

SKRIPSI

**STUDI ALIRAN DAYA SISTEM KELISTRIKAN
PABRIK IV DAN V PT SEMEN TONASA**

Disusun dan diajukan oleh:

ATHIYA NISA QONITIN

D041181029



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

SKRIPSI

**STUDI ALIRAN DAYA SISTEM KELISTRIKAN
PABRIK IV DAN V PT SEMEN TONASA**

Disusun dan diajukan oleh:

ATHIYA NISA QONITIN

D041181029



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**STUDI ALIRAN DAYA SISTEM KELISTRIKAN PABRIK IV DAN V
PT SEMEN TONASA**

Disusun dan diajukan oleh:

ATHIYA NISA QONITIN

D041 18 1029

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada Tanggal 22 Februari 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Ir. Tajuddin Waris, M.T.
NIP. 19650424 199203 1 003

Dr. Ir. Ikhlas Kitta, S.T., M.T.
NIP. 19760914 200801 1 006

Ketua Departemen Teknik Elektro,

Dr. Eng. Ir. Dewiarni, M.T.
NIP. 19691026 199412 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Athiya Nisa Qonitin

NIM : D041181029

Program Studi : Teknik Elektro

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

STUDI ALIRAN DAYA SISTEM KELISTRIKAN PABRIK IV DAN V PT SEMEN TONASA

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 22 Februari 2023

Yang Menyatakan



Athiya Nisa Qonitin

ABSTRAK

ATHIYA NISA QONITIN, Studi Aliran Daya Sistem Kelistrikan Pabrik IV dan V PT Semen Tonasa

Dalam sistem tenaga listrik yang luas dapat mentransfer aliran daya sampai ke pusat beban dalam kondisi mantap, masalah aliran daya sangat penting karena bisa mempengaruhi tentang operasi ekonomi, kehandalan, kerugian jaringan dan keamanan sistem. Analisis aliran daya ini bertujuan untuk mengetahui keadaan sistem tenaga listrik dengan sesuai batas yang telah ditentukan serta mengetahui besar rugi daya yang dihasilkan dan menentukan profil tegangan dalam suatu sistem. Dengan berjalannya waktu maka akan terjadi peningkatan penduduk sehingga mempengaruhi energi listrik selain itu terjadi penurunan ketersediaan bahan bakar yang didapatkan seperti batu bara yang digunakan oleh pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Untuk hal ini mendorong pemerintah agar meningkatkan harga bahan bakar tersebut. Studi kasus yang digunakan adalah sistem kelistrikan pabrik IV dan V PT semen Tonasa dengan menerapkan metode Newton-Raphson. Pada aliran daya menggunakan perangkat lunak adalah Etap Power Station 19.0.1, karena perangkat lunak yang mampu menampilkan antarmuka pengguna grafis secara spesifik dan jelas. Oleh karena itu, studi kasus aliran daya ini dilakukan 2 konfigurasi yaitu konfigurasi 1 hanya suplai dari pembangkit sendiri tanpa adanya interkoneksi yang secara sistem radial sedangkan konfigurasi 2 hanya suplai dari gardu induk PLN yang secara sistem interkoneksi kemudian melakukan perbandingan dengan meninjau nilai rugi-rugi daya untuk suplai dari pembangkit PLTU sebesar 3,86 MW sedangkan suplai dari gardu induk PLN sebesar 2,28 MW. Pada hasil simulasi menunjukkan bus tegangan masih kondisi normal untuk kedua konfigurasi yang dilakukan serta untuk daya aktif pada pembangkit sendiri apabila sudah mulai kembali bekerja perlu adanya peningkatan dari daya mampu dan kapasitas beban yang terpasang.

Kata kunci: Aliran Daya, Newton-Raphson, Profil Tegangan, Rugi Daya, ETAP

ABSTRACT

ATHIYA NISA QONITIN, *Study Power Flow of the Electrical System IV and V factories of Tonasa cement* (supervised by **Tajuddin Waris and Ikhlas Kitta**)

In a large electric power system that can transfer the power flow to the load center under steady state conditions, the problem of power flow is very important because it can affect the economic operation, reliability, network losses and system security. This power flow analysis aims to determine the state of the electric power system according to predetermined limits and determine the amount of power loss produced and determine the voltage profile in a system. As time goes by, there will be an increase in population thereby affecting electrical energy besides a decrease in the availability of fuel obtained such as coal used by steam power plants (PLTU). This prompted the government to increase the fuel price. The case study used is the electrical system of PT Semen Tonasa IV and V plants by applying the Newton-Raphson method. The power flow using the software is Etap Power Station 19.0.1, because the software is able to display a graphical user interface specifically and clearly. Therefore, this power flow case study was carried out in 2 configurations, namely configuration 1 only supplies from the generator itself without any interconnection in a radial system, for example configuration 2 only supplies from the PLN substation which in an interconnection system then makes a comparison by reviewing the value of power losses for the supply from the PLTU generator of 3.86 MW while the supply from the PLN substation is 2.28 MW. The simulation results show that the bus voltage is still normal for both configurations carried out and for active power on self-generation when it starts working again, it is necessary to increase the capacity and installed load capacity.

Keywords— Power Flow, Newton-Raphson, Voltage Profile, Power Loss, ETAP

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadiran Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan hasil penelitian akhir ini yang berjudul **“STUDI ALIRAN DAYA SISTEM KELISTRIKAN PABRIK IV DAN V PT SEMEN TONASA”** dapat terselesaikan. Penulis menyadari tanpa adanya kemauan dan usaha serta bantuan dari berbagai pihak, maka laporan hasil penelitian akhir ini tidak dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis skripsi ini dapat terselesaikan karena adanya bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dengan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ayahanda, ibunda dan kakak atas segala doa, kasih sayang, motivasi serta dukungan moril, dan material yang telah diberikan sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Ir. Tajuddin Waris, M.T. Selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Dr. Ikhlas Kitta, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan memberikan bimbingan dalam mengerjakan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Salama Manjang M.T. Selaku Dosen penguji I dan Ir Gassing, M.T. Selaku Dosen penguji II.
4. Seluruh dosen dan staf pegawai Departemen Teknik Elektro yang telah banyak membantu dan memberi kemudahan selama menempuh proses perkuliahan.
5. Terima kasih Pak Rusdianto dan Seluruh staf pegawai PT Semen Tonasa
6. Ibu Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T., selaku Kepala Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
7. Kepada member EXO yang selalu menjadi penyemangat di setiap harinya terutama DO Kyungsoo.
8. Kepada Ainun dan Asma yang telah menemani dan membantu serta berdiskusi dari awal hingga akhir pengerjaan skripsi ini.

9. Semua teman-teman seperjuangan CAL18RATOR. Kuatkan diri kalian dan jangan pernah ragu. Karena tidak ada satu pun orang yang hentikan langkah kalian untuk MERAH MIMPI.
10. Kepada teman-teman Lab Riset Grup Infrastruktur Ketenagalistrikan dan T3 yang selalu menemani di lab saat proses penyusunan tugas akhir ini.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu demi satu yang telah membantu dan mendukung dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun berupa dorongan moril kepada peneliti sehingga selesainya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada skripsi ini. Oleh karena itu, saran dan kritik dari semua pihak dapat menjadi masukan untuk menyempurnakan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat diterima sebagai sumbangan hasil pemikiran penulis. Sehingga dapat mendatangkan manfaat bagi penulis maupun pembacanya.

