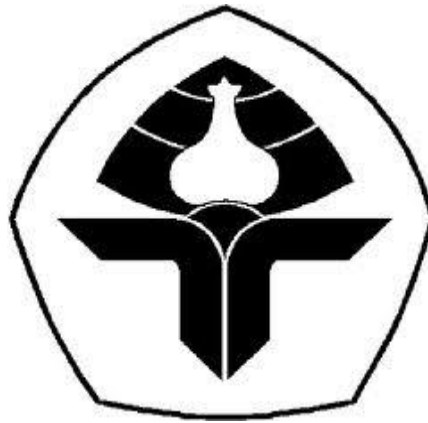


LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

**UPAYA PENINGKATAN EFISIENSI
TRANSFORMATOR *OVERLOAD*
PADA GARDU DISTRIBUSI BL233
PENYULANG YEH TALUH**



Oleh :

Kadek Dwi Sukariawan
NIM. 1915313098

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

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

Diajukan Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

UPAYA PENINGKATAN EFISIENSI TRANSFORMATOR *OVERLOAD* PADA GARDU DISTRIBUSI BL233 PENYULANG YEH TALUH



Oleh :

Kadek Dwi Sukariawan
NIM. 1915313098

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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**UPAYA PENINGKATAN EFISIENSI TRANSFORMATOR
OVERLOAD PADA GARDU DISTRIBUSI BL233
PENYULANG YEH TALUH**

Oleh :

Kadek Dwi Sukariawan
NIM. 1915313098

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. A.A.N.Md. Narottama, MT.
NIP. 196504081991031002

Pembimbing II



I Gusti Putu Arka, ST.,MT.
NIP. 196601071991031003

Disahkan Oleh
Jurusan Teknik Elektro



Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T.
NIP. 196705021993031005

LEMBAR PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Kadek Dwi Sukariawan
NIM. : 1915313098
Program Studi : D3 Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bali Hak **Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : **UPAYA PENINGKATAN EFISIENSI TRANSFORMATOR OVERLOAD PADA GARDU DISTRIBUSI BL233 PENYULANG YEH TALUH** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Politeknik Negeri Bali berhak menyimpan, mengalihmediakan 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, 23 Juli 2022

Yang menyatakan



Kadek Dwi Sukariawan

NIM. 1915313098

FORM PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Kadek Dwi Sukariawan
NIM. : 1915313098
Program Studi : D3 Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Tugas Akhir berjudul UPAYA PENINGKATAN EFISIENSI TRANSFORMATOR *OVERLOAD* PADA GARDU DISTRIBUSI BL233 PENYULANG YEH TALUH 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 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.

Bukit Jimbaran, 23 Juli 2022



tembuat pernyataan

Kadek Dwi Sukariawan

NIM. 1915313098

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini yang berjudul “Upaya Peningkatan Efisiensi Transformator *Overload* Pada Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh” tepat pada waktunya.

Penyusunan Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan Program Pendidikan Diploma III pada Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis banyak memperoleh bimbingan dan masukan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE., M.eCom. selaku Direktur Politeknik Negeri Bali,
2. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, ST., MT. selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Listrik Politeknik Negeri Bali.
4. Bapak A.A.N.Md. Narottama, MT. selaku Pembimbing I yang telah berkenan memberikan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk memberikan petunjuk, pengetahuan, bimbingan, dan pengarahan guna menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Bapak I Gusti Putu Arka, ST., MT. selaku Pembimbing II yang telah berkenan memberikan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk memberikan petunjuk, pengetahuan, bimbingan, dan pengarahan guna menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
6. Bapak/Ibu Dosen serta staf Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
7. Pimpinan, staf dan karyawan PT. PLN (Persero) UP3 Bali Utara yang telah membantu penulis selama proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
8. Keluarga, orang terdekat, pacar serta teman – teman yang senantiasa memberi semangat dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
9. Rekan – rekan kelas 6B TL yang membantu penyusunan Laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa Politeknik Negeri Bali khususnya, dan pembaca pada umumnya.

