

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

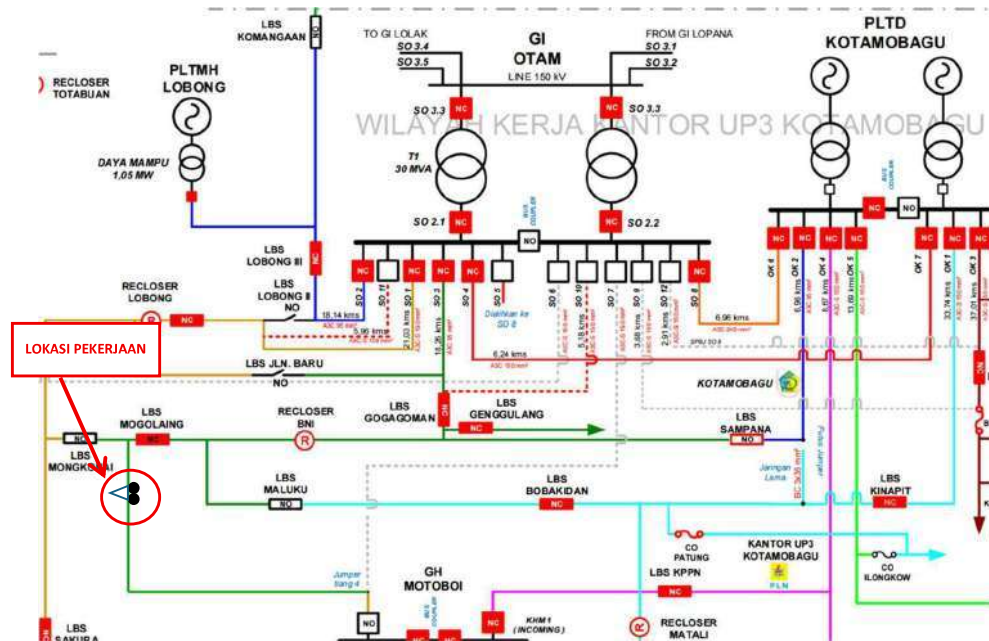
Energi Listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi hampir seluruh aktivitas manusia, baik dari sektor rumah tangga, industri, pemerintahan, maupun transportasi. Perkembangan teknologi, pertumbuhan jumlah penduduk, dan peningkatan penggunaan peralatan listrik menyebabkan kebutuhan listrik terus meningkat dari tahun ke tahun. Energi Listrik dibangkitkan dari pembangkit (*power plant*), kemudian disalurkan melalui jaringan transmisi tegangan tinggi dan/atau tegangan ekstra tinggi, lalu diturunkan tegangannya melalui gardu induk, dan didistribusikan melalui jaringan tegangan menengah ke gardu distribusi, tempat transformator distribusi ditempatkan untuk menurunkan tegangan menengah menjadi tegangan rendah sebelum akhirnya disalurkan ke konsumen akhir. Pada tahap inilah gardu distribusi dan transformator distribusi berperan penting dalam menjaga kontinuitas dan kualitas suplai listrik.

Transformator distribusi adalah peralatan salah satu komponen vital dalam sistem penyaluran tenaga listrik yang berfungsi menurunkan tegangan dari tegangan menengah ke tegangan rendah untuk disalurkan kepada konsumen. Sehingga sangat penting untuk dijaga dan dipelihara sesuai standar yang berlaku karena letaknya berhubungan langsung dengan pelanggan. Seiring meningkatnya kebutuhan listrik di sektor perumahan, industri, dan komersial, beban pada transformator distribusi terus mengalami kenaikan. Kenaikan beban yang tidak seimbang dengan kapasitas transformator dapat menyebabkan pembebanan trafo distribusi melebihi kapasitas atau bisa dikatakan kondisi *overload* (kelebihan beban). Menurut Surat Edaran Direksi PT. PLN (Persero) No. 0017.E/DIR/2014 tentang Metode Pemeliharaan Trafo Distribusi Berbasis Kaidah Manajemen Aset, persentase pembebanan transformator dikatakan cukup apabila pembebanannya sebesar 60% - <80%. Apabila transformator menanggung beban sampai melebihi kapasitasnya dan dibiarkan dalam waktu yang lama maka akan terjadi akumulasi panas dan peningkatan suhu yang akan merusak

isolasi pada trafo bahkan komponen lainnya sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada trafo bahkan dapat menyebabkan trafo tersebut padam. Beban lebih pada trafo distribusi juga dapat menyebabkan jatuh tegangan [1]. Selain itu, *overload* trafo dapat mempengaruhi kualitas daya transformator, meningkatnya *losses* dan susut umur pada trafo tersebut.

Di lain sisi, pertumbuhan penduduk di Kota Kotamobagu dalam 5 tahun terakhir mengalami peningkatan. Menurut publikasi Badan Pusat Statistik Sulawesi Utara (BPS Sulawesi Utara), jumlah penduduk Kota Kotamobagu pada tahun 2025 tercatat sebesar 130,41 ribu jiwa. Dalam lima tahun terakhir rata-rata laju pertumbuhan penduduk per tahun di Kota Kotamobagu yaitu sebesar +1,06%. Peningkatan populasi ini berbanding lurus dengan bertambahnya jumlah pelanggan listrik karena meningkatnya penggunaan peralatan elektronik di setiap rumah tangga. Kondisi ini menyebabkan kenaikan beban daya yang harus ditanggung oleh transformator distribusi di wilayah Kota Kotamobagu. Salah satu transformator distribusi yang mengalami kenaikan beban daya yang cukup signifikan yaitu transformator pada gardu distribusi K-034.

