

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

Diajukan Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

**ANALISIS PENERAPAN *LOOPING SYSTEM* JARINGAN
TEGANGAN RENDAH ANTARA GARDU DB0575 DAN DB0292
UNTUK MENINGKATKAN PELAYANAN PELANGGAN
PREMIUM *BRONZE* KLINIK BRAIA**



Oleh:

I Gede Guntur Saputra

NIM : 1915333001

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2022

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
ANALISIS PENERAPAN *LOOPING SYSTEM* JARINGAN TEGANGAN
RENDAH ANTARA GARDU DB0575 DAN DB0292 UNTUK MENINGKATKAN
PELAYANAN PELANGGAN PREMIUM *BRONZE* KLINIK BRAIA

Oleh:

I Gede Guntur Saputra

NIM 1915333001

Tugas Akhir ini Diajukan untuk
Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III
di

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

Disetujui Oleh:

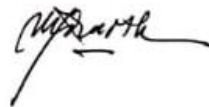
Pembimbing I

Pembimbing II



I Putu Sutawinaya, S.T., M.T

NIP. 196508241991031002



Ir. I Wayan Sudiarta, M.T.

NIP. 196109221990031001

Disahkan Oleh:

Jurusan Teknik Elektro

Ketua



Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T

NIP : 196705021993031005

FORM PERNYATAAN PLAGIARISM

Saya yang bertandaatangan di bawah ini:

Nama : I Gede Guntur Saputra

NIM : 1915333001

Program Studi : DIII Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir berjudul “ANALISIS PENERAPAN LOOPING SYSTEM JARINGAN TEGANGAN RENDAH ANTARA GARDU DB0575 DAN DB0292 UNTUK MENINGKATKAN PELAYANAN PELANGGAN PREMIUM BRONZE KLINIK BRAIA” 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 yang saya peroleh dari Tugas Akhir tersebut.

Badung, Agustus 2022

Yang membuat pernyataan



I Gede Guntur Saputra

NIM.1915333001

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

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : I Gede Guntur Saputra
NIM : 1915333001
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-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul "ANALISIS PENERAPAN LOOPING SYSTEM JARINGAN TEGANGAN RENDAH ANTARA GARDU DB0575 DAN DB0292 UNTUK MENINGKATKAN PELAYANAN PELANGGAN *PREMIUM BRONZE* KLINIK BRAIA" 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 pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Badung, Agustus 2022

Yang membuat pernyataan



I Gede Guntur Saputra

NIM 1915333001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya lah penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini berjudul “Analisis Penerapan *Looping system* Jaringan Tegangan Rendah antara Gardu DB0575 dan DB0292 Untuk Meningkatkan Pelayanan Pelanggan Premium *Bronze* Klinik Braia” yang disusun penulis guna memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali. Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, dorongan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Atas segala bantuan, dorongan, dan bimbingan tersebut, penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE., M.e Com. selaku Direktur Politeknik Negeri Bali
2. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali
3. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik
4. Bapak I Putu Sutawinaya, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dalam penyusunan Tugas Akhir yang telah membimbing dan membantu penulis selama penyusunan Tugas Akhir
5. Ir. I Wayan Sudiarta, M.T. selaku Dosen Pendamping dalam penyusunan Tugas Akhir yang telah membimbing dan membantu penulis selama penyusunan Tugas Akhir
6. Bapak I Wayan Novidi Putra selaku Manajer PT PLN (Persero) ULP Denpasar yang telah membantu, membimbing, dan mengarahkan penulis selama penyusunan Tugas Akhir
7. Bapak I Gusti Ngurah Arya Santika selaku Supervisor PT PLN (Persero) ULP Denpasar Selatan yang telah membimbing dan membantu penulis dalam pengumpulan data selama penyusunan Tugas Akhir
8. Ayah dan ibu yang senantiasa menemani dan mendukung penulis untuk menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.
9. Teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang senantiasa mendukung dan membantu penulis selama perkuliahan dan penyusunan Tugas Akhir

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap adanya saran dan masukan dari pembaca yang bersifat membangun agar Tugas Akhir ini dapat menjadi lebih baik.

Akhir kata, penulis ucapkan selamat membaca. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.

Badung, Agustus 2022

Penulis

ABSTRAK

I Gede Guntur Saputra

Analisis Penerapan *Looping system* Jaringan Tegangan Rendah antara Gardu DB0575 dan DB0292 Untuk Meningkatkan Pelayanan Pelanggan *Premium Bronze* Klinik Braia

Dalam proses penerapan *looping* jaringan tegangan rendah terdapat beberapa standar yang harus dipenuhi. Pada kajian ini, penulis menganalisis penerapan *looping* jaringan tegangan rendah pada pelanggan premium *bronze* Klinik Braia yang diterapkan pada gardu DB0575 dan DB0292. Adapun beberapa hal yang dianalisis dalam penelitian ini yaitu Pembebanan transformator, drop tegangan, pembebanan KHA, analisis jurusan, dan proteksi *NH Fuse*. Penelitian ini menggunakan *software* ETAP 16.00 dalam simulasi penerapan *looping* jaringan tegangan rendah. Adapun hasil penelitian ini sebelum penerapan *looping* JTR pembebanan transformator pada DB0575 dan DB0292 berturut-turut 28,2% dan 48,95% sedangkan setelah penerapan *looping* JTR menjadi 28,2% dan 51,9%. Nilai drop tegangan dan pembebanan KHA yang terkecil berturut-turut dihasilkan pada jurusan 1 pada gardu DB0575 dengan nilai 1.17% dan 7.08% dan jurusan 4 pada gardu DB0292 dengan nilai 0.73% dan 17.91%. Dan rating proteksi yang direkomendasikan gardu DB0575 setelah penerapan menggunakan *NH Fuse* 'gG' *rated current* 200 A dengan tegangan maksimum 690 V dan *rated breaking capacity* 50 kA sebagai sistem proteksi pada PHB-TR untuk transformator distribusi 3 fasa 250 kVA 2 jurusan. Sedangkan untuk gardu DB0292 menggunakan *NH Fuse* 'gG' *rated current* 125 A dengan tegangan maksimum 690 V dan *rated breaking capacity* 50 kA sebagai sistem proteksi pada PHB-TR untuk transformator distribusi 3 fasa 315 kVA 4 jurusan.

