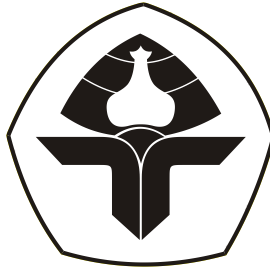


LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

**ANALISIS *UPRATING* PENGHANTAR JARINGAN TEGANGAN RENDAH
35 MM² KE 70 MM² UNTUK MEMPERBAIKI *DROP* TEGANGAN
GARDU KU 0001 PADA PENYULANG KUBU**



Oleh:

I Putu Duta Satya Prananda
NIM. 1915333026

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2022**

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII
Diajukan Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

**ANALISIS *UPRATING* PENGHANTAR JARINGAN TEGANGAN RENDAH
35 MM² KE 70 MM² UNTUK MEMPERBAIKI *DROP* TEGANGAN
GARDU KU 0001 PADA PENYULANG KUBU**



Oleh:

I Putu Duta Satya Prananda
NIM. 1915333026

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2022**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS *UPRATING* PENGHANTAR JARINGAN TEGANGAN RENDAH 35
MM² KE 70 MM² UNTUK MEMPERBAIKI *DROP* TEGANGAN GARDU KU
0001 PADA PENYULANG KUBU**

Oleh:

I Putu Duta Satya Prananda
NIM. 1915333026

Tugas Akhir ini diajukan untuk
menyelesaikan Program Studi Diploma III
di
Program Studi DIII Teknik Listrik
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Disetujui Oleh:

Pembimbing I

I Ketut Darminta, S.ST., M.T.
NIP. 197112241994121001

Pembimbing II

Ni Wayan Rasmihini, S.ST., M.T.
NIP. 196408131990032002

Disahkan Oleh

Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Bali

Ir. Y. W. Raka Ardana, M.T.
NIP. 196705021993031005

LEMBAR PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Putu Duta Satya Prananda
NIM : 1915333026
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 Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul *ANALISIS UPRATING PENGHANTAR JARINGAN TEGANGAN RENDAH 35 MM² KE 70 MM² UNTUK MEMPERBAIKI DROP TEGANGAN GARDU KU 0001 PADA PENYULANG KUBU*.

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bukit Jimbaran, Agustus 2022
Yang menyatakan



METERAI
TEMPEL
0096AJX813303210

(I Putu Duta Satya Prananda)

LEMBAR PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Putu Duta Satya Prananda
NIM : 1915333026
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 Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul *ANALISIS UPRATING PENGHANTAR JARINGAN TEGANGAN RENDAH 35 MM² KE 70 MM² UNTUK MEMPERBAIKI DROP TEGANGAN GARDU KU 0001 PADA PENYULANG KUBU*.

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bukit Jimbaran, Agustus 2022
Yang menyatakan




(I Putu Duta Satya Prananda)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul "Analisis *Uprating* Penghantar Jaringan Tegangan Rendah 35 mm² ke 70 mm² untuk Memperbaiki *Drop* Tegangan Gardu KU 0001 Pada Penyulang Kubu" ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan kelulusan Program Pendidikan Diploma III pada Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis menghadapi berbagai tantangan dan hambatan. Namun selaras dengan tantangannya, penulis juga banyak mendapat bantuan dan kerja sama dari banyak pihak. Oleh karena itu, tepat dan selayaknya bila pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.eCom selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
4. Bapak I Ketut Darminta, S.ST., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama Tugas Akhir di Politeknik Negeri Bali yang telah banyak memberi masukan dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Ni Wayan Rasmini S.ST., M.T., selaku Dosen Pembimbing Pendamping Tugas Akhir di Politeknik Negeri Bali yang telah banyak memberi masukan dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Ketut Alit Adi Saputra, selaku Supervisor Teknik Unit Layanan Pelanggan Karangasem PT PLN (Persero) dan Seluruh staff serta pegawai yang bertugas di PT PLN (Persero) ULP Karangasem
7. Seluruh Keluarga Penulis yang penulis cintai yang senantiasa mendukung dan mendoakan penulis selama menyusun Tugas Akhir ini.
8. Rekan-rekan, serta seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan saran, ide dan dukungan hingga selesainya penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari keterbatasan pengetahuan dan keterampilan yang tercermin baik secara langsung maupun tidak langsung pada Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengapresiasi saran dan rekomendasi konstruktif yang dapat diberikan. Akhir kata, penulis berharap Tugas Akhir ini dapat membantu pihak-pihak yang berkaitan dan bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya.

