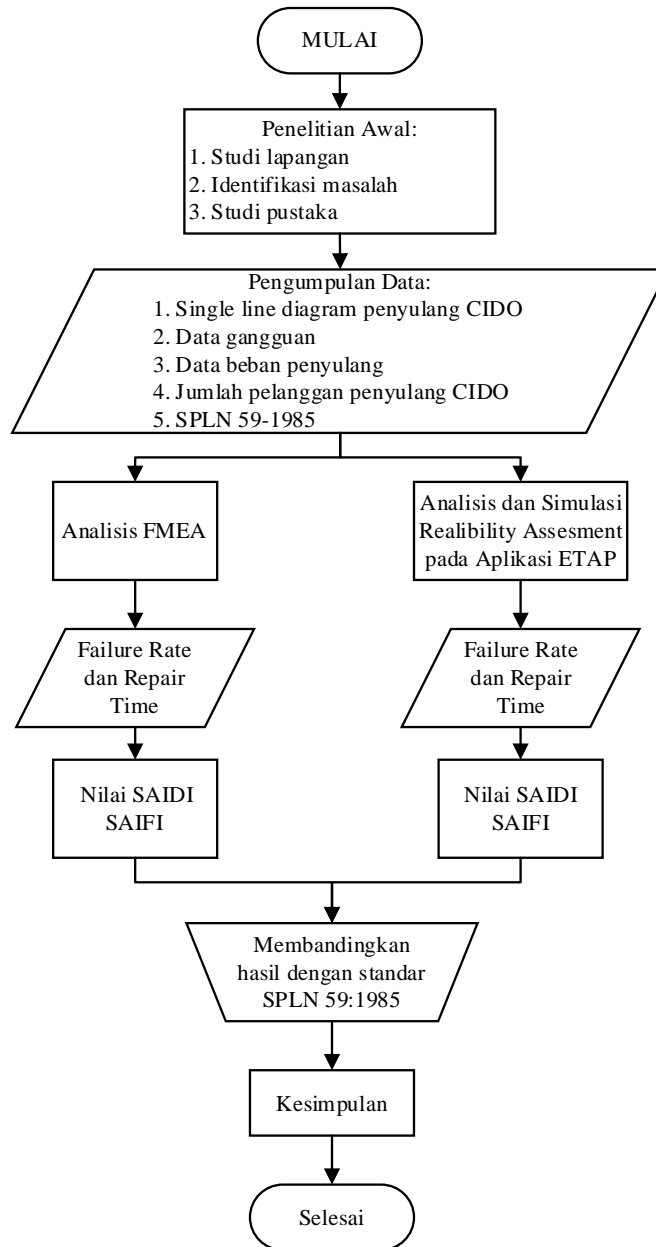


## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Alur Penelitian

Langkah-langkah penelitian ini dibuat dalam diagram alir seperti pada Gambar 3.1

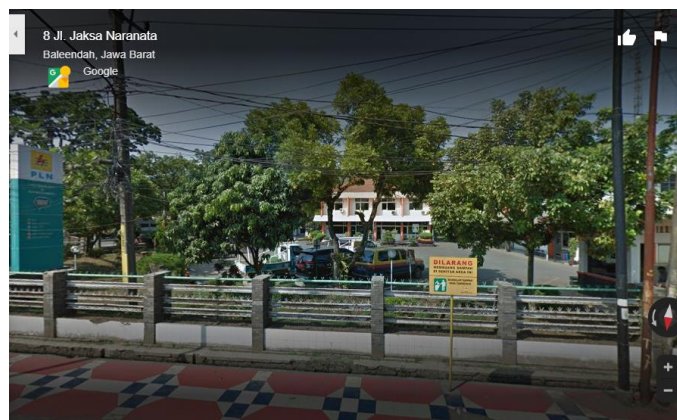


Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian

Penelitian ini diawali dengan studi lapang dan literatur terkait keandalan pada sistem distribusi yang berkaitan dengan analisis keandalan indeks *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI), *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI). Setelah melakukan studi lapangan penulis melakukan pengumpulan data lapangan di PT. PLN ULP Baleendah Kabupaten Bandung. Data yang diperoleh untuk dijadikan bahan penelitian yaitu: *single line diagram* penyulang CIDO, jumlah pelanggan penyulang CIDO, data gangguan penyulang CIDO, data panjang saluran penyulang CIDO, data jenis penghantar jaringan distribusi penyulang CIDO dan SPLN59-1985. Setelah data tersebut diperoleh, penulis melakukan proses analisis dengan menggunakan dua metode yakni metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dan simulasi *reliability assessment* menggunakan aplikasi ETAP (*Electric Transient and Analysis Program*) 12.6.0. Hasil yang diperoleh dari kedua metode tersebut yakni nilai *failure rate* atau laju kegagalan dan nilai *repair time* atau waktu perbaikan. Nilai laju kegagalan dan waktu perbaikan tersebut dijadikan data untuk menghasilkan nilai keandalan SAIDI dan SAIFI, nilai keandalan SAIDI dan SAIFI dari kedua metode tersebut di bandingkan dengan nilai keandalan yang terdapat dalam standar SPLN59-1985. Alur penelitian skripsi ini dibuat bertujuan untuk memudahkan penulis dalam mencapai tujuan dari skripsi, pada gambar 3.1 digambarkan alur penelitian tersebut.

### **3.2 Lokasi Penelitian**

Pengambilan data penelitian yang dilakukan yaitu di PT. PLN Unit Layanan Pelanggan Baleendah (ULP Baleendah), yang beralamat di Jalan Jaksa Naranata Nomor 01. Kecamatan Baleendah. Kabupaten Bandung. Jawa Barat 40258. No telepon (022) 5940281. Objek yang dijadikan dalam penelitian ini difokuskan pada penyulang CIDO yang terhubung dari Gardu Induk PANSIA Kabupaten Bandung.



Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian

### 3.3 Metode Pengumpulan Data

Penelitian mengenai analisis keandalan nilai SAIDI dan SAIFI, terdapat beberapa kegiatan yang telah dilakukan penulis berkaitan dengan pengumpulan data, adapun kegiatan tersebut adalah:

a. Observasi (Pengamatan Langsung)

Pengumpulan data dengan menggunakan pengamatan langsung atau observasi dilakukan dengan cara mencari data-data teknis secara langsung ke lapangan. Penulis melakukan pengamatan langsung ke lapangan, untuk mendapatkan lebih keadaan nyata serta untuk mendapatkan data yang paling baru.

b. Wawancara

Pengumpulan data dengan menggunakan metode wawancara dilakukan dengan cara konsultasi langsung dengan karyawan PT. PLN ULP Baleendah. Penulis melakukan wawancara kepada narasumber dengan maksud untuk memperoleh informasi yang lebih akurat terkait hal yang akan dibahas pada penelitian ini.

c. Diskusi

Penulis melakukan konsultasi dan bimbingan secara daring atau *online* dengan dosen pembimbing di Departemen Pendidikan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Indonesia dan pihak lain yang membantu terhadap terlaksananya penelitian ini.

d. *Literature* / Dokumentasi

Pengumpulan data dengan menggunakan metode *literature*/ dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan materi terkait dengan penelitian ini, materi tersebut berasal dari sumber buku ajar, internet, jurnal ilmiah maupun artikel ilmiah serta buku panduan dari PT. PLN (Persero). Sehubungan dengan hal tersebut pengumpulan data teknis terkait penelitian ini berasal dari PT. PLN ULP Baleendah.

### **3.4 Pengumpulan Data Lapangan**

Data lapangan yang diperoleh dari PT.PLN ULP Baleendah penyulang CIDO yang terhubung dari Gardu Induk PANSIA yang diperlukan dalam penelitian menentukan nilai indeks keandalan SAIDI dan SAIFI diantaranya:

- a. Data *one line diagram* penyulang CIDO
- b. Data transformator distribusi penyulang CIDO
- c. Data jumlah pelanggan
- d. Data gangguan yang terjadi pada penyulang CIDO
- e. Data penghantar penyulang CIDO
- f. SPLN95-1985

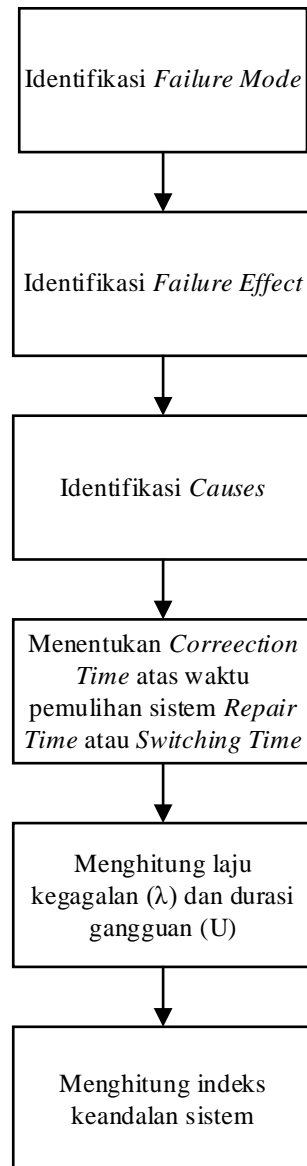
Data-data tersebut diperlukan untuk analisis dengan metode FMEA serta analisis dengan metode ETAP.

