumen sering terjadi perubahan pemakaian, ini disebabkan pada pola konsumsi yang tidak teratur. Pertambahan penduduk juga dapat memicu terjadinya peningkatan kebutuhan energi listrik, tetapi hal ini tidak seimbang dengan peningkatan penyediaan tenaga listrik, dimana kapasitas daya terpasang masih tetap, sementara kebutuhan masyarakat terus meningkat dan berbagai kegiatan pendukungnya. Hal ini dapat dikatakan bahwa ketergantungan dalam pemakaian tenaga listrik sangat tinggi, tidak hanya untuk kebutuhan penerangan tetapi juga untuk mendukung kegiatan ekonomi. Maka dari itu akibat yang ditimbulkan adalah seringnya terjadi pemadaman aliran listrik oleh PLN, terutama pada saat beban puncak. Hal ini disebabkan oleh akibat pemakaian beban yang melebihi daya yang telah disediakan. Dengan kata lain pembangunan bidang kelistrikan harus dapat mengimbangi kebutuhan tenaga listrik yang akan terus meningkat. Oleh sebab itu, untuk menyalurkan tenaga listrik secara ekonomis dan efisien diperlukan strategi yang jitu di dalam sebuah perencanaan pemeliharaan, penyaluran dan penggunaan energi listrik. Total beban umum yang ada pada laboratorium fakultas teknik UMSU adalah sebesar 35.006 Wh/ hari. Dimana beban ini dihitung pada saat jam kerja yaitu pukul 07.00 – 18.00. Adapun beban yang lain adalah beban praktikum program studi teknik elektro yaitu beban yang hidup hanya satu kali dalam setahun. Dimana beban praktikum program studi teknik elektro ini apabila hidup secara bersamaan adalah sebesar 1.342 kWh/hari. Beban total yang dibutuhkan untuk mensuplai beban yang ada apabila diasumsikan hidup beban umum dan beban praktikum secara bersamaan adalah 1.377 kWh

**Kata Kunci : Energi Listrik, Audit, Beban Listrik, Daya Listrik**

***ABSTRACT**-The use of electrical energy at the consumer level often changes in usage, this is due to irregular consumption patterns. Population growth can also trigger an increase in the need for electrical energy, but this is not balanced with an increase in the supply of electric power, where the installed power capacity remains constant, while community needs continue to increase and various supporting activities. It can be said that dependence on the use of electricity is very high, not only for lighting needs but also to support economic activities. Therefore, the result is frequent power outages by PLN, especially during peak loads. This is caused by the impact of using a load that exceeds the power provided. In other words, development in the electricity sector must be able to keep up with the need for electricity which will continue to increase. Therefore, to distribute electricity economically and efficiently, an accurate strategy is needed in planning the maintenance, distribution and use of electrical energy. The total general load on the UMSU engineering faculty laboratory is 35,006 Wh/day. Where this load is calculated during working hours, namely 07.00 – 18.00. The other load is the practical load for the electrical engineering study program, which is a load that occurs only once a year. Where the practical load for this electrical engineering study program when running simultaneously is 1,342 kWh/day. The total load required to supply the existing load if it is assumed that the general load and practical load are running simultaneously is 1,377 kWh*

**Keywords: Electrical Energy, Audit, Electrical Load, Power Load**

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Energi listrik merupakan bentuk energi yang paling cocok dan nyaman bagi masyarakat modern karena dapat dengan mudah diubah ke bentuk energi lain, misalnya pendingin udara, penerangan, pompa air dan beberapa keperluan lainnya. Hampir segala aktifitas manusia didukung oleh keberadaan energi listrik ini.

ekonomis dan efisien diperlukan strategi yang jitu di dalam sebuah perencanaan pemeliharaan, penyaluran dan penggunaan energi listrik.

