

**LAPORAN KERJA PRAKTIK**  
**PENERAPAN PEMELIHARAAN TRANSFORMATOR UNTUK**  
**MENINGKATKAN KINERJA SISTEM TRAF0 DI CV. ALYA**  
**GUTA LESTARI MEDAN**



**Disusun Oleh:**

**WAHYUDI HALOMOAN**  
**NPM: 228120007**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MEDAN AREA**  
**MEDAN**  
**2026**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 17/9/26

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)17/9/26

## **LAPORAN KERJA PRAKTIK**

### **PENERAPAN PEMELIHARAAN TRANSFORMATOR UNTUK MENINGKATKAN KINERJA SISTEM TRAF0 DI CV. ALYA GUTA LESTARI MEDAN**



**Disusun Oleh:**

**WAHYUDI HALOMOAN  
NPM: 228120007**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2026**

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Wahyudi Halomoan

NPM : 228120007

Judul Laporan Magang:

**PENERAPAN PEMELIHARAAN TRASFORMATOR UNTUK  
MENINGKATKAN KINERJA SISTEM TRAF0 DI CV. ALYA GUTA  
LESTARI MEDAN**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa laporan magang ini secara keseluruhan merupakan karya orisinal saya sendiri, bukan plagiasi sebagian atau keseluruhan dari karya tulis orang lain kecuali pada bagian-bagian yang dirujuk sebagai sumber pustaka sesuai dengan aturan penulisan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat tanpa adanya paksaan dari pihak manapun. Saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap kejujuran akademik, etika keilmuan dalam karya ini, atau ditemukan bukti yang menunjukkan ketidakaslian karya ini.

Medan, 10 Mei 2026

Wahyudi Halomoan

228120007

**LEMBAR PENGESAHAN  
LAPORAN KERJA PRAKTIK**

Telah disetujui dan disahkan pada tanggal: 16 Juli 2025

**PENERAPAN PEMELIHARAAN TRASFORMATOR UNTUK  
MENINGKATKAN KINERJA SISTEM TRAF0 DI CV. ALYA GUTA  
LESTARI MEDAN**

Medan, 10 Mei 2026

Menyetujui:

Pembimbing Akademis,

A

Pembimbing Lapangan,

Mhd.Fadlan Siregar, S.T.,M.T

(Parlindungan Hasibuan, S.T.)

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Elektro



(Mhd.Fadlan Siregar, S.T.,M.T)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan kesehatan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Kerja Praktek dengan judul “Cara Kerja Purifier Oil Transormator Pada Oli Yang ada di Dalam Trafo” tepat pada waktunya.

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan mata kuliah Kerja Praktek pada Program Studi Teknik Elektro. Melalui pelaksanaan kerja praktek ini, penulis memperoleh banyak pengalaman dan pengetahuan baru khususnya mengenai sistem kelistrikan, cara kerja purifier oil transformator, pada unit trafo.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis menyadari masih terdapat kekurangan, baik dari segi isi maupun penyajian. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan laporan ini di masa yang akan datang.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Hafis Saleh HSB, Ayah tercinta, atas segala doa, kerja keras, dan pengorbanan yang menjadi teladan serta motivasi besar bagi penulis dalam menempuh pendidikan hingga tahap ini.
2. Ibu Ros Mainar Nasution, Ibu tersayang, atas kasih sayang, doa yang tiada henti, serta dukungan yang tulus yang selalu menjadi kekuatan dan penyemangat dalam setiap langkah penulis.
3. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc., selaku Rektor Universitas

Medan Area.

4. Bapak Parlindungan Hasibuan, S.T., selaku Direktur Perusahaan dan Pembimbing saya di Lapangan.
5. Bapak Mhd. Fadlan Siregar, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Lapangan dan Ketua Program Studi Teknik Elektro.
6. Seluruh jajaran staf dan pegawai Universitas Medan Area yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan kerja praktek.
7. Seluruh jajaran teknisi CV. ALYA GUTA LESTARI yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan kerja praktek, serta memberikan semangat pantang menyerah dalam kondisi apapun.

Demikian laporan ini saya buat, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun untuk kesempurnaan laporan Praktik ini dan juga sebagai masukan bagi penulis.

Akhir kata, penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca atau siapa saja yang ingin mengambil isi bahan masukan ataupun sebagai pembanding.

Medan, 10 Mei 2026

Hormat Penulis,

Wahyudi Halomoan

228120007

## DAFTAR ISI

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| KATA PENGANTAR .....                                  | v   |
| DAFTAR ISI .....                                      | vii |
| DAFTAR TABEL .....                                    | ix  |
| DAFTAR GAMBAR .....                                   | x   |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                 | xi  |
| BAB I PENDAHULUAN .....                               | 12  |
| 1.1 Latar Belakang .....                              | 12  |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                             | 13  |
| 1.3 Tujuan Kerja Praktek .....                        | 14  |
| 1.4 Manfaat Kerja Praktek .....                       | 14  |
| 1.5 Batasan Masalah .....                             | 15  |
| 1.6 Waktu dan Tempat Pelaksanaan .....                | 15  |
| 1.7 Sistematika Penulisan .....                       | 16  |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....                         | 17  |
| 2.1 Transformator: Pengertian dan Prinsip Kerja ..... | 17  |
| 2.2 Klasifikasi Transformator .....                   | 18  |
| 2.3 Komponen Utama Transformator dan Fungsinya .....  | 19  |
| 3.5 Prosedur Pelaksanaan Pengujian .....              | 31  |
| 3.5.1 Pengujian Resistansi Isolasi .....              | 31  |
| 3.5.2 Pengujian Minyak Isolasi .....                  | 31  |
| 3.5.3 Pengukuran Parameter Operasional .....          | 32  |
| 3.6 Kerangka Analisis Data .....                      | 32  |
| 3.7 Diagram Alir Penelitian .....                     | 33  |
| 3.8 Jadwal Pelaksanaan Kerja Praktek .....            | 34  |
| 3.9 Etika Penelitian dan Kerahasiaan Data .....       | 35  |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....                     | 37  |
| 4.1 Dasar Teori .....                                 | 37  |
| 4.2 Kegiatan Pemeliharaan Trafo .....                 | 38  |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....                      | 42  |

|                      |    |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan ..... | 42 |
| 5.2 Saran.....       | 42 |
| DAFTAR PUSTAKA ..... | 44 |
| LAMPIRAN .....       | 46 |



