

PROPOSAL TUGAS AKHIR

ANALISIS PENENTUAN ECONOMIC DISPATCH DENGAN MENGUNAKAN PROGRAM MATLAB PADA GENERATOR UNTUK MENSUPLAI BEBAN PADA PT. DOMAS AGROINTI PRIMA

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

Disusun Oleh:

MUHAMMAD ARIEF SYAHPUTRA
1907220020



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Arief Syahputra
NPM : 1907220020
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Analisis Penentuan Economic Dispatch Dengan
Menggunakan Program Matlab Pada Generator Untuk
Mensuplai Beban Pada Pt. Agointi Prima
Bidang ilmu : Tegangan Tinggi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Agustus 2024

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing

Ir. Abdul Aziz Hutasuht, M.M

Dosen Penguji I

Rahmat Fauzi, ST, MT

Dosen Penguji II

Dr. Muhammad Fitra Zambak, S.T, M.Sc.

Program Studi Teknik Elektro

Ketua,

Faisal Irsan Pasaribu, ST., MT

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Arief Syahputra
Tempat /Tanggal Lahir : Tanah Merah /18 Juni 2001
NPM : 1907220020
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

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

“ANALISI PENENTUAN ECONOMIC DISPATCH DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM MATLAB PADA GENERATOR UNTUK MENSUPLAI BEBAN PADA PT.AGROINTI PRIMA”,

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

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

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Agustus 2024

Yang menyatakan,



Mhd Arief Syahputra

ABSTRAK

Pengoperasian suatu pembangkit sangat tergantung pada bahan bakar, dengan demikian hal tersebut yang perlu mendapatkan perhatian khusus, karena sebagian besar biaya operasi yang dikeluarkan adalah untuk keperluan bahan bakar. Biaya bahan bakar sebuah unit pembangkit merupakan fungsi beban suatu pembangkit. Kemampuan memikul beban menentukan keandalan sistem energi listrik, sehingga selalu diupayakan besar daya yang dibangkitkan harus sama dengan besar kebutuhan di sisi beban setiap saat. Pada unit pembangkit termal yang berbahan bakar fosil, penambahan beban akan mendorong pertambahan kuantitas (jumlah) bahan bakar per satuan waktu yang akan meningkatkan pertambahan biaya per satuan waktu. gan Emission Dispatch (EmD). (Zebua et al., 2021) Namun dalam menentukan economic dispatch dalam suatu pembangkit (generator) masih sering kali menggunakan cara manual seperti perhitungan pendekatan melalui kuadrat, linier maupun pendekatan grafik. Namun pendekatan demikian memiliki tingkat human error yang tinggi dikarenakan ada kemungkinan terjadi kesalahan pada proses perhitungan secara manual yang membuat hasil dari economic dispatch tidak efektif dan tepat. Penelitian ini melakukan perhitungan ED dengan MATLAB pada PT Domas Argointi Prima. Adapun hasil dari penelitian ini, Dengan menggunakan aplikasi MATLAB kita dapat mempermudah proses analisis penentuan economic dispatch pada beberapa generator dengan hasil yang lebih cepat dan mudah. Dengan MATLAB yang merupakan aplikasi atau sistem kita dapat menganalisa economic dispatch lebih akurat dan tepat karna tidak ada tingkat human error didalamnya. Metode dengan menggunakan perhitungan yang memanfaatkan program pada MATLAB memiliki presentasi ketepatan lebih dari 83% dengan perhitungan secara manual.

Kata Kunci : Economic Dispatch, Fuel Coast, Matlab.

ABSTRACT

The operation of a power plant is highly dependent on fuel, thus it needs special attention, because most of the operating costs incurred are for fuel. The fuel cost of a generating unit is a function of the load of a power plant. The ability to carry the load determines the reliability of the electrical energy system, so that the amount of power generated must always be the same as the amount of demand on the load side at all times. In fossil-fueled thermal generating units, the increase in load will drive an increase in the quantity (amount) of fuel per unit of time which will increase the increase in costs per unit of time. gan Emission Dispatch (EmD). (Zebua et al., 2021) However, in determining the economic dispatch in a power plant (generator), manual methods are still often used, such as calculations using quadratic, linear or graphical approaches. However, this approach has a high level of human error because there is a possibility of errors in the manual calculation process which makes the results of the economic dispatch ineffective and inaccurate. This study conducted ED calculations with MATLAB at PT Domas Argointi Prima. The results of this study, By using the MATLAB application we can simplify the process of analyzing the determination of economic dispatch on several generators with faster and easier results. With MATLAB which is an application or system we can analyze economic dispatch more accurately and precisely because there is no level of human error in it. The method using calculations that utilize programs in MATLAB has a presentation of accuracy of more than 83% with manual calculations.

Keywords : *Economic Dispatch, Fuel Coast, Matlab.*

KATA PENGANTAR



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 “ANALISIS PENENTUAN ECONOMIC DISPATCH DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM MATLAB PADA GENERATOR UNTUK MENSUPLAI BEBAN PADA PT. DOMAS AGROINTI PRIMA”. Sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

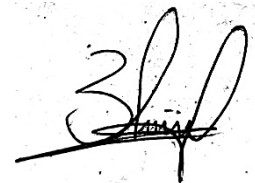
Dalam kesempatan yang berbahagia ini, dengan segenap hati. Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak memberikan motivasi kepada kami didalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, terutama kepada :

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 Nasution S.T., M.Pd., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. 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 Satu Angkatan.

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, Agustus 2024



M Arief Syahputra

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	2
1.2. Rumusan masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tinjauan Pustaka Relevan	5
2.2. Economic Dispatch.....	10
2.3. Pembangkit Listrik / Sistem Tenaga Listrik	14
2.4. Generator	21
2.5. Matlab.....	36
BAB III METODE PENELITIAN.....	45
3.1 Waktu dan Tempat.....	45
3.1.1 Waktu	45
3.1.2 Tempat	45
3.2 Bahan dan alat	46
3.3 Bagan Alir Penelitian.....	47
3.4 Metode Analisis	48
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Data Generator Dasar	49
4.2 Data Generator.....	50
4.2.1 Penyelesaian Nilai Ekonomis Secara Manual	51
4.2.2 Penyelesaian Nilai Ekonomis Menggunakan MATLAB	53
4.3 Perbandingan	59
BAB V PENUTUP	62
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran	62

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari, tentu kita sudah tidak asing dengan generator listrik. Biasanya, alat ini diperlukan dalam bangunan yang membutuhkan sumber listrik konstan, seperti pabrik pengolahan limbah, hotel, bandara, dan rumah sakit. Dengan adanya generator, mampu mencegah diskontinuitas dan gangguan operasi bisnis. generator listrik adalah alat yang memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanik, biasanya dengan menggunakan induksi elektromagnetik. Sederhananya, generator merupakan mesin dengan energi gerak (mekanik) yang kemudian mampu mengubah menjadi energi listrik (elektrik). (Zebua et al., 2021)

Pengoperasian suatu pembangkit sangat tergantung pada bahan bakar, dengan demikian hal tersebut yang perlu mendapatkan perhatian khusus, karena sebagian besar biaya operasi yang dikeluarkan adalah untuk keperluan bahan bakar. Biaya bahan bakar sebuah unit pembangkit merupakan fungsi beban suatu pembangkit. Kemampuan memikul beban menentukan keandalan sistem energi listrik, sehingga selalu diupayakan besar daya yang dibangkitkan harus sama dengan besar kebutuhan di sisi beban setiap saat. Pada unit pembangkit termal yang berbahan bakar fosil, penambahan beban akan mendorong pertambahan kuantitas (jumlah) bahan bakar per satuan waktu yang akan meningkatkan pertambahan biaya per satuan waktu. (Mahaputra et al., 2017)

Fluktuasi kebutuhan energi listrik di sisi beban akan menimbulkan fluktuasi biaya bahan bakar, berkaitan dengan hal tersebut perlu ditentukan pola korelasi keduanya yang biasa disebut input output suatu pembangkit tenaga listrik. Selain

itu, beban listrik merupakan fungsi biaya pembangkitan, maka perlu dicari solusi untuk mengoperasikan unit-unit pembangkit secara optimum dengan menekan biaya bahan bakar seminimum mungkin dan tetap menjaga kontinuitas pelayanan terhadap konsumen dan tetap memperhatikan constraint operasional. Hal ini disebut juga dengan economic dispatch (EcD). Dengan penerapan economic dispatch, akan didapatkan biaya pembangkitan yang minimum terhadap produksi daya listrik yang dibangkitkan unit-unit pembangkit pada suatu sistem kelistrikan. Permasalahan lain yang mempunyai peran cukup penting dalam besarnya daya yang dibangkitkan tiap unit pembangkit adalah emisi. Tiap unit pembangkit thermal yang beroperasi dapat menghasilkan emisi seperti Nitrogen oksida (NO_x), karbon dioksida (CO_x) dan sulfur oksida (SO_x) yang dilepaskan ke lingkungan. Dengan demikian perlu adanya minimalisasi emisi yang dihasilkan oleh tiap unit pembangkit. Hal ini disebut dengan Emission Dispatch (EmD). (Zebua et al., 2021)

Namun dalam menentukan *economic dispatch* dalam suatu pembangkit (generator) masih sering kali menggunakan cara manual seperti perhitungan pendekatan melalui kuadrat, linier maupun pendekatan grafik. Namun pendekatan demikian memiliki tingkat human error yang tinggi dikarenakan ada kemungkinan terjadi kesalahan pada proses perhitungan secara manual yang membuat hasil dari economic dispatch tidak efektif dan tepat.

Untuk memecahkan masalah tersebut, maka dari itu penulis mengangkat judul **“Analisis Penentuan Economic Dispatch Dengan Menggunakan Program MATLAB Pada Generator Untuk Mensuplai Beban Pada PT. Domas Agointi Prima”**

1.2.Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diambil pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana Analisis Menggunakan Economic Dispatch pada generator menggunakan cara manual?
2. Bagaimana Analisis Menggunakan Economic Dispatch pada generator menggunakan Program Aplikasi Matlab?
3. Apakah perbedaan analisis economic dispatch manual dengan menggunakan aplikasi matlab?

1.3.Ruang Lingkup

Karena luasnya permasalahan, penulis merasa perlu untuk membatasi masalah yang akan dibahas dalam laporan ini, mengingat keterbatasan waktu, tempat, kemampuan dan pengalaman.

Adapun hal-hal yang akan dibatasi dalam tugas sarjana ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis *Economic Dispatch* pada generator
2. Menggunakan aplikasi matlab sebagai alat bantu untuk menganalisa agar mempermudah proses analisa

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui Analisis Menggunakan *Economic Dispatch* pada generator menggunakan cara manual.

2. Untuk mengetahui Analisis Menggunakan *Economic Dispatch* pada generator menggunakan Program Aplikasi Matlab
3. Membandingkan kedua cara dan menentukan cara yang lebih efektif dan efisien.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan penulis adalah

1. Untuk informasi mengenai *Economic Dispatch*
2. Membantu menemukan Nilai economic dispatch pada generator dengan mudah menggunakan aplikasi Matlab

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka Relevan

Penelitian mengenai economic dispatch telah beberapa kali dilakukan oleh beberapa peneliti. Seperti penelitian yang dilakukan oleh (Zebua et al., 2021) tentang masalah *economic dispatch* menggunakan *equilibrium optimizer*. Penelitian ini menyajikan suatu metode metaheuristik, yakni Equilibrium Optimizer (EO) untuk menyelesaikan masalah economic dispatch (ED). Fungsi tujuan utama yang ingin dicapai adalah meminimalkan total biaya bahan bakar semua unit pembangkit untuk memenuhi kebutuhan beban total dan memenuhi berbagai batasan operasi. Tiga studi kasus digunakan untuk menguji keefektifan metode EO dalam menyelesaikan masalah ED, yakni kasus dengan 3 generator, kasus dengan 6 generator, dan kasus dengan 15 generator. Simulasi penyelesaian ED menggunakan metode EO diimplementasikan menggunakan perangkat lunak MATLAB dan dilakukan sebanyak 30 kali untuk setiap studi kasus. Hasil penyelesaian menggunakan metode EO dibandingkan dengan hasil penyelesaian menggunakan metode Particle Swarm Optimization (PSO), Grey Wolf Optimizer (GWO), dan Whale Optimization Algorithm (WOA). Hasil simulasi menunjukkan bahwa metode EO dapat menyelesaikan masalah ED lebih optimal daripada semua metode perbandingan lainnya untuk semua studi kasus dengan menghasilkan biaya bahan bakar total yang paling minimum.

Penelitian serupa dilakukan oleh (Prasetya et al., 2019) namun dengan metode yang berbeda, adapun metode yang digunakan adalah metode *differential evolution*

algorithm. Dalam permasalahan seperti economic dispatch pada penelitian ini menggunakan metode Differential Evolution, (DE) adalah salah satu metode modern yang diaplikasikan berdasarkan perilaku evolusi biologi. Dalam representasi ED, metode DE menemukan nilai-nilai optimum daya yang dibangkitkan secara optimal sebagai acuan untuk biaya bahan bakar (\$/h) terendah. Untuk menguji metode Differential Evolution Algorithm ini, diuji dengan dengan standar sistem IEEE, hasil tersebut dibandingkan dengan metode konvensional yaitu metode Lagrange Multiplier. Salah satu daripada hasil pengujian yaitu untuk pengujian sistem 20 unit generator metode DE untuk beban 3050 MW dengan memperhitungkan rugi-rugi transmisi, metode Differential Evolution memiliki harga biaya bahan bakar lebih ekonomis dari metode Lagrange Multiplier sebesar $\pm 0,2495\%$. Sedangkan dari segi rugi-rugi transmisi metode Differential Evolution lebih rendah dari metode Lagrange Multiplier sebesar $\pm 17,6414\%$. Biaya bahan bakar pembangkitan metode Lagrange Multiplier sebesar 74340,5081 (\$/h) dengan rugi-rugi transmisi sebesar 155,4427 MW dan biaya bahan bakar pembangkitan metode Differential Evolution sebesar 74154,9881 (\$/h) dengan rugi rugi transmisi 128,0204 MW. Dengan demikian biaya pembangkitan dapat dihemat sekiranya kapasitas pembangkitan dapat dioptimalkan atau dioperasikan sesuai dengan hasil perhitungan operasi ekonomis. Dalam hal ini metode Differential Evolution algorithm merupakan salah satu metode modern yang dapat dipergunakan dalam masalah economic dispatch karena telah berhasil menyelesaikan pencapaian harga optimum untuk hasil biaya bahan bakar ekonomis pembangkitan dengan tingkat keakuratan dari hasil yang didapat secara optimal.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh (Mahaputra et al., 2017) dimana penelitian economic dispatch ini dilakukan pada sistem kelistrikan 500 KV Jawa – Bali. Menurutnya penyaluran energi listrik haruslah sesuai antara energi yang terbangkitkan oleh pembangkit dengan jumlah beban yang harus disuplai untuk memperoleh biaya pembangkitan yang paling ekonomis. Pada Tugas Akhir ini untuk mendapatkan biaya yang ekonomis akan dilakukan optimasi pembangkit sehingga didapatkan nilai pembangkitan yang paling optimal. Pengoptimalan pembangkit bertujuan untuk mendapatkan biaya operasional yang minimum tetapi tetap dapat memenuhi permintaan beban yang ada. Penggunaan generator dengan bahan bakar fosil dapat memberikan efek pencemaran lingkungan akibat emisi sisa dari pembakaran. Proses optimasi akan membuat jumlah bahan bakar yang digunakan dapat diminimalisir sehingga akan mengurangi emisi yang dihasilkan oleh pembangkit.

