

TUGAS AKHIR

**ANALISIS UPAYA PREVENTIF MENGATASI TRANSFORMATOR
OVERLOAD DENGAN METODE *UPRATING* TRANSFORMATOR GARDU
DISTRIBUSI TJ 094 PENYULANG AIRSANIH**



Oleh:

I Gusti Ngurah Hary Gopala

NIM. 1915333023

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2022

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS UPAYA PREVENTIF MENGATASI TRANSFORMATOR
OVERLOAD DENGAN METODE *UPRATING* TRANSFORMATOR GARDU
DISTRIBUSI TJ 094 PENYULANG AIRSANIH**

Oleh:

I Gusti Ngurah Hary Gopala

NIM. 1915333023

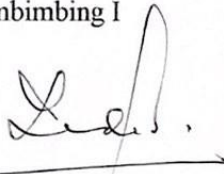
Tugas Akhir ini Diajukan untuk
Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

di

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

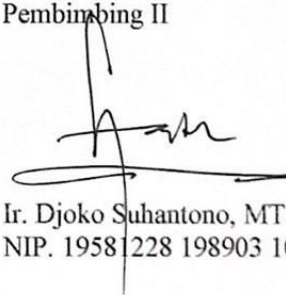
Disetujui Oleh:

Pembimbing I



I Gd. Wahyu Antara K., ST.M.Erg
NIP. 19711012 199702 1001

Pembimbing II



Ir. Djoko Suhantono, MT.
NIP. 19581228 198903 1004

Disahkan Oleh:

Jurusan Teknik Elektro

Ketua



Ir. I Wayan Raka Ardana, MT.
NIP. 19670502 199303 1005

FORM PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : I Gusti Ngurah Hary Gopala
NIM : 1915333023
Program Studi : DIII Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir Berjudul “ANALISIS UPAYA PREVENTIF MENGATASI TRANSFORMATOR *OVERLOAD* DENGAN METODE *UPRATING* TRANSFORMATOR GARDU DISTRIBUSI TJ 094 PENYULANG AIRSANIH” adalah betul-betul karya sendiri dan bukan menjiplak hasil karya orang lain. Hal-hal yang bukan karya saya dalam Tugas Akhir tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan Tugas Akhir dan gelar saya peroleh dari Tugas Akhir tersebut.

Bukit Jimbaran, 25 Juli 2022
pernyataan



I Gusti Ngurah Hary Gopala
NIM. 1915333023

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

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : I Gusti Ngurah Hary Gopala

NIM : 1915333023

Program Studi : DIII Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bali Hak Bebas *Royalty Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty-Fee Right)* atas karya ilmiah saya yang berjudul “ANALISIS UPAYA PREVENTIF MENGATASI TRANSFORMATOR *OVERLOAD* DENGAN METODE *UPRATING* TRANSFORMATOR GARDU DISTRIBUSI TJ 094 PENYULANG AIRSANIH” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas *Royalty Non-eksklusif* ini Politeknik Negeri Bali berhak menyimpan, mengalihmedia atau mengalihformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta sebagai Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bukit Jimbaran, 25 Juli 2022

ernyataan



I Gusti Ngurah Hary Gopala
NIM. 1915333023

KATA PENGANTAR

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

Dalam menyelesaikan Proyek Tugas Akhir ini penulis banyak mendapat dukungan dan kerjasama dari banyak pihak. Oleh karena itu, sudah sepantasnya bila pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Orang tua yang telah mendoakan dan memberikan dukungan kepada penulis.
2. Bapak I Nyoman Abdi, SE., M.eCom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
4. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
5. Bapak I Gd. Wahyu Antara K., ST.M.Erg, selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan I Tugas Akhir.
6. Bapak Ir. Djoko Suhantono, MT, selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan I Tugas Akhir.
7. Bapak Mikhael Vidi Santoso, selaku Manager PT. PLN (Persero) ULP Tejakula yang telah memberikan pengetahuan dan bimbingan kepada penulis.
8. Bapak Muttaqin, selaku Supervisor Teknik PT. PLN (Persero) ULP Tejakula yang telah memberikan pengetahuan dan bimbingan kepada penulis.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis yang telah memberikan saran, ide dan dukungannya sampai dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini.

