

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pengerjaan tugas akhir ini bertempat di Laboratorium Terpadu Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung pada bulan Juli 2012 sampai dengan bulan april 2013.

3.2 Alat dan Bahan

Adapun peralatan dan bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Satu unit laptop dan sistem operasi window XP.
2. Perangkat lunak ETAP *Power Station* 6.0 sebagai alat bantu untuk perhitungan dan analisa.
3. Data-data berupa one line diagram sistem tenaga listrik wilayah lampung, dan parameter peralatan seperti transformator,bus,serta pentanahan Gardu Induk 150 kV Sistem Sumbagsel.

3.3 Langkah-langkah Penelitian

Dalam penyelesaian tugas akhir ini akan dilalui beberapa tahapan sebagai berikut:

3.3.1 Studi Literatur

Dalam studi literatur dimaksudkan untuk mempelajari dan mencari informasi dari buku, jurnal dan artikel-artikel dari internet sebagai referensi yang menyangkut masalah yang diangkat dalam penyusunan tugas akhir ini, diantaranya adalah :

- a. Studi Gangguan hubung singkat
- b. Pentanahan sistem

3.3.2 Pengumpulan Data Dari UPB Sumatera

Pada penelitian ini data yang akan diambil adalah data pembangkit, data transmisi, data beban dan lain sebagainya dari UPB Sumatera yang berguna untuk mendukung penyelesaian tugas akhir.

3.3.3 Simulasi

Seperti yang telah disebutkan pada bab sebelumnya bahwa tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk menghitung nilai arus gangguan hubung singkat fasa ke tanah dan mengevaluasi apakah pentanahan titik netral pada gardu induk sistem Sumbagsel telah memiliki *rating* yang

cukup untuk gangguan hubung singkat fasa ke tanah pada kondisi sebelum dan sesudah penambahan unit pembangkit.

Simulasi Sistem Interkoneksi Sumatera Bagian Selatan dilakukan dengan menggunakan Program ETAP. Gangguan yang disimulasikan adalah gangguan satu fasa ketanah dan hasil simulasi perhitungan arus gangguan hubung singkat tersebut digunakan untuk mengevaluasi nilai arus setting NGR (*Neutral Grounding Resistor*). Program yang digunakan untuk simulasi adalah program ETAP versi 6.0 yang didalamnya terdapat fasilitas untuk membuat *Single Line Diagram* yang sesuai dengan obyek penelitian dari menu-menu program yang ada pada program ETAP 6.0, sehingga memberikan kemudahan bagi pengguna untuk dapat menjalankan program tersebut.

Simulasi dilakukan dengan cara :

1. Memasukkan parameter yang di perlukan untuk melakukan simulasi, adapun data masukan yang dibutuhkan dalam perhitungan arus hubung singkat dengan program ETAP adalah :
 - a. Nama Busbar
Untuk mengidentifikasi bus yang terinterkoneksi.
 - b. Tipe Busbar
 - a. Bus Referensi/slack bus menggunakan PLTU Borang
 - b. Bus Beban
 - c. Bus Generator

- c. Besar Tegangan Busbar
- d. Data Penghantar.
 - a. Jarak Penghantar
 - b. Impedansi Penghantar
- e. Data Generator
 - a. Daya aktif yang dibangkitkan
 - b. Daya semu
 - c. Impedansi generator
- f. Data Transformator
- g. Data gardu induk

Sistem kelistrikan sumbagsel terdiri dari 44 gardu induk dimana 16 gardu induk terdapat pada Provinsi Sumatera Selatan, 7 gardu induk terdapat pada Provinsi Bengkulu, 21 pada Provinsi Lampung. Berikut merupakan jenis gardu induk untuk simulasi pada penelitian ini.

