

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan bagian penting dalam penyaluran energi listrik dari gardu induk menuju pelanggan. Dalam sistem distribusi tiga fasa empat kawat, keseimbangan beban antar fasa menjadi faktor utama dalam menjaga efisiensi dan keandalan transformator distribusi. Secara teoritis, apabila beban pada masing-masing fasa (R, S, dan T) dalam kondisi seimbang, maka jumlah vektor arus fasa akan bernilai nol sehingga tidak terdapat arus yang mengalir pada penghantar netral.

Namun dalam praktik di lapangan, ketidakseimbangan beban hampir selalu terjadi akibat distribusi pelanggan satu fasa yang tidak merata, variasi pola konsumsi energi, serta penambahan beban tanpa evaluasi proporsi antar fasa. Kondisi ini menyebabkan munculnya arus netral yang tidak menghasilkan daya aktif, tetapi menimbulkan rugi daya dalam bentuk panas pada penghantar netral maupun pada belitan transformator. Besarnya rugi daya tersebut sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir, sehingga peningkatan arus netral akan meningkatkan kerugian energi secara signifikan.

Untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan aset distribusi, PT PLN (Persero) mengembangkan Sistem Monitoring Trafo (SIMANTRA), yaitu aplikasi berbasis web yang berfungsi untuk memantau kondisi operasional gardu distribusi secara real-time. Melalui fitur analisis beban dan ketidakseimbangan fasa, aplikasi ini mampu mengidentifikasi gardu yang mengalami pembebanan tidak merata sehingga dapat dilakukan tindakan korektif.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap arus netral dan rugi daya pada gardu distribusi dengan memanfaatkan data hasil pengukuran berbasis aplikasi SIMANTRA. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran kuantitatif mengenai dampak ketidakseimbangan beban terhadap efisiensi transformator distribusi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat ketidakseimbangan beban antar fasa pada gardu distribusi berdasarkan data aplikasi SIMANTRA?
2. Berapa besar rugi daya (losses) yang ditimbulkan akibat arus netral pada gardu distribusi?
3. Apakah nilai losses yang terjadi masih berada dalam batas standar sesuai Peraturan Direksi PT PLN (Persero) No. 0021.P-DIR-2018?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis tingkat ketidakseimbangan beban antar fasa pada gardu distribusi berdasarkan data SIMANTRA.
2. Menghitung besarnya arus netral yang timbul akibat ketidakseimbangan beban.
3. Menghitung rugi daya (losses) pada penghantar netral transformator distribusi.
4. Membandingkan hasil perhitungan losses dengan standar susut yang ditetapkan oleh PT PLN (Persero).

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Akademik

Memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang sistem distribusi tenaga listrik, khususnya terkait analisis ketidakseimbangan beban dan pengaruhnya terhadap arus netral serta rugi daya.

2. Manfaat Praktis

Memberikan informasi dan rekomendasi bagi pengelola sistem distribusi dalam melakukan

penyeimbangan beban guna menekan rugi daya dan meningkatkan efisiensi transformator.

3. Manfaat Institusional

Mendukung implementasi sistem digitalisasi melalui aplikasi SIMANTRA sebagai alat pemantauan dan evaluasi kondisi gardu distribusi secara berkelanjutan.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan, maka ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada:

1. Objek penelitian difokuskan pada satu gardu distribusi, yaitu Gardu SFF143.
2. Data yang digunakan merupakan data hasil pengukuran arus fasa dan arus netral yang diperoleh melalui aplikasi SIMANTRA periode tahun 2023–2025.
3. Analisis dibatasi pada perhitungan rugi daya (losses) pada penghantar netral akibat ketidakseimbangan beban.
4. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan terhadap standar susut sesuai Peraturan Direksi PT PLN (Persero) No. 0021.P-DIR-2018.
5. Penelitian tidak membahas aspek ekonomi secara mendalam maupun perhitungan kerugian finansial akibat losses.