



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISA DEGRADASI MINYAK TRANSFORMATOR
BERDASARKAN PARAMETER INTERFACIAL TENSION
DAN TOTAL ACID NUMBER GUNA PEMELIHARAAN
MINYAK ISOLASI DI LABORATORIUM PT. PLN (PERSERO)**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Andre Salomo Simbolon
NIM. 2202431009

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI**

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JUNI, 2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISA DEGRADASI MINYAK TRANSFORMATOR
BERDASARKAN PARAMETER INTERFACIAL TENSION
DAN TOTAL ACID NUMBER GUNA PEMELIHARAAN
MINYAK ISOLASI DI LABORATORIUM PT. PLN (PERSERO)**

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi,
Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Andre Salomo Simbolon

NIM. 2202431009

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

JUNI, 2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



“Skripsi ini aku kupersembahkan untuk ayah ibu, bangsa dan almamater”



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN SKRIPSI

ANALISA DEGRADASI MINYAK TRANSFORMATOR BERDASARKAN PARAMETER INTERFACIAL TENSION DAN TOTAL ACID NUMBER GUNA PEMELIHARAAN MINYAK ISOLASI DI LABORATORIUM PT. PLN (PERSERO)

Oleh:

Andre Salomo Simbolon
NIM.2202431009

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Skrripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Ir. Andi Ulfiana, M.Si.
NIP. 196208021990032002

Pembimbing 2

Ir. Benhur Nainggolan, M.T.
NIP. 196106251990031003

Kepala Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Arifia Ekayuliana, S.T, M.T.
NIP. 199107212018032001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISA DEGRADASI MINYAK TRANSFORMATOR BERDASARKAN PARAMETER INTERFACIAL TENSION DAN TOTAL ACID NUMBER GUNA PEMELIHARAAN MINYAK ISOLASI DI LABORATORIUM PT. PLN (PERSERO)

Oleh:

Andre Salomo Simbolon
NIM.2202431009

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 30 Juni 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dr. Sonki-Prasetya, S.T., M.Sc. NIP. 197512222008121003	Moderator		17-07-26
2	Rahman Filzi, S.T., M.T. NIP. 197204022000031002	Penguji 1		17-07-26
3	Dr. Paulus Sukusno, S.T., M.T. NIP. 196108011989031001	Penguji 2		17-07-26

Depok, 30 Juni 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.
NIP. 197602252000121002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Andre Salomo Simbolon

NIM : 2202431009

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplak (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam skripsi telah saya kutip dan rujuk dengan etika ilmiah.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 30 Juni 2026



Andre Salomo Simbolon

NIM. 2202431009



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISA DEGRADASI MINYAK TRANSFORMATOR BERDASARKAN PARAMETER INTERFACIAL TENSION DAN TOTAL ACID NUMBER GUNA PEMELIHARAAN MINYAK ISOLASI DI LABORATORIUM PT PLN. (PERSERO)

Andre Salomo Simbolon¹⁾, Andi Ulfiana¹⁾, Benhur Nainggolan¹⁾

¹⁾Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin,
Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email : andre.salomo.simbolon.tm22@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRAK

Minyak isolasi merupakan komponen vital dalam transformator daya yang rentan mengalami degradasi akibat proses oksidasi selama operasional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penurunan kualitas minyak transformator berdasarkan parameter interfacial tension dan total acid number, mengevaluasi kondisi minyak berdasarkan standar internasional IEC 60422 dan metode Oil Quality Index, serta merumuskan rekomendasi pemeliharaan. Penelitian kuantitatif korelasional ini menggunakan data historis pengujian laboratorium minyak transformator pada unit 1 di PT. PLN (Persero) periode 2022 hingga 2025. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada periode 2022 hingga 2024, kualitas isolasi mengalami penurunan signifikan dengan nilai interfacial tension menyentuh titik kritis 18,27 mN/m dan total acid number melonjak hingga 0,1093 mg KOH/g, serta menghasilkan nilai korelasi pearson positif lemah sebesar 0,362 akibat adanya intervensi pemeliharaan. Kondisi tersebut menempatkan transformator pada kategori buruk (*sludging oil*) dengan nilai OQI di bawah 300. Tindakan pemeliharaan berupa pergantian minyak pada tahun 2025 berhasil menaikkan kelayakan minyak ke kategori mutu menengah (OQI 358,50) dengan memulihkan interfacial tension sebesar 86,30% menjadi 38,36 mN/m. Meskipun demikian, nilai total acid number tetap terdeteksi tinggi di angka 0,1070 mg KOH/g. Hal ini membuktikan secara empiris terjadinya fenomena acid leaching, di mana sisa asam karboksilat yang mengendap pada pori-pori kertas isolasi luntur dan mencemari fasa minyak baru. Sebagai tindak lanjut, diusulkan penerapan strategi Condition Based Maintenance berupa pemurnian minyak menggunakan metode reklamasi media penyerap fuller's earth untuk membersihkan sisa asam secara tuntas, akselerasi frekuensi pengujian menjadi enam bulan sekali, serta pelaksanaan uji furan untuk memastikan kekuatan mekanis umur kertas isolasi.

Kata Kunci : *Acid Leaching, Condition-Based Maintenance, Interfacial Tension, Oil Quality Index, Total Acid Number, Transformator.*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALYSIS OF TRANSFORMER OIL DEGRADATION BASED ON INTERFACIAL TENSION AND TOTAL ACID NUMBER PARAMETERS FOR INSULATING OIL MAINTENANCE AT PT. PLN (PERSERO) LABORATORY

Andre Salomo Simbolon¹⁾, Andi Ulfiana¹⁾, Benhur Nainggolan²⁾

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin,
Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email : andre.salomo.simbolon.tm22@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRACT

Insulating oil is a vital component in power transformers, highly susceptible to degradation caused by oxidation processes during operation. This study aims to analyze the decline in transformer oil quality based on Interfacial Tension and Total Acid Number parameters, evaluate the oil's condition according to the IEC 60422 international standard and the Oil Quality Index (OQI) method, and formulate maintenance recommendations. This quantitative correlational research utilized historical laboratory testing data of the insulating oil from Transformer Unit 1 at PT PLN (Persero) covering the 2022 – 2025 period. The analysis revealed that during 2022 – 2024, the insulating fluid experienced a significant degradation, with a weak positive Pearson correlation value of 0,362 due to maintenance intervention. This condition placed the transformer in the poor category (sludging oil), with an OQI value plunging below 300. A maintenance intervention through oil replacement in 2025 successfully elevated the oil's viability to the intermediate quality category (OQI 358,50) by recovering the interfacial tension value by 86,30% to 38,36 mN/m. Nevertheless, the total acid number value was persistently detected at a high level of 0,1070 mg KOH/g. This empirically proves the occurrence of an acid leaching phenomenon, wherein residual carboxylic acids deposited within the pores of the insulation paper seeped back into the new oil phase. Consequently, a Condition based maintenance strategy is proposed, which includes oil purification using fuller's earth reclamation method to thoroughly eliminate residual acids, accelerating the testing frequency to semi annually, and conducting furan compound testing to verify the remaining mechanical strength of the insulation paper.

