

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

**PENENTUAN LOKASI TITIK GANGGUAN HUBUNG
SINGKAT MELALUI PERBANDINGAN AKURASI
METODE IMPEDANSI DENGAN ETAP 19.0 BERBASIS
GIS (*GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM*) PADA
JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG SADING**



Oleh :

Gusti Ayu Karunia Sidhi Utami

NIM. 1915333024

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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PENENTUAN LOKASI TITIK GANGGUAN HUBUNG SINGKAT
MELALUI PERBANDINGAN AKURASI METODE IMPEDANSI
DENGAN ETAP 19.0 BERBASIS GIS (*GEOGRAPHIC
INFORMATION SYSTEM*) PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV
PENYULANG SADING**

Oleh:

Gusti Ayu Karunia Sidhi Utami

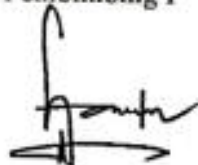
NIM. 1915333024

Tugas Akhir ini Diajukan untuk
Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III
di

Program Studi DIII Teknik Listrik
Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Bali

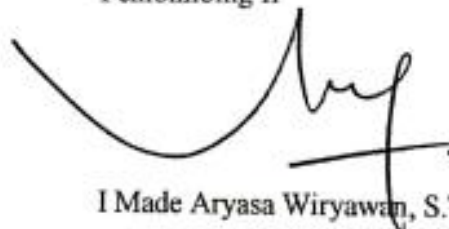
Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Ir. Djoko Suhantono, M.T.
NIP. 19581228 198903 1004

Pembimbing II



I Made Aryasa Wiryawan, S.T., M.T.
NIP.19650404 199403 1003

Disahkan Oleh:

Jurusan Teknik Elektro



Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T.
NIP. 19670502 199303 1005

FORM PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Gusti Ayu Karunia Sidhi Utami

NIM : 1915333024

Program Studi : DIII Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir Berjudul "PENENTUAN LOKASI TITIK GANGGUAN HUBUNG SINGKAT MELALUI PERBANDINGAN AKURASI METODE IMPEDANSI DENGAN ETAP 19.0 BERBASIS GIS (*GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM*) PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG SADANG" adalah betul-betul karya sendiri dan bukan menjiplak hasil karya orang lain. Hal-hal yang bukan karya saya dalam Tugas Akhir tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan Tugas Akhir dan gelar saya peroleh dari Tugas Akhir tersebut.

Bukit Jimbaran, 18 Juli 2022

Yang membuat pernyataan

A 10,000 Rupiah Indonesian revenue stamp (Meterai Tempel) with a signature over it. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text "METERAI TEMPEL" and "Rp10.000". The signature is in black ink and appears to be "Gusti Ayu Karunia Sidhi Utami".

Gusti Ayu Karunia Sidhi Utami

NIM. 1915333024

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Gusti Ayu Karunia Sidhi Utami
NIM : 1915333024
Program Studi : DIII Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bali Hak Bebas *Royalty Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty-Fee Right)* atas karya ilmiah saya yang berjudul "PENENTUAN LOKASI TITIK GANGGUAN HUBUNG SINGKAT MELALUI PERBANDINGAN AKURASI METODE IMPEDANSI DENGAN ETAP 19.0 BERBASIS GIS (*GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM*) PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG SADANG" beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalty Non-eksklusif 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 Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bukit Jimbaran, 18 Juli 2022

Yang membuat pernyataan

A 10,000 Rupiah Indonesian postage stamp is placed over the signature. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'METERAI TEMPEL' and '10000'. The signature is written in black ink over the stamp.

Gusti Ayu Karunia Sidhi Utami

NIM. 1915333024

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk lulus program diploma III pada Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.

Dalam menyelesaikan Proyek Tugas Akhir ini penulis banyak mendapat dukungan dan kerjasama dari banyak pihak. Oleh karena itu, sudah sepantasnya bila pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang setulus-tulusnya 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 Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali sekaligus Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Djoko Suhantono, M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir.
5. Bapak I Wayan Novidi, selaku Manager PT. PLN (Persero) ULP Denpasar yang telah memberikan pengetahuan dan bimbingan kepada penulis.
6. Bapak I Gusti Ngurah Arya Santika, selaku Supervisor Teknik PT. PLN (Persero) ULP Denpasar yang telah memberikan pengetahuan dan bimbingan kepada penulis.
7. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan perlindungan-Nya selama penyusunan Tugas Akhir.
8. Orang tua yang telah mendoakan dan mendukung penulis.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis yang telah memberikan saran, ide dan dukungannya sampai dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa melimpahkan rahmat-Nya kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan dan waktu kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari keterbatasan ilmu dan kemampuan, sehingga saran dan kritik yang membangun sangat dibutuhkan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Akhir kata dengan segala kerendahan hati, penulis mempersembahkan Tugas Akhir ini kepada semua pihak, semoga bermanfaat bagi para pembaca dan dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Bukit Jimbaran, 18 Juli 2022

