

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang Penelitian

Busbar merupakan terminal yang menghubungkan seluruh saluran transmisi (*bay line*) dan transformator tenaga (*bay trafo*) yang berada di gardu induk (Siallagan dkk., 2021). Sebagaimana pada saluran transmisi, terdapat pula potensi terjadinya gangguan hubung singkat pada busbar (Fauzi dkk., 2020). Hubung singkat pada busbar dapat menimbulkan arus gangguan yang sangat besar, sehingga dapat membahayakan keselamatan manusia, menimbulkan kerusakan pada peralatan, dan mengganggu stabilitas sistem (Bainy dkk., 2021). Oleh karena itu, perlu diterapkan suatu sistem proteksi khusus yang dapat melepaskan gangguan pada busbar dengan cepat sehingga dapat mengurangi potensi kecelakaan dan kerusakan akibat gangguan tersebut (Purwanto dkk., 2019). Selain memiliki kecepatan tinggi, proteksi busbar dituntut untuk memiliki selektifitas dan keandalan yang baik karena kegagalan atau kesalahan kerja pada proteksi busbar dapat menyebabkan gangguan yang meluas dan bahkan terjadinya pemadaman total atau yang biasa disebut *black out* (Eissa, 2013).

Proteksi busbar umumnya dirancang menggunakan relai diferensial yang bekerja dengan mengukur selisih (diferensial) antara jumlah arus yang mengalir masuk dan keluar busbar (Ziegler, 2012). Berdasarkan Hukum Kirchoff I, pada kondisi normal maka selisih arus akan bernilai nol. Sedangkan saat terjadi hubung singkat pada busbar, akan timbul arus gangguan dari berbagai arah yang seluruhnya mengalir menuju busbar sehingga tidak ada arus yang mengalir keluar dari busbar. Kondisi tersebut menyebabkan timbulnya diferensial arus yang besar yang terukur oleh relai, sehingga relai akan mengidentifikasi kondisi tersebut sebagai gangguan dan relai akan bekerja (*trip*). Proteksi busbar menggunakan relai diferensial dapat bekerja dengan sangat cepat, sensitif, dan selektif dalam menangani gangguan, namun implementasi sistem ini dianggap mahal dan sulit (Gajic dkk., 2019). Metode konvensional yang biasa digunakan untuk proteksi busbar di gardu induk ialah menggunakan relai arus lebih dan tidak digunakan relai diferensial karena dianggap tidak efektif dari segi biaya (Mohan & Chatterjee, 2010), metode

konvensional inilah yang diterapkan di GI Pan Asia. Hingga kini, proteksi busbar di GI Pan Asia belum menggunakan relai diferensial, melainkan hanya mengandalkan relai arus lebih yang pada dasarnya merupakan relai proteksi cadangan untuk *bay line*, *bay trafo*, dan *bay kopel*.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Hedi Purwanto, dkk. (2019) ditemukan bahwa relai arus lebih memerlukan waktu 737 ms (milisekon) untuk melepaskan gangguan pada busbar. Waktu kerja tersebut dinilai lambat, maka sebagai solusi atas permasalahan tersebut dilakukan perancangan ulang proteksi busbar dengan tetap menggunakan relai arus lebih yang disusun dengan skema *non-cascade*. Dengan skema tersebut relai dapat bekerja lebih cepat yakni dalam waktu 135 ms. Namun penelitian tersebut hanya berfokus pada mempercepat waktu kerja relai saja, karena rancangan tersebut akan diterapkan pada sistem dengan busbar tunggal sehingga tidak diperlukan selektifitas untuk menentukan busbar mana yang mengalami gangguan. Pada penelitian lain, Ahmad Fauzi, dkk. (2020) mengungkapkan bahwa total waktu yang diperlukan oleh relai arus lebih untuk melepaskan gangguan pada busbar ialah 1.185 ms, yang tentunya dinilai lambat. Maka, dilakukan perancangan proteksi busbar menggunakan relai diferensial. Dengan menggunakan relai diferensial, gangguan pada busbar dapat dilepaskan dengan sangat cepat yakni dalam waktu 35 ms. Begitupula Joulelin Yonatan, dkk. (2021) memberikan fakta bahwa gangguan pada busbar dapat dilepaskan dalam waktu 1.257 ms oleh relai arus lebih. Maka dilakukan perancangan proteksi busbar menggunakan relai diferensial, sehingga dengan rancangan tersebut gangguan dapat dilepaskan dengan sangat cepat yakni dalam waktu 30 ms. Selain memiliki kecepatan tinggi, proteksi busbar menggunakan relai diferensial memiliki selektifitas yang baik untuk menentukan busbar mana yang mengalami gangguan, dan menentukan gangguan terjadi di dalam atau di luar zona proteksi busbar.