Pengiriman Ekonomi adalah penyeimbangan beban antara unit pembangkit listrik. Ini didasarkan pada sistem pengisian yang paling optimal dan ekonomis dengan harga tertentu. Kapan Aplikasi nonaktif Economic Dispatch mendapatkan biaya pembangkitan listrik yang minimum, seperti yang dijelaskan pada. "Tujuan dari Economic Dispatch adalah untuk meminimalkan konsumsi bahan bakar atau biaya operasi dari seluruh sistem tenaga dengan menentukan daya keluaran dari setiap unit pembangkit listrik. Untuk permintaan daya." Karena perubahan pada sisi beban menyebabkan fluktuasi biaya bahan bakar, daya keluaran yang dihasilkan selalu diharapkan sama dengan kebutuhan pada sisi beban. Hubungan antara keduanya diwakili oleh karakteristik input dari daya output. tanaman. Solusi untuk masalah transportasi yang ekonomis

Berbagai metode, deterministik atau non-deterministik, telah lama memikat para peneliti. Pendekatan non-deterministik didasarkan pada bidang teknik matematika, sedangkan pendekatan non-deterministik adalah heuristik dengan menggunakan metode probabilistik. contoh solusi deterministik untuk ekonomi Masalah pengiriman seperti metode Lagrange, iterasi regional, dan penggunaan titik dasar. Solusi tidak terbatas untuk pengiriman finansial Masalah berdasarkan pendekatan heuristik seperti optimasi segerombolan partikel, perbaikan evolusioner diferensial, dan algoritma genetika. Pemecahan masalah dalam mode ekonomi

Tujuan pembangkit listrik adalah untuk menentukan unit pembangkit listrik yang dapat memasok kebutuhan daya beban dengan biaya yang optimal, dengan mempertimbangkan batasan pembangkitan daya. Konfigurasi Sistem terdiri dari N generator yang dihubungkan oleh bus bar untuk mensuplai beban listrik (PD), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Input dari unit pembangkit listrik F_i mewakili biaya unit, dan output dari setiap unit P_i adalah daya yang dihasilkan. (Shiddiq Yunus & Ruswandi Djalal, 2019)

Economic dispatch (ED) merupakan hal penting dalam kontrol dan operasi pada sistem tenaga. Fungsi utama dari ED adalah untuk menjadwalkan pembangkitan dari setiap pembangkit yang beroperasi untuk dapat memenuhi kebutuhan beban pada biaya pembangkitan paling minimal. ED konvensional hanya dapat digunakan untuk satu level beban. Dynamic economic dispatch (DED) adalah perubahan beban secara real time pada sistem tenaga. DED merupakan pengembangan dari ED konvensional yang melibatkan ramp rate (batasan laju daya tiap interval). Parameter yang akan dipertimbangkan adalah kerugian transmisi dan ramp rate. Empat kasus pengujian akan dilakukan untuk melihat bagaimana

pengaruh dari kerugian transmisi pada penerapan dynamic economic dispatch. Sistem tenaga listrik 5 bus dan sistem tenaga listrik IEEE 26 bus adalah dua plant yang akan digunakan untuk melakukan penerapan dari dynamic economic dispatch. Simulasi dynamic economic dispatch akan dilakukan menggunakan metode sequential quadratic program dimana metode tersebut merupakan pengembangan dari quadratic programming. Hasilnya, penerapan dynamic economic dispatch menunjukkan total biaya yang paling mahal adalah ketika terdapat kerugian transmisi dan parameter ramp rate dilanggar, total biaya menjadi tidak ekonomis dan daya yang dibangkitkan tiap unit menjadi lebih besar. (Dika Lzuardi, 2016)

Tujuan dari Economic Dispatch adalah untuk menentukan pembagian masing-masing unit dalam menyediakan beban yang diminta, sehingga permintaan beban dapat dipenuhi dengan biaya serendah mungkin dengan mempertimbangkan keterbatasan pembangkit dan sistem yang tersedia. Peneliti pada umumnya menggunakan metode Lagrange, Genetic Algorithm (GA), atau metode optimisasi lainnya dalam teknologi Artificial Intelligence (AI) untuk menyelesaikan permasalahan economic dispatch. Seiring dengan berkembangnya teknologi Artificial Intelligence (AI), telah ditemukan sebuah metode baru yang dapat menyelesaikan permasalahan optimisasi yaitu metode Imperialist Competitive Algorithm (ICA) yang dimana dalam penelitian ini, metode ICA akan diaplikasikan untuk menyelesaikan permasalahan economic dispatch pada sistem kelistrikan 150 kV Bali dan dibandingkan dengan metode Iterasi Lambda dan metode Particle Swarm Optimization (PSO). Hasil simulasi menunjukkan bahwa metode ICA mampu memberikan solusi lebih baik dalam menyelesaikan permasalahan economic dispatch sistem kelistrikan 150 kV Bali. Selisih biaya pembangkitan

antara metode Imperialist Competitive Algorithm (ICA) dengan metode Particle Swarm Optimization (PSO) sebesar 1685.19 \$/h atau penghematan dilakukan sebesar 0,24 %. Sedangkan selisih biaya pembangkitan antara metode Imperialist Competitive Algorithm (ICA) dengan metode Iterasi Lambda sebesar 7116.45 \$/h atau penghematan dilakukan sebesar 1,03 %. (Ayrthon Senapati, 2020)

2.2. Economic Dispatch

Economic Dispatch (ED) adalah sebuah alat yang memprogram output dari unit pembangkit terhadap permintaan beban tertentu agar sistem tenaga dapat dioperasikan di titik paling ekonomis (Sharma & Moses, 2016). Tujuan utama dari ED ini adalah untuk menggunakan biaya terkecil untuk menghasilkan daya terbesar walaupun ada batasan (An et al., 2010), atau dengan kata lain, meminimalisir jumlah biaya bahan bakar agar permintaan beban dan batas operasi terpenuhi (Dasgupta & Banerjee, 2014). Metode yang ada untuk memecahkan masalah ED dibagi ke dalam tiga kategori, yaitu Mathematical Based/Metode Heuristik, Artificial Intelligence Based, dan Metode Hybrid. Metode Heuristik mampu menangani masalah ED, namun terkadang belum mampu memberikan solusi optimal yang dibutuhkan. Metode Artificial Intelligence terbukti mampu menemukan solusi paling optimal, namun waktu komputasinya bisa menjadi lama. Metode Hybrid merupakan gabungan antara metode Heuristik dan Artificial Intelligence atau dua metode Heuristik yang mana dapat mengisi kekurangan antara metode satu dengan yang lainnya (Bansal, 2005; Mohatram, 2017; Xia & Elaiw, 2010).

Keinginan untuk mendapatkan efisiensi dari pembangkit dengan cara menyesuaikan bebannya telah ada sejak 1920 bahkan dari sebelumnya (Xia &

Elaiw, 2010). Saat itu, para engineer memikirkan masalah alokasi ekonomis dari daya pembangkit diantara unit yang ada. Di tahun 1930, berbagai metode digunakan, seperti Base Load Method, dimana unit paling efisien dibebankan sesuai kapasitas maksimumnya, dan Best Point Loading, dimana unit dibebankan sampai titik panas terendah, mulai dari unit yang paling efisien sampai yang kurang efisien. Penggunaan komputer untuk scheduling beban dimulai tahun 1954 dan masih digunakan sampai sekarang (Chowdhury & Rahman, 1990). Sejak itu, survey terhadap topik Economic Dispatch terus dilakukan, salah satu survey pertama mengenai ED muncul di akhir tahun 1970-an, diikuti dengan survey dari IEEE.

Menurut (Prasetya et al., 2019) Economic dispatch adalah pembagian pembebanan pada setiap unit pembangkit sehingga diperoleh kombinasi unit pembangkit yang dapat memenuhi kebutuhan beban dengan biaya yang optimum. Tujuan Economic Dispatch dalam sistem tenaga adalah untuk menemukan kombinasi terbaik dari output daya untuk semua unit pembangkit yang akan meminimalkan total biaya bahan bakar serta memenuhi beban dan kendala operasional. Secara umum fungsi biaya dari setiap unit pembangkit dapat diformulasikan secara matematis sebagai suatu fungsi obyektif.

Economic dispatch merupakan salah satu masalah yang harus diselesaikan dalam operasi system tenaga listrik. Economic dispatch didefinisikan sebagai proses pengalokasian daya pembangkitan kepada generator sehingga sistem pada beban dapat disuplai secara ekonomis. Tujuan utama dari economic dispatch adalah bagaimana mengoperasikan sistem tenaga untuk menyuplai semua beban dengan biaya minimum dan dapat memenuhi permintaan beban dengan biaya operasi sekecil mungkin. Terdapat berbagai macam metode untuk menyelesaikan

permasalahan economic dispatch, mulai dari metode sederhana sederhana seperti iterasi lamda, base point, participation factors dan metode gradient hingga menggunakan firefly algorithm, Artificial bee colony (ABC), dan Particle swarm optimization algorithm.

$$F^T = \sum_{i=1}^n F_i(P_i)$$

Dimana :

- F^T : Total Biaya Pembangkitan (Rp)
 $F_i(P_i)$: Fungsi biaya input – output dari pembangkit I (Rp/jam)
 A_i, b_i, c_i : koefisien biaya dari pembangkit i
 P_i : Output pembangkit I (MW)
 N : jumlah unit pembangkit
 I : indeks dari dispatchable unit

Dimana F^T adalah total biaya dalam R/h, i merupakan jumlah dari generator, P_i adalah daya generator ke i yang dinyatakan dalam MW. Sementara $F_i(P_i)$ merupakan biaya pembangkitan untuk P_i . (Mahaputra et al., 2017) dan besarnya biaya pembangkit dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\text{Biaya Pembangkitan} = \sum_{i=1}^{\text{Jumlah Gen}} (a_i + b_i P_{Gi} + c_i P_{Gi}^2)$$

Dimana :

- P_{Gi} : daya terbangkit oleh generator ke- i
 A_i, b_i, c_i : konstanta pembangkitan

Adapun definisi lain yang disebutkan dalam penelitian (Arlen et al., 2007) Sistem tenaga listrik merupakan sebuah usaha yang dilakukan untuk menyalurkan

daya melalui saluran interkoneksi. Sistem tenaga listrik terbagi menjadi 3 bagian utama yaitu pembangkitan, transmisi dan distribusi. Salah satu masalah utama yaitu dalam sistem pemabangkitan yang sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan beban. Namun, pada masa sekarang ini sistem pembangkitan dengan bahan bakar fosil memerlukan biaya yang cukup besar. Maka dari itu, diperlukan perhitungan Economic Dispatch menggunakan metode Algoritma Kunang-kunang. (Mahaputra et al., 2017)

Salah satu perhitungan optimasi pada pembagian pembebanan system pembangkit adalah dengan Economic Dispatch. Untuk mendapatkan biaya yang optimum digunakan kombinasi-kombinasi unit pembangkit untuk pemenuhan pembebanan. Jadi, dalam perhitungan Economic Dispatch pembagian beban pada setiap pembangkit diukur dari kapasitas yang mampu dibangkitkan oleh system pembangkit. Sehingga dari hal tersebut biaya dapat ditekan seminimal mungkin karena biaya bahan bakar merupakan biaya yang paling utama pada system pembangkitan.

Economic dispatch (ED) yaitu merupakan skema pada sistem tenaga listrik yang mana dengan menganalisis aliran daya optimal yang dilakukan untuk meminimalisir biaya serta mendapatkan biaya yang ekonomis dari operasi pembangkitan. Pada ED, unit-unit pembangkit termal yang terdapat pada sistem dibagi secara optimal sehingga pada biaya operasi menjadi lebih minim, namun total beban yang diminta tetap dapat dipenuhi dan dengan memperhatikan hambatan-hambatan teknis serta operasional dari tiap unit pembangkit. Dalam pengoperasiannya setiap dari unit pembangkit termal memiliki kriteria dan katakteristik yang berbeda-beda. Kriteria input dan output dari pembangkit

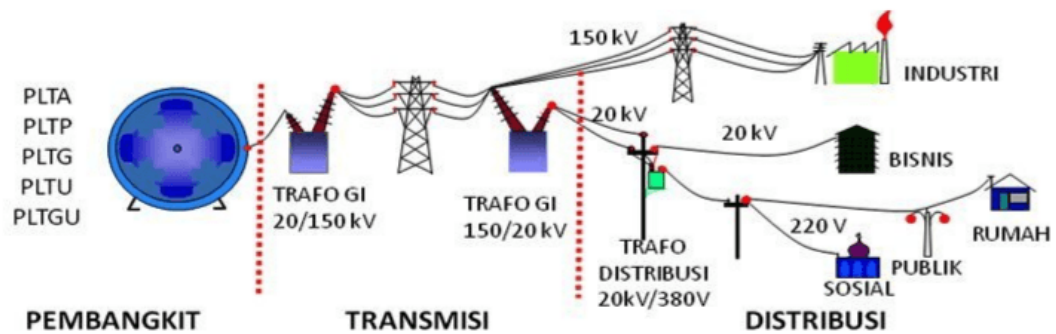
memperlihatkan suatu hubungan antara input biaya bahan bakar (\$) dan output yang dihasilkan dari unit pembangkit (MW). Unit pembangkitan dapat dilakukan optimasi pengoperasian dengan memahami perbedaan karakteristik dari seluruh pembangkit. Secara umum, karakteristik input dan output unit pembangkitan diselesaikan dengan menggunakan fungsi polinomial orde dua. (Mahaputra et al., 2017)

2.3. Pembangkit Listrik / Sistem Tenaga Listrik

Secara umum sistem tenaga listrik dapat dikatakan terdiri dari tiga bagian utama, yaitu:

- a. pembangkit tenaga listrik,
- b. penyaluran tenaga listrik dan
- c. distribusi tenaga listrik.