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

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

Bukit Jimbaran, 25 Juli 2022

Penulis

ABSTRAK

I Gusti Ngurah Hary Gopala

ANALISIS UPAYA PREVENTIF MENGATASI TRANSFORMATOR OVERLOAD DENGAN METODE *UPRATING* TRANSFORMATOR GARDU DISTRIBUSI TJ 094 PENYULANG AIRSANIH

Nilai persentase pembebanan transformator Gardu Distribusi TJ 094 setelah dilakukan *uprating* sebesar 12% atau 27,8 kVA dari kapasitas transformator sebesar 160 kVA. Sesuai standar PLN, Transformator distribusi diusahakan agar tidak dibebani dibawah 40% dari persentase kapasitas transformator karena akan mempengaruhi efisiensi dari transformator tersebut. Agar permasalahan tersebut bisa dihindari, diperlukan *forecasting* pembebanan listrik di Gardu Distribusi. *Forecasting* sebagai usaha atau kegiatan yang memprediksi kondisi di masa yang akan datang. Penelitian ini bertujuan untuk membahas mengenai prediksi batas pemakaian optimal transformator sebelum dilakukan tindakan *uprating* transformator serta prediksi kapasitas transformator yang tepat untuk menggantikannya. Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif dengan mengumpulkan data kuantitatif yang diperlukan yakni data pengukuran tegangan dan arus serta Data Induk Langgan Gardu Distribusi TJ 094. Hasil perhitungan *forecasting* transformator di gardu TJ 094 dengan menggunakan data bulan September 2021- Februari 2022 didapat bahwa pembebanan trafo (% terhadap kapasitas) mengalami kondisi Buruk dibulan Oktober tahun 2023 dengan beban sebesar 25,21 kVA atau 100,84% dari kapasitas gardu TJ 094 sebesar 25 kVA (*Overload*). Dalam melakukan *uprating*, prediksi kapasitas transformator yang tepat untuk menggantikannya adalah sebesar 50 kVA dimana pembebanan trafo (% terhadap kapasitas) adalah 50,4% yang masuk dalam kriteria baik.

Kata kunci: Transformator, *Forecasting*, *Overload*, *Uprating*

ABSTRACT

I Gusti Ngurah Hary Gopala

ANALYSIS OF PREVENTIVE EFFORTS TO OVERCOME TRANSFORMER OVERLOAD WITH UPGRATING TRANSFORMER METHOD DISTRIBUTION SUBSTANCE TJ 094 AIRSANIH FEEDER

The percentage value of the TJ 094 Distribution Substation transformer charge after *uprating* was 12% or 27.8 kVA from the transformer capacity of 160 kVA. According to PLN standards, distribution transformers are tried not to be burdened below 40% of the percentage of transformer capacity because it will affect the efficiency of the transformer. For these problems to be avoided, it is necessary to *forecast* the loading of electricity at the Distribution Substation. *Forecasting* is a business or activity that predicts future conditions. This study aims to discuss the prediction of the optimal usage limit of the transformer before the *transformer uprating* action is carried out and the prediction of the right transformer capacity to replace it. This research uses quantitative descriptive research methods by collecting the necessary quantitative data, namely data on measuring the voltage and current of substations and TJ 094 Distribution Substation Subscription Master Data. The results of the calculation of *transformer forecasting* at the TJ 094 substation using data from September 2021 to February 2022 found that the transformer load (% of capacity) experienced a bad condition in October 2023 with a load of 25.21 kVA or 100.84% of the TJ 094 substation capacity of 25 kVA (*Overload*). In *uprating*, the correct prediction of transformer capacity to replace it is 50 kVA where the transformer load (% of capacity) is 50.4% which is included in the good criteria.

Keywords: Transformer, Forecasting, Overload, Uprating

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL...	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
FORM PERNYATAAN PLAGIARISME	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-2
1.3 Batasan Masalah	I-3
1.4 Tujuan Tugas Akhir	I-3
1.5 Manfaat Tugas Akhir.....	I-3
1.6 Sistematika Penulisan	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Sistem Distribusi.....	II-1
2.2 Gardu Distribusi Tenaga Listrik	II-2
2.2.1 Gardu Portal.....	II-2
2.2.2 Gardu Cantol.....	II-4
2.2.3 Gardu Beton.....	II-4