## DAFTAR TABEL

|                                                                               | Halaman |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel 2. 1 Klasifikasi Transformator Berdasarkan Kapasitas dan Aplikasi ..... | 19      |
| Tabel 2. 2 Persentase Penyebab Kegagalan Transformator Distribusi .....       | 21      |
| Tabel 2. 3 Standar Parameter Kondisi Minyak Isolasi Transformator .....       | 24      |
| Tabel 3. 1 Peralatan dan Instrumen Pengujian yang Digunakan .....             | 30      |
| Tabel 3. 2 Jadwal Pelaksanaan Kerja Praktek.....                              | 34      |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                  | Halaman |
|------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....                        | 34      |
| Gambar 4. 1 Pengisian minyak pada trafo.....                     | 38      |
| Gambar 4. 2 Pergantian seal dan inspeksi bushing.....            | 39      |
| Gambar 4. 3 Pengoperasian Mesin Filter Minyak Trafo.....         | 40      |
| Gambar 4. 4 Pengecekan menggunakan remote integrated safety..... | 41      |



## DAFTAR LAMPIRAN

**Lampiran 1** Surat Tugas MBKM .....**Error! Bookmark not defined.**

**Lampiran 2** Pengumuman Seleksi MBKM .....**Error! Bookmark not defined.**



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan industri manufaktur dan jasa di Indonesia dalam beberapa dekade terakhir menunjukkan peningkatan yang signifikan, seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan pasokan energi listrik yang handal dan berkelanjutan. Dalam konteks ini, transformator menjadi komponen vital dalam sistem distribusi daya listrik, karena berperan sebagai perantara antara sumber tegangan tinggi dari jaringan transmisi dengan kebutuhan tegangan rendah pada beban industri maupun komersial. Kegagalan operasional pada transformator tidak hanya menimbulkan kerugian ekonomi akibat gangguan produksi, tetapi juga berpotensi mengancam keselamatan kerja dan stabilitas sistem kelistrikan secara keseluruhan.

CV. Alya Guta Lestari Medan merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di sektor industri di Kota Medan yang sangat bergantung pada keandalan pasokan listrik dalam proses operasionalnya. Sebagai pengguna transformator distribusi dengan kapasitas tertentu, perusahaan ini menghadapi tantangan nyata dalam menjaga kesinambungan operasi transformator agar tidak mengalami gangguan yang tidak terduga. Kondisi lingkungan industri yang keras, fluktuasi beban yang tinggi, serta faktor penuaan komponen menjadi ancaman utama terhadap kinerja transformator yang digunakan di perusahaan tersebut.

Pemeliharaan transformator secara terencana dan sistematis merupakan pendekatan proaktif yang terbukti efektif dalam mencegah kegagalan peralatan

sebelum terjadi. Konsep pemeliharaan preventif dan prediktif yang diterapkan secara konsisten mampu memperpanjang usia operasional transformator, meminimalkan downtime yang tidak terjadwal, serta mempertahankan efisiensi kerja sistem kelistrikan pada tingkat yang optimal. Namun dalam praktiknya, banyak perusahaan skala menengah seperti CV. Alya Guta Lestari Medan masih belum memiliki sistem pemeliharaan transformator yang terstandarisasi dengan baik, sehingga penanganan kerusakan masih bersifat reaktif.

Berdasarkan kondisi tersebut, penulis tertarik untuk mengkaji lebih dalam mengenai penerapan program pemeliharaan transformator yang diterapkan di CV. Alya Guta Lestari Medan, mengidentifikasi permasalahan yang ada, serta menganalisis dampak pemeliharaan tersebut terhadap peningkatan kinerja sistem transformator secara keseluruhan. Kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah sekaligus rekomendasi praktis bagi perusahaan dalam mengoptimalkan sistem pemeliharaan transformatornya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah dalam laporan kerja praktek ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana prosedur dan metode pemeliharaan transformator yang diterapkan di CV. Alya Guta Lestari Medan?
2. Apa saja parameter teknis yang menjadi indikator utama dalam penilaian kondisi dan kinerja transformator?

3. Sejauh mana penerapan program pemeliharaan transformator berkontribusi terhadap peningkatan keandalan dan efisiensi sistem kelistrikan di CV. Alya Guta Lestari Medan?

### 1.3 Tujuan Kerja Praktek

Tujuan yang ingin dicapai dalam pelaksanaan kerja praktek ini mencakup beberapa aspek berikut:

1. Memahami secara mendalam prosedur pemeliharaan transformator yang diterapkan di lingkungan industri, khususnya di CV. Alya Guta Lestari Medan.
2. Mengidentifikasi dan menganalisis parameter-parameter teknis yang digunakan sebagai tolok ukur kondisi operasional transformator.
3. Mengevaluasi efektivitas program pemeliharaan transformator terhadap peningkatan kinerja, keandalan, dan efisiensi sistem kelistrikan perusahaan.
4. Merumuskan rekomendasi perbaikan sistem pemeliharaan transformator yang dapat diimplementasikan oleh perusahaan.

### 1.4 Manfaat Kerja Praktek

Pelaksanaan kerja praktek ini diharapkan memberikan manfaat bagi berbagai pihak, antara lain:

Bagi mahasiswa, kerja praktek ini menjadi wahana penerapan ilmu teknik elektro yang diperoleh di bangku perkuliahan ke dalam situasi nyata di lapangan, sekaligus mengembangkan kemampuan analitis dan pemecahan masalah teknis.

Bagi perusahaan, laporan ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam menyempurnakan prosedur pemeliharaan transformator yang lebih terstruktur dan berbasis data. Bagi institusi pendidikan, hasil kerja praktek ini dapat memperkaya khazanah penelitian terapan di bidang sistem tenaga listrik dan manajemen pemeliharaan peralatan industri.

### 1.5 Batasan Masalah

Guna menjaga fokus dan kedalaman analisis dalam laporan ini, maka pembahasan dibatasi pada ruang lingkup berikut:

1. Pembahasan difokuskan pada transformator distribusi tiga fasa yang beroperasi di CV. Alya Guta Lestari Medan.
2. Analisis pemeliharaan mencakup pemeliharaan preventif, pemeliharaan prediktif, dan pemeliharaan korektif pada transformator.
3. Parameter kinerja yang dianalisis meliputi rasio transformasi tegangan, resistansi isolasi, kadar kelembaban minyak trafo, suhu operasi, dan efisiensi daya.
4. Data teknis yang digunakan bersumber dari hasil pengujian dan pengamatan selama periode kerja praktek berlangsung.

