

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

ANALISIS UPRATING TRANSFORMATOR DARI 100 KVA KE 160 KVA DI GARDU DISTRIBUSI MI 0425 PENYULANG BUDUK



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

I KADEK FERY DARMAPUTRA

NIM. 2215313015

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2025

I KADEK FERY DARMAPUTRA
ANALISIS UPRATING TRANSFORMATOR DARI 100 KVA KE 160 KVA DI
GARDU DISTRIBUSI MI 0425 PENYULANG BUDUK

ABSTRAK

Transformator distribusi berfungsi untuk mentransformasikan energi listrik dari tegangan menengah 20 KV ke tegangan rendah 230/400 V. PT. PLN (Persero) sebagai perusahaan pengelola sistem tenaga listrik harus bekerja optimal untuk mempertahankan kualitas produksi energi distribusi harus selalu terjaga dengan baik. Transformator Di Gardu Distribusi MI 0425 Penyulang Buduk yang berlokasi di jalan Tumbak Bayuh dengan kapasitas 100 KVA merek B&D. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan sebelum Up-rating didapatkan nilai persentase pembebanan 105,351 % pada Waktu Beban Puncak (WBP) sehingga persentase pembebanan transformator pada Gardu Distribusi MI 0425 mengalami overload dan melebihi standar yang ditetapkan PT. PLN (Persero) Untuk mengantisipasi besarnya persentase pembebanan transformator tersebut maka dilakukan Up-rating transformator maka persentase pembebanan di gardu Distribusi MI 0425 Penyulang Buduk menurun menjadi 67,4% saat Waktu Beban Puncak (WBP), dengan kapasitas transformator 160 kVA merek B&D. Persentase pembebanan transformator pada gardu Distribusi MI 0425 setelah dilakukan Up-rating telah memenuhi standar yang ditetapkan PT. PLN (Persero).

Kata kunci: transformator, *overload*, *uprating transformator*

I KADEK FERY DARMAPUTRA
ANALISIS UPRATING TRANSFORMATOR DARI 100 KVA KE 160 KVA DI
GARDU DISTRIBUSI MI 0425 PENYULANG BUDUK
ABSTRACT

Distribution transformers function to transform electrical energy from 20 KV medium voltage to 230/400 V low voltage. PT PLN (Persero) as a power system management company must work optimally to maintain the quality of distribution energy production must always be well maintained. Transformer at MI 0425 Distribution Substation Buduk repeater located on Tumbak Bayuh road with a capacity of 100 KVA brand B&D. Based on calculations made before Up-rating, the percentage value of loading is 105,351% at Peak Load Time (WBP), so that the percentage of transformer loading at MI 0425 Distribution Substation is overblown and exceeds the standards set by PT. PLN (Persero) To anticipate the large percentage of transformer loading, the transformer up-rating is carried out so that the percentage of loading at the MI 0425 Distribution Substation Buduk Substation decreases to 67,4% during Peak Load Time (WBP) with a transformer capacity of 160 kVA B&D brand. The percentage of transformer loading at MI 0425 Distribution substation after Up-rating has met the standards set by PT PLN (Persero).

Keywords: transformer, overblash, uprating transformator

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR	iii
FORM PERNYATAAN PLAGIARISME	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
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 - 3
1.5 Manfaat Penelitian	I - 3
1.6 Sistematika Penulisan	I - 4
II. LANDASAN TEORI / TINJAUAN PUSTAKA	II - 5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	II - 5
2.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	II - 6
2.3 Gardu Distribusi	II - 8
2.4 Transformator	II - 13
2.5 Gangguan – Gangguan Terhadap Transformator Distribusi	II - 17
2.6 Cara Mengatasi Gangguan Akibat Overload.....	II - 18
2.7 Prinsip Kerja Transformator.....	II - 19
2.8 Tranasformator Distribusi	II - 20
2.9 Pembebanan Transformator	II - 20