2.2.4	Gardu Kios.....	II-5
2.2.5	Gardu Pelanggan Umum	II-5
2.2.6	Gardu Pelanggan Khusus.....	II-6
2.2.7	Gardu Hubung	II-7
2.3	Transformator	II-7
2.4	Prinsip Kerja Transformator	II-8
2.5	Pembebanan Transformator.....	II-9
2.6	Karakteristik Beban Tenaga Listrik.....	II-10
2.6.1	Klasifikasi Beban.....	II-10
2.7	Jenis-jenis Gangguan Transformator.....	II-11
2.7.1	Gangguan Dalam (<i>Internal Fault</i>).....	II-11
2.7.2	<i>Through Fault</i>	II-11
2.7.3	Beban Lebih (<i>Overload</i>).....	II-12
2.7.4	Tegangan Lebih Akibat Petir.....	II-12
2.7.5	Gangguan Kegagalan Minyak Transformator	II-12
2.8	Metode <i>Forecasting</i> Pembebanan Gardu Distribusi	II-12
2.8.1	Metode <i>Time Series</i>	II-12
2.9	Nilai <i>Error Forecasting</i>	II-13
2.8.1	<i>Mean Absolute Deviation (MAD)</i>	II-13
2.8.2	<i>Mean Absolute Square Error (MSE)</i>	II-14
2.8.3	<i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	II-14
BAB III METODELOGI.....		III-1
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	III-1
3.2	Teknik Pengambilan Data	III-1
3.3	Jenis Data.....	III-3
3.4	Pengolahan Data	III-3
BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISIS.....		IV-1

4.1	Gambaran Umum Gardu Distribusi TJ 094.....	IV-1
4.2	Dasar Pertimbangan Upaya Preventif <i>Uprating</i> Gardu Distribusi TJ 094	IV-1
4.2.1	Model <i>Maturity</i> Metodologi Pemeliharaan	IV-1
4.2.2	<i>Health Index</i>	IV-2
4.2.3	Tahapan <i>Online Assessment Tier-1</i>	IV-3
4.3	Data Primer.....	IV-4
4.3.1	Data Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus Induk di Gardu Distribusi TJ 094 Sebelum <i>Uprating</i> Transformator	IV-4
4.3.2	Data Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus Induk di Gardu Distribusi TJ 094 Setelah <i>Uprating</i> Transformator.....	IV-5
4.4	Data Sekunder.....	IV-5
4.4.1	Data Induk Langganan (DIL) Gardu Distribusi TJ 094	IV-6
4.4.2	Diagram Satu Garis (<i>Single Line Diagram</i>) dan Gambar Lokasi Gardu Distribusi TJ 094	IV-6
4.4.3	Data Teknis Transformator Distribusi Sebelum dan Sesudah Dilakukan <i>Uprating</i> di Gardu TJ 094	IV-7
4.4.4	Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari <i>Uprating</i> Transformator Distribusi di Gardu TJ 094	IV-8
4.4.5	Berita Acara Pelaksanaan <i>Uprating</i> Transformator di Gardu TJ 094	IV-8
4.5	Pembahasan	IV-9
4.5.1	Rata-Rata Tegangan Antar Fasa dan Arus Induk Gardu TJ 094 Sebelum <i>Uprating</i> Transformator	IV-9
4.5.2	Rata-Rata Tegangan Antar Fasa dan Arus Induk Gardu TJ 094 Setelah <i>Uprating</i> Transformator	IV-10
4.5.3	Persentase Pembebanan Pada Gardu Distribusi TJ 094 Sebelum <i>Uprating</i> Transformator	IV-11
4.5.4	Persentase Pembebanan Pada Gardu Distribusi TJ 094 Setelah <i>Uprating</i> Transformator	IV-13

4.5.5	Perhitungan <i>Forecasting</i> Pembebanan Gardu Distribusi TJ 094 Berdasarkan Data Induk Langganan PT. PLN (Persero) ULP Tejakula	IV-14
4.5.5.1	Menentukan Konstanta Persamaan <i>Time Series</i> untuk Melakukan Perhitungan <i>Forecasting</i> Beban Gardu Distribusi TJ 094	IV-14
4.5.5.2	Menentukan Persamaan <i>Time Series</i> untuk Melakukan Perhitungan <i>Forecasting</i> Beban Gardu Distribusi TJ 094	IV-15
4.5.5.3	Menghitung <i>Forecasting</i> Beban Gardu Distribusi TJ 094 Berdasarkan Data Induk Langganan (DIL) PT. PLN (Persero) ULP Tejakula	IV-16
4.5.6	Persentase Nilai <i>Error</i> Perhitungan Pembebanan Data Induk Langganan (DIL) Berbanding Pembebanan Aktual Gardu Distribusi TJ 094	IV-17
4.5.6.1	Nilai Persentase <i>Error</i> Pengali	IV-17
4.5.6.2	Hasil <i>Forecasting</i> Setelah Penentuan Nilai <i>Error</i>	IV-18
4.5.6.3	Nilai Hasil <i>Forecasting</i> Dikurangi Nilai <i>Error</i>	IV-20
4.6	Analisis	IV-21
4.6.1	Analisis Perhitungan Penentuan Bulan yang Tepat Untuk Melakukan <i>Uprating</i> Transformator Berdasarkan Hasil Pehitungan <i>Forecasting</i> Pembebanan Gardu... ..	IV-21
4.6.2	Analisis Perhitungan Penentuan Penggunaan Transformator yang Tepat Untuk Menggantikan Transformator Sebelumnya untuk <i>Uprating</i>	IV-23
4.6.3	Analisis Pembebanan Gardu Distribusi TJ 094 Selama 5 Tahun Kedepan..	IV-23
4.6.4	Analisis Penggunaan Konstruksi Gardu Distribusi yang Tepat Dalam Perencanaan Pemasangan Transformator	IV-25
4.6.4.1	Gardu Cantol.....	IV-25
4.6.4.2	Gardu Portal.....	IV-26
4.6.4.3	Penentuan Penggunaan Konstruksi Gardu TJ 094	IV-27
4.6.5	Analisis Penyebab Ketidaktepatan Pelaksanaan <i>Uprating</i> Transformator..	IV-28
BAB V PENUTUP		V-1
5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran	V-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN.....