Tabel 2.1 Gardu Induk Provinsi Sumatera Selatan

UPT PALEMBANG	
I	TRAGI KERAMASAN
1	GI Keramasan
2	GI Bungaran
3	GI Sungai Kedukan
4	GI Mariana
II	TRAGI BOOM BARU
1	GI Boom Baru
2	GI Sungai Juaro
3	GI Talang Ratu

4	GI Seduduk Putih
5	GI Bukit Siguntang
III	TRAGI BORANG
1	GI Borang
2	GI Talang Kelapa
3	GI Betung
IV	TRAGI PRABUMULIH
1	GI Bukit Asam
2	GI Prabumulih
3	GI Simpang Tiga
4	GI Gunung Megang

Tabel 2.2 Gardu Induk Provinsi Bengkulu

UPT BENGKULU	
I	TRAGI PEKALONGAN
1	GI Sukamerindu
2	GI Pekalongan
3	GI Tess
4	GI Musi
II	TRAGI LAHAT
1	GI Lahat
2	GI Pagar Alam
3	GI Lubuk Linggau

Tabel 2.3 Gardu Induk Provinsi Lampung

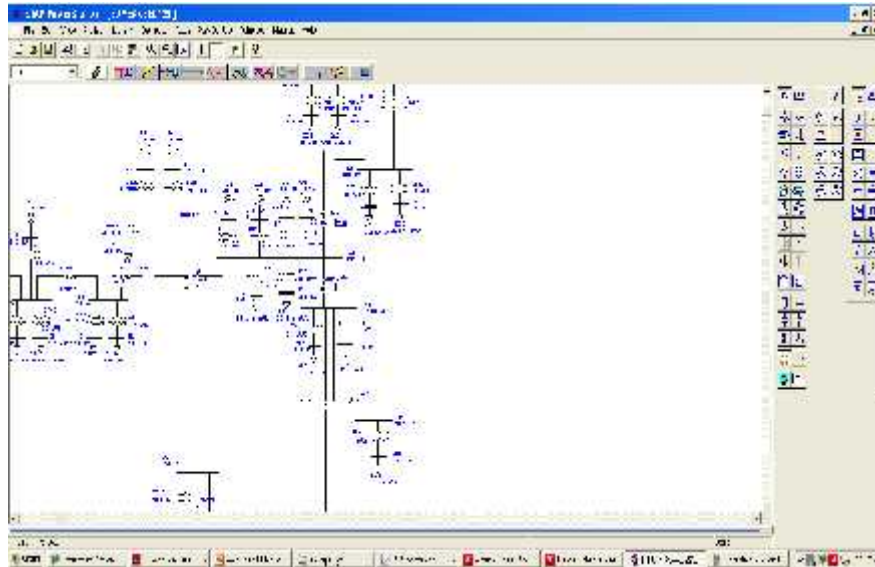
UPT TANJUNG KARANG	
I	TRAGI TARAHAH
1	GI Tarahan
2	GI Teluk Betung
3	GI Sutami

4	GI Kalianda
5	GI New Tarahan
6	GI Sukarame
II	TRAGI TEGINENENG
1	GI Tegineneng
2	GI Taping Adi Jaya
3	GI Natar
4	GI Pagelaran
5	GI Sribawono
6	GI Metro
7	GI Batu Tegi
8	GI Seputih banyal
III	TRAGI KOTABUMI
1	GI Kotabumi
2	GI Bukit Kemuning
3	GI Baturaja
4	GI Menggala
5	GI Besai
6	GI Gumawang
7	GI Blambangan Umpu

2. Menentukan lokasi gangguan.

Untuk melakukan simulasi dengan menggunakan program ETAP *Power Station*, maka *Single Line Diagram* dari Sistem Interkoneksi Sumbagsel yang akan dianalisa harus dibuat modelnya terlebih dahulu sesuai dengan komponen yang ada, yaitu mulai dari dari sumber pembangkit hingga beban. Gambar dibawah ini merupakan *Single Line Diagram*

dari sistem Interkoneksi Sumbagsel yang akan dibuat pemodelannya pada program ETAP *Power Station*.

