SKRIPSI

ANALISIS PERBANDINGAN RUGI-RUGI DAYA DAN TEGANGAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI PENYULANG RAFLESIA DI PT. PLN (Persero) ULP MUARA ENIM MENGGUNAKAN PERHITUNGAN MANUAL DAN SIMULASI ETAP 12.6

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Sriwijaya

Oleh :

MUHAMMAD ALFAQIH

03041381621100

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERBANDINGAN RUGI-RUGI DAYA DAN TEGANGAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI PENYULANG RAFLESIA DI PT. PLN (PERSERO) ULP MUARA ENIM MENGGUNAKAN PERHITUNGAN MANUAL DAN SIMULASI ETAP 12.6

Dibuat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

pada Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

MUHAMMAD ALFAQIH

03041381621100

Palembang, 02 Desember 2021

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP :197108141999031005

Menyetujui,
Pembimbing Utama

Dr. Herlina, S.T.,M.T
NIP : 198007072006042004

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

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

Tanda Tangan :_____

Pembimbing Utama :Dr. Herlina, S.T., M.T.

Tanggal : ___2____/__Desember__/__2021_____

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Muhammad Alfaqih
NIM : 03041381621100
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

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

ANALISIS PERBANDINGAN RUGI-RUGI DAYA DAN TEGANGAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI PENYULANG RAFLESIA DI PT. PLN (PERSERO) ULP MUARA ENIM MENGGUNAKAN PERHITUNGAN MANUAL DAN SIMULASI ETAP 12.6

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif 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
Pada tanggal: 2 Desember 2021

Muhammad Alfaqih

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Alfaqih
NIM : 03041381621100
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul **Analisis Perbandingan Rugi-Rugi Daya Dan Tegangan pada Jaringan Distribusi Penyulang Raflesia di PT. PLN (Persero) Ulp Muara Enim Menggunakan Perhitungan Manual Dan Simulasi ETAP 12.6.** merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Palembang, 02 Desember2021

Muhammad Alfaqih
NIM. 03041381621100

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT. Serta salam dan sholawat kepada junjungan nabi Muhammad SAW, keluarga serta sahabat. Dengan rahmat dan ridho Allah SWT. Penulis dapat membuat skripsi ini dengan judul "Analisis Perbandingan Rugi-Rugi Daya dan Tegangan Pada Jaringan Distribusi Penyulang Raflesia Di PT. PLN (Persero) ULP Muara Enim Menggunakan Perhitungan Manual dan Simulasi Etap 12.6".

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Dr. Herlina, S. T., M. T. Selaku dosen pembimbing tugas akhir yang mana telah memberikan bimbingan, nasihat, arahan serta bantuan kepada penulis dari awal hingga terselesaikannya tugas akhir ini. Disamping itu penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini juga tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak lain, maka penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H Joni Arliansyah, MT. Selaku dekan fakultas teknik universitas sriwijaya.
2. Bapak Muhammad Abu Bakar Siddik, S. T., M. Eng., Ph. D. Selaku ketua jurusan Teknik Elektro.
3. Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S. T., M. S. Selaku sekretaris jurusan Teknik Elektro
4. Dosen Penguji Bapak Dr. Ir. H Syamsuri, M. M., Bapak Ir. Rudyanto Thayib, M. Sc., Bapak Ir. Antonius Hamdadi, M. S., dan Bapak Wirawan Apriandana, S. T., M. T.
5. Ibu Puspa Kurniasari, S. T., M. T. Selaku dosen pembimbing akademik yang memberikan arahan serta bimbingan dalam menentukan mata kuliah yang harus diambil.
6. Segenap Dosen dan Staf jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

7. Keluarga saya Ayahanda Ngadenan, Ibunda Ade Rosmanah dan Kakak Mohamad Ikbal yang telah mendoakan dan memberikan dukungan sepenuhnya baik materi maupun moril serta motivasi selama proses penulisan tugas akhir ini.
8. Bapak Riski Putra selaku pembimbing dalam pengambilan data sekaligus karyawan di PT. PLN (Persero) ULP Muara Enim.
9. Teman grup kenti yang selalu memberikan semangat dan mendoakan saya.
10. Teman-teman angkatan 2016 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga uraian ini dapat bermanfaat untuk kita semua.

