

SKRIPSI

**ANALISIS RUGI DAYA JARINGAN DISTRIBUSI
PRIMER PT. PLN ULP SENGKANG
SULAWESI SELATAN**



**ASFIHANUDDIN MUHTAR
NIM 105821110016**

**IWAN
NIM 105821107816**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2022**

HALAMAN JUDUL

**ANALISIS RUGI DAYA JARINGAN DISTRIBUSI
PRIMERPT.PLN ULP SENGKANG
SULAWESI SELATAN**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAHMAKASSAR
2022**

22/02/2022
1 cap
Smb. Alimmi
R/0020/ELT/22.00
MHT
a



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 RUGI DAYA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER PT. PLN ULP SENGKANG**

Nama : 1. Asfihanuddin Muhtar
2. Iwan

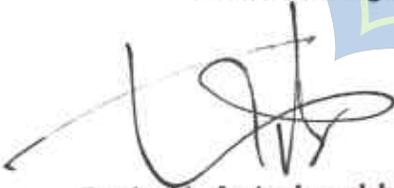
Stambuk : 1. 105 82 11100 16
2. 105 82 11078 16

Makassar, 12 Februari 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II


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


Suryani, S.T., M.T.

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Elektro



Adriani, S.T., M.T.

NBM : 1044 202



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Asfihanuddin Muhtar** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 11100 16 dan **Iwan** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 11078 16, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0003/SK-Y/20201/091004/2022, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu, 29 Januari 2022.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

Makassar,

11 Rajab 1443 H

12 Februari 2022 M

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

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

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. H. Muh. Arsyad Thaha, M.T

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

b. Sekertaris : Adriani, S.T., M.T

3. Anggota : 1. Dr. Hj. Rossy Timur Wahyuningsih, S.T. M.T

2. Dr. Ir. Hj. Hafsa Nirwana, M.T

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

Mengetahui :

Pembimbing I

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

Pembimbing II

Suryani, S.T., M.T

Dekan

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

ENBM : 795 108

ABSTRAK

Asfihanuddin Muhtar, Nomor induk mahasiswa 105821110016, Iwan, nomor induk mahasiswa 105821107816, Program studi teknik elektro, fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar dengan judul skripsi tentang Analisis Rugi Daya Jaringan Distribusi Primer pt.Pln Ulp Sengkang Sulawesi Selatan dibimbing oleh Bapak H. Antarissubhi sebagai Pembimbing I dan Ibu Suryani sebagai Pembimbing II.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara mengatasi rugi daya pada jaringan distribusi primer pada PT. PLN (PERSERO) ULP SENGGANG gardu induk Patila. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan pengumpulan data berdasarkan pengukuran dalam yang dilakukan dalam penelitian ini yang mana hasil dari pengukuran itu diselesaikan dalam bentuk matematis dan melakukan analisis penelitian berdasarkan data pengukuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil perhitungan rugi daya (*losses*) JTM pada penyulang atau *feeder*, besar rugi daya dan total yang terjadi pada bulan (Juni – November 2021) sebesar 52.388.198,28 kWh dengan persentase tiap bulannya (Juni – November 2021) rata-rata 0,82 %.

Kata Kunci: Jaringan distribusi, Rugi-rugi daya.

ABSTRACT

Asfihanuddin Muhtar, Student identification number 105821110016, Iwan Student identification number 10521107816 electrical engineering study program, faculty of technique University of Muhammadiyah Makassar with the title of thesis on power loss analysis of primary distribution networks Pt. Pln Sengkang Suth Sulawesi, Supervised by Mr. H. Antarissubhi As Supervisor I And Mrs. Suryani As Supervisor II.

This Study Determine How To Overcome The Power Loss In The Primary Distribution Network At Pt. Pln (Persero) Sengkang Patila Substation. The Method Used In This Study Is Collected Data Based On Internal Measurements Carried Out In This Study Where The Results Of The Measurements Are Completed In Mathematical Form And Conduction Research Analysis Based On Measurement Data, The Amount Of Power Loss And The Total That Occurred In The Month (June-November 2021) Amounted To 52,388,198,24 kWh With The Percentage Each Month (June-November 2021) An Average Of 0,82%.

Keywords: Distribution network, power losses



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran ALLAH Subhanahu Wa Ta'ala. atas segala limpahan Rahmat dan Karunia-Nya. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada kekasih sang Khalik Nabiullah Muhammad Shalallaahu Alaihi Wassalaam. Suatu kenikmatan yang tertuang dalam serangkaian kegiatan akademik yakni penyusunan Proposal dengan judul **“Analisis Rugi Daya Jaringan Distribusi Primer PT. PLN (PERSERO) ULP Sengkang Sulawesi Selatan”**.

Setiap orang dalam berkarya selalu mencari kesempurnaan, tetapi terkadang kesempurnaan itu terasa jauh dari jangkauan. Kesempurnaan bagaikan udara yang ingin digenggam namun tidak pernah bisa, demikian juga dengan kehendak hati yang ingin menggenggam kesempurnaan tetapi kapasitas penulis dalam keterbatasan namun penulis akan terus berusaha agar tulisan yang penulis buat bisa menjadi bagian dari kesempurnaan dan selesai dengan baik serta bermanfaat dalam dunia teknik, khususnya dalam ruang lingkup Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Makassar.

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang tua penulis, dengan penuh cinta dan kasih sayang serta ketulusan hati tanpa pamrih karena telah memberikan material dan moral, selalu memberikan semangat, dan keberkahan doa yang kuat dengan tulus hati yang setiap saat beliau lanturkan diatas doa-doanya kepada penulis agar diberikan kemudahan disegalah urusan, serta kesehatan dan keselamatan dalam

setiap langkahnya oleh ALLAH Subhanahu Wa Ta'ala. Tak lupa atas didikannya yang diberikan terhadap penulis serta membesarkannya penuh dengan kasih sayang, Semoga ALLAH Subhanahu Wa Ta'ala selalu memberikan kesehatan dan kebahagiaan di dunia maupun diakhirat kelak.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Begitu pula penghargaan yang setinggi-tingginya dan terima kasih banyak disampaikan dengan hormat kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T.,M.T.,IPM Selaku Dekan Fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Mmakassar.
3. Ibu Adriani, S.T., M.T., selaku kertua prodi program studi Teknik elektro Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak Dr. Ir. H. Antarissubhi, S.T., M.T., selaku pembimbing I yang senangtiasa meluangkan waktunya membimbing dan mengarahkan penulis, sehingga skripsi ini selesai dengan baik
5. Ibu Suryani, S.T., M.T., selaku pembimbing II yang telah berkenanan membantu dan mengarahkan penulis dalam penyusunan sehingga dapat kan menyelesaikan skripsinya dengan baik hingga ujian

6. Bapak/Ibu dan asisten Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar yang tak pernah lelah meluangkan waktunya dan ilmunya kepada penulis selama mengikuti kuliah
7. Segenap Staf dan Kariawan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
8. Rekan-Rekan mahasiswa Universitas Muhammadiyah Makassar Program Studi Teknik Elektro Angkatan 2016 yang selalu belajar bersama yang tidak sedikit bantuannya dan dorongan dalam aktifitas studi penulis
9. Terima kasih teruntuk kerabat yang tidak bias saya sebut namanya satu persatu serta para sahabat yang senang tiasa selalu memberikan semangat, kesabaran, motivasi, dan dukungannya sehingga penulis dapat merampungkan penulisan skripsi ini.

Penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan segala saran dan kritik yang membangun dari semua pihak sangat penulis harapkan demi perbaikan pada penulisan. Harapan penulis semoga skripsi ini memberikan ilmu dan manfaat, khususnya bagi penulis dan para pembaca semua pihak utamanya kepada Almamater Kampus Unismuh Biru Universitas Muhammadiyah Makassar.

Makassar, 2022

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL	
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PENGESAHAN	iii
PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK INDONESIA	v
ABSTRACT INGGRIIS	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar belakang	1
B. Rumusan masalah.....	4
C. Tujuan penelitian.....	4
D. Manfaat penelitian.....	4
E. Batasan penelitian	5
F. Sistematika penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Sistem distribusi	7
B. Rugi-rugi pada sistem tenaga listrik	20
BAB III METODE PENELITIAN	25

A. Jenis penelitian	25
B. Waktu dan tempat	25
C. Teknik pengolahan data	26
D. Metodologi Penelitian	26
E. Analisis pengumpulan data	27
F. Prosedur penelitian	27
G. <i>Flowchart</i> Penelitian	29
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	30
A. Hasil Penelitian	30
B. Pengolahan Data	35
C. Pembahasan	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
A. Kesimpulan	41
B. Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 kapasitas trafo	31
Tabel 4.2 jenis, luas, dan Panjang penampang	33
Tabel 4.3 data KWH pnyulang	34
Tabel 4.4 data beban penyulang	34
Tabel 4.5 hasil perhitungan rugi daya	38
Tabel 4.6 persentase hasil perhitungan rugi daya	38



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 diagram satu garis sistem distribusi tenaga listrik	10
Gambar 2.2 saluran udara tegangan menengah	14
Gambar 2.3 gardu portal dan bagan satu garis	17
Gambar 2.4 bagan satu garis gardu portal	18
Gambar 2.5 gardu cantol	19
Gambar 3.1 flowchart penelitian	30
Gambar 4.1 diagram single line	32



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Energi listrik adalah salah satu kebutuhan pokok masyarakat pada zaman modern. Hampir seluruh peralatan-peralatan yang digunakan untuk membantu kehidupan manusia menggunakan energi listrik. Konsumen energi listrik bukan saja merupakan kalangan rumah tangga tetapi juga kalangan industri, komersial, maupun pelayanan umum dan jasa. Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik diperlukan sistem yang baik untuk menyalurkan energi listrik dari penyedia sampai ke konsumen energi listrik. Secara umum sistem tenaga listrik diawali dari unit pembangkit energi listrik, kemudian disalurkan melalui sistem transmisi tegangan tinggi dan kemudian melalui sistem distribusi disalurkan kepada konsumen. Sistem distribusi berhubungan langsung dengan konsumen, sehingga disinilah dituntut kendala dalam sistem yang harus diperhatikan oleh penyedia energi listrik. Energi yang disalurkan harus memenuhi tuntutan yang diminta yaitu adanya kuantitas dan kualitas daya yang baik, kontinuitas pelayanan, sertategangan, faktor daya, dan frekuensi sistem yang berkualitas (Wahid, dkk, 2014: 2).

Sistem ketenaga listrikan terdapat banyak kasus yang dihadapi, baik dalam segiteknis maupun non teknis. Gangguan-gangguan tersebut bermula dari area pembangkitan listrik, penyaluran transmisi hingga penyaluran distribusi. Gangguan inisudah pasti merugikan konsumen bahkan pihak

penyuplai listrik PT PLN (Persero) secara global akan mendapat kerugian yang sangat besar (Hontong, dkk, 2015: 64).

Permasalahan yang dihadapi PLN saat ini khususnya untuk bidang distribusi adalah besarnya rugi energi, baik secara teknis ataupun nonteknis. Rugi energi listrik merupakan persoalan krusial, rugi-rugi adalah selisih antara energi listrik yang dibangkitkan dengan jumlah energi listrik yang telah dipakai pelanggan. Rugi daya listrik distribusi meliputi jaringan tegangan menengah hingga jaringan tegangan rendah yang terdiri dari rugi teknis dan nonteknis (20kV/380V) Rayon Padalarang. Rugi energi menjadi pembahasan penting pada saat ini karena terkait dengan kualitas daya yang akan dihantarkan kepada pelanggan serta membuka potensi pendapatan bagi perusahaan karena susut yang terjadi akan mengurangi potensi penjualan daya oleh perusahaan. Ketersediaan energi listrik merupakan bagian yang tidak terpisahkan bagi kehidupan saat ini. Kebutuhan energi listrik sangat dominan bagi manusia, dimulai dari kebutuhan di dalam rumah tangga, bisnis, pemerintahan, industri rumah tangga hingga industri besar serta seluruh aspek kehidupan lainnya, ini berarti bahwa ketersediaan energi listrik kini sangat penting dan sangat berpengaruh dalam meningkatkan laju pertumbuhan kualitas social ekonomi masyarakat secara umum sehingga Permintaan listrik di Indonesia mening secara terus menerus, Namun pasokan listrik Indonesia yang dihasilkan oleh pembangkit belum dapat memenuhi kebutuhan listrik seluruh rakyat Indonesia(Pratama, 2020: 1).