### **3.5 Metode Pengolahan Data**

Metode yang digunakan dalam pengolahan data yang telah diperoleh yaitu dengan menggunakan metode FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) dan simulasi *reliability assessment* dengan aplikasi ETAP (*Electrical Transient Analysis Program*).

#### **3.5.1 Analisis FMEA**

Analisis FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dilakukan dengan tahapan-tahapan yang ditunjukkan pada diagram alir seperti pada gambar 3.3. Tahapan-tahapan tersebut merupakan proses dalam melakukan analisis untuk memperoleh hasil yang berupa sebab akibat terjadinya kegagalan sistem atau peralatan/ komponen serta hasil yang berupa nilai keandalan pada penyulang tersebut.



Gambar 3. 3 Tahapan Analisis Metode FMEA

Tahapan-tahapan pada diagram yang ditunjukkan pada gambar 3.3 tersebut diantaranya:

1. Identifikasi *Failure Mode*

Identifikasi *Failure Mode* merupakan gambaran umum komponen apa saja yang mengalami kerusakan atau gagal dalam fungsinya berdasarkan data gangguan pada penyulang CIDO yang diperoleh dari PT. PLN ULP Baleendah.

## 2. Identifikasi *Failure Effect*

Identifikasi *Failure Effect* merupakan gambaran dampak atau akibat yang timbul apabila komponen tersebut mengalami kegagalan dalam beroperasi pada penyulang.

## 3. Identifikasi *Causes*

Identifikasi *Cause* merupakan kondisi apa yang menyebabkan terjadinya suatu kegagalan pada komponen atau sistem, baik itu yang diakibatkan oleh alam ataupun kegagalan yang ditimbulkan dari peralatan tersebut.

## 4. *Correction Time*

*Correction time* merupakan waktu pemulihan pada komponen untuk berfungsi kembali dalam keadaan normal. *Correction time* ditentukan berdasarkan waktu pemulihan sistem *repair time* atau *switching time*.

## 5. Menghitung laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi gangguan ( $U$ )

Laju kegagalan dan durasi gangguan merupakan nilai yang diperlukan untuk menghitung nilai SAIDI dan SAIFI, menentukan laju kegagalan dan durasi gangguan berdasarkan komponen/ peralatan maupun pada beban. Perhitungan laju kegagalan dengan metode FMEA ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\lambda_{LD} = \Sigma \lambda_n$$

dimana:

$$\lambda_{LD} = \text{Laju kegagalan pada } load \text{ /beban}$$

$$\Sigma \lambda_n = \text{Jumlah laju kegagalan peralatan}$$

Perhitungan durasi gangguan atau waktu perbaikan dengan metode FMEA ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$U_{LD} = \Sigma U_n$$

dimana:

$U_{LD}$  = durasi gangguan pada *load*/beban

$\Sigma U_n$  = durasi gangguan pada peralatan

## 6. Menghitung indeks keandalan SAIDI dan SAIFI

Hasil dari analisis dengan menggunakan metode FMEA yaitu memperoleh nilai SAIDI dan SAIFI. Untuk menghitung nilai SAIDI dengan menggunakan metode FMEA ditunjukkan dengan persamaan berikut:

$$\text{SAIDI} = \frac{\Sigma U_{LD} \cdot N_i}{N_T}$$

dimana:

$\Sigma U_{LD}$  = Jumlah nilai durasi gangguan pada *load*/beban

$N_i$  = Jumlah pelanggan yang mengalami gangguan

$N_T$  = Jumlah total pelanggan yang dilayani

Untuk menghitung nilai SAIFI dengan menggunakan metode FMEA ditunjukkan dengan persamaan berikut:

$$\text{SAIFI} = \frac{\Sigma \lambda_{LD} \cdot N_i}{N_T}$$

dimana:

