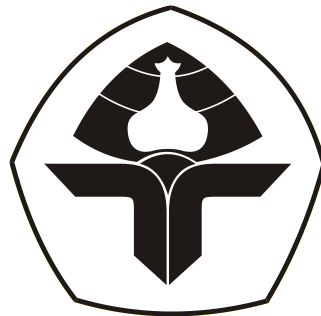


LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

**ANALISIS PENERAPAN *LOOPING* SISTEM PENYULANG VETERAN DAN
PENYULANG COKRO TERHADAP KEANDALAN SISTEM DENGAN
BEROPERASINYA LBS TAPAK GANGSUL**



Oleh:

Made Budayana Diatmika

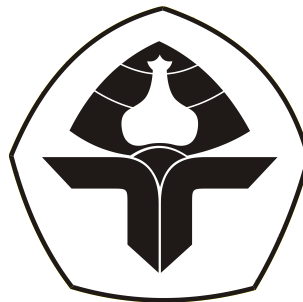
NIM. 1915333002

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

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

Diajukan Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

**ANALISIS PENERAPAN *LOOPING* SISTEM PENYULANG VETERAN DAN
PENYULANG COKRO TERHADAP KEANDALAN SISTEM DENGAN
BEROPERASINYA LBS TAPAK GANGSUL**



Oleh:

Made Budayana Diatmika

NIM. 1915333002

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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENERAPAN *LOOPING* SISTEM PENYULANG VETERAN DAN
PENYULANG COKRO TERHADAP KEANDALAN SISTEM DENGAN
BEROPERASINYA LBS TAPAK GANGSUL**

Oleh:

Made Budayana Diatmika

NIM. 1915333002

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:



I Ketut Ta, S.T., M.T.

NIP. 196508141991031003

Pembimbing II:



Ir. Djoko Suhantono, M.T.

NIP. 195812281989031004

Disahkan Oleh

Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Bali



Ir. Raka Ardana, M.T.

NIP. 196705021993031005

LEMBAR PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Made Budayana Diatmika
NIM : 1915333002
Program Studi : Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tugas Akhir

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bali Hak **Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul **ANALISIS PENERAPAN LOOPING SISTEM PENYULANG VETERAN DAN PENYULANG COKRO TERHADAP KEANDALAN SISTEM DENGAN BEROPERASINYA LBS TAPAK GANGSUL.**

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bukit Jimbaran, 15 Agustus 2022

Yang menyatakan



(Made Budayana Diatmika)

LEMBAR PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Made Budayana Diatmika
NIM : 1915333002
Program Studi : Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Tugas Akhir berjudul ANALISIS PENERAPAN *LOOPING* SISTEM PENYULANG VETERAN DAN PENYULANG COKRO TERHADAP KEANDALAN SISTEM DENGAN BEROPERASINYA LBS TAPAK GANGSUL adalah betul-betul karya sendiri dan bukan menjiplak atau hasil karya orang lain. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam Tugas Akhir tersebut diberi tanda citasi 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.

Bukit Jimbaran, 15 Agustus 2022

Yang menyatakan



(Made Budayana Diatmika)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyusun Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Penerapan *Looping* Sistem Penyulang Veteran dan Penyulang Cokro terhadap Keandalan Sistem dengan Beroperasinya LBS Tapak Gangsul” ini dengan baik dan selesai tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini disusun untuk diajukan sebagai Tugas Akhir di Jurusan Teknik Elektro Program Studi DIII Teknik Listrik Politeknik Negeri Bali.

Di dalam penyusunan laporan ini, penulis merasa bahwa banyak hambatan yang penulis hadapi. Namun, berkat bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, hambatan-hambatan tersebut dapat penulis atasi sedikit demi sedikit. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.eCom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali
2. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
4. Bapak I Gusti Ketut Abasana, S.T., M.T., selaku Koordinator Praktik Kerja Lapangan Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
5. Bapak I Ketut Ta, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir.
6. Bapak Ir Doko Suhantono, M.T., selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir.
7. Pimpinan dan seluruh staf PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi (UP2D) Bali yang telah memberikan izin dan dukungan serta membantu dalam pencarian data dalam penyusunan tugas akhir ini.
8. Pimpinan dan seluruh staf PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Mengwi yang telah memberikan izin dan dukungan serta membantu dalam pencarian data dalam penyusunan tugas akhir ini.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, serta Tuhan Yang Maha Esa memberikan rahmat-Nya kepada semua pihak yang telah memberikan

bimbingan dan waktunya sehingga membatu penulis dalam menyelesaikan Laporan Praktik Kerja Lapangan.