Kata Kunci : *Looping System* Jaringan Tegangan Rendah, Pelanggan Premium, Drop Tegangan, Pembebanan Transformator, KHA, Proteksi

ABSTRACT

I Gede Guntur Saputra

Analysis of Application Looping System between DB0575 and DB0292 Distribution Substations to Improve the services of Braia Clinic Premium Bronze Customer

In the process of implementing a looping low-voltage network. In this study, the author analyzes the application looping of low-voltage networks in premium bronze customers which is applied to the DB0575 and DB0292 substations. There are several things that are analyzed in this study, namely transformer loading, voltage drop, loading of KHA, analysis of the best networks, and protection of NH Fuse. This research uses software in simulating the application looping of low-voltage networks. Transformer loading before the application of looping low voltage networks on DB0575 and DB0292 are 28.2% and 48.95% while after the application of looping of low-voltage networks are 28.2% and 51.9%. The smallest value of voltage drop and loading of KHA are resulted in the 1st direction at the DB0575 substation with a value of 1.17% and 7.08% and the 4th direction at the DB0292 substation with a value of 0.73% and 17.91%, And the recommended protection rating for the DB0575 substation after the application is using the NH Fuse 'gG' rated current 200 A with a maximum voltage of 690 V and a rated breaking capacity of 50 kA as a protection system on low voltage distribution panel for a 3-phase 250 kVA 2-way distribution transformer. Meanwhile, the DB0292 substation uses an NH Fuse 'gG' rated current 125 A with a maximum voltage of 690 V and a rated breaking capacity of 50 kA as a protection system on low voltage distribution panel for a 3-phase 315 kVA 4-way distribution transformer.

Key Words: “Looping System Jaringan Tegangan Rendah, Premium Customer, Drop Voltage, Loading Transformer, KHA, Protection

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
FORM PERNYATAAN PLAGIARISM	v
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR RUMUS	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Perumusan Masalah dan Batasan Masalah.....	I-3
1.3. Tujuan.....	I-5
1.4 Manfaat.....	I-5
1.5 Sistematika Penulisan.....	I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Penelitian yang pernah dilakukan.....	II-1
2.2 Teori Penunjang yang Digunakan Dalam Penelitian	II-2
2.2.1 Proses Pendistribusian Energi	II-2
2.2.2 Gardu Distribusi	II-3
2.2.3 Proteksi Gardu Distribusi	II-3
2.2.3.1 FCO.....	II-3
2.2.3.2 <i>NH Fuse</i>	II-4
2.2.4 Transformator Distribusi	II-6
2.2.4.2 Prinsip Kerja Transformator.....	II-7
2.2.5 Penghantar	II-7
2.2.6 Layanan Premium PLN	II-9
2.2.7 ACOS (Automatic Change Overswitch)	II-10
2.2.8 Indikator Penerapan Sistem <i>Looping</i> Jaringan Tegangan Rendah.....	II-11
2.2.9. Proteksi Terhadap Saluran Jaringan Tegangan Rendah	II-13

2.2.10 ETAP 16.00	II-16
BAB III METODELOGI PENELITIAN	III-1
3.1 Metode Pengumpulan Data	III-1
3.1.1 Studi Literatur	III-1
3.1.2 Observasi	III-1
3.1.3 Wawancara	III-2
3.1.4 Dokumentasi.....	III-2
3.2 Jenis Data	III-2
3.3 Sumber Data	III-2
3.3.1 Data Primer	III-2
3.3.2 Data Sekunder	III-3
3.4 Pengolahan Data.....	III-3
3.5 Diagram Alir Penelitian	III-5
3.6 Analisis Data	III-6
3.7 Hasil yang diharapkan.....	III-6
BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISIS.....	IV-1
4.1 Gambaran Umum	IV-1
4.2 Data Teknis Objek.....	IV-5
4.2.1 Data Pemadaman.....	IV-5
4.2.2 Data Panjang Penghantar Jaringan Tegangan Rendah.....	IV-6
4.2.3 Data hasil pengukuran	IV-6
4.2.4 Data Jumlah Pelanggan	IV-8
4.3 Rancangan <i>Looping system</i> jaringan tegangan rendah dan simulasi pada ETAP 16.00.....	IV-9
4.3.1 Rancangan <i>Looping system</i> Di Objek Penelitian	IV-9
4.3.2 Rancangan Simulasi <i>Looping system</i> menggunakan ETAP.....	IV-11
4.3.2.1 Input Data Power Grid	IV-13
4.3.2.2 Input Data Transformator.....	IV-14
4.3.2.3 Input Data Penghantar	IV-15
4.3.2.4 Input Data <i>NH Fuse</i> dan LBS TR (<i>Helfboom</i>)	IV-15
4.3.2.5 Input Data Beban.....	IV-16
4.3.3 Hasil Simulasi ETAP	IV-17
4.3.3.1 Hasil Simulasi Sebelum Penerapan <i>Looping system</i>	IV-17

4.3.3.2 Hasil Simulasi Jurusan Saat Dilakukan <i>Looping</i> Jaringan Tegangan Rendah.....	IV-22
4.4 Perhitungan dan Pembahasan.....	IV-28
4.4.1 Perhitungan Persentase Pembebanan Pada Transformator Gardu Distribusi	IV-28
4.4.2 Perhitungan jatuh tegangan ((ΔV)).....	IV-31
4.4.2.1 Perhitungan Jatuh Tegangan (ΔV) Sebelum dan Saat Penerapan <i>Looping system</i>	IV-31
4.4.3 Perhitungan Pembebanan KHA Kabel Sebelum Dan Saat Penerapan <i>Looping</i> Jaringan Tegangan Rendah	IV-33
4.4.4 Perhitungan dan Simulasi Sistem Proteksi Yang Digunakan Saat Penerapan <i>Looping</i> JTR Pada ETAP 16.00	IV-35
4.4.5 Hasil Simulasi Hubung Singkat pada ETAP.....	IV-36
4.5 Analisis.....	IV-39
4.5.1 Analisis Pembebanan Transformator	IV-39
4.5.2 Analisis Drop Tegangan.....	IV-40
4.5.3 Analisis KHA Kabel.....	IV-42
4.5.4 Analisis Alternatif Pemilihan Jurusan.....	IV-44
4.5.4.1 Opsi <i>Looping</i> Jaringan Tegangan Rendah Jurusan Pada Gardu DB0575 Jurusan 1.....	IV-45
4.5.4.2 Opsi <i>Looping</i> Jaringan Tegangan Rendah Jurusan Pada Gardu DB0575 Jurusan 2.....	IV-45
4.5.4.3 Opsi <i>Looping</i> Jaringan Tegangan Rendah Jurusan Pada Gardu DB0292 Jurusan 1.....	IV-46
4.5.4.4 Opsi <i>Looping</i> Jaringan Tegangan Rendah Jurusan Pada Gardu DB0292 Jurusan 2.....	IV-46
4.5.4.5 Opsi <i>Looping</i> Jaringan Tegangan Rendah Jurusan Pada Gardu DB0292 Jurusan 3.....	IV-46
4.5.4.6 Opsi <i>Looping</i> Jaringan Tegangan Rendah Jurusan Pada Gardu DB0292 Jurusan 4.....	IV-47
4.5.5 Analisis Penentuan Setting Proteksi.....	IV-47
4.5.5.1 Analisis Penentuan Setting Proteksi <i>NH Fuse</i> Pada Gardu DB0292 ..	IV-47
4.5.5.2 Analisis Penentuan Setting Proteksi <i>NH Fuse</i> Pada Gardu DB0575 ..	IV-49