Palembang, oktober 2021

Muhammad Alfaqih

ABSTRAK

ANALISIS PERBANDINGAN RUGI-RUGI DAYA DAN TEGANGAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI PENYULANG RAFLESIA DI PT. PLN (PERSERO) ULP MUARA ENIM MENGGUNAKAN PERHITUNGAN MANUAL DAN SIMULASI ETAP 12.6

(Muhammad Alfaqih,03041381621100,2021)

Energi listrik sangat dibutuhkan bagi kehisupan sehari-hari, Penggunaan energi oleh konsumen haruslah bersifat efektif dan berkualitas. Efisien dalam pengertian energi yang diproduksi dapat digunakan sepenuhnya oleh pelanggan. Sesuai dengan PP No. 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional menimbang bahwa menjamin keamanan pasokan energi dalam negeri dan untuk mendukung pembangunan yang berkelanjutan. Oleh kaena itu penulis akan meneliti seberapa besar nilai rugi-rugi daya dan tegangan yang terjadi pada distribusi tenaga listrik pada jaringan distribusi penyulang Raflesia di PT. PLN (Persero) ULP Muara Enim. Penyulang raflesia memempunyai panjang saluran 7,073 km dengan menggunakan saluran udara dengan kabel AAAC berukuran 150 mm^2. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyaluran daya dan tegangan sudah efektif dan berkualias sesuai dengan standar dari PT. PLN (Persero) ULP Muara Enim. Untuk mendapatkan nilai rugi-rugi daya dan tegangan penulis menggunkan 2 metode perhitungan yaitu secara perhitungan manual dan simulasi pada aplikasi ETAP 12.6. Hasil perhitungan rugi daya secara manual diperoleh nilai sebesar 0,2596% dan hasil dari simulasi etap 12.6 diperoleh nilai sebesar 0,2467%. Sedangkan hasil dari perhitungan rugi tegangan secara manual diperoleh nilai sebesar 0,6624% dan hasil simulasi etap 12.6 diperoleh nilai sebesar 0,63%. Dari nilai yang diperoleh dari perhitungan manual dan simulasi etap 12.6 pada rugi daya dan tegangan, nilai persentase yang diperoleh tidak melebihi standar yang ditentukan oleh PT. PLN (Persero) yaitu lebih dari 5%.

Kata Kunci: PT. PLN, Energi Listrik, Rugi Tegangan, Rugi Daya

ABSTRACT

COMPARISONAL ANALYSIS OF POWER AND VOLTAGE LOSS ON THE RAFLESIA FEEDER DISTRIBUTION NETWORK AT PT. PLN (PERSERO) ULP MUARA ENIM USING MANUAL CALCULATIONS AND SIMULATION ETAP 12.6

(Muhammad Alfaqih,03041381621100,2021)

Electrical energy is needed for daily life. The use of energy by consumers must be effective and of high quality. Efficient in the sense that the energy produced can be fully utilized by the customer. In accordance with PP No. 5 of 2006 concerning the national energy policy considers that to ensure the security of domestic energy supply and to support sustainable development. Therefore, the author will examine how much the value of power and voltage losses that occur in the distribution of electricity in the distribution network of the Raflesia feeder at PT. PLN (Persero) ULP Muara Enim. The Raflesia feeder has a channel length of 7,073 km using an overhead line with 150 mm2 AAAC cable. This study aims to determine the distribution of power and voltage is effective and qualified in accordance with the standards of PT. PLN (Persero) ULP Muara Enim. To get the value of power and voltage losses, the author uses 2 calculation methods, namely manual calculations and simulations in the ETAP 12.6 application. The results of calculating the power loss manually obtained a value of 0.2596% and the results of the simulation of step 12.6 obtained a value of 0.2467%. While the results of the calculation of voltage loss manually obtained a value of 0.6624% and the simulation results of ETAP 12.6 obtained a value of 0.63%. From the values obtained from manual calculations and simulations of ETAP 12.6 on power and voltage losses, the percentage values obtained do not exceed the standards set by PT. PLN (Persero) which is more than 5%.

