

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Tenaga listrik sudah menjadi kebutuhan yang paling utama dibandingkan dengan kebutuhan-kebutuhan lainnya. Dalam kehidupan sehari-hari jika tenaga listrik tidak terpenuhi atau boleh dikatakan defisit, maka rumah tangga, industri, dan penerangan-penerangan lainnya akan terganggu aktivitasnya masing-masing. Pemanfaatan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari tidak terlepas dari berbagai macam gangguan. Gangguan-gangguan tersebut tidak dapat diprediksi kapan akan terjadi. Dalam hal ini peneliti akan fokus terhadap gangguan yang terjadi di gardu induk. Sistem gardu induk memiliki alat pengaman yang dapat mendeteksi dan memproteksi sistem dari gangguan yang terjadi. Peralatan pengaman (sistem proteksi) yang tepat dan dapat diandalkan ketika terjadinya gangguan salah satunya yaitu *circuit breaker*.

Sistem interkoneksi tenaga listrik merupakan sistem yang menghubungkan beberapa pembangkit dan gardu induk untuk menyalurkan energi listrik secara handal dan kontinyu. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi listrik dan pertumbuhan beban, sistem interkoneksi menjadi semakin kompleks dan memerlukan sistem proteksi yang andal. Menurut penelitian Sharma dan Kumar (2023) dalam kompleksitas sistem interkoneksi modern telah meningkat 40% dalam dekade terakhir, yang mengakibatkan peningkatan risiko gangguan sistem sebesar 25%.

Salah satu komponen kritis dalam sistem proteksi adalah *Circuit Breaker* (CB). Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Wang et al. (2022) dalam jurnal CB dengan level arus gangguan. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa peningkatan level arus hubung singkat akibat penambahan pembangkit baru dapat mencapai 15-20% dari nilai desain awal.

Koordinasi relay proteksi pada sistem interkoneksi menjadi tantangan tersendiri. Penelitian Ahmad dan Rahman (2023) dalam mengungkapkan bahwa 45% kasus pemadaman yang tidak perlu terjadi akibat koordinasi relay yang tidak optimal. Martinez dan Garcia (2024) dalam menambahkan bahwa sistem proteksi konvensional memerlukan penyesuaian rata-rata setiap 2-3 tahun akibat perubahan konfigurasi jaringan.

Perubahan konfigurasi jaringan dan penambahan pembangkit baru dapat mengubah besarnya arus gangguan secara signifikan. Penelitian Li et al. (2023) dalam menunjukkan bahwa penambahan pembangkit energi terbarukan dapat meningkatkan level arus hubung singkat hingga 35% pada titik-titik tertentu dalam jaringan. Hal ini sejalan dengan temuan Zhou dan Chen (2023) yang menyatakan bahwa 40% CB terpasang memerlukan evaluasi ulang kapasitasnya akibat perubahan karakteristik sistem. Perkembangan teknologi digital dan smart grid juga menuntut adanya sistem proteksi yang lebih adaptif. Kim et al. (2024) dalam mengungkapkan bahwa implementasi teknologi digital dalam sistem proteksi dapat meningkatkan keandalan sistem hingga 60% dan mengurangi waktu isolasi gangguan hingga 40%. Namun, Patel dan Singh (2023) dalam penelitiannya menemukan bahwa hanya 25% .

Aspek ekonomi juga menjadi pertimbangan penting dalam pemilihan dan penentuan kapasitas CB. Menurut analisis ekonomi yang dilakukan oleh Thompson et al. (2023), investasi dalam sistem proteksi yang tepat dapat menghemat biaya operasional hingga 30% dalam jangka panjang melalui pengurangan kerusakan peralatan dan minimalisasi durasi pemadaman.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kapasitas CB yang sesuai dan merancang koordinasi relay proteksi yang optimal pada sistem interkoneksi tenaga listrik. Pendekatan yang digunakan mempertimbangkan aspek teknis, ekonomis, dan perkembangan teknologi terkini untuk meningkatkan keandalan sistem proteksi dan menjamin kontinuitas pelayanan listrik kepada konsumen. Namun, interkoneksi ini juga memperkenalkan kompleksitas tambahan dalam hal koordinasi proteksi dan perhitungan kapasitas gangguan. Sistem interkoneksi, kapasitas gangguan (*short circuit capacity*) yang lebih tinggi mungkin terjadi karena penambahan sumber tenaga atau peningkatan kapasitas jaringan, yang memerlukan analisis dan penyesuaian dalam sistem proteksi untuk memastikan perlindungan yang optimal. Koordinasi proteksi yang baik merupakan kunci untuk memastikan bahwa sistem dapat merespons gangguan secara cepat dan akurat, meminimalkan dampak pada sistem secara keseluruhan. Mencapai hal ini, perlu dilakukan analisis mendalam terhadap kapasitas gangguan sistem, serta bagaimana koordinasi antara perangkat proteksi dapat dioptimalkan untuk menghadapi berbagai kondisi operasi yang mungkin terjadi. Analisis sistem koordinasi proteksi dan *short circuit capacity* (MVA SC) pada sistem interkoneksi tenaga listrik sangat penting untuk dilakukan. Penelitian ini