Penggunaan energi listrik pada tingkat konsumen sering terjadi perubahan pemakaian, ini disebabkan pada pola konsumsi yang tidak teratur. Pertambahan penduduk juga dapat memicu terjadinya peningkatan kebutuhan energi listrik, tetapi hal ini tidak seimbang dengan peningkatan penyediaan tenaga listrik, dimana kapasitas daya terpasang masih tetap, sementara kebutuhan masyarakat terus meningkat dan berbagai kegiatan pendukungnya. Hal ini dapat dikatakan bahwa ketergantungan dalam pemakaian tenaga listrik sangat tinggi, tidak hanya untuk kebutuhan penerangan tetapi juga untuk mendukung kegiatan ekonomi. Maka dari itu akibat yang ditimbulkan adalah seringnya terjadi pemadaman aliran listrik oleh PLN, terutama pada saat beban puncak. Hal ini disebabkan oleh akibat pemakaian beban yang melebihi daya yang telah disediakan. Dengan kata lain pembangunan bidang kelistrikan harus dapat mengimbangi kebutuhan tenaga listrik yang akan terus meningkat. Oleh sebab itu, untuk menyalurkan tenaga listrik secara ekonomis dan efisien diperlukan strategi yang jitu di dalam sebuah perencanaan pemeliharaan, penyaluran dan penggunaan energi listrik..

### **1.2. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang diambil pada penelitian ini adalah :

1. Berapa beban puncak dan beban minimal penggunaan daya listrik Gedung teknik
2. Bagaimana pembagian daya untuk disalurkan pada instalasi listrik Gedung teknik
3. Bagaimana menghitung beban daya listrik pada Gedung teknik

### **3.1. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Pendataan beban puncak dan beban minimal penggunaan daya listrik pada Gedung teknik.
2. Pendataan pembagian daya untuk jaringan instalasi listrik Gedung teknik.
3. Menganalisis keseimbangan pembagian daya dan beban yang terpasang pada instalasi listrik Gedung teknik.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Tinjauan Pustaka Relevan**

#### **Tinjauan Pustaka Relevan**

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan hidup yang paling penting bagi kehidupan. Tanpa adanya energi listrik, berbagai aktivitas manusia tidak dapat berjalan dengan baik dan lancar. Namun konsumsi energi listrik secara berlebihan akan membawa dampak negatif. Oleh karena itu, pemanfaatan energi listrik harus dilakukan secara hemat dan efisien. Untuk mengetahui profil penggunaan energi listrik di suatu bangunan gedung dapat dilakukan

audit energi listrik pada bangunan gedung tersebut. Audit energi listrik terdiri dari beberapa tahap. Mulai dari pengumpulan data mengenai penggunaan energi listrik pada periode sebelumnya, pengukuran langsung penggunaan energi listrik, perhitungan intensitas kebutuhan energi listrik (IKE) serta analisa mengenai peluang penghematan energi. Hasil dari pengambilan data dan analisa tersebut kemudian dilaporkan dengan disertai rekomendasi upaya penghematan energi pada bangunan gedung yang bersangkutan. Sehingga pemakaian energi listrik pada bangunan gedung tersebut bisa lebih efektif dan efisien (Hadiputra, 2007).

Krisis energi yang melanda dunia mengharuskan pelaksanaan hemat energi di segala lini dan tempat, termasuk didalamnya energi listrik. Kampus Kasipah UNIMUS Semarang yang memiliki tingkat pemakaian ruangan yang cukup tinggi pada saat jam kerja dan daya listrik yang terpasang sering trip karena kelebihan beban. Untuk itu diperlukan audit energi untuk menentukan (klarifikasi) nilai indeks konsumsi energi (IKE) dan membandingkannya dengan standar IKE Asia. Hasil penelitian berupa nilai IKE gedung kampus Kasipah UNIMUS Semarang adalah 117,4 kWh/m<sup>2</sup>. Nilai ini masih dibawah standar IKE gedung perkantoran (240 kWh/m<sup>2</sup>). Dari hasil ini dapat direkomendasikan dua hal yaitu : pemakaian daya di gedung kampus Kasipah UNIMUS Semarang masih dapat ditingkatkan guna mencapai standar minimal peralatan ruangan dan menaikkan kapasitas daya terpasang menjadi 33 kVA agar tidak sering terjadi trip (Achmad Solichan, 2009).

