

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Dalam beberapa tahun terakhir, sistem proteksi pada gardu induk bertegangan tinggi mengalami perkembangan signifikan seiring kemajuan teknologi digital dan komunikasi dalam sistem tenaga listrik. Salah satu inovasi penting dalam sistem otomasi gardu induk adalah penerapan standar komunikasi IEC 61850, yang memungkinkan integrasi dan interoperabilitas antar perangkat proteksi serta mempercepat pertukaran data secara andal(Youssef et al., 2022). Komunikasi yang efektif antar perangkat proteksi menjadi komponen fundamental untuk menjamin efisiensi dan keandalan operasi sistem distribusi tenaga listrik (Lozano et al., 2023).

Salah satu fitur utama dari IEC 61850 adalah *GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event) Message*, yaitu protokol komunikasi yang memungkinkan pengiriman sinyal proteksi secara real-time antar perangkat IED (*Intelligent Electronic Device*) tanpa melalui wiring konvensional. Teknologi ini mampu mempercepat waktu tanggap sistem proteksi, meminimalkan risiko kesalahan koordinasi antar relay, dan meningkatkan keandalan dalam penanganan gangguan (Nikolai et al., 2024)

Dalam sistem tenaga listrik, gardu induk memiliki peran penting sebagai pusat transformasi tegangan dan distribusi daya. Salah satu komponen vital dalam gardu induk adalah transformator daya, yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari tegangan tinggi ke tegangan menengah dan sebaliknya (Utomo & Ilham, 2021). Gangguan pada transformator dapat menyebabkan pemadaman luas dan kerusakan peralatan, sehingga sistem proteksi yang cepat dan akurat sangat diperlukan. Sayangnya, sistem proteksi konvensional masih menghadapi berbagai kendala, seperti keterlambatan respon, wiring yang kompleks, serta potensi terjadinya *misoperation* (Yepez-Nicola, 2024)

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, konsep pola koordinasi proteksi *non-cascade* berbasis *GOOSE Message* menjadi alternatif yang menjanjikan.

Skema ini dirancang untuk menghilangkan ketergantungan serial antar relay serta mempercepat pengiriman sinyal *trip* secara langsung antar IED dengan waktu pengiriman dapat mencapai kurang dari 4 milidetik hingga 1 detik (Lozano et al., 2023). Hal ini memberikan keunggulan dalam hal kecepatan respon dan keandalan komunikasi proteksi.

Meskipun banyak penelitian telah membahas penerapan *GOOSE Message*, sebagian besar masih terbatas pada proteksi berbasis diferensial atau hanya dalam bentuk simulasi umum. Hingga saat ini, masih sangat sedikit studi yang secara khusus mengevaluasi implementasi *GOOSE Message* berbasis IEC 61850 dalam pola koordinasi proteksi *non-cascade*, terutama pada sistem aktual seperti Trafo 3 di GIS Kiaracondong. Padahal, sistem tersebut pernah mengalami gangguan nyata, yang menegaskan pentingnya studi teknis terhadap efektivitas komunikasi dan kecepatan respon sistem proteksi yang digunakan. Ketiadaan kajian terfokus terhadap kondisi ini menjadi celah penelitian yang relevan untuk diangkat.

Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada analisis penggunaan *GOOSE Message* berbasis IEC 61850 dalam sistem pola proteksi *non-cascade* pada Trafo 3 di GIS Kiaracondong, untuk mengevaluasi implementasi teknis serta kinerja komunikasi proteksi antar perangkat IED.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang penelitian di atas serta berbagai permasalahan yang telah dijelaskan, penelitian ini akan mengkaji beberapa permasalahan yakni:

1. Bagaimana penerapan pola koordinasi proteksi *non-cascade* berbasis IEC 61850 *GOOSE Message* pada sistem proteksi Trafo 3 di Gardu Induk GIS Kiaracondong?
2. Seberapa cepat waktu kerja relai dalam merespons gangguan menggunakan pola proteksi *non-cascade* berbasis *GOOSE Message*, dan bagaimana efektivitas komunikasi antar perangkat IED dalam sistem tersebut?