Penulis menyadari atas keterbatasan pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki. oleh karena itu penulis berharap agar Laporan Praktik Kerja Lapangan ini bermanfaat bagi pembaca dan dapat dimanfaatkan sebagaimana mestinya.

Bukit Jimbaran, 2022

Penulis

ABSTRAK

Made Budayana Diatmika
Analisis Penerapan Looping Sistem Penyulang Veteran dan Penyulang Cokro terhadap Keandalan Sistem dengan Beroperasinya LBS Tapak Gangsul

Sistem distribusi tenaga listrik haruslah memiliki keandalan yang tinggi sehingga dapat menjaga kualitas dan kontinuitas penyaluran energi listrik. Untuk dapat menjamin keandalan penyaluran tenaga listrik dilakukanlah *looping* sistem. Pada tanggal 12 Oktober 2021, PLN ULP Denpasar melakukan *looping* sistem Penyulang Veteran dan Penyulang Cokro dengan dioperasikan *Load Break Switch (LBS)* Tapak Gangsul. Adapun parameter yang digunakan dalam penelitian ini ialah *drop* tegangan, *System Average Interruption Duration Index (SAIDI)*, *System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)*, serta *Energy Not Supplied (ENS)*. Penelitian ini menggunakan aplikasi ETAP 12.6.0 dalam mensimulasi penerapan *looping* sistem jaringan tegangan menengah. Adapun hasil penelitian diperoleh yakni pada Penyulang Veteran *drop* tegangan sebelum dan saat penerapan *looping* sistem masih sesuai standar berturut turut sebesar 1,7% dan 1,98%, terjadi penurunan SAIDI sebesar 78,088%, penurunan SAIFI sebesar 57,442%, dan penurunan ENS sebesar 81,59 %. Sedangkan pada Penyulang Cokro *drop* tegangan sebelum dan saat penerapan *looping* sistem masih sesuai standar berturut turut sebesar 2,645% dan 3,96%, terjadi penurunan SAIDI sebesar 15,568%, penurunan SAIFI sebesar 6,531%, dan penurunan ENS sebesar 67,434%. Dari hasil yang diperoleh tersebut, menunjukkan bahwa penerapan *looping* sistem jaringan tegangan menengah ini dapat membantu meningkatkan keandalan penyaluran tenaga listrik.

Kata kunci: *Looping* Sistem, *Drop* Tegangan, SAIDI, SAIFI, ENS

ABSTRACT

Made Budayana Diatmika
Analysis of Looping System Application Veteran Feeder and Cokro Feeder on System Reliability with Operation of LBS Tapak Gangsul

The electric power distribution system must have high reliability so that it can maintain the quality and continuity of the distribution of electrical energy. To be able to guarantee the reliability of the distribution of electricity, a looping system is carried out. On October 12, 2021, PLN ULP Denpasar did the looping system on Veteran Feeder and Cokro Feeder by operating the Tapak Gangsul Load Break Switch (LBS). The parameters used in this study are voltage drop, System Average Interruption Duration Index (SAIDI), System Average Interruption Frequency Index (SAIFI), and Energy Not Supplied (ENS). This study uses the ETAP 12.6.0 application in simulating the application of looping system medium voltage network. The results of the study showed that in Veterans Feeders the voltage drop before and during the implementation of the looping system was still according to the standard, respectively 1,7% and 1,98%, there was a decrease in SAIDI by 78,088%, a decrease in SAIFI by 57,422%, and a decrease in ENS by 81,59%, while in the Cokro feeder the voltage drop before and during the implementation of the looping system is still in accordance with the standards of 2,645% and 3,96%, respectively, there is a decrease in SAIDI by 15,568%, a decrease in SAIFI by 6,531%, and a decrease in ENS by 67,434%. From the results obtained, it shows that the application of this medium-voltage network looping system can help improve the reliability of electric power distribution.

