

TUGAS AKHIR

ANALISA PERBANDINGAN EFISIENSI ENERGI LISTRIK ANTARA SUPPLAI LISTRIK PLN DAN GENSET DI CV. SUMBER MAKMUR JAYA

*Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas Dan Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T) Program Studi Teknik
Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

MUHAMMAD FADILLAH
1907220070



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Fadillah

NPM : 1907220070

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Analisa Perbandingan Efisiensi Energi Listrik Antara
Suplai Listrik PLN dan Genset di CV. Sumber Makmur
Jaya

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



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

Dosen Penguji II



Partaopon Harahap S.T., M.T.



Faisal Irsan Pasaribu S.T., M.T.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap : Muhammad Fadillah
Tempat/Tanggal Lahir : Tanjung Selamat , 21 Agustus 2001
Npm : 1907220070
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

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

“Analisa Perbandingan Efisiensi Energi Listrik Antara Suplai Listrik PLN dan Genset di CV. Sumber Makmur Jaya”

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, 16 Oktober 2023

Saya yang menyatakan,



Muhammad Fadillah

ABSTRAK

Listrik merupakan suatu kebutuhan penting bagi manusia dalam menjalankan aktivitas sehari-hari, dimana pada zaman sekarang ini alat pendukung kehidupan manusia di dominasi dengan yang membutuhkan tenaga listrik untuk mengoperasikannya. Adapun akhirnya peran dari pemerintah dalam penyediaan listrik bagi masyarakat luas. Hal ini membuat penguasa baru melakukan kebijakan baru yaitu dengan menarik subsidi energi listrik secara bertahap, faktor tersebut yang menyebabkan dana operasional yang dikeluarkan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) Mengalami pembengkakan. Dan hal ini berdampak pada penggunaan energi listrik semua kelas konsumen, termasuk penggunaan energi listrik di CV. Sumber Makmur Jaya, sehingga biaya yang harus dikeluarkan pun semakin besar. Penggunaan energi listrik di CV. Sumber Makmur Jaya terbagi menjadi 2 instalasi yaitu instalasi 1 sebesar 250 kVA dan Instalasi 2 sebesar 550 kVA. Efisiensi rata-rata pada instalasi 1 adalah 72,76 % untuk suplai dari PLN dan 65,335 % untuk suplai dari Genset. Daya listrik yang digunakan pada tanggal 28 Agustus – 9 September di CV. Sumber Makmur Jaya pada instalasi 1 adalah 12971,14 kW dan pada instalasi 2 adalah 51644,71 kW. Pada instalasi 1 membutuhkan biaya rata-rata Rp.120.400 per jam untuk PLN dan Rp.977.025 per jam untuk genset. Pada instalasi 2 membutuhkan biaya rata-rata Rp.360.178 per jam untuk PLN dan Rp.2.149.455 per jam untuk genset.

Kata Kunci : Energi Listrik, Perbandingan, Efisiensi, Biaya Listrik

ABSTRACT

Electricity is an important need for humans in carrying out daily activities, where nowadays human life support tools are dominated by those that require electric power to operate them. Finally, the role of the government in providing electricity to the wider community. This made the new authorities implement a new policy, namely by gradually withdrawing electrical energy subsidies, this factor caused operational funds spent by the State Electricity Company (PLN) to experience swelling. And this has an impact on the use of electrical energy for all classes of consumers, including the use of electrical energy in CV. Sumber Makmur Jaya, so the costs that must be incurred are even greater. Use of electrical energy in CV. Sumber Makmur Jaya is divided into 2 installations, namely installation 1 of 250 kVA and installation 2 of 550 kVA. The average efficiency in installation 1 is 72.76% for supplies from PLN and 65.335% for supplies from generators. Electrical power used on 28 August – 9 September at CV. Sumber Makmur Jaya in installation 1 is 12971.14 kW and in installation 2 it is 51644.71 kW. Installation 1 requires an average cost of IDR 120,400 per hour for PLN and IDR 977,025 per hour for the generator. Installation 2 requires an average cost of IDR 360,178 per hour for PLN and IDR 2,149,455 per hour for the generator.

Keywords: *Electrical Energy, Comparison, Efficiency, Electricity Costs*

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 PERBANDINGAN EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK ANTARA SUPPLAI LISTRIK PLN DAN GENSET DI CV. SUMBER MAKMUR JAYA”. 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 sayangnnya 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 Nasution 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. Staff dan pihak-pihak terkait dari CV. Sumber Makmur Jaya yang telah memberi izin untuk penelitian dan pengambilan data.
11. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro Stambuk 2019.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa yang akan datang. Akhirnya kami mengharapkan semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi diri pribadi dan para pembaca terkhusus bagi dunia kontruksi Teknik Elektro serta kepada Allah SWT , kami serahkan segalanya demi tercapainya keberhasilan yang sepenuhnya.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, September 2023

Penulis

Muhammad Fadillah

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB 1	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Ruang Lingkup.....	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB 2	5
2.1. Energi Listrik	5
2.2. Beban listrik	6
2.3. Arus Listrik	6
2.3.1. Jenis-Jenis Arus Listrik	6
2.3.2. Hambatan Listrik (R)	7
2.3.3. Tegangan listrik (V)	8
2.3.4. Daya Listrik (P).....	8
2.4. Generator Set (Genset)	11
2.5. Sistem Kerja Generator Set.....	11
2.6. Jenis Generator.....	12
2.7. Impedansi	14
2.8. Pengaturan Generator.....	14
2.9. Pengaturan Tegangan Generator	15
2.10. Efisiensi Generator.....	16
2.11. Generator arus bolak-balik (AC)	16
2.12. Generator arus searah (DC).....	17
2.13. Kapasitas Generator Set	18
2.14. Konstruksi Generator Set	19

2.14.1. Mesin.....	19
2.14.2. Alternator	19
2.14.3. Tangki Bahan Bakar.....	21
2.14.4. AVR	21
2.14.5. Pelumas	22
2.14.6. Baterai	22
2.14.7. Kontrol Panel	23
2.14.8. Kerangka Utama.....	23
2.15. Transformator.....	23
2.15.1. Inti Besi Transformator	25
2.15.2. Kumparan Transformator.....	25
2.15.3. Minyak Transformator	25
2.15.4. Bushing	26
2.15.5. Tangki dan Konservator.....	26
2.15.6. Peralatan Bantu Transformator	26
2.16. Kebutuhan Listrik.....	26
2.16.1. Konduktifitas Listrik	27
2.16.2. Satuan Listrik	28
2.17. KWH Meter.....	29
2.17.1. Prinsip Kerja KWH Meter	30
2.18. Tarif Tenaga Listrik	31
BAB 3	37
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	37
3.1.1. Tempat Penelitian.....	37
3.1.2. Jadwal Penelitian.....	37
3.2. Metode Penelitian.....	37
3.3. Metode Pengumpulan Data	38
3.4. Variabel Penelitian	38
3.5. Prosedur Penelitian.....	39
3.6. Spesifikasi Genset	41
BAB 4	42
4.1. Penggunaan Energi Listrik.....	42
4.1.1. Analisa Efisiensi Energi Listrik Pada Instalasi 1 dan 2	43
4.1.2. Data Penggunaan Energi Listrik Perhari.....	46

4.2. Perbandingan Antara Suplai Listrik PLN dan Genset	50
4.2.1. Perbandingan Biaya	50
BAB 5	56
5.1. Kesimpulan	56
5.2. Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Generator Set.....	11
Gambar 2.2 Bagian-bagian Pada Generator.....	12
Gambar 2.3 Generator AC	17
Gambar 2.4 Generator DC	17
Gambar 2.5 Rotor.....	20
Gambar 2.6 Stator	21
Gambar 2.7 AVR	22
Gambar 2.8 Panel Generator	23
Gambar 2.9 Transformator.....	24
Gambar 2.10 Prinsip Kerja kWh Meter	31
Gambar 4.1 Grafik Efisiensi Instalasi 250 kVA pada PLN	44
Gambar 4.2 Grafik Efisiensi Instalasi 550 kVA pada PLN	45
Gambar 4.3 Grafik Penggunaan Listrik Pada Instalasi 250 kVA	48
Gambar 4.4 Grafik Penggunaan Listrik Pada Instalasi 550 kVA	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.2 Tarif Tenaga Listrik	36
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	37
Tabel 3.2 Spesifikasi Genset 1	41
Tabel 3.3 Spesifikasi Genset 2	41
Tabel 4.1 Penggunaan Energi Listrik Pada Instalasi 250 kVA.....	42
Tabel 4.2 Penggunaan Energi Listrik Pada Instalasi 550 kVA.....	42
Tabel 4.3 Efisiensi Energi Listrik PLN Pada Instalasi 250 kVA.....	43
Tabel 4.3 Efisiensi Energi Listrik PLN Pada Instalasi 550 kVA.....	44
Tabel 4.5 Perbandingan Efisiensi Listrik Antara PLN dan Genset	45
Tabel 4.6 Penggunaan Energi Listrik pada Instalasi 250 kVA	46
Tabel 4.7 Penggunaan Energi Listrik pada Instalasi 550 kVA	47
Tabel 4.8 Penggunaan Energi Listrik PLN pada Instalasi 250 kVA.....	50
Tabel 4.8 Penggunaan Energi Listrik PLN pada Instalasi 550 kVA.....	51

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Listrik merupakan suatu kebutuhan penting bagi manusia dalam menjalankan aktivitas sehari-hari, dimana pada zaman sekarang ini alat pendukung kehidupan manusia di dominasi dengan yang membutuhkan tenaga listrik untuk mengoperasikannya, seperti televisi, radio, laptop, lampu, pompa, komputer dan perangkat-perangkat elektronik lainnya. Listrik menjadikan manusia ketergantungan akan keberadaannya, tidak dapat dipungkiri bahwa listrik merupakan tenaga yang dibutuhkan manusia dalam segala hal yang mendukung aktivitas manusia. Seiring dengan pertumbuhan industri dan bisnis yang semakin besar dan cepat, mendorong penggunaan energi listrik yang semakin tinggi. Kondisi tersebut semakin diperburuk dengan kenaikan Tarif Dasar Listrik (TDL). Oleh karena itu semua pihak pada saat ini berusaha menurunkan biaya operasional mereka, terutama biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan energi listrik.

Adapun akhirnya peran dari pemerintah dalam penyediaan listrik bagi masyarakat luas. Hal ini membuat penguasa baru melakukan kebijakan baru yaitu dengan menarik subsidi energi listrik secara bertahap, faktor tersebut yang menyebabkan dana operasional yang dikeluarkan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) Mengalami pembengkakan. Dan hal ini berdampak pada penggunaan energi listrik semua kelas konsumen, termasuk penggunaan energi listrik di CV. Sumber Makmur Jaya, sehingga biaya yang harus dikeluarkan pun semakin besar.

Ditambah lagi krisis energi listrik yang dialami oleh PLN karena kebutuhan energi yang semakin banyak sehingga harus mengurangi beban yang di konsumsi publik dengan cara pemadaman bergilir, menjadikan seluruh konsumen pengguna energi listrik termasuk CV. Sumber Makmur Jaya harus memiliki Genset guna memenuhi kebutuhan energi listrik saat terjadi pemadaman oleh PLN. Perbedaan biaya yang harus dikeluarkan oleh pihak CV. Sumber Makmur Jaya ketika menggunakan listrik dari PLN dengan ketika menggunakan Genset menjadi kendala yang harus dikaji oleh pihak CV. Sumber Makmur Jaya dalam menekan

pembiayaan untuk energi listrik. Efisiensi energi listrik yang digunakan harus menjadi patokan dari CV. Sumber Makmur Jaya dalam menggunakan listrik PLN ataupun Genset.

Genset atau generator set merupakan pengganti sumber tegangan, apabila terjadi pemutusan aliran listrik dari PLN (Perusahaan Listrik Negara). Genset juga merupakan suatu kebutuhan bagi masyarakat, sehingga aktifitas kerja tidak akan terhambat oleh adanya pemadaman listrik, baik itu di perkantoran, di lingkungan akademik maupun di pertokoan dan perumahan yang harus selalu membutuhkan pasokan listrik setiap saatnya.

Dalam hal ini genset tidak setiap saat di gunakan dan hanya pada waktu waktu tertentu jika terjadi pemadaman listrik, maka dari itu perlu perawatan pada genset agar tetap tahan lama dan selalu dalam kondisi yang stabil. Untuk perawatannya maka generator perlu dipanaskan dengan jangka waktunya tergantung dari jenis generator. Jenis generator dengan starter elektrik membutuhkan pemanasan mesin paling tidak satu minggu sekali selama 10- 15 menit untuk sirkulasi pelumas atau oli ke seluruh bagian mesin. Ini dikarenakan generator menggunakan aki yang membutuhkan pengisian yang konsisten. Terlalu lama tidak menghidupkan generator akan menyebabkan aki kosong dan jika dibutuhkan sewaktu-waktu tidak akan menyala dan harus menghidupkan dengan tarikan tuas atau system recoil.

Pada jurnal yang berjudul analisa perhitungan efisiensi turbin generator qfsn-300-2-20B unit 10 dan 20 di PT. PJB UBJOM PLTU Rembang, membahas tentang perhitungan efisiensi generator dengan data nilai rata-rata daya yang dibangkitkan generator PLTU Rembang unit 10 dan 20 dalam 24 jam selama 10 hari. Pada penelitian tersebut didapat hasil bahwa nilai dari efisiensi generator unit 10 dan 20 PLTU rembang mengalami penurunan sebesar $\pm 5\%$. (Cahyadi, 2015).

Penelitian mengenai pengaruh beban terhadap efisiensi generator pernah dilakukan pada tahun 2018 yang berjudul analisis pengaruh beban terhadap efisiensi generator pada PLTU PT. Lestari Banten Energi. Dalam skripsi tersebut dilakukan penelitian dari tanggal 1 januari 2018 sampai 5 januari 2018 dan

didapatkan hasil rata-rata efisiensi perhari pada generator tersebut berkisar 98%-99%. (Hidayat, 2018)

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana menganalisa pemakaian daya listrik pada CV. Sumber Makmur Jaya.
2. Bagaimana menganalisa perbandingan data pemakaian listrik PLN dan genset.
3. Bagaimana menganalisa pemakaian listrik PLN dan genset untuk mendapatkan perbandingan biaya listrik PLN dan genset pada CV. Sumber Makmur Jaya.

