

BAB V

KESIMPULAN, SARAN, DAN IMPLIKASI

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil analisis perhitungan manual, simulasi menggunakan ETAP 19.0.1, serta evaluasi koordinasi antara relai OCR *outgoing* dan *incoming* pada Gardu Induk Patuha penyulang PANA, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Analisis perbandingan menunjukkan bahwa *setting* relai proteksi arus lebih (OCR) eksisting pada penyulang PANA di Gardu Induk Patuha belum sepenuhnya sesuai dengan standar koordinasi PLN tahun 2024, khususnya pada sisi outgoing. Perbedaan ini teridentifikasi melalui perhitungan manual dan simulasi ETAP, yang mengindikasikan perlunya penyesuaian untuk mengoptimalkan kinerja proteksi sesuai standar terbaru.
2. Hasil pengukuran kinerja proteksi setelah *re-setting* parameter relai berdasarkan standar PLN tahun 2024 menunjukkan peningkatan signifikan dalam selektivitas dan keandalan sistem. Simulasi ETAP 19.0.1 memvalidasi bahwa waktu kerja relai utama (*outgoing*) untuk gangguan di titik 0% menjadi 0,453 detik, dan koordinasi waktu (*Coordination Time Interval*) antara relai utama dan cadangan (*incoming*) tercapai 0,449 detik, memenuhi standar minimum. Hal ini membuktikan bahwa perhitungan manual yang divalidasi dengan simulasi dapat secara efektif digunakan untuk optimasi sistem proteksi di lapangan.

5.2 Implikasi

Temuan ini mengimplikasikan bahwa audit dan pembaruan *setting* proteksi secara berkala adalah sebuah keharusan operasional, bukan pilihan. *Setting* yang dianggap memadai di masa lalu dapat menjadi suboptimal seiring pembaruan standar. Bagi PLN UP2D Jabar, hasil penelitian ini menyediakan dasar teknis yang kuat untuk segera mengimplementasikan *re-setting* pada penyulang PANA guna meningkatkan keandalan dan mencegah potensi kerugian

Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan evaluasi ganda menggabungkan perhitungan manual berbasis standar sebagai dasar teoretis dengan simulasi perangkat lunak sebagai validasi virtual, merupakan metodologi yang efektif dan andal untuk audit sistem proteksi. Pendekatan ini dapat direplikasi untuk mengevaluasi penyulang atau gardu induk lainnya.

5.3 Rekomendasi

Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian ini, terdapat beberapa rekomendasi yang dapat disampaikan sebagai berikut:

1. Bagi pihak UP2D Bandung dan PLN secara umum, disarankan untuk terus melakukan evaluasi berkala terhadap *setting* proteksi, terutama pada sistem relai OCR di gardu induk, guna memastikan kesesuaian dengan kondisi aktual jaringan serta perkembangan standar teknis terbaru.
2. Perangkat lunak seperti ETAP terbukti efektif dalam melakukan simulasi dan verifikasi sistem proteksi. Oleh karena itu, pemanfaatannya perlu ditingkatkan dalam proses audit teknis dan perencanaan sistem proteksi di lapangan.
3. Bagi peneliti atau mahasiswa yang tertarik dalam topik serupa, disarankan untuk memperluas ruang lingkup analisis dengan mempertimbangkan jenis proteksi lainnya seperti GFR (*Ground Fault Relai*), diferensial, dan proteksi jarak untuk mendapatkan pemahaman yang lebih menyeluruh terhadap sistem proteksi tenaga listrik.
4. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, direkomendasikan adanya analisis terhadap dampak integrasi pembangkit tersebar (*Distributed Generation*) terhadap selektivitas dan *setting* proteksi, mengingat semakin berkembangnya penggunaan energi terbarukan dalam sistem distribusi.