### **2.2. Landasan Teori**

#### **2.2.1. Energi Listrik**

Energi Listrik Energi menurut Eugene C. Lister yang diterjemahkan oleh Hanapi Gunawan (1993) bahwa energi merupakan kemampuan untuk melakukan kerja, energi merupakan kerja tersimpan. Pengertian ini tidaklah jauh beda dengan ilmu fisika yaitu sebagai kemampuan melakukan usaha (Kamajaya, 1986). Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat pula dimusnahkan. Energi hanya dapat diubah dari suatu bentuk ke bentuk energi yang lain. Demikianlah pula energi listrik yang merupakan hasil perubahan energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik. Keberadaan energi listrik ini dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin. Adapun kegunaan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari merupakan penerangan, pemanas, motormotor listrik dan lain-lain. Energi yang digunakan alat listrik merupakan laju penggunaan energi (daya) dikalikan dengan waktu selama alat tersebut digunakan. Bila daya diukur dalam watt jam

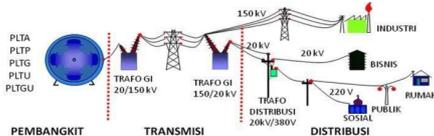
#### **2.2.2. Beban Listrik**

Dalam perencanaan pembangkit listrik tenaga bayu perkiraan permintaan beban yang tepat sangat dibutuhkan. Perkiraan permintaan beban secara sederhana bisa dilakukan dengan mengalikan jumlah pengguna dengan rata-rata estimasi penggunaan listrik per pengguna. Namun, pendekatan ini tidak benar-benar cukup karena memiliki tingkat akurasi yang rendah untuk pedesaan yang besar. Sebaliknya, lebih baik untuk menggabungkan estimasi permintaan listrik masing-masing calon pengguna, seperti rumah tangga, bangunan sosial, dan layanan ekonomi.

Memperkirakan permintaan listrik membutuhkan usaha yang intensif ketika observasi langsung kelapangan dari pintu ke pintu (door to door). Dua faktor penting dalam perencanaan listrik pedesaan, yaitu kesediaan pengguna untuk terhubung ke akses listrik yang akan dibangun dan konsumsi peralatan listrik yang akan digunakan ketika terhubung ke akses listrik.

### 2.2.3. Sistem Tenaga Listrik

Pengertian Sistem Tenaga Listrik Sistem Tenaga Listrik merupakan sekumpulan pusat listrik dan pusat beban yang satu sama lain dihubungkan oleh jaringan transmisi dan distribusi sehingga merupakan sebuah kesatuan interkoneksi. Energi listrik dibangkitkan oleh pusat-pusat listrik seperti PLTA, PLTU, PLTG, PLTGU, PLTP dan PLTP. Kemudian energi listrik disalurkan melalui saluran transmisi dan didistribusikan ke beban-beban melalui saluran distribusi.



Gambar STL

### 2.2.4. Beban Rata - Rata

Beban sistem tenaga listrik merupakan pemakaian tenaga listrik dari para pelanggan listrik. Oleh karenanya, besar kecilnya beban beserta perubahannya tergantung pada kebutuhan para pelanggan akan tenaga listrik. Tidak ada perhitungan eksak mengenai besarnya beban sistem pada suatu saat, yang bisa dilakukan hanyalah membuat perkiraan beban. Dalam pengoperasian sistem tenaga listrik harus selalu diusahakan agar daya yang dibangkitkan sama dengan beban sistem. Maka masalah perkiraan beban merupakan masalah yang sangat menentukan bagi kelembagaan listrik baik segi-segi manajerial maupun bagi segi operasional, oleh karena itu perlu mendapat perhatian khusus. Untuk dapat membuat perkiraan beban yang sebaik mungkin perlu beban sistem tenaga listrik yang sudah terjadi di masa lalu dianalisa

Menurut Djiteng Marsudi (2006) pembagian kelompok perkiraan beban yaitu, Perkiraan beban jangka panjang Perkiraan beban jangka panjang adalah untuk jangka waktu di atas satu tahun. Dalam perkiraan beban jangka panjang masalah-masalah makro ekonomi yang merupakan masalah eksterm kelembagaan listrik merupakan faktor utama yang menentukan arah perkiraan beban. Perkiraan beban jangka menengah Perkiraan beban jangka menengah adalah untuk jangka waktu dari satu bulan sampai dengan satu tahun. Poros untuk perkiraan beban jangka menengah adalah perkiraan beban jangka panjang. Perkiraan beban jangka pendek Perkiraan beban jangka pendek adalah untuk jangka waktu beberapa jam sampai satu minggu (168 jam). Dalam perkiraan beban jangka pendek batas atas untuk beban maksimum dan batas bawah untuk beban minimum yang ditentukan dalam perkiraan beban jangka menengah.