Penulis

ABSTRAK

Gusti Ayu Karunia Sidhi Utami

Penentuan Lokasi Titik Gangguan Hubung Singkat melalui Perbandingan Akurasi Metode Impedansi dengan ETAP 19.0 Berbasis GIS (*Geographic Information System*) pada Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang Sading

Gangguan jaringan distribusi mempengaruhi performa penyulang terutama yang panjang, beban tinggi, dan radial seperti di penyulang Sading. Perlu adanya kegiatan membandingkan akurasi dari metode impedansi perhitungan manual dan menggunakan ETAP 19.0 yang diestimasi lokasi gangguannya melalui *Geographic Information System* (GIS) sehingga dapat memperbaiki ENS, *response* dan *recovery time*. Dalam Laporan Tugas Akhir ini didapat nilai arus gangguan paling kecil pada 9,62 km sebesar 2770.65 A (perhitungan) dan 2583 A (ETAP 19.0) pada OCM, 2399.38 A (perhitungan) dan 2237 A (ETAP 19.0) pada OC, 292.45 A (perhitungan) dan 287 A (ETAP 19.0) pada EF. Nilai arus gangguan paling besar pada 0,0962 km sebesar 12631.02 A (perhitungan) dan 13761 A (ETAP 19.0) pada OCM, 10938.46 A (perhitungan) dan 11917 A (ETAP 19.0) pada OC, 317.14 A (perhitungan) dan 316 A (ETAP 19.0) pada EF. Untuk menentukan lokasi titik gangguan yakni cocokkan arus gangguan terinput pada DataStudio UP3 Bali Selatan terhadap hasil ETAP 19.0 kemudian inputkan *range* jarak, dari GIS tersebut infokan koordinat *range* jarak. Akurasi metode bantuan *software* ETAP 19.0 memiliki besar yang lebih tinggi sebesar 95.476%, sedangkan perhitungan manual sebesar 84.7%. Tingkat akurasi ETAP 19.0 yang tinggi dipengaruhi komponen didalamnya seperti komponen kubikel GI, proteksi, dan percabangan yang digambarkan pada simulasi.

Kata Kunci: ETAP 19.0, GIS, Metode Impedansi, Titik Gangguan.

ABSTRACT

Gusti Ayu Karunia Sidhi Utami

Determination of Short Circuit Fault Point Locations through Comparison of Accuracy of Impedance Method with Etap 19.0 Based on GIS (Geographic Information System) on 20 kV Distribution Network Sading Feeder

Distribution network disturbances affect the performance of feeders, especially those with long, high loads, and radials such as in the Sading feeder. It is necessary to compare the accuracy of the manual impedance calculation method and use ETAP 19.0 which is estimated to be the fault location through the Geographic Information System (GIS) so that it can improve ENS, response and recovery time. In this Final Project Report, the smallest fault current value is obtained at 9.62 km of 2770.65 A (calculated) and 2583 A (ETAP 19.0) on OCM, 2399.38 A (calculated) and 2237 A (ETAP 19.0) on OC, 292.45 A (calculation) and 287 A (ETAP 19.0) on EF. The highest fault current values are at 0.0962 km of 12631.02 A (calculated) and 13761 A (ETAP 19.0) on OCM, 10938.46 A (calculated) and 11917 A (ETAP 19.0) on OC, 317.14 A (calculated) and 316 A (calculated) ETAP 19.0) on EF. To determine the location of the fault point, that is, match the input fault current in DataStudio UP3 South Bali to the results of ETAP 19.0 then input the distance range, from the GIS, provide the coordinates of the distance range. The accuracy of the ETAP 19.0 software assistance method has a higher magnitude of 95.476%, while the manual calculation is 84.7%. The high level of accuracy of ETAP 19.0 is influenced by the components in it such as GI cubicle components, protection, and branching described in the simulation.

