

SKRIPSI

ANALISIS RUGI – RUGI DAYA PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 kV

MENGGUNAKAN ETAP 12.6.0 PENYULANG POLRES WAISAI

PT. PLN (Persero) ULP WAISAI



DISUSUN OLEH :

**ARINOFAL ARIFIN
105821117317**

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2024

HALAMAN JUDUL

ANALISIS RUGI – RUGI DAYA PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV

MENGGUNAKAN ETAP 12.6.0 PENYULANG POLRES WAISAI

PT. PLN (Persero) ULP WAISAI

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Elektro

Disusun dan Diajukan Oleh :

ARINOFAL ARIFIN

105821117317

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2024



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: www.unismuh.ac.id, e_mail: unismuh@gmail.com

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISA RUGI RUGI DAYA PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV MENGGUNAKAN ETAP PENYULANG POLRES WAISAI PT PLN (PERSERO) ULP WAISAI**

Nama : Arinofal Arifin

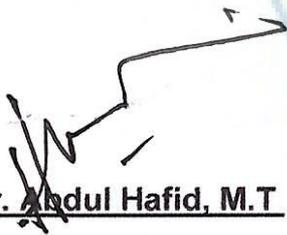
Stambuk : 105 82 11173 17

Makassar, 30 Agustus 2024

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II


Ir. Abdul Hafid, M.T.


Ir. H. Antarissubhi, S.T., M.T.

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Elektro



Ir. Adrian, S.T., M.T.

NBM : 1044 202





بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Arinofal Arifin** dengan nomor induk Mahasiswa **105 82 11173 17**, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0007/SK-Y/20201/091004/2024 sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 27 Juli 2024.

Panitia Ujian : Makassar, 25 Safar 1446 H
30 Agustus 2024 M

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. AMBO ASSE, M.Ag

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Eng. MUHAMMAD ISRAN RAMLI, ST., MT

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, MT

b. Sekretaris : Ir. Suryani, ST., MT

3. Anggota

: 1. Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

2. Andi Abd Halik Lateko Tj, S.T., M.T Ph.D

3. Ir. Rahmania, ST., MT

Mengetahui :

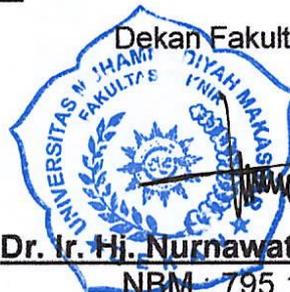
Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Abdul Hafid, M.T

Ir. H. Antarissubhi, S.T., M.T

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM

NBM : 795 108



Management System
 ISO 21001:2018
 www.tuv.com
 ID 500035183



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr Wb

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulisan skripsi pada penyulang polres Waisai dengan judul **Analisis Rugi – Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi 20 kV Menggunakan ETAP 12.6, Penyulang Polres Waisai, PT. PLN (Persero) ULP Waisai** dapat terselesaikan. Penyusunan skripsi ini guna memenuhi salah satu syarat agar dapat memperoleh gelar sarjana Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis tentu masih menemui hambatan, namun atas pertolongan Allah SWT serta bantuan dari berbagai pihak akhirnya penulisan dapat diselesaikan. Dan pada kesempatan ini dengan tulus serta ikhlas penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua Orang Tua tercinta yang senantiasa dengan ikhlas mencurahkan cinta dan kasih sayangnya, yang selalu memberikan dorongan dan motivasinya.
2. Ibu Dr. Ir. Hj Nurnawaty, S.T., M.T., IPM. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu Ir. Adriani ST. MT., IPM selaku ketua Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak Ir. Abdul Hafid. MT selaku pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. H. Antarissubhi. MT selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga

serta pikirannya selama membimbing kemudian mengarahkan penulis dalam pembuatan proposal penelitian ini.

5. Bapak serta Ibu Dosen dan para staff Fakultas Teknik atas segala waktunya yang telah mendidik dan melayani kami selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Saudara – saudaraku serta rekan – rekan mahasiswa Fakultas Teknik Khususnya angkatan 2017 dengan akrab dan persaudaraan banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari penulisan pada skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu saran dan kritik sangat penulis harapkan demi perbaikan skripsi ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat berguna dalam pengembangan ilmu pengetahuan yang bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Makassar, Juli 2024

Penulis

Arinofal Arifin

‘Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar’

Email : arinofall@gmail.com

ABSTRAK

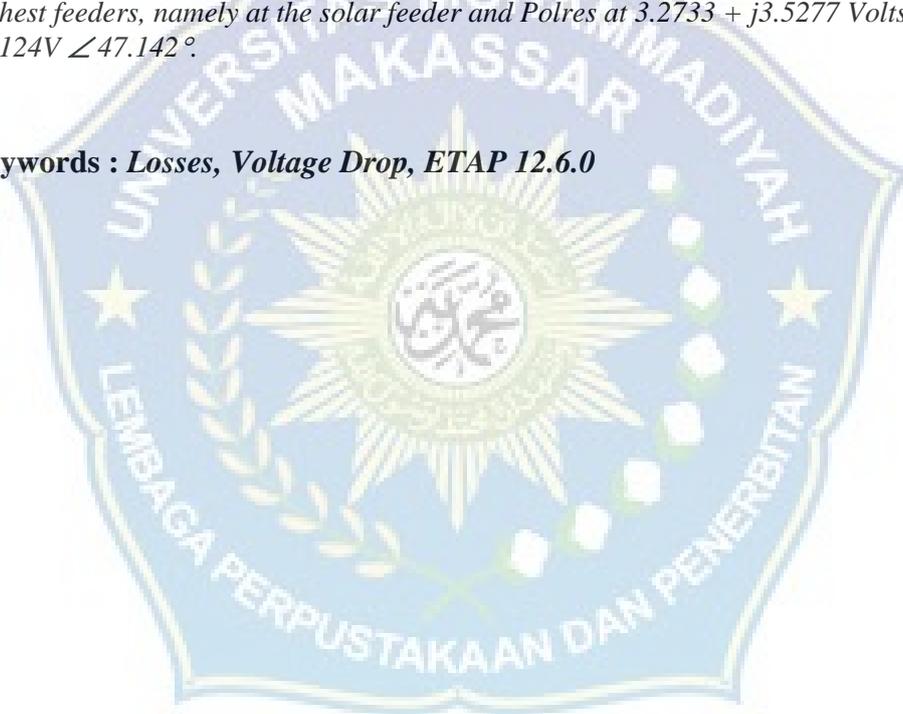
Meningkatnya kebutuhan energi listrik pada masyarakat akan berlanjut seiring dengan meningkatnya perkembangan dunia yang semakin canggih. Kondisi ini tentu tidak terlepas dari ketersediaan energi listrik yang efektif dan tentunya berkualitas. Kerugian energi harus diperkirakan dan diantisipasi untuk menjaga keefisiennya. Jika pembangkit tenaga listrik memiliki jarak yang sistem distribusi dan transmisi yang jauh dari pelanggan dapat digunakan agar dapat menyalurkan energi daya listrik ke konsumen. Rugi – rugi daya dan jatuh tegangan adalah energi yang hilang penyebabnya ada pada tekanan, resistansi, sistem jaringan, dan transformator. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar rugi – rugi daya menggunakan etap 12.6.0, dan jatuh tegangan pada penyulang polres Waisai PT. PLN (Persero) ULP Waisai. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian dskritif, pengumpulan data dilakukan dengan survei, wawancara, dan dokumentasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa panjang saluran 13.223 km kemudian dari hasil simulasi etap terdapat 2 (dua) *losses* tertinggi yaitu pada cabang Surya 3.5 kW dan Polres 2.8 Kw, dan untuk perhitungan jatuh tegangan terdapat dua feeder tertinggi yaitu pada feeder surya dan polres sebesar $3.2733 + j3.5277$ Volt. Atau $\Delta V = 4.8124V \angle 47.142^\circ$.

Kata kunci : Rugi – rugi daya, Jatuh Tegangan ETAP 12.6.0

ABSTRACT

The increasing need for electrical energy in society will continue along with the increasing development of an increasingly sophisticated world. This condition certainly cannot be separated from the availability of effective and of course quality electrical energy. Energy losses must be estimated and anticipated to maintain efficiency. If the power plant has a distribution and transmission system that is far from the customer, it can be used to distribute electrical energy to consumers. Power losses and voltage drops are energy lost which are caused by pressure, resistance, network systems and transformers. This research aims to determine the magnitude of power losses using stage 12.6.0, and the voltage drop at the Waisai PT police station feeder. PLN (Persero) ULP Waisai. The method used in this research is descriptive research, data collection was carried out by surveys, interviews and documentation. The results of this research show that the channel length is 13,223 km, then from the etap simulation results there are 2 (two) highest losses, namely at the Surya branch 3.5 kW and Polres 2.8 Kw, and for calculating the voltage drop there are two highest feeders, namely at the solar feeder and Polres at $3.2733 + j3.5277$ Volts. Or $\Delta V = 4.8124V \angle 47.142^\circ$.

Keywords : Losses, Voltage Drop, ETAP 12.6.0



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL

HALAMAN JUDUL ii

HALAMAN PENGESAHAN iii

KATA PENGANTAR..... v

ABSTRAK vii

DAFTAR ISI..... ix

DAFTAR GAMBAR..... xii

DAFTAR TABEL xiii

BAB I PENDAHULUAN..... 1

A. Latar Belakang..... 1

B. Rumusan Masalah 3

C. Tujuan Penelitian 3

D. Manfaat Penelitian 3

E. Batasan Masalah 3

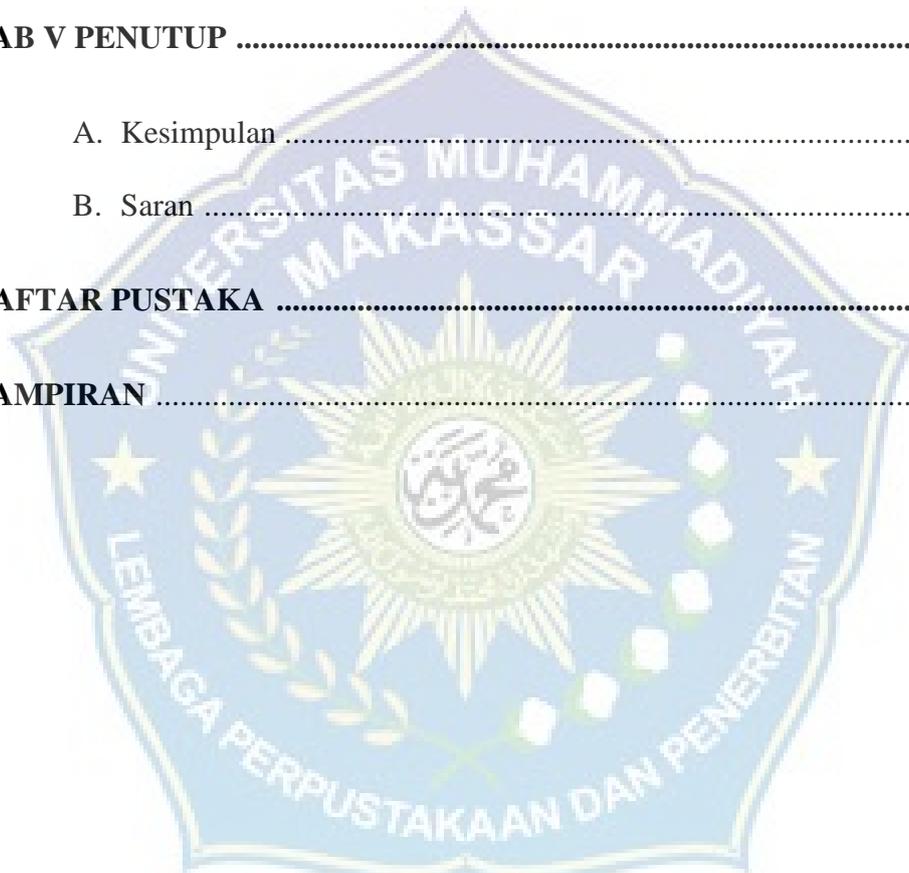
F. Sistematika Penulisan 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... 5

A. Sistem Distribusi Tenaga Listrik 5

1. Secara Umum	5
2. Bagian Sistem Distribusi Tenaga Listrik	11
a. Jaringan Tegangan Menengah (JTM)	11
b. Jaringan Tegangan Rendah (JTR)	16
B. Rugi – Rugi pada Sistem Tenaga Listrik	17
1. Secara Umum	17
2. Jenis Rugi – Rugi Pada Sistem Distribusi	17
a. Rugi – Rugi pada sistem tenaga listrik berdasarkan tempatnya terjadinya	18
b. Rugi – Rugi pada sistem tenaga listrik berdasarkan sifatnya ..	18
1) Rugi – Rugi Non Teknis	18
2) Rugi – Rugi Teknis	18
C. Jatuh Tegangan (<i>Drop Voltage</i>)	20
1. Pengertian jatuh tegangan	20
D. ETAP 12.6	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
A. Tempat dan Waktu Penelitian	25
B. Alat dan Bahan	25
C. Analisis Pengumpulan Data	26
D. Flowchart Penelitian	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28

A. Gambaran umum jaringan distribusi pada penyulang polres	28
B. Data jaringan distribusi penyulang polres	28
C. Hasil pengujian <i>Losses</i> pada jaringan distribusi pada penyulang polres	31
D. Perhitungan Jatuh Tegangan yang terjadi pada penghantar	35
BAB V PENUTUP	42
A. Kesimpulan	42
B. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	44



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ruang Lingkup Sistem Tenaga Listrik	7
Gambar 2.2 Jaringan Tegangan Menengah (JTM), Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan Koneksi Intra – Gedung ke Pelanggan.....	7
Gambar 2.3 Konfigurasi Sistem Tenaga Listrik	9
Gambar 2.4 Konfigurasi Radial	12
Gambar 2.5 Konfigurasi Ring	13
Gambar 2.6 Konfigurasi Spindel	14
Gambar 2.7 Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)	15
Gambar 2.8. Toleransi Tegangan yang di izinkan	22
Gambar 3.1 Lokasi Tempat Penelitian Penyulang Polres Waisai.....	25
Gambar 3.2 Flowchart Penelitian	27
Gambar 4.1 Single Line Diagram Sistem Waisai (Penyulang Polres)	29
Gambar 4.2 <i>Single Line Diagram</i> Menggunakan Etap 12.6.0	34
Gambar 4.3 Beban <i>Lamped Load</i> dan <i>Static Load</i> pada Etap 12.6.0	34

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Penghantar Penyulang Polres	28
Tabel 4.2 Data Trafo Pada Penyulang Polres sampai Pada Mansapur	30
Tabel 4.3 Data Panjang Saluran Pada Penyulang Polres	31
Tabel 4.4 Hasil Studi Load Flow Menggunakan Etap 12.6.0 Pada Jaringan Distribusi Penyulang Polres	32
Tabel 4.5 <i>Losses</i> dan Voltage Drop Saat Sistem Normal Hasil Simulasi Etap 12.6.0	33



BAB I

PENDAHUUAN

A. Latar Belakang

Meningkatnya kebutuhan energi listrik pada masyarakat akan berlanjut seiring dengan meningkatnya perkembangan dunia yang semakin canggih. Kondisi ini tentu tidak terlepas dari ketersediaan energi listrik yang efektif dan tentunya berkualitas. Efektif dalam artian energi listrik yang diproduksi dapat digunakan secara maksimal oleh masyarakat atau tidak mengalami kerugian energi pada jaringan atau pada peralatan listrik seperti transformator.

