

ABSTRAK

Sistem distribusi 20 kV Penyulang Al-Hilal sampai daerah Bekawan memiliki panjang jalur analisis 146,74 km dan mengalami permasalahan profil tegangan. Pada kondisi *existing*, dari 135 bus nominal 20 kV yang dievaluasi, terdapat 88 bus dengan tegangan di bawah 18 kV, dengan tegangan minimum 14,020 kV dan tegangan rata-rata 17,123 kV. Tugas akhir ini merancang konfigurasi bank kapasitor tiga fasa untuk memperbaiki profil tegangan menggunakan pilihan kapasitas diskrit dan pengaturan bertingkat. Perancangan ini merupakan bagian dari proyek tim yang mencakup perbaikan tegangan, *uprating* konduktor, dan koordinasi proteksi. Tahapan perancangan meliputi identifikasi kondisi *existing*, penetapan spesifikasi, sintesis lokasi dan kapasitas menggunakan *Particle Swarm Optimization* pada MATLAB R2024a, implementasi pada ETAP 24.0.1, serta pengujian pada operasi beban 100%, 75%, dan 50%. Ruang pencarian terdiri atas 23 bus kandidat dengan pilihan kapasitas 0, 300, 600, 900, 1.200, dan 1.500 kVAR. Hasil skenario 100, 200, dan 300 iterasi dibandingkan berdasarkan nilai *best fitness*, profil tegangan, total kapasitas, dan jumlah lokasi. Hasil 300 iterasi dipilih sebagai solusi terbaik dari skenario yang diuji karena menghasilkan nilai *best fitness* terkecil dan kenaikan tegangan yang lebih merata. Konfigurasi terpilih terdiri atas enam lokasi dengan kapasitas total 5.400 kVAR, kemudian dibentuk menjadi 18 *step* berkapasitas 300 kVAR. Setelah diterapkan pada ETAP, tegangan minimum meningkat menjadi 18,000 kV, tegangan rata-rata menjadi 18,845 kV, dan tidak terdapat bus dengan tegangan di bawah 18 kV. Pada operasi beban 100%, 75%, dan 50%, kapasitas aktif masing-masing sebesar 5.400, 2.700, dan 300 kVAR. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rancangan memenuhi kriteria tegangan pada seluruh kondisi pembebanan yang diuji.

Kata Kunci: bank kapasitor, *Particle Swarm Optimization*, perbaikan tegangan, sistem distribusi 20 kV, ETAP, MATLAB.