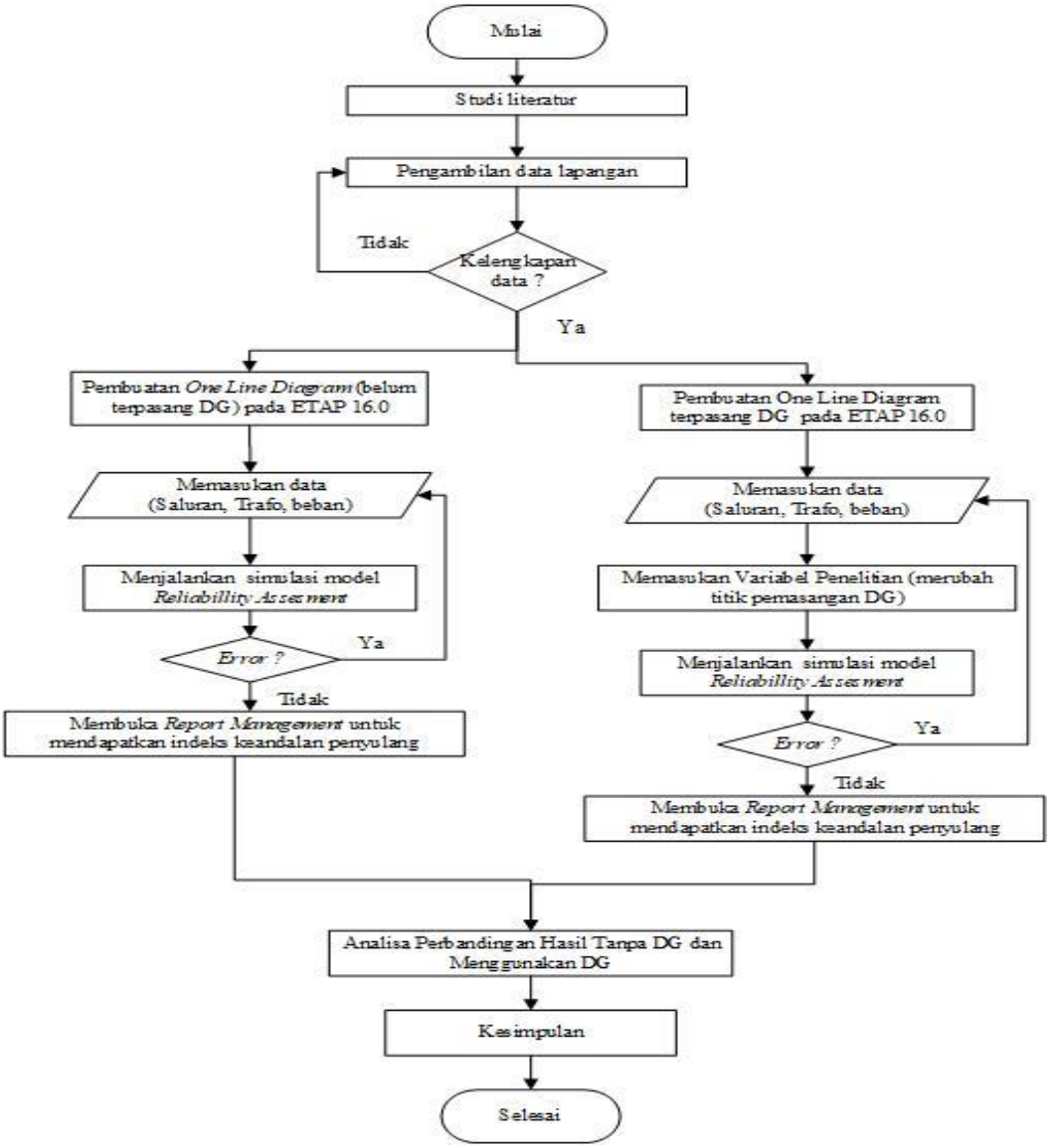
BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Alur pada penelitian ini akan direpesentatifkan dengan menggunakan diagram alir seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Pada penelitian ini diawali dengan studi literatur mengenai pengaruh-pengaruh *Distributed Generation* (DG). Setelah itu penulis melakukan pengambilan data di PLN Rayon Leles Kabupaten Garut. data yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

one line diagram penyulang MLBC (Malangbong Coklat), spesifikasi penghantar penyulang, dan rekapitulasi data gangguan pada penyulang MLBC. Setelah melakukan pengambilan data, penulis mmbuat *one line diagram* MLBC menggunakan aplikasi ETAP 16.0 lalu menjalakan simulasi model *reliability assesment* dan mendapatkan hasil indeks keandalan penyulang.

