

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

PT PLN (Persero) merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang penyediaan tenaga listrik bagi seluruh masyarakat Indonesia. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan perkembangan teknologi, kebutuhan energi listrik terus meningkat dari waktu ke waktu. Listrik kini telah menjadi kebutuhan pokok yang sangat penting, baik untuk rumah tangga, bisnis, sosial, maupun industri dalam mendukung aktivitas sehari-hari. Dalam sistem tenaga listrik, terdapat tiga bagian utama, yaitu sistem pembangkitan, sistem transmisi, dan sistem distribusi. Sistem distribusi merupakan bagian terakhir yang berfungsi menyalurkan energi listrik kepada konsumen sesuai kebutuhannya. Sistem distribusi sendiri terbagi menjadi dua, yaitu distribusi tegangan menengah (20 kV) dan distribusi tegangan rendah (220/380 V). Agar kualitas penyaluran energi listrik tetap terjaga, maka keandalan sistem distribusi harus dipertahankan dengan baik. Namun, pada praktiknya sering terjadi permasalahan dalam pendistribusian tenaga listrik, salah satunya adalah beban berlebih (overload) pada transformator distribusi.

Transformator distribusi dikatakan mengalami overload apabila kapasitas pembebanannya melebihi 80% (SE DIR 017.E/DIR/2014) [3]. Kondisi ini, apabila berlangsung dalam jangka waktu lama, dapat menyebabkan timbulnya panas berlebih yang merusak isolasi transformator, mempercepat penurunan umur peralatan, bahkan berujung pada kerusakan transformator. Selain itu, overload juga mengakibatkan meningkatnya rugi-rugi (losses) pada sistem, sehingga kualitas distribusi tenaga listrik menjadi tidak andal (Ni Made Seniari, 2020) [4]. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satu langkah teknis yang dapat dilakukan adalah pemasangan transformator sisipan. Transformator sisipan berfungsi untuk memindahkan sebagian beban dari gardu eksisting sekaligus mengurangi panjang

saluran atau radius pelayanan, sehingga beban dapat terdistribusi lebih merata dan keandalan sistem meningkat.

Pada PT PLN (Persero) UP3 Sanggau, ULP Sekadau, terdapat salah satu gardu distribusi yang mengalami overload, yaitu Gardu SD 0206 Penyulang Penanjung. Berdasarkan hasil pengukuran pada tanggal 14 September 2025 pukul 18.46 WIB, persentase pembebanan transformator tersebut telah mencapai 90,84%, melebihi batas aman yang direkomendasikan. Kondisi ini berpotensi menimbulkan rugi-rugi daya yang lebih besar, menurunkan kualitas pelayanan, dan meningkatkan risiko kerusakan transformator yang tentu akan merugikan PLN maupun konsumen. Oleh karena itu, dilakukan kajian perencanaan pemasangan transformator sisipan pada Gardu SD 0206 Penyulang Penanjung. Kajian ini diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai kapasitas transformator sisipan yang optimal, lokasi pemasangan yang tepat, serta dampak teknis yang ditimbulkan terhadap pengurangan beban overload pada gardu distribusi tersebut.

Penyulang Penanjung merupakan salah satu penyulang distribusi tegangan menengah yang beroperasi di wilayah kerja ULP Sekadau dan disuplai dari Gardu Induk (GI) Sekadau. Penyulang ini berfungsi sebagai jalur utama penyaluran energi listrik dari sisi keluaran GI menuju gardu-gardu distribusi yang tersebar di wilayah pelayanannya. Secara teknis, Penyulang Penanjung memiliki panjang jaringan kurang lebih 17 km dan melayani sebanyak 143 gardu distribusi dengan variasi kapasitas transformator antara 25 kVA hingga 250 kVA. Variasi kapasitas tersebut mencerminkan perbedaan karakteristik beban dan kepadatan pelanggan pada masing-masing lokasi layanan. Dari sisi konfigurasi jaringan, Penyulang Penanjung menggunakan sistem Loop (Ring) yang terhubung dengan Penyulang Sintang. Konfigurasi ini memungkinkan adanya suplai alternatif (back feeding) apabila terjadi gangguan pada salah satu sisi jaringan, sehingga kontinuitas pelayanan kepada pelanggan dapat tetap terjaga. Sistem loop memberikan keunggulan dalam aspek keandalan (reliability) dan fleksibilitas manuver jaringan, khususnya dalam pelaksanaan pemeliharaan maupun penanganan gangguan. Karakteristik beban pada Penyulang Penanjung didominasi oleh pelanggan rumah tangga, fasilitas umum, serta sebagian pelanggan usaha kecil dan menengah. Seiring dengan pertumbuhan

