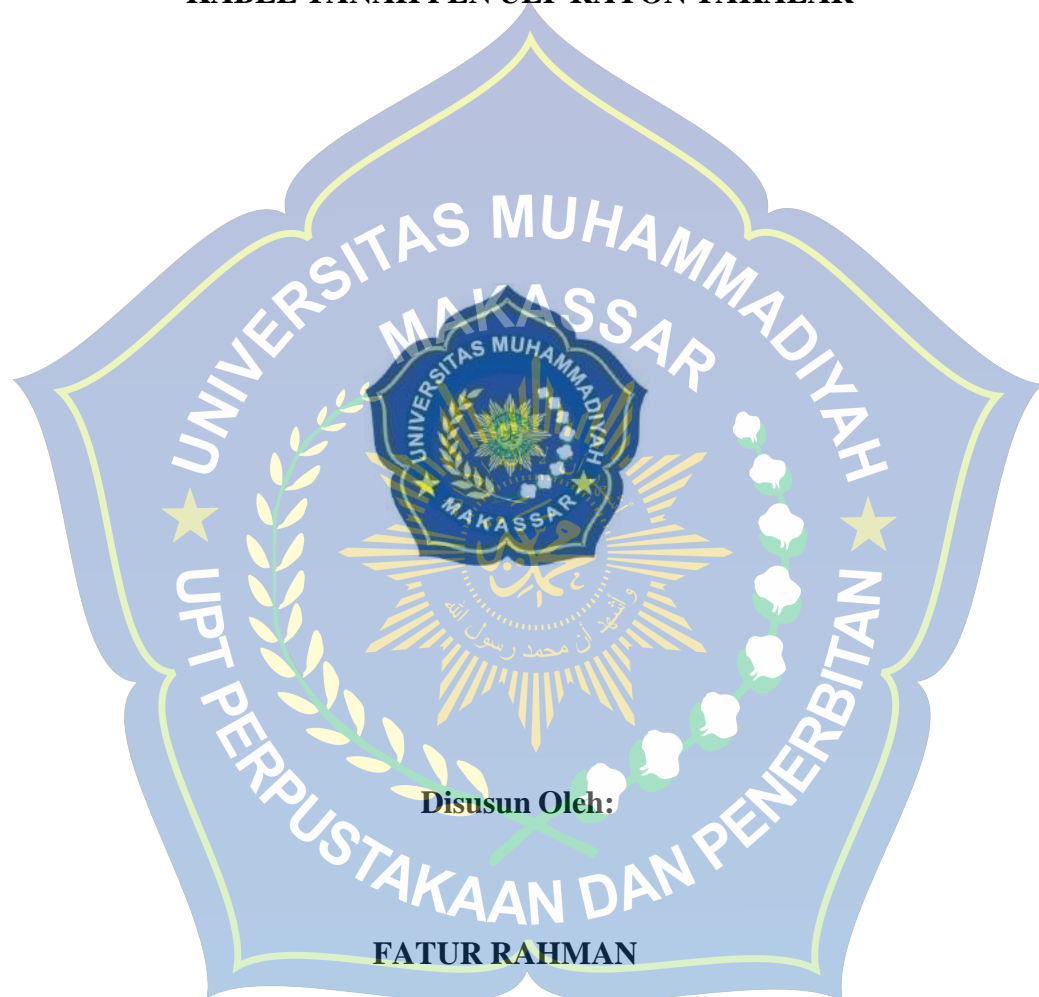


SKRIPSI

ANALISIS GANGGUAN JARINGAN DISTRIBUSI MENENGAH (JTM)

KABEL TANAH PLN ULP RAYON TAKALAR



Disusun Oleh:

FATUR RAHMAN

105821116517

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2023



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 : <https://teknik.unismuh.ac.id>, Email : teknik@unismuh.co.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 : **ANALISIS GANGGUAN JARINGAN DISTRIBUSI (JTM) KABEL TANAH PLN RAYON TAKALAF**

Nama : **FATUR RAHMAN**

Stambuk : **105821116517**

Makassar, 31 Agustus 2023

Telah Diperiksa dan Disetujui
 Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Abdul Hafid, M.T.

Amri Waharuddin, S.T., M.T

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Elektro



Ir. Adriani, S.T., M.T., IPM

NBM : 1044 202



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK



**Kampus
Merdeka**
INDONESIA JAYA

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

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

Website : <https://teknik.unismuh.ac.id>, Email : teknik@unismuh.co.id

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama FATUR RAHMAN dengan nomor induk Mahasiswa 105821116517, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0012/SK-Y/20201/091004/2023, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Rabu, 30 Agustus 2023.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., ASEAN, Eng

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. H. Anlarissubhi, S.T., M.T.

b. Sekretaris : Ir. Suryani, S.T., M.T., IPM

3. Anggota

1. Ir. Rahmania, S.T., M.T.

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

3. Dr. Ir. Zahir zainuddin, M.Sc

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Abdul Hafid, M.T

Andi Faharuddin, S.T., M.T

Dekan



Dr. Ir. H. NurpaWaty, S.T., M.T., IPM

NBM : 795 108

ABSTRAK

Listrik selain banyak digunakan oleh masyarakat luas, khususnya untuk keperluan penerangan, listrik juga merupakan salah satu sumber energi utama bagi sektor industri sehingga menjadi komoditas strategis dalam perekonomian Indonesia. Pembangkitan, transmisi, dan distribusi listrik juga dikenal sebagai produksi atau pembuatan, transportasi, dan penjualan eceran listrik adalah tiga proses berbeda yang terlibat dalam penyediaan listrik. Generator digunakan di pusat-pusat tenaga untuk membangkitkan atau menghasilkan tenaga listrik. Proses pemindahan tenaga listrik dari pembangkit listrik besar ke gardu induk dikenal sebagai transmisi atau pengiriman. Gardu-gardu ini mengalirkan listrik ke gardu-gardu distribusi, yang kemudian menyalurkannya ke pengguna akhir atau konsumen. Perusahaan Listrik Negara (PLN) merupakan pelaku usaha di bidang ketenagalistrikan. Unit Pelayanan Jaringan (UPJ) didirikan di desa-desa terpencil oleh PLN untuk menjamin seluruh masyarakat memiliki akses listrik. Sentuhan pohon diduga telah mengganggu jaringan distribusi, dan di luar kota, gangguan lebih sering disebabkan oleh petir dari pada sentuhan pohon. Akibat rusaknya jaringan distribusi, energi listrik yang dikirim dari gardu induk akan berubah menjadi energi panas dan tidak sampai ke pelanggan.

Kata Kunci ; Jaringan Distribusi Menengah, Kabel Tanah



ABSTRACT

Apart from being widely used by the wider community, especially for lighting purposes, electricity is also one of the main energy sources for the industrial sector, making it a strategic commodity in the Indonesian economy. Generation, transmission, and distribution of electricity also known as production or manufacture, transportation, and retail sale of electricity are three different processes involved in providing electricity. Generators are used in power centers to generate or produce electric power. The process of transferring electric power from large power plants to substations is known as transmission or dispatch. These substations transmit electricity to distribution substations, which then distribute it to end users or consumers. The State Electricity Company (PLN) is a business actor in the electricity sector. Network Service Units (UPJ) were established in remote villages by PLN to ensure that all communities have access to electricity. Tree touches are thought to have disrupted distribution networks, and outside cities, disruptions are more often caused by lightning than tree touches. Due to damage to the distribution network, electrical energy sent from the substation will turn into heat energy and not reach customers.

Keywords ; Medium Distribution Networks, Ground Cables



KATA PENGANTAR



AssalamualaikumWr. Wb,

Segala Puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat, kesehatan dan kekuatannya sehingga tugas Akhir dengan judul ANALISIS GANGGUAN JARINGAN DISTRIBUSI MENENGAH (JTM) KABEL TANAH PLN ULP RAYON TAKALAR ini dapat kami selesaikan. Shalawat dan teriring salam kepada Nabi Besar Muhammad SAW sebagai nabi uswatun hasanah, menjadi rahmatanlil alamin, yang selalu memberikan arah gerak langkah pengetahuan kepada ummatnya dari belenggu ke dzaliman zaman jahiliah di masa lampau, hingga hari ini kita semua mampu merasakan zaman teknologi dan informasi.

Kami menyadari bahwa tulisan ini masih sangat jauh dari kata sempurna, banyak hambatan dan rintangan dalam proses penyelesaian tulisan ini, sehingga ucapan terima kasih yang sedalam dalamnya kepada seluruh Pihak yang ikut andil dan memberikan motivasi dalam proses perjalanan memasuki perguruan tinggi Universitas Muhammadiyah Makassar hingga pada akhirnya kami mampu sampai pada tahap penyelesaian tugas akhir kami,Ucapan itu kami berikan terutama kepada:

1. Kedua Orang tua saya **Drs. H. M Nur & Hj Mantasia**, serta keluarga saya yang telah memberikan dorongan dan motivasi baik secara moril maupun materil.

2. Ibu **Dr. Ir. Hj. Nurnawati, S.T.,M.T.,IPM**, selaku Dekan Fakultas Teknik.
3. Ibu **Ir. Adriani, S.T., M.T., IPM** selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik.
4. Ibu **Ir. Rahmania, S.T., M.T., IPM**, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
5. Bapak **Ir, Abdul Hafid, M.T.**, Selaku pembimbing I dan bapak **Andi Faharuddin, S.T., M.T.**, Selaku Pembimbing II yang banyak meluangkan Waktu dan memberikan banyak ilmunya.
6. Bapak dan ibu dosen serta Staff Fakultas Teknik atas segala waktu, ilmu dan bantuannya selama proses yang kami lakukan
7. Kepada ibu **Ir. Suryani, S.T.,M.T.**, Selaku pembimbing Akademik yang selalu memberikan arahan dan bimbingan.
8. Teman-teman saya khususnya Angkatan 2017 (**Akurasi**), Pengurus Lembaga Kemahasiswaan BEM, HMJ se Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
9. Front Nusantara Institute, Megawati basri dan seluruh Sahabat saya yang selalu memberikan support di setiap aktivitas

Demikian Tugas Akhir Ini kami buat,dan saya sadar bahwa ini masih memiliki banyak kekurangan didalamnya. oleh karna itu saran dan kritik yang sifatnya membangun dari pembaca sangat kami harapkan untuk kesempurnaan kedepannya.

Wasalamualaikum Wr. Wb.

Makassar, 7 Juli 2023

Penulis



DAFTAR ISI

SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	3
A. Latar Belakang	3
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Batasan Masalah.....	5
E. Manfaat Penelitian.....	5
F. Metode penulisan	5

G. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Jaringan Tegangan Menengah Pada Kabel Tanah.....	8
B. Penghantar Sistem Distribusi	26
C. Gangguan Jaringan.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	34
A. Lokasi Penelitian	34
B. Pengumpulan Data.....	34
C. Kerangka Fikir	35
D. Langkah Penelitian	35
E. Pengolahan Data	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65
LAMPIRAN.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis kabel yang dipakai pada system Distribusi	24
Gambar 3.1 Kerangka Fikir Penelitian.....	35
Gambar 3.2 Akibat gangguan jaringan Listrik	39
Gambar 3.3 Diagram Pohon Kesalahan	43
Gambar 3.4 Kerusakan Pada ujung Mop Kabel	46
Gambar 3.5 Jenis kabel	53
Gambar 4.1 Single Line	56
Gambar 4.2 Jaringan Kabel Tanah 20 KV	57
Gambar 4.3 Impedansi Kabel	58
Gambar 4.4 Motor kincir tambak	59
Gambar 4.5 Stadar Motor Full Load rpm	60

DAFTAR TABEL

Table 3.1 kerusakan jaringan distribusi Listrik	40
Table 3.2 Jenis kerusakan yang terjadi	44
Tabel 4.1 Data Gangguan Jaringan Permanen pada Distribusi Listrik	54
Tabel 4.2 Data Transformator Aliran daya Ke tambak	55
Tabel 4.3 panjang penghantar dan hambaran kabel	58
Tabel 4.4 Data dan beban penggerak motor	59
Tabel 4.5 Daya energy	60
Tabel 4.6 Jatuh tegangan beban motor	61



BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Dalam perkembangan yang sangat pesat terutama dalam bidang kelistrikan yang semakin banyak user (konsumen listrik). Maka kebutuhan akan energi listrik sangat besar, bahkan pada saat ini energi listrik dianggap sebagai salah satu kebutuhan primer. Untuk itu pelayanan tenaga listrik diharapkan mampu memberikan yang terbaik bagi masyarakat. Bisnis PLN begitu erat kaitannya dengan pelayanan terhadap masyarakat, masalah utama dalam menjalankan fungsi jaringan distribusi tersebut adalah mengatasi gangguan dengan cepat, mengingat gangguan yang terbanyak dalam sistem tegangan listrik terdapat dalam jaringan distribusi, khususnya pada jaringan tegangan menengah 20 kV.

Istilah keandalan jaringan distribusi, gangguan yang menyebabkan sebagian besar pemadaman jaringan distribusi khususnya pada jaringan tegangan 20 kV, yaitu akibat alam (tanam tumbuh, bencana, Binatang) dan sebagian lagi kerusakan pada peralatan. Keandalan adalah penampilan unjuk kerja pada suatu peralatan atau system yang sesuai dengan fungsinya dalam periode waktu dan kondisi lokasi tertentu.