Bukit Jimbaran, Juli 2022

Penulis

KADEK DWI SUKARIAWAN
UPAYA PENINGKATAN EFISIENSI
TRANSFORMATOR *OVERLOAD* PADA GARDU DISTRIBUSI BL233
PENYULANG YEH TALUH

ABSTRAK

Di PT PLN (Persero) UP3 Bali Utara terdapat gardu distribusi yang mengalami masalah beban lebih (*Overload*). Kondisi Pembebanan yang lebih besar pada transformator akan mengurangi efisiensi transformator, akan tetapi pembebanan yang terlalu kecil juga menyebabkan efisiensi transformator yang rendah. Begitu juga Menurut SPLN 1 tahun 1995, drop tegangan ujung tidak boleh melebihi 10%. Beban yang terpasang berdasarkan data hasil pengukuran pada Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh sejumlah 138,67 A dengan persentase pembebanan sebesar 97,49% dengan efisiensi 98,60% dan drop tegangan sebesar 4,97%. Menurut Surat Edaran Direksi PT PLN (Persero) Nomor: 0017.E/DIR/2014, maka transformator pada Gardu Distribusi BL233 dapat dinyatakan *overload* dikarenakan persentase pembebanan sudah melebihi 80%. Dalam mengatasi permasalahan transformator *overload* dapat dilakukan dengan beberapa metode yang ada menurut SPLN yaitu : *uprating* kapasitas transformator dan penambahan gardu sisipan. Berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan oleh penulis dengan simulasi menggunakan program ETAP 12.6 memperoleh beberapa hasil. Apabila dilakukan *uprating* kapasitas transformator 160 kVA dapat menurunkan persentase pembebanan menjadi 40,31%, efisiensi meningkat menjadi 99,08% dan drop tegangan yang menurun menjadi 0,88%. Apabila dilakukan penambahan gardu sisipan dapat menurunkan persentase pembebanan menjadi 84,87%, efisiensi meningkat menjadi 98,70% dan drop tegangan yang menurun menjadi 0,47%. Hasil simulasi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kondisi sudah memenuhi ketentuan/regulasi yang ditetapkan oleh PT PLN (Persero).

Kata Kunci : Transformator *Overload*, Efisiensi, *Uprating* Kapasitas Transformator, Penambahan Gardu Sisipan.

KADEK DWI SUKARIAWAN
UPAYA PENINGKATAN EFISIENSI
TRANSFORMATOR *OVERLOAD* PADA GARDU DISTRIBUSI BL233
PENYULANG YEH TALUH

ABSTRACT

At PT PLN (Persero) UP3 North Bali there is a distribution substation that is experiencing overload problems. Larger loading conditions on the transformer will reduce the efficiency of the transformer, but too small a load also causes low transformer efficiency. Likewise, according to SPLN 1 of 1995, the end voltage drop should not exceed 10%. The load installed based on the measurement data at the Yeh Taluh Distribution Substation BL233 is 138.67 A with a loading percentage of 97.49% with an efficiency of 98.60% and a voltage drop of 4.97%. According to the Circular of the Directors of PT PLN (Persero) Number: 0017.E/DIR/2014, the transformer at the BL233 Distribution Substation can be declared overloaded because the percentage of loading has exceeded 80%. In overcoming the problem of transformer overload, it can be done by several methods according to the SPLN, namely: uprating the capacity of the transformer and adding insertion substations. Based on the results of trials that have been carried out by the author with simulations using the ETAP 12.6 program, several results have been obtained. If uprating the capacity of the 160 kVA transformer can reduce the percentage of loading to 40.31%, the efficiency increases to 99.08% and the voltage drop decreases to 0.88%. If the addition of insertion substations can reduce the percentage of loading to 84.87%, efficiency increases to 98.70% and the voltage drop decreases to 0.47%. The simulation results that have been carried out show that the conditions have met the provisions/regulations set by PT PLN (Persero).

Keyword : Overload Transformer, Efficiency, Upgrading Transformer Capacity, Inserted Distribution Substation

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
FORM PERNYATAAN PLAGIARISME	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Perumusan Masalah	I-2
1.3 Batasan Masalah.....	I-3
1.4 Tujuan	I-3
1.5 Manfaat	I-4
1.6 Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II LANDASAN TEORI	II-1
2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	II-1
2.2 Gardu Distribusi	II-2
2.2.1 Pengertian Gardu Distribusi.....	II-2
2.2.2 Gardu Tiang Tipe Cantol	II-2
2.3 Transformator.....	II-3
2.3.1 Pengertian Transformator	II-3
2.3.2 Prinsip Kerja Transformator	II-4
2.3.3 Rugi – rugi Transformator	II-4