Pembangkit listrik di PT. PLN (Persero) ULP Waisai, Kabupaten Raja Ampat menggunakan sistem distribusi radial. Kestabilan dan kesanggupan ditentukan oleh berapa besar daya yang diterima oleh konsumen, artinya rugi – rugi daya tentu perlu dipertimbangkan.

Kerugian energi harus diperkirakan dan diantisipasi untuk menjaga keefisiennya. Jika pembangkit tenaga listrik memiliki jarak yang sistem distribusi dan transmisi yang jauh dari pelanggan dapat digunakan agar dapat menyalurkan energi daya listrik ke konsumen. Rugi – rugi daya dan jatuh tegangan adalah energi yang hilang penyebabnya ada pada tekanan, resistansi, sistem jaringan, dan transformator. Rugi - rugi daya yaitu kehilangan energi yang tidak dapat dihindari. Saluran transmisi jika mengalami jatuh tegangan sangat perlu diperhatikan, karena dapat mengalami kehilangan daya yang cukup besar.

Kerugian energi harus dapat diprediksi dan dianalisa agar tidak melebihi batas wajar. Kekurangan energi listrik pada salah satu daerah akan mengalami tegangan rendah dan bisa terjadi pemadaman listrik.

Sistem tenaga listrik adalah melakukan ketersediaan dan pengiriman energi listrik yang tepat dan memperhatikan kualitas, mutu dan ke – efektifannya, jika penyaluran tenaga listrik mengalami kendala yang bisa saja terjadi yaitu, salah satunya adalah rugi – rugi daya (*losses*). Rugi – rugi daya pada sistem distribusi tenaga listrik dapat berdampak pada kualitas serta keefesiennya pada sistem rugi – rugi daya, yang terjadi jika arus mengalir yang melalui penghantar tersebut.

Perhitungan rugi daya (*losses*) memiliki berbagai cara, yaitu dengan melakukan perhitungan secara manual dan menggunakan ETAP 12.6.0 (*Electrical Transient and Analysis Program*). ETAP 12.6.0 yaitu aplikasi perangkat lunak yang digunakan dalam mempermudah kemudian mempercepat perhitungan dan simulasi dalam mencari rugi daya serta energi. Perhitungan menggunakan ETAP 12.6.0 ini menggunakan studi *load flow* dalam mengetahui masalah pada *undervoltage*. Studi aliran beban juga dapat digunakan dalam menentukan ukuran yang optimal dan lokasi kapasitor untuk mengetahui masalah pada tegangan.

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut penulis mengangkat judul **Analisis Rugi – Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi 20 Kv Menggunakan ETAP 12.6.0 Penyulang Polres Waisai PT PLN (Persero) ULP Waisai.**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah yang telah dijelaskan pada latar belakang, maka dapat ditentukan permasalahan yaitu :

1. Bagaimana melihat dan mengetahui rugi – rugi daya yang terjadi pada penyulang Polres menggunakan ETAP 12.6.0
2. Bagaimana dan cara mengetahui jatuh tegangan pada penyulang Polres.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui rugi – rugi daya pada penyulang Polres menggunakan ETAP 12.6.0
2. Untuk menghitung jatuh tegangan pada penyulang Polres

D. Manfaat Penelitian

Diharapkan manfaat yang diinginkan setelah penelitian ini tercapai adalah untuk dapat memudahkan dari pihak PLN terkhususnya pada penyulang Polres Waisai agar dapat mengetahui besar rugi – rugi daya pada transformator serta jatuh tegangan dan meminimalisasikan terhadinya rugi – rugi daya dan jatuh tegangan terhadap pemakaian energi listrik.

E. Batasan Masalah

Untuk tercapainya sebuah sasaran yang tepat maka perlu dibuat suatu batasan masalah, yaitu :

1. Menghitung berapa besar jatuh tegangan pada jaringan distribusi.
2. Mensimulasikan pada ETAP 12.6.0 bagaimana terjadinya rugi – rugi daya pada penyulang Polres.

F. Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir penelitian ini disusun sebagai berikut :

Bab I : Pendahuluan

Menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II : Tinjauan Pustaka

Menjelaskan tentang sistem jaringan penyaluran listrik, bagaimana terjadi jatuh tegangan dan rugi – rugi daya agar mengetahui penyebab dan solusi permasalahan.

Bab III : Metodologi Penelitian

Menjelaskan tentang lokasi penelitian, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian. Serta tahapan yang digunakan dalam proses perhitungan rugi – rugi daya.

Bab IV : Hasil dan Pembahasan

Menjelaskan hasil dan pembahasan hasil simulasi menggunakan Etap tentang rugi – rugi daya dan jatuh tegangan.

Bab V : Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran pembahasan tentang simulasi rugi – rugi daya menggunakan etap 12.6.0 dan jatuh tegangan

Daftar Pustaka : Meliputi tentang daftar yang mencantumkan spesifikasi sebuah buku yang meliputi judul buku, Nama pengaran, Penerbit dan informasi yang terkait

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

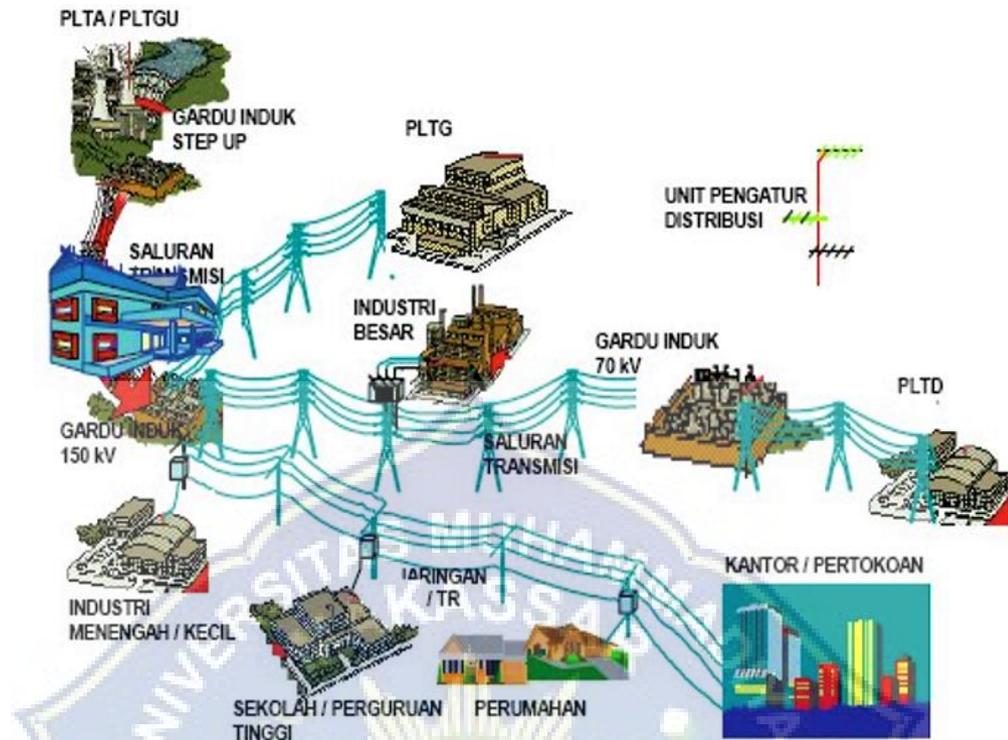
A. Sistem Penyaluran Tenaga Listrik

1. Secara Umum

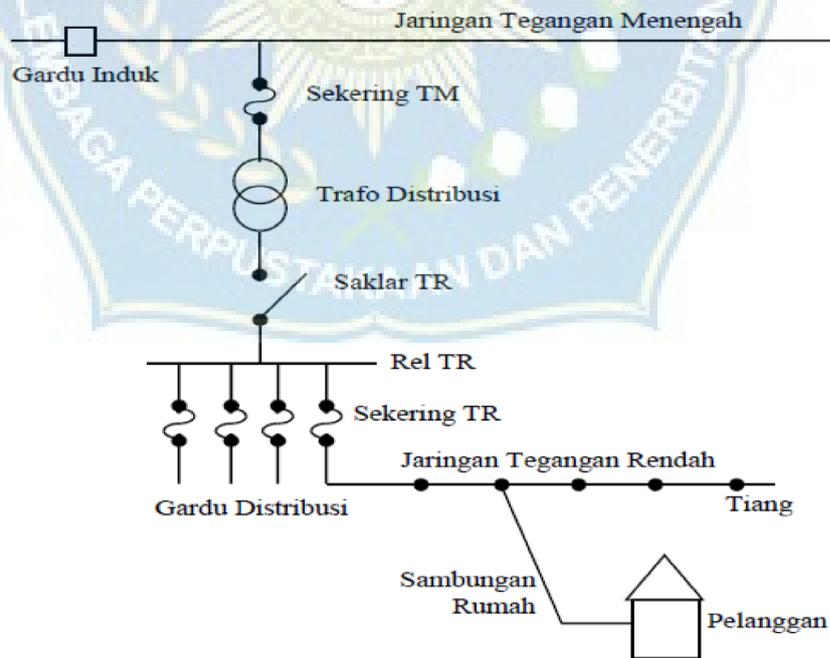
Dalam Kesiapan daya listrik dalam jumlah dan kualitas yang cukup merupakan salah satu faktor yang akan mempercepat laju peningkatan dan pembangunan ekonomi, serta mendukung produktivitas masyarakat. Salah satu kendalanya adalah penyaluran tenaga listrik ke konsumen. Hal ini dikarenakan konsumen pada umumnya mengharapkan suatu bentuk penyediaan energi listrik secara terus – menerus. Perusahaan tenaga listrik dalam hal ini PT Perusahaan Listrik Negara (PLN) Persero perlu dapat memberikan pelayanan tenaga listrik yang terbaik untuk memenuhi kebutuhan konsumen, namun pada kenyataannya pasokan tenaga listrik yang besar dapat mengakibatkan terjadinya krisis tenaga listrik. Untuk alasan ini, adalah tugas mendesak untuk memaksimalkan manajemen operasi sistem tenaga. Jaringan distribusi energi listrik adalah bagian dari sistem energi listrik yang berhubungan langsung dengan konsumen. Oleh karena itu, jaringan distribusi tenaga listrik yang baik harus dioperasikan dan dipelihara. Untuk mendistribusikan daya ke konsumen, jaringan dibagi menjadi dua. Yaitu jaringan primer dengan tegangan 20000 Volt atau 20 kV (Tegangan Menengah) dan jaringan sekunder dengan tegangan 220/380 Volt. (Syahputra, Ramdoni 2016)

Ketika mendistribusikan daya, keandalan jaringan distribusi dikompromikan karena penurunan tegangan dan rugi – rugi daya sangat mungkin terjadi pada konduktor, dan rugi daya sangat mungkin terjadi pada transformator distribusi harus dipertimbangkan secara serius. Oleh karena itu, perlu diperhatikan aspek teknis dan non – teknis untuk meningkatkan keandalan dan kualitas. Distribusi energi listrik dalam jaringan distribusi ke konsumen mengurangi daya pada saluran (konduktor), transformator, dan perangkat lain yang dipasang di jaringan distribusi. Penyusutan ini normal selama jumlahnya masih dalam kisaran yang dapat diterima. Jika jumlahnya melebihi tingkat yang dapat diterima, maka perlu langkah – langkah harus diambil untuk mengatasinya.

Jaringan distribusi daya biasanya mengalami rugi – rugi daya dan penurunan tegangan. Hal ini dikarenakan arus yang mengalir pada jaringan distribusi sangat tinggi, baik pada distribusi primer maupun sekunder. Ketika terjadi penurunan tegangan yang besar, karakteristik pengoperasian perangkat, terutama peralatan rumah tangga, akan terpengaruh, terutama dalam kondisi dimana penurunan tegangan melebihi 10%. Jika kondisi ini terus berlanjut pada arus tinggi, peralatan elektronik beroperasi secara tidak normal atau rusak.