III. METODOLOGI PENELITIAN	III - 25
3.1 Obyek Penelitian	III - 25
3.2 Sumber Data	III - 26
3.3 Jenis Data	III - 26
3.4 Teknik Pengumpulan Data	III - 27
3.5 Metodologi Pengolahan Data	III - 29
3.6 Analisis Data	III - 30
3.7 Hasil Yang Diharapkan	III - 30
3.8 Jadwal Kerja	III - 31
3.9 Diagram Alir.....	III - 32
IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	IV - 33
4.1 Gambaran Umum Gardu Distribusi MI 0425	IV - 33
4.2 Data Teknis Objek	IV - 34
4.3 Pembahasan	IV - 39
4.4 Analisis	IV - 46
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	V - 50
5.1 Kesimpulan.....	V - 50
5.2 Saran	V - 51
DAFTAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Arus Nominal Berdasarkan Pola Pembebanan Transformator	II - 21
Tabel 2.2 Kategori Pembeban Transformator Terhadap Kapasitas	II - 23
Tabel 3.1 Contoh Tabel Pengukuran Arus.....	III - 28
Tabel 3.2 Contoh Tabel Pengukuran Tegangan.....	III - 28
Tabel 4.1 Data Teknis Transformator Di Gardu MI 0425 Sebelum Diuprating	IV - 34
Tabel 4.2 Data Teknis Transformator Di Gardu MI 0425 Sesudah Diuprating	IV - 35
Tabel 4.3 Data Hasil Pengukuran Rata-Rata Arus Di Gardu MI 0425 Sebelum Uprating Selama 3 Hari	IV - 36
Tabel 4.4 Data Hasil Pengukuran Rata-Rata Tegangan Di Gardu MI 0425 Sebelum Uprating Selama 3 Hari	IV - 37
Tabel 4.5 Data Hasil Pengukuran Rata-Rata Arus Di Gardu MI 0425 Sesudah Uprating Selama 3 Hari	IV - 38
Tabel 4.6 Data Hasil Pengukuran Rata-Rata Tegangan Di Gardu MI 0425 Sesudah Uprating Selama 3 Hari	IV - 39
Tabel 4.7 Rata-Rata Data Hasil Perhitungan Arus, Tegangan Induk Sebelum Uprating	IV - 40
Tabel 4.8 Rata-Rata Data Hasil Perhitungan Arus Jurusan Sebelum Uprating	IV - 40
Tabel 4.9 Rata-Rata Data Hasil Perhitungan Arus, Tegangan Induk Sesudah Uprating.....	IV - 43
Tabel 4.10 Rata-Rata Data Hasil Perhitungan Arus Jurusan Sesudah Uprating.....	IV - 43
Tabel 4.11 Konsumsi Energi Listrik di Mengwi	IV - 44
Tabel 4.12 Rekapitulasi Pengukuran Sebelum dan Sesudah Uprating.....	IV - 48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar Diagram Garis Sistem Tenaga Listrik.....	II - 7
Gambar 2.2 Penyaluran Tenaga Listrik.....	II - 8
Gambar 2.3 <i>Gardu</i> Distribusi	II - 10
Gambar 2.4 <i>Gardu</i> Cantol	II - 10
Gambar 2.5 Gardu Beton.....	II - 11
Gambar 2.6 Gardu Kios.....	II - 11
Gambar 2.7 <i>Bagan Satu Garis Konfigurasi</i> Section Gardu Pelanggan Umum.....	II - 12
Gambar 2.8 <i>Bagan Satu Garis Gardu Pelanggan Khusus</i>	II - 12
Gambar 2.9 Transformator Step Up.....	II - 13
Gambar 2.10 Transformator Step Down.....	II - 14
Gambar 4.1 Gardu Distribusi MI 0425 Penyulang Di Buduk	IV – 33
Gambar 4.2 Grafik Pertumbuhan Energi Listrik Di Mengwi (2020-2024).....	IV - 45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan salah satu bagian penting yang menyalurkan energi listrik dari pusat pembangkit hingga ke konsumen. Dalam proses penyaluran daya tersebut, transformator distribusi memegang peranan yang sangat vital. Perangkat ini berfungsi menurunkan tegangan menengah 20 kV menjadi tegangan rendah 400/230 V sehingga dapat digunakan oleh pelanggan rumah tangga maupun industri.

