

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII
ANALISA UPGRATING TRANSFORMATOR PADA GARDU DISTRIBUSI
UB 0439 PENYULANG HANOMAN



OLEH :
NGAKAN MADE BAYU PALGUNA
2015313031

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK
POLITEKNIK NEGERI BALI
BADUNG
2023

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

Diajukan Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

**ANALISA UPRATING TRANSFORMATOR PADA GARDU DISTRIBUSI UB
0439 PENYULANG HANOMAN**



OLEH :

NGAKAN MADE BAYU PALGUNA

2015313031

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK

POLITEKNIK NEGERI BALI

BADUNG

2023

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**ANALISA UPRATING TRANFORMATOR PADA GARDU DISTRIBUSI UB
0439 PENYULANG HANOMAN**

Oleh :

Ngakan Made Bayu Palguna

NIM : 2015313031

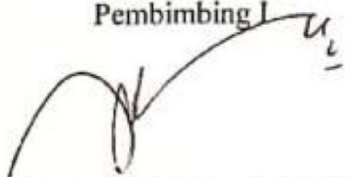
Tugas Akhir ini diajukan untuk
menyelesaikan Program Studi Diploma III

di

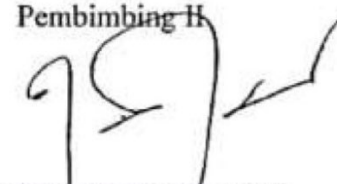
Program Studi DIII Teknik Listrik
Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Bali

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

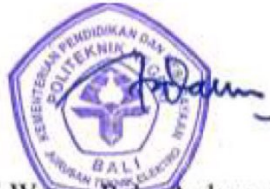

Drs. I Gde Nyoman Sangka, MT.
NIP. 196505101999031001

Pembimbing II


Ir. I Ketut Suryawan, M.T.
NIP. 196705081994031001

Jurusan Teknik Elektro

Ketua



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

LEMBAR PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ngakan Made Bayu Palguna
NIM : 2015313031
Program Studi : Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bali **Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: **ANALISA UPRATING TRANSFORMATOR PADA GARDU DISTRIBUSI UB 0439 PENYULANG HANOMAN.**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Politeknik Negeri Bali berhak menyimpan, mengalih media atau mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Jimbaran, Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



Ngakan Made Bayu Palguna

NIM. 2015313031

FORM PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ngakan Made Bayu Palguna
NIM : 2015313031
Program Studi : Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tugas Akhir

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Tugas Akhir berjudul **ANALISA UPRATING TRANSFORMATOR PADA GARDU DISTRIBUSI UB 0439 PENYULANG HANOMAN** adalah betul-betul karya sendiri dan bukan menjiplak atau hasil karya orang lain. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam Tugas Akhir tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar Pustaka.

Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan Tugas Akhir dan gelar yang saya peroleh dari Tugas Akhir tersebut.

Jimbaran, Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



Ngakan Made Bayu Palguna

NIM. 2015313031

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat-Nya dan memberi kesempatan untuk menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya. Tugas akhir ini berjudul **“ANALISA UPRATING TRANSFORMATOR PADA GARDU DISTRIBUSI UB 0439 PENYULANG HANOMAN”**.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan program pendidikan Diploma III Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali. Pada kesempatan ini, Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait dalam penyusunan Tugas Akhir yang telah memberi dukungan moral dan juga bimbingannya pada saya. Ucapan terima kasih ini ditujukan kepada :

1. Bapak, I Nyoman Abdi, SE, M.eCom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro di Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Listrik Politeknik Negeri Bali.
4. Bapak Drs. I Gde Nyoman Sangka, MT. selaku dosen Pembimbing utama dalam Tugas Akhir ini yang telah banyak membimbing penulis
5. Bapak Ir. I Ketut Suryawan, M.T. selaku dosen Pendamping dalam Tugas Akhir ini yang telah banyak membimbing penulis
6. Keluarga dan teman-teman mahasiswa khususnya mahasiswa Jurusan Teknik Elektro yang telah banyak membantu dalam penyusunan proposal tugas akhir ini.
7. Penulis sadar bahwa proposal tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis berharap agar mendapatkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan proposal tugas akhir ini. Akhir kata semoga ini dapat membantu berbagai pihak.