2.3.4	Efisiensi Transformator	II-5
2.3.5	Persentase Pembebanan Transformator	II-6
2.4	Pemilihan Kapasitas Transformator	II-7
2.5	Drop Tegangan	II-7
2.6	Jarak Penempatan Gardu Distribusi	II-8
2.7	ETAP Power Station 12.6	II-8
2.7.1	Elemen – elemen ETAP	II-8
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		III-1
3.1	Rancangan Sistem Pengambilan Data	III-1
3.1.1	Metode Observasi	III-1
3.1.2	Metode Studi Pustaka	III-1
3.1.3	Metode Dokumentasi	III-2
3.1.4	Metode Wawancara	III-2
3.2	Pengolahan Data	III-2
3.3	<i>Flowchart</i> Penelitian	III-3
3.3	Analisa Hasil Penelitian	III-5
3.4	Hasil Yang Diharapkan	III-5
BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA		IV-1
4.1	Gambaran Umum Gardu Distribusi BL233	IV-1
4.1.1	Data <i>Single Line Diagram</i> Pada Gardu Distribusi BL233	IV-2
4.1.2	Data Teknis Transformator Pada Gardu Distribusi BL233	IV-3
4.2	Data Hasil Pengukuran Gardu Distribusi BL233	IV-3
4.2.1	Data Riwayat Pembebanan	IV-4
4.2.2	Data Hasil Pengukuran Arus Induk	IV-4
4.2.3	Data Hasil Pengukuran $\cos \phi$	IV-5
4.2.4	Data Hasil Pengukuran Tegangan Induk dan Tegangan Ujung	IV-5
4.2.5	Data Penghantar	IV-6

4.2.6	Data Beban Pelanggan	IV-7
4.3	Perhitungan Kondisi Awal Gardu Distribusi BL233 Berdasarkan Hasil Pengukuran.....	IV-7
4.3.1	Perhitungan Persentase Pembebanan.....	IV-8
4.3.2	Efisiensi Transformator	IV-8
4.3.3	Perhitungan Drop Tegangan Ujung	IV-10
4.4	Perancangan Simulasi Menggunakan ETAP 12.6	IV-10
4.4.1	Input Data ETAP 12.6	IV-11
4.4.1.1	Input Data <i>Power Grid</i>	IV-11
4.4.1.2	Input Data Transformator	IV-12
4.4.1.3	Input Data Penghantar (Kabel)	IV-12
4.4.1.4	Input Data Beban	IV-17
4.4.2.1	Perencanaan Kapasitas <i>Uprating</i> Kapasitas Transformator	IV-17
4.4.2.2	Hasil Simulasi <i>Uprating</i> Kapasitas Transformator.....	IV-18
4.4.2.3	Persentase Pembebanan Transformator Setelah <i>Uprating</i> Kapasitas Transformator	IV-19
4.4.2.4	Efisiensi Transformator Setelah <i>Uprating</i> Kapasitas Transformator ..	IV-20
4.4.2.5	Perhitungan Drop Tegangan ujung	IV-21
4.4.3	Simulasi Penambahan Gardu Sisipan	IV-22
4.4.3.1	Perencanaan Tata Letak dan Kapasitas Transformator Gardu Sisipan	IV-22
4.4.3.2	Hasil Simulasi Penambahan Gardu Sisipan.....	IV-24
4.4.3.3	Persentase Pembebanan Transformator Setelah Penambahan Gardu Sisipan	IV-26
4.4.3.4	Efisiensi Transformator Setelah Penambahan Gardu Sisipan	IV-26
4.4.3.5	Perhitungan Drop Tegangan ujung	IV-28
4.5	Tabulasi Hasil Perhitungan dan Pembahasan	IV-28
4.5.1	Persentase Pembebanan Transformator	IV-28
4.5.2	Efisiensi Transformator	IV-29

