

SKRIPSI

**PRESENTASE PEMBEBANAN TRAFU UNTUK MELAYANI
GARDU-GARDU DISTRIBUSI PADA JARINGAN TEGANGAN
MENENGAH**



Disusun Oleh :

**YASIR FAUZAN
105821105420**

**MUHAMMAD GILANG
105821108920**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2024

HALAMAN JUDUL

**PRESENTASE PEMBEBANAN TRAFO UNTUK MELAYANI
GARDU-GARDU DISTRIBUSI PADA JARINGAN TEGANGAN
MENENGAH**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana (S.T.)
Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik

Disusun Dan Diajukan Oleh :

**YASIR FAUZAN
105821105420**

**MUHAMMAD GILANG
105821108920**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2024**

HALAMAN PENGESAHAN



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK



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 : PRESENTASE PEMBEBANAN TRAFU UNTUK MELAYANI GARDU-GARDU DISTRIBUSI PADA JARINGAN TEGANGAN MENENGAH

Nama : 1. YASIR FAUZAN
2. MUHAMMAD GILANG

Stambuk : 1. 105821105420
2. 105821108920

Makassar, 20 Agustus 2024

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

Rizal Ahdiyati Duyo, S.T., M.T

Dr. Ir. H. Zulfairi Basri Hasanuddin, M. Eng

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Elektro



Ir. Adriani, S.T., M.T., IPM
NBM: 1044 202

Gedung Menara Iqra Lantai 3
Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221
Web: <https://teknik.unismuh.ac.id/>, e-mail: teknik@unismuh.ac.id



Management
System
ISO 21001:2018



**Kampus
Merdeka**
INDONESIA JAYA

PENGESAHAN



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR FAKULTAS TEKNIK



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama YASIR FAUZAN dengan nomor induk Mahasiswa 105821105420 dan MUHAMMAD GILANG dengan nomor induk Mahasiswa 105821108920, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0008/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 Kamis, 15 Agustus 2024.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum
Makassar, 15 Shafar 1446 H
20 Agustus 2024 M
a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar
Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, ST., MT., IPU
b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., ASEAN, Eng
2. Penguji
a. Ketua : Dr. Ir. Hj. Hafsa Nirwana, MT
b. Sekretaris : Ir. Adriani, S.T., M.T., IPM
3. Anggota : 1. Dr. Umar Katu, S.T., MT
2. Anugrah, ST., MM
3. Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.sc.

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Rizal Ahdiyati Duyo, S.T., M.T.

Dr. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M. Eng



Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T., IPM

NBM: 795 108

Gedung Menara Iqra Lantai 3
Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221
Web: <https://teknik.unismuh.ac.id/>, e-mail: teknik@unismuh.ac.id



Management System
ISO 31001:2018



Kampus Merdeka
INDONESIA RAYA

ABSTRAK

Abstrak : Yasir Fauzan dan Muhammad Gilang (2024) Persentase Pembebanan Trafo Untuk Melayani Gardu-Gardu Distribusi Pada Jaringan Tegangan Menengah dibimbing oleh Dr. Ir Zulfajri Basri Hasanuddin M.Eng., Rizal A Duyo, S.T., M.T. Adapun tujuan dari pada penelitian ini adalah. Untuk menghasilkan persentase pembebanan trafo untuk melayani gardu-gardu distribusi pada jaringan tegangan menengah. Untuk Mendapatkan nilai penghantar dengan penampang terhadap kenaikan arus rata-rata daya sistem jaringan distribusi. Untuk menghasilkan kemampuan hantar arus pada jaringan tegangan menengah pada penghantar untuk melayani gardu-gardu distribusi. Metode yang dipergunakan pada penelitian ini adalah mengadakan penelitian dan pengambilan data di PT PLN (Persero) Rayon Malino. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah. Ketersediaan daya di wilayah Malino masih memadai tetapi terdapat beberapa Gardu Distribusi yang memiliki beban lebih dan beban rendah. Gardu yang kami teliti yakni MLAB mengalami beban lebih sebesar (16%) dan MLAC (6,81%), sedangkan Gardu MLAA masih dalam keadaan beban normal yaitu sebesar (32%). Sehingga untuk mengantisipasi kelebihan beban maka harus diadakan manajemen trafo. Dari sisi penghantar pada jaringan tegangan menengah (JTM) digunakan penghantar AAAC berpenampang 150 mm². Dari hasil analisis diperoleh kenaikan rata – rata arus per tahun sebesar 3,5 A. Sehingga berdasarkan ketentuan pada PUIL 2000 mengenai KHA maka penghantar masih sangat handal dan mampu digunakan sampai kurang lebih 80 tahun ke depan. Tetapi PLN juga sudah mempersiapkan kemungkinan terjadinya system interkoneksi sehingga dapat meminimalisir kerugian.

Kata kunci ; Trafo, Gardu Distribusi dan Tegangan

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena Rahmat dan HidayahNya sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka penyelesaian program studi pada Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir adalah : “Persentase Pembebanan Trafo Untuk Melayani Gardu-Gardu Distribusi Pada Jaringan Tegangan Menengah’

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi teknis penulis maupun dari perhitungan-perhitungan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak **Dr. Ir. H. Abd Rakhim Nanda, ST., MT., IPU.**, Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu **DR. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T. IPM.**, Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu **Ir. Adriani, ST, MT., IPM.**, Sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak **Rizal Ahdiyati Duyo, ST.,M.T.**, Selaku Pembimbing I dan Bapak **Dr. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng.**, Selaku Pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.

5. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan terutam dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
6. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa fakultas teknik terkhusus angkatan 2020 yang dengan keakraban dan persaudaraan banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara. Amin.



Makassar, 20 Agustus 2024

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan	2
D. Batasan Masalah	3
E. Manfaat	3
F. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Sistem Ketenagalistrikan	5
B. Pengertian Sistem Distribusi.....	6
C. Pengelompokan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik.....	6
D. Klasifikasi Saluran Distribusi Tenaga Listrik.....	7
E. Bagian-bagian Sistem Distribusi Listrik.....	15
F. Penghantar Jaringan Distribusi	17
G. Isolator	22
H. Transformator	28
BAB III METODE PENELITIAN.....	32
A. Tempat dan Waktu.....	32
B. Alat dan Bahan.....	32
C. Prosedur Penelitian	32
D. Flowchart Penelitian	34
E. Teknik Pengumpulan Data.....	34
F. Analisis Data.....	35

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	36
A. Data dan Hasil Penelitian.....	36
B. Jenis Pengantar & Kelayakannya	47
BAB V PENUTUP.....	50
A. Kesimpulan	50
B. Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	52



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pembagian/Pengelompokan Tegangan Sistem Tenaga Listrik	7
Gambar 2.2 Saluran Konfigurasi Horizontal	9
Gambar 2.3 Saluran Konfigurasi Vertikal	9
Gambar 2.4 Saluran Konfigurasi Delta.....	10
Gambar 2.5 Jaringan Distribusi Tipe Ring	11
Gambar 2.6 Jaringan Distribusi NET.....	12
Gambar 2.7 Jaringan Distribusi Spindle	14
Gambar 2.8 Komponen Sistem Distribusi	15
Gambar 2.12 Isolator jenis pasak.....	24
Gambar 2.13 Isolator jenis Pos	25
Gambar 2.14 Isolator gantung jenis clevis dan jenis ball and socket.....	25
Gambar 2.15 Isolator jenis cincin	26
Gambar 2.22 Transformator Dalam Keadaan Tanpa Beban.....	30
Gambar 2.23 Transformator Dalam Keadaan Berbeban.....	30

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 KHA (7.3-1 PUIL 2000)	18
Tabel 2.2 KHA (7.3-4 PUIL 2000)	19
Tabel 2.3 KHA (7.3-5a PUIL 2000).....	20
Tabel 2.4 KHA (7.3-38 PUIL 2000)	21
Tabel 4.1 Pengukuran Beban Trafo Di Hari Libur (Beban Puncak).....	38
Tabel 4.2 Pengukuran Beban Trafo Di hari Kerja	38
Tabel 4.3 Data beban tahun 2022.....	47
Tabel 4.4 Data beban tahun 2023.....	47



Daftar Lampiran

Surat Permohonan penelitian	54
Dokumentasi	55
Report Uji Plagiat Proposal, Hasil dan Tutup.....	56
Surat Keterangan Bebas Plagiat	66



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Sejalan dengan kemajuan teknologi, peralatan pada jaringan distribusi mengalami modernisasi dan otomatisasi. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan keandalan dalam proses penyaluran tenaga listrik. Penyaluran tenaga listrik merupakan suatu hal yang penting, karena energi listrik yang dibangkitkan harus disalurkan melalui saluran transmisi 70KV - 500KV. Saluran ini membawa tenaga listrik dari pusat tenaga listrik melalui saluran penghubung, gardu-gardu induk (substations) 20KV – 150KV, system distribusi dan gardu distribusi dari tegangan 20KV – 70KV, sampai tegangan untuk konsumen, yaitu 380/220 Volt. Kenaikan dan penurunan tegangan ini dilakukan dengan transformator.

Wilayah Malino merupakan kota berkembang dan salah satu tempat kunjungan wisata di Sulawesi Selatan yang diminati masyarakat. Banyaknya jumlah pengunjung yang semakin meningkat dari tahun ke tahun, membuat kebutuhan akan daya listrik juga semakin meningkat, sehingga membutuhkan perhatian khusus dalam penyediaan dan penyaluran daya listrik agar dapat memenuhi kebutuhan daya listrik konsumen khususnya wilayah kota Malino.

Melihat potensi sistem jaringan distribusi tenaga listrik di PT PLN (Persero) Rayon Malino khususnya di sekitar Wilayah Perkotaan Malino, yang belum diketahui data-data tentang daya yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan masyarakat, maka perlu diadakan suatu penelitian untuk mendapatkan data-data yang dapat dipertanggungjawabkan mengenai pemakaian beban di wilayah Malino.

Studi beban sangat penting dalam perencanaan pengembangan dan pengoperasian suatu system, karena pengoperasian suatu sistem jaringan tergantung pada interkoneksi antar feeder, beban yang baru, stasiun pembangkit baru, serta saluran jaringan baru yang belum terpasang. Sebagai solusi dari permasalahan tersebut, maka penulis akan mengadakan penelitian dengan judul "Analisis Ketersediaan Daya Sistem Jaringan Distribusi Di PT PLN (Persero) Rayon Malino".

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas sebelumnya, maka dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana aliran daya Gardu induk pada kondisi konfigurasi normal dengan ?
2. Bagaimana simulasi aliran daya pada saat kondisi pembebanan trafo
3. Bagaimana penghantar dengan penampang terhadap kenaikan arus rata-rata daya sistem jaringan distribusi

C. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk menghasilkan persentase pembebanan trafo untuk melayani gardu-gardu distribusi pada jaringan tegangan menengah
2. Untuk Mendapatkan nilai penghantar dengan penampang terhadap kenaikan arus rata-rata daya sistem jaringan distribusi
3. Untuk menghasilkan kemampuan hantar arus pada jaringan tegangan menengah pada penghantar untuk melayani gardu-gardu distribusi

D. Batasan Masalah

Berdasarkan judul pada tugas akhir ini, batasan masalah adalah :

1. Persentase pembebanan trafo untuk melayani gardu-gardu distribusi pada jaringan tegangan menengah
2. Perhitungan penghantar dengan penampang terhadap kenaikan arus rata-rata daya sistem jaringan distribusi
3. kemampuan hantar arus pada jaringan tegangan menengah pada penghantar untuk melayani gardu-gardu distribusi

E. Manfaat

Adapun manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kapasitas gardu distribusi sehingga mengantisipasi kelebihan beban.
2. Untuk melakukan manajemen trafo pada gardu – gardu yang mengalami kelebihan beban.
3. Agar dapat menggunakan energi listrik sesuai dengan kebutuhan. Sehingga daya yang tersedia dapat menjangkau semua lapisan masyarakat.

F. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dari tugas akhir ini adalah:

BAB I. PENDAHULUAN

Dalam bab ini dibahas mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, manfaat penelitian metode penulisan dan sistematika penulisan,

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas teori-teori yang berhubungan dengan tugas akhir.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan membahas tentang waktu, tempat dan metode penelitian

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini berisi tentang data-data sistem kelistrikan dan Gardu Distribusi yang memiliki beban lebih dan beban rendah serta menganalisis kenaikan rata – rata arus

BAB V. PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran-saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Ketenagalistrikan

Tenaga listrik sangat berguna karena tenaga listrik dapat dengan mudah disalurkan dan juga mudah diatur. Tenaga listrik dibangkitkan di pusat-pusat listrik tenaga, seperti : Tenaga Air (PLTA), Tenaga Uap (PLTU), Tenaga Panas Bumi, Tenaga Gas (PLTG), Tenaga Diesel (PLTD), Tenaga Nuklir (PLTN) dan lain sebagainya.

Pusat-pusat tenaga tersebut pada umumnya berada sangat jauh dari konsumen. Oleh karena itu dalam penyaluran tenaga listrik yang dibangkitkan diperlukan saluran transmisi. Karena tegangan yang dibangkitkan oleh generator pada umumnya rendah, maka tegangan ini biasanya dinaikkan dengan menggunakan transformator daya ke tingkat yang lebih tinggi antara 30 kV - 500 kV (negara-negara maju sudah ada yang mencapai 1 MV).

Tingkat tegangan yang lebih tinggi ini, selain untuk memperbesar daya hantar dari penghantar yang berbanding lurus dengan arus, juga untuk memperkecil rugi-rugi daya dan jatuh tegangan pada saluran.

Penurunan tegangan dari tingkat tegangan transmisi pertama-tama dilakukan pada gardu induk (GI), dimana tegangan diturunkan ke tegangan yang lebih rendah, misalnya dari 500 kV ke 150 kV, atau dari 150 kV ke 70 kV. Kemudian penurunan kedua dilakukan pada gardu induk distribusi dari 150 kV ke 20 kV atau dari 70 kV ke 20 kV.

B. Pengertian Sistem Distribusi

Sistem Distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (Bulk Power Source) sampai ke konsumen. Jadi fungsi distribusi tenaga listrik adalah:

1. Pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan)
2. Merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan karena catu daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi.

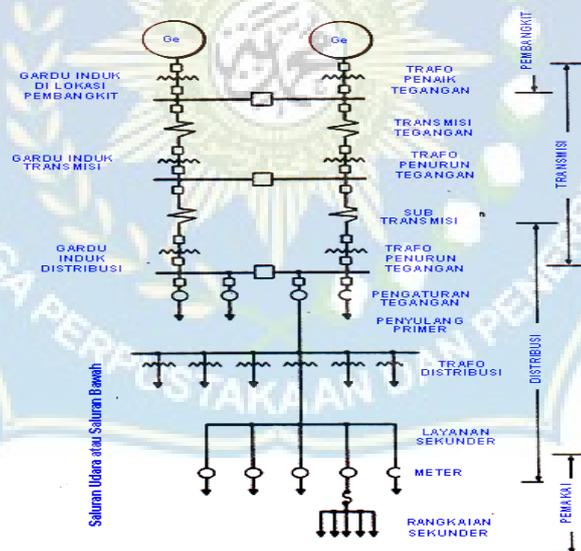
C. Pengelompokan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

Untuk kemudahan dan penyederhanaan lalu diadakan pembagian serta pembatasan-pembatasan sebagai berikut:

- Daerah I : Bagian pembangkitan (Generation)
- Daerah II : Bagian penyaluran (Transmission), bertegangan tinggi (HV, UHV, EHV)
- Daerah III : Bagian Distribusi Primer, bertegangan menengah (6 atau 20kV).
- Daerah IV : (Di dalam bangunan pada beban/konsumen), Instalasi bertegangan rendah

Berdasarkan pembatasan-pembatasan tersebut diketahui bahwa porsi materi Sistem Distribusi adalah Daerah III dan IV yang pada dasarnya dapat diklasifikasikan menurut beberapa cara, bergantung dari segi apa klasifikasi itu dibuat. Dengan demikian ruang lingkup Jaringan Distribusi adalah:

1. SUTM (Saluran Udara Tegangan Menengah), terdiri dari Tiang dan peralatan kelengkapannya, konduktor dan peralatan perlengkapannya, serta peralatan pengaman dan pemutus.
2. SKTM (Saluran Kabel Tegangan Menengah), terdiri dari Kabel tanah, indoor dan outdoor termination, batu bata, pasir dan lain-lain.
3. Gardu trafo, terdiri dari Transformator, tiang, pondasi tiang, rangka tempat trafo, LV panel, pipa-pipa pelindung, Arrester, kabel-kabel, transformer band, peralatan grounding, dan lain-lain.
4. SUTR (Saluran Udara Tegangan Rendah) dan SKTR (Saluran Kabel Tegangan Rendah), sama dengan perlengkapan/ material pada SUTM dan SKTM yang membedakan hanya dimensinya.



Gambar 2.1 Pembagian/Pengelompokan Tegangan Sistem Tenaga Listrik

D. Klasifikasi Saluran Distribusi Tenaga Listrik

Secara umum, saluran tenaga listrik atau saluran distribusi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Menurut nilai tegangannya
 - a. Saluran distribusi primer, terletak pada sisi primer trafo distribusi yaitu antara titik sekunder trafo substation (Gardu Induk) dengan titik primer trafo distribusi. Saluran ini bertegangan menengah 20 kV, Jaringan listrik 70 kV atau 150 kV jika langsung melayani pelanggan, bisa disebut jaringan distribusi.
 - b. Saluran distribusi sekunder, terletak pada sisi sekunder trafo distribusi yaitu antara titik sekunder dengan titik cabang menuju beban.
2. Menurut bentuk tegangannya
 - a. Saluran distribusi DC (Direct Current) menggunakan sistem tegangan searah.
 - b. Saluran distribusi AC (Alternating Current) menggunakan sistem tegangan bolak-balik.
3. Menurut jenis/tipe konduktornya
 - a. Saluran udara, dipasang pada udara terbuka dengan bantuan penyangga (tiang) dan perlengkapannya, dan dibedakan atas:
 - 1) Saluran kawat udara, bila konduktornya telanjang, tanpa isolasi pembungkus.
 - 2) kabel udara, bila konduktornya terbungkus isolasi.
 - b. Saluran bawah tanah, dipasang di dalam tanah dengan menggunakan kabel tanah
 - c. Saluran bawah laut, dipasang di dasar laut dengan menggunakan kabel laut (submarine cable)

4. Menurut susunan (konfigurasi) salurannya
 - a. Saluran konfigurasi horizontal, bila saluran fasa terhadap fasa yang lain/terhadap netral, atau saluran positif terhadap negatif (pada sistem DC) membentuk garis horisontal.

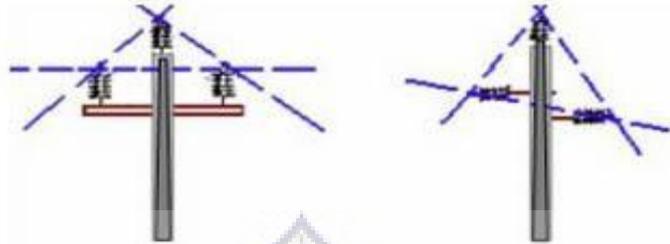


Gambar 2.2 Saluran Konfigurasi Horizontal

- b. Saluran konfigurasi vertikal, bila saluran-saluran tersebut membentuk garis vertikal.

Gambar 2.3 Saluran Konfigurasi Vertikal

- c. Saluran konfigurasi delta, bila kedudukan saluran satu sama lain membentuk suatu segitiga (delta).



Gambar 2.4 Saluran Konfigurasi Delta

5. Menurut Susunan Rangkaiannya

Dari uraian diatas telah disinggung bahwa sistem distribusi di bedakan menjadi dua yaitu sistem distribusi primer dan sistem distribusi sekunder.

a. Jaringan Sistem Distribusi Primer

Sistem distribusi primer digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu induk distribusi ke pusat-pusat beban. Sistem ini dapat menggunakan saluran udara, kabel udara, maupun kabel tanah sesuai dengan tingkat keandalan yang diinginkan dan kondisi serta situasi lingkungan. Saluran distribusi ini direntangkan sepanjang daerah yang akan di suplai tenaga listrik sampai ke pusat beban. Terdapat bermacam-macam bentuk rangkaian jaringan distribusi primer, yaitu:

1) Jaringan Distribusi Radial

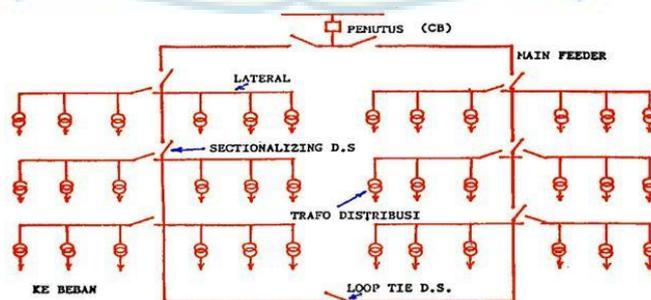
Bila antara titik sumber dan titik bebannya hanya terdapat satu saluran tidak ada alternatif saluran lainnya. Bentuk Jaringan ini merupakan bentuk dasar, paling sederhana dan paling banyak

digunakan. Dinamakan radial karena saluran ini ditarik secara radial dari suatu titik yang merupakan sumber dari jaringan itu, dan di cabang-cabang ke titik-titik beban yang dilayani.

Jaringan distribusi radial ini memiliki beberapa bentuk modifikasi, antara lain:

- a) Radial tipe pohon.
 - b) Radial dengan tie dan switch pemisah.
 - c) Radial dengan pusat beban.
 - d) Radial dengan pembagian phase area.
- 2) Jaringan distribusi ring (loop)

Bila pada titik beban terdapat dua alternatif saluran berasal lebih dari satu sumber. Jaringan ini merupakan bentuk tertutup, disebut juga bentuk jaringan "loop". Susunan rangkaian penyulang membentuk ring yang memungkinkan titik beban dilayani dari dua arah penyulang, sehingga kontinuitas pelayanan lebih terjamin serta kualitas dayanya menjadi lebih baik karena rugi tegangan dan rugi daya pada saluran menjadi lebih kecil.