Beban rata-rata (Br) didefinisikan sebagai perbandingan antara energi yang terpakai dengan waktu pada periode. Atau dituliskan menurut persamaan 1 periode tahunan :

$$Br = (\text{KWh yang terpakai selama 1 tahun}) / (365 \times 24)$$

### 2.2.5. Faktor Beban

Faktor beban adalah perbandingan antara beban rata – rata terhadap beban puncak yang diukur dalam suatu

periode tertentu, faktor beban sendiri biasanya dipakai untuk mengetahui faktor beban harian, bulanan maupun tahunan

### 2.2.6. Faktor Kebutuhan

Faktor kebutuhan adalah perbandingan antara kebutuhan maksimum (beban puncak) terhadap total daya tersambung. Jumlah daya tersambung adalah jumlah dari daya tersebut dari seluruh beban dari setiap konsumen. Untuk mendapatkan penggunaan daya listrik yang efisien perlu dihitung daya maksimal yang digunakan. Faktor kebutuhan (Fdm) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan: ukuran daya (watt) x durasi pemakaian (jam) / 1.000 (satuan kWh) x tarif tenaga listrik.

Faktor kebutuhan selalu bernilai lebih kecil dari satu. Besarnya faktor kebutuhan dipengaruhi oleh beberapa hal : 1. Besarnya beban terpasang. 2. Sifat pemakaian, sebagai contoh toko-toko, pusat perbelanjaan, kantor-kantor dan industri memiliki faktor kebutuhan tinggi sedangkan gudang dan tempat reaksi memiliki faktor kebutuhan rendah.

### 2.2.7. Faktor Daya

Faktor daya adalah perbandingan daya aktif dan daya reaktif atau perbandingan antara arus untuk menghasilkan kerja dalam suatu rangkaian terhadap arus total yang masuk di rangkaian. Faktor daya dinotasikan dengan  $\cos \phi$ . Pergeseran faktor daya merupakan kosinus sudut antara tegangan dan arus. Sedangkan daya reaktif (Q) ialah daya yang dihasilkan oleh efek induksi elektromagnetik dari karakteristik beban yang induktif (arus tertinggal tegangan) atau lagging atau kapasitif (arus mendahului tegangan atau leading). Salah satu tindakan yang harus dilakukan untuk memperbaiki kualitas daya listrik adalah memperbaiki faktor daya sistem kelistrikan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan memasang kompensator berupa kapasitor bank disalah satu lokasi sistem kelistrikan. Vektor daya reaktif dan daya aktif dijumlahkan disebut daya semu

### 2.2.8. Biaya Beban

Kwh Meter berarti Kilo Watt Hour Meter dan kalau diartikan menjadi n ribu watt dalam satu jamnya. Jika membeli sebuah kWh Meter maka akan tercantum X putaran per kWh, artinya untuk mencapai 1 kWh dibutuhkan putaran sebanyak X kali putaran dalam setiap jamnya. Contohnya jika 900 putaran per kWh maka harus ada 900 putaran setiap jamnya untuk dikatakan sebesar satu kWh. Jumlah kWh itu secara kumulatif dihitung dan pada akhir bulan dicatat oleh 29 petugas besarnya pemakaian biaya abodemen dan pajak menghasilkan jumlah tagihan yang harus dibayarkan setiap bulannya.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Metode Penelitian

Pemakaian energi listrik ditingkat konsumen ada bermacam-macam disesuaikan dengan kebutuhan yang terjadi. Untuk mengetahui pola penggunaan listrik yang terdapat di gedung fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara maka penulis menggunakan beberapa metode yang dapat

mendekati pola penggunaan energi listrik, antara lain :