Sistem tenaga listrik modern merupakan sistem yang kompleks yang terdiri dari pusat pembangkit, saluran transmisi dan jaringan distribusi yang berfungsi untuk menyalurkan daya dari pusat pembangkit ke pusat pusat beban. Untuk memenuhi tujuan operasi sistem tenaga listrik, ketiga bagian yaitu pembangkit, penyaluran dan distribusi tersebut satu dengan yang lainnya tidak dapat dipisahkan seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2.1 Diagram Sistem Tenaga Listrik

(Jurnal A,M, 2019)

Energi listrik dibangkitkan oleh pembangkit tenaga listrik, disalurkan melalui saluran transmisi dan kemudian didistribusikan ke beban. Sistem tenaga listrik sering pula hanya disebut dengan sistem tenaga, bahkan kadangkala cukup hanya dengan sistem. Penamaan suatu sistem tenaga listrik biasanya menggunakan daerah cakupan yang dilistriki, misalnya Sistem Tenaga Listrik Jawa Bali (STLJB) atau Sistem Jawa Bali (SJB) berarti sistem tenaga listrik yang mencakup Pulau Jawa, Madura dan Bali. (Jurnal A,M, 2019)

Dalam mencapai tujuan dari operasi sistem tenaga listrik maka perlu diperhatikan tiga hal berikut ini, yaitu :

- a. Ekonomi (economy),
- b. Keandalan (security),
- c. Kualitas (quality).

Ekonomi (economy) berarti listrik harus dioperasikan secara ekonomis, tetapi dengan tetap memperhatikan keandalan dan kualitasnya. Keandalan (security) merupakan tingkat keamanan sistem terhadap kemungkinan terjadinya gangguan. Sedapat mungkin gangguan di pembangkit maupun transmisi dapat diatasi tanpa mengakibatkan pemadaman di sisi konsumen. Kualitas (quality) tenaga listrik yang diukur dengan kualitas tegangan dan frekuensi yang dijaga sedemikian rupa sehingga tetap pada kisaran yang ditetapkan. Sebagai gambaran dari tujuan operasi sistem tenaga listrik dapat dilihat seperti pada gambar 2.2. dibawah ini.



Gambar 2.2. Tujuan Operasi Sistem Tenaga Listrik

(Jurnal A,M, 2019)

Didalam pelaksanaan pengendalian operasi sistem tenaga listrik, urutan prioritas dari sasaran diatas bisa berubah-ubah tergantung pada kondisi real time. Pada saat terjadi gangguan, maka keamanan adalah prioritas utama sedangkan mutu dan ekonomi bukanlah hal yang utama. Demikian juga pada saat keamanan dan mutu sudah bagus, maka selanjutnya ekonomi harus diprioritaskan. Efisiensi produksi tenaga listrik diukur dari tingkat biaya yang digunakan untuk

membangkitkan tenaga listrik. Hal yang paling mudah dalam optimasi biaya produksi tenaga listrik adalah dengan sistem Merit Order. Merit order ini adalah suatu metode dimana pembangkit dengan biaya yang paling murah akan diprioritaskan untuk beroperasi dibandingkan dengan yang lebih mahal, sampai beban tenaga listrik tercukupi. (Jurnal A,M, 2019)

2.3.1. Keandalan Sistem Tenaga Listrik

Keandalan merupakan tingkat keberhasilan kinerja suatu sistem atau bagian dari sistem tenaga listrik, untuk dapat memberikan hasil yang lebih baik pada periode waktu dan dalam kondisi operasi tertentu. Untuk dapat menentukan tingkat keandalan dari suatu sistem, harus diadakan pemeriksaan dengan cara melalui perhitungan maupun analisa terhadap tingkat keberhasilan kinerja atau operasi dari sistem yang ditinjau, pada periode tertentu kemudian membandingkannya dengan standar yang ditetapkan sebelumnya. Keandalan tenaga listrik adalah menjaga kontinuitas penyaluran tenaga listrik kepada pelanggan terutama pelanggan daya besar yang membutuhkan kontinuitas penyaluran tenaga listrik secara mutlak.

Apabila tenaga listrik tersebut putus atau tidak tersalurkan akan mengakibatkan proses produksi dari pelanggan besar tersebut terganggu. Struktur jaringan tegangan menengah memegang peranan penting dalam menentukan keandalan penyaluran tenaga listrik karena jaringan yang baik memungkinkan dapat melakukan manuver tegangan dengan mengalokasikan tempat gangguan dan beban dapat dipindahkan melalui jaringan lainnya. Kontinuitas pelayanan yang merupakan salah satu unsur dari kualitas pelayanan tergantung kepada macam sarana penyalur dan peralatan pengaman. Jaringan distribusi sebagai sarana

penyalur tenaga listrik mempunyai tingkat kontinuitas tergantung kepada susunan saluran dan cara pengaturan operasinya. Tingkat kontinuitas pelayanan dari sarana penyalur disusun berdasarkan lamanya upaya menghidupkan kembali suplai setelah mengalami gangguan. Tingkatan tingkatan tersebut ditunjukkan pada gambar.

1. Umumnya jaringan distribusi luar kota (pedesaan) terdiri dari jenis saluran udara dengan sistem jaringan radial mempunyai kontinuitas tingkat 1, sedangkan untuk pelayanan dalam kota susunan jaringan yang dipakai adalah jenis kabel tanah dengan sistem jaringan spindel yang mempunyai kontinuitas tingkat 2.

No.	Tingkat Pelayanan	Keterangan
1	Tingkat-1	Dimungkinkan berjam-jam, yaitu waktu yang diperlukan untuk mencari dan memperbaiki bagian yang rusak karena gangguan.
2	Tingkat-2	Padam beberapa jam, yaitu waktu yang diperlukan untuk mengirim petugas ke lapangan untuk melokasikan gangguan melakukan manipulasi pencatutan jaringan guna dapat dihidupkan sementara.
3	Tingkat-3	Padam beberapa menit, manipulasi oleh petugas yang jaga di gardu atau dilakukan deteksi atau pengukuran dan pelaksanaan manipulasi jarak jauh.
4	Tingkat-4	Padam beberapa detik, pengamanan atau manipulasi secara otomatis.
5	Tingkat-5	Tanpa padam, dilengkapi instalasi cadangan terpisah dan otomatisasi penuh.

Gambar 2.3. Tingkan Kontinuitas Pelayanan Listrik

(Jurnal, 2019)

Bagi Indonesia sebagai Negara berkembang, pada umumnya sebagian besar memakai saluran udara. Dengan naiknya standar kehidupan, masyarakat menuntut tingkat pelayanan yang tinggi. Akan tetapi dengan naiknya tingkat keandalan, hanya dimungkinkan bila ada tambahan biaya untuk ini. Karenanya kita harus mencari keseimbangan antara tuntutan kenaikan keandalan dan biaya untuk mencapai tingkat keandalan yang diinginkan tersebut. Faktor-faktor yang diperlukan untuk menentukan keseimbangan ini dapat diketahui dengan pasti secara kuantitatif.

Sampai tingkat tertentu manajemen dan desain merupakan seni. Tetapi dengan bertambah canggihnya metode metode manajerial dan penggunaan komputer untuk analisa data yang kompleks, tugas untuk mencapai keandalan sistem keseluruhannya menjadi lebih cepat maka manajemen merupakan ilmu sebagai seni. Biaya keandalan ini dipakai dalam me-review biaya total dan ini diperlukan dalam menentukan tingkat kenaikan biaya. Analisa ekonomis dari sistem keandalan sangat berguna sebagai alat dalam menentukan biaya yang diperlukan guna memperbaiki keandalan pelayanan, yaitu menambah nilai real dalam investasi sistemnya.

Tingkat keandalan dapat dianggap memadai, bila tidak ada biaya tambahan pemadaman yang melebihi biaya yang timbul akibat pemadaman tersebut terhadap para pelanggan. Jadi tingkat keandalan yang memadai dari pelanggan secara perspektif dapat di definisikan sebagai tingkat keandalan yang bila jumlah biaya untuk investasi ditambah biaya dari pemadaman akan minimum.

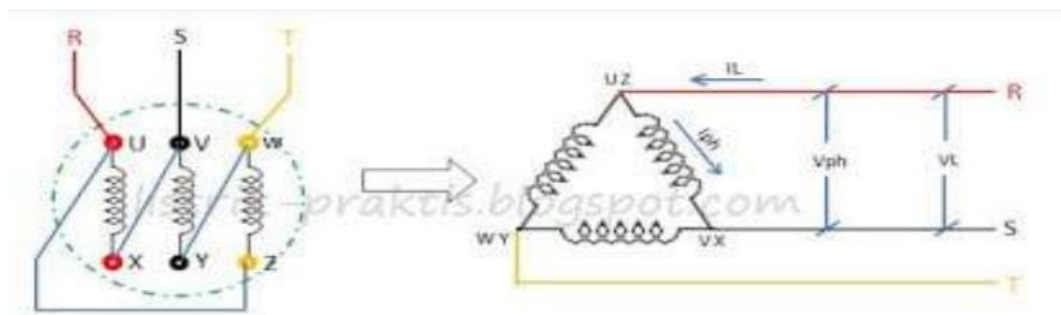
Perlu dicatat disini, bahwa perbaikan sistem keandalan dan investasi hubungannya tidak linier dan keandalan optimalnya dari sistem sesuai dengan biaya

optimalnya, yaitu biaya totalnya minimum. Akan tetapi Billington mengemukakan bahwa kebanyakan parameternya tidak memuaskan, sehingga hal inilah yang menyebabkan mengapa tingkat keandalan yang didapat ini tidak menggambarkan keadaan yang sebenarnya, walaupun ini sulit dimengerti, dari pengalaman menunjukan bahwa kebanyakan pemadaman yang terjadi pada sistem distribusi sebagai akibat gangguan yang disebabkan oleh alam sendiri, misalnya petir, angin, hujan, dan hewan-hewan.

usakan materialnya, peralatan, kesalahan manusia (menebang pohon menimpa kawat listrik, menggali tanah yang mengenai kabel tanah dan sebagainya.) Koordinasi antara penjadwalan preventif dan analisa keandalan perlu sekali dilakukan secara efektif. Kebanyakan Perusahaan listrik mendesain sistemnya pada tingkat kemungkinan tertentu, misalnya kemungkinan tunggal sehingga dengan keadaan seperti ini dan dengan alternative pensuplaian, kegagalan satu komponen tidak akan menyebabkan pelanggan mengalami pemadaman. Oleh karenanya analisis kemungkinan membantu dalam menentukan titik terlemah dari sistem pensuplaian pada sistem distribusi. Bentuk khusus dari analisis kemungkinan ialah probabilitas yang dalam kemungkinan tertentu diketahui dan ini lebih dikenal sebagai analisis resiko. Dalam analisis resiko hanya diperlihatkan segmen-segmen yang penting saja dari sistem distribusi atau pada sekelompok pelanggan. Hasil informasi ini dipakai dalam menentukan, apakah perlu dibangun sistemnya dengan tingkat kemungkinan spesifik atau dengan mengambil resiko pemadaman pelanggan. (Jurnal, 2019)

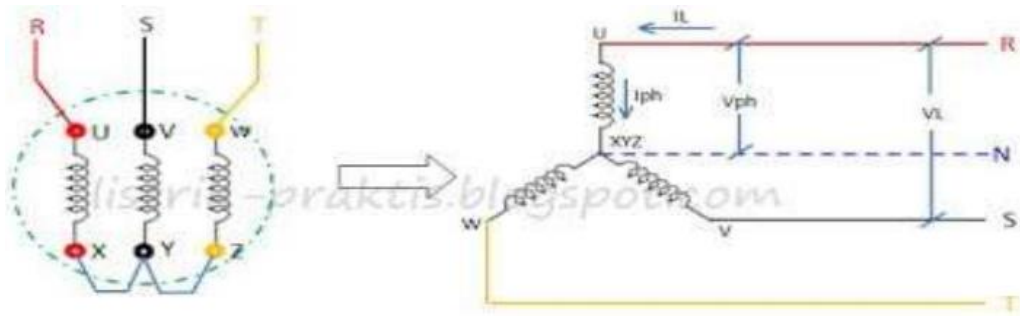
2.4. Generator

Hampir semua energi listrik dibangkitkan dengan menggunakan generator sinkron. Oleh sebab itu generator sinkron memegang peranan penting dalam sebuah pusat pembangkit listrik. Generator sinkron (sering disebut alternator) merupakan sebuah mesin sinkron yang berfungsi mengubah energi mekanik berupa putaran menjadi energi listrik bolak-balik (AC). Generator AC (alternating current), atau generator sinkron. 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. Mesin sinkron tidak dapat start sendiri karena kutub-kutub tidak dapat tiba-tiba mengikuti kecepatan medan putar pada waktu sakelar terhubung dengan jala-jala. Generator sinkron dapat berupa generator sinkron tiga fasa atau generator sinkron satu fasa. (Lestari, 2018)



Gambar 2.3 Belitan Delta

(Lestari, 2018)



Gambar 2.4 Belitan Star

(Lestari, 2018)

Generator adalah suatu alat yang dapat mengubah Energi Mekanik menjadi Energi Listrik. Energi Mekanik tersebut dapat berupa turbin angin, turbin air dan turbin uap. Dari turbin tersebut, dapat memutar poros generator dimana yang bisa menghasilkan energi listrik dari kumparan yang ada di dalam generator itu sendiri. Pada awalnya generator masih menggunakan prinsip listrik elektrostatik, dimana prinsipnya masih mengacu pada hasil tegangan yang tinggi dan arus yang rendah ketika di putar. Pengoperasiannya masih menggunakan sabuk, lempengan dan disk. Contoh generator tersebut adalah Mesin Wimshurst dan generator Van de Graaff. Dengan perkembangan jaman yang semakin maju pada saat ini, telah ditemukan generator baru dengan type “3 phase permanent magnet with Cogging-less Technology” oleh saudara Ricky Elson, salah satu anak bangsa yang mendedikasikan dirinya untuk perkembangan kincir angin di Indonesia sendiri. Generator tersebut telah disempurnakan dengan meminimalisasi hentakan arus berlawanan yg terjadi pada rotor generator saat berputar, sehingga dengan kecepatan angin yang rendahpun sudah dapat memutar generator ini. (A and Supriyo, 2015).