Gambar 2.5 Jaringan Distribusi Tipe Ring

Bentuk loop ini ada 2 macam, yaitu:

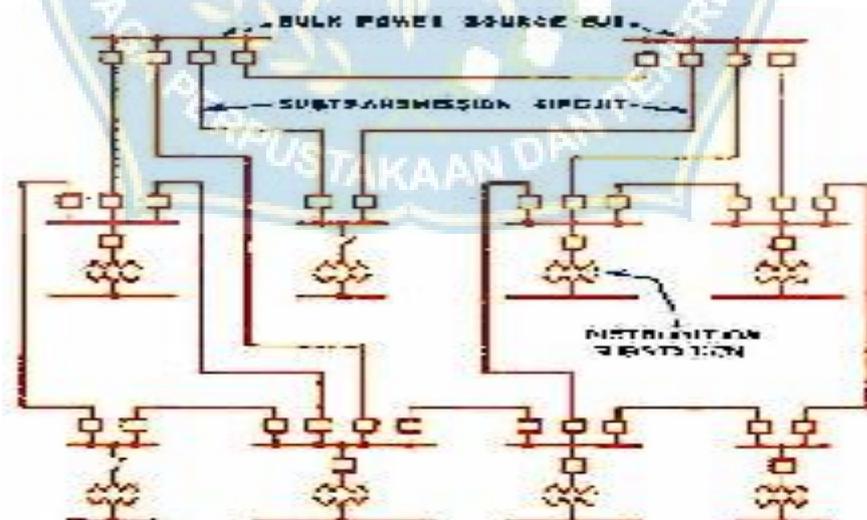
a) Bentuk Open Loop

Bila dilengkapi dengan normally-open switch, dalam keadaan normal rangkaian selalu terbuka

b) Bentuk Close Loop

Bila dilengkapi dengan normally-close switch, yang dalam keadaan normal rangkaian selalu tertutup pada tipe ini, kualitas dan kontinuitas pelayanan daya memang lebih baik tetapi biaya investasinya lebih mahal karena memerlukan pemutus beban yang lebih banyak. Jaringan distribusi Jaringan (NET)

Merupakan gabungan dari beberapa saluran mesh, dimana terdapat lebih dari satu sumber sehingga berbentuk saluran interkoneksi. Jaringan ini berbentuk jaring-jaring, kombinasi antara radial dan loop.

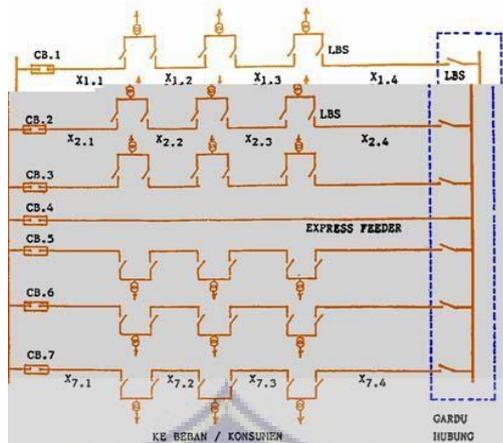


Gambar 2.6 Jaringan Distribusi NET

Titik beban memiliki lebih banyak alternatif saluran/penyulang, sehingga bila salah satu penyulang terganggu dengan segera dapat digantikan oleh penyulang yang lain. Dengan demikian kontinuitas penyaluran daya sangat terjamin.

3) Jaringan distribusi spindle

Selain bentuk-bentuk dasar dari jaringan distribusi yang telah ada, maka dikembangkan pula bentuk-bentuk modifikasi, yang bertujuan meningkatkan keandalan dan kualitas sistem. Salah satu bentuk modifikasi yang populer adalah bentuk spindle, yang biasanya terdiri atas maksimum 6 penyulang dalam keadaan dibebani, dan satu penyulang dalam keadaan kerja tanpa beban. Saluran 6 penyulang yang beroperasi dalam keadaan berbeban dinamakan "working feeder" atau saluran kerja, dan satu saluran yang dioperasikan tanpa beban dinamakan "express feeder". Fungsi "express feeder" dalam hal ini selain sebagai cadangan pada saat terjadi gangguan pada salah satu "working feeder", juga berfungsi untuk memperkecil terjadinya drop tegangan pada sistem distribusi bersangkutan pada keadaan operasi normal. Dalam keadaan normal memang "express feeder" ini sengaja dioperasikan tanpa beban.



Gambar 2.7 Jaringan Distribusi Spindle

4) Saluran Radial Interkoneksi

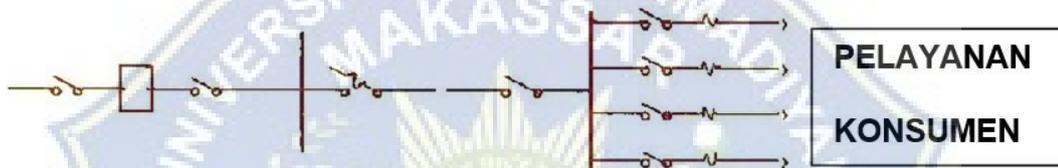
Saluran Radial Interkoneksi yaitu terdiri lebih dari satu saluran radial tunggal yang dilengkapi dengan LBS/AVS sebagai saklar interkoneksi. Masing- masing tipe saluran tersebut memiliki spesifikasi sendiri. Pada dasarnya semua beban yang memerlukan tenaga listrik menuntut kondisi pelayanan yang terbaik misalnya dalam hal stabilitas tegangannya, sebab seperti telah dijelaskan, bila tegangan tidak normal dan tidak stabil, maka peralatan listrik yang digunakan tidak dapat beroperasi secara normal, bahkan akan mengalami kerusakan.

b. Jaringan Sistem Distribusi Sekunder

Sistem distribusi sekunder digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu distribusi ke beban-beban yang ada di konsumen. Pada sistem distribusi sekunder bentuk saluran yang paling banyak digunakan ialah sistem radial. Sistem ini dapat menggunakan kabel yang berisolasi maupun konduktor tanpa isolasi. Sistem ini biasanya disebut sistem

tegangan rendah yang langsung akan dihubungkan kepada konsumen/pemakai tenaga listrik dengan melalui peralatan - peralatan sebagai berikut :

- 1) Papan pembagi pada trafo distribusi
- 2) Hantaran tegangan rendah (saluran distribusi sekunder)
- 3) Saluran Layanan Pelanggan (SLP) (ke konsumen/pemakai)
- 4) Alat Pembatas dan pengukur daya (kWh meter) serta fuse atau pengaman pada pelanggan.



Gambar 2.8 Komponen Sistem Distribusi

E. Bagian-bagian Sistem Distribusi Listrik

1. Jaringan Subtransmisi

Jaringan subtransmisi berfungsi menyalurkan daya listrik dari sumber daya besar menuju gardu induk yang terletak di daerah tertentu. Biasanya menggunakan tegangan tinggi 70 - 150 kV ataupun tegangan extra tinggi 500 kV dalam penyaluran tegangannya, hal ini dilakukan agar penggunaan penampang penghantar menjadi efisien karena arus yang mengalir akan menjadi lebih kecil, ketika tegangan tinggi diterapkan.

2. Gardu Induk Distribusi

Dibagi menjadi dua bagian yaitu Gardu Induk dan Gardu Hubung :

a. Gardu Induk (GI)

Gardu induk berfungsi menerima daya listrik dari jaringan subtransmisi dan menurunkan tegangannya menjadi tegangan jaringan distribusi primer (Jaringan Tegangan Menengah/ JTM). Jadi pada bagian ini terjadi penurunan tegangan dari tegangan tinggi ataupun tegangan extra tinggi ke tegangan menengah 20 kV.

b. Gardu Hubung (GH)

Gardu hubung berfungsi menerima daya listrik dari gardu induk yang telah diturunkan menjadi tegangan menengah dan menyalurkan atau membagi daya listrik tanpa merubah tegangannya melalui jaringan distribusi primer (JTM) menuju gardu atau transformator distribusi.

3. Jaringan Distribusi Primer / Jaringan Tegangan Menengah (JTM)

Jaringan distribusi primer berfungsi menyalurkan daya listrik, menjelajahi daerah asuhan ke gardu / transformator distribusi. Jaringan distribusi primer dilayani oleh gardu hubung atau langsung dari gardu induk dan atau dari pusat pembangkit.

4. Gardu Distribusi (GD)

Gardu distribusi berfungsi untuk menurunkan tegangan primer (tegangan menengah) menjadi tegangan sekunder (tegangan rendah) yang biasanya 127/220 Volt atau 220/ 380 Volt.

5. Jaringan Distribusi Sekunder/ Jaringan Tegangan Rendah (JTR)

Jaringan distribusi sekunder berfungsi untuk menyalurkan/ menghubungkan sisi tegangan rendah transformator distribusi ke konsumen menggunakan jaringan hantaran udara 3 fasa 4 kawat dengan tegangan

distribusi sekunder 127/ 220 Volt atau 220/ 380 Volt. Kecuali untuk daerah-daerah khusus dengan pertimbangan keindahan, keselamatan dan keandalan yang tinggi dipergunakan sistem kabel bawah tanah.

6. Sambungan Rumah

Pada sambungan rumah biasanya tegangan yang diterima sebesar 110-400 Volt yaitu tegangan saluran beban menghubungkan kepada peralatan. Pada sambungan rumah, tegangan yang diterima disesuaikan antara 220/380 Volt.

F. Penghantar Jaringan Distribusi

1. Umum

Kawat penghantar merupakan bahan yang digunakan untuk menghantarkan tenaga listrik pada sistem saluran udara dari pusat pembangkit ke pusat - pusat beban (load center), baik langsung menggunakan jaringan distribusi ataupun jaringan transmisi terlebih dahulu. Pemilihan kawat penghantar yang digunakan untuk saluran udara didasarkan pada besarnya beban yang dilayani, makin luas beban yang dilayani makin besar ukuran penampang kawat penghantar yang digunakan. Dengan penampang kawat yang besar akan membuat tahanan kawat menjadi kecil.

2. Kuat Hantar Arus (KHA)

Kabel listrik mempunyai ukuran luas penampang inti kabel yang berhubungan dengan kapasitas penghantaran arus listriknya. Dalam istilah

PUIL, besarnya kapasitas hantaran kabel dinamakan dengan Kuat Hantar Arus (KHA).

PUIL 2000 memberikan ketentuan mengenai besarnya diameter dari penghantar kabel dan maksimum KHA terus-menerus yang diperbolehkan pada kabel tipe NYA, NYM dan NYY.

Tabel 2.1 KHA (7.3-1 PUIL 2000)
terus menerus yang diperbolehkan dan proteksi untuk kabel instalasi berinti tunggal berisolasi PVC pada suhu keliling 30 °C dan suhu penghantar maksimum 70 °C

Jenis Penghantar	Luas penampang nominal mm ²	KHA terus menerus		KHA pengenal gawai proteksi	
		Pemasangan dalam pipa ^(x) sesuai 7.13	Pemasangan di udara ^(xx) sesuai 7.12.1	Pemasangan dalam pipa	Pemasangan di udara
		A	A	A	A
1	2	3	4	5	e
	0,5	2,5	-	2	-
	0,75	7	15	4	10
	1	11	19	6	10
	1,5	15	24	10	20
IMYFA	2,5	20	32	16	25
IMYFAF					
IMYFAZ	4	25	42	20	35
IMYFAD	6	33	54	25	50
IMYA	10	45	73	35	63
IMYAF					
NYFAw	16	61	98	50	80
NYFAFw	25	83	129	63	100
IMYFAZw	35	103	158	80	125
NYFADw	50	132	198	100	160
dan NYL	70	165	245	125	200
	95	197	292	160	250
	120	235	344	250	315
	150	-	391	-	315
	165	-	448	-	400
				-	400
	240	-	5285	-	500
	300	-	608	-	630
	400	-	726	-	630
				-	
	500	-	830		

CATATAN : (x) Untuk satu atau lebih kabel tunggal tanpa selubung (xx) Untuk kabel tunggal dengan jarak sekurang-kurangnya sama dengan diameternya
Sumber : Tabel 7.3-1 PUIL 2000

Tabel 2.2 KHA (7.3-4 PUIL 2000)

terus menerus yang diperbolehkan untuk kabel instalasi berisolasi dan berselubung PVC, serta kabel fleksibel dengan tegangan pengenal 230/400 (300) volt dan 300/500 (400) volt pada suhu keliling 30 °C, dengan suhu penghantar maksimum 70 °C