Terbatasnya kapasitas pembangkit listrik yang ada saat ini tentu saja tidak mampu mengikuti laju kebutuhan konsumsi listrik kita, apalagi bila penggunaannya boros. Konsumsi listrik yang boros berdampak pada berkurangnya pasokan listrik sehingga terjadi pemadaman bergilir. Selain itu, tidak banyak yang menyadari bahwa saat ini pasokan listrik di Indonesia belum tersebar merata. Misalnya masih ada sekitar 45 persen penduduk Indonesia yang belum menikmati listrik. Ironisnya, mereka yang punya akses listrik, melakukan gaya hidup boros tanpa menyadari bahwa listrik adalah komoditas yang seharusnya dibagi rata dengan banyak orang di seluruh Indonesia sehingga tuntutan-tuntutan tersebut harus dipenuhi oleh penyedia tenaga listrik, yang dalam hal ini adalah PLN (Nurdyastuti, 2007: 70).

Pada PT.PLN (Persero) ULP Sengkang sebagai penyuplai energi listrik pada wilayah Wajo dan sekitarnya sering mengalami masalah *losses*, yaitu adanya energi yang hilang baik secara teknis maupun non teknis. Pada saat ini untuk mengurangi *losses* yang ada, PLN (Persero) ULP Sengkang telah terinterkoneksi dengan sistem kelistrikan diberbagai area Wajo. Dengan adanya sistem yang terinterkoneksi perlu dilakukan pengkajian tentang susut daya saat isolated dan interkoneksi, agar dapat memetakan bagaimana efektifitas sistem interkoneksi dalam penurunan susut daya jaringan tegangan menengah. Sehingga untuk focus melihat angka susut daya lebih efektif yaitu dengan memisahkan susut antara teknis dan nonteknis. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk meneliti pada bagian rugi daya pada jaringan distribusi primer pada PT. PLN (Persero) ULP Sengkang,

B. Rumusan Masalah

Bagaimana cara menghitung rugi daya pada jaringan distribusi primer pada PT. PLN (PERSERO) ULP SENGKANG?

C. Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui rugi daya pada jaringan distribusi primer pada PT. PLN (PERSERO) ULP SENGKANG.

D. Manfaat Penelitian

Dari pemecahan masalah di atas maka manfaat yang dapat di petik adalah

1. Dari segi praktis
 - a. Bagi PT. PLN (Persero) ULP Sengkang, dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan masukan bagi penelitian terkait tentang Rugi Daya Jaringan Distribusi Primer
 - b. Bagi peneliti, dengan adanya penelitian ini dapat menambah wawasan dan pengetahuan baru mengenai Rugi Daya Jaringan Distribusi Primer
2. Dari segi teoritis
 - a. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sumber informasi media bagi civitas akademik khususnya Teknik Elektro untuk penelitian penelitian berikutnya.
 - b. Dengan adanya penelitian ini dapat dijadikan ilmu pengetahuan tentang “Rugi daya jaringan distribusi primer” dalam sistem tenaga listrik dan juga dapat dijadikan penunjang pratikum di teknik elektro khususnya efisiensi sistem distribusi listrik.

E. Batasan Penelitian

1. Analisis ini dilakukan di PT. PLN (Persero) ULP Sengkang.
2. Yang akan dibahas adalah rugi daya pada jaringan distribusi primer pada PT. PLN (PERSERO) ULP Sengkang.

F. Sistematika Penulisan

1. BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menguraikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian yang dilakukan dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menguraikan teori pendukung yang berhubungan dengan penelitian.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini menguraikan tentang waktu dan tempat penelitian, bahan penelitian, alat penelitian, diagram skema penelitian, gambar rangkaian trafo dan metodologi penelitian yang memuat langkah-langka dalam proses penelitian.

4. BAB IV HASIL PENELITIAN

Pada bab ini menguraikan hasil analisis peneliitian, perhitungan serta penjelasan yang berkaitan dengan judul penelitian.

5. BAB V KESIMPULAN

Pada bab ini memuat kesimpulan yang berkaitan dengan penelitian, serta memuat saran yang di perlukan dari penulisan.

6. DAFTAR PUSTAKA

Bab ini mengenai kumpulan sumber penulisan, dalam menentukan teori yang berkaitan dengan penelitian.

7. LAMPIRAN

Lampiran berisikan hasil dokumentasi hasil penelitian dan instrumen yang digunakan dalam penelitian.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Distribusi

Distribusi adalah semua bagian yang termasuk dalam peralatan sistem tenaga listrik yang mendistribusikan tenaga listrik dari gardu induk hingga ke kWh meter pada konsumen melalui sistem jaringan tegangan menengah dan sistem jaringan tegangan rendah. Sistem tenaga listrik dikatakan sebagai kumpulan atau gabungan yang terdiri dari komponen-komponen atau alat-alat listrik seperti generator, transformator, saluran transmisi, saluran distribusi dan beban yang saling berhubungan dan merupakan satu kesatuan sehingga membentuk suatu sistem. Dalam kelistrikan, seringkali timbul persoalan-persoalan teknis, dimana tenaga listrik pada umumnya dibangkitkan pada tempat-tempat tertentu yang jauh dari kumpulan pelanggan, sedangkan pemakai tenaga listrik atau pelanggan tenaga listrik tersebar disegala penjuru tempat. Dengan demikian maka penyaluran tenaga listrik dari pusat tenaga listrik sampai ketempat pelanggan memerlukan berbagai penanganan teknis. Pada jaringan distribusi biasanya menggunakan tegangan yang lebih rendah dari tegangan saluran transmisi (Suhadi, dkk, 2008: 11).

Hal ini karena daya yang didistribusikan oleh masing-masing jaringan distribusi biasanya relatif kecil dibanding dengan daya yang disalurkan saluran transmisi, dan juga menyesuaikan dengan tegangan pelanggan atau pengguna energi listrik. Level tegangan jaringan distribusi yang sering

digunakan ada dua macam, yaitu 20kV untuk jaringan tegangan menengah (JTM) dan 220V untuk jaringan tegangan rendah (JTR). Dengan demikian diperlukan gardu induk yang berisi trafo penurun tegangan untuk menurunkan tegangan dari saluran transmisi ketegangan distribusi 20kV. Diperlukan juga trafo distribusi untuk menurunkan tegangan dari 20kV ke 220V sesuai tegangan pelanggan. Pada jaringan distribusi terdapat beberapa struktur jaringan yaitu Jaringan Distribusi Radial, Jaringan Distribusi Lingkaran (*Loop*), Jaringan Distribusi Spinde, Jaringan Distribusi Kluster. (Made Suartika & I wayan, 2010: 177)

Sistem distribusi tenaga listrik dapat diartikan sebagai system sarana penyampaian tenaga listrik dari sumber kepusat beban. Sementara untuk system instalasi listrik adalah cara pemasangan atau penyaluran tenaga listrik atau peralatan listrik untuk semua barang yang memerlukan tenaga listrik, dimana pemasangannya harus sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan didalam Persyaratan Umum Instalasi Listrik (*PUIL*). Secara umum, baik buruknya system penyaluran dan distribusi tenaga listrik terutama adalah ditinjau dari hal-hal berikut ini:

1. Kontinuitas pelayanan yang baik, tidak sering terjadi pemutusan, baik karena gangguan mau pun hal-hal yang direncanakan.
2. Kualitas daya yang baik, antara lain meliputi Kapasitas daya yang memenuhi, Tegangan yang selalu konstan dan nominal, Frekuensi yang selalu konstan (untuk system AC).
3. Perluasan dan penyebaran daerah beban yang dilayani seimbang.

4. Fleksibel dalam pengembangan dan perluasan daerah beban.
5. Kondisi dan Situasi Lingkungan.
6. Pertimbangan Ekonomis.

Menurut Wardoyo dkk (2018: 3) jaringan distribusi pada umumnya terdiri dari dua bagian, menurut susunan rangkaiannya adalah sebagai berikut:

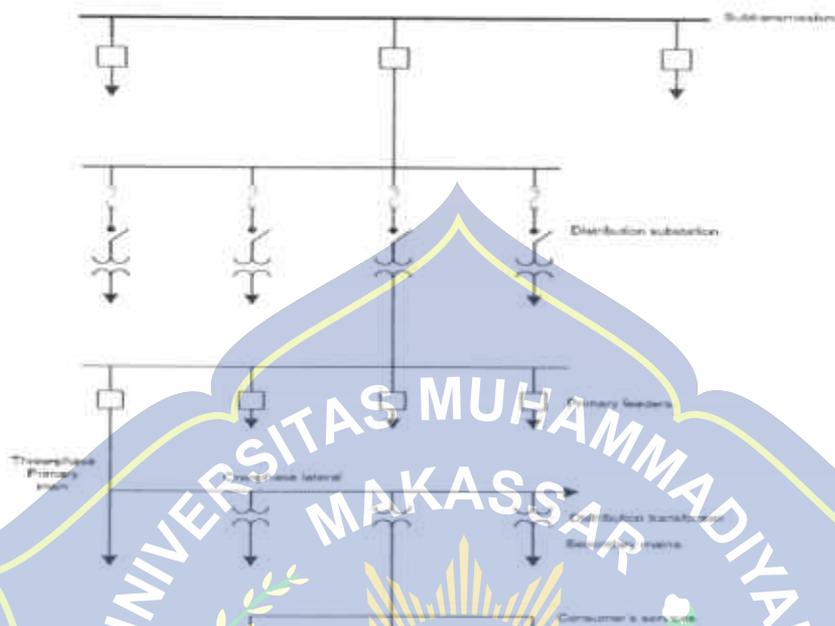
1. Jaringan Distribusi Primer

Yaitu jaringan tenaga listrik yang menyalurkan daya listrik dari gardu induk subtransmisi ke gardu distribusi. Jaringan ini merupakan jaringan tegangan menengah atau jaringan tegangan primer.

2. Jaringan Distribusi sekunder.

Yaitu jaringan tenaga listrik yang menyalurkan daya listrik dari gardu distribusi ke konsumen. Jaringan ini sering disebut jaringan tegangan rendah.

Saluran Distribusi energi listrik 20 kV di *busbar* gardu induk, disalurkan melalui *feeder-feeder* (penyalur) distribusi ke gardu hubung atau dapat langsung di hubungkan ke konsumen. Dari gardu hubung, energi listrik disalurkan ke gardu-gardu distribusi. Dimana Gardu Distribusi merupakan gardu tempat mengubah tegangan primer menjadi tegangan sekunder dan selanjutnya disalurkan kesetiap titik pelanggan. Gardu Distribusi berfungsi melayani konsumen dimana tegangan 20kV diturunkan tegangannya menjadi 380/220volt pada trafo-trafo distribusi, untuk kemudian disalurkan pada konsumen melalui jaringan tegangan rendah (jaringan distribusi sekunder) (Marliansyah, 2015: 2).



Gambar 2.1 Diagram satu garis sistem distribusi tenaga listrik. (PT. PLN (Persero) BUKU 5, 2010)

Dalam penyaluran tenaga listrik dari gardu-gardu induk sampai kepada konsumen diperlukan suatu sistem jaringan distribusi, dimana pada jaringan distribusi tersebut timbul jatuh tegangan dan rugi daya, sedangkan pada transformator distribusi juga timbul rugi daya, bahwa perubahan tegangan suplai diizinkan antara $+5\%$ dan -5% , sedangkan menurut Wardani (1996), bahwa batas toleransi variasi tegangan adalah $+5\%$ dan -10% dari tegangan nominal. (PT. PLN (Persero) BUKU 5, 2010).