Keywords: Looping System, Voltage Drop, SAIDI, SAIFI, ENS

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PLAGIARISME.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I 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-3
1.5 Manfaat.....	I-4
BAB II LANDASAN TEORI.....	II-1
2.1 Proses Pendistribusian Tenaga Listrik	II-1
2.2 Sistem Jaringan Distribusi.....	II-1
2.2.1 Sistem Jaringan Distribusi Primer	II-2
2.2.2 Sistem Jaringan Distribusi Sekunder	II-3
2.3 Konfigurasi Jaringan Distribusi.....	II-4
2.3.1 Jaringan Distribusi Tipe Radial	II-4
2.3.2 Jaringan Distribusi Tipe <i>Loop</i> / Ring	II-5
2.3.3 Gangguan pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik	II-6
2.3.4 <i>Load Break Switch</i> (LBS).....	II-7
2.3.5 <i>Load Break Switch</i> Manual.....	II-7
2.3.6 <i>Load Break Switch Motorized</i>	II-8
2.4 Perbandingan LBS Manual dengan LBS <i>Motorized</i>	II-9
2.5 <i>Software Electric Transient and Analysis Program</i> (ETAP) 12.6	II-10
2.6 Keandalan Sistem Tenaga Listrik.....	II-11
2.6.1 <i>Drop</i> Tegangan	II-12
2.6.2 <i>System Average Interruption Duration Index</i> (SAIDI)	II-13
2.6.3 <i>System Average Interruption Frequency Index</i> (SAIFI).....	II-13

2.6.4	<i>Energy Not Supplied (ENS)</i>	II-13
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....		III-1
3.1	Jenis Penelitian	III-1
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	III-1
3.3	Tahap Penelitian	III-1
3.4	Pengambilan Data.....	III-2
3.4.1	Metode Observasi	III-2
3.4.2	Metode Wawancara	III-3
3.4.3	Metode Dokumentasi.....	III-3
3.5	Pengolahan Data.....	III-3
3.5.1	<i>Drop</i> Tegangan	III-3
3.5.2	Indeks Perhitungan Keandalan	III-4
3.6	Analisis Data	III-4
3.7	Hasil Yang Diharapkan	III-5
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		IV-1
4.1	Objek Penelitian	IV-1
4.1.1	Penyulang Veteran.....	IV-1
4.1.2	Penyulang Cokro	IV-2
4.2	Data Teknis.....	IV-4
4.2.1	Data Transformator Gardu Induk	IV-4
4.2.2	Data Pembebanan Penyulang	IV-4
4.2.3	Data Transformator Distribusi.....	IV-5
4.2.4	Data Penghantar.....	IV-11
4.3	Perancangan <i>Looping</i> Sistem pada Penyulang Veteran dengan Penyulang Cokro	IV-12
4.3.1	Rancangan Simulasi ETAP	IV-15
4.3.2	<i>Input Data Power Grid</i>	IV-17
4.3.3	<i>Input Data Kabel Penghantar</i>	IV-17
4.3.4	<i>Input Data Transformator</i>	IV-18
4.3.5	<i>Input Data Beban Gardu Distribusi</i>	IV-19
4.4	Hasil Simulasi ETAP.....	IV-19
4.4.1	Hasil Simulasi Sebelum Penerapan <i>Looping</i> Sistem	IV-20
4.4.2	Hasil Simulasi Saat Penerapan <i>Looping</i> Sistem	IV-21
4.5	Perhitungan dan Pembahasan	IV-24
4.5.1	Perhitungan <i>Drop</i> Tegangan (ΔV).....	IV-24

4.5.2 Perhitungan SAIDI, SAIFI, dan ENS Sebelum dan Sesudah Penerapan <i>Looping</i> Sistem.....	IV-27
4.6 Analisis.....	IV-38
4.6.1 Analisis <i>Drop</i> Tegangan (ΔV).....	IV-38
4.6.2 Analisis SAIDI, SAIFI, dan ENS	IV-41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses pendistribusian tenaga listrik	II-1
Gambar 2.2 Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)	II-2
Gambar 2.3 Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM)	II-2
Gambar 2.4 Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM)	II-3
Gambar 2.5 Kabel NFA2X	II-4
Gambar 2.6 Kabel NYFGbY	II-4
Gambar 2.7 Jaringan Distribusi Tipe Radial	II-5
Gambar 2.8 Jaringan Distribusi Tipe <i>Loop</i>	II-5
Gambar 2.9 <i>Load Break Switch</i> (LBS) Manual	II-7
Gambar 2.10 <i>Input Data</i> Beban Gardu Distribusi	II-8
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Tahapan Penelitian	III-2
Gambar 4.1 <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Veteran	IV-1
Gambar 4.2 <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Cokro	IV-3
Gambar 4.3 <i>Single Line Diagram Looping</i> Sistem Jaringan Tegangan Menengah Penyulang Veteran dengan Penyulang Cokro	IV-13
Gambar 4.4 Lokasi Pemasangan LBS Tapak Gangsul	IV-14
Gambar 4.5 <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Veteran yang Disimulasikan Menggunakan ETAP	IV-15
Gambar 4.6 <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Cokro yang Disimulasikan Menggunakan ETAP	IV-16
Gambar 4.7 <i>Input Data Power Grid</i>	IV-17
Gambar 4.8 <i>Input Data</i> Kabel Penghantar	IV-18
Gambar 4.9 <i>Input Data</i> Transformator Gardu Distribusi	IV-18
Gambar 4.10 <i>Input Data</i> Beban Gardu Distribusi	IV-19
Gambar 4.11 Beban atau Arus yang Mengalir pada (a) Penyulang Veteran dan (b) Penyulang Cokro	IV-19
Gambar 4.12 Simulasi Aliran Daya pada Penyulang Veteran dan Penyulang Cokro sebelum Penerapan <i>Looping</i> Sistem Jaringan Tegangan Menengah	IV-20
Gambar 4.13 Hasil Simulasi Tegangan Ujung Jaringan Sebelum Penerapan <i>Looping</i> Sistem Jaringan Tegangan Menengah	IV-21