Keywords: *Acid Leaching, Condition-Based Maintenance, Interfacial Tension, Oil Quality Index, Total Acid Number, Transformer.*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, di dalam kasih karunia Tuhan, atas segala berkat, hikmat dan penyertaan-Nya yang tiada henti, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul” Analisa Degradasi Minyak Transformator Berdasarkan Parameter Interfacial Tension dan Total Acid Number Guna Pemeliharaan Minyak Isolasi di Laboratorium PT. PLN (Persero)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Teristimewa kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Rionald Simbolon dan Mama Dorkas Parhusip. Falsafah Batak Mengatakan '*Anakkon hi do hamoraon di au*' benar-benar bapak dan mama wujudkan lewat keringat, pengorbanan, dan kerja keras tanpa henti demi pendidikan andre. *Mauliate godang* atas *tangiang* (doa) yang tak pernah putus menyertai setiap langkah ini. Pencapaian skripsi ini adalah langkah awal Andre untuk membuktikan diri sebagai *jujung baringin* yang kokoh bagi bapak dan mama, menjadi *anak na burju* yang kelak mengangkat *hasangapon* (kehormatan) keluarga.
2. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Ibu Arifia Ekayuliana, S.T, M.T. selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi.
4. Ibu Ir. Andi Ulfiana, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan waktu, tenaga, pikiran untuk membimbing penelitian skripsi ini.
5. Bapak Ir. Benhur Nainggolan, M.T., selaku Dosen Pembimbing II dan juga *Tulang* yang sangat saya hormati, yang telah memberikan banyak *poda* (nasihat), waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing penyelesaian



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

skripsi ini. Tentu menjadi kebanggaan tersendiri bagi saya dibimbing langsung oleh Tulang Nainggolan. Terimakasih banyak (*Mauliate godang*) atas segala kesabaran dan dukungan yang Tulang berikan.

6. Mentor ULTG Cawang Bapak Dhiky Prayoga dan Bapak David Silalahi yang sudah membantu dalam memperoleh data serta membimbing penelitian skripsi ini.
7. Teman-teman POSA yang selalu memberikan dukungan doa atau motivasi kepada penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan doa dan motivasi yang tidak bisa disebutkan satu per satu, namun tidak mengurangi rasa hormat penulis.

Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak terutama pada bidang transmisi.

Depok, 30 Juni 2026

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

penulis



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	6
1.6 Sistematika Penulisan Skripsi	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Landasan Teori	9
2.1.1 Transformator Daya	9
2.1.2 Jenis dan Bagian Transformator Daya	10
2.1.3 Komponen Transformator	10
2.1.4 Minyak Isolasi Transformator Daya	22
2.1.5 Isolasi Minyak Pada Transformator	23
2.1.6 Karakteristik Pada Minyak Transformator	24
2.1.7 Degradasi Minyak Transformator	26



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.1.8 Interfacial Tension pada Minyak Transformator.....	27
2.1.9 Total Acid Number Pada Minyak Transformator.....	28
2.1.10 Hubungan Interfacial Tension dan Total Acid Number	30
2.1.11 Analisis Korelasi Pearson	34
2.1.12 Analisis Laju Perubahan	34
2.1.13 Penilaian Kondisi Minyak Berdasarkan Oil Quality Index	35
2.2 Kajian Literatur	36
2.3 Kerangka Pemikiran	38
BAB III METODE PENELITIAN.....	40
3.1 Jenis Penelitian	40
3.2 Objek Penelitian	40
3.3 Metode Pengambilan Sampel	41
3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian	64
3.5 Metode Pengumpulan Data	65
3.6 Metode Analisis Data	67
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	69
4.1 Hasil Penelitian.....	69
4.1.1 Data Pengujian Karakteristik Minyak.....	69
4.1.2 Data Perbandingan Minyak Transformator.....	72
4.1.3 Grafik Perubahan Interfacial Tension dan Total Acid Number.....	73
4.2 Analisis dan Pembahasan Hasil	74
4.2.1 Analisis Tren Tegangan Antar Muka (<i>Interfacial Tension</i>).....	74
4.2.2 Analisis Tren Bilangan Asam (<i>Total Acid Number</i>).....	76
4.2.3 Analisis Korelasi Interfacial Tension dan Total Acid Number	78
4.2.4 Data Perhitungan Korelasi Pearson	79



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2.5 Validasi Perhitungan Korelasi Pearson Microsoft Excel	82
4.2.6 Interpretasi Degradasi Minyak Berdasarkan Sifat Kimia	83
4.2.7 Evaluasi Kondisi Minyak Berdasarkan Standar IEC 60422	84
4.2.8 Penilaian Kondisi Minyak Berdasarkan Oil Quality Index (OQI)	85
4.3 Implikasi Strategi Pemeliharaan Condition Based Maintenance	88
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	90
5.1 Kesimpulan.....	90
5.2 Saran.....	91
5.3 Penutup	92
DAFTAR PUSTAKA.....	94
LAMPIRAN.....	97

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2. 1 PRINSIP HUKUM ELEKTROMAGNETIK.....	9
GAMBAR 2. 2 ELECTROMAGNETIC CIRCUIT	11
GAMBAR 2. 3 CURRENT CARRYING CIRCUIT	11
GAMBAR 2. 4 BUSHING TRANFORMATOR	12
GAMBAR 2. 5 BAGIAN BAGIAN BUSHING	13
GAMBAR 2. 6 KERTAS ISOLASI PADA BUSHING	14
GAMBAR 2. 7 KONDUKTOR BUSHING DILAPISI ISOLASI KERTAS.....	14
GAMBAR 2. 8 INDIKATOR LEVEL MINYAK TRANFORMATOR.....	15
GAMBAR 2. 9 GASKET BUSHING PADA TRANFORMATOR.....	16
GAMBAR 2. 10 TAP PENGUJIAN.....	16
GAMBAR 2. 11 KONSERVATOR.....	18
GAMBAR 2. 12 SILICA GEL.....	19
GAMBAR 2. 13 KONSTRUKSI KONSERVATOR DENGAN RUBBER BAG.....	19
GAMBAR 2. 14 OLTC PADA TRANSFORMATOR.....	21
GAMBAR 2. 15 NETRAL GROUNDING RESISTOR.....	22
GAMBAR 2. 16 MINYAK TRANSFORMATOR.....	22
GAMBAR 2. 17 HUBUNGAN IFT DAN TAN.....	31
GAMBAR 3. 1 TRANSFORMATOR UNIT 1 150kV/20kV RST 150	40
GAMBAR 3. 2 ALAT UJI BILANGAN ASAM.....	53
GAMBAR 3. 3 DIAGRAM ALIR	66
GAMBAR 4. 1 GRAFIK TREN INTERFACIAL TENSION.....	70
GAMBAR 4. 2 GRAFIK TREN TOTAL ACID NUMBER.....	71
GAMBAR 4. 3 GRAFIK PERUBAHAN IFT DAN TAN.....	74
GAMBAR 4. 4 VALIDASI PERHITUNGAN MICROSOFT EXCEL	82