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	V-1
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-3

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi FCO Tegangan Menengah ^[6]	4
Tabel 2.2 Data <i>Rating NH Fuse</i> ^[6]	5
Tabel 2.3 Data spesifikasi penghantar NFA2X-T ^[10]	9
Tabel 2.4 Data Impedansi Penghantar NFA2X-T ^[10]	9
Tabel 2.5 Matrik Layanan Khusus Premium TM dan TR ^[11]	10
Tabel 2.6 <i>Health Index</i> Pembebanan Arus TR Terhadap KHA Outlet ^[12]	12
Tabel 2.7 <i>Health Index</i> Persentase Pembebanan Transformator ^[12]	13
Tabel 4.1 Data Gardu Transformator Distribusi DB 0575.....	IV-3
Tabel 4.2 Data Spesifikasi Transformator DB 0575.....	IV-3
Tabel 4.3 Data Gardu Transformator Distribusi DB 0292.....	IV-4
Tabel 4.4 Data Spesifikasi Transformator DB 0292.....	IV-4
Tabel 4.5 Arah Penyaluran JTR Masing-Masing Gardu Distribusi.....	IV-5
Tabel 4.6 Data Pemadaman Penyulang Pidada Dan Penyulang Merpati ULP Denpasar	IV-5
Tabel 4.7 Data Panjang Penghantar Jaringan Tegangan Rendah.....	IV-6
Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Arus Pada Gardu DB0575.....	IV-6
Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Tegangan Pada Gardu Distribusi DB0575.....	IV-7
Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Arus Pada Gardu DB0292.....	IV-7
Tabel 4.11 Hasil Pengukuran Tegangan Pada Gardu Distribusi DB0292.....	IV-8
Tabel 4.12 Data Jumlah Pelanggan Gardu Distribusi DB0292 Sesuai Daya Terpasang Pelanggan.....	IV-8
Tabel 4.13 Data Jumlah Pelanggan Gardu Distribusi DB0575 Sesuai Daya Terpasang Pelanggan.....	IV-9
Tabel 4.14 Tabulasi Hasil Simulasi Terhadap Tegangan Ujung Pada Masing-Masing Jurusan Gardu Distribusi DB0575 Dan DB0292 Sebelum Mensuplai Beban Pelanggan Premium.....	IV-21
Tabel 4.15 Tabulasi Hasil Simulasi Terhadap Tegangan Ujung Pada Masing-Masing Jurusan Gardu Distribusi DB0575 Dan DB0292 saat mensuplai beban pelanggan premium.....	IV-27
Tabel 4.16 Kondisi Arus induk Saat Penerapan <i>Looping</i> Jaringan Tegangan Rendah.....	IV-27

Tabel 4.17 Kondisi Arus Jurusan Saat Penerapan <i>Looping</i> Jaringan Tegangan Rendah	IV-28
Tabel 4.18 Health Index Persentase Pembebanan Transformator	IV-28
Tabel 4.19 Persentase Pembebanan Transformator	IV-31
Tabel 4.20 Tabulasi Hasil Perhitungan Terhadap Drop Tegangan Sebelum Penerapan <i>Looping</i> Jaringan Tegangan Rendah.....	IV-32
Tabel 4.21 Tabulasi Hasil Perhitungan Terhadap Drop Tegangan saat Penerapan <i>Looping</i> Jaringan Tegangan Rendah	IV-33
Tabel 4.22 Health Index Pembebanan Arus TR Terhadap KHA Outlet	IV-34
Tabel 4.23 Tabulasi Hasil Perhitungan KHA Kabel Pada Masing-Masing Jurusan Pada Gardu DB0292 Dan DB0575 Sebelum Penerapan <i>Looping</i> Jaringan Tegangan Rendah	IV-34
Tabel 4.24 Tabulasi Hasil Perhitungan KHA Kabel Pada Masing-Masing Jurusan Pada Gardu DB0292 Dan DB0575 Saat Penerapan <i>Looping</i> Jaringan Tegangan Rendah	IV-35
Tabel 4.25 Tabulasi Hasil Simulasi Terhadap arus hubung singkat.....	IV-37
Tabel 4.26 Indikator Kualitas Drop Tegangan dan pembebanan KHA Kabel pada Masing-masing Jurusan Gardu DB0575 dan DB0292.....	IV-45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Pendistribusian Tenaga Listrik ^[4]	II-2
Gambar 2.2 Gardu Distribusi.....	II-3
Gambar 2.3 Transformator Distribusi.....	II-6
Gambar 2.4 Kumputan Plat Besi Transformator ^[8]	II-7
Gambar 2.5 Kabel Penghantar NFA2X-T ^[10]	II-8
Gambar 2.6 ACOS (<i>Automatic Change Over Switch</i>)	II-11
Gambar 4. 1 Single Line Diagram Penyulang Merpati	IV-1
Gambar 4. 2 Single Line Diagram Penyulang Pidada	IV-2
Gambar 4. 3 Arah Pemasangan Kabel JTR Gardu Distribusi DB0575 Dan DB0292	IV-10
Gambar 4. 4 Diagram Blok <i>Looping system</i> Jaringan Tegangan Rendah	IV-10
Gambar 4. 5 Automatic Change Over Switch Pelanggan Premium (ACOS).....	IV-11
Gambar 4. 6 Single Line Diagram Pada Gardu Distribusi DB0575 Yang Disimulasikan Dengan Menggunakan ETAP	IV-12
Gambar 4. 7 Single Line Diagram pada Gardu Distribusi DB0292 yang disimulasikan dengan menggunakan ETAP	IV-13
Gambar 4. 8 Input Data Power Grid DB0292 Dalam ETAP 16.00.....	IV-14
Gambar 4. 9 Input Data Pada Transformator DB0292 Dalam ETAP 16.00	IV-14
Gambar 4. 10 Input Data Penghantar ETAP 16.00.....	IV-15
Gambar 4. 11 Input Data <i>NH Fuse</i> pada ETAP 16.00.....	IV-15
Gambar 4. 12 Input Data LBS TR pada ETAP 16.00.....	IV-16
Gambar 4. 13 Input Data Beban pada ETAP 16.00.....	IV-16
Gambar 4. 14 Hasil Simulasi Aliran Daya Pada Gardu Distribusi DB0575 Sebelum Penerapan <i>Looping</i> Jaringan Tegangan Rendah.....	IV-17
Gambar 4. 15 Tegangan Ujung Jurusan Hasil Simulasi Pada Ujung (1) jurusan 1 Gardu Distribusi DB0575	IV-18
Gambar 4. 16 Tegangan Ujung Jurusan Hasil Simulasi Pada Ujung (1) jurusan 2 Pada Gardu Distribusi DB0575	IV-18
Gambar 4. 17 Tegangan Ujung Jurusan Hasil Simulasi Pada Ujung (1) jurusan 1 Pada Gardu Distribusi DB0292	IV-19
Gambar 4. 18 Tegangan Ujung Jurusan Hasil Simulasi Pada Ujung (1) jurusan 2 Pada Gardu Distribusi DB0292	IV-19

