

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

Diajukan Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

ANALISIS *UPRATING* TRANSFORMATOR DISTRIBUSI PADA GARDU DISTRIBUSI KD 0114 PENYULANG PANDAK PT PLN (Persero) ULP TABANAN



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

I Komang Bagus Hari Putra

2215313078

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

I Komang Bagus Hari Putra

**Analisis *Uprating* Transformator Distribusi Pada Gardu Distribusi KD 0114
Penyulang Pandak PT PLN (Persero) ULP Tabanan**

ABSTRAK

Penelitian ini membahas analisis *Uprating* transformator distribusi pada Gardu Distribusi KD 0114. Latar belakangnya adalah peningkatan kebutuhan energi listrik yang menyebabkan transformator eksisting sering mengalami pembebanan berlebih. Metode penelitian dilakukan dengan observasi langsung di lapangan, pengumpulan data teknis transformator, serta analisis perbandingan antara kondisi sebelum dan sesudah dilakukan *Uprating*. Hasil analisis menunjukkan bahwa transformator dengan kapasitas awal 100 kVA setelah dilakukan *Uprating* menjadi 160 kVA mampu menyesuaikan dengan beban pelanggan yang semakin meningkat, mengurangi rugi-rugi daya, serta meningkatkan keandalan penyaluran listrik. Dengan demikian, *Uprating* menjadi solusi yang efektif dibandingkan penggantian transformator baru, karena lebih efisien dari sisi teknis maupun biaya.

Kata kunci: transformator, *Overblash*, *Uprating* transformer

I Komang Bagus Hari Putra

**Distribution Transformer Uprating Analysis at KD 0114 Distribution Substation,
Pandak Feeder, PT PLN (Persero) ULP Tabanan**

ABSTRACT

This study analyzes the *Uprating* of a distribution transformer at Distribution Substation KD 0114, which experienced overloading due to increasing electricity demand. The research was conducted through field observations, technical data collection, and comparative analysis of transformer performance before and after the *Uprating* process. The results show that the original 100 kVA transformer, after being uprated to 160 kVA, was able to accommodate the growing customer load, reduce power losses, and improve the reliability of electricity distribution. Therefore, transformer *Uprating* is considered an effective and efficient solution compared to replacing the transformer with a new unit, both technically and economically

Keywords: transformator, *Overblash*, *Uprating* transformer

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
FORM PERNYATAAN PLAGIARISME	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.2 Perumusan Masalah.....	I-2
1.3 Pembatasan masalah.....	I-2
1.4 Tujuan.....	I-2
1.5 Sistematika Tugas Akhir.....	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik	II-1
2.2 Gardu Distribusi.....	II-1
2.3 Transformator Distribusi.....	II-2
2.4 Prinsip Dasar Transformator	II-3
2.5 Jenis Jenis Transformator.....	II-4
2.6 Transformator Berbeban	II-5
2.7 Rugi – Rugi Transformator	II-5
2.8 Efisiensi Transformator.....	II-6
2.9 Dampak Transformator Kelebihan Beban (<i>overload</i>).....	II-6
2.10 Bagian – Bagian Transformator Distribusi	II-7
2.11 Cara Mengatasi Tranformator <i>Overload</i>	II-9
2.12 Pembebanan Trasformator	II-10
2.13 <i>Overload</i> Transformator	II-11
2.14 Metode <i>Uprating</i>	II-11
2.15 <i>Efisiensi</i> Transformator.....	II-12
2.16 Rugi Rugi pada Transformator	II-13
2.17 Daya Listrik.....	II-14
2.18 Standar Mutu Layanan PLN Distribusi Bali	II-16
2.19 Peramalan.....	II-16