Jimbaran, Agustus 2023



Ngakan Made Bayu Palguna

Ngakan Made Bayu Palguna

**ANALISA UPRATING TRANSFORMATOR PADA GARDU DISTRIBUSI UB
0439 PENYULANG HANOMAN**

ABSTRAK

Transformator distribusi merupakan salah satu bagian penting dari sistem penyaluran energi listrik dari tegangan menengah 20 kV ke tegangan rendah 230/400 V. Pembebanan transformator yang sesuai dengan ketentuan yaitu 40% - 80% terhadap kapasitasnya. Dari hasil pengukuran persentase pembebanan gardu distribusi UB 0439 Penyulang Hanoman diperoleh hasil persentase pembebanannya sebesar 81,75 dari kapasitas transformator 50 kVA dan dapat dikatakan transformator mengalami overblast. Transformator overblast harus segera diganti dengan kapasitas yang lebih besar yaitu 100 kVA, setelah dilakukannya penggantian kapasitas transformator yang lebih besar didapatkan hasil persentase pembebanannya telah memenuhi standar yang ditetapkan PT PLN (Persero) yaitu sebesar 66,7%. Penggantian kapasitas transformator bertujuan untuk tetap menjaga kontinuitas penyaluran energi listrik sehingga dapat memberikan pelayanan yang maksimal kepada pelanggan atau konsumen energi listrik.

Kata Kunci: Transformator, Overblast, Uprating

Ngakan Made Bayu Palguna

**UPRATING ANALYSIS OF TRANSFORMERS AT UB DISTRIBUTION
SUBSTATION 0439 HANOMAN FEEDER**

ABSTRAC

The distribution transformer is one of the important parts of the electrical energy distribution system from medium voltage 20 kV to low voltage 230/400 V. Transformer loading in accordance with the provisions is 40% - 80% of its capacity. From the measurement of the loading percentage of the UB 0439 Hanuman Feeder distribution substation, the loading percentage was 81.75 from the 50 kVA transformer capacity and it can be said that the transformer has an overblast. The overblast transformer must be immediately replaced with a larger capacity of 100 kVA, after the replacement of the larger transformer capacity, the loading percentage results have met the standards set by PT PLN (Persero), which is 66.7%. The replacement of transformer capacity aims to maintain the continuity of electrical energy distribution so that it can provide maximum service to customers or consumers of electrical energy.

Keywords: Transformer, Overblast, Uprating.

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------|
| LAPORAN TUGAS AKHIR DIII..... | 2 |
| LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR | i |
| LEMBAR PERNYATAAN..... | ii |
| FORM PERNYATAAN PLAGIARISME | iii |
| KATA PENGANTAR..... | iv |
| ABSTRAK..... | v |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR TABEL | viii |
| DAFTAR GAMBAR..... | ix |
| BAB I..... | I-1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | I-1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | I-2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | I-2 |
| 1.4 Tujuan..... | I-3 |
| 1.5 Manfaat Tugas Akhir..... | I-3 |
| BAB II | II-1 |
| 2.1 Sistem Tenaga Listrik..... | II-1 |
| 2.2 Transformator | II-2 |
| 2.3 Prinsip Kerja Transformator..... | II-2 |
| 2.4 Transformator 3 Phasa..... | II-3 |
| 2.5 Pembebanan Transformator Distribusi..... | II-3 |
| 2.6 Perhitungan Rating Transformator | II-4 |
| 2.7 Perhitungan Persentase Pembebanan | II-4 |
| BAB III..... | III-1 |
| 3.1 Metode Penelitian..... | III-1 |
| 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian | III-1 |
| 3.3 Metode Pengambilan Data | III-1 |
| 3.4 Jenis Data..... | III-2 |
| 3.5 Sumber Data | III-2 |
| 3.6 Analisis Data | III-2 |
| 3.7 Pengolahan Data..... | III-3 |
| 3.8 Diagram Alir..... | III-4 |
| 3.9 Hasil Yang Diharapkan | III-4 |
| BAB IV | IV-1 |