Jenis kabel	Luas penampang mm ²	KHA terus menerus A	KHA pengenal gawai proteksi A
1	2	3	4
	1,5	18	10
	2.5	26	20
	4	34	25
	6	44	35
	10	61	50
	16	82	63
NYIF			
NYIFY	25	108	80
NYPLYw	35	135	100
NYIWNYM-0	50	168	125
NYRAMZ			
NYRUZY	70	207	160
NYRUZYr	95	250	200
NHYRUZY	120	292	250
NHYRUZYr			
NYBUY NYLRZY, dan	150	335	250
Kabel fleksibel	185	382	315
berisolasi PVC	240	453	400
	300	504	400
	400	-	-
	500	-	-

Tabel 2.3 KHA (7.3-5a PUIL 2000)

terus menerus untuk kabel tanah berinti tunggal, berpenghantar tembaga, berisolasi dan berselubung PVC, dipasang pada sistem a.s. dengan tegangan kerja maksimum 1,8 kV; serta untuk kabel tanah berinti dua, tiga dan empat berpenghantar tembaga, berisolasi dan berselubung PVC yang dipasang pada sistem a.b. fase tiga dengan tegangan pengenal 0,6/1 kV (1,2 kV), pada suhu keliling 30 °C

Jenis kabel	Luas penampang mm ³	KHA Terus menerus					
		Berinti		Berinti		Berinti tiga dan empat	
		di tanah A	di udara A	di tanah A	di udara A	di tanah A	di udara. A
1	2	3	4	5	6	7	8
	1.5	40	26	31	20	26	18,5
	2,5	54	35	41	27	34	25
	4	70	46	54	37	44	34
NY Y	6	90	58	68	48	56	43
NY BY	10	122	79	92	66	75	60
NY R G b Y	16	160	105	121	89	98	80
NY R G b Y							
NY O Y	25	206	140	153	118	128	106
NY C V U Y	35	249	174	187	145	157	131
NY S Y	50	296	212	222	176	185	159
NY C E Y							
NY S E Y	70	365	269	272	224	228	202
NY H S Y	95	438	331	328	271	275	244
NY K Y	120	499	386	375	314	313	282
NY K B Y							
NY K F G B Y	150	561	442	419	361	353	324
NY K R G U Y	185	637	511	475	412	399	371
	240	743	612	550	484	464	436
	300	843	707	525	590	524	481
	400	986	859	605	710	600	560
	500	1125	1000	-	-	-	-

Sumber : Tabel 7.3-5a PUIL 2000

Dari tabel 2.3 hal yang perlu diperhatikan adalah faktor temperatur lingkungan di luar kabel. KHA yang dinyatakan dalam tabel tersebut berlaku untuk maksimum temperatur di sekitar kabel sampai 30 Cdeg. Lebih dari itu akan menyebabkan turunnya nilai KHA kabel. Ada faktor koreksi yang harus diperhitungkan sesuai dengan besarnya lingkungan. KHA mempunyai nilai aktual

100% bila kabel tersebut dipasang pada temperatur kelilingnya maksimal 30 Cdeg.

Lebih dari itu akan terjadi penurunan nilai aktual KHA-nya.

Tabel 2.4 KHA (7.3-38 PUIL 2000)
terus-menerus dari penghantar campuran aluminium paduan
telanjang (AAAC)

Luas Penampang (mm ²)	KHA Terus menerus (A)
16	105
25	135
35	170
50 (7 Kawat)	210
50 (19 Kawat)	210
70	155
95	320
120	365
150	425
185	490
240	585
300	670
400	810
500	930
630	1075
800	1255
1000	1450

Sumber : Tabel 7.3-38 PUIL 2000

Cara Menghitung Kuat Hantar Arus (KHA) untuk 3 Fasa :

$$I = \frac{P}{V \times \sqrt{3}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana

I = Arus (Ampere)

P = Daya (kVA)

V = Tegangan (kV)

Cara Menghitung Rata – rata Arus per tahun :

$$m = \frac{n}{V \times \sqrt{3}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Cara Menghitung Berapa Lama Kemampuan Penghantar Melayani gardu-gardu

Distribusi :

$$t = \frac{KHA Maks-I}{m} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

t = waktu

KHA maks = kemampuan hantar arus maksimal

m = kenaikan rata – rata arus per tahun

n = kenaikan rata – rata beban per tahun

G. Isolator

1. Umum

Isolator jaringan tenaga listrik merupakan alat tempat menopang kawat penghantar jaringan pada tiang-tiang listrik yang digunakan untuk memisahkan secara elektrik dua buah kawat atau lebih agar tidak terjadi kebocoran arus (leakage current) atau loncatan bunga api (flash over) sehingga mengakibatkan terjadinya kerusakan pada sistem jaringan tenaga listrik. Langkah yang perlu diambil untuk menghindarkan terjadinya kerusakan terhadap peralatan listrik akibat tegangan lebih dan loncatan bunga api, ialah dengan menentukan pemakaian isolator berdasarkan kekuatan daya isolasi (dielectric strength) dan kekuatan mekanis (mechanic strength) bahan-bahan isolator yang dipakai. Karena sifat suatu isolator ditentukan oleh bahan yang digunakan. Kemampuan suatu bahan untuk mengisolir atau menahan tegangan yang mengenainya tanpa menjadikan cacat atau rusak tergantung pada kekuatan dielektriknya.

Fungsi utama isolator adalah :

- a. Untuk penyekat / mengisolasi penghantar dengan tanah dan antara penghantar dengan penghantar.

- b. Untuk memikul beban mekanis yang disebabkan oleh berat penghantar dan gaya tarik penghantar.
- c. Untuk menjaga agar jarak antar penghantar tetap (tidak berubah).

2. Bahan-Bahan Isolator

Bahan-bahan yang baik untuk isolator adalah bahan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik. Walaupun ada yang sanggup menghantarkan arus listrik tetapi relatif sangat kecil sehingga bisa diabaikan terhadap maksud penggunaan atau pemakaiannya. Pemakaian bahan isolasi ini diharapkan seekonomis mungkin tanpa mengurangi kemampuannya sebagai isolator. Sebab makin berat dan besar ukuran isolator tersebut akan mempengaruhi beban penyangga pada sebuah tiang listrik.

Bahan isolasi yang dipakai untuk isolator jaringan kebanyakan terbuat dari bahan padat seperti bahan porselin, gelas, mika, ebonit, keramik, parafin, kuarts, dan veld spaat.

3. Kriteria Bahan Isolator

Kriteria bahan yang baik digunakan sebagai isolator jaringan distribusi adalah :

- a. Bahan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik
- b. Bahan isolasi yang ekonomis, tanpa mengurangi kemampuannya sebagai isolator.
- c. Bahan yang terbuat dari bahan padat, dan memiliki kekuatan mekanis tinggi seperti : porselin, gelas, mika, ebonit, keramik, parafin, kuartz, dan veld spaat.

- d. Mempunyai tahanan jenis yang tinggi
- e. Memiliki kekuatan mekanis yang tinggi
- f. Memiliki sifat-sifat (dua hal diatas) tidak berubah oleh perubahan suhu, siraman air, kelembaban, sinar matahari, polaritas listrik.
- g. Bila mengalami loncatan listrik (flash over) tidak akan meninggalkan jejak (cacat).

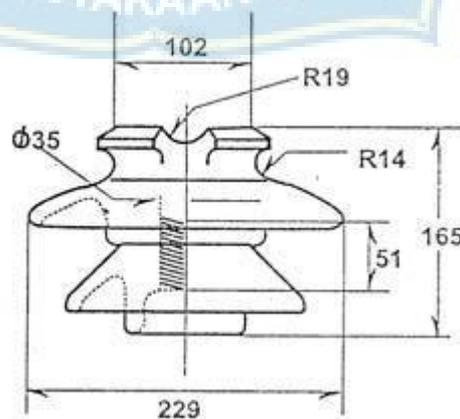
4. Jenis Isolator

Isolator yang digunakan untuk saluran distribusi tenaga listrik berdasarkan fungsi dan konstruksinya dapat dibedakan dalam 4 macam yaitu,

Beberapa jenis isolator yang digunakan untuk jaringan distribusi primer maupun sekunder adalah :

a. Isolator Jenis Pasak (pin type insulator)

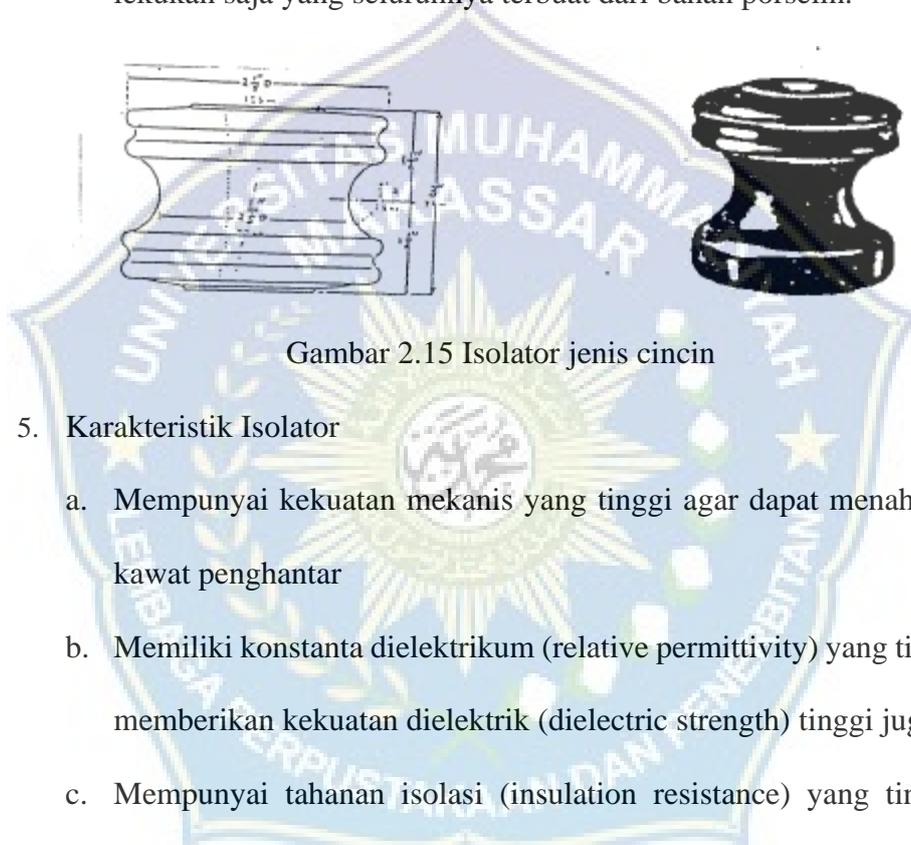
Isolator jenis pasak (pin type insulator), digunakan pada tiang-tiang lurus (tangent pole) dan tiang sudur (angle pole) untuk sudut 5° sampai 30° .



Gambar 2.12 Isolator jenis pasak

d. Isolator Jenis Cincin (spool type insulator)

Isolator jenis cincin (spool type insulator), digunakan pada tiang-tiang lurus (tangent pole) dengan sudut 0° sampai 10° , yang dipasang secara horizontal maupun vertikal. Isolator cincin bentuknya bulat berlubang di tengahnya seperti cincin yang hanya terdapat satu atau dua lekukan saja yang seluruhnya terbuat dari bahan porselin.