1.3. Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini meliputi :

1. Menghitung pemakaian daya listrik pada CV. Sumber Makmur Jaya pada listrik PLN dan genset.
2. Pada penelitian ini, menganalisa perbandingan antara pemakaian listrik PLN dan genset.
3. Menghitung pembiayaan listrik pada CV. Sumber Makmur Jaya.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Menganalisa penggunaan energi listrik PLN dan genset.
2. Menganalisa perbandingan efisiensi penggunaan listrik PLN dan genset pada CV. Sumber Makmur Jaya.
3. Menganalisa biaya pemakaian listrik pada PLN maupun genset pada CV. Sumber Makmur Jaya.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Dapat mengetahui penggunaan daya listrik pada CV. Sumber Makmur Jaya.
2. Mengetahui perbandingan efisiensi antara listrik PLN dan genset CV. Sumber Makmur Jaya.
3. Mengetahui biaya yang dikeluarkan untuk listrik PLN dan genset CV. Sumber Makmur Jaya.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Energi Listrik

Listrik adalah aliran elektron-elektron dari atom ke atom pada sebuah penghantar. Semua atom memiliki partikel yang disebut elektron terletak pada orbitnya mengelilingi proton. Atom yang paling sederhana adalah atom Hydrogen (Atom Air), yaitu hanya mempunyai satu elektron yang mengelilingi satu proton. Energi listrik (kekuatan listrik/daya listrik) juga dapat didefinisikan bentuk energi yang dihasilkan dari adanya perbedaan potensial antara dua titik, sehingga membentuk kedua arus listrik diantara keduanya ketika dibawa ke dalam kontak melalui sebuah konduktor listrik, dan untuk memperoleh kerja listrik tersebut. Energi listrik dapat dirubah bentuk menjadi energi lain seperti energi cahaya atau sinar, energi mekanik dan energi panas.

Hambatan tegangan, kuat arus, dan waktu itulah yang mempengaruhi besar energi listrik. Selain itu dalam kehidupan sehari-hari, energi listrik sering dimanfaatkan sebagai pemanas (misalnya setrika, solder, atau heater), energi bunyi (radio, tv, dan tape), energi cahaya (lampu pijar), energi gerak (kipas angin) dan energi lainnya. Secara matematis rumus energi listrik :

$$W = v \times I \times t \dots\dots\dots(1)$$

Dimana : W = Energi listrik (J)

I = Kuat arus listrik (A)

t = Waktu (s)

Karena $v = I \times R$ (hukum Ohm), maka

$$W = I \times R \times I \times t$$

$$W = I^2 \times R \times I \times t \dots\dots\dots(2)$$

R = Hambatan listrik (Ω)

Karena, $I = \frac{v}{R}$ (hukum Ohm), maka

$$W = \frac{v}{R} \times t \dots\dots\dots(3)$$

v = tegangan listrik (V)

2.2. Beban listrik

Karakteristik atau sifat beban pada beberapa jaringan berbeda-beda. Ada yang memiliki sifat beban resistif, misalnya : Pabrik kain yang mengoperasikan mesin jahit atau perusahaan laundry yang mengoperasikan setrika dan pengering pakaian. Sementara banyak industri yang memiliki sifat beban induktif karena penggunaan motor listrik, untuk AC, pompa dan pabrikasi mesin-mesin perkakas dan lain-lain. Sifat beban akan mempengaruhi Power Faktor dan Current Energy Losses. Beban listrik adalah suatu komponen yang membutuhkan energi listrik, tidak bisa menghasilkan atau suatu peralatan yang terkoneksi dengan sistem daya sehingga mengkonsumsi energi listrik.

2.3. Arus Listrik

Arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang mengalir dalam suatu penghantar persatuan waktu. Arus listrik merupakan gerakan kelompok partikel bermuatan listrik dalam arah tertentu. Arah arus listrik yang mengalir dalam suatu konduktor adalah dari potensial tinggi ke potensial rendah (berlawanan arah dengan gerak elektron). Satu ampere sama dengan satu coulomb dari elektron melewati satu titik pada satu detik. Pada kasus ini, besarnya energi listrik yang bergerak melewati konduktor (penghantar). Muatan listrik bisa mengalir melalui kabel atau penghantar listrik lainnya. Arus listrik dapat mengalir jika di dalam suatu rangkaian tertutup. Secara matematis dinyatakan sebagai :

$$I = \frac{Q}{t} \dots \dots \dots (4)$$

Dimana : I = Arus listrik (Ampere)

Q = Muatan listrik (Coulomb)

t = waktu (Sekon)

2.3.1. Jenis-Jenis Arus Listrik

Terdapat 2 jenis arus listrik yaitu :

A. Arus listrik searah (DC)

Arus Listrik DC (*Direct Current*) merupakan arus listrik searah. Pada awalnya aliran listrik arus searah pada listrik DC dikaakan mengalir dari

ujung positif menuju ujung negatif. Semakin kisini pengamatan-pengamatan yang dilakukan oleh para ahli menunjukkan bahwa pada arus searah merupakan arus yang alirannya dari negatif (elektron) menuju kutub positif. Aliran-aliran ini menyebabkan timbulnya lubang-lubang bermuatan positif yang terlihat positif yang terlihat mengalir dari positif ke negatif.

- B. Arus Listrik AC (*Alternating Current*), merupakan listrik yang besarnya yang besarnya dan arah arusnya selalu berubah-ubah dan bolak-balik. Arus Listrik AC akan membentuk suatu gelombang yang dinamakan dengan gelombang sinus atau lebih lengkapnya sinusoida. Di Indonesia sendiri listrik bolak-balik (AC) dipelihara dan berada naungan PLN, Indonesia menerapkan listrik bolak-balik dengan frekuensi 50 Hz. 1 (satu) fasa adalah 220 V. Tegangan dan frekuensi ini terdapat pada rumah anda, kecuali jika anda tidak berlangganan listrik PLN.

2.3.2. Hambatan Listrik (R)

Hambatan listrik adalah perbandingan antara tegangan listrik dari suatu komponen elektronik (misalnya resistor) dengan arus listrik yang melewatinya. Hambatan listrik yang mempunyai satuan Ohm. Elektron bebas cenderung bergerak melewati konduktor dengan beberapa derajat pergesekan, atau bergerak berlawanan. Gerak berlawanan ini yang biasa disebut dengan hambatan. Besarnya arus didalam rangkaian adalah jumlah dari energi yang ada untuk mendorong elektron, dalam sebuah rangkaian untuk menghambat lajunya arus. Hambatan listrik yang mempunyai satuan Ohm dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$R = \frac{V}{I} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana : R = Hambatan listrik ($\Omega \approx \text{ohm}$)

V = Tegangan (volt)

I = Arus listrik (Ampere)

Hambatan jenis yaitu kecenderungan suatu bahan untuk melawan aliran arus listrik, dengan symbol ρ (rho). Hambatan jenis adalah sifat dari suatu material

pada suhu tertentu, yang menunjukkan besar hambatan tiap satuan panjang. Secara matematis dirumuskan :

$$R = \rho \frac{l}{A} \dots \dots \dots (6)$$

Dimana : R = Hambatan listrik ($\Omega \approx \text{ohm}$)

ρ = Hambatan jenis (ohm meter)

l = Panjang kawat

A = Luas penampang (m^2)

Adapun rumus rangkaian seri ialah :

$$R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + R \dots \dots \dots (7)$$

Dan rumus rangkaian parallel ialah :

$$\frac{1}{R_{\text{total}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots \dots \dots (8)$$

2.3.3. Tegangan listrik (V)

Tegangan listrik (Voltage) adalah perbedaan potensi listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik. Tegangan dinyatakan dalam satuan V (Volt). Besaran ini mengukur energi potensial sebuah medan listrik untuk menyebabkan aliran listrik dalam sebuah konduktor listrik. Tergantung pada perbedaan potensi listrik satu tegangan listrik dapat dikatakan sebagai ekstra rendah, rendah, tinggi atau ekstra tinggi. Tenaga yang mendorong elektron agar bisa mengalir dalam sebuah rangkaian dinamakan tegangan. Tegangan adalah nilai dari beda potensial energi antara dua titik. Pada sebuah rangkaian, besar energi potensial yang ada untuk menggerakkan elektron pada titik satu dengan titik yang lainnya merupakan jumlah tegangan Dengan rumus :

$$V = I \times R \dots \dots \dots (9)$$

Dimana : V = Tegangan listrik (Volt)

I = Kuat arus (Ampere)

R = Hambatan (Ohm)

2.3.4. Daya Listrik (P)

Daya adalah laju hantaran energi listrik dalam satu rangkaian listrik, yang dinyatakan dengan banyaknya tenaga listrik yang mengalir persatuan waktu. Dengan rumus sebagai berikut :

$$P = V \times I \dots\dots\dots(10)$$

Dimana : P = Daya aktif (Watt)

V= Tegangan listrik (Volt)

I = Arus listrik (Ampere)

1. Daya Aktif (P)

Daya aktif (*Active Power*) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt. Misalnya energi panas, cahaya, mekanik dan lain-lain.

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \dots\dots\dots(11)$$

Dimana : P = Daya aktif (Watt)

V= Tegangan listrik (Volt)

I = Arus listrik (Ampere)

$\cos \varphi$ = Faktor daya

2. Daya Reaktif (Q)

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu pijar dan lain – lain.

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi \dots\dots\dots(12)$$

Dimana : Q = Daya reaktif (VAR)

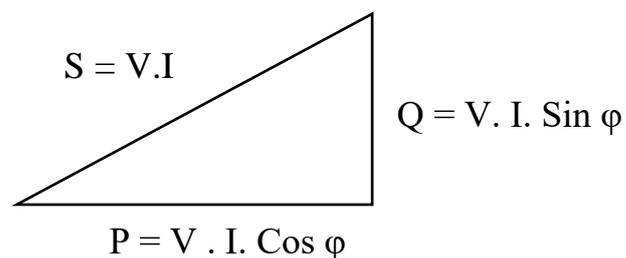
V= Tegangan listrik (Volt)

I = Arus listrik (Ampere)

$\sin \varphi$ = Faktor reaktif

3. Daya Semu

Daya Semu adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan rms dan arus rms dalam suatu jaringan atau daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif. Satuan daya semu adalah VA.



Penjumlahan trigonometri daya aktif, reaktif dan daya semu

$$S = P + jQ$$

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$P = S \cdot \cos \varphi$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi$$

Maka :

$$S = V \cdot I \cdot \cos \varphi + j \cdot V \cdot I \cdot \sin \varphi$$

$$S = V \cdot I \cdot (\cos \varphi + j \sin \varphi)$$

$$S = V \cdot I \cdot e^{j\varphi}$$

$$S = V \cdot I < \varphi$$

$$S = V \cdot$$

$$I \dots \dots \dots (13)$$

Dimana : S = Daya semu (VA)

V= Tegangan listrik (Volt)

I = Arus listrik (Ampere)

Dari ketiga daya diatas, yang terukur pada KWh meter adalah daya aktif, yang dinyatakan dengan satuan Watt.

2.4. Generator Set (Genset)

Genset (generator set) adalah sebuah perangkat yang berfungsi menghasilkan daya listrik. Disebut sebagai generator set dengan pengertian adalah satu set peralatan gabungan dari dua perangkat berbeda yaitu engine dan generator atau alternator. Engine sebagai perangkat pemutar sedangkan generator atau alternator sebagai perangkat pembangkit. Pada sebuah sistem generator set, penggerak atau engine sangat berpengaruh terhadap sistem kerja generator tersebut. Karena pada perputaran generator yang stabil dapat menjadikan output generator tersebut menjadi maksimal.

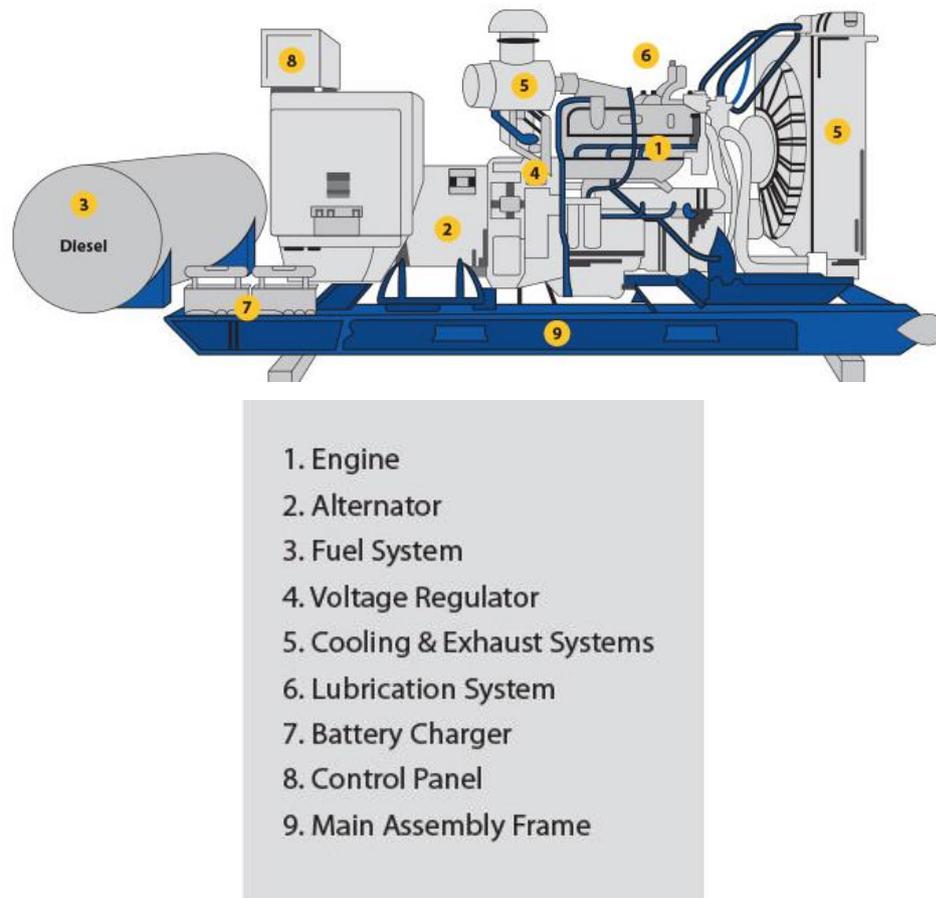


Gambar 2.1 Generator Set

2.5. Sistem Kerja Generator Set

Generator Set terdiri atas *Engine* (Motor Penggerak) dan juga Generator / Alternator, seperti yang telah di jelaskan sebelumnya. *Engine* yang satu ini menggunakan bahan bakar berupa Solar (Mesin Diesel) atau dapat juga menggunakan Bensin, sedangkan untuk Generatornya sendiri merupakan sebuah gulungan kawat yang di buat dari tembaga yang terdiri atas kumparan statis atau stator dan di lengkapi pula dengan kumparan berputar atau rotor. Dalam proses kerjanya, menurut ilmu fisika, motor memutar Rotor dalam sebuah Generator yang selanjutnya hal ini menimbulkan adanya Medan Magnet pada bagian kumparan Generator. Selanjutnya Medan Magnet ini kemudian akan melakukan interaksi dengan Rotor yang kemudian akan

berputar dan akan menghasilkan sebuah arus listrik dimana hal ini sesuai dengan hukum Lorentz.