| | |
|--|------|
| 4.1 Gambaran Umum Gardu Ditribusi UB 0439..... | IV-1 |
| 4.2 Jaringan Distribusi..... | IV-2 |
| 4.3 Data Teknis..... | IV-3 |
| 4.4 Pembahasan..... | IV-6 |
| 4.5 Analisa..... | IV-9 |
| BAB V | V-1 |
| 5.1 Kesimpulan..... | V-1 |
| 5.2 Saran..... | V-2 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | VI-1 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|------|
| Tabel 2.2 Arus Nominal Berdasarkan Pola Pembebanan Transformator | II-3 |
| Tabel 4.1 Data Name Plate Transformator 50 KVA. | IV-3 |
| Tabel 4.2 Data Name Plate Transformator 100 KVA. | IV-3 |
| Tabel 4.3 Data Pengukuran Arus Induk Dan Tegangan Induk Pada Waktu (LWBP)..... | IV-4 |
| Tabel 4.4 Data Pengukuran Arus Induk Dan Tegangan Induk Pada Waktu (WBP) | IV-5 |
| Tabel 4.5 Data Pengukuran Arus Induk Dan Tegangan Induk Pada Waktu (LWBP) | IV-5 |
| Tabel 4.6 Data Pengukuran Arus Induk Dan Tegangan Induk Pada Waktu (WBP)..... | IV-5 |
| Tabel 4.7 Rata-rata Data Sebelum dilakukan Up-Ruting Pengukuran LWBPuncak | IV-6 |
| Tabel 4.8 Rata-rata Data Sebelum dilakukan Up-Ruting Pengukuran Waktu Beban Puncak | IV-6 |
| Tabel 4.9 Rata-rata Data Sesudah dilakukan Up-Ruting Pengukuran LWBPuncak | IV-8 |
| Tabel 4.10 Rata-rata Data Sesudah dilakukan Up-Ruting Pengukuran WBP | IV-8 |
| Tabel 4.11 Data Rata-Rata Persentase Estimasi Konsumsi Energi Listrik di Penyulang Hanoman Setiap Tahunnya | IV-9 |
| Tabel 4.12 Data Estimasi Persentase Pembebanan Gardu Distribusi UB 0439 5 Tahun Kedepan | IV-9 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|-------|
| Gambar 2.1 Rangkaian Sistem Tenaga Listrik | II-2 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir | III-4 |
| Gambar 4.1 Gardu Distribusi UB 0439 Penyulang Hanoman..... | IV-1 |
| Gambar 4.2 Single Line Diagram Penyulang Hanoman | IV-2 |
| Gambar 4.3 Grafik pembebanan Gardu Distribusi UB 0439 | IV-10 |
| Gambar 4.4 Grafik estimasi pembebanan Gardu Distribusi UB 0439 setelah uprating | IV-11 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan sistem penyaluran energi listrik dari pembangkit sampai kepada konsumen. 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 20 kV ke tegangan rendah 230/100 V [1]. Salah satu permasalahan yang terjadi pada sistem distribusi tenaga listrik adalah pembebanan transformator distribusi yang melebihi 80% kapasitasnya atau dapat disebut transformator overblast. Kondisi pembebanan transformator yang cukup baik ketika beban idealnya 60% - 80% terhadap kapasitasnya [2] (Sesuai dengan Surat Edaran Direksi PT. PLN (Persero) Nomor: 0017.E/DIR/2014 Hal.8). Salah satu contoh pembebanan lebih yaitu pada transformator gardu distribusi UB 0439 yang berlokasi di jalan Hanoman, Kecamatan Ubud, Kabupaten Gianyar yang merupakan salah satu gardu distribusi dari penyulang Hanoman yang memiliki persentase pembebanannya telah mencapai 81,74% dan telah dikategorikan overblast oleh PT. PLN (Persero).