4.5.3	Drop Tegangan Ujung	IV-29
4.6	Analisis Perkembangan Beban, Efisiensi Transformator dan Drop Tegangan Ujung Gardu Distribusi BL233	IV-29
4.7	Analisis Simulasi <i>Uprating</i> Kapasitas Transformator	IV-31
4.8	Analisis Simulasi Penambahan Gardu Sisipan	IV-33
4.9	Analisis Upaya Peningkatan Efisiensi Transformator <i>Overload</i> Pada Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh	IV-34
BAB V PENUTUP		V-1
5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran.....	V-1
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 (a) Gardu Portal (b) <i>Single Line</i> Gardu Portal ^[7]	II-3
Gambar 2. 2 Tipe Kumbaran Transformator	II-3
Gambar 2. 3 Rugi – rugi yang Timbul Saat Transformasi Pada Transformator	II-4
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Penelitian	III-4
Gambar 4. 1 Single Line Diagram Penyulang Yeh Taluh	IV-1
Gambar 4. 2 Letak Gardu Distribusi BL233 Secara Spesifik	IV-2
Gambar 4. 3 Data Single Line Diagram Gardu Distribusi BL233	IV-2
Gambar 4. 4 Konsturksi Gardu Distribusi BL233.....	IV-3
Gambar 4. 5 Gambaran Simulasi Uprating Transformator Gardu Distribusi BL233.....	IV-11
Gambar 4. 6 Contoh Input Data Power Grid.....	IV-12
Gambar 4. 7 Contoh Input Data Transformator	IV-12
Gambar 4. 8 Contoh Input Data Cable Editor Penghantar Induk.....	IV-13
Gambar 4. 9 Contoh Input Data Library Penghantar Induk	IV-13
Gambar 4. 10 Contoh Input Data Cable Editor Penghantar Jurusan.....	IV-14
Gambar 4. 11 Contoh Input Data Library Penghantar Jurusan	IV-14
Gambar 4. 12 Contoh Input Data Cable Editor Penghantar JTR	IV-15
Gambar 4. 13 Contoh Input Data Library Penghantar JTR.....	IV-15
Gambar 4. 14 Contoh Input Data Cable Editor Penghantar SR	IV-16
Gambar 4. 15 Contoh Input Data Library Penghantar SR	IV-16
Gambar 4. 16 Contoh Input Data Beban pada Menu Nameplate	IV-17
Gambar 4. 17 Cuplikan Hasil Simulasi Setelah Uprating Kapasitas Transformator.....	IV-19
Gambar 4. 18 Perencanaan Single Line Diagram Tata Letak Setelah Penambahan Gardu Sisipan.....	IV-23
Gambar 4. 19 Cuplikan Hasil Simulasi Setelah Penambahan Gardu Sisipan	IV-25
Gambar 4. 20 Cuplikan Hasil Simulasi Gardu Distribusi BL XXX	IV-25
Gambar 4. 21 Grafik Perkembangan Beban, Efisiensi dan Drop Tegangan Ujung Gardu Distribusi BL233.....	IV-30
Gambar 4. 22 Grafik Perbandingan Persentase Pembebanan, Efisiensi dan Drop Tegangan Ujung pada Gardu Distribusi BL233 Apabila Dilakukan Uprating Kapasitas Transformator	IV-32

Gambar 4. 23 Grafik Perbandingan Persentase Pembebanan, Efisiensi Transformator dan Drop Tegangan Ujung Apabila Dilakukan Simulasi Penambahan Gardu Sisipan.....	IV-34
Gambar 4. 25 Grafik Perbandingan Persentase, Efisiensi Transformator dan Drop Tegangan Ujung Pada Gardu Distribusi BL233	IV-35

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Spesifikasi Transformator Pada Gardu Distribusi BL233	IV-3
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Data Tahunan Gardu Distribusi BL233	IV-4
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengukuran Arus Induk Gardu Distribusi BL233.....	IV-5
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengukuran Cos ϕ Masing - Masing Fasa Gardu Distribusi BL233	IV-5
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengukuran Tegangan Induk Gardu Distribusi BL233.....	IV-6
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengukuran Tegangan Ujung Gardu Distribusi BL233	IV-6
Tabel 4. 7 Spesifikasi Penghantar yang Digunakan pada JTR Gardu Distribusi BL233	IV-6
Tabel 4. 8 Tabulasi Beban Terpasang Per - Fasa Pada Tiang JTR Gardu Distribusi BL233	IV-7
Tabel 4. 9 Data Hasil Simulasi Setelah Uprating Kapasitas Transformator	IV-19
Tabel 4. 10 Data Hasil Tegangan Ujung Setelah Uprating Kapasitas Transformator.....	IV-19
Tabel 4. 11 Data Hasil Simulasi Setelah Penambahan Gardu Sisipan.....	IV-26
Tabel 4. 12 Data Hasil Simulasi Tegangan Ujung Setelah Penambahan Gardu Sisipan....	IV-26
Tabel 4. 13 Tabulasi Hasil Perhitungan Persentase Pembebanan Transformator	IV-29
Tabel 4. 14 Tabulasi Hasil Perhitungan Efisiensi Transformator	IV-29
Tabel 4. 15 Tabulasi Hasil Perhitungan Drop Tegangan Ujung	IV-29
Tabel 4. 16 Perkembangan Beban, Efisiensi dan Drop Tegangan Ujung Gardu Distribusi BL233.....	IV-30