Transformator gardu distribusi K-034 dengan kapasitas 50 kVA yang terletak di Jl. Mogolaing, Kotamobagu Barat, Kota Kotamobagu, Sulawesi Utara melayani beban dengan pertumbuhan signifikan. Peningkatan beban tersebut terutama disebabkan oleh bertambahnya jumlah bangunan indekos, penambahan daya pada perkantoran, serta pembangunan rumah dinas kantor di sekitar wilayah gardu. Hal ini tentunya menyebabkan meningkatnya permintaan tenaga listrik, baik dari sektor perkantoran ataupun rumah tangga. Berdasarkan data beban bulanan dari pihak penyedia tenaga listrik diketahui bahwa transformator pada gardu tersebut beberapa kali beroperasi mendekati atau melampaui kapasitas nominalnya kondisi tersebut menunjukkan adanya potensi ketidakandalan sistem distribusi dan risiko penurunan kualitas layanan energi listrik.



Gambar 1.1. Single Line Diagram Lokasi Pekerjaan

Untuk mengatasi permasalahan *overload* yang terjadi pada transformator distribusi K-034 maka diperlukan suatu langkah teknis yang tepat. Terdapat upaya yang umum dilakukan untuk mengatasi *overload* yaitu mutasi transformator (*change*) atau menaikkan kapasitas transformator (*uprating*), sisip transformator, dan rekonfigurasi jaringan (mengalihkan sebagian beban ke transformator lain). Dalam kasus *overload* transformator distribusi K-034 ini, dengan mempertimbangkan biaya pekerjaan dan tidak adanya trafo eksisting terdekat maka tindakan yang tepat untuk masalah tersebut yaitu peningkatan kapasitas (*uprating*) transformator.[2]. Metode *uprating* dipilih sebagai solusi dalam mengatasi kondisi *overload* pada transformator K-034 dengan mempertimbangkan proyeksi pertumbuhan penduduk dan peningkatan kebutuhan beban listrik di wilayah tersebut.

Dalam melakukan analisis teknis terhadap kondisi existing maupun simulasi rencana *uprating*, software ETAP (*Electrical Transient Analyzer Program*) menjadi alat bantu yang efektif. ETAP dapat digunakan untuk melakukan perhitungan aliran beban (*load flow*), pembebanan trafo, efisiensi trafo. Dengan pendekatan berbasis simulasi, solusi yang dihasilkan diharapkan lebih akurat dan dapat direkomendasikan secara teknis kepada pihak terkait.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan dengan judul :
“Analisis Uprating Overload Transformator Gardu Distribusi K-034 PLN UP3
Kotamobagu Dengan Pendekatan Simulasi ETAP”.

1.2. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana kondisi pembebanan transformator Gardu Distribusi K-034 sebelum dan sesudah *uprating* transformator?
2. Bagaimana rugi- rugi daya dan efisiensi transformator sebelum dan sesudah *uprating* transformator?
3. Apakah *uprating* transformator merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi *overload* transformator Gardu Distribusi K-034 dan memenuhi kebutuhan beban listrik seiring pertumbuhan penduduk di wilayah tersebut?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk menganalisis kondisi pembebanan transformator Gardu Distribusi K-034 sebelum dan sesudah *uprating* transformator
2. Untuk mengetahui rugi- rugi daya dan efisiensi transformator sebelum dan sesudah *uprating* transformator
3. Untuk menilai efektivitas metode *uprating* transformator K-034 dalam mengatasi *overload* trafo tersebut dan mengantisipasi kenaikan beban akibat pertumbuhan penduduk di wilayah Gardu Distribusi K-034 di masa mendatang

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Bagi peneliti, penelitian ini memberikan pengalaman dan pemahaman mendalam mengenai analisis teknis uprating transformator distribusi.
2. Bagi PT PLN (Persero) UP3 Kotamobagu, hasil penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pengelolaan gardu distribusi yang mengalami *overload*.

3. Bagi akademisi, penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk penelitian sejenis mengenai pembebanan, drop tegangan, rugi-rugi daya dan efisiensi.

1.5. Ruang Lingkup Masalah

Penelitian ini hanya dilakukan pada trafo 50 kV di Gardu Distribusi K-034 yang terletak di Jl. Mogolaing, Kotamobagu Barat, Kota Kotamobagu, Sulawesi Utara dengan beberapa parameter yang diuji meliputi pembebanan, persentase jatuh tegangan, rugi – rugi daya, dan efisiensi. Untuk simulasi *uprating* transformator di aplikasi ETAP hanya dilakukan untuk mengetahui pembebanan dan persentase jatuh tegangan.

1.6. Kebaharuan

Penelitian ini memiliki nilai kebaruan karena tidak hanya menganalisis penanggulangan *overload* pada transformator Gardu Distribusi K-034 dengan metode *uprating* yang dievaluasi menggunakan metode kuantitatif, tetapi juga mengusulkan metode penanggulangan berbasis *uprating* yang disimulasikan secara komprehensif menggunakan perangkat lunak ETAP.

Selain itu, pemodelan sistem distribusi aktual Gardu Distribusi K-034 di ETAP memberikan gambaran kuantitatif mengenai perubahan pembebanan sebelum dan sesudah *uprating*.

1.7. Hipotesis

Berdasarkan permasalahan *overload* yang terjadi pada Transformator Gardu Distribusi K-034 PT PLN UP3 Kotamobagu, maka hipotesis dalam penelitian ini yaitu bahwa *uprating* kapasitas transformator pada Gardu Distribusi K-034 mampu menurunkan tingkat pembebanan transformator ke dalam batas operasi yang diizinkan, mengurangi rugi-rugi daya, serta memperbaiki profil tegangan pada sisi tegangan rendah, sebagaimana untuk dibuktikan melalui hasil analisis perhitungan dan simulasi menggunakan perangkat lunak ETAP.