- Perhitungan Energi Listrik
- Observasi
- Wawancara

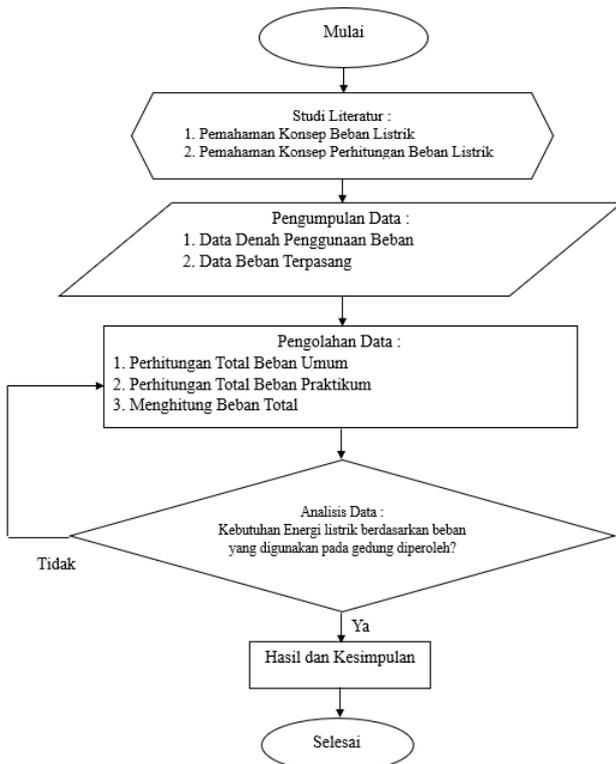
#### 3.2. Prosedur Penelitian

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

landasan pelaksanaan penelitian. Jalannya penelitian dilakukan dengan rumusan sebagai berikut :

- 1) Melakukan perhitungan beban pada masing-masing gedung dan mencatat beban nyala dalam waktu 24 jam yang dikelompokkan dalam 6 bagian waktu yaitu pukul 06.00-07.30, 07.30-12.00, 12.00-13.30, 13.30-16.00, 16.00- 18.00, 18.00-06.00.
- 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 gedung fakultas teknik universitas muhammadiyah sumatera utara.

**3.3. Bagan Alir**



Gambar Bagan Alir Penelitian

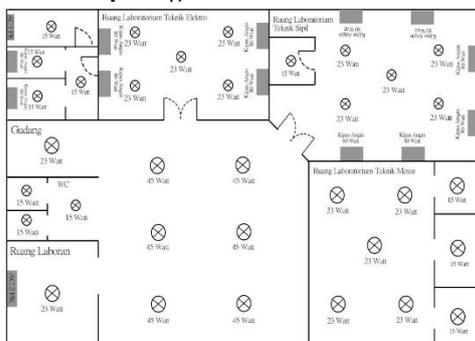
No	Nama Beban	Kapasitas Beban (Watt)	Jumlah	Total Beban (Watt)	Waktu Penggunaan (Jam)	Total Beban Terpakai (WattHour)
1	Lampu	23	17	391	11	4301
2	Lampu	15	10	150	11	1650
3	Lampu	45	6	270	11	2970
4	AC 2 PK	1920	1	1920	11	21120
5	AC 1 PK	840	1	840	11	9240
6	Kipas Angin	80	12	960	6	5760
Total				4531	Total	45041

Dari tabel 4.1 dapat dilihat total beban umum yang digunakan dalam satu hari adalah sebesar 45.041 kWh. Dimana data ini didapat dari proses perhitungan secara manual dan wawancara kepada kepala Lab Fakultas Teknik UMSU. Untuk menguji tingkat akurasi data yang ada maka dilakukan data tambahan yaitu observasi langsung pemantauan beban yang digunakan pada laboratorium fakultas teknik UMSU pada jam – jam kerja. Dimana observasi ini dilakukan selama 1 hari pada saat jam kerja yaitu pukul 07.00 – 18.00 WIB. Adapun hasil observasi beban umum pada laboratorium fakultas teknik umsu ini adalah sebagai berikut :

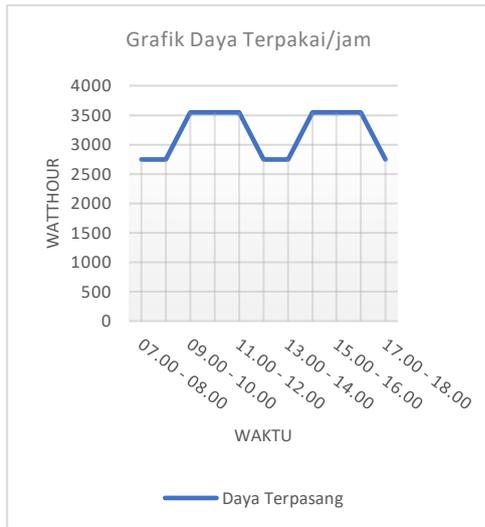
**4.1.1. Beban Umum (Observasi)**

Pukul	Daya Terpakai (WattHour)
07.00 - 08.00	2746
08.00 - 09.00	2746
09.00 - 10.00	3546
10.00 - 11.00	3546
11.00 - 12.00	3546
12.00 - 13.00	2746
13.00 - 14.00	2746
14.00 - 15.00	3546
15.00 - 16.00	3546
16.00 - 17.00	3546
17.00 - 18.00	2746
<b>Total</b>	<b>35006</b>