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

TABEL 2. 1 TIPE PENDINGIN TRANSFORMATOR DAYA.....	17
TABEL 2. 2 INTERPRETASI WARNA MINYAK	32
TABEL 3. 1 SPESIFIKASI TRANSFORMATOR DAYA UNIT 1 CAWANG BARU	41
TABEL 3. 2 PERALATAN DAN BAHAN.....	42
TABEL 3. 3 PROSEDUR PENGAMBILAN SAMPEL MINYAK TRANSFORMATOR.....	45
TABEL 3. 4 TABEL PERLENGKAPAN MATERIAL BILANGAN ASAM	53
TABEL 4. 1 DATA PENGUJIAN SAMPEL MINYAK TRANSFORMATOR UNIT 1	69
TABEL 4. 2 DATA PERBANDINGAN MINYAK TRANSFORMATOR UNIT 5.....	72
TABEL 4. 3 LAJU PERUBAHAN INTERFACIAL TENSION.....	75
TABEL 4. 4 LAJU PERUBAHAN TOTAL ACID NUMBER.....	77
TABEL 4. 5 DATA PERHITUNGAN KORELASI PEARSON.....	79
TABEL 4. 6 DATA PERHITUNGAN OIL QUALITY INDEX 2022 - 2025	86

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Transformator daya adalah perangkat yang sangat krusial dalam jaringan kelistrikan. Tugas utama dari transformator ini adalah untuk memodifikasi tingkat tegangan, baik itu dengan meningkatkan maupun menurunkan tegangan. Dari gardu induk yang memiliki tegangan tinggi, transformator daya akan menurunkan tingkat tegangan tersebut agar bisa disalurkan kepada pengguna. Ketika transformator mengalami kerusakan, hal ini akan berdampak pada distribusi listrik yang menjadi terganggu. Memperbaiki transformator membutuhkan waktu yang lama dan mengeluarkan biaya yang cukup signifikan. Oleh sebab itu, perawatan transformator harus mendapat perhatian khusus untuk mencegah terjadinya kerusakan dan kegagalan fungsi. Kelangsungan hidup transformator sangat dipengaruhi oleh usia dan mutu isolasi transformator itu sendiri. Salah satu aspek yang sangat krusial adalah bagaimana menjamin kualitas sistem isolasi minyak pada transformator. Selain berfungsi sebagai media isolasi, minyak transformator juga bertindak sebagai pendingin untuk transformator. Ketika transformator beroperasi, kondisi minyak isolasi akan mengalami tekanan yang dapat menyebabkan minyak tersebut menjadi terlalu panas [1]

Minyak transformator adalah jenis bahan isolasi cair yang digunakan untuk tujuan isolasi dan pendinginan pada transformator. Sebagai bahan isolasi, minyak harus memiliki kemampuan untuk menahan tegangan bocor, sementara sebagai pendingin, minyak transformator perlu efektif dalam mengurangi panas yang dihasilkan. Dengan adanya dua kemampuan ini, diharapkan minyak dapat melindungi transformator dari berbagai gangguan [2]



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Oleh karena itu agar sistem tenaga listrik dapat berjalan dengan baik dan handal maka keberadaan transformator harus dijaga dari gangguan khususnya yang diakibatkan oleh minyak isolasi. Karena minyak transformator mempunyai sifat sebagai media pemisah panas (disirkulasi) dan juga berfungsi sebagai isolasi (memiliki daya tegangan tembus tinggi) sehingga sebagai media pendingin dan isolasi. Salah satu fenomena yang menyebabkan menurunnya mutu dan ketersediaan pelayanan daya listrik adalah gangguan terhadap minyak transformator, yaitu penyebabnya bisa dari beban transformator yang tinggi, lama pemakaian dari transformator dan adanya degradasi kimia pada minyak transformator ditunjukkan oleh kenaikan *Total Acid Number (TAN)* dan penurunan *Interfacial Tension (IFT)*. kedua parameter ini berfungsi sebagai indikator krusial dalam mengevaluasi tingkat kerusakan pada minyak, sebab peningkatan kadar asam menunjukkan adanya proses oksidasi serta pembentukan senyawa polar, sementara penurunan tegangan antar muka mengindikasikan berkurangnya kemampuan minyak dalam melindungi sistem isolasi dari kegagalan dielektrik [2].

Berbagai penelitian sebelumnya telah menekankan pentingnya kualitas minyak isolasi terhadap keandalan dan masa pakai transformator. Namun, sebagian besar penelitian tersebut lebih berfokus pada parameter kelistrikan dan sifat fisik, dibandingkan pada aspek degradasi kimia yang lebih mendasar. Penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi minyak isolasi berpengaruh besar terhadap tingkat kegagalan transformator, tetapi belum secara mendalam mengkaji hubungan antara parameter kimia seperti *Total Acid Number (TAN)* dan *Interfacial Tension (IFT)* dengan mekanisme dan tingkat degradasi minyak. Sementara itu, [3] melakukan penelitian tentang fenomena penuaan minyak transformator melalui uji penuaan termal dipercepat dan sistem isolasi kertas terendam minyak. Meskipun demikian, analisis degradasi yang dilakukan hanya terbatas pada perubahan sifat fisik dan karakteristik dielektrik tanpa eksplorasi yang komprehensif terhadap perubahan kimia yang terjadi selama proses penuaan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa perlu dilakukan penelitian evaluasi yang berfokus pada analisis degradasi minyak transformator dengan memperhatikan parameter *Total Acid Number (TAN)* dan *Interfacial Tension (IFT)*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis korelasi dan tingkat degradasi minyak transformator terhadap parameter TAN dan IFT, dengan mengacu pada standar IEC 60422, hasil analisis ini tidak hanya difungsikan untuk mendiagnosis kondisi aktual kelayakan minyak, tetapi juga mengidentifikasi potensi ketidaknormalan degradasi seperti fenomena *acid leaching*, serta menyajikan informasi mengenai kondisi aktual minyak transformator sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan pemeliharaan [4].

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Permasalahan utama dalam penelitian ini berpusat pada fenomena degradasi kualitas minyak isolasi transformator akibat paparan operasional, yang secara spesifik diindikasikan oleh peningkatan *Total Acid Number (TAN)* dan penurunan *Interfacial Tension (IFT)*. Menyadari dampaknya terhadap keandalan sistem, penelitian ini difokuskan untuk menganalisis perubahan dan korelasi antara kedua parameter tersebut berdasarkan data uji laboratorium. Selanjutnya, hasil analisis akan dievaluasi mengacu pada standar pemeliharaan yang berlaku guna mendiagnosis tingkat penuaan minyak secara komprehensif. Pada akhirnya, hasil evaluasi ini akan digunakan sebagai landasan dalam merumuskan strategi pemeliharaan preventif yang tepat sasaran demi meminimalkan resiko kegagalan operasional transformator.