Bukit Jimbaran, Agustus 2022
Yang menyatakan

(I Putu Duta Satya Prananda)

ABSTRAK

I Putu Duta Satya Prananda
Perencanaan/Analisis Sistem

Analisis *Uprating* Penghantar Jaringan Tegangan Rendah 35 mm² ke 70 mm² untuk Memperbaiki *Drop* Tegangan Gardu KU 0001 Pada Penyulang Kubu

Penelitian ini membahas tentang analisis dampak *uprating* penghantar terhadap nilai *drop* tegangan yang terjadi pada Jurusan B Gardu Distribusi KU 0001. Jurusan ini mengalami *drop* tegangan sebesar 46 V atau 11,5% yang sudah melebihi standar variasi tegangan menurut SPLN No.1 Tahun 1995 yaitu di bawah 10%. Hal tersebut menyebabkan tegangan ujung jurusan B hanya sebesar 345 V. Gangguan *drop* tegangan ini kemudian diperbaiki dengan metode *uprating* penghantar. *Uprating* dilakukan dengan mengganti penghantar existing dengan luas penampang 35 mm² menjadi 70 mm². Setelah *uprating* dilakukan, penulis menganalisis hasil *uprating* dengan bantuan simulasi ETAP 12.6 dan perhitungan manual. Nilai Tegangan ujung pada simulasi dan perhitungan manual secara berurutan meningkat dari 355,7 V menjadi 373,4 V dan dari 354,7 V menjadi 372,1 V. Sedangkan nilai *Drop* tegangan pada simulasi dan perhitungan manual secara berurutan mengalami penurunan dari 44,32 V menjadi 26,68 atau 6,7% dan dari 36,3 V menjadi 18,9 V atau 4,8%. Kedua hasil pengukuran menunjukkan *drop* tegangan telah sesuai dengan standar yang berlaku. Perbedaan hasil simulasi dan perhitungan manual dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya kondisi alat ukur, transformator dan penghantar yang tidak ideal, dan beban yang fluktuatif sehingga dapat mempengaruhi pengukuran langsung. Faktor-faktor tersebut tidak mempengaruhi hasil simulasi ETAP 12.6 karena telah diatur untuk memberikan hasil simulasi yang ideal.

Kata Kunci: *Drop* Tegangan, *Uprating* Penghantar, ETAP 12.6

ABSTRACT

I Putu Duta Satya Prananda
Planning/System Analysis

Analysis of 35 mm² to 70 mm² Low Voltage Network Conductor Uprating to Repair Voltage Drop at KU 0001 Substation in Kubu Feeder

This study discusses the analysis of the impact of uprating conductors on the voltage drop that occurs in Line B of KU 0001 Substation. This branch experienced a voltage drop of 46 V or 11.5% which has exceeded the voltage variation standard according to SPLN No. 1 of 1995, which is below 10%. This causes the terminal B voltage to only reach 345 V. This voltage drop issue is then corrected by the conductor uprating method. Uprating is done by replacing the existing conductor with cross-sectional area of 35 mm² to 70 mm². After the uprating is done, the authors analyze the results of the uprating with the help of ETAP 12.6 simulation and manual calculations. The value of the terminal voltage in the simulation and manual calculation is increased from 355,7 V to 373,4 V and from 354,7 V to 372,1 V respectively. While the value of the voltage drops in the simulation and manual calculations decreased from 44,32 V to 26,68 or 6,7% and from 36,3 V to 18,9 V or 4,7% respectively. Both measurement results show that the voltage drop has been in accordance with applicable standards. Differences between simulation results and manual calculations can be caused by several factors, including the conditions of measuring instruments, transformers and conductors that are not ideal, and fluctuating loads that can affect direct measurements. These factors do not affect the simulation results of ETAP 12.6 because it has been set to provide ideal simulation results.

Keywords: Voltage Drop, Conductor Uprating, ETAP 12.6

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN PLAGIARISME	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I.....	I-1
1.1. Latar Belakang.....	I-1
1.2. Rumusan Masalah.....	I-3
1.3. Batasan Masalah	I-3
1.4. Tujuan Tugas Akhir	I-3
1.5. Manfaat Tugas Akhir	I-4
1.6. Sistematika Tugas Akhir	I-4
BAB II.....	II-1
2.1. Teori Dasar.....	II-1
2.1.1. Hukum Kirchhoff.....	II-1
2.1.2. Hukum Ohm	II-2
2.2. Kajian Pustaka	II-3
2.2.1. Penelitian Terdahulu	II-3
2.2.2. Sistem Kelistrikan PT PLN ULP Karangasem	II-4
2.2.3. Gardu Distribusi	II-5
2.2.4. Transformator Distribusi	II-8
2.2.5. Papan Hubung Bagi Tegangan Rendah	II-9
2.2.6. Jaringan Tegangan Rendah	II-11
2.2.7. Penghantar Jaringan Tegangan Rendah	II-11
2.2.8. Kuat Hantar Arus.....	II-12
2.2.9. Daya Listrik	II-14
2.2.10. Resistansi Saluran Distribusi.....	II-15
2.2.11. Induktansi dan Reaktansi Saluran Distribusi	II-16