Gambar 2.2 Bagian-bagian Pada Generator

2.6. Jenis Generator

Berikut ini beberapa klasifikasi dari generator.

1. Jenis generator berdasarkan letak kutubnya dibagi menjadi:
 - a. Generator kutub dalam
Generator kutub dalam mempunyai medan magnet yang terletak pada bagian yang berputar (rotor).
 - b. Generator kutub luar
Generator kutub dalam mempunyai medan magnet yang terletak pada bagian yang diam (stator).

2. Jenis generator berdasarkan putaran medan dibagi menjadi:

a. Generator sinkron

Generator Sinkron atau disebut juga alternator merupakan mesin listrik yang digunakan untuk mengkonversi energi mekanis (energi gerak) menjadi energi listrik (electric) melalui proses induksi elektromagnetik. Dikatakan generator sinkron karena jumlah putaran rotornya sama dengan jumlah putaran medan magnet pada stator. Kecepatan sinkron ini dihasilkan dari kecepatan putar rotor dengan kutub-kutub magnet yang berputar dengan kecepatan yang sama dengan medan putar pada stator. Kumputaran medan pada generator sinkron terletak pada rotornya sedangkan kumparan jangkarnya terletak pada stator.

Generator sinkron mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik bolak-balik secara elektromagnetik. Energi mekanik berasal dari penggerak mula yang memutar rotor, sedangkan energi listrik dihasilkan dari proses induksi elektromagnetik yang terjadi pada kumparan-kumparan stator.

b. Generator asinkron

Generator merupakan alat yang digunakan untuk mengubah daya poros turbin (putaran) menjadi daya listrik. Untuk aplikasi dengan sistem AC ada dua tipe generator yang biasa digunakan yaitu generator sinkron dan asinkron (induksi) 1 fasa maupun 3 fasa. Generator asinkron merupakan generator tidak serempak karena putaran rotornya tidak sama dengan putaran medan magnet pada stator. Generator ini juga disebut generator induksi.

Prinsip kerja generator induksi adalah kebalikan daripada saat mesin induksi bekerja sebagai motor. Ketika mesin bekerja sebagai motor, kumparan stator diberi tegangan tiga fasa sehingga akan timbul medan putar dengan kecepatan sinkron. Namun jika motor berfungsi generator, pada rotor motor diputar oleh sumber penggerak dengan kecepatan lebih besar daripada kecepatan sinkronnya.

3. Jenis generator berdasarkan bentuk rotornya dibagi menjadi:
 - a. Generator rotor kutub menonjol biasa digunakan pada generator dengan rpm rendah seperti PLTA dan PLTD.
 - b. Generator rotor kutub rata (silindris) biasa digunakan pada pembangkit listrik generator dengan putaran rpm tinggi seperti PLTG dan PLTU.

2.7. Impedansi

Impedansi (disebut juga hambatan dalam, Z) adalah nilai resistansi yang terukur pada kutub kutub sinyal jack alat elektronik. Semakin besar hambatan/impedansi, makin besar tegangan yang dibutuhkan. Impedansi tidak dapat dikatakan sebagai hambatan secara spontan. Karena terdapat perbedaan yang mendasar dari keduanya. Beberapa sumber mengatakan bahwa impedansi merupakan hasil reaksi hambatan (R , resistensi) dan kapasitas elektron (C , capacitance) secara bersamaan.

$$R = \rho \frac{v}{I\sqrt{3}} \dots \dots \dots (14)$$

Dimana : Z = Daya aktif (Watt)
 V = Tegangan listrik (Volt)
 I = Arus listrik (Ampere)
 $\sqrt{3}$ = Menunjukkan 3 phasa

$$R = Z \times \cos \Phi \dots \dots \dots (15)$$

Dimana : R = Resistansi
 Z = Impedansi
 $\cos \Phi$ = Faktor daya

2.8. Pengaturan Generator

Jika beban ditambahkan pada generator AC yang sedang bekerja pada kepesatan konstan dengan eksitasi medan konstan, tegangan terminal akan berubah. Besarnya perubahan akan bergantung pada rancangan mesin dan pada faktor daya beban. Pengaruh dari faktor daya yang berbeda dan perubahan tegangan terminal dengan perubahan beban pada generator. Pengaturan generator AC didefinisikan sebagai persentase kenaikan tegangan terminal

ketika beban dikurangi dari arus beban penuh ternilai sampai nol, dengan percepatan dan eksitasi medan dijaga konstan.

Dalam generator DC, ggl E yang dibangkitkan merupakan jumlah dari tegangan terminal dan penurunan tegangan IR pada rangkaian jangkar. Dalam generator AC, penurunan tegangan karena reaktansi induktif lilitan harus diperhitungkan. Maka ggl yang dibangkitkan generator AC sama dengan tegangan terminal ditambah penurunan tegangan IR maupun dalam lilitan jangkar.

2.9. Pengaturan Tegangan Generator

Karena tegangan terminal generator AC banyak berubah dengan berubahnya beban, maka untuk operasi hampir semua peralatan listrik diperlukan usaha untuk menjaga agar tegangannya konstan. Cara yang biasa dilakukan untuk ini adalah menggunakan alat pembantu yang disebut pengatur tegangan untuk mengendalikan besarnya eksitasi medan dc yang di catu pada generator. Bila tegangan terminal generator turun karena perubahan beban, pengatur tegangan secara otomatis menaikkan pembangkitan medan sehingga tegangan kembali normal. Sama halnya bila tegangan terminal naik karena perubahan beban, pengatur mengembalikan nilai tegangan normalnya dengan mengurangi eksitasi medan.

Hampir semua pengatur tegangan mengendalikan eksitasi medan generator secara tak langsung yaitu dengan mengoperasikan rangkaian medan eksitasi. Arus yang harus ditangani oleh pengatur jauh lebih kecil dalam rangkaian medan eksitasi daripada dalam rangkaian medan generator.

Salah satu tipe pengatur tegangan generator adalah jenis tahanan geser kerja langsung. Pada dasarnya pengatur ini terdiri dari tahanan variabel yang dikendalikan secara otomatis dalam rangkaian medan eksitasi. Elemen tahanan geser yang dihubungkan seri dengan pengeksitasi medan terdiri dari tumpukan blok tahanan atau wafer bukan logam, ditumpuk sehingga tahanan dari tumpukan dapat diubah jika dimiringkan ke depan atau ke belakang oleh elemen kopel.

2.10. Efisiensi Generator

Efisiensi merupakan perbandingan daya output dengan daya input. Daya keluaran suatu mesin tidak akan sama dengan daya inputnya karena terdapat rugi - rugi saat mesin dioperasikan.

Mutu sebuah genenerator sangat ditentukan oleh besarnya efisiensi generator tersebut. Makin besar efisiensi sebuah generator, maka dikatakan generator tersebut makin bagus. Efisiensi generator ini dihitung berdasarkan perbandingan antara daya keluaran generator terhadap daya masukan awal generator, yang dapat dijabarkan sebagai berikut.

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots(16)$$

Dimana :

$$P_{in} = P_{out} + \Sigma P_{rugi-rugi}$$

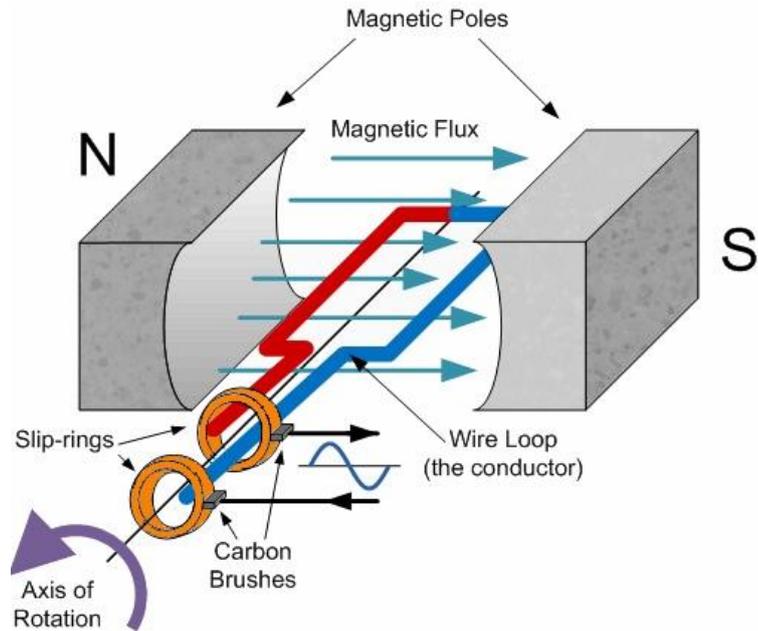
$$P_{in} = \text{Daya keluaran}$$

$$P_{out} = \text{Daya masukan}$$

2.11. Generator arus bolak-balik (AC)

Adalah generator yang menghasilkan gaya gerak listrik induksi bolak-balik. Generator arus bolak-balik terdiri atas sebuah kumparan dan sepasang kutub magnet kuat, dua buah cincin geser dan dua buah sikat penyambung arus.

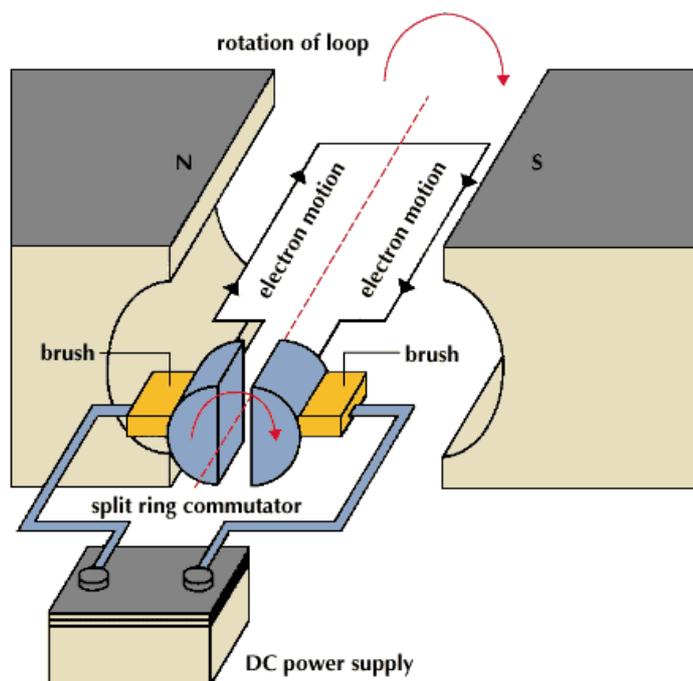
Bila kumparan diputar, maka dalam kumparan akan timbul gaya gerak listrik bolak-balik. Gaya gerak listrik bolak-balik ini dihubungkan dengan rangkaian luar, maka akan mengalir arus melalui kedua sikat secara bergantian, yaitu mula mula arus keluar melalui sikat pertama, sesaat kemudian melalui sikat kedua lagi, demikian seterusnya sehingga dihasilkan arus induksi yang arahnya bolak-balik.



Gambar 2.3 Generator AC

2.12. Generator arus searah (DC)

Adalah generator yang menghasilkan gaya gerak listrik induksi searah. Generator arus searah pada prinsipnya sama dengan generator arus bolak-balik perbedaannya hanya menggunakan satu cincin yang dibelah menjadi dua.



Gambar 2.4 Generator DC

Generator ini menghasilkan gaya gerak listrik induksi searah. Jika dihubungkan dengan rangkaian luar, maka arus akan mengalir melalui salah satu sikat yaitu pada awal melalui sikat pertama waktu berikutnya melalui sikat pertama lagi demikian seterusnya arus selalu melalui sikat pertama, sehingga arus yang dihasilkan berupa arus searah.

2.13. Kapasitas Generator Set

Pada dasarnya, setiap Genset didesain untuk mensuplai beban sesuai dengan kapasitas Genset. Apabila genset dipaksa menanggung jumlah Daya Beban yang lebih besar dari kapasitas Genset maka Genset akan shutdown, dan apabila terlalu sering menerima Beban berlebih maka komponen Genset akan cepat rusak. Pada umumnya kapasitas Genset yang dipakai berkisar antara 100 kVA sampai 10.000 kVA. Sedangkan untuk kapasitas Beban dengan daya listrik yang cukup besar maka memerlukan Genset dengan kapasitas yang lebih besar pula.

Satuan untuk mengukur kapasitas faktor daya genset dilihat dari besaran kVA (kiloVolt Ampere) dan kW (kiloWatt). Perbedaan faktor daya kVA dan kW. Jika kVA merupakan kapasitas semu genset, yaitu daya nyata dari mesin yang 10 ditambahkan dengan daya aktif power, dimana daya aktif power dibentuk oleh generator. Sedangkan kW yaitu satuan dari nilai daya nyata yang dihasilkan dari konversi energi daya atau kemampuan saat mesin beroperasi. Acuan untuk menentukan daya genset menggunakan satuan kW, dengan penjelasan 1kW = 1000 Watt. Kapasitas genset bisa dilihat dari ukuran kVA, nilai baku dari 1kVA = 0,8 kW (800 Watt). Genset memerlukan bahan bakar saat beroperasi, apabila bahan bakar genset habis maka genset akan shutdown. Untuk menghitung pemakaian bahan bakar genset, yaitu dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$k \times P \times t \dots\dots\dots(17)$$

Dimana : k = 0,21 (faktor ketetapan konsumsi bahan bakar per kilowatt per jam)

P = Daya genset (kVA)

t = Waktu (jam)

2.14. Konstruksi Generator Set

2.14.1. Mesin

Mesin merupakan komponen utama dan memiliki peranan yang sangat penting. Mesin merupakan sumber energi input mekanis untuk generator. Beberapa bahan bakar pada generator yang biasa digunakan agar mesin generator dapat beroperasi yakni bensin, gas atau diesel (solar). Bensin biasa digunakan pada generator dengan kapasitas yang lebih kecil sedangkan diesel dan gas merupakan bahan bakar yang digunakan untuk kapasitas yang lebih besar.

2.14.2. Alternator

Pada mesin input mekanis menghasilkan output listrik, alternator inilah yang merupakan bagian dari generator yang digunakan untuk menghasilkan output listrik tersebut. Dalam alternator memiliki stator dan rotor atau biasa disebut amature merupakan komponen yang bekerja pada generator tersebut. Stasioner memiliki komponen yakni stator. Rotor atau amature merupakan komponen yang menghasilkan medan magnet pada genset untuk bergerak.

