

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII
ANALISIS *DROP* TEGANGAN JARINGAN TEGANGAN RENDAH
PADA GARDU DISTRIBUSI PB0002 DI PENYULANG JATILUWIH



POLITEKNIK NEGERI BALI

Disusun oleh:

I Gusti Agung Gede Giri Danaputra

1915313062

PROGRAM STUDI D-III TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI

2022

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

Diajukan Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma DIII

**ANALISIS *DROP* TEGANGAN JARINGAN TEGANGAN RENDAH
PADA GARDU DISTRIBUSI PB0002 DI PENYULANG JATILUWIH**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Disusun oleh:

I Gusti Agung Gede Giri Danaputra

1915313062

PROGRAM STUDI D-III TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2022

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS *DROP* TEGANGAN JARINGAN TEGANGAN RENDAH
PADA GARDU DISTRIBUSI PB0002 DI PENYULANG JATILUWIH**

Oleh:

I Gusti Agung Gede Giri Danaputra

1915313062

Tugas Akhir ini Diajukan untuk
Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

di

Program Studi D-III Teknik Listrik
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali

Disetujui

Oleh:

Pembimbing I



I Gusti Agung Made Sunaya, ST., MT.

NIP. 196406161990031003

Pembimbing II



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

NIP. 196807061994031003

Disahkan oleh:

Jurusan Teknik Elektro

Ketua

Ketua
I Wayan Kaka Ardana, MT.

NIP. 196705021993031005

LEMBAR PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : I Gusti Agung Gede Giri Danaputra
Nim : 1915313062
Program Studi : D-III Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bali Hak Bebas *Royalty Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)* atas karya ilmiah saya yang berjudul **ANALISI DROP TEGANGAN JARINGAN TEGANGAN RENDAH PADA GARDU DISTRIBUSI PB0002 DI PENYULANG JATILUWIH** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas *Royalty Noneksklusif* ini Politeknik Negeri Bali berhak menyimpan, mengalihmedia atau mengalihformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta sebagai pemilik Hak Cipta.

Jimbaran, Agustus 2022



I Gusti Agung Gede Giri Danaputra

FORM PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : I Gusti Agung Gede Giri Danaputra

Nim : 1915313062

Program Studi : D-III Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir berjudul “ ANALISIS *DROP* TEGANGAN JARINGAN TEGANGAN RENDAH PADA GARDU DISTRIBUSI PB0002 DI PENYULANG JATILUWIH” adalah betul – betul karya sendiri dan bukan menjeplak hasil karya orang lain. Hal – hal yang bukan karya saya dalam Tugas Akhir tersebut diberi tanda sitasi 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.

Jimbaran, Agustus 2022



I Gusti Agung Gede Giri Danaputra

KATA PENGHATAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini yang berjudul **“Analisis Drop Tegangan Jaringan Tegangan Rendah Pada Gardu Distribusi PB0002 Di Penyulang Jatiluwih”** dapat diselesaikan tepat waktu Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan program Pendidikan Diploma III paada Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.

Dalam penyusunan penelitian ini banyak kendala yang penulis hadapi, Namun berkat bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak semuanya kendala tersebut dapat teratasi. Untuk itu, penulis mengucapkan terimakasih sebesar – besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE.,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 Teknik Listrik.
4. Bapak I Gusti Agung Made Sunaya, ST., MT selaku Dosen Pembimbing utama dalam Tugas Akhir.
5. Bapak DR. Ir. I Wayan Jondra, M.Si. selaku Dosen Pembimbingan pendamping dalam Tugas Akhir
6. Bapak Putu Adi Maha Putra selaku Manager PT PLN (Persero) ULP Tabanan.
7. Bapak I Dewa Gede Putra Wiraatmaja selaku Pembimbing di lapangan
8. Keluarga dan teman – teman yang telah banyak memberikan dukungan moril maupun materi dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini.

Penulis sangat menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan – kesalahan di dalam penulisan ini. Kritik dan saran akan penulis terima demi kesempurnaan penelitian ini.

