

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Gangguan *line-to-line* pada Feeder Mill E tanggal 1 Mei 2025 menghasilkan arus hubung singkat besar sekitar 14,5 kA. Hasil perhitungan manual (15,52 kA) dan simulasi ETAP (15,19 kA) tervalidasi dengan selisih <10% terhadap data aktual.
2. Relay *overcurrent* Feeder Mill E bekerja sesuai fungsi sebagai proteksi utama, sedangkan relay *overcurrent* UAT tidak *trip* karena waktu operasinya lebih lambat ($\approx 0,407$ s) dibanding durasi gangguan ($\approx 0,129$ s).
3. Relay buchholz pada UAT teraktivasi dengan cepat ($\approx 0,055$ s) melalui mekanisme *oil surge* (*trip* tanpa alarm), sehingga memutus UAT dan memicu rangkaian *trip* unit.
4. Hasil pemeriksaan pasca gangguan (IR test dan DGA test) menunjukkan kondisi UAT normal, sehingga operasi buchholz pada kejadian ini lebih konsisten sebagai *false trip* akibat gangguan eksternal.
5. Analisis ambang menunjukkan arus gangguan aktual berada diantara ambang teoritis pemicu *oil surge* (arus minimum $\approx 11,95$ kA dan maksimum $\approx 35,86$ kA), sehingga secara teori kondisi gangguan memang berpotensi mengaktifkan relay buchholz.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan tetap mengacu pada batasan penelitian, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Disarankan dilakukan evaluasi dan pengujian fungsi relay buchholz beserta instalasinya untuk memastikan relay tidak mengalami kondisi mekanis yang meningkatkan sensitivitas terhadap gangguan eksternal.

2. Disarankan dilakukan *review* koordinasi dan *setting* proteksi feeder (50/51) terutama untuk memastikan *fault clearing time* cukup cepat dan tetap selektif terhadap arus *start* motor, sehingga energi gangguan yang “terbawa” melalui UAT dapat ditekan dan potensi *oil surge* dapat diminimalkan.
3. Disarankan disusun prosedur verifikasi pasca operasi buchholz (khusus trip tanpa alarm) yang mencakup evaluasi *event record*, inspeksi visual, serta pemeriksaan data pendukung sebelum transformator dinyatakan mengalami indikasi gangguan internal.
4. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan pengembangan analisis dengan metode yang lebih detail (misalnya pemodelan mekanik belitan dan dinamika fluida minyak) agar hubungan kuantitatif antara arus gangguan dan *oil surge* dapat diperkirakan dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi.