Keywords: PT. PLN, Electrical Energy, Drop Voltage, Losses

DAFTAR ISI

COVER ..... **i**

LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**

PERNYATAAN DOSEN ..... **iii**

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ..... **iv**

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS ..... **v**

KATA PENGANTAR ..... **vi**

ABSTRAK ..... **vii**

ABSTRACT ..... **viii**

DAFTAR ISI ..... **ix**

DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**

DAFTAR RUMUS ..... **xiv**

DAFTAR TABEL ..... **xv**

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1
1.2 Tujuan penulisan 2
1.3 Rumusan Masalah 3
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Metodologi Penelitian 3
1.6 Sistematika Penulisan 4

BAB II LANDASAN TEORI 5

2.1 Sistem Tenaga Listrik 5
2.2 Komponen Saluran Distribusi Tenaga Listrik 6

2.2.1 Gardu Induk 7
2.2.2 Jaringan Substransmisi 7
2.2.3 Gardu Distribusi Utama 7
2.2.4 Saluran Penyulang Utama 7
2.2.5 Transformer 7
2.2.6 Tiang Distribusi 9
2.2.7 Isolator 10
2.3 Jaringan Distribusi Primer 10
2.4 Jaringan Distribusi Sekunder 11
2.5 Jenis-Jenis Penghantar 11
2.6 Jenis-Jenis Hantaran Jaringan 12
2.7 Rugi-Rugi Daya 14
2.8 Rugi-Rugi Teknis Jaringan Distribusi 18
2.9 Studi Aliran Daya 19
2.10 *ETAP* 12.6 20

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 21

3.1 Lokasi Dan Waktu Penelitian 21
3.1.1 Lokasi 21
3.1.2 Waktu Penelitian 21
3.2 Metoda Pengumpulan Data 22
3.2.1 Studi Literatur 22
3.2.2 Pengumpulan Data 22
3.3 Diagram Alir Penelitian 23

BAB IV PEMBAHASAN 24
4.1 Umum 24
4.2 Data Penelitian 24
4.3 Perhitungan Rugi Daya Dan Tegangan Secara Manual 29
4.4 Nilai Persentase Rugi-Rugi Tegangan Dan Daya 32
4.5 Nilai Rugi-Rugi Tegangan Dan Daya Dengan Aplikasi ETAP 12.6 36

4.6 Perbandingan Hasil Perhitungan Manual Dan Simulasi ETAP 12.6....40
4.7 Analisa Hasil Perhitungan.....41

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 42
5.1 Kesimpulan.....42
5.2 Saran.....42

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Transformator 9

Gambar 2.2 Tiang Distribusi.....9

Gambar 2.3 Model Saluran Ditribusi 16

Gambar 2.4 Diagram Phasor.....16

Gambar 4.1 Single Line Diagram Penyulang Raflesia.....25

Gambar 4.2 Nilai Rugi-Rugi Tegangan Dan Daya Dengan Aplikasi ETAP 12.6 36

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1.....15

Rumus 2.2.....15

Rumus 2.3.....17

Rumus 2.4.....17

Rumus 2.5.....18

Rumus 2.6.....18

Rumus 2.7.....18

Rumus 2.8.....18

Rumus 2.9.....18

Rumus 2.10.....18

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian 21

Tabel 4.1 Data Gardu, Lokasi Gardu, Kapasitas Trafo, Beban Puncak, Dan Persentase Trafo Dari Penyulang Rflesia 25

Tabel 4.2 Tahanan Dan Reaktansi Penghantar AAAC 20 kV 27

Tabel 4.3 Daya Semu Dan Arus Linier Setiap Gardu 27

Tabel 4.4 Tegangan Terima, Rugi-Rugi Tegangan Dan Persentase Rugi-Rugi Tegangan Dengan Perhitungan Manual 32

Tabel 4.5 Nilai Rugi=Rugi Daya Dengan Perhitungan Manual 34

Tabel 4.6 Hasil Simulasi Rugi-Rugi Tegangan Menggunakan ETAP 12.6 36

Tabel 4.7 Hasil Simulasi Rugi-Rugi Daya Menggunakan ETAP 12.6 38

Tabel 4.8 Perbandingan Hasil Perhitungan Rugi-Rugi Tegangan Dan Daya Secara Manual Dan ETAP 12.6 40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.

Energi listrik sangat dibutuhkan bagi kehidupan sehari-hari. Distribusi energi listrik berawal dari pembangkit kemudian daya listrik disalurkan melalui saluran transmisi, dan disalurkan ke beban menggunakan saluran distribusi. Penggunaan energi oleh konsumen haruslah bersifat efektif dan berkualitas. Efisien dalam pengertian energi yang diproduksi dapat digunakan sepenuhnya oleh pelanggan. Sesuai dengan PP No. 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional menimbang bahwa menjamin keamanan pasokan energi dalam negeri dan untuk mendukung pembangunan yang berkelanjutan, perlu menetapkan kebijakan energi nasional sebagai pedoman dalam pengelolaan energi nasional[1].