Gambar 2.1 Area Pada Sistem Tenaga Listrik (Suhadi, dkk.2008)



Gambar 2.2 Jaringan Tegangan Menengah (JTM), Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan koneksi intra – gedung ke Pelanggan (Suhadi, dkk.2008)

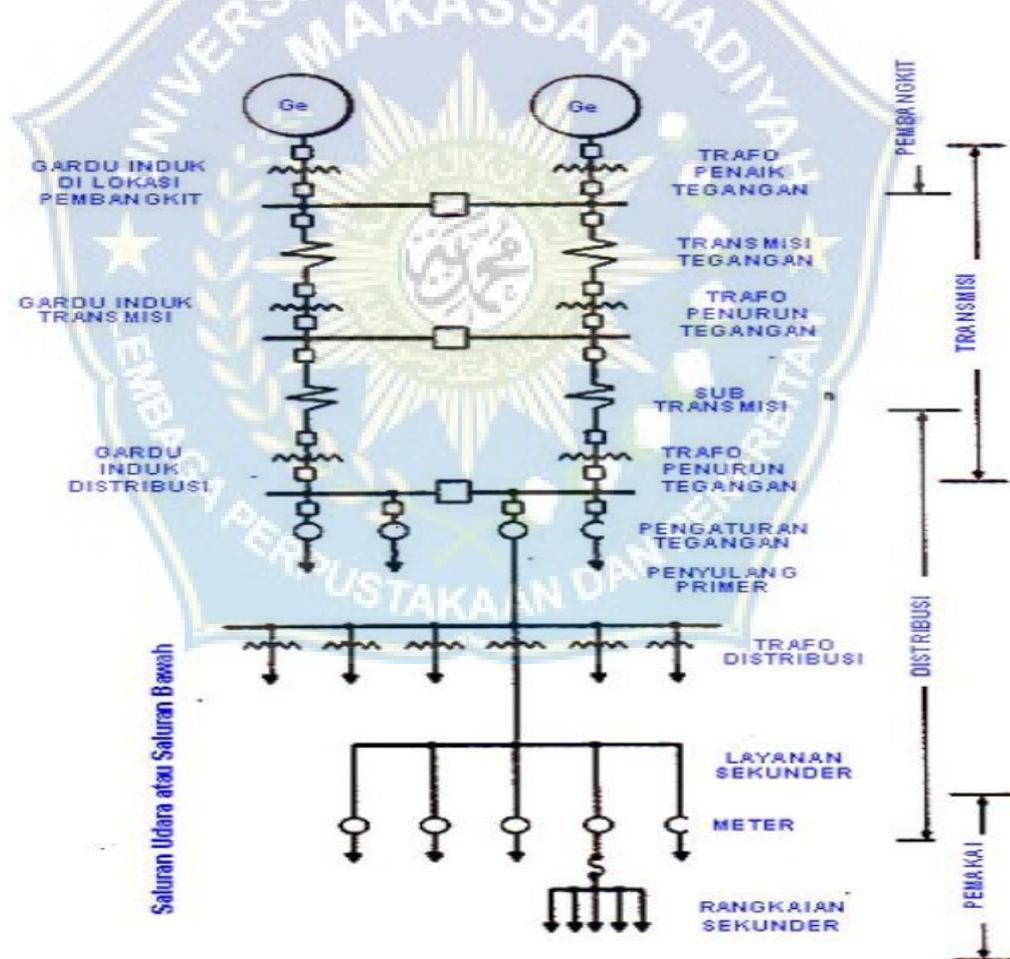
Penyulang Polres Waisai merupakan salah satu penyulang yang diumpangkan dari gardu induk Waisai. Pengumpan waisai melayani 54 stasiun distribusi dengan kapasitas yang bervariasi dan didistribusikan di beberapa lokasi untuk melayani konsumen diseluruh wilayah Waisai, termasuk kawasan pusat.

Hal ini ditunjukkan sebagai akibat dari besarnya jatuh tegangan dan rugi – rugi daya pada jaringan distribusi, disertai dengan penyambungan (switching) pada gardu induk. Seiring berkembangnya kawasan Waisai dan kawasan pemukiman sekitarnya menyebabkan kebutuhan konsumen akan listrik yang bervariasi, hal ini untuk meminimalisir gejala yang dapat mengakibatkan padamnya listrik dan pemadaman listrik yang dikenal dengan tegangan menengah. Permasalahan yang akan dikaji kali ini adalah jatuh tegangan pada jaringan distribusi dan rugi daya pada jaringan distribusi penyulang Polres Waisai. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya rugi – rugi daya pada penyulang Waisai. Jaringan distribusi secara garis besar dibagi menjadi tiga bagian : sistem pembangkit listrik, jaringan transmisi, dan jaringan distribusi. pembangkit listrik adalah tempat dimana energi listrik dibangkitkan, dengan menggunakan trafo step – up untuk menaikkan tegangan ke tegangan yang lebih tinggi dan mengirimkannya ke saluran transmisi.

Saluran transmisi menghubungkan pembangkit listrik dengan sistem distribusi atau konsumen melalui gardu induk dengan menurunkan tegangan ke tegangan menengah dengan trafo step down. Di daerah

distribusi, energi listrik disalurkan ke konsumen untuk berbagai keperluan. Diagram distribusi daya. Sistem tenaga listrik di Indonesia menggunakan sistem tiga fasa simetris. Artinya tegangan tiga fasa yang dihasilkan oleh unit pembangkit listrik seimbang baik besaran tegangan maupun frekuensi yang dihasilkan.

Keandalan atau kualitas energi listrik secara umum dapat dinyatakan sebagai kemampuan suatu komponen atau sistem untuk mensuplai tenaga listrik untuk menjalankan fungsinya secara memuaskan dan lengkap.



Gambar 2.3 Konfigurasi Sistem Tenaga Listrik (Suhadi, dkk.2008)

Penyaluran daya dari gardu induk ke konsumen memerlukan suatu sistem distribusi dimana terjadi penurunan tegangan dan rugi – rugi daya pada sistem distribusi, dan rugi – rugi daya juga terjadi pada trafo distribusi. Menurut Dugan & Beaty (1996), bahwa perubahan tegangan suplai diizinkan antara +5 % dan – 5 %, sedangkan menurut Wardani (1996), bahwa batas toleransi variasi tegangan adalah +5 % dan – 10 % dari tegangan nominal. Penyaluran tenaga listrik dari gardu induk ke konsumen memerlukan sistem jaringan distribusi. Sistem jaringan distribusi dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

a. Sistem jaringan distribusi Primer

Sistem jaringan distribusi primer adalah bagian dari sistem tenaga listrik yang terletak di antara gardu induk. Jaringan distribusi ini biasanya terdiri dari jaringan tiga fasa dengan tiga atau empat penghantar. Kabel overhead, overhead atau bawah tanah digunakan untuk penyaluran energi listrik pada jaringan distribusi primer, dan penggunaannya disesuaikan dengan tingkat keandalan yang dipersyaratkan. Saluran distribusi ini meluas ke pusat konsumen akhir disepanjang wilayah yang dilayani oleh listrik.

b. Sistem jaringan distribusi Sekunder

Apabila jaringan ini berhubungan langsung dengan konsumen tenaga listrik, sistem jaringan distribusi sekunder termasuk dalam sistem jaringan distribusi primer.

Pada jaringan distribusi sekunder, sistem distribusi primer diturunkan dari 20 kV menjadi sistem tegangan rendah atau 380/220 Volt. Beberapa jenis sistem jaringan distribusi primer dikenal dan masing – masing sistem memiliki karakteristik yang berbeda dan memiliki kelebihan dan kekurangan tergantung pada kebutuhan. Kriteria pemilihan sistem tergantung pada kepentingan konsumen/loading point itu sendiri., ini termasuk :

- a) Pelayanan yang baik dan berkelanjutan
- b) Daya listrik yang berkualitas
- c) Keseimbangan pelayanan serta luas dan jangkauan daerah beban
- d) Kemudahan dalam pengembangan serta jangkauan daerah luas
- e) Situasi serta kondisi pada lingkungan
- f) Dan terjangkau

2. Bagian Sistem Distribusi Daya Listrik

Pada bagian ini ruang lingkup jaringan distribusi yang akan dibahas yaitu, Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR).

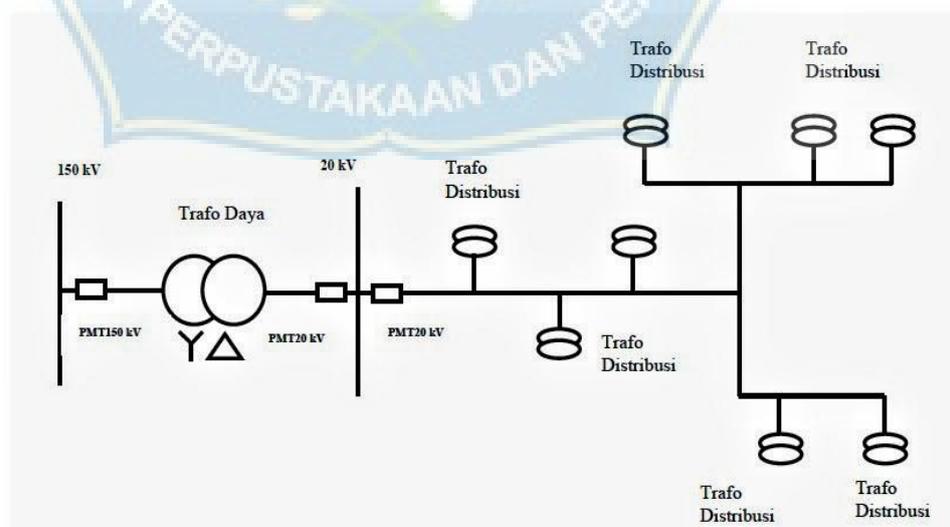
a. Jaringan Tegangan Menengah (JTM)

Lingkup Jaringan Tegangan Menengah pada sistem distribusi dimulai dari terminal keluar (out – going) pemutus tegangan dari transformator penurun tegangan Gardu Induk atau transformator penaik tegangan pada pembangkit untuk sistem distribusi skala kecil, hingga peralatan pemisah/proteksi sisi masuk (in – coming)

transformator distribusi 20 kV – 230/400 V. (PT. PLN (Persero) Buku 5, 2010)

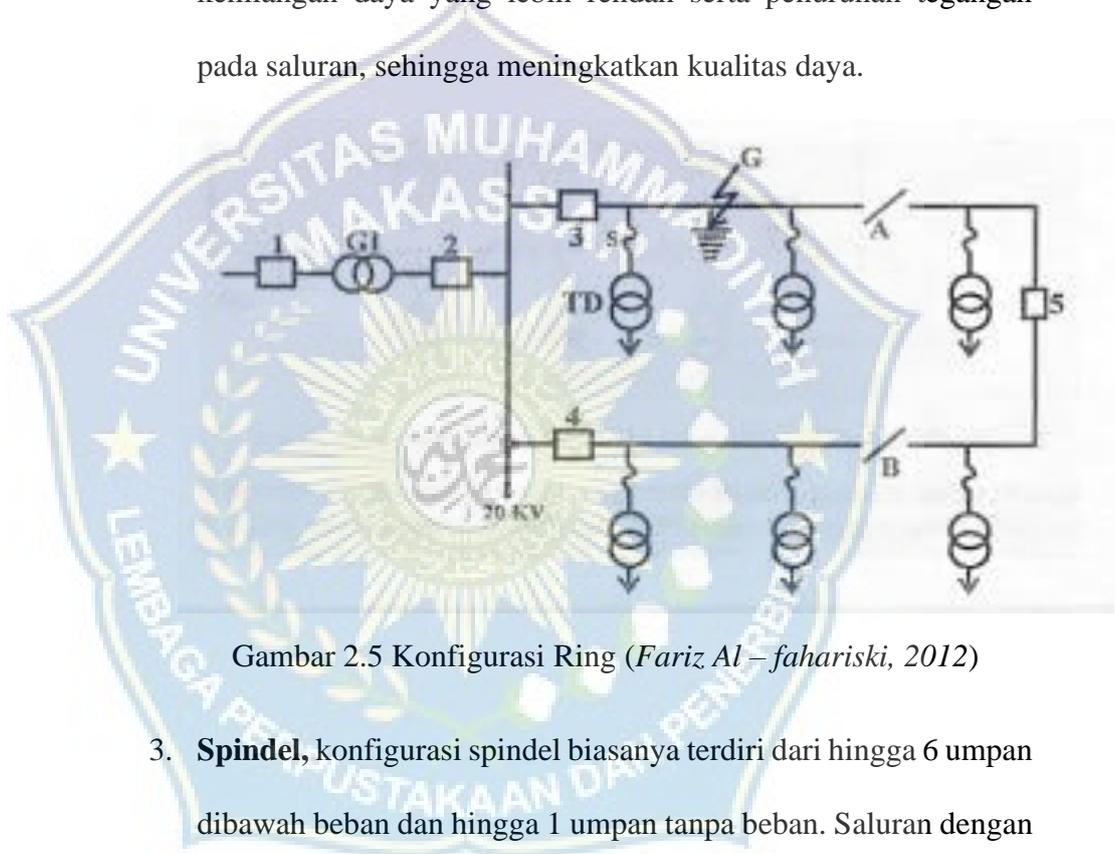
Konfigurasi jaringan tegangan menengah terbagi beberapa yaitu (Fariz Al – fahariski, 2012) :

1. **Radial**, yaitu konfigurasi bentuk paling dasar, sederhana dan banyak digunakan. Konfigurasi ini disebut radial karena saluran ini ditarik secara radial dari titik yang menjadi sumber jaringan dan bercabang ke titik beban (beban yang sedang siproses dan tidak memiliki saluran alternatif lain. Adapun keuntungannya yaitu bentuknya yang sederhana dan biaya investasi yang sangat rendah. sedangkan kerugian dari konfigurasi ini adalah kualitas daya yang relatif buruk. Hal ini dikarenakan tegangan dan rugi – rugi daya yang sering terjadi pada saluran relatif. Tinggi dan kelanjutan daya tidak terjamin. Load Points Alternatifnya yaitu, lintasan balap benar – benar gelap.