Keywords: ETAP 19.0, GIS, Impedance Method, Sading Feeder, Fault Point.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
FORM PERNYATAAN PLAGIARISME	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iiiiv
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I	I-1
PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2.Perumusan Masalah	I-3
1.3 Batasan Masalah	I-3
1.4 Tujuan	I-4
1.5 Manfaat	I-4
1.6 Sistematika Tugas Akhir.....	I-4
BAB II	II-Error! Bookmark not defined.
LANDASAN TEORI	II-Error! Bookmark not defined.
2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik	II-Error! Bookmark not defined.
2.2 Gangguan pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik	II-Error! Bookmark not defined.
2.3 Metode Pencarian Titik Gangguan	II-Error! Bookmark not defined.
2.4 Peralatan Proteksi Pada Sistem Distribusi	II-Error! Bookmark not defined.
2.5 Perhitungan Gangguan Arus Hubung Singkat.....	II-Error! Bookmark not defined.
2.6 <i>Software</i> Electric Transient and Analysis Program) ETAP 19.0	II-Error! Bookmark not defined.
2.7 GIS (<i>Geographic Information System</i>).....	II-Error! Bookmark not defined.

2.8 Keandalan Sistem Distribusi.....	II-Error! Bookmark not defined.
BAB III	III-Error! Bookmark not defined.
METODOLOGI PENELITIAN	III-Error! Bookmark not defined.
3.1 Jenis Penelitian	III-Error! Bookmark not defined.
3.2 Lokasi Penelitian.....	III-Error! Bookmark not defined.
3.3 Alat yang Digunakan Dalam Penelitian.....	III-Error! Bookmark not defined.
3.4 Pengumpulan Data.....	III-Error! Bookmark not defined.
3.5 Pengolahan Data	III-Error! Bookmark not defined.
3.6 Analisa Hasil Penelitian.....	III-Error! Bookmark not defined.
3.7 Tahapan Penelitian.....	III-Error! Bookmark not defined.
BAB IV	IV-Error! Bookmark not defined.
PEMBAHASAN DAN ANALISIS	IV-Error! Bookmark not defined.
4.1 Gambaran Umum Penyulang Sading.....	IV-Error! Bookmark not defined.
4.2 Perhitungan Impedansi	IV-Error! Bookmark not defined.
4.3 Perhitungan Arus Hubung Singkat dengan Metode Perhitungan Manual di Penyulang Sading	IV-12
4.4 Arus Hubung Singkat dengan Bantuan <i>Software</i> ETAP 19.0 ..	IV-Error! Bookmark not defined.
not defined.	
4.5 Analisis Penentuan Gangguan	IV-Error! Bookmark not defined.
BAB V	V-1
KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-1
DAFTAR PUSTAKA	viv
LAMPIRAN	L-Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Data Reaktansi Urutan Positif Transformator IV GI Kapal.....	II-20
Tabel 2. 2 Impedansi Urutan Positif dan Nol A3C/A3CS	II-22
Tabel 2.3 Impedansi Urutan Positif dan Nol Kabel N2XSEFGBY Inti Alumunium	II-22
Tabel 2. 4 Impedansi Urutan Positif dan Nol Kabel MVTIC	II-23
Tabel 2. 5 Standar Nilai Indeks Keandalan menurut SPLN.....	II-27
Tabel 4.1 Volume JTM Penyulang Distribusi Radial di PT. PLN (Persero) ULP Denpasar	IV-1
Tabel 4.2 Beban Siang dan Beban Malam Penyulang Sading.....	IV-2
Tabel 4. 3 Data Gangguan Penyulang Sading 2019-2021	IV-3
Tabel 4.4 Data Transformator IV GI Kapal	IV-6
Tabel 4.5 Data Penghantar Penyulang Sading	IV-6
Tabel 4.6 Impedansi Jaringan	IV-6
Tabel 4.7 Impedansi Ekuivalen Urutan Positif dan Negatif	IV-10
Tabel 4.8 Impedansi Ekuivalen Urutan Nol.....	IV-11
Tabel 4.9 Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa	IV-12
Tabel 4.10 Arus gangguan hubung singkat 2 Fasa	IV-13
Tabel 4.11 Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa-Tanah.....	IV-14
Tabel 4.12 Perhitungan Arus Gangguan	IV-15
Tabel 4.13 Arus Hubung Singkat 3 Fasa, 2 Fasa, dan 1 Fasa ke Tanah Bantuan ETAP 19.0	IV-16
Tabel 4.14 Data Tegangan Pangkal dan Arus Yang Mengalir Tiap Penyulang Hasil Simulasi	IV-17

