

SKRIPSI

**ANALISA RUGI-RUGI DAYA DAN JATUH TEGANGAN JARINGAN
DISTRIBUSI TEGANGAN MENENGAH 20 KV PADA PENYULANG
KIKIM GARDU INDUK SUNGAI JUARO PALEMBANG**



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas
Teknik Universitas Sriwijaya**

OLEH

ISMATULLAH

03041381924113

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA RUGI-RUGI DAYA DAN JATUH TEGANGAN JARINGAN
DISTRIBUSI TEGANGAN MENENGAH 20 KV PADA PENYULANG
KIKIM GARDU INDUK SUNGAI JUARO PALEMBANG



SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh:

ISMATULLAH
03041381924113

Palembang, 14 Juli 2023

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Wirawan Adipradana, S.T., M.T
NIP. 198601122015041001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU
NIP. 197103141999031005

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ismatullah

NIM : 03041381924113

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Universtias Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin*: 17%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “Analisa Rugi-Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 KV Pada Penyulang Kikim Gardu Induk Sungai Juaro Palembang” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Palembang, 13 Juli 2023




Ismatullah

NIM.03041381924113

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kuantitas skripsi ini mencukupi sebagai mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan :  _____

Pembimbing Utama : Wirawan Adipradana, S.T., M.T

Tanggal : 14/Juli/2023

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan
dibawah ini:

Nama : Ismatullah
NIM : 03041381924113
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya
Jenis Karya : Skripsi

Demi pembangunan ilmu pengetahuan , menyetujui untuk memberikan
kepada Universitas Sriwijaya Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non – exclusive
Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

ANALISA RUGI-RUGI DAYA DAN JATUH TEGANGAN JARINGAN DISTRIBUSI TEGANGAN MENENGAH 20 KV PADA PENYULANG KIKIM GARDU INDUK SUNGAI JUARO PALEMBANG

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan Hak Bebas Royalti
Noneklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih,
media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan
mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap
mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Palembang
Tanggal: 13 Juli 2023



Ismatullah

NIM.03041381924113

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah.SWT dan tak lupa penulis haturkan shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW, karena atas berkat, rahmat dan karunia-Nya hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir penulis dengan judul “ Analisa Rugi-Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 Kv Pada Penyulang Kikim Gardu Induk Sungai Juaro Palembang “.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih secara khusus kepada Bapak Dr. Ir. H. Syamsuri Zaini, M.M., selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan arahan dan masukan selama pembuatan tugas akhir hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir penulis. Selain itu penulis juga menyampaikan rasa terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat meraih gelar sarjana di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknis Univeristas Sriwijaya, yaitu kepada:

1. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Alm. Husin Ibrahim dan Ibu Nurbani, selaku orang tua dari penulis yang selalu memberikan doa, nasihat, dukungan serta arahan kepada penulis.
2. Pembimbing tugas akhir penulis yaitu Bapak Wirawan Adipradana, ST. M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan arahan dan masukan selama pembuatan tugas akhir hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir penulis.
3. Bapak Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc., dan Ibu Dr. Herlina, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji.
4. DR. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T.,IPM. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.

6. Ibu Dr. Eng Suci Dwijiyanti, S.T., M.S. selaku sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
7. Seluruh Dosen dan Staf Pegawai dalam lingkungan Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
8. Rekan – rekan satu pembimbing sebagai tempat bertukar pikiran dalam penulisan tugas akhir ini. (Muhammad Afif Akbar, Ayu Septiani, Fahri Huzaini Nasution, dan Al- Fikri).
9. Keluarga besar Teknik Elektro 2019, kampus Palembang Universitas Sriwijaya, serta Kakak dan Adik tingkat Teknik Elektro 2017-2021 Universitas Sriwijaya.
10. Serta pihak-pihak yang sangat membantu di dalam skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam pembuatan tugas akhir ini masih banyak ketidaksempurnaan. Oleh karenanya dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran membangun yang dapat penulis jadikan sebagai masukan agar dapat lebih baik kedepannya. Penulis juga berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat dan juga menambah ilmu pengetahuan bagi kita semua.

