

**ANALISIS PENGARUH KENAIKAN TEMPERATUR DAN UMUR MINYAK  
TRANSFORMATOR TERHADAP DEGRADASI TEGANGAN TEMBUS  
PADA GARDU INDUK 70 KV SUKAMERINDU BENGKULU**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1**

**Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik**

**Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Oleh :**

**BRILLYAN DUTA SAMUDERA SEMESTA**

**NIM : 20180120111**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2022**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Brillyan Duta Samudera Semesta

NIM : 20180120111

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Fakultas Teknik

Program Tinggi : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Dengan ini menyatakan bahwa sesungguhnya tugas akhir yang berjudul "ANALISIS PENGARUH KENAIKAN TEMPERATUR DAN UMUR MINYAK TRANSFORMATOR TERHADAP DEGRADASI TEGANGAN TEMBUS PADA GARDU INDUK 70 KV SUKAMERINDU BENGKULU" ini merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan tidak melakukan pengutipan yang tidak sesuai dengan etika keilmuan serta tidak terdapat karya yang pernah ditulis dan dipublikasikan oleh orang lain kecuali yang sudah tertulis pada sumber naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, Juli 2022

Yang Menyatakan



Brillyan Duta Samudera S.

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Puji syukur saya persembahkan kepada Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang karena atas berkah, rahmat dan karunia-Nya lah penulis bisa menjadi pribadi yang sangat luar biasa. Semoga pencapaian pada saat ini bisa menjadi acuan serta batu loncatan untuk masa depan demi meraih mimpi yang selama ini diimpikan.

Dengan ini saya persembahkan tugas akhir ini untuk saya sendiri, orang tua, dan orang sekeliling saya yang amat saya cintai, sayangi serta banggakan. Terimakasih atas kasih sayang yang telah dilimpahkan kepada saya baik lahir maupun batin, sehingga saya dapat tumbuh menjadi pribadi yang besar seperti sekarang ini. Terima kasih juga atas limpahan doa yang tak berhentinya dari keluarga saya yang entah sampai kapan akan terus terpanjatkan.

Terima kasih juga kepada pada dosen pembimbing saya, Bapak Ramadoni Syahputra dan Bapak Yusvin Mustar yang selalu sabar akan semua kekurangan serta daya mendidik nya yang amat baik dalam membantu dan mengajari saya selama masa pengerjaan tugas akhir. Terima kasih juga untuk semua yang telah ikut terlibat dalam membantu dan memberi semangat kepada saya hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Terlebih juga untuk sahabat-sahabat saya berterimakasih yang amat banyak karena telah menjadi bagian dari hidup saya yang turut ikut membantu serta menagajarkan saya untuk banyak hal yang mungkin tak dapat disebut. Semoga dengan ini Allah SWT senantiasa membalas kebaikan kalian, dan semua urusan kalian ikut dapat dimudahkan. Saya menyadari bahwa hasil karya tugas akhir ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Tetapi saya harap tugas akhir ini tetap dapat bermanfaat sebagai ilmu dan pengetahuan bahkan refrensi untuk pembaca kedepannya.

## **MOTTO**

“Jangan menjelaskan tentang dirimu kepada siapa pun, karena yang menyukaimu tidak membutuhkan itu.

Dan yang membencimu tidak mempercayai itu.”

**(Ali bin Abi Thalib)**

“Sungguh engkau diciptakan bukan untuk membalas orang yang menyakitimu, kewajibanmu hanyalah bersabar. Karena sabar merupakan adabmu kepada Allah SWT.”

**(Al Habib Ali Al Jufri)**

“Barang siapa yang mengerjakan kebaikan seberat zarah pun, niscaya dia akan melihat balasannya.”

**(Q.S Al-Zalzalah:7)**

“Ketahuilah bahwa kemenangan bersama kesabaran, kelapangan bersama kesempitn, dan kesulitan bersama kemudahan.”