Tabel 4.15 Hasil Perhitungan dan Simulasi Arus Hubung Singkat Penyulang Sading	IV-24
Tabel 4.16 Rekaman Arus Gangguan	IV-26
Tabel 4.17 Rekaman Arus Gangguan dan Perbandingan Jarak Lokasi Gangguan..	IV-29
Tabel 4.18 Rata-Rata Akurasi dan Selisih Jarak Estimasi Lokasi Gangguan.....	IV-29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Distribusi Radial	II-1
Gambar 2. 2 Sistem Distribusi Loop	II-2
Gambar 2. 3 Sistem Distribusi Jaring-Jaring	II-2
Gambar 2. 4 Sistem Distribusi <i>Spindle</i>	II-3
Gambar 2. 5 Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah pada Fasa A.....	II-7
Gambar 2. 6 Gangguan Hubung Singkat Fasa ke Fasa.....	II-7
Gambar 2. 7 Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa (LLL)	II-8
Gambar 2.8 Diagram Pengawatan Koordinasi PMT dengan OCR dan GFR	II-12
Gambar 2.9 Cara Kerja Recloser terhadap Gangguan Temporer.....	II-13
Gambar 2.10 Cara Kerja Recloser terhadap Gangguan Permanen	II-13
Gambar 2.11 Rangkaian Pengawatan OCR	II-14
Gambar 2.12 Karakteristik Relai Arus Lebih Waktu Seketika	II-15
Gambar 2.13 Karakteristik Relai Arus Lebih Waktu Tertentu	II-16
Gambar 2.14 Karakteristik Relai Arus Lebih Waktu Terbalik	II-17
Gambar 2.15 Rangkaian Pengawatan GFR.....	II-17
Gambar 2.16 Contoh Nameplate Transformator 60 MVA	II-19
Gambar 2.17 <i>Geographic Information System</i>	II-24
Gambar 2.18 Target Keandalan PT. PLN (Persero) ULP Denpasar Tahun 2022.....	II-26
Gambar 3. 1 <i>Flow Chart</i> Diagram	III-6
Gambar 4.1 <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Sading <i>Section 1</i>	IV-3
Gambar 4.2 <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Sading <i>Section 2</i>	IV-4
Gambar 4.3 <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Sading <i>Section 3</i>	IV-4
Gambar 4.4 <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Sading <i>Section 4</i>	IV-5
Gambar 4.5 <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Sading <i>Section 5</i>	IV-5
Gambar 4.6 Grafik Arus Hubung Singkat 3 Fasa	