Palembang, Mei 2023

Penulis,



Ismatullah

NIM. 03041381924113

ABSTRAK

ANALISA RUGI-RUGI DAYA DAN JATUH TEGANGAN JARINGAN DISTRIBUSI TEGANGAN MENENGAH 20 KV PADA PENYULANG KIKIM GARDU INDUK SUNGAI JUARO PALEMBANG

(Ismatullah, 03041381924113, 2023, 43 halaman)

Energi listrik merupakan salah satu jenis energi utama yang dibutuhkan bagi peralatan listrik yang telah karena seberapa baik teknologi yang berguna bagi manusia, telah berkembang menjadi aspek penting dalam kehidupan. Pada penelitian ini penulis akan menghitung rugi-rugi daya semu. Karena jarak yang cukup jauh antara saluran distribusi dan beban, akan terjadi penurunan tegangan dan rugi-rugi saat mengalirkan energi listrik ke sistem distribusi. Meskipun tidak mungkin untuk sepenuhnya mencegah kehilangan daya dan penurunan tegangan karena peralatan sistem kelistrikan tidak 100% efisien, memastikan bahwa semua yang terjadi masih dalam batas standar yang telah ditentukan. Dengan menggunakan metode Pengumpulan Data Untuk mendapatkan informasi tentang penyulang Gardu Induk Kikim Sungai Juaro Palembang, prosedur pengumpulan data dilakukan secara *on-site*, menghitung nilai rugi daya dan jatuh tegangan pada jaringan distribusi, dan Mengolah data daya yang hilang dan tegangan yang jatuh pada penyulang sistem jaringan distribusi dimasukkan kerumus dan dianalisa. Didapatkanlah pada penyulang Kikim Gardu Induk Sungai Juaro Palembang, besar nilai rugi-rugi daya yang terjadi adalah 13.540,258 Watt serta jatuh tegangan yang terjadi sebesar 267,8339 V dengan persentase 1,35%. Lalu Berdasarkan SPLN 1:1995 tentang batas standar jatuh tegangan sistem distribusi 20 kV yaitu +5% dan -10% dan juga nilai rugi-rugi daya semimum mungkin, maka rugi-rugi daya dan jatuh tegangan yang terjadi pada penyulang Kikim masih sesuai dengan standar yang telah ditetapkan

Kata kunci: Sistem Distribusi, Jatuh Tegangan, Rugi-Rugi Daya , Penyulang, Gardu Induk.

ABSTRACT

ANALYSIS OF POWER LOSS AND VOLTAGE LOSS OF THE 20 KV MEDIUM VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK IN KIKIM SUNGAI JUARO PALEMBANG SUBSTATION

(Ismatullah, 03041381924113, 2023, 43 pages)

Electrical energy is one of the main types of energy needed for electrical equipment that has developed because of how good technology is that is useful for humans, has developed into an important aspect of life. In this study the authors will calculate the apparent power loss. Because the distance is quite far between the distribution line and the load, there will be a decrease in voltage and losses when transferring electrical energy to the distribution system. Although it is impossible to completely prevent power loss and voltage drop due to electrical system equipment not being 100% efficient, ensuring that everything that occurs is within the standard limits that have been set. By using the data collection method to obtain information about the feeders of the Kikim Sungai Juaro Palembang substation, the data collection procedure was carried out on-site, calculating the value of the power loss and voltage drop in the distribution network, and processing data on the power loss and voltage drop in the feeder system. distribution network entered into the formula and analyzed. Obtained from the feeder Kikim Substation Juaro River Palembang, the value of the power losses that occur is 13.540,258 Watt and the voltage drop that occurs is 267,8339 V with a proportion of 1,35%. Then based on SPLN 1: 1995 concerning the standard limits for the 20 kV distribution system voltage drop, namely +5% and -10% and also the minimum power loss value, the power losses and voltage drop that occur in the Kikim feeder are still in accordance with the standard which has been set

Keywords: *Distribution System, Drop Voltage, Power Losses, Feeder, Substation*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR RUMUS.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Penelitian	3
1.6 Metode Penelitian.....	3
1.7 Sistematika penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	5
2.1.1 Pengertian Sistem Tenaga Listrik.....	5
2.2 Bagian Jaringan Distribusi	5
2.2.1 Gardu Induk.....	5
2.2.2 Transformator Distribusi	6
2.3 Sistem Distribusi Listrik.....	7
2.4 Jaringan Tegangan Menengah.....	7
2.5 Energi Listrik.....	7
2.6 Daya Listrik.....	8