Gowa, 22 Februari 2023

Athiya Nisa Qonitin

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang Masalah.....	1
I.2. Rumusan Masalah	3
I.3. Tujuan Penelitian.....	3
I.4. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah	3
I.5. Manfaat Penelitian.....	4
I.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Sistem Tenaga Listrik.....	6
2.2. Jaringan Distribusi.....	7
2.3. Studi Aliran Daya.....	8
2.4. Sistem Distribusi Radial.....	9
2.5. Sistem Interkoneksi	10
2.6. Rugi-rugi Daya.....	11
2.7. Beban.....	11
2.8. Daya Listrik.....	12
2.9. Metode Perhitungan Aliran Daya.....	14
2.10. ETAP 19.0.1	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	22
3.1. Judul Penelitian	22

3.2. Alat dan Langkah-Langkah Penelitian.....	22
3.3. Metode Penelitian.....	22
3.3.1 Metode Pengumpulan Data	22
3.4. Diagram Alur Penelitian	24
BAB IV HASIL PENELITIAN	26
4.1. Sistem Kelistrikan PT Semen Tonasa	26
4.2. Sistem Kelistrikan Pabrik Tonasa IV	28
4.2.1. Substation I (SG-1).....	29
4.2.2. Substation II (SG-4)	29
4.2.3. Substation III (SG-5).....	31
4.2.4. Data Transformator di Pabrik Tonasa IV	31
4.3. Sistem Kelistrikan Pabrik Tonasa V	32
4.2.1. Electrical room 582 ER 51	32
4.2.2. Electrical room 582 ER 52	34
4.2.3. Electrical room 582 ER 53	34
4.2.4. Electrical room 582 ER 54	34
4.2.1. Electrical room 582 ER 55	35
4.2.2. Electrical room 582 ER 56	35
4.2.3. Electrical room 582 ER 57	36
4.2.2. Electrical room 582 ER 58	36
4.2.3. Electrical room 582 ER 59	37
4.2.4. Data Transformator di Pabrik Tonasa V	37
4.4. Hasil Aliran Daya Sistem Kelistrikan Tonasa IV dan V	39
4.2.1. Hasil Perhitungan nilai tegangan, daya aktif dan daya reaktif	39
4.2.2. Hasil Neraca Daya Sistem Kelistrikan Tonasa IV dan V	42
4.5. Analisa Hasil Simulasi	43
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	45
V.1. Kesimpulan.....	45
V.2. Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Sistem Tenaga Listrik.....	6
Gambar 2 Segitiga Daya	13
Gambar 3 Ilustrasi Metode Newton-Raphson.....	16
Gambar 4 Flowchart Studi Aliran Daya Menggunakan ETAP.....	18
Gambar 5 Membuat Diagram Satu Garis ETAP 19.0.1	19
Gambar 6 Kotak Dialog Load Flow Study Case.....	20
Gambar 7 Tool Load Flow ETAP 19.0.1	20
Gambar 8 Tool Report Manajer ETAP 19.0.1	21
Gambar 9 Diagram Alur Penelitian	24
Gambar 10 Sistem Kelistrikan PT Semen Tonasa	26
Gambar 11 Sistem Kelistrikan Tonasa IV	28
Gambar 12 Sistem Kelistrikan Tonasa V.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data Generator PLTU 25 MW.....	27
Tabel 2. Data Generator PLTU 35 MW.....	27
Tabel 3. Data Beban SG-1	29
Tabel 4. Data Beban SG-4	30
Tabel 5. Data Beban SG-5	31
Tabel 6. Data Transformator 2 belitan di Pabrik Tonasa IV.....	31
Tabel 7. Data beban electrical room 582 ER 51	34
Tabel 8. Data beban electrical room 582 ER 52	34
Tabel 9. Data beban electrical room 582 ER 53	35
Tabel 10. Data beban electrical room 582 ER 54	35
Tabel 11. Data beban electrical room 582 ER 55	35
Tabel 12. Data beban electrical room 582 ER 56	36
Tabel 13. Data beban electrical room 582 ER 57	36
Tabel 14. Data beban electrical room 582 ER 58	37
Tabel 15. Data beban electrical room 582 ER 59	37
Tabel 16. Data Transformator 2 belitan di Pabrik Tonasa V	37
Tabel 17. Data Transformator 3 belitan di Pabrik Tonasa V	39
Tabel 18. Hasil Daya Aktif dan Daya Reaktif Konfigurasi 1	40
Tabel 19. Hasil Daya Aktif dan Daya Reaktif Konfigurasi 2	41
Tabel 20. Hasil perhitungan neraca daya konfigurasi 1	43
Tabel 21. Hasil perhitungan neraca daya konfigurasi 2.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Diagram satu garis Sistem Kelistrikan PT Semen Tonasa	48
Lampiran 2 Hasil aliran daya konfigurasi 1	49
Lampiran 3 Hasil aliran daya konfigurasi 2	68
Lampiran 4 Hasil neraca daya konfigurasi 1	87
Lampiran 5 Hasil neraca daya konfigurasi 2	88

BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

PT Semen Tonasa merupakan perusahaan produsen semen yang terkenal sehingga mampu memproduksi semen dalam jumlah yang banyak serta dapat mengirim semen ke berbagai tempat di seluruh Indonesia dan memiliki lahan seluas 715 hektar di Desa Biringere, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan. PT Semen Tonasa mempunyai 4 pembangkit yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) terdapat A dan B sebesar 2 x 25 MW sedangkan C dan D sebesar 2 x 35 MW untuk menunjang produksi semen meningkat ke pelanggan maka pembangkit terhubung dengan sistem gardu induk dari PLN. Dalam pemodelan peralatan-peralatan sistem tenaga listrik yang digunakan yaitu generator, transformator, motor dan sebagainya. PT Semen Tonasa juga industri besar yang telah berdiri lama pada tahun 1968 serta paling banyak membutuhkan beban induktif seperti motor listrik, kipas angin, dan sebagainya yang mengasumsi energi listrik berubah menjadi energi gerak. Hal ini membuat PT Semen Tonasa membutuhkan energi listrik yang cukup besar karena disebabkan oleh beban yang akan disuplai ke peralatan-peralatan digunakan terhadap pabrik yaitu pabrik tonasa 2&3, 4 dan 5.