Gambar 4.6 Grafik Arus Hubung Singkat 2 Fasa	IV-14
Gambar 4.7 Grafik Arus Hubung Singkat 1 Fasa-Tanah	IV-15
Gambar 4.9 Grafik Perhitungan Arus Gangguan	IV-17
Gambar 4.10 Bus 1% - Bus 14% Penyulang Sading pada ETAP 19.0.....	IV-18
Gambar 4.11 Bus 14% - Bus 25% Penyulang Sading pada ETAP 19.0.....	IV-19
Gambar 4.12 Bus 25% - Bus 37% Penyulang Sading pada ETAP 19.0.....	IV-20
Gambar 4.13 Bus 37% - Bus 53% Penyulang Sading pada ETAP 19.0.....	IV-20
Gambar 4.14 Bus 53% - Bus 57% Penyulang Sading pada ETAP 19.0.....	IV-21
Gambar 4.15 Bus 57% - Bus 68% Penyulang Sading pada ETAP 19.0.....	IV-21
Gambar 4.16 Bus 68% - Bus 73% Penyulang Sading pada ETAP 19.0.....	IV-22
Gambar 4.17 Bus 73% - Bus 83% Penyulang Sading pada ETAP 19.0.....	IV-22
Gambar 4.18 Bus 83% - Bus 96% Penyulang Sading pada ETAP 19.0.....	IV-23
Gambar 4.19 Bus 96% - Bus 100% Penyulang Sading pada ETAP 19.0.....	IV-23
Gambar 4.20 Grafik Perhitungan Arus Gangguan dengan Bantuan ETAP 19.0	IV-24
Gambar 4.21 Tahapan Menentukan Lokasi Titik Gangguan	IV-25
Gambar 4.22 Tampilan lokasi transformator pada GIS	IV-28
Gambar 4.23 Tampilan awal <i>running</i> program simulasi.....	IV-30
Gambar 4.24 Simulasi Lokasi Titik Gangguan.....	IV-31
Gambar 4.25 Simulasi Perhitungan Manual titik 4,52 km.....	IV-31
Gambar 4.26 Simulasi Perhitungan Manual titik 4,81 km.....	IV-32
Gambar 4.27 Simulai Perhitungan ETAP 19.0 titik 6,16 km.....	IV-32
Gambar 4.28 Simulasi Perhitungan ETAP 19.0 titik 6,54 km	IV-33
Gambar 4.29 Simulasi <i>Input</i> Koordinat Titik 6,16 km pada <i>Google Maps</i>	IV-34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Sading Section 1	L-1
Lampiran 2. <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Sading Section 2	L-2
Lampiran 3. <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Sading Section 3.....	L-3
Lampiran 4. <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Sading Section 4.....	L-4
Lampiran 5. <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Sading Section 5.....	L-5
Lampiran 6. Data Transformator pada Penyulang Sading	L-6
Lampiran 7. Data <i>Trafo</i> IV Kapal.....	L-20
Lampiran 8. Data Pelanggan PT. PLN (Persero) ULP Denpasar di Penyulang Sading Kapal.....	L-21
Lampiran 9. Data Gangguan di Penyulang Sading	L-25
Lampiran 10. Impedansi Jaringan.....	L-26
Lampiran 11. Impedansi Ekuivalen Urutan Positif dan Negatif.....	L-31
Lampiran 12. Impedansi Ekuivalen Urutan Nol	L-34
Lampiran 13. Arus Hubung Singkat 3 Fasa.....	L-37
Lampiran 14. Arus Hubung Singkat 2 Fasa.....	L-40
Lampiran 15. Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa-Tanah.....	L-43
Lampiran 16. Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa, 2 Fasa, dan 1 Fasa-Tanah Perhitungan Manual.....	L-46
Lampiran 17. Arus Hubung Singkat 3 Fasa, 2 Fasa, dan 1 Fasa-Tanah Bantuan ETAP 19.0	L-51
Lampiran 18. Hasil Perhitungan dan Simulasi Arus Hubung Singkat di Penyulang Sading	L-54
Lampiran 19. Daftar Pertanyaan Metode Wawancara	L-55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyaluran energi listrik khususnya jaringan distribusi sangat rentan mengalami gangguan. Gangguan merupakan kondisi yang menyimpang dari keadaan normal yang terjadi dalam Jaringan Distribusi. Gangguan dapat disebabkan oleh surja petir, beban berlebih, ranting pohon, binatang dan layang-layang yang terkena jaringan listrik, sehingga menyebabkan gangguan arus hubung singkat. Gangguan arus hubung singkat dapat terjadi secara sesaat (gangguan temporer) maupun tetap (gangguan permanen). Gangguan yang terjadi tentunya dapat mempengaruhi performa sistem termasuk ke penyulang yang panjang, beban tinggi, dan radial seperti di penyulang Sading. Penyulang Sading merupakan penyulang radial terpanjang dan memiliki beban tertinggi yang tercatat dimiliki oleh PT. PLN (Persero) ULP Denpasar.

Penyulang Sading memiliki beban rata rata 151 A pada siang hari dan 165 A pada malam hari dengan panjang jaringan 22.55 km. Penyulang Sading memiliki jaringan yang panjang dan beban/konsumen yang besar, apabila terjadi gangguan perlu waktu yang lama untuk mencari titik gangguan yang berpengaruh terhadap SAIDI, SAIFI, *response and recovery time*, serta ENS (*Energy Not Sale*) gangguan. Berdasarkan data gangguan 2019 sampai 2021 di penyulang Sading diketahui terjadi dua belas kali gangguan, tiga gangguan permanen dan sembilan kali gangguan temporer yang disebabkan oleh binatang, pohon, layangan, kabel tembus, ataupun isolator rusak sehingga mengakibatkan terjadinya padam dengan daerah yang cukup luas ^[1].

Meskipun gangguan tidak dapat dihindari, akan tetapi dampak dari gangguan dapat diminimalisir dengan mendeteksi lokasi gangguan dengan cepat. Dengan mendeteksi lokasi gangguan dengan cepat akan mengurangi kerugian waktu pelanggan akibat pemadaman, sehingga kerugian ekonomis pelanggan juga dapat diminimalisir ^[2]. Pada masa lampau, pendeteksian lokasi gangguan dilakukan secara manual, yaitu dengan menggunakan tenaga manusia, dan prosedur pemutusan jaringan. Semua metode ini membutuhkan waktu yang lama. Metode dengan menggunakan tenaga manusia memerlukan operator untuk memeriksa secara langsung sepanjang penyulang yang terindikasi gangguan. Metode dengan prosedur pemutusan jaringan dapat mendeteksi

lokasi gangguan setelah pemutus daya berhenti terbuka setelah beberapa kali dilakukan pemutusan jaringan. Hal ini tentu tidak efektif, selain memerlukan waktu yang lama untuk mendeteksi lokasi gangguan, tingkat keamanan metode prosedur pemutusan jaringan termasuk rendah karena gangguan yang sering terjadi adalah gangguan hubung singkat [2].