2.2.12. <i>Drop</i> Tegangan	II-16
2.2.13. Standar Variasi Tegangan	II-18
2.2.14. Pemasangan Gardu Sisipan	II-19
2.2.15. <i>Uprating</i> Penghantar Jaringan Tegangan Rendah	II-20
2.2.16. ETAP 12.6	II-20
BAB III	III-1
3.1. Jenis Penelitian	III-1
3.2. Lokasi Penelitian Tugas Akhir	III-1
3.4. Tahapan Penelitian	III-2
3.4.1. Pengumpulan Data	III-3
3.4.2. Pengolahan Data	III-4
3.4.3. Analisis Data	III-4
3.4.4. Hasil Yang Diharapkan	III-5
BAB IV	III-1
4.1. Gambaran Umum Gardu KU 0001	IV-1
4.2. <i>Drop</i> Tegangan pada Gardu KU 0001	IV-6
4.2.1. Laporan <i>Drop</i> Tegangan pada Jurusan B	IV-7
4.2.2. Analisis KHA dan Luas Penampang Jurusan B	IV-8
4.2.3. Analisis Pembebanan Transformator Gardu Distribusi KU 0001	IV-9
4.3. Analisis <i>Uprating</i> Penghantar pada <i>Drop</i> Tegangan Jurusan B	IV-10
4.3.1. Perbaikan <i>Drop</i> Tegangan Jurusan B dengan <i>Uprating</i> Penghantar	IV-10
4.3.2. Analisis Metode <i>Uprating</i> Penghantar dengan Perhitungan Manual	IV-11
4.4. Analisis <i>Drop</i> Tegangan dengan Bantuan ETAP 12.6	IV-15
4.5.1. Simulasi Jurusan B dalam ETAP 12.6	IV-15
4.5.2. Simulasi <i>Uprating</i> Penghantar pada ETAP 12.6	IV-24
4.5.3. Simulasi Pemasangan Gardu Sisip pada ETAP 12.6	IV-26
4.5.4. Simulasi Pemasangan Jurusan Baru pada ETAP 12.6	IV-29
4.5. Evaluasi Metode Perbaikan <i>Drop</i> Tegangan Jurusan B	IV-32
4.5.5. Metode <i>Uprating</i> Penghantar untuk <i>Drop</i> Tegangan Jurusan B	IV-32
4.5.6. Metode Alternatif untuk <i>Drop</i> Tegangan Jurusan B	IV-38
BAB V	V-1
5.1. Kesimpulan	V-1
5.2. Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. KHA Kabel Pilin Tegangan Rendah Berinti Aluminium Berisolasi XLPE Atau PVC Pada Suhu Keliling 30°C [1].....	II-13
Tabel 2. 2. <i>Health Index</i> Persentase Pembebanan Arus TR tserhadap KHA Penghantar [10].....	II-13
Tabel 2. 3. <i>Health Index</i> Persentase Pembebanan Transformator[10].....	II-19
Tabel 2. 4. Elemen Aplikai ETAP 12.6.	II-21
Tabel 4. 1. Data Gardu KU 0001	IV-2
Tabel 4. 2. Spesifikasi Transformator KU 0001	IV-2
Tabel 4. 3. Pengukuran Beban Gardu KU 0001.....	IV-3
Tabel 4. 4. Pengukuran Tegangan Pangkal Gardu KU 0001	IV-3
Tabel 4. 5. Pengukuran Tegangan Ujung Jurusan B	IV-4
Tabel 4. 6. Persentase Tegangan Ujung Jurusan B	IV-4
Tabel 4. 7. Beban Setiap Tiang Jurusan B	IV-5
Tabel 4. 8. Data Teknis Pendukung.....	IV-6
Tabel 4. 9. Pengukuran Tegangan Ujung Jurusan B Sesudah Uprating Penghantar..	IV-11
Tabel 4. 10. Persentase Tegangan Ujung Jurusan B Sesudah Uprating Penghantar..	IV-11
Tabel 4. 11. Hasil Perhitungan Manual Sebelum Uprating Penghantar.....	IV-13
Tabel 4. 12. Hasil Perhitungan Manual Sesudah Uprating Penghantar	IV-14
Tabel 4. 13. Data Hasil Simulasi Kondisi Awal Jurusan B pada Report Manager	IV-22
Tabel 4. 14. Rincian Hasil Simulasi Kondisi Awal Jurusan B	IV-23
Tabel 4. 15. Hasil Simulasi Kondisi Awal Jurusan B.....	IV-23
Tabel 4. 16. Data Hasil Simulasi Sesudah Uprating Penghantar pada Report Manager	IV-25
Tabel 4. 17. Rincian Hasil Simulasi Sesudah Uprating Penghantar	IV-25
Tabel 4. 18. Hasil Simulasi Sesudah Uprating Penghantar.....	IV-26
Tabel 4. 19. Data Hasil Simulasi Sesudah Pemasangan Gardu Sisipan pada Report Manager	IV-28