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Kriteria Kemampuan Peramalan ^[9]	II-14
Tabel 4.1.	Interpretasi <i>Scoring Health Index</i> Trafo 20 kV ^[5]	IV-2
Tabel 4.2.	Teknik Diagnosa <i>Online Assessment Tier-1</i> ^[5]	IV-3
Tabel 4.4.	Data Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus Induk di Gardu Distribusi TJ 094 Sebelum <i>Uprating</i> Transformator	IV-4
Tabel 4.5.	Data Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus Induk di Gardu Distribusi TJ 094 Setelah <i>Uprating</i> Transformator	IV-5
Tabel 4.3.	Data Induk Langgan (DIL) Gardu Distribusi TJ 094 ^[12]	IV-6
Tabel 4.6.	Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari <i>Uprating</i> Transformator Distribusi ^[14]	IV-8
Tabel 4.7.	Rata-Rata Tegangan Antar Fasa dan Arus Induk Gardu TJ 094 Sebelum <i>Uprating</i> Transformator	IV-9
Tabel 4.8.	Rata-Rata Tegangan Antar Fasa dan Arus Induk Gardu TJ 094 Setelah <i>Uprating</i> Transformator	IV-11
Tabel 4.9.	Persentase Pembebanan Pada Gardu Distribusi TJ 094 Sebelum <i>Uprating</i> Transformator	IV-12
Tabel 4.10.	Persentase Pembebanan Pada Gardu Distribusi TJ 094 Setelah <i>Uprating</i> Transformator	IV-13
Tabel 4.11.	Data Perhitungan Konstanta <i>Time Series Forecasting</i> Trafo	IV-14
Tabel 4.12.	Data Hasil Perhitungan <i>Forecasting</i> DIL Periode Semester I	IV-16
Tabel 4.13.	Data Hasil Perhitungan <i>Forecasting</i> DIL Periode Semester II	IV-16
Tabel 4.14.	Data Hasil Perhitungan <i>Forecasting</i> DIL Periode Semester III	IV-16
Tabel 4.15.	Data Hasil Perhitungan <i>Forecasting</i> DIL Periode Semester IV	IV-17
Tabel 4.16.	Perhitungan Persentase Nilai <i>Error</i> Pengali <i>Forecasting</i>	IV-18
Tabel 4.17.	Perhitungan Nilai Aktual <i>Forecasting</i> Beban Gardu	IV-18
Tabel 4.18.	Perhitungan Persentase Nilai <i>Error Forecasting</i>	IV-19
Tabel 4.19.	Data Hasil Perhitungan <i>Forecasting</i> Aktual Periode Semester I	IV-20
Tabel 4.20.	Data Hasil Perhitungan <i>Forecasting</i> Aktual Periode Semester II	IV-20
Tabel 4.21.	Data Hasil Perhitungan <i>Forecasting</i> Aktual Periode Semester III	IV-20
Tabel 4.22.	Data Hasil Perhitungan <i>Forecasting</i> Aktual Periode Semester IV	IV-20
Tabel 4.23.	Matriks <i>Online Assessment Tier-1</i> pada Trafo Distribusi ^[5]	IV-22