Gambar 2.15 Isolator jenis cincin

5. Karakteristik Isolator

- a. Mempunyai kekuatan mekanis yang tinggi agar dapat menahan beban kawat penghantar
- b. Memiliki konstanta dielektrikum (relative permittivity) yang tinggi agar memberikan kekuatan dielektrik (dielectric strength) tinggi juga.
- c. Mempunyai tahanan isolasi (insulation resistance) yang tinggi agar dapat menghindari kebocoran arus ke tanah.
- d. Mempunyai perbandingan (ratio) yang tinggi antara kekuatan pecah dengan tegangan loncatan api (flashover voltage).
- e. Menggunakan bahan yang tidak berpori-pori dan tidak terpengaruh oleh perubahan temperatur

- f. Bebas dari kotoran dari luar dan tidak retak maupun tergores, agar dapat dilewati oleh air atau gas di atmosfer
- g. Mempunyai kekuatan dielektrik (dielectric strength) dan kekuatan mekanis (mechanic strength) yang tinggi
- h. Bahan yang mampu mengisolir atau menahan tegangan yang mengenainya.
- i. Harganya murah
- j. Tidak terlalu berat

6. Penggunaan Isolator Pada Jaringan Distribusi

Ditinjau dari segi penggunaan isolator pada jaringan distribusi dapat dibedakan menjadi besar kecil tegangan yaitu tegangan rendah (SUTR) dan tegangan menengah/tinggi (SUTM).

a. Pada Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR)

Isolator SUTR adalah suatu alat untuk mengisolasi kawat penghantar dengan tiang dan traves. Isolator yang baik harus memiliki ciri-ciri, yaitu sudut dan lekukan yang licin dan tidak tajam guna menghindari kerusakan kawat penghantar akibat tekanan mekanis pada saat pemasangan.

Pada pemasangan SUTR pemakaian jenis isolator dibedakan sesuai dengan lokasi berdiri tiang. Untuk tiang yang berdiri di tengah-tengah jaringan yang lurus digunakan isolator pasak type "RM".

b. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)

Isolator yang digunakan untuk jaringan SUTM, karakteristiknya dan konstruksi dapat dilihat dibawah ini :

Temperature maksimum : 40 °

Temperature normal : 28 °

Temperature minimal : 16 °

Dalam jaringan SUTM ini mempergunakan isolator jenis sangga dan isolator suspension (isolator gantung).

H. Transformator

1. Umum

Transformator merupakan suatu peralatan listrik elektromagnetik statis untuk memindahkan dan mengubah daya listrik dari suatu rangkaian listrik ke rangkaian listrik lainnya dengan frekuensi yang sama dan perbandingan transformasi tertentu melalui suatu gandengan magnet dan bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetis dimana perbandingan tegangan antara sisi primer dan sisi sekunder berbanding lurus dengan perbandingan jumlah lilitan dan berbanding terbalik dengan perbandingan arusnya.

Dalam bidang teknik listrik pemakaian transformator dikelompokkan menjadi:

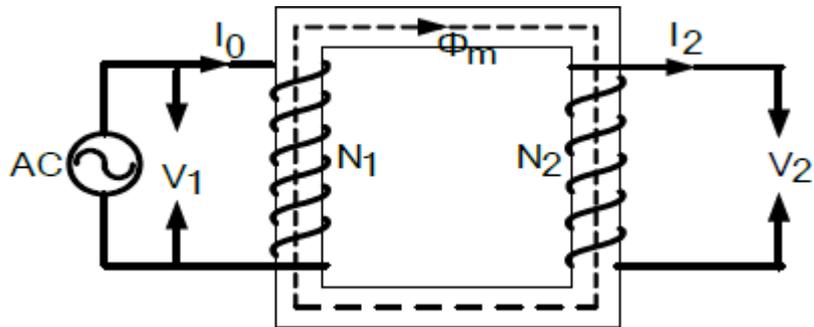
- a. Transformator daya
- b. Transformator distribusi
- c. Transformator pengukuran yang terdiri dari transformator arus dan transformator tegangan.

2. Prinsip Kerja Transformator

Transformator terdiri atas dua buah kumparan (primer dan sekunder) yang bersifat induktif. Kedua kumparan ini terpisah secara elektrik namun berhubungan secara magnetis melalui jalur yang memiliki reluktansi (reluctance) rendah. Apabila kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik maka fluks bolak-balik akan muncul di dalam inti yang dilaminasi karena kumparan tersebut membentuk jaringan tertutup maka mengalirlah arus primer. Akibat adanya fluks di kumparan primer maka di kumparan primer terjadi induksi (self-induction) dan terjadi pula induksi di kumparan sekunder karena pengaruh induksi dari kumparan primer atau disebut sebagai induksi bersama (mutual induction) yang menyebabkan timbulnya fluks magnet di kumparan sekunder, maka mengalirlah arus sekunder jika rangkaian sekunder di bebani, sehingga energi listrik dapat ditransfer keseluruhan (secara magnetisasi). Tujuan utama menggunakan inti pada transformator adalah untuk mengurangi reluktansi (tahanan magnetis) dari rangkaian magnetis (common magnetic circuit).

a. Keadaan Transformator Tanpa Beban

Bila kumparan primer suatu transformator dihubungkan dengan sumber tegangan V_1 yang sinusoidal, akan mengalirkan arus primer I_0 yang juga sinusoidal dan dengan menganggap belitan N_1 reaktif murni. I_0 akan tertinggal 90° dari V_1 . Arus primer I_0 menimbulkan fluks (Φ) yang sefasa dan juga berbentuk sinusoidal.



Gambar 2.22 Transformator Dalam Keadaan Tanpa Beban

Perbandingan tegangan sekunder dan primer :

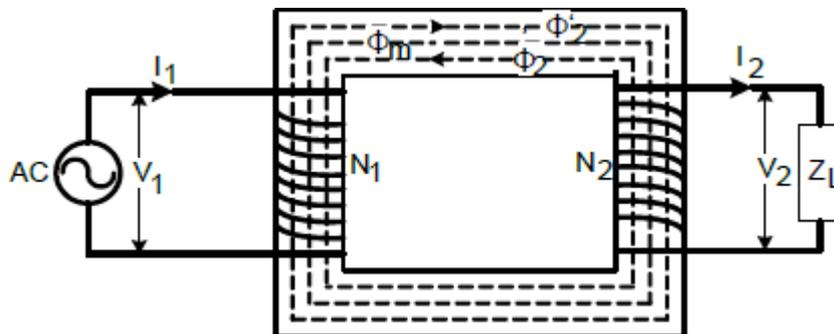
$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = K \dots\dots\dots \text{(Pers 2.3)}$$

Dimana :

- E1 = ggl induksi di sisi primer (Volt)
- E2 = ggl induksi di sisi sekunder (Volt)
- N1 = jumlah belitan sisi primer (turn)
- N2 = jumlah belitan sisi sekunder (turn)
- K = perbandingan transformasi tegangan

b. Keadaan Transformator Berbeban

Apabila kumparan sekunder dihubungkan dengan beban Z_L , I_2 mengalir pada kumparan sekunder, dimana $I_2 = V_2/Z_L$



Gambar 2.23 Transformator Dalam Keadaan Berbeban

Arus beban I2 ini akan menimbulkan gaya gerak magnet (ggm) N2 I2 yang cenderung menentang fluks (Φ) bersama yang telah ada akibat pemagnetan.

3. Daya Semu

Energi total dalam rangkaian arus bolak-balik baik dihamburkan, diserap ataupun yang kembali disebut sebagai daya semu. Daya semu dilambangkan dengan huruf S dan diukur dalam satuan VA (Volt-Amps). Daya nyata (Apparent Power) adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan rms dan arus rms dalam suatu jaringan atau daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif.

Satuan daya nyata adalah VA.

Rumus Perhitungan Daya Semu :

$$S = V \cdot I \dots\dots\dots(\text{Pers 2.4})$$

Dimana

S = Daya Semu

V = Tegangan

I = Arus

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu

1. Waktu

Pembuatan aplikasi ini akan dilaksanakan selama 6 bulan, mulai dari bulan Maret 2014 sampai dengan September 2014 sesuai dengan perencanaan waktu yang terdapat pada jadwal penelitian.

2. Tempat

Tempat penelitian dilakukan di PT PLN (Persero) Rayon Malino Jl. Endang Malino, Kelurahan Malino, Kecamatan Tinggimoncong, Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan

Metode penelitian merupakan suatu cara atau strategi yang digunakan oleh peneliti di dalam melaksanakan kegiatan penelitiannya untuk mengambil data dan kenyataan yang terdapat di lapangan. Dari hasil pelaksanaan penelitian tersebut dapat ditarik suatu kesimpulan yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah di muka publik.

B. Alat dan Bahan

Dalam melakukan penelitian ini, kami menggunakan alat dan bahan berupa volt meter dan ampere meter.

C. Prosedur Penelitian

Dalam menganalisis ketersediaan daya pada system distribusi, kami

menggunakan prosedur sebagai berikut :

1. Pengukuran Beban Trafo Distribusi

Karena trafo merupakan objek dari penelitian ini, maka hal yang harus dilakukan dalam menganalisa ketersediaan daya ialah dengan melakukan pengukuran beban trafo pada saat beban-beban normal dan beban puncak.

Adapun yang ingin diteliti pada sebuah trafo ialah :

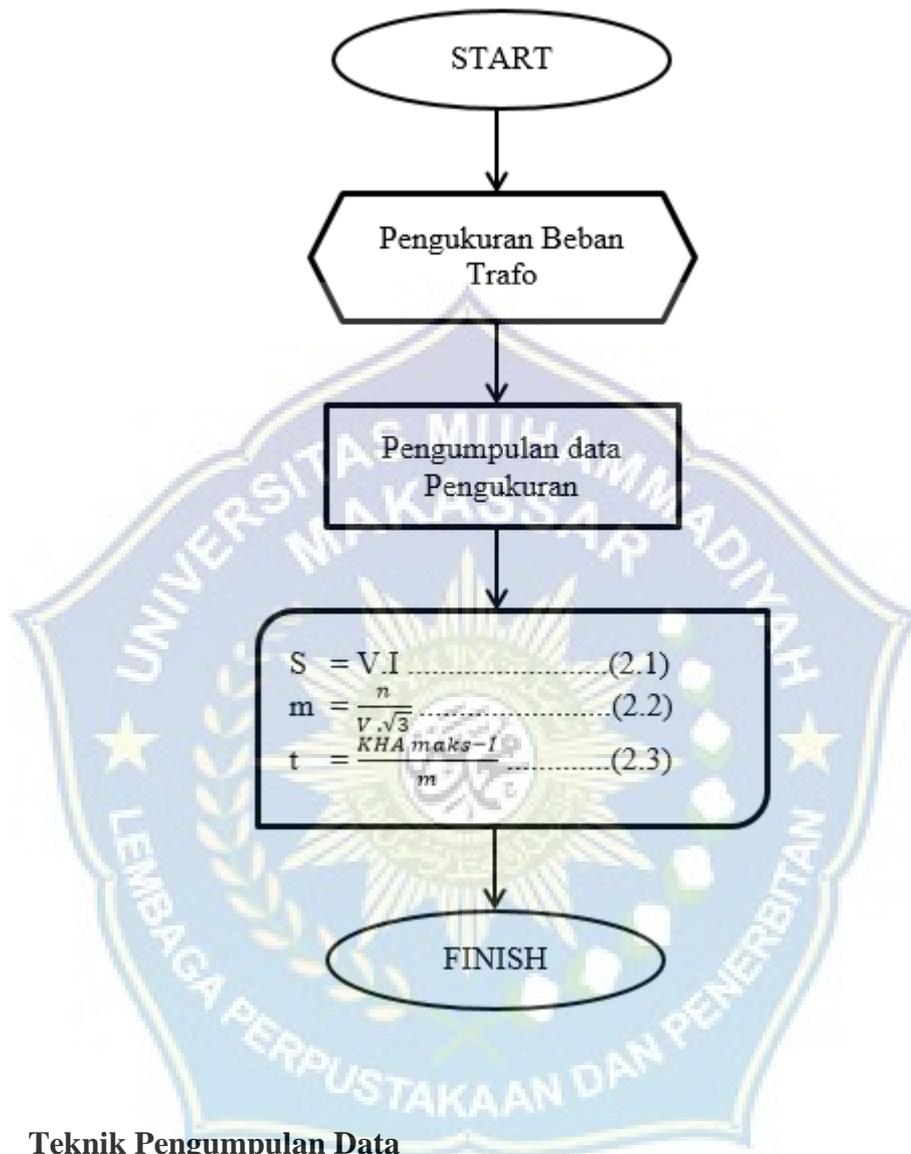
- a. Kapasitas trafo yang ingin diteliti
- b. Tegangan primer trafo
- c. Arus pada trafo (R,S,T,N)