Tabel 4. 20. Rincian Hasil Simulasi Sesudah Pemasangan Gardu Sisipan.....	IV-28
Tabel 4. 21. Hasil Simulasi Sesudah Pemasangan Gardu Sisipan	IV-29
Tabel 4. 22. Data Hasil Simulasi Sesudah Pemasangan Jurusan Baru pada Report Manager	IV-31
Tabel 4. 23. Rincian Hasil Simulasi Sesudah Pemasangan Jurusan Baru	IV-31
Tabel 4. 24. Hasil Simulasi Sesudah Pemasangan Jurusan Baru	IV-32
Tabel 4. 25. Nilai Tegangan Ujung dan Drop Tegangan pada Perhitungan Manual..	IV-33
Tabel 4. 26. Nilai Tegangan Ujung dan Drop Tegangan pada ETAP 12.6.....	IV-34
Tabel 4. 27. Perbandingan Nilai Pengukuran dan Simulasi ETAP 12.6 Sebelum dan Sesudah Uprating Penghantar	IV-36
Tabel 4. 28. Perbandingan Hasil Simulasi Metode Alternatif pada ETAP 12.6.....	IV-38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Rangkaian Hukum I Kirchhoff	II-1
Gambar 2. 2. Rangkaian Hukum II Kirchhoff	II-2
Gambar 2. 3. <i>Single Line Diagram</i> JTM ULP Karangasem [6]	II-5
Gambar 2. 4. Gardu distribusi KU0024	II-6
Gambar 2. 5. Gardu beton [7]	II-7
Gambar 2. 6. Gardu portal dan single line diagram terkait [7]	II-7
Gambar 2. 7. Gardu cantol	II-8
Gambar 2. 8. Transformator distribusi	II-9
Gambar 2. 9. Papan hubung bagi tegangan rendah	II-10
Gambar 2. 10. Jaringan tegangan rendah	II-11
Gambar 2. 11. Penghantar NFA2X-T	II-12
Gambar 2. 12. Segitiga daya	II-14
Gambar 2. 13. Tampilan ETAP 12.6	II-20
Gambar 3. 1. Diagram alir penelitian	III-2
Gambar 4. 1. Gardu distribusi KU 0001	IV-1
Gambar 4. 2. Peta jurusan B gardu distribusi KU 0001	IV-4
Gambar 4. 3. Laporan gangguan pelanggan	IV-7
Gambar 4. 4. Perbedaan ukuran penghantar 35 mm ² dan 70 mm ²	IV-10
Gambar 4. 5. Diagram satu garis sisi sumber	IV-16
Gambar 4. 6. Diagram satu garis sisi beban jurusan B	IV-16
Gambar 4. 7. Tampilan editor penyulang	IV-17
Gambar 4. 8. Tampilan editor transformator	IV-18
Gambar 4. 9. Tampilan editor dan library penghantar inlet gardu	IV-19
Gambar 4. 10. Tampilan editor dan library penghantar JTR	IV-19
Gambar 4. 11. Tampilan editor dan library penghantar SR	IV-20
Gambar 4. 12. Tampilan editor phase adapter	IV-20
Gambar 4. 13. Tampilan editor beban	IV-21
Gambar 4. 14. Simulasi kondisi awal jurusan B	IV-22
Gambar 4. 15. Simulasi dari sisi beban sesudah uprating penghantar	IV-24
Gambar 4. 16. Simulasi dari sisi beban sesudah pemasangan gardu sisipan	IV-27
Gambar 4. 17. Simulasi dari sisi beban sesudah pemasangan jurusan baru	IV-30
Gambar 4. 18. Grafik tegangan ujung pada perhitungan manual sebelum dan sesudah uprating penghantar	IV-33
Gambar 4. 19. Grafik drop tegangan pada perhitungan manual sebelum dan sesudah uprating penghantar	IV-34
Gambar 4. 20. Grafik tegangan ujung pada ETAP 12.6 sebelum dan sesudah uprating penghantar	IV-35
Gambar 4. 21. Grafik drop tegangan pada ETAP 12.6 sebelum dan sesudah uprating penghantar	IV-35
Gambar 4. 22. Grafik perbandingan nilai tegangan ujung dari perhitungan dan simulasi ETAP 12.6	IV-36
Gambar 4. 23. Grafik perbandingan nilai drop tegangan dari perhitungan dan simulasi ETAP 12.6	IV-36
Gambar 4. 24. Grafik perbandingan hasil tegangan ujung dari simulasi metode alternatif	IV-39
Gambar 4. 25. Grafik perbandingan hasil drop tegangan dari simulasi metode alternatif	IV-39