Pada sistem tenaga listrik merupakan sistem yang terdiri dari pembangkit, transmisi, dan beban yang saling berkaitan ataupun bekerja sama untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik ke pelanggan tersebut. Pusat pembangkit tenaga listrik memiliki jarak cukup jauh ke konsumen maka perlu adanya saluran transmisi. Dalam saluran transmisi ini merupakan suatu proses penyaluran tenaga listrik dari pusat pembangkit ke distribusi tenaga listrik sehingga menuju konsumen. Seiring dengan berjalannya waktu, maka terjadi adanya peningkatan penduduk sehingga dapat mempengaruhi kebutuhan energi listrik yang meningkat begitu pesat. Namun hal ini akan terjadinya penurunan ketersediaan bahan bakar kemudian akan digunakan sebagai pembangkit (*Power Plant*) serta bahan bakar yang paling banyak digunakan untuk kebutuhan di berbagai bidang seperti kereta api, kapal laut, mobil, motor dan sebagainya. Selain itu, bahan bakar sering digunakan untuk pembangkit

listrik tenaga uap (PLTU) adalah batu bara. Hal tersebut, membuat untuk mendorong pemerintah agar berupaya meningkatkan harga kenaikan bahan bakar seperti batu bara, minyak dan gas. Sehingga pembangkit listrik yang berhubungan dengan bahan bakar akan terancam dengan adanya kendala kapasitas daya begitu menurun akibat dari kelangkaan bahan bakar tersebut. Dalam kerugian sistem tenaga listrik merupakan fungsi penting dalam penggunaan bisnis. Seperti, adanya beberapa faktor yang berdampak pada kerugian, jadi banyak hal variabel yang perlu dianalisis untuk mendapatkan angka kerugian untuk sistem individual. Penentuan kerugian sistem sangat melelahkan dan mahal. Akibat kegunaannya, mungkin telah menunggu untuk waktu yang lama seperti pengajuan kasus tarif umum, selanjutnya untuk memperbarui perkiraan kerugian tersebut. Namun, informasi kerugian sistem yang akurat diperlukan untuk memastikan pengadaan pasokan yang akurat dan menentukan nilai dari berbagai perbaikan sistem. Oleh karena itu, perlu mengetahui rugi-rugi daya yang dihasilkan untuk membandingkan suplai sistem pembangkit PLTU dan sistem dari gardu induk PLN.

Studi aliran daya pada sistem tenaga listrik adalah analisa yang menyampaikan suatu sistem energi listrik dan aliran daya (aktif dan reaktif) dalam keadaan saat sistem bekerja sehingga dapat mengetahui ukuran kapasitas pada saluran. Hasil utama aliran daya yaitu daya aktif dan daya reaktif yang ada pada setiap saluran dan dapat digunakan untuk mengetahui besarnya losses (rugi daya serta tegangan). Dalam perhitungan aliran daya untuk sistem energi listrik pada PT Semen Tonasa secara manual akan sangat rumit, oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan perangkat lunak komputer untuk mempermudah dan meningkatkan kecepatan dalam proses perhitungan aliran daya tersebut. Software yang digunakan untuk mempermudah perhitungan aliran daya adalah ETAP (Electric Transient Analysis Program).

Dalam penelitian ini penulis akan menguraikan Analisa aliran daya pada sistem kelistrikan yang mana penulis membuat dalam penelitian dengan judul **“STUDI ALIRAN DAYA SISTEM KELISTRIKAN PABRIK IV DAN V PT SEMEN TONASA”** di mana pada proses menggunakan Metode Newton-Raphson yang terdapat di perangkat lunak komputer tersebut.

I.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana aliran daya pada sistem kelistrikan pabrik tonasa IV dan V PT. Semen Tonasa ?
2. Berapa besar rugi-rugi daya dan tegangan bus sistem kelistrikan pabrik tonasa IV dan V PT. Semen Tonasa ?

I.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini, Sebagai berikut:

1. Menganalisis aliran daya pada sistem tenaga listrik pabrik tonasa IV dan V PT. Semen Tonasa.
2. Menganalisis besar nilai losses (rugi-rugi) daya pabrik tonasa IV dan V PT. Semen Tonasa.

I.4. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Ruang lingkup dan batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Ruang lingkup penelitian sistem kelistrikan pabrik Tonasa IV dan V.
2. Analisis aliran daya memanfaatkan data dari sistem tenaga listrik PT Semen Tonasa.
3. Metode aliran daya yang digunakan adalah Metode Newton-Raphson.
4. Tidak membahas masalah mengenai Harmonisa, VFD, Sistem Proteksi dalam penelitian.
5. Analisa aliran daya hanya dilakukan pada kondisi beban keadaan mantap.
6. Tidak membahas mengenai gangguan yang terjadi pada sistem tenaga listrik.
7. Tidak membahas mengenai pereconomian kerugian sistem tenaga listrik.
8. Analisa Studi aliran daya dilakukan terdapat 2 kondisi yang dilakukan suplai PLTU dan suplai Gardu Induk PLN tanpa interkoneksi kemudian kedua hasilnya akan dibandingkan.

I.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari adanya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai kondisi rugi-rugi daya pada sistem kelistrikan PT. Semen Tonasa.
2. Untuk industri, penelitian ini bermanfaat sebagai referensi kelistrikan dan aliran daya listrik yang ada di Pabrik PT. Semen Tonasa.
3. Untuk penulis, penelitian ini dapat menambah ilmu terutama yang mengenai tentang aliran daya pada suatu sistem tenaga listrik.

I.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang teori-teori penunjang materi penelitian yang diambil dari berbagai sumber ilmiah yang digunakan dalam penulisan laporan skripsi ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini membahas tentang rancangan penelitian, bahan dan alat, teknik pengumpulan data, serta langkah-langkah penelitian yang digunakan dalam skripsi ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil dan pembahasan dari penelitian yang akan dilakukan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil dan pembahasan yang diperoleh selama pembuatan skripsi serta saran yang diperlukan untuk pengembangan lebih lanjut di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

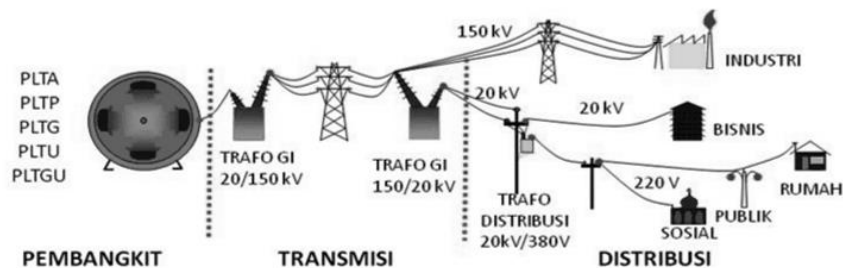
Pada bagian ini berisi sumber atau rujukan dari pengerjaan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Distribusi

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa sistem penyaluran tenaga listrik dari pembangkit transmisi distribusi dan konsumen. Sistem pembangkit yang terdiri dari beberapa jenis pembangkit seperti pembangkit listrik tenaga air (PLTA), pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP), pembangkit listrik tenaga gas (PLTG), pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) dan pembangkit listrik tenaga gas dan uap (PLTU), serta jenis pembangkit lainnya yang akan dikonversikan energi mekanik menjadi energi listrik. Energi listrik ini yang dihasilkan akan mentransfer dari unit-unit pembangkit di berbagai lokasi dengan jarak yang jauh melalui sistem transmisi ke sistem distribusi. sistem distribusi akan berfungsi menghantarkan energi listrik langsung ke konsumen.