**BAB IV  
HASIL DAN PEMBAHASAN  
4.1. Beban Terpasang**



Gambar Denah Beban



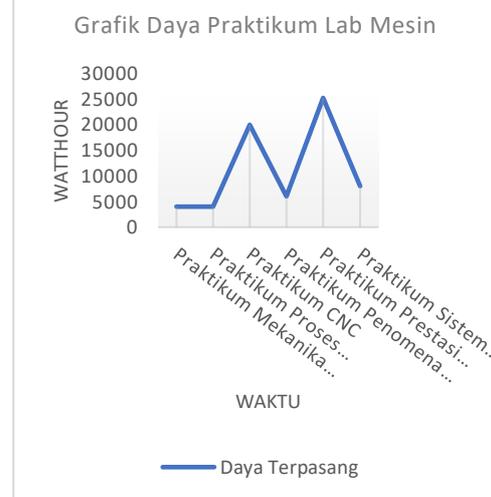
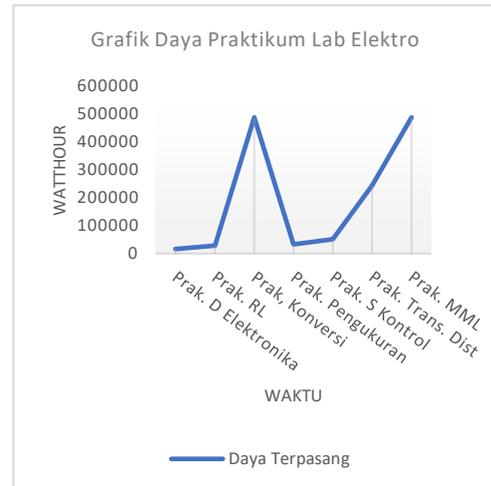
Dari grafik dapat dilihat pada saat pagi pukul 07.00 sampai dengan pukul 09.00 daya terpakai lebih rendah. Serta ketika pukul 12.00 sampai dengan 14.00 daya terpakai juga terlihat lebih rendah

#### 4.1.2. Beban Praktikum

Nama Praktikum	Daya Total Peralatan (Watt)	Waktu Pemakaian (Jam)	Total Beban (Wh)
<b>ELEKTRO</b>			
Dasar Elektronika	2000	4	8000
Praktikum Rangkaian Listrik	3500	4	14000
Praktikum Konversi Energi Listrik	15000	4	60000
Praktikum Pengukuran dan Instalasi Listrik	4000	4	16000
Praktikum Sistem Kontrol	6280	4	25120
Praktikum Simulasi Transmisi dan Distribusi	7600	4	30400
Praktikum Mesin – Mesin Listrik	15000	4	60000
<b>Total</b>	<b>53380</b>	<b>-</b>	<b>213520</b>

<b>MESIN</b>			
Praktikum Mekanika Kekuatan Material	1000	4	4000
Praktikum Proses Produksi	1000	4	4000
Praktikum CNC	5000	4	20000
Praktikum Penomena Dasar	1500	4	6000
Praktikum Prestasi Mesin	6300	4	25200
Praktikum Sistem Kontrol	2000	4	8000
<b>Total</b>	<b>16800</b>	<b>-</b>	<b>67200</b>
<b>Total Keseluruhan Beban Praktikum</b>	<b>70180</b>	<b>-</b>	<b>280720</b>

Dari tabel 4.4 dapat dilihat total beban papraktikum terpasang pada Prodi Teknik Elektro dan Mesin cukup besar yaitu 70.180 Watt. Dimana total pemakaian per hari pada beban yang ada adalah 280.720 Wh atau 280 kWh. Daya tersebut adalah apabila praktikum tersebut sedang berlangsung dalam waktu tersebut. Maka beban yang dibutuhkan untuk mensuplai proses berjalannya praktikum adalah sebesar 280,72 kWh.



#### 4.1.3. Beban Total

Jenis Beban	Total Beban (kWh)
<b>Beban Umum</b>	<b>35</b>
<b>Beban Prak. Lab. Elektro</b>	<b>213250</b>
<b>Beban Prak Lab Mesin</b>	<b>67200</b>
<b>Total Beban</b>	<b>280485</b>

Dari tabel 4.5 dapat dilihat total beban yang diasumsikan apabila beban umum dan beban praktikum hidup secara bersamaan, maka total beban yang terpakai dalam satu hari adalah sebesar 280485 kWh/hari.