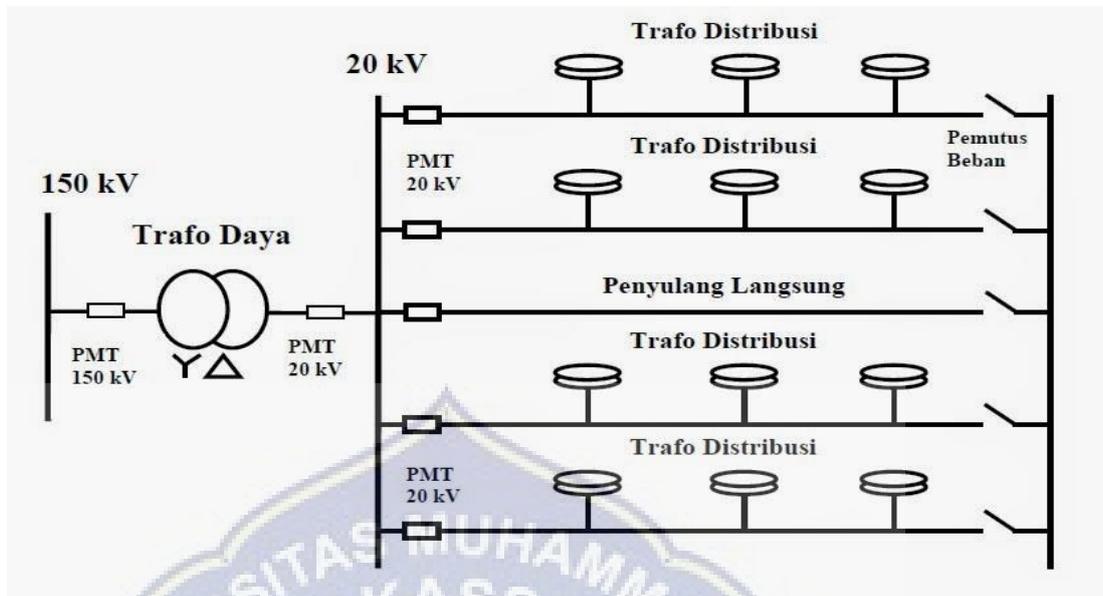
Gambar 2.4 Konfigurasi Radial (Fariz Al – fahariski, 2012)

2. **Ring, atau Konfigurasi Cincin** yaitu konfigurasi dengan dua saluran alternatif yang berasal dari berbagai sumber pada titik beban. Susunan injeksi sirkuit membentuk cincin yang memungkinkan titik beban diumpankan dari dua arah injeksi. Hal ini memastikan kontinuitas layanan yang lebih baik dan kehilangan daya yang lebih rendah serta penurunan tegangan pada saluran, sehingga meningkatkan kualitas daya.



Gambar 2.5 Konfigurasi Ring (*Fariz Al – fahariski, 2012*)

3. **Spindel**, konfigurasi spindel biasanya terdiri dari hingga 6 umpan dibawah beban dan hingga 1 umpan tanpa beban. Saluran dengan enam keran yang beroperasi dibawah beban disebut keran kerja, dan saluran tanpa beban disebut keran cepat. Fitur keran cepat berfungsi sebagai cadangan jika salah satu keran berungsi gagal dan juga membantu meminimalkan penurunan tegangan pada sistem distribusi yang terpengaruh dalam kondisi normal.



Gambar 2.6 Konfigurasi Spindel (*Fariz Al – fahariski, 2012*)

Ada tiga bagian dalam Jaringan Tegangan Menengah, yaitu. (PT. PLN (Persero) Buku 5, 2010) :

1) Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)

Pada Saluran Udara Tegangan Menengah memiliki struktur termurah untuk mendistribusikan energi listrik dengan kinerja yang sama. Dan banyak digunakan untuk konsumen Jaringan Tegangan Menengah yang digunakan di Indonesia. Fitur utama dari jaringan ini adalah penggunaan konduktor telanjang yang didukung oleh isolasi pada tiang besi atau beton. Penggunaan konduktor telanjang harus mempertimbangkan faktor – faktor yang berkaitan dengan keamanan daya, seperti : jarak aman minimum yang harus dijaga oleh konduktor 20 kV antar fasa.



Gambar 2.7 Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) (PT. PLN (Persero) Buku 5, 2010)

2) Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM)

Dalam meningkatkan keamanan serta kualitas distribusi daya, penggunaan konduktor semiterisolasi dalam konstruksi jaringan saluran transmisi overhead tegangan menengah 20 kV juga dapat diganti dengan konstruksi konduktor bengkok berinsulasi penuh. Pada isolasi konduktor pada tiap fasa tidak perlu dilindungi oleh perlindungan mekanis. Berat kabel twisted pair menjadi pertimbangan saat memilih kekuatan tiang pancang beton yang menahan beban.

3) Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM)

Pada struktur SKTM ini adalah desain yang aman dan andal untuk distribusi daya tegangan menengah, tetapi biaya distribusi daya yang sama lebih mahal. Keandalan ini dimungkinkan oleh konstruksi insulasi konduktor dan pelindung mekanis untuk setiap fasa. Penggunaan SKTM sebagai jaringan distribusi utama merupakan upaya utama untuk meningkatkan kualitas distribusi. Dibandingkan dengan SUTM, SKTM mengurangi resiko gangguan operasional yang disebabkan oleh faktor eksternal dan meningkatkan keamanan kelistrikan. Dalam banyak kasus, penerapan instalasi SKTM tidak dapat dipisahkan dari instalasi saluran udara tegangan menengah sebagai sistem distribusi yang terintegrasi, sehingga masalah perubahan desain keduanya tetap menjadi perhatian utama.

b. Jaringan Tegangan Rendah (JTR)

Pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah (JTR) merupakan bagian akhir dari sistem satu daya. Listrik disalurkan ke konsumen melalui jaringan distribusi ini. Mengingat skala jaringan distribusi yang terhubung langsung dengan kawasan pemukiman dan berada di kawasan pemukiman juga harus memenuhi syarat aman dan ramah lingkungan bagi pengguna. Konfigurasi maskapai tegangan rendah umumnya radial.

Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah terdiri dari beberapa yaitu sebagai berikut. (PT. PLN (Persero) Buku 3, 2010) :

- a) SUTRKP (Saluran Udara Tegangan Rendah Kabel Pilin)
- b) SUTRBC (Saluran Udara Tegangan Rendah Bare Conductor)
- c) SKTTR (Saluran Kabel Tanah Tegangan Rendah)

B. Rugi – Rugi pada Sistem Tenaga Listrik

1. Secara Umum

Pada rugi – rugi sistem kelistrikan memang terjadi. Pada dasarnya konsumsi daya adalah selisih antara jumlah energi listrik yang dihasilkan dengan jumlah energi listrik yang sampai ke tangan konsumen. Kerugian bersifat berkelanjutan dan merupakan nilai ekuitas dan derivatif perdagangan yang bukan merupakan aktivitas utama entitas. Semua transaksi adalah peristiwa lain yang mempengaruhi bisnis selama periode waktu tertentu. Kecuali untuk transaksi biaya atau pemilik – ke – pemilik (pribadi).

2. Jenis Rugi – Rugi Pada Sistem Distribusi

Tidak semua peralatan listrik yang digunakan bekerja dengan sempurna setiap saat. Semakin lama digunakan, semakin tidak efisien perangkat dan semakin besar kerugiannya (Hadi, Abdul, 1994: 3). Dalam sistem distribusi tenaga listrik, rugi-rugi daya (*Losses*) dapat dibedakan menjadi beberapa jenis. Menurut Keputusan Direksi PT. PLN (Persero) No.217 – 1.K/DIR/2005 (2005:2) Ada dua jenis rugi – rugi daya (*Losses*). Yaitu :

- a. Rugi transmisi dan distribusi berdasarkan lokasi
- b. Karena sifatnya, kerugian teknis dan non teknis

a. Rugi – Rugi pada sistem tenaga listrik berdasarkan tempatnya terjadinya

Rugi – Rugi berdasarkan tempatnya dibagi menjadi dua yaitu :

- 1) Rugi – rugi sistem transmisi, yaitu rugi – rugi trafo (trafo tegangan tinggi), trafo saluran transmisi dan gardu induk.
- 2) Rugi – rugi pada sistem distribusi yaitu rugi – rugi pada penyulang utama (main feeder) dan jaringan, trafo distribusi, peralatan distribusi dan pengukuran.

b. Rugi – Rugi pada sistem tenaga listrik berdasarkan sifatnya

Rugi – rugi berdasarkan sifatnya dibagi menjadi dua yaitu :

1) Rugi – Rugi Non Teknis

Rugi – rugi non teknis timbul dari masalah distribusi sistem tenaga listrik. Untuk mencegah kerugian non-teknis yang sering terjadi karena pencurian dan koneksi yang tidak sah. Dalam hal ini, PLN harus mengambil langkah-langkah berikut : saring setiap pelanggan dan ambil langkah untuk memutus aliran listrik dan laporkan kepada pihak berwenang jika ditemukan bukti pencurian atau penyambungan listrik ilegal.

2) Rugi – Rugi Teknis

Kerugian teknis (technical loss) disebabkan oleh konduktivitas listrik dari bahan/perangkat itu sendiri. Hal ini sangat

tergantung pada kualitas bahan/perangkat listrik. Jika pada jaringan maka akan sangat bergantung pada konfigurasi jaringannya.

a) akibat panas

Ketika konduktor terus diberi energi, maka akan menghasilkan panas, dan panas ini disebabkan oleh energi listrik yang mengalir melalui konduktor. Semakin lama arus mengalir, semakin panas konduktor dan semakin banyak energi listrik yang hilang karena mengubah energi listrik menjadi panas. Ini merupakan kerugian karena setiap energi yang hilang menyebabkan tegangan melintasi konduktor turun. Semakin banyak energi yang diubah menjadi panas, semakin banyak energi yang hilang.

b) akibat jarak

Hal ini sangat memengaruhi keandalan jaringan. Ketika konduktor menjadi lebih lebar atau panjang, lebih banyak energi listrik yang hilang karena hambatan dari konduktor itu sendiri. Karena jarak penghantar yang begitu jauh dari sumber listrik atau pembangkit listrik, maka nilai resistansi penghantar itu sendiri akan mengurangi daya yang mengalir melalui penghantar tersebut.

c) Luas penampang penghantar

Arus yang mengalir melalui suatu penghantar selalu menghadapi hambatan dari penghantar itu sendiri; tingkat

hambatannya bervariasi menurut bahannya. Tegangan juga memiliki dampak besar pada kehilangan daya.

Semakin tinggi tegangan di saluran, semakin rendah arus di saluran. Demikian pula, arus adalah salah satu faktor yang mempengaruhi konsumsi daya saluran.

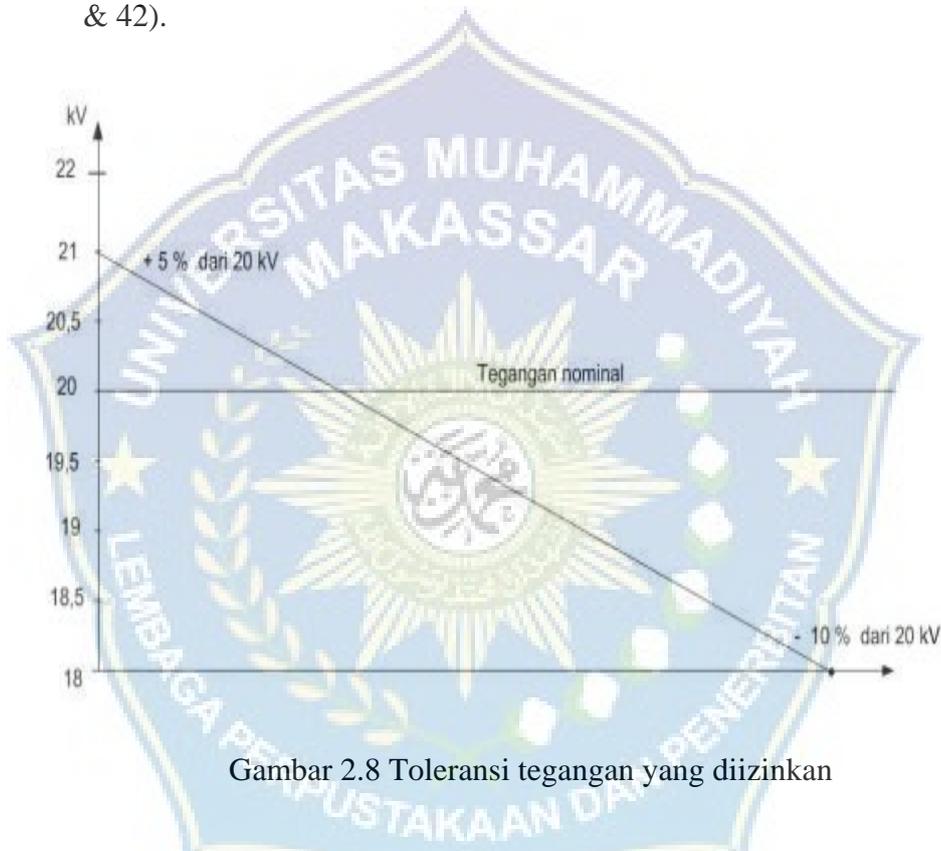
C. Jatuh Tegangan (Drop Tegangan)

1. Pengertian Jatuh Tegangan

Jatuh tegangan merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar. Jatuh tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Besarnya jatuh tegangan dinyatakan baik dalam persen atau dalam besaran volt. Besarnya batas atas dan bawah ditentukan oleh kebijaksanaan perusahaan kelistrikan. Perhitungan jatuh tegangan praktis pada batas – batas tertentu dengan hanya menghitung besarnya tahanan masih dapat dipertimbangkan, namun pada sistem jaringan khususnya pada sistem tegangan menengah masalah induktansi dan kapasitansinya diperhitungkan karena nilainya cukup berarti. (PT. PLN (Persero), 2010 : hal 20)

Jatuh tegangan secara umum adalah tegangan yang digunakan pada beban. Tegangan jatuh ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui tahanan kawat. Jatuh tegangan V pada penghantar semakin besar arus jika semakin besar pula arus I didalam penghantar semakin besar dan jika tahanan penghantar $R\Omega$ semakin besar pula. Jatuh Tegangan merupakan

penanggung jawab terjadinya kerugian pada penghantar karena dapat menurunkan tegangan pada beban. Akibatnya hingga berada dibawah tegangan nominal yang dibutuhkan. Atas dasar hal tersebut maka jatuh tegangan yang di izinkan untuk instalasi arus kuat hingga 1.000 V yang ditetapkan dalam persen dari tegangan kerjanya. (Daryanto, 2010 : hal 18 & 42).