Sistem pembangkit berperan menghasilkan energi listrik untuk sumber energi utama pada pembangkit listrik berasal dari sumber energi primer kemudian ke sistem transmisi berfungsi untuk menyalurkan energi listrik dari unit pembangkitan ke distribusi, dari saluran transmisi tegangan diturunkan dengan trafo penurun tegangan kemudian dengan sistem tegangan tersebut penyaluran tegangan tenaga listrik dilakukan oleh saluran distribusi primer dari saluran transmisi, distribusi primer tegangan diturunkan melalui trafo distribusi menjadi sistem tegangan rendah yaitu 220/380 Volt. kemudian disalurkan oleh saluran distribusi sekunder ke konsumen seperti rumah, tempat bisnis, dan sebagainya.



Gambar 1 Sistem Tenaga Listrik

Dari gambar tersebut, tampak bahwa sistem ketenagalistrikan tidaklah mudah lebih lagi jika dilakukan analisis secara mendalam, Akan terdapat beberapa persoalan-persoalan yang rumit dan timbul disebabkan oleh gangguan dari luar maupun dari dalam sistem itu sendiri . Namun demikian, sistem penyaluran tenaga listrik dapat disederhanakan melalui sebuah sistem simulasi. Proses evaluasi dan analisis dapat dilakukan secara sederhana dengan bantuan perangkat lunak. Simulasi sistem pembangkit dapat dilakukan oleh pengguna secara sederhana dan cepat, tanpa mengganggu proses pembangkitan listrik yang sementara berjalan dalam sebuah sistem, begitu pula halnya pada sistem transmisi dan distribusi (Marwan, 2019).

2.2. Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berupa jaringan penghantar yang menghubungkan antara gardu induk pusat beban ke pelanggan. Jaringan distribusi ini sendiri berfungsi untuk mendistribusikan energi listrik langsung kepada konsumen sesuai dengan kebutuhan tersebut. Jaringan distribusi dalam sistem operasinya tidak bisa dipisahkan dengan gardu induk distribusi. Gardu induk distribusi ada yang berada di ujung saluran transmisi, yang berfungsi mengatur distribusi daya yang diterima dari saluran transmisi sekaligus menurunkan tegangan dari level saluran transmisi ke level jaringan distribusi. Gardu induk juga ada yang berada di antara jaringan distribusi yang berfungsi untuk membagi aliran daya dan menurunkan tegangan distribusi ke tegangan rendah (Suripto, 2016).

Sistem jaringan distribusi tenaga listrik memiliki klasifikasi, yaitu berdasarkan Ukuran tegangan, jaringan distribusi terbagi dua sistem yaitu (Syufrijal,2014) :

a. Sistem jaringan distribusi primer

Dalam sistem jaringan distribusi primer atau biasa disebut dengan jaringan tegangan menengah yang dimana posisi diantara gardu induk dengan gardu pembagi serta mempunyai tegangan sistem yang lebih tinggi dibandingkan dengan tegangan terpakai oleh konsumen tersebut. Standar tegangan pada jaringan distribusi primer adalah sebesar 6 kV, 10 kV, dan 20 kV (sesuai dengan standar PLN).

b. Sistem jaringan distribusi sekunder

Dalam sistem jaringan distribusi sekunder atau biasa disebut jaringan distribusi tegangan rendah yang merupakan jaringan berfungsi sebagai saluran tenaga listrik dari gardu distribusi (Gardu pembagi) ke pusat-pusat beban atau konsumen energi listrik. Standar tegangan pada jaringan distribusi sekunder adalah sebesar 127/220 V untuk sistem tenaga listrik yang lama, 220/380 V untuk sistem yang baru, serta 440/550 V untuk keperluan Industri-industri besar.

2.3. Studi Aliran Daya

Studi aliran daya dapat dihitung secara manual maupun menggunakan software computer. Akan tetapi, dalam perhitungan aliran daya untuk sistem energi listrik secara manual akan rumit. Oleh sebab itu, digunakan perangkat lunak komputer untuk mempermudah dan meningkatkan kecepatan dalam proses perhitungan aliran daya tersebut. Jadi Studi aliran daya dapat didefinisikan sebagai suatu studi yang dilaksanakan untuk mendapatkan informasi mengenai aliran daya baik dalam bentuk tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif yang terdapat dalam suatu sistem kelistrikan untuk mengevaluasi cara kerja sistem tenaga listrik maupun menganalisa kondisi pembangkitan maupun pembebanan. Tujuan dari studi aliran daya atau beban, yaitu:

1. Untuk mengetahui berbagai komponen jaringan sistem tenaga listrik pada umumnya.
2. Mengetahui berapa besarnya tegangan yang dihasilkan pada setiap bus (rel) dari suatu sistem tenaga listrik.
3. Menghitung aliran-aliran daya, baik daya aktif maupun daya reaktif yang mengalir dalam setiap saluran.
4. Kerugian-kerugian sistem yang optimum.
5. Perbaikan dan pergantian ukuran konduktor dan tegangan sistem.

Dalam Studi Aliran Daya dikenal berbagai Bus sebagai berikut:

- 1) Bus referensi (slack bus atau swing bus)
 - a. Terhubung dengan generator.
 - b. V dan sudut fasa dari generator diketahui dan keadaan tetap.

- c. P dan Q dapat dihitung. Slack bus atau bus referensi berfungsi untuk menyuplai kekurangan daya real P dan daya reaktif Q pada sistem. Dapat sebagai bus yang menanggung semua rugi daya yang terjadi pada jaringan. Biasanya yang sebagai bus ini adalah pembangkit yang terbesar atau infinit bus (bus tak terhingga) seperti sistem interkoneksi.

2) Generator bus (bus pembangkitan) atau (P-V bus)

- a. Terhubung dengan generator.
- b. P dan V dari generator diketahui dan keadaan tetap.
- c. Sudut fasa dan Q atau daya reaktif generator dihitung.

3) Bus pembebanan (P-Q bus)

- a. Terhubung dengan beban.
- b. P dan Q dari beban diketahui dan keadaan tetap.
- c. V dan sudut fasa tegangan dihitung.

Pada tiap-tiap bus terdapat 4 besaran, yaitu: Daya real atau daya aktif (P), Daya reaktif (Q), Harga skalar tegangan (V), dan Sudut fasa tegangan (θ) (Nova, Gama. dkk., 2012).