Untuk mencapai tujuan yang diharapkan, ditetapkan batasan masalah dalam penyusunan skripsi ini. Batasan masalah ini digunakan untuk mengidentifikasi ruang lingkup pembahasan agar terbatas dan tidak melebar terlalu luas, sehingga

tujuan penulisan penelitian dapat tercapai. Penelitian ini terbatas pada hal-hal antara lain:

1. Penelitian hanya difokuskan pada sistem proteksi dan komunikasi pada Trafo 3 di Gardu Induk GIS Kiaracondong, tanpa membahas transformator atau gardu lainnya.
2. Analisis hanya mencakup aspek teknis dan operasional dari *GOOSE Message* sesuai dengan standar IEC 61850, tanpa mempertimbangkan konfigurasi atau sistem di luar standar tersebut.
3. Kajian dibatasi pada skema pola proteksi *non-cascade*, tanpa melakukan perbandingan dengan pola *cascade* atau pola lainnya.
4. Penelitian tidak mencakup pembahasan mengenai aspek ekonomi, dampak lingkungan, atau studi kelayakan finansial dari penerapan sistem proteksi ini.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disampaikan, Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis implementasi *GOOSE Message* berbasis IEC 61850, serta memahami mekanisme penerapannya pada sistem proteksi Trafo 3 di Gardu Induk GIS Kiaracondong, khususnya dengan menggunakan pola koordinasi *non-cascade*.
2. Mengevaluasi Kinerja pengaruh penggunaan *GOOSE message* terhadap waktu respons dan komunikasi antar perangkat dalam sistem proteksi di Trafo 3 GIS Kiaracondong.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini, terdapat sejumlah manfaat yang dapat diperoleh, yang dapat dikategorikan ke dalam tiga aspek, yaitu aspek teoretis, praktis, dan profesional. Berikut adalah rinciannya:

1. Secara teoretis, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik elektro, khususnya dalam sistem proteksi tenaga listrik berbasis komunikasi digital

menggunakan *GOOSE Message* sesuai standar IEC 61850. Kajian ini juga memperluas referensi akademik mengenai penerapan pola koordinasi proteksi *non-cascade*, yang masih terbatas dibahas secara spesifik pada sistem distribusi 20 kV.

2. Secara praktis, hasil penelitian dapat menjadi acuan teknis bagi praktisi dan engineer di lingkungan PT PLN (Persero) serta instansi kelistrikan lainnya dalam merancang dan mengevaluasi sistem proteksi berbasis IEC 61850. Dengan hasil pengujian langsung pada perangkat fisik, penelitian ini memberikan gambaran nyata tentang efektivitas *GOOSE Message* dalam mempercepat respons sistem proteksi.
3. Dari aspek Institusional, Penelitian ini dapat memberikan masukan strategis bagi pengelola Gardu Induk GIS Kiaracondong dan unit-unit terkait dalam meningkatkan keandalan sistem proteksi serta efisiensi komunikasi antar perangkat IED. Selain itu, hasil penelitian ini dapat mendorong penerapan sistem *Substation Automation System* (SAS) berbasis IEC 61850 secara lebih luas di masa depan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini mencakup lima bab, mengikuti panduan yang tertera dalam buku Pedoman Penulisan Karya Tulis Ilmiah UPI tahun 2024. Berikut merupakan sistematika penulisan yang menjadi landasan dalam menyelesaikan penelitian ini:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan masalah, pembatasan masalah dan, sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi teori-teori yang berkaitan dengan inti pembahasan penelitian berdasarkan sumber-sumber referensi yang tertulis dan relevan dengan topik penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi rancangan alur penelitian berdasarkan metode penelitian yang digunakan. Selain itu, bab ini memaparkan lokasi penelitian, instrumen

penelitian berupa data penelitian, dan prosedur penelitian yang menjelaskan tahapan penelitian secara rinci.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi analisa dari hasil penelitian dan pembahasan lanjutan mengenai penelitian yang telah dilakukan.

BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI

Pada bab ini, berisi kesimpulan dari permasalahan yang diteliti dengan menggaris bawahi hasil-hasil penting dan rekomendasi untuk tindakan lebih lanjut di masa depan berdasarkan hasil penelitian karya ilmiah ini.