Tabanan, Agustus 2022

Penulis

ANALISIS *DROP* TEGANGAN JARINGAN TEGANGAN RENDAH PADA GARDU DISTRIBUSI PB0002 DI PENYULANG JATILUWIH

I GUSTI AGUNG GEDE GIRI DANAPUTRA

ABSTRAK

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik dari pembangkit hingga bisa sampai ke konsumen di mana penyaluran tenaga listrik menuju ke pelanggan, sangat diperhitungkan. Dalam peraturan *drop* tegangan sesuai SPLN No. 72 : 1987 bahwa batas *drop* tegangan yang diijinkan untuk Jaringan Tegangan Rendah ialah 4% dari tegangan kerja. *Drop* ini disebabkan dari berbagai hal. Dengan kata lain tegangan yang direncanakan lebih tinggi dari pada tegangan yang diharapkan atau tegangan yang digunakan untuk menyalakan beban kelistrikan. Pada transformator PB0002 jurusan D pada penyulang Jatiluwih, Menurut perhitungan mendapat nilai *drop* tegangan di tiang D10 tidak melebihi 4% sesudah melewati tiang D10 *drop* tegangan yang terjadi pada tiang D11,D12,D13 s/d D24 dengan nilai tegangan diterima adalah fase R= 198,13 V, fase S = 200,84 V dan fase T = 201,72 V nilai melebihi 4%. Solusi untuk mengatasi *drop* tegangan pada Gardu Distribusi PB0002 yaitu dengan cara penggantian kabel LVCT $3 \times 35 \text{mm}^2 + 1 \times 50 \text{mm}^2$ ke kabel LVTC $3 \times 95 \text{mm}^2 + 1 \times 50 \text{mm}^2$. Dengan penggantian kabel ini tegangan terima akan menjadi fase R = 216,39 V, fase S = 218,00 V dan fase T = 219,56 V sehingga memenuhi standar yang berlaku.

Kata Kunci : Sistem Distribusi, *Drop* Tegangan, Jaringan Tegangan Rendah

ANALYSIS *DROP* OF LOW VOLTAGE NETWORK VOLTAGE AT DISTRIBUTION SUBTS PB0002 IN FIELD JATILUWIH

I GUSTI AGUNG GEDE GIRI DANAPUTRA

ABSTRACT

The distribution system is part of the electric power system from the generator to the consumer where the distribution of electricity to the customer is very taken into account. In the regulation of *drop* according to SPLN No. 72 : 1987 that the *drop* allowable voltage *drop* is caused by various things. In other words, the planned voltage is higher than the expected voltage or the voltage used to power the electrical load. In the transformer PB0002 majoring D on the Jatiluwih feeder, according to the calculation, the value of the *drop* on the D10 pole does not exceed 4% after passing through the D10 pole the *drop* that occurs on the D11, D12, D13 to D24 pole with the received voltage value is phase R = 198,13 V, phase S = 200.84 V and phase T = 201.72 V the value exceeds 4%. The solution to overcome *drop* at the PB0002 Distribution Substation is by replacing the LVCT cable $3 \times 35 \text{mm}^2 + 1 \times 50 \text{mm}^2$ to the LVTC cable $3 \times 95 \text{mm}^2 + 1 \times 50 \text{mm}^2$. With this cable replacement, the receiving voltage will be phase R = 216.39 V, phase S = 218.00 V and phase T = 219.56 V so that it meets applicable standards.

Keywords: Distribution System, *Drop* , Low Voltage Network

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	iii
FORM PERNYATAAN PLAGIARISME	iv
KATA PENGHATAR	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.3 Batasan Masalah.....	I-2
1.4 Tujuan	I-2
1.5 Manfaat Penelitian	I-3
BAB II LANDASAN TEORI.....	II-1
2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	II-1
2.1.1 Sistem Jaringan Distribusi Primer	II-1
2.1.2 Sistem Jaringan Distribusi Sekunder	II-2
2.2 Jaringan Radial.....	II-2
2.3 Jaringan Loop.....	II-2
2.4 Jaringan Spindle	II-3
2.5 Gardu Distribusi	II-4
2.5.1 Gardu Beton.....	II-4
2.5.2 Gardu Portal.....	II-5
2.5.3 Gardu Cantol.....	II-6
2.5.4 Gardu Kios.....	II-6
2.6 Jaringan Tegangan Rendah	II-7
2.7 Kawat Penghantar	II-7