2.4. Sistem Distribusi Radial

Sistem radial pada jaringan distribusi merupakan sistem terbuka, dimana tenaga listrik yang disalurkan secara radial melalui gardu induk ke konsumen-konsumen dilakukan secara terpisah satu sama lainnya. Sistem ini merupakan sistem yang paling sederhana diantara semua sistem yang lainnya karena disebabkan sesuai dengan konstruksinya. Dalam sistem ini telah menghasilkan sedikit penggunaan material listrik, apalagi jika jarak penyaluran antara gardu induk ke konsumen tidak terlalu jauh. Sistem radial terbuka tidak dapat diandalkan, karena penyaluran tenaga listrik hanya dilakukan dengan menggunakan satu saluran saja. Jaringan sistem distribusi radial. Seiring dengan berjalannya waktu apabila mendapat gangguan akan menghentikan penyaluran tenaga listrik yang cukup lama sebelum gangguan tersebut diperbaiki kembali. Oleh sebab itu, kontinuitas pelayanan pada sistem radial terbuka ini kurang bisa diandalkan. Selain itu juga, makin panjang jarak saluran dari gardu induk ke konsumen, maka kondisi tegangan makin tidak bisa diandalkan, justru akan bertambah buruknya pada sistem. Karena disebabkan rugi-

rugi tegangan menjadi lebih besar. Oleh sebab itu, kapasitas pelayanan untuk sistem radial terbuka ini sangat terbatas yang dilakukan (Suswanto, D., 2009).

2.5. Sistem Interkoneksi

Sistem interkoneksi dapat menyalurkan tenaga listrik dari beberapa Pusat Pembangkit Tenaga Listrik yang menyalurkan energi listrik bekerja secara paralel atau bergantian. Sehingga penyaluran tenaga listrik dapat berlangsung terus menerus (tidak dapat terputus), walaupun daerah kepadatan beban cukup tinggi dan luas. Hanya saja sistem ini memerlukan biaya yang cukup mahal dan membuat perencanaan yang cukup matang. Untuk perkembangan dikemudian hari, sistem interkoneksi ini sangat baik, bisa diandalkan serta dapat berfungsi sebagai antisipasi sistem ketika terjadi black out dan merupakan sistem yang mempunyai kualitas yang cukup tinggi.

Pada sistem interkoneksi ini apabila salah satu Pusat Pembangkit Tenaga Listrik mengalami kerusakan, maka penyaluran tenaga listrik dapat dialihkan ke Pusat Pembangkit lain. Pusat Pembangkit yang mempunyai kapasitas kecil dapat dipergunakan sebagai pembantu dari Pusat Pembangkit Utama. ketika beban normal sehari-hari dapat diberikan oleh Pusat Pembangkit Tenaga listrik tersebut, sehingga ekonomi pembangkitan dapat diperkecil. Sistem interkoneksi bekerja secara bergantian dan teratur sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Sehingga tidak ada Pusat Pembangkit yang bekerja terus-menerus. Cara ini akan dapat memperpanjang umur Pusat Pembangkit dan dapat menjaga kestabilan sistem pembangkitan tersebut. (Suswanto, D., 2009)

2.6. Rugi-rugi Daya

Dalam penyaluran sistem tenaga listrik, mengalami rugi-rugi daya yang begitu besar karena diakibatkan luasnya daerah yang akan membutuhkan sumber energi tenaga listrik dari jaringan distribusi. Rugi-rugi daya ini merupakan suatu energi listrik besarnya daya yang hilang pada inti transformator dan konduktor penghantar atau kabel (Peralatan suatu sistem jaringan), yang besarnya sama dengan daya yang disalurkan dari sumber dikurangi besarnya daya yang diterima. Dalam pemilihan

jenis kabel yang akan digunakan pada jaringan distribusi merupakan faktor penting yang harus diperhatikan dalam perencanaan dari suatu sistem tenaga listrik. Jenis kabel dengan nilai resistansi yang kecil akan dapat memperkecil rugi-rugi daya yang dihasilkan. Besar rugi-rugi daya pada jaringan distribusi dapat persamaan sebagai berikut (Tanjung, A., 2014) :

$$\Delta P = I^2 \times R \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

ΔP = Rugi daya pada jaringan (watt)

I = Arus beban pada jaringan (amper)

R = Tahanan (ohm)

2.7. Beban

Secara umum beban dapat dilayani oleh sistem distribusi elektrik dibagi dalam beberapa sektor yaitu sektor perumahan, sektor industri, sektor komersial dan sektor usaha. Pada Masing-masing sektor beban ini mempunyai karakteristik-karakteristik yang berbeda, karena hal ini berkaitan dengan pola konsumsi energi pada masing-masing konsumen di sektor tersebut. Karakteristik beban yang banyak disebut dengan pola pembebanan pada sektor perumahan ditujukan oleh adanya fluktuasi konsumsi energi elektrik yang dinyatakan cukup besar. Hal ini disebabkan konsumsi energi elektrik tersebut dominan pada malam hari. Sedangkan pada sektor industri fluktuasi konsumsi energi sepanjang hari akan hampir sama, sehingga perbandingan beban puncak terhadap beban rata-rata hampir mendekati satu. Beban pada sektor komersial dan usaha mempunyai karakteristik yang hampir sama, hanya pada sektor komersial akan mempunyai beban puncak yang lebih tinggi pada malam hari. (Suswanto, D., 2009)

Berdasarkan jenis konsumen energi listrik, secara garis besar, ragam beban dapat diklasifikasikan ke dalam :

- a. Beban rumah tangga, pada umumnya beban rumah tangga berupa lampu untuk penerangan, alat rumah tangga, seperti kipas angin, pemanas air, lemari es, penyejuk udara, mixer, oven, motor pompa air dan sebagainya.

Beban rumah tangga biasanya memuncak pada malam hari.

- b. Beban komersial, pada umumnya terdiri atas penerangan untuk reklame, kipas angin, penyejuk udara dan alat – alat listrik lainnya yang diperlukan untuk restoran. Beban hotel juga diklasifikasikan sebagai beban komersial (bisnis) begitu juga perkantoran. Beban ini secara drastis naik di siang hari untuk beban perkantoran dan pertokoan dan menurun di waktu sore.
- c. Beban industri dibedakan dalam skala kecil dan skala besar. Untuk skala kecil banyak beroperasi di siang hari sedangkan industri besar sekarang ini banyak yang beroperasi sampai 24 jam.
- d. Beban Fasilitas Umum, Pengklasifikasian beban ini sangat penting, artinya bila kita akan melakukan analisa karakteristik beban untuk suatu sistem yang sangat besar. Perbedaan yang paling prinsip dari empat jenis beban diatas, selain dari daya yang digunakan dan juga waktu pembebanannya. Pemakaian daya pada beban rumah tangga akan lebih dominan pada pagi dan malam hari, sedangkan pada beban komersial lebih dominan pada siang dan sore hari. Konsumsi energi listrik pada sektor industri yang bekerja siang dan malam. Dilihat dari sisi ini, jelas pemakaian daya pada industri akan lebih menguntungkan karena kurva bebannya akan lebih merata, sedangkan pada beban fasilitas umum lain lebih dominan pada siang dan malam hari. Namun pada hal ini penulis akan mencoba membahas permasalahan yang timbul pada karakteristik beban pada sektor komersial, tepatnya pengaruh yang ditimbulkan dari jenis beban pada peralatan elektrikal (Jumadi, 2015).