Selain banyak digunakan oleh masyarakat luas, khususnya untuk keperluan penerangan, listrik juga merupakan salah satu sumber energi utama bagi sektor industri sehingga menjadi komoditas strategis dalam perekonomian Indonesia. Pembangkitan, transmisi, dan distribusi listrik juga dikenal sebagai produksi atau pembuatan, transportasi, dan penjualan eceran listrik adalah tiga proses berbeda

yang terlibat dalam penyediaan listrik. Generator digunakan di pusat-pusat tenaga untuk membangkitkan atau menghasilkan tenaga listrik.

Proses pemindahan tenaga listrik dari pembangkit listrik besar ke gardu induk dikenal sebagai transmisi atau pengiriman. Gardu-gardu ini mengalirkan listrik ke gardu-gardu distribusi, yang kemudian menyalurkannya ke pengguna akhir atau konsumen. Perusahaan Listrik Negara (PLN) merupakan pelaku usaha di bidang ketenagalistrikan. Unit Pelayanan Jaringan (UPJ) didirikan di desa-desa terpencil oleh PLN untuk menjamin seluruh masyarakat memiliki akses listrik.

Sentuhan pohon diduga telah mengganggu jaringan distribusi, dan di luar kota, gangguan lebih sering disebabkan oleh petir daripada sentuhan pohon. Akibat rusaknya jaringan distribusi, energi listrik yang dikirim dari gardu induk akan berubah menjadi energi panas dan tidak sampai ke pelanggan. Pemadaman listrik dapat diakibatkan oleh rusaknya jaringan distribusi maupun hilangnya energi listrik. Karena tidak ada pelanggan yang menggunakan listrik saat listrik padam, maka potensi pendapatan listrik akan berkurang.

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apa penyebab utama gangguan jaringan Kabel tanah PLN ULP Rayon Takalar ?
2. Bagaimana menghitung jumlah arus yang hilang pada gangguan tersebut ?

C. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan utama yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengidentifikasi dan menentukan penyebab utama gangguan jaringan distribusi menengah (JTM) kabel tanah PLN ULP Rayon Takalar.
2. Untuk mengetahui jumlah jatuh tegangan pada jaringan distribusi menengah, kabel tanah PLN ULP Rayon Takalar, dan meningkatkan kualitas layanan distribusi listrik.

D. BATASAN MASALAH

Pembahasan dari tugas akhir ini hanya pada pemeliharaan kabel Tanah terhadap gangguan hubungan singkat

E. MANFAAT PENELITIAN

Keuntungan yang akan diperoleh dari analisis gangguan jaringan distribusi tenaga listrik antara lain:

1. Agar PLN dapat mengurangi tingginya angka gangguan dan meningkatkan kualitas pelayanan distribusi tenaga listrik, dapat dilakukan identifikasi kejadian atau kombinasi kejadian dari faktor-faktor yang paling besar pengaruhnya terhadap gangguan jaringan.
2. Masyarakat dapat memanfaatkan pelayanan prima ketenagalistrikan.
3. Dapat digunakan sebagai dasar perbandingan dan pertimbangan oleh para peneliti, khususnya yang berkepentingan untuk mengembangkan temuan penelitian ini.

F. METODE PENULISAN

Metode penulisan yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah :

1. Membaca buku buku berkaitan dengan alat ini

2. Membaca jurnal dengan laporan tentang gangguan kabel tanah dan yang berhubungan.

G. SISTEMATIKA PENULISAN

Tugas akhir ini disusun berdasarkan sistematika penulisan sebagai berikut

BAB I : PENDAHULUAN

Bagian ini berisikan latar belakang, tujuan penulisan, batasan masalah, metode penulisan, dan sistematika penulisan

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

1. Jaringan tegangan menengah pada kabel tanah
2. Penghantar system distribusi
3. Gangguan Jaringan

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian
2. Pengumpulan Data
3. Pengolahan Data

BAB IV : DATA DAN PEMBAHASAN HASIL

1. Menjelaskan gangguan yang terjadi
2. Proses pencarian dan penanganan gangguan
3. Hasil pengukuran
4. Pembahasan hasil

BAB V : PENUTUP

1. Kesimpulan
2. Saran

3. Daftar Pustaka



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Jaringan Tegangan Menengah pada Kabel Tanah

Penggunaan Saluran Kabel bawah tanah Tegangan Menengah (SKTM) sebagai jaringan utama pendistribusian tenaga listrik dengan upaya peningkatan kualitas pendistribusian dibandingkan dengan SUTM, penggunaan SKTM akan memperkecil resiko kegagalan operasi akibat factor eksternal meningkatkan keamanan ketenagalistrikan. Secara garis besar termasuk dalam kelompok SKTM yaitu SKTM bawah tanah dan SKTM Laut.

Selain lebih aman, namun penggunaan SKTM lebih mahal untuk penyaluran daya yang sama, sebagai akibat konstruksi isolasi penuh penghantar per Fase dan pelindung mekanis yang dipersyaratkan sesuai keamanan ketenagalistrikan. Pada metode penyaluran listrik menggunakan SKTM, biasanya gangguan yang terjadi bersifat permanen, dimana untuk membebaskannya diperlukan tindakan perbaikan atau menyingkirkan gangguan tersebut, sehingga gangguan ini menyebabkan pemutusan tertutup. Penyebab gangguan dari dalam antara lain adalah:

- Tegangan lebih dan arus tak normal (termasuk didalamnya gangguan hubung singkat
- Pemasangan tidak baik
- Penuaan
- Beban lebih

- Kegagalan kerja peralatan pengaman.

a). Konstruksi dan Material yang dipakai pada Kabel Tanah

Kabel tanah sebenarnya berfungsi sama seperti konduktor lainnya hanya saja konstruksi dan material yang dipakai yang dipakai untuk melapisi inti (penghantar) berbeda dengan kabel pada umumnya.

b). Gangguan dan Klasifikasi Gangguan pada Sistem Tenaga Listrik

Gangguan pada sistem kelistrikan dapat didefinisikan sebagai segala sesuatu yang tidak berjalan dengan normal yang mengakibatkan aliran arus listrik menjadi terganggu ataupun tidak seimbang dari sistem tenaga listrik. Tujuan dilakukan analisis gangguan adalah:

- Penyelidikan terhadap unjuk kerja rele proteksi
- Untuk mengetahui rating maksimum dari pemutus tenaga
- Untuk mengetahui distribusi arus gangguan dan tegangan sistem pada saat terjadinya gangguan.

Sedangkan untuk klasifikasi dari gangguan pada sistem tenaga listrik yaitu:

1). Gangguan Berdasarkan Kesimetrisan, terdiri dari:

- Gangguan Asimetris, yaitu gangguan yang mengakibatkan arus yang mengalir pada setiap fasanya menjadi tidak seimbang.
- Gangguan Simetris, merupakan gangguan yang terjadi pada semua fasa sehingga arus pada tiap fasa tetap seimbang walaupun pada saat terjadi gangguan.

2). Berdasarkan Lama Terjadi Gangguan

- Gangguan Transient (temporer), yaitu gangguan yang hilang dengan sendirinya apabila pengaman ataupun pemutus tenaga terbuka pada saluran pada waktu yang singkat dan setelah itu dihubungkan kembali.

- Gangguan Permanen, merupakan gangguan yang tetap ada apabila pengaman ataupun pemutus tenaga terbuka pada saluran pada waktu yang singkat dan setelah itu dihubungkan kembali.

c). Metode Komponen Simetris untuk Gangguan Hubung Singkat

Pada tahun 1918, C.L. Fortesque menemukan suatu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis tiga fasa yang tidak seimbang. Fortesque membuktikan bahwa suatu sistem yang tidak seimbang yang terdiri dari tegangan atau arus yang tidak seimbang antar fasanya dapat dipecah menjadi 3 komponen simetris dari sistem 3 fasa yang seimbang. Tiga komponen simetris tersebut yaitu:

- 1). Komponen Urutan Positif (positive sequence components), merupakan komponen yang terdiri dari tiga fasor yang besarnya sama, tetapi terpisah satu dengan yang lain dalam fasa sebesar 120° , dan mempunyai urutan fasa yang sama seperti fasor aslinya. Pada saat sistem berada pada keadaan normal, hanya terdapat arus dan tegangan urutan positif saja, sehingga impedansi sistem pada kondisi normal adalah impedansi urutan positif.
- 2.) Komponen Urutan Negatif (negatif sequence components), merupakan komponen yang terdiri dari tiga fasor yang besarnya

sama, tetapi terpisah satu dengan yang lain dalam fasa sebesar 120° , dan mempunyai urutan fasa yang berlawanan dengan fasor aslinya. Jika pada kondisi normal hanya terdapat komponen urutan positif, maka komponen urutan negatif hanya terjadi pada saat terjadinya gangguan.

3). Komponen Urutan Nol (zero sequence components), merupakan komponen yang terdiri dari tiga fasor yang sama besarnya dan tidak ada pergeseran fasa antara fasor yang satu dengan yang lain.

d). Impedansi Saluran

Pada sistem tenaga listrik ada beberapa parameter yang digunakan untuk menghitung atau mencari nilai dari impedansi (Z) saluran, yaitu nilai resistansi (R) dan reaktansi (X) dimana nilai dari reaktansi bisa didapat dari 2 parameter juga yaitu nilai kapasitansi dan induktansi. Oleh karena itu, impedansi dapat dijabarkan dalam persamaan berikut.

Impedansi saluran terdiri dari:

1). Resistansi Saluran

Resistansi merupakan nilai tahanan dari sebuah penghantar dan merupakan penyebab utama rugi-rugi daya pada saluran transmisi

2). Reaktansi Saluran

Reaktansi saluran yaitu nilai tahanan yang didapat dari nilai induktansi dan kapasitansi penghantar yang ada di saluran.

Rumus untuk mencari nilai reaktansi dijelaskan pada persamaan berikut

e). Diagram Segaris

Didalam suatu sistem, tiga fasa jarang dipergunakan untuk menjelaskan suatu sistem karena itu suatu sistem tiga fasa selalu di selesaikan dengan rangkaian fasa tunggal. Dimana diambil salah satu fasa dan sebuah jalur untuk kembali ke netral yang disebut dengan diagram segaris/single line diagram.

f). Diagram Impedansi dan Reaktansi

Untuk menghitung sifat suatu sistem dalam keadaan berbeban atau pada saat timbulnya suatu hubung-singkat, diagram segaris harus diubah menjadi diagram impedansi yang menunjukkan rangkaian setaramasing-masing komponen sistem dengan berpedoman pada salah satu sisi yang sama pada transformator. Diagram ini berguna untuk mengetahui keadaan dari sistem tenaga listrik pada saat berbeban dan saat sistem mengalami gangguan.

Ada kalanya impedansi per unit suatu komponen dalam suatu sistem dinyatakan dengan dasar yang berbeda dari yang telah dipilih sebagai dasar untuk bagian sistem dimana komponen tersebut diletakkan. Karena itu untuk mengubah impedansi per unit dengan suatu dasar yang telah diberikan ke impedansi per unit dengan dasar yang baru.

g). Menghitung Nilai Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah

Untuk gangguan hubung singkat tiga fasa digunakan perhitungan pada persamaan pada rumus dibawah digambarkan kondisi saat terjadinya gangguan 1 fasa.

h). Menghitung Nilai Gangguan Hubung Singkat Fasa ke fasa

Pada gangguan hubung singkat 2 fasa (fasa ke fasa) unakan perhitungan pada persamaan diatas. Gangguan fasa ke fasa digambarkan dengan rumus dibawah.

i). Menghitung Nilai Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa

Untuk gangguan hubung singkat tiga fasa digunakan persamaan yang ada pada keterangan dibawah.

j). Rangkaian Pengganti

Setelah mendapatkan nilai kV base, maka nilai impedansi pun dapat dihitung dengan menggunakan perumusan yang telah diketahui sebelumnya. Nilai-nilai impedansi yang telah didapatkan pun disusun dalam sebuah rangkaian pengganti dalam bentuk diagram impedansi dan reaktansi urutan positif, urutan negatif dan urutan nol.

Diagram lalu disederhanakan dengan metode penyederhanaan rangkaian listrik untuk mendapatkan nilai pengganti dari keseluruhan rangkaian. Pada rumus reaktansi dan impedansi menampilkan hasil dari penyederhanaan keseluruhan rangkaian dari parameter sistem menjadi suatu rangkaian pengganti dengan besaran nilai yang telah mewakili keseluruhan rangkaian. Pada rumus tersebut terlihat bahwa nilai

impedansi urutan positif dan negatif pada rangkaian sama besar tetapi berbeda arahnya. Nilai urutan negatif berbanding terbalik dengan nilai urutan positif.

k). Nilai Arus Gangguan

Dengan didaptkannya nilai dari rangkaian pengganti dari sistem yang ditinjau, maka nilai arus gangguan hubung singkat dapat dihitung. Pertama-tama, nilai arus gangguan hubung singkat dihitung dalam nilai per unit (menggunakan metode di bagian (I) diatas). Setelah nilai per unit didaptkan untuk masing-masing gangguan, maka nilai tersebut nantinya diubah ke bentuk besaran nilai.

Dalam menentukan nilai arus gangguan hubug singkat, maka diperluka analisa sistem untuk mendapatkan nilai impedansi urutan positif dan impedansi urutan nol dari sistem itu. Sistem yang dianalisa mencakup sebagian kecil dari sistem, yaitu dari Ujung Mop jaringan 20kV sampai ke Panel Distribusi tambak udang Kecamatan manggarabombang.

l). Penentuan kV base

Sebelum menentukan impedansi per unit dari parameter sistem yang diambil maka perlu diketahui lingkupan kV base dari parameter sistem.