2. Ketersediaan Daya Trafo

Penentuan kondisi trafo (ketersediaan daya) dilakukan setelah melakukan pengukuran pada sebuah trafo. Hal yang ditentukan pada sebuah trafo yaitu ada 2 hal :

- a. Beban trafo (rendah / normal / lebih)
- b. Keseimbangan beban trafo

D. Flowchart Penelitian



E. Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data ialah cara atau strategi yang ditempuh untuk mengambil data dari variabel penelitian tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengumpulan data observasi secara langsung di lapangan. Dengan metode observasi ini peneliti dapat melakukan pengamatan secara jelas dan nyata serta pencatatan secara sistematis terhadap gejala atau fenomena yang diselidiki.

F. Analisis Data

Dalam penelitian ini metode analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif yaitu untuk mengetahui sistem jaringan distribusi tegangan rendah dengan mengacu pada PUIL 2000 dengan memperhatikan faktor-faktor luas penampang yang digunakan, jenis penghantar kawat.



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Data dan Hasil Penelitian

Di sekitar perkotaan Malino, terdapat beberapa gardu distribusi yang melayani konsumen untuk memenuhi kebutuhan listrik yang dari waktu ke waktu semakin meningkat. Gardu distribusi terpasang di beberapa lokasi yang memiliki beban bervariasi atau fluktuatif. Untuk mengetahui kondisi beban pada Gardu Distribusi maka dilakukan pengambilan sample antara lain :

1. Data Teknis Transformator

a. Transformator Distribusi 100 kVA di Jl. Waspada Malino (Dekat Mess

Pemda Malino)

Nama Pabrik : STARLITE

Kode Gardu : MLAB

Jurusan : 2 Jurusan A & B

Jenis kabel : LVTC

Penampang : $3 \times 70 + 50 \text{ mm}^2$

Kapasitas : 100 kVA

Phasa : 3 Phasa

Jenis Gardu : Tiang

b. Transformator Distribusi 100 kVA di Jl. Andi Mangerangi Malino

(Samping Kantor Plasa Telkom Malino)

Nama Pabrik : UNINDO

Kode Gardu : MLAC

Jurusan : 3 Jurusan A , B & C
Jenis kabel : LVTC & AL
Penampang : $4 \times 35 \text{ mm}^2$, $4 \times 50 \text{ mm}^2$ & $3 \times 70 + 50 \text{ mm}^2$
Kapasitas : 100 kVA
Phasa : 3 Phasa
Jenis Gardu : Tiang

c. Transformator Distribusi 200 kVA di Jl. Endang Malino (Depan Kantor Polsek Tinggimoncong Malino)

Nama Pabrik : UNINDO
Kode Gardu : MLAA
Jurusan : 3 Jurusan A , B & C
Jenis kabel : LVTC
Penampang : $3 \times 70 + 50 \text{ mm}^2$, $3 \times 70 + 50 \text{ mm}^2$ & $3 \times 35 + 25 \text{ mm}^2$
Kapasitas : 200 kVA
Phasa : 3 Phasa
Jenis Gardu : Tiang

Tabel 4.1 Pengukuran Beban Trafo Di Hari Libur (Beban Puncak)

Data Pengukuran beban Trafo

Beban Puncak Di Hari Libur

Rayon : Malino

Penyulang : Lanna

No GA B	No Urut	No. Gardu	Lokasi	Data Trafo					Tgl	Pkl	Jurusan Penampang dan jenis	Data Pengukuran							
				kapasitas		Tegangan						(R)	Arus				tegangan		
				1 ϕ	2 ϕ	Prim	Opr	Tap					(S)	(T)	(N)	PHB	PHB	Ujung	
				(kVA)	(kVA)	Sek		Opr											
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17							18
30	1	MLAB	Jl. Waspada	100	20	20/B2	4/5	3-Jun-23	17.30			135.0	158.0	150.0	27.0	228	370		
			Dekat Mess pemda			231/400				A	LVTC 3x70+50mm ² (U)	85	101	123	27	210		210	
										B	LVTC 3x70+50mm ² (U)	50	57	27		210		220	
35	2	MLAC	Jl. A. Mangerangi	100	20	20/B2	4/5	3-Jun-23	17.42			123.0	136.0	149.0	82.3	225	397		
			Malino Kota			231/400				A	AL4 x 35mm ² ,(U)	41.2	44	72	38.7	211		205	
											LVTC 3x35+25mm ² ,(S)	16.3	7.1	14.3	8.3	211		220	
											AL 4x50mm ² ,(B)	65.5	84.9	62.7	35.3	211		195	
40	3	MLAA	Jl. Endang	200	20	20/B2	5/3	3-Jun-23	17.42			167.0	163.0	140.0	67.0	226	387		
			Depan Polsek			231/400				A	LVTC 3x70+50mm ² (S)	20	18	33	20	200		217	
			tinggimoncong							B	LVTC 3x70+50mm ² (T)	147	145	107	47	200		203	

Tabel 4.2 Pengukuran Beban Trafo Di hari Kerja

Data Pengukuran beban Trafo

Beban Puncak Di Hari Libur

Rayon : Malino

Penyulang : Lanna

No GA B	No Urut	No. Gardu	Lokasi	Data Trafo					Tgl	Pkl	Jurusan Penampang dan jenis	Data Pengukuran							
				kapasitas		Tegangan						(R)	Arus				tegangan		
				1 ϕ	2 ϕ	Prim	Opr	Tap					(S)	(T)	(N)	PHB	PHB	Ujung	
				(kVA)	(kVA)	Sek		Opr											
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17							18
30	1	MLAB	Jl. Waspada	100	20	20/B2	4/5	8-Jun-23	09.30			113.0	135.0	132.0	27.0	229	370		
			Dekat Mess pemda			231/400				A	LVTC 3x70+50mm ² (S)	76	33	116	27	229		210	
										B	LVTC 3x70+50mm ² (U)	37	42	16		229		220	
35	2	MLAC	Jl. A. Mangerangi	100	20	20/B2	4/5	3-Jun-23	17.42			30.0	110.0	131.0	82.3	227	397		
			Malino Kota			231/400				A	AL4 x 35mm ² ,(U)	24	22	67.1	38.7	227		205	
											LVTC 3x35+25mm ² ,(S)	10.8	3.3	5.7	8.3	227		220	
											AL 4x50mm ² ,(B)	55.2	84.7	58.2	35.3	227		195	
40	3	MLAA	Jl. Endang	200	20	20/B2	5/3	3-Jun-23	17.42			146.0	141.0	134.0	67.0	229	387		
			Depan Polsek			231/400				A	LVTC 3x70+50mm ² (S)	7	6	30	20	229		217	
			tinggimoncong							B	LVTC 3x70+50mm ² (T)	139	135	104	47	229		203	

2. Data Pembebanan Trafo Distribusi

a. Beban Normal

Pengukuran Beban Trafo Pada saat beban normal ,dilaksanakan pada Hari kerja tepatnya pada hari jumat tanggal 08 Juni 2023 Pukul 09.30 Pagi.

Transformator Distribusi 100 kVA di Jl. Waspada Malino
(Dekat Mess Pemda Malino)

$$\text{Fasa R : } \quad \text{VRN} = 229 \text{ V}$$

$$\text{IR} = 113 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \text{S} &= \text{VRN} \cdot \text{IR} \\ &= 229 \text{ V} \cdot 113 \text{ A} \\ &= 25,877 \text{ kVA} \end{aligned}$$

Jadi Daya Semu untuk Fasa R adalah 25,877 kVA atau 25.877 VA

$$\text{Fasa S : } \quad \text{VSN} = 229 \text{ V}$$

$$\text{IS} = 135 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \text{S} &= \text{VSN} \cdot \text{IS} \\ &= 229 \text{ V} \cdot 135 \text{ A} \\ &= 30,915 \text{ kVA} \end{aligned}$$

Jadi Daya Semu untuk Fasa S adalah 30,915 kVA atau 30.915 VA

$$\text{Fasa T : } \quad \text{VTN} = 229 \text{ V}$$

$$\text{IT} = 132 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \text{S} &= \text{VTN} \cdot \text{IT} \\ &= 229 \text{ V} \cdot 132 \text{ A} \end{aligned}$$

$$= 30,228 \text{ kVA}$$

$$I_N = 27 \text{ A}$$

Jadi Daya Semu untuk Fasa T adalah 30,228 kVA atau 30.228 VA

Transformator Distribusi 100 kVA di Jl. Andi Mangerangi Malino

(Samping Kantor Plasa Telkom Malino)

$$\text{Fasa R : } V_{RN} = 227 \text{ V}$$

$$I_R = 90 \text{ A}$$

$$S = V_{RN} \cdot I_R$$

$$= 227 \text{ V} \cdot 90 \text{ A}$$

$$= 20,430 \text{ kVA}$$

Jadi Daya Semu untuk Fasa R adalah 20,430 kVA atau 20.430 VA

$$\text{Fasa S : } V_{SN} = 227 \text{ V}$$

$$I_S = 110 \text{ A}$$

$$S = V_{SN} \cdot I_S$$

$$= 227 \text{ V} \cdot 110 \text{ A}$$

$$= 24,970 \text{ kVA}$$

Jadi Daya Semu untuk Fasa S adalah 24,970 kVA atau 24.970 VA

$$\text{Fasa T : } V_{TN} = 227 \text{ V}$$

$$I_T = 131 \text{ A}$$

$$S = V_{TN} \cdot I_T$$

$$= 227 \text{ V} \cdot 131 \text{ A}$$

$$= 29,737 \text{ kVA}$$

$$I_N = 82 \text{ A}$$

Jadi Daya Semu untuk Fasa T adalah 29,737 kVA atau 29.737 VA
 Transformator Distribusi 200 kVA di Jl. Endang Malino (Depan
 Kantor Polsek Malino)

$$\begin{aligned} \text{Fasa R :} \quad \text{VRN} &= 229\text{V} \\ \text{IR} &= 146 \text{ A} \\ \text{S} &= \text{VRN} \cdot \text{IR} \\ &= 229\text{V} \cdot 146\text{A} \\ &= 33,289 \text{ kVA} \end{aligned}$$

Jadi Daya Semu untuk Fasa R adalah 33,434 kVA atau 33.434 VA

$$\begin{aligned} \text{Fasa S:} \quad \text{VSN} &= 229 \text{ V} \\ \text{IS} &= 141 \text{ A} \\ \text{S} &= \text{VSN} \cdot \text{IS} \\ &= 229\text{V} \cdot 141 \text{ A} \\ &= 32,289 \text{ kVA} \end{aligned}$$

Jadi Daya Semu untuk Fasa S adalah 32,289 kVA atau 32.289 VA

$$\begin{aligned} \text{Fasa T :} \quad \text{VTN} &= 229\text{V} \\ \text{IT} &= 134\text{A} \\ \text{S} &= \text{VTN} \cdot \text{IT} \\ &= 229\text{V} \cdot 134\text{A} \\ &= 30,686\text{kVA} \\ \text{IN} &= 67\text{A} \end{aligned}$$

Jadi Daya Semu untuk Fasa S adalah 30,686 kVA atau 30.686 VA

b. Beban Puncak

Pengukuran Beban Trafo Pada saat beban puncak ,dilaksanakan pada hari liburan tepatnya pada hari sabtu tanggal 09 Juni 2023 Pukul 17.30.