2.8	<i>Drop</i> Tegangan.....	II-8
2.9	Segitiga Daya	II-10
2.10	Faktor Keserempakan (<i>Coincidence Factor</i>)	II-12
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....		III-1
3.1	Tempat Penelitian.....	III--1
3.2	Metode Pengambilan Data	III-1
3.2.1	Metode Studi Literatur.....	III-1
3.2.2	Metode Observasi	III-1
3.2.3	Metode Wawancara	III-2
3.2.4	Metode Dokumentasi.....	III-2
3.3	Pengolahan Data.....	III-2
3.4	Analisa Data	III-3
3.5	Hasil Yang Diharapkan	III-3
3.6	Diagram Alir Penelitian	III-4
BAB IV PEMBAHASAN		IV-1
4.1	Gambaran Umum Gardu Distribusi PB0002	IV-1
4.2	Data Teknis	IV-1
4.2.1	Data Penghantar.....	IV-1
4.2.2	Data Transformator.....	IV-2
4.2.3	Data Pengukuran Nilai Tegangan	IV-3
4.2.3.1	Peralatan Cara dan Tahapan Pengukuran Tegangan.....	IV-3
4.2.3.2	Hasil Pengukuran	IV-4
4.2.4	Data Pengukuran Arus Saluran.....	IV-5
4.2.4.1	Peralatan Cara dan Tahapan Pengukuran Arus.....	IV-5
4.2.4.2	Data Hasil Pengukuran Arus.....	IV-7
4.2.5	Data Faktor Daya.....	IV-8
4.2.5.1	Peralatan Cara dan Tahapan Pengukuran Faktor Daya.....	IV-8
4.2.5.2	Data Hasil Pengukuran Faktor Daya.....	IV-9
4.2.6	Data Pendukung.....	IV-11
4.3	Pembahasan.....	IV-15
4.3.1.	Perhitungan	IV-15
4.4	Analisis.....	IV-31

4.4.1	Analisis <i>Drop</i> Tegangan	IV-31
4.4.2	Analisis Penyebab <i>Drop</i> Tegangan.....	IV-31
4.4.3	Analisis Solusi <i>Drop</i> Tegangan	IV-31
BAB V PENUTUP		V-1
5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran.....	V-1
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jaringan Radial.....	II-2
Gambar 2. 2 Jaringan Loop.....	II-3
Gambar 2.3 Jaringan Spindel.....	II-3
Gambar 2.4 Gardu Beton	II-5
Gambar 2.5 Gardu Portal	II-5
Gambar 2.6 Gardu Cantol.....	II-6
Gambar 2.7 Gardu Kios	II-6
Gambar 2.8 Segitiga Daya.....	II-11
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	III-4
Gambar 4.1 Foto Saat Melakukan Pengukuran	IV-3
Gambar 4.2 Tampilan Hasil Display Pengukuran	IV-4
Gambar 4.3 Foto Saat Melakukan Pengukuran	IV-6
Gambar 4.4 Tampilan Hasil Display Pengukuran	IV-6
Gambar 4.5 Hasil Cos ϕ	IV-9
Gambar 4.6 Foto Kegiatan Saat Mencari Cos ϕ	IV-9
Gambar 4.7 <i>Single Line</i> Diagram Jurusan D Gardu Distribusi PB0002.....	IV-11

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ukuran Kabel JTR Merk Supreme Nilai Resistansi dan Nilai Reaktansi	II-8
Tabel 4.1 Data Spesifikasi Penghantar Gardu Distribusi PB0002.....	IV-1
Tabel 4.2 Spesifikasi Gardu Distribusi PB0002	IV-2
Tabel 4.3 Data Hasil Pengukuran Tegangan Pangkal Saat Waktu Beban Puncak	IV-4
Tabel 4.4 Data Hasil Pengukuran Tegangan Pangkal Luar Waktu Beban Puncak	IV-5
Tabel 4.5 Data Hasil Pengukuran Arus Saat Waktu Beban Puncak	IV-7
Tabel 4.6 Data Hasil Pengukuran Arus Saat Luar Waktu Beban Puncak	IV-8
Tabel 4.7 Data Hasil $\cos \phi$	IV-10
Tabel 4.8 Daya Pelanggan Jurusan D Gardu Distribusi PB0002	IV-12
Tabel 4.9 Data Hasil Perhitungan Nilai Resistansi dan Reaktansi Jurusan D	IV-16
Tabel 4.10 Data Hasil Perhitungan Besar Arus Pada Jurusan D	IV-18
Tabel 4.11 Data Hasil Perhitungan Persentase <i>Drop</i> Tegangan Pertiang Jurusan D	IV-24
Tabel 4.12 Data Hasil Perhitunga Nilai Resistansi dan Reaktansi Jurusan D	IV-25
Tabel 4.13 Data Hasil Perhitungan Persentase <i>Drop</i> Tegangan Pertiang Jurusan D	IV-30
Tabel 4.14 Sebelum dan Sesudah Perbaikan_	IV-32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Single Line</i> Diagram Jurusan D.....	L-1
Lampiran 2 . <i>Single Line</i> Diagram Penyulang Jatiluwih	L-2

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era sekarang ini umumnya letak dari pusat – pusat pembangkit listrik jauh dari pusat beban. Salah satu penyebabnya adalah kebutuhan pada energi listrik ini sudah menjadi kebutuhan primer masyarakat dimana kebutuhan energi listrik terus meningkat sesuai dengan tingkat pertumbuhan penduduk maupun tingkat pendapatan perkapita dari penduduk, sehingga terus diupayakan mencari sumber pembangkit listrik yang pada umumnya letaknya jauh dari pusat beban. Terkait dengan kemajuan teknologi di zaman ini, mutu pelayanan untuk menyediakan tenaga listrik menjadi peranan utama dalam menunjang kebutuhan listrik dalam keseharian manusia.

