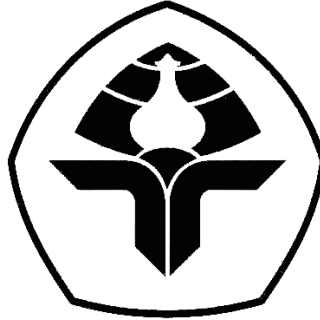


LAPORAN TUGAS AKHIR DIII
**ANALISIS PENGARUH *TREATMENT* MINYAK TRANSFORMATOR TERHADAP
EFISIENSI PADA GARDU DISTRIBUSI KA 0013 PENYULANG ARJUNA
DI PT PLN (Persero) ULP KUTA**



Oleh :

I Gede Krishna Prasetya Wiguna

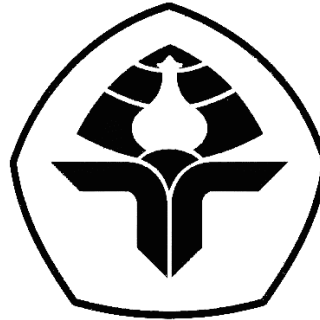
NIM. 2015313012

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2023**

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

Diajukan Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

**ANALISIS PENGARUH *TREATMENT* MINYAK TRANSFORMATOR TERHADAP
EFISIENSI PADA GARDU DISTRIBUSI KA 0013 PENYULANG ARJUNA
DI PT PLN (Persero) ULP KUTA**



Oleh :

I Gede krishna Prasetya Wiguna

NIM. 2015313012

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2023

**ANALISIS PENGARUH *TREATMENT* MINYAK TRANSFORMATOR TERHADAP
EFISIENSI PADA GARDU DISTRIBUSI KA 0013 PENYULANG ARJUNA
DI PT PLN (Persero) ULP KUTA
LEMBAR PENGESAHAN**

Oleh :

I Gede Krishna Prasetya Wiguna

NIM. 2015313012

Tugas Akhir ini Diajukan Untuk
Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

Di

Program Studi Diploma III Teknik Listrik
Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh :

Pembimbing I:



I Gusti Ketut Abasana, S.ST., M.T
NIP. 196802101995121001

Pembimbing II :



I Gusti Putu Arka, S.T., M.T
NIP. 196601071991031003

Disahkan Oleh :
Jurusan Teknik Elektro



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 : I Gede Krishna Prasetya Wiguna
NIM : 2015313012
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 Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul” ANALISIS PENGARUH *TREATMENT* MINYAK TRANSFORMATOR TERHADAP EFISIENSI PADA GARDU DISTRIBUSI KA 0013 PENYULANG ARJUNA DI PT PLN (Persero) ULP KUTA” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Politeknik Negeri Bali berhak menyimpan, mengalihmedia atau menginformasikan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencatumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jimbaran, 12 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



I Gede Krishna Prasetya Wiguna

NIM. 2015313012

LEMBAR PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : I Gede Krishna Prasetya Wiguna
NIM : 2015313012
Program Studi : DIII Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Tugas Akhir berjudul ANALISIS PENGARUH *TREATMENT* MINYAK TRANSFORMATOR TERHADAP EFISIENSI PADA GARDU DISTRIBUSI KA 0013 PENYULANG ARJUNA DI PT PLN (Persero) ULP KUTA 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 citasa 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 yang saya peroleh dari Tugas Akhir tersebut.

Jimbaran, 12 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



I Gede Krishna Prasetya Wiguna

2015313012

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa atau Ida Sang Hyang Widhi Wasa dikarenakan atas berkat dan Rahmat-Nya, Saya dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir yang berjudul “ANALISIS PENGARUH *TREATMENT* MINYAK TRANSFORMATOR TERHADAP EFISIENSI PADA GARDU DISTRIBUSI KA 0013 PENYULANG ARJUNA DI PT PLN (Persero) ULP KUTA”. Tugas Akhir ini disusun bertujuan untuk memenuhi persyaratan untuk mencapai gelar Ahli Madya Teknik Elektro pada Politeknik Negeri Bali

Penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan semua pihak baik terlibat secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan yang berharga ini, Saya berkeinginan mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.eCom, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali yang telah memberikan izin untuk melakukan penyusunan pada tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali yang telah memberikan arahan dalam melakukan penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi D3 Akuntansi yang telah memberikan saran, motivasi dan arahan dalam penyelesaian tugas akhir ini
4. I Gusti Ketut Abasana, S.ST., M.T, selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia membantu dan membimbing dengan sabar sehingga penyelesaian tugas akhir ini berlangsung dengan baik.
5. I Gusti Putu Arka, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia memberikan bimbingan dalam hal tata penulisan sehingga menghasilkan tugas akhir dengan penulisan yang rapi.
6. Orang Tua, keluarga, saudara, teman dan pacar yang tidak pernah letih memberikan semangat, dorongan, dan finansial kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir dengan tepat waktu.
7. Manajer, *Supervisor*, dan seluruh Pegawai PT PLN (Persero) ULP Kuta yang telah memberikan kesempatan penulis untuk menggali informasi/ pengambilan data untuk mendukung penyelesaian tugas akhir ini

Penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa atau Ida Sang Hyang Widhi Wasa dapat membalas seluruh kebaikan semua pihak yang telah memberikan dukungan penuh kepada penulis. tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Demikian tugas akhir ini penulis susun, semoga dapat memberikan manfaat bagi setiap orang yang membaca.

Badung, Agustus 2023



I Gede Krishna Prasetya Wiguna

ABSTRAK

I Gede Krishna Prasetya Wiguna

ANALISIS PENGARUH *TREATMENT* MINYAK TRANSFORMATOR TERHADAP EFISIENSI PADA GARDU DISTRIBUSI KA 0013 PENYULANG ARJUNA DI PT PLN (Persero) ULP KUTA

Peningkatan kebutuhan listrik melonjak dengan tinggi cepat, khususnya kebutuhan listrik bagi rumah tangga dan diiringi pula dengan tingkat kepuasan masyarakat menjadi lebih tinggi lagi sebagai akibat dari meningkatnya pendapatan masyarakat yang maju dan modern. Pada kasus ini perlu diadakan treatment pada trafo distribusi KA 0013 dan mengetahui pengaruh efisiensi sesudah dilakukannya treatment. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan tembus sebelum dan sesudah dilakukan treatment dan pengaruh efisiensi setelah dilakukannya treatment. Metode penelitian ini menggunakan pengumpulan data berupa wawancara dengan staff teknik PLN dan dokumentasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bahwa rata-rata kenaikan yang terjadi sebesar 51,4%, sehingga setelah dilakukannya treatment mengalami kenaikan tegangan tembus yang sangat signifikan yang tentunya lebih baik dibandingkan dengan sebelum ditreatment dan menunjukkan bahwa kinerja trafo yaitu masih ideal untuk penyaluran ke pelanggan. Dengan hasil ini diharapkan dapat menjaga kualitas minyak trafo dan komponen-komponen trafo tersebut perlu dilakukannya perawatan dan pemeliharaan..

Kata kunci : Transformator Distribusi, Pemelihara, Minyak Trafo

ABSTRACT

I Gede Krishna Prasetya Wiguna

ANALYSIS OF THE EFFECT OF TRANSFORMER OIL TREATMENT ON EFFICIENCY AT THE KA 0013 ARJUNA SUBSTANCE DISTRIBUTION AT PT PLN (Persero) ULP KUTA

The increase in electricity demand has skyrocketed rapidly, especially the demand for electricity for households, and is accompanied by a higher level of community satisfaction as a result of the increase in the income of an advanced and modern society. In this case, it is necessary to carry out treatment on the distribution transformer KA 0013 and determine the effect of efficiency after treatment. This study aims to determine the breakdown voltage before and after treatment and the effect of efficiency after treatment. This research method uses data collection in the form of interviews with PLN technical staff and documentation. The results of this study indicate that the average increase that occurs is 51,4% so after the treatment is carried out there is a very significant increase in breakdown voltage which is certainly better than before treatment and shows that the performance of the transformer is still ideal for distribution to customers. With these results it is expected to maintain the quality of the transformer oil and the components of the transformer need to be cared for and maintained.

Keywords : Distribution Transformer, Maintenance, Transformer Oil

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PLAGIARISME	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Perumusan Masalah	I-2
1.3 Batasan Masalah.....	I-3
1.4 Tujuan.....	I-3
1.5 Manfaat Penulisan.....	I-3
1.6 Sistematika Penulisan.....	I-3
BAB II LANDASAN TEORI.....	II-1
2.1 Teori Penunjang Yang Digunakan Dalam Penelitian	II-1
2.2 Efisiensi Transformator.....	II-16
BAB III METODOLOGI.....	III-1
3.1 Diagram Alir.....	III-1
3.2 Metode Pengumpulan Data	III-2
3.3 Pengambilan Data	III-3
3.4 Pengolahan Data.....	III-3
3.5 Analisis Data	III-3
3.6 Hasil Yang Diharapkan.....	III-4
BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA.....	IV-1
4.1 Gambaran Umum Penyulang Arjuna	IV-1