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas maka dapat diperoleh rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana hubungan antara peningkatan nilai TAN dan penurunan nilai IFT sebagai indikator penurunan kualitas minyak transformator?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Bagaimana perubahan nilai Total Acid Number (TAN) dan Interfacial Tension (IFT) pada minyak transformator berdasarkan hasil pengujian laboratorium?
3. Bagaimana hasil diagnosa *Total Acid Number (TAN)* dan *Interfacial Tension (IFT)* dapat digunakan untuk menilai kondisi dan kualitas minyak transformator?
4. Bagaimana evaluasi kondisi minyak transformator berdasarkan parameter TAN dan IFT mengacu pada standar pemeliharaan yang berlaku?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dari penulisan skripsi ini mempunyai tujuan sebagai berikut:

1. Menganalisa dan Mengetahui korelasi dan tingkat degradasi minyak transformator terhadap parameter *Total Acid Number (TAN)* dan *Interfacial Tension (IFT)*.
2. Mengetahui kelayakan minyak transformator dengan membandingkan hasil pengujian laboratorium PT PLN (Persero) terhadap standar IEC 60422 dan Oil Quality Index guna menentukan kategori kondisi minyak.
3. Memberikan informasi mengenai fenomena *acid leaching* pada minyak tranformator dan pemeliharaan berbasis *Condition Based Maintenance*.

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan bahwa penelitian ini memberikan manfaat teoritis dan praktis bagi berbagai pihak, khususnya mahasiswa, kampus, dan perusahaan terkait *Interfacial Tension* (Tegangan antar muka) dan *Total Acid Number* (Keasaman). Manfaat yang dimaksud adalah sebagai berikut:



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Bagi Mahasiswa

Penelitian ini membantu mahasiswa memahami pentingnya perawatan transformator Condition Maintenance, khususnya dengan metode pengujian Interfacial Tension dan Total Acid Number. Mahasiswa mampu melakukan teknik-teknik seperti analisis kritis terhadap data-data teknis peralatan gardu induk listrik, sehingga mengasah kemampuan berpikir kritis dan keterampilan memecahkan masalah di bidang ketenagalistrikan. Selain itu juga penelitian ini meningkatkan kemampuan analisis teknis, interpretasi data, serta pemahaman terhadap standar pemeliharaan transformator yang berlaku guna mendiagnosa kondisi peralatan listrik berbasis parameter pengujian.

2. Bagi Politeknik Negeri Jakarta

Penelitian ini menjadi referensi tambahan dalam pengembangan kurikulum, khususnya pada mata kuliah pemeliharaan Transformator dan manajemen aset. Selain itu penelitian ini juga menjadi referensi akademik dalam pengembangan penelitian kuantitatif di bidang teknik tenaga listrik, khususnya terkait evaluasi kualitas minyak isolasi dan penerapan analisis korelasi dalam sistem pemeliharaan peralatan listrik.

3. Bagi Perusahaan

Penelitian ini diharapkan bisa memberikan penjelasan teknis tentang keadaan minyak transformator berdasarkan parameter Interfacial Tension dan Total Acid Number sebagai tanda degradasi. Hasil dari analisis hubungan dan evaluasi yang didasarkan pada standar dapat dijadikan pertimbangan dalam mendukung rencana pemeliharaan preventif serta pengambilan keputusan mengenai pengolahan atau pergantian minyak



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

transformator. Dengan cara ini, penelitian ini memiliki potensi untuk meningkatkan keandalan peralatan dan mengurangi risiko gangguan operasional pada sistem tenaga listrik.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan di terapkan pada penelitian ini yaitu :

1. Skripsi ini difokuskan pada analisis kondisi minyak transformator berdasarkan dua parameter utama, yaitu *Total Acid Number (TAN)* dan *Interfacial Tension (IFT)* pada Transformator 1 150/20kV Fasa R,S,T sebagai indikator degradasi minyak transformator.
2. Penelitian ini tidak membahas aspek desain transformator, beban operasional secara detail, maupun faktor eksternal lain di luar parameter kualitas minyak isolasi, dan suhu.
3. Evaluasi kondisi minyak transformator mengacu pada standar pemeliharaan yang berlaku, khususnya IEC 60422 dan metode Oil Quality Index, tanpa membahas parameter lain seperti Dissolved Gas Analysis (DGA), Breakdown Voltage (BDV), atau kadar air secara mendalam.
4. Penelitian ini tidak membahas secara detail reaksi kimia pembentukan senyawa asam.
5. Penelitian tidak membahas perhitungan rinci terkait estimasi biaya perbaikan atau analisis keekonomian transformator.

1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

Berikut ini adalah Sistematika Penulisan skripsi, yaitu:

A. Bab 1 Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang dilakukannya penelitian terkait degradasi minyak isolasi, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian (yang berfokus pada analisis kuantitatif, evaluasi standar, pembuktian



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

acid leaching, dan rekomendasi CBM), manfaat penelitian, serta sistematika penulisan. Bab ini berfungsi memberikan gambaran awal tentang arah dan fokus utama penelitian.

B. Bab 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas landasan teori yang menjadi panduan ilmiah dalam penelitian. Teori yang disajikan mencakup prinsip umum transformator daya, fungsi minyak isolasi, mekanisme degradasi minyak akibat oksidasi, serta parameter uji *Interfacial Tension* (IFT) dan *Total Acid Number* (TAN). Selain itu, bab ini menjabarkan alat analisis data kuantitatif yang meliputi rumus korelasi Pearson, perhitungan persentase laju perubahan, serta klasifikasi komposit *Oil Quality Index* (OQI) Myers, yang dilengkapi dengan hasil penelitian terdahulu dan kerangka pemikiran.

C. Bab 3 Metodologi Penelitian

Bab ini menguraikan pendekatan dan langkah-langkah sistematis dalam pelaksanaan penelitian. Penjelasan mencakup jenis penelitian yang ditetapkan sebagai penelitian kuantitatif dengan metode deskriptif korelasi, objek berupa data historis laboratorium Transformator Unit 1 di PT PLN (Persero) periode tahun 2022 hingga 2025, teknik pengumpulan data, serta diagram alir penelitian yang dilengkapi dengan siklus *feedback*. Bab ini juga menegaskan empat tahapan metode analisis data kuantitatif secara berurutan: analisis tren laju perubahan, korelasi Pearson, evaluasi standar (IEC 60422 & OQI), dan penyusunan output strategi pemeliharaan.

D. Bab 4 Hasil dan Pembahasan

Bab ini menyajikan data hasil pengujian laboratorium serta membahasnya secara mendalam secara kuantitatif. Pembahasan mencakup perhitungan persentase laju perubahan nilai IFT dan TAN dari tahun ke tahun, pembuktian arah hubungan parameter menggunakan korelasi Pearson, serta evaluasi status kesehatan minyak



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

berdasarkan standar IEC 60422 dan indeks OQI untuk memetakan periode pembentukan lumpur (*sludging*). Bab ini juga memuat validasi data empiris mengenai terjadinya fenomena *acid leaching* (perembesan sisa asam) pasca-tindakan penggantian minyak tahun 2025, yang diakhiri dengan perumusan rekomendasi strategi pemeliharaan berbasis kondisi (*Condition-Based Maintenance*).

E. Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi penarikan kesimpulan akhir yang menjawab seluruh poin tujuan penelitian secara sinkron berdasarkan hasil olah data kuantitatif pada bab sebelumnya. Selain itu, bab ini menyajikan saran-saran teknis dan manajerial yang praktis bagi perusahaan untuk menjaga keandalan transformator di masa mendatang, seperti rekomendasi percepatan jadwal uji berkala dan penerapan metode pemurnian minyak lewat reklamasi *Fuller's earth*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data, perhitungan statistik korelasi Pearson, evaluasi standar internasional, serta tujuan hasil pengujian minyak transformator unit 1 di PT. PLN (Persero) periode tahun 2022 hingga 2025, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil Analisa Korelasi dan Tingkat Degradasi

Tingkat degradasi minyak transformator mengalami penurunan kualitas yang buruk pada periode 2022 hingga 2024, di mana nilai interfacial tension turun drastis menyentuh 18,27 mN/m dan total acid number naik menjadi 0,1093 mg KOH/g. Hasil perhitungan statistik korelasi pearson antara parameter interfacial tension dan total acid number menunjukkan nilai korelasi positif lemah sebesar 0,362. Hal ini membuktikan bahwa degradasi tidak berjalan linear secara alami pada fasa cair saja, melainkan dipengaruhi oleh interaksi kimia pembentukan senyawa polar antara minyak dengan kertas isolasi di dalam transformator serta adanya intervensi tindakan pemeliharaan.

2. Kelayakan Minyak Transformator

Hasil evaluasi kelayakan minyak berdasarkan standar IEC 60422 menunjukkan bahwa pada tahun 2022 hingga 2024 minyak berada pada kategori buruk karena interfacial tension berada di bawah batas minimum <22 mN/m. selaras dengan perhitungan Oil Quality Index, kondisi kelayakan minyak pada periode tersebut berstatus buruk (sludging oil) dengan nilai indeks turun dibawah 300. Setelah dilakukan tindakan pergantian minyak pada tahun 2025, status kelayakan minyak kembali naik menjadi 358,50 (kategori mutu



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

menengah, yang berarti transformator berhasil diselamatkan dari resiko penyumbatan endapan lumpur.

3. Informasi Fenomena Acid Leaching dan Pemeliharaan Condition Based Maintenance

Fenomena perembesan sisa asam (*acid leaching*) terbukti terjadi pasca pergantian minyak Di Tahun 2025. Meskipun nilai interfacial tension telah membaik 38,36 mN/m, total acid number tetap tertahan tinggi di angka 0,1070 mg KOH/g akibat sisa asam senyawa asam organik yang mengendap pada pori-pori kertas isolasi luntur kembali dan mencemari fasa minyak baru. Informasi fenomena ini menegaskan bahwa strategi pemeliharaan berbasis *condition based maintenance* berupa pergantian minyak semata tidaklah cukup, transformator memerlukan tindakan pemeliharaan lanjutan berupa metode reklamasi minyak menggunakan media penyerap (*fuller's earth*) untuk membersihkan kontaminasi asam secara tuntas.

5.2 Saran

Untuk menjaga keandalan Transformator Unit 1 dan mengoptimalkan strategi pemeliharaan di PT PLN (Persero), diajukan beberapa saran berikut:

1. Mempercepat Jadwal Pengujian Minyak

Karena minyak yang baru diganti pada tahun 2025 langsung tercemar oleh sisa asam (*acid leaching*), proses kerusakan minyak dikhawatirkan akan berjalan lebih cepat. Oleh karena itu, disarankan kepada PLN untuk mempercepat jadwal pengujian minyak khususnya Interfacial Tension dan Total Acid Number dari yang awalnya satu tahun sekali, menjadi per enam bulan sekali.

2. Melanjutkan Uji Senyawa Furan

Karena transformator sempat terpapar kadar asam yang tinggi pada 2023 hingga 2024, ada kemungkinan kertas isolasi pembungkus belitan menjadi rapuh. Oleh karena itu, disarankan untuk melakukan pengujian lanjutan, yaitu uji senyawa furan. Pengujian ini sangat



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

penting untuk mengetahui kekuatan aktual kertas isolasi dan menghitung sisa umur pakai transformator.

3. Penerapan Reklamasi Minyak dengan Fuller's Earth

Jika dalam pemantauan enam bulan ke depan nilai total acid number terus naik, disarankan untuk tidak sekedar mengganti minyak lagi. Tindakan yang paling tepat adalah melakukan reklamasi minyak menggunakan mesin pemurni dengan media penyerap fuller's earth. Cara ini mampu menarik sisa asam yang bersembunyi di dalam kertas isolasi.

5.3 Penutup

Sebagai akhir dari seluruh rangkaian pembahasan dalam penelitian ini, penyusunan skripsi mengenai analisa degradasi minyak isolasi transformator diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah yang nyata bagi perkembangan teknologi ketenagalistrikan, khususnya pada sistem pemeliharaan transformator daya. Seluruh temuan data historis laboratorium dan analisis fisikokimia yang telah dijabarkan mulai dari fluktuasi nilai *Interfacial Tension*, lonjakan kadar *Total Acid Number*, hingga pembuktian empiris terjadinya fenomena anomali *acid leaching* menegaskan bahwa evaluasi kesehatan transformator memerlukan pendekatan yang komprehensif dan berkelanjutan.

Melalui penyusunan penulisan ini, keterbatasan pemeliharaan konvensional berbasis waktu (*Time-Based Maintenance*) berhasil diidentifikasi, sehingga urgensi transisi menuju strategi pemeliharaan berbasis kondisi (*Condition-Based Maintenance*) menjadi sebuah solusi yang tidak dapat dihindarkan. Besar harapan penulis agar rekomendasi teknis yang telah dirumuskan, seperti implementasi metode pemurnian lewat reklamasi *Fuller's earth*, akselerasi periode pengujian berkala, serta pelaksanaan uji senyawa furan dapat dilakukan.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih banyak kekurangan dan memiliki ruang untuk pengembangan lebih lanjut. Oleh karena itu, berakhirnya laporan skripsi ini bukanlah sebuah titik akhir, melainkan sebuah langkah awal