### 1.6 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Kerja praktek dilaksanakan di CV. Alya Guta Lestari Medan yang beralamat di Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara. Pelaksanaan kerja praktek berlangsung selama 30 (tiga puluh) hari kerja, terhitung mulai dari tanggal yang ditetapkan oleh pihak perusahaan dan program studi. Selama periode tersebut,

mahasiswa ditempatkan pada bagian teknik dan pemeliharaan fasilitas kelistrikan untuk mengikuti dan mengamati secara langsung proses pemeliharaan transformator yang dilakukan oleh teknisi perusahaan.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Laporan kerja praktek ini disusun dalam beberapa bab yang saling berkaitan dan membentuk alur pembahasan yang sistematis. Bab I menguraikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, serta sistematika penulisan sebagai kerangka dasar laporan. Bab II menyajikan tinjauan pustaka yang membahas teori-teori fundamental terkait transformator, prinsip kerja, jenis-jenis kerusakan, serta konsep dan metode pemeliharaan yang relevan dengan topik kajian. Bab III memaparkan metodologi penelitian yang digunakan, termasuk teknik pengumpulan data, prosedur pengujian, dan kerangka analisis yang diterapkan selama kerja praktek. Dengan struktur tersebut, laporan ini diharapkan dapat menghadirkan kajian yang komprehensif dan argumentatif mengenai penerapan pemeliharaan transformator di CV. Alya Guta Lestari Medan.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Transformator: Pengertian dan Prinsip Kerja

Transformator, atau yang lazim disebut trafo, adalah suatu perangkat elektromagnetis statis yang berfungsi memindahkan energi listrik dari satu rangkaian ke rangkaian lain melalui prinsip induksi elektromagnetik, tanpa mengubah frekuensi tetapi dengan kemampuan mengubah besaran tegangan dan arus listrik. Secara konstruktif, transformator terdiri atas dua atau lebih kumparan (gulungan kawat) yang dihubungkan secara magnetis melalui inti besi berlaminasi. Kumparan primer menerima tegangan masukan, sedangkan kumparan sekunder menghasilkan tegangan keluaran yang besarnya bergantung pada perbandingan jumlah lilitan antara kedua kumparan tersebut.

Prinsip kerja transformator didasarkan pada hukum induksi Faraday yang menyatakan bahwa perubahan fluks magnetik yang melalui suatu kumparan akan menginduksikan tegangan elektromotif (GGL) pada kumparan tersebut. Ketika arus bolak-balik mengalir melalui kumparan primer, medan magnet yang dihasilkan terus berubah secara sinusoidal, sehingga menginduksikan tegangan pada kumparan sekunder. Hubungan matematis antara tegangan primer ( $V_1$ ), tegangan sekunder ( $V_2$ ), jumlah lilitan primer ( $N_1$ ), dan jumlah lilitan sekunder ( $N_2$ ) dinyatakan dalam persamaan rasio transformasi berikut:

$$V_1/V_2 = N_1/N_2 = a$$

di mana  $a$  adalah rasio transformasi. Jika  $a > 1$ , transformator berfungsi sebagai step-down (penurun tegangan), sedangkan jika  $a < 1$ , transformator

berfungsi sebagai step-up (penaik tegangan). Pemahaman mendalam terhadap prinsip kerja ini menjadi landasan yang tidak dapat diabaikan dalam merancang program pemeliharaan yang efektif.

## 2.2 Klasifikasi Transformator

Transformator dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa kriteria teknis. Berdasarkan fungsinya dalam sistem tenaga, transformator dibedakan menjadi transformator daya (power transformer), transformator distribusi (distribution transformer), transformator pengukuran (instrument transformer) yang mencakup Current Transformer (CT) dan Potential Transformer (PT), serta transformator khusus seperti transformator las dan transformator isolasi. Berdasarkan jumlah fasanya, dikenal transformator satu fasa dan transformator tiga fasa, di mana transformator tiga fasa lebih umum digunakan dalam sistem distribusi industri karena lebih efisien dan ekonomis.

Berdasarkan media pendingin yang digunakan, transformator dibedakan menjadi transformator kering (dry-type) yang menggunakan udara sebagai media pendingin, dan transformator berpendingin minyak (oil-immersed) yang merendam komponen aktifnya dalam minyak isolasi. Masing-masing tipe memiliki karakteristik teknis, keunggulan, dan tantangan pemeliharaan yang berbeda. Transformator berpendingin minyak yang umum digunakan pada instalasi daya menengah dan besar memerlukan perhatian khusus terhadap kondisi kualitas minyak isolasinya, karena degradasi minyak secara langsung berdampak pada penurunan kemampuan isolasi dan peningkatan risiko kegagalan transformator.

**Tabel 2. 1 Klasifikasi Transformator Berdasarkan Kapasitas dan Aplikasi**

| No. | Jenis Transformator | Kapasitas (kVA)  | Aplikasi Umum                      | Media Pendingin     |
|-----|---------------------|------------------|------------------------------------|---------------------|
| 1   | Distribusi Kecil    | < 100            | Perumahan /<br>Komersial Kecil     | Minyak / Kering     |
| 2   | Distribusi Menengah | 100 – 1.000      | Industri Kecil-<br>Menengah        | Minyak              |
| 3   | Distribusi Besar    | 1.000 –<br>5.000 | Industri Besar                     | Minyak<br>ONAN/ONAF |
| 4   | Daya (Power Trafo)  | > 5.000          | Gardu Induk /<br>Transmisi         | Minyak<br>OFAF/OFWF |
| 5   | Kering (Dry-Type)   | 10 – 2.500       | Dalam Gedung /<br>RS / Data Center | Udara (AN/AF)       |

Sumber: SNI IEC 60076-1:2012, diolah penulis (2024)

### 2.3 Komponen Utama Transformator dan Fungsinya

Pemahaman terhadap komponen utama transformator merupakan prasyarat fundamental dalam pelaksanaan program pemeliharaan yang komprehensif. Inti besi (core) yang terbuat dari laminasi baja silikon berfungsi sebagai jalur medan magnetik antara kumparan primer dan sekunder. Kualitas inti sangat menentukan

efisiensi transformator karena berkaitan dengan rugi inti (core loss) yang terdiri dari rugi histeresis dan rugi arus eddy. Kumputan (winding) yang dililitkan pada inti berfungsi sebagai media induksi elektromagnetik, dan isolasinya harus mampu menahan tegangan operasi serta tegangan surja (surge voltage) yang mungkin terjadi.

Tangki (tank) berfungsi sebagai wadah yang mengandung komponen aktif dan minyak isolasi sekaligus melindungi dari pengaruh lingkungan luar. Bushing adalah komponen insulasi yang menghubungkan terminal kumputan dengan rangkaian eksternal, dan kondisinya sangat kritis karena kerusakan bushing merupakan salah satu penyebab kegagalan transformator yang paling sering terjadi. Conservator tank atau tangki ekspansi berfungsi mengakomodasi perubahan volume minyak akibat pemuatan termal, dan dilengkapi dengan silica gel breather untuk menghindari masuknya kelembaban ke dalam minyak isolasi. Selain itu, komponen proteksi seperti relay Buchholz, relief valve, dan termometer berfungsi sebagai sistem deteksi dini terhadap kondisi abnormal transformator.

## 2.4 Kerusakan dan Penyebab Kegagalan Transformator

Kegagalan transformator umumnya tidak terjadi secara tiba-tiba, melainkan merupakan akumulasi dari degradasi komponen yang berlangsung dalam rentang waktu tertentu. Analisis terhadap berbagai literatur dan data lapangan menunjukkan bahwa kerusakan transformator dapat dikategorikan ke

dalam tiga kelompok utama berdasarkan penyebabnya, yaitu kerusakan akibat faktor elektris, faktor termal, dan faktor mekanis.