Gambar 4.14 Simulasi Aliran Daya pada Penyulang Veteran saat Penerapan <i>Looping</i> Sistem Jaringan Tegangan Menengah	IV-22
Gambar 4.15 Hasil Simulasi Tegangan Ujung Penyulang Veteran Saat Penerapan <i>Looping</i> Sistem Jaringan Tegangan Menengah	IV-22
Gambar 4.16 Simulasi Aliran Daya pada Penyulang Cokro saat Penerapan <i>Looping</i> Sistem Jaringan Tegangan Menengah	IV-23
Gambar 4.17 Hasil Simulasi Tegangan Ujung Penyulang Cokro Saat Penerapan <i>Looping</i> Sistem Jaringan Tegangan Menengah	IV-24
Gambar 4.18 Grafik Persentase <i>Drop</i> tegangan Sebelum Penerapan <i>Looping</i> Sistem	IV-39
Gambar 4.19 Grafik Persentase <i>Drop</i> tegangan Saat Penerapan <i>Looping</i> Sistem Suplai dari Penyulang Veteran	IV-40
Gambar 4.20 Grafik Persentase <i>Drop</i> tegangan Saat Penerapan <i>Looping</i> Sistem Suplai dari Penyulang Cokro	IV-40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penandaan Kode Pengenal Kabel	II-3
Tabel 4.1 Data Transformator Gardu Induk	IV-4
Tabel 4.2 Data Pembebanan Puncak Penyulang Siang dan Malam Tahun 2021	IV-4
Tabel 4.3 Data Transformator Distribusi Penyulang Veteran	IV-5
Tabel 4.4 Data Transformator Distribusi Penyulang Cokro I.....	IV-8
Tabel 4.5 Data Penghantar Penyulang Veteran	IV-11
Tabel 4.6 Data Penghantar Penyulang Cokro	IV-12
Tabel 4.7 Hasil Simulasi <i>Load Flow Analysis</i> Penyulang Veteran dan penyulang Cokro	IV-20
Tabel 4.8 Tegangan Ujung pada Penyulang Veteran dan Penyulang Cokro sebelum Penerapan <i>Looping</i> Sistem Jaringan Tegangan Menengah	IV-21
Tabel 4.9 Tegangan Ujung Penyulang Veteran Saat <i>Looping</i> Sistem Jaringan Tegangan Menengah	IV-23
Tabel 4.10 Tegangan Ujung Penyulang Cokro Saat <i>Looping</i> Sistem Jaringan Tegangan Menengah	IV-24
Tabel 4.11 Hasil Simulasi <i>Drop</i> Tegangan Sebelum Penerapan <i>Looping</i> Sistem	IV-25
Tabel 4.12 Hasil Simulasi <i>Drop</i> Tegangan Penerapan <i>Looping</i> Sistem Jaringan Tegangan Menengah saat Pemadaman di Penyulang Cokro	IV-26
Tabel 4.13 Hasil Simulasi <i>Drop</i> Tegangan Penerapan <i>Looping</i> Sistem Jaringan Tegangan Menengah saat Pemadaman di Penyulang Veteran	IV-27
Tabel 4.14 Data Gangguan Penyulang Veteran Sebelum Penerapan <i>Looping</i> Sistem	IV-28
Tabel 4.15 Data Pemeliharaan Penyulang Veteran Sebelum Penerapan <i>Looping</i> Sistem	IV-29
Tabel 4.16 Hasil Perhitungan SAIDI, SAIFI, dan ENS Penyulang Veteran Sebelum <i>Looping</i> Sistem	IV-30
Tabel 4.17 Data gangguan Penyulang Cokro Sebelum Penerapan <i>Looping</i> Sistem.	IV-31
Tabel 4.18 Data Pemeliharaan Penyulang Cokro Sebelum Penerapan <i>Looping</i> Sistem	IV-31