**(HR. Tirmidzi)**

“Kerjakanlah urusan duniamu seakan-akan kamu hidup selamanya. Dan laksanakanlah urusan akhiratmu seakan-akan kamu akan mati besok.”

**(HR. Ibnu Asakir)**

## **KATA PENGANTAR**

Assalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas karunia, limpahan rahmat, berkat dan tuntunan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan judul:

### **“ANALISIS PENGARUH KENAIKAN TEMPERATUR DAN UMUR MINYAK TRANSFORMATOR TERHADAP TEGANGAN TEMBUS PADA GARDU INDUK 70 KV SUKAMERINDU BENGKULU”**

Penulisan tugas akhir ini merupakan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi S-1 Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Keberhasilan penyusunan penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan yang telah diberikan kepada:

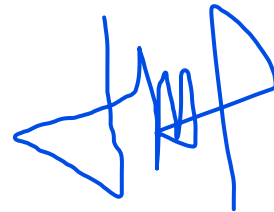
1. Kedua orang tua tercinta beserta saudara dan saudari penulis yang selama ini selalu mendukung, membantu dan menjadi penyemangat untuk hal-hal positif serta selalu mendoakan keselamatan dan kesehatan selama berlangsungnya proses penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Aris Widyonugroho, S.T., M.T., Ph D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T., Ph.D. selaku Ketua Prodi S-1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra S.T., M.T., Ph D selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Muhammad Yusvin Mustar, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing II pada tugas akhir ini yang telah memberikan arahan, masukan serta bimbingan selama tugas akhir ini.
5. Bapak Kunnu Purwanto, S.T., M.Eng selaku Dosen Penguji

6. Seluruh staff, dosen pengajar dan staf laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan ilmu.
7. Kepada pimpinan UIP3B Sumatera Unit Pelaksana Transmisi Bengkulu yang telah memberikan izin dan membantu dalam proses perizinan penelitian di Gardu Induk Sukamerindu Bengkulu
8. Bapak Friski selaku Supervisor Divisi Pemeliharaan dan bapak Aditya Adiaksa selaku Staff Divisi Pemeliharaan yang telah mendampingi serta membantu selama proses pengambilan data penelitian.
9. Rekan-rekan Teknik Elektro Angkatan 2018 yang telah memberikan cerita dan kesan yang luar biasa selama empat tahun terakhir,
10. Abdul Latif Atanggae dan Andang Rifa'I yang telah menjadi teman secepat dan sahabat selama melaksanakan kerja praktek di PT. PJB UP Muara Karang Jakarta Utara.
11. Teman-teman Sikipa C (Teknik Elektro C 2018) yang telah menjadi sahabat dan keluarga selama empat tahun terakhir serta memberikan banyak cerita baik itu suka duka, canda dan tawa,
12. Sahabat-sahabat BPH Skipa (Alvin Putra, Andang Rifa'I, Abid Wirawan, Abdul Latif, Fathurahman Aldi, Hilgan Bangsawan, Ichsanul Qadim, Maulana Hidayat, Nazar Almizar, Okhe Yuda, Raihan Rizki, Reno Priartama, Ryan Azhar, Khidir Romadhonsyah, Rahmat Bagus) yang telah menjadi teman seperjuangan yang selalu mendukung, memotivasi, serta memberikan semangat penuh dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini,
13. Beserta semua pihak yang telah memberikan bantuan selama penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis ucapkan untuk penyelesaian laporan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir “Analisis Pengaruh Kenaikan Transformator dan Umur Minyak Transformator Terhadap Degradasi Tegangan Tembus Minyak Transformator” ini dapat berguna bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan bisa menjadi acuan di keesokan hari nanti tanpa terkecuali bagi penulis, para pembaca dan bagi kita semua. Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, saran dan kritik yang bersifat positif sangat diperlukan dan diharapkan untuk penyempurnaan laporan berikutnya.

**Wassalamu’alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.**

Yogyakarta, Juli 2022

A handwritten signature in blue ink, consisting of several stylized, overlapping loops and lines.