bertujuan untuk mengevaluasi dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas sistem proteksi serta kemampuan sistem dalam menangani gangguan hubung singkat pada berbagai kondisi operasi

Di sisi lain, keandalan sistem tenaga listrik juga menjadi perhatian utama. Sistem yang andal mampu mempertahankan kestabilan dan kontinuitas layanan meskipun terjadi gangguan atau perubahan dalam kondisi operasi. Oleh karena itu, penilaian terhadap keandalan sistem harus mencakup analisis mengenai bagaimana sistem proteksi dan kapasitas gangguan berkontribusi terhadap ketahanan sistem secara keseluruhan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang terdapat pada penelitian yang akan dilakukan, permasalahan nya adalah sebagai berikut :

1. Arus gangguan hubung singkat pada sistem tenaga listrik dapat merusak peralatan jika tidak dinetralisir dengan baik.
2. Kegagalan Breaker memutus akibat penentuan nilai kapasitas breaker yang tidak tepat, breaker gagal berkerja memutus arus
3. Arus gangguan hubung singkat di atas arus nominal tidak di setting dengan baik menyebabkan terjadi kesalahan dalam kegagalan pemutus arus hubung singkat

1.3 Batasan Masalah

Menjaga agar penulisan tugas akhir ini tidak menyimpang dari judul, maka penulisan tugas akhir ini menitik beratkan pada :

1. Gangguan arus hubung singkat 3 fasa ke terjadi pada penyulang jaringan tegangan menengah 20 kV.
2. Kinerja peralatan pemutus tenaga pada saluran jaringan tegangan menengah 20 kV pada gardu induk Denai.
3. Ketidakmampuan untuk mengelola kapasitas gangguan yang tinggi dapat mengakibatkan gangguan yang lebih besar dan berpotensi menyebabkan kerusakan pada peralatan serta gangguan pasokan listrik.
4. Perbandingan hasil perhitungan setting varian beban dan kondisi operasi mempengaruhi nilai Kapasitas Circuit Breaker dengan realisasi di lapangan

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dalam penelitian ini, masalah yang akan dirumuskan adalah :

1. Bagaimana analisis kapasitas Breaker dengan nilai kapasitas yang tidak merusak CB saat gangguan hubung singkat ?
2. Bagaimana cara menganalisis sistem koordinasi proteksi yang efektif untuk mengatasi arus pendek di jaringan interkoneksi pada gardu induk Denai?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk:

1. Mengetahui cara menganalisis sistem koordinasi proteksi yang efektif untuk mengatasi arus pendek di jaringan interkoneksi pada gardu induk Denai?
2. Mengetahui analisis kapasitas *Breaker* dengan nilai kapasitas yang tidak merusak CB saat gangguan hubung singkat pada jaringan tegangan menengah di gardu induk Denai.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui setting koordinasi proteksi pada sistem interkoneksi tenaga listrik agar tidak terjadi kapasitansi arus pendek.
2. Mengetahui besar arus hubung singkat 1 fasa dan 3 fasa ke tanah yang terjadi pada penyulang pada saluran jaringan tegangan menengah 20 kV.
3. Penelitian ini memberi informasi mengenai cara menentukan kapasitas peralatan pemutus tenaga pada saluran jaringan tegangan menengah 20 kV pada gardu induk Denai.
4. Bagi pembaca ini dapat menambahkan pengetahuan di bidang kelistrikan dalam melakukan analisis dan perencanaan sistem proteksi secara akurat dan efisien.
5. Sebagai referensi untuk dikembangkan oleh peneliti selanjutnya dalam pembahasan mengenai Analisis Hubung Singkat 1 Fasa dan 3 fasa Ke Tanah Pada Jaringan Tegangan Menengah Di Gardu Induk .