Tabel 4.19 Hasil Perhitungan SAIDI, SAIFI, dan ENS Penyulang Cokro Sebelum <i>Looping</i> Sistem	IV-33
Tabel 4.20 Data gangguan Penyulang Veteran Setelah Penerapan <i>Looping</i> Sistem	IV-33
Tabel 4.21 Data Pemeliharaan Penyulang Veteran Sesudah Penerapan <i>Looping</i> Sistem	IV-34
Tabel 4.22 Hasil Perhitungan SAIDI, SAIFI, dan ENS Penyulang Veteran Setelah <i>Looping</i> Sistem.....	IV-35
Tabel 4.23 Data Gangguan Penyulang Cokro Setelah Penerapan <i>Looping</i> Sistem..	IV-36
Tabel 4.24 Data Pemeliharaan Penyulang Cokro Sesudah Penerapan <i>Looping</i> Sistem	IV-36
Tabel 4.25 Hasil Perhitungan SAIDI, SAIFI, dan ENS Penyulang Cokro Setelah <i>Looping</i> Sistem.....	IV-38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Beban dari Penyulang Veteran dan Cokro	L-1
Lampiran 2. Data Transformator Distribusi Penyulang Veteran	L-2
Lampiran 3. Data Transformator Distribusi Penyulang Cokro	L-3
Lampiran 4. Spesifikasi Gardu Induk	L-4
Lampiran 5. Master Tiang Penyulang Veteran	L-5
Lampiran 6. Master Tiang Penyulang Cokro.....	L-6
Lampiran 7. Data Gangguan Penyulang Veteran	L-7
Lampiran 8. Data Gangguan Penyulang Cokro	L-7
Lampiran 9. Data Pemeliharaan Penyulang Veteran	L-8
Lampiran 10. Data Pemeliharaan Penyulang Cokro.....	L-9

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan kebutuhan tenaga listrik dari tahun ke tahun semakin meningkat diikuti dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Sistem distribusi tenaga listrik merupakan salah satu bagian dari proses penyediaan tenaga listrik yang dijalani PT PLN (Persero). Sistem distribusi tenaga listrik ini dimulai dari PMT *outgoing* di Gardu Induk sampai dengan Alat Pengukur dan Pembatas (APP) di Instalasi pelanggan. Sistem ini bertanggungjawab untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari Gardu Induk ke pelanggan secara langsung ataupun melalui gardu-gardu distribusi. Oleh sebab itu, kinerja dari sistem distribusi ini memiliki peranan yang sangat besar dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik dan dapat mempengaruhi tingkat kepuasan konsumen terhadap pelayanan yang diberikan [1]. Sistem distribusi tenaga listrik haruslah memiliki keandalan yang tinggi sehingga dapat menjaga kualitas dan kontinuitas penyaluran energi listrik [2].

Keandalan merupakan tingkat keberhasilan kinerja suatu sistem atau bagian dari sistem tenaga listrik, untuk dapat memberikan hasil yang lebih baik pada periode waktu dan dalam kondisi operasi tertentu [3]. Untuk mencapai keandalan yang tinggi, material yang digunakan pada jaringan harus dengan kualitas yang baik, sistem konfigurasi di jaringan disesuaikan dengan kebutuhan pelanggan, dan sistem proteksi yang cepat, sensitif, dan selektif. Untuk mengetahui keandalan suatu penyulang maka ditetapkan suatu indeks keandalan yaitu besaran untuk membandingkan suatu penampilan sistem distribusi. Indeks-indeks keandalan yang sering dipakai dalam suatu sistem distribusi yaitu lama gangguan atau *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) dalam satuan jam/pelanggan/bulan, dan jumlah gangguan pelanggan atau *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI) dalam satuan kali/pelanggan/tahun. Sebagai acuan penentuan indeks yaitu berdasarkan Standar PLN yang nantinya digunakan sebagai tolak ukur tingkat keandalan sistem distribusi.

