

ABSTRAK

Gangguan sistem distribusi 20 kV merupakan kondisi tidak normal yang dapat mengganggu kontinuitas penyaluran energi listrik, sehingga proses deteksi dan klasifikasi gangguan perlu dilakukan secara cepat dan akurat. Penelitian ini mengusulkan algoritma *hybrid machine learning* untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan gangguan pada sistem distribusi 20 kV menggunakan data *disturbance recorder* dari relay proteksi. Data yang digunakan mencakup parameter arus, tegangan, frekuensi, dan waktu gangguan. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, pra-pemrosesan, segmentasi sinyal, ekstraksi fitur, serta pemodelan menggunakan *K-Means* dan *Support Vector Machine (SVM)*. *K-Means* digunakan untuk membedakan kondisi normal dan gangguan, sedangkan SVM digunakan untuk mengklasifikasikan gangguan menjadi satu *phase*, dua *phase*, dan tiga *phase*. Fitur yang digunakan meliputi nilai RMS arus dan tegangan, energi sinyal, durasi gangguan, serta indeks ketidakseimbangan antar *phase*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model *hybrid* memperoleh akurasi 64,57% dan balanced accuracy 61,14%. Model mampu mendeteksi kondisi normal dengan *recall* 97,86% dan gangguan tiga *phase* dengan *recall* 100%, namun masih sulit membedakan gangguan satu *phase* dan dua *phase*. Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan *hybrid* berpotensi mendukung identifikasi gangguan sistem distribusi. Meskipun demikian, peningkatan kualitas data, keseimbangan sampel, dan pengembangan fitur tambahan seperti domain frekuensi dan fitur transien untuk memperjelas perbedaan setiap *phase* serta penambahan jumlah *dataset* agar distribusinya lebih merata.

Kata Kunci: *disturbance recorder, K-Means, hybrid machine learning, fault classification*