DAFTAR LAMPIRAN

L – 1	Single Line Diagram Penyalang Yeh Taluh	L – 1
L – 2	Single Line Diagram Gardu Distribusi BL233	L – 3
L – 3	Hasil <i>Running</i> Simulasi <i>Uprating</i> Kapasitas Transformator	L – 5
L – 4	Hasil <i>Running</i> Simulasi Penambahan Gardu Sisipan	L – 7
L – 5	Spesifikasi Transformator dan Data Penghantar Pada Gardu Distribusi BL233	L – 9
L – 6	Data Hasil Pengukuran Yandu Tahun 2020	L – 12
L – 7	Data Hasil Pengukuran Yandu Tahun 2021	L – 14
L – 8	Data Hasil Pengukuran	L – 16
L – 9	Data Pelanggan Pada Gardu Distribusi BL233	L – 18
L – 10	Data Nilai Impedansi Penghantar (Sumber : UP2D Bali)	L – 22
L – 11	Standar Efisiensi dan Pengatur Tegangan SPLN D3 002-1:2007	L – 24
L – 12	Surat Edaran Direksi PT PLN (Persero) Nomor: 0017.E/DIR/2014	L – 26
L – 13	Report Simulasi <i>Uprating</i> Kapasitas Transformator	L – 28
L – 14	Report Simulasi Penambahan Gardu Sisipan	L – 32

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring kemajuan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) serta kemajuan kehidupan masyarakat kebutuhan energi atau tenaga listrik akan terus meningkat. Untuk itu baik secara kualitas, kuantitas dan kontinuitas perusahaan listrik negara PT PLN (Persero) diharapkan mampu untuk menyediakan dan menyalurkan energi listrik kepada konsumen. Dalam proses penyaluran tenaga listrik sampai ke pelanggan dibutuhkan transformator yang berfungsi mentransformasikan tenaga listrik yang memiliki tegangan menengah (TM) menjadi tegangan rendah (TR) yaitu dari tegangan 20 kV menjadi 231/400 V. Dalam proses transformasi tersebut terdapat rugi – rugi daya pada transformator, yaitu rugi inti besi dan rugi tembaga.

Di PT PLN (Persero) UP3 Bali Utara terdapat gardu distribusi yang mengalami masalah beban lebih (*Overload*). Beban lebih (*Overload*) merupakan suatu gangguan yang bisa terjadi pada transformator distribusi, namun jika dalam keadaan tersebut dibiarkan maka akan dapat berdampak dengan rusaknya peralatan listrik apabila ada arus yang mengalir. Kondisi Pembebanan yang lebih besar pada transformator akan mengurangi efisiensi transformator, akan tetapi pembebanan yang terlalu kecil juga menyebabkan efisiensi transformator yang rendah. Menurut SPLN 50: 1997 tentang Spesifikasi Transformator Distribusi, efisiensi transformator lebih tinggi pada pembebanan 50% jika dibandingkan dengan pembebanan 100% dari kapasitas nominalnya pada faktor daya 1^[1]. Begitu juga Menurut SPLN 1 tahun 1995, variasi tegangan yang diperbolehkan yaitu +5% dan minimum -10% terhadap tegangan normal^[2]. Di samping itu, menurut Surat Edaran Direksi PT PLN (Persero) Nomor: 0017.E/DIR/2014 tentang Metode Pemeliharaan Transformator Distribusi Berbasis Kaidah Manajemen Aset, kondisi suatu transformator distribusi disebut baik apabila persentase pembebanannya < 60%, cukup baik pada 60% - < 80%, kurang baik pada 80% - < 100%, dan buruk pada \geq 100% terhadap kapasitas nominalnya^[3].