2.6.1 Daya Aktif.....	8
2.6.2 Daya Reaktif.....	9
2.6.3 Daya Semu	10
2.7 Karakteristik Beban Pada Sistem Tenaga Listrik.....	11
2.8 Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM).....	11
2.8.1 Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM)	12
2.8.2 Komponen Utama Jaringan Distribusi Saluran Udara 20 Kv	13
2.9 Perhitungan Rugi-Rugi Daya	13
2.9.1 Rugi-Rugi Daya Saluran Distribusi.....	14
2.9.2 Rugi Transformator	15
2.10 Perhitungan Jatuh Tegangan	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1 Metodologi Penelitian	18
3.2 Lokasi dan Tempat Penelitian	19
3.3 Prosedur Analisis Data	19
3.4 Diagram Alir Penelitian	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Umum.....	22
4.2 Data Penelitian	22
4.2.1 <i>Single line Diagram</i> Penyulang Kikim	22
4.2.2 Data Panjang Dan Jenis Penghantar Penyulang Kikim.....	24
4.2.3 Data Beban dan Kapasitas Transformator Penyulang kikim.....	27
4.3 Perhitungan Arus Saluran Penyulang.....	30
4.4 Perhitungan Rugi-Rugi Daya Penyulang	33
4.5 Perhitungan Jatuh Tegangan Penyulang.....	36
4.6 Analisa.....	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Segitiga Daya	10
Gambar 2. 2 Kabel AAAC	12
Gambar 2. 3 Diagram Vektor	16
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	21

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....	19
Tabel 4. 1 Data Panjang dan Jenis Penghantar Penyulang Kikim	24
Tabel 4. 2 Nilai Impedansi pada Kabel Penghantar A3C dan A3CS.....	26
Tabel 4. 3 Nilai Impedansi pada Kabel Penghantar XLPE.....	27
Tabel 4. 4 Data Beban dan Kapasitas Transformator Penyulang Kikim	27
Tabel 4. 5 Nilai Arus Saluran pada Penyulang Kikim	31
Tabel 4. 6 Tabel Nilai Rugi-Rugi Daya Tiap Saluran Penyulang Kikim.....	34
Tabel 4. 7 Nilai Jatuh Tegangan Tiap Saluran Penyulang Kikim.....	37

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Daya.....	9
Rumus 2.2 Daya.....	9
Rumus 2.3 Daya Aktif 1 Fasa.....	8
Rumus 2.4 Daya Aktif 3 Fasa.....	9
Rumus 2.5 Daya Reaktif 1 Fasa.....	9
Rumus 2.6 Daya Reaktif 3 Fasa.....	9
Rumus 2.7 Hubungan Segitiga Daya.....	10
Rumus 2.8 Daya Semu 1 Fasa.....	10
Rumus 2.9 Daya Semu 3 Fasa.....	10
Rumus 2.10 Rugi Daya 1 Fasa.....	10
Rumus 2.11 Rugi Daya 3 Fasa.....	14
Rumus 2.12 Persentase Rugi Daya 3 Fasa.....	14
Rumus 2.13 Perubahan Nilai Tegangan.....	14
Rumus 2.14 Jatuh Tegangan Relatif.....	16
Rumus 2.15 Nilai EF.....	16
Rumus 2.16 Nilai FG.....	17
Rumus 2.17 Jatuh Tegangan Pada θ	17
Rumus 2.18 Jatuh Tegangan Sistem 1 Fasa.....	17
Rumus 2.19 Jatuh Tegangan Sistem 3 Fasa.....	17
Rumus 2.20 Jatuh Tegangan Sistem 3 Fasa.....	17

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu jenis energi utama yang dibutuhkan bagi peralatan listrik yang telah karena seberapa baik teknologi yang berguna bagi manusia, itu telah berkembang menjadi aspek penting dalam kehidupan. Kebutuhan akan konsumsi energi listrik yang lebih banyak disebabkan oleh pertumbuhan penduduk setiap tahun dan kemajuan teknologi. Agar kebutuhan energi listrik dapat terpenuhi, pertumbuhan kebutuhan konsumsi energi listrik harus dibarengi dengan ketersediaan energi listrik yang cukup.