4.2	Data Gardu KA 0013 Penyulang Arjuna.....	IV-2
4.3	Analisa Data Tegangan Tembus	IV-3
4.4	Analisa Efisiensi Transformator.....	IV-8
BAB V Kesimpulan dan Saran		V-1
5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran.....	V-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gardu Distribusi Tipe Portal	II-3
Gambar 2.2 Gardu Distribusi Tipe Cantol	II-4
Gambar 2.3 Gardu Pasangan Dalam Tipe Beton	II-4
Gambar 2.4 Gardu Distribusi Pasangan Dalam Tipe Kios	II-5
Gambar 2.5 Gambar Transformator	II-5
Gambar 2.6 Tipe Kumparan Transformator	II-6
Gambar 2.7 Inti Besi Transformator	II-7
Gambar 2.8 Kumparan Transformator	II-7
Gambar 2.9 Minyak Transformator	II-8
Gambar 2.10 Bushing Transformator	II-8
Gambar 2.11 Tangki Konservator	II-9
Gambar 2.12 Tap Changer	II-9
Gambar 2.13 Alat Pernapasan (Dehydrating Breather)	II-10
Gambar 2.14 Thermometer / Temperature gauge	II-11
Gambar 2.15 Permukaan Minyak / Level Gauge	II-11
Gambar 2.16 Sistem Pendingin ONAN	II-12
Gambar 2.17 Standar warna ASTM D-1500	II-15
Gambar 4.1 Single Line Penyulang Arjuna	IV-1
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Sebelum Dan Sesudah Treatment Trafo KA 0013 ..	IV-6

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar IEC 156 karakteristik tegangan tembus minyak isolasi	II-15
Tabel 2.2 Parameter warna minyak transformator	II-16
Tabel 4.1 Data Gardu Distribusi KA 0013	IV-2
Tabel 4.2 Hasil uji tegangan tembus sebelum di treatment	IV-3
Tabel 4.3 Tipikal Health Index online assessment tier-2 tegangan tembus minyak transformator	IV-4
Tabel 4.4 Hasil uji tegangan tembus sesudah di treatment	IV-4
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Tegangan pada Gardu KA 0013	IV-5
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Arus Pada Gardu KA 0013 Sebelum Treatment	IV-5
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Arus Pada Gardu KA 0013 Sesudah Treatment	IV-5
Tabel 4.8 Persentase Kenaikan Treatment Sebelum dan Sesudah Treatment	IV-6

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Single Line Diagram Penyulang Arjuna	L2
Lampiran 2 Alat Mesin Furikasi Yang Digunakan Untuk Treatment	L3
Lampiran 3 Alat Megger seri OTS60PB Ukur Tegangan Tembus	L3
Lampiran 4 Dokumentasi Pengerjaan Treatment Pada KA 0013	L4
Lampiran 5 Tampilan Visual Gardu Distribusi KA 0013	L4
Lampiran 6 Dokumentasi Hasil Pengukuran Pada Trafo KA 0013	L5
Lampiran 7 Standard Operation Procedure (SOP) Treatment Oil Transformator Distribusi	L6

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PLN (persero) merupakan salah satu Perusahaan Milik Negara yang memberikan pelayanan kepada calon pelanggan dan masyarakat dalam penyediaan jasa yang berhubungan dengan penjualan tenaga listrik satu-satunya di Indonesia. Peningkatan kebutuhan listrik melonjak dengan tinggi cepat, khususnya kebutuhan listrik bagi rumah tangga dan diiringi pula dengan tingkat kepuasan masyarakat menjadi lebih tinggi lagi sebagai akibat dari meningkatnya pendapatan masyarakat yang maju dan modern. Mengacu pada Surat Edaran Dereksi PT. PLN (persero) Nomor 0017 E DIR/2014 tentang metode pemeliharaan Trafo Distribusi berbasis Kaidah Manajemen asset. Disebutkan bahwa tegangan tembus minyak trafo berkategori baik jika angkanya di atas dari 40kV.[1] Apabila tegangan tembus lebih kecil dari standar Uji yang telah ditentukan bisa menyebabkan timbulnya *flash over* antar *live part* dengan *body* atau *ground*, naiknya temperature kerja trafo atau yang paling fatal bisa terjadi *short circuit* (trafo bisa meledak). Menurunnya tegangan tembus ini bisa disebabkan karena trafo beroperasi dengan keadaan beban maksimum yang dapat berdampak pada menurunnya minyak trafo ataupun pengoperasian trafo tersebut secara terus-menerus. Oleh sebab itu perlu dilakukannya perawatan dan pemeliharaan minyak trafo secara kontinuitas minimal sekali dalam setahun agar trafo dapat bekerja dengan baik.

