

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh faktor daya (*power factor*) terhadap efisiensi serta rugi-rugi daya (*losses*) pada sistem distribusi tenaga listrik di PT PLN ULP Bireuen, khususnya pada Penyulang BR-01. Nilai faktor daya yang rendah pada jaringan distribusi dapat menyebabkan peningkatan arus listrik yang mengalir pada penghantar, sehingga berpotensi memperbesar rugi-rugi daya dan menurunkan efisiensi penyaluran energi. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini mengintegrasikan pengumpulan data berupa arus dan tegangan fasa (R, S, dan T) selama tujuh hari melalui pengukuran secara langsung, yang kemudian dianalisis menggunakan metode perhitungan manual serta simulasi *Load Flow Analysis* berbasis perangkat lunak ETAP 19. Hasil analisis manual menunjukkan efisiensi sistem penyulang berada pada kisaran 97,25% hingga 99,71%, dengan total rugi-rugi daya bervariasi antara 0,254 kW hingga 24,344 kW. Sementara itu, hasil simulasi ETAP pada kondisi beban puncak dengan nilai faktor daya awal sebesar 0,8610 menghasilkan persentase rugi-rugi daya sebesar 2,68%. Sebagai langkah perbaikan, dilakukan simulasi perbaikan faktor daya dengan merekomendasikan pemasangan *capacitor bank* berkapasitas 250,8 kVAR pada Bus 63 (pangkal penyulang 20 kV). Hasil perbaikan menunjukkan bahwa pemasangan *capacitor bank* berhasil meningkatkan faktor daya sistem secara signifikan dari 0,861 menjadi 0,956, sekaligus menurunkan kebutuhan daya reaktif sebesar 249,72 kVAR serta mengurangi daya semu sebesar 10,03%. Selain itu, perbaikan ini terbukti mampu meminimalkan rugi-rugi daya dan menstabilkan profil tegangan pada jaringan secara menyeluruh. Kesimpulannya, upaya perbaikan faktor daya melalui penerapan *capacitor bank* sangat efektif dalam meningkatkan kualitas penyaluran energi listrik, mengoptimalkan efisiensi operasional, dan memperkuat keandalan sistem distribusi listrik di Penyulang BR-01 PT PLN ULP Bireuen.

Kata Kunci: *Faktor Daya, Efisiensi Distribusi, Rugi-rugi Daya, Penyulang BR-01, ETAP 19, Capacitor Bank.*

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of power factors on efficiency and power losses in the electrical power distribution system at PT PLN (Persero) ULP Bireuen, specifically focusing on Feeder BR-01. A low power factor value within the distribution network causes an increase in electric current flowing through conductors, thereby potentially increasing line power losses and significantly reducing energy delivery efficiency. The methodology integrates comprehensive data collection of phase currents and voltages (R, S, and T) over seven consecutive days through direct field measurements, which were analyzed using manual calculations and Load Flow Analysis simulations based on ETAP 19 software. Manual analysis results show feeder system efficiency ranges from 97.25% to 99.71%, with total power losses varying between 0.254 kW and 24.344 kW. Meanwhile, ETAP simulation under peak load conditions with an initial power factor of 0.8610 resulted in a power loss percentage of 2.68%. As an improvement step, a power factor improvement simulation was conducted by recommending a 250.8 kVAR capacitor bank installation at Bus 63 (the 20 kV feeder origin). The simulation results indicate that installing the capacitor bank successfully increased the power factor significantly from 0.861 to 0.956, while reducing reactive power demand by 249.72 kVAR and decreasing overall apparent power by 10.03%. Additionally, this improvement minimizes power losses and stabilizes the overall network voltage profile. In conclusion, power factor improvement via a capacitor bank effectively enhances energy delivery quality, optimizes operational efficiency, and strengthens overall distribution system reliability at Feeder BR-01 PT PLN ULP Bireuen.

Keywords: *Power Factor, Distribution Efficiency, Power Losses, Feeder BR-01, ETAP 19, Capacitor Bank.*