



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**ANALISIS PENURUNAN *LIFETIME* TRANSFORMATOR
DAYA DI GARDU INDUK 150KV CIBINONG DENGAN
METODE MONTSINGER**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Yohanes Marianus Vianey

41423120050

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**



**ANALISIS PENURUNAN *LIFETIME* TRANSFORMATOR
DAYA DI GARDU INDUK 150KV CIBINONG DENGAN
METODE MONTSINGER**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

NAMA : Yohanes Marianus Vianey

NIM : 41423120050

PEMBIMBING : Akhmad Wahyu Dani, S.T., M.T

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Yohanes Marianus Vianey
NIM : 41423120050
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : ANALISIS PENURUNAN *LIFETIME* TRANSFORMATOR
DAYA DI GARDU INDUK 150KV CIBINONG DENGAN
METODE MONTSINGER.

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

Disahkan oleh:

Tanda Tangan

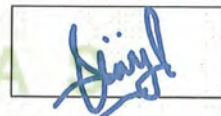
Pembimbing : Akhmad Wahyu Dani, S.T., M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 7052763664130323



Ketua Penguji : Fadli Sirait, S.Si., M.T., Ph.D.
NIDN/NIDK/NIK : 1852754655131132



Anggota Penguji : Trie Maya Kadarina, S.T., M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 7235757658230143



Jakarta, 7 Agustus 2025

Mengetahui,

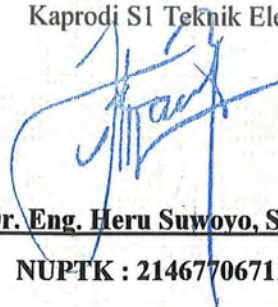
Dekan Fakultas Teknik

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

NUPTK : 6639750651230132



Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc

NUPTK : 2146770671130403

HALAMAN PERNYATAAN *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

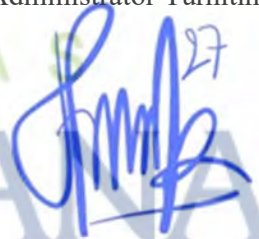
Nama : YOHANES MARIANUS VIANEY
NIM : 41423120050
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis : ANALISIS PENURUNAN LIFETIME TRANSFORMATOR
/ Praktek : DAYA DI GARDU INDUK 150KV CIBINONG DENGAN
Keinsinyuran METODE MONTSINGER

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada Sabtu, 16 Agustus 2025 dengan hasil presentase sebesar 18 % dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 16 Agustus 2025

Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yohanes Marianus Vianey
N.I.M : 41423120050
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : ANALISIS PENURUNAN *LIFETIME*
TRANSFORMATOR DAYA DI GARDU INDUK
150KV CIBINONG DENGAN METODE
MONTSINGER.

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 7 Agustus 2025



Yohanes Marianus Vianey

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Transformator merupakan komponen vital dalam sistem transmisi dan distribusi tenaga listrik, di mana peningkatan suhu, khususnya pada titik *hot-spot*, dapat mempercepat penuaan isolasi dan menurunkan umur operasional. Suhu *hot-spot* yang melebihi batas aman menyebabkan laju degradasi material isolasi meningkat secara signifikan. Oleh karena itu, pengelolaan beban dan pemantauan kondisi termal transformator menjadi hal yang penting untuk mempertahankan keandalan dan memperpanjang masa operasi peralatan.

Penelitian ini menganalisis penurunan umur transformator di Gardu Induk 150 kV Cibinong menggunakan metode Montsinger. Metode ini memodelkan hubungan antara suhu *hot-spot* dan kecepatan susut umur isolasi dengan prinsip bahwa setiap kenaikan suhu akan mempercepat degradasi isolasi secara eksponensial. Data yang digunakan dalam penelitian meliputi hasil pengukuran suhu *hot-spot* serta perhitungan susut umur tahunan dalam satuan *per unit* (p.u.), yang selanjutnya digunakan untuk memprediksi sisa umur transformator.