Gambar 2.8 Toleransi tegangan yang diizinkan

Sesuai dengan standar PLN (SPLN), perancangan dirancang untuk menerima 10% jatuh tegangan di ujung jaringan. Ini disebabkan oleh rugi tegangan yang disebabkan oleh hambatan listrik (R) dan reaktansi (X). Jatuh tegangan phasor V_d pada suatu penghantar yang memiliki impedansi (Z) dan membawa arus (I) dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$V_d = I \cdot Z \dots\dots\dots 1$$

Dalam pembahasan ini, jatuh tegangan (ΔV) adalah perbedaan antara tegangan kirim (V_k) dan tegangan terima (V_T). Jatuh tegangan dapat dijelaskan dengan rumus berikut:

$$\Delta V = (V_k) - (V_T) \dots\dots\dots 2$$

Tegangan yang diterima konsumen (V_r) lebih rendah dari tegangan kirim (V_s) karena ada resistansi pada penghantar. Oleh karena itu, tegangan jatuh (V_{drop}) adalah perbedaan antara tegangan pada pangkal pengiriman (sending end) dan tegangan pada ujung penerimaan (receiving end). Jatuh tegangan relatif dinamakan regulasi tegangan VR (*Voltage Regulation*) dan dapat dinyatakan oleh rumus :

$$V_R = \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\% \dots\dots\dots 3$$

Dimana : V_s = Tegangan pada pangkal pengiriman
 V_r = Tegangan pada ujung penerimaan

Untuk menghitung jatuh tegangan, diperlukan faktor daya dan reaktansi yang tidak sama dengan satu. Dalam penyederhanaan perhitungan, diasumsikan beban – bebannya merupakan beban tiga fasa yang seimbang dan faktor dayanya ($\cos \phi$) antara 0,6 sampai dengan 0,85. Adapun rumus yang digunakan berdasarkan pendekatan hubungan yaitu :

$$(\Delta V) = I (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi) L \dots\dots\dots 4$$

Keterangan :
 I = Arus beban (Ampere)
 R = Tahanan rangkaian (ohm)
 X = Reaktansi rangkaian

D. ETAP 12.6

ETAP versi 12.6.0 adalah *software* untuk power sistem yang bekerja mengikuti plant (perfect). Kemudian setiap plant harus menyediakan perlengkapan atau alat – alat yang berkaitan dengan analisis yang akan dilakukan.

ETAP 12.6.0 dirancang untuk menganalisis kondisi persyaratan daya yang berbeda pada sisi konsumen industri dan jaringan listrik atau sisi jaringan listrik, pemasangan kabel, pertahanan GIS, desain papan koordinasi perlindungan dan diagram sistem kontrol AC/DC. ETAP versi 12.6.0 juga dapat membuat diagram garis secara grafis serta sejumlah analisis/studi antara lain:

a. Aliran daya (load flow)

Pengujian aliran daya ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik aliran daya yang mempengaruhi variasi beban aliran daya dan rugi – rugi transmisi. Analisis aliran daya adalah pendekatan yang cukup penting dan esensial untuk menyelidiki permasalahan dalam pengoperasian dan perencanaan sistem tenaga listrik. Analisis aliran daya juga dapat memberikan keadaan operasi sistem tenaga yang seimbang dan stabil, tanpa mempertimbangkan proses transien sistem.

Penggunaan komputer digital untuk menghitung aliran beban dimulai pada pertengahan tahun 1950an. Sejak saat itu berbagai metode telah digunakan dalam perhitungan aliran timbal. Perkembangan metode

ini didorong oleh persyaratan dasar perhitungan aliran beban yang dapat diringkas sebagai berikut :

- a) Sifat konvergensi
 - b) Efisiensi komputasi dan kebutuhan memori
 - c) Kenyamanan dan fleksibilitas implementasi
- b. Analisis Hubung Singkat

Analisis Hubung Singkat ini dapat digunakan untuk melakukan simulasi keadaan tunak serta untuk melindungi koordinasi dan pengujian dinamis perangkat pelindung. Analisis ini juga mendukung kebutuhan perencanaan dan pengambilan keputusan untuk meningkatkan keandalan.

- c. Analisis Koordinasi Perangkat Star

Digunakan untuk menjalankan simulasi kondisi steady – state dan koordinasi, proteksi dan testing dinamik peralatan proteksi dan testing dinamik peralatan proteksi

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

a. Tempat Penelitian

Adapun tempat penelitian, pengambilan data, dan analisis secara umum dilakukan di :

Tempat : PT. PLN (Persero) ULP Waisai

Alamat : Jl Raya Waisai, Distrik Kota Waisai, Kabupaten Raja Ampat, Papua Barat, 98482



Gambar 3.1 Lokasi Tempat Penelitian Penyulang Polres Waisai

b. Untuk waktu penelitian ini akan dimulai pada bulan Juni – Agustus 2023 .

B. Alat dan Bahan

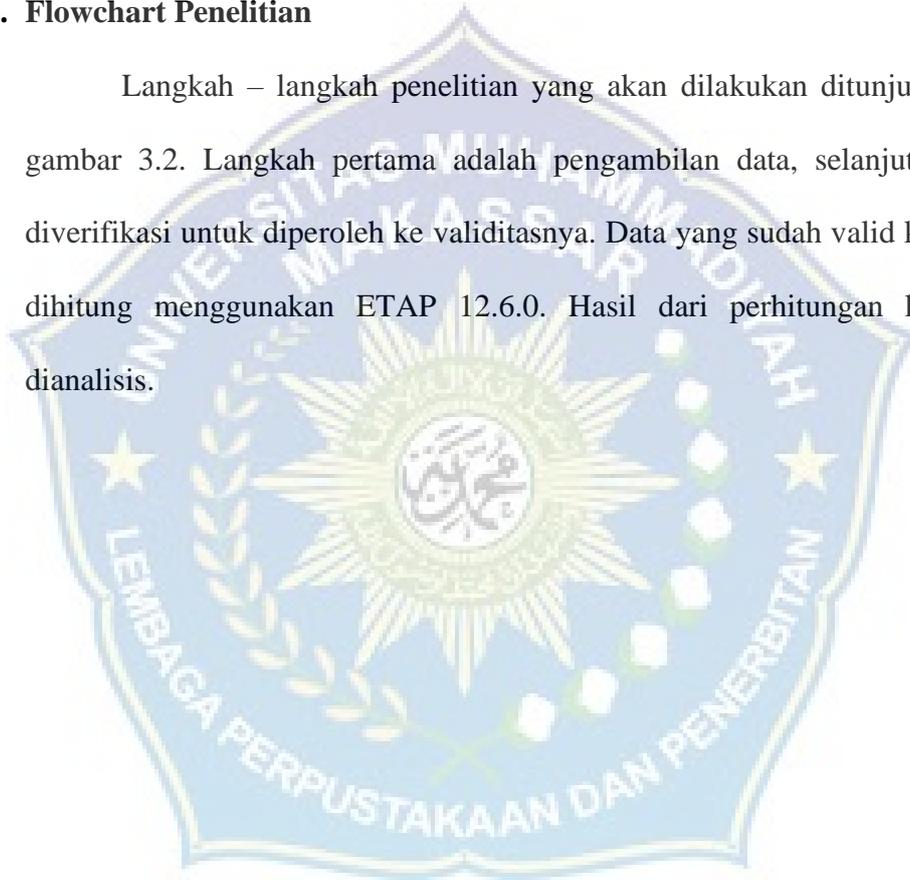
Alat yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu sebuah laptop, dan aplikasi atau perangkat lunak yang mendukung sistem tenaga listrik yaitu, Electric Transient Analysis Program (ETAP).

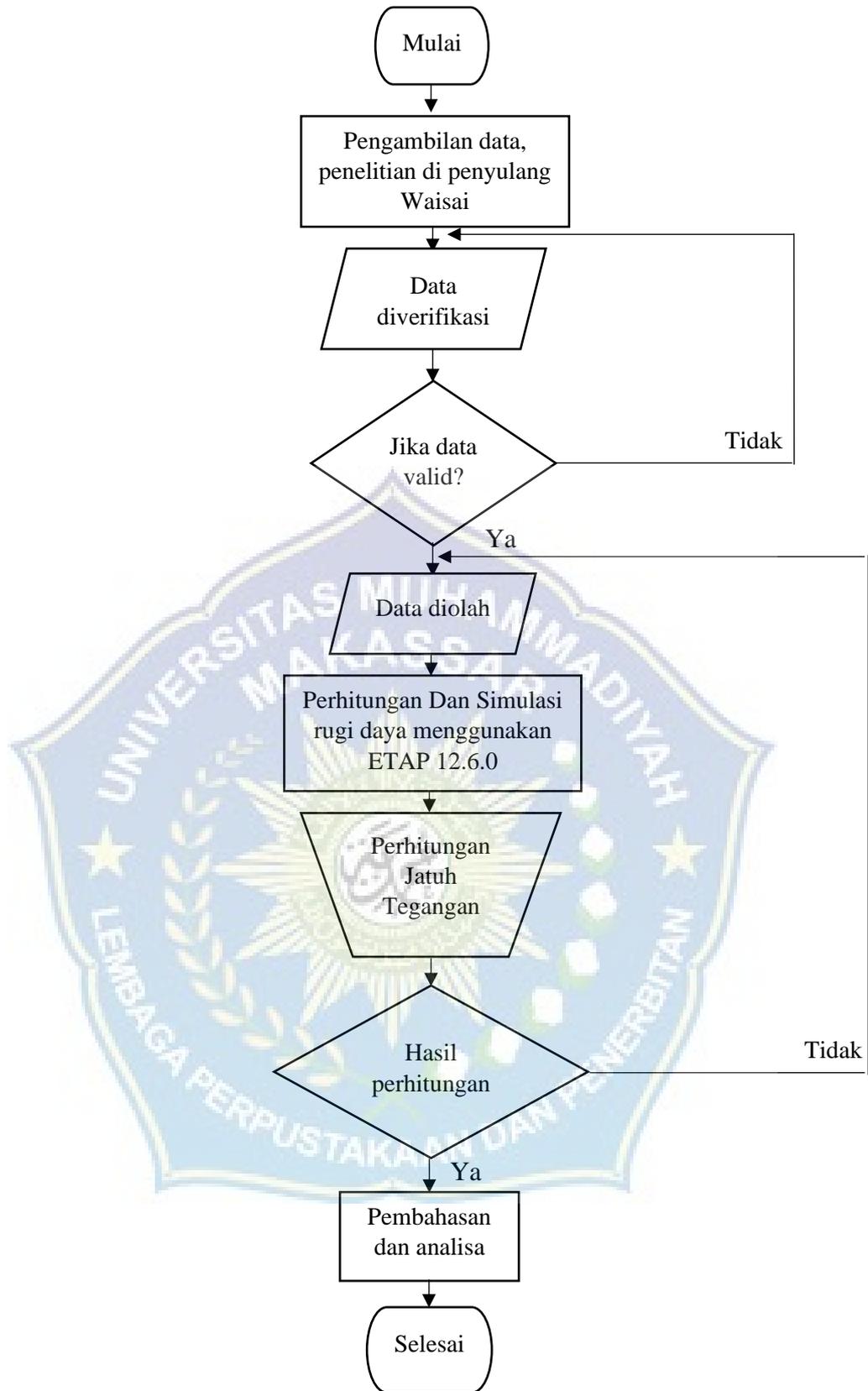
C. Analisis Pengumpulan Data

Pada proses pengumpulan data peneliti menggunakan metode kuantitatif dalam penelitian ini, dan dengan teknik survey lapangan, ini digunakan untuk mengetahui seberapa besar rugi daya yang terjadi pada penyulang Waisai.

D. Flowchart Penelitian

Langkah – langkah penelitian yang akan dilakukan ditunjukkan pada gambar 3.2. Langkah pertama adalah pengambilan data, selanjutnya data diverifikasi untuk diperoleh ke validitasnya. Data yang sudah valid kemudian dihitung menggunakan ETAP 12.6.0. Hasil dari perhitungan kemudian dianalisis.





Gambar 3.2 Flowchart Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Jaringan Distribusi Pada Penyulang Polres

