

BAB III

METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.1 Studi Literatur

Mengumpulkan referensi yang menyangkut materi *Analisa sistem tenaga listrik* baik dari buku, catatan maupun jurnal dari internet mengenai analisis arus hubung singkat secara global maupun perhitungan yang terperinci pada jaringan distribusi di PLN.

3.2 Pengumpulan Data

Setelah melakukan studi literatur maka selanjutnya dilakukan pengumpulan data untuk mendukung pemodelan sistem, yaitu:

- a. Data impedansi sumber (reaktansi), yang dalam hal ini diperoleh dari data hubung singkat di bus 150 kV. Data hubung singkat sisi 150 kV ini bisa diperoleh di kantor induk PLN pada bagian *engenering* pengolahan asset dan gardu induk.
- b. Data Transformator tenaga di gardu induk baik reaktansi urutan positif maupun urutan negatif dapat dilihat pada *nameplate* (papan informasi) yang terpasang pada transformator tersebut. Dari nameplate tersebut juga bisa diperoleh data kapasitas, sambungan belitan, ratio tegangan serta tahanan buang arus gangguan di sisi netral.
- c. Data impedansi penyulang per bagian. Data asset jaringan distribusi bisa diperoleh dari aplikasi SIGO (Sistem Informasi Geografis) yaitu aplikasi

yang menyajikan gambar lokasi jaringan maupun data asset jaringan di PLN.

- d. Data pengukuran beban gardu distribusi, data ini di peroleh dari aplikasi SIMONTRA (Sistem Monitoring Online Trafo) yaitu aplikasi yang menyajikan data inspeksi trafo secara online.

3.3 Perhitungan dan Analisa

Setelah data yang dibutuhkan lengkap, maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan. Perhitungan diawali dengan menentukan impedansi sumber. yang dalam hal ini diperoleh dari data hubung singkat di bus 150 kV. Tapi karena arus gangguan yang akan dihitung adalah gangguan hubung singkat disisi 20 kV, maka impedansi sumber disisi 150 kV harus dikonversikan dulu ke sisi 20 kV. Langkah selanjutnya melakukan perhitungan reaktansi transformator tenaga yang terpasang di gardu induk, baik reaktansi urutan positif dan negatifnya..

Reaktansi urutan positif (X_1) dan urutan negatif (X_2) di transformator tenaga tercantum pada papan nama (*nameplate*), namun nilai $X_{T1} = X_{T2}$ tergantung dari besarnya kapasitas transformator, nilainya bisa antara 10 s/d 14%. Reaktansi urutan Nol (X_{T0}), diperoleh dengan memperhatikan data Transformator tenaga itu sendiri, yaitu dengan melihat kapasitas belitan delta yang ada dalam transformator itu :

Untuk Transformator tenaga dengan hubungan belitan Y, dimana kapasitas belitan Delta (Δ) sama besar dengan kapasitas belitan Y, maka $X_{T0} = X_{T1}$, misal: $X_{T1} = 4 \text{ Ohm}$, nilai $X_{T0} = X_{T1} = 4 \text{ Ohm}$.

Untuk Transformator tenaga dengan hubungan belitan Yy , dimana kapasitas belitan adalah sepertiga dari kapasitas belitan Y (belitan yang dipakai untuk menyalurkan daya, sedangkan belitan delta tetap ada didalam transformator, tetapi tidak dikeluarkan kecuali satu terminal delta untuk ditanahkan), maka nilai $X_{T0} = 3 \times X_{T1}$, misal: $X_1 = 4 \text{ Ohm}$, nilai $X_{T0} = 3 \times 4 \text{ Ohm} = 12 \text{ Ohm}$.

Untuk Transformator tenaga dengan hubungan belitan YY dan tidak mempunyai belitan delta didalamnya, maka besarnya X_{T0} berkisar antara $9 \text{ s/d } 14 \times X_{T1}$, sebagai contoh : $X_1 = 4 \text{ Ohm}$, dan dipilih $X_{T0} = 10 \times X_{T1}$ maka besarnya nilai $X_{T0} = 10 \times 4 \text{ Ohm} = 40 \text{ Ohm}$.

Dalam hal ini nilai tahanan murni tidak ada , jadi impedansi transformator adalah nilai reaktansinya yang nilai dalam persen (%).[2]

Perhitungan selanjutnya adalah perhitungan impedansi penyulang per bagian 1%, 5%, 10 %, 20 %, 30 % sampai dengan 100 % panjang jaringan yang dihitung dari sisi sumber busbar 20 kV. Hal itu dimaksudkan untuk menentukan seting pada proteksi (relai) yang akan dipasang. Letak gangguan akan lebih mudah diketemukan dengan melihat arus gangguan per sectionnya. Dari total panjang jaringan mulai dari kubikel di gardu induk sampai ke tiang terakhir/trafo tiang 20.000/380 V jaringan penyulang tersebut tidak hanya menggunakan 1 tipe penghantar. Masing – masing penghantar mempunyai penampang dan impedansi berbeda - beda. Setelah mengetahui jenis penghantar dan panjang jaringannya maka total impedansi bisa dihitung.

Bila perhitungan impedansi sumber, reaktansi transformator dan total impedansi penyulang sudah terkumpul maka perhitungan arus hubung singkat dapat dihitung dengan menggunakan rumus dasar hukum ohm yaitu :

$$I = V / Z$$

Dimana : I = Arus gangguan yang dicari

V = Tegangan fasa netral sistem 20 kV

Z = Total impedansi urutan positif, negatif dan nol dari sumber, transformator tenaga dan jaringan penyulang.

Nilai Z bergantung arus gangguan yang akan dihitung. Dengan mengetahui besarnya tegangan sumber dan besarnya nilai impedansi tiap komponen jaringan serta bentuk konfigurasi jaringan di dalam sistem, maka besarnya arus gangguan hubung singkat dapat dihitung dengan rumus di atas.

Yang membedakan antara gangguan hubung singkat 3 fasa, 2 fasa dan 1 fasa ke tanah adalah impedansi yang terbentuk sesuai dengan macam gangguan itu sendiri dan tegangan yang memasok arus ke titik gangguan, impedansi yang terbentuk dapat ditunjukkan seperti berikut :

$$Z \text{ untuk gangguan 3 fasa} \quad Z = Z_1$$

$$Z \text{ untuk gangguan 2 fasa} \quad Z = Z_1 + Z_2$$

$$Z \text{ untuk gangguan 1 fasa ke tanah} \quad Z = Z_1 + Z_2 + Z_0$$

Dimana,

Z_1 = Impedansi urutan positif 3 fasa

Z_2 = Impedansi urutan negatif 2 fasa

Z_0 = Impedansi urutan nol 1 fasa