3.2 Lokasi dan Subjek Penelitian

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan di PLN Rayon Leles Kabupaten Garut dan penelitian ini dikhususkan pada penyulang Malambong Coklat (MLBC) Kabupaten Garut.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan untuk pengumpulan data dalam penyusunan tugas akhir mengenai pengaruh DG terhadap keandalan penyulang Malangbong Coklat adalah sebagai berikut:

1. Observasi (Pengamatan Langsung)

Pengumpulan data dengan metode observasi atau pengamatan secara langsung dimaksudkan untuk mendapatkan data secara nyata dan sesuai dengan lapangan.

2. Wawancara

Pengumpulan data dengan metode wawancara dilakukan dengan cara pengumpulan data dengan melakukan tanya jawab dengan narasumber dengan berlandaskan tujuan penelitian. Metode ini merupakan cara untuk memperoleh data secara langsung.

3. Studi Literatur

Pengumpulan data dengan metode studi literatur dilakukan dengan cara mendapatkan data melalui buku, jurnal, penelitian terdahulu dan lain sebagainya yang relefan dengan penilitian yang dilakukan.

4. Bimbingan

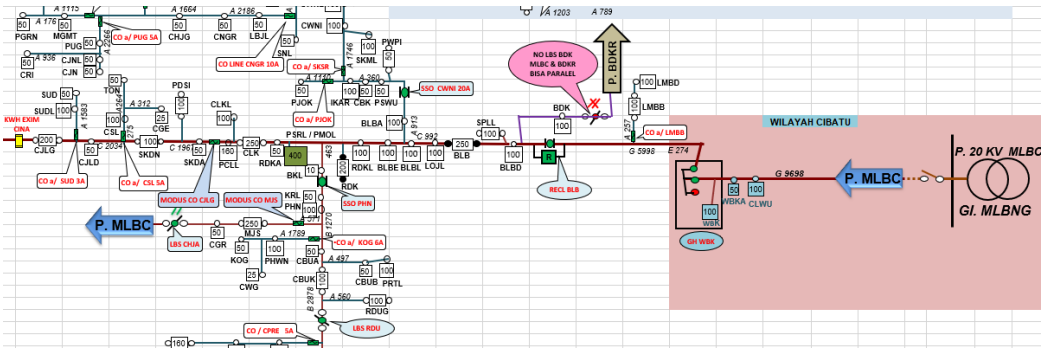
Pengumpulan data dengan metode studi literatur dilakukan dengan cara diskusi dengan pembimbing yang dimaksudkan untuk membantu peneliti untuk menyelesaikan penelitian.

3.4 Data-Data Lapangan

Data yang didapat dari PLN Rayon Leles kabupaten Garut diantranya sebagai berikut :

3.4.1 Data one line diagram penyulang

Data *one line diagram* merupakan data yang penting dalam penelitian ini. Data tersebut digunakan sebagai acuan untuk membuat *one line diagram* pada *software* ETAP 16.0. berikut adalah tampilan *one line diagram* penyulang MLBC (Malangbong Coklat).



Gambar 3.2 Tampilan sebagian *one line diagram* penyulang MLBC

Gambar 3.2 merupakan tampilan sebagian dari penyulang MLBC. Mengenai data *one line diagram* sepenuhnya akan dilampirkan pada bagian lampiran.

3.4.2 Data transformator distribusi

Data yang digunakan dalam membuat *one line diagram* pada ETAP 16.0 dabat dilihat pada tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3.1 Data gardu distribusi dan kapasitasnya

NO	KODE	ALAMAT	KVA
1	BKL	Babakan Kiaralawang	50
2	BLB	Balubur	250
3	BLBA	Balubur sisip	100
4	BLBD	Balubur sisip	100
5	BLBE	Balubur sisip	100

Tabel 3.1 merupakan sebagian data kapasitas dan kepanjangan singkatan dari gardu distribusi pada penyulang MLBC. Data selengkapnya akan dilampirkan pada bagian lampiran.