Transformator Distribusi 100 kVA di Jl. Waspada Malino (Dekat Mess Pemda Malino)

Fasa R : $VRN = 228V$

$$IR = 135 A$$

$$S = VRN \cdot IR$$

$$= 228V \cdot 135A$$

$$= 30,780kVA$$

Jadi Daya Semu untuk Fasa R adalah 30,780 kVA atau 30.780 VA

Fasa S : $VSN = 228V$

$$IS = 158A$$

$$S = VSN \cdot IS$$

$$= 228V \cdot 158A$$

$$= 36,024 kVA$$

Jadi Daya Semu untuk Fasa S adalah 36,024 kVA atau 36.024 VA

Fasa T : $VTN = 228 V$

$$IT = 150 A$$

$$S = VTN \cdot IT$$

$$= 228 V \cdot 150 A$$

$$= 34,200 kVA$$

$$I_N = 27 \text{ A}$$

Jadi Daya Semu untuk Fasa T adalah 34,200 kVA atau 34.200 VA

Transformator Distribusi 100 kVA di Jl. Andi Mangerangi Malino
(Samping Kantor Plasa Telkom Malino)

$$\text{Fasa R : } V_{RN} = 225 \text{ V}$$

$$I_R = 123 \text{ A}$$

$$S = V_{RN} \cdot I_R$$

$$= 225 \text{ V} \cdot 123$$

$$= 27,675 \text{ kVA}$$

Jadi Daya Semu untuk Fasa R adalah 27,675 kVA atau 27.675 VA

$$\text{Fasa S : } V_{SN} = 225 \text{ V}$$

$$I_S = 136 \text{ A}$$

$$S = V_{SN} \cdot I_S$$

$$= 225 \text{ V} \cdot 136 \text{ A}$$

$$= 30,600 \text{ kVA}$$

Jadi Daya Semu untuk Fasa S adalah 30,600 kVA atau 30.600 VA

$$\text{Fasa T : } V_{TN} = 225 \text{ V}$$

$$I_T = 149 \text{ A}$$

$$S = V_{TN} \cdot I_T$$

$$= 225 \text{ V} \cdot 149 \text{ A}$$

$$= 33,525 \text{ kVA}$$

$$I_N = 82 \text{ A}$$

Jadi Daya Semu untuk Fasa T adalah 33,525 kVA atau 33.525 VA

Transformator Distribusi 200 kVA di Jl. Endang Malino (Depan Kantor Polsek Malino)

$$\begin{aligned}\text{Fasa R :} \quad \text{VRN} &= 226\text{V} \\ \text{IR} &= 167\text{A} \\ \text{S} &= \text{VRN} \cdot \text{IR} \\ &= 226\text{V} \cdot 167 \\ &= 37,742\text{kVA}\end{aligned}$$

Jadi Daya Semu untuk Fasa R adalah 37,742 kVA atau 37.742 VA

$$\begin{aligned}\text{Fasa S :} \quad \text{VSN} &= 226\text{ V} \\ \text{IS} &= 163\text{A} \\ \text{S} &= \text{VSN} \cdot \text{IS} \\ &= 226\text{ V} \cdot 163\text{A} \\ &= 36,838\text{ kVA}\end{aligned}$$

Jadi Daya Semu untuk Fasa S adalah 36,838 kVA atau 36.838 VA

$$\begin{aligned}\text{Fasa T :} \quad \text{VTN} &= 226\text{V} \\ \text{IT} &= 140\text{A} \\ \text{S} &= \text{VTN} \cdot \text{IT} \\ &= 226\text{ V} \cdot 140\text{ A} \\ &= 31,680\text{ kVA} \\ \text{IN} &= 67\text{ A}\end{aligned}$$

Jadi Daya Semu untuk Fasa T adalah 31,680 kVA atau 31.680 VA

3. Persentase Pembebanan Trafo

Setelah melakukan pengukuran beban serta perhitungan beban, selanjutnya dalam pembahasan ini kami lakukan perhitungan persentase untuk mengetahui kondisi trafo tersebut, terkait Over Load Trafo dan daya yang tersedia.

- a. Transformator Distribusi 100 kVA di Jl. Waspada Malino (Dekat Mess Pemda Malino)

Beban (kVA) tiap Fasa

Fasa R = 30,78 kVA

Fasa S = 36,02 kVA

Fasa T = 34,2 kVA

$$\frac{R+S+T}{100} \cdot 100 = \frac{30,78+36,02+34,2}{100} = 101,0 \%$$

Trafo dalam kondisi BEBAN LEBIH dari beban maksimal 85 %

sehingga perlu dilakukan manajemen trafo agar tidak terjadi kerusakan pada trafo.

- b. Transformator Distribusi 100 kVA di Jl. Andi Mangerangi Malino (Samping Kantor Plasa Telkom Malino)

Beban (kVA) tiap Fasa

Fasa R = 27,67 kVA

Fasa S = 30,60 kVA

Fasa T = 33,52 kVA

$$\frac{R+S+T}{100} \cdot 100 = \frac{27,67+30,60+33,52}{100} = 91,81\%$$

Trafo Dalam Kondisi BEBAN LEBIH dari beban maksimal 85 % sehingga perlu dilakukan manajemen trafo agar tidak terjadi kerusakan pada trafo.

- c. Transformator Distribusi 200 kVA di Jl. Endang Malino (Depan Kantor Polsek Tinggimoncong Malino)

Beban (kVA) tiap Fasa

Fasa R = 37,74 kVA

Fasa S = 36,83 kVA

Fasa T = 31,64 kVA

$$\frac{R+S+T}{200} \cdot 100 = \frac{37,74 + 36,83 + 31,64}{200} = 53,11\%$$

Trafo dalam kondisi BEBAN RENDAH dari beban maksimal 85 %.

Jumlah trafo keseluruhan pada jaringan distribusi dari GI Bili-bili sampai LBS Tassiliu sebanyak 126 trafo yang terdapat di 5 desa, yaitu desa Majannang, Parigi, Tamaona, Lanna dan perkotaan Malino. Sedangkan daerah wilayah perkotaan Malino yang di jadikan wilayah penelitian berjumlah 24 trafo yaitu dari LBS Batang Tinggi sampai LBS Parangbobo dengan kapasitas keseluruhan trafo sebesar 1448 KVA.

Perhitungan kapasitas keseluruhan trafo menurut data yang diperoleh tiap triwulan.

Kapasitas 24 trafo = 1448 kVA

Maka :

Kapasitas trafo – Beban

- Beban Tersalur pada Triwulan I = 840,44 kVA

sisa kapasitas trafo tersedia = 1448-840,44
 = 607,56 kVA

- Beban Tersalur pada Triwulan II = 849,66 kVA

sisa kapasitas trafo tersedia = 1448-849,66
 = 598,34 kVA

B. Jenis Penghantar & Kelayakannya

Sistem Jaringan Distribusi di PT PLN (Persero) Rayon Malino, yang berasal dari GI Bili-bili menuju LBS Parangbobbo menggunakan penghantar jenis AAAC dengan luas penampang 150 mm² dengan KHA 425 A (Tabel 2.4)

Untuk menghitung kelayakan penghantar pada sistem jaringan distribusi maka diambil data beban sehingga dapat diketahui kenaikan beban setiap tahunnya. Berikut adalah tabel data beban per triwulan pada table 4.3. dan 4.4 :

Tabel 4.3 Data beban tahun 2022

DATA(2022)	BEBAN PER TRIWULAN (kVA)			
	I	II	III	IV
KAPASITAS	3181	3181	3181	3181
BEBAN	1621,76	1642,76	1655,75	168,67

Tabel 4.4 Data beban tahun 2023

DATA (2023)	BEBAN PER TRIWULAN (kVA)			
	I	II	III	IV
KAPASITAS	3181	3181	3215	3215
BEBAN	1738,74	1759,79	1793,28	1810,97

JUMLAH RATA-RATA BEBAN :

Tahun 2022 = 1651,20 kVA

Tahun 2023 = 1775,69 kVA

Kenaikan rata-rata per tahun = 124,49 kVA

Untuk menentukan arus pada penghantar dengan tegangan menengah 20 kV

berdasarkan persamaan 2.1 , maka diperoleh :

(untuk Pers. Arus 3 \square)

$$\begin{aligned} I &= \frac{P}{V \cdot \sqrt{3}} \dots\dots\dots(2.1) \\ &= \frac{1775,69 \text{ kVA}}{20 \text{ kV} \cdot \sqrt{3}} \\ &= \frac{1775,69 \text{ kVA}}{20 \text{ kV} \cdot \sqrt{3}} \\ &= 51,26 \text{ A} \end{aligned}$$

Jadi besar arus yang mengalir saat ini pada penghantar JTM adalah 51,26 A.

Kenaikan rata-rata arus per tahun diperoleh berdasarkan persamaan 2.2 , maka:

$$\begin{aligned} m &= \frac{n}{V \cdot \sqrt{3}} \dots\dots\dots(2.1) \\ &= \frac{124,49 \text{ kVA}}{20 \text{ kV} \cdot \sqrt{3}} \\ &= 3,5 \text{ A} \end{aligned}$$

Jadi besar kenaikan rata-rata arus yang mengalir setiap tahunnya adalah 3,5

A Untuk mengetahui KHA serta keandalan pada penghantar JTM sesuai ketentuan pada tabel 2.4 mengenai penghantar AAAC dengan penampang 150mm² yang memiliki KHA 425A, berdasarkan sistem operasional yang diterapkan di PLN bahwa komponen peralatan pada system distribusi penggunaannya maksimal dibebani 85%. Sehingga diperoleh:

$$KHA = 425A \times 85 \%$$

$$= 361,99 A$$

Jadi penghantar 150 mm² kemampuan hantar arusnya maksimal sebesar 361,99A. Sehingga untuk mengetahui berapa lama lagi penghantar mampu melayani gardu-gardu distribusi, dengan menggunakan persamaan 2.3 maka:

$$t = \frac{KHA_{maks} - I}{m} \dots \dots \dots (2.3)$$

$$= \frac{361,99 - 51,26}{3,5}$$

$$= 88,78 \text{ tahun}$$

Setelah melakukan perhitungan maka penghantar dengan penampang 150mm² dengan kenaikan arus rata-rata per tahunnya adalah 3,5 A sehingga kemampuan hantar arus pada jaringan tegangan menengah yaitu penghantar AAAC dapat dikatakan sangat handal dan masih mampu melayani gardu-gardu distribusi sampai kurang lebih 80 tahun ke depan jika ditinjau dari sisi jaringan penghantar wilayah Malino dan sekitarnya. Tetapi bukan hanya diperuntukkan untuk wilayah Malino, melainkan PLN juga mempersiapkan kemungkinan untuk terjadinya system interkoneksi.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari tugas akhir berdasarkan hasil penelitian adalah : Ketersediaan daya di wilayah Malino masih memadai tetapi terdapat beberapa Gardu Distribusi yang memiliki beban lebih dan beban rendah. Gardu yang kami teliti yakni MLAB mengalami beban lebih sebesar (16%) dan MLAC (6,81%), sedangkan Gardu MLAA masih dalam keadaan beban normal yaitu sebesar (32%). Sehingga untuk mengantisipasi kelebihan beban maka harus diadakan manajemen trafo.