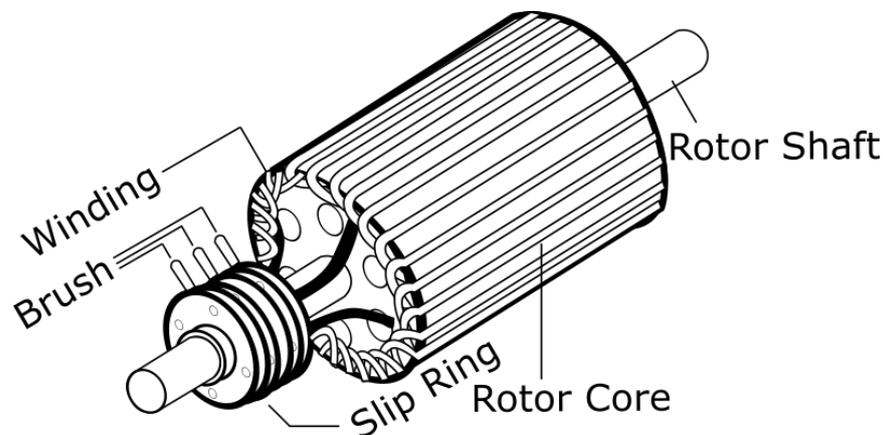
Bahwa Alternator/Generator ditinjau dari konstruksinya dibedakan menjadi dua bagian yaitu :

A. Rotor

Rotor pada generator adalah bagian dari generator yang bergerak atau berputar. Rotor sendiri tersusun dari inti magnet, field coil atau disebut juga dengan rotor coil, slip ring dan poros rotor (rotor shaft). Field coil pada rotor disusun dengan cara digulung dengan arah putaran yang sama dengan arah putaran rotor dan ujung-ujung dari field coil dihubungkan pada slip ring. Pada rotor terdiri dari 2 pole core dan pole core tersebut dipasangkan pada masing-masing ujung field coil dan juga berfungsi sebagai pembungkus kumparan rotor.

Fungsi rotor adalah untuk menghasilkan medan magnet, kuat medan magnet yang dihasilkan tergantung besar arus listrik yang mengalir ke rotor coil. Listrik yang ke rotor coil disalurkan melalui sikat yang selalu menempel pada slip ring. Terdapat dua sikat yaitu sikat positif berhubungan dengan terminal F, sikat negatif berhubungan dengan massa atau terminal E.

Semakin tinggi putaran mesin, maka putaran rotor alternator semakin tinggi pula, agar listrik yang dihasilkan tetap stabil maka kuat magnet yang dihasilkan semakin berkurang sebanding dengan putaran mesin.

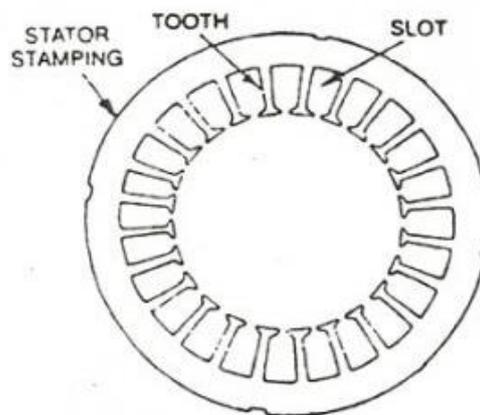


Gambar 2.5 Rotor

B. Stator

Komponen stator pada generator ini merupakan komponen diam. Pada komponen stator ini tersusun dari bagian stator core dan stator coil (kumparan stator). Komponen stator ini dilindungi oleh bagian depan dan belakang dari frame. Pada stator coil tersusun dari kawat tembaga yang diluarnya sudah dilapisi dengan insulator. Pada bagian dalam stator terdapat slot-slot yang terdiri dari tiga kumparan bebas. Inti stator berfungsi sebagai saluran dari garis-garis gaya magnet dari pole core ke hasil yang lebih efektif stator coil.

Stator berfungsi sebagai kumparan yang menghasilkan listrik saat terpotong medan magnet dari rotor. Stator terdiri dari stator core (inti stator) dan stator coil. Desain stator coil ada 2 macam yaitu model “delta” dan model “Y”. Pada model “Y”, ketiga ujung kumparan tersebut disambung menjadi satu. Titik sambungan ini disebut titik “N” (neutral point). Pada model delta ketiga ujung lilitan dijadikan satu sehingga membentuk segi tiga (delta). Model ini tidak memiliki terminal neutral (N). Stator coil menghasilkan arus listrik AC tiga fase. Tiap ujung stator dihubungkan ke diode positif dan diode negatif



Gambar 2.6 Stator

2.14.3. Tangki Bahan Bakar

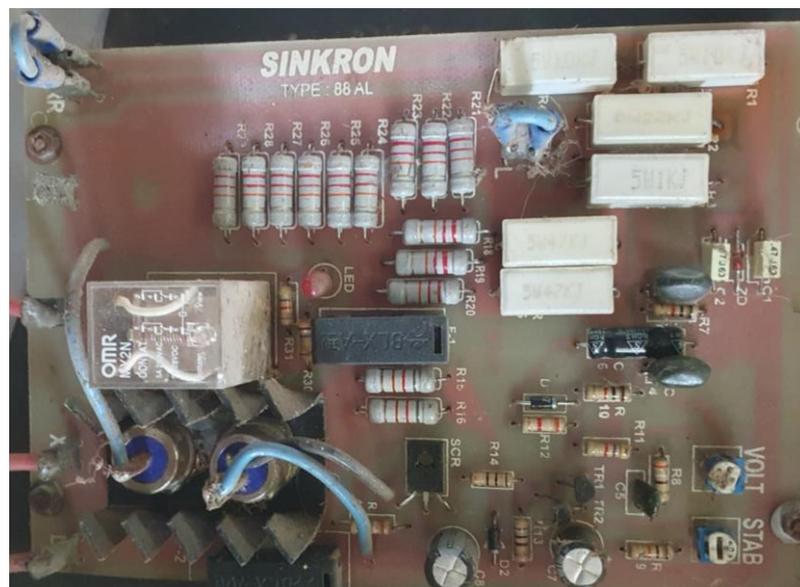
Lamanya genset beroperasi berbanding lurus dengan besar kapasitas tangki bahan bakar. Umumnya tangki bahan bakar mampu menjaga genset untuk beroperasi selama 6 jam sampai 8 jam lamanya. Namun, untuk memperlama waktu operasional genset biasanya menggunakan aplikasi yang komersial yakni tangki bahan bakar eksternal.

2.14.4. AVR

AVR (*Automatic Voltage Regulator*) berfungsi untuk menjaga agar tegangan generator tetap konstan dengan kata lain generator akan tetap mengeluarkan tegangan yang selalu stabil tidak terpengaruh pada perubahan beban yang selalu berubah-ubah, dikarenakan beban sangat mempengaruhi tegangan output generator. Prinsip kerja dari AVR adalah mengatur arus penguatan (*excitacy*) pada exciter. Apabila tegangan output generator di bawah tegangan nominal tegangan generator, maka AVR akan memperbesar arus penguatan (*excitacy*) pada exciter. Dengan demikian apabila terjadi perubahan tegangan output Generator akan dapat distabilkan oleh AVR secara otomatis dikarenakan dilengkapi dengan peralatan seperti alat yang digunakan untuk pembatasan penguat minimum ataupun maximum yang bekerja secara otomatis. AVR dioperasikan dengan mendapat satu daya dari permanen magnet generator (PMG). Serta mendapat sensor dari potensial transformer (PT) dan current transformer (CT).

Pada type generator tertentu, system eksitasi (penguatan) untuk membuat kemagnetan pada exciter stator menggunakan system terpisah dengan menggunakan Permanen Magnet Generator (PMG), (Idris Mochammad, 205, Teori Altenator), komponen PMG sebagai berikut:

- A. Permanen Magnet Stator: kumparan 3 fasa terhubung star, mengeluarkan tegangan AC 100 volt untuk mengatur AVR.
- B. Permanen Magnet Rotor: merupakan magnet permanen, menginduksikan medan magnet ke dalam kumparan Permanen Magnet stator.



Gambar 2.7 AVR

2.14.5. Pelumas

Untuk membuat genset mampu beroperasi dengan halus dan tahan lama adalah perlunya pelumasan. Di dalam pompa generator ada minyak tersimpan yang berfungsi untuk melumasi mesin generatornya. Generator yang beroperasi selama 8 jam memerlukan pengecekan pada kadar minyak pelumas ini agar generator anda beroperasi halus dan tahan lama.

2.14.6. Baterai

Awal mula, generator itu berfungsi dikarenakan adanya daya dari baterai. Jika baterai dalam kondisi rusak, tentu akan membuat generator tidak akan menyala. Pada saat beroperasi, baterai akan secara otomatis discharge.

2.14.7. Kontrol Panel

Kontrol Panel merupakan user interface dari generator yang berfungsi untuk mengontrol dan mengatur outlet listrik serta settingan generator.



Gambar 2.8 Panel Generator

2.14.8. Kerangka Utama

Komponen terakhir adalah pendesainan frame atau sering disebut kerangka utama. Kerangka utama harus didesain sedemikian rupa agar benar-benar menjadi rumah yang aman bagi generator. Desain pada kerangka utama ini harus memiliki grounding untuk keselamatan pengguna.

2.15. Transformator

Transformator daya merupakan suatu peralatan tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga/daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya. Dalam operasi penyaluran tenaga listrik transformator dapat

dikatakan sebagai jantung dari transmisi dan distribusi, dalam kondisi ini suatu transformator diharapkan dapat beroperasi secara maksimal. Dalam bidang tenaga listrik pemakaian transformator dikelompokkan menjadi 3 yaitu :

1. Transformator daya.
2. Transformator distribusi.
3. Transformator pengukuran (transformator arus dan transformator tegangan).

Transformator 2 belitan pada kumparan berfungsi untuk mentransformasikan besaran-besaran ukur tegangan listrik dari tingkat satu ke tingkat yang lain. Kumparan tersebut diisolasi terhadap inti maupun terhadap kumparan lain dengan isolasi padat seperti karton, pertinax dan lain-lain. Pada transformator dua belitan terdapat kumparan primer dan sekunder. Bila kumparan primer dihubungkan dengan tegangan atau arus bolak-balik maka pada kumparan tersebut timbul fluksi yang menginduksikan tegangan, bila pada rangkaian sekunder ditutup maka akan mengalir arus pada kumparan ini. Jadi kumparan sebagai alat transformasi tegangan dan arus.



Gambar 2.9 Transformator

2.15.1. Inti Besi Transformator

Inti besi berfungsi untuk mempermudah jalan fluksi, yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melalui kumparan. Dibuat dari lempenganlempengan atau plat-plat tipis dari campuran besi khusus yang berisi sedikit silikon. Laminasi-laminasi saling terisolasi, untuk mengurangi panas (sebagai rugi-rugi besi) yang ditimbulkan oleh “Eddy Current”, dan dijepit secara kuat agar tidak terjadi getaran-getaran.

2.15.2. Kumparan Transformator

Beberapa lilitan kawat berisolasi membentuk suatu kumparan. Kumparan tersebut diisolasi baik terhadap inti besi maupun terhadap kumparan lain dengan isolasi padat, seperti karton, pertinax dan lain-lain.

Umumnya pada trafo terdapat kumparan primer dan skunder. Bila kumparan primer dihubungkan dengan tegangan atau arus bolak-balik maka pada kumparan tersebut timbul fluksi yang menginduksikan tegangan, bila pada rangkaian skunder diberi beban maka akan mengalir arus pada kumparan sebagai alat transformasi tegangan dan arus.

2.15.3. Minyak Transformator

Sebagian besar trafo daya, kumparankumparan dan intinya direndam dalam minyak trafo, terutama trafo-trafo daya berkapasitas besar, karena minyak trafo mempunyai sifat sebagai media pemindah panas dan sebagai isolasi (daya tegangan tembus tinggi) sehingga berfungsi sebagai media pendingin dan isolasi. Untuk itu minyak trafo harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- Memiliki kekuatan isolasi yang tinggi.
- Penyalur panas yang baik dan memiliki berat jenis yang kecil, sehingga partikel-partikel dalam minyak dapat mengendap dengan cepat.
- Memiliki viskositas yang rendah agar lebih mudah bersirkulasi sehingga pendingin menjadi lebih baik.
- Memiliki titik nyala yang tinggi, tidak mudah menguap yang dapat membahayakan.
- Tidak merusak bahan isolasi yang padat.

- Memiliki sifat kimia yang stabil.
- Tidak bereaksi secara kimiawi dengan logam dan bahan isolasi.

2.15.4. Bushing

Hubungan antara kumparan trafo ke jaringan luar melalui sebuah bushing, yaitu sebuah konduktor yang diselubungi oleh isolator, yang sekali berfungsi sebagai penyekat antara konduktor dengan tangki trafo.

2.15.5. Tangki dan Konservator

Pada umumnya bagian-bagian dari trafo yang terendam minyak trafo berada (ditempatkan) dalam tangki. Untuk menampung pemuatan minyak trafo, tangki dilengkapi dengan konservator. Konservator senantiasa berisi sebagian minyak, guna menjamin bahwa tangki transformator berisi minyak penuh dan juga membantu menghindari absorpsi kelembaban dari atmosfer oleh minyak tangki.

2.15.6. Peralatan Bantu Transformator

Peralatan bantu yang terdapat pada trafo daya terdiri dari :

1. Pendingin Trafo
2. Tap Changer (Perubah tap)
3. Alat Pernapasan
4. Indikator

2.16. Kebutuhan Listrik

Listrik adalah suatu energi, bahkan energi listrik begitu memegang peranan penting bagi kehidupan kita. Listrik adalah suatu muatan yang terdiri dari muatan positif dan muatan negatif. Arus listrik merupakan muatan listrik yang bergerak dari tempat yang berpotensi tinggi ke tempat berpotensi rendah, melewati suatu penghantar listrik. Media penghantar listrik salah satunya ialah media yang terbuat dari bahan logam, yaitu elektron bebas berpindah dari satu atom ke atom logam berikutnya, sedangkan pada media air elektron dibawa oleh elektrolit yang terkandung dalam media air tersebut.² Arus listrik terdiri dari dua jenis yaitu arus listrik searah (direct current = DC) dan arus listrik bolak-balik (alternative current = AC

Arus listrik DC merupakan arus listrik yang mengalir secara terus menerus kesatu arah. Arus DC dipakai dalam industry yang menggunakan proses elektrolisa, misalnya pemurnian dan pelapisan atau penyepuhan logam. Arus listrik AC merupakan arus listrik yang mengalir bolak-balik. Arus AC digunakan di rumahrumah dan dipabrik – pabrik, biasanya menggunakan voltage 110 volt atau 220 volt. Arus listrik bolak-balik (AC) jauh lebih berbahaya dari pada arus searah (DC). Daya listrik adalah energi yang dilepas muatan listrik tiap satuan waktu. Satuan daya listrik adalah watt. Jika daya yang dimiliki oleh suatu barang elektronik semakin besar maka energi yang dipakai semakin besar pula.