Faktor elektris meliputi tegangan lebih (overvoltage) akibat petir atau switching surge, arus lebih (overcurrent) akibat beban berlebih atau hubungan singkat, serta korona pada tegangan tinggi yang dapat merusak isolasi secara bertahap. Faktor termal mencakup panas berlebih akibat pembebanan melampaui kapasitas nominal, buruknya sistem pendinginan, atau kontaminasi minyak yang menurunkan kemampuan transfer panasnya. Sementara itu, faktor mekanis meliputi getaran berlebih, kerusakan akibat gaya elektromekanis saat terjadi hubungan singkat, serta korosi dan kerusakan fisik pada komponen eksterior.

**Tabel 2. 2 Persentase Penyebab Kegagalan Transformator Distribusi**

| No. | Penyebab Kegagalan               | Persentase (%) | Komponen Terdampak       |
|-----|----------------------------------|----------------|--------------------------|
| 1   | Kegagalan Isolasi / Winding      | 38             | Kumparan, Minyak Isolasi |
| 2   | Bushing Rusak / Flashover        | 22             | Bushing HV & LV          |
| 3   | Tegangan Lebih (Petir/Switching) | 18             | Isolasi, Kumparan        |
| 4   | Overload / Thermal               | 14             | Core, Winding, Minyak    |

| No. | Penyebab Kegagalan         | Persentase (%) | Komponen Terdampak  |
|-----|----------------------------|----------------|---------------------|
|     | Degradation                |                |                     |
| 5   | Faktor Mekanis & Lain-lain | 8              | Tangki, Tap Changer |

Sumber: IEEE C57.12.90-2015 & CIGRE Report (diadaptasi, 2024)

## 2.5 Konsep dan Filosofi Pemeliharaan Transformator

Dalam terminologi manajemen aset industri, pemeliharaan (maintenance) didefinisikan sebagai serangkaian tindakan terencana maupun tidak terencana yang bertujuan mempertahankan atau memulihkan suatu peralatan agar dapat berfungsi sesuai dengan spesifikasi teknisnya. Filosofi pemeliharaan transformator telah mengalami evolusi signifikan dari pendekatan reaktif (run-to-failure) menuju pendekatan proaktif yang berbasis kondisi dan data (condition-based maintenance).

Pemeliharaan preventif (preventive maintenance) merupakan tindakan pemeliharaan yang dilakukan secara berkala berdasarkan jadwal waktu tertentu, tanpa memandang kondisi aktual peralatan. Pendekatan ini efektif dalam mencegah kegagalan yang bersifat deterministik namun kurang efisien dari segi biaya karena berpotensi melakukan penggantian komponen yang sebenarnya masih layak operasi. Sebaliknya, pemeliharaan prediktif (predictive maintenance) mengandalkan data monitoring kondisi peralatan secara real-time atau periodik

untuk memprediksi kapan kegagalan akan terjadi, sehingga intervensi pemeliharaan dapat dilakukan hanya ketika benar-benar diperlukan. Metode pemeliharaan prediktif yang umum diterapkan pada transformator antara lain analisis gas terlarut dalam minyak (DGA - Dissolved Gas Analysis), pengujian faktor dielektrik (tan delta), pengujian resistansi isolasi, termografi inframerah, dan analisis getaran.

Pemeliharaan korektif (corrective maintenance) dilakukan setelah terdeteksinya kerusakan atau kegagalan, baik secara parsial maupun total. Meskipun tidak dapat dihindari sepenuhnya, proporsi pemeliharaan korektif yang tinggi dalam suatu organisasi mengindikasikan lemahnya sistem pemeliharaan preventif dan prediktif yang diterapkan. Kombinasi ketiga pendekatan pemeliharaan ini secara optimal, yang sesuai dengan kebutuhan spesifik dan kondisi operasional setiap transformator, merupakan praktik terbaik (best practice) dalam manajemen aset transformator.

## 2.6 Parameter Teknis Penilaian Kondisi Transformator

Penilaian kondisi transformator secara komprehensif memerlukan pengukuran dan analisis terhadap berbagai parameter teknis yang mencerminkan integritas komponen-komponen kritis. Resistansi isolasi merupakan parameter fundamental yang mengindikasikan kualitas sistem isolasi transformator. Nilai resistansi isolasi yang rendah atau terus menurun mengindikasikan adanya degradasi isolasi, kontaminasi kelembaban, atau kerusakan kumparan. Standar IEEE C57.12.90 merekomendasikan nilai minimum resistansi isolasi yang

dihitung berdasarkan tegangan kerja transformator dan tingkat kelembaban lingkungan.

Indeks polarisasi (Polarization Index / PI) adalah perbandingan nilai resistansi isolasi pada menit ke-10 terhadap menit ke-1 pengujian. Nilai PI yang tinggi (umumnya  $> 2$ ) mengindikasikan kondisi isolasi yang baik dan kering, sedangkan nilai PI yang rendah ( $< 1,5$ ) mengindikasikan isolasi yang lembab, kotor, atau terdegradasi. Pengujian tan delta (dissipation factor) mengukur sudut kerugian dielektrik yang berkorelasi langsung dengan kualitas insulasi; nilai tan delta yang meningkat menunjukkan peningkatan kandungan kontaminan atau degradasi dielektrik.

Analisis minyak isolasi mencakup pengujian tegangan tembus (breakdown voltage / BDV), kandungan kelembaban, kadar asam (acidity/neutralization number), dan warna minyak. Tegangan tembus minyak yang berada di bawah 30 kV (untuk tegangan operasi menengah) merupakan indikator yang jelas bahwa minyak memerlukan penggantian atau pengolahan ulang (reclaiming/rekondisi). Sementara itu, analisis DGA memungkinkan deteksi dini terhadap berbagai jenis kerusakan internal melalui identifikasi jenis dan konsentrasi gas yang terlarut dalam minyak, seperti hidrogen ( $H_2$ ), metana ( $CH_4$ ), etilena ( $C_2H_4$ ), dan asetilena ( $C_2H_2$ ).

