

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem tenaga listrik merupakan infrastruktur vital yang berperan penting dalam menunjang aktivitas masyarakat, sektor industri, serta pembangunan nasional. Keandalan dan kualitas penyaluran energi listrik menjadi faktor utama dalam menjaga kontinuitas pelayanan tenaga listrik kepada konsumen. Salah satu bagian terpenting dalam sistem tenaga listrik adalah sistem distribusi, yang berfungsi menyalurkan energi listrik dari gardu induk menuju pelanggan akhir. Kinerja sistem distribusi yang baik sangat menentukan kualitas tegangan yang diterima pelanggan serta tingkat efisiensi penyaluran energi listrik secara keseluruhan. Dalam proses penyaluran energi listrik melalui sistem distribusi, tidak dapat dihindari terjadinya kehilangan energi listrik yang dikenal sebagai susut listrik. Susut listrik merupakan selisih antara energi listrik yang disalurkan dengan energi listrik yang diterima oleh pelanggan. Besarnya susut listrik menjadi indikator penting dalam menilai efisiensi sistem distribusi tenaga listrik, karena semakin besar susut yang terjadi maka semakin besar pula kerugian energi yang dialami oleh penyedia tenaga listrik [1].

Secara umum, susut listrik pada jaringan distribusi dibedakan menjadi susut teknis dan susut non-teknis. Susut teknis terjadi akibat karakteristik fisik peralatan dan jaringan listrik, seperti hambatan penghantar, rugi inti dan rugi tembaga pada *Transformator*, serta ketidakseimbangan beban antar fasa. Susut teknis ini bersifat inheren pada sistem tenaga listrik, namun masih dapat diminimalkan melalui pengoperasian dan pengaturan sistem distribusi yang optimal [2]. Oleh karena itu, upaya pengurangan susut teknis menjadi salah satu fokus utama dalam pengelolaan jaringan distribusi tenaga listrik.

Jaringan tegangan rendah (JTR) merupakan bagian akhir dari sistem distribusi tenaga listrik yang langsung terhubung dengan pelanggan. Jaringan ini memiliki karakteristik pembebanan yang sangat beragam dan dinamis, bergantung pada pola konsumsi listrik pelanggan. Panjang jaringan yang relatif besar serta variasi beban yang tinggi menyebabkan JTR menjadi bagian sistem yang paling rentan terhadap terjadinya penurunan tegangan dan peningkatan susut teknis [3]. Kondisi ini sering kali

menyebabkan tegangan yang diterima pelanggan berada di bawah nilai nominal yang telah ditetapkan.

Penurunan tegangan pada jaringan tegangan rendah umumnya disebabkan oleh meningkatnya arus beban yang mengalir pada penghantar jaringan. Ketika beban listrik meningkat, arus yang mengalir juga meningkat untuk memenuhi kebutuhan daya beban. Peningkatan arus ini menyebabkan rugi-rugi daya pada konduktor bertambah sesuai dengan prinsip I^2R , sehingga energi listrik yang hilang semakin besar [3], [4]. Selain meningkatkan susut teknis, kondisi ini juga berdampak negatif terhadap kualitas tegangan yang diterima pelanggan.

Secara ideal, sistem distribusi tenaga listrik harus mampu menjaga tegangan yang diterima pelanggan tetap berada dalam batas toleransi yang telah ditetapkan. Berdasarkan standar yang dikeluarkan oleh PLN, tegangan nominal sistem distribusi tegangan rendah adalah 220/380 volt dengan batas toleransi sebesar +5% hingga -10%. Tegangan yang berada di bawah batas tersebut dapat menyebabkan menurunnya kinerja peralatan listrik pelanggan, meningkatnya arus beban, serta bertambahnya rugi-rugi daya pada jaringan distribusi [5]. Oleh karena itu, kestabilan tegangan menjadi salah satu indikator utama dalam menilai kualitas pelayanan tenaga listrik.

Dalam kondisi operasional di lapangan, fluktuasi tegangan pada jaringan distribusi sering terjadi akibat perubahan pola pembebanan yang bersifat harian maupun musiman. Pada saat beban puncak, terutama pada malam hari, arus beban pada jaringan distribusi meningkat secara signifikan, sehingga menyebabkan penurunan tegangan pada ujung jaringan. Apabila kondisi ini terjadi secara terus-menerus, maka tidak hanya meningkatkan susut teknis, tetapi juga menurunkan tingkat keandalan dan kualitas pelayanan tenaga listrik kepada pelanggan [4].

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan penurunan tegangan dan tingginya susut teknis pada jaringan distribusi adalah dengan melakukan pengaturan posisi tap pada *Transformer* distribusi. *Tap Changer* merupakan perangkat yang digunakan untuk mengubah rasio lilitan *Transformer* sehingga tegangan keluaran *Transformer* dapat disesuaikan dengan kondisi sistem. Dengan pengaturan tap yang tepat, tegangan sekunder *Transformer* dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan untuk menjaga tegangan pada jaringan tetap berada dalam batas standar [6].

Pengaturan *tap Transformator* distribusi tidak hanya berfungsi untuk memperbaiki profil tegangan, tetapi juga berperan dalam menurunkan arus beban yang mengalir pada jaringan distribusi. Dengan meningkatnya tegangan keluaran *Transformator*, arus beban yang dibutuhkan untuk memenuhi daya pelanggan akan menurun, sehingga rugi-rugi daya pada penghantar dapat dikurangi. Hal ini secara langsung berdampak pada penurunan susut teknis dan peningkatan efisiensi penyaluran energi listrik [6].