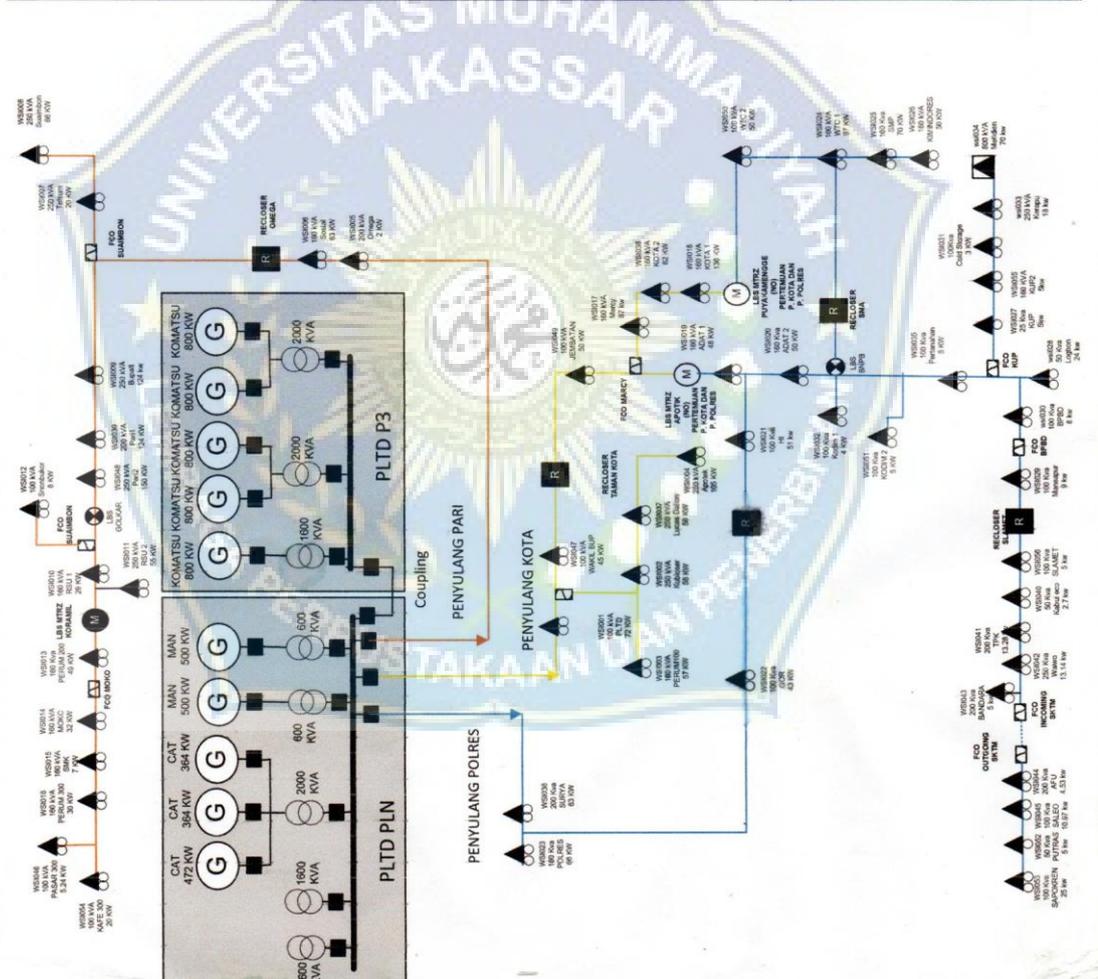
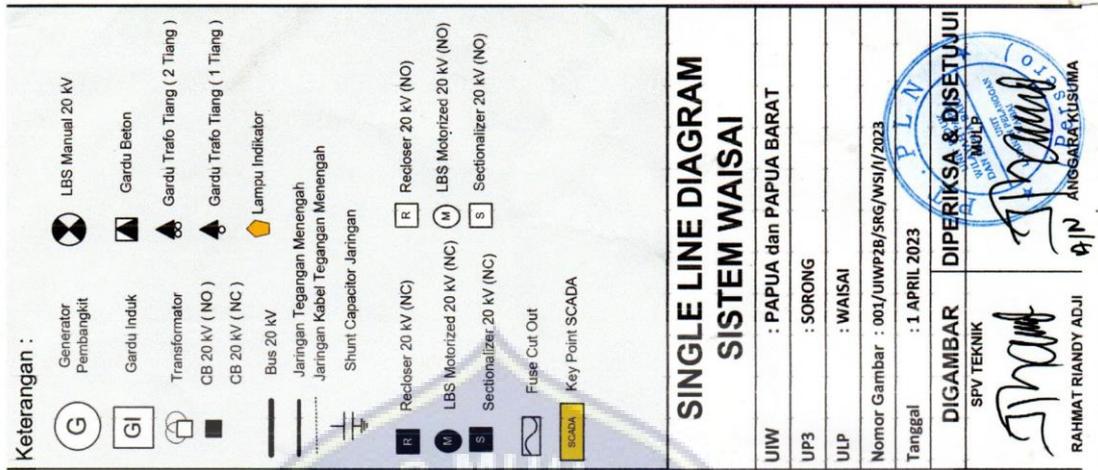
Penyulang polres adalah penyulang yang energi listriknya disuplai dari gardu induk PLTD PLN, dan PLTD P3. Dimana penyulang tersebut menggunakan sistem radial yang beroperasi pada tegangan sistem 20 kV. Panjang saluran penyulang polres secara keseluruhan adalah 13.223, dengan trafo distribusi digunakan sebanyak 30 buah. Dan untuk *Recloser* 20 kV (NC) terdapat 2 buah, yang ditempatkan pada lingkungan Gor Bundaran Haji Ismail, dan lingkungan Slamet. Sedangkan FCO (*Fuse Cut Out*) ditempatkan pada lingkungan Pertanahan, lingkungan BPBD, lingkungan Bandara, dan lingkungan Afu. Dapat dilihat pada gambar 4.1 Single line, Penyulang Polres.

B. Data Jaringan Distribusi Penyulang Polres

Pada Penyulang Polres memiliki saluran penghantar tingkat menengah yang panjang salurannya 13.223. km dengan data impedansi saluran dapat dilihat pada tabel 4.1, dan jumlah transformator distribusi sebanyak 30 buah pada gardu distribusi, 2 diantaranya adalah trafo 1 fasa, pada tabel 4.1.

Tabel 4.1, Data Penghantar Penyulang Polres

Jenis penghantar	Resistansi Ω/km	Reaktansi Ω/km
AAAC 3x70 mm ²	0,667	3,328



Gambar 4.1 Single Line Diagram Sistem Waisai, (Penyulang Polres)

Tabel 4.2 Data Trafo Pada Penyulang Polres Sampai Pada Mansapur

1	Surya	200 kVa
2	Polres	200 kVa
3	Gor	100 kVa
4	HI	100 kVa
5	Adat 2	160 kVa
6	Pertanahan	100 kVa
7	BPBD	100 kVa
8	Mansapur	100 kVa

Penyulang ini terbagi menjadi 8 line/panjang saluran udara dengan total panjang saluran 13.223 km. penyulang ini merupakan penyulang dengan jumlah line yang banyak dan terpanjang.

Tabel 4.3 Data Panjang Saluran Pada Penyulang Polres

Komponen	Panjang (m)
Feeder 1	2000
Feeder 3	1000
Feeder 5	3000
Feeder 7	1000
Feeder 9	1000
Feeder 11	2000
Feeder 13	2000
Feeder 15	1000

C. Hasil Pengujian Losses Pada Jaringan Distribusi Pada Penyulang Polres

Pada pengujian telah dilakukan simulasi pada jaringan distribusi pada penyulang Polres menggunakan ETAP 12.6.0. Simulasi yang diawali dengan melakukan simulasi aliran daya dengan menggunakan metode *Newton Repshon* yang terintegrasi pada ETAP. Selanjutnya menentukan saluran – saluran dengan *losses* tertinggi, dalam hal ini diambil 2 (dua) saluran yang memiliki nilai *losses* tertinggi.

Tabel 4.4 Hasil Studi Load Flow pada Jaringan Distribusi Penyulang Polres

Nama Bus	Tegangan Bus KV	MW	Mvar
Bus 2	20	0.137	0.099
Bus 3	20	0.675	0.406
Bus 4	20	0.149	0.095
Bus 6	20	0.525	0.313
Bus 7	20	0.133	0.085
Bus 9	20	0.392	0.231
Bus 10	20	0.069	0.044
Bus 12	20	0.323	0.190
Bus 14	20	0.065	0.041
Bus 15	20	0.258	0.152
Bus 16	20	0.113	0.072
Bus 18	20	0.145	0.082
Bus 19	20	0.031	0.020
Bus 20	20	0.114	0.066
Bus 21	20	0.058	0.037
Bus 22	20	0.056	0.032
Bus 23	20	0.056	0.035

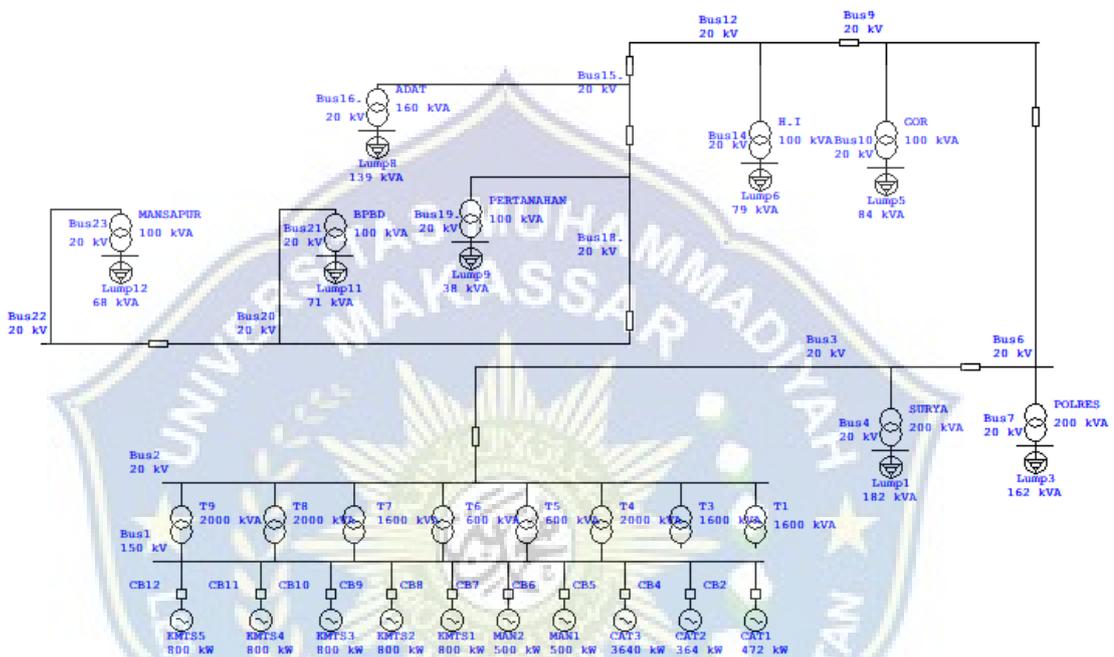
Tabel 4.5 Losses dan Voltage Drop Saat Sistem Normal Hasil Simulasi Etap

12.6.0

Cabang Nama	Losses		% Bus Voltage		% Voltage Drop
	kW	kvar	From	To	
T4	0.1	0.9	100.0	99.6	0.38
T5	0.2	0.3	100.0	99.6	0.38
T6	0.2	0.3	100.0	99.6	0.38
T7	0.1	0.7	100.0	99.6	0.38
T8	0.1	0.9	100.0	99.6	0.38
T9	0.1	0.9	100.0	99.6	0.38
Line1	0.9	-2.0	99.6	99.4	0.18
Line3	0.6	-2.5	99.4	99.3	0.14
SURYA	3.5	5.3	99.4	96.2	3.25
Line4	0.3	-2.9	99.3	99.2	0.11
POLRES	2.8	4.2	99.3	96.4	2.89
Line6	0.2	-3.0	99.2	99.1	0.09
GOR	1.5	-2.2	99.2	96.2	3.00
Line8	0.1	-3.1	99.1	99.0	0.07
.H.I	1.3	2.0	99.1	96.3	2.82
Line9	0.0	-3.2	99.0	99.0	0.04
ADAT	2.6	3.8	99.0	95.9	3.10
Line10	0.0	-3.2	99.0	99.0	0.03
PERTANAHAN	0.3	0.5	99.0	97.6	1.37
Line11	0.0	-3.3	99.0	99.0	0.02
BPBD	1.1	1.6	99.0	96.4	2.54
MANSAPUR	1.0	1.5	99.0	96.5	2.43
	17.3	1.9			

Berdasarkan hasil dari *Losses* pada tabel 4.5 maka dapat dilihat saluran yang memiliki *losses* tertinggi terdapat pada cabang Surya sebesar 3.5 kW, dan Polres sebesar 2.8 kW.

Dalam pemodelan jaringan distribusi penyulang Polres menggunakan ETAP 12.6.0 diperlukan data teknis seperti *single line diagram* dan data trafo. Adapun model rangkaian *single line diagram* yang dibuat menggunakan ETAP 12.6.0 dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 *Single Line Diagram* Menggunakan ETAP 12.6.0

Untuk melihat jenis beban yang digunakan maka terdapat dua jenis beban yang sering digunakan dalam proses simulasi menggunakan ETAP 12.6.0. Adapun model gambar beban yang terdapat dalam ETAP 12.6.0 dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Beban *Lumped Load* dan *Static Load* pada ETAP 12.6.0

D. Perhitungan Jatuh Tegangan yang terjadi pada Penghantar

Jatuh tegangan merupakan besarnya tegangan yang hilang pada penghantar. Besar jatuh tegangan dinyatakan dalam satuan persen (%) atau volt (v). perhitungan jatuh tegangan yang praktis pada batas – batass tertentu dengan hanya pada menghitung besarnya tahanan masih dapat dipertimbangkan, namun saluran jaringan tegangan menengah karena nilainya cukup berarti. Salah satu penyebab dan terjadinya jatuh tegangan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu :

- a. Tahanan saluran
- b. Arus saluran
- c. Faktor daya ($\cos \phi$)

Data – data yang diperlukan untuk perhitungan yang dibutuhkan yaitu data penghantar tabel 4.1 dan trafo tabel 4.2 serta data feeder pada tabel 4.3. Maka dari itu penulis akan menghitung jatuh tegangan saluran distribusi pada penyulang Polres Kota Waisai, Kabupaten Raja Ampat.

Untuk mencari nilai arus (I) dimasukan rumus sebagai berikut :

$$I_{FL} = \frac{kVa}{\sqrt{3} \cdot 20 KV}$$

$$R = 0.667 \Omega/\text{km}$$

$$X = 3.328 \Omega/\text{km}$$

$$L = 2000\text{m} = 2\text{km}$$

$$\text{Faktor daya} = \cos \phi = 0.85$$

$$\phi = \cos^{-1}(\phi) = 31.789^\circ$$

$$\sin \phi = \sin (31.789^\circ) = 0.53$$

1. Perhitungan Jatuh Tegangan pada feeder 1, daya 200 kVa dengan jarak 2000 m :

$$I_{FL} = \frac{200 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ KV}} = 5.7735 \text{ A}$$

$$\Delta V = I (R \cdot \cos\phi + X \cdot \sin\phi) L$$

$$\Delta V = 5.7735 (0.667 \cdot 0.85 + 3.328 \cdot 0.53) 2$$

$$\Delta V = 26.913 \text{ Volt}$$

Untuk Bilangan Kompleks :

$$\Delta V = I (R \cdot \cos\phi + j X \cdot \sin\phi) L$$

$$\Delta V = 5.7735 (0.667 \cdot 0.85 + j 3.328 \cdot 0.53) 2$$

$$\Delta V = 3.2733 + j3.5277 \text{ Volt}$$

Atau

$$|\Delta V| = \sqrt{3.2733^2 + 3.5277^2} = 4.8124 \text{ V}$$

$$\Phi = \tan^{-1} \left(\frac{3.5277}{3.2733} \right) = 47.142^\circ$$

$$\Delta V = 4.8124 \text{ V} \angle 47.142^\circ$$

2. Perhitungan Jatuh Tegangan pada feeder 3, daya 200 kVa dengan jarak 1000 m :

$$I_{FL} = \frac{200 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ KV}} = 5.7735$$

$$\Delta V = I (R \cdot \cos\phi + X \cdot \sin\phi) L$$

$$\Delta V = 5.7735 (0.667 \cdot 0.85 + 3.328 \cdot 0.53) 1$$

$$\Delta V = 13.456 \text{ Volt}$$

Untuk bilangan kompleks :