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar L. 1. Diagram satu garis Penyulang Kubu	L-1
Gambar L. 2. Simulasi kondisi awal Jurusan 2 Gardu KU 0001 pada ETAP 12.6.....	L-5
Gambar L. 3. Simulasi sesudah uprating penghantar pada ETAP 12.6	L-9
Gambar L. 4. Simulasi sesudah pemasangan gardu sisip pada ETAP 12.6.	L-14
Gambar L. 5. Simulasi sesudah pemasangan jurusan baru pada ETAP 12.6.....	L-18
Gambar L. 6. Spesifikasi penghantar NFA2X-T	L-22
Gambar L. 7. Nameplate dan penampilan gardu distribusi KU 0001.....	L-24
Gambar L. 8. Pengukuran tegangan gardu	L-25
Gambar L. 9. Pengukuran arus gardu	L-25

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Listrik merupakan sebuah kebutuhan yang sangat penting di zaman modern ini. Seiring dengan perkembangan teknologi, penggunaan energi listrik pada peralatan sehari-hari menjadi semakin lekat pada kehidupan manusia. Memenuhi kebutuhan listrik masyarakat Indonesia merupakan tanggung jawab utama dari PT PLN (Persero) yang merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dalam bidang penyediaan tenaga listrik. Bidang usaha PT PLN (Persero) yang berperan dalam menyalurkan tenaga listrik kepada masyarakat adalah bidang distribusi tenaga listrik. Dalam pelaksanaannya, bidang distribusi menyuplai tenaga listrik melalui sistem distribusi tenaga listrik.

Sistem distribusi adalah sistem yang berfungsi mendistribusikan tenaga listrik kepada para pemanfaat [1]. Sistem distribusi jaringan tegangan menengah (JTM) dimulai dari gardu induk (GI) sisi 20 KV yang tersalurkan menuju gardu distribusi untuk diturunkan tegangannya oleh trafo menjadi tegangan rendah. Jaringan tegangan rendah (JTR) dimulai dari sisi sekunder trafo menuju papan hubung bagi tegangan rendah (PHB TR) yang kemudian akan disalurkan kepada pelanggan berdasarkan arah jurusannya. Sebagai penyedia tenaga listrik PT PLN (Persero) dituntut oleh masyarakat selaku konsumen untuk dapat menyediakan tenaga listrik yang berkualitas baik [2]. Baik buruknya sistem penyaluran dan distribusi tenaga listrik terutama adalah ditinjau dari kualitas tegangan yang diterima pada sisi pelanggan. Untuk memastikan kualitas ini PT PLN (Persero) senantiasa mengupayakan proses distribusi tenaga listrik yang optimal dan andal demi menjamin kepuasan pelanggan.

Namun pada kenyataannya, mustahil untuk mencapai proses penyaluran atau distribusi tenaga listrik yang sempurna tanpa adanya masalah apapun. Salah satu masalah yang paling umum terjadi adalah *drop* tegangan atau tegangan jatuh. Tegangan *drop* menyebabkan peralatan listrik milik pelanggan tidak dapat bekerja secara optimal dikarenakan peralatan tidak menerima masukan energi listrik yang sesuai dengan rating (nilai) tegangan rendah sisi pelanggan standar milik PT PLN (Persero) yaitu 230/400 volt

[3]. Salah satu gardu yang terindikasi mengalami tegangan *drop* di wilayah kerja PT PLN (Persero) ULP Karangasem adalah Gardu Distribusi KU 0001.