**Tabel 2. 3 Standar Parameter Kondisi Minyak Isolasi Transformator**

| No. | Parameter Pengujian | Satuan | Kondisi Baik | Perlu Perhatian | Standar Rujukan |
|-----|---------------------|--------|--------------|-----------------|-----------------|
|     |                     |        |              |                 |                 |

| No. | Parameter Pengujian               | Satuan   | Kondisi Baik | Perlu Perhatian | Standar Rujukan |
|-----|-----------------------------------|----------|--------------|-----------------|-----------------|
| 1   | Tegangan Tembus (BDV)             | kV       | > 40         | 30 – 40         | IEC 60156       |
| 2   | Kadar Air (Moisture)              | ppm      | < 10         | 10 – 20         | IEC 60814       |
| 3   | Angka Keasaman                    | mg KOH/g | < 0,1        | 0,1 – 0,2       | IEC 62021       |
| 4   | Faktor Dielektrik (tan $\delta$ ) | %        | < 0,5        | 0,5 – 1,0       | IEC 60247       |
| 5   | Indeks Warna (Color)              | -        | < 2          | 2 – 4           | ASTM D1500      |

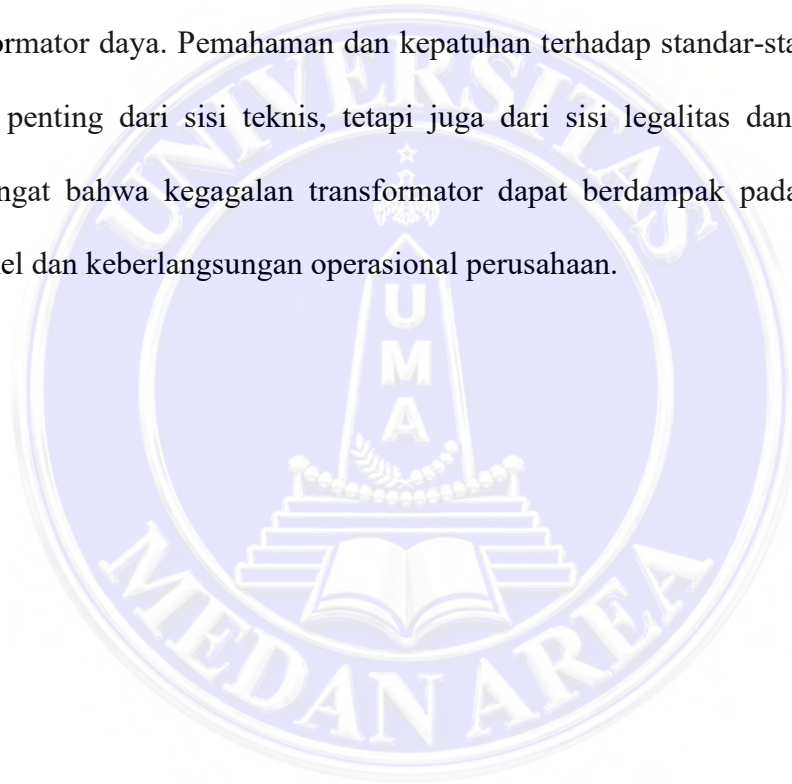
Sumber: IEC Standards & ASTM International, diadaptasi penulis (2024)

## 2.7 Peraturan dan Standar Pemeliharaan Transformator

Pelaksanaan pemeliharaan transformator di Indonesia tidak dapat dilepaskan dari kerangka regulasi dan standar teknis yang berlaku. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 10 Tahun 2021 tentang Keselamatan Instalasi Tenaga Listrik dan Perlindungan Lingkungan mengamanatkan bahwa setiap instalasi tenaga listrik, termasuk transformator distribusi, wajib dipelihara secara berkala oleh tenaga teknik yang berkompeten.

Di tingkat internasional, standar IEEE C57 series dan IEC 60076 series menjadi acuan teknis yang paling umum digunakan dalam pengujian, pengoperasian, dan pemeliharaan transformator daya.

Standar IEEE C57.104 secara khusus membahas interpretasi analisis gas terlarut dalam minyak isolasi transformator, memberikan panduan diagnosis kondisi transformator berdasarkan konsentrasi gas-gas kritis. Sementara itu, IEC 60076-3 mengatur persyaratan insulasi dan pengujian tegangan lebih pada transformator daya. Pemahaman dan kepatuhan terhadap standar-standar ini tidak hanya penting dari sisi teknis, tetapi juga dari sisi legalitas dan keselamatan, mengingat bahwa kegagalan transformator dapat berdampak pada keselamatan personel dan keberlangsungan operasional perusahaan.



## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian**

Penelitian dalam laporan kerja praktek ini menggunakan pendekatan kualitatif-kuantitatif (mixed method) yang bersifat deskriptif-analitis. Pendekatan kualitatif digunakan untuk memahami prosedur pemeliharaan transformator yang diterapkan di CV. Alya Guta Lestari Medan melalui observasi langsung dan wawancara mendalam dengan personel teknik perusahaan. Sementara itu, pendekatan kuantitatif digunakan untuk menganalisis data pengukuran parameter teknis transformator yang diperoleh melalui serangkaian pengujian di lapangan. Kombinasi kedua pendekatan ini memungkinkan penulis untuk tidak hanya mendeskripsikan kondisi transformator, tetapi juga menarik kesimpulan yang berbasis data empiris dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Jenis penelitian ini tergolong penelitian terapan (applied research) yang berorientasi pada pemecahan masalah nyata di lapangan, yakni bagaimana mengoptimalkan pemeliharaan transformator untuk meningkatkan kinerja sistem kelistrikan industri. Dengan demikian, temuan penelitian ini memiliki relevansi praktis yang langsung dapat diimplementasikan oleh perusahaan, sekaligus memberikan kontribusi pada pengembangan pengetahuan terapan di bidang pemeliharaan sistem tenaga listrik.

### **3.2 Lokasi dan Objek Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di CV. Alya Guta Lestari yang berkedudukan di Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara. Perusahaan ini bergerak di bidang industri dengan kebutuhan daya listrik yang cukup besar sehingga mengandalkan transformator distribusi sebagai komponen kritis dalam infrastruktur kelistrikannya. Objek penelitian adalah transformator distribusi tiga fasa berpendingin minyak yang terpasang di fasilitas produksi perusahaan, dengan fokus utama pada aspek kondisi fisik, kualitas minyak isolasi, sistem isolasi kumparan, serta prosedur pemeliharaan yang diterapkan oleh tim teknik perusahaan.

Pemilihan CV. Alya Guta Lestari Medan sebagai lokasi penelitian didasarkan pada pertimbangan bahwa perusahaan ini merupakan representasi tipikal industri menengah yang menghadapi tantangan nyata dalam pengelolaan aset transformator, di mana sistem pemeliharaan yang ada masih dalam proses pengembangan dan penyempurnaan. Kondisi ini memberikan ruang yang memadai bagi penulis untuk melakukan observasi, analisis, dan perumusan rekomendasi yang bermakna.

### 3.3 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui empat metode utama yang saling melengkapi, yakni observasi langsung, wawancara, studi dokumentasi, dan pengujian teknis. Keempat metode ini dipilih secara sinergis untuk memastikan kedalaman dan keakuratan data yang diperoleh.

Observasi langsung (direct observation) dilakukan dengan mengamati secara menyeluruh kondisi fisik transformator, sistem pendinginan, komponen proteksi, serta prosedur kerja yang diterapkan oleh teknisi perusahaan dalam melaksanakan kegiatan pemeliharaan. Melalui observasi ini, penulis dapat mengidentifikasi gap antara prosedur yang seharusnya diterapkan berdasarkan standar teknis dengan praktik aktual di lapangan, yang merupakan inti dari analisis kritis dalam laporan ini.