Dibutuhkan metode pendeteksian lokasi gangguan secara cepat, sehingga berkembanglah berbagai metode pendeteksi lokasi gangguan otomatis dimana dapat dibagi menjadi tiga kategori utama, yaitu metode perpindahan gelombang, metode kecerdasan buatan, dan metode impedansi. Metode perpindahan gelombang dapat mendeteksi lokasi gangguan dengan mengukur waktu perpindahan gelombang tegangan atau arus dari sumber gangguan menuju titik pengukuran, metode ini biasanya diaplikasikan pada sistem transmisi karena akan membutuhkan biaya banyak jika diimplementasikan pada jaringan distribusi. Metode kecerdasan buatan memerlukan data pengukuran *real time*, status rele dan pemutus daya, keefektifan metode ini sangat tergantung pada jumlah dan kualitas data yang diperoleh. Pada jaringan distribusi, metode impedansi lebih banyak digunakan karena terdapat perhitungan menggunakan persamaan matematis dari tegangan yang terukur saat terjadi gangguan untuk mendeteksi lokasi gangguan^[2].

Perbandingan dari metode impedansi perhitungan manual dengan perhitungan dan menggunakan ETAP 19.0 akan ditinjau lebih jauh dalam tugas akhir ini. Mengingat komparasi tersebut merupakan terobosan baru pada tugas akhir. Penggabungan antara metode impedansi tersebut untuk estimasi lokasi gangguan pada sistem distribusi kemudian ditinjau melalui *Geographic Information System (GIS)*. GIS adalah sistem informasi geografis yang digunakan sejak tahun 2005, memuat *database* tentang tata ruang umum yang menggunakan sistem koordinat sebagai referensinya. Aplikasi GIS dalam bidang distribusi tenaga listrik seperti: inventaris dan manajemen informasi jaringan distribusi, sistem informasi pelanggan jaringan, perencanaan pemeliharaan dan perluasan jaringan^[1]. Dengan adanya GIS, diharapkan dapat membantu untuk memudahkan untuk mengetahui letak dari titik lokasi yang terjadi gangguan sehingga mempercepat *response and recovery time* di PT. PLN (Persero) ULP Denpasar.

Berdasarkan uraian diatas, akan dibahas lebih lanjut dengan judul “Penentuan Lokasi Titik Gangguan Hubung Singkat pada Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang Sading dengan Membandingkan Akurasi Metode Impedansi Perhitungan dan ETAP 19.0

berbasis GIS (*Geographic Information System*)". Harapan dari hasil analisis melalui penyusunan Tugas Akhir nantinya dapat memberikan rekomendasi kepada pihak PT PLN (Persero) UID Bali sebagai kontribusi penulis untuk mempercepat *response and recovery time*.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut:

1.2.1 Berapa jarak titik gangguan terhadap arus hubung singkat berdasarkan metode impedansi perhitungan dan *software* ETAP 19.0 pada jaringan distribusi 20 kV Penyulang Sading?

1.2.2 Bagaimana menentukan lokasi titik gangguan hubung singkat berbasis GIS (*Geographic Information System*) pada jaringan distribusi 20 kV Penyulang Sading?

1.2.3 Berapa perbandingan akurasi titik gangguan dengan metode impedansi dan *software* ETAP 19.0 pada jaringan distribusi 20kV Penyulang Sading?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan perumusan masalah, dapat ditarik batasan masalah sebagai berikut:

1.3.1 Besar jarak titik gangguan terhadap arus hubung singkat 3 fasa, 2 fasa, dan 1 fasa ke tanah hasil perhitungan metode impedansi dan *software* ETAP 19.0 pada jaringan distribusi 20kV Penyulang Sading tahun 2019-2021.

1.3.2 Penentuan titik lokasi gangguan hubung singkat hanya dilakukan berbasis GIS (*Geographic Information System*) sesuai dengan jarak *existing* pada jaringan distribusi 20 kV Penyulang Sading.

1.3.3 Penelitian ini hanya menggunakan data *input* yang berasal dari data *existing* PT. PLN (Persero) pada jaringan distribusi 20 kV Penyulang Sading tanpa menghitung SAIDI, SAIFI, dan ENS.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang penulis buat untuk Tugas Akhir ini, berikut rumusan masalahnya:

1.4.1 Mengetahui besar jarak titik gangguan terhadap arus hubung singkat berdasarkan metode impedansi perhitungan dan *software* ETAP 19.0 pada jaringan distribusi 20 kV Penyulang Sading.