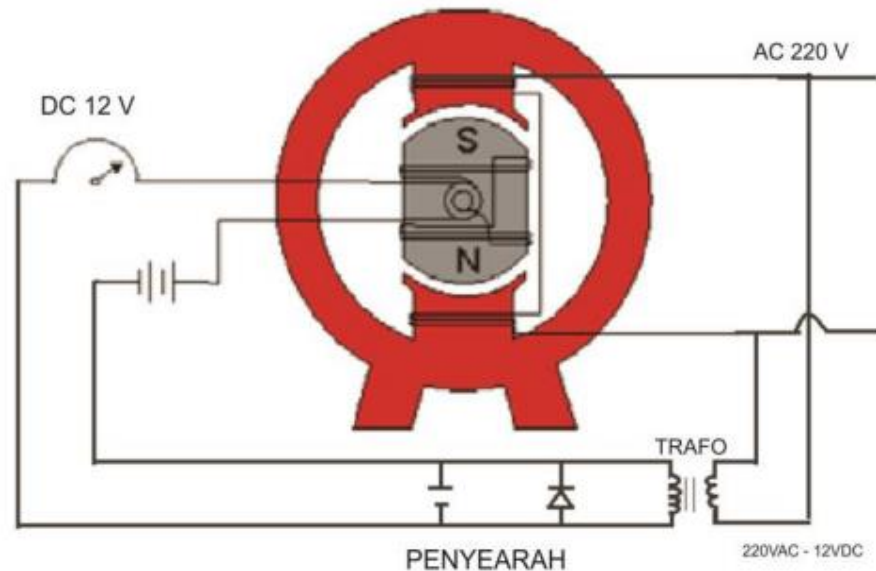
Prinsip kerja generator yaitu mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik. Generator terdiri dari dua bagian utama yaitu rotor dan stator. Rotor merupakan bagian yang bergerak dan menghasilkan medan magnet. Stator merupakan bagian yang diam dan menerima fluks magnet [3-4]. Hukum Faraday menjelaskan bahwa seutas kawat atau kumparan konduktor berada dalam medan magnet yang berubah-ubah terhadap waktu, maka pada ujung-ujung kawat atau konduktor akan timbul tegangan atau gaya gerak listrik (GGL) induksi. Perubahan medan magnet menghasilkan arus listrik atau gaya gerak listrik (GGL). (Lestari, 2018)

Pendapat lain mengatakan Pengertian generator adalah adalah sebuah mesin yang dapat mengubah energi gerak (mekanik) menjadi energi listrik (elektrik). Energi yang menggerakkan generator sendiri sumbernya bermacam macam. Pada pembangkit listrik tenaga angin misalnya generator bergerak karena adanya kincir yang berputar karena angin. Demikian pula pada pembangkit pembangkit listrik tenaga air yang memanfaatkan energi gerak dari air. Sedangkan pada pembangkit listrik gerak dari generator didapatkan dari proses pembakaran bahan bakar. Generator bekerja berdasarkan hukum Faraday yakni apabila suatu penghantar diputar dalam sebuah medan magnet sehingga memotong garis-garis gaya magnet maka pada ujung penghantar tersebut akan timbulkan ggl (gaya gerak listrik) yang mempunyai satuan volt.

2.4.1. Konstruksi Generator

Pada prinsipnya, konstruksi Generator sinkron sama dengan motor sinkron. Secara umum, konstruksi generator sinkron terdiri dari stator (bagian yang diam) dan rotor (bagian yang bergerak). Keduanya merupakan rangkaian magnetik yang

berbentuk simetris dan silindris. Selain itu generator sinkron memiliki celah udara ruang antara stator dan rotor yang berfungsi sebagai tempat terjadinya fluksi atau induksi energi listrik dari rotor ke-stator. (Prasetijo & Dharmawan, 2012)



Gambar 2.3. Konstruksi Generator

(Prasetijo & Dharmawan, 2012)

a. Stator

Stator atau armatur adalah bagian generator yang berfungsi sebagai tempat untuk menerima induksi magnet dari rotor. Arus AC yang menuju ke beban disalurkan melalui armatur, komponen ini berbentuk sebuah rangka silinder, dengan lilitan kawat konduktor yang sangat banyak. Armatur selalu diam (tidak bergerak). Oleh karena itu, komponen ini juga disebut dengan stator. Lilitan armatur generator dalam wye dan titik netral dihubungkan ke tanah. Lilitan dalam wye dipilih karena meningkatkan daya output dan Menghindari tegangan harmonik, sehingga tegangan line tetap sinusoidal dalam kondisi beban apapun. Dalam lilitan wye tegangan harmonik ketiga, masing-masing fasa saling

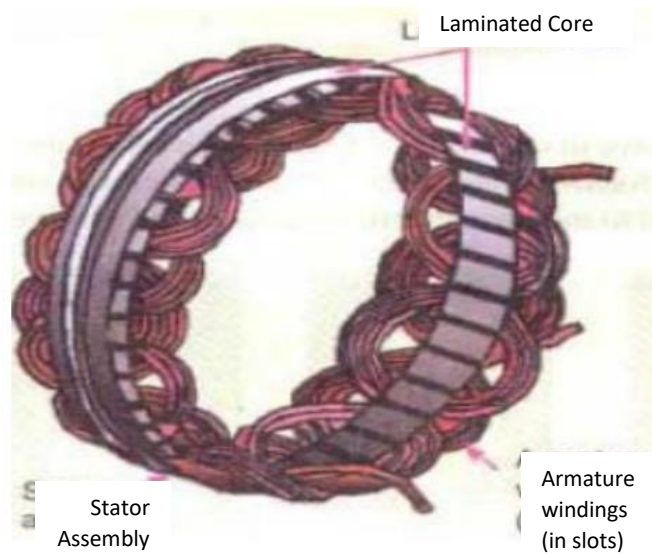
meniadakan, sedangkan dalam lilitan delta tegangan harmonik ditambahkan. Karena hubungan delta tertutup, sehingga membuat sirkulasi arus harmonik ketiga yang meningkatkan rugi-rugi. (Herudin & Prasetyo, 2016)



Gambar 2.4. Bentuk Konstruksi Stator

(Herudin & Prasetyo, 2016)

Stator dari mesin sinkron terbuat dari bahan ferromagnetik yang berbentuk laminasi untuk mengurangi rugi-rugi arus pusar. Dengan inti ferromagnetik yang bagus berarti permeabilitas dan resistivitas dari bahan tinggi. Gambar berikut memperlihatkan alur stator tempat kumparan jangkar.



Gambar 2.5. Inti Stator

(Herudin & Prasetyo, 2016)

b. Rotor

Rotor berfungsi untuk membangkitkan medan magnet yang kemudian tegangan dihasilkan dan akan di induksikan ke stator. Rotor terdiri dari beberapa komponen utama yaitu :

- Slip ring : merupakan cincin logam yang melingkari poros rotor tetapi dipisahkan oleh isolasi tertentu. Terminal kumparan rotor dipasangkan ke-slip ring ini kemudian dihubungkan ke sumber arus searah melalui sikat (brush) yang letaknya menempel pada slip ring.
- Sikat : Sebagian dari generator sinkron ada yang memiliki sikat ada juga yang tidak memiliki sikat. Sikat pada generator sinkron berfungsi sebagai saklar putar untuk mengalirkan arus DC ke-kumparan medan pada rotor generator sinkron. Sikat terbuat dari bahan karbon tertentu.

- Kumparan Rotor : Kumparan medan merupakan unsur yang memegang peranan utama dalam menghasilkan medan magnet. Kumparan ini mendapat arus searah dari sumber eksitasi tertentu.
- Poros Rotor : Poros rotor merupakan tempat meletakkan kumparan medan, dimana pada poros tersebut telah terbentuk slot-slot secara paralel terhadap poros rotor. (Herudin & Prasetyo, 2016)

2.4.2. Prinsip Kerja Generator

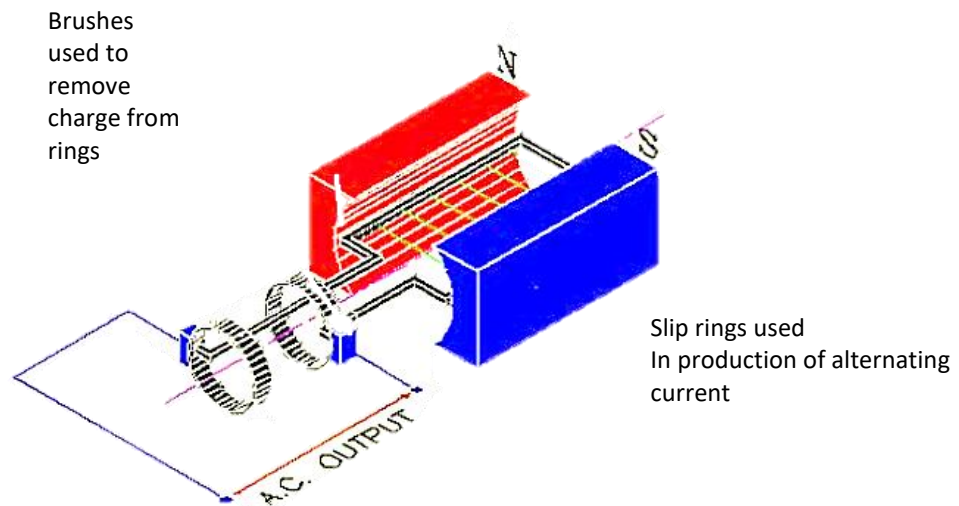
Generator dapat menghasilkan energi listrik karena adanya pergerakan relatif antaran medan magnet homogen terhadap kumparan jangkar pada generator (magnet yang bergerak dan kumpran jangkar diam, atau sebaliknya magnet diam sedangkan kumparan jangkar bergerak). Jadi, jika sebuah kumparan diputar pada 16 kecepatan konstan pada medan magnet homogen, maka akan terinduksi tegangan sinusoidal pada kumparan tersebut. Medan magnet homogen ini bisa dihasilkan oleh kumparan yang dialiri arus DC atau oleh magnet tetap. Contoh bentuk gambaran sederhana proses pembangkitan energi listrik pada generator sinkron dapat diperlihatkan seperti pada gambar (Perawati, 2020)



Gambar 2.6 Generator

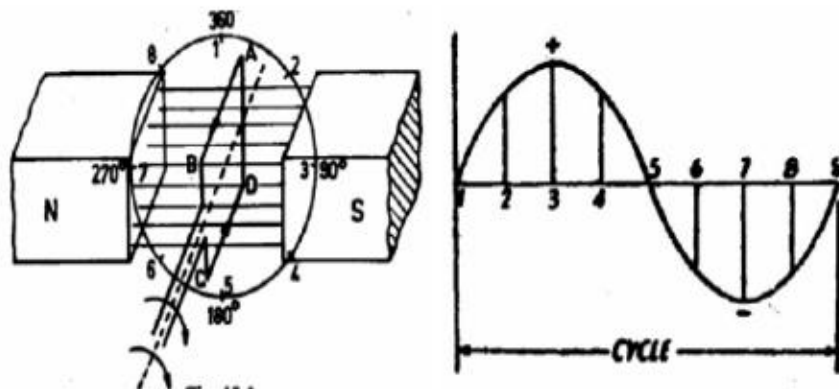
(Priyaningsih, 2017)

(Priyaningsih, 2017) Pada gambar diperlihatkan contoh sederhana sebuah kumparan rotor berputar di sekitar medan magnet homogen yang dihasilkan stator, kemudian tegangan keluaran pada rotor diambil/dilewatkan melalui sepasang slip ring (cincin sikat) yang bisa dihubungkan ke beban. Proses terbentuknya gelombang AC yang dihasilkan pada keluaran rotor ini lebih jelasnya diperlihatkan pada gambar



Gambar 2.7 Kumpanan Jangkar Pada Rotor

(Priyaningsih, 2017)



Gambar 2.8. Proses Terbentuknya Gelombang AC pada Generator

(Priyaningsih, 2017)

Dengan memperhatikan gambar diatas, proses timbulnya GGL induksi pada generator dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Kumpanan tembaga berputar diantara magnet permanen N-S.
2. Kedua ujung kumpanan dihubungkan dengan Slip Ring (cincin sikat).

3. GGL induksi akan menghasilkan arus (karena adanya beban pada generator) yang mengalir melalui sikat-sikat arang ke beban yang tersambung dengan generator (A & Supriyo, 2015)

Ketika kumparan diputar ke kanan, satu sisi kumparan dari kutup warna merah (kita anggap sisi kumparan warna merah) bergerak ke atas sedang sisi lainnya (kumparan dari sisi kutup warna biru, dianggap kumparan warna biru) bergerak ke bawah. Kumparan mengalami perubahan garis gaya magnet yang makin sedikit, sehingga pada kedua sisi kumparan akan dibangkitkan tegangan yang semakin sedikit pula. Bila alternator diberi beban, maka akan mengalir pula arus listrik yang semakin mengecil mengitari kumparan hingga mencapai posisi kumparan vertikal dengan arus menjadi nol karena tegangan yang dibangkitkan juga nol. Pada posisi vertikal kumparan tidak mengalami perubahan garis gaya magnet sehingga tidak ada listrik yang mengalir pada kumparan (gelombang listrik AC beroda pada posisi no 1) (Priyadi, 2012)

Untuk generator berkapasitas kecil, medan magnet dapat diletakkan pada stator (disebut generator kutub eksternal / external pole generator) yang mana energi listrik dibangkitkan pada kumparan rotor. Jika cara ini digunakan untuk generator berdaya besar, maka hal ini dapat menimbulkan kerusakan pada slip ring dan karbon sikat. Untuk mengatasi permasalahan ini, maka pada generator berkapasitas besar digunakan tipe generator dengan kutub internal (internal pole generator), yang mana medan magnet dibangkitkan oleh kutub rotor dan tegangan AC dibangkitkan pada rangkaian stator. Bagian dari kumparan generator yang membangkitkan tegangan disebut kumparan jangkar, sedangkan bagian dari kumparan generator yang membangkitkan medan magnet disebut kumparan medan.

