

TUGAS AKHIR

**PEMERIKSAAN DAN PENGUJIAN GARDU DS 0612 DAN DS 1031 PASCA
PEMECAHAN BEBAN GARDU DS 0612 PENYULANG PEMUDA
PT.PLN (PERSERO) ULP SANUR**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

I KADEK PRAMA PRATISTA

2215313008

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2025

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa memberikan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir yang berjudul **“PEMERIKSAAN DAN PENGUJIAN GARDU DS 0612 DAN DS 1031 PASCA PEMECAHAN BEBAN GARDU DS 0612 PENYULANG PEMUDA PT.PLN (PERSERO) ULP Sanur”**. Adapun tujuan dari penyusunan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md.) di Jurusan Teknik Elektro, Program Studi D3 Teknik Listrik, Politeknik Negeri Bali. Dalam penyusunan penelitian ini banyak kendala yang penulis hadapi, Namun berkat bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak semuanya kendala tersebut dapat teratasi. Untuk itu, penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE.,M.eCom selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. Kadek Amerta Yasa, ST., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik.
4. Bapak Dr. Ir. I Wayan Jondra, M.Si selaku dosen pembimbing 1 yang telah meluangkan waktu dan memberi arahan selama penyusunan tugas akhir.
5. Bapak I Gd Wahyu Antara K.,ST.,M.Erg. selaku dosen pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu dan memberi arahan selama penyusunan tugas akhir.
6. Segenap dosen di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali yang telah memberikan ilmu sebagai bekal penulis menyusun proposal tugas akhir ini. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.
7. Keluarga dan teman-teman yang telah banyak memberikan dukungan moril maupun materi dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Semoga usulan penelitian ini bermanfaat bagi semua pihak. Penulis menyadari masih banyak keterbatasan dalam penyusunan proposal ini, untuk itu diharapkan kritik dan saran yang membangun agar menjadi evaluasi di masa mendatang.

ABSTRAK
I KADEK PRAMA PRATISTA
PEMERIKSAAN DAN PENGUJIAN GARDU DS 0612 DAN DS 1031 PASCA
PEMECAHAN BEBAN GARDU DS 0612 PENYULANG PEMUDA
PT.PLN (PERSERO) ULP SANUR

Jaringan distribusi merupakan jaringan listrik yang terhubung langsung dengan beban atau pelanggan baik tegangan menengah atau tegangan rendah. Penelitian yang berjudul pemeriksaan dan pengujian kedua gardu distribusi DS 0612 dan DS 1031 pasca pemecahan beban dilakukan dengan tiga kondisi yakni menjelang beban puncak, beban puncak, dan setelah beban puncak. Transformator DS 0612 menjelang beban puncak sebesar 174 A atau 61,33%, kondisi beban puncak sebesar 193 A atau 66,95%, dan kondisi setelah beban puncak sebesar 157 A atau 55,02%. Transformator DS 1031 menjelang beban puncak sebesar 197 A atau 55,62%, kondisi beban puncak sebesar 230 A atau 64,3%, dan setelah beban puncak sebesar 186 A atau 52,55%. Gardu distribusi DS 0612 yakni memiliki rata-rata ketidakseimbangan beban sebesar 0%, dan pada DS 1031 sebesar 1%. Kedua besaran tidak melebihi 10% pada SPLN No. 17 Tahun 2014. Rugi-rugi daya dan efisiensi transformator DS 0612 pada kondisi menjelang beban puncak sebesar 98,98%, kondisi beban puncak sebesar 98,96%, dan kondisi setelah beban puncak sebesar 99,00% dan DS 1031 pada kondisi menjelang beban puncak 99,99%, kondisi beban puncak 99,99%, dan setelah beban puncak 99%. Besaran tersebut tidak melebihi batas 5% sesuai SPLN No. 50 Tahun 1997. Kedua kondisi transformator dengan ketiga kondisi dinyatakan normal, efisien dan andal.

Kata Kunci : Gardu Distribusi, Transformator, Persentase Pembebanan, Pemecahan Beban, Tegangan Ujung.