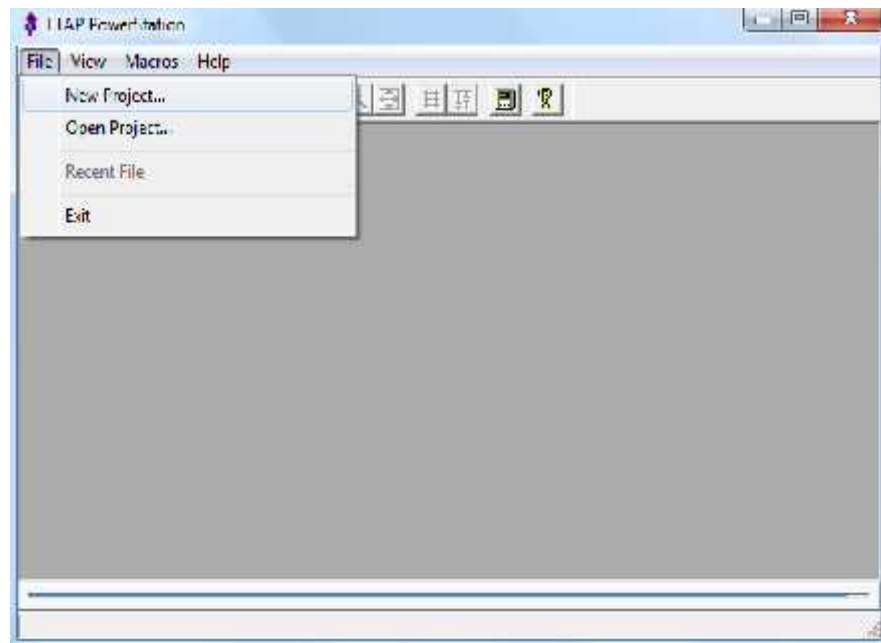


Gambar 3.1 *Single Line Diagram* Sistem Sumbagsel

Untuk menghitung arus gangguan pentanahan, maka terlebih dahulu kita membuat *Single Line Diagram* dari sistem itu sendiri. Berikut ini langkah-langkahnya :

a. Jalankan program ETAP *Power Station*

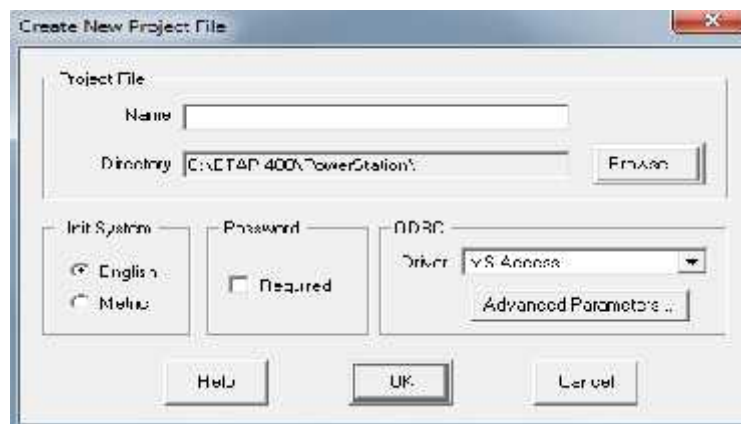
Program ETAP *Power Station* dapat digunakan setelah diinstall kedalam komputer, setelah itu program dapat digunakan dengan cara mengklik program ETAP *Power Station*. Setelah program dijalankan maka akan tampak tampilan seperti gambar 3.1 yang merupakan tampilan pertama program ETAP *Power Station*.



Gambar 3.1 Tampilan Pertama ETAP *Power Station*

b. Membuat studi kasus yang baru

Untuk membuat studi kasus yang baru maka pada gambar 3.1 klik *file* lalu *new project* dan akan muncul seperti pada gambar 3.2, setelah itu tulis *name project* dan pilih *unit system* dan *required password* sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 3.2 Tampilan *Create New Project File*

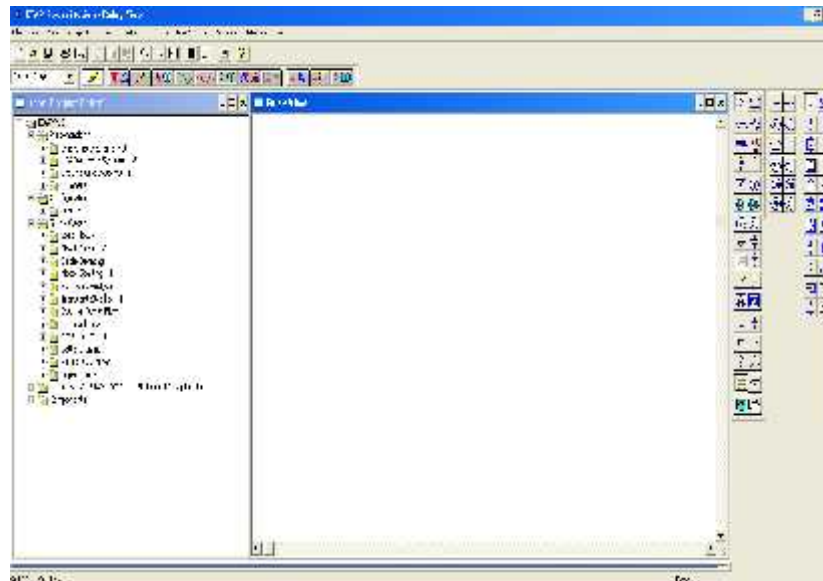
Setelah pada gambar 3.2 diklik ok, maka akan tampil seperti gambar 3.3.