Dari sisi penghantar pada jaringan tegangan menengah (JTM) digunakan penghantar AAAC berpenampang 150 mm². Dari hasil analisis diperoleh kenaikan rata – rata arus per tahun sebesar 3,5 A. Sehingga berdasarkan ketentuan pada PUIL 2000 mengenai KHA maka penghantar masih sangat handal dan mampu digunakan sampai kurang lebih 80 tahun ke depan. Tetapi PLN juga sudah mempersiapkan kemungkinan terjadinya system interkoneksi sehingga dapat meminimalisir kerugian.

B. Saran

Kepada pihak PLN agar lebih memperhatikan kapasitas gardu distribusi sehingga mengantisipasi kelebihan beban. Serta segera melakukan manajemen trafo pada gardu – gardu yang mengalami kelebihan beban.

Kepada masyarakat agar dapat menggunakan energi listrik sesuai dengan kebutuhan. Sehingga daya yang tersedia dapat menjangkau semua lapisan masyarakat.

Kepada mahasiswa khususnya mahasiswa Teknik Listrik harus lebih mengetahui tentang system kelistrikan bukan hanya sebatas teori tetapi juga diaplikasikan dalam kehidupan sehari – hari.



DAFTAR PUSTAKA

- Rijono, Drs. Yon, **Dasar Teknik Tenaga Listrik**, 2022: Yogyakarta, Penerbit ANDI.
- Fitzgerald, A.E., Charles Kingsley, Jr., dan Stephen D. Umans, **Mesin-Mesin Listrik**, terjemahan Djoko Achyanto, edisi keempat, 2020: Jakarta, Penerbit Erlangga.
- Rashid, H. Muhammad. **Elektronika Daya**, 2021: Jakarta, Penerbit PT. PrenhaHindo.
- Zuhal, **Dasar Tenaga Listrik**, 1982: Bandung, ITB.
- Berde, M.S, **Thyristor Engineering**, 2022: Delhi. Khanna Publihers.
- Dewan, S. BdanA, Straughen, **Power Semiconductor Circuits**, 2020: New York, Jhon wiley & Sons.
- http://mirror.unej.ac.id/onnowpurbo/Pendidikan/materi-kejuruan/elektroteknik-listrik-pembangkit/pemeliharaan_rangkaian_elektronik.pdf
- [http://mirror.unej.ac.id/onnowpurbo/Pendidikan/materi-kejuruan/elektroteknik-listrik-pemanfaatan-energi/prinsip dasar arus searah.pdf](http://mirror.unej.ac.id/onnowpurbo/Pendidikan/materi-kejuruan/elektroteknik-listrik-pemanfaatan-energi/prinsip_dasar_ arus_searah.pdf)



Surat Permohonan Penelitian



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Nomor : 549.05/C.4-VI/VIII/46/2024
Lamp. : -
Hal : Penelitian dalam Penyelesaian Tugas Akhir

Makassar, 17 Shafar 1446 H
22 Agustus 2024 M

Kepada yang Terhormat,
PT. PLN (Persero) Rayon Malino
Di -
Tempat

Assalamu 'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan Rahmat Allah SWT, Sehubungan dengan rencana penelitian tugas akhir, mahasiswa Universitas Muhammadiyah Makassar tersebut di bawah ini :

No	NIM	NAMA	JUDUL
1	10582 11054 20	Yasir Fauzan	Presentase Pembebanan Trafo untuk Melayani Gardu-Gardu Distribusi pada Jaringan Tegangan Menengah
2	10582 11089 20	Muhammad Gilang	

Untuk keperluan diatas, kiranya dapat diberikan izin untuk melakukan Penelitian selama 2 Bulan guna keperluan penelitian. Data Penelitian tersebut diperlukan dalam rangka penyelesaian Tugas Akhir pada Fakultas Teknik Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Makassar.

Demikian permohonan kami atas perhatian dan kerjasama Bapak/Ibu di haturkan banyak terima kasih.

*Jazakumullah Khaeran Katsiran
Wassalamu 'Alaikum warahmatullah Wabarakatuh*

Wakil Dekan I,

Irf. Muh. Saifiat S. Kuba, S.T., M.T
NBM 975 238

Tembusan: Kepada Yang Terhormat,
1. Wakil Dekan I Fakultas Teknik
2. Ketua Prodi Teknik Elektro
3. Tata Usaha
4. Arsip

54



Dokumentas



Report Uji Plagiat Proposal, Hasil dan Tutup



BAB I YASIR
FAUZAN/MUHAMMAD GILANG
- 105821105420/105821108920
by Tahap Tutup

Submission date: 31-Jul-2024 02:16PM (UTC+0700)

Submission ID: 2425213930

File name: PERBAIKAN_BAB_1_UJI_PLAGIAT_UJIAN_TUTUP.docx (27.53K)

Word count: 473

Character count: 3154

BAB I YASIR FAUZAN/MUHAMMAD GILANG -
105821105420/105821108920

ORIGINALITY REPORT

5% SIMILARITY INDEX **5%** INTERNET SOURCES **0%** PUBLICATIONS **%** STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.stitradenwijaya.ac.id Internet Source	3%
2	repository.its.ac.id Internet Source	2%

Exclude quotes Off
Exclude bibliography Off

Exclude matches Off





BAB II YASIR
FAUZAN/MUHAMMAD GILANG
- 105821105420/105821108920

by Tahap Tutup

Submission date: 31-Jul-2024 08:04AM (UTC+0700)

Submission ID: 2425063756

File name: BAB_II_MATERI_UJI_PLAGIAT_UJIAN_TUTUP.docx (350.38K)

Word count: 2528

Character count: 16008

BAB II YASIR FAUZAN/MUHAMMAD GILANG -
105821105420/105821108920

ORIGINALITY REPORT

22%
SIMILARITY INDEX

22%
INTERNET SOURCES

2%
PUBLICATIONS

%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

Rank	Source	Percentage
1	www.slideshare.net Internet Source	7%
2	dokumen.tips Internet Source	4%
3	docplayer.info Internet Source	4%
4	doku.pub Internet Source	3%
5	eprints.pancabudi.ac.id Internet Source	2%
6	kikiabdibahari.blogspot.com Internet Source	2%

Exclude quotes On

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography On



BAB III YASIR
FAUZAN/MUHAMMAD GILANG
- 105821105420/105821108920

by Tahap Tutup

Submission date: 01-Aug-2024 12:26PM (UTC+0700)

Submission ID: 2425666562

File name: perbaikan_ke_2_materi_plagiat_bab_3.docx (56.63K)

Word count: 444

Character count: 2952

BAB III YASIR FAUZAN/MUHAMMAD GILANG -
105821105420/105821108920

ORIGINALITY REPORT

4%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

repositori.uin-alauddin.ac.id

Internet Source



4%



Exclude quotes Off

Exclude bibliography Off

Exclude matches Off





BAB IV YASIR
FAUZAN/MUHAMMAD GILANG
- 105821105420/105821108920
by Tahap Tutup

Submission date: 31-Jul-2024 08:05AM (UTC+0700)

Submission ID: 2425064275

File name: BAB_IV_MATERI_UJI_PLAGIAT_UJIAN_TUTUP.docx (93.19K)

Word count: 2211

Character count: 10432

BAB IV YASIR FAUZAN/MUHAMMAD GILANG -
105821105420/105821108920

ORIGINALITY REPORT

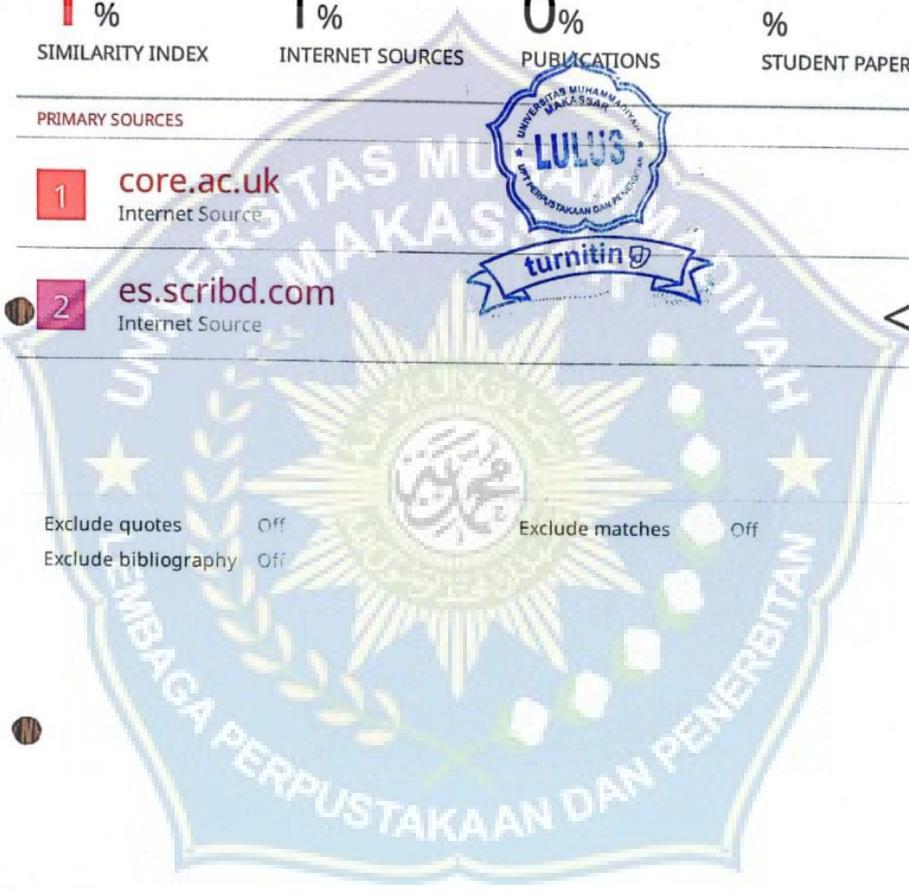
1 % SIMILARITY INDEX **1** % INTERNET SOURCES **0** % PUBLICATIONS % STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1 core.ac.uk Internet Source **1** %

2 es.scribd.com Internet Source **<1** %

Exclude quotes Off Exclude matches Off
Exclude bibliography Off





BAB V YASIR
FAUZAN/MUHAMMAD GILANG
- 105821105420/105821108920
by Tahap Tutup

Submission date: 31-Jul-2024 08:06AM (UTC+0700)

Submission ID: 2425064489

File name: BAB_V_MATERI_UJI_PLAGIAT_UJIAN_TUTUP.docx (24.93K)

Word count: 182

Character count: 1391

BAB V YASIR FAUZAN/MUHAMMAD GILANG -
105821105420/105821108920

ORIGINALITY REPORT

0%

SIMILARITY INDEX

0%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

Exclude quotes

Exclude bibliography

Exclude matches



Surat Keterangan Bebas Plagiat



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 : Yasir Fauzan / Muhammad Gilang

Nim : 105821105420/105821108920

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	5 %	10 %
2	Bab 2	24 %	25 %
3	Bab 3	4 %	10 %
4	Bab 4	1 %	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, 01 Agustus 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