2.16.1. Konduktifitas Listrik

Konduktivitas adalah kemampuan dari larutan, logam atau gas, secara singkat semua bahan untuk melewati arus listrik. Kemampuan ini dilakukan oleh kation dan anion, sedangkan dalam logam dilakukan oleh elektron. Seberapa baik larutan menghantarkan listrik tergantung pada beberapa faktor yaitu konsentrasi, mobilitas ion, valence ion, dan suhu. Semua zat memiliki beberapa tingkat konduktivitas. Dalam larutan air tingkat kekuatan ion bervariasi dari konduktivitas rendah ultra air murni dengan konduktivitas yang tinggi dari sampel kimia terkonsentrasi.

Medan listrik diaktifkan maka arus listrik mengalir dalam konduktor karena adanya gerakan partikel bermuatan, oleh karena itu konduktivitas listrik sebanding dengan kepadatan jumlah partikel bermuatan dan mobilitas. Air laut adalah air yang berasal dari laut atau samudra. Air laut memiliki kadar garam yang terdapat didalam batu-batuan dan tanah antara lain contohnya natrium, kalium, kalsium, dan lain-lain. Kadar garam yang terlarut dalam air tersebut dapat menghantarkan ion ion listrik. Air tawar adalah air yang tidak mengandung banyak larutan garam dan larutan mineral didalamnya. Air tawar bisa didapatkan pada air dari sumur, danau, sungai, salju atau es. Pembawa muatan pada logam jumlahnya adalah tetap (= jumlah elektron bebas) dan ketergantungan suhu konduktivitas listrik hanya datang dari mobilitasnya. Mobilitas elektron bebas dikendalikan oleh hamburan fonon, dan selain itu mobilitas pembawa muatan dalam mineral sering sangat sensitif terhadap

temperatur. Konduktivitas listrik mineral tidak hanya sensitif terhadap suhu, tetapi juga sensitif terhadap parameter yang mengontrol aktifitas ketidakhurnian air dan fugositas oksigen.

2.16.2. Satuan Listrik

Rumus atau hukum yang berkaitan dengan biolistrik antara lain: hukum Ohm dan hukum Joule. Tegangan, arus, dan tahanan termasuk dalam hukum ohm.

Hukum ohm adalah persamaan penting untuk listrik.

a. Hukum Ohm

Perbedaan potensial antara ujung konduktor berbanding langsung dengan arus yang melewati dan berbanding terbalik dengan tahanan dari konduktor. Hukum Ohm ini dapat dinyatakan dalam rumus :

$$R = V/I$$

Dimana :

R = Hambatan (Ohm)

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

Tegangan menentukan aliran arus semakin besar tegangan (V) semakin besar arus (I), sedangkan jika resistensi (R) meningkat arus akan menurun. Penurunan daya tahan (R), akan menyebabkan peningkatan arus (I). Hubungan dari ketiga unsur hukum ohm yaitu arus, tegangan dan resistensi, secara matematis harus saling menyeimbangkan.

b. Hukum Joule

Arus listrik yang melewati konduktor dengan perbedaan tegangan (V) dalam waktu tertentu akan menimbulkan panas :

$$H = VIT/J$$

J = Joule= 0,239 Kal

T = Waktu (Detik)

c. Hukum Newton

Hukum gerak Newton adalah tiga hukum fisika yang membentuk dasar mekanika klasik Hukum ini menjelaskan hubungan antara gaya-gaya yang

bekerja pada benda dan gerak yang ditimbulkannya. Hukum ini tertulis Berbagai pembahasan selama tiga abad itu dan dapat dirangkum sebagai berikut:

1. Hukum pertama: Setiap benda memiliki kecepatan konstan kecuali ada satu Suatu gaya bekerja pada benda yang resultannya tidak sama dengan nol. Berarti jika sebagai akibatnya Gaya nol, maka pusat gravitasi benda tetap diam atau bergerak dengan kecepatan tetap (tanpa percepatan). Ini berlaku ketika dilihat dari kerangka acuan inersia.
2. Hukum Kedua: Sebuah benda bermassa M mengalami resultan gaya F mengalami percepatan a yang arahnya sesuai dengan arah dan besarnya gaya berbanding lurus dengan F dan berbanding terbalik dengan M atau $F=m.a$ Dapat juga diartikan bahwa resultan gaya yang bekerja pada benda adalah sama dengan turunan dari momentum linear objek terhadap waktu.
3. Hukum ketiga: gaya tumbukan dan reaksi dari dua benda adalah sama, berlawanan arah dan dalam garis lurus. Artinya ada benda A yang memberikan gaya sama dengan F pada benda B, maka benda B memberikan gaya $-F$ Benda A, F , dan $-F$ memiliki ukuran yang sama tetapi arahnya berbeda. hukum ini juga dikenal sebagai hukum aksi-reaksi, di mana F adalah aksi dan $-F$ adalah reaksi.

2.17. KWH Meter

Pengukuran adalah suatu proses mengukur yang pada dasarnya adalah usaha untuk menyatakan sifat suatu zat atau benda dalam bentuk angka atau harga. Dasar pemberian angka dalam mengukur dapat dilakukan dengan cara membandingkan alat yang akan diukur dengan alat tertentu yang dianggap sebagai standart atau membandingkan besaran yang akan diukur dengan suatu skala yang telah ditera.

Kebenaran dari suatu hasil pengukuran tergantung pada alat yang digunakan sebagai perbandingan atau penunjuk dan orang yang melaksanakan pengukuran yang didalamnya termasuk cara pemasangan dari alat ukur tersebut. Alat yang digunakan dalam pengukuran ini disebut instrumen

pengukur. Alat inilah yang menunjukkan nilai besaran yang diukur. Hasil pengukuran merupakan penunjukan langsung yang dapat dibaca.

Kilo Watt Hour (KWH) meter adalah alat untuk mengukur energi aktif yang menggunakan suatu alat hitung serta memakai asas induksi. KWH meter tersebut merupakan alat untuk menghitung jumlah kerja listrik (Watt jam) dalam waktu tertentu. Jadi KWH meter dilengkapi dengan satu buah piringan aluminium serta alat hitung yang dapat disebut penghitung mekanis.

Alat ukur ini terdiri dari kumparan arus yang dihubungkan seri dengan beban dan kumparan tegangan dihubungkan secara paralel dengan beban. Besarnya jumlah kerja listrik pada suatu beban untuk waktu tertentu.

Pada alat ukur KWH meter jumlah kerja listrik diubah ke dalam bentuk energi mekanis, yakni untuk memutar roda-roda angka jumlah putaran, dari roda-roda akan sama dengan jumlah kerja listrik yang digunakan beban.

Selain alat ukur KWH meter yang menggunakan roda-roda angka yang berputar ada jenis lain alat ukur KWH meter, yaitu yang penunjukan bilangannya yang menggunakan jarum. Alat ukur tersebut berdasarkan asas induksi dan alat hitung, dimana roda-roda yang berputar diganti dengan jarum penunjuk. Alat ukur KWH meter dengan jarum penunjuk ini mempunyai plat jam yang terdiri dari 10 angka, mulai dari angka 0 sampai dengan angka 9.

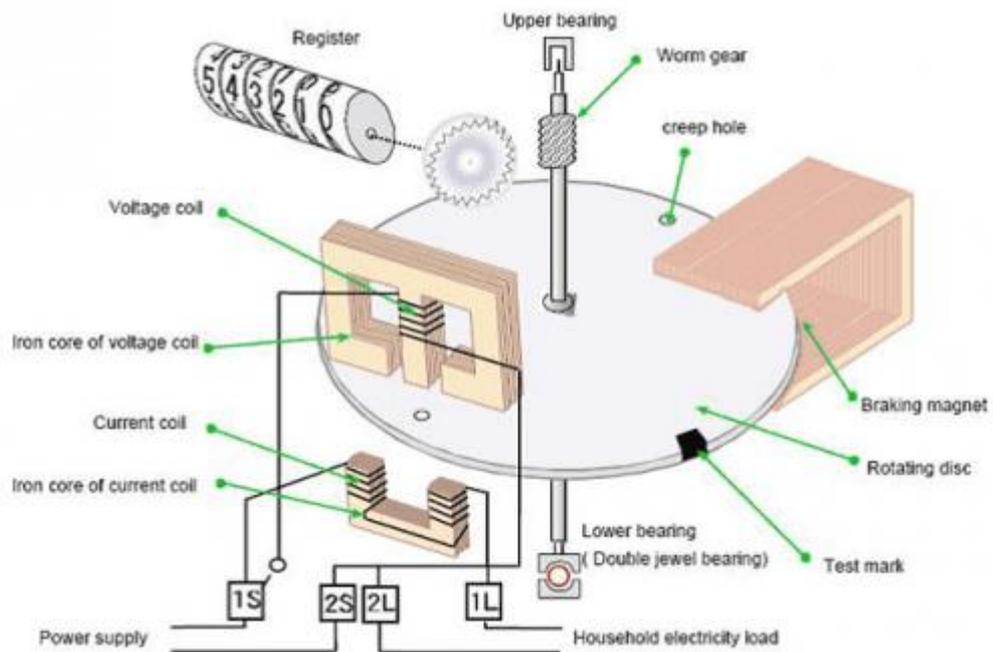
Untuk dapat menunjukkan suatu bilangan juga diperlukan beberapa golongan angka, dengan demikian diperlukan juga beberapa plat jam dan beberapa roda putar yang menggerakkan jarum penunjukannya. Golongan angka tersebut juga terdiri dari golongan angka satuan, puluhan, ratusan, ribuan dan seterusnya.

2.17.1. Prinsip Kerja KWH Meter

KWH meter 1 phasa Cp adalah inti dari kumparan tegangan, Wp adalah kumparan tegangan, Cc adalah inti kumparan arus dan We adalah kumparan. Arus beban I mengalir melalui We dan menyebabkan terjadinya fluksi magnetik : Wp mempunyai sejumlah lilitan yang besar dan cukup besar untuk dianggap sebagai reaktansi murni, sehingga arus Ip yang mengalir melalui Wp

akan tertinggal dalam fasanya terhadap tegangan beban dengan sudut sebesar 90° . Hal itu menyebabkan terjadinya fluksi magnetis sebesar Φ_1

Dengan demikian maka terhadap kepingan aluminium D, akan dikenakan momen gerak TD yang berbanding lurus terhadap daya beban. Misalnya bahwa oleh pengaruh momen gerak ini, kepingan aluminium akan berputar dengan kecepatan putaran n sambil berputar ini D akan mendorong garis-garis fluksi magnet permanen dan akan menyebabkan terjadinya arus-arus putar yang berbanding lurus terhadap $n\Phi_m$, di dalam aluminium tersebut. Arus-arus putar ini akan pula memotong garis-garis Φ_m sehingga kepingan D akan mengalami suatu. momen redaman T_d yang berbanding lurus terhadap $n\Phi_m^2$.



Gambar 2.10 Prinsip Kerja kWh Meter

2.18. Tarif Tenaga Listrik

Tarif tenaga listrik adalah sejumlah biaya yang dibayarkan Konsumen listrik kepada pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik untuk Kepentingan Umum (IUPTLU) yang memiliki Wilayah Usaha sebagai produsen. Tarif Tenaga Listrik ditetapkan oleh Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) setelah memperoleh persetujuan DPR.

Kebutuhan listrik nasional rata-rata tumbuh sekitar 8 – 9 % per tahun. Angka ini berarti bahwa setiap tahun harus ada tambahan sekitar 5.700 MW kapasitas pembangkit baru. Hal ini menjadi tantangan besar bagi Pemerintah dalam penyediaan listrik karena dibutuhkan dana yang begitu besar dalam investasi infrastruktur ketenagalistrikan, mulai dari pembangunan pembangkit-pembangkit baru, jaringan transmisi, dan hingga jaringan distribusi agar listrik dapat disalurkan hingga ke konsumen. Tantangan berikutnya adalah bahwa kenyataan rasio elektrifikasi yang baru mencapai sekitar 80,5%, artinya masih ada sekitar 19,5% masyarakat belum memiliki akses terhadap listrik sehingga tidak dapat menikmati listrik. Tantangan besar lainnya adalah kebutuhan subsidi listrik yang terus meningkat jumlahnya seiring dengan pertumbuhan kebutuhan listrik yang dipicu oleh pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan jumlah penduduk yang relatif tinggi.

Pada dasarnya subsidi listrik adalah selisih antara harga jual/tarif listrik dengan biaya produksinya. Saat ini masih terdapat selisih yang jauh antara biaya produksi dengan harga jualnya ke konsumen. Sebagai gambaran, berdasarkan data realisasi tahun 2013, rata-rata BPP tenaga listrik sebesar Rp.1.289/kWh, dengan margin 7% menjadi sebesar Rp. 1.379/kWh, sementara harga jual rata-rata (tarif) yang dibayar oleh pelanggan hanya sebesar Rp.819/kWh, sehingga ada selisih sebesar Rp. 560/kWh. Untuk menutup selisih ini, pada tahun 2013, Pemerintah harus membayar selisih tersebut dalam bentuk subsidi kepada PT PLN (Persero), besarnya mencapai Rp. 101,21 triliun, untuk menjaga agar PLN dapat terus beroperasi menyediakan pasokan listrik.

Kebijakan subsidi listrik diawali pada tahun 2000 dengan bentuk "*corporate cash flow subsidy*" atau defisit arus kas yaitu Pemerintah memberikan selisih antara biaya operasional PLN dalam penyediaan tenaga listrik dengan pendapatan tarif listrik yang diperoleh dari pelanggan PLN agar PLN tidak merugi. Kemudian pada tahun 2001 hingga tahun 2004 kebijakan subsidi listrik diganti menjadi subsidi konsumen terarah, yaitu hanya pelanggan dengan daya sampai dengan 450 VA yang diberikan subsidi, itupun hanya penggunaan 60 kWh pertama. Dengan adanya gejolak memburuknya

kondisi perekonomian nasional pada tahun 2005, dimana terjadi pelemahan nilai tukar Rupiah dan naiknya harga minyak dunia yang mempengaruhi kemampuan ekonomi masyarakat. Tentunya hal ini menyebabkan biaya penyediaan listrik akan membengkak yang menyebabkan harga jual listrik semestinya harus dinaikkan untuk mengimbangi. Namun untuk menjaga agar masyarakat dapat membeli listrik dengan harga yang terjangkau maka Pemerintah mengubah kebijakan subsidi listrik menjadi subsidi konsumen diperluas. Dengan subsidi konsumen diperluas ini maka seluruh konsumen yang tarif listriknya masih dibawah biaya penyediaannya wajib diberikan subsidi listrik oleh Pemerintah. Kebijakan inilah yang terus berlangsung hingga saat ini dan menjadi beban keuangan Negara, dikarenakan jumlah subsidi yang terus membengkak (Gambar 1) Hal ini menyulitkan kemampuan keuangan Negara yang terbatas.