Demi kemudahan dan penyederhanaan dalam sistem tenaga listrik maka diadakan pembagian dan pembatasan-pembatasan sebagai berikut (Suhadi, dkk, 2008: 10).

1. Daerah I : bagian pembangkitan (generation)
2. Daerah II : Bagian penyaluran (transmission) bertegangan tinggi (70

Kv – 500 Kv)

3. Daerah III : bagian distribusi primer bertegangan menengah (6 Kv atau 20 KV)
4. Daerah IV : bagian bertegangan rendah didalam bangunan pada konsumen tegangan rendah.

Pendistribusian tenaga listrik dari gardu gardu induk sampai kepada konsumen diperlukan suatu sistem jaringan distribusi. Menurut Wardoyo dkk (2018: 3) sistem jaringan distribusi dapat dibedakan atas dua yaitu:

1. Sistem jaringan distribusi Primer

Sistem jaringan distribusi primer adalah bagian dari sistem tenaga listrik terletak antara gardu induk dan gardu distribusi. Jaringan distribusi primer ini umumnya terdiri dari jaringan tiga fasa yang jumlah kawatnya tiga atau empat kawat. Untuk menyalurkan tenaga listrik pada jaringan distribusi primer digunakan saluran kawat udara, saluran kabel udara atau sistem kabel tanah, dimana penggunaannya disesuaikan dengan tingkat kendalan yang dibutuhkan. Saluran distribusi primer ini dibentangkan sepanjang daerah yang disuplai tenaga listrik sampai pada pusat beban ujung akhir.

Sistem jaringan distribusi primer dikenal beberapa macam tipe jaringan distribusi primer, dimana masing-masing system mempunyai karakteristik-karakteristik yang berbeda-beda serta mempunyai keuntungan dan kerugian yang tergantung pada kebutuhan. Dasar

pemilihan suatu sistem tergantung dari tingkat kepentingan konsumen/pusat beban itu sendiri, yaitu meliputi:

- a. Kontinuitas pelayanan yang baik
 - b. Kualitas daya listrik yang baik
 - c. Luas dan penyebaran daerah beban yang dilayani seimbang
 - d. Fleksibilitas dalam pengembangan dan perluasan daerah beban
 - e. Kondisi dan situasi lingkungan, dan
 - f. Pertimbangan ekonomis.
2. Sistem jaringan distribusi sekunder

Sistem jaringan distribusi sekunder merupakan bagian dari sistem jaringan distribusi primer dimana jaringan ini berhubungan langsung dengan konsumen tenaga listrik. Pada jaringan distribusi sekunder sistem tegangan distribusi primer 20kV diturunkan menjadi sistem tegangan rendah 380/220Volt.

Berdasarkan pembatasan-pembatasan tersebut, maka diketahui bahwa porsi materi Sistem Distribusi adalah Daerah III dan IV. Dengan demikian ruang lingkup Jaringan Distribusi adalah:

1. Jaringan Tegangan Menengah

Pada pendistribusian tenaga listrik ke konsumen di suatu kawasan, penggunaan sistem tegangan menengah sebagai jaringan utama adalah upaya utama menghindarkan rugi-rugi penyaluran (*losses*) dengan

kwalitas persyaratan tegangan yang harus dipenuhi oleh PT. PLN (Persero) selaku pemegang Kuasa Usaha Utama sebagai mana diatur dalam UU ketenaga listrikan No 30 tahun 2009. Konstruksi JTM dengan tegangan 20kV wajib memenuhi kriteria keamanan ketenaga listrikan, termasuk didalamnya adalah jarak aman minimal antara Fase dengan lingkungan dan antara Fase dengan tanah, bila jaringan tersebut menggunakan Saluran Udara atau Kabel Bawah Tanah Tegangan Menengah serta kemudahan dalam hal pengoperasian atau pemeliharaan Jaringan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) pada jaringan utama. Hal ini dimaksudkan sebagai usaha menjaga keandalan kontinuitas pelayanan konsumen (PT. PLN (Persero) Buku 5, 2010)

Lingkup Jaringan Tegangan Menengah pada sistem distribusi dimulai dari terminal keluar (out-going) pemutus tenaga dari transformator penurun tegangan Gardu Induk atau transformator penaik tegangan pada Pembangkit untuk sistem distribusi skala kecil, hingga peralatan pemisah/proteksi sisi masuk (in-coming) transformator distribusi 20 kV -230/400V.

Konstruksi jaringan Tenaga Listrik Tegangan Menengah dapat dikelompokkan menjadi 3 macam konstruksi sebagai berikut. (PT. PLN (Persero) Buku 5, 2010):

a) Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)

Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) adalah sebagai konstruksi termurah untuk penyaluran tenaga listrik pada daya yang

sama. Konstruksi ini terbanyak digunakan untuk konsumen jaringan Tegangan Menengah yang digunakan di Indonesia.

Ciri utama jaringan ini adalah penggunaan penghantar telanjang yang ditopang dengan isolator pada tiang besi/beton. Penggunaan penghantar telanjang, dengan sendirinya harus diperhatikan faktor yang terkait dengan keselamatan tenaga listrik seperti jarak aman minimum yang harus dipenuhi penghantar bertegangan 20 kV tersebut antar *Fhase* atau dengan bangunan atau dengan tanaman atau dengan jangkauan manusia. (PT. PLN (Persero) Buku5, 2010)



Gambar 2.2 Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) (PT. PLN (Persero)Buku5, 2010)

b) Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM)

Untuk lebih meningkatkan keamanan dan keandalan penyaluran tenaga listrik, penggunaan penghantar telanjang atau penghantar berisolasi setengah pada konstruksi jaringan saluran udara tegangan menengah 20kV, dapat juga digantikan dengan konstruksi penghantar berisolasi penuh yang dipilin.

Isolasi penghantar tiap *Phase* tidak perlu dilindungi dengan pelindung mekanis. Berat kabel pilin menjadi pertimbangan terhadap pemilihan kekuatan beban kerja tiang beton penopangnya.

c) Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM)

Konstruksi SKTM ini adalah konstruksi yang aman dan andal untuk mendistribusikan tenaga listrik Tegangan Menengah, tetapi relatif lebih mahal untuk penyaluran daya yang sama. Keadaan ini dimungkinkan dengan konstruksi isolasi penghantar per *Phase* dan pelindung mekanis yang dipersyaratkan.

Penggunaan SKTM sebagai jaringan utama pendistribusian tenaga listrik adalah sebagai upaya utama peningkatan kualitas pendistribusian. Dibandingkan dengan SUTM, penggunaan SKTM akan memperkecil resiko kegagalan operasi akibat factor eksternal atau meningkatkan keamanan ketenagalistrikan. Penerapan instalasi SKTM seringkali tidak dapat lepas dari instalasi Saluran Udara Tegangan Menengah sebagai satu kesatuan sistem distribusi sehingga masalah transisi konstruksi diantaranya tetap harus dijadikan perhatian.

(PT.PLN(Persero)Buku 4, 2010).

2. Gardu Distribusi (GD)

Pengertian umum Gardu Distribusi tenaga listrik yang paling dikenal adalah suatu bangunan gardu listrik berisi atau terdiri dari instalasi Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Menengah (PHB-TM), Transformator Distribusi (TD) dan Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) untuk memasok kebutuhan tenaga listrik bagi para pelanggan baik dengan Tegangan Menengah (TM20kV) maupun Tegangan Rendah (TR220/380V). (PT. PLN (Persero) Buku4,2010).

Dalam buku 4 PT. PLN (Persero) secara garis besar gardu distribusi dibedakan atas:

- a) Jenis pemasangannya:
 - 1) Gardu pasangan luar: Gardu Portal, Gardu Cantol
 - 2) Gardu pasangan dalam: Gardu Beton, Gardu Kios
- b) Jenis Konstruksinya:
 - 1) Gardu Beton (bangunan sipil: batu, beton)
 - 2) Gardu Tiang: Gardu Portal dan Gardu Cantol
 - 3) Gardu Kios
- c) Jenis Penggunaannya:
 - 1) Gardu Pelanggan Umum
 - 2) Gardu Pelanggan Khusus

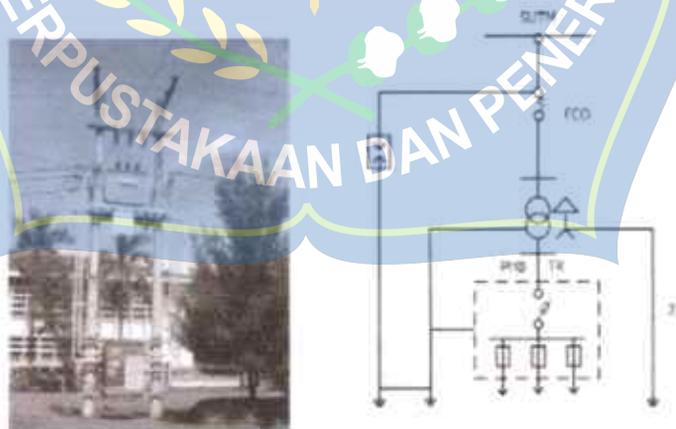
Khusus pengertian Gardu Hubung adalah gardu yang ditujukan untuk memudahkan manuver pembebanan dari satu penyulang ke penyulang lain

yang dapat dilengkapi/tidak dilengkapi RTU (*Remote Terminal Unit*). Untuk fasilitas ini lazimnya dilengkapi fasilitas DC *Supply* dari Trafo Distribusi pemakaian sendiri atau Trafo distribusi untuk umum yang diletakkan dalam satu kesatuan. Berikut macam-macam gardu distribusi:

a) Gardu Tiang

1) Gardu Portal

Umumnya konfigurasi Gardu Tiang yang dicatu dari SUTM dengan peralatan pengaman. Pengaman Lebur Cut-Out (FCO) sebagai pengaman hubung singkat transformator dengan elemen pelebur dan *Lightning Arrester* (LA) sebagai sarana pencegah naiknya tegangan pada transformator akibat surja petir. Menggunakan Tiang: beton, besi, kayu.

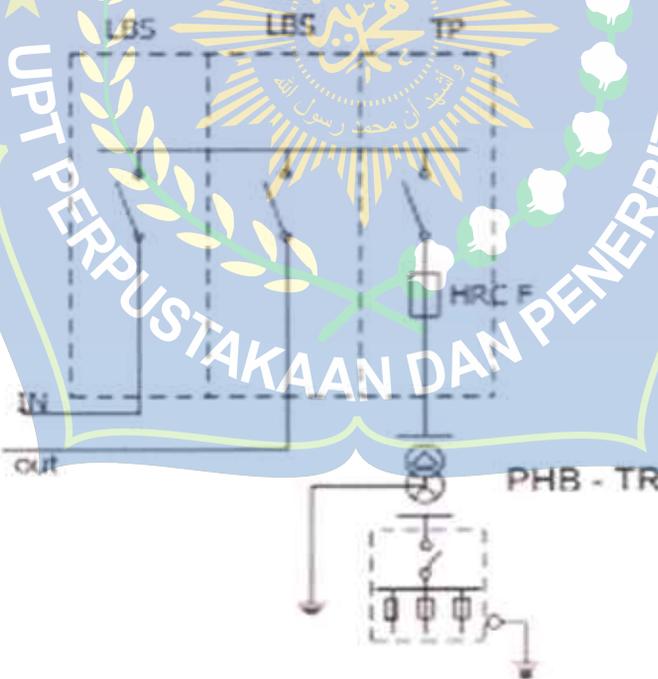


Gambar 2.3 Gardu Portal dan Bagan satu garis (PT. PLN (Persero) Buku 4, 2010)

Untuk Gardu Tiang pada sistem jaringan lingkaran terbuka (*open-loop*), seperti pada sistem distribusi dengan saluran kabel bawah tanah, konfigurasi peralatan adalah π section dimana transformator

distribusi dapat di catu dari arah berbeda yaitu posisi *Incoming* – *Outgoing* atau dapat sebaliknya.