bagi munculnya riset akademis lanjutan yang lebih mendalam demi mendukung keandalan dan efisiensi sistem penyaluran energi listrik nasional di masa depan.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Saputra, “Analisis Minyak Isolasi Transformator Berdasarkan Pengujian DGA (Dissolved Gas Analysis) Pada Transformator Daya PT.PLN Nusantara Power PLTGU Muara Tawar Bekasi,” vol. 07, no. 2, pp. 1–52, 2025.
- [2] C. Widyastuti and R. A. Wisnuaji, “Analisis Tegangan Tembus Minyak Transformator Di PT. PLN (Persero) Bogor,” *Elektron J. Ilm.*, vol. 11, no. 2, pp. 75–78, 2021, doi: 10.30630/eji.11.2.128.
- [3] R. Duanaputri *et al.*, “Pengembangan Uji Eksperimental Penuaan Dipercepat Sistem Isolasi Kertas Terendam Minyak Transformator,” *Elposys J. Sist. Kelistrikan*, vol. 10, no. 3, pp. 142–145, 2023, doi: 10.33795/elposys.v10i3.3070.
- [4] M. A. A. Putra, S. Member, and R. A. Prasojo, “Assessing Transformer Aging Using Dielectric Oil Characteristics : Influence of Operating Voltage Levels and Purification,” *IEEE Access*, vol. 13, no. April, pp. 63186–63202, 2025, doi: 10.1109/ACCESS.2025.3558408.
- [5] R. Tiwari, P. S. Agrawal, P. N. Belkhode, J. V. L. Ruatpuia, and S. L. Rokhum, “Hazardous effects of waste transformer oil and its prevention: A review,” *Next Sustain.*, vol. 3, no. January, p. 100026, 2024, doi: 10.1016/j.nxsust.2024.100026.
- [6] SPLN, “Buku Pedoman Pemeliharaan Transformator Tenaga,” *Pt. Pln*, vol. 1, pp. 1–142, 2014.
- [7] N. R. A.S and D. R. Silitonga, “Analisis Pengukuran Transformator 400 Kva Menggunakan on Load Tap Charger,” *Sinusoida*, vol. 24, no. 1, pp. 1–8, 2022, doi: 10.37277/s.v24i1.1327.
- [8] R. A. Diantari *et al.*, “Analisis Tegangan Tembus Minyak Jarak dan Minyak Shell Diala B Sebagai Isolasi Cair Transformator,” vol. 2, no. 56, pp. 243–251, 2024.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [9] L. T. I. JAYYID, “UNZHIL LATIF JAYYID NIM : 23222368 (Program Studi Magister Teknik Elektro) INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG Desember 2024 ABSTRAK STUDI KOMPARASI MINYAK MINERAL , SINTETIK ESTER , Nama : Unzhil Latif Jayyid NIM : 23222368 (Program Studi Magister Teknik Elekt,” vol. 23222368, 2024.
- [10] M. F. Robbani *et al.*, “1, 2,3),” pp. 60–66, 2025.
- [11] E. Mustafa, B. Ahmad, M. I. Ali, and R. S. A. Afia, “Degradation Assessment of In-Service Transformer Oil Based on Electrical and Chemical Properties,” 2024.
- [12] I. Muttaqin and A. Syakur, “ANALISIS PENGARUH PEMBEBANAN DAN USIA PAKAI TERHADAP KARAKTERISTIK DAN ESTIMASI LITEFIME MINYAK ISOLASI TRANSFORMATOR Ilham,” vol. 4, p. 8.
- [13] I. N. O. Winanta, A. Agung, N. Amrita, and W. G. Ariastina, “Studi Tegangan Tembus Minyak Transformator,” vol. 6, no. 3, 2019.
- [14] S. Ravulapalli and R. Kunta, “analysis of methyl ester of Sesbania seeds oil (MESSO) as alternate liquid dielectrics in,” pp. 3311–3319, 2019, doi: 10.1039/c8ra08378a.
- [15] E. D. Fylladitakis, S. Katemliadis, and I. Pantelaki, “Benefits of Dielectric Oil Regeneration Systems in Power Transmission Networks : A Case Study,” pp. 20–29, 2024, doi: 10.4236/jpee.2024.124002.
- [16] C. M. Maheshan and H. P. Kumar, “Transformer Oil Diagnostic Tests Analysis using Statistical Correlation Technique,” vol. 4, no. 3, pp. 144–158, 2024.
- [17] M. Karthik, R. S. S. Nuvvula, C. Dhanamjayulu, and B. Khan, “Appropriate analysis on properties of various compositions on fluids with and without additives for liquid insulation in power system transformer applications,” *Sci. Rep.*, pp. 1–19, 2024, doi: 10.1038/s41598-024-68714-y.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [18] S. A. Ghani, Z. A. Noorden, N. A. Muhamad, and H. Zainuddin, "A Review on the Reclamation Technologies for Service-Aged Transformer Insulating Oils," vol. 10, no. 2, pp. 426–435, 2018, doi: 10.11591/ijeecs.v10.i2.pp426-435.
- [19] Т. Масел and В. У. Тривалої, "С . г . пономаренко анализ факторов влияющих на интенсивность старения трансформаторных масел в условиях длительной эксплуатации," vol. 0349, pp. 3–9, 2021, doi: 10.20998/2224-0349.2021.01.01.
- [20] P. Wati, Rahma, A. Of, O. I. L. Testing, and C. B. Elevator, "PEARSON CORRELATION ANALYSIS OF OIL TESTING PARAMETERS ON REMAINING USEFUL LIFE (RUL) IN GEARBOX," vol. 5, pp. 445–455, 2026.
- [21] E. H. Arya and S. K. Anggraeni, "Analisa Minyak Transformator Daya 60 MVA Menggunakan Pengujian Dissolve Gas Analysis," vol. 10, no. 1, pp. 19–29, 2025, [Online]. Available: Ermawati1%0A, Yolnasdi2%0A, Hanifulkhair3%0A, Engla Harda Arya4%0A, Sely Kusuma Anggraeni5
- [22] V. N. Wijayaningrum, "ENHANCING POWER TRANSFORMER OIL QUALITY," vol. 8, no. 1, pp. 34–43, 2024, doi: <https://doi.org/10.31961/eltikom.v8i1.1052>.
- [23] R. Manikandan, S. Sumathi, and R. Rajesh, "Biodegradable vegetable oil as an alternative insulation for transformers".
- [24] D. Silalahi, D. H. Darmawan, and R. P. Pertiwi, "Interfacial Tension and Total Acid Number Correlation in Natural Ester Transformer Oils," 2025 *Int. Conf. Technol. Policy Energy Electr. Power*, pp. 61–66, 2025, doi: 10.1109/ict-pep67281.2025.11232388.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN



Lampiran 1 Lokasi PKL dan Penelitian



Lampiran 2 Pengujian Interfacial tension



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 3 Pengujian Total acid number metode stiring



Lampiran 4 Minyak degradasi



Lampiran 5 Alat uji breakdown voltage



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Unit Induk Transmisi Jawa Bagian Barat
Laboratorium Pengujian Minyak Trafo

P.L.N.
Jl. Cililitan Besar No. 1 Cawang Cililitan, Jakarta Timur 13640
T : (021) 7543.566 F : (021) 7542.300 E-mail : labujiib@gmail.com