Wawancara mendalam dilakukan dengan supervisor teknik, teknisi pemeliharaan, dan operator yang terlibat langsung dalam pengelolaan transformator. Wawancara dirancang secara semi-terstruktur agar dapat menggali informasi yang kaya dan mendalam mengenai pengalaman teknis, tantangan yang dihadapi, serta persepsi terhadap efektivitas program pemeliharaan yang ada. Studi dokumentasi mencakup penelaahan terhadap log pemeliharaan, catatan gangguan, laporan pengujian sebelumnya, dan manual teknis transformator.

Pengujian teknis dilakukan secara langsung di lapangan dengan menggunakan peralatan ukur yang telah dikalibrasi. Pengujian ini mencakup pengukuran resistansi isolasi, uji tegangan tembus minyak isolasi, pengukuran tegangan dan arus operasi, serta pemeriksaan visual komprehensif menggunakan pedoman inspeksi terstandarisasi.

### 3.4 Peralatan dan Instrumen Penelitian

Untuk memastikan akurasi dan validitas data teknis yang diperoleh, penelitian ini menggunakan peralatan pengujian yang sesuai dengan standar

industri. Tabel 3.1 berikut menyajikan daftar peralatan utama yang digunakan beserta spesifikasi dan fungsinya.

**Tabel 3. 1 Peralatan dan Instrumen Pengujian yang Digunakan**

| No. | Nama Peralatan                        | Fungsi Utama                            | Standar Kalibrasi |
|-----|---------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------|
| 1   | Megger (Insulation Resistance Tester) | Pengukuran resistansi isolasi kumparan  | IEC 60060-1       |
| 2   | Oil BDV Tester (Breakdownvoltage)     | Uji tegangan tembus minyak trafo        | IEC 60156         |
| 3   | Clamp Meter Digital                   | Pengukuran arus beban dan arus netral   | IEC 61010         |
| 4   | Multimeter Digital (True RMS)         | Pengukuran tegangan primer & sekunder   | IEC 61010         |
| 5   | Thermometer Inframerah                | Pengukuran suhu permukaan & hotspot     | ISO/IEC 17025     |
| 6   | Moisture Meter (Minyak)               | Pengukuran kadar air dalam minyak trafo | IEC 60814         |
| 7   | Tang Fase Meter                       | Pengukuran faktor daya dan sudut fasa   | IEC 61010         |

Sumber: Data primer, inventaris peralatan CV. Alya Guta Lestari (2024)

### 3.5 Prosedur Pelaksanaan Pengujian

Pengujian transformator dilaksanakan mengikuti prosedur standar yang mengacu pada ketentuan dalam IEC 60076 series dan IEEE C57 series. Sebelum pelaksanaan pengujian, transformator terlebih dahulu dibebaskan dari tegangan (de-energized) dan dilakukan prosedur penguncian dan penandaan (lock-out/tag-out / LOTO) sesuai prosedur keselamatan kerja. Penerapan prosedur LOTO ini bukan sekadar formalitas administratif, melainkan merupakan langkah kritis yang menjamin keselamatan personel yang melakukan pengujian.

#### 3.5.1 Pengujian Resistansi Isolasi

Pengujian resistansi isolasi dilakukan menggunakan megger dengan tegangan uji 5 kV DC untuk transformator dengan tegangan primer 20 kV, dan tegangan uji 2,5 kV DC untuk sisi sekunder. Pengukuran dilakukan antara kumparan primer dengan kumparan sekunder, kumparan primer dengan tangki (ground), kumparan sekunder dengan tangki, serta antara kumparan primer dan sekunder secara bersamaan terhadap tangki. Nilai resistansi dicatat pada detik ke-60 untuk mendapatkan nilai R60, dan pada menit ke-10 untuk mendapatkan nilai R600, sehingga dapat dihitung nilai Indeks Polarisasi ( $PI = R600/R60$ ).

#### 3.5.2 Pengujian Minyak Isolasi

Pengambilan sampel minyak dilakukan melalui katup sampling di bagian bawah tangki transformator, menggunakan peralatan dan wadah yang bersih dan kering untuk menghindari kontaminasi sampel. Sampel minyak kemudian diuji menggunakan oil BDV tester untuk menentukan tegangan tembusnya, diukur kadar airnya menggunakan moisture meter, serta diperiksa warnanya secara visual

dan menggunakan colorimeter. Untuk pengujian yang memerlukan analisis laboratorium (seperti pengujian viskositas dan angka keasaman), sampel dikirim ke laboratorium terakreditasi.

### 3.5.3 Pengukuran Parameter Operasional

Pengukuran parameter operasional transformator dilakukan dalam kondisi berbeban (on-load) pada jam-jam operasi normal perusahaan. Parameter yang diukur meliputi tegangan primer (V1) dan sekunder (V2) pada setiap fasa, arus beban pada setiap fasa sisi primer dan sekunder, temperatur minyak pada bagian atas tangki (top oil temperature), temperatur udara sekitar, serta pembacaan pada instrumen proteksi lokal yang terpasang pada transformator. Data pengukuran ini dicatat pada formulir standar yang telah disiapkan dan akan menjadi basis analisis kinerja transformator.

### 3.6 Kerangka Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilaksanakan secara bertahap mengikuti kerangka yang terstruktur. Tahap pertama adalah verifikasi dan validasi data, di mana seluruh data hasil pengukuran dan pengujian diperiksa konsistensinya dan dibandingkan dengan pengukuran berulang untuk memastikan repeatability hasil. Data yang dianggap outlier atau tidak konsisten akan diverifikasi ulang melalui pengukuran tambahan.

Tahap kedua adalah analisis komparatif, yaitu membandingkan nilai parameter yang terukur dengan nilai standar yang ditetapkan oleh regulasi dan standar teknis yang berlaku (IEC, IEEE, SNI). Perbandingan ini memungkinkan identifikasi parameter-parameter yang berada di luar rentang normal, sehingga dapat menentukan prioritas tindakan pemeliharaan yang diperlukan. Tahap ketiga

adalah analisis tren (trend analysis), yang dilakukan dengan membandingkan data pengujian terkini dengan data historis yang tersedia dalam log pemeliharaan perusahaan. Analisis tren ini penting untuk menilai laju degradasi komponen dan memperkirakan sisa umur operasional (remaining useful life) transformator.

Tahap keempat adalah sintesis dan perumusan kesimpulan, di mana seluruh temuan diintegrasikan untuk memberikan penilaian komprehensif terhadap kondisi transformator dan efektivitas program pemeliharaan yang diterapkan. Pada tahap ini juga dirumuskan rekomendasi teknis yang spesifik, terukur, dan dapat ditindaklanjuti oleh perusahaan.