Jaringan tegangan menengah (JTM) merupakan saluran distribusi primer yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu induk ke gardu-gardu distribusi konsumen tegangan menengah. Berdasarkan konstruksinya, JTM terbagi kedalam dua jenis, yaitu Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM) dan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM).

a. Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM)

Saluran Kabel Tegangan Menengah merupakan jaringan kabel yang berisolasi yang ditanam di dalam tanah sepanjang jaringan. Jaringan penghantar SKTM menggunakan kabel berinti tunggal atau berinti tiga dan memiliki keandalan penyaluran yang tinggi.

b. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)

Saluran Udara Tegangan Menengah merupakan jaringan kawat tanpa isolasi yang terentang diudara yang disangga oleh tiang penyangga. Jaringan SUTM dapat dibangun dengan sistem fasa tiga atau fasa tunggal.

1. Kabel Tanah

Kabel tanah ialah satu atau beberapa bagian hantaran yang berisolasi, berpelindung mekanis dan berselubung luar yang dalam penggunaannya ditanam/dipasang di dalam tanah. Kabel Tanah adalah salah satu/beberapa kawat yang diisolasikan, sehingga tahan terhadap tegangan tertentu antara penghantar yang satu dengan penghantar yang lain ataupun penghantar dengan tanah serta dibungkus dengan pelindung, sehingga terhindar dari pengaruh-pengaruh kimia lain yang ada dalam tanah.

Oleh karena kabel tanah tersebut beroperasi dalam tanah, maka komponen termasuk kabel harus mampu beroperasi secara terus menerus karena memiliki persyaratan isolasi yang khusus untuk melindunginya dari segala bentuk kelembaban serta pengaruh-pengaruh lain yang terdapat didalam tanah.

Penggunaan Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM) dinilai mampu menciptakan keindahan dan kenyamanan tata kota meskipun investasi yang diperlukan relatif tinggi, pemeliharaan cukup rumit, namun pemilihan penggunaan SKTM tetap akan diperlukan terutama dari segi estetika dan pembebasan tanah. Instalasi (pemasangan) kabel dalam tanah dapat dilakukan dengan penanaman langsung atau melalui saluran pelindung. Instalasi kabel tanah dengan penanaman langsung, yaitu kabel secara langsung, tanpa menggunakan saluran pelindung (duct atau pipa), ditanam di dalam tanah.

Kondisi pemasangan kabel mempengaruhi kemampuan membawa arusnya. Kondisi pemasangan ini antara lain meliputi susunan peletakan kabel, pentanahan selubung logam (sheath)/pelindung (shield), jarak antar kabel, kedalaman penanaman, dan kondisi tanah.

2. Fungsi Kabel Tanah

Kabel tanah digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari satu tempat ke tempat lain dari gardu induk ke gardu distribusi dan disalurkan ke konsumen dengan menggunakan saluran bawah tanah. Pemakaian terbanyak dari kabel tanah pada sistem distribusi adalah pada daerah yang padat penduduknya dan yang membutuhkan penyaluran keandalan yang tinggi.

Sesuai dengan buku SPLN edisi 1:6 2010 kabel bawah tanah diletakkan di bawah pasir atau tanah halus, bebas dari batu-batuan, di atas galian tanah yang stabil, kuat, rata, dengan ketentuan tebal lapisan pasir atau tanah halus tersebut tidak kurang dari 5 cm di sekelilingi kabel tanah tersebut.

3. Keuntungan Dan Kerugian Kabel Tanah

a. Keuntungan Kabel Tanah

Keuntungan yang dapat diperoleh dari suatu jaringan bawah tanah adalah bebasnya kabel dari gangguan pohon, sambaran petir maupun dari gangguan manusia. Kabel-kabel bawah tanah yang digunakan pun banyak sekali jenisnya selain disebabkan bahan-bahan isolasi plastik yang terus berkembang maka selalu saja ada tambahan jenis-jenis kabel baru. Keuntungan pemakaian kabel bawah tanah adalah sebagai berikut :

- 1) Tidak terpengaruh oleh cuaca buruk, bahaya petir, badai, tertimpa pohon, dsb.
- 2) Tidak mengganggu pandangan, bila adanya bangunan yang tinggi.
- 3) Dari segi keindahan, saluran bawah tanah lebih sempurna dan lebih indah dipandang.
- 4) Mempunyai batas umur pakai dua kali lipat dari saluran udara.
- 5) Ongkos pemeliharaan lebih murah, karena tidak perlu adanya pengecatan.
- 6) Tegangan drop lebih rendah karena masalah induktansi bisa diabaikan.
- 7) Tidak ada gangguan akibat sambaran petir, angin topan dan badai.
- 8) Keandalan lebih baik.

- 9) Rugi-rugi daya lebih kecil.
- 10) Menciptakan keindahan tata kota.

b. Kerugian Kabel Tanah

Adapun kerugian atau kelemahan dari penggunaan jaringan kabel bawah tanah ialah sebagai berikut :

- 1) Harga kabel yang relatif mahal.
- 2) Gangguan yang terjadi bersifat permanen.
- 3) Tidak fleksibel terhadap perubahan jaringan.
- 4) Waktu dan biaya untuk menanggulangi bila terjadi gangguan lebih lama dan lebih mahal.
- 5) Biaya investasi pembangunan lebih mahal dibanding-kan dengan saluran udara.
- 6) Saat terjadi gangguan hubung singkat, usaha pencarian titik gangguan tidak mudah (susah).
- 7) Perlu pertimbangan-pertimbangan teknis yang lebih mendalam di dalam perencanaan, khususnya untuk kondisi tanah yang dilalui.
- 8) Hanya tidak dapat menghindari bila terjadi bencana banjir, desakan akar pohon, dan ketidakstabilan tanah.
- 9) Biaya pemakaian lebih besar atau lebih mahal.
- 10) Sulit mencari titik kerusakan bila ada gangguan.

4. Bagian Bagian Kabel Tanah

Sebagai penghantar, konstruksi kabel ada dua bagian yaitu :

a. Bagian Utama

Bagian Utama yaitu bagian yang harus ada pada setiap kabel antara lain :

1) Penghantar (Konduktor)

Fungsi dari penghantar adalah untuk memindahkan energi listrik dari satu tempat ke tempat lain. Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam memilih penghantar antara lain : konduktivitas bahan, kekuatan mekanis, koefisien muai panjang, modulasi kenyalnya. Pada umumnya untuk penghantar dipakai dari bahan tembaga atau aluminium dan umumnya dalam bentuk stranded (kecuali untuk ukuran-ukuran kecil).

2) Isolasi Kabel Tanah

Isolasi merupakan faktor penting pada sistem tenaga listrik. Secara umum isolasi harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

- a) Ketahanan dielektrik (dielectric strength) tinggi.
- b) Tahanan jenis (resistivity) yang tinggi.
- c) Dapat bekerja dalam temperatur rendah dan tinggi.
- d) Tidak menghisap air/uap air (non hygrokopic).
- e) Mudah dibengkokkan (fleksibel)
- f) Tidak mudah terbakar

Beberapa jenis-jenis isolasi kabel tanah yaitu :

a) Kabel dengan Isolasi Kertas

Umumnya bahan dasar kertas adalah kayu yang melalui proses kimia, dimana kertas terdiri dari serat-serat panjang berbentuk pipa rambut yang halus. Sifat-sifat kertas sebagai bahan isolasi :

- 1) Faktor rugi dielektrik antara 0,0009 sampai 0,004.

- 2) Temperatur kerja 65oC.
- 3) Ketahanan dielektrik 80 KV/mm.
- 4) Menghirup uap air atau cairan.

Untuk memperbaiki sifat-sifat isolasi, kertas harus diserapi dengan minyak isolasi atau kompon khusus. Didalam penggunaan minyak adalah minyak mineral askarel atau campuran resin. Minyak isolasi harus bebas asam dan mempunyai sifat kimia yang stabil, mempunyai kekentalan rendah pada waktu peresapan dan kekentalan tinggi pada waktu temperatur kerja, guna mencegah pengeringan.

Fungsi minyak isolasi adalah sebagai bahan isolasi diantara lapisan-lapisan kertas, sehingga kertas tidak akan menghisap uap air. Walaupun tidak dikembangkan lagi sampai sekarang isolasi kertas masih banyak dipergunakan pada kabel tegangan menengah.

Kekurangan dari isolasi kertas ini adalah sifat elektriknya sangat dipengaruhi oleh kehadiran air. Untuk itu kertas yang akan dipergunakan sebagai isolasi mutlak harus dikeringkan terlebih dahulu dalam vakum diimpregnasi minyak. Pemilihan ketebalan kertas ditentukan oleh tegangan kerja, diameter konduktor dan syarat mekanis lainnya. Pengurangan ketebalan kertas, memberikan hasil yang baik pada tegangan tembus akibat pengurangan panjang gap minyak yang dihasilkan, tetapi dengan dikembangkannya jenis isolasi XLPE maka kedudukan isolasi kertas sedikit demi sedikit mulai digantikan dengan isolasi XLPE.

b) Kabel dengan Isolasi XLPE (Cross Link Poly Ethylene)

Kabel jenis ini bersifat thermesetting dan mempunyai temperatur kerja lebih baik dan bahan dasarnya yaitu polyethylene (Pe). Beberapa sifat utama dari isolasi XLPE dibanding dengan bahan isolasi lainnya adalah sebagai berikut :

- 1) Temperatur perlunakan yang tinggi dan distorsi panas yang kecil.
- 2) Kekuatan mekanis yang tinggi.
- 3) Karakteristik listrik yang baik.
- 4) Mempunyai daya tahan terhadap bahan pelarut dan kimia.

Dari beberapa sifat tersebut XLPE sudah mulai banyak digunakan oleh PT. PLN karena keuntungan menggunakan kabel jenis ini adalah :

- 1) Sangat mudah penanganannya.
- 2) Suhu kerja lebih tinggi sehingga dapat dialiri arus relatif besar.
- 3) Mempunyai sifat-sifat fisik dan elektrik yang sangat baik.
- 4) Tidak mempunyai instalasi tambahan misalnya tangki tambahan atau alarm.
- 5) Dapat dipasang ditempat yang naik turun tanpa menimbulkan kesulitan.

Penyebab utama kerusakan kabel berisolasi XLPE yang ditanam langsung didalam tanah ialah kerusakan mekanis yang terjadi pada waktu instalasi penyambungan yang kurangbaik. Sebab lain adalah water treening yang mengakibatkan terbentuknya rongga-rongga dalam isolasi kabel sehingga kemampuan kabel menjadi berkurang.

c) Kabel Tanah Termoplastik Tanpa Perisai (PVC)

Yang termasuk kabel tanah termoplastik tanpa perisai adalah kabel NYY dan NYM. Pada prinsipnya susunan NYY ini sama dengan susunan NYM hanya tebal isolasi dan selubung luarnya serta jenis kompon PVC yang digunakan berbeda, warna selubung luarnya hitam. Untuk kabel tegangan rendah, tegangan nominalnya 0,6/1 KV dimana 0,6 KV adalah tegangan nominal terhadap tanah, 1 KV adalah tegangan nominal antar penghantar. Diameter luar kabel dengan dua urat atau lebih dan dengan luar penampang penghantar besar akan menjadi besar sekali kalau digunakan penghantar bulat. Karena itu, untuk ukuran-ukuran besar umumnya mulai 50 mm² keatas digunakan penghantar bentuk sektor.

d) Kabel Tanah Termoplastik Berperisai

Kabel tanah termoplastik berperisai yang paling banyak digunakan di Indonesia adalah NYFGbY dan NYRGbY. Konstruksi NYRGbY terdiri dari penghantar tembaga tanpa lapisan timah putih dengan isolasi PVC. Jumlah 16 uratnya kebanyakan tiga atau empat. Urat-urat ini dibelit jadi satu kemudian diberi lapisan pembungkus inti dari karet atau plastik lunak dan perisai kawat baja bulat berlapis seng.

Perisai kawat baja ini diikat dengan spiral pita baja berlapis seng untuk melindungi perisainya terhadap korosi, kabelnya diberi selubung luar PVC berwarna hitam. Perisai dari kawat baja itu juga berfungsi

sebagai pelindung elektrostatis yang baik, sehingga dapat mengurangi gangguan terhadap frekuensi nada.

Konstruksi kabel NYFGbY seperti kabel NYRGbY hanya untuk perisai tidak digunakan kawat baja bulat, tetapi kawat baja pipih berlapis seng. NYRGbY lebih tahan terhadap tarikan dari pada kabel NYFGbY. NYFGbY dan NYRGbY biasanya pada bawah tanah, diair, disungai dan dimana daerah yang mempunyai gangguan mekanis.

3) Tabir (Screen)

Dalam perkembangan konstruksi kabel, tabir (Screen) dibagi menjadi dua macam berdasarkan jenis bahannya:

a) Tabir semikonduktif

Untuk tegangan kerja yang tinggi setiap inti kabel dilengkapi dengan suatu lapisan yang disebut tabir (screen). Tabir ini berfungsi untuk meratakan distribusi tegangan (potensial). Pemasangan lapisan tabir adalah antara selubung (sheath) dengan isolasi tetapi untuk kabel sintesis dipasang juga antara isolasi dan penghantar. Fungsi dari tabir semikonduktif antara isolasi dan hantaran adalah Untuk mendapatkan distribusi medan listrik yang radial dan seragam sehingga tidak terjadi penumpukan tegangan pada celah-celah penghantar dan isolasi serta mencegah terjadi korona discharge antara penghantar dan isolasi (celah-celah elemen penghantar).

b) Tabir Konduktif

Tabir konduktif adalah lapisan netral diluar isolasi untuk kabel tegangan menengah dan kabel tegangan tinggi dan lapisan ini dihubungkan dengan ground. Lapisan tabir ini dipasang antara lapisan semikonduktif dan perisai atau pada lapisan semikonduktif dan selubung. Fungsi tabir konduktif adalah menjamin pentanahan sepanjang rangkaian bagian luar kabel untuk mengamankan sentuhan manusia terhadap bahaya listrik, mengalirkan arus-arus kapasitif yang timbul dalam isolasi karena adanya tegangan fasa ke tanah, dan mengalirkan dalam hal gangguan fasa tanah arus hubung singkat sampai tempat pentanahan yang paling dekat.