ABSTRACT
I KADEK PRAMA PRATISTA
INSPECTION AND TESTING OF DS 0612 AND DS 1031 SUBSTATIONS
AFTER LOAD-SHIFTING OF DS 0612 SUBSTATION, PEMUDA FEEDERS
PT.PLN (PERSERO) ULP SANUR

The distribution network is an electrical network that is directly connected to the load or customer, either medium voltage or low voltage. The research entitled inspection and testing of the two distribution substations DS 0612 and DS 1031 after load breaking was carried out under three conditions, namely before peak load, peak load, and after peak load. The DS 0612 transformer before peak load was 174 A or 61.33%, peak load conditions were 193 A or 66.95%, and after peak load conditions were 157 A or 55.02%. The DS 1031 transformer before peak load was 197 A or 55.62%, peak load conditions were 230 A or 64.3%, and after peak load conditions were 186 A or 52.55%. The DS 0612 distribution substation had an average load imbalance of 0%, and in DS 1031 it was 1%. Both quantities did not exceed 10% in SPLN No. 17 of 2014. The power losses and efficiency of the DS 0612 transformer in conditions before peak load are 98.98%, peak load conditions are 98.96%, and post-peak load conditions are 99.00% and DS 1031 in conditions before peak load 99.99%, peak load conditions 99.99%, and after peak load 99%. These values do not exceed the 5% limit according to SPLN No. 50 of 1997. Both transformer conditions with all three conditions are declared normal, efficient and reliable.

Keywords: Distribution Substation, Transformer, Percentage of Loading, Load Breaking, End Voltage.

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN PUBLIKASI	iii
LEMBAR PERNYATAAN PUBLIKASI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
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	I-3
BAB II LANDASAN TEORI	II-1
2.1 Penelitian Terdahulu.....	II-1
2.2 Proses Pendistribusian Energi Listrik.....	II-2
2.3 Penyulang (Feeder).....	II-3
2.4 Gardu Distribusi	II-3
2.4.1 Macam-Macam Gardu Distribusi	II-3
2.5 Transformator Distribusi.....	II-6
2.5.1 Adapun Prinsip Kerja Transformator	II-6
2.5.2 Jenis-Jenis Transformator	II-6
2.5.3 Komponen-Komponen transformator Distribusi.....	II-8
2.5.4 Transformator Tanpa Beban.....	II-10
2.5.5 Transformator Berbeban	II-11
2.5.6 Transformator 3 Phasa	II-12
2.5.7 Transformator dengan Beban 3 Phasa Seimbang	II-13
2.5.8 Transformator dengan Beban 3 Phasa Tidak Seimbang	II-13
2.6 PHB-TR	II-14
2.6.1 Komponen Penel Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHBTR)	II-15

2.6.2 Rating NH FUSE	I-16
2.6.3 Perhitungan NH FUSE.....	II-16
2.6.4 Rating Busbar	II-18
2.6.5 Tabel Current Transformator	II-19
2.7 Standar Gardu Distribusi	II-21
2.8 Jaringan Tegangan Rendah (JTR)	II-21
2.8.1 Konstruksi Sambungan SUTR dan Sambungan Tenaga Listrik TR di Tiang	II-21
2.8.2 Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR).....	II-22
2.8.3 Tiang SUTR	II-22
2.8.4 Pole Bracket Tegangan Rendah.....	II-23
2.8.5 Sambungan Tenaga Listrik Tegangan Rendah (SLTR).....	II-24
2.8.6 Penghantar Kabel SUTR	II-24
2.8.7 Tabel KHA LVTC	II-24
2.8.8 Compression Connector (CCO)	II-25
2.9 Saluran Akhir	II-25
2.9.1 Dampak Saluran Akhir	II-25
2.9.2. Standar Saluran Akhir Dalam Sistem Distribusi	II-25
2.10 Ketidak Seimbangan Beban	II-26
2.11 Rugi-Rugi Transformator.....	II-26
2.12 Rugi Daya dan Efisiensi Pada Transformator.....	II-26
2.13 Rugi-Rugi Daya akibat inti dan tembaga	II-27
BAB III METODE PENELITIAN.....	III-1
3.1 Subjek dan Objek Penelitian	III-1
3.1.1 Subjek Penelitian	III-1
3.1.2 Objek Penelitian	III-1
3.2 Sumber dan Data Penelitian.....	III-1
3.2.1 Sumber Data	III-1
3.2.2 Sumber data primer dan Sekunder.....	III-1
3.3 Metode pengumpulan data	III-2
3.4 Instrumen Penelitian	III-3
3.5 Tahapan Penelitian	III-4
3.6 Analisis Data	III-5