Dalam hal ini menunjukkan kondisi transformator dalam keadaan kurang baik sesuai dengan Surat Edaran Direksi PT. PLN (Persero) Nomor: 007.E/DIR/2014 Hal.8. Apabila transformator yang sudah overblast tetap dioperasikan dalam waktu lama, maka dapat mengakibatkan kerusakan pada lilitan transformator tersebut dikarenakan bisa terjadi hubung singkat, Adanya beberapa solusi untuk mengatasi permasalahan ini yaitu dengan cara sisip gardu, konfigurasi jaringan atau melakukan uprating transformator. Adapun kendala melakukan sisip gardu yaitu pertama sulit mendapatkan ijin dari pemilik lahan dan yang kedua lokasi yang padat akan penduduk, kendala dilakukannya konfigurasi jaringan yaitu beresiko tegangan menjadi drop dikarenakan tarikan JTR-nya terlalu jauh maka dari pihak PT. PLN (Persero) mengatasi permasalahan di gardu distribusi UB 0439 dengan melakukan uprating transformator dengan sebelumnya 50kva menjadi 100kva dikarenakan ini menjadi solusi yang efisien dengan catatan konstruksi gardu masih memungkinkan untuk di lakukan uprating transformator agar tidak

menimbulkan kerusakan pada transformator dan menyebabkan kerugian bagi pihak PT. PLN (Persero) maupun kerugian pada konsumen dan juga berfungsi untuk mengantisipasi adanya pertumbuhan pelanggan yang signifikan sehingga dapat memperpanjang masa kerja transformator dan mencegah terjadinya kerusakan pada transformator tersebut.

Dari permasalahan di atas penulis melakukan analisa dengan judul “Analisa Uprating Transformator Pada Gardu Distribusi UB 0439 di Penyulang Hanoman“. penelitian ini kedepannya diharapkan agar dapat transformator overblast tersebut dapat diminimalisir dan dapat di jadikan sebagai salah satu bahan evaluasi oleh PT. PLN (Persero) dalam menjaga keandalan proses pendistribusian tenaga listrik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, di dapatkan perumusan masalah yang akan dianalisis dalam proposal tugas akhir ini adalah:

1. Berapa persentase pembebanan pada gardu distribusi UB 0439 sebelum dilakukannya uprating transformator?
2. Berapa kapasitas transformator yang sesuai digunakan untuk Uprating pada gardu distribusi UB 0439 Penyulang Hanoman?
3. Berapa persentase pembebanan pada gardu distribusi UB 0439 sesudah dilakukannya uprating transformator?
4. Berapa estimasi pertumbuhan beban pada gardu distribusi UB 0439 sesudah dilakukannya Uprating Transformator?

1.3 Batasan Masalah

Berkaitan dengan perumusan masalah diatas untuk menghindari meluasnya pembahasan di luar permasalahan tersebut, maka penulis membatasi permasalahan yang akan dibahas sebagai berikut:

1. Hanya membahas besar kapasitas transformator yang sesuai di gunakan untuk Uprating pada gardu distribusi UB 0439.
2. Hanya membahas persentase pembebanan sebelum dilakukan uprating dan sesudah dilakukan uprating transformator pada gardu distribusi UB 0439.
3. Hanya membahas presentase estimasi pertumbuhan beban pada gardu distribusi UB 0439 sesudah dilakukannya Uprating Transformator