Permasalahan yang sering muncul pada sistem distribusi adalah beban transformator yang melampaui batas kapasitasnya atau dikenal dengan kondisi overload. Secara umum, transformator bekerja optimal ketika dibebani antara 60% hingga 80% dari kapasitas nominalnya. Persentase pembebanan yang ideal berada di bawah 60% (kategori baik), 60%–<80% (cukup), 80%–<100% (kurang), dan $\geq 100\%$ (buruk). Kondisi overload dapat menyebabkan penurunan kinerja hingga kerusakan transformator jika berlangsung terus menerus.

Hal ini terjadi di Gardu Distribusi MI 0425 yang berlokasi di Jalan Raya Tumbak Bayuh, Kecamatan Mengwi, Kabupaten Badung. Gardu ini merupakan salah satu titik distribusi Penyulang Buduk dengan kapasitas transformator 100 kVA. Hasil pengukuran arus pada kondisi Waktu Beban Puncak (WBP) menunjukkan nilai IR = 167A, IS = 159A, IT = 153A, dan IN = 20A. Dari data tersebut diperoleh persentase pembebanan sebesar 105,351%, yang telah melebihi standar PT PLN (Persero) ULP Mengwi dan dikategorikan sebagai overload. Jika kondisi ini dibiarkan, transformator berpotensi mengalami kerusakan dan berdampak pada keandalan penyaluran daya.

Untuk mengantisipasi kondisi tersebut, PT PLN (Persero) ULP Mengwi melakukan uprating transformator di Gardu MI 0425 dengan mengganti unit 100 kVA menjadi 160 kVA. Langkah ini bertujuan menjaga keandalan sistem, mencegah kerugian pada pihak PLN maupun konsumen, serta menjamin kontinuitas penyaluran energi listrik. Atas dasar itu, penulis melakukan penelitian dengan judul *“Analisis Uprating Transformator dari 100 kVA ke 160 kVA di Gardu Distribusi MI 0425 Penyulang Buduk PT PLN (Persero) ULP Mengwi”*. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan gambaran mengenai kinerja transformator setelah dilakukan uprating sehingga mampu beroperasi lebih optimal dalam memenuhi kebutuhan daya pelanggan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dijelaskan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Berapa persentase pembebanan transformator di Gardu Distribusi MI 0425 Penyulang Buduk sebelum dilakukan uprating?
2. Kapasitas transformator berapa yang paling sesuai digunakan untuk uprating di Gardu Distribusi MI 0425 Penyulang Buduk?
3. Berapa persentase pembebanan transformator di Gardu Distribusi MI 0425 Penyulang Buduk setelah dilakukan uprating?
4. Bagaimana hasil pemeriksaan dan pengujian di Gardu Distribusi MI 0425 Penyulang Buduk setelah dilakukan uprating transformator?

1.3 Pembatasan Masalah

Agar pembahasan tidak melebar dan tetap fokus pada inti penelitian, maka ruang lingkup penelitian ini dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian hanya membahas persentase pembebanan transformator di Gardu Distribusi MI 0425 Penyulang Buduk.
2. Penelitian hanya membahas kapasitas transformator yang sesuai digunakan untuk uprating di Gardu Distribusi MI 0425 Penyulang Buduk.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis persentase pembebanan transformator di Gardu Distribusi MI 0425 Penyulang Buduk sebelum dilakukan uprating.
2. Menentukan kapasitas transformator yang sesuai untuk kebutuhan uprating di Gardu Distribusi MI 0425 Penyulang Buduk.
3. Menganalisis persentase pembebanan transformator di Gardu Distribusi MI 0425 Penyulang Buduk setelah dilakukan uprating.
4. Mengevaluasi hasil pemeriksaan serta pengujian transformator di Gardu Distribusi MI 0425 Penyulang Buduk pasca uprating.