4) Selubung (Sheath)

Bahan selubung dapat dibagi menjadi tiga golongan yaitu:

- a) Selubung logam misalnya timbel aluminium
- b) Selubung karet (sintetis) misal karet silikon
- c) Selubung plastik misal PVC

Fungsi selubung sebagai berikut:

- a) Melindungi inti kabel dari pengaruh luar
- b) Melindungi terhadap korosi
- c) Menahan gaya mekanis
- d) Melindungi/mengamankan terhadap gaya listrik dari luar
- e) Mencegah masuknya uap air secara vertikal

5) Jenis Kabel

Ada berbagai jenis kabel yang sering dipakai dalam system jaringan distribusi menengah, antara lain seperti Kabel jenis SWA, atau kabel lapis baja biasanya berarti kabel lapis baja kawat baja (SWA) yang merupakan kabel baja tahan pakai yang dirancang untuk pasokan listrik utama. Ini adalah salah satu dari sejumlah kabel listrik lapis baja yang meliputi Kabel 11 kV dan Kabel 33 kV dan ditemukan di sistem bawah tanah, jaringan listrik, dan saluran kabel.



Gambar 2.1 Jenis kabel yang dipakai pada system Distribusi

Pada gambar 2.1 bahwa jenis jenis kabel yang sering dipakai pada jaringan distribusi yang memiliki fungsi dan kelebihan dan kekurangan yang berbeda.

6) Ukuran Kabel

- Panjang = Panjang kabel tanah yang dimiliki adalah 57 meter

- Ketebalan = 20 D (diameter luar kabel) mm

- Kedalaman = Kedalaman alur kabel adalah 3,3 meter dari permukaan tanah

7) Cara pemasangan

Kabel yang akan dipasang dengan menyebrang jalan maka pemasangannya harus dilakukan dengan kabel tersebut dimasukkan kedalam pipa PVC yang mempunyai diameter 10 cm dan ketebalan 5,5 mm terlebih dahulu. Kemudian pipa PVC tadi ditanamkan kedalam galian alur minimal 100 cm atau sesuai peraturan perda setempat. Setiap pipa PVC hanya boleh diisi dengan 1 kabel atau maksimal 3 kabel sekunder. Kabel primer dan sekunder tidak boleh dimasukkan kedalam pipa yang sama. Sebaiknya tanamkan beberapa pipa cadangan yang masih kosong yang jumlahnya disesuaikan dengan desain untuk berjaga jaga terhadap kebutuhan mendadak.

B. Penghantar Sistem Distribusi

Pada jaringan distribusi, jaringan tegangan menengah menghubungkan daerah industri berukuran menengah, daerah perumahan kota besar dan daerah pedesaan ke jaringan tegangan tinggi lewat trafo gardu induk, tegangan rendah biasanya dipergunakan untuk mensuplai perumahan dan daerah industri ringan di kota-kota dan pedesaan dari trafo-trafo distribusi.

Di daerah industri, jaringan tegangan rendah mengalirkan energi dari trafo distribusi ke mesin-mesin listrik. Pemilihan tegangan tergantung pada ukuran daerah suplai dan pembebanan (rugi tegangan, penampang penghantar) serta tegangan jaringan yang berdekatan pada jaringan tegangan rendah juga pada kontak yang diizinkan.

Material yang dipakai untuk penghantar umumnya tembaga dan aluminium, baja hanya dipakai untuk tulang kawat aluminium, jadi jenis penghantar yang dipakai adalah tembaga, aluminium atau SCAC (steel cored aluminium conductor). Pemilihan penampang penghantar dipengaruhi oleh pertimbangan-pertimbangan antara lain untuk pembebanan kabel yang diperbolehkan tergantung pada kemampuan isolasi untuk melawan kenaikan temperatur, jadi pada temperatur penghantar dan temperatur udara di sekelilingnya, pembebanan saluran udara yang diperbolehkan dibatasi oleh pengurangan kekuatan mekanis bila temperatur bertambah.

Penampang penghantar yang besar mengurangi kerugian tetapi menyebabkan harga menjadi lebih mahal, perbandingan optimum antara harga kerugian dan harga kawat memberikan penampang penghantar ekonomis. Penghantar yang biasanya dipakai untuk penghantar distribusi antara lain:

1. Penghantar Telanjang

Bahan yang dipakai dalam penghantar jenis ini ialah tembaga, aluminium, baja, kombinasi tembaga dan baja atau kombinasi aluminium dengan baja. Tembaga adalah material yang paling banyak dipakai untuk penghantar karena sangat baik menghantarkan arus listrik, selain harganya cukup murah juga mudah disambung.

Aluminium banyak dipakai terutama pada jaringan tegangan tinggi, dibandingkan dengan kawat tembaga dengan ukuran fisik yang sama, kawat aluminium mempunyai konduktifitas 60%, kekuatan tarik 45% dan berat 33%. Untuk mendapatkan konduktifitas sama, penampang aluminium harus 1.66 kali

lebih besar daripada penampang kawat tembaga. Kawat aluminium dengan ukuran ini mempunyai kekuatan tarik 75% dan berat 55% dari kawat tembaga. Untuk menambah kekuatan tariknya biasanya kawat aluminium diberi tulangan pada intinya, kawat semacam ini disebut kawat aluminium bertulang baja atau ACSR (Aluminium Conductor Steel Reinforced). Kekuatan tarik aluminium dengan kapasitas mengalirkan arus yang sama dengan kawat tembaga hampir sama dengan kekuatan tarik tembaga tersebut.

2. Penghantar Berisolasi (Kabel)

Kabel dapat dipakai untuk saluran udara dan untuk saluran bawah tanah, pemasangan kabel dapat secara langsung atau dimasukkan kedalam pipa. Kabel yang dipakai untuk sistem saluran bawah tanah harus tahan terhadap kelembaban yang tak terselubung dengan tegangan kerja 600 V banyak dipakai untuk jaringan distribusi sekunder, kabel dapat terdiri dari penghantar dan seterusnya tergantung jumlah penghantar yang berisolasi saling terpisah dalam selubung. Isolasi kabel dapat dibuat dan bermacam-macam bahan, kertas banyak dipakai untuk kabel-kabel bertegangan 600V–35 KV, Polietilene untuk 600 V–138 KV, kain yang dipernis untuk 600 V– 8 KV, Kertas dipakai untuk tegangan yang lebih tinggi karena karakteristik rugi dielektrik rendah dan harganya murah.

C. Gangguan Jaringan

Jaringan distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang paling dekat dengan pelanggan/ konsumen. Ditinjau dari volume fisiknya jaringan distribusi pada umumnya lebih panjang dibandingkan dengan jaringan transmisi

dan jumlah gangguannya (sekian kali per 100 km pertahun) juga paling tinggi dibandingkan jumlah gangguan pada saluran-saluran transmisi.

Jaringan distribusi seperti diketahui terdiri dari jaringan distribusi tegangan menengah (JTM) dan jaringan distribusi tegangan rendah (JTR). Jaringan distribusi tegangan menengah mempunyai tegangan antara 3 kV sampai 20 kV. Pada saat ini PLN hanya mengembangkan jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV. Jaringan distribusi tegangan menengah sebagian besar berupa saluran udara tegangan menengah dan kabel tanah.

Pada saat ini gangguan pada saluran udara tegangan menengah ada yang mencapai angka 100 kali per 100 km per tahun. Sebagian besar gangguan pada saluran udara tegangan menengah tidak disebabkan oleh petir melainkan oleh sentuhan pohon, apalagi saluran udara tegangan menengah banyak berada di dalam kota yang memiliki bangunan-bangunan tinggi dan pohon-pohon yang lebih tinggi dari tiang saluran udara tegangan menengah.

Hal ini menyebabkan saluran udara tegangan menengah yang ada di dalam kota banyak terlindung terhadap sambaran petir tetapi banyak diganggu oleh sentuhan pohon. Hanya untuk daerah di luar kota selain gangguan sentuhan pohon juga sering terjadi gangguan karena petir. Gangguan karena petir maupun karena sentuhan pohon ini sifatnya temporer (Sementara), oleh karena itu penggunaan penutup balik otomatis (Recloser) akan mengurangi waktu pemutusan penyediaan daya (Supply Interrupting Time).

1. Jenis-Jenis Gangguan

Pada Sistem Distribusi jenis-jenis gangguan pada sistem distribusi meliputi:

a. Gangguan Hubung Singkat meliputi :

- 1) Gangguan hubung singkat dapat terjadi antar fase (3 fase atau 2 fase) atau 1 fase ketanah dan sifatnya bisa temporer atau permanen.
- 2) Gangguan permanen yaitu hubung singkat pada kabel, belitan trafo, generator, (tembusnya isolasi).
- 3) Gangguan temporer yaitu Flash Over karena sambaran petir, Flash Over dengan pohon, tertiuap angin.

b. Gangguan Beban Lebih

Gangguan beban lebih terjadi karena pembebanan sistem distribusi yang melebihi kapasitas sistem terpasang. Gangguan ini sebenarnya bukan gangguan murni, tetapi bila dibiarkan terus-menerus berlangsung dapat merusak peralatan.

c. Gangguan Tegangan Lebih

Gangguan tegangan lebih termasuk gangguan yang sering terjadi pada saluran distribusi. Berdasarkan penyebabnya maka gangguan tegangan lebih ini dapat dikelompokkan atas dua hal, yaitu :

- 1) Tegangan Lebih Power Frekwensi. Pada sistem distribusi hal ini biasanya disebabkan oleh kesalahan pada AVR atau pengatur tap pada trafo distribusi.
- 2) Tegangan Lebih Surja Gangguan ini biasanya disebabkan oleh surja hubung atau surja petir.

Dari ketiga jenis gangguan tersebut, gangguan yang lebih sering terjadi dan berdampak sangat besar bagi sistem distribusi adalah gangguan hubung singkat. Sehingga istilah gangguan pada sistem distribusi lazim mengacu kepada gangguan hubung singkat dan peralatan proteksi yang dipasang cenderung mengatasi gangguan hubung singkat ini.

2. Penyebab Gangguan

Penyebab gangguan dapat dikelompokkan menjadi beberapa hal yaitu sebagai berikut :

- a. Gangguan internal (dari dalam) yaitu gangguan yang disebabkan oleh sistem itu sendiri. Misalnya gangguan hubung singkat, kerusakan pada alat, *switching* kegagalan isolasi, kerusakan pada pembangkit dan lain-lain.
- b. Gangguan eksternal (dari luar) yaitu gangguan yang disebabkan oleh alam atau diluar sistem. Misalnya terputusnya saluran/kabel karena angin, badai, petir, pepohonan, layang-layang dan sebagainya.
- c. Gangguan karena faktor manusia yaitu gangguan yang disebabkan oleh kecerobohan atau kelalaian operator, ketidak telitian, tidak mengindahkan peraturan pengamanan diri, dan lain-lain.

3. Akibat Gangguan

Akibat gangguan yang terjadi pada sistem antara lain sebagai berikut :

a. Beban lebih

Pada saat terjadi gangguan maka sistem akan mengalami keadaan kelebihan beban karena arus gangguan yang masuk ke sistem dan

mengakibatkan sistem menjadi tidak normal, jika dibiarkan berlangsung dapat membahayakan peralatan sistem.

b. Hubung Singkat

Pada saat hubung singkat akan menyebabkan gangguan yang bersifat temporer maupun yang bersifat permanen. Gangguan permanen dapat terjadi pada hubung singkat 3 fasa, 2 fasa ketanah, hubung singkat antar fasa maupun hubung singkat 1 fasa ketanah. Sedangkan pada gangguan temporer terjadi karena flash over antar penghantar dan tanah, antara penghantar dan tiang, antara penghantar dan kawat tanah dan lain-lain. Dalam dunia kelistrikan khususnya pendistribusian energi listrik ke konsumen, jaringan yang dipakai yaitu SUTM (Saluran Udara Tegangan Menengah), SKUTM (Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah) dan SKTM (Saluran Kabel Bawah Tanah Tegangan Menengah).

SUTM bisa ditarik sampai puluhan bahkan ratusan kilo meter termasuk percabangannya di Indonesia khususnya jaringan SUTM mendominasi dibandingkan SKTM dalam mendistribusikan energi listrik baik di perkotaan maupun di luar perkotaan. SUTM memakai penghantar telanjang yang ditopang oleh tiang. SKUTM sama halnya dengan SUTM dalam penerapannya. Hanya saja, SKUTM menggunakan penghantar yang berisolasi penuh untuk meningkatkan keamanan.

Jaringan SKTM biasanya digunakan pada perkotaan dan relatif lebih pendek dibandingkan dengan SUTM dan memiliki gardu

distribusi. SKTM digunakan untuk meningkatkan kualitas pendistribusian dengan jumlah gangguan yang relatif kecil. Tetapi, bila terjadi gangguan pada jaringan SKTM, maka dapat menyebabkan gangguan permanen.

