

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Gardu Induk 150/20 kV Kalibakal berfungsi sebagai salah satu pusat penyaluran listrik yang mendukung pemenuhan kebutuhan energi di wilayah sekitarnya. Pada gardu induk ini beroperasi lima unit transformator daya dengan salah satunya yaitu berkapasitas 60 MVA yang menjadi komponen utama dalam proses penyaluran energi listrik. Berdasarkan data pembebanan, terlihat adanya variasi beban terutama pada periode beban puncak, yang dapat memengaruhi performa operasional transformator serta berdampak pada parameter keandalan dan efisiensi kerja sistem secara keseluruhan.

Transformator merupakan komponen krusial dalam sistem penyaluran energi listrik karena berfungsi mengalihkan daya dari tingkat tegangan tinggi ke tegangan yang lebih rendah maupun sebaliknya (Fachelinno, 2019). Dalam proses operasinya, transformator mengalami rugi-rugi daya yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, terutama yang berasal dari kerugian pada inti besi serta kerugian pada kumparan atau lilitan. Kedua jenis rugi-rugi tersebut berkontribusi terhadap penurunan efisiensi transformator secara keseluruhan (Murniati, 2020).

Variasi pembebanan pada transformator berpengaruh langsung terhadap performa operasionalnya. Salah satu indikator yang terlihat adalah penurunan nilai efisiensi. Apabila penurunan efisiensi ini berlangsung secara berkelanjutan,

proses penyaluran daya menjadi kurang optimal dan, dalam kondisi ekstrem, dapat menimbulkan kerusakan pada komponen transformator (Amelia, 2020).

Pada transformator distribusi, rugi daya umumnya berada pada kisaran 10%, sehingga diperlukan proses perhitungan yang cermat melalui analisis selisih antara energi yang disalurkan dan energi yang diterima pada sisi keluaran. Informasi mengenai rugi-rugi energi tersebut memiliki peran strategis dalam perancangan dan penataan sistem jaringan distribusi, karena data tersebut menjadi dasar untuk menentukan konfigurasi jala-jala yang efisien dan handal (Binoto, 2023). Variasi efisiensi yang muncul pada setiap transformator pada dasarnya disebabkan oleh perbedaan antara daya masuk dan daya keluar. Mengacu pada ketentuan *International Electrotechnical Commission* (IEC) 60076, transformator dengan tegangan nominal di atas 36 kV dan kapasitas 60 MVA diwajibkan mencapai tingkat efisiensi minimal 95,626% sebagai standar kinerja operasional (Pamungkas, 2022).

Oleh karena itu, penting dilakukan analisis terhadap besar rugi daya dan efisiensi transformator khususnya pada kondisi beban puncak, guna mengetahui sejauh mana kinerja aktual dari transformator tersebut. Hasil analisis ini dapat menjadi dasar evaluasi teknis dan perencanaan pemeliharaan, serta upaya peningkatan efisiensi sistem (Agustiawan, 2025).

Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini akan difokuskan pada analisis rugi daya dan efisiensi transformator daya 60 MVA 150/20 kV pada kondisi beban puncak di Gardu Induk Kalibakal, sebagai langkah awal dalam

optimalisasi performa sistem tenaga listrik di wilayah tersebut. Belum adanya data dan pengujian mengenai nilai rugi-rugi daya dan efisiensi transformator daya di Gardu Induk Kalibakal, sehingga mendorong dipilihnya judul penelitian “ANALISIS RUGI DAYA, EFISIENSI DAN SUSUT UMUR TRANSFORMATOR DAYA 60 MVA 150/20 kV PADA GARDU INDUK KALIBAKAL PURWOKERTO BERBASISKAN *MATRIX LABORATORY*”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang sudah dipaparkan di atas, maka rumusan masalah yang akan diteliti adalah sebagai berikut :

1. Berapa besar rugi-rugi daya pada kondisi beban puncak?
2. Berapa nilai efisiensi trafo dan apakah sesuai standar IEC 60076?
3. Bagaimana pengaruh dari beban puncak terhadap efisiensi transformator ?
4. Berapa besar susut umur trafo pada kondisi beban puncak ?
5. Bagaimana merancang aplikasi perhitungan berbasis *Matrix Laboratory* ?

C. Batasan Masalah

Agar isi dan pembahasan proposal ini menjadi terarah dan dapat mencapai hasil yang di harapkan, mana penulis perlu membuat batasan masalah yang akan di bahas. Adapun yang menjadi batasan masalah dalam skripsi ini adalah:

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada satu unit transformator daya dengan kapasitas 60 MVA di Gardu Induk Kalibakal.
2. Data yang digunakan merupakan data historis beban puncak operasi transformator yang diperoleh dari sistem pemantauan gardu induk

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan besarnya rugi-rugi daya pada transformator daya 60 MVA di Gardu Induk Kalibakal saat kondisi beban puncak.
2. Menentukan nilai efisiensi transformator daya 60 MVA di Gardu Induk Kalibakal saat kondisi beban puncak
3. Menghitung susut umur dan memperkirakan umur transformator daya 60 MVA di Gardu Induk Kalibakal saat kondisi beban puncak
4. Membuat aplikasi perhitungan berbasis *matrix laboratory*

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa manfaat yang dapat dilihat dari sisi teoritis maupun praktis sebagai berikut:

1. Bagi PT PLN (Persero)

Memberikan informasi teknis yang akurat terkait kondisi aktual transformator daya pada Gardu Induk Kalibakal, khususnya pada saat beban puncak. Data ini dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan dalam pemeliharaan, penjadwalan penggantian, atau penambahan unit

transformator untuk mencegah gangguan akibat kelebihan beban dan degradasi umur trafo.

2. Bagi Teknisi Lapangan

Menjadi referensi dalam menganalisis performa transformator berdasarkan parameter beban, suhu, efisiensi, dan usia pakai. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk menyusun strategi optimasi pembebanan dan peningkatan efisiensi sistem distribusi.

3. Bagi Akademisi

Menjadi bahan kajian ilmiah dalam bidang teknik elektro, khususnya pada mata kuliah Sistem Tenaga, Transformator, atau Manajemen Aset Kelistrikan. Penelitian ini juga dapat dijadikan referensi untuk pengembangan penelitian lanjutan terkait keandalan transformator dan teknik perpanjangan umur pakainya.

4. Bagi Operator Gardu Induk

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam merancang strategi pengelolaan beban, penataan jadwal pemeliharaan, serta optimalisasi pengoperasian transformator agar efisiensi tetap tinggi dan umur pakai peralatan dapat dimaksimalkan.