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	V-1
4.1 Karakteristik Objek Penelitian	IV-1
4.1.1 Penyulang Tukad Badung	IV-1
4.1.2 Penyulang Pemuda.....	IV-2
4.1.3 Jaringan Tegangan Rendah Gardu DS 0612 Dan DS 1031 Sebelum Rekonfigurasi	IV-3
4.1.4 Jaringan Tegangan Rendah Gardu DS 0612 Dan DS 1031 Sesudah Rekonfigurasi	IV-4
4.2 Tegangan Ujung Beban Gardu Distribusi DS 0612 Dan DS 1031	IV-5
4.2.1 Hasil Pengukuran Tegangan Ujung DS 0612 Dan DS 1031.....	IV-5
4.3 Perhitungan ketidak seimbangan beban DS 0612	IV-12
4.4 Perhitungan ketidak seimbangan beban DS 1031	IV-19
4.5 Namplate Transformator DS 0612 Penyulang Pemuda.....	IV-22
4.6 Rugi Rugi Gardu Distribusi DS 0612 Akibat Arus Netral	IV-23
4.6.1 Rugi Rugi Daya Menjelang Beban Puncak Akibat Mengalirnya Arus Netral	IV-24
4.6.2 Rugi Rugi Daya Beban Puncak Akibat Mengalirnya Arus Netral..	IV-25
4.6.3 Rugi Rugi Daya Setelah Beban Puncak Akibat Mengalirnya Arus Netral	IV-25
4.7 Menghitung Rugi Daya dan Efisiensi Transformator DS 0612	IV-26
4.7.1. Rugi Daya dan Efisiensi Trafo Menjelang Beban Puncak.....	IV-26
4.7.2 Rugi Daya dan Efisiensi Trafo Pada Saat Beban Puncak	IV-28
4.7.3 Rugi Daya dan Efisiensi Trafo Setelah Beban Puncak.....	IV-29
4.8 Namplate Transformator DS 1031 Penyulang Tukad Badung	IV-31
4.9 Rugi-rugi gardu distribusi DS 1031 Akibat Arus Netral.....	IV-32
4.9.1. Rugi Rugi Daya Menjelang Beban Puncak Akibat Mengalirnya Arus Netral	IV-33
4.9.2 Rugi Rugi Daya Beban Puncak Akibat Mengalirnya Arus Netral..	IV-34
4.9.3 Rugi Rugi Daya Setelah Beban Puncak Akibat Mengalirnya Arus Netral	IV-35
4.10 Menghitung Rugi Daya dan Efisiensi Transformator DS 1031	IV-36
4.10.1. Rugi Daya dan Efisiensi Trafo Menjelang Beban Puncak.....	IV-36

4.10.2 Rugi Daya dan Efisiensi Trafo Pada Saat Beban Puncak.....	V-37
4.10.3 Rugi Daya dan Efisiensi Trafo Setelah Beban Puncak.....	IV-38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA.....	V-3
LAMPIRAN.....	V-7

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Proses Pendistribusian Energi Listrik ^[14]	I-2
Gambar 2.2 : Single Line Penyulang ^[16]	II-3
Gambar 2.3 : Gardu Portal ^[18]	II-4
Gambar 2.4: Gardu Canto ^[18]	II-4
Gambar 2.5: Gardu Beton ^[18]	II-5
Gambar 2.6 : Gardu Kios ^[18]	II-5
Gambar 2.7: Transformator Distribusi ^[20]	II-6
Gambar 2.8 : Transformator Step Up ^[22]	II-7
Gambar 2.9 : Transformator Step Down ^[22]	II-8
Gambar 2.10 : Inti Besi ^[23]	II-8
Gambar 2.11: Kumparan Transformator ^[25]	II-9
Gambar 2.12: Minyak Transformator ^[26]	II-9
Gambar 2.13: Bushing Transformator ^[25]	II-9
Gambar 2.14 : Tangki Transformator ^[25]	II-10
Gambar 2.15: Transformator Tanpa Beban ^[27]	II-10
Gambar 2.16: Transformator Berbeban ^[27]	II-11
Gambar 2.17: Transformator Tiga Fasa ^[28]	II-12
Gambar 2.19: Beban Seimbang ^[29]	II-13
Gambar 2.20: Beban Tidak Seimbang ^[29]	II-13
Gambar 2.21: Panel Hubung Bagi (PHB TR) ^[30]	II-14
Gambar 2.22:Saklar Utama (Load Breaker Switch) ^[30]	II-15
Gambar 2.23 : Nieder Spannung Hore Leistung Fuse (NH FUSE) ^[30]	II-15
Gambar 2.24: Fuse Rail ^[30]	II-17
Gambar 2.25: Busbar Rail ^[30]	II-17
Gambar 2.26 : Current Transformator ^[30]	II-19
Gambar 2.27: Sirkuit Bantu Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB TR) ^[30]	II-20
Gambar 2.28: Konstruksi Jaringan Tenaga Listrik Tegangan Rendah ^[35]	II-22
Gambar 2.29: Pole Bracket Tegangan Rendah ^[35]	II-23
Gambar 2.30: Compression Connector ^[37]	II-25
Gambar 3.1 : Alat ukur Clamp Meter (Tang Amper) yang dipergunakan	III-3
Gambar 3.2 : Diagram Alir Langkah-langkah dalam Penelitian.....	III-4