Guna mengatasi faktor keterbatasan ruang pada Gardu Portal, maka digunakan konfigurasi *switching*/proteksi yang sudah terakitringkas sebagai RMU (*Ring Main Unit*). Peralatan *switching incoming-out going* berupa Pemutus Beban atau LBS (*Load Break Switch*) atau Pemutus Beban Otomatis (PBO) atau CB (*Circuit Breaker*) yang bekerja secara manual (atau digerakkan dengan remote control) (PT. PLN (Persero) Buku 4, 2010).



Gambar 2.4 Bagan satu garis Gardu Portal (PT. PLN (Persero) Buku 4, 2010)

Fault Indicator (dalam hal ini PMFD: *Pole Mounted Fault Detector*) perlu dipasang pada *section* jaringan dan percabangan untuk memudahkan pencarian titik gangguan, sehingga jaringan yang tidak

mengalami gangguan dapat dipulihkan lebih cepat.

2) Gardu Cantol

Pada Gardu Distribusi tipe cantol, transformator yang terpasang adalah transformator dengan daya ≤ 100 kVA *Fhase3* atau *Fhase1*. Transformator yang dipasang adalah jenis CSP (*Completely Self Protected Transformer*) yaitu peralatan switching dan proteksinya sudah terpasang lengkap dalam tangki transformator. (PT. PLN (Persero) Buku 4, 2010).



Gambar 2.5 Gardu Tipe Cantol (PT. PLN (Persero) Buku 4, 2010)

Perlengkapan perlindungan transformator tambahan LA (*Lightning Arrester*) dipasang terpisah dengan penghantar pembumiannya yang dihubung langsung dengan *body* transformator.

B. Rugi-Rugi Pada Sistem Tenaga Listrik

1. Umum

Rugi (*losses*) dalam sistem kelistrikan merupakan sesuatu yang sudah

pasti terjadi. Pada dasarnya rugi daya adalah selisih jumlah energi listrik yang dibangkitkan dibandingkan dengan jumlah energi listrik yang sampai ke konsumen. *Losses* adalah turunan nilai ekuitas dari transaksi yang sifatnya insidental dan bukan kegiatan utama entitas. Dimana seluruh transaksi kejadian lainnya yang mempengaruhi entitas selama periode tertentu, kecuali yang berasal dari biaya atau pemberian kepada pemilik (*prive*).

2. Jenis Rugi-Rugi Pada Sistem Distribusi

Setiap peralatan listrik yang digunakan tidak selamanya bekerja dengan sempurna. Semakin lama waktu pemakaian maka akan berkurangnya efisiensi dari peralatan tersebut sehingga akan mengakibatkan rugi-rugi yang semakin besar pula (Hadi, Abdul, 1994:4). Pada sistem distribusi listrik rugi daya (*losses*) dibedakan menjadi beberapa jenis. Menurut Keputusan Direksi PT. PLN (Persero) No.217-1.K/DIR/2005 (2005:2) tentang Pedoman Penyusunan Laporan Neraca Energi (Kwh), "Jenis susut (rugi daya) energi listrik dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

- a. Rugi-rugi pada sistem tenaga listrik berdasarkan tempat terjadinya dibagi menjadi dua yaitu:
 - 1) Rugi-rugi sistem transmisi yaitu rugi-rugi transformator *step up* (trafo tegangan tinggi), saluran transmisi, dan transformator di gardu induk
 - 2) Rugi-rugi pada sistem distribusi yaitu rugi-rugi pada *feeder* utama

(penyulang utama) serta jaringan, transformator distribusi, peralatan distribusi, dan pengukuran.

b. Rugi-rugi pada sistem tenaga listrik berdasarkan sifatnya terbagi menjadi:

1) Rugi-Rugi Non Teknis.

Rugi-rugi non teknis muncul akibat adanya masalah pada penyaluran sistem tenaga listrik. Untuk mengantisipasi rugi non teknis yang sering terjadi seperti pencurian dan penyambungan listrik secara ilegal maka PLN harus melakukan Langkah seperti melakukan pemeriksaan kesetiap pelanggan dan melakukan Tindakan pemutusan aliran listrik serta melaporkan ke pihak berwajib jika terbukti adanya tindak pencurian dan penyambungan listrik secara ilegal.

2) Rugi-Rugi Teknis.

Rugi-rugi teknis (susut teknis) muncul akibat sifat daya hantar material/peralatan listrik itu sendiri yang sangat bergantung dari kualitas bahan dari material/peralatan listrik tersebut, jika pada jaringan maka akan sangat bergantung pada konfigurasi jaringannya.

3) Perhitungan Rugi-Rugi (*Losses*)

Mencari rugi-rugi pada sistem tenaga listrik yang digunakan secara umum oleh PLN. Perhitungan rugi-rugi energi secara teoritis untuk mendapatkan nilai rugi-rugi energi jaringan

distribusi sebagai pembanding terhadap nilai rugi-rugi hasil pengukuran lapangan.

a) Rugi-Rugi Daya (*Losses*)

Rugi-rugi daya merupakan rugi-rugi yang terjadi akibat adanya daya yang hilang pada jaringan seperti daya aktif dan daya reaktif. Semakin panjang saluran yang ada maka nilai tahanan dan reaktansi jaringan akan semakin besar, sehingga rugi-rugi bertambah besar baik itu pada rugi-rugi daya aktif maupun rugi-rugi daya reaktif.

Rugi daya adalah gangguan dalam sistem dimana sejumlah energi yang hilang dalam proses pengaliran listrik mulai dari gardu induk sampai dengan konsumen. Apabila tidak terdapat gardu induk, rugi daya dimulai dari gardu distribusi sampai dengan konsumen." Darisurat keputusan menteri keuangan tersebut menjelaskan bahwa Ketika terjadi rugi daya maka sistem pendistribusian listrik tidak bekerja secara efisien (Surat Keputusan Menteri Keuangan Nomor: 431/KMK.06/2002 (2002:4)).

Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa rugi daya (*losses*) adalah suatu bentuk kehilangan energi listrik yang berasal dari sejumlah energi listrik yang disediakan PLN dengan sejumlah energi yang terjual kekonsumen dan mengganggu

efisiensi sistem distribusi listrik.

Rugi daya yang terjadi pada sistem distribusi listrik disebabkan karena penghantar dialiri beberapa hal. Rugi daya disebabkan karena saluran distribusi mempunyai tahanan, induktansi dan kapasitansi. Karena saluran distribusi primer atau sekunder berjarak pendek maka kapasitas dapat diabaikan.

$$P_{\text{loser}} = I^2 \cdot R \dots \dots \dots (1)$$

P = rugi yang timbul pada konektor (watt)

I = Arus Yang Mengalir Melalui Konektor (Ampere)

R = tahanan konektor (ohm)

b) Tahanan Saluran (R)

Penyaluran daya listrik pada jaringan distribusi primer dipengaruhi oleh parameter resistansi, induktansi dan kapasitansi, ketiga parameter ini mengakibatkan terjadinya jatuh tegangan dan susut daya. Untuk Panjang jaringan yang pendek pengaruh kapasitansi dapat diabaikan. Menurut Stevenson, William, 1994 (Nasir, MM.2009), Padahal resistansi jenis masing-masing penghantar tembaga = $0,0178\Omega\text{-mm}^2/\text{m}$ dan aluminium = $0,032\Omega\text{-mm}^2/\text{m}$.

Untuk mencari tahanan saluran dapat dicari dengan

persamaan:

$$R = P \frac{L}{A} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

R = tahanan saluran (Ω)

ρ = hambatan jenis ($\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$)

L = Panjang saluran (m)

A = luas penampang (m²)

c) Perhitungan rugi-rugi daya (*Losses*) pada Feeder (penyulang)

Persamaan rugi-rugi daya tiga fasa pada *feeder* (penyulang):

$$\Delta P = 3 I^2 R \Delta t \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

ΔP = rugi daya

Aktif (watt) I = arus

Beban (ampere) R = tahanan

saluran (ohm) t = waktu (jam)

d) Persentase rugi daya per-*feeder* merupakan perbandingan besarnya rugi daya per-*feeder* terhadap total daya per-*feeder*, dapat dirumuskan:

$$\% \text{RugiDayaper-feeder} = \frac{\text{rugi daya KWH}}{\text{total daya KWH}} \times 100 \% \dots\dots\dots(4)$$

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian tentang “Rugi Daya Jaringan Distribusi Primer PT. PLN (Persero) ULP Sengkang Sulawesi Selatan” penulis menggunakan jenis penelitian kuantitatif dan kualitatif. Kuantitatif adalah melakukan pengumpulan data berdasarkan pengukuran dalam yang dilakukan dalam penelitian ini yang mana hasil dari pengukuran ini diselesaikan dalam bentuk matematis sedangkan jenis penelitian kualitatif adalah melakukan analisis penelitian berdasarkan data pengukuran kuantitatif.

B. Waktu dan tempat

1. Tempat penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian bertempat di Di PT. PLN (Persero) ULP Sengkang, Jln. Jenderal Sudirman No.06, Kel. Paduppa, Kec. Tempe, Kab. Wajo, Sulawesi Selatan.

2. Waktu penelitian

Waktu yang digunakan peneliti untuk penelitian ini dilaksanakan sejak tanggal dikeluarkannya ijin penelitian dalam kurun waktu kurang lebih 1 (satu) bulan mulai dari keluarnya surat penelitian pada tanggal 24 november 2021. Satu (1) bulan pengumpulan data dan satu (1) bulan pengolahan data yang meliputi penyajian dalam bentuk skripsi dan proses bimbingan berlangsung.

C. Teknik Pengolahan Data

1. Data Sampel

Data sampel diperoleh dari berbagai literature untuk mendukung penelitian ini, agar data sampel dan data hasil penelitian yang akan diperoleh dapat disikronkan satu sama lain.

2. Jenis dan sumber data

Adapun jenis dan sumber data yang di pergunakan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Data primer dalam penelitian ini diperoleh dari beberapa penjelasan informan (pegawai PT. PLN (Persero) Rayon Sengkang) yang mampu menjelaskan mengenai rugi daya jaringan industry primer.
- b. Data sekunder atau data pendukung dalam penelitian ini bersumber dari beberapa literatur atau dokumen yang menjelaskan tentang rugi daya jaringan industry primer.

D. Metodologi Penelitian

Adapun metodologi penelitian ini adalah penelitian lapangan dimana Sebagian besar data diperoleh dari pengamatan langsung atau dengan melakukan survei langsung dengan objek selama melakukan studi kasus hingga penulisan laporan ini, antara lain adalah sebagai berikut:

1. Metode Pengambilan Data

a. Riset Perpustakaan

Metode ini dilakukan dengan cara mempelajari dan mengambil data dari pengetahuan Pustaka yang bersifat

documenter dari perusahaan maupun pustaka lainnya yang berkaitan dengan materi laporan.

b. Riset Lapangan

Metode ini dilakukan dengan cara mengamati objek langsung yang diteliti dengan observasi. Penulisan secara langsung mengadakan pengamatan serta melakukan pengujian, mengukur serta mencatat dan menghitung data-data yang berkaitan dengan objek yang diteliti yang dihadapi pada waktu di lapangan sebagai bahan untuk Menyusun laporan ini.

2. Metode Analisis

Metode analisis yang dilakukan penelitian adalah metode analisis pengukuran atau kuantitatif untuk mempelajari data-data hasil penelitian. Penulis menggunakan beberapa rumus yang berkaitan dengan objek yang diteliti sebagai bahan utama penyusunan laporan ini.

E. Analisis Pengumpulan Data

Data yang berhasil dikumpulkan, baik data primer (data kasus) maupun data sekunder (teori), akan dianalisa secara kuantitatif kemudian disajikan dalam bentuk deskriptif. Data kualitatif yaitu, data yang bersifat mendeskripsikan data yang diperoleh dalam bentuk kalimat logis, selanjutnya diberi penafsiran dan kesimpulan.

F. Prosedur Penelitian

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, tentu harus mengikuti Langkah langkah yang terstruktur dan sistematis agar dalam menganalisis rugi daya

pada sistem distribusi primer dapat di kerjakan dengan baik dan benar, Adapun prosedur yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Mengenali permasalahan yang terjadi
2. Pengambilan data Konstruksi Sistem Jaringan Distribusi: data tersebut diambil sebagai pendukung data penyebab terjadinya rugi daya. Adapun data yang ingin diketahui dalam hal ini adalah:
 - a. Jenis, Panjang dan luas Penampang/Penghantar
 - b. Dan kapasitas gardu distribusi
3. Menghitung besar rugi daya menggunakan rumus-rumus yang telah ditentukan.
4. Menemukan penyebab-penyebab terjadinya rugi daya.
5. Merumuskan dan menyajikan solusi terhadap penyebab-penyebab rugi daya yang terjadi di wilayah tersebut
6. Menuliskan kesimpulan terhadap permasalahan yang diangkat pada tugas akhir ini.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Besar penyusutan daya pada jaringan merupakan selisih antara besar daya yang tersalurkan dengan besar daya yang terpakai atau terjual pada pelanggan yang terukur atau dihitung mulai dari keluaran gardu induk sampai pada keluaran trafo distribusi atau input pada gardu distribusi yang dikenal dengan jaringan distribusi sisi primer. Untuk studi susut daya pada tegangan menengah ini, data yang digunakan adalah data pada tahun 2021.

Data-data yang diperlukan untuk dilakukan perhitungan rugi-rugi (*losses*) SUTM antara lain:

1. Gambar *single line* diagram dari penyulang Sengkang.
2. Data laporan pengukuran pada penyulang yang terdiri dari:
 - a. Tentang jenis kabel, panjang dan luas penampang penghantar jaringan distribusi primer.
 - b. Dan kapasitas gardu distribusi pada penyulang.
 - c. Pengukuran KWH bulanan.
 - d. Pengukuran jumlah arus beban.

Dari hasil observasi yang dilakukan di lapangan dan pengumpulan data pada penyulang maka dirampungkan data hasil perhitungan jatuh tegangan dan susut daya sebagai berikut.

1. Data-data penyulang melayani kecamatan Tempe

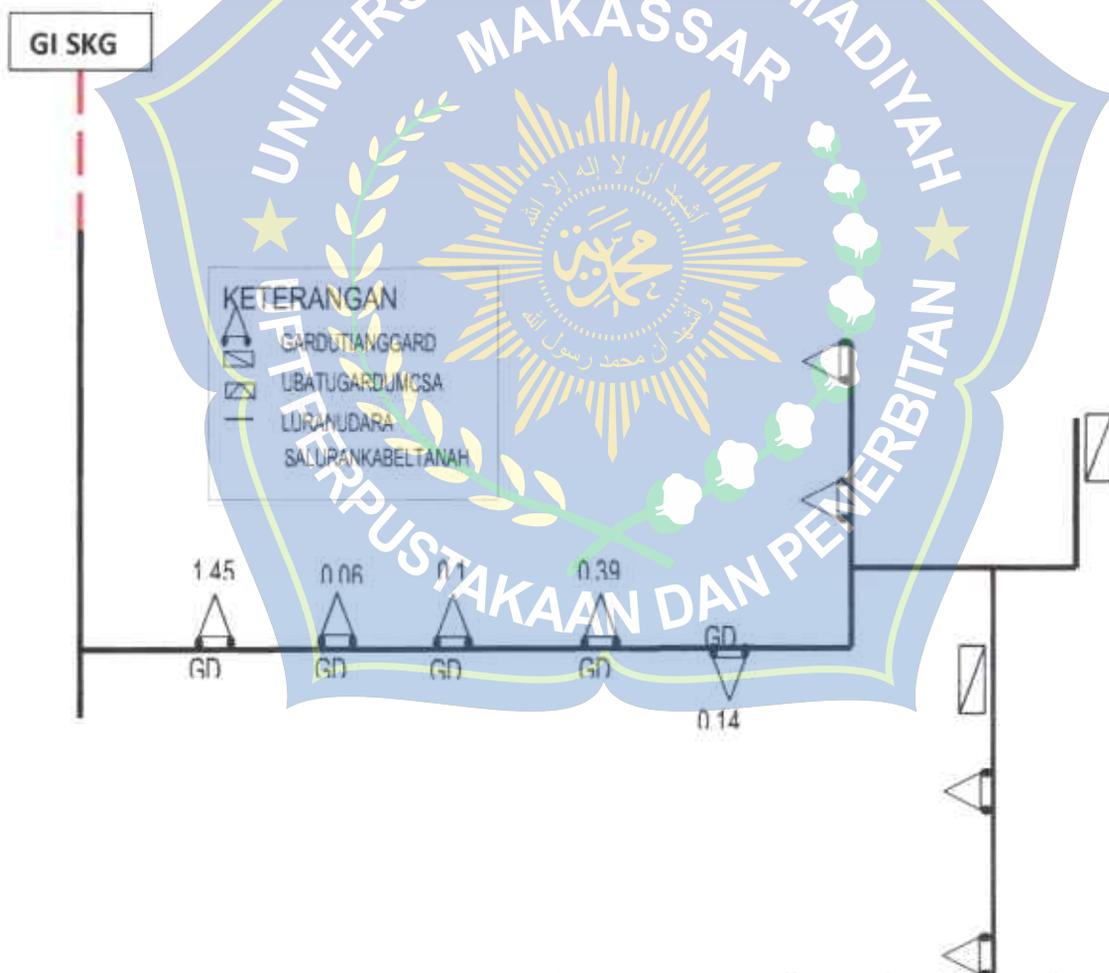
Penyulang yang melayani kecamatan Tempe tepatnya Jl. Masjid Raya terdapat 11 buah trafo distribusi, dimana panjang penyulang (3,377 kms).

Tabel 4.1 kapasitas trafo distribusi yang diasuh oleh penyulang
Sumber: Arsip dan dokumen PT. PLN (Persero) ULP Sengkang

No.	No Gardu	Merk	Kapasitas kVa
A	B	C	D
1	GT I PT 01 / GD1	TRAFINDO	400
2	GT I PT 02 / GD2	B&D	100
3	GT I PT 03 / GD3	SINTRA	315
4	GT I PT 04 / GD4	UNINDO	200
5	GT I PT 05 / GD5	UNINDO	160
6	GT I PT 06 / GD6	SINTRA	160
7	GT I PT 07 / GD7	KALTRA	50
8	GB I PT 08 / GD8	KALTRA	1600
9	GT I PT 09 / GD9	SINTRA	50
10	GT I PT 10 / GD10	TRAFINDO	160
11	GB I PT 11 / GD11	TRAFINDO	630

2. Data penghantar

Untuk menghitung susut daya, selain data beban trafo diperlukan juga data penghantar yang digunakan penyulang tersebut seperti jenis penghantar, jumlah penampang dan panjang penghantar tersebut. Untuk penghantar penyulang Sengkang dapat dilihat pada gambar 4.1 dan tabel 4.2 sebagai berikut.



Gambar 4.1 diagram single line dan penentuan jarak penyulang yang melayani kecamatan Tempe Jl. Mesjid Raya (Arsip dan dokumentasi PT. PLN (Persero) ULP Sengkang)

Tabel 4.2 jenis, luas, dan panjang penampang penyulang
 Sumber: Arsip dan dokumentasi PT. PLN (Persero) ULP Sengkang

No.	Dari	Ke	Data Penghantar		
			Jenis Penghantar	Diameter (MM ²)	Jarak (M)
A	B	C	D	E	F
1	GISKG	GD 1	WEGZ	150	1456
2	GD1	GD 2	WEGY	150	65
3	GD2	GD 3	WEPN	150	190
4	GD3	GD 4	WEPY	150	395
5	GD4	GD 5	WEGW	150	145
6	GD5	GD 6	WEGV	150	179.8
7	GD6	GD 7	WEBF	150	20
8	GD6	GD 8	WEBR	150	286
9	GD8	GD 9	WETR	150	270
10	GD9	GD 10	WEBJ	150	150
11	GD6	GD 11	WEAA	150	400
TOTAL PANJANG					3377

Menurut tabel 4,2 menjelaskan bahwa jenis, luas dan panjang penampang penyuluhan menunjukkan jarak terdekat yaitu GD 6 ke GD 7 sejauh 20 (M) sedangkan jarak terjauh adalah GI SKG KE GD 1 yaitu 1456 (M) dengan total jarak 3377.

3. Data kWH bulanan penyulang

Perhitungan susut daya pada penyulang juga diperlukan adanya data kWH dalam setiap bulan. Pendataan ini dilakukan untuk mengetahui besar pemakaian yang terjadi pada penyulang. Berikut data Kwh penyulang / bulan Juni – November 2021 dapat dilihat pada

Tabel 4.3 Data kWH penyulang / bulan Juni – November 2021
Sumber: Arsip dan dokumentasi PT. PLN (Persero) ULP Sengkang

No.	Bulan	Stand Awal (Bulan Awal)	Stand Akhir (Bulan Ini)	Selisih	Faktor Kali	Pemakaian daya (KWH)
A	B	C	D	E	F	G
1	JUNI	226220482	289012339	2791587	1.000.0	27918570
2	JULI	28901239	291663132	2650793	1.000.0	26507930
3	AGUSTUS	291663132	294346844	2683712	1.000.0	26837120
4	SEPTEMBER	294346844	298025105	2678261	1.000.0	26782610
5	OKTOBER	297025105	300006122	2981017	1.000.0	29810170
6	NOVEMBER	300006122	302932577	2917435	1.000.0	29174350
TOTAL						16703075

Berdasarkan dari tabel 4.3 data kwh penyuluhan pemakaian terendan ada pada bulan juli dengan jumlah pemakaian 226.220,482 – 289.012,339 dengan selisih 2.791,0 dengan total pemakaian di bulan juni 2.791.857,0 sedangkan pemakaian terbesar ada pada bulan November dengan jumlah pemakaian 300006,122-302932,577 dengan selisih 2,917,4 total pemakaian di bulan juli mencapai 2.917.435,0 .

1. Data beban penyulang

Data beban penyulang yang diambil adalah data pada saat terjadi beban puncak dalam dua waktu yaitu beban siang dan beban malam. Dimana hasil data yang diambil adalah data pada bulan Juni – November 2021 dengan beban tertinggi dalam setiap bulan sesuai data yang terlampir (*Lampiran 1*). Berikut hasil tertinggi siang dan malam dalam setiap bulan dapat dilihat pada tabel 4.4:

Tabel 4.4 Data beban penyulang / bulan Juni – November 2021
Sumber: Arsip dan dokumentasi PT. PLN (Persero) ULP Sengkang

No.	Bulan	Beban Puncak					
		Siang			Malam		
		Tanggal	Jam	Amp	Tanggal	Jam	Amp
A	B	C	D	E	F	G	H
1	JUNI	24	11.00	54	10	19.00	60
2	JULI	05	11.00	87	17	19.00	90

3	AGUSTUS	29	11.00	73	23	19.00	90
4	SEPTEMBER	21	11.00	112	22	19.00	87
5	OKTOBER	07	11.00	119	12	19.00	74
6	NOVEMBER	08	11.00	188	15	19.00	130

Berdasarkan data dari tabel 4.4 data beban penyulang beban terendah terjadi pada bulan juni tanggal 24 jam 11.00 dengan beban 54 Amp sedangkan beban tertinggi terjadi pada bulan November tanggal 08 jam 11.00 dengan beban 188 Amp

B. Pengolahan Data

1. Secara Umum

Analisa rugi-rugi daya yang dibahas adalah rugi daya pada penyulang yang melayani kecamatan Tempe yang diasuh oleh GI Patila. Sistem jaringan distribusi tersebut dengan tegangan menengah 20 kV penyulangnya bertipe ring.