Tabel 4.24.	Tindak Lanjut Pekerjaan Berdasarkan Hasil <i>Online Assessment Tier-1</i> ^[5] ..	IV-22
Tabel 4.25.	<i>Health Index Characteristic</i> Pembebanan Trafo (% Terhadap Kapasitas) ^[5] ..	IV-23
Tabel 4.26.	Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus di kWh Meter PT. Bali Bhasma	IV-28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pola Sistem Tenaga Listrik ^[2]	II-1
Gambar 2.2. Bagan Satu Garis Gardu Portal ^[4]	II-3
Gambar 2.3. Bagan Satu Garis Konfigurasi π Section Gardu Portal ^[3]	II-3
Gambar 2.4. Gardu Tipe Cantol	II-4
Gambar 2.5. Gardu Beton ^[3]	II-5
Gambar 2.6. Gardu Kios ^[3]	II-5
Gambar 2.7. Bagan Satu Garis Konfigurasi π Section Gardu Pelanggan Umum ^[3]	II-6
Gambar 2.8. Bagan satu garis Gardu Pelanggan Khusus ^[3]	II-6
Gambar 2.9. Bagian-Bagian Transformator ^[5]	II-9
Gambar 4.1. Model Tahapan <i>Maturity</i> Metodologi Pemeliharaan ^[5]	IV-2
Gambar 4.2. <i>Single Line</i> Diagram ULP Tejakula ^[13]	IV-6
Gambar 4.3. <i>Nameplate</i> Transformator 25 kVA Sebelum <i>Uprating</i>	IV-7
Gambar 4.4. <i>Nameplate</i> Transformator 160 kVA Setelah <i>Uprating</i>	IV-7
Gambar 4.5. Berita Acara <i>Uprating</i> Transformator	IV-8
Gambar 4.6. Kurva Pembebanan Gardu Distribusi TJ 094 Selama 5 Tahun	IV-24
Gambar 4.7 Tipe CT 30 ^[15]	IV-25
Gambar 4.8 Tipe CT 30 ^[4]	IV-26
Gambar 4.9 Tipe CT 40 ^[4]	IV-27

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel L.1	Data Induk Langganan di Bulan September 2021 Gardu Distribusi TJ 094 Penyulang Air Sanih, ULP Tejakula.....	L-1
Tabel L.2	Data Induk Langganan di Bulan Oktober 2021 Gardu Distribusi TJ 094	L-8
Tabel L.3	Data Induk Langganan di Bulan November 2021 Gardu Distribusi TJ 094	L-16
Tabel L.4	Data Induk Langganan di Bulan Desember 2021 Gardu Distribusi TJ 094	L-23
Tabel L.5	Data Induk Langganan di Bulan Januari 2022 Gardu Distribusi TJ 094	L-31
Tabel L.6	Tabel Data Induk Langganan di Bulan Februari 2021 Gardu Distribusi TJ 094.....	L-39
Gambar L.1	Pelaksanaan <i>Uprating</i> Transformator di Gardu Distribusi TJ 094 Penyulang Air Sanih	L-47
Gambar L.2	Pengukuran Arus Induk pada Gardu Distribusi TJ 094 Penyulang Air Sanih.....	L-48
Gambar L.3	Pengukuran Tegangan Phasa-Netra Induk pada Gardu Distribusi TJ 094 Penyulang Air Sanih	L-48
Gambar L.4	Pengukuran Tegangan Phasa-Phasa Induk pada Gardu Distribusi TJ 094 Penyulang Air Sanih	L-49
Gambar L.5	Pelanggan Daya Besar, Pusat Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Bali Bhasma.....	L-49
Gambar L.6	Pengukuran Arus di kWh Meter Pelanggan PT. Gardu Distribusi TJ 094 Penyulang Air Sanih	L-50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik sebagai kebutuhan primer dan sarana meningkatkan taraf hidup kesejahteraan masyarakat. Diantaranya digunakan sebagai sarana dalam bidang pendidikan, ekonomi, kesehatan, perindustrian, pendapatan suatu daerah, dan lain sebagainya. Hal ini menyebabkan dari waktu ke waktu konsumsi listrik meningkat^[1].

Gardu Distribusi TJ 094 merupakan pusat pembebanan yang mensuplai energi listrik daerah seputaran desa Pacung, Kecamatan Tejakula, Bali. Pada daerah ini, permintaan terhadap energi listrik cenderung mengalami peningkatan. Pembebanan listrik yang ditanggung oleh gardu distribusi TJ 094 akan semakin besar karena semakin bertambahnya permintaan konsumen listrik.

Apabila pembebanan Gardu Distribusi melebihi kapasitas maksimum yang dapat dipikul transformator dimana arus beban melebihi arus beban penuh (*full load*) dari transformator maka Gardu Distribusi tersebut akan mengalami *overload* yang menyebabkan suplai tenaga listrik berhenti dan kerusakan pada peralatan transformator di Gardu Distribusi sangat mungkin terjadi.