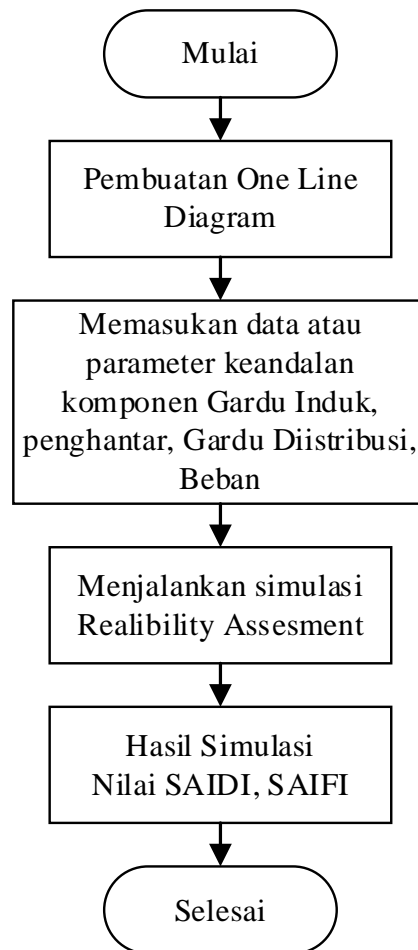
$\Sigma \lambda_{LD}$  = Jumlah laju kegagalan pada *load*/beban

$N_i$  = Jumlah pelanggan yang mengalami gangguan

$N_T$  = Jumlah total pelanggan yang dilayani



### 3.5.2 Simulasi *Reliability Assessment* Dengan Aplikasi ETAP



Gambar 3. 4 Diagram Alir Simulasi ETAP  
12.6.0

Pengerjaan simulasi yang ditunjukkan pada gambar 3.4 pada penelitian dengan menggunakan perangkat lunak ETAP 12.6.0, langkah-langkahnya sebagai berikut:

#### 3.5.2.1 Pembuatan *One Line Diagram*

Pembuatan *one line diagram* merupakan langkah awal dalam simulasi menggunakan aplikasi ETAP. Data *one line diagram* yang diperoleh dari PT. PLN ULP Baleendah Penyulang CIDO kemudian diolah menjadi data *one line diagram*

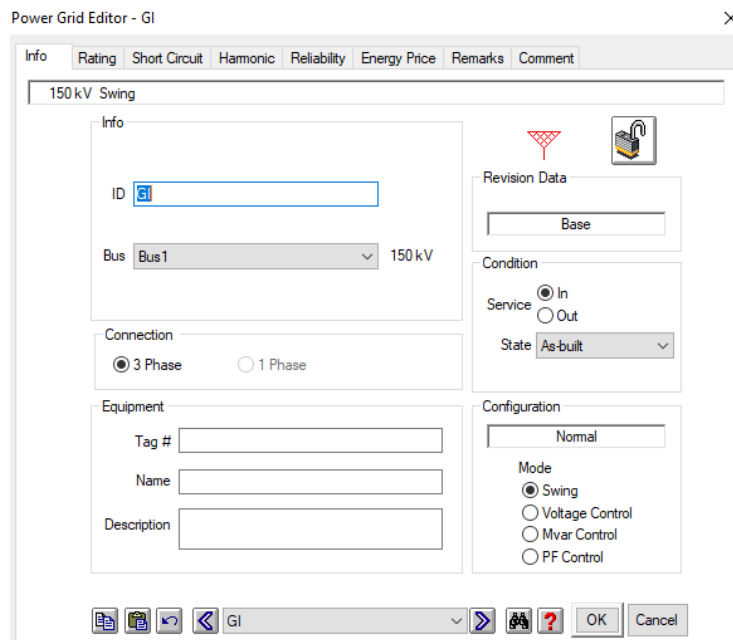
yang dibuat menggunakan aplikasi ETAP 12.6.0 untuk selanjutnya dilakukan proses simulasi.