Listrik digunakan untuk berbagai bidang kegiatan, baik kegiatan perusahaan, industri, maupun rumah tangga yang semakin hari semakin meningkat. Dalam penyaluran energi listrik tersebut tentunya mempunyai standar tegangan tersendiri yang ditetapkan pihak PLN untuk menjamin mutu tegangan tersebut sampai di pelanggan. Dimana standar tegangan sampai ke pelanggan 230/400 volt. Tegangan listrik pada jaringan distribusi tegangan rendah yang sampai ke pelanggan sering kali jauh lebih rendah dari tegangan standar. Pengaturan tegangan dan turun tegangan berdasarkan SPLN No.72 : 1987 batas *drop* tegangan yang diijinkan untuk Jaringan Tegangan Rendah maksimum 4% dari tegangan kerja, dengan nilai *drop* tegangan yang besar maka akan mengakibatkan kerugian. Faktor – faktor yang dapat mempengaruhi besarnya nilai *drop* tegangan yaitu arus yang mengalir pada penghantar terlalu tinggi dan terlalu besarnya impedansi atau tahanan dalam kabel [1].

Seiring dengan tingkat pemakaian listrik yang besar, maka *drop* tegangan merupakan permasalahan yang sering terjadi di dalam sistem penyaluran energi listrik baik dari pembangkit menuju transmisi serta dari transmisi menuju distribusi. Yang salah satunya terjadi pada Gardu Distribusi PB0002 Penyulang Jatiluwih yang memiliki kapasitas trafo 100 kVA dan memiliki 2 jurusan yaitu jurusan B dan jurusan D yang terletak di Jl. Dukuh Penebel, Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan. Pada jaringan tegangan rendah Gardu PB0002 menyuplai 579 pelanggan dengan panjang penghantar jurusan B 1,4 km

dengan menggunakan kabel LVTC $3 \times 70 \text{mm}^2 + 1 \times 50 \text{mm}^2$ dan jurusan D 2,025 km dengan menggunakan kabel LVTC $1 \times 35 \text{mm}^2 + 1 \times 50 \text{mm}^2$. Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan oleh pihak PLN, dimana Gardu PB0002 mengalami *drop* tegangan yang mencapai 5% pada Jurusan D yang sudah melebihi standar.

Berkait dengan permasalahan tersebut, penulis pada kesempatan ini ingin menganalisa *drop* tegangan yang terjadi pada trafo PB0002 dengan mengangkat judul “**Analisis Drop Tegangan Jaringan Tegangan Rendah Pada Gardu Distribusi PB0002 Di Penyulang Jatiluwih**”. Dengan ini diharapkan dapat mengetahui besarnya *drop* dan penyebab terjadinya *drop* tegangan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa besar *drop* tegangan di jurusan D pada gardu distribusi PB0002?
2. Apa penyebab terjadinya *drop* tegangan di jurusan D pada gardu distribusi PB0002?
3. Bagaimana cara mengatasi *drop* tegangan di jurusan D pada gardu distribusi PB0002?

1.3 Batasan Masalah

1. Tidak menghitung *drop* tegangan yang terjadi pada saluran rumah (SR)
2. Tidak menghitung rugi daya.
3. Tidak menghitung rugi daya pada saluran rumah (SR)

1.4 Tujuan

1. Dapat menghitung besar nilai *drop* tegangan di jurusan D pada gardu distribusi PB0002
2. Dapat mengetahui penyebab *drop* tegangan di jurusan D pada gardu distribusi PB0002
3. Dapat mengetahui cara mengatasi *drop* tegangan di jurusan D pada gardu distribusi PB0002

1.5 Manfaat Penelitian

1. Bagi Penulis

Merupakan suatu kesempatan untuk mengaplikasikan teori yang diperoleh di bangku kuliah dengan apa yang terjadi di lapangan sehingga dapat menambah wawasan.

2. Bagi Perusahaan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran bagi perusahaan mengenai besar nilai drop tegangan yang terjadi.