Gambar 4. 19 Tegangan Ujung Jurusan Hasil Simulasi Pada Ujung (1) dan ujung 2 jurusan 3 Pada Gardu Distribusi DB0292.....	IV-20
Gambar 4. 20 Tegangan Ujung Jurusan Hasil Simulasi Pada Ujung (1) dan ujung 2 jurusan 4 Pada Gardu Distribusi DB0292.....	IV-21
Gambar 4. 21 Tegangan Ujung Jurusan Hasil Simulasi pada ujung 1 (Pelanggan premium) pada jurusan 1 pada DB0575	IV-22
Gambar 4. 22 Tegangan Ujung Jurusan Hasil Simulasi pada ujung 1 dan ujung 2 (Pelanggan premium) pada jurusan 2 pada DB0575	IV-23
Gambar 4. 23 Tegangan Ujung Jurusan Hasil Simulasi pada ujung 1 dan ujung 2 (Pelanggan premium) pada jurusan 1 pada DB0292	IV-24
Gambar 4. 24 Tegangan Ujung Jurusan Hasil Simulasi pada ujung 1 dan ujung 2 (Pelanggan premium) pada jurusan 2 pada DB0292	IV-24
Gambar 4. 25 Tegangan Ujung Jurusan Hasil Simulasi pada ujung 1, ujung 2 dan ujung 3 (Pelanggan premium) pada jurusan 3 pada DB0292	IV-25
Gambar 4. 26 Tegangan Ujung Jurusan Hasil Simulasi pada ujung 1, ujung 2 dan ujung 3 (Pelanggan premium) pada jurusan 4 pada DB0292	IV-26
Gambar 4. 27 Simulasi Hubung Singkat Fasa Ke Tanah Pada Ujung Gardu DB0292 Saat Penerapan <i>Looping</i> Jaringan Tegangan Rendah.....	IV-36
Gambar 4. 28 Simulasi Hubung Singkat 3 Fasa Pada Ujung Gardu DB0292 Saat Penerapan <i>Looping</i> Jaringan Tegangan Rendah.....	IV-36
Gambar 4. 29 Simulasi Hubung Singkat Fasa Ke Tanah Pada Ujung Gardu DB0575 Saat Penerapan <i>Looping</i> Jaringan Tegangan Rendah.....	IV-37
Gambar 4. 30 Simulasi Hubung Singkat 3 Fasa Pada Ujung Gardu DB00575 Saat Penerapan <i>Looping</i> Jaringan Tegangan Rendah.....	IV-37
Gambar 4. 31 Diagram Batang Drop Tegangan Sebelum Penerapan <i>Looping</i> JTR..	IV-40
Gambar 4. 32 Diagram Batang Drop Tegangan Sesudah Penerapan <i>Looping</i> JTR..	IV-41
Gambar 4. 33 Diagram Batang Pembebanan KHA Sebelum Penerapan <i>Looping</i> JTR	IV-42
Gambar 4. 34 Diagram Batang Pembebanan KHA saat Penerapan <i>Looping</i> JTR	IV-43
Gambar 4. 35 Perbandingan Drop tegangan dan Pembebanan KHA pada DB0575 .	IV-44
Gambar 4. 36 Perbandingan Drop tegangan dan Pembebanan KHA pada DB0292.	IV-44
Gambar 4. 37 Grafik TCC DB0292.....	IV-48
Gambar 4. 38 Grafik TCC DB0575.....	IV-49

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Jatuh Tegangan	II-11
Rumus 2.2 Persentase Jatuh Tegangan	II-11
Rumus 2.3 Pembebanan Kha Outlet	II-12
Rumus 2.4 Arus Beban Penuh Transformator	II-13
Rumus 2.5 Persentase Pembebanan Transformator	II-13
Rumus 2.6 MVA <i>Short Circuit</i>	II-14
Rumus 2.7 Reaktansi <i>Short Circuit</i>	II-14
Rumus 2.8 Impedansi Sisi Sekunder	II-14
Rumus 2.9 Reaktansi Urutan Positif	II-14
Rumus 2.10 Reaktansi Urutan Negatif	II-14
Rumus 2.11 Reaktansi Urutan Nol	II-15
Rumus 2.12 Impedansi Jaringan	II-15
Rumus 2.13 Arus Hubung Singkat 3 Fasa	II-15
Rumus 2.14 Arus Hubung Singkat 1 Fasa Ke Tanah	II-15
Rumus 2.15 Arus Hubung Singkat 2 Fasa	II-15

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Manual Drop Tegangan	L-1
Lampiran 2. Perhitungan Manual Arus Hubung Singkat	L-4
Lampiran 3. Daftar Nama Pelanggan DB 0292 dan DB 0575.....	L-6
Lampiran 4. Spesifikasi dan Dokumentasi DB0575.....	L-11
Lampiran 5. Spesifikasi dan Dokumentasi DB0292.....	L-12
Lampiran 6. Hasil Run Load Flow Sebelum Penerapan Looping JTR	L-13
Lampiran 7. Hasil Run Load Flow Saat Penerapan Looping JTR.....	L-15
Lampiran 8. Data Sheet NH Fuse Schneider	L-21
Lampiran 9. Dokumentasi Pengukuran Arus pada DB0575 dan DB0292	L-25
Lampiran 10. Surat Keterangan Validasi Data	L-26

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. PLN (Persero) merupakan perusahaan listrik berbadan hukum yang bergerak di bidang kelistrikan untuk melayani masyarakat di seluruh Indonesia. PT. PLN (Persero) telah mengalami berbagai macam transformasi untuk mewujudkan visi “Menjadi Perusahaan Listrik Terkemuka se-Asia Tenggara dan #1 Pilihan Pelanggan Untuk Solusi Energi. Tentunya dalam mewujudkan visi tersebut perlu dilakukan berbagai peningkatan layanan pelanggan dan sistem di PT. PLN itu sendiri. PT. PLN (Persero) memiliki beragam unit salah satunya yaitu Unit Layanan Pelanggan Denpasar (ULP Denpasar) sebagai pelaksana dalam suatu pekerjaan yang wilayah kerjanya memiliki total penyulang 21 dengan sistem radial, dan 22 dengan sistem *spindle* yang melayani kurang lebih 208.687 Pelanggan yang tersebar di seluruh Denpasar. Hal ini menjadikan ULP Denpasar menjadi unit yang menaungi pelanggan terbanyak dibandingkan ULP lain yang berada di Bali. Aktivitas masyarakat saat ini semakin meningkat seiring meningkatnya kebutuhan dan cepatnya teknologi berkembang yang dibuktikan dengan pertumbuhan ekonomi masyarakat sebesar 7,07% berdasarkan data dari Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia. Hal ini mengakibatkan sebagian dari masyarakat menginginkan kualitas listrik dalam rumah ataupun kantornya memiliki keandalan yang baik untuk meningkatkan produktivitasnya.