### 3.5.2.2 Memasukan Data Komponen

Simulasi pada aplikasi ETAP diperlukan untuk memasukan data parameter keandalan pada *one line diagram* yang telah dibuat sebelumnya. Fungsi dari memasukan data parameter keandalan yaitu sebagai identitas dari komponen yang digunakan, serta untuk menghasilkan keluaran nilai keandalan yang dicari. Data parameter tersebut diantaranya:

a. *Power Grid* (Gardu Induk)

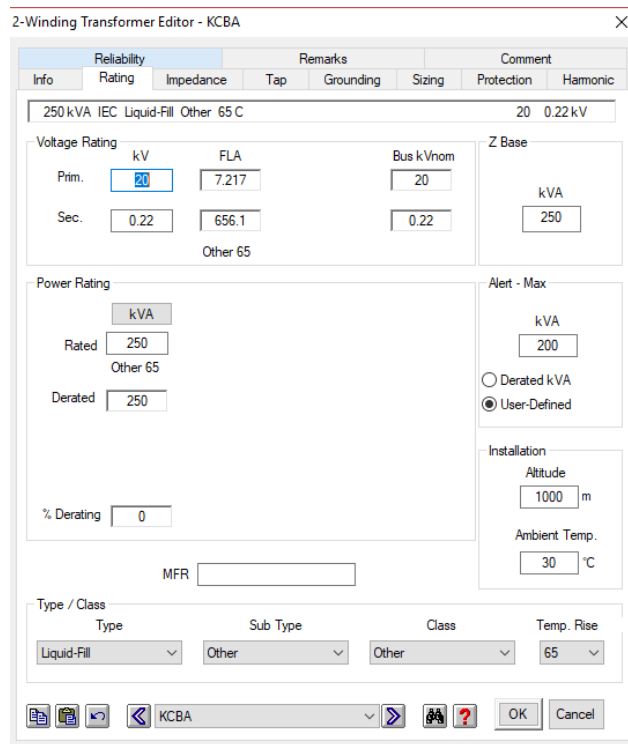
Pada simulasi ini, *Power Grid* atau gardu induk PANSIA yang berfungsi sebagai pemasok tenaga listrik untuk penyulang CIDO. Pada *tab power grid* terdapat menu parameter terdiri dari *info, rating, short circuit, harmonic, reliability, energy price, remarks* dan *comment*. Data parameter yang dimasukkan untuk *power grid* tersebut pada menu *info* yaitu *rating, mode, condition* dan *connection* seperti yang ditampilkan pada gambar 3.5 berikut.



Gambar 3. 5 Data Parameter Power Grid

b. Gardu Distribusi

Gardu distribusi yang terdapat pada penyulang CIDO berjumlah 65, gardu distribusi terdiri dari transformator yang berfungsi untuk menurunkan tegangan dari tegangan menengah menjadi tegangan rendah yang akan disalurkan kepada beban atau konsumen. Untuk pengaturan data parameter gardu distribusi pada simulasi *reability* pada ETAP yaitu ditunjukkan pada gambar 3.6 berikut.



Gambar 3. 6 Data parameter gardu distribusi

Data parameter yang dimasukkan yaitu nilai tegangan primer yang masuk dan tegangan sekunder yang keluar dari transformator distribusi atau gardu distribusi, *power rating* untuk menentukan beban pada gardu distribusi tersebut,

c. Penghantar atau Kabel

Data penghantar atau kabel yang digunakan pada simulasi *reability* ini diantaranya, panjang saluran atau panjang penghantar yang digunakan pada

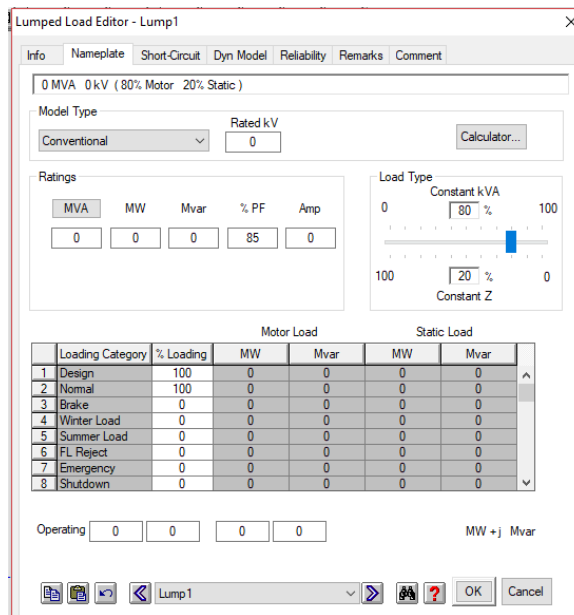
penyulang CIDO dimulai dari gardu induk PANSIA sampai dengan beban, ditunjukkan pada gambar 3.7 berikut.