Dalam dunia tenaga listrik, seberapa besarnya gangguan hubung singkat yang bisa saja terjadi perlu diketahui sebelum gangguan sesungguhnya terjadi. Hal ini berguna untuk menentukan spesifikasi PMT, konduktor yang akan digunakan, Trafo, settingan Relay, dan lain-lain.

c. Tegangan Lebih

Tegangan lebih dengan frekuensi daya, yaitu peristiwa kehilangan atau penurunan beban karena *switching*, gangguan AVR, *over speed* karena kehilangan beban. Selain itu tegangan lebih juga terjadi akibat tegangan lebih transient surja petir dan surja hubung / *switching*.

d. Hilangnya Sumber Tenaga

Hilangnya pembangkit biasanya diakibatkan oleh gangguan di unit pembangkit, gangguan hubung singkat jaringan sehingga rele dan CB bekerja dan jaringan terputus dari pembangkit.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. LOKASI PENELITIAN

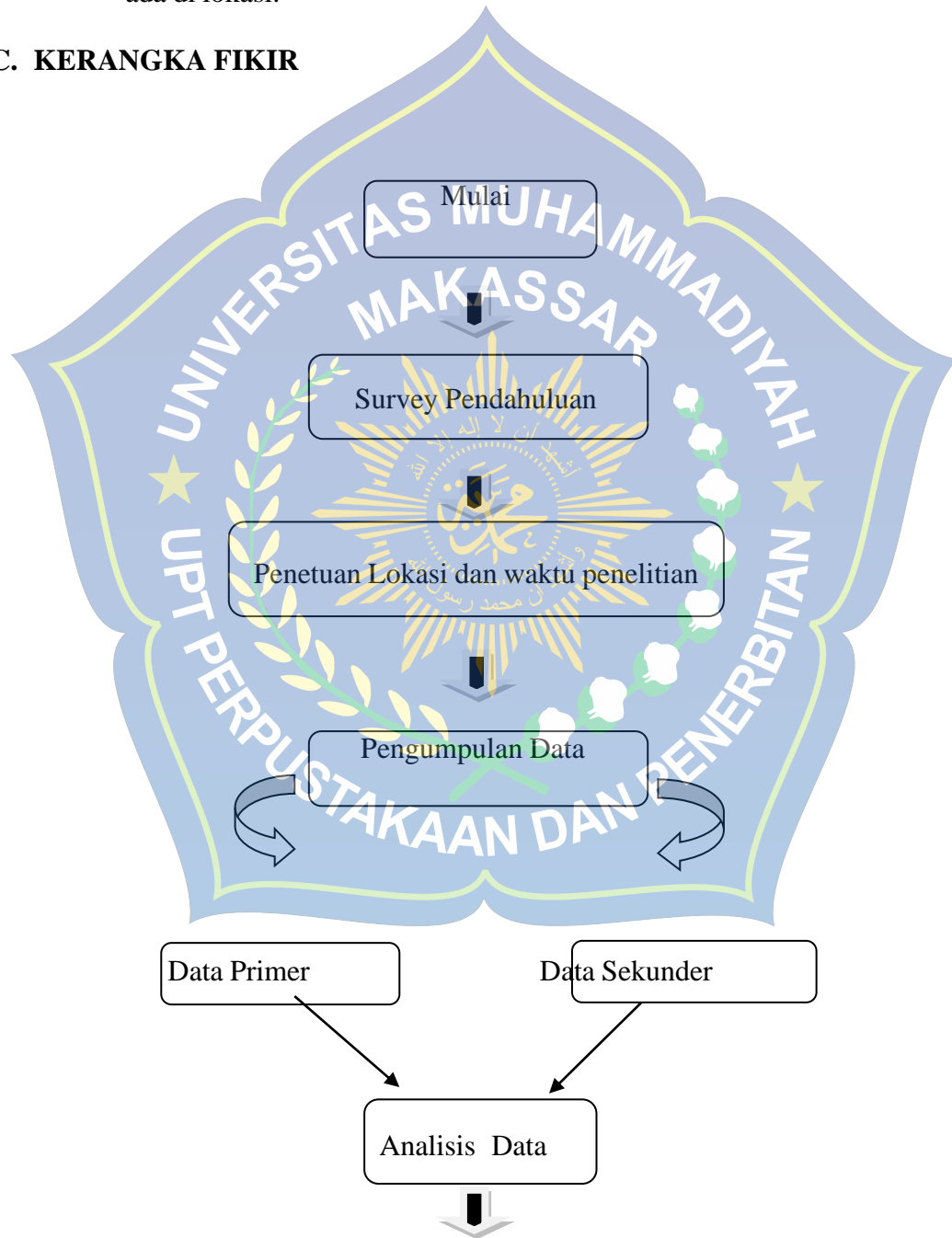
Penelitian ini dilakukan di area PLN ULP Rayon Takalar

B. PENGUMPULAN DATA

1. Jenis data yang dikumpulkan ada dua macam, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara dan observasi langsung dari perusahaan. Data sekunder diambil langsung dari data PT. PLN ULP Rayon Takalar. Adapun data-data sekunder tersebut antara lain : Data gangguan jaringan pada distribusi listrik selama bulan Mei 2017 sampai dengan bulan Januari 2023.
2. Metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:
3. Metode literatur, yaitu suatu teknik pengumpulan data dengan jalan membaca dan menelusuri literatur yang berkaitan dengan permasalahan. Seperti buku-buku, beberapa jurnal, karya ilmiah maupun situs-situs internet yang berkaitan dengan masalah yang dibahas.
4. Metode Observasi, yaitu suatu teknik pengumpulan data gangguan jaringan distribusi listrik, dengan melakukan pengamatan langsung terhadap gangguan jaringan pada distribusi listrik.

5. Metode Diskusi, yaitu teknik pengambilan data dengan cara melakukan interview atau wawancara langsung dengan ahli bidang kelistrikan baik kepada pembimbing lapangan tugas akhir maupun narasumber yang ada di lokasi.

C. KERANGKA FIKIR



Pembahasan Dan Kesimpulan



Selesai

Gambar 3.1 Kerangka Fikir Penelitian

Prosedur penelitian ini dilakukan sesuai kerangka yang telah dibuat, dimana dilakukan dengan cara pengumpulan data dari beberapa sumber yang ada seperti buku, jurnal dll. Kemudian melakukan analisis penyebab gangguan tersebut . sehingga data yang dikumpulkan dilampirkan sesuai hasil penelitian pada bab selanjutnya. Dan terakhir ditariklah sebuah kesimpulan yang akan di jabarkan pada bab terakhir pada penelitian ini.

D. LANGKAH PENELITIAN

Langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan semua peralatan
2. Menentukan jenis kerusakan yang terjadi pada kabel tanah
3. Menganalisis kerusakan yang terjadi
4. Mencatat data hasil penelitian
5. Menganalisa data hasil pengujian

Pada langkah ini digunakan metode pengujian manual dengan pencatatan, sehingga hasilnya dapat disimpulkan menggunakan data

yang telah diuji. Kemudian melanjutkan dengan menganalisa kerusakan atau gangguan yang terjadi pada kabel tanah.

E. PENGOLAHAN DATA

Pengolahan data yang digunakan untuk mengetahui kejadian dasar atau kombinasi kejadian dasar yang menyebabkan gangguan jaringan distribusi listrik.

1. Identifikasi *Undisired Event* (kesalahan) Dalam Sistem

Tahap identifikasi kesalahan dalam sistem dimulai dengan mengetahui kondisi awal sistem jaringan distribusi listrik. Sistem jaringan distribusi listrik dimulai dari gardu induk yang merupakan pusat beban untuk suatu daerah pelanggan tertentu, dimana bebannya berubah-ubah sepanjang waktu. Setelah dari gardu induk, kemudian arus listrik masuk ke jaringan tegangan menengah dengan terlebih dahulu diturunkan tegangannya menggunakan transformator distribusi, kemudian masuk ke jaringan tegangan rendah dan akhirnya sampai ke pelanggan. Setelah mengidentifikasi sistem, kemudian akan di-identifikasi *Undisired Event*.

Undisired Event merupakan suatu kondisi yang tidak diinginkan dalam sistem jaringan distribusi listrik yang berupa kesalahan ataupun gangguan-gangguan yang terjadi dalam sistem. *Undisired Event* yang terjadi berupa kejadian-kejadian yang dapat menyebabkan gangguan pendistribusian listrik sehingga energi listrik tidak akan sampai ke pelanggan. Gangguan-gangguan itu dapat berupa karena adanya gangguan

pada sistem pembangkit listrik berupa kekurangan bahan bakar untuk membangkitkan tenaga listrik, dan gangguan generator pembangkit.

Gangguan pada sistem transmisi berupa gangguan *step-up transformer*, dan gangguan pada kabel transmisi. Gangguan pada sistem distribusi berupa gangguan pada gardu induk, jaringan tegangan menengah transformator distribusi, jaringan tegangan rendah, dan jaringan pelanggan. Dari *Undesird Event* tersebut, kemudian akan ditentukan satu *Undesired Event* yang akan dijadikan sebagai *Top Level Event* yang akan diletakkan pada puncak pohon kesalahan. *Top Level Event* berupa kejadian yang benar-benar penting dalam sistem jaringan distribusi listrik dan memerlukan solusi permasalahan. Dalam hal ini yang dijadikan sebagai *Top Level Event* adalah gangguan jaringan tegangan menengah distribusi listrik.

Syarat *Top Level Event* adalah bahwa *Top Level Event* harus jelas terdefinisi, teramati dan terukur. Syarat *Top Level Event* dapat jelas terdefinisi maksudnya bahwa gangguan sistem jaringan distribusi listrik dapat diketahui baik diketahui oleh pihak PLN sendiri maupun dari laporan pelanggan bahwa ada gangguan pada sistem jaringan listrik.

Syarat *Top Level Event* dapat teramati maksudnya bahwa gangguan dalam sistem jaringan distribusi tersebut dapat dicari letak kesalahannya, sedangkan syarat *Top Level Event* dapat terukur maksudnya bahwa gangguan pada sistem jaringan distribusi tersebut dapat diukur ataupun dihitung frekuensinya. Setelah *Top Level Event* ditentukan, selanjutnya

akan diturunkan menjadi level-level yang lebih rendah sampai ditemukan kejadian paling dasar (Basic Event) yang selanjutnya dapat dibuat diagram pohon kesalahannya.

2. Pembuatan Fault Tree

Diagram kesalahan disusun berdasarkan letak gangguan dalam sistem jaringan distribusi dengan menggambarkan komponen-komponen yang ada dalam sistem jaringan distribusi yang berupa: gardu induk, jaringan tegangan menengah, transformator distribusi, dan jaringan tegangan rendah.

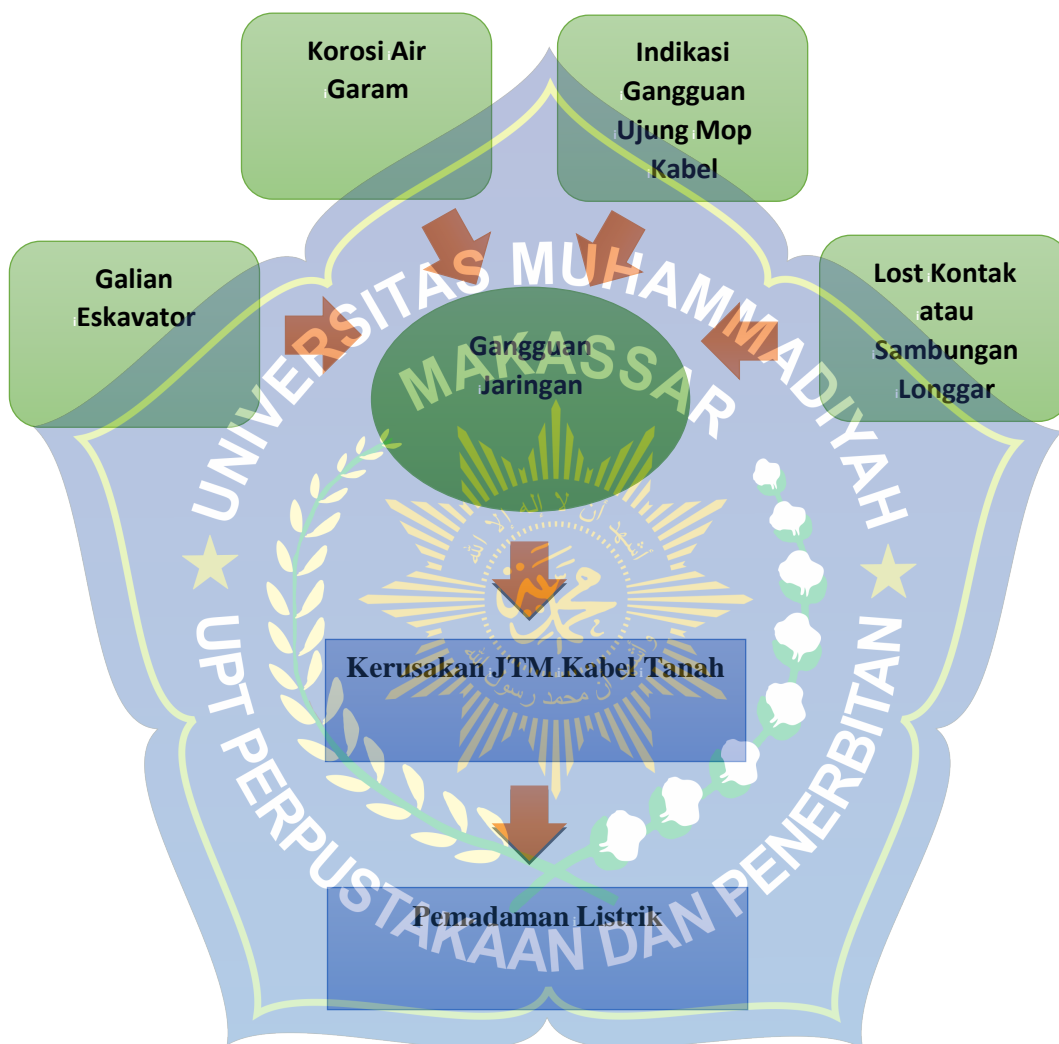
Metode analisis sistem yang digunakan *Top Level Event* yang telah didefinisikan, kemudian mencari kejadian penyebab dan atau kombinasinya sampai pada kejadian yang paling dasar, sehingga diperoleh kejadian paling dasar dari penyebab kerusakan jaringan distribusi listrik. Langkah-langkah penyusunan diagram kesalahan sebagai berikut:

a) Identifikasi letak gangguan sistem jaringan distribusi listrik.