3.4.3 Data spesifikasi penghantar

Data spesifikasi penghantar yang digunakan pada penyulang MLBC (Malangbong Coklat) adalah sebagai berikut :

Tabel 3.2 Data spesifikasi penghantar

No	Kode	Jenis Penghantar
1	A	AAAC 35 mm^2
2	B	AAAC 70 mm^2
3	C	AAAC 150 mm^2
4	G	AAACS 150 mm^2

Pada tabel 3.2 merupakan tabel keterangan mengenai kode yang digunakan pada data *one line diagram* penyulang MLBC. Setiap kode medefinisikan jenis dan luas penampang penghantar yang digunakan.

3.4.4 Data gangguan

Dalam data yang diperoleh dari PLN Rayon Leles Kabupaten Garut didapat dua jenis gangguan yang terdata sebagai berikut :

1. Data gangguan pada penghantar

Data ini merupakan rekapitulasi gangguan pada penyulang yang terjadi pada penghantar penyulang sepanjang tahun 2018.

Tabel 3.3 Data gangguan pada penghantar

NO	TANGGAL	DAERAH	DURASI (Menit)	PENYEBAB
1	8/1/2018	Limbangan, Sasakbeusi, Leuwigoong, Warungbandrek	0	Auto Reclose
2	1/2/2018	Limbangan, Sasakbeusi, Leuwigoong, Warungbandrek	28	Pohon
3	5/2/2018	Limbangan, Sasakbeusi, Leuwigoong, Warungbandrek	26	Layang-layang
4	5/2/2018	Limbangan, Sasakbeusi, Leuwigoong, Warungbandrek	0	Auto Reclose

Pada tabel 3.3 merupakan sebagian data jumlah gangguan yang terjadi pada penghantar penyulang MLBC dan durasi pemadaman yang dirasakan konsumen. Data seutuhnya akan dilampitkan pada nagian lampiran.

2. Data gangguan pada gardu

Data ini merupakan rekapitulasi gangguan yang terjadi pada gardu hubung, *recloser*, dan *sectionalizer* pada penyulang MLBC sepanjang tahun 2018.

Tabel 3.4 Data gangguan pada gardu distribusi

NO	TANGGAL	REC-SSO-GH	DURASI
1	6/1/2018	S.BBTS	60
2	6/1/2018	S.BBTS	84
3	11/1/2018	S.BBTS	6
4	19/2/2018	S.BBTS	47
5	17/4/2018	S.BBTS	160
6	20/4/2018	GH.WBK	202
7	27/4/2018	S.BBTS	19
8	4/5/2018	S.BGP	94
9	9/5/2018	R.BLB	46
10	12/5/2018	S.BBTS	15

Tabel 3.4 merupakan sebagian rekapitulasi data gangguan pada gardu distribusi penyulang MLBC. Data tersebut terdiri dari kode gardu yang mengalami gangguan dan durasi terjadinya gangguan.

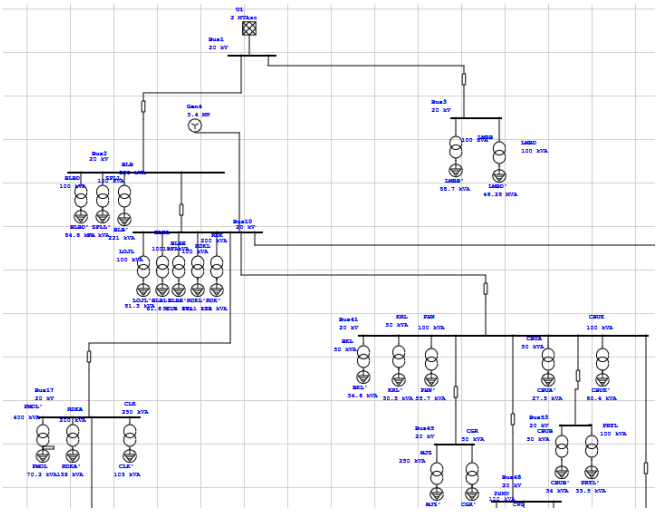
3.5 Tahap Simulasi

Dalam penelitian ini simulasi menggunakan *software* ETAP 16.0. ETAP (*Electrical Transient Analyzer Program*) merupakan suatu *software* atau perangkat lunak yang berfungsi untuk membantu pekerjaan dibidan sistem tenaga listrik. *Software* ini dapat beroprasi secara *offline* untuk menjalankan simulasi sistem tenaga listrik, maupun secara *online* untuk pengelolaan data *real-time* atau untuk mengendalikan sistem secara *real-time*.

