

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan *Distributed Generation* (DG) untuk membantu menyuplai energi listrik pada jaringan distribusi menjadi sebuah solusi efisien dari segi teknis maupun biaya. Pada tahun 2025, PT PLN (Persero) melaksanakan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) Tras yang berlokasi di Lubuk Alung, PLTM ini dibangun berdasarkan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PLN tahun 2025-2035 [1]. Pada jaringan distribusi Lubuk Alung, penambahan PLTM Tras 4 x 0,4 MW sebagai DG berimplikasi pada perubahan arah dan besarnya aliran daya dan arus hubung singkat pada jaringan distribusi Lubuk Alung. Kehadiran PLTM Tras tersebut mengubah karakteristik jaringan distribusi Lubuk Alung, semula bersifat radial dan satu arah menjadi aktif dengan aliran daya dua arah (*bidirectional flow*). Hal ini secara signifikan memengaruhi koordinasi sistem proteksi yang sudah ada. Integrasi DG di jaringan distribusi memang menimbulkan variasi kontribusi arus gangguan serta pergeseran arah arus yang menjadi tantangan bagi koordinasi proteksi arus lebih [2]. Keberadaan sumber tersebar pada sisi distribusi dapat menaikkan level arus gangguan dan memengaruhi margin selektivitas proteksi [3].

Untuk memitigasi dampak tersebut, sistem perlu menjamin selektivitas proteksi melalui penambahan relai arus lebih berarah (*Directional Overcurrent Relay/DOCR*) dan relai arus lebih (*Overcurrent Relay/OCR*) yang terkoordinasi dengan baik, disertai dengan evaluasi ulang terhadap pengaturan *pickup* dan *Time Multiplier Setting* (TMS) antara relai utama dan relai cadangan [2]. Penyesuaian TMS secara bertahap dan verifikasi urutan operasi perangkat proteksi merupakan langkah penting untuk menjaga selektivitas sistem setelah dilakukan rekonfigurasi jaringan [4]. Rekonfigurasi jaringan distribusi dalam penelitian ini merupakan penyesuaian ulang struktur dan sistem proteksi setelah integrasi PLTM Tras, yang mencakup penataan ulang penempatan relai, arah kerjanya, serta penyetelan parameter seperti arus pickup dan TMS. Hal ini diperlukan karena keberadaan pembangkit tersebar mengubah karakteristik sistem dari aliran satu arah menjadi dua arah, sehingga memengaruhi besar dan arah arus gangguan.

Untuk menjamin efektivitas rancangan dan pengaturan sistem proteksi setelah integrasi PLTM Tras, diperlukan pelaksanaan studi hubung singkat serta pengujian koordinasi relai dengan bantuan perangkat lunak DIGSILENT PowerFactory yang relevan dan andal dalam memvalidasi koordinasi sistem proteksi jaringan distribusi tegangan menengah, termasuk untuk skenario gangguan tiga fasa, dua fasa, dua fasa ke

tanah dan satu fasa ke tanah. Dengan begitu, konfigurasi sistem proteksi pada jaringan distribusi Lubuk Alung dapat bekerja dengan baik setelah beroperasinya PLTM Tras.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah berdasarkan dari latar belakang tersebut sebagai berikut:

1. Bagaimana penyesuaian konfigurasi proteksi setelah pengintegrasian PLTM Tras pada jaringan distribusi Lubuk Alung?
2. Bagaimana setting relai arus lebih (OCR) dan relai arus lebih berarah (DOCR) yang sesuai setelah pengintegrasian PLTM Tras pada jaringan distribusi Lubuk Alung?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk memperoleh konfigurasi proteksi setelah pengintegrasian PLTM Tras pada jaringan distribusi Lubuk Alung.
2. Untuk memperoleh setting relai arus lebih (OCR) dan relai arus lebih berarah (DOCR) yang sesuai setelah pengintegrasian PLTM Tras pada jaringan distribusi Lubuk Alung.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah menghasilkan sistem proteksi arus lebih yang efektif dan andal dalam melindungi jaringan distribusi Lubuk Alung setelah pengintegrasian PLTM Tras.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah:

1. Jenis relai yang digunakan adalah relai arus lebih dengan karakteristik *Standard Inverse* dan relai arus lebih berarah.
2. Beberapa koneksi antarpemulang (*feeder*) dan gardu induk dengan hubungan *Normally Open* (NO) diabaikan. Koneksi tersebut dirincikan sebagai berikut:
 - A. Hubungan NO pada *Feeder* Ulakan Gardu Induk (GI) Lubuk Alung dengan *Feeder* Pauh Kamba GI Lubuk Alung, *Feeder* Aia Tajun GI Lubuk Alung, *Feeder* Limpato ULP Lubuk Alung GI Pariaman, dan *Feeder* Kuritaji GI Pariaman.
 - B. Hubungan NO pada *Feeder* Pasar Usang GI Lubuk Alung dengan *Feeder* Tapakis GI Lubuk Alung, *Feeder* Pauh Kamba GI Lubuk Alung, *Feeder* Aia Tajun GI Lubuk Alung, dan *Feeder* Bumi Kasai GI PIP.

- C. Hubungan NO pada *Feeder* Tapakis GI Lubuk Alung dengan *Feeder* Pasar Usang GI Lubuk Alung.
 - D. Hubungan NO pada *Feeder* Pauh Kamba GI Lubuk Alung dengan *Feeder* Pasar Usang GI Lubuk Alung, *Feeder* Ulakan GI Lubuk Alung, *Feeder* Puncak Kiambang GI Lubuk Alung, dan *Feeder* Aia Tajun GI Lubuk Alung.
 - E. Hubungan NO pada *Feeder* Aia Tajun GI Lubuk Alung dengan *Feeder* Pasar Usang GI Lubuk Alung, *Feeder* Bumi Kasai GI PIP, *Feeder* Pauh Kamba GI Lubuk Alung, dan *Feeder* Ulakan GI Lubuk Alung.
- 3. Rasio *Current Transformer* (CT) menyesuaikan dengan rasio *existing* di lapangan.
 - 4. *Grading margin* waktu operasi yang digunakan untuk koordinasi relai adalah $\geq 0,5$ detik.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan landasan teori dan kajian pustaka yang mendukung pelaksanaan tugas akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian serta metode yang digunakan dalam penyesuaian konfigurasi sistem proteksi.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Bab ini membahas tentang hasil perhitungan *setting* relai arus lebih dan relai arus lebih berarah, serta analisis koordinasi relai proteksi ketika diberi gangguan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari penulis setelah melakukan penelitian tugas akhir.