2.20 Metode Regresi Linier.....	I-17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1 Metode Penelitian	III-1
3.2 Lokasi Penelitian.....	III-1
3.3 Diagram Alir.....	III-2
3.4 Pengambilan Data	III-3
3.5 Pengolahan Data	III-3
3.6 Analisis Data	III-4
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	IV-1
4.1 Data Teknis Objek Penelitian	IV-1
4.1.1 Data Teknis Objek	IV-2
4.1.2 Spesifikasi Transformator Distribusi	IV-2
4.1.3 Gambaran Penyulang Pandak.....	IV-3
4.2 Data Pengukuran Arus dan Tegangan KD 0114	IV-5
4.2.1 Data Pembebanan Gardu KD 0114 Penyulang Pandak Sesudah <i>Uprating</i>	IV-6
4.3 Pembahasan.....	IV-7
4.3.1 Perhitungan Pembebanan Transformator Gardu Distribusi KD 0114 pada Penyulang Pandak Sesudah <i>Uprating</i> Transformator.....	IV-7
4.3.2 Perhitungan Daya Terpakai KD 0114	IV-8
4.3.3 Perhitungan Pertumbuhan Beban Transformator Distribusi Berdasarkan Persentase Pembebanan	IV-10
4.3.4 Perhitungan Peramalan Kebutuhan Daya Listrik Gardu Distribusi KD 0114 Tahun 2026-2030	IV-11
4.3.5 Perhitungan Pemakaian Daya Listrik Maksimal Transformator.....	IV-14
4.3.6 Perhitungan Persentase Pembebanan Transformator	IV-15
4.3.7 Persentase Pembebanan Transformator Sebelum Dilakukan <i>Uprating</i>	IV-15
4.3.8 Persentase Pembebanan Transformator Setelah Dilakukan <i>Uprating</i>	IV-15
4.4 Analisa.....	IV-17
4.4.1 Analisis Persentase Pembebanan Sebelum <i>Uprating</i> Transformator Pada Gardu KD 0114.....	IV-17
4.4.2 Peramalan Kebutuhan Daya Listrik Tahun 2026-2030.....	IV-17
4.4.3 Persentase Pembebanan Transformator Sebelum <i>Uprating</i>	IV-18
4.4.4 Persentase Pembebanan Transformator Sesudah <i>Uprating</i>	IV-19
BAB V PENUTUP.....	V-1
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.1 Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA.....	1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Trafo Distribusi.....	I-2
Gambar 2.2 Transformator <i>Step Up</i>	II-4
Gambar 2.3 Transformator <i>step down</i>	II-4
Gambar 2.4 Keadaan Transformator Berbeban	II-5
Gambar 2.5 Metode <i>Uprating</i> Transformator.....	II-11
Gambar 3.1 SLD penyulang pandak	III-1
Gambar 3.2 Diagram Alir	III-2
Gambar 4. 1 Gambar Distribusi KD 0114 pada Penyulang Pandak	IV-1
Gambar 4. 2 Single Line Diagram Penyulang Pandak	IV-4
Gambar 4. 3 Grafik Daya Terpakai KD 0114 Tahun 2021 - 2025	IV-17
Gambar 4. 4 Grafik Kebutuhan Daya Listrik KD 0114 Tahun 2026 – 2030	IV-18
Gambar 4. 5 Grafik Kebutuhan Daya Listrik KD 0114 Tahun 2021 – 2024	IV-18
Gambar 4. 6 Grafik Persentase Peramalan Pembebanan LWBP KD 0114 Tahun 2026 -2030	IV-19
Gambar 4. 7 Grafik Persentase Peramalan Pembebanan WBP KD 0114 Tahun 2026 – 2030.....	IV-20

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Teknis Transformator Pada Gardu KD 0114 Sebelum <i>Uprating</i>	V-2
Tabel 4. 3 Pengukuran Arus dan Tegangan Induk Sebelum <i>Uprating</i> (WBP).....	IV-5
Tabel 4. 4 Pengukuran Arus dan Tegangan Induk Sesudah <i>Uprating</i> (WBP)	IV-5
Tabel 4. 5 Pengukuran Arus dan Induk Sebelum dan Sesudah <i>Uprating</i> (LWBP) ...	IV-5
Tabel 4. 6 Pengukuran Arus dan Induk Sesudah <i>Uprating</i> (WBP)	IV-6
Tabel 4. 7 Rata-rata data Hasil Pengukuran Arus dan Tegangan Induk Sebelum <i>Uprating</i>	IV-6
Tabel 4. 8 Rata-rata data Hasil Pengukuran Arus dan Tegangan Induk Sesudah <i>Uprating</i>	IV-8
Tabel 4. 9 Daya Terpakai LWBP Dan WBP Pada Tahun 2021-2025	IV-10
Tabel 4. 10 Pertumbuhan WBP Transformator Distribusi KD 0114 sebelum dan sesudah <i>Uprating</i>	IV-10
Tabel 4. 11 Pertumbuhan LWBP Transformator Distribusi KD 0114 sebelum dan sesudah <i>Uprating</i>	IV-10
Tabel 4. 12 Koefisien Perhitungan Peramalan Kebutuhan Daya Listrik Pada Tahun 2026- 2030 Kondisi LWBP.....	IV-11
Tabel 4. 13 Koefisien Perhitungan Peramalan Kebutuhan Daya Listrik Pada Tahun 2026- 2030 Kondisi WBP	IV-12
Tabel 4. 14 Peramalan Kebutuhan Daya Listrik Tahun 2026-2030	IV-14
Tabel 4. 15 Pemakaian Daya Listrik Maksimal Transformator.....	IV-14
Tabel 4. 16 Persentase Pembebanan LWBP dan WBP pada tahun 2021-2024.....	IV-15
Tabel 4. 17 Persentase Pembebanan LWBP dan WBP setelah di <i>Uprating</i>	IV-15
Tabel 4. 18 Persentase Pembebanan Transformator Berdasarkan Peramalan Daya LWBP	IV-16
Tabel 4. 19 Persentase Pembebanan Transformator Berdasarkan Peramalan Daya WBP	IV-16