Pada Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh dengan kapasitas 100 kVA yang berada di bawah pengawasan PT PLN (Persero) UP3 Bali Utara terdapat permasalahan mengenai besarnya pembebanan dan drop tegangan ujung di sisi pelanggan. Beban yang

terpasang berdasarkan data hasil pengukuran pada Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh sejumlah 138,67 A yang terbagi menjadi 2 Jurusan. Berdasarkan data hasil pengukuran terhadap Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh yang dilakukan pada tanggal 19, 22 sampai dengan 23 Nopember 2021 diketahui bahwa pada waktu beban puncak (WBP) beban rata – rata yang terukur sebesar 97,49% dari kapasitas nominalnya dengan efisiensi 98,60% sehingga menyebabkan drop tegangan ujung di sisi pelanggan sebesar 4,97%. Dengan demikian kondisi Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh dapat dinyatakan kurang baik. Selain itu tingginya pembebanan menyebabkan rugi – rugi daya pada transformator meningkat sehingga efisiensinya rendah dan selain itu terjadi drop tegangan ujung di sisi pelanggan. Berdasarkan kondisi ini maka perlu dilakukan upaya yang tepat oleh pihak PT PLN (Persero) UP3 Bali Utara untuk mengatasi permasalahan ini agar nantinya tidak terjadi kerusakan pada transformator yang dapat menimbulkan kerugian. Untuk mengatasi besarnya pembebanan transformator dan drop tegangan dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu dengan melakukan *uprating* transformator, penambahan transformator gardu sisipan atau rekonfigurasi jaringan. Dalam mengatasi permasalahan upaya peningkatan efisiensi transformator *overload* penulis akan membandingkan dari kedua metode tersebut yaitu *uprating* transformator dan penambahan gardu sisipan agar mendapat hasil yang semaksimal mungkin melalui penelitian ini dalam menggunakan simulasi ETAP 12.6. Berdasarkan kajian tentang transformator *overload* yang mengacu pada pembebanan energi listrik konsumen maka dari itu untuk menjaga keandalan dalam penyaluran energi listrik penulis membuat penelitian mengenai “**Upaya Peningkatan Efisiensi Transformator Overload Pada Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh**” penulis akan menganalisa kedua metode yang ada guna meningkatkan efisiensi pada transformator yang mengalami *overload* dan menanggulangi drop tegangan ujung dengan simulasi ETAP 12.6 pada Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi pihak PT. PLN (Persero) UP3 Bali Utara untuk mengatasi penurunan efisiensi transformator dan drop tegangan ujung akibat besarnya pembebanan pada Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, didapatkan perumusan masalah yang akan dianalisis dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana kondisi awal pembebanan sebelum pergantian transformator Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh yang dihitung berdasarkan data pengukuran?
2. Berapa besar drop tegangan ujung di sisi pelanggan yang disuplai Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh yang dihitung berdasarkan data pengukuran?
3. Berapa persentase pembebanan, efisiensi transformator dan drop tegangan ujung pada Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh apabila dilakukan *uprating* transformator?
4. Berapa persentase pembebanan, efisiensi transformator dan drop tegangan ujung pada Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh apabila dilakukan penambahan transformator gardu sisipan?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Hanya membahas besar persentase pembebanan, efisiensi transformator dan drop tegangan ujung berdasarkan data hasil pengukuran waktu beban puncak (WBP) dan data hasil simulasi program ETAP 12.6 pada Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh.
2. Membandingkan persentase pembebanan, efisiensi transformator dan drop tegangan ujung berdasarkan hasil pengukuran dan sesudah dilakukan simulasi *uprating* kapasitas transformator dan simulasi penambahan gardu sisipan secara teknis.

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, yaitu:

1. Untuk mengetahui kondisi awal pembebanan sebelum pergantian transformator Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh yang dihitung berdasarkan hasil data pengukuran.
2. Untuk mengetahui besar drop tegangan ujung sisi pelanggan yang disuplai Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh yang dihitung berdasarkan hasil data pengukuran.
3. Untuk mengetahui upaya peningkatan efisiensi transformator *overload* pada Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh sesudah dilakukan *uprating* kapasitas transformator berdasarkan hasil simulasi menggunakan program ETAP 12.6.

4. Untuk mengetahui upaya peningkatan efisiensi transformator *overload* pada Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh sesudah di lakukan penambahan gardu sisipan berdasarkan hasil simulasi menggunakan program ETAP 12.6.

1.5 Manfaat

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

A. Manfaat bagi penulis

Dengan disusunnya Tugas Akhir ini, penulis dapat mengetahui peningkatan efisiensi, persentase pembebanan transformator, rugi – rugi daya transformator serta drop tegangan ujung di sisi pelanggan pada Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh berdasarkan hasil pengukuran dan hasil simulasi menggunakan program ETAP 12.6 dalam upaya peningkatan efisiensi transformator *overload* khususnya pada Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh.