Oleh karena itu, dengan beragam kebutuhan yang dimiliki masyarakat dan untuk meningkatkan keandalan sistem maka PT. PLN (Persero) sendiri telah mengeluarkan program unggulan untuk memenuhi kebutuhan khusus masyarakat yaitu layanan premium. Layanan ini dapat dinikmati oleh masyarakat dengan biaya yang tidak jauh berbeda dengan layanan reguler. Layanan premium memungkinkan masyarakat untuk mendapatkan pasokan listrik yang lebih berkualitas. Bagi pelanggan premium, pelanggan tidak hanya akan di suplai oleh satu sumber saja melainkan akan ada cadangan sumber yang dapat digunakan ketika sumber utama padam atau mengalami gangguan.

Klinik Braia merupakan klinik spesialis kulit dan kelamin yang bergerak dibidang kesehatan yang mencakup kepentingan banyak orang atau disebut dengan pelanggan sosial komersial. Hal ini, menjadi dasar bahwa klinik tersebut harus memiliki sistem keandalan kelistrikan yang baik untuk menunjang aktivitas kesehatan yang ada.

Berdasarkan data dari Unit Pelayanan Pelanggan Denpasar dari tahun 2019-2021 tercatat Penyulang Pidada yang merupakan sumber utama dari klinik tersebut mengalami empat kali gangguan yang masing-masing berdurasi 6 menit, 4 menit 57 detik, 1 menit 24 detik, dan 40 menit 55 detik [1]. Hal ini tentu menjadi permasalahan yang serius dikarenakan sumber utama terbilang cukup sering mengalami gangguan dan dalam waktu yang relatif lama. Selain itu, pemadaman akibat pemeliharaan gardu distribusi dan jaringan tegangan menengah juga beberapa kali dilakukan untuk meningkatkan keandalan sistem. Dengan pertimbangan bahwa pelanggan pada Klinik Braia masih dikategorikan pelanggan tegangan rendah dengan daya 23000 VA maka *looping* jaringan tegangan rendah merupakan solusi yang dapat dilakukan untuk dapat meningkatkan keandalan kelistrikan di klinik tersebut. Harapannya dengan melakukan *looping system* maka keandalan kelistrikan dapat ditingkatkan dikarenakan pelanggan mendapatkan sumber cadangan dari gardu distribusi lainnya yang berasal dari penyulang yang berbeda yaitu penyulang merpati.

Penelitian ini membahas mengenai prediksi persentase pembebanan transformator, drop tegangan, KHA, analisis penentuan jurusan dan penentuan *rating* proteksi yang digunakan pada gardu DB0575 dan DB0292. Kemudian dilakukan simulasi aliran daya (*load flow*) untuk mengetahui skema dan kualitas penerapan *looping* jaringan tegangan rendah yang direkomendasikan dengan simulasi jaringan pada *software* ETAP 16.00 sebelum dan saat penerapan *looping* jaringan tegangan rendah.

Pada penelitian ini diketahui bahwa penerapan *looping* jaringan tegangan rendah pada masing-masing gardu distribusi disuplai dari penyulang dan gardu induk yang berbeda. Pada gardu distribusi DB0575 merupakan gardu distribusi yang disuplai dari Penyulang Pidada yang berasal dari gardu induk kapal. Sedangkan pada gardu DB0292 merupakan gardu distribusi yang disuplai dari penyulang merpati yang berasal dari Gardu Induk Padang Sambian. Perbedaan sumber tegangan ini tentunya akan meningkatkan keandalan penyaluran tenaga listrik, sehingga manuver beban dapat dilakukan dengan baik melalui ACOS (*Automatic Change Overswitch*).

Persentase Pembebanan Transformator pada Gardu DB0575 dan DB0292 sebelum penerapan *looping system* jaringan tegangan rendah berturut-turut yaitu sebesar 28,2% dan 48,95% yang merujuk pada Surat Edaran Direksi PT. PLN (Persero) No. 0017.E/DIR/2014 maka dapat dikategorikan dalam kondisi baik karena masih dalam *range* <60%. Sedangkan setelah dilakukan simulasi penambahan beban rata-rata

pelanggan premium dengan menggunakan ETAP 16.00 pada gardu DB0575 dan DB0292 diperoleh pembebanan transformator berturut-turut menjadi 28,2% dan 51,9% yang juga dapat dikategorikan baik karena masih dalam *range* <60%.

Jatuh tegangan (ΔV), diseluruh fasa masing-masing jurusan pada gardu DB0292 memiliki persentase jatuh tegangan dibawah dari 10% baik sebelum dan sesudah penerapan *looping* jaringan tegangan rendah yang diakibatkan panjang penghantar yang relatif pendek dan besarnya nilai arus yang disalurkan relatif kecil. Pada jurusan 1 DB0575 dan jurusan 4 DB0292 memiliki nilai rata-rata drop tegangan dan pembebanan KHA terkecil jika dibandingkan dengan jurusan lainnya dengan rentang drop tegangan 0.44 hingga 2.19% dan rentang pembebanan KHA 5.04% hingga 10.12% untuk jurusan 1 DB0575 serta rentang drop tegangan 0.44% hingga 1.32% dan rentang pembebanan KHA 12.04% hingga 24.39% untuk jurusan 4 DB0292. Sehingga hasil analisis merekomendasikan jurusan tersebut untuk dilakukan *looping* jaringan tegangan rendah.

Penentuan *setting* proteksi *NH Fuse* yang digunakan disesuaikan dengan arus beban, KHA, *thermal damage limit* kabel, grafik TCC *NH Fuse*. Berdasarkan perhitungan dan analisis secara teoritis maka pada gardu DB0575 setelah penerapan *looping* jaringan tegangan rendah direkomendasikan menggunakan *NH Fuse* 'gG' *rated current* 200 A dengan tegangan maksimum 690 V dan *rated breaking capacity* 50 kA sebagai sistem proteksi pada PHB-TR untuk transformator distribusi 3 fasa 250 kVA 2 jurusan. Sedangkan untuk gardu DB0292 menggunakan *NH Fuse* 'gG' *rated current* 125 A dengan tegangan maksimum 690 V dan *rated breaking capacity* 50 kA sebagai sistem proteksi pada PHB-TR untuk transformator distribusi 3 fasa 315 kVA 4 jurusan.