Keandalan ini menjadi salah satu hal utama yang diperhitungkan oleh PT PLN (Persero) selaku penyedia tenaga listrik. Oleh karena itu, PLN pun berusaha mencari cara guna tetap dapat menjamin keandalan penyaluran tenaga listrik tersebut. Salah satunya

adalah dengan cara menggunakan *system looping* jaringan dalam pengoperasian jaringannya. *Looping* jaringan merupakan salah satu jenis konfigurasi jaringan sehingga suatu penyulang atau titik beban memiliki alternatif saluran yang berasal dari lebih satu sumber [4]. Dengan adanya sistem *looping* jaringan ini keandalan penyaluran tenaga listrik dapat tetap terjamin sehingga memungkinkan titik beban dilayani dari dua arah penyulang seperti yang diterapkan pada Penyulang Veteran.

Penyulang Veteran merupakan salah satu penyulang yang berada pada wilayah kerja PT PLN (Persero) ULP Denpasar yang disuplai dari Transformator II Gardu Induk (GI) Sanur. Penyulang ini terdiri dari enam *section* yakni Pole 1 – LBS Saraswati, LBS Saraswati – LBS Gor, LBS Gor – LBS Suli – REC Melati, LBS Suli, REC Melati – LBS Pasar Burung, LBS Pasar Burung. Pada Penyulang Veteran, di *section* LBS Pasar Burung hingga ujung jaringan memiliki 16 gardu distribusi apabila terjadi gangguan ataupun pemeliharaan, ujung jaringan tersebut tidak dapat di *supply* dari penyulang manapun. Pada tanggal 12 Oktober 2021, PLN ULP Denpasar melakukan *loop* sistem dengan dioperasikan *Load Break Switch (LBS)* Manual yang kemudian diberi nama LBS Tapak Gangsul. *Looping* sistem ini menyebabkan *section* LBS Pasar Burung hingga Ujung Jaringan Penyulang Veteran memiliki alternatif sumber yang berasal dari Penyulang Cokro yang di suplai dari Transformator III Gardu Induk (GI) Kapal. Berdasarkan data gangguan Oktober 2020 sampai April 2021 di Penyulang Veteran terjadi enam kali gangguan, empat kali gangguan permanen dan dua kali gangguan temporer yang disebabkan oleh binatang, pohon, *cut out* rusak, dan layangan. Dari enam gangguan tersebut terdapat 3 kali gangguan permanen pada *Recloser* Melati hingga ujung jaringan (*Section 5* dan *Section 6*) yang masing masing berdurasi 47 menit, 83,167 menit, dan 30 menit.

Penyulang Veteran memiliki pelanggan sebanyak 8415 pada tahun 2021. Dimana pelanggan tersebut tersebar dari pangkal hingga ujung jaringan yang terbagi menjadi enam *section*, Berdasarkan data diatas maka diperoleh total nilai SAIDI dan SAIFI yang terjadi pada *Recloser* Melati hingga ujung jaringan berturut-turut adalah sebesar 43,758 menit/pelanggan dan 0,766 kali/pelanggan. Dengan dilakukannya *loop* sistem antara Penyulang Veteran dengan Penyulang Cokro sebagai upaya untuk meningkatkan kontinuitas penyaluran energi listrik, diharapkan nilai SAIDI dan SAIFI di Penyulang Veteran dapat menurun. Hal ini berpengaruh pula terhadap keandalan sistem jaringan distribusi Penyulang Veteran ULP Denpasar. Sesuai dengan permasalahan tersebut, maka dapat ditarik judul “Analisis Penerapan *Looping* Sistem Penyulang Veteran dengan

Penyulang Cokro terhadap Keandalan Sistem dan Beroperasinya LBS Tapak Gangsul”. Harapannya dari hasil analisis melalui penyusunan Tugas Akhir nantinya dapat memberikan rekomendasi kepada pihak PT PLN (Persero) UID Bali khususnya ULP Denpasar sebagai kontribusi penulis.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan oleh penulis, Adapun masalah yang akan dianalisis dalam tugas akhir sebagai berikut:

1. Bagaimanakah skema dan prinsip kerja *looping* sistem jaringan tegangan menengah yang diterapkan pada Penyulang Veteran dan Penyulang Cokro dalam manuver beban dengan beroperasinya LBS Tapak Gangsul?
2. Berapakah *drop* tegangan Penyulang Veteran dan Penyulang Cokro sebelum dan saat penerapan *looping* sistem jaringan tegangan menengah menggunakan *software* ETAP 12.6?
3. Berapakah persentase penurunan SAIDI, SAIFI, dan ENS saat penerapan *looping* sistem jaringan tegangan menengah pada Penyulang Veteran dan Penyulang Cokro?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan tugas akhir ini terdapat batasan-batasan masalah dalam pembahasannya sebagai berikut.