1.5 Manfaat Penulisan

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis

Penelitian ini menjadi kesempatan untuk menerapkan teori yang diperoleh selama perkuliahan pada kondisi nyata di lapangan, sekaligus menambah pengalaman dalam menganalisis permasalahan teknis di dunia kerja, khususnya bidang distribusi tenaga listrik.

2. Bagi Akademik

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu ketenagalistrikan, khususnya terkait pembahasan pembebanan dan uprating transformator. Selain itu, penelitian ini juga dapat dijadikan sebagai referensi bagi mahasiswa selanjutnya dan memperkuat kerja sama antara akademisi dengan pihak industri atau perusahaan penyedia listrik.

1.6 Sistematika Penulisan

- 1 Sistematika penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari lima bab yang saling berkaitan namun memiliki fokus pembahasan yang berbeda.
- 2 **Bab I Pendahuluan** berisi uraian mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan. Bab ini menjadi dasar untuk memahami alasan dan arah penelitian yang dilakukan.
- 3 **Bab II Landasan Teori** memuat teori-teori yang relevan sebagai dasar acuan penelitian. Di dalamnya mencakup penelitian terdahulu, penjelasan mengenai sistem distribusi tenaga listrik, gardu distribusi, transformator, berbagai gangguan pada transformator distribusi, cara mengatasi gangguan akibat overload, prinsip kerja transformator, transformator distribusi, serta pembahasan mengenai pembebanan transformator.
- 4 **Bab III Metodologi Penelitian** menjelaskan langkah-langkah yang ditempuh dalam penelitian ini. Bab ini mencakup objek penelitian, sumber data, jenis data, teknik pengumpulan data, metodologi pengolahan data, analisis data, hasil yang diharapkan, jadwal kerja, dan diagram alir penelitian.

- 5 **Bab IV Analisis dan Pembahasan** berisi pemaparan hasil penelitian berupa gambaran umum Gardu Distribusi MI 0425, data teknis objek penelitian, hasil pengukuran, serta analisis kondisi transformator sebelum dan sesudah dilakukan uprating. Bab ini menjadi inti dari penelitian karena menampilkan pembahasan utama.
- 6 **Bab V Simpulan dan Saran** merupakan bagian akhir yang menyajikan kesimpulan dari hasil penelitian serta memberikan saran-saran yang dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi pihak terkait maupun sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya.
- 7 Dengan sistematika tersebut, alur penulisan diharapkan dapat tersaji secara runtut, jelas, dan mudah dipahami oleh pembaca.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada penelitian "Analisis Uprating Transformator dari 100 kVA ke 160 kVA di Gardu Distribusi MI 0425 Penyulang Buduk", maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Persentase pembebanan gardu distribusi MI 0425 sebelum dilakukan uprating transformator sebesar 105,351%. Nilai ini menunjukkan bahwa transformator bekerja melebihi kapasitas nominalnya, yang berpotensi menyebabkan penurunan keandalan sistem serta mempercepat keausan peralatan.
2. Kapasitas transformator yang sesuai untuk dilakukan uprating adalah sebesar 160 kVA. Pemilihan kapasitas ini mempertimbangkan beban aktual danantisipasi pertumbuhan beban di wilayah tersebut, agar dapat meningkatkan keandalan dan efisiensi distribusi tenaga listrik.
3. Setelah dilakukan uprating transformator menjadi 160 kVA, persentase pembebanan menurun menjadi 67,4%. Dengan demikian, transformator bekerja dalam batas normal dan lebih aman, serta memiliki cadangan kapasitas yang cukup untuk melayani kenaikan beban di masa depan.
4. Hasil pemeriksaan dan pengujian gardu distribusi MI 0425 setelah dilakukan uprating menunjukkan bahwa seluruh peralatan dalam kondisi baik, memenuhi standar kelayakan teknis, dan aman untuk dioperasikan. Pengujian meliputi pengecekan visual, sambungan instalasi, tahanan isolasi, serta pengukuran parameter listrik seperti tegangan dan arus, yang seluruhnya berada dalam batas normal sesuai standar operasional PLN.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang ingin penulis sampaikan dalam permasalahan Uprating transformator sebagai berikut.