$$\Delta V = I (R \cdot \cos\phi + j X \cdot \sin\phi) L$$

$$\Delta V = 5.7735 (0,667 \cdot 0,85 + j 3,328 \cdot 0.53) 1$$

$$\Delta V = 3.2733+j3.5277 \text{ Volt}$$

Atau

$$|\Delta V| = \sqrt{3.2733^2 + 3.5277^2} = 4.8124 \text{ V}$$

$$\Phi = \tan^{-1} \left(\frac{3.5277}{3.2733} \right) = 47.142^\circ$$

$$\Delta V = 4.8124 \text{ V} \angle 47.142^\circ$$

3. Perhitungan Jatuh Tegangan pada feeder 5, daya 100 kVa dengan jarak 3000 m :

$$I_{FL} = \frac{100 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ KV}} = 2.8868 \text{ A}$$

$$\Delta V = I (R \cdot \cos\phi + X \cdot \sin\phi) L$$

$$\Delta V = 2.8868 (0.667 \cdot 0.85 + 3.328 \cdot 0.53) 3$$

$$\Delta V = 20.185 \text{ Volt}$$

Untuk bilangan kompleks :

$$\Delta V = I (R \cdot \cos\phi + j X \cdot \sin\phi) L$$

$$\Delta V = 2.8868 (0,667 \cdot 0,85 + j 3,328 \cdot 0.53) 3$$

$$\Delta V = 1.6366+j5.2915 \text{ Volt}$$

Atau

$$|\Delta V| = \sqrt{1.6366^2 + 5.2915^2} = 5.5351 \text{ V}$$

$$\Phi = \tan^{-1} \left(\frac{1.6366}{5.2915} \right) = 17.405^\circ$$

$$\Delta V = 5.5351 \text{ V} \angle 17.405^\circ$$

4. Perhitungan Jatuh Tegangan pada feeder 7, daya 100 kVa dengan jarak 1000 m :

$$I_{FL} = \frac{100 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ KV}} = 2.8868 \text{ A}$$

$$\Delta V = I (R \cdot \cos\phi + X \cdot \sin\phi) L$$

$$\Delta V = 2.8868 (0.667 \cdot 0.85 + 3.328 \cdot 0.53) 1$$

$$\Delta V = 6.728 \text{ Volt}$$

Untuk bilangan kompleks :

$$\Delta V = I (R \cdot \cos\phi + j X \cdot \sin\phi) L$$

$$\Delta V = 2.8868 (0.667 \cdot 0.85 + j 3.328 \cdot 0.53) 1$$

$$\Delta V = 1.6366 + j1.7638 \text{ Volt}$$

Atau

$$|\Delta V| = \sqrt{1.6366^2 + 1.7638^2} = 2.4059 \text{ V}$$

$$\Phi = \tan^{-1} \left(\frac{1.6366}{1.7638} \right) = 44.457^\circ$$

$$\Delta V = 2.4059 \text{ V} \angle 44.457^\circ$$

5. Perhitungan Jatuh Tegangan pada feeder 9, daya 160 kVa dengan jarak 1000 m :

$$I_{FL} = \frac{160 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ KV}} = 4.6189 \text{ A}$$

$$\Delta V = I (R \cdot \cos\phi + X \cdot \sin\phi) L$$

$$\Delta V = 4.6189 (0.667 \cdot 0.85 + 3.328 \cdot 0.53) 1$$

$$\Delta V = 10.7656 \text{ Volt}$$

Untuk bilangan kompleks :

$$\Delta V = I (R \cdot \cos\phi + j X \cdot \sin\phi) L$$

$$\Delta V = 4.6189 (0,667 \cdot 0,85 + j 3,328 \cdot 0,53) 1$$

$$\Delta V = 2.6186 + j1.7638 \text{ Volt}$$

Atau

$$|\Delta V| = \sqrt{2.6186^2 + 1.7638^2} = 3.1598 \text{ V}$$

$$\Phi = \tan^{-1} \left(\frac{2.6186}{1.7638} \right) = 55.226^\circ$$

$$\Delta V = 3.1598 \text{ V} \angle 55.226^\circ$$

6. Perhitungan Jatuh Tegangan pada feeder 11, daya 100 kVa dengan jarak 2000 m :

$$I_{FL} = \frac{100 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ KV}} = 2.8868 \text{ A}$$

$$\Delta V = I (R \cdot \cos\phi + X \cdot \sin\phi) L$$

$$\Delta V = 2.8868 (0.667 \cdot 0.85 + 3.328 \cdot 0.53) 2$$

$$\Delta V = 13.7285 \text{ Volt}$$

Untuk bilangan kompleks :

$$\Delta V = I (R \cdot \cos\phi + j X \cdot \sin\phi) L$$

$$\Delta V = 2.8868 (0,667 \cdot 0,85 + j 3,328 \cdot 0,53) 2$$

$$\Delta V = 1.6367 + j3.5276 \text{ Volt}$$

Atau

$$|\Delta V| = \sqrt{1.6367^2 + 3.5276^2} = 3.8897 \text{ V}$$

$$\Phi = \tan^{-1} \left(\frac{1.6366}{3.5276} \right) = 24.788^\circ$$

$$\Delta V = 3.8897 \text{ V} \angle 24.788^\circ$$

7. Perhitungan Jatuh Tegangan pada feeder 13, daya 100 kVa dengan jarak 2000 m :

$$I_{FL} = \frac{100 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ KV}} = 2.8868 \text{ A}$$

$$\Delta V = I (R \cdot \cos\phi + X \cdot \sin\phi) L$$

$$\Delta V = 2.8868 (0.667 \cdot 0.85 + 3.328 \cdot 0.53) 2$$

$$\Delta V = 13.7285 \text{ Volt}$$

Untuk bilangan kompleks :

$$\Delta V = I (R \cdot \cos\phi + j X \cdot \sin\phi) L$$

$$\Delta V = 2.8868 (0.667 \cdot 0.85 + j 3.328 \cdot 0.53) 2$$

$$\Delta V = 1.6367 + j3.5276 \text{ Volt}$$

Atau

$$|\Delta V| = \sqrt{1.6367^2 + 3.5276^2} = 3.8897 \text{ V}$$

$$\Phi = \tan^{-1} \left(\frac{1.6366}{3.5276} \right) = 24.788^\circ$$

$$\Delta V = 3.8897 \text{ V} \angle 24.788^\circ$$

8. Perhitungan Jatuh Tegangan pada feeder 15, daya 100 kVa dengan jarak 1000 m :

$$I_{FL} = \frac{100 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ KV}} = 2.8868 \text{ A}$$

$$\Delta V = I (R \cdot \cos\phi + X \cdot \sin\phi) L$$

$$\Delta V = 2.8868 (0.667 \cdot 0.85 + 3.328 \cdot 0.53) 1$$

$$\Delta V = 6.7285 \text{ Volt}$$

Untuk bilangan kompleks :

$$\Delta V = I (R \cdot \cos\phi + j X \cdot \sin\phi) L$$

$$\Delta V = 2.8868 (0,667 \cdot 0,85 + j 3,328 \cdot 0,53) 1$$

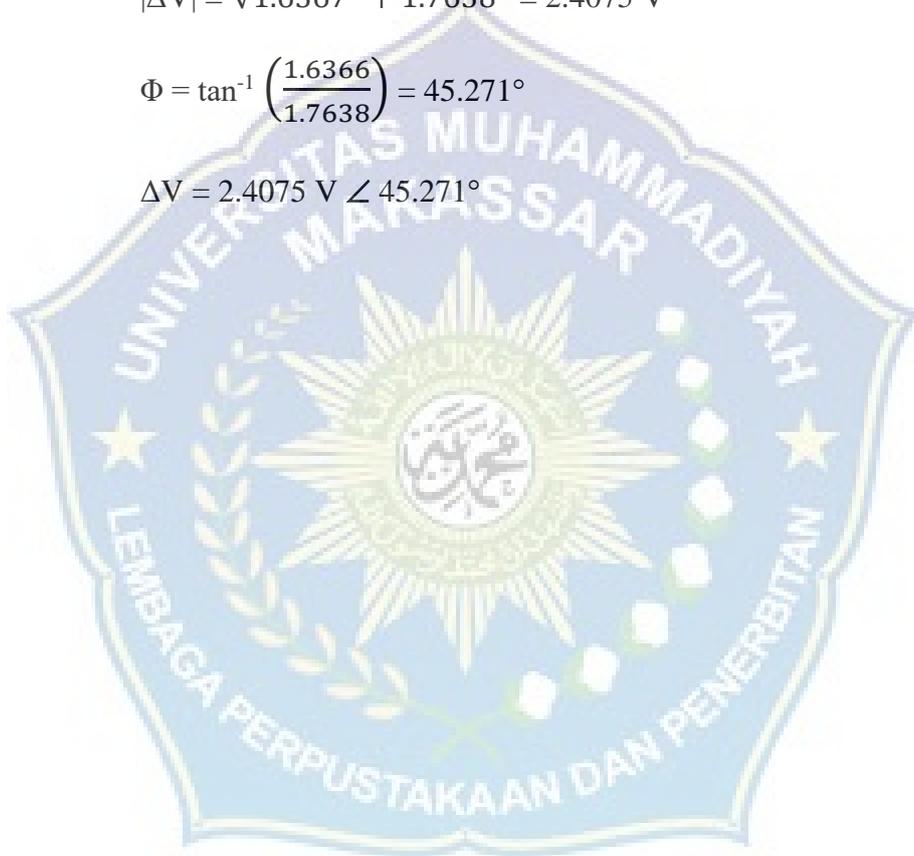
$$\Delta V = 1.6367 + j1.7638 \text{ Volt}$$

Atau

$$|\Delta V| = \sqrt{1.6367^2 + 1.7638^2} = 2.4075 \text{ V}$$

$$\Phi = \tan^{-1} \left(\frac{1.6366}{1.7638} \right) = 45.271^\circ$$

$$\Delta V = 2.4075 \text{ V} \angle 45.271^\circ$$



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil dari studi aliran daya pada tabel 4.5 maka dapat dilihat saluran yang memiliki *losses* tertinggi terdapat pada cabang Surya sebesar 3.35 kW, dan cabang Surya sebesar 2.6 kW. Dan total *Losses* pada penyulang Polres Waisai adalah 17.3 kW dan daya reaktif adalah 1.9
2. Dan dari hasil jatuh tegangan setelah dilakukan perhitungan pada feeder 1 – 15, dan terdapat dengan tegangan tertinggi yaitu pada feeder :

$$\text{Feeder 1} : \Delta V = 3.2733 + j3.5277$$

$$\text{Feeder 3} : \Delta V = 3.2733 + j3.5277$$

B Saran

Untuk tetap menjaga kestabilan energi listrik dalam pelayanan kepada konsumen, jaringan distribusi khususnya pada penyulang Polres Waisai tentu perlu diadakannya pengawasan dan pemeliharaan secara rutin terhadap semua jenis peralatan yang digunakan termasuk penghantar dan gardu induk.