Gardu Distribusi KU 0001 merupakan salah satu gardu yang berada di dalam wilayah kerja PT PLN (Persero) ULP Karangasem. Gardu ini memiliki transformator dengan kapasitas 160 kVA dengan tegangan pangkal antara fasa rata-rata sebesar 391 V. Gardu KU 0001 menyuplai tenaga listrik menuju 2 jurusan yaitu Jurusan B dan Jurusan D. Jurusan yang mengalami *drop* tegangan adalah jurusan B dengan tegangan ujung antara fasa R-S sebesar 345 V. Setelah melakukan perhitungan, drop tegangan yang terjadi di jurusan B adalah sebesar 46 V atau 11,5% dari tegangan nominal antara fasa 400 V. Nilai tegangan tersebut sudah melewati batas jatuh tegangan pada jaringan tegangan rendah maksimal 10% [3]. Dimana dari batas jatuh tegangan tersebut, nilai tegangan tiga fasa minimal adalah 360 V. Hal ini tentu akan mempengaruhi keandalan dan kualitas mutu pelayanan PT PLN (Persero) ULP Karangasem. Oleh karena itu, perlu dilakukan sebuah tindakan pemeliharaan korektif yang dapat memperbaiki tegangan *drop* pada gardu KU 0001.

Untuk memperbaiki tegangan yang *drop* dapat dilakukan beberapa metode, mulai dari menaikkan tap changer pada trafo distribusi, melakukan uprating penghantar, hingga dengan melakukan manajemen trafo jika gardu mengalami overblast. Pada kasus tegangan *drop* di gardu KU 0001, metode yang dipilih adalah uprating penghantar jaringan tegangan rendah. Uprating penghantar jaringan merupakan sebuah metode atau cara untuk mengatasi jatuh tegangan dengan mengganti penghantar yang lebih besar [4]. Metode ini dipilih melihat kondisi KU 0001 yang hingga kini masih menggunakan penghantar dengan luas penampang 35 mm² yang sudah terlalu kecil untuk beban yang disuplai. Uprating penghantar juga dipilih karena beban di wilayah pelanggan merupakan kawasan pariwisata dan pemukiman yang sedang berkembang. Oleh karena itu, diharapkan metode uprating ini dapat menjadi investasi aset yang lebih optimal jika dibandingkan dengan metode pemeliharaan korektif untuk tegangan *drop* lainnya.

Berdasarkan hal tersebut, dilakukanlah *uprating* atau penggantian kabel dengan luas penampang yang lebih besar yaitu dari ukuran luas penampang 35 mm² menjadi 70 mm² pada gardu KU 0001 jurusan B (arah Timur) untuk memperbaiki *drop* tegangan yang terjadi sehingga tegangan yang diterima oleh pelanggan sesuai dengan standar SPLN No. 1 Tahun 1995 dan meningkatkan kualitas mutu pelayanan tenaga listrik di wilayah kerja

PT PLN (Persero) ULP Karangasem. Untuk menganalisis dampak dari kegiatan ini, penulis menggunakan metode perhitungan manual berdasarkan pengukuran langsung dan dibantu dengan simulasi aplikasi ETAP versi 12.6. Selain untuk menganalisis dampak dari metode *uprating* penghantar yang telah dilakukan, aplikasi ETAP 12.6 juga digunakan untuk mensimulasikan beberapa metode perbaikan *drop* tegangan lain dapat menjadi alternatif dari metode perbaikan yang telah dilakukan dan juga sebagai referensi dalam pilihan metode perbaikan drop tegangan untuk gangguan sejenis ke depannya.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibuat oleh penulis, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh *uprating* penghantar terhadap *drop* tegangan pada gardu KU 0001 PT PLN (Persero) ULP Karangasem?
2. Bagaimana perbandingan hasil simulasi ETAP 12.6 dan pengukuran *drop* tegangan pada Gardu Distribusi KU 0001 sebelum dan sesudah dilakukan *uprating* penghantar?

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah yang telah dibuat oleh penulis, ruang lingkup pembahasan dibatasi dalam rangka mendapatkan pembahasan yang lebih terarah. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini:

1. Perbandingan *drop* tegangan menggunakan ETAP 12.6 dan pengukuran di lapangan;
2. Kondisi pembebanan trafo gardu KU 0001 dianggap seimbang;
3. Hanya membahas *drop* tegangan yang terjadi pada jurusan B (arah Timur) gardu KU 0001.