Adapun prinsip kerja dari suatu generator sinkron adalah:

1. Kumparan medan yang terdapat pada rotor dihubungkan dengan sumber eksitasi tertentu yang akan mensuplai arus searah terhadap kumparan medan. Dengan adanya arus searah yang mengalir melalui kumparan medan maka akan menimbulkan fluks yang besarnya terhadap waktu adalah tetap.
2. Penggerak mula (Prime Mover) yang sudah terkopel dengan rotor segera dioperasikan sehingga rotor akan berputar pada kecepatan nominalnya

$$n = \frac{120 \cdot f}{p} \dots\dots\dots (1)$$

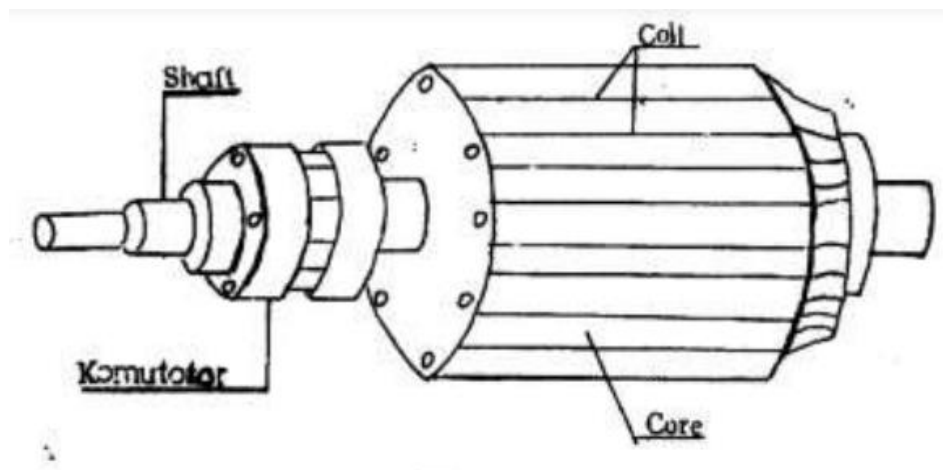
Dimana n adalah kecepatan rotor (rpm), p adalah jumlah kutub pada rotor sedangkan f adalah frekuensi (Hz)

3. Perputaran rotor tersebut sekaligus akan memutar medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan medan. Medan putar yang dihasilkan pada rotor, akan diinduksikan pada kumparan jangkar sehingga pada kumparan jangkar yang terletak di stator akan dihasilkan fluks magnetik yang berubah-ubah besarnya terhadap waktu. Adanya perubahan fluks magnetik yang melingkupi suatu kumparan akan menimbulkan ggl induksi pada ujung-ujung kumparan tersebut.

Untuk generator sinkron tiga phasa, digunakan tiga kumparan jangkar yang ditempatkan di stator yang disusun dalam bentuk tertentu, sehingga susunan kumparan jangkar yang sedemikian akan membangkitkan tegangan induksi pada ketiga kumparan jangkar yang besarnya sama tapi berbeda fasa 120° satu sama lain. Setelah itu ketiga terminal kumparan jangkar siap dioperasikan untuk menghasilkan energi listrik. (Dispatch et al., 2019)

Menurut teori Idris, Mochammad Generator adalah suatu alat yang dapat mengubah tenaga mekanik menjadi energi listrik. Tenaga mekanik bisa berasal dari panas, air, uap, dll. Energi listrik yang dihasilkan oleh generator bisa berupa Listrik AC (listrik bolak-balik) maupun DC (listrik searah). Hal tersebut tergantung dari konstruksi generator yang dipakai oleh pembangkit tenaga listrik. Generator berhubungan erat dengan hukum Faraday. Berikut hasil dari Hukum Faraday “ bahwa apabila sepotong kawat penghantar listrik berada dalam medan magnet berubah-ubah, maka dalam kawat tersebut akan terbentuk Gaya Gerak Listrik”. (Dispatch et al., 2019) Bahwa generator ditinjau dari konstruksinya dibedakan menjadi dua bagian yaitu :

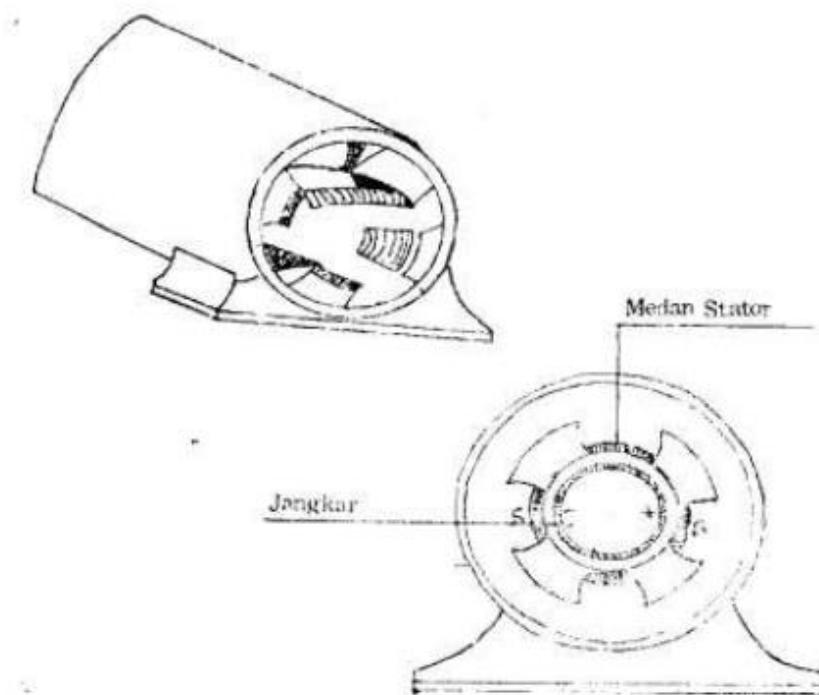
Bagian Rotor ialah bagian generator yang dapat berputar. Bagian rotor dalam generator terdiri atas besi magnet yang berputar pada porosnya. Bagian rotor terletak di bagian tengah stator. Kutub magnet yang dipergunakan pada bagian rotor ada yang satu pasang kutub magnet dan dua pasang kutub atau lebih. (Daryanto, Bumi Aksara, 1992)



Gambar 2.9 Bagian Rotor

(Daryanto, Bumi Aksara, 1992)

Selanjutnya bagian stator, Menurut B. Sutjianto bagian stator pesawat generator merupakan bagian yang tetap. Bagian stator terdiri atas alur-alur yang diteliti gulungan kawat email. Gulungan kawat email pada stator dirangkai dalam hubungan tertentu. Dan gulungan kawat ini dipotong atau dilindungi oleh rumah generator itu sendiri dari goncangan yang diakibatkan oleh putaran rotor.



Gambar 2.10 Bagian Stator

(Daryanto, Bumi Aksara, 1992)

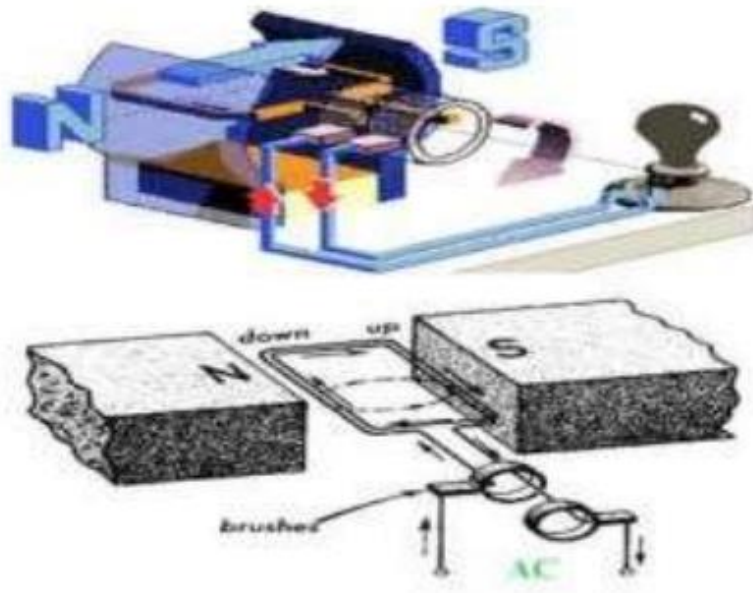
Adapun jenis – jenis generator adalah sebagai berikut :

1. Generator AC adalah mesin yang dapat mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik melalui proses induksi elektromagnetik. Generator ini memperoleh energi mekanis dari prime mover atau penggerak mula. Prinsip kerja dari generator sesuai dengan hukum Lens, yaitu arus listrik yang diberikan pada stator akan menimbulkan momen elektromagnetik

yang bersifat melawan putaran rotor sehingga menimbulkan EMF pada kumparan rotor.

Tegangan EMF ini akan menghasilkan suatu arus jangkar. Jadi diesel sebagai prime mover akan memutar rotor generator, kemudian rotor diberi eksitasi agar menimbulkan medan magnet yang berpotongan dengan konduktor pada stator dan menghasilkan tegangan pada stator. Karena terdapat dua kutub yang berbeda yaitu utara dan selatan, maka pada 90o pertama akan dihasilkan tegangan maksimum positif dan pada sudut 270o kedua akan dihasilkan tegangan maksimum negatif. Ini terjadi secara terus menerus/continue. Bentuk tegangan seperti ini lebih dikenal sebagai fungsi tegangan bolak-balik.

Generator arus bolak-balik sering disebut sebagai generator sinkron atau alternator. Generator arus bolak-balik memberikan hubungan yang sangat penting dalam proses perubahan energi dari batu bara, minyak, gas, atau uranium ke dalam bentuk yang bermanfaat untuk digunakan dalam industri atau rumah tangga. Dalam generator arus bolak-balik bertegangan rendah yang kecil, medan diletakkan pada bagian yang berputar atau rotor dan lilitan jangkar pada bagian yang diam atau stator dari mesin. Generator AC bekerja berdasarkan atas prinsip dasar induksi elektromagnetik. Tegangan bolak-balik akan dibangkitkan oleh putaran medan magnetik dalam kumparan jangkar yang diam. Dalam hal ini kumparan medan terletak pada bagian yang sama dengan rotor dari generator.



Gambar 2.11. Generator AC

(Daryanto, Bumi Aksara, 1992)

2. Generator DC merupakan sebuah perangkat mesin listrik dinamis yang mengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Generator DC menghasilkan arus DC / arus searah. Generator DC dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan dari rangkaian belitan magnet atau penguat eksitasinya terhadap jangkar (anker)

2.4.3. Prinsip Kerja Generator

Bahwa dalam proses kerja suatu generator perlu adanya alat-alat ukur yang berguna sebagai pengaman supaya generator tidak rusak dan kerja dari generator tidak terganggu. Adapun alat ukur tersebut adalah :

1. Alat Ukur Kumparan Putar

Yang dimaksud alat ukur kumparan putar adalah alat pengukur yang bekerja atas dasar prinsip dari adanya suatu kumparan listrik, yang

ditempatkan pada medan magnet yang berasal dari suatu magnet permanen.

2. Sirkuit Magnetis

Sirkuit magnetis dalam alat ukur kumparan putar dibentuk oleh magnet permanen. Di masa yang lalu magnet permanen tersebut, dibuat dari baja kroom atau baja tungstam. Akan tetapi pada saat ini dengan menggunakan logam campuran dari alnico. Keuntungan dari logam ini adalah kemampuan kerjanya yang baik dengan bentuk yang kecil.

stabilitas Dalam keadaan lepas sinkron terjadi kejutan-kejutan listrik dan mekanis yang besar yang membahayakan generator itu maupun sistemnya. Oleh karena itu, generator harus segera diputuskan hubungannya dari sistem yang dapat menyebabkan gangguan stabilitas antara lain :

- a) Terjadinya perubahan beban yang mendadak, hilangnya sebagian dari beban atau bertambahnya beban mendadak.
- b) Terjadinya hubungan singkat.
- c) Terbukanya salah satunya saluran.

2.5. Matlab

2.5.1. Pengertian Matlab

MATLAB (Matrix Laboratory) adalah suatu program untuk analisis dan komputasi numerik dan merupakan suatu bahasa pemrograman matematika lanjutan yang dibentuk dengan dasar pemikiran menggunakan sifat dan bentuk matriks. Pada awalnya, program ini merupakan interface untuk koleksi rutin-rutin numeric dari proyek LINPACK dan EISPACK, dan dikembangkan menggunakan

bahasa FORTRAN namun sekarang merupakan produk komersial dari perusahaan Mathworks, yang dalam perkembangan selanjutnya dikembangkan menggunakan bahasa C++ dan assembler (utamanya untuk fungsi-fungsi dasar MATLAB). (Indri Handani, 2020)

MATLAB telah berkembang menjadi sebuah environment pemrograman yang canggih yang berisi fungsi-fungsi built-in untuk melakukan tugas pengolahan sinyal, aljabar linier, dan kalkulasi matematis lainnya. MATLAB juga berisi toolbox yang berisi fungsifungsi tambahan untuk aplikasi khusus. MATLAB bersifat extensible dalam arti bahwa seorang pengguna dapat menulis fungsi baru untuk ditambahkan pada library ketika fungsi-fungsi built-in yang tersedia tidak dapat melakukan tugas tertentu. Kemampuan pemrograman yang dibutuhkan tidak terlalu sulit bila anda telah memiliki pengalaman dalam pemrograman bahasa lain seperti C++, PASCAL, atau FORTRAN. (Indri Handani, 2020)

MATLAB merupakan merk software yang dikembangkan oleh Mathworks merupakan software yang paling efisien untuk perhitungan numeric berbasis matriks. Dengan demikian jika di dalam perhitungan kita dapat menformulasikan masalah ke dalam format matriks maka MATLAB merupakan software terbaik untuk penyelesaian numericnya. MATLAB yang merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi berbasis pada matriks sering digunakan untuk teknik komputasi numerik, untuk menyelesaikan masalah-masalah yang melibatkan operasi matematika elemen, matrik, optimasi, aproksimasi dan lain-lain. Sehingga Matlab banyak digunakan pada : (1) Matematika dan Komputansi, (2) Pengembangan dan Algoritma, (3) Pemrograman modeling, simulasi, dan pembuatan prototype, (4)

Analisa Data, eksplorasi dan visualisasi, (5) Analisis numerik dan statistic, dan (6) Pengembangan aplikasi teknik. (Indri Handani, 2020)

Matlab merupakan sebuah singkatan dari Matrix Laboratory, yang pertama kali dikenalkan oleh University of New Mexico dan University of Stanford pada tahun 1970. software ini pertama kali memang digunakan untuk keperluan analisis numerik, aljabar linier dan teori tentang matriks. Saat ini, kemampuan dan fitur yang dimiliki oleh Matlab sudah jauh lebih lengkap dengan ditambahkannya toolbox toolbox yang sangat luar biasa. Beberapa manfaat yang didapatkan dari Matlab antara lain:

1. Perhitungan Matematika
2. Komputasi numerik
3. Simulasi dan pemodelan
4. Visualisasi dan analisis data
5. Pembuatan grafik untuk keperluan sains dan teknik
6. Pengembangan aplikasi, misalnya dengan memanfaatkan GUI.