Gambar 4.1 : Potongan Penyulang Tukad Badung	V-1
Gambar 4. 2 : Potongan Penyulang Pemuda.....	IV-2
Gambar 4. 3 : JTR Gardu DS 0612 dan DS 1031 sebelum rekonfigurasi.....	IV-3
Gambar 4. 4 : JTR Gardu DS 0612 dan DS 1031 setelah rekonfigurasi	IV-4
Gambar 4. 5 : Tegangan Ujung gardu distribusi DS 0612 Dan Ds 1031	IV-5

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Rating NH FUSE	I-16
Tabel 2.2: Rating Ketebalan Busbar ^[30]	II-18
Tabel 2.3 : Tabel Kekencangan Baut Busbar ^[30]	II-18
Tabel 2.4: Current Transformator ^[32]	II-19
Tabel 2.5: Batas Kesalahan Transformator Arus Metering ^[32]	II-20
Tabel 2.6: Tabel KHA LVTC ^[36]	II-25
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Tegangan Ujung DS 0612.....	IV-6
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Tegangan Ujung DS 1031.....	IV-6
Tabel 4.3 Deskripsi Gardu Distribusi DS 0612	IV-8
Tabel 4.4 Menjelang Beban Puncak DS 0612	IV-9
Tabel 4.5 Beban Puncak DS 0612.....	IV-10
Tabel 4.6 Setelah Beban Puncak DS 0612	IV-11
Tabel 4.7 Deskripsi Gardu Distribusi DS 1031	IV-15
Tabel 4.8 Menjelang Beban Puncak DS 1031	IV-15
Tabel 4.9 Beban Puncak DS 1031.....	IV-16
Tabel 4.10 Setelah Beban Puncak DS 1031	IV-18
Tabel 4.11 Namplate Trafo DS 0612	IV-22
Tabel 4.12 Rugi daya, rugi besi dan rugi tembaga trafo DS 0612 dalam beban Puncak.....	IV-30
Tabel 4.13 Namplate Trafo DS 1031	IV-31
Tabel 4.14 Rugi daya, rugi besi dan rugi tembaga trafo DS 0612 dalam beban Puncak.....	IV-40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan di dunia, rumah dan hampir semua fasilitas umum seperti sekolah, kantor, tempat ibadah dan tempat sosial lainnya membutuhkan peralatan listrik[1]. Energi listrik dibangkitkan oleh Pembangkit Tenaga Listrik, di transmisikan oleh jaringan transmisi serta disalurkan ke konsumen melalui saluran distribusi sistem tenaga[2]. Listrik memiliki fungsi dan peranan yang sangat vital dan strategis, karena berperan dalam memenuhi hajat hidup orang banyak dan mendorong pembangunan nasional di segala bidang. Energi listrik menjadi kebutuhan pokok bagi masyarakat, karena tanpa energi listrik aktivitas masyarakat sebagai konsumen akan terganggu, disebabkan peralatan dan bahan penunjang sebagai penggerakannya[3]. Akibatnya Kebutuhan energi listrik dari tahun ke tahun semakin meningkat[4].

Salah satu dampak dari bertambahnya penggunaan energi listrik yaitu terjadinya *overload* (beban lebih) pada transformator distribusi. Apabila transformator kelebihan beban atau *overload* maka dapat mengakibatkan kerugian seperti pendistribusian energi listrik dapat terhambat, sebab umur transformator akan menurun dan akan rusak akibat panas berlebihan, sehingga untuk kedepannya harus dilakukan perbaikan yang akan menyebabkan terganggunya suplai listrik ke pelanggan[5]. Oleh karena itu untuk mengatasi permasalahan *overload* transformator diatas terdapat metode yang dapat dipilih untuk menanggulangi permasalahan yakni menggunakan metode pecah beban[6].

Berdasarkan data pada PT. PLN (Persero) ULP Sanur pada gardu distribusi DS 0612 Penyulang Pemuda pada tahun 2024 terdapat 3 gangguan berulang yang mengakibatkan kerusakan pada komponen seperti NH Fuse putus dan Dudukan NH Fuse terbakar akibat kelebihan beban (*overload*). Pada gardu distribusi DS 0612 Penyulang Pemuda memiliki kapasitas transformator yaitu 200 KVA. Mengenai beban maksimal continue transformator tidak melebihi 80% dan SPLN 50/1997 membahas mengenai transformator distribusi dari permasalahan beban lebih tersebut dapat ditangani dengan metode transformator gardu sisip, pecah beban, atau mutasi[7].