Hasil analisis terhadap enam unit transformator menunjukkan bahwa Trafo 3 dan Trafo 5 memiliki kondisi termal paling kritis, dengan suhu *hot-spot* masing-masing 98,91°C dan 101,06°C, serta susut umur tahunan 1,111 p.u. dan 1,424 p.u., menghasilkan sisa umur terpendek yaitu 5,401 tahun dan 2,107 tahun. Sebaliknya, Trafo 1 dan Trafo 4 menunjukkan kinerja termal terbaik dengan suhu *hot-spot* rendah dan susut umur minimal, menghasilkan sisa umur sangat panjang masing-masing 467,5 tahun dan 480,9 tahun meskipun usia pakainya sudah cukup lama. Temuan ini menegaskan perlunya pemantauan suhu dan pengelolaan beban yang optimal untuk memperpanjang umur operasi transformator dan menjaga keandalannya.

Kata kunci: Transformator daya, Metode Montsinger, suhu *hot-spot*, susut umur.

U N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A

ABSTRACT

Transformers are vital components in electrical power transmission and distribution systems, where temperature increases, particularly at the hot-spot, can accelerate insulation aging and reduce operational lifespan. Hot-spot temperatures exceeding safe limits significantly increase the degradation rate of insulation materials. Therefore, proper load management and continuous thermal condition monitoring are essential to maintain reliability and extend the service life of transformers.

This study analyzes the reduction of transformer lifespan at the 150 kV Cibinong Substation using the Montsinger method. This method models the relationship between hot-spot temperature and the rate of insulation aging, based on the principle that each temperature rise exponentially accelerates insulation degradation. The data used in this study include measured hot-spot temperatures and annual aging rates in per unit (p.u.), which are then used to predict the remaining operational life of the transformers.

The analysis of six transformer units revealed that Transformer 3 and Transformer 5 experienced the most critical thermal conditions, with hot-spot temperatures of 98.91°C and 101.06°C, and annual aging rates of 1.111 p.u. and 1.424 p.u., resulting in the shortest remaining lifespans of 5.401 years and 2.107 years. Conversely, Transformer 1 and Transformer 4 demonstrated the best thermal performance with low hot-spot temperatures and minimal aging rates, yielding extremely long remaining lifespans of 467.5 years and 480.9 years despite their considerable service age. These findings highlight the importance of optimal load management and continuous temperature monitoring to extend transformer life and maintain operational reliability.

Keywords: power transformer, Montsinger method, hot-spot temperature, aging rate.

U N I V E R S I T A S

MERCU BUANA

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, serta limpahan kesehatan dan kesempatan yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi yang berjudul: **“Analisis Penurunan Lifetime Transformator Daya di Gardu Induk 150 kV Cibinong dengan Metode Montsinger”** dengan baik dan lancar. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada Program Studi Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana.

Penyusunan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari bantuan, dukungan, bimbingan, serta kontribusi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas segala nikmat dan kemudahan yang diberikan sepanjang proses penyusunan skripsi ini.
2. Kedua orang tua tercinta, atas kasih sayang, doa, semangat, dan dukungan yang tak ternilai dalam setiap langkah hidup penulis.
3. Bapak Dr. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana, atas arahannya selama proses akademik.
4. Bapak Akhmad Wahyu Dani, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, saran, dan masukan yang sangat berharga selama penulisan skripsi ini.
5. Seluruh dosen dan staf pengajar Program Studi Teknik Elektro, yang telah memberikan ilmu dan wawasan selama masa perkuliahan.
6. Pihak PT PLN (Persero) UPT Bogor, khususnya Gardu Induk 150 kV Cibinong, yang telah memberikan akses data dan informasi sebagai bahan kajian skripsi ini.
7. Teman-teman seperjuangan (Yanto, Lita, dan Shinta), atas kerja sama, semangat, serta dukungan moral yang begitu berarti.
8. Seluruh rekan mahasiswa Teknik Elektro angkatan 2024, atas kebersamaan, diskusi, dan motivasi selama proses studi berlangsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan karya ini di masa mendatang.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat serta menjadi tambahan referensi bagi mahasiswa, akademisi, dan praktisi di bidang teknik elektro, khususnya dalam kajian tentang transformator daya dan analisis umur pakainya.