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Energi listrik di masa kini sangat penting, manfaat listrik bagi kehidupan manusia cukup banyak. Antara lain, sebagai sumber penerangan, sumber energi, penghasil panas, sarana hiburan, penghasil gerak dan lainnya. Manfaat listrik sebagai penerangan, pada malam hari dijadikan sebagai energi untuk sumber penerangan lampu di rumah, di kantor, di jalan, di pasar, tempat hiburan dan lainnya.

Salah satu bagian dari sistem tenaga listrik yang menyalurkan energi listrik dari pusat pembangkit sampai ke konsumen adalah sistem distribusi. Salah satu komponen sistem distribusi yang memegang peranan yang cukup penting dalam penyaluran daya adalah transformator distribusi. Transformator distribusi berperan penting dalam sistem pendistribusian tenaga listrik untuk mentransformasikan energi listrik dari tegangan menengah 20kV ke tegangan rendah 230/400 V. Permasalahan yang timbul pada sistem distribusi tenaga listrik, salah satunya adalah pembebanan transformator distribusi yang sudah melebihi 80% kapasitasnya atau dapat dikatakan transformator *overblast* dan melebihi 100% dikatakan *overload*. Kondisi pembebanan transformator yang cukup baik ketika beban idealnya 60% - 80% terhadap kapasitasnya. Yang dimana sebelumnya dilakukan inspeksi yaitu pada transformator gardu distribusi KD 0114 yang berlokasi di Jl. Imam Bonjol No.1, Kediri, Kec. Kediri, Kabupaten Tabanan. Yang merupakan salah satu gardu distribusi dari penyulang Pandak yang kapasitas transformatornya 100 kVA, berdasarkan hasil pengukuran diketahui Arus Induk $I_R=183A$ $I_S=176A$ $I_T=177A$ $I_N=20A$ pada saat beban puncak (WBP) yaitu pukul 19,00 WITA, Berdasarkan Pengolahan data hasil ukur yang dilakukan terhitung persentase pembebanan transformator pada beban puncak (WBP) sebesar 121,4 % dan telah di kategorikan *overblast* oleh PT PLN (Persero) ULP Tabanan, dalam hal ini menunjukkan kondisi transformator dalam keadaan kurang baik sesuai dengan Surat Edaran Direksi PT PLN (Persero) Nomor: 0017.E/DIR/2014 bahwa persentase pembebanan transformator yang dikategorikan kurang yaitu dari 80% sampai dengan di bawah 100%[1]. apabila transformator yang sudah *overblast* tetap dioperasikan dalam waktu yang lama, maka dapat mengakibatkan kerusakan pada transformator tersebut.

Dikarenakan permasalahan tersebut dilakukan upaya penggantian transformator oleh PT PLN (Persero) ULP Tabanan pada gardu distribusi KD 0114 dengan kapasitas

transformator yang lebih besar yaitu 160 kVA agar tidak menimbulkan kerusakan pada transformator sebelumnya dan menyebabkan kerugian bagi pihak PT. PLN maupun konsumen.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang permasalahan, maka dapat di rumuskan permasalahan sebagai berikut:

- 1 Berapa besar persentase pembebanan transformator sebelum terjadinya *Uprating* pada gardu distribusi KD 0114 ?
- 2 Berapa besar persentase pembebanan transformator sesudah terjadinya *Uprating* pada gardu distribusi KD 0114?
- 3 Bagaimana Efisiensi Pembebanan Transformator dan Tegangan sisi kirim Setelah Melakukan *Uprating* ?
- 4 Berapa Tahun Transformator Gardu KD 0114 Terbebanin dalam keadaan normal ?