Unit Induk Transmisi Jawa Bagian Barat

LAPORAN HASIL UJI KARAKTERISTIK MINYAK TRAF0

No. Registrasi : 220407-1001	Pelanggan/Pemilik Asst : ULTE CAWANG	Alamat : Jl. Cililitan Besar No. 1 Cawang RW.9, Cililitan, Kec. Kramat Jati, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13640
Tanggal Pengambilan Sample : 09 June 2022	Gardu Induk : 06 138KV CAWANG BARU	TRAF0 : TRAF0 150/20KV [RST] 130
Tanggal Penyerahan Sample : 09 June 2022	Trafo [Phase] Tegangan : HYUNDAI / TC-389 [T963033] 1999	
Tanggal Mulai Pengujian Sample : 10 June 2022	Merik [Serial] Tahun Operasi : 1	
Tanggal Selesai Pengujian Sample : 10 June 2022	Jenis Minyak Trafo : BOTTOMMAHANTAWK	
Tanggal Terbit Laporan Hasil Uji : 10 June 2022	Sample Ront : Sampel Minyak Pakai / Operasi	
Lokasi Pengujian Sample : Laboratorium UFTBB Cililitan	Status Sample : RUTIN 3 BUKANAN	
Lokasi Pengujian Sample : BIRNINA LBTIRANM	Alasan Pengujian : Keterangan :	

No.	Parameter	Hasil		Metoda	Alat Uji	Batasannya IEC60422 : 2013			
		Nilai	Satuan			Kategori Trafo	Baik	Cukup	Buruk
1.	TEGANGAN TEMBUS	1002	kV/25mm	IEC 60156 : 2018	Meek : MEGGER Tipe : O15100AF No. Seri : 101202257 Tgl. Pemeliharaan : 17-04-2022	B	> 50	40 - 50	< 40
2.	KADAR AIR	15,175	ppm	IEC 60814 : 1997	Meek : Merohm Tipe : 8319F No. Seri : 1831 001 009 131 Tgl. Pemeliharaan : 17-04-2022	B	< 30	20 - 30	> 30
3.	WARNA	6,1		ASTM D1500-2	Meek : Lovibond Tipe : PF36-4 95/2 No. Seri : 106413 Tgl. Pemeliharaan :	B	<= 3,5		> 3,5
4.	BILANGAN ASAM (*)	0,0186	mg KOH/g	ASTM D664-17A Methode A	Meek : Merohm Tipe : 7025M No. Seri : 1702001040235 Tgl. Pemeliharaan :	B	< 0,1	0,1 - 0,2	> 0,2
5.	TEGANGAN ANTARMUKA	18,92	mV/m	ISO 6295 : 1983	Meek : Energy Support Tipe : Sigma2000 No. Seri : 72426 Tgl. Pemeliharaan :	B	> 28	22 - 28	< 22

O = Trafo Tenaga > 400KV A = Trafo Tenaga 170 - 400KV B = Trafo Tenaga 72,5 - 170KV
C = Trafo Tenaga < 72,5KV

(*) Parameter Terakreditasi KAN

Downloaded By : 9718012TAY
Halaman 1 dari 2

Dokumen ini tidak dikendalikan jika diunduh

Lampiran 6 Hasil Pengujian 2022



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Unit Induk Transmisi Jawa Bagian Barat
Laboratorium Pengujian Minyak Trafo

PLN
Jl. Ciliwung Besar No. 1 Cawang Ciliwung, Jakarta Timur 13640

T : (021) 7943566 F : (021) 7942300 E-mail : labutjb@pln.com



KAN
Kantor Negeri Jakarta

LAPORAN HASIL UJI KARAKTERISTIK MINYAK TRAFU

No. Registrasi : 230189-1 001
Tanggal Pengambilan Sample : 23 February 2023

Tanggal Penerimaan Sample : 27 February 2023
Tanggal Mulai Pengujian Sample : 23 February 2023
Tanggal Selesai Pengujian Sample : 23 February 2023
Tanggal Terbit Laporan Hasil Uji : 27 February 2023
Lokasi Pengujian Sample : Laboratorium UUTJB Ciliwung
Nama Penguji : AISAMERA RUSCAWANI

Pelanggan/Pemilik Asat Alamat : UUTJ CAWANG
Jl. Ciliwung Besar No. 1 Cawang, RW.03, Ciliwung, Kec. Kramat Jati, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13640

Gardu Induk : GIS 150 KV CAWANG BARU
Trafo [Phasa] Tegangan : TRF# 1 150/20KV [RST] 150
Merk [Serial] Tahun Operasi : HYUNDAI/ TU-349/ 1969033 1999

Jenis Minyak Trafo :
Sample Point : BOTTOM MANTONK
Status Sample : Sample Minyak Pakai / Operasi
Alasan Pengujian : RUTIN 3 BULANAN
Keterangan :

No.	Parameter	Hasil		Metoda	Alat Uji	Batasannya REC60422:2013			
		Nilai	Satuan			Kategori Trafo	Baik	Cukup	Buruk
1.	TEGANGAN TEGANG BUS	643	kV/2,5mm	IEC 60156 : 2018	Merk : MEGGER Tipe : CTS100AP No. Seri : 101202257 Tgl. Permethanaan : 17-04-2022	B	> 50	40 - 50	< 40
2.	KADAR AIR	301	ppm	IEC 60814 : 1997	Merk : Metrohm Tipe : 831KF No. Seri : 1831 001 009 131 Tgl. Permethanaan : 17-04-2022	B	< 20	20 - 30	> 30
3.	WARNA	6		ASTM D1500-2	Merk : Lovibond Tipe : FX-19S/2 No. Seri : 104413 Tgl. Permethanaan :	B	<= 35		> 35
4.	BLANGKASAWA (*)	0,1109	mg/KOH/g	ASTM D664-17A Metode A	-	B	< 0,1	0,1 - 0,2	> 0,2
5.	TEGANGAN ANTARMUKA	18,27	min/Vm	ISO 6395:1983	Merk : Energy Support Tipe : Sigma2000 No. Seri : 72426 Tgl. Permethanaan :	B	> 28	22 - 28	< 22

D = Trafo Tenaga > 400KV, A = Trafo Tenaga 170 ~ 400KV, B = Trafo Tenaga 72,5 ~ 170KV,
C = Trafo Tenaga < 72,5KV.

(*) Parameter Tarakreditas KAN

Downloaded By: 9718012TAY
Halaman 1 dari 2

Dokumen ini tidak dikendalikan jika diunduh

JAKARTIA

Lampiran 7 Hasil Pengujian 2023



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Unit Induk Transmisi Jawa Bagian Barat
Laboratorium Pengujian Minyak Trafo

PLN
J. Cilik dan Besar No. 1 Cawang Cili Kari, Jakarta Timur 13640
T : (02) 17543 566 F : (02) 1754 2300 E-mail : labulit@pln.com



KAN
Kantor Negeri Jakarta

LAPORAN HASIL UJI KARAKTERISTIK MINYAK TRAF0

No. Registrasi : 240346-1001
Tanggal Pengambilan Sample : 29 May 2024

Tanggal Perencanaan Sample : 30 May 2024
Tanggal Mulai Pengujian Sample : 03 June 2024
Tanggal Selesai Pengujian Sample : 03 June 2024
Tanggal Terbit Laporan Hasil Uji : 03 June 2024
Lokasi Pengujian Sample : Laboratorium UUT JBB Cilik dan Besar
Nama Penguji : BERNHAIK ERTYANA

