

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Circuit breaker merupakan salah satu perangkat proteksi paling vital dalam sistem tenaga listrik. Fungsinya adalah memutus arus listrik secara otomatis saat terjadi gangguan seperti hubung singkat (*short circuit*), beban lebih (*overload*), atau gangguan tanah. Dalam sistem tiga fasa, PMT memiliki tiga kutub yang masing-masing bertanggung jawab memutus satu fasa. Oleh karena itu, sangat penting untuk memastikan bahwa ketiga kutub ini bekerja secara serempak saat terjadi pemutusan.

Namun, pengujian keserempakan harus dilakukan dengan aman. Pengujian yang tidak memperhatikan prosedur keselamatan dapat membahayakan personel penguji maupun merusak peralatan. Oleh karena itu, pengujian dilakukan dalam kondisi sistem yang aman, menggunakan alat pengujian khusus seperti *circuit breaker analyzer* yang mampu merekam waktu operasional masing-masing kutub secara akurat tanpa membebani sistem. Selain itu, personel penguji harus memahami standar keselamatan kerja kelistrikan, seperti penggunaan alat pelindung diri (APD), pemutusan sumber daya sebelum pengujian, dan penguncian sistem (*lock-out/tag-out*).

Penting pula untuk mengikuti standar pengujian internasional, seperti IEC 62271, serta memastikan prosedur keselamatan kerja diterapkan, termasuk penggunaan alat pelindung diri (APD), sistem penguncian (*lockout-tagout*), dan pemutusan sumber daya listrik sebelum pengujian dilakukan.

Dengan pendekatan pengujian yang benar dan aman, keserempakan operasi PMT dapat dipastikan tanpa menimbulkan *pole discrepancy*, sehingga sistem tenaga listrik tetap andal dan terlindungi dari potensi gangguan lanjut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, terdapat beberapa permasalahan utama yang diidentifikasi dalam pelaksanaan pengujian keserempakan Pemutus Tenaga (PMT) di lapangan, terutama pada unit transmisi dan gardu induk. Permasalahan tersebut berkaitan dengan aspek keselamatan kerja, efektivitas waktu, akurasi hasil pengujian, serta standarisasi metode. Oleh karena itu, rumusan masalah dalam penelitian dan pengembangan proyek inovasi ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Bagaimana metode pengujian keserempakan PMT yang aman dan sesuai dengan standar operasional PLN serta ketentuan IEC 62271-100?
2. Bagaimana cara melakukan pengujian keserempakan PMT agar tidak menimbulkan *pole discrepancy* serta menjaga keserempakan waktu antar fasa sesuai batas toleransi standar SPLN 52-1 dan IEC 62271-100?
3. Bagaimana merancang sistem pengujian keserempakan PMT yang terstandarisasi, efisien waktu, tepat, dan dapat dilakukan oleh satu teknisi melalui pengembangan alat bantu inovatif seperti *FASTER* (Fasilitas Adapter)?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian dan implementasi proyek inovasi ini adalah untuk mengembangkan dan menerapkan alat bantu pengujian keserempakan Pemutus Tenaga (PMT) berupa *FASTER* (Fasilitas Adapter) yang berfungsi meningkatkan keamanan, efisiensi, dan keandalan proses pengujian.

Secara lebih rinci, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini meliputi:

1. Mempermudah proses pengujian keserempakan PMT

Melalui penggunaan alat *FASTER*, koneksi antara terminal PMT dan alat uji dapat dilakukan dengan sistem *plug-and-test* yang praktis, tanpa perlu metode *tapping manual*. Hal ini diharapkan dapat menyederhanakan tahapan pengujian serta mengurangi waktu persiapan di lapangan.

2. Memperkecil risiko kegagalan dalam pengujian keserempakan PMT Dengan desain konektor terstandarisasi dan sambungan yang presisi, *FASTER* mampu meminimalkan kesalahan teknis seperti koneksi tidak stabil atau pembacaan waktu yang tidak serempak antar fasa, sehingga hasil pengujian menjadi lebih akurat dan dapat diandalkan.
3. Mengurangi risiko kesalahan koneksi terminal selama pengujian *FASTER* dilengkapi dengan sistem label terminal dan konektor tetap yang sesuai dengan standar *wiring* PMT, sehingga risiko kesalahan dalam penyambungan kabel uji dapat diminimalkan. Hal ini juga mendukung peningkatan keselamatan personel selama proses uji.

1.4 Manfaat

Dengan dilaksanakannya pembuatan dan penerapan proyek inovasi *FASTER* (Fasilitas Adapter) dalam pengujian keserempakan Pemutus Tenaga (PMT), manfaat yang dapat diperoleh meliputi berbagai aspek, baik teknis, operasional, maupun keselamatan kerja. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian dan implementasi alat ini adalah sebagai berikut:

1. Efisiensi Personel dan Waktu Pengujian

Penggunaan *FASTER* memungkinkan proses pengujian keserempakan PMT dilakukan hanya oleh satu orang teknisi tanpa memerlukan bantuan personel tambahan untuk menahan atau menyambung terminal secara manual. Hal ini meningkatkan efisiensi tenaga kerja sekaligus mempercepat pelaksanaan pengujian di lapangan.