### 3.7 Diagram Alir Penelitian

Untuk memberikan gambaran yang sistematis dan mudah dipahami mengenai alur pelaksanaan penelitian ini, berikut disajikan diagram alir yang menggambarkan tahapan penelitian dari awal hingga akhir.

**Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian**





Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Sumber: Rancangan penulis (2024)

3.8 Jadwal Pelaksanaan Kerja Praktek

Pelaksanaan kerja praktek dan pengumpulan data penelitian dirancang dalam jadwal yang terstruktur sebagaimana disajikan pada Tabel 3.2 berikut. Penjadwalan yang terencana ini penting untuk memastikan bahwa seluruh data yang diperlukan dapat dikumpulkan secara sistematis dalam periode kerja praktek yang telah ditetapkan.

Tabel 3. 2 Jadwal Pelaksanaan Kerja Praktek

| No. | Kegiatan                          | Minggu | Minggu | Minggu | Minggu 4 |
|-----|-----------------------------------|--------|--------|--------|----------|
|     |                                   | 1      | 2      | 3      |          |
| 1   | Orientasi & Pengenalan Perusahaan | ✓      | -      | -      | -        |

| No. | Kegiatan                         | Minggu<br>1 | Minggu<br>2 | Minggu<br>3 | Minggu 4 |
|-----|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| 2   | Studi Dokumentasi & Literatur    | ✓           | ✓           | -           | -        |
| 3   | Observasi Lapangan               | -           | ✓           | ✓           | -        |
| 4   | Wawancara dengan Personel Teknik | -           | ✓           | ✓           | -        |
| 5   | Pelaksanaan Pengujian Teknis     | -           | -           | ✓           | ✓        |
| 6   | Analisis Data & Pengolahan Hasil | -           | -           | -           | ✓        |
| 7   | Penyusunan Laporan               | -           | -           | ✓           | ✓        |

Sumber: Rencana kerja praktek, diolah penulis (2024)

### 3.9 Etika Penelitian dan Kerahasiaan Data

Pelaksanaan penelitian ini memperhatikan aspek etika penelitian dan kerahasiaan informasi perusahaan. Seluruh data teknis yang diperoleh dari CV. Alya Guta Lestari Medan digunakan semata-mata untuk kepentingan akademis dalam rangka penyelesaian laporan kerja praktek ini. Data yang bersifat sensitif atau yang dianggap rahasia oleh perusahaan disajikan dalam bentuk yang telah dianonim atau diagregasi sesuai dengan kesepakatan antara penulis dan pihak

perusahaan. Penulis menyatakan bahwa seluruh data yang disajikan dalam laporan ini merupakan data autentik yang diperoleh melalui proses pengumpulan data yang jujur dan dapat dipertanggungjawabkan.



## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Dasar Teori**

Trafo Distribusi adalah merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam penyaluran tenaga listrik dari gardu distribusi ke konsumen. Kerusakan pada Trafo Distribusi menyebabkan kontinuitas pelayanan terhadap konsumen akan terganggu (terjadi pemutusan aliran listrik atau pemadaman). Pemadaman merupakan suatu kerugian yang menyebabkan biaya-biaya pembangkitan akan meningkat tergantung harga KWH yang tidak terjual.

Pemilihan rating Trafo Distribusi yang tidak sesuai dengan kebutuhan beban akan menyebabkan efisiensi menjadi kecil, begitu juga penempatan lokasi Trafo Distribusi yang tidak cocok mempengaruhi drop tegangan ujung pada konsumen atau jatuhnya/turunnya tegangan ujung saluran/konsumen.

Transformator atau trafo adalah komponen elektromagnet yang dapat merubah tegangan tinggi ke rendah atau sebaliknya dalam frekuensi sama. Trafo merupakan jantung dari distribusi dan transmisi yang diharapkan beroperasi maksimal (kerja terus menerus tanpa henti). Agar dapat berfungsi dengan baik, maka trafo harus dipelihara dan dirawat dengan baik menggunakan sistem dan peralatan yang tepat. Trafo dapat dibedakan berdasarkan tenaganya, trafo 500/150 kV dan 150/70 kV biasa disebut trafo Interbus Transformator (IBT) dan trafo 150/20 kV dan 70/20 kV disebut trafo distribusi.

## 4.2 Kegiatan Pemeliharaan Trafo

Adapun beberapa kegiatan pemeliharaan trafo yang telah dilaksanakan pada saat melakukan kerja praktek untuk meningkatkan kinerja dari siste trafo yaitu sebagai berikut:

### 1. Proses Sirkulasi dan Pengisian Minyak Pada Trafo

Proses pengisian minyak pada transformator bukan sekadar memasukkan cairan pendingin ke dalam tangki, melainkan sebuah prosedur teknis yang harus menjaga tingkat kemurnian dielektrik minyak. Proses ini diawali dengan persiapan minyak isolasi yang telah melalui uji laboratorium untuk memastikan nilai tegangan tembus dan kadar air berada dalam batas aman. Sebelum pengisian dilakukan, tangki transformator biasanya dikondisikan dalam keadaan vakum (untuk trafo daya besar) guna menghilangkan kantong-kantong udara yang terjepit di sela-sela lilitan.



**Gambar 4. 1** Pengisian minyak pada trafo

### 2. Pergantian Seal dan Inspeksi Bushing

Pergantian seal (paking) merupakan tindakan pemeliharaan korektif dan preventif yang krusial untuk menjaga kerapatan tangki transformator.

Seiring berjalannya waktu dan akibat paparan suhu panas yang fluktuatif, material seal yang biasanya terbuat dari karet nitril atau gabus sintetis akan mengalami pengerasan (getas) dan kehilangan elastisitasnya. Kondisi ini sering kali menyebabkan rembesan minyak pada area sambungan, seperti pada tutup tangki, katup kuras, atau dasar bushing. Di CV. Alya Duta Lestari, proses pergantian dilakukan dengan memastikan permukaan logam bersih dari sisa-sisa paking lama dan karat.



**Gambar 4. 2** Pergantian seal dan inspeksi bushing

### 3. Pengoperasian Mesin Filter Minyak Trafo

Pengoperasian mesin filter minyak trafo atau Oil Treatment Plant

(OTP) merupakan tahapan kritikal dalam pemeliharaan preventif untuk mengembalikan kekuatan dielektrik minyak isolasi. Proses ini dimulai dengan menghubungkan selang inlet mesin ke katup penguras di bagian bawah tangki trafo dan selang outlet ke katup bagian atas atau konservator, menciptakan sebuah sirkulasi tertutup.



**Gambar 4. 3** Pengoperasian Mesin Filter Minyak Trafo

#### 4. Pengecekan Menggunakan Remote Integrated Safety

Penerapan teknologi Remote Integrated Safety (RIS) pada transformator di CV. Alya Duta Lestari merupakan langkah modernisasi dalam sistem proteksi dan pemantauan kondisi aset secara real-time. Sistem ini mengintegrasikan berbagai sensor proteksi mekanik—seperti Buchholz relay, Pressure Relief Device (PRD), dan Oil Temperature Indicator (OTI)—ke dalam satu unit kontrol elektronik yang dapat dipantau dari jarak jauh.