1.4. Tujuan Tugas Akhir

Adapun tujuan yang diharapkan dicapai penulis dalam penulisan tugas akhir ini, yaitu:

1. Mengetahui pengaruh *uprating* penghantar terhadap *drop* tegangan pada gardu KU 0001 PT PLN (Persero) ULP Karangasem.
2. Mengetahui perbandingan hasil simulasi ETAP 12.6 dan pengukuran *drop* tegangan pada Gardu Distribusi KU 0001 sebelum dan sesudah dilakukan *uprating* penghantar.

1.5. Manfaat Tugas Akhir

Adapun manfaat yang diharapkan dicapai penulis dalam penulisan tugas akhir ini, yaitu:

1. Dapat mengetahui pengaruh uprating penghantar terhadap *drop* tegangan pada gardu KU 0001 PT PLN (Persero) ULP Karangasem.
2. Dapat mengetahui perbandingan hasil simulasi ETAP 12.6 dan pengukuran *drop* tegangan pada Gardu Distribusi KU 0001 sebelum dan sesudah dilakukan uprating penghantar.

1.6. Sistematika Tugas Akhir

Adapun sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Merupakan bagian yang berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika Tugas Akhir.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Merupakan bagian yang berisi teori-teori dasar yang menunjang dalam pembahasan.

BAB III : METODOLOGI

Merupakan bagian yang berisi tempat dan waktu penelitian, teknik pengambilan data, jenis data yang diperlukan, teknik pengolahan data, dan alur penelitian.

BAB IV : PEMBAHASAN DAN ANALISIS

Merupakan bagian yang berisi data nilai *drop* tegangan pada sumber dan ujung jaringan tegangan rendah dan pengaruh metode uprating penghantar terhadap nilai *drop* tegangan pada gardu KU 0001.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan bagian yang berisikan tentang kesimpulan serta saran dari keseluruhan pembahasan dan analisis data.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisis yang telah dilakukan oleh penulis, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut ini:

1. Kegiatan *uprating* penghantar jaringan tegangan rendah dari 35 mm² menjadi 70 mm² dapat memperbaiki nilai drop tegangan pada jurusan B Gardu Distribusi KU 0001. Dampak positif ini dapat dilihat dari hasil perhitungan manual berdasarkan pengukuran langsung dan simulasi ETAP 12.6. Pada hasil perhitungan manual, tegangan ujung yang awalnya sebesar 354,7 V bertambah menjadi 372 V setelah dilakukannya *uprating* penghantar. Drop tegangan berkurang dari 36,3 V atau 9,1% menjadi 18,9 V atau 4,7% dari tegangan nominal 400 V. Kemudian berdasarkan hasil simulasi ETAP 12.6, tegangan ujung yang pada mulanya sebesar 355,7 V meningkat menjadi 373,4 V. Drop tegangan berkurang dari sebesar 44,32 V atau 11,1% menjadi 26,68 V atau 6,7% dari tegangan nominal 400 V. Berdasarkan hasil drop tegangan dari metode perhitungan dan simulasi ETAP 12.6, *uprating* penghantar dari 35 mm² menjadi 70 mm² mampu mengurangi nilai drop tegangan yang terjadi pada Jurusan B Gardu Distribusi KU 0001. Nilai drop tegangan yang pada awalnya melebihi 10% dapat berkurang menjadi sekitar 6% yang mana telah memenuhi standar variasi tegangan menurut SPLN No. 1 Tahun 1995.
2. Terdapat perbedaan di antara hasil pengukuran langsung dan simulasi pada aplikasi ETAP 12.6. Secara keseluruhan, hasil simulasi tegangan ujung pada aplikasi ETAP 12.6 lebih besar daripada hasil pengukuran langsung. Perbedaan nilai tegangan ujung ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti alat ukur, transformator, penghantar, dan beban. Hasil pengukuran langsung dapat dipengaruhi oleh kondisi alat ukur yang tidak ideal saat digunakan dalam pengukuran, kondisi transformator dan penghantar yang terdegradasi seiring berjalannya waktu dan besar beban yang tidak bisa diprediksi. Sedangkan hasil simulasi ETAP 12.6 terbebas dari pengaruh ketidaksempurnaan komponen jaringan tersebut karena telah diatur untuk memberikan hasil pengukuran yang ideal.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan oleh penulis berdasarkan penulisan tugas akhir yang telah dilaksanakan