Langkah awal dalam penyusunan diagram kesalahan adalah identifikasi letak gangguan pada sistem jaringan distribusi dengan melibatkan semua komponen dalam sistem distribusi listrik, dimulai dari gardu induk sampai ke jaringan tegangan rendah untuk mencari kemungkinan penyebab permasalahan. Secara umum, penyebab kerusakan jaringan distribusi listrik disebabkan karena kerusakan peralatan yang dipakai dalam menyalurkan distribusi listrik, sedangkan kerusakan peralatan distribusi dapat disebabkan karena gangguan alam, gangguan

binatang, gangguan manusia, gangguan material yang dipakai, atau kesalahan instalasi jaringan distribusi.

Hubungan tersebut dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Akibat gangguan jaringan Listrik

Pada gambar 3.2 dapat diketahui bahwa gangguan jaringan merupakan faktor yang menyebabkan kerusakan jaringan distribusi listrik. Gangguan jaringan tersebut dapat terjadi karena galian eskavator, korosi air garam, indikasi gangguan ujung mop kabel, dan lost kontak atau sambungan longgar. Sedangkan akibat dari kerusakan jaringan distribusi secara umum adalah adanya pemadaman listrik

walaupun hanya sementara sampai kerusakan tersebut dapat diperbaiki. Untuk mengetahui karakteristik penyebabnya, maka akan diidentifikasi gangguan-gangguan tersebut berdasarkan letaknya pada sistem jaringan distribusi listrik.

Identifikasi letak gangguan pada sistem jaringan distribusi dapat dilihat pada tabel 3.1.

Table 3.1 kerusakan jaringan distribusi Listrik

Letak Kerusakan	Komponen Rusak	Akibat Kerusakan	Penyebab Kerusakan
Gardu induk	Saklar pemutus tenaga (PMT)	Komponen tidak terikat kencang, PMT terbuka	Kesalahan instalasi
	Saklar pemisah (PMS)	Komponen kendur	Kesalahan instalasi
Jaringan tegangan menengah (JTM)	Tiang listrik	Tiang listrik roboh	Gangguan alam
			Gangguan alam
	Kabel listrik	Kabel listrik putus	Gangguan manusia Kesalahan instalasi Gangguan material

	Isolator	Isolator rusak	Gangguan komponen
	Pelebur	Pelebur bocor	Kesalahan instalasi
	Penangkal Petir	Penangkal Petir rusak	Gangguan alam
Transformator		Jumperan trafo rusak	Gangguan komponen
Distribusi	Transformator	Transformator rusak	Gangguan komponen
Jaringan tegangan rendah(JTR)	Relay	Hubung singkat	Gangguan alam
		Konektor tidak stabil	Gangguan binatang
			gangguan manusia
	Konektor	stabil	Gangguan alam

Pada tabel 3.1 dapat diketahui letak kerusakan jaringan distribusi untuk semua komponen yang ada dalam sistem jaringan distribusi listrik dapat berupa saklar PMT dan PMS, isolator, konektor, pelebur, penangkal petir, APP, MCB, dan lain-lain. hasil dari karakterisasi ini, kemudian akan dibuat pohon kesalahan.

Analisis Kesalahan Dalam Sistem Jaringan Distribusi Listrik (Undisired Event). Analisis ini digunakan untuk mengetahui kejadian-kejadian yang dapat mengganggu pendistribusian energi listrik ke pelanggan. Gangguan-gangguan tersebut, yaitu: kekurangan bahan bakar untuk membangkitkan tenaga listrik, adanya pembangunan yang dilakukan oleh pihak PLN ataupun instansi pemerintah sehingga mengganggu sistem distribusi listrik, kegiatan instalasi peralatan listrik baru, kegiatan pemeliharaan yang dilakukan oleh PLN yang mengganggu sistem distribusi listrik, ataupun kerusakan jaringan sistem distribusi listrik letak kesalahan dalam sistem jaringan distribusi listrik.

Permasalahan yang diangkat adalah kerusakan jaringan distribusi listrik. Sistem distribusi listrik terdiri dari lima bagian, yaitu: gardu induk, jaringan tegangan menengah, transformator distribusi, jaringan tegangan rendah, dan jaringan pelanggan. Hampir semua kerusakan disebabkan karena terganggunya alat yang digunakan. Kerusakan alat tersebut dapat disebabkan karena gangguan alam, gangguan manusia, gangguan binatang, gangguan material yang dipakai, atau karena gangguan instalasi pemasangan.

Berdasarkan letak kerusakannya, kerusakan jaringan pada gardu induk dapat berupa: kerusakan pada saklar pemutus tenaga, dan saklar pemisah, sedangkan kerusakan pada jaringan tegangan menengah dapat berupa: kerusakan kabel listrik, isolator, pelebur, dan penangkal petir. Kerusakan pada transformator distribusi dapat berupa kerusakan pada komponen transformator itu sendiri, atau jumper transformatornya. Kerusakan pada jaringan tegangan rendah dapat berupa: kerusakan pada relay, konektor, isolator, atau jumper tegangan rendahnya, dan

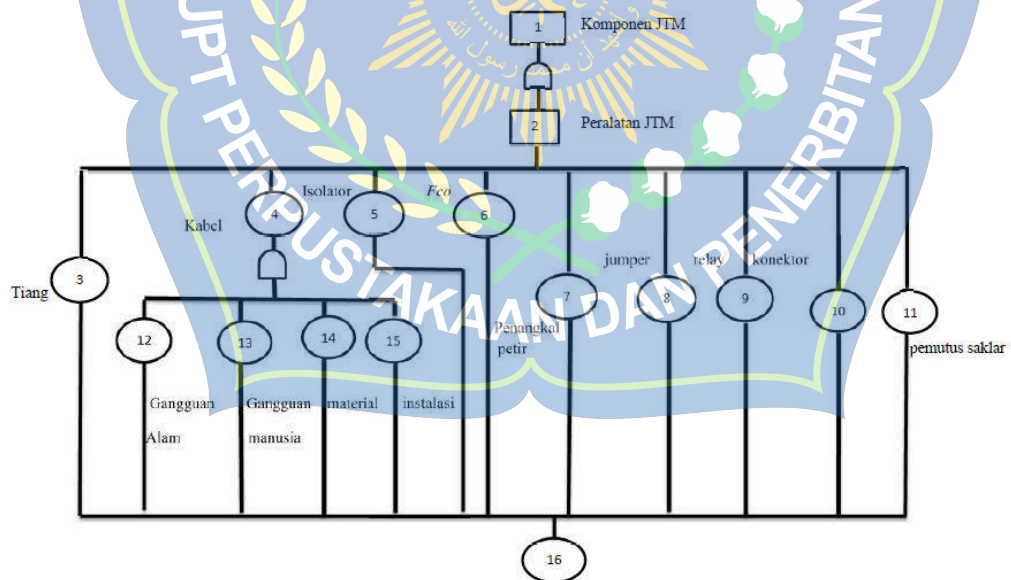
kerusakan pada jaringan pada pelanggan berupa kerusakan pada konektor, alat pembatas dan pengukur, atau kerusakan pada MCB (Mini Circuit Breaker).

b) Menggambar Pohon Kesalahan Berdasarkan

Identifikasi Sistem Jaringan Distribusi. Gambar pohon kesalahan dibuat setelah mengidentifikasi semua kerusakan yang terjadi pada sistem jaringan distribusi listrik.

Logika yang dipakai dalam gambar pohon kesalahan adalah logika “OR”, yang menggambarkan bahwa satu kondisi Input dapat menyebabkan kondisi Output muncul. Jadi Output dapat muncul jika salah satu, beberapa dan atau semua kondisi Input terjadi.

Gambar pohon kesalahan yang dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Pohon Kesalahan

Keterangan angka dalam gambar pohon kesalahan dapat dilihat pada tabel 3.2.

Table 3.2 Jenis kerusakan yang terjadi

No	Keterangan
1	Kerusakan pada komponen jaringan tegangan menengah (JTM)
2	Kerusakan pada peralatan jaringan tegangan menengah (JTM)
3	Kerusakan tiang
4	Kerusakan kabel
5	Kerusakan isolator
6	Kerusakan pada pelebur (fuse cut out)
7	Kerusakan pada penangkal petir
8	Kerusakan jumper
9	Kerusakan relay
10	Kerusakan konektor
11	Kerusakan pemutus saklar (PMS)
12	Gangguan alam
13	Gangguan manusia
14	Gangguan material
15	Kesalahan instalasi
16	Pemadaman listrik

Analisis pohon kesalahan digunakan untuk menentukan minimal Cut Set yang berupa kumpulan kejadian dasar (Basic Event) penyebab kerusakan jaringan

distribusi listrik. Dari minimal Cut Set didapatkan enam kejadian dasar yang menjadi penyebab kerusakan jaringan distribusi listrik, yaitu: Gangguan alam, Gangguan alam yang menyebabkan kerusakan jaringan distribusi dapat berupa: angin kencang, petir, banjir, dan hujan lebat.

Permasalahan yang terjadi akibat gangguan alam yaitu: kerusakan kabel, dan tiang listrik, kerusakan penangkal petir, dan kerusakan konektor. Selain gangguan alam, penyebab kerusakan jaringan adalah gangguan manusia, aktivitas manusia seringkali menyebabkan kerusakan jaringan distribusi listrik, aktivitas berupa bermain layang-layang, penggalian saluran PDAM dapat menyebabkan kerusakan jaringan distribusi. Gangguan binatang, juga sering menyebabkan gangguan jaringan distribusi. Binatang seperti burung, tokek, dan ular sering mengganggu distribusi listrik. Ketiga binatang tersebut melakukan aktivitas diatas kabel listrik yang menyebabkan tersangkut dan mati diatas kabel listrik, sehingga distribusi listrik terganggu.

Gangguan komponen listrik biasanya terjadi karena mutu komponen yang dipakai dalam pendistribusian listrik tidak bagus, sehingga sering terjadi kerusakan jaringan distribusi listrik. Gangguan material yang dipakai biasanya disebabkan karena material yang dipakai tersebut sudah lama, sehingga mudah keropos, patah, aus, atau patah. Kesalahan instalasi disebabkan karena pemasangan jaringan listrik yang dilakukan tidak sesuai dengan prosedur yang ditetapkan, atau pemasangan komponen tidak terikat dengan kencang, sehingga jaringan distribusi listrik mudah mengalami kerusakan.

Setelah menggambar pohon kesalahan, langkah selanjutnya adalah menentukan minimal Cut Set untuk mendapatkan kejadian dasar (Basic Event) penyebab kerusakan jaringan distribusi listrik.

c) Penentuan Minimal Cut Set.

Minimal Cut Set merupakan kumpulan dari basic event atau kombinasinya. Jika event terjadi secara bersama-sama maka secara pasti Top Level Event akan terjadi. Penentuan minimal Cut Set didasarkan pada gambar pohon kesalahan.

Berikut penjabaran seluruh kejadian yang terjadi berdasarkan pohon kesalahan, yaitu :

d) Usulan Perbaikan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

Usulan perbaikan dilakukan setelah menganalisis dari faktor yang paling signifikan menyebabkan gangguan energi listrik, yaitu kerusakan jaringan distribusi. Kerusakan jaringan distribusi selain menyebabkan gangguan listrik, juga menyebabkan kualitas pelayanan pihak PLN kepada pelanggan pelayanan kebutuhan listrik.

a). Ujung Mop Kabel (Indikasi gangguan)



Gambar 3.4 Kerusakan Pada ujung Mop Kabel

Indikasi gangguan ujung mop kabel adalah gangguan eksternal yang sering terjadi pada kabel tanah diakibatkan karna adanya gangguan alam seperti petir yang menyambar disaat musim hujan. Sehingga dengan ini perlu adanya langkah penanganan khusus yang dilakukan didalam mengantisipasi adanya kerusakan ini.

b). Lost Kontak/sambungan Longgar

Gangguan ini atau biasa disebut gangguan internal biasanya terjadi akibat pemasangan baut yang kurang kencang yang mengakibatkan adanya ketidak sabilan energy listrik yang disalurkan hingga ke trafo distribusi.

c). Galian Eskapator/alat berat

Gangguan ini terjadi di pingiran ruas jalan perkotaan sehingga penyebab terjadinya kerusakan ini karna kurangnya penanda yang di berikan pada saat pemasangan kabel tanah tersebut sehingga ketika ada nya galian untuk pembuatan irigasi jalan dll.

d). Korosi Air garam

Penyebab Gangguan ini sering terjadi pada daerah yang dekat dengan pesisir pantai yang mempunyai kandungan air garam yang ada didalam tanah sehingga penampang atau pengaman kabel tanah lebih gampang mengalami kerusakan disebabkan karatan dll.