1.4.2 Mengetahui cara penentuan lokasi titik gangguan hubung singkat berbasis GIS (*Geographic Information System*) pada jaringan distribusi 20 kV Penyulang Sading.

1.4.3 Mengetahui besar perbandingan akurasi titik gangguan dengan metode impedansi perhitungan dan *software* ETAP 19.0 pada jaringan distribusi 20kV Penyulang Sading.

1.4.4 Menghitung ENS Pelanggan di jaringan distribusi 20kV Penyulang Sading.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang didapatkan dari penulisan tugas akhir ini sebagai berikut:

1.5.1 Sebagai referensi dalam menentukan titik lokasi gangguan terhadap arus hubung singkat berdasarkan metode impedansi dan *software* ETAP 19.0 pada jaringan distribusi 20 kV Penyulang Sading.

1.5.2 Sebagai rekomendasi pemanfaatan GIS (*Geographic Information System*) dalam menentukan titik lokasi gangguan pada jaringan distribusi 20 kV Penyulang Sading di PT. PLN(Persero) ULP Denpasar.

1.6 Sistematika Tugas Akhir

BAB I : PENDAHULUAN

Merupakan bagian yang berisikan latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan, untuk memberikan gambaran umum dari tugas akhir ini.

BAB II : LANDASAN TEORI

Merupakan bagian yang berisikan tentang teori-teori dasar yang menunjang dalam pembahasan.

BAB III : METODELOGI PENELITIAN

Merupakan bagian yang memuat bahan-bahan yang digunakan untuk dianalisis yang berisikan cara pengolahan data dan metode pengambilan data yang digunakan

BAB IV : PEMBAHASAN DAN ANALISIS

Merupakan bagian yang menguraikan data-data dan pembahasan dari permasalahan yang diangkat dan juga berisikan uraian tentang analisis dari pembahasan.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

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

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisa yang telah penulis lakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

5.1.1 Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi ETAP 19.0 nilai arus gangguan yang paling kecil juga pada titik 9,62 km sebesar 2770.65 A (perhitungan) dan 2583 A (ETAP 19.0) pada OCM, 2399.38 A (perhitungan) dan 2237 A (ETAP 19.0) pada OC, 292.45 A (perhitungan) dan 287 A (ETAP 19.0) pada EF. Dan nilai arus gangguan yang paling besar tentunya pada titik 0,0962 km sebesar 12631.02 A (perhitungan) dan 13761 A (ETAP 19.0) pada OCM, 10938.46 A (perhitungan) dan 11917 A (ETAP 19.0) pada OC, 317.14 A (perhitungan) dan 316 A (ETAP 19.0) pada EF.

5.1.2 Tahapan untuk menentukan lokasi titik gangguan yang pertama yakni cocokkan arus gangguan yang terinput pada DataStudio UP3 Bali Selatan terhadap hasil ETAP 19.0 kemudian inputkan range jarak pada aplikasi GIS yang sudah disetting hanya di wilayah Penyulang Sading, dari GIS tersebut infokan koordinat range jarak kepada petugas yang terdapat di lapangan.

5.1.3 Akurasi metode bantuan *software* ETAP 19.0 memiliki besar yang lebih tinggi sebesar 95.476%, sedangkan perhitungan manual sebesar 84.7%. Tingkat akurasi ETAP 19.0 yang lebih tinggi dipengaruhi komponen didalamnya seperti komponen kubikel GI, proteksi jaringan, dan jarak percabangan yang digambarkan pada simulasi *single line* ETAP 19.0.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisa ada beberapa saran yang dapat penulis sampaikan seperti terurai di bawah ini.

5.2.1 Untuk menentukan lokasi titik gangguan utamakan menggunakan simulasi ETAP 19.0 karena memiliki akurasi lebih tinggi dibanding perhitungan impedansi manual.

5.2.2 Untuk mempermudah petugas mencari titik lokasi gangguan tanpa menggunakan IP *address* komputer kantor, perlu adanya GIS *portable* sehingga petugas lebih efisien.

5.2.3 Untuk perhitungan arus hubung singkat yang lebih akurat, perlu adanya simulasi beban siang dan beban malam pada perhitungan manual dan *software* ETAP 19.0.

5.2.4 PT PLN (Persero) perlu menambah pemasangan recloser pada titik-titik tertentu sehingga dapat menekan nilai SAIDI, SAIFI dan ENS.

5.2.5 Untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan metode yang memiliki akurasi yang lebih akurat dibanding metode ETAP 19.0.

5.2.6 Untuk memperkecil kemungkinan gangguan dan menyelaraskan program *go green* perlu pergantian A3C/A3CS ke MVTIC pada titik yang diperlukan.