Dalam rangka mendorong akses energi listrik Indonesia, PT. PLN (Persero), salah satu perusahaan penyedia tenaga listrik, terus berkembang. Untuk memenuhi kebutuhan konsumen, berbagai upaya telah dilakukan, antara lain pembangunan fasilitas pendukung ketenagalistrikan seperti pembangkit dan gardu induk baru serta pemeliharaan sistem kelistrikan yang ada agar dapat berfungsi dengan baik dan optimal.

Energi listrik pelanggan mula-mula dihasilkan di pusat pembangkit, kemudian disalurkan melalui saluran transmisi, tegangan diturunkan menjadi tegangan menengah di gardu induk, dan proses penyaluran listrik ke beban dilakukan melalui saluran distribusi. Saluran daya memiliki tiga macam jenis, daya aktif, semu, dan reaktif. Pada penelitian ini penulis akan menghitung rugi-rugi daya semu. Karena jarak yang cukup jauh antara saluran distribusi dan beban, akan terjadi penurunan tegangan dan rugi-rugi saat mengalirkan energi listrik ke sistem distribusi. Penurunan tegangan dan rugi daya dapat mengakibatkan kerugian baik bagi produsen maupun konsumen karena menurunkan kualitas dan efisiensi daya listrik. Meskipun tidak mungkin untuk sepenuhnya mencegah kehilangan daya dan penurunan tegangan karena peralatan sistem kelistrikan tidak 100% efisien, dimungkinkan untuk memastikan bahwa semua yang terjadi masih dalam batas standar yang telah ditentukan.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Deddi Nur Setiawan (2018) dari Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta tentang studi analisis susut daya listrik pada penyulang 20 kv gardu induk Wonogiri [1]. dan Andy Frediansyah [2]. (2018) dari Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Semarang tentang studi Analisa rugi daya pada jaringan distribusi tegangan menengah penyulang pandean lamper 06 di PT PLN Persero area Semarang diambil sebagai acuan dalam pembuatan tugas akhir penulis.

Oleh karena itu penulis akan melakukan analisa rugi-rugi daya dan jatuh tegangan jaringan distribusi tegangan menengah 20 KV pada penyulang Kikim Gardu Induk Sungai Juaro Palembang.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah menganalisis rugi-rugi daya dan jatuh tegangan pada penyulang GI Sungai Kikim Juaro Palembang dengan membandingkan nilai rugi-rugi dan jatuh tegangan yang dihitung menggunakan rumus terhadap batas baku yang telah ditetapkan oleh PT. PLN (Pesero) sesuai dengan SPLN 1:1995.

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan dilakukannya penelitian untuk tugas akhir ini, berdasarkan konteks dan sumber di atas:

1. Menghitung besar nilai rugi-rugi daya dan nilai jatuh tegangan yang terjadi pada penyulang Kikim Gardu Induk Sungai juaro.
2. Menganalisis dengan membandingkan nilai rugi-rugi daya dan jatuh tegangan yang diperoleh dengan batas toleransi standar nilai-nilai yang ditetapkan di PT. PLN (Persero) dalam SPLN 1:1995.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penyelesaian tugas akhir ini antara lain:

1. Dimungkinkan untuk menentukan apakah penting untuk melakukan penyesuaian pada saluran distribusi untuk menjaga keandalan dan optimalisasi saluran dengan menghitung nilai kehilangan daya dan penurunan tegangan pada penyulang Kikim.
2. Memberikan tambahan informasi dan pemahaman kepada penulis dan pembaca tentang jatuh tegangan dan rugi daya pada saluran distribusi 20 KV.

1.5 Batasan Penelitian

Hanya perhitungan dan analisis rugi daya dan penurunan tegangan pada jaringan distribusi tegangan menengah 20 KV penyulang gardu Kikim Sungai Juaro Palembang yang akan dibahas dalam permasalahan tugas akhir ini.