2. Prosedur Pengolahan Data

Perhitungan rugi-rugi daya (*losses*) JTM dilakukan mulai dari gardu induk Patila sampai pada ujung penyulang. Dimana penyulang akan dihitung besarnya tahanan saluran, rugi-rugi daya (*losses*) serta besarnya persentase *losses* JTM selama satu tahun. Dalam perhitungan rugi-rugi daya pada *feeder*/penyulang menggunakan metode perhitungan seperti yang terdapat pada tinjauan pustaka dimana data bersumber dari PLN

yaitu evaluasi rugi-rugi di jaringan distribusi primer.

a) Perhitungan Besaran Tahanan Penampang

Berdasarkan tabel 4.2 di atas maka perhitungan tahanan penampang pada penyulang yang melayani kecamatan Tempe menggunakan persamaan (1), yaitu:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

1) Diketahui Untuk Penampang 150 mm

$$\rho = 0,032 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$$

$$l = 3377 \text{ m}$$

$$A = 150 \text{mm}^2$$

$$R = 0,032 \frac{3377}{150} = 0,7204 \Omega$$

Sehingga total besar tahanan pada penampang untuk penyulang yang melayani kecamatan Tempe adalah 0,7204Ω.

b) Perhitungan daya hilang

$$P_{\text{losses}} = I^2 \cdot R$$

$$\text{Dik: } I = 3377$$

$$R = 0,7204 \Omega$$

$$P_{\text{losses}} = 3377^2 \times 0,7204$$

$$= 8,0102 \text{ Watt}$$

c) Perhitungan Besaran Rugi Daya Pada Penyulang

Berdasarkan data tabel 4.4 dan tahanan saluran telah diketahui maka besarnya rugi daya dan persentase rugi daya pada penyulang Sengkang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2) dan persamaan (3), untuk bulan Juni yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Juni: } \Delta P_{\text{Siang}} &= 3 \times 54^2 \times 0,7204 = 6.302,59,2 \text{ Watt} \\ &= 6.302,592 \text{ Watt} \times 372 \text{ jam} \\ &= 2.344540,788 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Ket: 372 jam itu di
Di dapat dari 12
jam kali 31 hari

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{Malam}} &= 3 \times 60^2 \times 0,7204 = 7.780,32 \text{ watt} \\ &= 7.780,32 \text{ Watt} \times 372 \text{ jam} \\ &= 2.894279,04 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\Delta P_{\text{Siang}} + \Delta P_{\text{Malam}} = 5.238819828 \text{ KWH}$$

$$\text{Rugi daya Juni (4minggu)} = 5.238.819,828 \text{ kWh}$$

$$\text{Total Energi KWH Januari} = 2.791.857,0$$

$$\text{Total daya yang disalurkan} = 5.238.819,828 + 2.791.857,0$$

$$= 8.030.664,28 \text{ kWh}$$

$$\text{Persentase rugi daya bulan juni} = \frac{5.238.819,828}{8.030.664,28} \times 100\%$$

$$= 0.652 \% = 0.65 \%$$

Untuk bulan Juni dan November dengan cara yang sama besar rugi daya dan persentasenya dalam 6 bulan ditunjukkan pada tabel 4.5 dan 4.6 sebagai berikut:

Tabel 4.5 Hasil perhitungan rugi daya pada jaringan / bulan Juni – November 2021

No.	Bulan	Tahanan Penyulang (Ohm)	Beban Puncak				Total ΔP (kWH)
			Arus pada Siang (Amp)	ΔP Siang (kWH)	Arus pada Malam (Amp)	ΔP Malam (kWH)	
1	JUNI	0,7204	54	2344540788	60	289427904	5238819828
2	JULI	0,7204	87	6085221681	90	669291984	12778141521
3	AGUSTUS	0,7204	73	42843369456	90	669291984	109972567856
4	SEPTEMBER	0,7204	112	10849545216	87	60852216816	161701762032
5	OKTOBER	0,7204	119	113849681904	74	44025200064	157874881968
6	NOVEMBER	0,7204	188	284153884416	130	1358703216	420027100416

Berdasarkan pada tabel 4.5 hasil perhitungan terendah daya pada jaringan terlihat pada bulan juni tahanan penyuluhan 0,7204 (Ohm), siang 54 (Amp), AP siang 2344540788 (kWH), malam (Amp) AP malam 289427904 (kWH) dengan total 52388,19828 sedangkan perhitungan tertinggi terlihat pada bulan November

tahanan penyuluhan 0,7204 (0hm), siang 188 (Amp), AP siang 284153884416 kWh, malam 130 (Amp), AP malam 1358703216 (kWh) dengan total 420027100416

Tabel 4.6. Persentase hasil perhitungan rugi daya penyulang

No.	Bulan	Total Energi yang Terpakai (kWh)	Total Rugi Daya Penyulang	Total Daya yang Disalurkan	Persentase Rugi Daya (%)
1	JUNI	27918570	5238819828	803066428	0,65
2	JULI	26507930	1277814521	15428934521	0,83
3	AGUSTUS	26837120	109972562032	136809687856	0,81
4	SEPTEMBER	26782610	1617874881968	188484372032	0,86
5	OKTOBER	29810170	157874881968	187684542032	0,84
6	NOVEMBER	29174350	420027100416	449201450416	0,94
Rata-Rata					0,82 %

Berdasarkan pada tabel 4.6 Presentase hasil perhitungan terendah daya pada jaringan terlihat pada bulan juni, Total Energi yang Terpakai 2.650.793,0 (kWh) Total Rugi Daya Penyulang 52388,19828 Total Daya yang Disalurkan 8.030,66428 Persentase Rugi Daya (%) 0,65 sedangkan Presentase hasil perhitungan tertinggi terlihat pada bulan november Total Energi yang Terpakai 2.917.435,0 (kWh) Total Rugi Daya Penyulang 4200271,00416 Total Daya yang Disalurkan 4492014,50416 Persentase

Rugi Daya (%) 0,94 dan total rugi yang terjadi selama 6 bulan (Juni – November) sebesar 81.576.734.100,26 kWh dengan persentase 8,6 %.

Dengan presentase

C. Pembahasan

1. Hasil Perhitungan Besar Rugi-rugi Daya

Besar energi (daya) yang dikirim dari gardu induk Patila 20 kV pada bulan Juni yaitu 8.030.664,28 kWh (Tabel 4.6). Panjang saluran utama penyulang yang melayani kecamatan Tempe ialah 3,377 kms (Tabel 4.2) dan melayani 11 buah trafo distribusi (Tabel 4.1) serta total energi yang terjual pada bulan Juni 2.791.857,0 kWh. Dari data-data yang ada maka di dapatkan dari hasil perhitungan yaitu rugi daya yang terjadi pada Juni sebesar 52.388.198,28 kWh (Tabel 4.5) dengan persenta setiap bulannya (Juni – November) rata-rata 0,82 % (Tabel 4.6) dan total rugi yang terjadi selama 6 bulan (Juni – November) sebesar 81.576.734.100,26 kWh dengan persentase 8,6 %.

Sesuai dengan persamaan (2) dan (3) yang digunakan untuk menghitung nilai rugi-rugi daya pada penyulang yang melayani kecamatan Tempe bahwa penyebab terjadinya rugi-rugi daya adalah besar nilai beban dan faktor penghantar yaitu nilai impedansi, luas penampang dan panjang penghantar tersebut. Rugi-rugi (*losses*) berbanding lurus dengan tahanan penghantar dan kuadrat arus beban. Dan faktor lainnya disebabkan adanya pengaruh sifat secara teknis dan non teknis. Sesuai dengan hasil perhitungan di atas didapatkan nilai rugi daya berdasarkan teknis yaitu

akibat panas yang timbul pada penghantar dan sambungan, akibat jarak penghantar, dan luas penghantar dan faktor lainnya adalah secara non teknis yaitu adanya pemakaian beban yang tidak dikontrol atau dicatat oleh pihak PLN, sehingga banyak daya yang terbuang dan menyebabkan pihak penyedia listrik yaitu PLN akan mengalami kerugian.

Maka dari itu solusi yang terbaik baik Untuk menjaga tingkat kontinuitas pelayanan yang maksimal pada konsumen, jaringan distribusi primer khususnya pada penyulang yang melayani kecamatan Tempe perlu diadakan pengawasan dan pemeliharaan secara rutin terhadap semua jenis peralatan yang digunakan termasuk penghantar dan gardu distribusi. Sesuai dengan program PLN saat ini yaitu membentuk tim penganalisa rugi-rugi yang terjadi pada sistem distribusi

Dengan mengacu pada standarisasi PLN yang mengatakan bahwa besar jatuh tegangan dan susut daya maksimum yang diizinkan adalah sebesar 10 % serta bahwa batas toleransi tegangan +5 % dan -10 % dari nominal sehingga dapat dikatakan bahwa penyulang yang melayani kecamatan Tempe sampai saat ini layak.

BAB V

PENUTUP

Dari hasil analisis dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya serta penelitian yang telah dilakukan mengenai Analisis Rugi Daya Jaringan distribusi Primer pada PT.PLN ULP Sengkang Sulawesi Selatan maka pada BAB ini dapat diambil kesimpulan dan saran yang diharapkan akan memberikan manfaat bagi Masyarakat dan instansi PLN Sengkang agar lebih baik kedepannya.

A. KESIMPULAN

1. Besar energi (daya) yang dikirim dari gardu induk Patila 20 kV pada bulan Juni-november sebesar berkisar antara yang terendah pada bulan juni sebesar 2.650.793,0 (kWH) Total Rugi Daya Penyulang 52388,19828 Total Daya yang Disalurkan 8.030,66428 Persentase Rugi Daya (%) 0,65 dan tertinggi sebesar 2.917.435,0 (kWH) Total Rugi Daya Penyulang 4200271,00416 Total Daya yang Disalurkan 4492014,50416 Persentase Rugi Daya (%) 0,94 total rugi yang terjadi selama 6 bulan (Juni – November) sebesar 81.576.734.100,26 kWh dengan persentase 8,6 % yang disebabkan adanya pengaruh sifat secara teknis dan non teknis. Sehingga adanya pembatasan pemakaian tegangan dari nominal sebelumnya dan penyulang yang melayani kecamatan Tempe sampai saat ini masih layak terpakai.

B. SARAN

1. Sesuai dengan program PLN saat ini yaitu membentuk tim penganalisa rugi-rugi yang terjadi pada sistem distribusi, maka dari itu solusi yang

baik Untuk mengurangi terjadinya rugi-rugi daya pada saluran dilakukan pemasangan kapasitor.

2. Pemasangan kapasitor dilakukan dengan memperhitungkan posisi penempatan serta ukurannya, agar penempatan kapasitor yang dilakukan dapat optimal dalam mengurangi rugi-rugi yang terjadi, sehingga tugas akhir ini dapat dikembangkan sampai pada rugi-rugi trafo distribusi, jaringan sisi sekunder dan pemasangan kapasitor.



