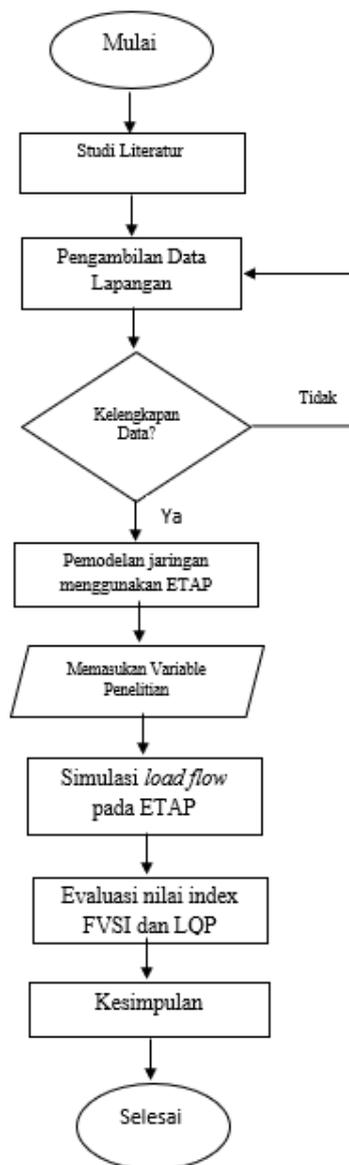


## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Prosedur Penelitian

Penelitian mengenai stabilitas tegangan pada sistem jaringan 150 kV subsistem Paiton – Grati ini memerlukan sebuah alur penelitian untuk membuat proses analisis menjadi lebih mudah dipahami. Diagram alur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.1.1 Lokasi dan Subjek Penelitian

Subjek dari penelitian ini adalah beban pada setiap bus yang dikirim dan diterima pada sistem Jawa Timur subsistem Paiton-Grati. Metode pengambilan data pada penelitian ini berasal dari PT. PLN (Persero) P3B JB Jawa Timur, alamat lengkapnya di Jl. Suningrat 45. Taman, Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia 61257.

### 3.2 Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian berikut ini, pengumpulan data dilakukan melalui tahap-tahap untuk mencari dan menjawab permasalahan.

#### 1. Studi Literatur

Pengumpulan data dengan menggunakan metode literatur yang dilakukan dengan cara mengumpulkan data yang berasal dari buku, internet, jurnal nasional, jurnal internasional, dan artikel ilmiah yang relevan dengan penelitian yang dilakukan

#### 2. Diskusi

Diskusi yang berkaitan dengan skripsi ini dilakukan dengan dosen pembimbing, mengenai kestabilan tegangan.

#### 3. Observasi

Observasi dilakukan dengan pengumpulan data-data yang berupa *single line diagram* subsistem Paiton-Grati, data beban pada subsistem Paiton-Grati, dan data impedansi pada subsistem Paiton-Grati.