## BAB V PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Adapun Kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Total beban umum yang ada pada laboratorium fakultas teknik UMSU adalah sebesar 35.006 Wh/hari. Dimana beban ini dihitung pada saat jam kerja yaitu pukul 07.00 – 18.00.
2. Adapun beban yang lain adalah beban praktikum program studi teknik elektro yaitu beban yang hidup hanya satu kali dalam setahun. Dimana beban praktikum program studi teknik elektro ini apabila hidup secara bersamaan adalah sebesar 213259

- Wh/hari dan beban praktikum teknik mesin adalah 67200 Wh/hari
3. Beban total yang dibutuhkan untuk mensuplai beban yang ada apabila diasumsikan hidup beban umum dan beban praktikum secara bersamaan adalah 280485 Wh/hari

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afrina, Y. (2015). Pengaruh pertumbuhan ekonomi dan penduduk terhadap konsumsi energi di Indonesia. *Jom FEKON*, 2(2), 1–14. [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id)
- Amalia, F. (2013). Hubungan Kausalitas Investasi Dengan Pertumbuhan Ekonomi Indonesia. *Signifikan: Jurnal Ilmu Ekonomi*, 2(1), 1–16. \
- Amri, A., & Iskandar, I. (2021). Kausalitas Konsumsi Listrik Per Kapta Dan Pdb Per Kapita Di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan*, 12(1), 16–30. <https://doi.org/10.22373/jep.v12i1.145>
- Fadillah. M.B, Analisis Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2015-2024 Wilayah PLN Kota Pekanbaru Dengan Metode Gabungan, *Jom FTEKNIK*, Vol.2, No.2.
- Kristiana, Ana., Yuciana W., Alan P. 2015. Peramalan Beban Puncak Pemakaian Listrik Di Area Semarang Dengan Metode Hybrid Arima (Autoregressive Integrated Moving Average)-Anfis (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System). *Jurnal Gaussian*. Vol 4. No 4. Hal 715-723
- Nugroho. Agung, Metode Pengaturan Penggunaan Tenaga Listrik Dalam Upaya Penghematan Bahan Bakar Pembangkit Dan Energi, *Jurnal Transmisi*, Vol.11, No.1: 45-51.
- PLN, “Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) Tahun 2016 s.d. 2025”, PT PLN Persero, Tahun 2016
- upart.2015. Analisis Data Inflasi Indonesia Menggunakan Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Dengan Penambahan Outlier, *Media Statistika*, Vol 8, No 1.
- Wiguna. A.S., Kurriawan. B.P, Analisis dan Peramalan FTS terhadap Zinc-Carbon Accumulator dan Yuasa Accumulator Model 6N4-2A-4, *Jurnal SMARTICS*, Vol.2, No.2.
- Andini, Gardina Daru. 2012. “Analisis Potensi Pemborosan Konsumsi Energi Listrik Pada Gedung Kelas Fakultas Teknik Universitas Indonesia”. Skripsi: Teknik Elektro. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Cekdin, Cekmas. Taufik Barlian. 2013. *Rangkaian Listrik*. Yogyakarta: C.V Andi Offset.
- Eugene. C ; Hanapi, Gunawan. Drs. Ir. (1993). *Mesin dan Rangkaian Listrik*. Edisi Keenam. ITB. Bandung
- Firdaus, Hendra. 2012. “Analisis Kebutuhan Listrik Daya Terpasang Di Kampus Universitas Galuh”. Skripsi: Teknik Elektro. Ciamis: Fakultas Teknik Universitas Galuh.
- Hariato, Tri. 2017. “Optimasi Efisiensi Pemakaian Tenaga Listrik Di Gudang PT. KAMADAJA LOGISTIC Dengan Menggunakan Metode Tabulasi Waktu”. Skripsi: Teknik Elektro. Medan: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Isma, Amrullah. Dkk. 1985. *Studi Pengembangan Sistem Kelistrikan Kota Watampone*.
- Lukman, Fajar Syahbakti. 2013. “Analisa Konsumsi Energi Listrik di Kampus III Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara”. Skripsi: Teknik Elektro. Medan: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara