

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

Diajukan Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

**EVALUASI RUGI-RUGI PENYALURAN PENYULANG NYITDAH PT. PLN
(PERSERO) UP3 BALI SELATAN**



Oleh:

NI KOMANG DEVI PURNAMASARI

NIM. 2115313058

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2024

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

EVALUASI RUGI-RUGI PENYALURAN PENYULANG NYITDAH PT PLN (PERSERO) UP3 BALI SELATAN

Oleh :

Ni Komang Devi Purnamasari

NIM.2115313058

Tugas Akhir ini diajukan untuk

Dilanjutkan sebagai tugas akhir

di

Program Studi DIII Teknik Listrik

Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Bali

Disetujui Oleh :

Penguji I

Ir. I Nengah Sunaya, MT
NIP. 19642091991031001

Penguji II

Ni Wayan Rasmini, ST., MT
NIP. 19640831990032002

Pembimbing I

Dr. Ir. I Wayan Jondra, M.Si
NIP. 196807061994031003

Pembimbing II

I Made Aryasa Wiryawan, ST., MT
NIP. 196504041994031003

Disahkan Oleh

Jurusan Teknik Elektro

Ketua



Ir. Kadek Amerta Yasa, ST., MT
NIP. 196809121995121001

Politeknik Negeri Bali

i

LEMBAR PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ni Komang Devi Purnamasari
NIM : 2115313058
Program Studi : Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bali Hak **Bebas Royalti Non- eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul **EVALUASI RUGI-RUGI PENYALURAN PENYULANG NYITDAH PT. PLN (PERSERO) UP3 BALI SELATAN**.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Politeknik Negeri Bali berhak menyimpan, mengalih media atau mengalih formatnya, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Badung, 25 Juli 2024
Saya menyatakan



Ni Komang Devi Purnamasari
NIM. 2115313058

FORM PERNYATAAN PLAGIATRISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ni Komang Devi Purnamasari

NIM : 2115313058

Program Studi : Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul EVALUASI RUGI-RUGI PENYALURAN PENYULANG NYITDAH PT. PLN (PERSERO) UP3 BALI SELATAN adalah betul-betul karya sendiri dan bukan menjiplak atau hasil karya orang lain. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam Tugas Akhir tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan Tugas Akhir dan gelar yang saya peroleh dari Tugas Akhir tersebut.

Badung, 25 Juli 2024

Yang menyatakan



Ni Komang Devi Purnamasari
NIM. 2115313058

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan Ida Sang Hyang Widhi Wasa, karena berkat Rahmat-Nya lah penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya dan disusun sebaik mungkin. Laporan Tugas Akhir ini berjudul “Evaluasi Rugi-Rugi Penyaluran Penyulang Nyitdah PT PLN (Persero) UP3 Bali Selatan” ini dapat dikerjakan dengan sepenuh hati sehingga dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Laporan Tugas Akhir ini penulis susun dan ajukan untuk memenuhi persyaratan kelulusan pada Program Studi Pendidikan Diploma III Teknik Listrik dengan Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, pengetahuan, serta dukungan dari berbagai pihak yang selama ini membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Atas segala bantuan, dorongan, dan bimbingan tersebut, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE.,M.e.Com selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. Kadek Amerta Yasa, ST., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak I Made Aryasa Wiryawan,ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
4. Bapak Dr. Ir. I Wayan Jondra, M.Si. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.
5. Bapak/Ibu Dosen dan seluruh Staff Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali yang telah memberikan pengetahuan dan dukungan kepada penulis.
6. Bapak I Wayan Murtika selaku Manager PT.PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Tabanan yang telah membantu, membimbing dan memberikan pengetahuan kepada penulis untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
7. Bapak I Gede Astadi Sastrawan selaku Supervisor Teknik PT.PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Tabanan yang telah membantu dan membimbing penulis dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

8. Pegawai, Staff, dan pihak lainnya PT.PLN (Persero) UPT Bali, UP2D Bali, UP3 Bali Selatan, ULP Tabanan yang telah membantu dalam proses penyusunan dan pengumpulan Data Laporan Tugas Akhir ini.
9. Orang Tua dan Saudara yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa. motivasi yang mendukung penulis untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
10. Teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu per satu dan sahabat saya yang senantiasa mendukung, membantu, dan memberikan semangat kepada penulis selama proses penyusunan Laporan Tugas Akhir

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Laporan Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap adanya saran dan masukan dari pembaca yang bersifat membangun agar Laporan Tugas Akhir ini menjadi yang lebih baik.

Akhir kata, penulis ucapkan selamat membaca. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.

Badung, 25 Juli 2024

Penulis

ABSTRAK

Ni Komang Devi Purnamasari

Evaluasi Rugi-Rugi Penyaluran Penyulang Nyitdah PT PLN (Persero) UP3 Bali Selatan

Kualitas tegangan sampai ke pelanggan sangat dipengaruhi oleh nilai rugi-rugi tegangan. Besarnya rugi-rugi di saluran distribusi tergantung pada jenis dan panjang penghantar, tipe jaringan distribusi, kapasitas trafo, dan jumlah daya yang terpasang [1]. Dalam kajian ini, penulis menganalisis alternatif penyempurnaan jaringan terbaik untuk memperbaiki rugi-rugi tegangan ujung di penyulang Nyitdah. Penelitian ini menggunakan *software* ETAP 19.01 dalam simulasi penyempurnaan jaringan di penyulang Nyitdah. Adapun hasil penelitian ini sebelum dilakukan penyempurnaan jaringan terdapat rugi-rugi tegangan ujung 4 sebesar 6,086%, ujung 5 sebesar 6,136%, ujung 6 sebesar 6,531% sedangkan setelah penyempurnaan jaringan dengan cara pemotongan jaringan didapatkan hasil rugi-rugi tegangan di ujung 4 sebesar 3,047%, ujung 5 sebesar 3,194%, ujung 6 sebesar 3,538%. Selain itu simulasi penyempurnaan jaringan yang dapat menjadi alternatif perbaikan nilai rugi-rugi tegangan ujung yaitu penggantian penghantar dengan mengganti penghantar AAAC 70 mm menjadi AAACS 150 mm yang mendapatkan hasil simulasi ETAP 19.01 di ujung 4 sebesar 3,636%, ujung 5 sebesar 3,686%, ujung 6 sebesar 3,980%, sehingga terjadi efisiensi anggaran mencapai 9,4% dan memperoleh keuntungan lain yaitu meningkatkan kehandalan jaringan dengan menggunakan kabel AAACS yang dilengkapi dengan Tekep Isolator.

Kata Kunci : Kualitas tegangan, rugi-rugi tegangan, penyempurnaan jaringan

ABSTRACT

Ni Komang Devi Purnamasari

Losses Analysis in Nyitdah Feeders Operated by PT PLN (Persero) UP3 South Bali

The value of voltage losses greatly affects the customer's voltage quality. The amount of losses in the distribution feeder depends on the type and length of the line, the type of distribution network, the capacity of the transformer, and the amount of power installed[1]. In this study, the author analyzes the best alternatives to decrease the end voltage losses in the Nyitdah feeder. This study uses *Software* ETAP 19.01 to simulate feeder improvement in the Nyitdah feeder. The results of this study find the existing feeder was carried out there were voltage losses at end 4 of 6.086%, end 5 of 6.136%, and end 6 of 6.531% while after feeder improvement by cutting the line obtained voltage losses at end 4 of 3.047%, end 5 of 3.194%, and end 6 of 3.538%. In addition, the feeder improvement simulation that can be an alternative to improve the value of end voltage losses is the replacement of conductors by replacing 70 mm AAAC conductors with 150 mm AAACS which obtained ETAP 19.01 simulation results at end 4 of 3.636%, end 5 of 3.686%, end 6 of 3.980% with cost efficiency up to 9.4%. In addition to refinement with conductor cutting, there is an alternative solution to improve the value of end voltage losses to meet the standard, namely by replacing the conductor.

Keywords: Voltage quality, voltage losses, network improvement

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
FORM PERNYATAAN PLAGIATRISME	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I	I-1
PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah dan Batasan Masalah	I-3
1.3 Tujuan	I-3
1.4 Manfaat	I-4
1.5 Sistem Penulisan	I-4
BAB II	I-1
LANDASAN TEORI	II-1
2.1 Penelitian-Penelitian Terdahulu	II-1
2.2 Bentuk dan Makna Diagram Alir	II-2
2.2.1 Makna Diagram Alir.....	II-2
2.2.2 Simbol dalam Diagram Alir.....	II-2
2.2.2.1 Notasi atau simbol	II-3
2.2.2.2 Input/Output Symbols (Simbol Input-Output).....	II-4
2.2.3 Bentuk Diagram Alir	II-4
2.3.1 Sistem Pembangkit	II-6
2.3.2 Sistem Transmisi	II-6
2.3.3 Sistem Distribusi	II-6
2.4.1 Pola Konfigurasi Dasar.....	II-7
2.4.1.1 Jaringan Distribusi Radial.....	II-7
2.4.1.2 Jaringan Distribusi Bentuk Tertutup.....	II-7

2.4.2 Konfigurasi Jaringan Ikan (<i>Fish-Bone</i>)	II-7
2.4.3 Konfigurasi Kluster (Cluster/Leap Frog)	II-8
2.4.4 Konfigurasi Spindel.....	II-8
2.4.5 Konfigurasi spotload (Parallel Spot Configuration).....	II-9
2.4.6 Konfigurasi Fork	II-9
2.5.1 Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)	II-10
2.5.2 Saluran Udara Tegangan Menengah (SKUTM)	II-11
2.5.3 Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM)	II-11
2.5.4 Jenis-jenis Penghantar Jaringan Teganga Menengah	II-11
2.5.4.1 AAAC (All Alluminium Alloy Conductor).....	II-11
2.5.4.2 Kuat Hantar Arus Penghantar AAAC.....	II-12
2.5.4.3 AAAC-S (All Alluminium Alloy Conductor Shielded)	II-12
2.5.4.4 Kuat Hantar Arus Penghantar AAACS	II-13
2.5.4.5 MVTIC (Medium Voltage Twisted Insulated Cable).....	II-13
2.5.4.6 Kuat Hantar Arus Penghantar MVTIC	II-14
2.6.1 Joint Sleeve (Sambungan Lurus).....	II-15
2.6.2 Compression Connector (CCO)	II-15
2.6.3 Live Line Connector.....	II-15
2.7.1 Isolator tumpu (Pin Insulator)	II-16
2.7.2 Isolator Tarik (<i>Strain Insulator</i>)	II-16
2.8.1 Daya Aktif (P).....	II-17
2.8.2 Daya Reaktif (Q)	II-17
2.8.3 Daya Semu.....	II-17
2.9.1 Segitiga Daya[23]	II-18
2.9.2 Faktor Daya	II-18
2.9.3 Kerugian Akibat Rendahnya Faktor Daya.....	II-18
2.9.4 Faktor Daya Leading	II-19
2.9.5 Faktor Daya Lagging.....	II-19
2.10.1 Kapasitor Bank	II-21
2.11 Drop Tegangan.....	II-22
2.12 Rugi-rugi Daya Listrik.....	II-23
2.12.1 Susut Teknis.....	II-24
2.12.2 Susut Non Teknis.....	II-24
2.13.1 Pembebanan Seimbang Daya 3 Fasa	II-24
2.14.1 Hukum Kirchoff	II-25

2.14.1.1 Hukum kirchoff 1.....	II-25
2.14.1.2 Hukum kirchoff 2.....	II-25
BAB III.....	III-1
METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1 Metode Penelitian	III-1
3.2 Waktu Dan Tempat Penelitian	III-1
3.3 Pengambilan Data.....	III-1
3.3.1 Teknik Observasi	III-2
3.3.2 Teknik Wawancara	III-2
3.3.3 Teknik Dokumentasi.....	III-2
3.3.4 Teknik Studi Literatur.....	III-2
3.4 Jenis Data Dan Sumber Data	III-3
3.4.1 Jenis Data.....	III-3
3.4.2 Sumber Data	III-3
3.4.2.1 Data Primer	III-3
3.4.2.2 Data Sekunder	III-3
3.5 Pengolahan Data	III-4
3.6 Diagram Alir Penelitian	III-5
3.7 Analisis Data.....	III-6
3.8 Hasil Yang Diharapkan.....	III-6
BAB IV	IV-1
ANALISIS DAN PEMBAHASAN	IV-1
4.1 Data Umum Penyulang Nyitdah.....	IV-1
4.1.1 Data Rekapitulasi Penyempurnaan Jaringan Penyulang Nyitdah.....	IV-2
4.1.2 Data Transformator GIS Tanah Lot II	IV-2
4.2 Profil Penyulang Nyitdah Sebelum Penyempurnaan Jaringan.....	IV-3
4.2.1 Data Single Line Diagram	IV-3
4.2.2 Data Transformator Distribusi Penyulang Nyitdah	IV-3
4.2.3 Data Panjang Penghantar Sebelum Penyempurnaan Jaringan.....	IV-5
4.2.4 Data Rata-rata Beban Puncak Penyulang Nyitdah Sebelum Penyempurnaan Jaringan	IV-8
4.2.5 Rata-rata Pengukuran Data Tegangan GIS Tanah Lot II Sebelum Penyempurnaan Jaringan	IV-9
4.2.6 Data Faktor Daya (Cos Phi).....	IV-10
4.2.7 Perhitungan Besar Tegangan Ujung di Penyulang Nyitdah sebelum Penyempurnaan Jaringan	IV-11

4.2.7.1 Rata-Rata Prosentase Pembebanan Trafo Distribusi Sebelum dilakukan penyempurnaan di Penyulang Nyitdah	IV-11
4.2.7.2 Perhitungan rugi-rugi tegangan ujung sebelum dilakukan Penyempurnaan Jaringan	IV-11
4.2.7.3 Nilai Rugi-Rugi Tegangan di Penghantar Penyulang Nyitdah sebelum dilakukan Penyempurnaan Jaringan.....	IV-12
4.2.8 Simulasi ETAP 19.01 Sebelum Penyempurnaan Jaringan	IV-13
4.3 Alternatif Penyempurnaan Jaringan di Penyulang Nyitdah.....	IV-20
4.3.1 Profil Penyulang Nyitdah Sesudah Penyempurnaan Jaringan dengan cara Pemotongan Jaringan.....	IV-20
4.3.1.1 Data <i>Single Line Diagram</i> Sesudah dilakukan Penyempurnaan Jaringan Penyulang Nyitdah.....	IV-20
4.3.1.2 Data Transformator Distribusi Penyulang Nyitdah Sesudah dilakukan Pemotongan Jaringan	IV-21
4.3.2 Data Panjang Penghantar Sesudah Penyempurnaan Jaringan dengan cara Pemotongan Jaringan.....	IV-22
4.3.3 Data Rata-rata Beban Puncak Penyulang Nyitdah Sesudah Penyempurnaan Jaringan	IV-24
4.3.4 Rata-rata Data Tegangan GIS Tanah Lot II Sesudah Pemotongan Jaringan di Penyulang Nyitdah.....	IV-25
4.3.5 Perhitungan Sesudah dilakukan Pemotongan Jaringan di penyulang Nyitdah... ..	IV-26
4.3.5.1 Rata-Rata Prosentase Pembebanan Trafo Distribusi Sesudah dilakukan pemotongan di Penyulang Nyitdah	IV-26
4.3.5.2 Nilai Rugi-Rugi Tegangan di Penghantar Sesudah dilakukan Pemotongan Jaringan	IV-27
4.3.5.3 Perhitungan Rugi-Rugi Tegangan di Penghantar Penyulang Nyitdah sesudah dilakukan Pemotongan Jaringan.....	IV-27
4.3.6 Simulasi ETAP 19.01 Sesudah melakukan Pemotongan Jaringan.....	IV-29
4.4 Rancangan Penyempurnaan Jaringan dengan Pemasangan Kapasitor	IV-35
4.4.1 Rancangan Pemasangan Kapasitor	IV-35
4.4.1.1 Penentuan Nilai Kapasitor Bank	IV-35
4.4.1.2 Skema Rangkaian.....	IV-36
4.4.2 Simulasi ETAP 19.01 Pemasangan Kapasitor di Penyulang Nyitdah	IV-37
4.5 Rancangan Penggantian Penghantar 20 kV di Penyulang Nyitdah	IV-44
4.5.1 Data Tegangan Ujung Sebelum Penyempurnaan Jaringan di Penyulang Nyitdah	IV-45
4.5.1.1 Perbaikan dengan Penggantian Penghantar Penyulang 20 kV.....	IV-45
4.5.1.2 Skema Rangkaian.....	IV-46

4.5.2 Simulasi ETAP 19.01 Penggantian Penghantar di Penyulang Nyitdah.....	IV-46
4.6 Estimasi Biaya Konstruksi Alternatif Penyempurnaan Jaringan	IV-53
4.7 Hasil Penyempurnaan Jaringan di Penyulang Nyitdah.....	IV-54
4.8 Analisis	IV-56
4.8.1 Analisis Rugi-rugi Tegangan Ujung Sebelum Penyempurnaan Jaringan..	IV-56
4.8.2 Analisis Alternatif penyempurnaan jaringan di penyulang Nyitdah untuk memperoleh tegangan ujung yang memenuhi standar SPLN.....	IV-57
4.8.3 Analisis Rancangan yang Memenuhi Standar Rugi-Rugi Tegangan	IV-59
4.9 Analisis Estimasi Biaya Konstruksi Penyempurnaan Jaringan.....	IV-59
BAB V	V-1
KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran	V-2
JADWAL KEGIATAN.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA	V-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Tenaga Listrik ^[10]	II-5
Gambar 2. 2 <i>Single Line Diagram</i> Sistem Tenaga Listrik ^[10]	II-6
Gambar 2. 3 Pola Jaringan Distribusi Dasar ^[5]	II-7
Gambar 2. 4 Konfigurasi Tulang Ikan (Fish-Bone) ^[5]	II-8
Gambar 2. 5 Konfigurasi Kluster ^[5]	II-8
Gambar 2. 6 Konfigurasi Spindel ^[5]	II-8
Gambar 2. 7 Konfigurasi Spotload (Parallel Spot Configuration) ^[5]	II-9
Gambar 2. 8 Konfigurasi Jala-jala (Grid/Mesh) ^[5]	II-9
Gambar 2. 9 Konfigurasi Fork ^[5]	II-10
Gambar 2. 10 Penghantar AAAC (All Alluminium Alloy Conductor) ^[13]	II-12
Gambar 2. 11 Penghantar AAACS ^[12]	II-13
Gambar 2. 12 Penghantar MVTIC ^[15]	II-14
Gambar 2. 13 <i>Joint Sleeve</i> ^[11]	II-15
Gambar 2. 14 Compression Connector (CCO) ^[11]	II-15
Gambar 2. 15 <i>Live Line Connector</i> ^[11]	II-15
Gambar 2. 16 Isolator tumpu (<i>Pin Insulator</i>) ^[11]	II-16
Gambar 2. 17 Isolator Tarik (<i>Strain Insulator</i>) ^[11]	II-16
Gambar 2. 18 Segitiga Daya ^[23]	II-18
Gambar 2. 19 Rangkaian dan Diagram Faktor Daya ^[27]	II-20
Gambar 2. 20 Vektor Diagram Beban Seimbang ^[30]	II-24
Gambar 2. 21 Hukum Kirchoff 1 ^[33]	II-25
Gambar 2. 22 <i>Hukum Kirchoff 2</i> ^[33]	II-25
Gambar 4. 1 Data Single Line Diagram GIS Tanah Lot II Sebelum Penyempurnaan Jaringan	IV-3
Gambar 4. 2 Grafik Kemampuan Penyaluran SUTM 3 Fasa	IV-13
Gambar 4. 3 Single Line Diagram Load Flow Penyulang Nyitdah di ETAP 19.01	IV-14
Gambar 4. 4 Input Power Grid	IV-15
Gambar 4. 5 Input Data Penghantar	IV-16
Gambar 4. 6 Input Data Transformator	IV-16
Gambar 4. 7 Input Data Beban	IV-17
Gambar 4. 8 Tegangan Ujung 1 di Penyulang Nyitdah	IV-18
Gambar 4. 9 Tegangan Ujung 2 di Penyulang Nyitdah	IV-18
Gambar 4. 10 Tegangan Ujung 3 di Penyulang Nyitdah	IV-19
Gambar 4. 11 Tegangan Ujung 4 di Penyulang Nyitdah	IV-19
Gambar 4. 12 Tegangan Ujung 5 di Penyulang Nyitdah	IV-19
Gambar 4. 13 Tegangan Ujung 6 di Penyulang Nyitdah	IV-19
Gambar 4. 14 Data Single Line Diagram GIS Tanah Lot II Sesudah Penyempurnaan Jaringan	IV-20
Gambar 4. 15 Single Line Diagram Sesudah Pemotongan Jaringan	IV-29
Gambar 4. 16 Input Power Grid	IV-30
Gambar 4. 17 Input Data Penghantar	IV-31
Gambar 4. 18 Input Data Transformator	IV-31
Gambar 4. 19 Input Data Beban	IV-32

Gambar 4. 20	Ujung 1 Sesudah Pemotongan Jaringan	IV-33
Gambar 4. 21	Ujung 2 Sesudah Pemotongan Jaringan	IV-34
Gambar 4. 22	Ujung 4 Sesudah Pemotongan Jaringan	IV-34
Gambar 4. 23	Ujung 5 Sesudah Penyempurnaan Jaringan	IV-34
Gambar 4. 24	Ujung 6 Sesudah Pemotongan Jaringan	IV-34
Gambar 4. 25	Skema Rangkaian Pemasangan Kapasitor.....	IV-37
Gambar 4. 26	Single Line Diagram Load Flow Penyulang Nyitdah di ETAP	IV-38
Gambar 4. 27	Input Power Grid	IV-39
Gambar 4. 28	Input Data Penghantar	IV-39
Gambar 4. 29	Input Data Transforator	IV-40
Gambar 4. 30	Input Data Beban.....	IV-41
Gambar 4. 31	Data Kapasitor	IV-41
Gambar 4. 32	Spesifikasi Kapasitor di ETAP 19.01	IV-42
Gambar 4. 33	Ujung 1 Sesudah Pemasangan Kapasitor	IV-43
Gambar 4. 34	Ujung 2 Sesudah Pemasangan Kapasitor	IV-43
Gambar 4. 35	Ujung 3 Sesudah Pemasangan Kapasitor	IV-43
Gambar 4. 36	Ujung 4 Sesudah Pemasangan Kapasitor	IV-44
Gambar 4. 37	Ujung 5 Sesudah Pemasangan Kapasitor	IV-44
Gambar 4. 38	Ujung 6 Sesudah Pemasangan Kapasitor	IV-44
Gambar 4. 39	Skema Penggantian Penghantar	IV-46
Gambar 4. 40	Gambar SLD Load Flow Penyulang Nyitdah di ETAP IV-.....	IV-47
Gambar 4. 41	Input Power Grid	IV-48
Gambar 4. 42	Input Data Penghantar	IV-49
Gambar 4. 43	Input Data Transforator	IV-49
Gambar 4. 44	Input Data Beban.....	IV-50
Gambar 4. 45	Ujung 1 Sesudah Penggantian Pengantar	IV-52
Gambar 4. 46	Ujung 2 Sesudah Penggantian Penghantar	IV-52
Gambar 4. 47	Ujung 3 Sesudah Penggantian Penghantar	IV-52
Gambar 4. 48	Ujung 4 Sesudah Penggantian Penghantar	IV-52
Gambar 4. 49	Ujung 5 Sesudah Penggantian Penghantar	IV-53
Gambar 4. 50	Ujung 6 Sesudah Penggantian Penghantar	IV-53
Gambar 4. 51	Grafik Rugi-Rugi Tegangan Sebelum Penyempurnaan Jaringan	IV-56
Gambar 4. 52	Grafik Opsi Penyempurnaan Jaringan.....	IV-58
Gambar 4. 53	Grafik Opsi Terbaik untuk memenuhi standar tegangan ujung.....	IV-59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Terdahulu ^[9]	II-1
Tabel 2. 2 Simbol Diagram Alir ^[9]	II-3
Tabel 2. 3 Simbol Penghubung/Alur ^[9]	II-3
Tabel 2.4 Simbol Proses ^[9]	II-4
Tabel 2. 5 Simbol Input-Output ^[9]	II-4
Tabel 2. 6 KHA pada Penghantar AAC dan AAAC ^[13]	II-12
Tabel 2. 7 KHA pada Penghantar Berselubung AAACS ^[12]	II-13
Tabel 2. 8 Kuat Hantar Arus Penghantar MVTIC ^[15]	II-14
Tabel 4. 1 Data Rekapitulasi di Penyulang Nyitdah.....	IV-2
Tabel 4. 2 Data Transformator GIS Tanah Lot.....	IV-2
Tabel 4. 3 Data Transformator Distribusi di Penyulang Nyitdah.....	IV-4
Tabel 4. 4 Data Panjang Penghantar Jaringan Tegangan Menengah Penyulang Nyitdah	IV-5
Tabel 4. 5 Data Total Penghantar Sebelum dilakukan Penyempurnaan Jaringan di Penyulang Nyitdah.....	IV-7
Tabel 4. 6 Data Rata-Rata Beban Puncak Sebelum Penyempurnaan Jaringan di Penyulang Nyitdah Sebelum Penyempurnaan Jaringan	IV-8
Tabel 4. 7 Data Rata-Rata Pembebanan Terendah dan Tertinggi Pada Saat Beban Puncak.....	IV-9
Tabel 4. 8 Rata-rata Data Tegangan GIS Tanah Lot II	IV-9
Tabel 4. 9 Data Faktor Daya (Cos Phi)	IV-10
Tabel 4. 11 Hasil Simulasi terhadap tegangan ujung sebelum dilakukan penyempurnaan jaringan di penyulang Nyitdah.....	IV-18
Tabel 4. 12 Data Transformator Distribusi Penyulang Nyitdah Sesudah Pemotongan Jaringan.....	IV-21
Tabel 4. 13 Data Panjang Penghantar Penyulang Nyitdah sesudah Pemotongan Jaringan	IV-22
Tabel 4. 14 Data Total Penghantar Sesudah dilakukan Pemotongan Jaringan di Penyulang Nyitdah.....	IV-23
Tabel 4. 15 Data Rata-Rata Beban Puncak Penyulang Nyitdah Sesudah Pemotongan Jaringan.....	IV-24
Tabel 4. 16 Data Rata-rata Pembebanan Puncak Sesudah Pemotongan Jaringan.....	IV-25
Tabel 4. 17 Data Rata-Rata Tegangan GIS Tanah Lot II Sesudah Pemotongan Jaringan	IV-25
Tabel 4. 18 Tegangan Pangkal dan Tegangan Ujung Sebelum Pemotongan Jaringan di Penyulang Nyitdah.....	IV-33
Tabel 4. 19 Tegangan Pangkal dan Tegangan Ujung sesudah Pemotongan Jaringan di Penyulang Nyitdah.....	IV-33
Tabel 4. 20 Tegangan Pangkal dan Ujung Sebelum Penggantian Kapasitor.....	IV-42
Tabel 4. 22 Tegangan Pangkal dan Tegangan Ujung Sebelum Pemasangan Kapasitor	IV-42

Tabel 4. 23 Tabel Tegangan Pangkal dan Tegangan Ujung Sesudah Pemasangan Kapasitor.....	IV-43
Tabel 4. 24 Tabel Tegangan Ujung sebelum Penggantian Penghantar.....	IV-45
Tabel 4. 26 Tegangan Pangkal dan Tegangan Ujung Sebelum Penggantian Penghantar... ..	IV-51
Tabel 4. 27 Tabel Tegangan Ujung dan Tegangan Pangkal Sesudah Penggantian Penghantar	IV-51
Tabel 4. 28 Estimasi Biaya Konstruksi Penyempurnaan Jaringan.....	IV-54
Tabel 4. 29 Tabel Hasil Penyempurnaan Jaringan di Penyulang Nyitdah.....	IV-55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Single Line Diagram Sebelum Penyempurnaan Jaringan	L-2
Lampiran 2 . Single Line Diagram Sesudah Pemotongan Jaringan	L-3
Lampiran 3 Gambar Pekerjaan Penyempurnaan Jaringan dengan Pemotongan Jaringan	L-4
Lampiran 4 Gambar melakukan Cek, Brifieng, Doa	L-5
Lampiran 5 Gambar Surat Balasan Pengambilan Data	L-6

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era perkembangan globalisasi yang sangat pesat ini, energi listrik atau daya listrik sangat diperlukan dalam kehidupan sehari-hari. Kebutuhan tenaga listrik terus-menerus akan mengalami peningkatan seiring berjalannya tuntutan hidup yang tidak dapat dipisahkan untuk menunjang segala aktivitas kehidupan sehari-hari [1]. PT PLN (Persero) merupakan perusahaan yang bergerak dibidang listrik yang melayani seluruh masyarakat di Indonesia. Untuk melayani seluruh pelanggan di Indonesia PT PLN (Persero) memiliki beragam unit salah satunya yaitu PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Tabanan merupakan salah satu unit penyedia tenaga listrik di Area Bali Selatan yang mempunyai tugas pokok untuk menjaga kehandalan serta efektifitas dari sistem tenaga listrik di daerah Tabanan. Dapat dibuktikan pertumbuhan penggunaan energi listrik selalu mengalami peningkatan setiap tahunnya sebesar 4% [2]. Melihat dari data tersebut sebagian masyarakat yang memiliki industri dan memerlukan pasokan energi listrik yang besar menginginkan kualitas listrik dengan kehandalan yang baik.

PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Tabanan memiliki 7 Penyulang sebagai jaringan distribusi tenaga listrik Tegangan Menengah (TM) yang disuplai oleh Gas Insulated Switchgear (GIS) Tanah Lot. Salah satunya yaitu penyulang Nyitdah merupakan sistem distribusi 20 kV yang memiliki dua penyulang dengan sumber jurusan Gas Insulated Switchgear (GIS) yang berbeda. Kedua penyulang ini disuplai oleh GIS Tanah Lot Trafo II/60 MVA.

Tercatat menurut data Unit Layanan Pelanggan (ULP) Tabanan jumlah keseluruhan pelanggan penyulang Nyitdah sebanyak 46 pelanggan Tegangan Menengah umum unit transformator dan 2 pelanggan Tegangan Menengah Premium unit Kubikel PLN yang bergerak dibidang kesehatan dan pariwisata. Keseluruhan panjang jaringan ini yaitu 56.676 ms. Dalam hal ini terdapat 2 pelanggan premium yang mencakup kepentingan banyak orang sehingga dapat menjadi dasar perhatian dalam sistem keandalan kelistrikan untuk menunjang beberapa aktivitas kesehatan dan pariwisata.

Kualitas tegangan sangat dipengaruhi oleh rugi-rugi tegangan. Besarnya rugi-rugi di saluran distribusi tergantung pada jenis dan panjang penghantar, tipe jaringan distribusi, kapasitas trafo, dan jumlah daya yang terpasang [1]. Batas toleransi tegangan pada pelanggan Tegangan Menengah (TM) sebesar +5% -10% dengan batas pembebanan yang

maksimal [3]. Standar drop tegangan yaitu turun tegangan yang diperbolehkan di Jaringan Tegangan Menengah (JTM) adalah 2% dari tegangan kerja untuk sistem spindel dan 5% dari tegangan kerja untuk sistem radial[4].

Sebelum dilakukannya penyempurnaan jaringan di penyulang Nyitdah berbentuk konfigurasi saluran distribusi 20 kV tipe radial. Menurut data simulasi PT PLN (Persero) ULP Tabanan sebelum dilakukan penyempurnaan jaringan pada tanggal 31 Agustus 2023 pukul 19.00 WITA di penyulang Nyitdah terukur tegangan maksimum sebesar 20,21 kV dan tegangan terendah penyulang Nyitdah sebesar 18,89 kV. Serta dengan rata-rata pengukuran pembebanan puncak pukul 19.00 WITA tertinggi pada penyulang Nyitdah sebesar 191 Ampere. Sehingga didapatkan dari data tersebut terdapat rugi tegangan ujung 1 sebesar 3,9%, rugi tegangan ujung 2 sebesar 4,1%, rugi tegangan ujung 3 sebesar 4,8% , rugi tegangan ujung 4 sebesar 6,0%, rugi tegangan ujung 5 sebesar 6,1 % , rugi tegangan di ujung 6 sebesar 6,55%. Apabila rugi tegangan sudah melebihi 5% perlu dilakukan perencanaan untuk melaksanakan penyempurnaan jaringan dengan cara melakukan penyempurnaan jaringan seperti melakukan penggantian penghantar, melakukan pemotongan jaringan penyulang, memperbaiki hal teknis seperti melakukan penyeimbangan beban[5]:[1]:[6]. Maka dengan adanya permasalahan tersebut penyempurnaan Jaringan Tegangan Menengah (JTM) di Penyulang Nyitdah menjadi solusi yang diambil untuk dapat meningkatkan pelayanan jaringan kelistrikan baik pada pelanggan umum dan pelanggan premium pada Penyulang Nyitdah. Rekonfigurasi saluran distribusi adalah tindakan mengatur ulang konfigurasi jaringan dengan cara membuka atau menutup switch yang terdapat pada jaringan distribusi untuk mengurangi rugi-rugi daya pada jaringan distribusi atau untuk meningkatkan keandalan sistem distribusi sehingga efisiensi daya listrik yang tersalurkan meningkat[1]. Penggantian penghantar adalah melakukan perbaikan penggantian kabel disuatu penyulang untuk melakukan perbaikan optimal dan handal dalam hal memperbaiki jatuh tegangan dan rugi-rugi daya[6]. Pemotongan jaringan penyulang merupakan pemotongan jaringan sebagian beban pada suatu penyulang yang akan dialihkan ke penyulang terdekat[1]. Dalam penelitian ini ketiga alternatif solusi di atas akan disimulasikan menggunakan *software* ETAP 19.01 untuk memperoleh hasil tegangan ujung yang memenuhi standar dan mampu memberikan pelayanan prima kepada pelanggan di Penyulang Nyitdah. Evaluasi rugi-rugi dari hasil penyempurnaan jaringan ini dapat meminimalkan rugi rugi jaringan distribusi penyulang Nyitdah dan dapat meningkatkan pelayanan penyaluran energi listrik ke pelanggan.

Penelitian ini akan membahas prediksi rugi tegangan serta rugi-rugi daya sebelum dan setelah dilakukannya penyempurnaan jaringan tersebut yang dapat diterapkan di PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Tabanan nantinya.

Dengan adanya tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan evaluasi dan rekomendasi terkait penyempurnaan jaringan disuatu Penyulang untuk meningkatkan pelayanan penyaluran tenaga listrik kepada PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Tabanan.

1.2 Rumusan Masalah dan Batasan Masalah

Adapun beberapa masalah yang ingin di angkat penulis, yaitu :

1. Berapakah besar tegangan ujung penyulang Nyitdah sebelum penyempurnaan jaringan yang disimulasikan melalui software ETAP 19.01?
2. Bagaimana menentukan alternatif penyempurnaan jaringan di penyulang Nyitdah yang disimulasikan melalui software ETAP 19.01 untuk memperoleh tegangan ujung yang memenuhi standar?
3. Bagaimana cara Penyempurnaan jaringan penyulang Nyitdah yang paling baik untuk memperoleh tegangan ujung yang memenuhi standar?
4. Berapakah besar pengaruh hasil penyempurnaan jaringan terhadap tegangan ujung penyulang Nyitdah?

Dengan luasnya permasalahan yang ada, penulis membatasi analisis dan permasalahan yang akan dibuat, antara lain :

1. Penentuan besar tegangan ujung pada beberapa titik (6 titik) di ujung penyulang Nyitdah sebelum penyempurnaan jaringan yang disimulasikan melalui software ETAP 19.01
2. Mengetahui apasaja alternatif penyempurnaan jaringan penyulang Nyitdah yang disimulasikan melalui software ETAP 19.01 untuk memperoleh tegangan ujung yang memenuhi standar.
3. Mengetahui cara Penyempurnaan jaringan penyulang Nyitdah yang paling baik untuk memperoleh tegangan ujung yang memenuhi standar.
4. Mengetahui besar pengaruh hasil penyempurnaan jaringan terhadap tegangan ujung penyulang Nyitdah

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, adapun tujuan yang akan dicapai, yaitu:

1. Untuk menganalisis tegangan ujung penyulang Nyitdah sebelum penyempurnaan jaringan yang disimulasikan melalui software ETAP 19.01.

2. Untuk merancang alternatif penyempurnaan jaringan penyulang Nyitdah yang disimulasikan melalui software ETAP 19.01 untuk memperoleh tegangan ujung yang memenuhi standar.
3. Untuk menentukan cara Penyempurnaan jaringan penyulang Nyitdah yang paling baik untuk memperoleh tegangan ujung yang memenuhi standar.
4. Untuk menganalisis pengaruh hasil penyempurnaan jaringan terhadap tegangan ujung penyulang Nyitdah

1.4 Manfaat

Dengan dilakukannya studi tentang Evaluasi Rugi-Rugi Penyaluran Penyulang Nyitdah PT PLN (Persero) UP3 Bali Selatan maka ada beberapa manfaat yang didapat antara lain:

1. Mahasiswa memperoleh manfaat berupa dapat menghitung rugi-rugi tegangan di ujung-ujung jaringan penyulang dari suatu jaringan tenaga listrik tegangan menengah 20 kV
2. Perusahaan PLN khususnya PT.PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Bali Selatan memperoleh manfaat berupa dapat mengetahui besar pengaruh dari penyempurnaan jaringan Tegangan Menengah 20 kV di Penyulang Nyitdah untuk mengurangi rugi-rugi tegangan ujung sistem distribusi tenaga listrik.

1.5 Sistem Penulisan

BAB I PENDAHULUAN : Pendahuluan memaparkan tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, serta sistematika penulisan. Latar belakang membahas alasan ataupun permasalahan yang ada di lapangan yang dilakukannya sebuah penelitian. Perumusan masalah dan Batasan masalah berisikan uraian tentang permasalahan dan Batasan permasalahan atau parameter yang akan dibahas dalam penelitian. Tujuan menguraikan tujuan akhir dari penelitian yang dilakukan. Manfaat menguraikan kegunaan penelitian ini dilakukan bagi beberapa pihak, serta sistematika penulisan menguraikan penulisan penelitian per babnya.

BAB II LANDASAN TEORI: Landasan teori membahas teori-teori yang mendukung dan menunjang dalam penelitian sebagai dasar dalam pengolahan data.

BAB III METODOLOGI: Metodologi berisikan langkah-langkah pengolahan data secara sistematis yang dilakukan sesuai dengan diagram alir penyusunan Tugas Akhir.

BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISIS: Pembahasan berisikan data-data yang telah dikumpulkan dan diperoleh untuk penelitian penyempurnaan jaringan di Penyulang

Nyitdah, kemudian diolah sesuai kebutuhan penelitian penyempurnaan jaringan di penyulang Nyitdah. Dianalisis dilakukan menggunakan software ETAP 19.01 dan perhitungan sistematis dan matematika berisikan hasil pengolahan data yang dirangkum dari hasil pembahasan untuk memperoleh solusi yang terbaik dari penelitian penyempurnaan jaringan di penyulang Nyitdah.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN: Kesimpulan berisikan uraian hasil pembahasan dan analisa sesuai permasalahan dalam penelitian penyempurnaan jaringan yang diikuti dengan saran yang diajukan penulis terkait evaluasi penelitian yang dilakukan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang di dapatkan dari penelitian penyempurnaan jaringan di penyulang Nyitdah baik sebelum dan saat penerapan penyempurnaan Jaringan di Penyulang Nyitdah , Adapun kesimpulan yang dapat ditarik yaitu sebagai berikut :

1. Setelah melakukan pengumpulan data tegangan, pembebanan, jenis penghantar, dan panjang penghantar di penyulang Nyitdah. Dilakukan perencanaan oleh pihak PLN menggunakan software ETAP dan disimulasikan sehingga mendapatkan hasil prosentase tegangan ujung 1 sebesar 3,958%, ujung 2 sebesar 4,107%, ujung 3 sebesar 4,899%, ujung 4 sebesar 6,086%, ujung 5 sebesar 6,136%, ujung 6 sebesar 6,531% sebelum penyempurnaan jaringan dilakukan di penyulang Nyitdah.
2. Alternatif penyempurnaan jaringan di penyulang Nyitdah Meliputi 3 alternatif penyempurnaan jaringan yaitu pemotongan jaringan, pemasangan kapasitor, dan penggantian penghantar. Pada penelitian ini ketiga alternatif yang digunakan disimulasikan pada software ETAP 19.01 sehingga memperoleh hasil masing-masing tegangan ujung. Simulasi penyempurnaan jaringan yang memenuhi standar SPLN No.72 Tahun 1987 yaitu simulasi pemotongan jaringan mendapatkan hasil tegangan ujung 1 sebesar 1,720%, ujung 2 sebesar 1,720%, ujung 3 dipindahkan ke penyulang Nyanyi, ujung 4 sebesar 3,04%, ujung 5 sebesar 3,19% dan ujung 6 sebesar 3,538%. Simulasi penggantian penghantar mendapatkan hasil tegangan ujung 1 sebesar 2,260%, ujung 2 sebesar 2,359%, ujung 3 sebesar 2,899%, ujung 4 sebesar 3,636%, ujung 5 sebesar 3,686%, dan ujung 6 sebesar 3,980%.
3. Penyempurnaan yang paling baik dapat dilihat dari keefesienan, keandalan serta estimasi produksi yang akan dipilih untuk menjamin jaringan tersebut untuk jangka panjang. Dari penelitian yang telah dilakukan terdapat satu opsi yaitu penggantian penghantar dari AAAC 70 mm menjadi AAACS 150 mm dari simulasi di software ETAP 19.01 dapat menurunkan rugi-rugi tegangan dari 6,531% menjadi 3,980% dan pada estimasi biaya lebih efisien sebesar 9,4% dan untuk jangka panjang penghantar

AAACS 150 mm dilengkapi dengan tekep isolator akan lebih dapat meminimalisir gangguan temporer yang terjadi.

4. Penyempurnaan jaringan dengan cara memindahkan beban dapat memperbaiki kualitas tegangan mencapai 52%, dengan pemasangan kapasitor dapat memperbaiki kualitas tegangan mencapai 18% , dengan cara mengganti penghantar AAAC 70 mm² menjadi A3CS 150 mm² dapat memperbaiki kualitas tegangan mencapai 41%

5.2 Saran

Berdasarkan pada hasil penelitian, Adapun saran yang dapat diberikan, yaitu :