Tujuan utama dari sistem distribusi tenaga listrik ini adalah menyediakan pelayanan penyediaan dan penyaluran tenaga listrik yang bermutu serta andal. kenyataannya penyaluran tenaga listrik mengalami kendala yang sering terjadi yaitu rugi-rugi daya (*losses*). Terjadinya rugi-rugi daya (*losses*) dapat mempengaruhi kualitas dari tenaga listrik yang didstribusikan ke konsumen. Rugi-rugi daya (*losses*) diakibatkan oleh arus yang mengalir melalui penghantar tersebut. [2]

Berdasarkan SPLN No.72 tahun 1987, besarnya nilai rugi daya diperlukan untuk mengetahui keandalan suatu sistem. Nilai batas wajar rugi daya tidak boleh melebihi 10%, apabila melebihi dari standar yg ditentukan akan menyebabkan kerugian yang dialami konsumen dan penyedia layanan listrik.[3]

Berdasarkan referensi dari jurnal Ryanza Arief Hidayah, Universitas Sriwijaya mengenai perhitungan rugi-rugi daya dan tegangan pada penyulang dayung GIS kota timur PT. PLN (Persero) ULTG Tragi Boom Baru Palembang, sebagian rugi-rugi daya listrik terdapat pada jaringan distribusi. Perhitungan rugi-rugi daya listrik perlu mendapat perhatian serius karena

terjadinya kerugian akibat adanya rugi-rugi daya lisrrik di sepanjang saluran distribusi[4]. Apabila diabaikan maka akan berdampak negatif bagi PT. PLN (Persero). Berdasarkan hasil penelitian Guton Albaroka dan Gatot Widodo "Analisis Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Penyulang Barata Jaya Area Surabaya Selatan Menggunakan *Software* Etap 12.6" Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya dan hasil penelitian Kurniawati Naim "Analisa Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Pada Sistem Distribusi Tegangan Rendah Area BTN Hamzy dan BTN Antara" Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang[5]. Oleh sebab itu penulis mengambil contoh kasus ini dengan objek yang berbeda. Penulis mengambil contoh kasus mengenai perhitungan rugi-rugi daya pada jaringan distribusi menggunakan perhitungan secara manual dan disimulasikan dengan *software* Etap 12.6.

Maka dari itu penulis mengangkat judul "Analisis Perbandingan Rugi-Rugi Daya dan Tegangan Pada Jaringan Distribusi penyulang raflesia di PT. PLN (Persero) ULP Muara Enim Menggunakan Perhitungan Manual dan Simulasi ETAP 12.6"

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam proses penulisan tugas akhir ini adalah menentukan seberapa besar nilai rugi-rugi daya dan tegangan yang terjadi pada distribusi tenaga listrik, parameter yang digunakan pada perhitungan yaitu pada jaringan distribusi penyulang Raflesia di PT. PLN (Persero) ULP Muara Enim

1.3 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah

1. Untuk menghitung nilai rugi rugi daya dan tegangan dengan perhitungan manual pada jaringan distribusi penyulang Raflesia di PT. PLN (Persero) ULP Muara Enim.

2. untuk menghitung nilai rugi-rugi daya dan tegangan menggunakan *Software ETAP* 12.6 pada jaringan distribusi penyulang Raflesia di PT. PLN (Persero) ULP Muara Enim.
3. Untuk mengetahui apakah penyaluran daya dan tegangan listrik pada jaringan tersebut sudah sesuai standar yang ditetapkan oleh PT. PLN (Persero) ULP Muara Enim.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis menentukan beberapa batasan masalah tentang penulisan tugas akhir ini:

1. Rugi rugi daya dan tegangan yang dihitung pada jaringan distribusi penyulang Raflesia di PT. PLN (Persero) ULP Muara Enim.
2. Rugi-rugi daya dan tegangan jaringan distribusi penyulang Raflesia di PT. PLN (Persero) ULP Muara Enim disimulasikan menggunakan *Software ETAP* 12.6.
3. Penulis hanya membahas rugi-rugi daya dan tegangan pada jaringan distribusi penyulang Raflesia di PT. PLN (Persero) ULP Muara Enim.

1.5 Metodologi Penulisan

Metodologi yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Studi Literatur

   Metode ini dilakukan dengan membaca teori-teori yang berkenaan dengan tugas akhir ini baik buku referensi pada perpustakaan, artikel-artikel jurnal, internet dan lain-lain sehingga dapat membantu proses penulisan laporan tugas akhir ini.
2. Metode Observasi

   Melakukan pengambilan data langsung di tempat permasalahan tugas akhir ini.
3. Metode wawancara

   Metode ini dilakukan dengan cara berkonsultasi kepada pembimbing dalam pembuatan dan penulisan laporan tugas akhir ini serta bertanya

kepada orang yang berkompeten di PT. PLN (Persero) ULP Muara Enim yang terkait dengan judul tugas akhir ini.