5.2.7 Untuk efisiensi waktu perlu penggabungan fitur perhitungan ETAP 19.0 dan *google maps* pada GIS untuk mempercepat *response and recovery time* gangguan dengan mengedepankan kerjasama yang baik antara petugas yang ada di lapangan dan supervisi atau petugas yang memberikan arahan di kantor.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nurpadila, M. S., & Thayib, R. (2021). *Penentuan Titik Lokasi Gangguan pada Rele Jarak dengan Metode Impedansi di Jaringan Transmisi PT. PLN (PERSERO) GI New Jakabaring-Mariana* (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- [2] SPLN NO.68-2 : 1986, Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik Bagian Dua: Sistem Distribusi., Perusahaan Listrik Negara, Jakarta.
- [3] Data Asset Distribusi. 2021. Data Asset Distribusi Bulanan, Volume Jaringan Tegangan Menengah (JTM) Penyulang Radial PT. PLN (Persero) ULP Denpasar.Denpasar : PT. PLN (Persero) ULP Denpasar.
- [4] Data Asset Distribusi. 2021. Data Asset Distribusi Bulanan, Beban Siang dan Beban Malam Penyulang Bulan November 2021 PT. PLN (Persero) ULP Denpasar.Denpasar : PT. PLN(Persero) ULP Denpasar.
- [5] Data Gangguan Distribusi. 2021. Data Gangguan Distribusi Bulanan, Data Gangguan Penyulang Sading 2019-2021 PT. PLN (Persero) ULP Denpasar.Denpasar : PT. PLN(Persero) ULP Denpasar.
- [6] R. A. F. Pereira, L. G. W. da Silva, M. Kezunovic dan J. R. S. Mantovani, "Improved Fault Location on Distribution Feeders Based on Matching During Fault Voltage Sags," IEEE Trans. Power Delivery, 2009.
- [7] Syahputra, R. (2016). Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik. LP3M UMY, Yogyakarta, 249-256.
- [8] Cekdin, C. (2021). Distribusi Daya Listrik: Teori dan Praktik. Penerbit Andi.
- [9] PLN, P. (2010). Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik. Jakarta PT. PLN.
- [10] IEEE Std 100-1992. IEEE Standard Dictionary of Electrical and Electronics Terms.
- [11] Noormayanti, N. (2020). ANALISIS KEANDALAN DAN ASPEK EKONOMI SISTEM DISTRIBUSI 20 KV MENGGUNAKAN METODE SECTION TECHNIQUE PADA GARDU INDUK PETUNG PENYULANG P6 DI PT PLN

(PERSERO) AREA BALIKPAPAN (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Kalimantan).

- [12] Gaffar, A., Agussalim, A., & Arisandi, D. (2017). Analisis Gangguan Hubung Singkat Pada Jaringan Distribusi 20 Kv Di Gardu Induk Panakkukang. *Jurnal Teknologi Elekterika*, 14(2), 156-162.
- [13] Data Asset Transmisi. 2022. Data Asset Transmisi Transformator IV Gardu Induk Kapal PT. PLN (Persero) Transmisi Bali. Badung : PT. PLN(Persero) Transmisi Bali.
- [14] SPLN NO.26 : 1980, Besar Tahanan Pentanahan: Sistem Distribusi:, Perusahaan Listrik Negara, Jakarta.
- [15] Litra, R. (2016). Analisa Tahanan Pentanahan Trafo Daya 60 Mva Di Transmisi Gardu Induk Simpang Tiga Indralaya (Doctoral Dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- [16] SPLN NO.64 : 1985, Besar Impedansi Kabel: Sistem Distribusi:, Perusahaan Listrik Negara, Jakarta
- [17] Nigara, A. G. (2015). Analisis Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik pada Bagian Texturizing di PT Asia Pasific Fibers Tbk Kendal menggunakan Software ETAP Power Station 4.0 (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Semarang).
- [18] Sumantri, S. H. M. S. S. S. D. K. K. W., Supriyatno, M., Sutisna, S., & Widana, I. D. K. K. (2019). Sistem Informasi Geografis (Geographic Information System) Kerentanan Bencana. CV. Makmur Cahaya Ilmu.
- [19] Fendjalang, J. O. (2019). Kualitas Pelayanan Gangguan Kelistrikan Bagi Pelanggan Di Kabupaten Fakfak. *Peluang*, 13(2).
- [20] Data Target Distribusi. 2022. Data Prognosa Target 2022 PT. PLN (Persero) ULP Denpasar.Denpasar : PT. PLN(Persero) ULP Denpasar.