Pemerintah menyadari bahwa untuk menjaga keuangan Negara perlu dilakukan perubahan arah kebijakan. Subsidi listrik memang perlu, namun tidak boleh terus menggerus keuangan Negara dikarenakan jumlahnya yang terus meningkat. Untuk itu perlu suatu upaya bagaimana beban subsidi listrik ini dapat dikendalikan bahkan dikurangi secara bertahap. Apalagi mengingat bahwa subsidi listrik sesuai amanat Undang-undang No.30 Tahun 2007 tentang Energi maupun Undang-Undang No.30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan hanya untuk kelompok masyarakat yang tidak mampu.

Berdasarkan hal-hal tersebut, maka pada tahun 2013, dengan meminta persetujuan Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia (DPR-RI) dalam pembahasan APBN Tahun 2013, sebagaimana diamanatkan Undang-Undang bahwa dalam penetapan tarif tenaga listrik untuk konsumen harus melalui persetujuan DPR-RI, maka Pemerintah melakukan penyesuaian tarif tenaga listrik dengan kenaikan rata-rata sebesar 15% melalui penyesuaian secara bertahap triwulanan 4x. Dalam penyesuaian tahun 2014 ini, Pemerintah menyatakan bahwa subsidi listrik untuk 4 (empat) golongan pelanggan yang sudah mampu juga turut dihapuskan. Adapun keempat golongan pelanggan tersebut adalah :

1. Pelanggan Rumah Tangga Besar (R-3, daya 6.600 VA ke atas), contoh : rumah mewah.
2. Pelanggan Bisnis Menengah (B-2, daya 6.600 VA s.d 200 kVA), contoh : hotel bintang 3, kantor perbankan, restoran besar.
3. Pelanggan Bisnis Besar (B-3, daya diatas 200 kVA), contoh : *Shopping Center/Mall*, Hotel bintang 4, hotel bintang 5, taman hiburan dan rekreasi komersil, stasiun TV swasta.
4. Pelanggan Kantor Pemerintah sedang (P-1, daya 6.600 VA s.d 200 kVA), contoh : Kantor Pemerintah dan Pemerintah Daerah.

Pada tahun 2014, dalam rangka mengurangi beban subsidi listrik Pemerintah kembali mengusulkan penghapusan subsidi listrik untuk pelanggan listrik golongan industri besar I-4 daya diatas 30.000 kVA dan industri menengah I-3 go public daya diatas 200 kVA. Semula telah disetujui penghapusan subsidi sekaligus terhadap kedua pelanggan tersebut, yang berarti bahwa tarif nya langsung dinaikkan ke tarif keekonomiannya, namun dengan memperhatikan hasil kajian LPEM Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia dan memberi keringanan bagi pelanggan tersebut, maka kembali dengan persetujuan DPR-RI, maka penyesuaian tariff listrik dilakukan secara bertahap 4 x 2 bulanan.

Adanya perubahan kurs yang melonjak tinggi, semula diasumsikan Rp. 10.500/USD dalam APBN 2014, namun dengan realisasi terkini kurs diproyeksikan menjadi Rp. 11.600/USD dalam APBN-P 2014, serta proyeksi tidak tercapainya target pendapatan Negara menyebabkan keuangan Negara tidak mampu menanggung beban subsidi listrik yang turut membengkak. Agar dapat menekan subsidi listrik, perlu ada perubahan kebijakan terhadap pemberian subsidi listrik. Maka dalam pembahasan APBN Perubahan Tahun 2014 dengan DPR-RI, Pemerintah kembali mengusulkan penghapusan subsidi listrik untuk 6 (enam) golongan pelanggan, yaitu :

1. Industri I-3 non *go public* (daya diatas 200 kVA), melalui kenaikan tarif listrik secara bertahap rata-rata 11,57% setiap dua bulan,

2. Rumah Tangga R-1 (daya 1.300 VA), melalui kenaikan tarif listrik secara bertahap rata-rata 11,36% setiap dua bulan,
3. Rumah Tangga R-1 (daya 2.200 VA), melalui kenaikan tarif listrik secara bertahap rata-rata 10,43% setiap dua bulan,
4. Rumah Tangga R-2 (daya 3.500 VA s.d 5.500 VA), melalui kenaikan tarif listrik secara bertahap rata-rata 5,70 % setiap dua bulan,
5. Pemerintah P-2 (daya diatas 200 kVA), melalui kenaikan tarif listrik secara bertahap rata-rata 5,36 % setiap dua bulan,
6. Penerangan Jalan Umum P-3, melalui kenaikan tarif listrik secara bertahap rata-rata 10,69% setiap dua bulan, yang diberlakukan mulai 1 Juli 2014 sampai dengan Desember 2014.

Adapun dasar penghapusan subsidi listrik ini juga mengingat bahwa golongan pelanggan Rumah Tangga dengan daya diatas 1.300 VA sudah termasuk dalam kelompok kelas menengah ke atas yang tidak tepat diberikan subsidi. Sedangkan penyesuaian tarif pelanggan Industri I-3 non go public ditujukan untuk menghilangkan perbedaan penerapan tarif listrik antara Industri I-3 go public dan I-3 non go public yang oleh Komisi Pengawas Persaingan Usaha (KPPU) dinilai berpotensi menimbulkan iklim persaingan usaha yang tidak sehat sesama industri menengah I-3.



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

JULI - SEPTEMBER 2023

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)	
1.	R-1/TR	900 VA-RTM	*)	1.352,00	1.352,00
2.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.444,70	1.444,70
3.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.444,70	1.444,70
4.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.699,53	1.699,53
5.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.699,53	1.699,53
6.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.444,70	1.444,70
7.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
8.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
9.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LWBP = 996,74 kVArh = 996,74 ****)	-
10.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.699,53	1.699,53
11.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.415,01 Blok LWBP = 1.415,01 kVArh = 1.522,88 ****)	-
12.	P-3/TR		*)	1.699,53	1.699,53
13.	L/TR, TM, TT		-	1.644,52	-

Catatan :

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

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

****) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM3 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian WBP dan LWBP.}$
 Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

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

K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat ($1,4 \leq K \leq 2$), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.

WBP : Waktu Beban Puncak.
 LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.

Tabel 2.2 Tarif Tenaga Listrik

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Menunjukkan dimana tempat penelitian dan waktu penelitian.

3.1.1. Tempat Penelitian

Penelitian dan analisa perbandingan efisiensi penggunaan energi listrik dilakukan di :

1. Nama Tempat : CV. Sumber Makmur Jaya
2. Alamat : Jln. Hasan Perak, Kelurahan Sei Bilah, Kecamatan Sei Lapan, Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara.

3.1.2. Jadwal Penelitian

No	Uraian	Bulan ke-			
		3	4	4	6
1	Kajian literatur				
2	Pengajuan judul				
3	Penulisan Bab 1 – Bab 3				
4	Seminar proposal				

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

3.2. Metode Penelitian

Metode yang dipakai untuk studi ini adalah metode studi deskriptif dengan menggunakan pendekatan kuantitatif. Narbuko (2015: 44), penelitian deskriptif merupakan penelitian untuk menjelaskan pemecahan masalah yang ada saat ini berlandaskan data-data, dengan menyajikan, menganalisa serta menginterpretasikannya. Studi deskriptif sebagai kegiatan yang mencakup pengumpulan data untuk menguji hipotesis atau menjawab pertanyaan yang berkaitan dengan situasi yang sedang berlangsung dari inti suatu studi. Studi deskriptif menentukan dan melaporkan situasi saat ini. Alasan penggunaan metode deskriptif adalah sebagai berikut:

1. Metode deskriptif telah digunakan secara luas dan dapat mencakup banyak aspek dibandingkan dengan metode studi yang lain.
2. Metode deskriptif banyak memberikan kontribusi kepada ilmu pengetahuan melalui pemberian informasi situasi mutakhir dan dapat membantu mengidentifikasi faktor-faktor yang berguna untuk melaksanakan eksperimen.
3. Metode deskriptif dapat digunakan untuk menggambarkan situasi-situasi yang mungkin terdapat dalam situasi tertentu.

Metode studi deskriptif ini melakukan analisis hanya sampai pada tingkat deskripsi, yaitu menganalisis dan menyajikan fakta secara sistematis sehingga dapat lebih mudah untuk dipahami dan disimpulkan. Kesimpulan yang diberikan jelas berdasarkan fakta sehingga semuanya dapat dikembalikan langsung pada data yang diperoleh.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Suplai energi listrik pada CV. Sumber Makmur Jaya bersumber pada suplai listrik PLN dan generator set. Untuk mengetahui perbandingan efisiensi diantara keduanya maka penulis menggunakan beberapa metode pengumpulan data, antara lain :

1. Observasi (Pengamatan)
Melihat langsung pada CV. Sumber Makmur Jaya sehingga penulis dapat menganalisa data terkait dengan penelitian yang dilakukan.
2. Wawancara
Mengadakan tanya-jawab dengan pihak-pihak terkait untuk mendapatkan keterangan terkait data yang digunakan pada penelitian.

3.4. Variabel Penelitian

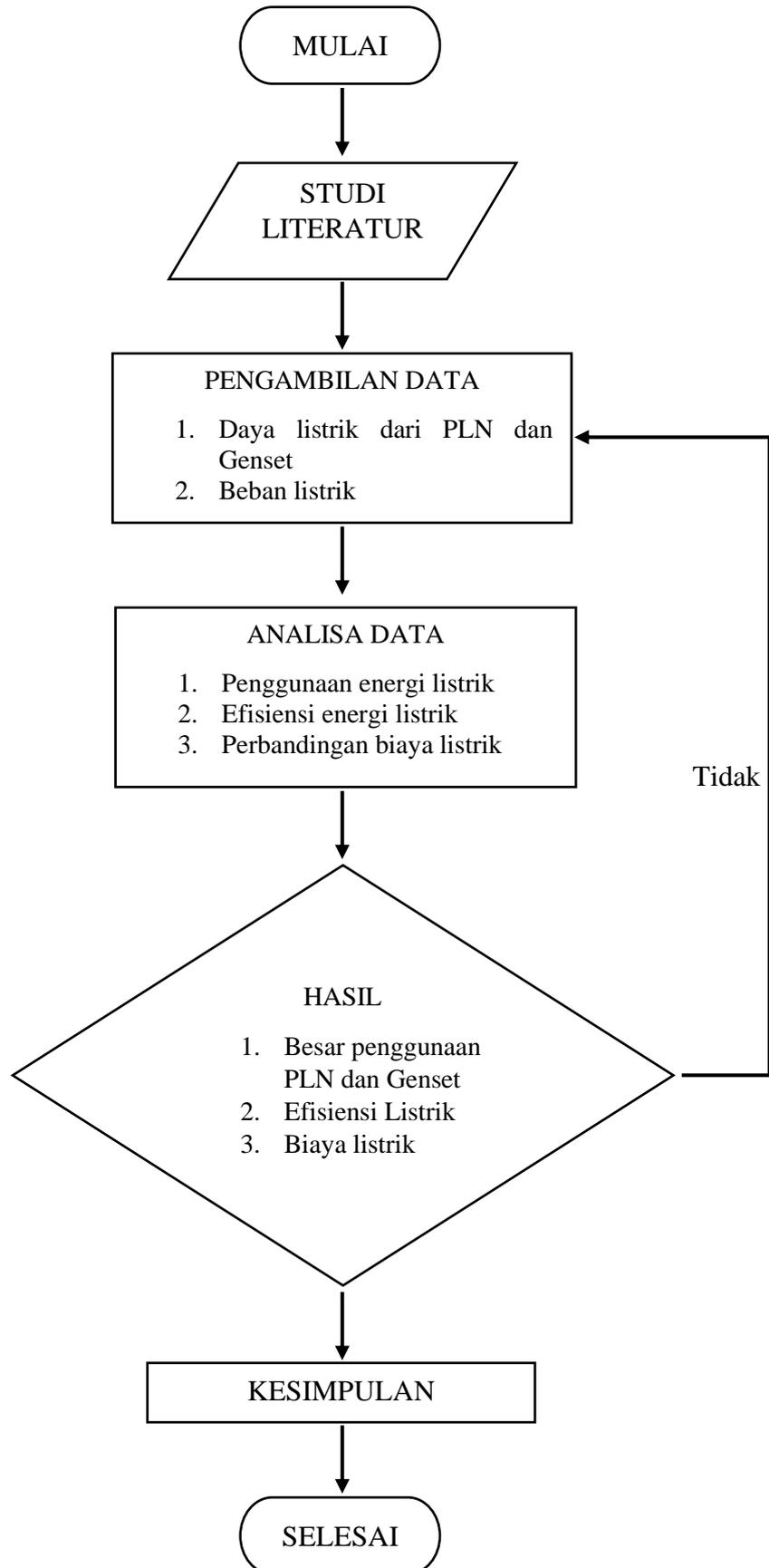
1. Daya yang dihasilkan generator set.
2. Suplai listrik dari PLN.
3. Beban listrik pada CV. Sumber Makmur Jaya.

3.5. Prosedur Penelitian

Penelitian pertamakali dimulai dengan merumuskan masalah yang akan dikaji dalam penelitian, dilanjutkan dengan studi pustaka sebagai pendukung dan sebagai landasan pelaksanaan penelitian. Proses penelitian dilakukan dengan rumusan sebagai berikut :

1. Melakukan pengamatan secara langsung (observasi) dan interview dengan pihak-pihak terkait untuk mendapatkan data yang digunakan untuk penelitian.
2. Melakukan perhitungan pada pada listrik yang disuplai oleh PLN.
3. Melakukan perhitungan pada listrik yang dihasilkan oleh genset pada saat genset aktif.
4. Melakukan perhitungan beban yang terdapat pada CV. Sumber Makmur Jaya.
5. Menganalisa perbandingan antara suplai listrik PLN dan genset dan menghitung efisiensi diantara keduanya.

Prosedur penyusunan tugas akhir adalah sebagai berikut :



3.6. Spesifikasi Genset

Tabel 3.2 Spesifikasi Genset 1

Kapasitas	250 kVA / 200 kW
Phase	3
Power factor	0,8
Putaran	1500 Rpm
Frekuensi	50 Hz
Arus	260 A
Tegangan	380/220 Volt

Tabel 3.3 Spesifikasi Genset 2

Kapasitas	550 kVA / 440 kW
Phase	3
Power factor	0,8
Putaran	1500 Rpm
Frekuensi	50 Hz
Arus	572 A
Tegangan	380/220 Volt

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penggunaan Energi Listrik

Penggunaan energi listrik CV. Sumber Makmur Jaya terbagi menjadi 2 instalasi. Yang mana instalasi 1 sebesar 250 kVA untuk perkantoran dan sekitarnya dan akan menggunakan ke Genset 250 kVA saat terjadi pemadaman listrik PLN. Instalasi 2 untuk kebutuhan pengolahan kelapa sawit berasal dari PLN dengan kapasitas 550 kVA dan akan menggunakan ke Genset 550 kVA saat terjadi pemadaman listrik PLN.