4. Pengolahan Data

   Proses pengolahan data berasarkan identifikasi dan perolehan data. Penulis akan melakukan analisis mengenai rugi-rugi daya berdasarkan hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam proses penulisan tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan pendahuluan yang membahas tentang latar belakang masalah, tujuan penulisan, perumusan masalah, pembatasan masalah, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab yang membahas tentang sistem distribusi tenaga listrik secara umum dan rugi rugi daya pada sistem distribusi tenaga listrik tersebut.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang tahapan dan teori yang digunakan dalam proses perhitungan rugi-rugi daya.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil dari perhitungan rugi-rugi daya, pembahasan hasil perhitungan, dan analisa perhitungan pada jaringan distribusi penyulang Raflesia di PT. PLN (Persero) ULP Muara Enim.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini adalah bab yang berisikan tentang kesimpulan dari pembahasan pada bab IV dan saran yang diperoleh dari hasil perhitungan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] *PP no.5 Tahun 2006.* .

[2] Anonim, *Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN) 72 : 1987*. Jakarta: PT. PLN (Persero), 1987.

[3] M. Djiteng, *Operasi Sistem Tenaga*, Edisi keti. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu, 2016.

[4] R. Arief Hidayah, "Perhitungan Rugi-Rugi Daya dan Tegangan Pada Penyulang Dayung GIS Kota Timur PT. PLN (Persero) ULTG Tragi Boom Baru Palembang," 2019.

[5] G. Albaroka and W. Gatot, "Analisis Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Penyulang Barata Jaya Area Surabaya Selatan Menggunakan Software Etap 12 . 6," *J. Univ. Surabaya*, no. 72, 1987.

[6] C. Kumolo, "Analisis gangguan hubung singkat pada sistem tenaga listrik di kso pertamina ep – geo cepu indonesia distrik 1 kawengan menggunakan software etap 12.6," *Publ. Imiah Tek. Elektro UMS*, vol. 16, no. 01, pp. 1–11, 2016.

[7] A. Hadi, *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Jakarta: Erlangga, 1994.

[8] Agus Hayadi, "Analisis Rugi-Rugi Energi Sistem Distribusi," pp. 1–6, 2013.

[9] W. P. Perdana, R. N. Hasanah, and H. S. Dachlan, "Primer Tipe Radial Gardu Induk Blimbing," vol. III, no. 1, pp. 6–12, 2009.

[10] Sya'roni Zainal and T. Rijanto, "Analisis Ketidakseimbangan Beban Transformator Distribusi 20 kV Dan Solusinya Pada Jaringan Tegangan Rendah," *Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 173–180, 2019.

[11] K. Naim, "Analisa Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Pada Sistem Distribusi Tegangan Rendah Area Btn Hamzy Dan Btn Antara," *J. Teknol. Elekterika*, vol. 13, no. 2, p. 136, 2016.

[12] V. R. Yandri, "Akibat arus bocor pada isolator keramik dan resin epoksi," *J. Politek. Univ. Andalas*, vol. vol 1, 2012.

[13] A. Soeprijanto and O. Penangsang, "Studi Perbaikan Keandalan Jaringan

Distribusi Primer Dengan Pemasangan Gardu Induk Sisipan Di Kabupaten Enrekang Sulawesi Selatan," *J. Tek. Its*, vol. 1, no. 1, p. B-119-B-124, 2012.

[14] A. Faharuddin and G. Wibisana, "Simulasi Kualitas Daya Saluran Distribusi Sekunder Perumahan," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 42–50, 2012.

[15] O. Handayani, T. Darmana, and C. Widyastuti, "Analisis Perbandingan Efisiensi Penyaluran Listrik Antara Penghantar ACSR dan ACCC pada Sistem Transmisi 150kV," *Sekol. Tinggi Tek. PLN*, vol. 11, no. 1, pp. 37–45, 2019.

[16] S. Hariyadi, "Analisis Rugi-Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Pada Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150 Kv Pada Gardu Induk Palur – Masaran," *Univ. Muhammadiyah Surakarta*, no. 1–16, p. 2, 2017.

[17] *PT. PLN (Persero) ULP Muara Enim*. .