Penulis

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kenaikan Temperatur Yang Ada Pada Transformator.....	8
Tabel 2.2 Batas Suhu dan Pembebanan .....	9
Tabel 2.3 Tipe Pendingin Transformator .....	12
Tabel 2.4 Syarat Ketahanan Tegangan Tembus Minyak Diala.....	21
Tabel 2.5 Spesifikasi Minyak Isolasi Baru.....	21
Tabel 2.6 Spesifikasi Minyak Isolasi Pakai .....	22
Tabel 2.7 Kekuatan Dielektrik .....	23
Tabel 4.1 Spesifikasi megger OTS100AF .....	37
Tabel 4.2 Tegangan Tembus Minyak Baru Untuk Temperature Normal, 50°C, 80°C Dan 100°C .....	45
Tabel 4.3 Tegangan Tembus Minyak 8 Tahun Untuk Temperature Normal, 50°C, 80°C Dan 100°C .....	49
Tabel 4.4 Tegangan Tembus Minyak 14 Tahun Untuk Temperature Normal, 50°C, 80°C Dan 100°C .....	52
Tabel 4.5 Tegangan Tembus Minyak Yang Umurnya Berbeda Terhadap Kenaikan Temperature.....	57



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Transformator Daya.....	7
Gambar 2.2 Pengaruh Medan Terhadap Gelembung Udara .....	25
Gambar 2.3 Medan Listrik Bentuk Sferoida .....	27
Gambar 2.4 Kegagalan Butiran Padat.....	27
Gambar 3.1 Diagram Air Tahap-tahap Penelitian .....	31
Gambar 3.2 Lokasi Penelitian .....	33
Gambar 3.3 Rangkaian Penguji Minyak Transformator .....	35
Gambar 4.1 Alat Penguji Megger OTS100AF.....	36
Gambar 4.2 Pengambilan Sampel Minyak Transformator .....	40
Gambar 4.3 Pengukuran Jarak Elektroda 2.5mm .....	41
Gambar 4.4 Alat Pengukur Jarak Elektroda.....	41
Gambar 4.5 Memasukan Sampel Minyak Ke Bejana Uji .....	42
Gambar 4.6 Proses Pemanasan dan Pengukuran Suhu Bahan Uji .....	43
Gambar 4.7 Hasil Pengujian Pada Suhu Normal Minyak Jenis Diala Baru .....	45
Gambar 4.8 Grafik Tegangan Tembus Minyak Baru Untuk Temperatur Normal, 50°C, 80°C dan 100°C.....	46
Gambar 4.9 Hasil Pengujian Pada Suhu Normal Minyak Jenis Diala Umur 8 Tahun .....	48
Gambar 4.10 Grafik Tegangan Tembus Minyak 8 Tahun untuk Temperatur Normal, 50°C, 80°C dan 100°C .....	49
Gambar 4.11 Hasil Pengujian Pada Suhu Normal Minyak Jenis Diala Umur 14 Tahun .....	51
Gambar 4.12 Grafik Tegangan Tembus Minyak 14 Tahun Untuk Temperatur Normal, 50°C, 80°C dan 100°C .....	52
Gambar 4.13 Tegangan Tembus Minyak vs Umur Minyak Pada Suhu Normal .....	53
Gambar 4.14 Tegangan Tembus Minyak vs Umur MInyak Pada Suhu 50°C .....	54
Gambar 4.15 Tegangan Tembus Minyak Vs Umur Minyak Pada Suhu 80°C.....	55

Gambar 4.16 Tegangan Tembus Minyak Vs Umur Minyak Pada Suhu 100°C.....	55
Gambar 4.17 Tegangan Tembus Minyak Vs Umur Minyak Pada Temperature Normal, 50°C, 80°C Dan 100°C .....	57