2. Peningkatan Keselamatan Kerja (*Safety Improvement*)

Dalam aspek keselamatan, alat *FASTER* memberikan perlindungan lebih baik karena koneksi antara alat uji dan terminal PMT dilakukan melalui sistem soket industri yang aman, tertutup, dan terisolasi. Dengan demikian, risiko terjadinya kontak langsung terhadap terminal bertegangan atau kesalahan koneksi selama proses pengujian dapat diminimalkan secara signifikan sesuai prinsip Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di lingkungan PT PLN (Persero).

3. Meningkatkan Reusabilitas dan Efisiensi Material

FASTER dirancang agar dapat dipasang secara permanen pada panel terminal PMT dan digunakan kembali (*reusable*) pada saat dilakukan pengujian berikutnya atau ketika terjadi penggantian unit PMT baru. Hal ini tidak hanya menghemat biaya peralatan, tetapi juga mendukung konsep *sustainability* (keberlanjutan) dalam manajemen aset transmisi PLN.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Ruang lingkup dalam penelitian ini dibatasi pada aspek teknis dan implementatif yang berkaitan langsung dengan proses modifikasi dan penambahan sistem *wiring open-close* pada Pemutus Tenaga (PMT) untuk mendukung fasilitas pengujian keserempakan.

Adapun batasan ruang lingkup yang dimaksud meliputi hal-hal berikut:

1. Objek Penelitian

Penelitian ini difokuskan pada PMT tipe SF₆ dengan konfigurasi *single pole* dan *three pole* yang digunakan di gardu induk wilayah kerja ULTG Tangerang Selatan – PT PLN (Persero). Analisis dan implementasi dilakukan pada sistem kontrol dan terminal koil *trip* serta *close* PMT.

2. Cakupan Kegiatan Penelitian

- a. Melakukan identifikasi permasalahan lapangan terkait pengujian keserempakan PMT menggunakan metode *tapping* konvensional.
- b. Mendesain, merakit, dan mengimplementasikan alat bantu *FASTER* (Fasilitas Adapter) sebagai konektor standar antara terminal PMT dan alat uji.

- c. Melakukan pengujian keserempakan PMT menggunakan alat uji seperti Omicron CIBANO 500 atau Megger EGIL, baik sebelum maupun sesudah penggunaan FASTER.
 - d. Melakukan analisis terhadap hasil pengujian, efisiensi waktu, dan aspek keselamatan kerja.
3. Batasan Penelitian
- a. Penelitian ini hanya berfokus pada pengujian keserempakan (*synchronism test*) PMT, tidak mencakup uji karakteristik lain seperti *Contact Resistance Test* (CRT) atau *Timing Test* lainnya.
 - b. Pengujian dilakukan dalam kondisi *offline* (tanpa tegangan sistem), sesuai prosedur keselamatan pengujian PMT pada sistem transmisi.
 - c. Aspek analisis ekonomi terbatas pada perbandingan efisiensi waktu dan biaya personel, tidak mencakup analisis investasi menyeluruh.
 - d. Evaluasi kinerja alat dilakukan berdasarkan standar *IEC 62271-100:2021* dan *SPLN 52-1:1983*.
4. Lokasi Implementasi
- Penerapan proyek dilakukan di beberapa Gardu Induk (GI) di bawah pengelolaan ULTG Tangerang Selatan, yaitu:
- GI Lengkong (150 kV & 500 kV)
 - GI Serpong (150 kV)
 - GI Legok (150 kV)

1.6 Kebaharuan / Metodologi Penelitian

Penelitian ini memiliki unsur kebaruan berupa pengembangan alat bantu pengujian keserempakan Pemutus Tenaga (PMT) yang diberi nama *FASTER* (Fasilitas Adapter).

Kebaharuan proyek ini dibandingkan metode konvensional terletak pada:

- a. Penerapan sistem konektor modular (soket *industrial* 6 pin/16 pin) yang dapat dipasang permanen pada terminal PMT.
- b. Menggantikan metode *tapping manual* dengan sistem *plug-and-test* yang lebih aman dan cepat.
- c. Mampu mengurangi jumlah teknisi dari 3 orang menjadi 1 orang saat pengujian keserempakan.
- d. Dapat mengurangi risiko *pole discrepancy* akibat ketidakseimbangan koneksi antar fasa.
- e. Dapat digunakan ulang (*reusable*) saat penggantian PMT tanpa modifikasi ulang *wiring*.