2.8. Daya Listrik

Daya listrik merupakan jumlah energi listrik dalam satuan waktu. Daya listrik terbagi menjadi tiga bagian, yaitu daya aktif, daya reaktif dan daya semu. Berikut ini adalah penjelasan dari ketiga daya tersebut sebagai berikut : (Manggalai, M. B., Afroni, M. J. and Basuki, B. M., 2018)

1. Daya aktif (P)

Daya aktif (Active Power) adalah pembangkitan, penyaluran, daya yang nyata digunakan oleh konsumen, sebagai hasil perkalian antara tegangan dengan arus atau komponen sefasa yang bolak-balik. Daya reaktif diberi simbol P , sedangkan dinyatakan dalam satuan daya reaktif adalah dalam satuan Watt atau kilowatt (KW) yang dapat ditransformasikan menjadi gerak fisik atau panas.

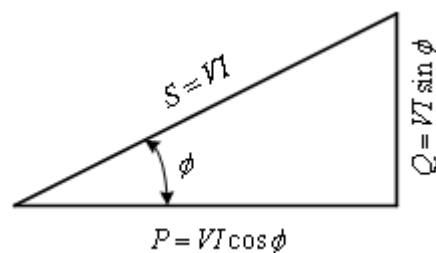
2. Daya reaktif (Q)

Daya Reaktif (Reactive Power) merupakan bagian dari daya listrik yang menghasilkan atau dibangkitkan serta mempertahankan medan magnet atau magnetis dari suatu peralatan yang arus bolak-balik. Dalam daya reaktif ini dipasok ke peralatan magnetis seperti komponen motor dan transformator serta dipasok sebagai halnya kompensasi rugi-rugi reaktif terhadap fasilitas transmisi. Daya reaktif diberi simbol Q , sedangkan dinyatakan dalam satuan daya reaktif adalah VAR (Volt Ampere Reactive) atau kiloVARs (kVAR) .

3. Daya Semu (S)

Daya semu (Apparent Power) merupakan daya yang dapat dibangkitkan oleh generator pada sistem pembangkit listrik serta Hasil perkalian tegangan dan arus dalam suatu rangkaian. Daya kompleks atau semu diberi simbol (S) dan memiliki satuan VA (Volt Ampere). Daya kompleks atau semu ini mengandung daya aktif dan daya reaktif.

Sehingga dapat disimpulkan Segitiga daya merupakan suatu ilustrasi atau hasil menggambarkan suatu hubungan yang matematis antara daya aktif, daya reaktif, dan daya semu. Daya aktif berada posisi garis horizontal, daya reaktif berada pada posisi vertikal, sedangkan daya semu merupakan sisi miring pitagoras yang dibentuk antara daya aktif dan daya reaktif reaktif seperti pada Gambar 2 sebagai berikut : (Manggalai, M. B., Afroni, M. J. and Basuki, B. M., 2018)



Gambar 2 Segitiga Daya.

Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan Segitiga daya sebagai berikut :

$$S = V \times I \dots\dots\dots (2)$$

$$Q = V \times I \times \sin \varphi \dots\dots\dots (3)$$

$$P = V \times I \times \cos \varphi \dots\dots\dots (4)$$

$$\cos \varphi = P/S \dots\dots\dots (5)$$

2.9. Metode Perhitungan Aliran Daya

Salah satu cara yang dipakai dalam menyelesaikan perhitungan aliran daya adalah metode Newton-Raphson. Metode ini menerapkan deret Taylor untuk mendapatkan persamaan matematika sebagai dasar perhitungan iterasi yang menggunakan matriks Jacobian. Metode NewtonRaphson merupakan prosedur pendekatan berurutan berdasarkan estimasi awal yang tidak diketahui dan merupakan penggunaan deret Taylor. Metode Newton-Raphson memiliki perhitungan lebih baik dibandingkan metode Gauss-Seidel untuk sistem tenaga listrik yang lebih besar karena lebih efisien dan praktis. Jumlah iterasi yang dibutuhkan ditentukan berdasarkan ukuran sistem. Untuk mencari daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) sebagai berikut :

$$(P_i) = \sum_{j=1}^n |V_i| |V_j| |Y_{ij}| \cos(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad (6)$$

$$(Q_i) = - \sum_{j=1}^n |V_i| |V_j| |Y_{ij}| \sin(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad (7)$$

Dalam Metode ini persamaan aliran daya dirumuskan dalam bentuk polar. Deret Taylor seperti pada persamaan berikut :

$$\begin{pmatrix} \Delta P_1 \\ \Delta P_{n-1} \\ \dots \\ \Delta Q_1 \\ \Delta Q_{n-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{\partial P_1}{\partial \Phi_1} & \frac{\partial P_1}{\partial \Phi_{n-1}} & \frac{\partial P_1}{\partial V_1} & \frac{\partial P_1}{\partial V_{n-1}} \\ \frac{\partial P_{n-1}}{\partial \Phi_1} & \frac{\partial P_{n-1}}{\partial \Phi_{n-1}} & \frac{\partial P_{n-1}}{\partial V_1} & \frac{\partial P_{n-1}}{\partial V_{n-1}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial Q_1}{\partial \Phi_1} & \frac{\partial Q_1}{\partial \Phi_{n-1}} & \frac{\partial Q_1}{\partial V_1} & \frac{\partial Q_1}{\partial V_{n-1}} \\ \frac{\partial Q_{n-1}}{\partial \Phi_1} & \frac{\partial Q_{n-1}}{\partial \Phi_{n-1}} & \frac{\partial Q_{n-1}}{\partial V_1} & \frac{\partial Q_{n-1}}{\partial V_{n-1}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta \Phi_1 \\ \Delta \Phi_{n-1} \\ \dots \\ \Delta V_1 \\ \Delta V_{n-1} \end{pmatrix}$$

Persamaan di atas dapat disederhanakan menjadi :

$$\begin{bmatrix} \Delta P_1 \\ \Delta Q_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 & J_2 \\ J_3 & J_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \Phi_1 \\ \Delta V_1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

Atau

$$\begin{bmatrix} \Delta \Phi \\ \Delta V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 & J_2 \\ J_3 & J_4 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} \quad (9)$$

Keterangan :

ΔP dan ΔQ : Selisih daya aktif dan daya reaktif antara nilai yang diketahui dan nilai yang dihitung.

ΔV dan $\Delta \Phi$: Selisih tegangan bus dan sudut fasa

J_1 , J_2 , J_3 , dan J_4 disebut sub matriks Jacobian dari matriks Jacobian J .
(Nova, Gama., 2012)

Dalam Metode Newton-Raphson secara luas digunakan untuk permasalahan persamaan non-linear. Penyelesaian persamaan ini menggunakan permasalahan yang linear dengan solusi pendekatan. Metode ini dapat diaplikasikan untuk satu persamaan atau beberapa persamaan dengan beberapa variabel yang tidak diketahui.

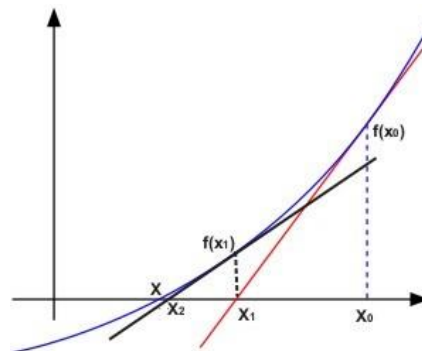
Metode Newton-Raphson secara luas digunakan untuk permasalahan Persamaan non-linear. Penyelesaian Persamaan ini menggunakan permasalahan yang linear dengan solusi pendekatan. Metode ini dapat diaplikasikan untuk satu Persamaan atau beberapa Persamaan dengan beberapa Variabel yang tidak diketahui.