Pada permasalahan ini diterapkannya pemecahan beban untuk menanggulangi *overload* pada transformator distribusi. Pemecahan beban dilakukan dari gardu distribusi DS 0612 Penyulang Pemuda ke gardu distribusi DS 1031 Penyulang Tukad Badung.

Setelah dilakukan pemecahan dan pemindahan beban, dipandang perlu melakukan pemeriksaan dan pengujian pasca pemecahan beban menjadi langkah yang sangat penting dalam memastikan penyaluran energi listrik yang keluar dari gardu telah sesuai standar yang berlaku, mengikuti ketentuan dari SPLN (Standard Perusahaan Listrik Negara) untuk persentase pembebanan transformator tidak lebih dari diatas 80% dari kapasitas transformator serta arus nominalnya (In)[6]. Transformator yang diizinkan yaitu sebesar 5% berdasarkan IEC dan sebesar 5% - 20% berdasarkan IEEE std446 – 1995. Sedangkan berdasarkan SPLN (Standard Perusahaan Listrik Negara) D5 004 – 1:12, standar persentase ketidakseimbangan beban sebesar 2%[8]. Pembagian beban yang seimbang dapat dilihat dari nilai pembebanan masing masing R-S-T. Seimbang jika ketiga vector arus atau tegangan dari fasa R-S-T. Saling membentuk sudut 120° dan penjumlahan dari ketiga vector tersebut sama dengan nol sehingga tidak muncul arus pada arus netral[9]. PT. PLN (Persero) menetapkan standar bahwa rugi daya akibat trafo distribusi tersebut hendaknya tidak lebih dari 2%[10].

Dari uraian latar belakang di atas, penulis ingin menyusun tugas akhir yang berjudul “PEMERIKSAAN DAN PENGUJIAN GARDU DS 0612 DAN DS 1031 PASCA PEMECAHAN BEBAN GARDU DS 0612 PENYULANG PEMUDA PT.PLN (PERSERO) ULP SANUR”, dalam proposal tugas akhir ini yang dianalisa yaitu pemeriksaan dan pengujian pasca pemecahan beban, sehingga penelitian ini nantinya dapat memberi pedoman bagi PLN untuk melakukan Tindakan untuk meningkatkan keandalan distribusi pada Penyulang Pemuda bisa ditingkatkan kembali.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Berapa besarnya tegangan ujung beban yang dilayani oleh gardu distribusi DS 0612 dan DS 1031 setelah pemecahan beban pada DS 0612 Penyulang Pemuda?
- b. Bagaimana keseimbangan pembebanan Gardu gardu distribusi DS 0612 dan DS 1031 setelah pemecahan beban pada DS 0612 Penyulang Pemuda ?
- c. Seberapa besar efisiensi dan rugi-rugi transformator gardu distribusi DS 0612 dan DS 1031 akibat mengalirnya arus netral setelah pemecahan beban pada DS 0612 Penyulang Pemuda ?

1.3 Batasan Masalah

- a. Penelitian ini hanya membahas tentang pengukuran beban setelah pemecahan beban dari gardu distribusi DS 0612 Penyulang Pemuda ke DS 1031 Penyulang Tukad Badung, tidak mencakup gardu distribusi lainnya dan Analisis dilakukan berdasarkan data hasil pengukuran yang diperoleh pada periode Januari 2025
- b. Analisis ini hanya membahas mengenai standar tegangan ujung pada sistem distribusi
- c. Perhitungan rugi-rugi transformator pada gardu DS 0612 Penyulang Pemuda