Merujuk pada Edaran Direksi PT. PLN (Persero) Nomor: 0017.E/DIR/2014 tentang Metode Pemeliharaan Trafo Distribusi Berbasis Kaidah Manajemen Aset, Matriks *Online Assessment Tier-1* pada trafo distribusi, dengan karakteristik pembebanan trafo (% terhadap kapasitas, transformator dinyatakan *overload* jika beban melebihi 100% dari kapasitas trafo itu sendiri. *Overload* menyebabkan kawat tidak sanggup menahan beban, sehingga timbul panas yang menyebabkan naiknya suhu lilitan tersebut. Kenaikan ini menyebabkan rusaknya isolasi lilitan pada kumparan transformator.

PT PLN (Persero) ULP Tejakula melakukan tindakan *uprating* transformator di Gardu Distribusi TJ 094 pada tanggal 22 Oktober 2021 dengan penambahan kapasitas transformator yang sebelumnya memiliki kapasitas 25 kVA diganti dengan kapasitas yang lebih besar yaitu 160 kVA. *Uprating* transformator di Gardu Distribusi TJ 094 berdasar dari permohonan pelanggan baru yaitu pusat pengolahan sampah, PT. Bali Bhasma dengan daya tersambung sebesar 33 kVA. Serta permohonan pelanggan baru lain yaitu dua peternakan Ayam, yang akan memasang daya sebesar 13,6 kVA dan 12,6 kVA.

Pada hasil observasi pengukuran tegangan dan arus secara langsung di Gardu Distribusi TJ 094 setelah *uprating* pada tanggal 03 Maret 2022 pada waktu beban puncak (WBP) pukul 14.30 WITA. Didapat hasil persentase pembebanan transformator sebesar 12% atau 27,8 kVA pada pengukuran arus induk rata-rata Gardu Distribusi. Merujuk pada SPLN No. 50 Tahun 1977 mengenai Spesifikasi Transformator Distribusi, Transformator distribusi diusahakan agar tidak dibebani dibawah 40% dari persentase kapasitas. Batas pembebanan transformator distribusi yang ideal yakni senilai 50% hingga 60% dari kapasitas maksimum. Faktor efisiensi maksimum dari transformator Gardu Distribusi dicapai ketika pembebanan mencapai nilai persentase sebesar 60%. Efisiensi transformator akan menurun apabila pembebanan kurang 60% dari kapasitas transformator tersebut.

Agar permasalahan tersebut bisa dihindari, diperlukan *forecasting* pembebanan listrik di Gardu Distribusi. *Forecasting* sebagai usaha atau kegiatan yang memprediksi kondisi di masa yang akan datang. *Forecasting* pembebanan jangka panjang listrik digunakan perencanaan menentukan langkah-langkah untuk mengantisipasi pertumbuhan beban di Gardu Distribusi. Metode *forecasting* yang lazim digunakan adalah metode *time series*, yaitu berupa suatu persamaan terhadap waktu.

Penentuan waktu yang kurang tepat dalam melakukan *uprating* transformator di PT. PLN (Persero) ULP Tejakula membuat penulis tertarik untuk meneliti perhitungan *forecasting* pembebanan dari transformator Gardu Distribusi TJ 094. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi pertumbuhan pembebanan transformator di Gardu Distribusi TJ 094 selama 5 tahun kedepan, dihitung saat transformator akan dilakukan *uprating* bulan September 2021 sampai dengan bulan september 2026. Hasil dari prediksi pembebanan Transformator digunakan sebagai pertimbangan kepada pihak PT. PLN (Persero) ULP Tejakula dalam upaya perencanaan pemeliharaan Transformator Gardu Distribusi.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis melakukan penelitian yang berjudul: **“Analisis Upaya Preventif Mengatasi Transformator *Overload* Dengan Metode *Uprating* Transformator Gardu Distribusi TJ 094 Penyulang Airsanih”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan sebelumnya, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Berapakah kapasitas beban pelanggan pada transformator setelah dilakukan

perhitungan *forecasting* selama 5 tahun kedepan?

2. Kapankah prediksi batas pemakaian optimal transformator sebelum dilakukan tindakan *uprating* transformator?
3. Berapakah prediksi kapasitas transformator yang tepat untuk menggantikan transformator sebelumnya?