Matlab dapat dipandang sebagai sebuah kalkulator dengan fitur yang lengkap. Kita pernah menggunakan kalkulator dengan fasilitas minimal, misalnya hanya terdapat fasilitas penambahan, pengurangan perkalian dan pembagian. Kalkulator yang lebih lengkap lagi adalah kalkulator scientific dimana fasilitas yang diberikan tidak hanya yang disebutkan di atas, melainkan sudah ada fungsi-fungsi trigonometri, bilangan kompleks, akar kuadrat dan logaritma. Nah, Matlab mirip dengan kalkulator tersebut, tetapi dengan fitur-fitur yang lengkap diantaranya dapat digunakan untuk memprogram, aplikasi berbasis GUI dan lengkap dengan

toolbox yang dapat dimanfaatkan untuk memecahkan masalah sains dan teknik. (Indri Handani, 2020)

Matlab memberikan kemudahan bagi para pengguna untuk Modul Pemrograman Komputer 1 menemukan bantuan sehubungan dengan semua fasilitas yang diberikan oleh Matlab. Misalnya, bantuan tentang bagaimana memulai Matlab pertama kali, trik pemrograman, membuat grafik 2 dan 3 dimensi, menggunakan tool akuisisi data, pengolahan sinyal, penyelesaian persamaan diferensial parsial.

Untuk memperoleh bantuan tersebut, kita dapat memilih MATLAB Menu dari menu Help. Untuk bantuan tentang Matlab sendiri, dibagi atas beberapa bagian antara lain λ Development Environment, bagian ini akan memberikan informasi yang lengkap mengenai desktop dari Matlab. (Indri Handani, 2020)

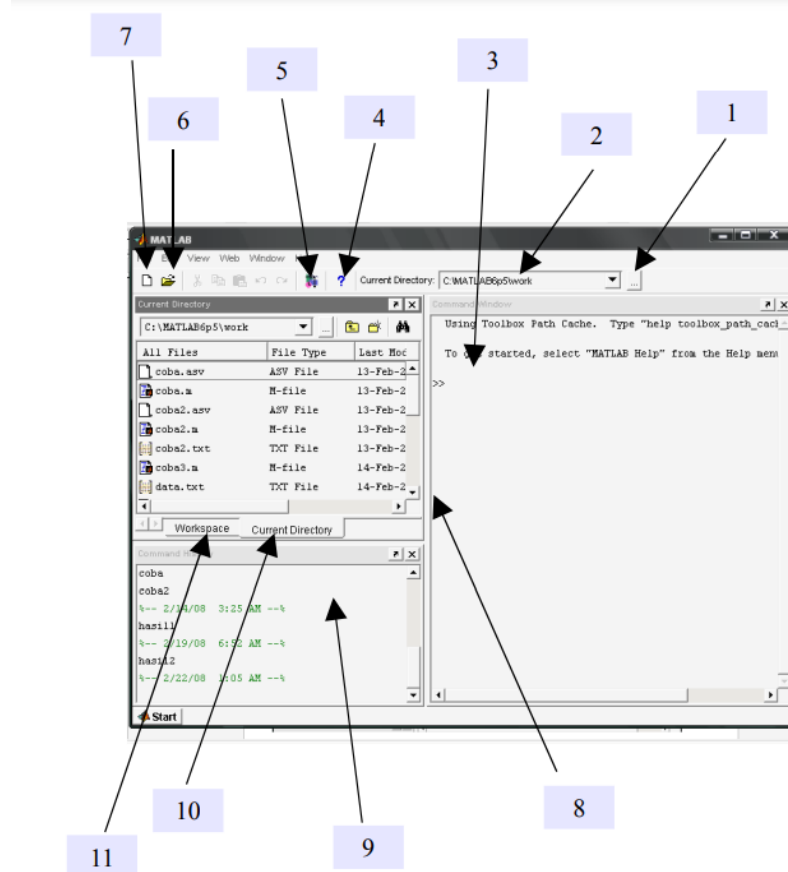
- a. Mathematics, bagian yang menjelaskan bagaimana menggunakan fitur yang dimiliki oleh Matlab untuk dalam mengolah data matematis dan statistik. Isi dalam bantuan ini dicakup antara lain: Matrks dan aljabar linier, polinomial dan interpolasi, analisis data dan statistik, fungsi function, matriks jarang (sparse matrix).
- b. Programming and data type, bagian ini menjelaskan bagaimana membuat script dan fungsi dengan menggunakan Matlab. Bantuan ini mencakup pemrograman M-File, larik, larik multidimensi, optimalisasi performance Matlab, tip pemrograman Matlab.
- c. Graphics, bagian ini menjelaskan tentang bagaimana membuat atau mengeplot grafik dari data yang kita miliki. Yang termasuk dalam bagian ini antara lain, dasar-dasar pengeplotan, format grafik, membuat grafik

khusus misalnya grafik dalam bentuk Modul Pemrograman Komputer 2 bar, histogram, contour dan lain-lain

- d. 3-D Visualization, bagian ini menjelaskan dengan tuntas bagaimana menampilkan data yang kita miliki dalam grafik 3 dimensi, termasuk didalamnya membuat grafik 3D, menentukan tampilan objek, transparansi objek, lighting dan lain-lain.
- e. Creating Graphical User Interfaces, bagian ini menjelaskan bagaimana kita dapat membuat GUI (Graphical User Interface) berbasis Matlab.

Disamping bagian-bagian yang sudah disebutkan di atas, disini juga disertakan beberapa bagian tambahan yang ikut melengkapi dokumentasi penjelasan tentang Matlab, diantaranya function-By category, function-Alphabetical List, handle graphic property browser, external interfaces/API, external interfaces/API references dan lain-lain. (Indri Handani, 2020)

Ketika kita pertama kali menjalankan Matlab, maka tampilan pertama yang kita temui ini dikenal sebagai Desktop Matlab. Dalam desktop ini terdapat tool-tool yang berfungsi untuk manajemen file, variabel dan aplikasi yang berkaitan dengan Matlab. Dibawah ini ditunjukkan desktop Matlab versi 6.5.



Gambar 2.11 Jendela Matlab

(Indri Handani, 2020)

Keterangan :

1. tool untuk browse direktori aktif. Dari tool ini kita dapat mengeset direktori mana yang aktif. Direktori aktif berarti bahwa Modul Pemrograman Komputer 4 8 9 10 11 1 2 3 4 5 6 7 direktori inilah yang siap untuk diakses file didalamnya atau tempat yang siap untuk digunakan sebagai penyimpan data.
2. Tool yang menampilkan direktori aktif. Dari tool ini kita dapat melihat direktori mana yang aktif. Sebagai default direktori aktif Matlab adalah C:\MATLAB6p5\work, jika Matlab diinstal di direktori C:\ , kalau

disimpan di D:\ maka direktori aktif defaultnya D:\MATLAB6p5\work, begitu juga di E:\ atau dimana saja.

3. Jendela ini disebut disebut sebagai Command Window. Dari jendela ini kita dapat memasukkan perintah Matlab. Disamping itu kita juga dapat menjalankan atau mengeksekusi program yang sudah kita buat di editor window dan disimpan di direktori aktif.
4. Tool yang digunakan untuk mendisplay bantuan pada Matlab.
5. Tool yang dapat digunakan untuk menuju ke Simulink Library Browser.
6. Tool untuk membuka file yang ada di direktori aktif.
7. Tool untuk membuat file baru dengan format M-File.
8. Tool untuk mengatur ukuran jendela.
9. Tool untuk melihat perintah apa saja yang pernah kita jalankan melalui command window. Tool ini diberi nama command history.
10. Tool untuk mendisplay isi file apa saja yang terdapat di direktori aktif.
11. Tool untuk mendisplay nama variabel, ukuran, bytes dan classnya.

2.5.2.Lingkungan Kerja Matlab

Ada beberapa macam window yang ada didalam aplikasi MATLAB, yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Command Window

MATLAB Command window/editor merupakan window yang dibuka pertama kali setiap kali MATLAB dijalankan pada window di atas dapat dilakukan akses - akses ke command MATLAB dengan cara

mengetikkan barisan barisan ekspresi MATLAB, seperti mengakses help window dan lain-lainnya. Jika perintah-perintah yang sudah diketikkan dan hasil yang ditampilkan pada layar command window akan disimpan maka dapat dilakukan dengan menggunakan command diary. Command windows juga digunakan untuk memanggil tool Matlab seperti editor, debugger atau fungsi. Command Window adalah tempat untuk menjalankan fungsi, mendeklarasikan variable, menjalankan proses-proses, serta melihat isi variable.

b. Current Directory

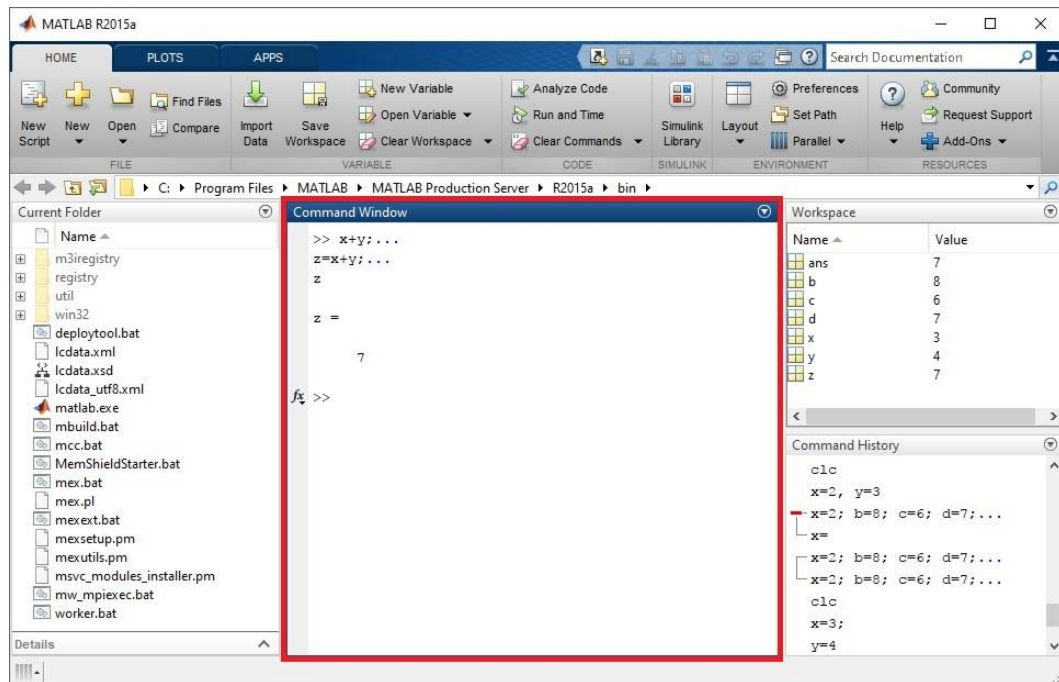
Window ini menampilkan isi dari direktori kerja saat menggunakan matlab. Kita dapat mengganti direktori ini sesuai dengan tempat direktori kerja yang diinginkan. Default dari alamat direktori berada dalam folder works tempat program files Matlab berada.

c. Command History

Window ini berfungsi untuk menyimpan perintah-perintah apa saja yang sebelumnya dilakukan oleh pengguna terhadap matlab.

d. Workspace

Workspace berfungsi untuk menampilkan seluruh variabel-variabel yang sedang aktif pada saat pemakaian matlab. Apabila variabel berupa data matriks berukuran besar maka user dapat melihat isi dari seluruh data dengan melakukan double klik pada variabel tersebut. Matlab secara otomatis akan menampilkan window “arrayeditor” yang berisikan data pada setiap variabel yang dipilih user.



Gambar 2.9 Tampilan Matlab

(Indri Handani, 2020)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

3.1.1. Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan dari bulan Januari 2024 sampai Juni 2024. Dimulai dengan persetujuan proposal ini sampai selesai penelitian. Penelitian diawali dengan kajian awal (tinjauan pustaka), pengambilan data generator, perancangan program matlab, lalu analisa data, terakhir kesimpulan dan saran. Rincian dari penelitian ini seperti pada tabel berikut :

3.1.2. Tabel Jadwal Penelitian

No.	Uraian	Bulan Ke-					
		1	2	3	4	5	6
1.	Kajian literature						
2.	Penyusunan proposal penelitian						
3.	Penulisan Bab 1 s/d Bab 3						
4.	Pengambilan Data						
4.	Pemantapan Program Matalb						
5	Analisis						
6.	Seminar hasil penelitian						
7.	Sidang akhir						

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

3.1.3. Tempat

Penelitian dilaksanakan di PT. DOMAS AGROINTI PRIMA Kec. Medang Deras, Kabupaten Batu Bara, Sumatera Utara

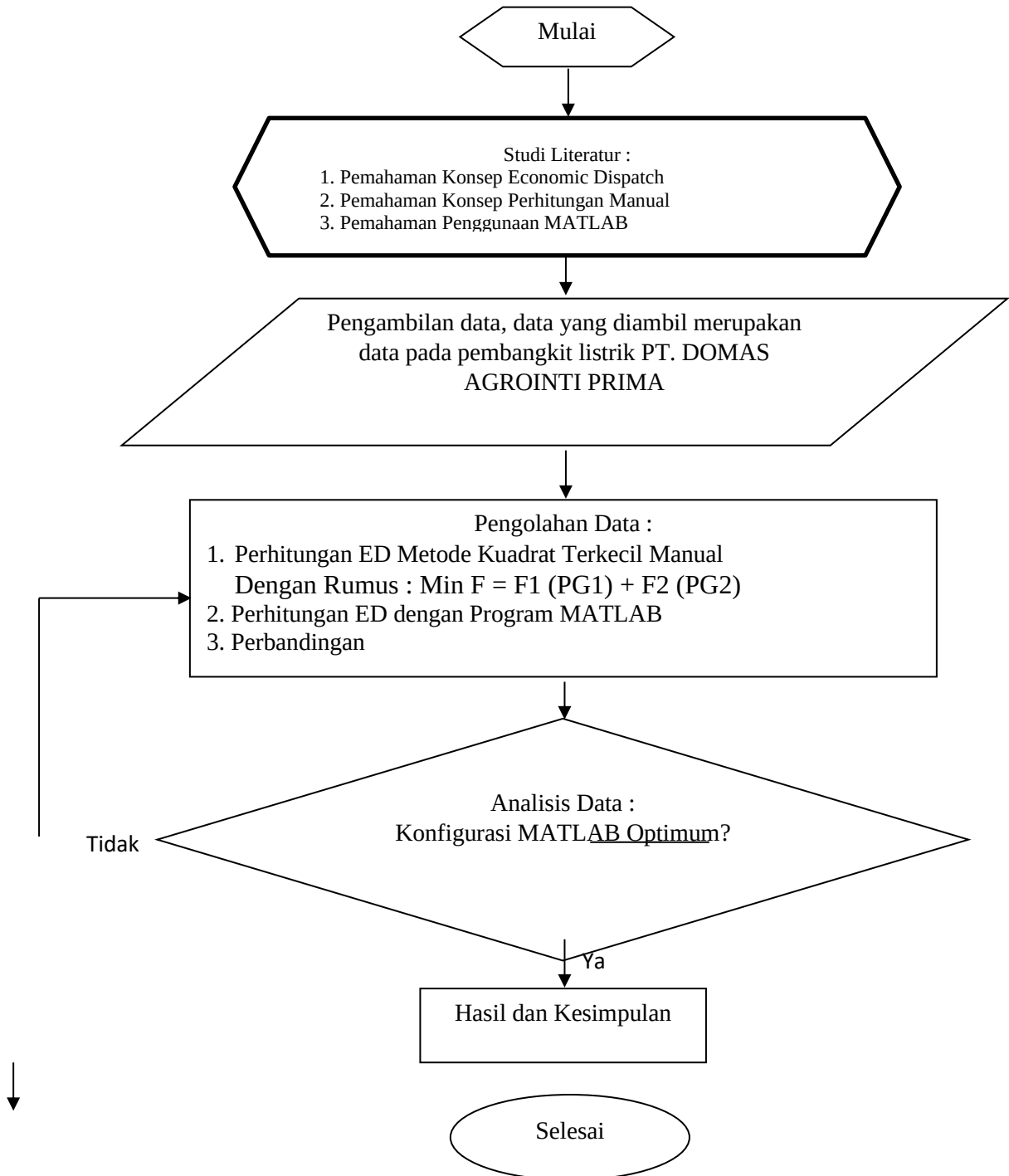
3.2. Bahan dan Alat

Untuk melakukan penelitian ini, bahan dan alat yang digunakan adalah :