Langkah-langkah perhitungan aliran daya menggunakan metode Newton-Raphson sebagai berikut (Dermawan dkk, 2019):

1. Membentuk matrik admitansi Yrel
2. Menentukan nilai awal $V^{(0)}$, $\delta^{(0)}$, P_{spec} , Q_{spec}
3. Menghitung daya aktif dan daya reaktif
4. Menghitung nilai $\Delta P_i^{(k)}$ dan $\Delta Q_i^{(k)}$
5. Membuat matrik Jacobian
6. Menghitung nilai $\Delta \delta_i^{(k+1)}$ dan $\Delta |V|_i^{(k+1)}$
7. Mencari nilai ΔP dan ΔQ , Perhitungan akan konvergensi jika nilai ΔP dan $\Delta Q \leq 10^{-4}$
8. Jika sudah konvergensi maka perhitungan selesai, jika belum konvergensi maka perhitungan dilanjutkan untuk iterasi berikutnya.

Dengan diperolehnya hasil output aliran daya dari sistem dengan metode Newton-Raphson dengan bantuan software ETAP powerstation 19.0.1 yaitu: VAR, tegangan, daya aktif, daya semu, dan $\cos \phi$ merupakan input yang digunakan dalam analisa aliran daya.

Metode Newton-Raphson bila digambarkan dalam bentuk grafik akan didapatkan seperti pada Gambar 3 :



Gambar 3 Ilustrasi Metode Newton-Raphson

Sumber : <https://images.app.goo.gl/2KtgUHmfukHr31e17>

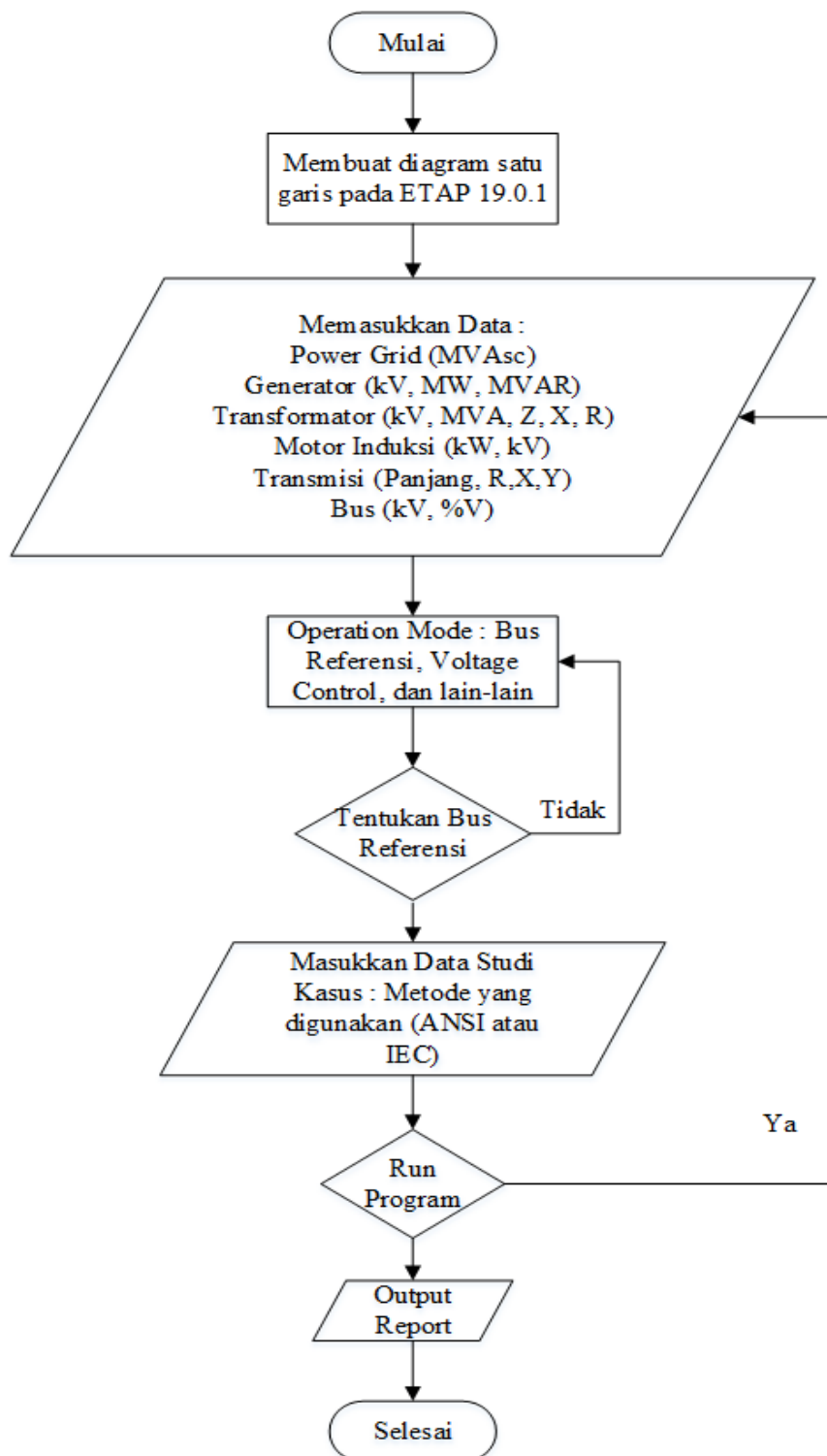
Pada Gambar 3 dapat dilihat kurva garis melengkung diasumsikan grafik persamaan $y = f(x)$, nilai x_0 pada garis x merupakan nilai perkiraan awal, kemudian dilakukan dengan nilai perkiraan kedua hingga ketiga. (Otniel, Fredo.dkk., 2019).