## DAFTAR LAMPIRAN

Proses Pengambilan Sampel Minyak Di Transformator.....	64
Sampel Minyak Transformator (Minyak Baru (4 Tahun), Minyak 8 Tahun, Dan Minyak 14 Tahun) .....	64
Hasil Pengujian Minyak Baru Pada Suhu Normal .....	65
Hasil Pengujian Minyak Baru Pada Suhu 50°C .....	65
Hasil Pengujian Minyak Baru Pada Suhu 80°C .....	66
Hasil Pengujian Minyak Baru Pada Suhu 100°C.....	66
Hasil Pengujian Minyak Umur 8 Tahun Pada Suhu Normal .....	67
Hasil Pengujian Minyak Umur 8 Tahun Pada Suhu 50°C .....	67
Hasil Pengujian Minyak Umur 8 Tahun Pada Suhu 80°C .....	68
Hasil Pengujian Minyak Umur 8 Tahun Pada Suhu 100°C .....	68
Hasil Pengujian Minyak Umur 14 Tahun Pada Suhu Normal .....	69
Hasil Pengujian Minyak Umur 14 Tahun Pada Suhu 50°C .....	69
Hasil Pengujian Minyak Umur 14 Tahun Pada Suhu 80°C .....	70
Hasil Pengujian Minyak Umur 14 Tahun Pada Suhu 100°C .....	70

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN I</b> .....	iii
<b>LEMBAR PENGESAHAN II</b> .....	iv
<b>MOTTO</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>INTISARI</b> .....	xiii
<b>ABSTRACT</b> .....	xiv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xv
<b>BAB I</b> .....	1
<b>PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Maksud dan Tujuan</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat</b> .....	3
<b>BAB II</b> .....	4
<b>ISOLASI CAIR TRANSFORMATOR</b> .....	4
<b>2.1 Tinjauan Pustaka</b> .....	4
<b>2.2 Transformator Daya</b> .....	6
<b>2.2.1 Pengertian Umum</b> .....	6
<b>2.2.2 Rating dan Klasifikasi Transformator Daya</b> .....	7
<b>2.2.3 Komponen-komponen Transformator Daya</b> .....	9
<b>2.3 Bahan Isolasi Cair</b> .....	18
<b>2.3.1 Sifat Isolasi Cair</b> .....	19
<b>2.3.2 Minyak Transformator</b> .....	20

2.3.3	<b>Kegagalan Pada Minyak Transformator</b> .....	24
2.3.4	<b>Mekanisme Ketembusan Minyak Transformator</b> .....	28
<b>BAB III</b> .....		30
<b>METODOLOGI PENELITIAN DAN PROSEDUR PENGUJIAN</b> .....		30
3.1	<b>Identifikasi Masalah dan Hipotesa Awal</b> .....	30
3.2	<b>Metode Penelitian</b> .....	31
3.3	<b>Lokasi penelitian</b> .....	32
3.4	<b>Prosedur Pengujian</b> .....	33
3.4.1	<b>Alat dan Bahan</b> .....	33
3.4.2	<b>Prosedur Pengujian</b> .....	34
<b>BAB IV</b> .....		36
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....		36
4.1	<b>Hasil Pengujian</b> .....	36
4.1.1	<b>Hasil Pengujian Minyak Jenis Diala Baru</b> .....	42
4.1.2	<b>Hasil Pengujian Minyak Diala Umur 8 Tahun</b> .....	46
4.1.3	<b>Hasil Pengujian Minyak Diala Umur 14 Tahun</b> .....	49
4.2	<b>Analisis Hasil Pengujian</b> .....	52
4.2.1	<b>Analisis Pengaruh Kenaikan Temperatur</b> .....	52
4.2.2	<b>Analisis Pengaruh Umur Minyak Transformator</b> .....	53
4.2.3	<b>Analisis Pengaruh Kenaikan Temperatur Dan Umur Minyak Transformator Terhadap Degradasi Tegangan Tembus. Minyak Transformator</b> .....	56
<b>BAB V</b> .....		59
<b>KESIMPULAN</b> .....		59
5.1	<b>Kesimpulan</b> .....	59
5.2	<b>Saran</b> .....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		62
<b>LAMPIRAN</b> .....		64