jumlah pelanggan dan peningkatan kebutuhan energi listrik di wilayah Sekadau, profil pembebanan pada penyulang ini cenderung mengalami peningkatan, terutama pada waktu beban puncak malam hari. Oleh karena itu, evaluasi pembebanan gardu distribusi secara berkala menjadi penting untuk menjaga agar sistem tetap beroperasi dalam batas standar teknis yang ditetapkan serta meminimalkan potensi overload dan rugi-rugi daya pada jaringan distribusi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Berapa besar nilai pembebanan transformator distribusi pada Gardu SD 0206 sebelum dan setelah dilaksanakan rencana penambahan transformator sisipan?
2. Berapakah nilai hasil perhitungan rugi-rugi daya pada jaringan tegangan rendah dan rugi-rugi daya pada transformator Gardu SD 0206 sebelum dan sesudah dilakukan rencana penambahan transformator sisipan?
3. Bagaimana hasil simulasi menggunakan perangkat lunak ETAP 22.5.0 terhadap rugi-rugi daya jaringan tegangan rendah dan rugi-rugi daya pada transformator Gardu SD 0206 sebelum dan sesudah dilakukan rencana penambahan transformator sisipan?
4. Berapakah nilai energi yang dapat diselamatkan (*saving kWh*) akibat pemasangan transformator sisipan pada Gardu SD 0206 Penyulang Penanjung?

## **1.3 Tujuan**

Melihat rumusan masalah di atas, penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menurunkan persentase pembebanan transformator pada Gardu SD 0206 melalui perencanaan pemasangan transformator sisipan.
2. Mengetahui nilai persentase pembebanan transformator pada Gardu SD 0206 sebelum dan sesudah dilakukan perancangan pemasangan transformator sisipan.
3. Menganalisis rugi-rugi daya pada jaringan tegangan rendah dan pada transformator Gardu SD 0206 baik sebelum maupun sesudah dilakukan perancangan pemasangan transformator sisipan.

4. Memperoleh hasil simulasi rugi-rugi daya jaringan tegangan rendah dan rugi-rugi daya transformator menggunakan perangkat lunak ETAP 22.5.0 pada kondisi sebelum dan sesudah pemasangan transformator sisipan.
5. Menentukan besarnya energi yang dapat dihemat (*saving kWh*) setelah dilakukan pemasangan transformator sisipan.

#### **1.4 Manfaat**

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan perbandingan antara hasil perhitungan teoritis dengan hasil simulasi menggunakan perangkat lunak ETAP 22.5.0 pada kondisi sebelum dan sesudah penambahan transformator sisipan.
2. Menjadi bahan Kajian bagi PT PLN (Persero) UP3 Sanggau, khususnya ULP Sekadau, dalam mengantisipasi rugi-rugi daya yang timbul akibat transformator distribusi yang mengalami kelebihan beban (overload).
3. Menyediakan referensi tambahan bagi pembaca dalam memahami kajian perencanaan pemasangan transformator sisipan pada sistem distribusi.

#### **1.5 Ruang Lingkup Masalah**

Agar pembahasan tidak melebar dan tetap fokus pada tujuan, maka batasan masalah dalam penyusunan laporan tugas akhir ini ditetapkan sebagai berikut:

1. Kajian difokuskan pada transformator distribusi Gardu SD 0206 dengan kapasitas 160 kVA.
2. Analisis dibatasi pada perhitungan persentase rugi-rugi daya pada transformator distribusi serta pada saluran jaringan tegangan rendah.
3. Pemodelan sistem dan simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak ETAP versi 22.5.0.
4. Tidak membahas Aspek non-teknis, seperti analisis finansial dan biaya perencanaan pemasangan transformator sisipan tersebut.