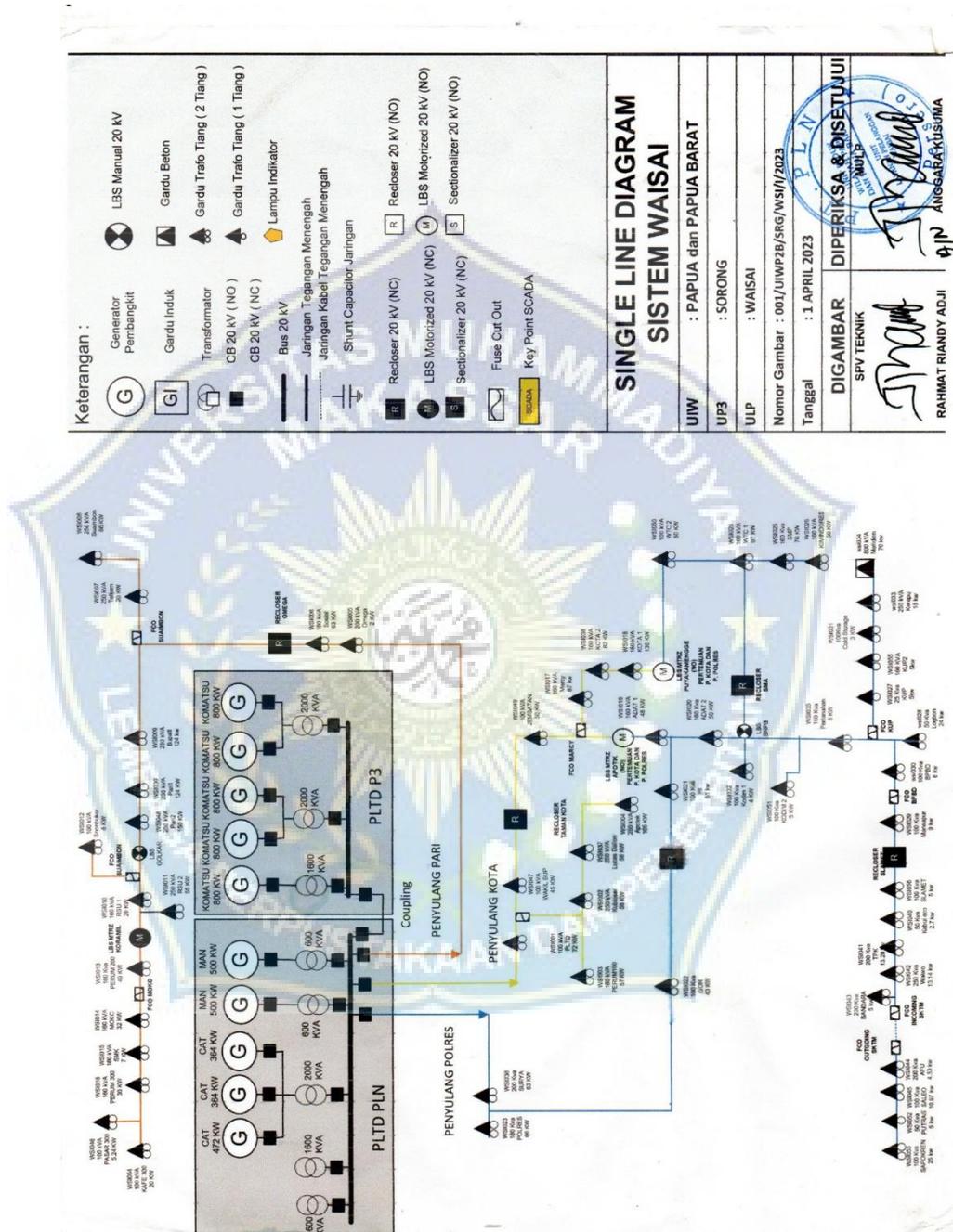
DAFTAR PUSTAKA

- Syahputra, Ramadoni. "Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik." *LP3M UMY, Yogyakarta* (2016): 249-256. Diakses pada n.d September 2016, dari https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=id&user=Tn5cPpwAAAAJ&citation_for_view=Tn5cPpwAAAAJ:HDshCWvjkbEC
- PLN, PT. "Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik." *Jakarta PT. PLN* (2010). Diakses pada 09 Desember 2010, dari https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46302325/PLN_buku_5-libre.pdf?1465291173=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPLN_buku.pdf&Expires=1721975981&Signature
- PLN, PT. "Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah Tenaga Listrik." (2010). Diakses pada 09 Desember 2010, dari https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46302325/PLN_buku_5-libre.pdf?1465291173=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPLN_buku.pdf&Expires=1721975981&Signature
- Yodiawan, R. R. (2021). *Perbaikan Drop Tegangan 150kV Gardu Induk Segoromadu Dengan Software Digsilent* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Gresik). Diakses pada tanggal 23 Juni 2021 dari <http://eprints.umg.ac.id/5025/>
- Suhadi, dkk. (2008). Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid I. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Umum Dirjen Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional. Diakses pada n.d Juli 2008 dari https://ftp.unpad.ac.id/bse/Kurikulum_2006/12_SMK/Teknik%20Distribusi%20Tenaga%20Listrik%20Jilid%203.pdf
- Suswanto, D. (2009). Sistem distribusi tenaga listrik. Padang: Universitas Negeri Padang. Diakses pada n.d Juli 2009 dari https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54014603/kulitmuka1libre.pdf?1501453139=&responsecontentdisposition=inline%3B+fiename%3DSISTEM_DISTRIBUSI_TENAGA_LISTRIK.pdf&Expires=1721976612&Signature
- Irfan Abiwaluya Rachmat*, M. T. (2020). Analisis Rugi Daya pada Sistem Distribusi 20 KV menggunakan Software ETAP. *ID: 11*, 66. diakses pada 08 Januari 2021 dari <https://senter.ee.uinsgd.ac.id/repositori/index.php/prosiding/article/view/senter2020p8>
- Wang, X. F., Song, Y., & Irving, M. (2008). Load flow analysis. *Modern power systems analysis*, 71-128. diakses pada 01 January 2008 dari https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-72853-7_2

- Azka Azhari B', M. R. (2017). "ANALISIS RUGI - RUGI DAYA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER PENYUANG ADHYAKSA MAKASSAR". *ID*, 5, 22, 46. diakses pada 19 Januari 2017 dari <https://repository.unja.ac.id/60996/>
- Guton Albaroka, G. W. (2017). Analisis Rugi Daya Pada jaringan Distribusi Penyulang Barata Jaya Area Surabaya Selatan Menggunakan Software Etap 12,6. Volume 06 , 106 - 107. diakses pada n.d Oktober 2017 dari <https://core.ac.uk/download/pdf/230784153.pdf>
- Amrulloh, S. (2018). SIMULASI JATUH TEGANGAN JARINGAN DISTRIBUSI LISTRIK TEGANGAN 20 KV MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP POWER STATION 12.0. *Edu Elekrika Journal*, 7(2), 45. diakses pada 21 Februari 2019 dari <https://journal.unnes.ac.id/sju/eduel/article/view/29142>
- Al-afifi, Umar Faruq. "Analisa Aliran Daya pada Sistem Tenaga Listrik menggunakan ETAP 12.6." *SainETIn: Jurnal Sains, Energi, Teknologi, dan Industri* 6.1 (2021): 16-22. diakses pada 30 Desember 2021 dari <https://journal.unilak.ac.id/index.php/SainETIn/article/view/7031>
- Kurniawan, Rizky, Slamet Hani, and Samuel Kristiyana. "Analisa Aliran Daya pada Sistem Tenaga Listrik di PT. Kirana Megatara Menggunakan Software Electric Transient and Analysis Program (ETAP) 12.6." *Jurnal elektrik* 6.1 (2019): 62-69. Diakses pada 06 Juni 2019 dari <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/elektrikal/article/view/2137>
- Daryanto. (2010). "Teknik Distribusi Tenaga Listrik". Jakarta : PT. Gramedia. Diakses pada 19 Januari 2019 dari <https://repository.unja.ac.id/60996/>

LAMPIRAN

1. Data Single Line Diagram System Waisai (Penyulang Polres)



2. Data pengukuran Gardu dari Surya sampai dengan Mansapur

INFORMASI GARDU NOMOR : WSI030

PENYULANG : POLRES
 ALAMAT : JL. POROS BANDARA - WAISAI
 LOKASI : JL. POROS BANDARA - WAISAI
 DAYA : 100 KVA
 I-NOM : 144 A
 MERK TRAFO : BBD
 PHASE : 3 PHASE
 MILIK : PLN
 SECTION : 1
 JUMLAH PLG : PLG
 KOORDINAT : -0.430061,130.805000

PEMBATAS PRIMER

UKURAN PHASE R / TYPE : A / K PHASE S / TYPE : A / K PHASE
T / TYPE : A / K

NO	TGLUKUR	KVA		PROSEN	CREST FACTOR
		TRAFO	BARU	DERATING	
1	05/01/2023 - 19:30	100	71	29	1.9
2	01/08/2022 - 12.00	100	100	0	1.403
3	07/02/2022 - 19:20	100	75	25	1.964
4	04/08/2021 - 12.43	100	81	19	1.988
5	08/07/2021 - 19.58	100	71	29	1.994
6	25/01/2021 - 14.15	100	80	20	1.697
7	02/11/2020 - 13.36	100	96	4	1.496
8	30/04/2020 - 13.54	100	88	12	1.628

INFORMASI GARDU NOMOR : WSI029

PENYULANG : POLRES
ALAMAT : JL. POROS WAIWO WAISAI
LOKASI : JL. POROS WAIWO WAISAI
DAYA : 100 KVA
I-NOM : 144 A
MERK TRAFD : BBD
PHASE : 3 PHASE
MILIK : PLN
SECTION : 1
JUMLAH PLG : PLG
KOORDINAT : -0.426613,130.803261

PEMBATAS PRIMER

UKURAN PHASE R / TYPE : A / K PHASE S / TYPE : A / K PHASE
T / TYPE : A / K

NO	TGLUKUR	KVA		PROSEN DERATING	CREST FACTOR
		TRAFO	BARU		
1	03/01/2023 - 11:00	100	68	32	2.044
2	30/06/2022 - 19:50	100	77	23	1.848
3	13/12/2021 - 12.00	100	91	9	1.551
4	09/07/2021 - 14.57	100	87	13	1.606
5	29/05/2021 - 12.00	100	86	14	1.634
6	10/05/2021 - 19.25	100	76	24	1.854
7	26/01/2021 - 20.12	100	77	23	1.853
8	04/06/2020 - 14.00	100	83	17	1.648

INFORMASI GARDU NOMOR : WSI022

PENYULANG : POLRES
ALAMAT : JL. POROS DEPAN GEDUNG OLAHRAGA WAISAI
LOKASI : JL. POROS DEPAN GEDUNG OLAHRAGA WAISAI
DAYA : 100 KVA
I-NOM : 144 A
MERK TRAFO : BBD
PHASE : 3 PHASE
MILIK : PLN
SECTION : 1
JUMLAH PLG : PLG
KOORDINAT : -0.417101,130.816629

PEMBATAS PRIMER

UKURAN PHASE R / TYPE : A / K PHASE S / TYPE : A / K PHASE
T / TYPE : A / K

NO	TGLUKUR	KVA		PROSEN	CREST FACTOR
		TRAFO	BARU	DERATING	
1	06/12/2021 - 12.00	100	84	16	1.676
2	08/06/2021 - 13.02	100	87	13	1.625
3	20/04/2021 - 19.58	100	80	20	1.761
4	02/11/2020 - 12.26	100	85	15	1.662
5	08/04/2020 - 12.40	100	84	16	1.685
6	30/03/2020 - 20.36	100	81	19	1.744
7	26/09/2019 - 20.21	100	84	16	1.688
8	10/09/2019 - 14.40	100	84	16	1.676

INFORMASI GARDU NOMOR : WSI020

PENYULANG : POLRES
ALAMAT : JL. POROS 30 DEPAN MARASRISEN
LOKASI : JL. POROS 30 DEPAN MARASRISEN
DAYA : 160 KVA
I-NOM : 231 A
MERK TRAFU : BBD
PHASE : 3 PHASE
MILIK : PLN
SECTION : 1
JUMLAH PLG : PLG
KOORDINAT : -0.423822,130.817484

PEMBATAS PRIMER

UKURAN PHASE R / TYPE : A / K PHASE S / TYPE : A / K PHASE
T / TYPE : A / K

NO	TGLUKUR	KVA		PROSEN	CREST
		TRAFO	BARU	DERATING	
1	01/03/2023 - 20:21	160	139	13.125	1.631
2	01/11/2022 - 11:30	160	147	8.125	1.538
3	01/06/2022 - 20:15	160	151	5.625	1.489
4	28/09/2021 - 12.00	160	144	10	1.578
5	08/05/2021 - 19.30	160	181	-13.125	1.259
6	02/02/2021 - 11.25	160	144	10	1.58
7	02/11/2020 - 13.31	160	147	8.125	1.537
8	09/04/2020 - 20.25	160	138	13.75	1.637

INFORMASI GARDU NOMOR : WSI036

PENYULANG : POLRES
ALAMAT : JL. BHAYANGKARA DEPAN SURYA
LOKASI : JL. BHAYANGKARA DEPAN TOKO SURYA
DAYA : 200 KVA
I-NOM : 289 A
MERK TRAFO : BBD
PHASE : 3 PHASE
MILIK : PLN
SECTION : 1
JUMLAH PLG : PLG
KOORDINAT : -0.411241,130.818122

PEMBATAS PRIMER

UKURAN PHASE R / TYPE : A / K PHASE S / TYPE : A / K PHASE
T / TYPE : A / K

NO	TGLUKUR	KVA		PROSEN	CREST FACTOR
		TRAFO	BARU	DERATING	
1	29/11/2022 - 11.00	200	182	9	1.561
2	30/05/2022 - 19.15	200	166	17	1.698
3	29/09/2021 - 11.39	200	178	11	1.577
4	31/05/2021 - 12.47	200	175	12.5	1.632
5	21/01/2021 - 19.17	200	161	19.5	1.758
6	15/06/2020 - 13.28	200	177	11.5	1.6
7	02/04/2020 - 21.33	200	161	19.5	1.757
8	25/09/2019 - 11.07	200	179	10.5	1.569

INFORMASI GARDU NOMOR : WSI021

PENYULANG : POLRES
ALAMAT : MATA JALAN GOR BUNDARAN HAJI ISMAIL
LOKASI : MATA JALAN GOR BUNDARAN HAJI ISMAIL
DAYA : 100 KVA
I-NOM : 144 A
MERK TRAFO : BBD
PHASE : 3 PHASE
MILIK : PLN
SECTION : 1
JUMLAH PLG : PLG
KOORDINAT : -0.422206,130.819526

PEMBATAS PRIMER

UKURAN PHASE R / TYPE : A / K PHASE S / TYPE : A / K PHASE
T / TYPE : A / K

NO	TGLUKUR	KVA		PROSEN DERATING	CREST FACTOR
		TRAFO	BARU		
1	30/11/2022 - 21.2522	100	79	21	1.779
2	26/05/2022 - 13:00	100	81	19	1.739
3	04/10/2021 - 19.53	100	85	15	1.67
4	09/06/2021 - 11.08	100	88	12	1.611
5	16/04/2021 - 19.00	100	84	16	1.688
6	26/01/2021 - 20.35	100	84	16	1.679
7	15/06/2020 - 13.13	100	88	12	1.615
8	30/03/2020 - 20.55	100	85	15	1.66

INFORMASI GARDU NOMOR : WSI036

PENYULANG : POLRES
ALAMAT : JL. BHAYANGKARA DEPAN SURYA
LOKASI : JL. BHAYANGKARA DEPAN TOKO SURYA
DAYA : 200 KVA
I-NOM : 289 A
MERK TRAFO : BBD
PHASE : 3 PHASE
MILIK : PLN
SECTION : 1
JUMLAH PLG : PLG
KOORDINAT : -0.411241,130.818122

PEMBATAS PRIMER

UKURAN PHASE R / TYPE : A / K PHASE S / TYPE : A / K PHASE
T / TYPE : A / K

NO	TGLUKUR	KVA		PROSEN	CREST FACTOR
		TRAFO	BARU	DERATING	
1	29/11/2022 - 11.00	200	182	9	1.561
2	30/05/2022 - 19.15	200	166	17	1.698
3	29/09/2021 - 11.39	200	178	11	1.577
4	31/05/2021 - 12.47	200	175	12.5	1.632
5	21/01/2021 - 19.17	200	161	19.5	1.758
6	15/06/2020 - 13.28	200	177	11.5	1.6
7	02/04/2020 - 21.33	200	161	19.5	1.757
8	25/09/2019 - 11.07	200	179	10.5	1.569



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

Alamat kantor: Jl.Sultan Alauddin NO.259 Makassar 90221 Tlp.(0411) 866972,881593, Fax.(0411) 865588

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,
Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:

Nama : Arinofal Arifin

Nim : 105821117317

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	10 %	10 %
2	Bab 2	24 %	25 %
3	Bab 3	9 %	15 %
4	Bab 4	5 %	10 %
5	Bab 5	0 %	5%

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang diadakan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 25 Juli 2024

Mengetahui

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,



Jl. Sultan Alauddin no 259 makassar 90222
Telepon (0411)866972,881 593,fax (0411)865 588
Website: www.library.unismuh.ac.id
E-mail : perpustakaan@unismuh.ac.id