1.3 Batasan Masalah

Untuk lebih memfokuskan pembahasan terhadap masalah yang diangkat sehingga diperoleh penjelasan yang lebih detail, maka batasan masalah yang dibahas adalah:

1. Hanya melakukan penelitian dan pembahasan mengenai pembebanan Gardu Distribusi TJ 094 Penyulang Airsanih.
2. Membahas penentuan prediksi bulan saat kapasitas transformator mengalami *overload* melalui perhitungan *forecasting* metode *time series* berdasarkan Data Induk Langgan (DIL).

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan rumusan masalah yang dibahas sebelumnya, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui kapasitas beban pelanggan pada transformator setelah dilakukan perhitungan *forecasting* selama 5 tahun kedepan.
2. Mengetahui prediksi batas pemakaian optimal transformator sebelum dilakukan tindakan *uprating* transformator.
3. Mengetahui prediksi kapasitas transformator yang tepat untuk menggantikan transformator sebelumnya.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Berdasarkan penulisan tugas akhir ini terdapat manfaat yang akan diperoleh, yaitu:

1. Untuk pihak PT. PLN (Persero) dapat memberikan masukan mengenai upaya preventif dalam mengatasi permasalahan *overload* pada transformator Gardu Distribusi, sehingga dapat mengantisipasi terjadinya kerusakan pada transformator serta meningkatkan mutu pelayanan dari PT. PLN (Persero).
2. Untuk Masyarakat Umum dapat memberikan informasi mengenai penyebab kerusakan transformator distribusi yang disebabkan oleh transformator Gardu Distribusi mengalami *overload*.

3. Untuk penulis dan pembaca dapat memberikan pengetahuan dan informasi mengenai upaya preventif dalam mengatasi transformator *overload* dan dapat melakukan perhitungan *forecasting* metode *time series* sehingga dapat memprediksi kapan terjadinya *overload* pada gardu distribusi.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan Tugas Akhir ini dapat diuraikan menjadi lima bab yang masing-masing membahas hal-hal sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab I merupakan pendahuluan, dimana diuraikan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah dan batasan masalah, tujuan penulisan tugas akhir, dan manfaat serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab II merupakan tinjauan pustaka, dimana diuraikan tentang teori-teori dasar yang mendukung penelitian untuk menunjang dalam pembahasan Tugas Akhir ini.

BAB III : METODELOGI

Bab III merupakan metodologi, dimana diuraikan mengenai tempat dan waktu penelitian, teknik pengambilan data, jenis data yang diperlukan, teknik pengolahan data, dan alur penelitian.

BAB IV : PEMBAHASAN DAN ANALISIS

Bab IV merupakan pembahasan dan analisis, dimana diuraikan tentang pembahasan dan analisis dari permasalahan yang dibahas, yaitu perhitungan *forecasting* kapasitas beban pelanggan pada transformator gardu TJ 094, prediksi batas pemakaian optimal transformator sebelum dilakukan tindakan *uprating* transformator sebagai tindak lanjut dari *forecasting* kapasitas beban pelanggan, dan perhitungan prediksi kapasitas transformator yang tepat untuk menggantikan transformator sebelumnya.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab V merupakan kesimpulan dan saran yang berisi simpulan dari analisis data dan pembahasan serta saran-saran dari permasalahan yang dikemukakan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisis, maka dalam penelitian ini dapat disimpulkan:

1. Hasil perhitungan *forecasting* transformator gardu TJ 094 didapat bahwa prediksi *characteristic* pembebanan trafo (% terhadap kapasitas) mengalami kondisi Buruk dibulan Oktober tahun 2023 dengan beban sebesar 25,21 kVA atau 100,84% dari kapasitas gardu TJ 094 sebesar 25 kVA (*Overload*). Sehingga tindak lanjut dari hasil perhitungan berupa *WO Preventive Action* (Tindakan Pencegahan) berupa tindakan penambahan kapasitas beban transformator (*Uprating*).
2. Untuk menggantikan transformator sebelumnya (*Uprating*), berdasar *health index* pembebanan trafo (% terhadap kapasitas), prediksi penggunaan transformator yang tepat adalah transformator dengan kapasitas sebesar 50 kVA dengan nilai persentase sebesar 50,4% dari kapasitas transformator dimana berdasarkan *health index* < 60 % atau termasuk kriteria Baik.
3. Prediksi Penggunaan transformator kapasitas 50 kVA di Gardu Distribusi TJ 094 dapat beroperasi dengan optimal hingga tahun ke-5 pada bulan September tahun 2026 dengan nilai persentase sebesar 70,52% dari kapasitas transformator dimana berdasarkan *health index* termasuk kriteria Cukup. Berdasarkan standar konstruksi pemasangan Gardu Distribusi, maka pada Transformator dengan kapasitas 50 kVA. Konstruksi dari Gardu Distribusi dapat disesuaikan dengan kondisi di lapangan baik menggunakan Gardu tipe Cantol ataupun menggunakan Gardu tipe Portal.
4. Persentase pembebanan penuh pada salah satu pelanggan daya besar PT. Bali Bhasma hanya 5,89 % dari kapasitas daya tersabung. Sehingga secara aktual, tidak terjadi lonjakan pembebanan pada transformator Gardu Distribusi TJ 094 yang mengakibatkan Transformator mengalami *overload*. Sehingga upaya PT. PLN (Persero) dalam melakukan *uprating* transformator di bulan September 2021 kurang tepat.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisis, terdapat beberapa saran dalam penelitian ini yaitu:

1. Perlu adanya pengukuran dan observasi pertumbuhan beban secara berkala pada Gardu Distribusi sebagai antisipasi terjadinya lonjakan pembebanan yang dapat mempengaruhi perhitungan dalam perencanaan pemeliharaan unit Gardu Distribusi.
2. Guna memeriksa kondisi lingkungan/eksternal dari trafo distribusi yang merupakan bagian kritical dari fungsi operasional trafo tersebut. Perlu adanya pengembangan metode dalam melakukan *forecasting* terhadap *characteristic* selain Beban Trafo dalam pelaksanaan tahapan *Online Assessment Tier-1*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pratiwi, Galih Cahyaning, Muhammad A'an Auliq, dan Aji Brahma Nugroho. "Optimalisasi *Forecasting* Pembebanan Gardu Induk Jember Menggunakan Perbandingan Metode *Time Series* dan *Fuzzy* Sebagai Dasar Uprating Trafo." *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM) 2.1* (2020): 60-74.
- [2] PT. PLN (Persero), BUKU PLN 1. Kriteria Disain Enjineriing Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik. 2010.
- [3] PT. PLN (Persero), BUKU PLN 4. Standar Konstruksi Gardu Distribusi Dan Gardu Hubung Tenaga Listrik. 2010.
- [4] Bambang, "Gardu Portal," (Trafo Instrumentasi), [online] 2016, <https://trafoinstrumen.wordpress.com/2016/06/07/gardu-portal/> (Diakses: 14 Mei 2022)
- [5] PT. PLN (Persero), Surat Edaran Direksi PT. PLN (Persero) No. 0017.E/DIR/2014. 2014.
- [6] Ariawan, Putu Rusdi. 2010. "TRANSFORMATOR". Fakultas Teknik Universitas Udayana: Jimbaran Bali.
- [7] F. D. Petruzella, "elektronik Industri," Yogyakarta: Erlangga, 2001.
- [8] D. Suswanto, "Sistem Distribusi Tenaga Listrik Edisi Pertama," Padang Lemb. Univ. Negeri Padang, 2009.
- [9] SYAPUTRA, NANDA, Muchamad Nur Qosim, and Pawenary Pawenary. Penanggulangan *Overload* Transformator Dengan Metode Pecah Beban Dan Pemerataan Beban Di PLN (Persero) ULP Muara Enim. Diss. INSTITUT TEKNOLOGI PLN, 2020.
- [10] Hajjah, Alyauma, and Yulvia Nora Marlim. "Analisis *error* terhadap peramalan data penjualan." *Techno. Com 20.1* (2021): 1-9.
- [11] Hardani. *Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*. Yogyakarta: CV. Pustaka Ilmu, 2020.
- [12] Data Asset Distribusi. 2021. Data Asset Distribusi Bulanan, Rekap Data Induk Langganan (DIL) bulan September 2021-Februari 2022 PT. PLN (Persero) ULP Tejakula. Tejakula: PT. PLN (Persero) ULP Tejakula.
- [13] Data Asset Distribusi. 2021. Data Asset Distribusi Bulanan, *Single Line Diagram* PT. PLN (Persero) ULP Tejakula. Tejakula: PT. PLN (Persero) ULP Tejakula.

- [14] Data Asset Distribusi. 2021. Data Asset Distribusi Bulanan, Rekap Pekerjaan Tindak Lanjut SPBJ bulan September PT. PLN (Persero) ULP Tejakula. Tejakula: PT. PLN (Persero) ULP Tejakula.
- [15] Bambang,"Gardu Cantol," (Trafo Instrumentasi), [online] 2016, <https://trafoinstrumen.wordpress.com/2016/06/09/gardu-cantol/>(Diakses: 08 Agustus 2022)