

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Tenaga listrik, juga dikenal sebagai listrik, merupakan bentuk energi yang sangat penting bagi keberlangsungan hidup manusia. Data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia menunjukkan bahwa konsumsi daya listrik pada tahun 2023 mencapai 1.285 kWh per orang (Adi, 2024). Data ini menunjukkan bahwa rata-rata, setiap penduduk Indonesia menggunakan 1.285 kWh energi listrik setiap jam sepanjang tahun 2023.

Listrik dihasilkan di tempat-tempat seperti pembangkit listrik tenaga batu bara (PLTU), pembangkit listrik tenaga air (PLTA), pembangkit listrik tenaga angin (PLTB), pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), dan pembangkit listrik tenaga gas (PLTB). Biasanya, pembangkit listrik ini menghasilkan listrik pada tegangan 6-20 kV, yang kemudian dinaikkan menjadi 150-500 kV menggunakan transformator khusus untuk digunakan pada saluran listrik. (Zuhal, 2020).

Jaringan listrik terbagi menjadi beberapa fase, yang memungkinkan kita memanfaatkan daya listrik untuk berbagai keperluan. Trafo step-down merupakan peralatan kunci dalam pendistribusian listrik, dan terletak di gardu induk agar daya dapat sampai ke pengguna akhir. Perangkat listrik yang disebut trafo daya bekerja dengan memindahkan daya di antara

berbagai tingkat tegangan. Trafo daya dapat digunakan untuk menaikkan dan menurunkan tegangan. Trafo daya biasanya juga berfungsi dalam transmisi daya dari pembangkit ke konsumen. (Sinuraya, 2015).

Trafo dirancang untuk bekerja dengan baik pada tingkat beban tertentu ketika semuanya sempurna. Namun, dalam dunia nyata, beban sistem kelistrikan berubah dan jarang mencapai titik optimal tersebut, terutama ketika daya yang digunakan sangat besar. Trafo daya berfungsi sebagai komponen listrik, yang mentransfer energi antara berbagai tingkat tegangan. Trafo daya memiliki kemampuan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan. Biasanya, trafo daya diimplementasikan untuk menyalurkan daya yang berasal dari produsen yang kemudian diterima oleh konsumen.

Transformator berfungsi berdasarkan konsep elektromagnetik, khususnya hukum Ampere dan hukum induksi Faraday, yang menyatakan bahwa perubahan arus listrik atau medan listrik menghasilkan medan magnet, dan fluktuasi medan magnet atau fluks magnet menyebabkan terciptanya tegangan melalui induksi. (PLN, 2014)

Umumnya, penyaluran daya listrik selalu melibatkan beberapa tingkat disipasi. Pada transformator, hilangnya energi terwujud dalam dua bentuk utama: rugi-rugi yang tergolong teknis dan rugi-rugi yang dianggap non-teknis. Kejadian seperti insiden tak terduga, bencana lingkungan, kesalahan manusia, dan masalah serupa menimbulkan rugi-rugi non-teknis, yang berasal dari keadaan di luar efektivitas fungsional sistem. Sebaliknya,

rugi-rugi teknis berasal dari dua sumber spesifik: rugi energi pada komponen tembaga dan rugi yang terjadi di dalam inti besi. Penurunan efisiensi transformator dalam memasok listrik merupakan konsekuensi langsung dari rugi-rugi teknis ini. (Elnizar., 2021).

Energi yang diproses oleh transformator seringkali berbeda dari tingkat aslinya saat keluar, dan perbedaan ini disebabkan oleh berbagai rugi energi. Di antaranya adalah rugi yang dihasilkan oleh aliran listrik melalui kabel tembaga dan rugi yang disebabkan oleh fluktuasi medan magnet di dalam inti besi, yang berpotensi menyebabkan penurunan efektivitas transformator. (Tomi., 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, perlu dilakukan studi efisiensi operasional transformator daya khususnya pada kondisi beban puncak di Gardu Induk 150 kV Purbalingga. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa transformator dalam menghadapi beban maksimum, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi tingkat efisiensinya. Dengan mengetahui kinerja transformator pada saat beban puncak, diharapkan hasil studi ini dapat menjadi salah satu literatur terkait efisiensi transformator daya unit 1 pada Gardu Induk Purbalingga.

B. Perumusan Masalah

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

1. Berapa nilai rugi-rugi daya pada transformator tenaga di Gardu Induk 150 kV Purbalingga?
2. Berapakah nilai efisiensi transformator tenaga unit 1 yang dihasilkan pada Gardu Induk 150 kV Purbalingga?
3. Berapa rugi energi yang terbuang transformator daya selama beroperasi?
4. Berapa besar nilai susut umur transformator unit 1 jika dibebani daya pada bulan Agustus 2025?

C. Batasan Masalah

Dalam melakukan penelitian ini diperlukan batasan masalah agar pembahasan tidak menyimpang dari perumusan masalah.

1. Studi ini hanya difokuskan pada transformator daya utama yang beroperasi di Gardu Induk 150 kV Purbalingga.
2. Analisis efisiensi operasional hanya dilakukan pada saat kondisi beban puncak selama periode waktu satu bulan, berdasarkan data aktual dari pihak pengelola gardu induk.
3. Penelitian ini tidak mencakup analisis kerusakan peralatan, perawatan transformator, maupun faktor eksternal seperti kondisi cuaca atau gangguan sistem.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai oleh penulis pada penelitian ini diantaranya:

1. Mengetahui berapa besar rugi-rugi daya trafo.
2. Mengetahui berapa nilai efisiensi transformator daya.
3. Mengetahui rugi energi serta biayanya selama transformator beroperasi.
4. Memperkirakan sisa umur transformator akibat pengaruhnya dari pembebanan.

E. Manfaat Penelitian

1. Menambah literatur dan pengetahuan di bidang teknik tenaga listrik, khususnya mengenai studi efisiensi transformator daya dalam kondisi pembebanan puncak.
2. Memberikan informasi teknis yang akurat mengenai tingkat efisiensi operasional transformator daya pada saat terjadi beban puncak di Gardu Induk 150 kV Purbalingga.
3. Efisiensi yang baik pada transformator akan mengurangi rugi-rugi energi, yang berdampak langsung pada penghematan biaya operasional dan peningkatan efisiensi sistem secara keseluruhan.