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Dapat mengetahui besar persentase pembebanan pada gardu distribusi UB 0439 Penyulang Hanoman sebelum dilakukan Uprating transformator.
2. Dapat mengetahui kapasitas transformator yang sesuai digunakan untuk Uprating pada gardu distribusi UB 0439 Penyulang Hanoman.
3. Dapat mengetahui besar persentase pembebanan pada gardu distribusi UB 0439 Penyulang Hanoman sesudah dilakukan Uprating transformator.
4. Dapat mengetahui estimasi pertumbuhan beban pada gardu distribusi UB 0439 sesudah dilakukannya Uprating Transformator

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Terdapatnya beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Manfaat yang di dapat oleh penulis yaitu dapat menganalisa persentase pembebanan transformator distribusi dan menentukan estimasi pertumbuhan beban transformator gardu distribusi tersebut dan juga menentukan kapasitas transformator yang sesuai dengan pembebanan gardu distribusi tersebut melalui perhitungan secara teoritis berdasarkan data – data yang diperoleh dari PT PLN (Persero) ULP Gianyar dan dari hasil pengukuran di lapangan.
2. Mafaaat yang di dapat bagi pembaca dimana pembaca dapat memahami permasalahan overblast dan pembebanan transformator distribusi gardu distribusi dan upaya yang dilakukan oleh PT PLN (Persero) ULP Gianyar untuk mengatasi overblast tersebut dengan metode uprating transformator.
3. Manfaat yang di dapat oleh perusahaan yaitu dapat digunakan sebagai bahan informasi dan masukan serta bahan pertimbangan dalam mengatasi permasalahan transformator gardu distribusi yang mengalami overblast.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari analisa uprating transformator pada Gardu Distribusi UB 0439 Penyulang Hanoman, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sebelum dilakukannya uprating transformator dengan kapasitas transformator 50 kVA Gardu Distribusi UB 0439 Penyulang Hanoman, persentase pembebanannya yaitu sebesar 81,75%. Maka dari itu dilakukan up-rating transformator dari 50 kVA menjadi 100 kVA karena pada saat transformator 50 kVA melayani beban yang ada pada penyulang Hanoman mengalami overblast yang persentase pembebanannya melebihi kapasitas pembebanan yang izinkan oleh PLN yaitu sebesar 80%.
2. Dari hasil perhitungan persentase pembebanan pada transformator 50 kVA Gardu Distribusi UB 0439 Penyulang Hanoman yaitu sebesar 81,75%. Maka Dari itu didapat hasil kapasitas transformator yang sesuai dengan penyulang tersebut yaitu sebesar 51.096,25 VA. . Maka digunakan transformator yang lebih besar dari nilai kapasitas transformator yang dibutuhkan yaitu transformator dengan kapasitas 100 kVA.
3. Setelah dilakukannya uprating transformator dengan kapasitas transformator 100 kVA Gardu Distribusi UB 0439 Penyulang Hanoman, persentase pembebanannya yaitu sebesar 66,7%. Dari hasil perhitungan setelah dilakukannya uprating transformator dari 50 kVA ke 100 kVA, maka dinyatakan bahwa transformator 100 kVA dapat melayani beban yang ada pada penyulang Hanoman dan persentase pembebanan tidak melebihi dari kapasitas pembebanan yang diizinkan PLN yaitu sebesar 80%.
4. Pada transformator 100 kVA ini memiliki estimasi pertumbuhan beban pada Gardu Distribusi yaitu untuk 4 tahun kedepan pembebanan Gardu Distribusi UB 0439 Penyulang Hanoman menjadi 80,5% dengan rata – rata pertumbuhan beban pertahun yaitu 4,6%, dimana pembebanan transformator gardu distribusi tersebut telah dapat dikategorikan sebagai transformator over blast karena persentase pembebanan pada transformator tersebut telah mencapai >80%.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang ingin penulis sampaikan dalam permasalahan uprating transformator, yaitu:

1. Perlunya monitoring secara rutin terhadap pembebanan pada gardu distribusi agar transformator tidak melebihi 80% dari kapasitasnya.
2. Transformator yang telah mengalami overblast sebaiknya segera di tangani, untuk menghindari kerusakan yang berkelanjutan pada transformator sehingga dapat memperpanjang umur transformator dan dapat memberikan pelayanan yang maksimal kepada pelanggan (pengguna energi listrik).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wibowo, Sigi Syah. *Analisa Sistem Tenaga: Analisa Sistem Tenaga*. Vol. 1. UPT Percetakan dan Penerbitan Polinema, 2018.
- [2] Sarimun, Wahyudi, 2011, Buku Saku Pelayanan Teknik Edisi Ketiga, Depok :Garamond
- [3] Suhadi, dkk, “Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1”, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008.
- [4] Wibowo, Sigi Syah. *Analisa Sistem Tenaga: Analisa Sistem Tenaga*. Vol. 1. UPT Percetakan dan Penerbitan Polinema, 2018.
- [5] Sogen, Markus Dwiyanto Tobi, and MT ST. "Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Transformator Distribusi Di Pt Pln (Persero) Area Sorong." *Jurnal Electro Luceat* 4.1 (2018).
- [6] PERMATA, Endi; LESTARI, Intan. MAINTENANCE PREVENTIVE PADA TRANSFORMATOR STEP-DOWN AV05 DENGAN KAPASITAS 150KV DI PT. KRAKATAU DAYA LISTRIK. In: *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP*. 2020. p. 485-493.
- [7] Supriyadi, Ali. "Hubungan Pada Transformator Tiga Fasa." *Swara Patra: Majalah Ilmiah PPSDM Migas* 7.1 (2017).
- [8] Edaran Direksi PT PLN (Persero). 2014. Nomor : 0017.E/DIR/2014. Metode Pemeliharaan Trafo Distribusi Berbasis Kaidah Manajemen Aset. Jakarta: PT PLN (Persero)
- [9] Edaran Direksi PT. PLN (Persero), & Nomor: 0017.E/DIR/2014. “Metode Pemeliharaan Trafo Distribusi Berbasis Kaidah Manajemen Aset”. Jakarta: PT. PLN (Persero). 2014
- [10] Wibowo, Sigi Syah. *Analisa Sistem Tenaga: Analisa Sistem Tenaga*. Vol. 1. UPT Percetakan dan Penerbitan Polinema, 2018.
- [11] Putu Arya Mertasana” Upaya Mengatasi Beban Lebih Gardu Distribusi 160 kVA Pada Penyulang Kelan Tuban”, Bukit Jimbaran: Universitas Udayana,

2015.

- [12] Rismayoni, Luh. (2021). Analisis Efektivitas Penerapan Looping System Jaringan Tegangan Rendah Antara Gardu Distribusi DT0026 dengan DT0199 Untuk Menurunkan Indeks SAIDI, SAIFI, DAN ENS PT PLN (PERSERO) UP3 Bali Selatan. Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali
- [13] PERMATA, Endi; LESTARI, Intan. MAINTENANCE PREVENTIVE PADA TRANSFORMATOR STEP-DOWN AV05 DENGAN KAPASITAS 150KV DI PT. KRAKATAU DAYA LISTRIK. In: *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP*. 2020. p. 485-493.
- [14] Rismayoni, Luh. (2021). Analisis Efektivitas Penerapan Looping System Jaringan Tegangan Rendah Antara Gardu Distribusi DT0026 dengan DT0199 Untuk Menurunkan Indeks SAIDI, SAIFI, DAN ENS PT PLN (PERSERO) UP3 Bali Selatan. Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali
- [15] PERMATA, Endi; LESTARI, Intan. MAINTENANCE PREVENTIVE PADA TRANSFORMATOR STEP-DOWN AV05 DENGAN KAPASITAS 150KV DI PT. KRAKATAU DAYA LISTRIK. In: *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP*. 2020. p. 485-493.