Oil yang ada di dalam trafo berfungsi sebagai insulator yaitu mengisolasi komponen/kumparan di dalam trafo agar tidak terjadi loncatan bunga api listrik akibat tegangan/beban tinggi, sebagai pendingin dengan mengambil panas yang ditimbulkan saat trafo dibebani lalu melepaskannya, serta sebagai pelindung isulator padat/komponen dalam trafo dari korosif dan oksidasi. Pekerjaan pemeliharaan trafo gardu distribusi KA 0013 pada tanggal 27 Februari 2023 dikarenakan adanya treatment rutin yang dilaksanakan PT PLN (persero) ULP Kuta setelah dilakukannya inspeksi. Setelah dilakukan pengecekan, ditemukan bahwa minyak trafo mengalami penyusutan dan juga dilakukan penggantian seal trafo untuk mencegah terjadinya kerusakan terhadap bushing trafo. Kerusakan seal trafo dapat disebabkan karena beberapa hal,

seperti terlalu lama umur pemakaian seal, suhu komponen, kualitas seal, dan keadaan trafo yang dipasang luar sehingga adanya gangguan cuaca baik panas dan dingin dari lingkungan sekitar. Jika seal trafo mengalami retak, itu bisa menyebabkan terjadinya sebuah jalan air hujan atau debu untuk masuk kedalam trafo. Jika tidak ditangani secara terus menerus, dapat mengakibatkan minyak trafo berkurang dan dapat menimbulkan bahaya berupa hubung singkat. Hal tersebut dapat terjadi bilamana level dari minyak trafo tidak menutupi seluruh belitan primer dan sekunder di dalam trafo.

Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian ini selanjutnya akan men-treatment oli bertujuan untuk meningkatkan tahanan isolasinya, membersihkan kotoran misalnya partikel-partikel yang tidak perlu dan gram-gram yang terkelupas dari kumparan trafo, mengurangi kadar air, serta untuk mengurangi biaya sebab kalau dilakukan penggantian setiap tahun biayanya jauh lebih besar dibandingkan dengan biaya perawatan yang sesuai dengan standar peralatan listrik, sehingga pelayanan dapat terus baik dan transformator tidak mengalami kerusakan dan gangguan dapat diatasi.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Berapakah besar tegangan tembus atau daya isolasi sebelum *treatment* trafo KA 0013 dilakukan?
2. Berapakah besar tegangan tembus dari trafo KA 0013 sesudah *treatment* trafo KA 0013 dilakukan?
3. Apa pengaruh *treatment* trafo terhadap efisiensi setelah dilakukannya *treatment* pada trafo distribusi KA 0013?

1.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan yang penulis angkat tidak terlalu luas, maka penulis akan membatasi permasalahan yang penulis angkat. Batasan-batasan tersebut adalah :

1. Hanya membahas besaran tegangan tembus sebelum dan sesudah treatment KA 0013.
2. Hanya membahas apa pengaruh treatment minyak trafo terhadap efisiensi setelah dilakukannya treatment pada trafo distribusi KA 0013 terhadap penyaluran ke pelanggan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai oleh penulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui besar tegangan tembus atau daya isolasi sebelum treatment trafo KA 0013 dilakukan.
2. Mengetahui besar tegangan tembus atau daya isolasi dari trafo KA 0013 sesudah treatment dilakukan.
3. Mengetahui pengaruh treatment minyak trafo terhadap efisiensi setelah dilakukannya treatment pada trafo KA 0013.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan penulis dari penyusunan tugas akhir ini adalah :

1. Memberikan masukan kepada pihak PLN berkenan dengan treatment trafo yang dilakukan pada Gardu tipe portal KA 0013 Penyulang Arjuna.
2. Memberikan perbedaan tegangan tembus pada transformator KA 0013 sebelum dan sesudah di treatment

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I : Pendahuluan

Memuat tentang latar belakang, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan untuk memberikan gambaran umum tugas akhir ini.

BAB II : Landasan Teori

Memuat tentang teori-teori dasar yang digunakan sebagai penunjang dalam membahas *treatment* minyak transformator.

BAB III : Metodologi Penelitian

Memuat tentang metodologi yang digunakan dalam pengambilan dan pengolahan data penelitian.