Gardu Distribusi BNB 70 yang berada di wilayah kerja PT PLN (Persero) ULP Beureunun merupakan salah satu gardu distribusi yang melayani pelanggan dengan karakteristik pembebanan yang beragam. Berdasarkan kondisi operasional, gardu distribusi ini mengalami permasalahan penurunan tegangan pada jaringan tegangan rendah, terutama pada ujung jaringan. Kondisi tersebut mengindikasikan adanya susut teknis yang cukup tinggi, sehingga diperlukan upaya perbaikan melalui optimasi pengaturan *tap Transformator* distribusi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh penyesuaian *Tap Changer* pada *Transformator* distribusi 20 kV terhadap perbaikan tegangan sekunder dan penurunan susut teknis pada jaringan distribusi tegangan rendah di Gardu Distribusi BNB 70. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teknis dalam upaya peningkatan efisiensi sistem distribusi tenaga listrik serta menjaga kualitas tegangan yang diterima oleh pelanggan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis dapat merumuskan beberapa masalah seperti berikut:

1. Bagaimana kondisi tegangan dan susut teknis pada Gardu Distribusi BNB 70 sebelum dilakukan penyesuaian *tap Transformator*?
2. Bagaimana pengaruh penyesuaian *tap Transformator* terhadap perbaikan tegangan dan pengurangan susut teknis pada JTR Gardu BNB 70?

1.3 Tujuan

Berdasarkan Rumusan masalah yang ada, Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini diantaranya yaitu:

1. Menganalisis kondisi tegangan sekunder dan susut teknis pada Gardu Distribusi BNB 70 sebelum dilakukan penyesuaian *tap*.
2. Mengevaluasi pengaruh penyesuaian *tap Transformator* terhadap peningkatan tegangan dan penurunan arus beban.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang ingin dicapai penulis dalam penelitian ini yaitu:

1. Memberikan referensi teknis bagi PLN dalam melakukan optimasi *tap Transformator* untuk meningkatkan efisiensi sistem distribusi tenaga listrik.
2. Menjadi acuan praktis dalam upaya menekan susut teknis tanpa memerlukan investasi besar untuk penggantian peralatan.
3. Memberikan kontribusi terhadap peningkatan kualitas dan stabilitas tegangan listrik yang diterima pelanggan.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Agar Permasalahan yang peneliti angkat tidak terlalu luas, maka penulis membatasi permasalahan yang penulis angkat. Berikut merupakan ruang lingkup pembahasan yang diberikan penulis yakni :

1. Penelitian dilakukan pada Transformator BNB 70 di wilayah kerja ULP Beureunun.
2. Analisis difokuskan pada jaringan tegangan rendah (JTR) dan tidak mencakup jaringan tegangan menengah atau gardu induk.
3. Parameter yang diamati meliputi tegangan, arus, daya, dan rugi daya (*Losses*) sebelum dan sesudah penyesuaian *tap*.
4. Pengukuran dilakukan pada kondisi beban Puncak operasional gardu.
5. Standar tegangan mengacu pada SPLN (Standar PLN) +5% hingga -10%.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini disusun secara sistematis untuk memudahkan pembahasan dan pemahaman terhadap materi yang disajikan. Secara garis besar, tugas akhir ini terdiri dari lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

1. Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang penelitian yang menjelaskan permasalahan susut teknis dan penurunan tegangan pada jaringan distribusi tenaga listrik, khususnya pada jaringan tegangan rendah. Selain itu, bab ini juga memuat rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta ruang lingkup pembahasan yang digunakan sebagai batasan agar penelitian *tetap* terarah sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

2. Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas landasan teori dan kajian pustaka yang berkaitan dengan topik penelitian. Pembahasan meliputi sistem tenaga listrik, *Transformator* distribusi, prinsip kerja *Transformator*, *Tap Changer*, serta jenis dan fungsi on load *Tap Changer*. Selain itu, bab ini juga memuat kajian penelitian terdahulu yang relevan sebagai bahan pembandingan dan penguat dasar teoritis dalam melakukan analisis pada penelitian ini.

3. Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan metode dan tahapan penelitian yang digunakan dalam pelaksanaan tugas akhir. Pembahasan meliputi tempat dan waktu penelitian, desain dan alur penelitian, metode pengumpulan data, serta metode analisis data yang digunakan untuk mengevaluasi kondisi tegangan dan rugi daya sebelum dan sesudah penyesuaian *tap Transformator* distribusi.

4. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang diperoleh dari pengukuran dan perhitungan di lapangan, baik sebelum maupun setelah penyesuaian *tap Transformator*. Data hasil pengukuran tegangan, arus, dan rugi daya disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, kemudian dianalisis dan dibahas secara mendalam untuk mengetahui pengaruh penyesuaian *tap* terhadap perbaikan tegangan sekunder dan penurunan susut teknis pada jaringan distribusi.

5. Bab V Penutup

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya. Selain itu, bab ini juga memuat saran-saran yang dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi pihak terkait, khususnya dalam pengelolaan dan pengoperasian *Transformator* distribusi, serta sebagai referensi untuk pengembangan penelitian selanjutnya.