Pelanggan/Perusahaan : UTEG CAWANG
Alamat : AC Mien Besar No. 1 Cawang, RT/09, Cilik dan Besar, Kec. Kramat Jati, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Jakarta 13640

Gardu Induk : GB 150KV CAWANG BARU
Trafo (Phasa) Tegangan : TRAF 150/200V [10T] 150
Kwh (Seri) Tahun Operasi : HYUNDAI / TI-369 [T98033] 1999
Sample Phase : BOTTOM KAN/DANK
Status Sample : Sample Minyak Pakai / Operasi
Alasan Pengujian : RUTIN 3 BULANAN

No.	Parameter	Hasil		Metoda	Alat Uji	Batasannya IE 68-04-22 : 2013			
		Nilai	Satuan			Kategori Trafo	Baru	Cukup	Busuk
1.	TEGANGAN TENSUS	81,4	kV/2mm	IEC 60156 : 2018	Merk: MEGGER Tipe : UT5100AF No. Seri : 101202757 Tgl. Permeliharaan : 17-04-2022	B	> 75	40 - 50	< 40
2.	KADAR AIR	39,05	ppm	IEC 60814 : 1997	Merk: Metrohm Tipe : 917 Coulometer No. Seri : 1917001006308 Tgl. Permeliharaan :	B	< 20	20 - 30	> 30
3.	WARNA	5,9		ASTM D1500-2	Merk: Lovibond Tipe : P56-1 95/2 No. Seri : 104413 Tgl. Permeliharaan :	B	<= 5,5		> 5,5
4.	BILANGAN ASAM (*)	0,1023	mg KOH/g	ASTM D994-17A Methode A	Merk: Metrohm Tipe : 848 Titrino Plus No. Seri : 1048001032643 Tgl. Permeliharaan :	B	< 0,1	0,1 - 0,2	> 0,2
5.	TEGANGAN AN DAWUKA	20,59	mV/m	ISO 6295 :1983	Merk: Energy Support Tipe : Sigma2000 No. Seri : 72406 Tgl. Permeliharaan :	B	> 28	22 - 28	< 22

(*) Parameter Terakreditasi KAN
 O = Trafo Tenaga > 400kVA, A = Trafo Tenaga 170 - 400kVA, B = Trafo Tenaga 72,5 - 170kVA,
 C = Trafo Tenaga < 72,5kVA

Downloaded By: 97180127AY
Indaharti dan 7

Dokumen ini tidak diperjualbelikan dan diunduh



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Unit Induk Transmisi Jawa Bagian Barat
Laboratorium Pengujian Minyak Trafo

P. I. N
Jl. Cikarang Besar No. 1 Cawang Cikarang, Jakarta Timur 13640
T: (021) 7543866 F: (021) 7543260 E-mail: labuji@jbtgri.com



LAPORAN HASIL UJI KARAKTERISTIK MINYAK TRAF0

No Registrasi : 3.001.36-1001

Tanggal Pengambilan Sample : 18 February 2025

Tanggal Penyerahan Sample : 19 February 2025

Tanggal Mulai Pengujian Sample : 19 February 2025

Tanggal Selesai Pengujian Sample : 19 February 2025

Tanggal Isuor Laporan Hasil Uji : 30 February 2025

Lokasi Pengujian Sample : Laboratorium Uji OIL Cikarang

Nama Penguji : RIBHAWATI THANI

Pelanggan/Perusahaan : PT. PT. CIBANG

Alamat : Jl. Cikarang Besar No. 1 Cawang Cikarang, Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13640

Gedung/Block : GEDUNG CARANG BARU

Trafo [Phase] : Trafo [Phase] Trafo [Phase]

Model [Detail] : Model [Detail] Trafo [Phase]

Arus Nominal Trafo : 10000/10000/10000

Sample Point : RUT 10000/10000

Status Sample : Sample Trafo Pakal / Operasi

Asam Pengujian : RUT 10000/10000

Indikasi : RUT 10000/10000

Uji : UT CIBANG

Asam : Asam Trafo No. 1 Cawang Cikarang, Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13640

Model : GEDUNG CARANG BARU

Trafo [Phase] : Trafo [Phase] Trafo [Phase]

Model [Detail] : Model [Detail] Trafo [Phase]

Arus Nominal Trafo : 10000/10000/10000

Sample Point : RUT 10000/10000

Status Sample : Sample Trafo Pakal / Operasi

Asam Pengujian : RUT 10000/10000

Indikasi : RUT 10000/10000

No.	Parameter	Hasil		Metode	Atas Uji	Batasannya B060423 (2013)			
		Nilai	Satuan			Kategori	Trafo	Salah	Benar
1.	TRAGANGAN TAMBILUS	1001	W/25 mm	IEC 60150 : 2010	Minik : MEG GSR Type : O TSI 00AF No. Seri : 101202757 Tgl. Penyerahan : 17-06-2023	B	> 10	4.0-5.0	< 4.0
2.	KADAR AIR	27.35	ppm	IEC 60614 : 1997	Minik : Mettchm Type : 917 Coulometer No. Seri : 19120100000000 Tgl. Penyerahan :	B	< 2.0	3.0-3.0	> 3.0
3.	WABNA	5.9		ASTM D 5004	Minik : Lowbond Type : F050-1002 No. Seri : 100413 Tgl. Penyerahan :	B	< 0.5		> 3.0
4.	ILANGAN AGAM (*)	0.107	mg/Kg Ag	ASTM D 664-17A Metode A	Minik : Mettchm Type : 840 Titration Plus No. Seri : 18000100000000 Tgl. Penyerahan :	B	< 0.1	0.1-0.2	> 0.2
5.	TRAGANGAN ANTARABAKA	36.36	ml/1m	IEC 60395 : 1998	Minik : Energy Support Type : Sigma 3000 No. Seri : 73436 Tgl. Penyerahan :	B	> 3.0	2.2-2.8	< 2.0

D = Trafo Tenaga > 400VA; A = Trafo Tenaga 130-400VA; B = Trafo Tenaga 70.5-130VA; C = Trafo Tenaga < 70.5VA

(*) Pada meter Trafo terdapat KAN

Dokumen Isuor By : 99100027AY
Halaman 1 dari 2

Lampiran 9 Hasil Pengujian 2025



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 10 Proses Pengambilan Sampel Minyak

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Nama Lengkap : Andre Salomo Simbolon
2. NIM : 2202431009
3. Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 15 Oktober 2003
4. Jenis Kelamin : Laki-laki
5. Alamat : Perumahan Taman Cibinong Asri Blok F1
No 33 RT 02/RW 019 Kelurahan Karadenan, Kecamatan Cibinong,
Kabupaten Bogor, Jawa Barat
6. Email : andre.salomo.simbolon.tn22@mhs.wpnj.ac.id
7. Pendidikan
 - SD : SD Negeri Karadenan 01
 - SMP : SMP Tunas Bangsa
 - SMA : SMA Negeri 3 Cibinong
8. Program Studi : Teknologi Rekayasa Konversi Energi
9. Bidang Perminatan : Minyak Transformator
10. Tempat/Topik OJT : PT. PLN (Persero) ULTG Cawang