3. Bagi Politeknik Negeri Bali

Sebagai tambahan baru bahan bacaan di perpustakaan yang nantinya bisa digunakan sebagai acuan dalam penelitian berikutnya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dan analisis yang telah dilakukan pada Gardu Distribusi PB0002 jurusan D dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai persentase *drop* tegangan yang terjadi pada jurusan D Gardu Distribusi PB0002 sebelum melewati tiang D10 tidak melebihi standar PLN sebesar 4%, namun sesudah melewati tiang D10 *drop* tegangan yang terjadi pada tiang D11 ,D12 ,D13 s/d D24 dengan nilai tegangan diterima adalah fasa R = 198,13 V, fasa S = 200,84 V dan fasa T = 201,72 V nilai melebihi standar *drop* tegangan PLN sebesar 4%.
2. Adapun penyebab dari *drop* tegangan yang terjadi pada jurusan D Gardu Distribusi PB0002 Penyulang Jatiluwih di sebabkan karena pertumbuhan beban atau pelanggan yang tidak terkontrol, memiliki saluran yang panjang, ukuran diameter memakai luas penampang diameter kecil, dimana semakin kecil diameter maka *drop* tegangan yang terjadi juga semakin besar atau dengan kata lain semakin besar diameter kabel maka *drop* tegangan semakin kecil.
3. Solusi yang di berikan penulis dalam tugas akhir ini adalah untuk mengatasi *drop* tegangan yang terjadi pada jurusan D Gardu Distribusi PB0002 Penyulang Jatiluwih adalah dengan cara penggantian kabel yang terpasang pada jurusan D Gardu Distribusi PB0002 penyulang Jatiluwih dengan semula menggunakan kabel LVTC dengan ukuran $3 \times 35 \text{mm}^2 + 1 \times 50 \text{mm}^2$ dan diganti dengan kabel LVTC dengan ukuran $3 \times 95 \text{mm}^2 + 1 \times 50 \text{mm}^2$. Dengan penggantian kabel ini tegangan terima akan menjadi fasa R = 216,39 V, fasa S = 218,00 V dan fasa T = 219,56 V sehingga memenuhi standar yang berlaku.

5.2 Saran

Adapun saran yang ingin disampaikan oleh penulis untuk mengatasi permasalahan yang terjadi pada Gardu Distribusi PB0002 jurusan D Penyulang Jatiluwih. Melakukan pengantian kabel LVTC $3 \times 95 \text{mm}^2 + 1 \times 50 \text{mm}^2$ agar

memperkecil nilai *drop* tegangan untuk memenuhi standar PLN No.72 : 1987 yang telah ditentukan untuk meningkatkan kualitas penyaluran energi listrik ke pelanggan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kelompok Pembakuan Bidang Distribusi dan Kelompok Kerja Peralatan Uji, SPLN 72: 1987, *Spesifikasi desain untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR)*. Jakarta: PT.PLN (Persero), 1987.
- [2] Suhadi, & Wrahatnolo, T, “Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1”, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jendral” M’anaajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [3] Siregar. 2011. Studi Perbaikan Faktor Daya Pada Sistem Radial 20 KV Analisis Menggunakan Etap.Laporan Tugas Akhir. Jurusan Teknik Elektro Universitas Sumatra Utara.
- [4] Syufrijal, & Monantun, R, “Jaringan Distribusi Tenaga Listrik”, 2014.
- [5] AS Pabla dan Abdul Hadi, ‘ *Sistem Distribusi Daya Listrik*”, Jakarta: Penerbit Erlangga, 1991.
- [6] PT PLN (Persero), “Buku 4 Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik”, Jakarta Selatan: PT PLN (Persero), 2010.
- [7] Febriana, Ramdan. 2022, Januari 29. *Gardu Distribusi Listrik. Warriornux*.
- [8] Made Suartika, I Wayan Arta Wijaya, “*Rekonfigurasi Jaringan Tegangan Rendah (JTR) Untuk Memperbaiki Drop Tegangan Di Daerah Banjar Tulangnyuh Klungkung*”,Jurnal Teknik Elektro Bali : Universitas Udayana, 2010..
- [9] Anonim, *Buku 1 Kriteria Disain Enjinering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*, Jakarta Selatan: PT PLN (Persero), 2010.
- [10] Badaruddin,”*Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Trafo Distribusi Proyek Rusunami Gading Icon*,”. Jakarta, 2012.
- [11] Maulana Yazid Al Annuri, “*ANALISIS PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI*”, Pekanbaru : Universitas Andalas, 2015.
- [12] Al Hidayah, Iqbal, dkk.”Faktor Keserempakan Beban Terhadap Pemilihan Kapasitas Transformator Distribusi Perumahan,”Fakultas Teknik Universitas Tidar, Magelang, 2021.