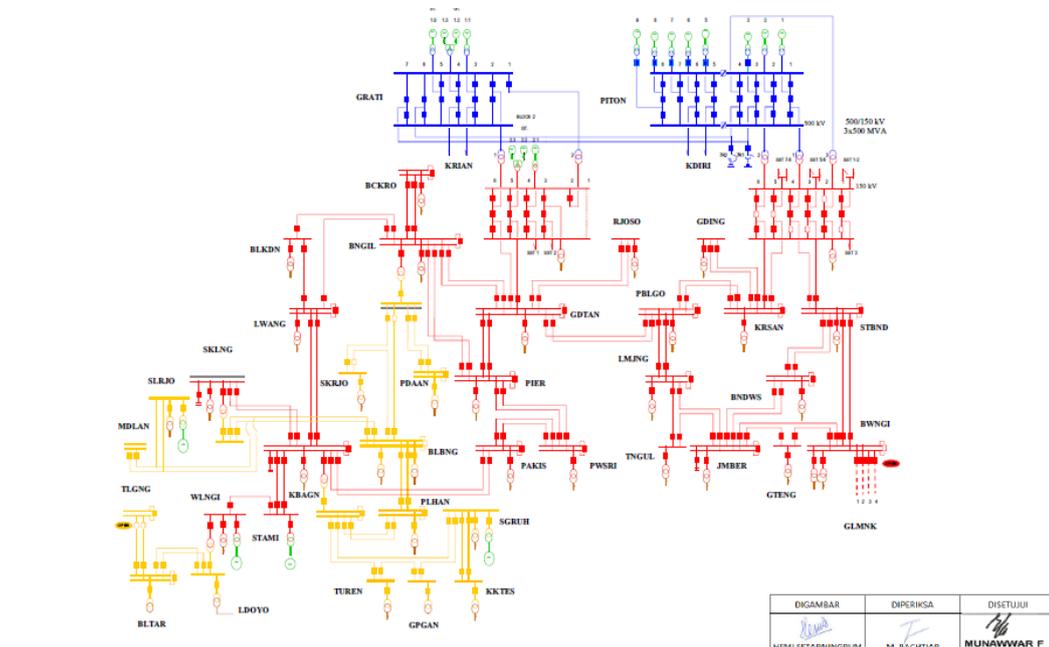
### 3.3 Data Penelitian

Dalam penelitian ini, dibutuhkan data-data sebagai penunjang agar penelitian tercapai. Adapun data-data tersebut sebagai berikut:

#### 3.3.1 Data Single Line Diagram

Data *single line diagram* adalah data yang diperlukan dalam ini. Data tersebut digunakan untuk acuan dalam pembuatan *single line diagram* pada *software* ETAP

16.0. Pada gambar 3.1 menunjukkan gambar *single line diagram* subsistem Paiton-Grati.



Gambar 3.2 Subsistem Paiton-Grati

### 3.3.2 Data Pembangkitan Subsistem Paiton-Grati

Data pembangkitan sistem interkoneksi subsistem Paiton-Grati memiliki 13 data, Adapun data-datanya adalah sebagai berikut

Tabel 3. 1 Data Pembangkitan Sistem Interkoneksi 150 kV Jawa Timur Subsistem Paiton-Grati

| Nama               | Tegangan<br>(kV) | Daya<br>(MVA) | PF   | Pukul<br>08.00 | Pukul<br>20.00 |
|--------------------|------------------|---------------|------|----------------|----------------|
|                    |                  |               |      | MW             | MW             |
| IBT Grati 1        | 150              | 500           | 0,80 | 268,90         | 237,89         |
| IBT Grati 2        | 150              | 500           | 0,80 | 256,76         | 237,61         |
| PLTGU Grati<br>2.1 | 11               | 150           | 0,80 | 0              | 69,7           |
| PLTGU Grati<br>2.2 | 11               | 150           | 0,80 | 0              | 0              |

|                    |     |     |      |        |        |
|--------------------|-----|-----|------|--------|--------|
| PLTGU Grati<br>2.3 | 11  | 150 | 0,80 | 0      | 100,8  |
| IBT Paiton 1       | 150 | 500 | 0,80 | 156,94 | 286,58 |
| IBT Paiton 2       | 150 | 500 | 0,80 | 200,73 | 272,74 |
| IBT Paiton 3       | 150 | 500 | 0,80 | 278,83 | 333,62 |
| PLTA Sutami 1      | 11  | 45  | 0,80 | 0      | 36,1   |
| PLTA Sutami 2      | 11  | 45  | 0,80 | 39,4   | 37,9   |
| PLTA Sutami 3      | 11  | 45  | 0,80 | 24,8   | 34,5   |
| PLTA Wlingi 1      | 11  | 27  | 0,80 | 16,6   | 16,9   |
| PLTA Wlingi 2      | 11  | 27  | 0,80 | 21,6   | 12,8   |

### 3.3.3 Data Impedansi Saluran Subsistem Paiton-Grati

Data impedansi saluran sistem interkoneksi 150 kV Jawa Timur Subsistem Paiton Grati terdiri dari 30 saluran impedansi yang akan digunakan dalam membuat *single line diagram* pada *software* ETAP 16.0 yang terdapat pada table 3.2 sebagai berikut:

Tabel 3.2 Data Saluran Impedansi

| No | Dari          | Ke            | R (pu)  | X (pu)  | Y (pu)  |
|----|---------------|---------------|---------|---------|---------|
| 1  | Grati         | Gondang Wetan | 0,00356 | 0,02787 | 0,07675 |
| 2  | Gondang Wetan | Rejoso        | 0,00678 | 0,01875 | 0,00679 |
| 3  | Kraksaan      | Gending       | 0,00890 | 0,02578 | 0,00968 |
| 4  | Probolinggo   | Gondang Wetan | 0,01445 | 0,0577  | 0,04562 |
| 5  | Gondang Wetan | Pier          | 0,00348 | 0,02563 | 0,06732 |
| 6  | Bangil        | Bumicokro     | 0,00139 | 0,02863 | 0,00205 |
| 7  | Gondang Wetan | Bangil        | 0,00678 | 0,02678 | 0,03129 |
| 8  | Pier          | Bangil        | 0,00089 | 0,01578 | 0,01988 |
| 9  | Bangil        | Bulukandang   | 0,00674 | 0,06765 | 0,01091 |
| 10 | Bulukandang   | Lawang        | 0,00996 | 0,06758 | 0,01674 |

Pada tabel 3.2 hanya Sebagian data saluran impedansi interkoneksi Paiton Grati. Untuk data lengkapnya akan dilampirkan pada bagian lampiran.

### 3.3.4 Data Beban Subsistem Paiton Grati

Data beban yang digunakan sebagai masukan untuk proses simulasi menggunakan *software* ETAP 12.0. Data yang terdapat pada pembahasan ini dibagi menjadi dua bagian, dan dibagi berdasarkan waktu, yakni pukul 02.00 WIB dan 19.00 WIB. Adapun data tersebut terdapat pada tabel 3.4 sebagai berikut:

1. Data beban pada tanggal 16 Mei 2018 pukul 08.00 WIB

Tabel 3.3 Data Beban tanggal 16 Mei 2018 pukul 08.00 WIB Subsistem Paiton Grati

| No | Nama Bus   | Pukul 08.30 |      |            |
|----|------------|-------------|------|------------|
|    |            | MW          | Mvar | cos $\phi$ |
| 1  | Bangil     | 21,08       | 8,78 | 0,67       |
| 2  | Bangil     | 13,54       | 8,08 | 0,783      |
| 3  | Bangil     | 14,56       | 5,99 | 0,675      |
| 4  | Bangil     | 12,22       | 3,95 | 0,896      |
| 5  | Banyuwangi | 13,89       | 4,41 | 0,983      |
| 6  | Banyuwangi | 13,34       | 5,94 | 0,941      |
| 7  | Banyuwangi | 11,82       | 3,86 | 0,963      |
| 8  | Banyuwangi | 6,42        | 1,77 | 0,999      |
| 9  | Bondowoso  | 9,52        | 2,54 | 0,998      |
| 10 | Bondowoso  | 7,44        | 1,84 | 0,973      |

Pada tabel 3.3 merupakan data sebagian beban pada sistem interkoneksi 150 kV Subsistem Paiton Grati

2. Data beban pada tanggal 16 Mei 2018 pukul 20.00 WIB

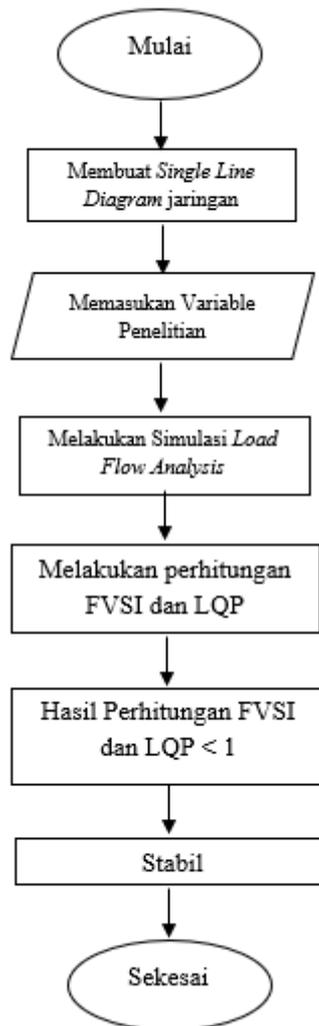
Tabel 3.4 Data Beban tanggal 16 Mei 2018 pukul 20.00 WIB Subsistem Paiton Grati

