

ABSTRAK

Gangguan pada sistem distribusi tenaga listrik dapat menyebabkan pemadaman luas dan kerugian ekonomi yang signifikan. Oleh karena itu, dibutuhkan koordinasi proteksi yang tepat antara perangkat proteksi seperti *Over Current Relay* (OCR) dan *Recloser* agar gangguan dapat diisolasi secara cepat, selektif, dan tidak memengaruhi area yang lebih luas. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan koordinasi *recloser* pada sistem distribusi 20 kV dengan metode *Ant Colony Optimization* (ACO) guna meningkatkan keandalan dan efisiensi sistem. Objek penelitian adalah tiga penyulang di Gardu Induk Lhokseumawe, yaitu Cunda, Lancang Garam, dan Hagu. Analisa dilakukan melalui perhitungan impedansi ekuivalen sistem berdasarkan data trafo, NGR, dan karakteristik penghantar pada masing-masing penyulang. Arus gangguan tiga fasa dihitung secara manual dengan hasil sebesar 2.499,35 A (Cunda), 2.297,04 A (Lancang Garam), dan 1.737,25 A (Hagu). Pengaturan awal *Time Multiplier Setting* (TMS) dilakukan secara konvensional, kemudian dioptimalkan menggunakan algoritma ACO yang diprogram dalam MATLAB. Hasil optimasi tersebut disimulasikan dan divalidasi menggunakan perangkat lunak ETAP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma ACO mampu menentukan nilai TMS optimal dalam rentang 0,05 hingga 0,21, dengan waktu kerja proteksi yang lebih cepat dan selektif dibandingkan metode manual. Sebagai contoh, pada penyulang Cunda, waktu operasi hasil ACO adalah 0,5379 detik untuk outgoing dan 0,702 detik incoming, lebih baik dibandingkan metode manual sebesar 0,183 detik dan 0,244 detik. Simulasi ETAP menunjukkan koordinasi proteksi yang baik tanpa tumpang tindih kurva karakteristik serta *Coordination Time Interval* (CTI) tetap terjaga di atas ambang batas minimum 0,2 detik. Dengan demikian, penerapan ACO terbukti efektif dalam meningkatkan performa koordinasi proteksi *recloser* dan OCR, serta berkontribusi terhadap peningkatan keandalan dan efisiensi sistem distribusi listrik 20 kV.

Kata kunci: *Koordinasi proteksi, Recloser, Over Current Relay (OCR), Ant Colony Optimization (ACO), MATLAB, ETAP, TMS, CTI.*

ABSTRACT

Faults in electrical distribution systems can lead to widespread outages and significant economic losses. Therefore, proper protection coordination between devices such as Over current Relays (OCR) and Reclosers is essential to ensure that disturbances are isolated quickly, selectively, and without affecting wider areas. This study aims to optimize the coordination of reclosers in a 20 kV distribution system using the Ant Colony Optimization (ACO) method to improve system reliability and efficiency. The research focuses on three feeders at the Lhokseumawe Substation, namely Cunda, Lancang Garam, and Hagu. The analysis was conducted by calculating the system's equivalent impedance based on transformer data, Neutral Grounding Resistor (NGR), and conductor characteristics of each feeder. Three-phase fault currents were manually calculated with results of 2,499.35 A (Cunda), 2,297.04 A (Lancang Garam), and 1,737.25 A (Hagu). Initial Time Multiplier Settings (TMS) were determined using conventional methods, then optimized using the ACO algorithm implemented in MATLAB. The optimization results were simulated and validated using ETAP software. The findings show that the ACO algorithm successfully determined optimal TMS values ranging from 0.05 to 0.21, yielding faster and more selective protection operating times compared to manual methods. For example, on the Cunda feeder, ACO produced operating times of 0.5379 seconds (outgoing) and 0.702 seconds (incoming), which are better than the manual settings of 0.183 seconds and 0.244 seconds, respectively. ETAP simulations confirmed effective protection coordination, with no overlap in protection curves and Coordination Time Interval (CTI) consistently maintained above the minimum threshold of 0.2 seconds. Thus, the application of ACO has proven effective in enhancing the performance of recloser and OCR coordination, contributing significantly to the reliability and efficiency of the 20 kV distribution system.

Keywords: Protection coordination, Recloser, Over Current Relay (OCR), Ant Colony Optimization (ACO), MATLAB, ETAP, TMS, CTI.