Pengecekan melalui sistem RIS memungkinkan tim teknis untuk memverifikasi status keamanan trafo tanpa harus berada langsung di dekat unit yang sedang bertegangan tinggi. Hal ini tidak hanya

meningkatkan standar keselamatan kerja (K3), tetapi juga memberikan akurasi data yang lebih tinggi dibandingkan pembacaan manual yang rentan terhadap kesalahan manusia.



**Gambar 4. 4** Pengecekan menggunakan remote integrated safety

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan mengenai penerapan pemeliharaan transformator di CV. Alya Duta Lestari, dapat disimpulkan bahwa kegiatan pemeliharaan yang terencana memiliki peran krusial dalam menjaga stabilitas sistem kelistrikan perusahaan.

Temuan penelitian menunjukkan bahwa tindakan pemeliharaan preventif, seperti pembersihan kontaminan pada bushing dan perbaikan koneksi yang mengalami panas berlebih, terbukti efektif dalam meningkatkan nilai tahanan isolasi dan mengembalikan suhu operasional trafo ke batas normal.

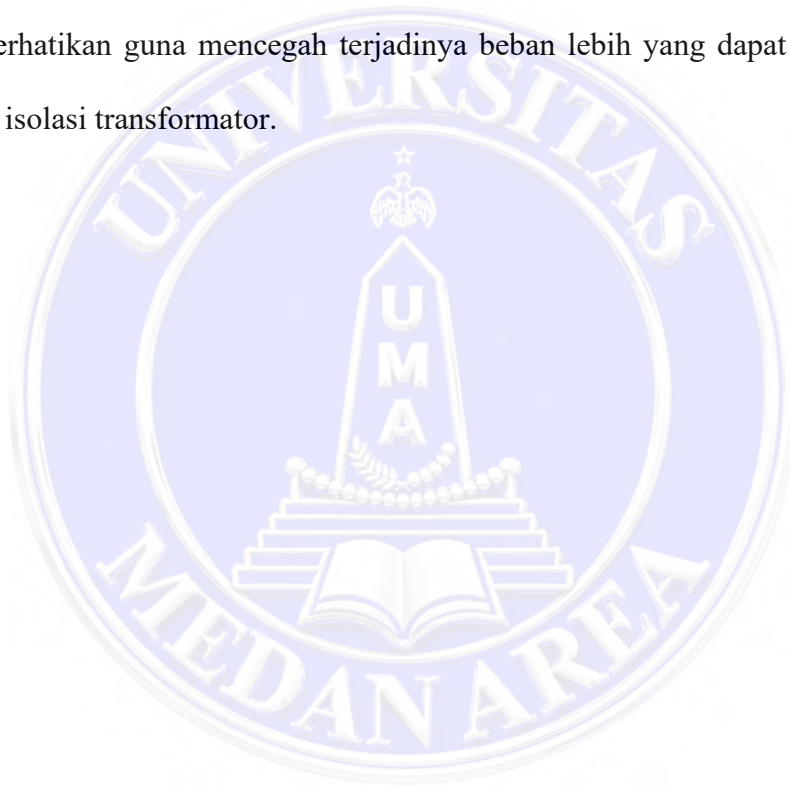
Hal ini secara langsung meningkatkan keandalan distribusi daya, meminimalisir risiko kegagalan isolasi yang dapat menyebabkan pemadaman mendadak, serta mengoptimalkan efisiensi penyaluran energi dengan menekan rugi-rugi teknis. Dengan demikian, penerapan standar pemeliharaan yang disiplin merupakan kunci utama dalam memperpanjang usia pakai aset transformator dan memastikan kelancaran operasional industri di CV. Alya Duta Lestari.

#### **5.2 Saran**

Untuk mempertahankan dan terus meningkatkan kinerja sistem transformator di masa mendatang, disarankan bagi pihak CV. Alya Duta Lestari agar melaksanakan jadwal pemeliharaan secara lebih konsisten dan terdokumentasi dengan baik dalam sebuah sistem manajemen aset digital.

Perlu dilakukan pengadaan alat monitoring suhu yang lebih permanen atau pengecekan termografi secara berkala setiap bulan untuk mendeteksi dini adanya gejala overheating tanpa harus memadamkan aliran listrik. Selain itu, pelatihan berkelanjutan bagi staf teknis mengenai teknik pengujian minyak isolasi dan analisis gas terlarut sangat dianjurkan agar perusahaan memiliki kemampuan deteksi dini terhadap potensi kerusakan internal trafo.

Terakhir, koordinasi dengan pihak penyedia energi terkait stabilisasi beban juga perlu diperhatikan guna mencegah terjadinya beban lebih yang dapat mempercepat degradasi isolasi transformator.



## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM International. (n.d.). ASTM D1500: Standard Test Method for ASTM Color of Petroleum Products (ASTM Color Scale). West Conshohocken, PA.
- CIGRE. (n.d.). CIGRE Report: Guide for Transformer Maintenance. Paris: International Council on Large Electric Systems.
- IEEE. (2015). IEEE C57.12.90-2015: IEEE Standard Test Code for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers. New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- IEEE. (n.d.). IEEE C57.104: IEEE Guide for the Interpretation of Gases Generated in Oil-Immersed Transformers. New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- IEC. (2012). SNI IEC 60076-1:2012: Transformator Daya – Bagian 1: Umum. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- IEC. (n.d.). IEC 60076-3: Power Transformers – Part 3: Insulation Levels, Dielectric Tests and External Clearances in Air. Geneva: International Electrotechnical Commission.
- IEC. (n.d.). IEC 60156: Insulating Liquids – Determination of the Breakdown Voltage at Power Frequency – Test Method. Geneva: International Electrotechnical Commission.
- IEC. (n.d.). IEC 60247: Insulating Liquids – Measurement of Relative Permittivity, Dielectric Dissipation Factor ( $\tan \delta$ ) and D.C. Resistivity. Geneva: International Electrotechnical Commission.
- IEC. (n.d.). IEC 60814: Insulating Liquids – Oil-Impregnated Paper and Pressboard – Determination of Water by Automatic Coulometric Karl Fischer Titration. Geneva: International Electrotechnical Commission.

- IEC. (n.d.). IEC 62021: Insulating Liquids – Determination of Acidity. Geneva: International Electrotechnical Commission.
- Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral. (2021). Peraturan Menteri ESDM Nomor 10 Tahun 2021 tentang Keselamatan Instalasi Tenaga Listrik dan Perlindungan Lingkungan. Jakarta: Kementerian ESDM RI.
- Penulis. (2024). Laporan Pengujian dan Log Pemeliharaan Transformator CV. Alya Guta Lestari Medan. Medan: Data Primer (Tidak diterbitkan).



## LAMPIRAN