1. Untuk meningkatkan tingkat akurasi dan presisi dari pengukuran langsung di lapangan, alat ukur harus senantiasa dipastikan dalam kondisi ideal untuk mengukur. Alat ukur sebaiknya dikalibrasi kembali setiap sebelum melakukan pengukuran. Daya baterai alat ukur juga harus dipastikan dalam kondisi bagus agar tidak mempengaruhi hasil pengukuran.
2. Kepada pihak PT PLN (Persero) agar mempertimbangkan pilihan untuk melakukan *uprating* penghantar untuk memperbaiki jaringan yang mengalami *drop* tegangan karena metode *uprating* penghantar telah dibuktikan dapat menjadi solusi perbaikan *drop* tegangan pada jaringan distribusi tenaga listrik tegangan rendah yang efektif namun tetap efisien secara biaya.
3. Kepada pihak PLN (Persero) agar mempertimbangkan alternatif metode perbaikan *drop* tegangan lain seperti pemasangan gardu sisip ataupun pemasangan jurusan baru. Hal ini dilakukan agar penanganan gangguan *drop* tegangan efektif dan efisien sehingga menjadi tepat guna.
4. Kepada pihak akademisi yang akan melanjutkan penelitian sejenis agar menambah metode analisis. Semakin banyak metode analisis yang digunakan maka dampak dari metode *uprating* penghantar terhadap *drop* tegangan akan semakin teruji dan terkonfirmasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT. PLN (Persero). 2010. *Buku 1 tentang Kriteria Disain Enjinering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*. Keputusan Direksi PT PLN (Persero) No. 475.K/DIR/2010.
- [2] Widharma, I G. S., & Sunaya, I N. (2015). Analisis menentukan keandalan sistem distribusi dengan pemanfaatan aplikasi algoritma genetika berbasis pemrograman Matlab. *Matrix*, 5(1), 19-26.
- [3] SPLN No.1. 1995. *Tegangan-Tegangan Standar*. Jakarta : PT. PLN (Persero).
- [4] Firmansyah. 2012. *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Padang : Politeknik Negeri Padang.
- [5] Mohamad Ishaq, U. (2005). HUKUM OHM-KIRCHOFF.
- [6] PT PLN (Persero) ULP Karangasem, *Single Line Diagram JTM ULP Karangasem Tahun 2022*, Karangasem: PT PLN (Persero) ULP Karangasem, 2022
- [7] PT. PLN (Persero). 2010. *Buku 4 tentang Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan GH*. Keputusan Direksi PT PLN (Persero) No. 605.K/DIR/2010.
- [8] Siburian, J. (2019). Karakteristik transformator. *JURNAL TEKNOLOGI ENERGI UDA: JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, 8(01), 21-28.
- [9] PT. PLN (Persero). 2010. *Buku 3 tentang Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah Tenaga Listrik*. Keputusan Direksi PT PLN (Persero) No. 473.K/DIR/2010.
- [10] Direksi, P. T. (2014). PLN (Persero), “Edaran Direksi PT PLN (Persero) Nomor: 0017. E/DIR/2014 Tentang Metode Pemeliharaan Trado Distribusi Berbasis Kaidah Manajemen Aset.
- [11] Fauzan, R. A., & Wiranata, R. A. *Rangkaian Segitiga Daya (E8)*.
- [12] Halliday, Resnick. ”Fundamentals of Physics – 9th Eddition”
- [13] Shavira, R. A., Wahyu, E., & Fathima, I. (2013). RANGKAIAN SEGITIGA DAYA. *no, 1*, 1-6.
- [14] Abdullah, D., & Badaruddin, B. (2020). Analisa Perbaikan Penampang Penghantar Guna Mengurangi Drop Tegangan dan Simulasi Etap 16.0 Pada JTR GD KRDB di Wilayah Kerja PT. PLN (Persero) ULP Serang Kota. *Jurnal Teknologi Elektro*, 11(1), 24-31.

- [15] Sholikin, M. W., Suwarno, S., & Mowaviq, M. I. (2020). *ANALISIS PERBAIKAN JATUH TEGANGAN DENGAN METODE UPRATING PENGHANTAR PADA JARINGAN TEGANGAN RENDAH GARDU DISTRIBUSI GD CTO PT. PLN (PERSERO) ULP LEMBANG* (Doctoral dissertation, IT PLN).
- [16] Direksi PT. PLN (Persero). 1997. *Kursus Operasi dan Pemeliharaan Distribusi TR*. Tuntungan : PT. PLN (Persero).
- [17] Frank D. Petruzella, *Elektronik Industri*, Jakarta: Andi Offset, 2001.
- [18] Ardiani, Prima.R dan Multa, Lesnanto. 2013. *Modul Pelatihan Etap*. Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.