| No | Nama Bus   | Pukul 20.00 |      |            |
|----|------------|-------------|------|------------|
|    |            | MW          | Mvar | cos $\phi$ |
| 1  | Bangil     | 20,59       | 7,49 | 0,94       |
| 2  | Bangil     | 13,1        | 5,62 | 0,919      |
| 3  | Bangil     | 19,95       | 4,22 | 0,978      |
| 4  | Bangil     | 12,06       | 2,99 | 0,971      |
| 5  | Banyuwangi | 13,82       | 3,17 | 0,975      |
| 6  | Banyuwangi | 17,98       | 4,07 | 0,975      |
| 7  | Banyuwangi | 15,06       | 2,22 | 0,989      |
| 8  | Banyuwangi | 8,76        | 1,7  | 0,982      |
| 9  | Bondowoso  | 15,44       | 2,26 | 0,989      |
| 10 | Bondowoso  | 12,34       | 1,06 | 0,996      |

Pada tabel 3.4 merupakan data sebagian beban pada sistem interkoneksi 150 kV Subsistem Paiton Grati.

### 3.4 Tahap Simulasi

Dalam Analisa dan perancangan system tenaga listrik, *software* aplikasi sangat dibutuhkan untuk mengetahui kondisi nyata sebuah system sebelum direalisasikan. ETAP (*Electric Transient and Analysis Program*) 16.0 merupakan salah satu *software* yang digunakan untuk mensimulasikan system tenaga listrik. Berikut merupakan Langkah-langkah mensimulasikan *Load Flow* menggunakan ETAP



Gambar 3.3 Aliran Daya Simulasi Data

a. *Membuat Single Line Diagram*

Dalam Analisa dan perancangan system tenaga listrik, software aplikasi sangat dibutuhkan untuk mengetahui kondisi nyata sebuah system sebelum direalisasikan. ETAP (*Electric Transient and Analysis Program*) 16.0 merupakan salah satu *software* yang digunakan untuk mensimulasikan system tenaga listrik. Berikut merupakan Langkah-langkah mensimulasikan Load Flow menggunakan ETAP.



Gambar 3.5 Pengisian Parameter *Power Grid*

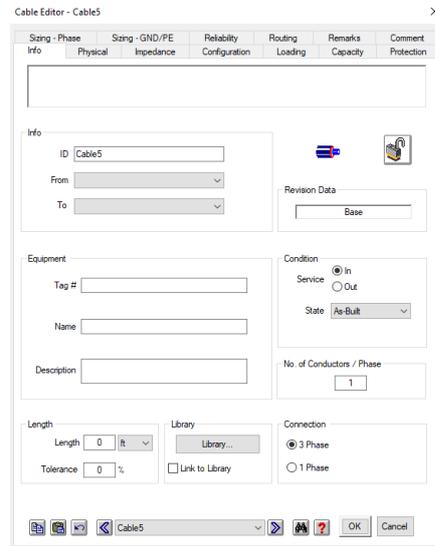
## 2) Bus

Busbar atau yang sering disingkat dengan kata bus, merupakan tempat penyambung beberapa komponen sistem tenaga listrik seperti saluran transmisi, jaringan distribusi, *power grid*, beban atau generator. Level tegangan yang dihubungkan dengan bus tersebut akan disesuaikan.

Gambar 3.6 Pengisian Parameter Bus

### 3) Cable

Kabel merupakan media untuk menghantarkan arus listrik yang dipakai pada saluran transmisi dan jaringan distribusi. Pada simulasi ini kabel untuk menghubungkan sumber ke beban



Gambar 3.7 Pengisian Parameter *Cable Editor*

### 4) Lumped Load

Jenis beban sebuah sistem tenaga listrik yang lain adalah *lumped load*, yang merupakan beban yang banyak mengandung motor listrik, sehingga dapat mempengaruhi tegangan sistem start.

Lumped Load Editor - Lump4

Info Nameplate Short-Circuit Dyn Model Time Domain Reliability Remarks Comment

51.768 MVA 150 kV ( 80% Motor 20% Static )

Model Type  
Conventional Rated kV 150 Calculator...