Jakarta, 7 Agustus 2025

Hormat penulis,

Yohanes Marianus Vianey



U N I V E R S I T A S
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL / COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN SIMILARITY	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Studi Literatur	5
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Transformator	8
2.3 Perhitungan <i>Lifetime</i> Transformator	19
2.3.1 Sebab-Sebab Kenaikan Suhu Pada Transformator	20
2.3.2 Suhu <i>Ambient</i> (θ_A)	20
2.3.3 Dasar Penentuan Kenaikan Suhu	21
2.3.4 Batasan Arus dan Suhu	22
2.3.5 Perhitungan Faktor Beban	22
2.3.6 Perhitungan Efisiensi Transformator	23

2.3.7	Perhitungan Kenaikan suhu Minyak Atas Transformator	24
2.3.8	Selisih Suhu Kumparan dengan Suhu Minyak Transformator	24
2.3.9	Menentukan Suhu <i>Hotspot</i> Transformator	25
2.3.10	Perhitungan sisa umur Transformator	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		28
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.2	Objek Penelitian	28
3.3	Diagram Alir Penelitian	28
3.4	Metode Penelitian	29
3.5	Teknik Analisis Data	30
3.6	Prosedur Penelitian	30
3.7	Metode Pengumpulan Data	31
BAB IV PEMBAHASAN		32
4.1	Data Penelitian	32
4.2	Perhitungan Sisa Umur Transformator	33
4.2.2	Selisih kenaikan suhu <i>Hotspot</i> dengan <i>Top Oil</i>	41
4.2.3	Menentukan Suhu <i>Hotspot</i> Total Transformator	44
4.2.4	Menentukan Nilai Penuaan Realatif	46
4.3	Solusi Pencegahan	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		50
5.1	Kesimpulan	50
5.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA		52
LAMPIRAN		54
Lampiran 1. Hasil Pengecekan <i>Turnitin</i>		54
Lampiran 2. Data <i>Nameplate</i> Transformator		60
Lampiran 3. Data Pembebanan Harian Transformator		61
Lampiran 4. <i>Logbook</i> Bimbingan Tugas Akhir		62
Lampiran 5. Formulir Revisi Tugas Akhir		64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip Kerja Transformator.....	8
Gambar 2.2 Elektromagnetik pada Transformator.....	9
Gambar 2.3 Inti Besi	9
Gambar 2.4 Belitan Transformator	10
Gambar 2.5 <i>Bushing</i> Transformator.....	11
Gambar 2.6 Bagian-bagian dari Bushing.....	13
Gambar 2.7 Tap Pengujian.....	14
Gambar 2.8 Radiator	14
Gambar 2.9 Konservator	16
Gambar 2.10 <i>Sillica Gel</i>	17
Gambar 2.11 Konstruksi Konservator dengan <i>Rubber Bag</i>	17
Gambar 2.12 <i>Dehydrating Breather</i>	18
Gambar 2.13 Minyak Isolasi Transformator.....	19
Gambar 2.14 Kertas Isolasi	19
Gambar 2.15 Diagram Thermal Kenaikan Suhu.....	21
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 4.1 <i>Name Plate</i> Transformator Daya.....	32
Gambar 4.2 Pemasangan Transformator dengan Penutup	32

U N I V E R S I T A S
MERCU BUANA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Macam-macam Pendingin pada Transformator	15
Tabel 2.2 Batasan Arus dan Suhu untuk Pembebanan Transformator.....	22
Tabel 4.1 Spesifikasi Transformator Daya di GI 150kV Cibinong	33
Tabel 4.2 Data Pembebanan Transformator.....	35
Tabel 4.3 Rasio Pembebanan Transformator	37
Tabel 4.4 Rugi-rugi Transformator.	38
Tabel 4.5 Kenaikan Suhu Top Oil Transformator	40
Tabel 4.6 Suhu Hotspot Transformator.....	42
Tabel 4.7 Selisih Suhu Hotspot dengan Top Oil.....	43
Tabel 4.8 Suhu Hotspot Total Transformator	45
Tabel 4.9 Sisa Umur Transformator.....	47