Tabel 4.1 Penggunaan Energi Listrik Pada Instalasi 250 kVA

No	Station	Daya terpasang (kW)	Daya Terhitung (kW)
1	Kantor	55	26,72
2	Penerangan Halaman Pabrik	50	42,5
3	Lahan lainnya	75	61,75
Total		180 kW	130,97 kW

Tabel 4.2 Penggunaan Energi Listrik Pada Instalasi 550 kVA

No	Station	Daya terpasang (kW)	Daya Terhitung (kW)
1	Induced Draft Fan	75	62,84
2	Total Air Fan	11	8,39
3	Secondary Air Fan	7,5	6,275
4	Carrier Air Fan	11	8,95
5	Pendulum	0,75	0,607
6	Boiler Feed Pump-1	45	37,79
7	Boiler Feed Pump-2	45	37,25
8	Ash Traps 1	0,37	0,308
9	Loading Ramp	25	20,47

10	Thresher	35	28,74
11	Pressing	70	58,5
12	Karnel	95	78,91
13	Water Tube Pump	15	11,23
Total		436,62 kW	360,26 kW

4.1.1. Analisa Efisiensi Energi Listrik Pada Instalasi 1 dan 2

Efisiensi Listrik Pada Suplai PLN

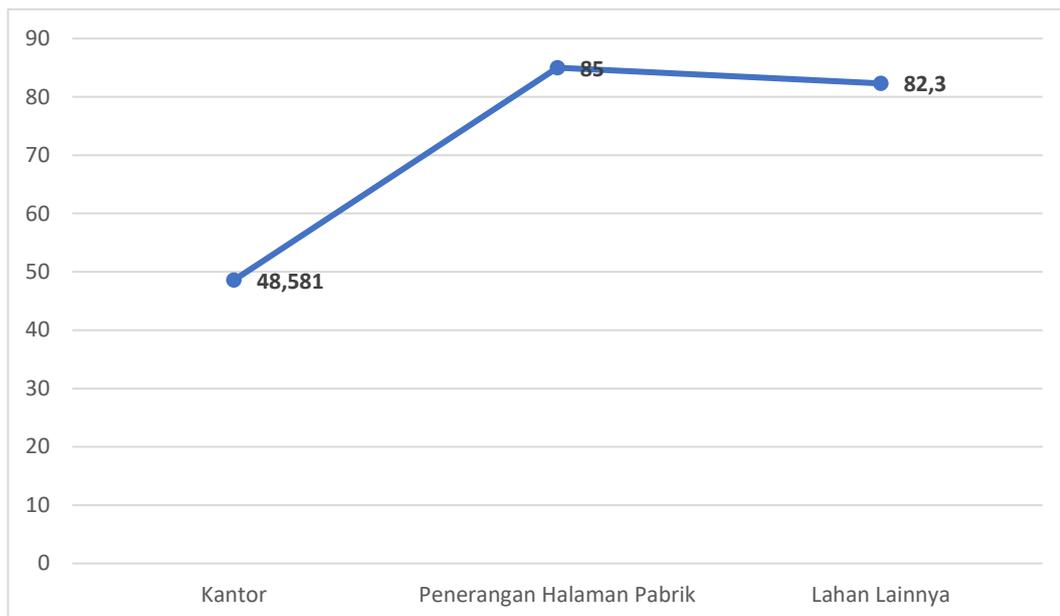
Untuk memperoleh efisiensi listrik PLN pada instalasi 1 dan 2 maka akan digunakan persamaan rumus (16).

A. Instalasi 250 kVA

$$\frac{43,656}{60} \times 100\% = 72,76 \%$$

Tabel 4.3 Efisiensi Energi Listrik PLN Pada Instalasi 250 kVA

No	Station	Daya Listrik (P)		Efisiensi (η)
		Terpasang	Terhitung	
1	Kantor	55	26,72	48,851 %
2	Penerangan Halaman Pabrik	50	42,5	85 %
3	Lahan lainnya	75	61,75	83,3 %
Rata - rata		60	43,656	72,76 %



Gambar 4.1 Grafik Efisiensi Instalasi 250 kVA pada PLN

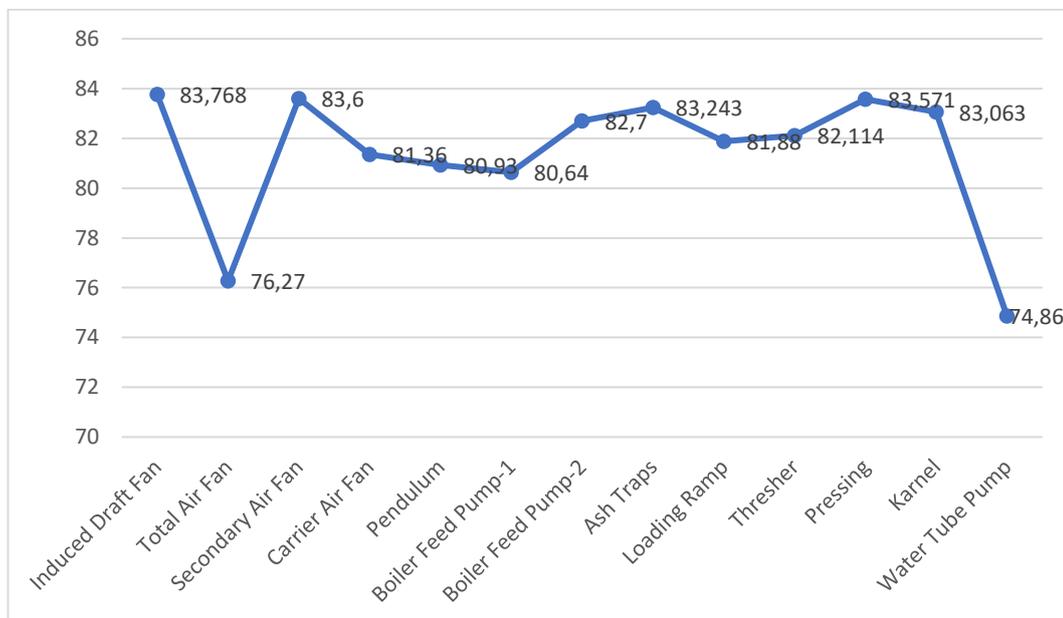
B. Instalasi 550 kVA

$$\frac{27,712}{33,586} \times 100\% = 82,510 \%$$

Tabel 4.3 Efisiensi Energi Listrik PLN Pada Instalasi 550 kVA

No	Station	Daya Listrik (P)		Efisiensi (η)
		Terpasang	Terhitung	
1	Induced Draft Fan	75	62,84	83,768 %
2	Total Air Fan	11	8,39	76,27 %
3	Secondary Air Fan	7,5	6,275	83,6 %
4	Carrier Air Fan	11	8,95	80,36 %
5	Pendulum	0,75	0,607	80,93 %
6	Boiler Feed Pump-1	45	37,79	80,64 %
7	Boiler Feed Pump-2	45	37,25	82,7 %
8	Ash Traps 1	0,37	0,308	83,243 %
9	Loading Ramp	25	20,47	81,88 %
10	Thresher	35	28,74	82,114 %
11	Pressing	70	58,5	83,571 %
12	Karnel	95	78,91	83,063 %

13	Water Tube Pump	15	11,23	74,86 %
Rata - rata		33,586 kW	27,712 kW	82,510 %



Gambar 4.2 Grafik Efisiensi Instalasi 550 kVA pada PLN

Efisiensi Listrik Pada Suplai Genset

Untuk memperoleh efisiensi listrik genset pada instalasi 1 dan 2 maka akan digunakan persamaan rumus (16).

Tabel 4.5 Perbandingan Efisiensi Listrik Antara PLN dan Genset

No	Instansi	Sumber Listrik	
		PLN	Genet
1	250 kVA	72,76 %	65,335 %
2	550 kVA	82,510 %	81,877 %

4.1.2. Data Penggunaan Energi Listrik Perhari

Pengukuran penggunaan energi listrik dilakukan pada tanggal 28 Agustus – 9 September 2023. Pengukuran dilakukan baik pada suplai listrik dari PLN maupun pada genset pada waktu jam operasional pabrik.

Tabel 4.6 Penggunaan Energi Listrik pada Instalasi 250 kVA

Tanggal	Sumber	Lama Penggunaan	Pengunaan Energi Listrik	Total
Senin, 28 Agustus	PLN	10 Jam	1099,73 kW	1099,73 kW
	Genset	- Jam	-- kW	
Selasa, 29 Agustus	PLN	7 Jam	765,17 kW	1093,1 kW
	Genset	3 Jam	327,93 kW	
Rabu, 30 Agustus	PLN	8 Jam	858,16 kW	1072,7 kW
	Genset	2 Jam	214,54 kW	
Kamis, 31 Agustus	PLN	10 Jam	1092,9 kW	1092,9 kW
	Genset	- Jam	-- kW	
Jumat, 1 September	PLN	10 Jam	1063,18 kW	1063,18 kW
	Genset	- Jam	-- kW	
Sabtu, 2 September	PLN	9 Jam	971,37 kW	1079,3 kW
	Genset	1 Jam	107,93 kW	
Minggu, 3 September	----	----	----	----
Senin, 4 September	PLN	10 Jam	1087,32 kW	1087,32 kW
	Genset	- Jam	-- kW	
Selasa, 5 September	PLN	10 Jam	1082,57 kW	1082,57 kW
	Genset	- Jam	-- kW	
Rabu, 6 September	PLN	8 Jam	872,18 kW	1090,22 kW
	Genset	2 Jam	218,04 kW	
Kamis, 7 September	PLN	10 Jam	1076,7 kW	1076,7 kW
	Genset	- Jam	-- kW	
Jumat, 8 September	PLN	9 Jam	954,18 kW	1060,02 kW
	Genset	1 Jam	106,02 kW	

Sabtu, 9 September	PLN	10 Jam	1073,4 kW	1073,4 kW
	Genset	- Jam	-- kW	
Total			12971,14 kW	

Penggunaan energi listrik pada instalasi 250 kVA di tanggal 28 Agustus – 9 September kebanyakan berasal dari PLN dan hanya pada waktu tertentu saja akan menggunakan genset. Pada tanggal 29 Agustus genset dinyalakan selama 3 jam, pada tanggal 30 Agustus genset dinyalakan selama 2 jam, pada tanggal 2 September genset dinyalakan selama 1 jam, pada tanggal 6 September genset dinyalakan selama 2 jam, dan pada tanggal 8 September genset dinyalakan selama 1 jam.

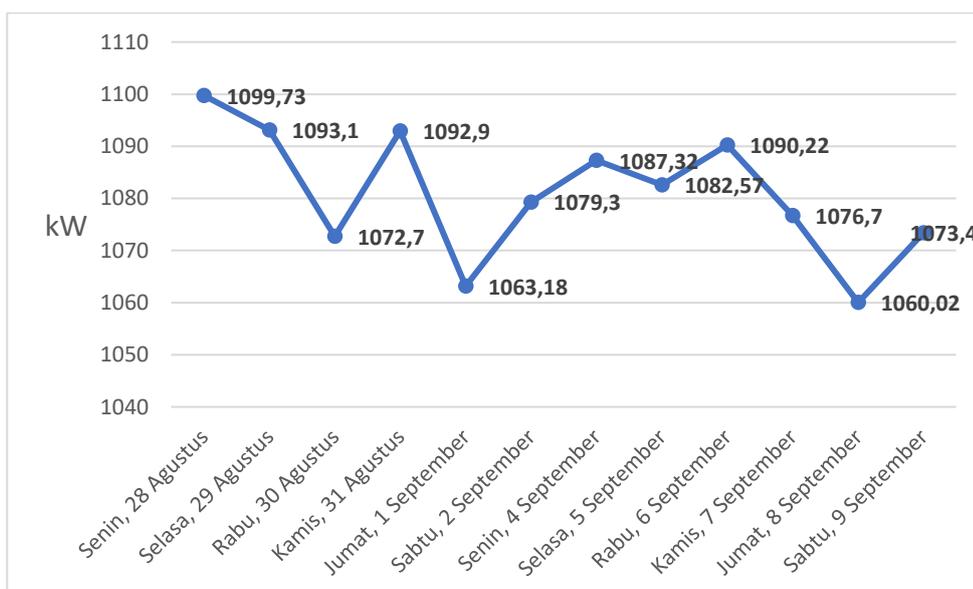
Tabel 4.7 Penggunaan Energi Listrik pada Instalasi 550 kVA

Tanggal	Sumber	Lama Penggunaan	Penggunaan Energi Listrik	Total
Senin, 28 Agustus	PLN	12 Jam	3958,44 kW	3958,44 kW
	Genset	- Jam	-- kW	
Selasa, 29 Agustus	PLN	9 Jam	2928,33 kW	3904,44 kW
	Genset	3 Jam	976,11 kW	
Rabu, 30 Agustus	PLN	10 Jam	3207,6 kW	3847,74 kW
	Genset	2 Jam	640,14 kW	
Kamis, 31 Agustus	PLN	12 Jam	3861,96 kW	3861,96 kW
	Genset	- Jam	-- kW	
Jumat, 1 September	PLN	12 Jam	3827,04 kW	3827,04 kW
	Genset	- Jam	-- kW	
Sabtu, 2 September	PLN	11 Jam	3517,03 kW	3836,76 kW
	Genset	1 Jam	319,73 kW	
Minggu, 3 September	----	----	----	----
Senin, 4 September	PLN	12 Jam	3957,48 kW	3957,48 kW
	Genset	- Jam	-- kW	
Selasa, 5 September	PLN	12 Jam	3912,12 kW	3912,12 kW
	Genset	- Jam	-- kW	

Rabu, 6 September	PLN	10 Jam	3239,6 kW	3887,52 kW
	Genset	2 Jam	647,92 kW	
Kamis, 7 September	PLN	12 Jam	3915,48 kW	3915,48 kW
	Genset	- Jam	-- kW	
Jumat, 8 September	PLN	11 Jam	3482,39 kW	3799,88 kW
	Genset	1 Jam	317,49 kW	
Sabtu, 9 September	PLN	12 Jam	3840,82 kW	3840,82 kW
	Genset	- Jam	-- kW	
Total			51644,72 kW	

Penggunaan energi listrik pada instalasi 250 kVA di tanggal 28 Agustus – 9 September kebanyakan berasal dari PLN dan hanya pada waktu tertentu saja akan menggunakan genset. Pada tanggal 29 Agustus genset dinyalakan selama 3 jam, pada tanggal 30 Agustus genset dinyalakan selama 2 jam, pada tanggal 2 September genset dinyalakan selama 1 jam, pada tanggal 6 September genset dinyalakan selama 2 jam, dan pada tanggal 8 September genset dinyalakan selama 1 jam.