Adapun Persentase kerusakan yang terjadi dari persentase rata rata adalah

- External

$$3/5 \times 100\% = 60\%$$

- Internal

$$2/5 \times 100\% = 40\%$$

dapat diketahui bahwa rata-rata gangguan jaringan yang terjadi secara permanen dalam internal ULP Rayon Takalar disebabkan oleh komponen JTM yakni sebanyak 2 kali gangguan sejak bulan November 2022 sampai Juli 2023. Sedangkan rata-rata gangguan jaringan yang terjadi secara permanen dari eksternal ULP Rayon Takalar disebabkan oleh korosi air garam yakni sebanyak 1 kali gangguan, gangguan akibat galian eskapator sebanyak 1 kali, gangguan akibat sampan petir 2 kali, dsb.

Dari tabel tersebut diatas menunjukkan bahwa gangguan jaringan dari segi interennya rata-rata disebabkan oleh komponen JTM yakni sebanyak 1 kali gangguan yang terjadi sejak bulan November 2022 sampai Juli 2023. Terlihat pula bahwa gangguan yang terjadi dilihat dari segi eksternal paling banyak disebabkan oleh korosi air garam sebanyak 1 kali gangguan.

Berdasarkan table 4.1, maka diperoleh data bahwa gangguan jaringan yang paling banyak terjadi sejak bulan bulan November 2022 sampai Juli 2023 yaitu pada gangguan khususnya dari segi internal sebanyak 2 kali gangguan yaitu akibat ujung mop kabel yang longgar.

Untuk memperbaiki kualitas pelayanan dan mengurangi gangguan yang terjadi, maka diberikan usulan perbaikan berdasarkan sistem yang ada pada jaringan distribusi listrik sebagai berikut:

- 1) Gardu induk

Permasalahan dalam gardu induk lebih banyak dikarenakan instalasi komponen yang dipergunakan. Komponen tersebut tidak terikat dengan kencang, seperti terbukanya saklar pemutus tenaga (PMT) dan saklar pemisah (PMS). Kedua saklar ini berfungsi untuk memutus aliran listrik jika terjadi kerusakan jaringan distribusi. Jika saklar PMT dan PMS rusak, maka distribusi listrik akan terganggu dan pelanggan yang mengalami efek akan semakin besar.

Penyelesaian yang ditawarkan untuk perbaikan adalah pemeriksaan yang terjadwal dengan baik terhadap semua komponen di gardu induk termasuk tahanan kontak pada tiap sambungan, diantaranya pada kabel dan saklar PMT dan PMS. Bila tahanan kontak tinggi, maka tahanan tersebut akan menjadi sumber panas sewaktu dialiri arus listrik, sehingga kerusakan jaringan yang disebut Thermovision. Thermovision yaitu alat yang dapat digunakan untuk mengamati tahanan kontak dengan Temperature yang tinggi pada sambungan. Bila ditemukan Temperature tinggi pada sambungan maka sebaiknya dilakukan langkah sebagai berikut:

- a) Padamkan jaringan
 - b) Ukur tahanan kontak, dengan perhitungan berikut
 - c) Bersihkan permukaan kontak
 - d) Bila klem penjepit sambungan rusak, ganti dengan yang baik
 - e) Sambungkan kembali dan ukur tahanan kontak
 - f) Bila hasil ukur sudah baik maka masukkan kembali jaringan
- 2) Jaringan Tegangan Menengah

Permasalahan pada jaringan tegangan menenga lebih banyak karena rusaknya peralatan jaringan yang dipakai. Saluran yang dipakai untuk jaringan tegangan menenga adalah saluran udara. Kerusakan seperti ting listrik, kabel, isolator, pelebur dan penangkal petir lebih banyak disebabkan karena gangguan alam, selain gangguan peralatan, ada juga gangguan dari system yang tahanan kontak yang buruk sehingga ditemukan pemanasan berlebih pada sambungan.

Penyelesaian yang ditawarkan untuk perbaikan adalah penggantian saluran kabel dari saluran udara ke kabel tanah, walaupun saluran kabel tanah lebih mahal dibandingkan saluran udara, tetapi resiko keruakan saluran kabel tanah lebih sedikit dibandingkan saluran udara sehingga kualitas pelayanan distribusi listrik ke pelanggan akan menjadi lebih baik. Selain penggantian saluran udara ke saluran kabel, ULP PLN Rayon Takalar juga harus mempertimbangkan alat pendeteksi suhu untuk memperbaiki kerusakan jaringan yang disebut Thermovision. Thermovision yaitu alat yang dapat digunakan untuk mengamati tahanan kontak dengan Temperature yang tinggi pada sambungan, bila ditemukan temperature tinggi pada sambungan maka sebaiknya dilakukan langkah sebai berikut:

- a) Padamkan jaringan
 - b) Ukur tahanan kontak
 - c) Bersihkan permukaan kontak
 - d) Bila klem penjepit sambungan rusak, ganti dengan yang baik
 - e) Sambungkan kembali dan ukur tahanan kontak
 - f) Bila hasil ukur sudah baik maka masukkan kembali jaringan
- 3) Jaringan Tegangan Rendah

Permasalahan pada jaringan tegangan rendah lebih banyak karena gangguan alam yang berupa Jumper tegangan rendah putus, isolator pecah ataupun pelebur bocor. Selain karena gangguan alam, gangguan komponen dan instalasi juga sering terjadi. Penyelesaian permasalahan yang ditawarkan untuk perbaikan adalah menggiatkan pembersihan jaringan, dari dahan pohon yang dapat mengganggu aliran listrik.

4) Jaringan Pelanggan

Permasalahan yang sering terjadi pada jaringan pelanggan adalah adanya hubungan singkat arus yang disebabkan karena korsletin sehingga menyebabkan kebakaran. Hubungan arus tersebut disebabkan karena kerusakan MCB, selain kerusakan MCB kerusakan konektor dan alat pembatas dan pengukur sering terjadi pada jaringan pelanggan. Masalah pemborosan energi listrik juga sering terjadi pada jaringan pelanggan. Penyelesaian permasalahan yang ditawarkan untuk perbaikan adalah pemasangan alat hemat listrik.

Capasitor bank adalah suatu alat yang dapat digunakan untuk meningkatkan power factor, dimana akan mempengaruhi besarnya arus. Pemasangan Capasitor Bank akan memberikan keuntungan sebagai berikut: peningkatan kemampuan jaringan dalam menyalurkan daya, optimal biaya karena ukuran kabel diperkecil, mengurangi besarnya nilai “Drop Voltage”, mengurangi naiknya arus atau suhu pada kabel, sehingga mengurangi rugi daya. Pemakaian Capasitor Bank ini menguntungkan

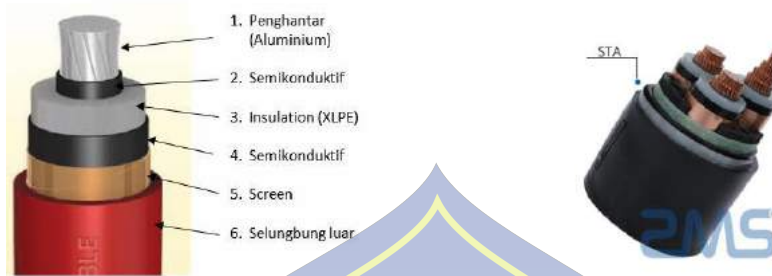
kedua belah pihak, dari sisi pelanggan, tagihan bisa berkurang dan dari sisi PLN.

5) Usulan Perbaikan Kerusakan Jaringan

Distribusi Usulan perbaikan kerusakan jaringan distribusi berupa pemeriksaan peralatan jaringan distribusi secara terjadwal untuk mengantisipasi kerusakan, penggantian saluran distribusi listrik dari saluran udara ke saluran tanah, program pemeliharaan, program manajemen atau pendataan daya trafo, program perencanaan distribusi sisip, penambahan alat Thermovision yang untuk mengamati dan mendeteksi kerusakan jaringan distribusi lebih cepat dan tepat, 54 pemasangan jaringan harus sesuai dengan prosedur yang ditetapkan, serta pemasangan Capacitor Bank, yaitu perlengkapan untuk meningkatkan Power Factor, dimana akan mempengaruhi besarnya arus yang dialirkan sehingga mengurangi rugi daya.

6). Jenis Kabel

Kabel STA adalah kabel lapis baja pita baja, biasanya digunakan untuk saluran transmisi tegangan rendah dan menengah. Kabel lapis baja pita baja memiliki lapisan lapis baja logam di dalam selubung kabel, yang terutama digunakan untuk mencegah kabel rusak oleh penghancuran eksternal.



Gambar 3.5 Jenis kabel

Ukuran : 1.25mm² hingga 325mm²

Konduktor : tembaga, aluminium

Isolasi : PVC, PADA, XLPE, KARET

Sarung : PVC, PADA, LSZH, KARET

Nilai suhu : 60~105°C

Tahap ini adalah tahap pengumpulan dan pengolahan data. Data yang dikumpulkan berasal dari data laporan PLN tiap bulan, Software yang dipakai dalam pengolahan data adalah Software Microsoft Excell.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A Pengumpulan Data

Tabel 4.1 Data Gangguan Jaringan Permanen pada Distribusi Listrik

BULAN	GANGGUAN					
	PERMANEN					
	INTERNAL			EKSTERNAL		
	I-1	I-2	JML	E-1	E-2	JML
Nov-22	-	1	1	-	-	-
Des-22	1	-	1	-	-	-
Jan-23	-	-	-	1	-	1
Feb-23	-	-	-	-	2	2
Mar-23	-	-	-	-	-	-
Apr-23	-	-	-	-	-	-
Mei-23	-	-	-	-	-	-
Jun-23	-	-	-	-	-	-
Jul-23	-	-	-	-	-	-
Jumlah	1	1	2	1	2	3

Keterangan :

I-1 : Ujung Mop Kabel (Indikasi Gangguan)