1. Data Generator
2. Laptop
3. Software MS Office
4. Software MS Power Point
5. Software Matlab

3.3. Bagan Alir Penelitian

penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2. Bagan Alir Penelitian

3.4. Metode Analisis

Adapun metode analisis yang dilakukan ada beberapa tahap yaitu sebagai berikut:

1. Pengambilan data : Proses pengambilan data dilakukan pada Pembangkit Listrik di pembangkit yang digunakan pada PT. DOMAS AGROINTI PRIMA. Dimana data diminta pada teknisi Pembangkit untuk tahap analisis
2. Data diambil pada Unit pembangkit listrik PT. DOMAS AGROINTI PRIMA sebagai sample
3. Setelah data didapatkan maka langkah selanjutnya adalah menginstalasi software MATLAB untuk melakukan analisis economic dispatch yang efisien menggunakan program MATLAB
4. Data yang telah didapat diprogram pada software MATLAB untuk mendapat hasil economic dispatch yang terbaik
5. Setelah program berhasil dibuat maka selanjutnya adalah tahap analisis apakah data yang didapat sesuai atau tidak.

DAFTAR PUSTAKA

- A, K., & Supriyo. (2015). Analisa Generator 3 Phasa Tipe Magnet Permanen Dengan Penggerak Mula Turbin Angin Propeller 3 Blade Untuk Pltb. *Eksergi Jurnal Teknik Energi*, 11(1), 12–17.
- Dispatch, E., Iterasi, M., Pembangkit, L., Interkoneksi, T., Beban, D., Hari, L., Nasional, L., & Feed, B. (2019). *Khansa Ratri Haniya, 2019 Economic Dispatch Metode Iterasi Lambda Pembangkit Thermal Interkoneksi Jawa-Bali Dengan Beban Listrik Hari Libur Nasional Berbasis Feed Forward Back-Propagation Universitas Pendidikan Indonesia | Repository.Upi.Edu | Perpustakaan.Upi.Edu*. 1–4.
- Herudin, H., & Prasetyo, W. D. (2016). Rancang Bangun Generator Sinkron 1 Fasa Magnet Permanen Kecepatan Rendah 750 Rpm. *Setrum : Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 5(1), 11.
- Mahaputra, D. J., Wibowo, R. S., & Priyadi, A. (2017). Economic Dan Emission Dispatch Pada Sistem Kelistrikan 500 Kv Jawa-Bali Menggunakan Composite Generation Cost Function Dengan Metode Cuckoo Optimization Algorithm. *Jurnal Teknik Its*, 6(1). <https://doi.org/10.12962/J23373539.V6i1.21289>
- Perawati, P. (2020). Karakteristik Generator Sinkron Yang Berbeban Berat Dan Tidak Konstan. *Jurnal Ampere*, 2(2), 115.
- Prasetijo, H., & Dharmawan, B. (2012). Generator Magnet Permanen Sebagai Pembangkit Listrik Putaran Rendah. *Dinamika Rekayasa*, 8(2), 70–77.
- Prasetya, J., Hardiansyah, & Arsyad, M. I. (2019). Penyelesaian Economic Dispatch Menggunakan Metode Differential Evolution Algorithm. *Jurnal Untan*.
- Priyadi, I. (2012). Analisis Pengaruh Eksitasi Terhadap Efek Harmonisa Pada Hubungan Belitan Generator Sinkron Dengan Beban Lhe. *Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro Dan Komputer*, 2(1), 40–44.

- Priyaningsih, N. (2017). Analisis Efisiensi Generator Pada Wind Turbine. *Jurnal Edukasi Elektro*, 1(2), 157–168. <https://doi.org/10.21831/Jee.V1i2.17420>
- Shiddiq Yunus, A. M., & Ruswandi Djalal, M. (2019). Optimization Of Economic Dispatch Of 150 Kv Sulselrabar System Using Lagrange Approach. *2019 International Conference On Technologies And Policies In Electric Power And Energy, Tpepe 2019*.
- Zebua, O., Ginarsa, I. M., & Ari Nrratha, I. M. (2021). Penyelesaian Masalah Economic Dispatch Menggunakan Equilibrium Optimizer. *Jurnal Teknik Elektro*, 13(1), 10–17. <https://doi.org/10.15294/Jte.V13i1.28698>
- Ильин, А. М., Ил'ин, А. М., Сулейманов, Б. И., & Suleimanov, B. I. (2007). (9), 81–106. <https://doi.org/10.4213/Sm3822>
- A, K. and Supriyo (2015) ‘Analisa Generator 3 Phasa Tipe Magnet Permanen Dengan Penggerak Mula Turbin Angin Propeller 3 Blade Untuk PLTB’, *EKSERGI Jurnal Teknik Energi*, 11(1), pp. 12–17.
- Jurnal, R. T. (2019) ‘Analisa Nilai Saidi Saifi Sebagai Indeks Keandalan Penyediaan Tenaga Listrik Pada Penyulang Cahaya Pt. Pln (Persero) Area Ciputat’, *Energi & Kelistrikan*, 10(1), pp. 70–77. doi: 10.33322/energi.v10i1.330.
- Lestari, A. M. (2018) ‘Analisis Harmonisa pada Generator 12 Slot 8 Pole dengan Software MagNet’, *Jurnal ROTOR*, 11(1), pp. 35–38.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Muhammad Arief Syahputra
Alamat : Dusun II Rambutan Jln. Datuk Umar Palanki,
Tanah Merah Kabupaten Batu Bara, Kecamatan
Air Putih
Npm : 1907220020
Tempat/Tanggal Lahir : Tanah Merah 18 Juni 2001
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
No Telepon/ Watsapp : 082281790177
Email : muhammadarifsyahputra129@gmail.com
Tinggi/Berat Badan : 165 cm/65 kg
Kewarganegaraan : Indonesia

ORANG TUA

Nama Ayah : Tri Jaka Susanto
Agama : Islam
Nama Ibu : Suriani
Agama : Islam
Alamat : Dusun II Rambutan Jln. Datuk Umar Palanki,
Tanah Merah Kabupaten Batu Bara, Kecamatan
Air Putih

RIWAYAT PENDIDIKAN

2007-2013 : SD Negeri 010212 Tanah Merah
2013-2016 : SMP Negeri 3 Air Putih
2016-2019 : SMK Budhi Darma Indrapura
2019-2023 : S1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah
Sumatera Utara (UMSU)



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
(UMSU)

FAKULTAS TEKNIK-TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : Muhammad Arief Syahputra
NPM : 1907220020
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : "Analisis Penentuan Economic Dispatch Dengan Menggunakan Program Matlab Pada Generator Untuk Mensuplai Beban Pada PT. Domas Agroiinti Prima"

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
1	9/12-23	Ass. Bab I & penyempurnaan	
2	21/12-23	Ass. Bab I & II	
3	28/12-23	Ass. Bab I, II & III	
4	6/01-24	Ass. & Evaluasi akhir Bab I & II Ace Supri	

Mengetahui,
Pembimbing I

Ir. Abdul Aziz hutasuhut, M. M



LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Muhammad Arief Syahputra

NPM : 1907220020

Judul Tugas Akhir : Analisis Penentuan Economic Dispatch Dengan
Menggunakan Program Matlab Pada Generator Untuk
Mensuplai Beban Pada PT. Domas Agointi Prima

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	Senin 27/5-2024	- jelaskan apa parameter-parameter yang terkait - dari mana asal tingkat kecepatan hitungan di bab IV (4)	
2.	28/5-2024 (Selasa)	- tolong buktikan perhitungan analisis mana yang terbaik.	
3.	29/5-2024 (Rabu)	- buktikan data dari PLN agar masuk akal yang dari 83%	
4.	25/5-'24	file mengikutinya selesai.	

Mengetahui,

Pembimbing I



Ir. Abdul Aziz Hutasuhut, M.M



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Muhammad Arief Syahputra

NPM : 1907220020

Judul Tugas Akhir : Analisis Penentuan Economic Dispatch Dengan Menggunakan Program Matlab Pada Generator Untuk Mensuplai Beban Pada PT. Domas Agroiinti Prima

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	Kamis 15/8-2021	Melakukan pencarian literatur terkait menggunakan matlab. - Selutkan data 2 Dari PLN Agar masuk akal yang dari 83%	
2.	Jumat 16-8-2021	Formulasi dan tujuan fungsi	
3	Jumat 16/8-2021	Melakukan - Perbaiki tujuan fungsi	
4	Jumat 16/8-2021	Apa yang lebih sederhana	

Mengetahui,
Pembimbing I

Ir. Abdul Aziz Hutatushut, M.M



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya
Kita menorehkan surjan di atas distrik
memor dan tanggapan

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

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak.KP/PT/XI/2022
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 1 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
<https://fatek.umsu.ac.id> *fatek@umsu.ac.id *umsu.medan *umsu.medan *umsu.medan *umsu.medan

PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUIJUKAN
DOSEN PEMBIMBING

Nomor: 1198/3AU/UMSU-07/F/2023

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi
Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Elektro Tanggal 02 Desember 2023 dengan ini
Menetapkan :

Nama : MUHAMMAD ARIEF SYAHPUTRA
NPM : 1907220020
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO
Semester : VII (TUJUH)
Judul Tugas Akhir : ANALISIS PENENTUAN ECONOMIC DISPATCH DENGAN
MENGGUNAKAN PROGRAM MATLAB PADA GENERATOR
UNTUK MENSUPPLAI BEBAN PADA PT DAMAS AGROINTI
PRIMA.

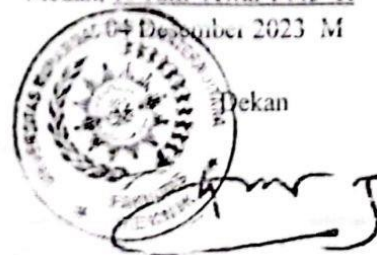
Dosen Pembimbing : Ir. ABDUL AZIS HUTASUHUT MM

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan 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 Jum. Awal 1445 H
04 Desember 2023 M



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



ANALISIS PENENTUAN ECONOMIC DISPATCH DENGAN MENGUNAKAN PROGRAM MATLAB PADA GENERATOR UNTUK MENSUPLAI BEBAN PADA PT. DOMAS AGROINTI PRIMA

M Arief Syahputra (1907220020)
Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan

ABSTRAK

Pengoperasian suatu pembangkit sangat tergantung pada bahan bakar, dengan demikian hal tersebut yang perlu mendapatkan perhatian khusus, karena sebagian besar biaya operasi yang dikeluarkan adalah untuk keperluan bahan bakar. Biaya bahan bakar sebuah unit pembangkit merupakan fungsi beban suatu pembangkit. Kemampuan memikul beban menentukan keandalan sistem energi listrik, sehingga selalu diupayakan besar daya yang dibangkitkan harus sama dengan besar kebutuhan di sisi beban setiap saat. Pada unit pembangkit termal yang berbahan bakar fosil, penambahan beban akan mendorong penambahan kuantitas (jumlah) bahan bakar per satuan waktu yang akan meningkatkan pertambahan biaya per satuan waktu. gan Emission Dispatch (EmD). (Zebua et al., 2021) Namun dalam menentukan economic dispatch dalam suatu pembangkit (generator) masih sering kali menggunakan cara manual seperti perhitungan pendekatan melalui kuadrat, linier maupun pendekatan grafik. Namun pendekatan demikian memiliki tingkat human error yang tinggi dikarenakan ada kemungkinan terjadi kesalahan pada proses perhitungan secara manual yang membuat hasil dari economic dispatch tidak efektif dan tepat. Penelitian ini melakukan perhitungan ED dengan MATLAB pada PT Domas Argointi Prima. Adapun hasil dari penelitian ini, Dengan menggunakan aplikasi MATLAB kita dapat mempermudah proses analisis penentuan economic dispatch pada beberapa generator dengan hasil yang lebih cepat dan mudah. Dengan MATLAB yang merupakan aplikasi atau sistem kita dapat menganalisa economic dispatch lebih akurat dan tepat karna tidak ada tingkat human error didalamnya. Metode dengan menggunakan perhitungan yang memanfaatkan program pada MATLAB memiliki presentasi ketepatan lebih dari 83% dengan perhitungan secara manual.

Kata Kunci : Economic Dispatch, Fuel Coast, Matlab

ABSTRACT

The operation of a power plant is highly dependent on fuel, thus it needs special attention, because most of the operating costs incurred are for fuel. The fuel cost of a generating unit is a function of the load of a power plant. The ability to carry the load determines the reliability of the electrical energy system, so that the amount of power generated must always be the same as the amount of demand on the load side at all times. In fossil-fueled thermal generating units, the increase in load will drive an increase in the quantity (amount) of fuel per unit of time which will increase the increase in costs per unit of time. gan Emission Dispatch (EmD). (Zebua et al., 2021) However, in determining the economic dispatch in a power plant (generator), manual methods are still often used, such as calculations using quadratic, linear or graphical approaches. However, this approach has a high level of human error because there is a possibility of errors in the manual calculation process which makes the results of the economic dispatch ineffective and inaccurate. This study conducted ED calculations with MATLAB at PT Domas Argointi Prima. The results of this study, By using the MATLAB application we can simplify the process of analyzing the determination of economic dispatch on several generators with faster and easier results. With MATLAB which is an application or system we can analyze economic dispatch more accurately and precisely because there is no level of human error in it. The method using calculations that utilize programs in MATLAB has a presentation of accuracy of more than 83% with manual calculations.