Berdasarkan data dan fakta yang telah dikemukakan, menimbulkan ketertarikan bagi penulis untuk menganalisis kinerja relai arus lebih yang digunakan sebagai proteksi busbar di GI Pan Asia saat ini apakah memenuhi persyaratan proteksi sistem tenaga listrik atau tidak, dan kemudian merancang proteksi busbar menggunakan relai diferensial untuk dapat diterapkan di GI Pan Asia. Sebagai kebaruan dari penelitian ini, penulis merancang relai diferensial

proteksi busbar dengan skema *centralized low impedance*. Skema *centralized low impedance* merupakan proteksi busbar menggunakan relai diferensial jenis *low impedance* dengan prinsip kerja pembacaan arus yang mengalir masuk dan keluar busbar dilakukan secara terpusat (*centralized*) oleh satu unit relai diferensial, begitupula perintah *trip* pada PMT yang terhubung dengan busbar dilakukan secara terpusat. Dengan skema tersebut seluruh transformator arus (CT) pada *bay* yang terhubung dengan busbar dapat dihubungkan secara langsung pada relai, sehingga dapat digunakan CT dengan rasio yang berbeda pada setiap *bay*. Sehingga skema tersebut lebih relevan untuk diterapkan karena GI Pan Asia memiliki CT dengan rasio berbeda pada setiap *bay*. Atas dasar pemikiran tersebut, maka penulis merumuskan penelitian ini dengan judul “Implementasi Relai Diferensial Dengan Skema *Centralized Low Impedance* Untuk Sistem Proteksi Busbar 150 KV Di Gardu Induk Pan Asia”.

## 1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Dengan meninjau data dan fakta yang dikemukakan pada latar belakang penelitian, menimbulkan beberapa identifikasi permasalahan yang menjadi landasan dalam melakukan penelitian ini, diantaranya:

1. Diperlukan analisis terhadap kinerja relai arus lebih yang digunakan sebagai proteksi busbar di GI Pan Asia saat ini apakah memenuhi persyaratan proteksi sistem tenaga listrik atau tidak.
2. Diperlukan rancangan proteksi busbar menggunakan relai diferensial untuk dapat diterapkan di GI Pan Asia.
3. Diperlukan analisis terhadap kinerja rancangan proteksi busbar menggunakan relai diferensial yang telah disusun apakah dapat bekerja lebih baik dari proteksi busbar eksisting saat ini atau tidak.

Untuk membatasi agar pembahasan tidak meluas, maka penulis membatasi ruang lingkup pembahasan sebagai berikut:

1. Analisis kinerja relai arus lebih sebagai proteksi busbar dilakukan berdasarkan kondisi relai yang terpasang di GI Pan Asia saat ini.
2. Rancangan proteksi busbar menggunakan relai diferensial disusun dengan mempertimbangkan kondisi dan peralatan di GI Pan Asia saat ini.

Dengan demikian, dapat ditentukan beberapa rumusan masalah yang menjadi pokok pembahasan pada penelitian ini diantaranya:

1. Bagaimana kinerja relai arus lebih yang digunakan sebagai proteksi busbar di GI Pan Asia saat ini?
2. Bagaimana rancangan proteksi busbar menggunakan relai diferensial untuk dapat diterapkan di GI Pan Asia?
3. Bagaimana kinerja rancangan proteksi busbar menggunakan relai diferensial dalam menangani gangguan pada busbar di GI Pan Asia?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis kinerja relai arus lebih yang digunakan sebagai proteksi busbar di GI Pan Asia saat ini.
2. Melakukan perancangan proteksi busbar menggunakan relai diferensial untuk dapat diterapkan di GI Pan Asia.
3. Menganalisis kinerja rancangan proteksi busbar menggunakan relai diferensial dalam menangani gangguan pada busbar di GI Pan Asia.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara akademis dan praktis diantaranya sebagai berikut:

1. Penelitian dapat memberikan pengetahuan bagi pembaca dalam melakukan perancangan proteksi busbar menggunakan relai diferensial.
2. Penelitian ini dapat memberikan perbandingan antara kinerja relai arus lebih dengan relai diferensial sebagai proteksi busbar.
3. Hasil penelitian ini dapat menjadi rekomendasi bagi PT. PLN (Persero) untuk mengimplementasikan relai diferensial dengan skema *centralized low impedance* untuk proteksi busbar di GI Pan Asia.

### **1.5 Struktur Organisasi Skripsi**

Hasil penelitian ini dituangkan ke dalam suatu karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan struktur yang terdiri dari:

## 1. BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini memaparkan fenomena yang didukung dengan data dan fakta yang menjadi latar belakang penelitian ini, merumuskan permasalahan yang menjadi pokok bahasan dalam penelitian, menentukan tujuan penelitian dan manfaat penelitian, dan kemudian memaparkan struktur organisasi skripsi.

## 2. BAB II: KAJIAN PUSTAKA

Bab ini memuat berbagai landasan teori serta hasil penelitian yang berkaitan dengan topik penelitian yang dilakukan, diantaranya mencakup kaidah sistem proteksi tenaga listrik, proteksi busbar beserta komponennya, karakteristik relai diferensial, beserta berbagai metode perhitungan yang digunakan.

## 3. BAB III: METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan desain penelitian yang dimaksud, lokasi dan partisipan yang terlibat, instrumen penelitian yang digunakan, langkah yang ditempuh dalam melakukan penelitian mulai dari tahap awal hingga akhir yang disertai dengan diagram alir, serta metode yang digunakan untuk menganalisis data.

## 4. BAB IV: TEMUAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini mengungkapkan hasil temuan penelitian yang diperoleh berdasarkan perhitungan matematis dan simulasi, kemudian disertai analisis dan pembahasan terhadap hasil temuan penelitian.

## 5. BAB V: SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI

Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh penulis berdasarkan hasil penelitian, memaparkan implikasi yang timbul dari hasil penelitian terhadap objek penelitian, kemudian penulis memberikan rekomendasi kepada pihak yang terlibat dalam penelitian ini berdasarkan hal-hal yang ditemui dan dialami penulis selama pelaksanaan penelitian.