1. Data jaringan yang digunakan hanya berdasarkan data PLN Oktober tahun 2020 sampai dengan April tahun 2022.
2. Menganalisis *drop* tegangan Penyulang Veteran dan Penyulang Cokro sebelum dan saat penerapan *looping* sistem dengan beroperasinya LBS Tapak Gangsul menggunakan *software* ETAP 12.6.
3. Menganalisis penurunan SAIDI, SAIFI, dan ENS saat penerapan *looping* sistem jaringan tegangan menengah pada Penyulang Veteran dan Penyulang Cokro.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui skema dan prinsip kerja *looping* sistem jaringan tegangan menengah yang diterapkan pada Penyulang Veteran dan Penyulang Cokro dalam manuver beban.

2. Mengetahui persentase *drop* tegangan Penyulang Veteran dan Penyulang Cokro sebelum sesudah penerapan *looping* sistem dengan beroperasinya LBS Tapak Gangsul menggunakan *software* ETAP 12.6.
3. Mengetahui persentase penurunan SAIDI, SAIFI, dan ENS saat penerapan *looping* sistem jaringan tegangan menengah pada Penyulang Veteran dan Penyulang Cokro.

1.5 Manfaat

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

1. Bagi Penulis

Hasil penelitian pada Tugas Akhir ini bermanfaat dalam mengaplikasikan teori-teori yang telah diberikan selama masa perkuliahan yang diterapkan di lapangan dalam menambah wawasan penulis.

2. Bagi Perusahaan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan terkait inovasinya dalam menurunkan nilai SAIDI, SAIFI, serta ENS PT. PLN (Peresero) UP3 Bali Selatan melalui penerapan *looping* sistem jaringan tegangan menengah pada Penyulang Veteran dan Penyulang Cokro terhadap keandalan sistem.

3. Bagi Civitas Akademika Politeknik Negeri Bali

Bagi civitas akademika Politeknik Negeri Bali, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan ilmu baru dalam menurunkan SAIDI, SAIFI, serta ENS yang kedepannya dapat digunakan sebagai acuan dalam penelitian penerapan *looping* sistem jaringan tegangan menengah lainnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil perhitungan dan analisis yang didapatkan dari penelitian *looping* sistem jaringan tegangan menengah baik sebelum dan saat penerapannya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Skema dan prinsip kerja *looping* sistem jaringan tegangan menengah ini dioperasikan saat terjadi pemadaman pada salah satu *section* penyulang. Bila *Section* 4 Penyulang Cokro padam, maka beban akan disuplai sementara oleh Penyulang Veteran, suplai tenaga listrik disalurkan melalui Penyulang Veteran menuju LBS Tapak Gangsul hingga LBS Maruti. Sedangkan, jika terjadi pemadaman pada *section* 5 Penyulang Veteran, maka beban disuplai sementara Oleh Penyulang Cokro, suplai tenaga listrik disalurkan melalui Penyulang Cokro menuju LBS Tapak Gangsul hingga LBS Pasar Burung.
2. Penyulang Veteran dan Penyulang Cokro memiliki persentase *drop* tegangan yang masih sesuai dengan standar ditetapkan PLN, *drop* tegangan sebelum penerapan *looping* sistem dapat diketahui berada di titik LBS Tapak Gangsul, yakni Penyulang Veteran sebesar 1,7% dan Penyulang Cokro sebesar 2,645%. Kemudian saat penerapan *Looping* Sistem, *drop* tegangan di ujung jaringan Penyulang Veteran dengan titik LBS Maruti, sebesar 1,98%. Sedangkan, *drop* tegangan di ujung jaringan Penyulang Cokro dengan titik LBS Pasar Burung, sebesar 3,96%.
3. Berdasarkan hasil perhitungan SAIDI, SAIFI, dan ENS saat diterapkannya *looping* sistem jaringan tegangan menengah, SAIDI Penyulang Veteran dapat turun sebesar 78,088% dan SAIDI Penyulang Cokro dapat turun sebesar 15,568%. Sedangkan SAIFI Penyulang Veteran dapat turun sebesar 57,442% dan SAIFI Penyulang Cokro turun sebesar 6,531%. Penurunan nilai ENS pada Penyulang Veteran sebesar 81,59%, sedangkan pada Penyulang Cokro, Penurunan nilai ENS sebesar 67,434%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, Adapun saran yang dapat penulis berikan yakni:

1. Dalam menanggulangi gangguan yang terjadi pada sistem distribusi tenaga listrik terutama SUTM agar lebih baik diterapkan pemasangan LBS *Motorize* sehingga dapat dioperasikan secara *remote* (jarak jauh).
2. Untuk meningkatkan keandalan jaringan pada penyulang, perlu dilakukan penambahan *keypoint* seperti LBS pada ujung jaringan terhadap penyulang yang berada di sekitarnya untuk memberikan opsi yang lebih banyak ketika terjadi pemadaman, baik yang terencana maupun akibat gangguan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yoga, G. A. P., Gusmedi, H., Zebua, O., & Hakim, L. "Analisa Keandalan Sistem Tenaga Listrik di Wilayah Lampung berdasarkan Ketersediaan Daya pada Tahun 2016", Universitas Lampung, Lampung, 2017.
- [2] Ta, I. Ketut, I. Wayan Sudiarta, and I. Nyoman Mudiana. "Analisis Penggunaan Sistem Loop Scheme Jaringan Tegangan Menengah 20 KV Penyulang Blahkiuh terhadap Keandalan Sistem." *Logic: Jurnal Rancang Bangun dan Teknologi* 14.2 (2017): 117.
- [3] Pratama, M. H. "Analisa Nilai SAIDI SAIFI sebagai Indeks Keandalan Penyediaan Tenaga Listrik pada Penyulang Cahaya PT. PLN (Persero) Area Ciputat." *Energi & Kelistrikan* 10.1 (2018): 70-77.
- [4] Tampubolon, Irianti Romauli, "Analisis Pemasangan LBS *Motorize* terhadap Proses Recovery Time pada Penyulang Ruko di PT PLN UP3 Serpong", Institut Teknologi PLN, Jakarta, 2020.
- [5] Tasiam, F.J., "Proteksi Sistem Tenaga Listrik", TEKNOSIAN, Yogyakarta, 2017.
- [6] Simanjuntak, Kamsia Arianto. "Analisis Peningkatan Keandalan Jaringan Distribusi dengan Metode Ultrasonik Jaringan PT. PLN(Persero) Area Sibolga Rayon Doloksanggul." Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, 2021.
- [7] PT PLN (Persero), "Buku 3 Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah Tenaga Listrik", Jakarta Selatan: PT PLN (Persero), 2010.
- [8] PT PLN (Persero), "Buku 5 Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik", Jakarta Selatan: PT PLN (Persero), 2010.
- [9] Rizky Iriando, G. E. D. D. Y., & Imam Agung, A. C. H. M. A. D., "Studi Koordinasi Sistem Proteksi Pada Transformator 20kv Di Jaringan Distribusi 20kV Penyulang Bandilan". *Jurnal Teknik Elektro*, 8(3), 2019
- [10] PT PLN (Persero), SPLN S3.0004-2016 Spesifikasi Pole Mounted Automatic Circuit Recloser Dan Sistem Kontrol, Jakarta Selatan: PT PLN (Persero), 2016.
- [11] Syarifah, Rudy Kurniawan, Asmar, "Analisis Kelayakan Pemasangan *Load Break Switch* (LBS) Penyulang Rindik Pada Proses Manuver Antar Penyulang Di PLN ULP Toboali." *ELECTRON: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* 2.1 (2021)
- [12] Ardiani, Prima.R dan Multa, Lesnanto, "Modul Pelatihan Etap", Yogyakarta:

Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Universitas Gadjah Mada, 2013.

- [13] PT PLN (Persero), "Buku 1 Kriteria Disain Enjinereng Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik", Jakarta Selatan: PT PLN (Persero), 2010.
- [14] Tanjung, Abrar. "Rekonfigurasi sistem distribusi 20 kv gardu induk teluk lembu dan pltmg langgam power untuk mengurangi rugi daya dan drop tegangan." *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi dan Industri* 11.2 (2014): 160-166.
- [15] Watkins, A.J, Parton W.K, "Perhitungan Instalasi Listrik", Jakarta: Erlangga, 2004
- [16] Setiawan, Wawan, Randi Adzin Murdiantoro, and Nasrulloh Nasrulloh. "Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Akibat Gangguan pada Masa Pandemi COID-19 di PT. PLN IPersero) ULP Siderja. " *Journal of Electronic and Electrical Power Applications* 1.1 (2021): 36-42.
- [17] Sukadana, I. Wayan, and I. Nyoman Suartika. "Optimalisasi LBS Motorized Key Point Pada Jaringan Distribusi 20 KV untuk Meningkatkan Keandalan Sistem." *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)* 5.1.1 (2019): 141-149.