DAFTAR PUSTAKA

- Hontong, Jonal N., 2015. Analisa Rugi-rugi Daya pada Jaringan Distribusi di PT. PLN Palu. *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*. Vol.64. (diakses pada tanggal 4 september 2021 secara online).
- Indyah, N., 2007. Analisis Pemanfaatan Energi pada Pembangkit Tenaga Listrik di Indonesia. *Ejournal.umsrat.ac.id*. Vol.25. (diakses pada tanggal 24 September 2021 secara online).
- Kelompok Kerja Standar Kontruksi Distribusi Jaringan Tenaga Listrik dan Pusat Penelitian Sains dan Teknologi Universitas Tekonologi. 2010. Buku 4: Standar Kontruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik. Jakarta: PT PLN (PERSERO). (diakses pada tanggal 22 Oktober 2021 online).
- Kelompok Kerja Standar Kontruksi Distribusi Jaringan Tenaga Listrik dan Pusat Penelitian Sains dan Teknologi Universitas Tekonologi. 2010. Buku 5: Standar Kontruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik. Jakarta: PT PLN (PERSERO). (diakses pada tanggal 22 Oktober 2021 secara online).
- Marliansyah, Satrio, 2015. *Simulasi Pengalihan Penyulang Melon Gardu Induk Boom Baru ke Penyulang Kikim Gardu Induk Sungai Juaro Menggunakan Software Etap di PT. PLN (Persero) Palembang*. *Journal Teknik Elektro dan Komputer*. Vol.1. (diakses pada tanggal 4 September 2021 secara online).
- Made, S., Wijaya, A.W., 2010. Rekonfigurasi Jaringan Tegangan Rendah (JTR) Untuk Memperbaiki Drop Tegangan di Daerah Banjar Tulangyuh Klungkung. *Jurnal Teknologi Elektro*. Vol.2. (diakses pada tanggal 15 September 2021 secara online).
- Pratama, Sepdy., 2020. *Evaluasi Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral pada Transformatur Gardu Distribusi JS5A 400 kVA di*

- PT.PLN (Persero) UP3 Bekasi*. Jakarta: Institut Teknologi PLN. (diakses pada tanggal 24 September 2021 secara online).
- PT. PLN ULP: SENGKANG. 2021. Prosedur penelitian tabel rugi daya data kapasitas trafo yang di asuh penyulang (diakses pada tanggal 3 desember 2021 secara offline)
- PT. PLN ULP: SENGKANG. 2021. Prosedur penelitian tabel rugi daya data jenis, luas, dan Panjang penampang penyulang (diakses pada tanggal 3 desember 2021 secara offline)
- PT. ENERGI SENGKANG. 2021. Prosedur penelitian table rugi daya data KWH bulanan penyulang bulan juni-november (diakses pada tanggal 6 desember 2021 secara offline)
- PT. ENERGI SENGKANG. 2021. Prosedur penelitian table rugi daya data beban penyulang bulan jui-november (diakses pada tanggal 6 desember 2021 secara offline)
- Suhadi, dkk. 2008. Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. (diakses pada tanggal 15 September 2021 secara online).
- Wardoyo.B., Hardianto.D., Mangera.P., 2018. Study Rele Gangguan Tanah Pada Jaringan Distribusi Primer Di PLN(PERSERO) Wilayah Papua Cabang Merauke. *Ejournal.Ummus.ac.id*, Vol.1 (diakses pada 10 september 2021 secara online).

LAMPIRAN

DATA KWH BULAN JUNI-NOVEMBER 2021

JUNI	286.220,482	289.012,339	2.791,9	1.000,0	2.791.857,0
JULI	289.012,339	291.663,132	2.650,8	1.000,0	2.650.793,0
AGUSTUS	291.663,132	294.346,844	2.683,7	1.000,0	2.683.712,0
SEPTEMBER	294.346,844	297.025,105	2.678,3	1.000,0	2.678.261,0
OKTOBER	297.025,105	300.006,122	2.981,0	1.000,0	2.981.017,0
NOVEMBER	300.006,122	302.923,557	2.917,4	1.000,0	2.917.435,0

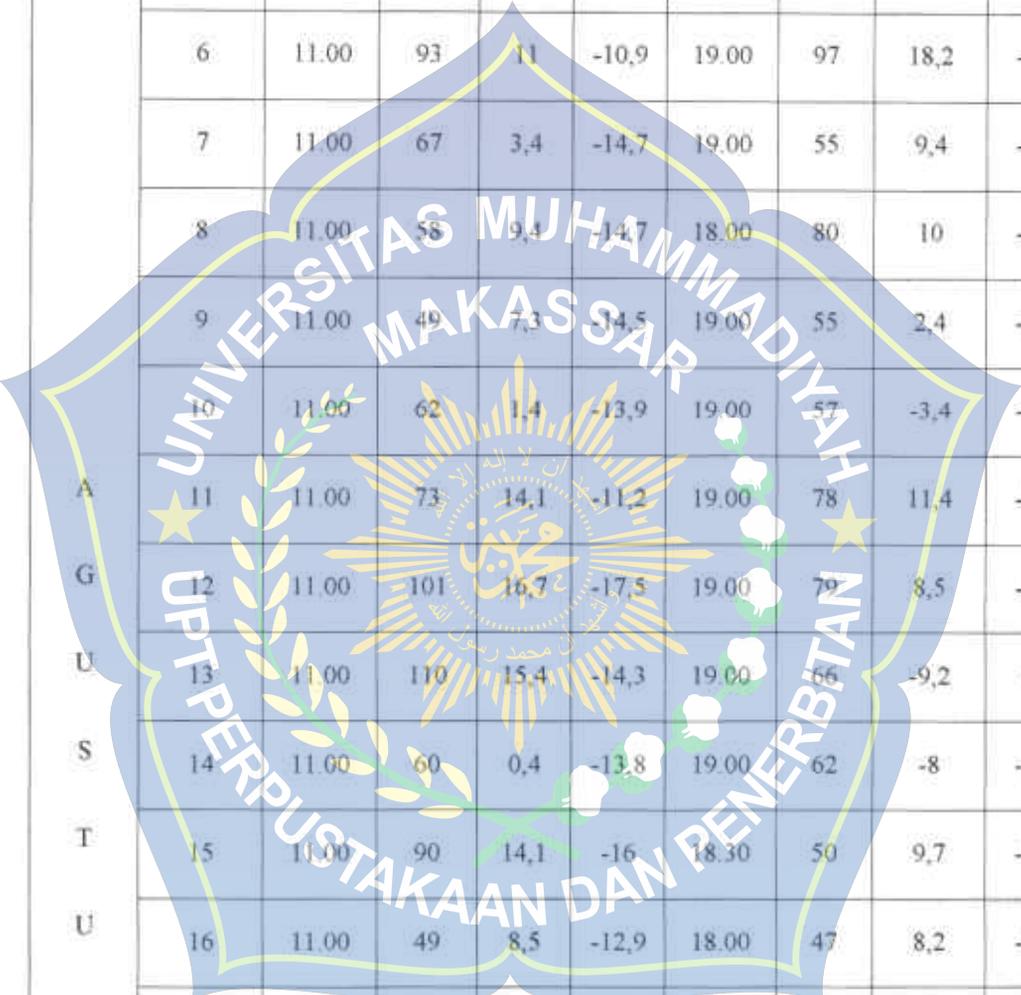
BEBAN PUNCAK PADA BULAN JUNI-NOVEMBER 2021

Bulan	Tanggal	SIANG				MALAM			
		JAM	AMP	Mw	Mvar	JAM	AMP	Mw	Mvar
	1	11.00	109	22	-14,8	19.00	144	32,5	-14,5
	2	11.00	126	26,4	-15,5	19.00	117	25,1	-14,1
	3	11.00	130	29,4	-12,5	19.00	75	15	-10,6
	4	11.00	107	22	-13,9	19.00	199	48,2	-12,9
	5	11.00	101	21,7	-12,7	19.00	165	39,1	-12,5
	6	11.00	113	26,3	-9,6	19.00	89	24,5	-12,1
	7	11.00	94	17,8	-14,2	18.00	101	21,7	-12,7

J U N I	8	11.00	70	8,4	-13,6	19.00	57	5,6	-11,7
	9	11.00	61	6,7	-12	19.00	98	20,5	-13,4
	10	11.00	60	5,2	-12,5	19.00	90	16,1	-13,4
	11	11.00	60	5,3	-12,5	19.00	103	21,1	-14,1
	12	11.00	95	18,6	-11,9	19.00	75	11,8	-13,3
	13	11.00	89	16,7	-13,2	19.00	80	15,1	-11,5
	14	11.00	55	10,4	-10,9	18.00	107	28,9	-11,7
	15	11.00	86	15,1	-13,9	19.00	149	34,7	-14,2
	16	11.00	137	29,5	-16	19.00	156	34,1	-17,1
	17	11.00	129	29,3	-11,7	19.00	108	24,5	-11,6
	18	11.00	108	23,1	-13,3	19.00	95	19,4	-13,1
	19	11.00	55	6	-10,7	19.00	90	18,3	-11,8
	20	11.00	52	3	-12,2	19.00	70	12,2	-11,1
	21	11.00	67	8,4	-12,7	19.00	47	-2,9	-9,8
	22	11.00	48	-5,1	-9,1	19.00	26	1,2	-9,7
	23	11.00	52	-5,2	-10,1	19.00	39	3,9	-12,5
24	11.00	54	3,9	-12	19.00	73	12,7	-13,7	
25	11.00	53	8	-9,8	19.00	95	19,9	-12,6	
26	11.00	51	-1,5	-10,9	19.00	56	4	-12,3	

	27	11.00	68	-10,3	-11,5	19.00	91	13	-17,9
	28	11.00	103	20,9	-13,1	19.00	71	-18,7	-10,2
	29	11.00	109	22	-14,8	19.00	139	-31,6	-5,0
	30	11.00	126	26,4	-15,5	19.00	147	-33,7	-5,1
J U L I	1	11.00	109	22	-14,8	19.00	54	4,4	-10,2
	2	11.00	126	26,4	-15,5	19.00	53	-10,1	-6
	3	11.00	130	29,4	-12,5	19.00	44	-11,5	-5,8
	4	11.00	107	22	-13,9	18.00	47	-8,1	-6,2
	5	11.00	87	14,2	-14,7	19.00	59	-3,1	-12,9
	6	11.00	66	-4	-14,1	19.00	69	19,2	-15,1
	7	11.00	76	10,7	-14,5	19.00	96	19,5	-13,9
	8	11.00	63	3,2	-14,1	19.00	68	14,5	-15,7
	9	11.00	73	7,6	-15,3	19.00	110	22,1	-15,6
	10	11.00	70	6,3	-14,4	19.00	94	17,6	-14,8
	11	11.00	74	5,7	-15,5	19.00	75	8,3	-15,3
	12	11.00	64	4,3	-14,1	19.00	88	15,3	-14,6
	13	11.00	79	10,3	-15,2	19.00	109	21,6	-16
	14	11.00	75	10,4	-14,3	19.00	132	28,6	-16,4
	15	11.00	52	7,5	-15,7	19.00	120	23,5	-17,8

16	11.00	70	6,2	-15,2	19.00	107	20,7	-16,4
17	11.00	72	1,1	-16,1	19.00	90	13,1	-16,8
18	11.00	89	11,7	-17,1	19.00	64	4,8	-14,3
19	11.00	76	10	-14,9	19.00	96	19,1	-13,9
20	11.00	75	5,1	-16	19.00	82	12,4	-15,4
21	11.00	52	-0,5	-11,7	19.00	89	16,5	-14
22	11.00	63	0,1	-14,2	19.00	100	19,2	-14,8
23	11.00	43	-0,9	-13,9	19.00	104	21,1	-14,7
24	11.00	61	2,9	-13,5	19.00	84	14,9	-14,9
25	11.00	64	0,9	-14,4	19.00	96	19,3	-13,7
26	11.00	51	-1,5	-10,9	19.00	90	16,1	-13,4
27	11.00	68	-10,3	-11,5	19.00	103	21,1	-14,1
28	11.00	103	20,9	-13,1	19.00	75	11,8	-13,3
29	11.00	109	22	-14,8	19.00	80	15,1	-11,5
30	11.00	126	26,4	-15,5	18.00	107	28,9	-11,7
31	11.00	109	22	-14,8	19.00	149	34,7	-14,2
1	11.00	126	26,4	-15,5	18.00	90	-19,0	-7,2
2	09.00	75	7,7	-15,9	19.00	56	5,1	-12,7
3	11.00	73	8,8	-14,9	19.00	56	3,1	-12,6



	4	11.00	69	5,9	-14,8	19.00	80	13,5	-14,6
	5	11.00	70	4,4	-15,6	19.00	59	-2,6	-13,5
	6	11.00	93	11	-10,9	19.00	97	18,2	-15,1
	7	11.00	67	3,4	-14,7	19.00	55	9,4	-15,1
	8	11.00	58	9,4	-14,7	18.00	80	10	-15,6
	9	11.00	49	7,3	-14,5	19.00	55	2,4	-12,6
	10	11.00	62	1,4	-13,9	19.00	57	-3,4	-12,3
A	11	11.00	73	14,1	-11,2	19.00	78	11,4	-15,7
G	12	11.00	101	16,7	-17,5	19.00	79	8,5	-16,3
U	13	11.00	110	15,4	-14,3	19.00	66	-9,2	-12
S	14	11.00	60	0,4	-13,8	19.00	62	-8	-11,3
T	15	11.00	90	14,1	-16	18.30	50	9,7	-14,2
U	16	11.00	49	8,5	-12,9	18.00	47	8,2	-12,5
S	17	11.00	54	8,3	-15,3	19.00	93	15,8	-16,1
	18	11.00	72	17,9	-14,3	19.00	101	20,5	-14,7
	19	11.00	78	12,8	-13,6	19.00	57	7,3	-10,5
	20	11.00	65	6,1	-13,6	19.00	88	15,2	-12,2
	21	11.00	78	5,5	-12,6	19.00	74	11,8	-13,7
	22	11.00	66	4,8	-14,6	19.00	59	4,9	-13,1