Ratings  
MVA MW Mvar % PF Amp  
51.768 50.08 13.11 96.74 199.3

Load Type  
Constant kVA 80 %  
Constant Z 20 %

|   | Loading     |     | Motor Load |        | Static Load |       |
|---|-------------|-----|------------|--------|-------------|-------|
|   | Category    | %   | MW         | Mvar   | MW          | Mvar  |
| 1 | Design      | 100 | 40.064     | 10.488 | 10.016      | 2.622 |
| 2 | Normal      | 100 | 40.064     | 10.488 | 10.016      | 2.622 |
| 3 | Brake       | 0   | 0          | 0      | 0           | 0     |
| 4 | Winter Load | 0   | 0          | 0      | 0           | 0     |
| 5 | Summer Load | 0   | 0          | 0      | 0           | 0     |
| 6 | Fl Ld Rejec | 0   | 0          | 0      | 0           | 0     |
| 7 | Emergency   | 0   | 0          | 0      | 0           | 0     |

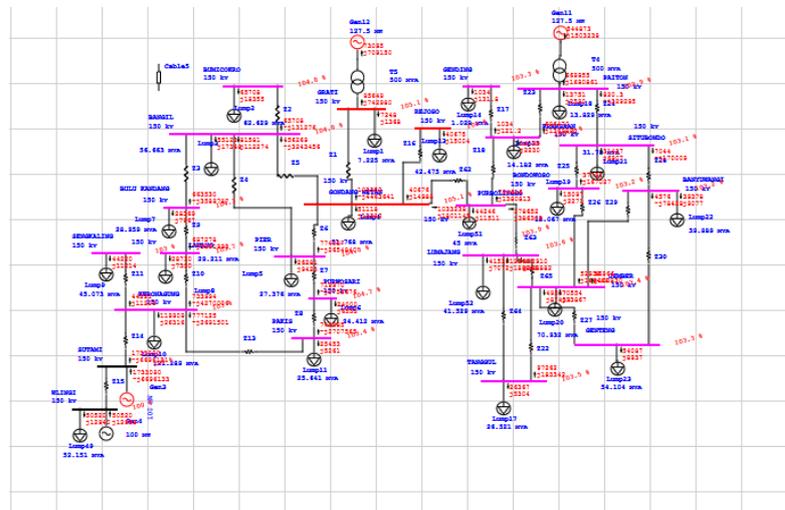
Operating 0 0 0 0 MW + jMvar

Lump4 OK Cancel

Gambar 3.8 Pengisian *Lumped Load*c. Menjalankan Simulasi *Load Flow*

Simulasi *load flow* atau aliran daya ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui karakteristik aliran daya berupa pengaruh variasi beban dan rugi-rugi transmisi pada aliran daya dan juga mempelajari adanya tegangan jatuh pada beban. Setelah mengerjakan semua langkah yang tadi telah dijelaskan, langkah selanjutnya adalah menjalankan simulasi *load flow* pada *software* ETAP 16.0.

- 1) Menekan ikon *load flow analysis*  lalu diikuti dengan ikon *run* 



Gambar 3.9 Hasil Simulasi *Load Flow*

Maka akan didapatkan hasil simulasi yang ditunjukkan dengan huruf berwarna merah seperti pada gambar 3.8 di atas, yang terdapat nilai daya aktif dan daya reaktif (P+JQ) serta persentase tegangan.

d. Perhitungan nilai FVSI

Rumus perhitungan yang digunakan untuk menghitung nilai FVSI sebagai berikut:

$$FVSI_{ij} = \frac{4Z^2 Q_j}{V_i^2 X} \tag{3.1}$$

Keterangan:

X = Reaktansi saluran (Ohm)

$P_1$  = Daya aktif pada sisi pengirim (Watt)

$V_1$  = Tegangan pada sisi pengirim (Volt)

$Q_1$  = Daya reaktif pada sisi penerima (Var)

e. Perhitungan nilai LQP

Rumus perhitungan yang digunakan untuk menghitung nilai LQP sebagai berikut:

$$LQP = 4 \left( \frac{x}{V_1^2} + Q_1 \right) \quad (3.2)$$

Keterangan:

X = Reaktansi saluran (Ohm)

$P_1$  = Daya aktif pada sisi pengirim (Watt)

$V_1$  = Tegangan pada sisi pengirim (Volt)

$Q_1$  = Daya reaktif pada sisi penerima (Var)