Gambar 3.3 Tampilan *User Information* ETAP Power Station

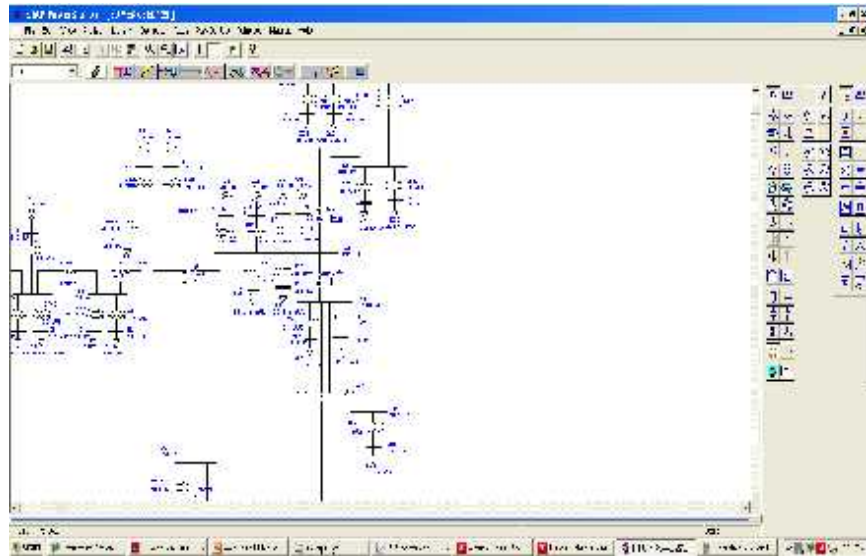
Masukan *user name*, sesuai dengan kebutuhan maka akan tampil gambar 3.4.

c. Membuat *one line diagram*



Gambar 3.4 Tampilan Utama Program ETAP Power Station

Pada Gambar 3.4 terdapat ruang untuk menggambar *one line diagram* dengan menggunakan *template* yang terdapat pada *toolbar* yang terletak di sebelah kanan. Contoh *one line diagram* yang telah dibuat seperti pada Gambar 3.5 di bawah ini.



Gambar 3.5 Single Line Diagram dalam ETAP Power Station

d. Perhitungan Besar Arus Gangguan Hubung Singkat

Untuk melakukan perhitungan arus hubung singkat, terdapat beberapa tahap yang harus dilakukan. Terlebih dahulu kita harus memulai perhitungan pada rel daya tegangan primer di GI untuk jenis gangguan satu fasa ke tanah, kemudian menghitung pada titik yang semakin jauh dari GI tersebut. Impedansi dasar pada rel daya tegangan tinggi meliputi impedansi sumber, impedansi trafo, dan impedansi Saluran.

➤ Impedansi Sumber

Sebelum menghitung impedansi sumber di sisi 20 kV, maka kita harus menghitung dulu impedansi sumber di bus 150 kV.

Impedansi di bus 150 kV diperoleh dengan persamaan:

$$X_s = \frac{kV^2}{MVA} \quad (3.1)$$

Dimana:

X_s = Impedansi sumber ()

kV^2 = Tegangan sisi primer trafo tenaga (kV)

MVA = Data hubung singkat di bus 150 kV (MVA)

Arus hubung singkat di sisi 20 kV didapatkan dengan cara mengkonversikan impedansi sumber di bus 150 kV ke sisi 20 kV dengan persamaan sebagai berikut:

$$X_s (\text{sisi 20 kV}) = \frac{20^2}{150^2} \times X_s (\text{sisi 150 kV}) \quad (3.2)$$

➤ Impedansi Trafo

Untuk menghitung nilai impedansi (ohm) pada 100 % trafo 20 kV digunakan persamaan sebagai berikut:

$$X_t (\text{pada 100\%}) = \frac{kV^2}{MVA} \quad (3.3)$$

Dimana:

X_t = Impedansi trafo tenaga ()

kV^2 = Tegangan sisi sekunder trafo tenaga (kV)

MVA = Kapasitas daya trafo tenaga (MVA)

➤ Impedansi Saluran

Besarnya impedansi Saluran bergantung pada besar impedansi per km dari Saluran yang akan dihitung dimana nilainya tersebut tergantung dari jenis penghantarnya, yaitu dari bahan penghantar dan besar kecilnya penampang penghantar. Besar impedansi suatu Saluran dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Z = (R + jX) \quad (3.4)$$

Sedangkan untuk menghitung impedansi Saluran pada titik tertentu pada Saluran baik urutan positif, negatif, maupun urutan nol digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Z_1 = Z_2 = \% \text{ panjang} \times \text{panjang saluran (km)} \times Z_1, Z_2, Z_0$$

Dimana:

$$Z_1 = \text{Impedansi urutan positif ()}$$

$$Z_2 = \text{Impedansi urutan negatif ()}$$

$$Z_0 = \text{Impedansi urutan nol ()}$$

➤ Perhitungan Arus Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah

Persamaan yang digunakan untuk mencari besar arus gangguan hubung siungkat satu fasa ke tanah adalah sebagai berikut:

$$I_{1\text{fasa}} = \frac{3 \times V_{LN}}{Z_{1eq} + Z_{2eq} + Z_{0eq}} \quad (3.8)$$

Dimana:

$I_{1\text{fasa}}$ = Arus gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah (A)

V_{LN} = Tegangan fasa-netral 20 kV = $\frac{20.000}{\sqrt{3}}$ (V)

Z_1 = Impedansi urutan positif ()

Z_2 = Impedansi urutan negatif ()

Z_0 = Impedansi urutan nol ()

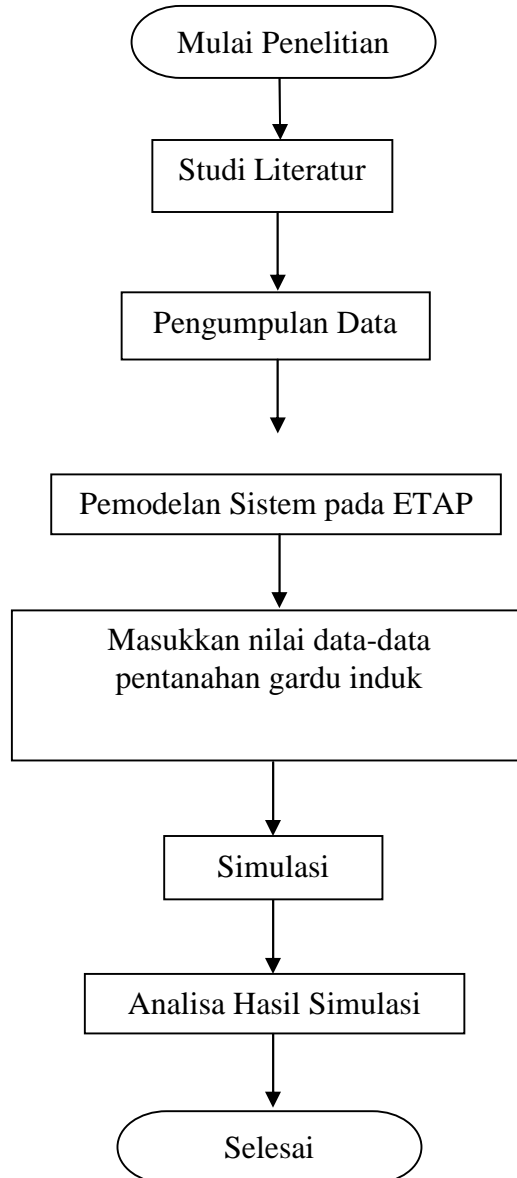
e. Membuat Analisa dari Hasil Simulasi

Setelah pengolahan data selesai, maka dilakukan analisa data sesuai hasil dari simulasi *software ETAP Power Station*. Simulasi tersebut terdiri arus gangguan pentanahan.

f. Penulisan Laporan

Dalam tahap ini dilakukan penulisan laporan hasil dari penelitian secara lengkap mencakup tinjauan pustaka hingga proses simulasi yang dilakukan dan analisa serta kesimpulan dan saran.

3.4 Diagram Penelitian



Gambar 3.1. Diagram alir penelitian