1. Perlu adanya koordinasi yang baik antara petugas pelayanan teknik dan petugas pemasangan pelanggan baru dengan pihak PLN berkaitan dengan perencanaan beban di daerah konsumen listrik. Hal ini bertujuan agar kebutuhan listrik di masyarakat dapat diprediksi sedini mungkin.
2. Dalam pelaksanaan pengukuran gardu distribusi dilaksanakan secara berkala dan berkelanjutan sehingga antisipasi untuk transformator di gardu distribusi yang mengalami *overload* dapat dilakukan sedini mungkin.
3. Perawatan gardu distribusi perlu dilakukan secara rutin dengan pengecekan sambungan, pembersihan panel, pengaturan beban agar tidak melebihi kapasitas, serta penggantian komponen yang rusak. Pemasangan sistem monitoring juga disarankan untuk mendeteksi potensi overload lebih awal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. N. M. Narottama, I. G. A. M. Sunaya, I. M. Purbhawa, and K. R. D. Noviyanti, "Analisis Pengaruh Rekonfigurasi Jaringan Terhadap Pembebanan Transformator Pada Gardu Distribusi Ka 1316 Penyulang Sriwijaya," *J. Matrix*, vol. 4, no. 3, pp. 118–166, 2014.
- [2] S. P. Firdaus and D. Fauziah, "Penyeimbangan Beban Gardu Distribusi Pt. Pln Tarakan (Kalimantan)," *Pros. Semin. Nas. Energi, Telekomun. dan Otomasi*, pp. 317–322, 2021.
- [3] A. W. Indrawan, S. Syarifuddin, P. Purwito, A. A. R4, A. R. Sultan, and A. Ilahi, "Penyeimbang Beban pada Gardu Distribusi dengan Metode Fuzzy Logic di Penyulang Lanosi ULP Tomoni PT. PLN (Persero)," *J. Teknol. Elekterika*, vol. 5, no. 2, p. 82, 2021, doi: 10.31963/elekterika.v5i2.3411.
- [4] K. G. Manopo, H. Tumaliang, and S. Silimang, "Analisis Indeks Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan SAIFI dan SAIDI Pada PT. PLN (Persero) Area Minahasa Utara," *J. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 1–12, 2020.
- [5] W. S. Ratno Wibowo, "Buku 4 Standar konstruksi gardu distribusi dan gardu hubung tenaga listrik," *PT PLN*, pp. 1–143, 2010.
- [6] PT. PLN (Persero), "Buku 1 Kriteria Enjinering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik," *PT PLN*, p. 170, 2010.
- [7] Siburian M.J and J.T.M. Bulolo, "Studi Analisis Ketahanan Isolasi Pada Transformator Di Gardu Induk Labuhan," *J. Darma Agung*, vol. 29, no. 3, pp. 499–510, 2021.
- [8] I. G. D. Kurnia and D. W. I. Utama, "LAPORAN TUGAS AKHIR DIII ANALISIS MENGATASI OVERBLAS PADA GARDU KA0929 PENYULANG DALUNG DENGAN METODE UPRATING TRAFO PT. PLN (Persero) ULP MENGWI," 2023.
- [9] N. H. A. Hardani, Helmina Andriani, Jumari Ustiawaty, Evi Fatmi Utami, Ria Rahmatul Istiqomah, Roushandy Asri Fardani, Dhika Juliana Sukmana, *Buku Metode Penelitian Kualitatif*, vol. 5, no. 1. 2020.
- [10] Sofwatillah, Risnita, M. S. Jailani, and D. A. Saksitha, "Teknik Analisis Data Kuantitatif dan Kualitatif dalam Penelitian Ilmiah," *J. Genta Mulia*, vol. 15, no. 2, pp. 79–91, 2024.