The image shows a software dialog box titled "Cable Editor - Cable10". It has a tabbed interface with the following tabs: "Sizing - Phase", "Sizing - GND/PE", "Reliability Configuration", "Routing Loading", "Remarks Capacity", and "Comment Protection". The "Info" tab is currently selected. The "Info" section contains fields for "ID" (Cable10), "From" (Bus107, 20 kV), and "To" (Bus2, 20 kV). There is also a "Revision Data" field with the value "Base". The "Equipment" section has fields for "Tag #", "Name", and "Description". The "Condition" section has radio buttons for "In Service" (selected) and "Out", and a "State" dropdown menu set to "As-built". The "Length" section has "Length" (0 m) and "Tolerance" (0 %) fields. The "Library" section has a "Library..." button and a "Link to Library" checkbox. The "Connection" section has radio buttons for "3 Phase" (selected) and "1 Phase". At the bottom, there are navigation icons, a dropdown menu showing "Cable10", and "OK" and "Cancel" buttons.

Gambar 3. 7 Data parameter penghantar/ kabel

d. Beban

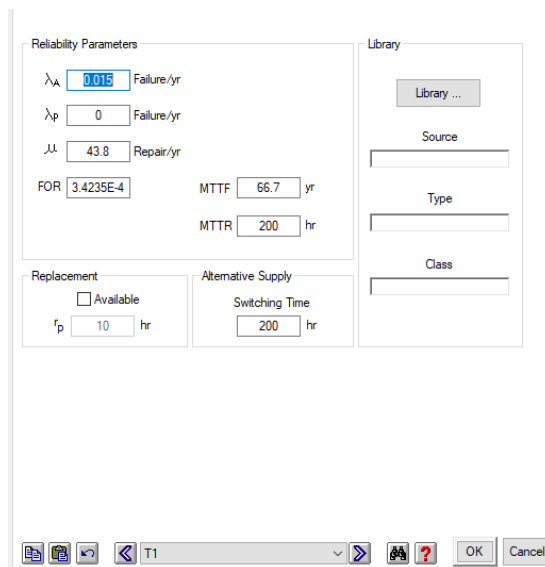
Pada simulasi *realibility* beban yang digunakan merupakan *lumped load*, beban jenis ini dapat digunakan pada beban motor atau penerangan, dengan data parameter yang dimasukkan yaitu *rating* atau kapasitas beban yang digunakan, ditunjukkan pada gambar 3.8 berikut.



Gambar 3. 8 Data parameter beban

### 3.5.2.3 Memasukan Data Parameter Keandalan

Parameter keandalan untuk simulasi *reliability* pada perangkat lunak ETAP yang digunakan ditunjukkan pada gambar 3.9 berikut.



Gambar 3. 9 Parameter Keandalan Komponen

Gambar 3.9 menunjukkan parameter keandalan yang perlu diinput pada setiap komponen seperti pada gardu induk, gardu distribusi, kabel atau penghantar, *circuit breaker*, dan beban. Indeks keandalan yang dimasukkan merupakan nilai laju kegagalan atau *failure rate* dan waktu kegagalan atau *repair time*.

#### **3.5.2.4 Analisis Simulasi *Reliability Assessment***

Penelitian ini melakukan simulasi *reliability assessment* menggunakan perangkat lunak ETAP (*Electric Transient and Analysis Program*) 12.6.0. Simulasi ini dilakukan secara *offline*, hasil yang diperoleh dari simulasi *reliability assessment* adalah nilai laju kegagalan (*failure rate*) dan nilai waktu perbaikan (*repair time*) pada *one line diagram* penyulang, dan indeks keandalan SAIDI dan SAIFI diperoleh pada laporan hasil simulasi di aplikasi ETAP tersebut.

### **3.6 Analisis Perbandingan Metode FMEA dan Simulasi *Reliability Assessment* dengan SPLN59-1985**

Analisis ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil analisis indeks keandalan SAIDI dan SAIFI menggunakan metode FMEA dan hasil analisis indeks keandalan SAIDI dan SAIFI menggunakan simulasi *reliability assessment* di aplikasi ETAP dengan standar indeks keandalan SPLN59-1985. Penyulang dapat dikatakan andal apabila nilai indeks keandalan sesuai dengan standar SPLN59-1985 atau memiliki nilai lebih kecil dari standar yang ditentukan, dan sebaliknya penyulang tersebut dapat dikatakan tidak andal apabila nilai indeks keandalannya melebihi nilai standar yang telah ditetapkan.