I-2 : Lost Kontak/Sambungan Longgar

E-1 : Galian Eskavator

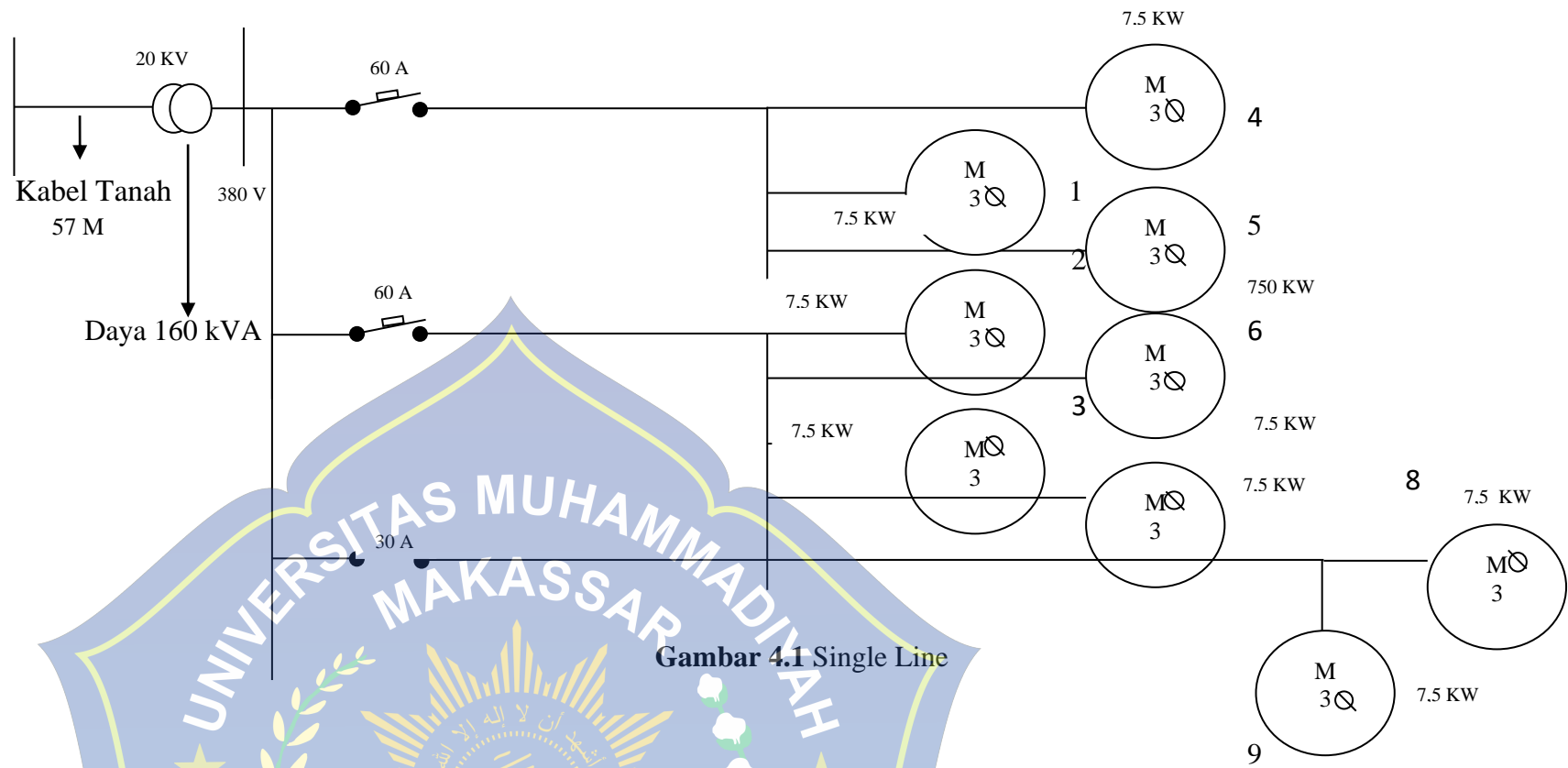
E-2 : Korosi Air Garam

B. Analisa Data

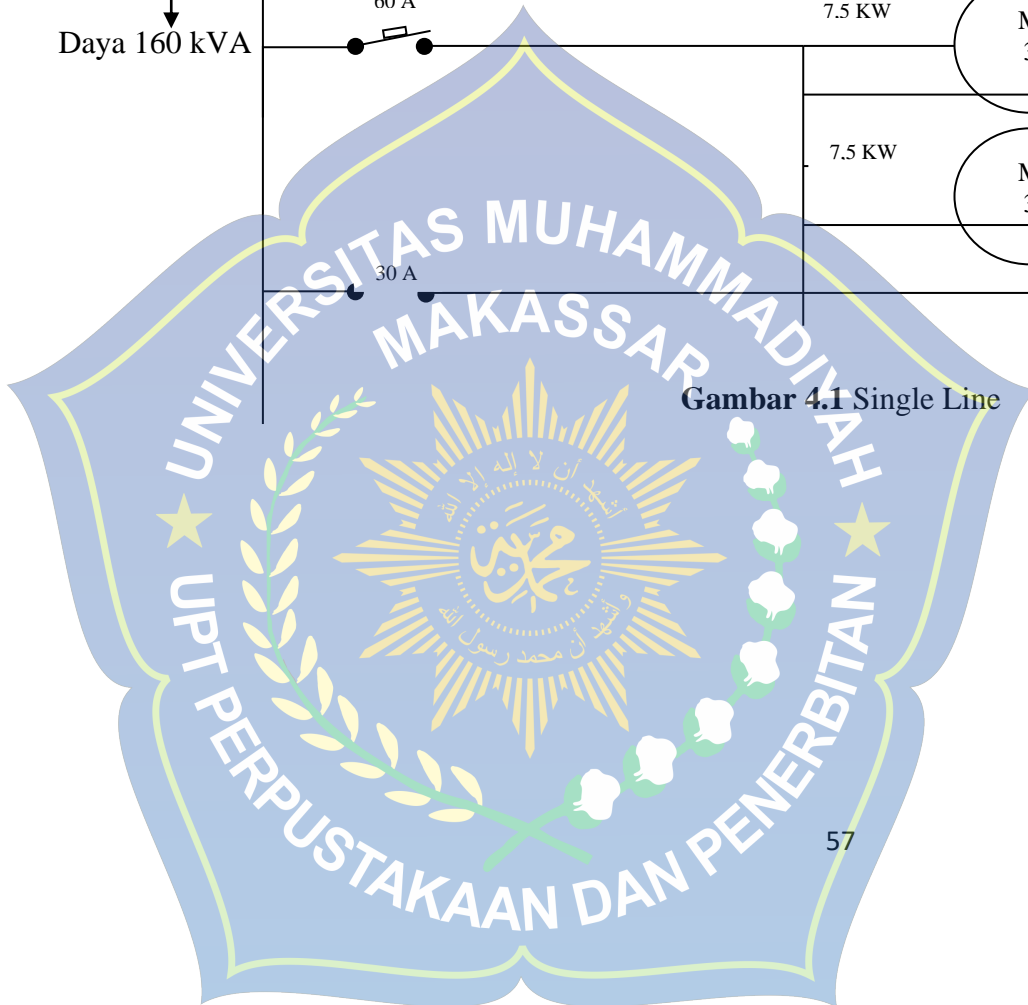
Tabel 4.2 Data Transformator Aliran daya Ke tambak

NO	LOKASI TRANSFORMATOR	Tegangan & Kapasitas tafo	PANJANG KABEL	BEBAN MOTOR LISTRIK
1	Tambak Udang Mangarabombang	20 KV/0,4 KV 160 KVA	57 m	7,5 kW





Gambar 4.1 Single Line





Gambar 4.2 Jaringan Kabel Tanah 20 KV

Pada gambar 4.2 diketahui bahwa panjang kabel yang digunakan adalah sepanjang 57 meter dengan diameter 20 D, sehingga dari ukuran tersebut maka dihitung dengan menggunakan cara dibawah :

$$57 \text{ m} = 57 \times 10^{-3} \text{ km}$$

$$= 0,057 \text{ km}$$

Menghitung diameter Kabel dengan cara seperti dibawah :

$$R = 20 / 2$$

$$= 10 \text{ mm}$$

$$A = \pi \times R^2$$

$$= 3,14 \times 10^2$$

$$= 3,14 \times 100$$

$$= 314 \text{ mm}^2$$

Sebelum menghitung jatuh tegangan maka yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah menentukan luas penampang dan hambatannya. Sehingga digunakan rumus dimana Nilai $\pi = 3,14$ dan $r = \frac{1}{2}$ dari diameter kabel.

Tabel 4.3 Impedansi Kabel tanah

Aluminium conductor						
Nominal voltage	6/10 kV		12/20 kV		18/30 kV	
Cross-section	approx Ohm/km					
mm ²						
35	1,12	1,12	1,12	1,12	-	-
50	0,825	0,826	0,825	0,826	0,824	0,826
70	0,571	0,572	0,571	0,572	0,571	0,572
95	0,415	0,415	0,415	0,414	0,413	0,414
120	0,327	0,329	0,327	0,329	0,327	0,328
150	0,269	0,271	0,268	0,270	0,268	0,270
185	0,215	0,217	0,215	0,217	0,214	0,216
240	0,165	0,166	0,165	0,167	0,164	0,166
300	0,135	0,135	0,133	0,135	0,133	0,135
400	0,106	0,109	0,106	0,109	0,106	0,108
500	0,085	0,088	0,084	0,087	0,084	0,087

Inductive resistance at 50 Hz						
Nominal voltage	6/10 kV		12/20 kV		18/30 kV	
Cross-section	Ohm/km					
mm ²						
35	0,144	0,158	0,153	0,168	-	-
50	0,136	0,150	0,145	0,159	0,154	0,169
70	0,129	0,143	0,138	0,152	0,147	0,161
95	0,123	0,137	0,131	0,145	0,139	0,154
120	0,118	0,132	0,126	0,140	0,134	0,148
150	0,114	0,128	0,121	0,135	0,129	0,143
185	0,110	0,124	0,117	0,131	0,125	0,139
240	0,105	0,120	0,112	0,126	0,120	0,134
300	0,102	0,116	0,108	0,123	0,115	0,130
400	0,097	0,111	0,103	0,117	0,110	0,124
500	0,094	0,108	0,100	0,114	0,106	0,120

Dari Tabel 4.3 diperoleh Hasil yaitu :

Tabel 4.4 Luas penampang kabel, resistansi dan reaktansi

Penampang Penghantar (mm ²)	R (Ω/km)	X (Ω/km)	
300	0,133	0,108	

Dari table 4.4 jika apabila panjang penghantar dan hambatan masing

masing penghantar telah ditentukan maka selanjutnya menghitung jatuh tegangan dengan cara berikut :

$$\Delta V = I_L \Delta Z \text{ Volt}$$

Keterangan =

ΔV = Jatuh Tegangan (V)

I_L = Arus Beban Total pada sisi 20 kV (A)

Z = Impedansi Kabel (Ω)

$\Delta Z = R + j X$, impedansi kabel tanah dengan panjang 57 m adalah

$$\Delta Z = (0,133 \ 0,057 + j 0,108 \ 0,057)$$

$$= 0,0076 + j 0,0062 \text{ Ohm}$$



Gambar 4.3 Motor kincir tambak

Tabel 4.5 Data motor

KW	7,5 Kw
Frekuensi	50 Hz
Volt	220/380
Ampere	10,5 A
Rpm	1470 rpm
Insulation	Class C
Phase	3

Tabel 4.6 Daya motor

NO	JENIS ALAT	JUMLAH	DAYA
1	MOTOR LISTRIK	9	7,5 KW

Dari tabel 4.6 maka didapatkan arus nominal untuk motor listrik dengan daya 7,5 KW adalah 10,5 A. untuk 9 motor arus total adalah 94,5 A.

Tabel 4.6 Efisiensi dan faktor daya

TEFC, CLASS F, 40°C AMBIENT TEMP., IEC DESIGN

OUTPUT		FULL LOAD rpm	FRAME NO.	EFFICIENCY				POWER FACTOR			
HP	KW			FULL LOAD (%)	3/4 LOAD (%)	2/4 LOAD (%)	1/4 LOAD (%)	FULL LOAD (%)	3/4 LOAD (%)	2/4 LOAD (%)	1/4 LOAD (%)
10	7.5	2920	132S	88.1	88.3	87.8	83.3	82.5	77.5	68.0	46.5
		1460	132M	88.7	89.6	89.5	85.3	84.0	78.5	67.0	44.5
		960	160M	87.2	88.2	87.7	82.4	82.0	77.0	66.5	44.5
		720	160L	86.0	86.0	84.0	76.0	70.0	61.0	49.0	30.0

Untuk motor dengan ukuran 10 HP atau 7,5 kW dengan rpm 1460 rpm maka factor dayanya jika bekerja pada beban penuh adalah sebesar 84 % atau 0,84

$$\text{Cos } (\phi) = P/S$$

$$\text{Phi} = \text{Cos}^{-1} (0,84)$$

$$= 33^{\circ}$$

$$\text{Sin } \phi = \text{Sin } 33^{\circ} = 0,545$$

Beban yang terhubung pada trafo pada sisi sekunder adalah 9 unit motor induksi kapasitas 7,5 kW, total kapasitas 67,5 kVA. Kapasitas trafo yang digunakan untuk menyuplai motor adalah 160 kVA dengan sisi primer trafo terhubung Y dengan tegangan kerja 20 kV.

Arus beban penuh trafo pada sisi primer dengan beban motor induksi dan factor daya 0,84 lag adalah

$$|I| = \frac{160 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ kV}} = 4,6188 \text{ A}$$

$$I = 4,6188 \angle 33^\circ \text{ A}$$

Jatuh tegangan pada kabel tanah dengan panjang penghantar 57 m, impedansi

$$\Delta Z = (0,133 \ 0,057 + j \ 0,108 \ 0,057)$$

$$= 0,0076 + j \ 0,0062 \text{ Ohm}$$

Jatuh tegangan

$$\Delta V = I_L \Delta Z \text{ Volt}$$

$$= 4,6188 \angle 33^\circ (0,0076 + j \ 0,0062)$$

$$= 0,0139 + j \ 0,0429 \text{ Volt}$$

$$\Delta V = 0,0451 \angle 72^\circ \text{ V}$$

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

1. Dari data yang diperoleh dapat diketahui bahwa rata pada gangguan jaringan yang terjadi secara permanen dalam internal ULP Rayon Takalar terdapat 2 gangguan yaitu dengan persentase rata rata yaitu gangguan internal sebesar 40 % dan gangguan eksternal sebesar 60%.
2. Dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat diketahui bahwa jumlah kerugian tenaga yang disebabkan dari faktor internal terjadinya gangguan tersebut dengan daya travo sebesar 160 KVA dengan daya motor 7,5 KW dan panjang penghantar 57 m, menyebabkan jatuh tegangan yaitu sebesar $0,0451 < 72^0$ V yang mengakibatkan adanya arus yang tidak normal.

B. SARAN

Saran yang disampaikan untuk pengembangan dan penelitian lebih lanjut yaitu:

1. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini hanya pada faktor kerusakan jaringan distribusi, untuk selanjutnya dapat dilakukan analisis mengenai penyebab gangguan jaringan distribusi energi.
2. Dibutuhkan studi yang lebih lanjut demi kesempurnaan isi penulisan ini, khususnya dalam upaya peningkatan pelayanan tenaga listrik kepada masyarakat dimasa sekarang dan masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, A,(1979), Teknik Tenaga Listrik, Jilid II Cetakan kelima, penerbit PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Depdiknas, 2008 Blanchard. 2004. Simbol gerbang logika dasar
- Jeandy T. I. Kume, Ir. Fielman Lisi, MT., Sartje Silimang, ST., MT. Analisa Gangguan Hubung Singkat Saluran Kabel Bawah Tanah Tegangan 20 kV Penyulang SL 3 GI Teling Manado. ISSN : 2301-8402. Diakses pada 28 Agustus 2023
- Marsudi, Djiteng.(2006). Operasi Sistem Tenaga Listrik, ITB : Bandung.
- Pabla, AS, (1994), Sistem Distribusi Daya Listrik, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Pabla, A.S., Abdul hadi. Ir, 1991, Sistem Distribusi Daya Listrik, Jakarta, cetakan kedua, penerbit erlangga
- Nopi Aryanto, Maryani Balkis, (2021) Tinjauan Gangguan Jaringan Distribusi 20 KV Penyulang Muara Aman PT. PLN (PERSERO) ULP Rayon Muara Aman
- Stevenson, William D, (1990), Analisis Sistem Tenaga Listrik, Edisi Keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Weedy, B.M, 1978 Sistem Tenaga Listrik, edisi ketiga, penerbit aksara persada Indonesia HarSuhardi, Bandung, Teknik Distribusi Tenaga Listrik jilid I, drektorat pembinaan sekolah menengah kejuruan.
- Walangare,(2016) “Pemrograman Perhitungan Termis Kabel Bawah Tanah 20 kV Menggunakan Program Visual Basic 6.0,” Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi.
- M. Paraisu,(2017) “Analisa Rating Lightning Arrester di Jaringan Transmisi 70kV Tomohon – Teling”, Skripsi Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi.

LAMPIRAN GAMBAR

Lokasi : PT PLN PERSERO ULP TAYON TAKALAR