1.4 Tujuan

- a. Untuk mengetahui besarnya tegangan ujung beban yang dilayani oleh gardu distribusi DS 0612 dan DS 1031 setelah pemecahan beban pada DS 0612 Penyulang Pemuda.
- b. Untuk menganalisis keseimbangan pembebanan Gardu gardu distribusi DS 0612 dan DS 1031 setelah pemecahan beban pada DS 0612 Penyulang Pemuda.
- c. Untuk menganalisis rugi-rugi transformator gardu distribusi DS 0612 dan DS 1031 setelah pemecahan beban pada DS 0612 Penyulang Pemuda.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pengolahan data pada gardu distribusi DS 0612 dan DS 1031 setelah dilakukan pemecahan beban pada DS 0612 Penyulang Pemuda, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kapasitas pembebanan trafo pada gardu distribusi DS 0612 saat belum dikonfigurasi yakni sebesar 84% dari kapasitas trafo 200 kVA. Besaran tersebut dinyatakan lebih dari kapasitas 80% yang telah ditentukan SPLN 50 Tahun 1997. Maka dilakukan pemecahan beban pada gardu distribusi DS 0612 dengan DS 1031 sehingga kapasitas trafo DS 0612 turun menjadi 62%. Hal tersebut menyebabkan tegangan ujung pada kedua gardu menunjukkan hasil yang lebih baik. Tegangan ujung pada gardu DS 0612 berkisar antara 224 Volt hingga 237 Volt, sedangkan pada gardu DS 1031 berada pada kisaran 224 Volt hingga 236 Volt. Kedua besaran tegangan tersebut bila dikaitkan dengan standar PLN No.1 Tahun 1995 tentang tegangan-tegangan standar yang menyatakan bahwa PLN mengizinkan nilai tegangan toleransi sebesar +5% dan -10%, maka kedua tegangan tersebut dinyatakan dalam kondisi *over voltage*.
2. Pemecahan beban yang dilakukan menghasilkan perbaikan keseimbangan beban antar fasa pada gardu DS 0612 dan DS 1031. Nilai ketidakseimbangan beban sebelum pemecahan berada di atas ambang batas toleransi. Besaran persentase pembebanan trafo DS 1031 saat beban puncak yakni 64,30% dan trafo DS 0612 yakni 66,95% tidak melebihi dari batas SPLN No.50 Tahun 1997 dengan keterangan pembebanan transformator tidak diperbolehkan lebih dari 80%. Kemudian besaran ketidakseimbangan beban kedua transformator DS 0612 sebesar 0,00% dan DS 1031 sebesar 1% tidak melebihi dari batasan SPLN No. 17 Tahun 2014 dengan keterangan persentase ketidakseimbangan transformator yang baik yakni dibawah 10%.
3. Rugi-rugi daya, rugi-rugi inti besi, dan rugi-rugi tembaga pada transformator DS 1031 saat kondisi beban puncak yakni 1,83 kW , 600 W, dan 1,23 kW. Rugi-rugi daya, rugi-rugi inti besi, dan rugi-rugi tembaga pada transformator DS 0612 pada saat beban puncak sebesar 1,58 kW, 480 W, dan 1,1 kW. Maka dengan rugi-rugi

daya yang dihasilkan oleh transformator DS 0612 didapatkan hasil efisiensi transformator sebesar 98,81% dan Maka dengan rugi-rugi daya yang dihasilkan oleh transformator DS 1031 didapatkan hasil efisiensi transformator sebesar 98,67% dengan demikian. Maka dapat disimpulkan pada saat beban puncak tidak melebihi standar efisiensi pada SPLN 50 : 1997 tentang spesifikasi transformator distribusi dengan tidak melebihi besaran 5%.

5.2 Saran

Berikut saran pada penelitian :

1. Kepada PLN agar selalu melakukan kaji ulang atas hasil pekerjaannya, sehingga konsumen memperoleh pelayanan listrik sesuai dengan standar. Pemindahan di gardu DS 0612 dan DS 1031 ini contohnya menghasilkan permasalahan baru karena tegangan ujung melebihi standar, jika hal ini dibiarkan maka konsumen akan dirugikan karena peralatan mereka akan cepat rusak akibat mendapat tegangan over voltage. Tetapi masih syukur keseimbangan beban dan efisiensi trafo dalam keadaan baik.
2. Setelah melaksanakan penelitian di tugas akhir ini dapat disarankan kepada penelitian selanjutnya yang hendak mengembangkan penelitian ini dengan menambahkan besaran data sebelum konfigurasi jaringan distribusi DS 0612 penyulang pemuda dan DS 1031 penyulang tukad badung.
3. Untuk menambahkan data penunjang penelitian selanjutnya dengan menambahkan pengukuran tegangan primer pada sisi kedua trafo sesuai dengan kondisi beban yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Lindawati, R. Mandala Putra, A. Amin, M. Silviana, dan P. Raisah, “EDUKASI BUDAYA HEMAT LISTRIK BAGI PELAJAR SEKOLAH DASAR,” 2022.
- [2] Siburian M.J dan J.T.M. Bulolo, “Studi Analisis Ketahanan Isolasi Pada Transformator Di Gardu Induk Labuhan,” *J. Dharma Agung*, vol. 29, no. 3, hal. 499–510, 2021.
- [3] R. Harahap, Armansyah, Sudaryanto, D. T. Pramudia, dan A. F. Rian, “5389-14244-1-Sm,” *J. Electr. Technol.*, vol. 7, no. ISSN : 2598 – 1099 (Online), hal. 11–16, 2022.
- [4] N. T. Harjanto, “Dampak Lingkungan Pusat Listrik Tenaga Fosil Dan Prospek Pltn Sebagai Sumber Energi Listrik Nasional,” *Issn*, hal. 7–8, 2016.
- [5] Regina C.Wageydan dan dkk, “Analisis Terjadi *Overload* Transformator Pada Saluran Distribusi Di PT . PLN (Persero) ULP Bitung,” *Skripsi*, hal. 1–7, 2021.
- [6] W. S. Yasa, W. D. Pacane, dan W. Suriana, “Mengatasi *Overload* Pada Transformator Gardu,” *Kaji. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 2, hal. 82–91, 2023.
- [7] W. Saputri, A. Ws, T. Elektro, P. Negeri, dan U. Pandang, “Pengendalian *Overload* Transformator Dengan Metode Pecah Beban di PT.PLN (Persero) ULP Daya,” *Semin. Nas. Tek. Elektro dan Inform.*, vol. 8, no. 1, hal. 421–428, 2023,
- [8] A. B. Prayoga dan B. Suprianto, “Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator Distribusi Terhadap Rugi Daya (Losses) Dengan Digsilent Power Factory di PT.PLN (Persero) ULP Ngunut,” *J. Tek. Elektro*, vol. 12, no. 2, hal. 23–32, 2023, doi: 10.26740/jte.v12n2.p23-32.
- [9] Jumari, J. Sinaga, dan R. Ginting, “Analisa Beban Tiga Fasa Pada Jaringan Instalasi Listrik Gedung Di Rumahsakit Martha Friska Kota Medan,” *J. Teknol. Energi Uda*, vol. 10, no. 2, hal. 80–92, 2021.
- [10] M. A. Risnandar, L. Faridah, dan R. Nurdiansyah, “Analisis Rugi Daya Trafo Distribusi Pada Penyulang Tamansari Kota Tasikmalaya,” *J. Energy Electr. Eng.*, vol. 4, no. 1, hal. 13–19, 2022.
- [11] R. S. Putri, S. Setiawidayat, dan G. Priyandoko, “Identifikasi Lokasi Gangguan Pada Penyulang Baugan ULP Denpasar Dengan Metode Naïve Bayes,” *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 1, hal. 9, 2022, doi: 10.33387/protk.v9i1.3517.
- [12] S. P. Firdaus dan D. Fauziah, “Penyeimbangan Beban Gardu Distribusi Pt. Pln