B. Manfaat bagi PT PLN (Persero)

Penulisan Tugas Akhir ini dapat dijadikan acuan bagi pihak PT PLN (Persero) Distribusi Bali untuk dapat meningkatkan efisiensi transformator *overload* pada Gardu Distribusi khususnya di Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh dengan menggunakan metode *uprating* transformator atau penambahan transformator gardu sisipan, sehingga dapat meningkatkan efisiensi transformator serta persentase pembebanan transformator agar tidak terjadi kerugian pada pihak PT PLN (Persero) Distribusi Bali.

C. Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali

Penulisan Tugas Akhir ini dapat dijadikan arsip bagi Politeknik Negeri Bali dan sebagai referensi serta acuan bagi mahasiswa khususnya Jurusan Teknik Elektro dalam penyusunan Tugas Akhir selanjutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Memuat latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan berdasarkan judul “Analisis Upaya Peningkatan Efisiensi Transformator *Overload* Pada Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh”.

BAB II : LANDASAN TEORI

Memuat tentang teori – teori dasar yang digunakan dalam pembahasan dan analisis Tugas Akhir. Seperti teori sistem distribusi tenaga listrik, gardu distribusi, transformator, rugi – rugi daya, efisiensi transformator, drop tegangan, jarak penempatan gardu distribusi dan teori mengenai program ETAP 12.6.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Memuat tentang metodologi penelitian meliputi rancangan sistem pengambilan data, *flowchart* penelitian. Pada Bab ini juga memuat perhitungan – perhitungan yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini pada bagian pengolahan data.

BAB IV : PEMBAHASAN DAN ANALISA

Memuat tentang pembahasan dan analisa terhadap permasalahan yang diangkat dalam Tugas Akhir ini serta proses pengolahan data secara lengkap.

BAB V : PENUTUP

Memuat kesimpulan akhir dari permasalahan ini dan saran – saran yang dapat diberikan kepada pembaca dan perusahaan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisa yang telah penulis jelaskan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Kondisi awal pembebanan sebelum pergantian transformator pada Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh berdasarkan data hasil pengukuran yaitu kurang baik atau tidak sesuai regulasi jika ditinjau dari persentase pembebanannya yang sudah mencapai 97,49% dengan efisiensi transformator sebesar 98,60%.
2. Diketahui besar drop tegangan ujung disisi pelanggan yang disuplai Gardu Distribusi BL233 Penyulang Yeh Taluh berdasarkan data hasil pengukuran yaitu sebesar 4,97% dapat dikategorikan masih cukup baik karena tidak melewati batas maksimal dari SPLN yaitu sebesar -10% disisi pelanggan.
3. Persentase pembebanan transformator pada Gardu Distribusi BL233 berdasarkan data hasil simulasi *uprating* kapasitas transformator 160 kVA sebesar 40,31% yang menurun 57,18% dengan efisiensi transformator sebesar 99,08% yang meningkat sebesar 0,48% dan drop tegangan ujung pada Gardu Distribusi BL233 sebesar 0,88% yang menurun sebesar 4,09% dari kondisi awal berdasarkan data hasil pengukuran sebelum dilakukan simulasi *uprating* kapasitas transformator.
4. Persentase pembebanan transformator pada Gardu Distribusi BL233 berdasarkan data hasil simulasi penambahan gardu sisipan dengan kapasitas 50 kVA sebesar 84,87% yang menurun 12,62% dengan efisiensi transformator sebesar 98,70% yang meningkat sebesar 0,1% dan drop tegangan ujung pada Gardu Distribusi BL233 sebesar 0,43% yang menurun sebesar 4,54% dari kondisi awal berdasarkan data hasil pengukuran sebelum dilakukan simulasi penambahan gardu sisipan. Sedangkan persentase pembebanan transformator pada Gardu Distribusi BL XXX sebesar 6,8% dengan efisiensi 97,83% dan drop tegangan ujung sebesar 0%.

5.2 Saran

1. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan maka perlu dilakukannya upaya peningkatan efisiensi transformator *overload* pada Gardu Distribusi BL233 oleh PT PLN (Persero) UP3 Bali Utara.