	23	11.00	89	16,1	-13,7	19.00	90	18,2	-13,2
	24	11.00	76	12,2	-13,8	19.00	54	4,7	-12,1
	25	11.00	35	2,7	-11,5	19.00	52	2,3	-12
	26	10.00	74	7,5	-15,8	19.00	52	1,8	-12,2
	27	11.00	90	17,1	-14,3	19.00	82	15,6	-13,2
	28	11.00	72	6,9	-14,9	19.00	87	14,9	-15
	29	11.00	73	7,8	-14,8	19.00	98	19,1	-15
	30	11.00	126	26,4	-15,5	18.00	137	-31,5	-6
	31	11.00	109	22	-14,8	19.00	163	-38,4	-3,4
	1	11.00	109	22	-14,8	19.00	96	-26,9	-5,9
	2	11.00	126	26,4	-15,5	19.00	220	-52,1	5,6
	3	11.00	130	29,4	-12,5	19.00	137	-31,4	-6,2
	4	11.00	107	22	-13,9	19.00	130	-5,9	-5,9
	5	11.00	101	21,7	-12,7	19.00	51	-12,0	-7,3
	6	11.00	58	-8,1	-9,6	19.00	45	-2,2	-10,2
	7	11.00	47	4	-10	19.00	45	5	-9,9
	8	11.00	51	5,1	-10,5	19.00	72	13,6	-11,1
	9	10.00	69	11	-12,6	19.00	62	14,4	-13,2
S	10	11.00	55	-14,1	-8,9	19.00	86	17,5	-13,1

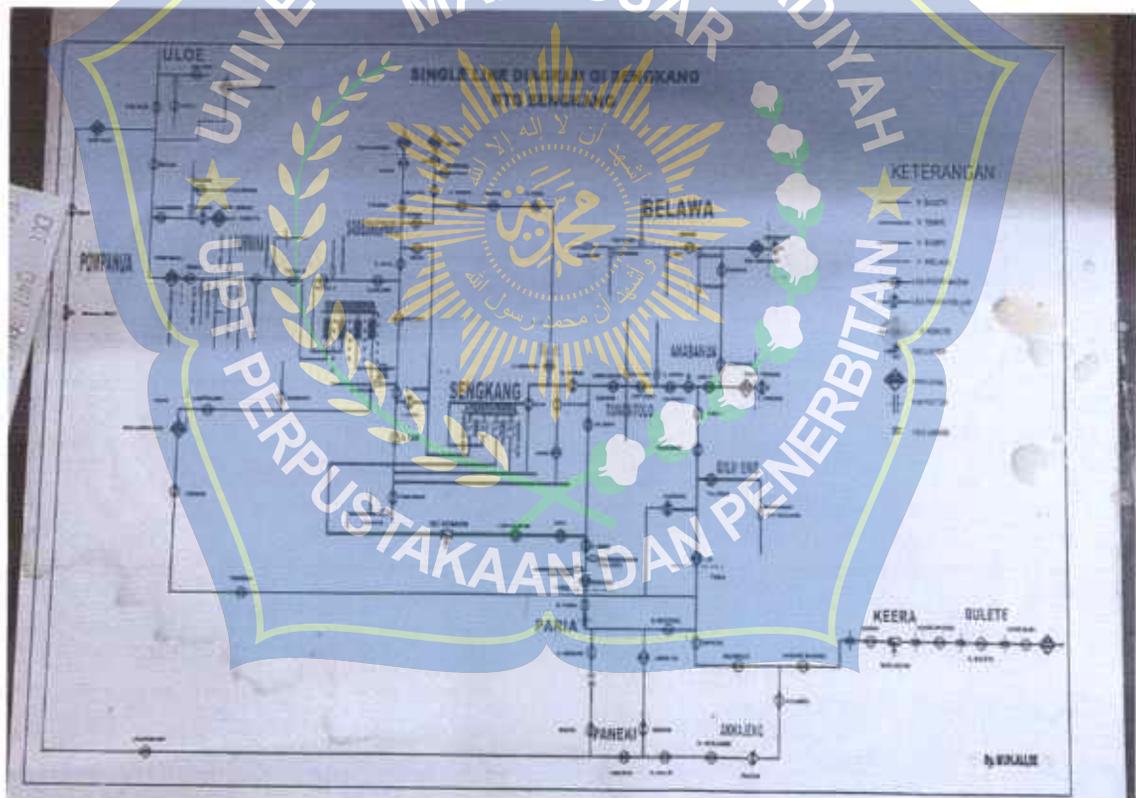
E	11	11.00	80	-16	-8,4	19.00	47	-0,8	-10,7
P	12	11.00	73	-13,5	-9,5	19.00	50	3,7	-10,6
T	13	11.00	71	-12,6	-9,5	19.00	92	-21	-5,9
E	14	11.00	73	-13,8	-8,5	19.00	70	-12,6	-8,5
M	15	11.00	146	34	-2,8	19.00	48	0,8	-11,1
B	16	10.00	68	-1,7	-9,9	19.00	51	0,4	-11,7
E	17	11.00	66	-6,6	-12	19.00	73	9,7	-13,7
R	18	11.00	40	-1,6	-12,9	19.00	90	16,3	-14,5
	19	11.00	69	-11,2	-11,4	19.00	65	-9,4	-10,1
	20	11.00	68	7,4	-12,9	19.00	59	0,3	-12,6
	21	11.00	112	-25,8	-7,1	60	-	10,5	60
	22	11.00	29	29	-9,1	19.00	87	15,5	-14,3
	23	10.00	78	7,5	-15,8	19.00	71	4,8	-15
	24	11.00	92	-18,4	-10,3	19.00	60	0,9	-12,7
	25	11.00	87	-16	-11,4	19.00	62	4,2	-13,5
	26	11.00	73	0,4	-15	19.00	66	-8,1	-11
	27	11.00	65	-14,4	-7,4	19.00	82	14,6	-12,8
	28	11.00	66	11,3	-11,3	19.00	33	2,2	-7,1
	29	11.00	40	0,2	-8,5	19.00	55	-10,2	-8,5

	30	11.00	86	1,3	-12,4	19.00	60	9,7	-10,3
O K T O B E R	1	11.00	67	13,7	-6	19.00	54	4,4	-10,2
	2	11.00	76	-16,9	-5	19.00	53	-10,1	-6
	3	11.00	43	6,3	-7,5	19.00	44	-11,5	-5,8
	4	11.00	44	-6,7	-6,4	18.00	47	-8,1	-6,2
	5	11.00	37	-8,5	-6,2	19.00	62	12,5	-9,7
	6	11.00	49	7,6	-8,9	19.00	43	-5,5	-7,7
	7	11.00	119	-27,6	-3,8	19.00	55	10,2	8,5
	8	11.00	66	11,3	-11,3	19.00	40	4,7	-7,1
	9	11.00	65	14,9	-2,6	19.00	45	7	-7,1
	10	11.00	37	-2,5	-7	18.00	47	-9,2	-4,1
	11	10.00	48	-8,7	-5,1	19.00	21	-4,8	-5
	12	09.00	44	-6,8	-6,3	19.00	74	-16,5	-2,5
	13	11.00	52	-12,6	-5	19.00	39	-1,9	-8,1
	14	-	-	-	-	19.00	47	5	-10,1
	15	-	-	-	-	19.00	38	-5,9	-8,9
	16	11.00	41	4,8	-8,5	19.00	41	4,8	-8,5
	17	11.00	51	8,8	-6,7	19.00	41	4,6	-7,4
	18	11.00	45	6,4	-7,4	19.00	35	3,4	-7,2

19	11.00	65	14,9	-2,6	19.00	19	0,8	-7,3
20	11.00	76	-16,2	-5,3	18.00	39	-0,8	-8,2
21	11.00	39	-6,1	-7,5	19.00	35	0,7	-7,6
22	11.00	53	-9,8	-6,4	19.00	36	0,2	-7
23	11.00	40	-6,5	-4,4	19.00	41	-4,3	-6,7
24	11.00	76	16,2	-5,3	19.00	46	-7,6	-6,1
25	11.00	35	2,7	-11,5	19.00	51	-12,0	-7,3
26	10.00	74	7,5	-15,8	18.00	62	-9,0	-10,4
27	11.00	90	17,1	-14,3	19.00	95	-20,4	-7,8
28	11.00	72	6,9	-14,9	19.00	121	-27,1	-6,5
29	11.00	73	7,8	-14,8	19.00	93	-22,8	-7,8
30	11.00	126	26,4	-15,5	19.00	140	-32,2	-5,1
31	11.00	109	22	-14,8	19.00	51	-12,0	-7,3
1	11.00	126	26,4	-15,5	18.00	90	-19,0	-7,2
2	09.00	75	7,7	-15,9	19.00	88	-9,8	-14,1
3	11.00	73	8,8	-14,9	19.00	122	26,1	-10,0
4	11.00	69	5,9	-14,8	19.00	120	25,9	-9,9
5	11.00	52	7,5	-15,7	19.00	118	22,0	-11,3
6	11.00	70	6,2	-15,2	19.00	89	16,5	-14

N O V E M B E R	7	11.00	72	1,1	-16,1	19.00	100	19,2	-14,8
	8	11.00	188	-44,8	1,3	19.00	78	12,9	-12,2
	9	11.00	84	-18,3	-6,9	19.00	190	45,3	2,2
	10	11.00	166	38,9	-4,3	18.00	137	-31,5	-6
	11	11.00	178	-41,6	-4,3	19.00	163	-38,4	-3,4
	12	11.00	77	-7,1	-13,9	19.00	96	-26,9	-5,9
	13	11.00	98	-26,6	-4,4	19.00	220	-52,1	5,6
	14	11.00	43	-4,6	-13,3	19.00	137	-31,4	-6,2
	15	10.00	90	-18,3	-9,1	19.00	130	-5,9	-5,9
	16	10.00	64	-14,5	-14,5	19.00	51	-12,0	-7,3
	17	11.00	74	-7,1	-14,7	18.00	62	-9,0	-10,4
	18	11.00	68	9,9	-11,3	19.00	95	-20,4	-7,8
	19	11.00	93	-18,8	-9,1	19.00	121	-27,1	-6,5
	20	11.00	63	-4,7	-13,7	19.00	93	-22,8	-7,8
	21	11.00	65	-9,4	-11,4	19.00	140	-32,2	-5,1
	22	11.00	93	-18,8	-9,1	19.00	214	-50,4	0,0
	23	11.30	262	-61,5	4,3	19.00	211	49,2	-2,8
	24	-	-	-	-	18.00	166	-8,5	-13,7
	25	11.00	109	-21,9	-9,3	19.00	178	-41,3	-6,3

26	11.00	86	16,7	-9,8	19.00	159	-36,8	-6,2
27	11.00	153	-35,3	-4,8	19.00	193	-45,7	-2,5
28	11.00	97	-20,9	-7,8	19.00	71	-18,7	-10,2
29	11.00	127	-28,6	-6,7	19.00	139	-31,6	-5,0
30	11.30	134	-36,3	-2,7	19.00	147	-33,7	-5,1









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 : Asfihanuddin Muhtar / Iwan
NIM : 105821110016 / 105821107816
Program Studi : Teknik Elektro

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	2 %	10 %
2	Bab 2	13 %	25 %
3	Bab 3	6 %	10 %
4	Bab 4	4 %	10 %
5	Bab 5	4 %	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, 18 Januari 2022

Mengetahui

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,


Nursinah S. Hum, M.I.P
NPM. 964 591