- Tarakan (Kalimantan),” *Pros. Semin. Nas. Energi, Telekomun. dan Otomasi*, hal. 317–322, 2021.
- [13] A. W. Indrawan, S. Syarifuddin, P. Purwito, A. A.R4, A. R. Sultan, dan 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, hal. 82, 2021, doi: 10.31963/elekterika.v5i2.3411.
 - [14] R. T. Jurnal, “Studi Analisis Gangguan Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah Dan Upaya Mengatasinya Di Pln Area Tanjung Priok,” *Energi & Kelistrikan*, vol. 9, no. 1, hal. 51–59, 2018, doi: 10.33322/energi.v9i1.60.
 - [15] K. G. Manopo, H. Tumaliang, dan 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, hal. 1–12, 2020.
 - [16] F. Putri dan E. Ervianto, “Evaluasi Dan Rekonstruksi Penyulang Teluk Sirih Distribusi 20 Kv Di Gardu Induk Bungus Padang,” *Jom FTEKNIK*, vol. 8, hal. 1–7, 2021.
 - [17] W. S. Ratno Wibowo, “Buku 4 Standar konstruksi gardu distribusi dan gardu hubung tenaga listrik,” *PT PLN*, hal. 1–143, 2010.
 - [18] D. Pada, P. T. Pln, P. Ulp, P. Raflesia, dan P. Raflesia, “ANALISIS PEMASANGAN LIGHTNING ARRESTER PADA JARINGAN Aryanto , 2 Zakia Lutfiani,” vol. 3, no. 2, 2023.
 - [19] K. A. Kodoati, I. F. Lisi, dan I. M. Pakiding, “Analisa Perkiraan Umur Transformator,” *J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 3, hal. 35–43, 2015,
 - [20] K. Ridwan, “Analisa Perkiraan Umur Transformator Distribusi Berdasarkan Pembebanan Dengan Metode Tingkat Tahunan,” *J. Fokus Elektroda Energi List. Telekomun. Komputer, Elektron. dan Kendali*, vol. 2, no. 4, hal. 1–5, 2017, doi: 10.33772/jfe.v2i4.7899.
 - [21] H. Elnizar, H. Gusmedi, dan O. Zebua, “Analisis Rugi-Rugi (Losses) Transformator Daya 150/20 KV di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Sutami ULTG Tarahan,” *Electrician*, vol. 15, no. 2, hal. 116–126, 2021, doi: 10.23960/elc.v15n2.2197.
 - [22] E. P. dan I. L. 2, “MAINTENANCE PREVENTIVE PADA TRANSFORMATOR STEP-DOWN AV05 DENGAN KAPASITAS 150KV DI PT. KRAKATAU DAYA LISTRIK,” *Pros. Semin. Nas. Pendidik. FKIP Univ. Sultan Ageng*

Tirtayasa Vol. 3, No.1, 2020, hal. 485-493 p-ISSN 2620-9047, e-ISSN 2620-9071, vol. 3, hal. 1–9, 2020.

