

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu energi yang vital dalam kehidupan manusia adalah energi listrik. Hampir setiap kegiatan manusia tidak dapat dipisahkan dari energi listrik seperti pada bidang rumah tangga, industri, teknologi, penerangan, komunikasi dan sebagainya. Seiring perkembangan teknologi, pembangunan, dan pertumbuhan penduduk, permintaan akan ketersediaan akan energi listrik semakin hari semakin meningkat. Berdasarkan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN Tahun 2019 – 2028, penggambaran peningkatan kebutuhan tenaga listrik sebesar 6,42% setiap tahunnya [1].

Permintaan akan energi listrik yang semakin meningkat mengharuskan pihak penyedia energi listrik untuk melakukan penambahan pembangkit baru. Penambahan pembangkit baru bertujuan agar permintaan akan energi listrik dapat terpenuhi. Penambahan pembangkit baru harus memiliki perencanaan yang matang dan memperhatikan berbagai aspek seperti aspek ekonomi, lingkungan dan sistem itu sendiri.

Selain penambahan pembangkit baru, suatu sistem tenaga listrik juga harus memiliki syarat sistem tenaga listrik yang baik. Sistem tenaga listrik yang baik mempunyai kriteria aman dan andal. Aman memiliki arti tidak membahayakan manusia dan lingkungan sekitar. Sedangkan andal memiliki arti terjaga kontinuitas dan kualitas. Hal ini akan tercapai jika proses perencanaan, pelaksanaan pembangunan, pengoperasian dan pemeliharaan suatu sistem tenaga listrik sesuai standar teknik yang berlaku [2].

Untuk menjaga keamanan dan keandalan suatu sistem tenaga listrik, sistem tenaga listrik harus didukung oleh sistem pengamanan yang baik atau dikenal dengan sistem proteksi. Sistem proteksi adalah peralatan yang melakukan pemisahan bagian sistem yang terkena gangguan dari suatu sistem daya secara otomatis dan kolektif agar gangguan dapat dihilangkan dari sistem. Sistem proteksi dapat dibagi menjadi tiga bagian yaitu pemutus rangkaian, transduser dan rele. Dari ketiga bagian sistem proteksi ini, rele merupakan unsur logika dari sistem proteksi [3].

Rele adalah perangkat yang merasakan adanya gangguan dan menyebabkan rangkaian kendali dari pemutus rangkaian dialiri daya sehingga pemutus rangkaian membuka kotaknya [3]. Rele *disetting* berdasarkan besarnya nilai arus hubung singkat. Sedangkan besarnya arus hubung singkat ditentukan oleh besarnya impedansi suatu jaringan sistem tenaga listrik [4]

Dengan menambah pembangkit baru, maka besar impedansi suatu jaringan sistem tenaga listrik akan berubah. Jika impedansi berubah, maka besar arus hubung singkat juga akan berubah. Apabila arus hubung singkat berubah, maka *setting* sistem proteksi juga harus diubah. Jika perubahan tersebut tidak diiringi dengan *setting* sistem proteksi yang tepat, apabila terjadi gangguan sistem proteksi tidak dapat bekerja dengan baik sehingga keamanan dan keandalan sistem tenaga listrik akan terganggu, dan dampak terburuknya adalah terjadinya *black out*. *Black out* terjadi karena tidak bekerjanya sistem proteksi sesuai dengan *setting* dan daerah-daerah perlindungan-nya.

Black out adalah kondisi dimana padamnya seluruh sumber tenaga pada suatu sistem tenaga listrik. Pada tanggal 4 Agustus 2019 terjadi *black out* di pulau Jawa yaitu di wilayah Banten, DKI Jakarta dan Jawa Barat. Menurut PLN penyebab terjadinya *black out* tersebut karena terjadinya gangguan pada saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET) antara Ungaran – Pemalang. Jika sistem proteksi bekerja dengan baik, maka gangguan yang terjadi dapat dipisahkan dari sistem dan sistem yang tidak terkena gangguan tetap berjalan. Hal ini menunjukkan sistem proteksi tidak berjalan dengan baik yang kemungkinan disebabkan oleh tidak sesuainya *setting* komponen proteksi. Besarnya kebutuhan akan energi listrik di Pulau Jawa mengharuskan ditambahnya pembangkit baru. Dengan ditambahnya pembangkit baru, impedansi jaringan dimana pembangkit tersebut dihubungkan akan berubah. Dan juga bagaimana pengaruh lokasi penambahan dan kapasitas pembangkit baru terhadap perubahan besar arus hubung singkat dan setting sistem proteksi. Hal ini lah kemungkinan yang menyebabkan terjadinya *black out* di Pulau Jawa dan tidak menutup kemungkinan terjadi di daerah lain.