1. Penggantian penghantar menggunakan simulasi ETAP 19.01 ini dapat dijadikan referensi untuk perbaikan nilai rugi-rugi tegangan di ujung jaringan penyulang Nyitdah agar sesuai dengan SPLN No. 72 Tahun 1987.
2. Saat melakukan simulasi ETAP 19.01 sebaiknya menggunakan standar yang sesuai dengan standar yang telah ditentukan oleh PT.PLN (Persero)
3. Dalam memasukan data ke ETAP 19.01 diwajibkan menggunakan data yang ada di lapangan. Sehingga nantinya kan mendapatkan hasil yang terbaik dan dapat mempermudah dalam memutuskan opsi yang sesuai dengan standar di PT.PLN (Persero).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. S. Distribusi *et al.*, “Desember 2018 I Putu Arya Suardika, I Gede Dyana Arjana,” 2018.
- [2] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Direktrat Jenderal Keteragalistrikan, “Statistik Ketenagalistrikan 2020,” *Kementerian Energi dan Sumber Daya Miner. Direktrat Jenderal Keteragalistrikan*, vol. 34, no. April, p. 122, 2021.
- [3] PT. PLN (Persero), “Buku 1 Kriteria Enjineriing Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik,” *PT PLN*, p. 170, 2010.
- [4] PT. PLN (Persero), “Spesifikasi Desain untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR),” *Lampiran Surat Keputusan Direksi PLN No.060/DIR/87*, p. 22, 1987, [Online]. Available: <http://www.pln-litbang.co.id/perpustakaan>
- [5] R. M. E. Suherman and M. Sunarhati, “Studi Perbaikan Kualitas Tegangan Dan Rugi-Rugi Daya Pada Penyulang Kulim Dan Jelutung Dengan Menggunakan Aplikasi Etap 12.6,” *J. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 30–37, 2021, doi: 10.36546/jte.v9i2.390.
- [6] A. M. Siregar, B. Badriana, H. M. Yusdartono, and A. Hasibuan, “Perbaikan Nilai Susut Teknis Jaringan Tegangan Menengah Pada Feeder K.H. 05 (Case Study PLN ULP Kruenggukuh),” *J. Energi Elektr.*, vol. 12, no. 1, p. 24, 2023, doi: 10.29103/jee.v12i1.11708.
- [7] Q. Budiman, S. Mouton, L. Veenhoff, and A. Boersma, “Analisis Pengendalian Mutu di Bidang Industri Makanan,” *J. Inov. Penelit.*, vol. 1, no. 0.1101/2021.02.25.432866, pp. 1–15, 2021.
- [8] S. Daman, “Sistem Distribusi Tenaga Listrik,” *Univ. Indones.*, pp. 1–35, 2010.
- [9] I. Dunnas and H. Afrizoni, “Pengaruh Dimensi Kualitas Pelayanan Terhadap Kepuasan Pelanggan pada Pelanggan Premium PT. PLN (Persero) UP3 (Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan) Padang,” *Ekasakti Matua J. Manaj.*, vol. 1, no. 3, pp. 226–240, 2023, doi: 10.31933/emjm.v1i3.922.
- [10] Kelompok Kerja Standar Konstruksi Disribusi Jaringan Tenaga Listrik dan Pusat Penelitian Sains dan Teknologi Universitas Indonesia, “Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik,” *PT. PLN*, pp. 3–4, 2010.

- [11] Standar Perusahaan Umum Listrik Negara, “SPLN 41-10: 1991PENGHANTAR ALUMINIUM PADUAN BERSELUBUNG POLIETILEN IKAT SILANG (AAAC-S).” pp. 1–8, 1991.
- [12] P. P. (Persero) SPLN-41-8:1981, “Hantaran Aluminium Campur (AAAC),” pp. 1–15, 2019.
- [13] PT PLN (Persero), “KABEL PILIN UDARA BERISOLASI XLPE DAN BERSELUBUNG PVC (MVTIC) Spln 43-5-2 :1995,” vol. 20, no. 24, 1995, [Online]. Available: <https://adoc.pub/standar-konstruksi-jaringan-tegangan-menengah-tenaga-listrik.html>
- [14] R. Ardiansyah, “Perbandingan Penggunaan Compression Connector (Cco) Dan Tap Connector Pada Sambungan Rumah Terhadap Besarnya Losses Energi,” *Jur. Tek. Elektro Fak. Tek. Univ. Negeri Semarang*, 2017.
- [15] G. Milton, *Dasar-Dasar Teknik Listrik*. Jakarta, 1986.
- [16] H. A. Bakar, “Segitiga Daya dan Faktor Daya,” 2023.
- [17] K. D. Nurmahandy, I. H. Subuh, W. Aribowo, and M. Widyartono, “Analisis Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank Pada Penyulang Barata Pt Pln Ngagel Surabaya,” *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 261–270, 2021.
- [18] T. Sukmadi and B. Winardi, “Perhitungan Dan Analisis Keseimbangan Beban Pada Sistem Distribusi 20 Kv Terhadap Rugi-Rugi Daya (Studi Kasus Pada Pt. Pln Upj Slawi),” *Transmisi*, vol. 11, no. 1, pp. 47–52, 2009.
- [19] A. B. Ar Rahman, “Optimalisasi Penempatan Kapasitor Bank Untuk Memperbaiki Kualitas Daya Pada Sistem Kelistrikan Pt. Semen Indonesia Aceh Menggunakan Metode Genetic Algorithm (Ga),” *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.16123.
- [20] S. Berto Agu, R. Gianto, and Fitriah, “Evaluasi Perbaikan Losses dan Faktor Daya pada Jaringan Listrik PT Wilmar Cahaya Indonesia Tbk - Pontianak,” *Univ. Tanjungpura*, vol. 10, no. 6, pp. 1–11, 2022.
- [21] H. Basri, *Sistem Distribusi Daya Listrik*. 1997.
- [22] L. Tugas, A. Diii, P. Studi, D. Teknik, J. T. Elektro, and P. N. Bali, “Analisa pengaruh penggantian konduktor aaac ke mvtic pada penyulang kerambitan,” 2021.
- [23] D. I. Pt, P. L. N. Persero, U. Pandaan, and K. Rohmat, “ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI Abstrak,” no. 4, pp. 186–192, 2023.

- [24] M. Ishaq, "Listrik Dinamik 1 : Hukum OHM, Rangkaian Hambatan dan Hukum Kirchoff," *Fis. Dasar/Listrik-Magnet/ Elektrodin. 1*, pp. 1–15, 2018.
- [25] et al. Gendro, *Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*, no. March. 2022.
- [26] T. Handharu Sworo and A. Hermawan, "Analysis and Prediction of Indonesia Stock Exchange (IDX) Stock Prices Using Long Short Term Memory (LSTM) Algorithm," pp. 177–185, 2024, doi: 10.32996/jests.
- [27] I. W. Jondra, I. G. S. Widharma, and I. N. Sunaya, "Insulation resistance and breakdown voltage analysis for insulator cover type YSL-70AP," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1450, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1450/1/012040.
- [28] W. Jondra, I. Widharma, and N. Sunaya, "Performance Insulator Cover Type : YSL-70-AP Post Voltage Break Down Test," *Log. J. Ranc. Bangun dan Teknol.*, vol. 20, no. 2, pp. 95–98, 2020, doi: 10.31940/logic.v20i2.1784.