- [23] L. K. Praktek, “MONITORING TRAF0 DISTRIBUSI DI PT . RAZZA PRIMA TRAF0 Disusun Oleh : SURYA AKMAL FAKULTAS TEKNIK MONITORING TRAF0 DISTRIBUSI DI PT . RAZZA PRIMA TRAF0 Disusun Oleh : NPM Program Studi : SURYA AKMAL : Teknik Elektro Dosen Pembimbing Kerja Praktek Pembimbin,” 2023.
- [24] G. M. Aji, “Minyak Trafo,” 2017.
- [25] N. Dan, L. Pada, T. Distribusi, D. I. Pt, dan P. A. Sorong, “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, hal. 1–10, 2018.
- [26] T. Dutch, M. Pandiangan,) Afiqadli, J. Napitupulu, dan) Jumari, “Janter Napitupulu 3), Jumari 4)”.
- [27] J. Sentosa Setiadji, T. Machmudsyah, dan Y. Isnanto, “Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi,” *J. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 2, hal. 68–73, 2008, doi: 10.9744/jte.7.2.68-73.
- [28] Naufal Taufiqul Hakim dan Mohammad Fatkhurrohman, “Analisa Proses Wiring Pada Produksi Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHBTR) Pasang Luar 400 Ampere – 4 Jurusan,” *Jupiter Publ. Ilmu Keteknikan Ind. Tek. Elektro dan Inform.*, vol. 2, no. 2, hal. 274–288, 2024, doi: 10.61132/jupiter.v2i2.200.
- [29] R. W. Septiarto, “Perancangan Sistem Monitoring Nh Fuse Pada Lv Panel Berbasis Arduino Dengan Media Wifi,” 2018.
- [30] Rianti., I. Arsyad, dan Danial., “Studi Analisa Kelayakan Transformator Arus untuk Proteksi Sistem Tenaga Listrik berdasarkan Hasil Uji,” *J. Tek. Elektro Tanjungpura*, vol. 1, no. 1, hal. 1–11, 2021.
- [31] D. R. Nurhaliza, “Studi Pemeliharaan Gardu Distribusi Pasang Luar Pada MS-072 di PT . PLN (PERSERO) ULP Medan Selatan Maintenance Study of Pair Distribution Substitutes Outside MS-072 at PT . PLN (PERSERO) ULP Medan Selatan,” vol. 7776.
- [32] A. Drop, T. Pada, G. Distribusi, dan J. Tegangan, “Arus Jurnal Sains dan Teknologi (AJST) Analisis Drop Tegangan Pada Gardu Distribusi Jaringan Tegangan,” vol.

- 2, no. 2, 2024.
- [33] PT.PLN Persero, “Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah Tenaga Listrik,” *PT PLN*, vol. 3, 2010.
 - [34] PT. PLN (Persero), “Buku 1 Kriteria Enjinereng Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik,” *PT PLN*, hal. 170, 2010.
 - [35] R. Ardiansyah, “Perbandingan Penggunaan Compression Connector (Cco) Dan Tap Connector Pada Sambungan Rumah Terhadap Besarnya Losses Energi,” *Jur. Tek. Elektro Fak. Tek. Univ. Negeri Semarang*, 2017.
 - [36] Y. Iftiar, I. Widiastuti, dan A. A. Nugroho, “Analisis Pembebanan Trafo Distribusi 200 kVA 20 kV/400 V Wilayah Ronggowarsito dari Penyulang 5 Tambak Lorok Milik PT. PLN (Persero) UP 3 Semarang,” *Aviat. Electron. Inf. Technol. Telecommun. Electr. Control.*, vol. 6, no. 2, hal. 97, 2024, doi: 10.28989/avitec.v6i2.2144.
 - [37] P. L. N. Persero dan U. L. P. Mattoanging, “39399-Full_Text,” 2024.
 - [38] M. Binoto, F. Fariyono, dan E. B. Raharjo, “Analisis Rugi Daya Transformator Distribusi Saat Pembebanan Berdasarkan Pola Disemasi Jala-Jala Voltase Madya 20 Kv Mengenai Kualitas Listrik Kota Solo,” *Teknika*, vol. 8, no. 1, hal. 38–46, 2023, doi: 10.52561/teknika.v8i1.222.