Dengan adanya tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan evaluasi dan rekomendasi terkait penerapan *looping system* pada pelanggan premium *bronze* klinik Braia kepada PT. PLN (Persero) ULP Denpasar saat melaksanakan pekerjaan kedepannya.

1.2 Perumusan Masalah dan Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan tersebut, dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah skema atau rancangan *looping system* antara gardu DB 0575 dan gardu DB 0292 dalam melokalisir beban?
2. Bagaimanakah aliran daya (*load flow*) pada gardu distribusi DB 0292 dan DB 0575 sebelum dan sesudah penerapan *looping system* yang disimulasikan melalui *software* ETAP. 16.00?

3. Berapakah persentase pembebanan transformator pada gardu DB0575 dan DB0292 sebelum dan sesudah penerapan *looping* jaringan tegangan rendah?
4. Berapakah persentase tegangan jatuh (ΔV) per fasa masing-masing jurusan pada gardu distribusi DB0575 dan DB0292 sebelum dan saat penerapan *Looping system* Jaringan Tegangan Rendah?
5. Berapakah persentase KHA Kabel per fasa masing-masing jurusan pada gardu distribusi DB0575 dan DB0292 sebelum dan saat penerapan *Looping system* Jaringan Tegangan Rendah?
6. Bagaimanakah analisis pemilihan alternatif jurusan pada masing-masing gardu distribusi DB0575 dan DB0292 yang direkomendasikan berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi pada saat penerapan *looping* jaringan tegangan rendah?
7. Berapakah *rating* proteksi jaringan tegangan rendah yang sesuai saat dilakukan penerapan *looping* jaringan tegangan rendah pada gardu distribusi DB0575 dan DB0292

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

1. Menganalisis skema dan prinsip kerja *looping system* Jaringan Tegangan Rendah yang diterapkan pada jurusan 1 gardu distribusi DB 0575 dan jurusan 4 pada DB0292 dalam melokalisir beban.
2. Menganalisis aliran beban (*load flow*) pada gardu distribusi DT0292 dan DT0575 sebelum dan saat penerapan *looping system* Jaringan Tegangan Rendah gardu distribusi menggunakan aplikasi ETAP 16.00.
3. Menganalisis kapasitas daya kedua transformator dalam menyuplai daya listrik pada pelanggan premium *bronze* Klinik Braia saat menerapkan *looping system* jaringan tegangan rendah antara gardu DB 0292 dan DB 0575.
4. Menganalisis persentase jatuh tegangan (ΔV) per fasa masing-masing jurusan pada gardu distribusi DB0575 dan DB0292 sebelum dan saat penerapan *looping system* Jaringan Tegangan Rendah.
5. Menganalisis pemilihan alternatif yang direkomendasikan berdasarkan parameter drop tegangan dan pembebanan KHA kabel setelah dilakukan penerapan *looping* jaringan tegangan rendah.

6. Menganalisis kemampuan hantar arus penghantar (KHA), drop tegangan dan proteksi yang digunakan saat menerapkan *looping system* jaringan tegangan rendah antara gardu DB 0292 dan DB 0575.
7. Menganalisis penentuan *rating* proteksi jaringan tegangan rendah atau *NH Fuse* dan pemilihan spesifikasi barang yang ada dipasaran pada gardu DB0575 dan DB0292 tanpa memperhitungkan koordinasi proteksi jaringan tegangan menengah pada gardu atau FCO.

1.3. Tujuan

Adapun tujuan dari penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui skema dan prinsip kerja *looping system* Jaringan Tegangan Rendah yang diterapkan pada gardu distribusi DB 0575 dan DB0292 dalam melokalisir beban.
2. Mengetahui aliran daya (*load flow*) pada gardu distribusi DB 0292 dan DB 0575 sebelum dan sesudah penerapan *looping system* jaringan tegangan rendah yang disimulasikan dengan ETAP. 16.00.
3. Mengetahui persentase pembebanan transformator pada gardu DB0575 dan DB0292 sebelum dan sesudah penerapan *looping* jaringan tegangan rendah.
4. Mengetahui persentase tegangan jatuh (ΔV) per fasa masing-masing jurusan pada gardu distribusi DB0575 dan DB0292 sebelum dan saat penerapan *Looping system* Jaringan Tegangan Rendah.
5. Berapakah persentase pembebanan KHA Kabel per fasa masing-masing jurusan pada gardu distribusi DB0575 dan DB0292 sebelum dan saat penerapan *looping system* Jaringan Tegangan Rendah.
6. Mengetahui analisis pemilihan alternatif jurusan pada masing-masing gardu distribusi DB0575 dan DB0292 yang direkomendasikan berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi pada saat penerapan *looping* jaringan tegangan rendah.
7. Mengetahui *rating* proteksi jaringan tegangan rendah yang sesuai saat dilakukan penerapan *looping* jaringan tegangan rendah pada gardu distribusi DB0575 dan DB0292.

1.4 Manfaat

Penulisan Tugas Akhir diharapkan dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak, diantaranya adalah:

1. Bagi penulis, menambah wawasan dan pengetahuan penulis terkait analisis penerapan *looping* jaringan tegangan rendah pada pelanggan premium Klinik Braia dengan mengaplikasikan ilmu-ilmu yang didapatkan selama perkuliahan.
2. Bagi Perusahaan, dapat memberikan kontribusi informasi terkait rekomendasi penerapan *looping* jaringan tegangan rendah pada pelanggan premium Klinik Braia yang nantinya dapat dijadikan pertimbangan di lapangan oleh PT. PLN (Persero) ULP. Denpasar
3. Bagi civitas akademika Politeknik Negeri Bali, penelitian ini diharapkan dapat menjadikan referensi ilmu baru untuk menjadi acuan dalam mengetahui kualitas penerapan *looping* jaringan tegangan rendah sehingga dapat meningkatkan keandalan suatu sistem.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN: Pendahuluan memaparkan tentang latar belakang, perumusan Masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, serta sistematika penulisan. Latar belakang membahas alasan ataupun permasalahan yang ada dilapangan untuk dilakukannya sebuah penelitian. Perumusan masalah dan batasan masalah berisikan uraian tentang permasalahan dan batasan permasalahan atau parameter yang akan dibahas dalam penelitian. Tujuan menguraikan tujuan akhir penelitian. Manfaat menguraikan guna penelitian ini dilakukan bagi beberapa pihak, serta sistematika penulisan menguraikan penulisan penelitian per babnya.

BAB II LANDASAN TEORI: Landasan teori membahas teori-teori yang mendukung dan menunjang dalam penelitian sebagai dasar dalam pengolahan data.

BAB III METODOLOGI: Metodologi berisikan langkah-langkah pengolahan data secara sistematis yang dilakukan sesuai dengan diagram alir penyusunan Tugas Akhir.

BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISIS: Pembahasan berisikan data-data yang telah dikumpulkan dan diperoleh untuk penelitian, kemudian diolah sesuai kebutuhan penelitian. Analisis berisikan hasil pengolahan data yang dirangkum dari hasil pembahasan untuk memperoleh hasil penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN: Kesimpulan berisikan uraian hasil pembahasan dan analisa sesuai permasalahan dalam penelitian yang diikuti dengan saran yang diajukan penulis terkait evaluasi penelitian yang dilakukan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang didapatkan dari penelitian *looping system* jaringan tegangan rendah baik sebelum dan saat penerapan, adapun kesimpulan yang dapat ditarik yaitu sebagai berikut.

1. Skema dan prinsip kerja *looping* jaringan tegangan rendah pada pelanggan premium yang mengoneksikan antara gardu DB0575 dan DB0292 ketika suplai utama dari pelanggan premium yaitu DB0575 pada jurusan 1 mengalami pemadaman akibat gangguan ataupun pemeliharaan. Bila gardu DB0575 padam maka beban akan disuplai sementara oleh gardu DB0292. Kedua gardu tersebut memiliki sumber penyulang yang berbeda yaitu DB0575 dari Penyulang Pidada sedangkan DB0292 dari penyulang merpati sehingga diharapkan kedua gardu tidak mengalami gangguan dalam waktu bersamaan. Adapun prinsip kerjanya yakni dengan menekan tombol pada panel ACOS yang terdapat di pelanggan premium sehingga yang pada awalnya DB0292 dalam posisi NO (*Normally Open*) atau sebagai cadangan akan diubah menjadi NC (*Normally Close*). Sedangkan pada sisi Gardu 0575 akan diubah dari posisi NC (*Normally Close*) menjadi NO (*Normally Open*) sehingga kondisi pelanggan premium akan disuplai oleh gardu DB0292 untuk sementara waktu
2. Aliran daya (*load flow*) pada gardu distribusi DB0575 dan DB0292 sebelum dan saat penerapan *looping system* yang disimulasikan menggunakan aplikasi ETAP 16.00. Sistem disimulasikan dalam dua keadaan. Pertama, yaitu saat DB0575 mengalami pemadaman maka aliran daya akan mengalir dari gardu DB0292 menuju ke ACOS (*Automatic Change Over Switch*) dan akan menyuplai pelanggan premium dengan jeda beberapa menit untuk melakukan manuver tegangan. Kedua, ketika DB0292 mengalami pemadaman maka aliran daya akan mengalir seperti kondisi awal dari gardu DB0575 karena gardu DB0292 hanya bersifat gardu cadangan ketika suplai utama mengalami kegagalan.
3. Persentase Pembebanan Transformator pada Gardu DB0575 dan DB0292 sebelum penerapan *looping system* jaringan tegangan rendah berturut-turut yaitu sebesar 28,2% dan 48,95% yang merujuk pada Surat Edaran Direksi PT. PLN (Persero) No. 0017.E/DIR/2014 maka dapat dikategorikan dalam kondisi baik

karena masih dalam *range* <60%. Sedangkan setelah dilakukan simulasi penambahan beban rata-rata pelanggan premium dengan menggunakan ETAP 16.00 pada gardu DB0575 dan DB0292 diperoleh pembebanan transformator berturut-turut menjadi 28,2% dan 51,9% yang juga dapat dikategorikan baik karena masih dalam *range* <60%.

4. Persentase Jatuh Tegangan (ΔV) per fasa masing-masing jurusan pada gardu DB0575 dan DB0292 sebelum penerapan *looping* jaringan tegangan rendah terjadi pada jurusan 1 dan jurusan 2 pada gardu DB0575 dengan nilai rata-rata drop tegangan berturut-turut sebesar 1.17% dan 2.49% sedangkan pada jurusan 1, 2, 3 dan 4 pada gardu DB 0292 memiliki nilai rata-rata drop tegangan berturut-turut sebesar 1.47%, 2.51%, 1.61%, dan 0.59%. Kemudian, saat penerapan *looping* jaringan tegangan rendah hasil simulasi menunjukkan bahwa jurusan 1 dan jurusan 2 pada gardu DB0575 dengan nilai rata-rata drop tegangan berturut-turut sebesar 1.17% dan 2.49% sedangkan pada jurusan 1, 2, 3 dan 4 pada gardu DB 0292 memiliki nilai rata-rata drop tegangan berturut-turut sebesar 1.76%, 2.51%, 1.692%, dan 0.737%. Hasil simulasi menunjukkan bahwa fasa S dan T ujung 1 jurusan 1, fasa T ujung 1 Jurusan 3, fasa T ujung 1 dan 2 jurusan 4 mengalami kenaikan drop tegangan sehingga nilai rata-rata drop tegangan setelah penerapan *looping* jaringan tegangan rendah juga meningkat. Hasil drop tegangan sebelum dan sesudah penerapan *looping* jaringan tegangan rendah memiliki nilai drop tegangan yang sesuai dengan standar PLN yang ditetapkan yaitu 10%.
5. Pembebanan KHA per fasa masing-masing jurusan pada gardu DB0575 dan DB0292 memiliki nilai yang tidak melebihi nilai KHA masing-masing penghantar yang digunakan yaitu kabel NFA2X-T 70mm² + 50 mm² dengan KHA penghantar sebesar 196 A. Sebelum penerapan *looping* jaringan tegangan rendah rating KHA kabel pada gardu DB0575 berada pada rentang 5,04% hingga 44,9% serta rating KHA pada Gardu DB0292 berada pada rentang 7.42% hingga 52.36%. sedangkan pada saat penerapan *looping* jaringan tegangan rendah rating KHA pada gardu DB0575 berada pada rentang 5,04% hingga 54,23% serta rating KHA pada gardu DB0292 berada pada rentang 12.04% hingga 57.86%. Hasil tersebut dapat dikatakan baik yang merujuk pada Surat Edaran Direksi PT. PLN (Persero) No. 0017.E/DIR/2014 dengan nilai persentase pembebanan KHA kabel <60%.
6. Penentuan jurusan terbaik penerapan *looping* jaringan tegangan rendah berdasarkan hasil simulasi menggunakan ETAP 16.00 dan mempertimbangkan

kondisi di lapangan maka jurusan 1 pada Gardu DB0575 dengan jurusan 4 gardu DB0292 direkomendasikan untuk dilakukan *looping* jaringan tegangan rendah karena memiliki nilai drop tegangan dan pembebanan KHA yang terkecil dibandingkan jurusan lainnya yaitu pada jurusan 1 gardu DB0575 memiliki nilai drop tegangan dengan rentang 0.44% hingga 2.19% dan rating KHA dengan rentang 5.04% hingga 10.12%. sedangkan pada jurusan 4 gardu DB0292 memiliki nilai drop tegangan pada rentang 0.44% hingga 1.32% dan rating KHA dengan rentang 12.04% hingga 24.39%. Selain itu, jurusan 1 pada gardu DB0575 merupakan jurusan yang mensuplai pelanggan premium sebelum dilakukan *looping* jaringan tegangan rendah sehingga tidak diperlukan penarikan kabel tambahan untuk melakukannya. Kemudian, pada jurusan 4 gardu DB0292 memiliki arah ke barat yang sesuai dengan letak pelanggan premium di lapangan jika dibandingkan dengan jurusan lain yang mengarah ke utara dan selatan sehingga hanya memerlukan kabel tambahan yang relatif lebih pendek.