2.10. Electric Transient and Analysis Program (ETAP) 19.0.1

ETAP (Electric Transient and Analysis Program) merupakan program yang menawarkan solusi yang paling komprehensif untuk desain, simulasi, dan analisis

pembangkitan, transmisi, dan distribusi listrik untuk sebuah sistem tenaga listrik yang besar. Program ETAP ini mampu mensimulasi dalam keadaan offline (tanpa jaringan) dan mampu dapat menganalisa load flow (aliran daya), short circuit (hubung singkat), motor, harmonic, transient stability (Stabilitas transien), DC load flow, DC short circuit, battery discharge sizing, unbalance load flow, optimal power flow, reliability assessment, OCP (Optimal Capacitor Placement) dan switching sequence management. Proyek sistem tenaga listrik memiliki masing-masing elemen rangkaian yang dapat diedit langsung dari diagram satu garis atau jalur sistem pentanahan. Untuk melakukan kemudahan hasil perhitungan analisis dapat ditampilkan pada diagram satu garis tersebut.(Saefrudin, Deni. 2015)

Adapun Langkah-langkah penyelesaian aliran daya menggunakan ETAP pada Gambar 4 sebagai berikut :

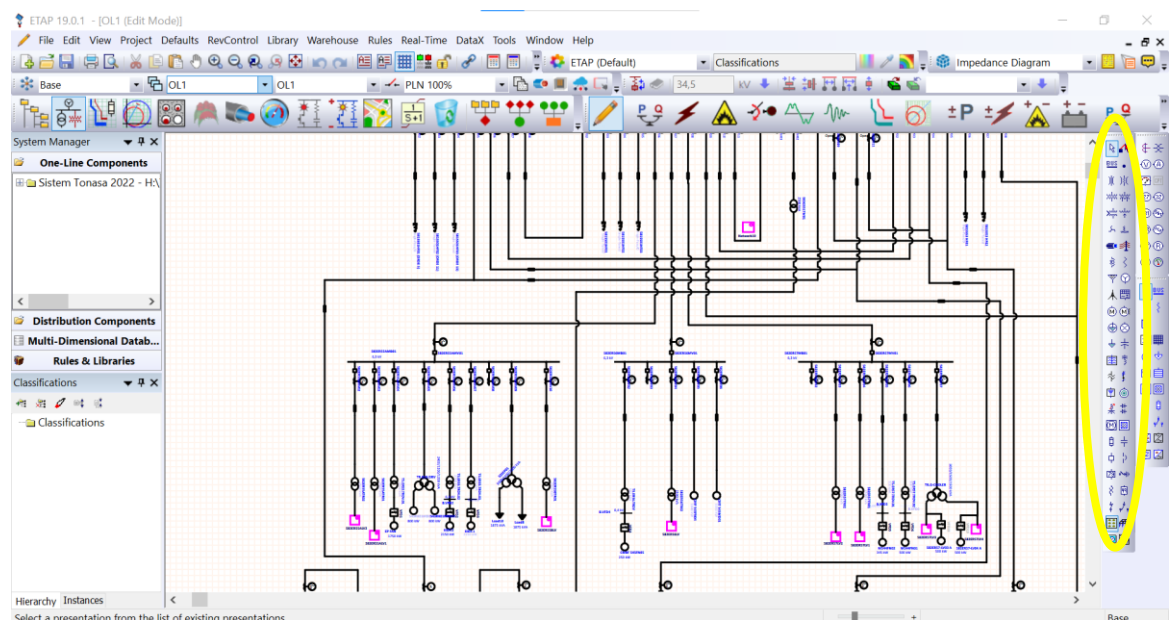


Gambar 4 Diagram Alir Load Flow Menggunakan ETAP

(Sumber : Fadly Fajar & Ika Handayani, 2012)

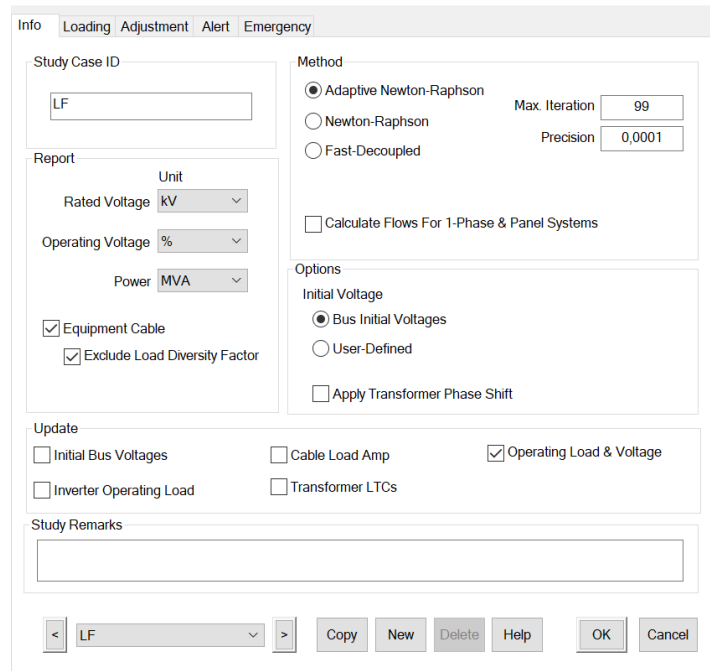
Pada Gambar 4 merupakan diagram alir (flowchart) studi aliran daya menggunakan ETAP 19.0.1 dimana proses pertama dimulai hingga keluaran selesai. Proses metode aliran daya sesuai Gambar 4 adalah:

1. Membuat diagram satu garis pada ETAP 19.0.1 sistem yang akan dibahas dalam tulisan ini adalah sistem kelistrikan di Pabrik Tonasa IV dan V seperti pada Gambar 5 adalah :



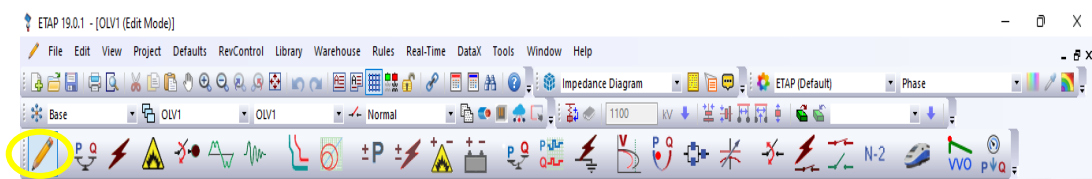
Gambar 5 Membuat Diagram Satu Garis ETAP 19.0.1

2. Mengumpulkan Data generator, transformator, transmisi, pengaman, dan motor dapat dimasukkan ke dalam program setelah diagram satu garis yang telah dibuat.
3. Menentukan bus referensi atau Voltage control pada generator, setelah memasukkan seperti data generator, motor, bus, Transformator, dan Saluran Transmisi.
4. Kemudian memasukkan studi kasus yang akan ditinjau seperti Metode Newton Rhapson, iterasi 99 sehingga dikatan konvergen, dan sebagainya. ditunjukkan pada Gambar 6 :



Gambar 6 Kotak Dialog Load Flow Study Case

5. Jalankan Program ETAP dengan memilih icon load flow analisis pada tool. Apabila Program akan mengalami eror (mengalami gangguan), sehingga terjadi kesalahan, seperti input data yang kurang tepat atau tidak lengkap maka data seharusnya akan diinput kembali. pada Gambar 7 icon load flow analisis sebagai berikut :



Gambar 7 Tool Load Flow ETAP 19.0.1

6. Untuk keluaran Studi Aliran Daya dapat diketahui setelah program dijalankan kemudian melihat hasil aliran daya dapat dilihat load flow report manager pada toolbar sebelah kanan dalam program tersebut. Seperti pada Gambar 8 tool report manager sebagai berikut:



Gambar 8 Tool Report Manajer ETAP 19.0.1

7. Setelah mengunduh hasil report manager pada Gambar 8 maka hasil load flow pada etap telah selesai.