2. Dalam menentukan metode yang akan digunakan sebagai upaya peningkatan efisiensi transformator *overload* pada Gardu Distribusi BL233 tidak hanya mempertimbangkan dari segi teknis. Namun perlu juga mempertimbangkan dari segi finansial, lahan dan situasi yang ada dilapangan agar mendapatkan keputusan yang baik dan sesuai dengan regulasi yang ada pada PT PLN (Persero).
3. Dalam menentukan kapasitas transformator yang akan digunakan dalam perencanaan *uprating* kapasitas transformator dan penambahan gardu sisipan agar tidak hanya mengandalkan dari hasil perhitungan dalam penelitian ini saja. Namun perlu juga mempertimbangkan pertumbuhan dan perkembangan beban untuk beberapa tahun kedepan dan juga melihat stok yang ada pada PT PLN (Persero).
4. Dalam memilih metode yang akan digunakan untuk mengatasi masalah yang ada diatas disarankan menggunakan metode *uprating* kapasitas transformator dikarenakan untuk metode penambahan gardu sisipan dengan hasil simulasi pada persentase pembebanan masih berada diatas regulasi menurut SPLN yaitu 80%

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kelompok Pembakuan Bidang Transmisi dengan Surat Keputusan Direksi PT PLN (Persero), dalam *SPLN 50:1997 Spesifikasi Transformator Distribusi*, Jakarta, PDF, 1997.
- [2] Kelompok Pembakuan Bidang Transmisi dengan Surat Keputusan Direksi PT PLN (Persero), dalam *SPLN 1:1995 Tegangan - tegangan Standar*, Jakarta, PDF, 1995.
- [3] PT PLN (Persero), “EDARAN DIRKESI PT PLN (PERSERO) NOMOR:0017.E/DIR/2014 METODE PEMELIHARAAN TRAFODISTRIBUSI BERBASIS KAIDAH MANAJEMEN ASET,” PDF, Jakarta, 2014.
- [4] Suhadi, dkk., *Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid I*, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008.
- [5] B.M. Weedy, *Sistem Tenaga Listrik – Edisi ketiga*, Southampton: Aksara Persada Indonesia, 1978.
- [6] Abdul Kadir, *Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik*, Jakarta: (UI – Press), 2000.
- [7] Kelompok Kerja Standar Kontruksi Disribusi Jaringan Tenaga Listrik dan Pusat Penelitian Sains dan Teknologi Universitas Indonesia, dalam *BUKU 4 STANDAR KONSTRUKSI GARDU DISTRIBUSI DAN GARDU HUBUNG TENAGA LISTRIK*, Jakarta Selatan, PT PLN (Persero), 2010.
- [8] Zuhail, *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*, Jakarta: PT Gramedia Pustaka , 2000.
- [9] Abdul Kadir, *Transformator*, Jakarta: Universitas Indonesia, 1997.
- [10] Partaonan Harahap, Muhammad Adam, Agus Prabowo, *Analisa Penambahan Trafo Sisip Sisi Distribusi 20 Kv Mengurangi Beban Overload Dan Jatuh Tegangan Pada Trafo Bl 11 Rayon*, vol. 1, no. 2, pp. 62-69, 2019.
- [11] I Putu Sutawinaya, A.A.N.M. Narottama, dan I.G.N. Ade Pujana, *Meningkatkan kinerja gardu distribusi SK76 Penyulang Sukasada dalam menangani overblast menggunakan simulasi perangkat lunak ETAP*, vol. 3, pp. 1-7, 2022.

- [12] I Ketut TA, I Gede Nyoman Sangka, I Wayan Sudiarta, dan Ida Bagus Edy Ambhara Wijaya, *ANALISIS PERSENTASE PEMBEBANAN DAN DROP TEGANGAN JARINGAN TEGANGAN RENDAH PADA GARDU DISTRIBUSI GA 0032 PENYULANG WIBRATA*, vol. 7, no. 2, pp. 42-46, 2017.
- [13] I Wayan Sudiarta, I Putu Sutawinaya, I Ketut TA, dan Ardy Firman, *MANAJEMEN TRAFODISTRIBUSI 20KV ANTAR GARDU BL031 DAN BL033 PENYULANG LILIGUNDI DENGAN MENGGUNAKAN SIMULASI PROGRAM ETAP*, vol. 16, no. 3, pp. 166-171, 2016.
- [14] I Putu Sutawinaya, I Wayan Teresna dan Febry Setyachayana P., *STUDI ANALISIS PENAMBAHAN TRANSFORMATOR SISIPAN UNTUK MENOPANG BEBAN LEBIH DAN DROP TEGANGAN PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI KA 1516 PENYULANG BUDUK MENGGUNAKAN SIMULASI PROGRAM ETAP 7.0*, vol. 14, no. 3, pp. 133-139, 2013.