Dari tabel 4.6 adapun grafik penggunaan energi listrik pada instalasi 250 kVA adalah sebagai berikut :



Gambar 4.3 Grafik Penggunaan Listrik Pada Instalasi 250 kVA

Dari gambar 4.3 menunjukkan grafik penggunaan listrik pada instalasi 250 kVA pada hari senin, 28 Agustus menunjukkan nilai tertinggi yaitu sebesar 1099,73 kW dan terus turun sampai 1072,7 kW di hari rabu, 30 Agustus lalu naik kembali menjadi 1092,9 kW di hari kamis, 31 Agustus. Dan berada pada titik terendah pada jumat, 8 September dengan nilai 1060,02 kW.

Dari tabel 4.7 adapun grafik penggunaan energi listrik pada instalasi 550 kVa adalah sebagai berikut :



Gambar 4.4 Grafik Penggunaan Listrik Pada Instalasi 550 kVA

Dari gambar 4.4 menunjukkan grafik penggunaan listrik pada instalasi 550 kVA pada hari senin, 28 Agustus menunjukkan nilai tertinggi yaitu sebesar 3958,44 kW dan terus turun sampai 3847,74 kW di hari senin, 4 September. Dan berada pada titik terendah pada jumat, 8 September dengan nilai 3799,88 kW.

4.2. Perbandingan Antara Suplai Listrik PLN dan Genset

4.2.1. Perbandingan Biaya

Berikut ini adalah analisa perbandingan harga antara suplai listrik PLN dan Genset :

- Pada instalasi 250 kVA

- PLN

Untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan pada penggunaan listrik PLN harus menghitung rata-rata penggunaan listrik PLN per jam terlebih dahulu, yang mana dapat dilihat pada tabel 4.7 :

Tabel 4.8 Penggunaan Energi Listrik PLN pada Instalasi 250 kVA

Tanggal	Sumber	Lama Penggunaan	Pengunaan Energi Listrik
Senin, 28 Agustus	PLN	10 Jam	1099,73 kW
Selasa, 29 Agustus	PLN	7 Jam	765,17 kW
Rabu, 30 Agustus	PLN	8 Jam	858,16 kW
Kamis, 31 Agustus	PLN	10 Jam	1092,9 kW
Jumat, 1 September	PLN	10 Jam	1063,18 kW
Sabtu, 2 September	PLN	9 Jam	971,37 kW
Minggu, 3 September	----	----	----
Senin, 4 September	PLN	10 Jam	1087,32 kW
Selasa, 5 September	PLN	10 Jam	1082,57 kW
Rabu, 6 September	PLN	8 Jam	872,18 kW
Kamis, 7 September	PLN	10 Jam	1076,7 kW
Jumat, 8 September	PLN	9 Jam	954,18 kW
Sabtu, 9 September	PLN	10 Jam	1073,4 kW
Total		111 Jam	11996,86 kW

Biaya rata-rata pada PLN per jam adalah

= Rp.120.400

- Genset

Biaya rata-rata pada genset per jam adalah

= Rp.977.025

- Pada instalasi 550 kVA
 - PLN

Untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan pada penggunaan listrik PLN harus menghitung rata-rata penggunaan listrik PLN per jam terlebih dahulu, yang mana dapat dilihat pada tabel 4.8 :

Tabel 4.8 Penggunaan Energi Listrik PLN pada Instalasi 550 kVA

Tanggal	Sumber	Lama Penggunaan	Pengunaan Energi Listrik
Senin, 28 Agustus	PLN	12 Jam	3958,44 kW
Selasa, 29 Agustus	PLN	9 Jam	2928,33 kW
Rabu, 30 Agustus	PLN	10 Jam	3207,6 kW
Kamis, 31 Agustus	PLN	12 Jam	3861,96 kW
Jumat, 1 September	PLN	12 Jam	3827,04 kW
Sabtu, 2 September	PLN	11 Jam	3517,03 kW
Minggu, 3 September	----	----	----
Senin, 4 September	PLN	12 Jam	3957,48 kW
Selasa, 5 September	PLN	12 Jam	3912,12 kW
Rabu, 6 September	PLN	10 Jam	3239,6 kW
Kamis, 7 September	PLN	12 Jam	3915,48 kW
Jumat, 8 September	PLN	11 Jam	3482,39 kW
Sabtu, 9 September	PLN	12 Jam	3840,82 kW
Total		135 Jam	43648,29 kW

Biaya rata-rata pada PLN per jam adalah

= Rp.360.178

- Genset

Biaya rata-rata pada genset per jam adalah

= Rp.2.149.455

BAB 5

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, adapun kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dari hasil analisa efisiensi pada instalasi 1 adalah 72,76 % untuk suplai dari PLN dan 65,335 % untuk suplai dari Genset. Pada instalasi 2 adalah 82,510 % untuk suplai dari PLN dan 81,877 % untuk suplai dari Genset.
2. Penggunaan daya listrik pada tanggal 28 Agustus – 9 September di CV. Sumber Makmur Jaya pada instalasi 1 adalah 12971,14 kW dan pada instalasi 2 adalah 51644,71 kW.
3. Dari hasil perbandingan pada instalasi 1 (250 kVA) membutuhkan biaya rata-rata Rp.120.400 per jam untuk PLN dan Rp.977.025 per jam untuk genset. Pada instalasi 2 (550 kVA) membutuhkan biaya rata-rata Rp.360.178 per jam untuk PLN dan Rp.2.149.455 per jam untuk genset.

5.2. Saran

1. Dapat melakukan penelitian perbandingan efisiensi energi listrik dengan metode lainnya selain observasi dan wawancara.
2. Dapat menggunakan aplikasi tambahan untuk mempermudah untuk mempermudah proses penelitian efisiensi energi listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Aribowo, Desmira and A. F. Danan, "SISTEM PERAWATAN MESIN GENSET DI PT (PERSERO) PELABUHAN," *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP*, 2020.
- [2] S. BUDI, "ANALISIS KEANDALAN GENERATOR SET SEBAGAI POWER SUPPLY," *Jurnal Qua Teknika*, 2017.
- [3] D. Surya, Yusmartato and Akhiruddin, "STUDI SISTEM PENERAAN KWH METER," *Journal of Electrical Technology*, 2019.
- [4] A. Tanjung, P. H. Masnur and I. P. Donal, "Analisis Efisiensi Penggunaan Energi Listrik pada Pengolahan Kelapa Sawit di PT. Dian Anggara Persada," *Seminar Nasional Karya Ilmiah Multidisiplin*, 2022.
- [5] A. Yuniar, A. Iksan and M. Ismi, "ANALISIS GANGGUAN PADA KWH METER PELANGGAN DI PT. PLN (PERSERO) UP3 SUMBAWA MENGGUNAKAN FISHBONE DAN PDCA (PLAN, DO, CHECK, ACTION)," *Jurnal Industri & Teknologi Samawa*, 2021.
- [6] U. Nurvia, M. Ir.Sutedjo and M. Ir. M.Zaenal Efendi, "SISTEM MONITORING KWH METER 3 PHASE DAN KALKULASI BIAYA PEMAKAIAN".
- [7] M. Yadi, R. Anggi and Sumarto, "ANALISIS AUDIT ENERGI UNTUK PENCAPAIAN EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI DI GEDUNG FPMIPA JICA UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA," 2013.
- [8] M. Muharrir and I. Hajar, "Analisis Pengaruh Beban Terhadap Efisiensi Generator Unit 2 PLTP PT. Indonesia Power UPJP Kamojang," *Sekolah Tinggi Teknik PLN*, 2019.
- [9] B. Kurniasari, W. Handajadi and S. Hani, "Analisa Efisiensi Turbin Generator Berdasarkan Kualitas Daya Pada Pltu Pabrik Gula Madukismo," *Jurnal Elektrikal*, 2017.
- [10] D. Prasetyo, M. Z. L. Abrori and A. Nurfauzi, "Efisiensi Generator Set Terhadap Perubahan Beban Listrik Pada Kapal Perikanan," *Edu Elektrika Journal*, 2021.
- [11] N. Naibaho and R. Syah, "ANALISA UTILISASI GENSET KAPASITAS 275 kVA DI RSUD KEBAYORAN BARU," *JURNAL ILMIAH ELEKTRO*, 2022.
- [12] I. Roza, A. Almi, D. A. Arinto and P. Aji, "ANALISA PERBANDINGAN EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI ANALISA PERBANDINGAN

EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI," *JURNAL SIMETRI REKAYASA*, 2020.

- [13] A. D. Mahendra, M. Margono and M. Amiruddin, "ANALISIS PERBANDINGAN EFISIENSI PEMAKAIAN ENERGI LISTRIK ANTARA PLN DAN GENSET DI POLLUX MALL PARAGON SEMARANG," *TRANSISTOR Elektro dan Informatika*, 2023.
- [14] J. C. Teruna, "Kajian Penghematan Pemakaian Daya Listrik untuk Mereduksi Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC) Generator Set Cadangan (Studi Kasus pada Gedung Politeknik Muara Teweh)," *Jurnal EEICT e-ISSN*, 2018.
- [15] N. Utama, S. Sutedjo and M. Z. Efendi, " SISTEM MONITORING KWH METER 3 PHASE DAN KALKULASI BIAYA PEMAKAIAN," *EEPIS Final Project*, 2011.
- [16] J. Siburian, "Karakteristik transformator," *JURNAL TEKNOLOGI ENERGI UDA: JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, 2019.
- [17] K. E. D. S. D. Mineral, "PENGURANGAN SUBSIDI LISTRIK GOLONGAN TERTENTU MELALUI PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK," 21 September 2023. [Online]. Available: https://gatrik.esdm.go.id/frontend/download_index/?kode_category=ttl.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Muhammad Fadillah
 Alamat : Lingk. IV Sido Dari Luar, Desa Tanjung Selamat,
 Kecamatan Padang Tualang
 Jenis kelamin : Laki – laki
 Umur : 22 Tahun
 Agama : Islam
 Status : Belum Menikah
 Tempat, Tgl. Lahir : Tanjung Selamat, 21 Agustus 2001
 Tinggi/Berat Badan : 182 cm/63 Kg
 Kewarganegaraan : Indonesia
 No.Hp : 082276411066
 Email : padillah2nd@gmail.com

ORANG TUA

Nama Ayah : Amat Sopian
 Agama : Islam
 Nama Ibu : Sariani
 Agama : Islam
 Alamat : Lingk. IV Sido Dari Luar, Desa Tanjung Selamat,
 Kecamatan Padang Tualang

LATAR BELAKANG PENDIDIKAN

2007-2013 : SD Negeri 056014 Sidosari
 2013-2016 : SMP Negeri 1 Padang Tualang
 2016-2019 : SMA Swasta Yayasan Pendidikan Pancasila
 2019-2023 : Tercatat Sebagai Mahasiswa Program Studi Teknik
 Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
 Sumatera Utara (UMSU)













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/III/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 [fumsu](#) [umsu](#) [umsu](#) [umsu](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
 DOSEN PEMBIMBING**

Nomor 276/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 : MUHAMMAD FADILLAH
 Npm : 1907220070
 Program Studi : TEKNIK Elektro
 Semester : VIII (Delapan)
 Judul Tugas Akhir :..ANALISA PERBANDINGAN EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK ANTARA SUPPLAI LISTRIK PLN DAN GENSET DI 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 I (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

Dekan



Munawar Hiansury Siregar, ST., MT
 NIDN: 0101017202



CV. SUMBER MAKMUR JAYA

Alamat : Jl. Teluk Meku Kel. Sei. Bilah Kec. Sei Lapan
Pkl. Brandan

Telp : (0620) 20972

SURAT KETERANGAN

No : 011/SMJ-KET/IX/2023

Yang bertanda tangan di bawah ini, KTU Pabrik Kelapa Sawit CV Sumber Makmur Jaya Kelurahan Sei Bilah, Kecamatan Sei Lapan, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara menerangkan bahwa nama mahasiswa dari Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang tersebut di bawah ini :

NO	NAMA	NIM	PROGRAM STUDI
1.	Muhammad Fadillah	1907220070	Teknik Elektro

Telah melaksanakan Pengambilan Data dan Penelitian Tugas Akhir di Pabrik Kelapa Sawit CV Sumber Makmur Jaya dari Tanggal 28 Agustus 2023 s.d. 09 September 2023.

Demikian Surat Keterangan ini diperbuat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Pangkalan Brandan, 11 September 2023

Hormat Kami



(DEDEK INDRA PRATAMA)

KTU



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

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

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir (Skripsi)

Nama : MUHAMMAD FADILLAH
Npm : 1907220070
Judul Tugas Akhir : "ANALISA PERBANDINGAN EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK ANTARA SUPPLAI LISTRIK PLN DAN GENSET DI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA"

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1.	24/3 ²³	Katikanan penulisan skripsi	
2.	31/3 ²³	Pengulas rumusan masalah	
3.	6/4 ²³	Perhitungan daya yg sesuai	
4.	10/4 ²³	Perbanyak landasan tiori	
5.	5/5 ²³	Perbanyak perhitungan dasar	
6.	4/5 ²³	Daftar pustaka min 15	
7.	22/5 ²³	Lampiran untuk serpi. Lampiran	

ke Kaprodi

Dosen Pembimbing

MUHAMMAD ADAM, S.T., M.T



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

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir (Skripsi)

Nama : MUHAMMAD FADILLAH

Npm : 1907220070

Judul Tugas Akhir : "ANALISA PERBANDINGAN EFISIENSI ENERGI LISTRIK ANTARA SUPPLAI LISTRIK PLN DAN GENSET DI CV. SUMBER MAKMUR JAYA"

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1.	22/27	Evaluasi kembali hasil Ranspro	✓
2.	24/27	Lengkapi Perencanaan	✓
3.	27/27	hari Perhitungan harga pelat	✓
4.	28/27	hari dilampirkan untuk perhitung	✓
5.	4/28	Sistem Keamanannya mas	✓
6.	11/28	Daftar Pustaka ditam	✓
7.	14/28	Lampiran untuk Ranspro Sicilan ke Pauli	✓

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 : Muhammad Fadillah
 Npm : 1907220070
 Judul Tugas Akhir : "ANALISA PERBANDINGAN EFISIENSI ENERGI LISTRIK ANTARA SUPPLAI LISTRIK PLN DAN GENSET DI CV. SUMBER MAKMUR JAYA"

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1.	18/9/23	Acc. untuk Sistang	f
2.		Kondisi dgn Prod.	f
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			

Dosen Pembimbing

Muhammad Adam, S.T., M.T