Berdasarkan pemaparan di atas, penulis ingin melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Penambahan Bus Pembangkit Pada Sistem Tenaga Listrik Terhadap Besar Arus Hubung Singkat”. Penelitian ini akan dilakukan dengan 2 kasus. Kasus pertama pengujian terhadap suatu sistem sederhana yaitu pengujian sistem IEEE 5-bus sebelum dan setelah ditambahkan suatu bus pembangkit menjadi sistem 6-bus. Pada kasus ini dilakukan perhitungan besar arus hubung singkat secara teoritis dan secara simulasi di beberapa titik bus pada sistem IEEE 5-bus. Selanjutnya dilakukan penambahan pembangkit baru menjadi sistem 6-bus dengan variasi lokasi penambahan yang berbeda dan variasi kapasitas pembangkit baru. Selanjutnya dihitung besar perubahan arus hubung singkat pada titik-titik bus tertentu dan dibandingkan dengan besar arus hubung singkat pada titik-titik bus yang sama sebelum penambahan bus pembangkit baru. Untuk kasus kedua dilakukan pengujian terhadap sistem yang lebih kompleks, dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian pada sistem IEEE 14-bus. Pada sistem IEEE 14-bus akan dilakukan perhitungan besar arus hubung singkat pada titik-titik bus tertentu, selanjutnya dilakukan penambahan bus pembangkit baru menjadi sistem 15-bus dengan variasi lokasi penambahan pembangkit baru dan variasi kapasitas

pembangkit baru. Setelah itu dilakukan perhitungan arus hubung singkat pada titik-titik bus tertentu dan dibandingkan dengan besar arus hubung singkat pada titik-titik bus yang sama sebelum penambahan bus pembangkit baru. Untuk pengujian 6-bus, sistem IEEE 14-bus dan sistem 15-bus dilakukan dengan simulasi tanpa perhitungan secara teoritis dikarenakan sistem sudah lebih kompleks sehingga menyebabkan keterbatasan dalam perhitungan secara teoritis. Simulasi pada penelitian ini dibantu *software* ETAP (*Electrical Transient Analysis Program*)

12.6. Analisis ini akan menunjukkan perubahan arus hubung singkat yang menunjukkan pentingnya *resetting* komponen proteksi dan pemilihan lokasi penambahan pembangkit baru.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah tingkat perubahan arus hubung singkat pada suatu titik bus sistem tenaga listrik akibat adanya penambahan bus pembangkit dengan variasi lokasi penambahan bus pembangkit baru?
2. Bagaimanakah pengaruh kapasitas pembangkit baru terhadap besar arus hubung singkat?
3. Dimanakah lokasi penambahan pembangkit baru yang paling baik pada suatu sistem tenaga listrik?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisa bagaimana tingkat perubahan arus hubung singkat di bus-bus tertentu akibat penambahan bus pembangkit pada suatu lokasi penambahan bus pembangkit baru;
2. Untuk menganalisa pengaruh penambahan pembangkit baru dengan kapasitas tertentu terhadap perubahan arus hubung singkat sistem;
3. Untuk mengetahui dimanakah lokasi penambahan pembangkit baru yang paling baik pada suatu sistem tenaga listrik.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin didapatkan dari penelitian ini adalah:

1. Diketahui perubahan besarnya arus gangguan pada suatu sistem sederhana dan pada sistem yang lebih besar akibat penambahan bus pembangkit pada suatu lokasi penambahan;
2. Diketahui pengaruh kapasitas pembangkit baru terhadap besar arus hubung singkat sistem;

3. Diketahui lokasi penambahan pembangkit yang paling baik pada suatu sistem sederhana dan sistem yang lebih besar.

1.5 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Sistem tenaga listrik yang diuji adalah sistem IEEE 5-bus dan sistem IEEE 14-bus, selanjutnya masing-masing sistem akan ditambahkan bus pembangkit baru menjadi sistem 6-bus dan sistem 14-bus.
2. Perhitungan arus hubung singkat yang dihitung adalah hubung singkat tiga fasa.
3. Titik-titik hubung singkat yang dihitung di beberapa titik bus saja yaitu untuk sistem IEEE 5-Bus dihitung pada semua bus, dan untuk sistem 14-bus dihitung pada Bus 14, Bus 13, Bus 12, Bus 11, dan Bus 10.
4. Variasi lokasi penambahan pembangkit baru pada sistem IEEE 5-bus dilakukan pada Bus 5, Bus 4, Bus 3, dan pada Bus 2, sedangkan pada sistem IEEE 14-Bus variasi penambahan pembangkit baru dilakukan pada Bus 14, Bus 13, Bus 12, dan pada Bus 11.
5. Kapasitas pembangkit yang paling besar pada sistem IEEE 5-Bus dan pada sistem IEEE 14-Bus dijadikan acuan untuk variasi kapasitas pembangkit baru yang ditambahkan pada masing-masing sistem.
6. Menggunakan *software* ETAP (*Electric Transient and Analysis Program*) 12.6.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Bab I: Pendahuluan

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

Bab II: Tinjauan Pustaka

Berisi tentang teori-teori pendukung dalam perencanaan dan pembuatan tugas akhir

Bab III: Metodologi Penelitian

Berisi langkah-langkah dan tahapan yang dilakukan dalam pembuatan tugas akhir ini

Bab IV: Hasil dan Pembahasan

Membahas dan menganalisa pengaruh penambahan bus pembangkit baru terhadap besar arus hubung singkat pada sistem sederhana dan sistem yang lebih besar

Bab V: Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan yang dapat diambil dan saran yang dapat diberikan pada tugas akhir ini.