7. Penentuan setting proteksi *NH Fuse* yang digunakan disesuaikan dengan arus beban, KHA, *thermal damage* limit kabel, grafik TCC *NH Fuse*, arus hubung singkat terkecil dan terbesarnya. Berdasarkan perhitungan dan analisis secara teoritis maka pada gardu DB0575 setelah penerapan *looping* jaringan tegangan rendah direkomendasikan menggunakan *NH Fuse* 'gG' rated current 200 A dengan tegangan maksimum 690 V dan *rated breaking capacity* 50 kA sebagai sistem proteksi pada PHB-TR untuk transformator distribusi 3 fasa 250 kVA 2 jurusan. Sedangkan untuk gardu DB0292 menggunakan *NH Fuse* 'gG' rated current 125 A dengan tegangan maksimum 690 V dan *rated breaking capacity* 50 kA sebagai sistem proteksi pada PHB-TR untuk transformator distribusi 3 fasa 315 kVA 4 jurusan.

5.2 Saran

Berdasarkan pada hasil penelitian, adapun saran yang dapat diberikan yaitu:

1. Pada penggunaan rating proteksi *NH Fuse* yang digunakan pada gardu DB0575 disarankan untuk menggunakan *NH Fuse* 'gG' rated current 200 A dengan tegangan maksimum 690 V dan *rated breaking capacity* 50 kA. Sedangkan pada gardu DB0292 disarankan untuk menggunakan *NH Fuse* 'gG' rated current 125 A dengan tegangan maksimum 690 V dan *rated breaking capacity* 50 kA. Sehingga penggunaan *NH Fuse* disarankan untuk ditinjau dan disesuaikan dengan kondisi di lapangan .

2. Perlu dilakukan evaluasi terhadap penggunaan ACOS terkait penerapan *looping* jaringan tegangan rendah untuk memastikan jaringan tersebut aman dalam menyalurkan tenaga listrik menuju beban.
3. Perlu dilakukan evaluasi terkait karakteristik pembebanan transformator pada masing-masing gardu distribusi untuk mengetahui efisiensi penyaluran tenaga listrik sebelum dan saat penerapan *Looping System* Jaringan Tegangan Rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Data Target Distribusi. 2022. Data Prognosa Target SAIDI SAIIFI 2022 PT. PLN (Persero) ULP Denpasar. Denpasar: PT. PLN(Persero) ULP Denpasar
- [2] Sudiartha, Sutawinaya, TA, & Firman. (2017). MANAJEMEN TRAFODISTRIBUSI 20KV ANTAR GARDU BL031 DAN BL033 PENYULANG LILIGUNDI DENGAN MENGGUNAKAN SIMULASI PROGRAM ETAP. Logic: Jurnal Rancang Bangun Dan Teknologi, 16(3), 166. Retrieved from
- [3] Suwardana, Sutawinaya, & Wulandari. (2017). Studi Analisis Rugi-Rugi Daya pada Penghantar Netral Akibat Sistem Tidak Seimbang di Jaringan Distribusi Gardu KA 1495 Penyulang Citraland Menggunakan Simulasi Program ETAP 7.0. Logic: Jurnal Rancang Bangun Dan Teknologi, 14(3), 157.
- [4] Jurnal, R. T. (2017). Studi Analisis Gangguan Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah dan Upaya Mengatasinya di PLN Area Tanjung Priok. Energi & Kelistrikan, 9(1), 51-59.
- [5] Kristianto, A. (2020). Pt. Pln (Persero) Ulp Bengkalis Pelayanan Teknik Pt. Adra Gemilang (Komponen Gardu Distribusi).
- [6] Siahaan, A. N., Ispranyoto, E., & Tresya Mauriraya, K. (2020). Studi Kasus Pengaman Lebur sebagai Proteksi Jaringan Tegangan Rendah pada PHB TR di PT PLN (Persero) ULP Bogor Kota (Doctoral dissertation, INSTITUT TEKNOLOGI PLN).
- [7] Badruzzaman, Y., & Himawati, F. (2016). Keandalan Rele Differential sebagai Pengaman Utama Transformator terhadap Gangguan Arus Hubung Singkat di GIS Randugarut. JTET (Jurnal Teknik Elektro Terapan), 3(3).
- [8] Anonim. 2009. Komponen-komponen Transformator [Online]. Available:listrik.blogspot.com/2009/01/komponen-komponentransformator.html (Diakses: 18 Januari 2022).
- [9] RAZIPO, M. (2020). ANALISA PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP EFISIENSI TRANSFORMATOR DAYA 54 MVA DI PT. PLN (PERSERO) KERAMASAN (Doctoral dissertation, POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA).
- [10] PT PLN (Persero), Kriteria Desain Enjiniring Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik, Jakarta: PT PLN (Persero), 2010.

- [11] Huda, R. (2019). Upaya Peningkatan Pendapatan Melalui Program Layanan Premium pada PT PLN (Persero) UP3 Padang (Doctoral dissertation, Universitas Andalas).
- [12] Direksi, P. T. (2014). PLN (Persero), “Edaran Direksi PT PLN (Persero) Nomor: 0017. E/DIR/2014 Tentang Metode Pemeliharaan Trado Distribusi Berbasis Kaidah Manajemen Aset.
- [13] Jurnal, R. T. (2018). ANALISA NILAI SAIDI SAIFI SEBAGAI INDEKS KEANDALAN PENYEDIAAN TENAGA LISTRIK PADA PENYULANG CAHAYA PT. PLN (PERSERO) AREA CIPUTAT. *Energi & Kelistrikan*, 10(1), 70-77.
- [14] Alif Permana, “Pengenalan Software ETAP 12.6.0,” (Alif Pustaka), [online] 2018, www.alifpustaka.com/pengenalan-software-etap (Diakses pada 30 Januari 2022)
- [15] Penangsang, O., & Aryani, N. K. (2017). Penentuan Lokasi Gangguan Hubung Singkat pada Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang Tegalsari Surabaya dengan Metode Impedansi Berbasis GIS (Geographic Information System). *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), B66-B71.
- [16] Hardani, dkk. *Metode Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif*. Yogyakarta: CV. Pustaka Ilmu Group Yogyakarta. 2020