1.3 Pembatasan masalah

Berdasarkan dengan latar belakang diatas, untuk menghindari dari meluasnya pembahasan diluar permasalahan, maka penulis membatasi permasalahan yang akan dibahas sebagai berikut:

1. Penulis hanya melakukan pembahasan persentase pembebanan sebelum dilakukan *Uprating* pada g a r d u distribusi KD 0114.
2. Penulis hanya membahas perbandingan persentase pembebanan sesudah dilakukan *Uprating* pada g a r d u distribusi KD 0114.
3. Penulis hanya membahas dampak beban efisiensi transformator dan tegangan sisi kirim waktu pasca *Uprating* transformator
4. Penulis hanya meramalkan nilai efisiensi tansformator gardu KD 0114 sampai dengan terbebani dalam keadaan normal.

1.4 Tujuan

Adapun beberapa tujuan menganalisa masalah diatas diantaranya:

1. Dapat Untuk mengetahui besar persentase pembebanan transformator sebelum dilakukan *Uprating* pada gardu distribusi KD 0114.
2. Untuk mengetahui besar persentase pembebanan transformator sesudah dilakukan *Uprating* pada gardu distribusi KD 0114.

3. Untuk penggantian transformator dengan kapasitas yang lebih besar, adalah solusi teknis yang efektif dan berdampak signifikan pada peningkatan kinerja jaringan distribusi
4. Dapat Menghitung dan mengetahui berapa tahun berapa trafo itu bisa terbebanin dalam keadaan normal

1.5 Sistematika Tugas Akhir

Adapun sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini merupakan bagian yang berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika Tugas Akhir

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini merupakan bagian yang berisi teori-teori dasar yang menunjang dalam pembahasan.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini merupakan bagian yang berisi tentang metodologi penelitian, lokasi penelitian, diagram alir, pengambilan data, jenis data, sumber data, pengolahan data dan analisis data.

BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan bagian yang berisi tentang menyajikan data teknis objek penelitian dan data pengukuran yang telah diperoleh. Selanjutnya, data tersebut dianalisis dan dibahas untuk menjawab perumusan masalah, termasuk perhitungan pembebanan transformator dan peramalan kebutuhan daya listrik.

BAB V : PENUTUP

Bab terakhir ini merupakan bagian yang berisi kesimpulan dari seluruh hasil penelitian yang telah dilakukan, serta saran-saran yang relevan untuk pengembangan lebih lanjut

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari analisis *Uprating* transformator pada gardu distribusi KD 0114 Penyulang Pandak di Jl. Imam Bonjol No.1, Kediri, Kec. Kediri, Kabupaten Tabanan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis data pembebanan sebelum *Uprating*, transformator Distribusi eksisting dengan daya 100 kVA mengalami kelebihan beban (*overload*) dengan persentase pembebanan sebesar 121,7% pada beban puncak. Hal ini melebihi batas standar yang ditetapkan oleh PT PLN (Persero) yaitu 80%. Kondisi ini berpotensi menyebabkan kerusakan pada transformator dan mengganggu pasokan listrik ke pelanggan
2. Solusi yang diterapkan oleh PT PLN (Persero) untuk mengatasi masalah ini adalah melakukan *Uprating*, yaitu mengganti transformator 100 kVA dengan transformator baru berkapasitas 160 kVA
3. Tindakan *Uprating* secara signifikan meningkatkan efisiensi pembebanan transformator. Sebelum *Uprating*, persentase pembebanan mencapai 121,4% pada Waktu Beban Puncak (WBP) dan 105,2% pada Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) di tahun 2024, melebihi standar ideal PLN sebesar 80%. Setelah *Uprating* ke 160 kVA, persentase pembebanan turun menjadi 58,1%. *Uprating* transformator berdampak positif pada stabilitas tegangan sisi kirim (tegangan sekunder). Tindakan ini membantu mengatasi *voltage drop* (penurunan tegangan) yang sering terjadi pada jaringan distribusi yang kelebihan beban. Peramalan kebutuhan daya listrik menunjukkan bahwa transformator 160 kVA diproyeksikan akan berada dalam kondisi normal (di bawah 80%) hingga tahun 2030, kecuali pada kondisi LWBP di tahun 2030, dimana pembebanan diprediksi mencapai 88,6% pada transformator 100 kVA.
4. Berdasarkan peramalan kebutuhan daya listrik, transformator 160 kVA diperkirakan masih akan berada dalam kondisi beban normal (di bawah 80%) hingga tahun 2029, dengan pengecualian pada kondisi LWBP di tahun 2030, di mana transformator 160 kVA diperkirakan akan mencapai 88,6%

5.1 Saran

Adapun beberapa saran yang ingin disampaikan dalam permasalahan *Uprating* Transformator sebagai berikut:

- 1 PT. PLN Persero PT PLN (Persero) ULP Tabanan disarankan untuk terus memonitor pembebanan transformator secara berkala, terutama pada gardu-gardu distribusi yang mendekati atau telah melampaui standar pembebanan ideal.
- 2 Peramalan pertumbuhan beban dapat dijadikan dasar perencanaan untuk menentukan waktu yang tepat dalam melakukan *Uprating* atau penambahan kapasitas transformator di masa depan, sehingga kualitas dan keandalan pelayanan listrik dapat terus dipertahankan
- 3 Melakukan pemeliharaan rutin dan *inspeksi* pada gardu distribusi untuk menghindari *overblast*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “1-2014-12-19-Edaran-Direksi-PT-PLN-Persero-No-0017-E-DIR-2014-tentang-Metode-Pemeliharaan-Trafo-Distribusi-Berbasis-Kaidah-Manajemen-Aset.”
- [2] O. MAKANGIRAS, “Pemeliharaan Gardu Distribusi,” *Lap. Akhir Pemeliharaan Gardu Distrib.*, pp. 1–21, 2016.
- [3] S. Fauji and I. Jamaaluddin, “Perhitungan Penggunaan Transformator Untuk Menghindari Kerugian Dalam Proses Pembuatan Transformator,” pp. 1–5, 2023.
- [4] Yaved Pasereng Tondok, Lily Setyowaty Patras, and Fielman Lisi, “Yaved Pasereng Tondok,” *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 8, no. 2, pp. 83–92, 2019.
- [5] M. D. T. Sogen and S. M, “Issn:2527-4724, eissn:2597-4467,” *Anal. Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Transform. Distrib. Di Pt Pln Area Sorong*, vol. 4, pp. 1–10, 2018.
- [6] M. Fadhliyansyah, “Analisis Perhitungan Rugi-Rugi Transformator Akibat Harmonisa (Studi Kasus Gardu Distribusi Smti Pontianak),” *Trafodaya.*, vol. 0, no.6, pp.1–7, 2017[Online].Available:
<http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/viewFile/30300/75676579524>
- [7] Rosmania and F. Yanti, “Jurnal Penelitian Sains,” *J. Penelit. Sains*, vol. 21, no. 3, pp.163–167, 2020,[Online].Available:
<http://ejurnal.mipa.unsri.ac.id/index.php/jps/index>
- [8] O. P. Sadewa and M. Ismail, “Analisis Dampak Rencana Pemasangan Transformator Sisipan untuk Mengatasi Beban Lebih dan Drop Tegangan pada Wilayah Kerja PT. PLN (Persero) ULP Wamena Kota,” *Cyclotron*, vol. 8, no. 2, pp. 9–15, 2025.
- [9] L. K. Praktek, P. T. Distribusi, P. Studi, T. Elektro, F. Teknik, and U. M. Area, “Laporan kerja praktek pemeliharaan trafo distribusi di pt. pln (persero) ulp medan johor disusun,” 2020.
- [10] W. S. Yasa, W. D. Pacane, and W. Suriana, “Mengatasi *Overload* Pada Transformator Gardu,” *Kaji. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 2, pp. 82–91, 2023.
- [11] A. Saputra, “Analisis Penanggulangan *Overload* Transformator Distribusi Dengan

- Metode *Uprating* Di PT. PLN (Persero) ULP Sutami,” pp. 5–29, 2022.
- [12] I. M. Parsa and A. C. Abel, “Analisis Metode Uprating Transformator Pada Gardu Distribusi Terhadap *Overload* Di PT.PLN Ulp Kupang”.
 - [13] H. Setijasa and Triyono, “Perhitungan Efisiensi Transformator,” *Orbith*, vol. 19, no. 3, pp. 315–323, 2023.
 - [14] G. N. Ayuni and D. Fitrihanah, “Penerapan Metode Regresi Linear Untuk Prediksi Penjualan Properti pada PT XYZ,” *J. Telemat.*, vol. 14, no. 2, pp. 79–86, 2020, doi: 10.61769/telematika.v14i2.321.
 - [15] BPKN, “Kompensasi TMP PT PLN Persero,” 2011, [Online]. Available: <https://bpkn.go.id>
 - [16] A. A. Muhartini, O. Sahroni, S. D. Rahmawati, T. Febrianti, and I. Mahuda, “Analisis Peramalan Jumlah Penerimaan Mahasiswa Baru Dengan Menggunakan Metode Regresi Linear Sederhana,” *J. Bayesian J. Ilm. Stat. dan Ekon.*, vol. 1, no. 1, pp. 17–23, 2021, doi: 10.46306/bay.v1i1.2.