Keywords: *Economic Dispatch, Fuel Coast, Matlab*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari, tentu kita sudah tidak asing dengan generator listrik. Biasanya, alat ini diperlukan dalam bangunan yang membutuhkan sumber listrik konstan, seperti pabrik pengolahan limbah, hotel, bandara, dan rumah sakit. Dengan adanya generator, mampu mencegah diskontinuitas dan gangguan operasi bisnis. generator listrik adalah alat yang memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanik, biasanya dengan menggunakan induksi elektromagnetik. Sederhananya, generator merupakan mesin dengan energi gerak (mekanik) yang kemudian mampu mengubah menjadi energi listrik (elektrik). (Zebua et al., 2021)

Pengoperasian suatu pembangkit sangat tergantung pada bahan bakar, dengan demikian hal tersebut yang perlu mendapatkan perhatian khusus, karena sebagian besar biaya operasi yang dikeluarkan adalah untuk keperluan bahan bakar. Biaya bahan bakar sebuah unit pembangkit merupakan fungsi beban suatu pembangkit. Kemampuan memikul beban menentukan keandalan sistem energi listrik, sehingga selalu diupayakan besar daya yang dibangkitkan harus sama dengan besar kebutuhan di sisi beban setiap saat. Pada unit pembangkit termal yang berbahan bakar fosil, penambahan beban akan mendorong penambahan kuantitas (jumlah) bahan bakar per satuan waktu yang akan meningkatkan penambahan biaya per satuan waktu. (Mahaputra et al., 2017)

Fluktuasi kebutuhan energi listrik di sisi beban akan menimbulkan fluktuasi biaya bahan bakar, berkaitan dengan hal tersebut perlu ditentukan pola korelasi keduanya yang biasa disebut input output suatu pembangkit tenaga listrik. Selain itu, beban listrik merupakan fungsi biaya pembangkitan, maka perlu dicari solusi untuk mengoperasikan unit-unit pembangkit secara optimum dengan menekan biaya bahan bakar seminimum mungkin dan tetap menjaga kontinuitas pelayanan terhadap konsumen dan tetap memperhatikan constraint operasional. Hal ini disebut juga dengan economic dispatch (EcD). Dengan penerapan economic dispatch, akan didapatkan biaya pembangkitan yang minimum terhadap produksi daya listrik yang dibangkitkan unit-unit pembangkit pada suatu sistem kelistrikan. Permasalahan lain yang mempunyai peran cukup penting dalam besarnya daya yang dibangkitkan tiap unit pembangkit adalah emisi. Tiap unit pembangkit thermal yang beroperasi dapat menghasilkan emisi seperti Nitrogen oksida (NO_x), karbon dioksida (CO_x) dan sulfur oksida (SO_x) yang dilepaskan ke lingkungan. Dengan demikian perlu adanya minimalisasi emisi yang dihasilkan oleh tiap unit pembangkit. Hal ini disebut dengan Emission Dispatch (EmD). (Zebua et al., 2021) Namun dalam menentukan economic dispatch dalam suatu pembangkit (generator) masih sering kali menggunakan cara manual seperti perhitungan pendekatan melalui kuadrat, linier maupun pendekatan grafik. Namun pendekatan demikian memiliki tingkat human error yang tinggi dikarenakan ada kemungkinan terjadi kesalahan pada proses

perhitungan secara manual yang membuat hasil dari economic dispatch tidak efektif dan tepat

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diambil pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana hasil pembacaan data Bagaimana Analisis Menggunakan Economic Dispatch pada generator menggunakan cara manual?
2. Bagaimana Analisis Menggunakan Economic Dispatch pada generator menggunakan Program Aplikasi Matlab?
3. Apakah perbedaan analisis economic dispatch manual dengan menggunakan aplikasi matlab?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui Analisis Menggunakan Economic Dispatch pada generator menggunakan cara manual.
2. Untuk mengetahui Analisis Menggunakan Economic Dispatch pada generator menggunakan Program Aplikasi Matlab
3. Membandingkan kedua cara dan menentukan cara yang lebih efektif dan efisien.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

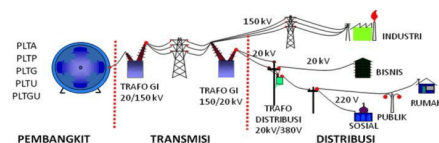
2.1. Economic Dispatch

Economic Dispatch (ED) adalah sebuah alat yang memprogram output dari unit pembangkit terhadap permintaan beban tertentu agar sistem tenaga dapat dioperasikan di titik paling ekonomis (Sharma & Moses, 2016). Tujuan utama dari ED ini adalah untuk menggunakan biaya terkecil untuk menghasilkan daya terbesar walaupun ada batasan (An et al., 2010), atau dengan kata lain,

meminimalisir jumlah biaya bahan bakar agar permintaan beban dan batas operasi terpenuhi (Dasgupta & Banerjee, 2014). Metode yang ada untuk memecahkan masalah ED dibagi ke dalam tiga kategori, yaitu Mathematical Based/ Metode Heuristik, Artificial Intelligence Based, dan Metode Hybrid. Metode Heuristik mampu menangani masalah ED, namun terkadang belum mampu memberikan solusi optimal yang dibutuhkan. Metode Artificial Intelligence terbukti mampu menemukan solusi paling optimal, namun waktu komputasinya bisa menjadi lama. Metode Hybrid merupakan gabungan antara metode Heuristik dan Artificial Intelligence atau dua metode Heuristik yang mana dapat mengisi kekurangan antara metode satu dengan yang lainnya (Bansal, 2005; Mohatram, 2017; Xia & Elaiw, 2010).

2.2. Pembangkit

Energi listrik dibangkitkan oleh pembangkit tenaga listrik, disalurkan melalui saluran transmisi dan kemudian didistribusikan ke beban. Sistem tenaga listrik sering pula hanya disebut dengan sistem tenaga, bahkan kadangkala cukup hanya dengan sistem. Penamaan suatu sistem tenaga listrik biasanya menggunakan daerah cakupan yang dilistriki, misalnya Sistem Tenaga Listrik Jawa Bali (STLJB) atau Sistem Jawa Bali (SJB) berarti sistem tenaga listrik yang mencakup Pulau Jawa, Madura dan Bali. (Jurnal A,M, 2019)



Gambar 1 Sistem Tenaga Listrik

1. Pengambilan data : Proses pengambilan data dilakukan pada Pembangkit Listrik di pembangkit yang digunakan pada PT. DOMAS AGROINTI PRIMA. Dimana data diminta pada teknisi Pembangkit untuk tahap analisis
2. Data diambil pada Unit pembangkit listrik PT. DOMAS AGROINTI PRIMA sebagai sample
3. Setelah data didapatkan maka langkah selanjutnya adalah menginstalasi software

MATLAB untuk melakukan analisis economic dispatch yang efisien menggunakan program MATLAB

4. Data yang telah didapat diprogram pada software MATLAB untuk mendapat hasil economic dispatch yang terbaik
5. Setelah program berhasil dibuat maka selanjutnya adalah tahap analisis apakah data yang didapat sesuai atau tidak

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Program MATLAB

```
clc
clear all
p=0;
syms p1
syms p2
syms p3
syms L
a=input('Masukan Total Daya,P: ');
h1=42+3.21*p1+.00114*p1.^2;
h2=43+3.23*p2+.00102*p2.^2;
h3=45+3.24*p3+.00085*p3.^2;

p=p1+p2+p3==a;
fuel_cost1=1.0;
fuel_cost2=1.0;
fuel_cost3=1.0;

f1=fuel_cost1*h1;
f2=fuel_cost2*h2;
f3=fuel_cost3*h3;

d1=diff(f1,p1)==L;
d2=diff(f2,p2)==L;
d3=diff(f3,p3)==L;

sol=solve(d1,d2,d3,p);
p1=double(sol.p1)
p2=double(sol.p2)
p3=double(sol.p3)
lambda=double(sol.L)
```

4.2. Perbandingan

Pada sub bab sebelumnya telah diketahui nilai economic dispatch dari generator dengan memanfaatkan data yang ada. Pada sub bab pertama mengetahui nilai economic dispatch menggunakan cara perhitungan melalui metode kuadrat terkecil.

Kemudian pada sub bab berikut nya mengetahui nilai economic dispatch menggunakan cara dibantu oleh program Matlab.

Adapun hasil dari ke dua cara untuk mencari nilai economic dispatch tersebut dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

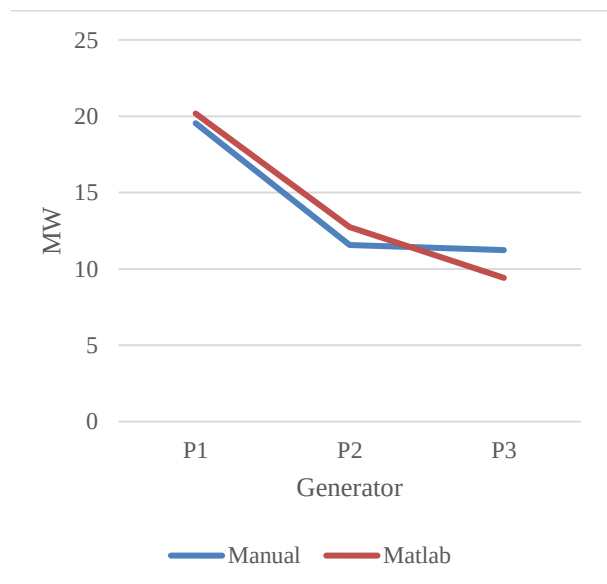
P1 = 19.54 MW

P2 = 11.56 MW

P3 = 11.23 MW

Tabel 1 Perbandingan Presentasi Kedua Metode

Generator	Perhitungan Manual (MW)	Perhitungan Oleh	
		MATLAB (MW)	Ketepatan (%)
P1	19.54	20.1748	97
P2	11.56	12.7444	90
P3	11.23	9.4109	83



Dapat dilihat dari grafik untuk metode manual dan matlab memiliki nilai akhir yang hampir sama dengan kesamaan sebesar lebih dari 83%.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Adapun Kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan aplikasi MATLAB kita dapat mempermudah proses analisis penentuan economic dispatch pada beberapa generator dengan hasil yang lebih cepat dan mudah
2. Dengan MATLAB yang merupakan aplikasi atau sistem kita dapat menganalisa economic dispatch lebih akurat dan tepat karna tidak ada tingkat human error didalamnya
3. Metode dengan menggunakan perhitungan yang memanfaatkan program pada MATLAB memiliki presentasi ketepatan lebih dari 83% dengan perhitungan secara manual

DAFTAR PUSTAKA

- A, K., & Supriyo. (2015). Analisa Generator 3 Fasa Tipe Magnet Permanen Dengan Penggerak Mula Turbin Angin Propeller 3 Blade Untuk Pltb. Eksergi Jurnal Teknik Energi, 11(1), 12–17.
- Dispatch, E., Iterasi, M., Pembangkit, L., Interkoneksi, T., Beban, D., Hari, L., Nasional, L., & Feed, B. (2019). Khansa Ratri Haniya, 2019 Economic Dispatch Metode Iterasi Lambda Pembangkit Thermal Interkoneksi Jawa-Bali Dengan Beban Listrik Hari Libur Nasional Berbasis Feed Forward Back-Propagation Universitas Pendidikan Indonesia Repository.Upi.Edu Perpustakaan.Upi.Edu. 1–4.
- Herudin, H., & Prasetyo, W. D. (2016). Rancang Bangun Generator Sinkron 1 Fasa Magnet Permanen Kecepatan Rendah 750 Rpm. Setrum : Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer, 5(1), 11.
- Mahaputra, D. J., Wibowo, R. S., & Priyadi, A. (2017). Economic Dan Emission Dispatch Pada Sistem Kelistrikan 500 Kv Jawa-Bali Menggunakan Composite Generation Cost Function Dengan Metode Cuckoo Optimization Algorithm. Jurnal Teknik Its, 6(1). <https://doi.org/10.12962/J23373539.V6i1.21289>
- Perawati, P. (2020). Karakteristik Generator Sinkron Yang Berbeban Berat Dan Tidak Konstan. Jurnal Ampere, 2(2), 115.
- Prasetijo, H., & Dharmawan, B. (2012). Generator Magnet Permanen Sebagai Pembangkit Listrik Putaran Rendah. Dinamika Rekayasa, 8(2), 70–77.
- Prasetya, J., Hardiansyah, & Arsyad, M. I. (2019). Penyelesaian Economic Dispatch Menggunakan Metode Differential Evolution Algorithm. Jurnal Untan.
- Priyadi, I. (2012). Analisis Pengaruh Eksitasi Terhadap Efek Harmonisa Pada Hubungan Belitan Generator Sinkron Dengan Beban Lhe. Jurnal Llmiah Bidang Teknik Elektro Dan Komputer, 2(1), 40–44.
- Priyaningsih, N. (2017). Analisis Efisiensi Generator Pada Wind Turbine. Jurnal Edukasi Elektro, 1(2), 157–168. <https://doi.org/10.21831/Jee.V1i2.17420>
- Shiddiq Yunus, A. M., & Ruswandi Djalal, M. (2019). Optimization Of Economic Dispatch Of 150 Kv Sulselrabar System Using

Lagrange Approach. 2019
International Conference On
Technologies And Policies In
Electric Power And Energy,
Tpepe 2019.

Zebua, O., Ginarsa, I. M., & Ari
Nrartha, I. M. (2021).
Penyelesaian Masalah Economic
Dispatch Menggunakan
Equilibrium Optimizer. *Jurnal
Teknik Elektro*, 13(1), 10–17.
<https://doi.org/10.15294/jte.v13i1.28698>

Ильин, А. М., И'ин, А. М.,
Сулейманов, Б. И., &
Suleimanov, B. I. (2007). (9),
81–106.
<https://doi.org/10.4213/sm3822>

A, K. and Supriyo (2015) ‘Analisa
Generator 3 Phasa Tipe Magnet
Permanen Dengan Penggerak
Mula Turbin Angin Propeller 3
Blade Untuk PLTB’, *EKSERGI
Jurnal Teknik Energi*, 11(1), pp.
12–17.

Jurnal, R. T. (2019) ‘Analisa Nilai
Saidi Saifi Sebagai Indeks
Keandalan Penyediaan Tenaga
Listrik Pada Penyulang Cahaya
Pt. Pln (Persero) Area Ciputat’,
Energi & Kelistrikan, 10(1), pp.
70–77. doi:
[10.33322/energi.v10i1.330](https://doi.org/10.33322/energi.v10i1.330).

Lestari, A. M. (2018) ‘Analisis
Harmonisa pada Generator 12
Slot 8 Pole dengan Software
MagNet’, *Jurnal ROTOR*, 11(1),
pp. 35–38.