BAB IV : Pembahasan dan Analisa

Memuat tentang data-data pendukung serta perhitungan persentase pembebanan trafo terhadap kapasitas dan Analisa untuk memecahkan permasalahan yang telah dikemukakan.

BAB V: Kesimpulan dan Saran

Memuat tentang kesimpulan dan saran dari hasil pembahas

BAB V

Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Hasil inspeksi terhadap trafo distribusi digardu KA 0013 menunjukkan bahwa kondisi tegangan tembus minyak trafo sebelum pemeliharaan dengan rata-rata adalah 29,2 kV. Sehingga dapat dianalisa bahwa health index dari minyak trafo distribusi digardu KA 0013 dilihat dari karakteristik tegangan tembus tergolong dalam kategori kurang bagus.
2. Tegangan tembus minyak trafo distribusi KA 0013 yang sudah ditreatment berada di angka rata-rata 60,1 kV. Hal tersebut menunjukkan bahwa minyak yang sudah dimurnikan dengan proses treatment bisa dan sangat layak digunakan karena hasilnya sesuai dengan standar yang diijinkan.
3. Nilai efisiensi daya sebelum dilakukan treatment minyak transformator KA 0013 yaitu menunjukkan diangka 53,2%. Nilai efisiensi sesudah dilakukan treatment minyak transformator yaitu mencapai 61,7%. Jadi berdasarkan hasil analisis diatas, menunjukkan bahwa nilai efisiensi sebelum dan sesudah dilakukan treatment minyak trafo mengalami peningkatan sebesar 15,9%.

5.2 Saran

1. Penulis memiliki saran dengan apa yang penulis lihat dan amati saat melakukan praktek dilapangan mengenai treatment minyak trafo, supaya pemeliharaan/*treatment* trafo agar dilakukan terus secara berkala dengan jadwal pemeliharaan, supaya tidak menyebabkan kerusakan yang serius pada trafo yang dapat menyebabkan turunnya kinerja trafo, maka dari itu harus dilakukan pemeliharaan rutin supaya trafo selalu dalam keadaan baik.
2. Saat melakukan pemeliharaan minyak trafo agar petugas yang bekerja agar selalu menggunakan APD lengkap agar terhindar dari kejadian yang tidak kita inginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Edaran Direksi PT PLN (Persero), Nomor: 0017.E/DIR/2014, *Metode Pemeliharaan Trafo Distribusi Berbasis Manajemen Aset*, Jakarta: PT PLN (Persero), 2014.
- [2] Abdul Kadir, *Transformator*, Jakarta: Universitas Indonesia, 1977.
- [3] Wahyudi Sarimun, *Buku Saku Pelayanan Teknik*, Jln Kamboja: Garamond, September 2014
- [4] *Muda Karya, 2021* "Pengertian Transformator, Prinsip Kerja, Fungsi dan Berbagai Jenis Transformator." Maret, 2021
- [5] *Indonesia, Elektro* "Transformator Daya dan Cara Pengujiannya." April, 2001
- [6] *Sopyandi Endi, 2011*, "Konstruksi Bagian-Bagian Transformator." April, 2011
- [7] *ancharyu, 2010* "Isolator zat cair, Sifat-Sifat Listrik Cairan Isolasi" Februari, 2010
- [8] Jumardin, J. Ilham, and S. Salim, "STUDI KARAKTERISTIK MINYAK NILAM SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI MINYAK TRANSFORMATOR," Juli 2019, 1 Nomer 2, no. Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering (JEEEE).
- [9]] *I. Roza, A. A. Nasution, and H. Setiawan*, "ANALISIS UMUR MINYAK TERHADAP TEMPERATUR TRANSFORMATOR 150KV AKIBAT PENURUNAN TEGANGAN TEMBUS PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS (PLTG) 2.1 PT PLN (PERSERO) UNIT PELAKSANA PEMBANGKITAN BELAWAN," *Agustus 2019*.
- [10] *E Kristianah · 2017* "ANALISIS KARAKTERISTIK TEGANGAN TEMBUS PADA MINYAK TRAFU "oktober, 2017
- [11] *Eri Suherman, Akbar M A. 2020* "Analisis Karakteristik Minyak Transformator Startlite 400 kVA Terhadap Tegangan Tembus", *Maret 2020*
- [12] *Jalu Puja Antarnusa, ST Tindyo Prasetyo. 2022* "Studi Efisiensi Transformator Daya DI Gardu Induk Mojosongo 150kv", *Juli 2022*