1.6 Metode Penelitian

Metode-metode penelitian yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini untuk mendapatkan data dan mencari bahan tambahan adalah:

1. Teknik Pengumpulan Data Untuk mendapatkan informasi tentang penyulang Gardu Induk Kikim Sungai Juaro Palembang, prosedur pengumpulan data dilakukan secara *on-site*.
2. Metode Studi Literatur Penulis menggunakan standar acuan yang masih digunakan dan masih dalam batas ketentuan untuk menghitung nilai rugi daya dan jatuh tegangan pada jaringan distribusi. mencari informasi sebagai bahan dan referensi tambahan.
3. Pengolahan Data Untuk mengetahui berapa daya yang hilang dan berapa tegangan yang jatuh pada penyulang sistem jaringan distribusi, penulis melakukan analisis dan perhitungan dengan menggunakan rumus.
4. Melakukan kegiatan konsultasi dan diskusi dengan pembimbing tugas akhir, sesama mahasiswa, dan individu yang mengetahui jaringan distribusi di gardu induk mengenai isu-isu yang tercakup dalam tugas akhir dan pembuatan penulisan tugas akhir.

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini secara garis besar dapat dibagi menjadi 5 (lima) bab, yaitu sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab pertama ini membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, metode penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab kedua menjelaskan tentang teori – teori dasar mengenai analisa rugi-rugi daya dan jatuh tegangan serta teori dan hal-hal yang masih memiliki kaitan dengan sistem distribusi tegangan menengah.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ketiga membahas tentang waktu dan tempat penelitian, langkah-langkah penelitian serta metode yang digunakan dalam melakukan perhitungan nilai rugi-rugi daya dan jatuh tegangan jaringan distribusi tegangan menengah.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab keempat menjelaskan tentang hasil perhitungan nilai rugi- rugi daya dan jatuh tegangan pada penyulang serta pembahasan analisa mengenai hasil perhitungan terhadap standar yang telah ditentukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Temuan dari penelitian yang telah selesai disajikan dalam bab kelima ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. N. U. R. Setiawan, P. Studi, T. Elektro, F. Teknik, and U. M. Surakarta, "Analisis susut daya listrik pada penyulang 20 kv gardu induk wonogiri," 2018.
- [2] A. Frediansyah, M. Facta, and S. Handoko, "Koordinasi Proteksi Relai Arus Lebih pada Sistem Distribusi Radial Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik," *Elektrika*, vol. 14, no. 1, p. 7, 2022, doi: 10.26623/elektrika.v14i1.4474.
- [3] W. D. Stevenson, *Analisis Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta: Erlangga, 1994.
- [4] A. Tanjung, "Rekonfigurasi Sistem Distribusi 20 Kv Gardu Induk Teluk Lembu Dan Pltmg Langgam Power Untuk Mengurangi Rugi Daya Dan Drop Tegangan," *J. Sains, Teknol. dan Ind.*, vol. 11, no. 2, pp. 160–166, 2014.
- [5] SPLN, "Spln 64 : 1985 Petunjuk Pemilihan dan Penggunaan Pelebur pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah," Dep. Pertamb. dan Energi Perusah. Umum List. Negara, vol. No.172/DIR, p. 64, 1985.
- [6] D. H. Afianto, "Studi Kelayakan Bahan Penghantar Saluran Udara Tegangan Menengah Pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20 Kv TYPE AAC, AAAC, AAAC-S PADA PT. PLN (Persero) AREA BANYUWANGI - RAYON GENTENG PENYULANG GAMBIRAN," 2015.
- [7] H. L. Latupeirissa, "Analisa Umur Pakai Transformator Distribusi 20 Kv Di Pt. Pln Cabang Ambon," *J. Simetrik*, vol. 8, no. 2, p. 126, 2018, doi: 10.31959/js.v8i2.101.
- [8] J. Siburian, "Karakteristik Transformator," *J. Teknol. Energi UDA*, vol. VIII, no. 1, pp. 21, 23, 2019.
- [9] Zuhail, *Dasar Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya*. 2000.
- [10] P. R. Pratama, Y. Yusmartato, Akhiruddin, and R. Nasution, "Analisis Pengaman Transformator Distribusi 400 kVA Dengan Fuse Cut Out," *Bul. Utama Tek.*, vol. 15, no. 1, pp. 24–28, 2019, [Online].Available: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/view/1868>

- [11] L. S. P. S. M. Nolki Jonal Hontong, Maickel Tuegeh ST. MT., “Analisa Rugi Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Di Pt. Pln Palu,” J. Tek. Elektro dan Komput., vol. 4, no. 1, pp. 64–71, 2015.
- [12] A. Frediansya, “Analisis Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Tegangan Menengah