

ABSTRAK

Program dedieselisasi penuh pada jaringan distribusi PT PLN (Persero) UP3 Rengat menyebabkan seluruh beban dialihkan dari pembangkit diesel lokal ke sistem interkoneksi, sehingga memperberat profil tegangan dan pembebanan jaringan Penyulang Al Hilal. Penelitian ini bertujuan menentukan lokasi dan kapasitas bank kapasitor yang optimal menggunakan metode Particle Swarm Optimization (PSO), membandingkan efektivitas skenario A-2, A-3, dan Integrasi, serta mengevaluasi perubahan profil tegangan, faktor daya, arus penyulang, dan rugi-rugi daya. Pemodelan sistem dan analisis aliran daya dilakukan menggunakan ETAP 24.0.1 dengan metode Newton-Raphson, sedangkan optimasi dilakukan menggunakan MATLAB R2024a. Solusi terbaik diperoleh pada skenario Integrasi dengan total kapasitas 1.650 kVAr yang ditempatkan pada FCO Jerambang 600 kVAr, FCO Idaman 300 kVAr, LBS SMPG Gaung 600 kVAr, dan FCO Air TWR 150 kVAr. Penerapan hasil optimasi meningkatkan faktor daya dari 86,00% menjadi 91,23%, meningkatkan tegangan minimum jaringan 20 kV dari 0,545 pu menjadi 0,563 pu, menurunkan arus kepala penyulang dari 295,0 A menjadi 287,5 A, menurunkan rugi-rugi daya reaktif dari 2,681 MVar menjadi 2,650 MVar, serta menurunkan loading SKTM GETEK2 dari 234,49% menjadi 225,80%. Rugi-rugi daya aktif meningkat tipis dari 2,257 MW menjadi 2,268 MW, sehingga pemilihan skenario Integrasi didasarkan pada fungsi objektif multi-kriteria dan bukan hanya minimisasi rugi-rugi daya aktif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PSO mampu memberikan rekomendasi kapasitor yang paling seimbang pada kondisi operasi akhir, meskipun penguatan jaringan lanjutan masih diperlukan untuk memenuhi seluruh batas operasi.

Kata Kunci: *Sistem Distribusi; Bank Kapasitor; Particle Swarm Optimization; Profil Tegangan; Rugi-rugi Daya*