Dalam menggunakan *software* ETAP ada beberapa hal yang perlu dipahami dalam proses pengerjaannya seperti berikut:

1. Pembuatan *one line diagram*

   Data yang terkumpul diolah untuk membuat *one line diagram* penyulang Malangbong Coklat (MLBC) menggunakan *software* ETAP 16.0. Setelah membuat *one line diagram*.



Gambar 3.3 Tampilan *one line diagram* penyulang MLBC pada ETAP 16.0

Gambar 3.3 merupakan tampilan *one line diagram* yang dibuat menggunakan *software* ETAP 16.0. Pada pembuatan *one line diagram* penyulang MLBC, terdpat 63 buah gardu distribusi.

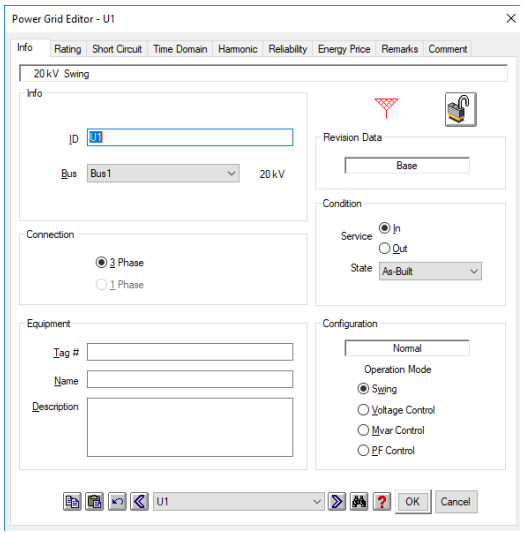
2. Memasukan parameter

Dalam membuat *one line diagram* perlu memasukan parameter-parameter yang akan mempengaruhi hasil dari simulasi seperti :

a. *Power Grid* (Gardu Induk)

Power grid dalam simulasi ini memiliki fungsi sebagai gardu induk Malangbong yang memasok tenaga listrik pada penyulang Malangbong Coklat (MLBC).

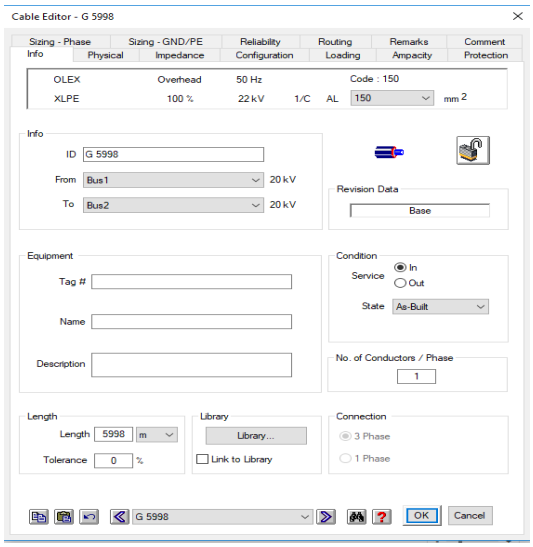
Pada gambar 3.4 dapat dilihat ada bebrapa parameter dalam tampilan tersebut seperti :*info, rating, Short Circuit, Time Domain, Harmonic, Reliability, Energy Price,Remarks,* dan *Comment.*



Gambar 3.4 Tampilan jendela *Power Grid Editor*

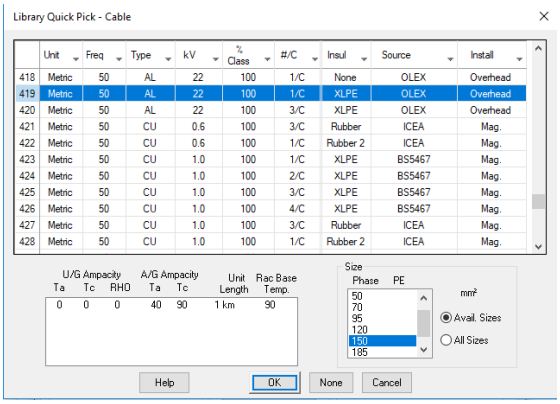
b. *Cable* (penghantar)

Untuk menhubungkan dari gardu induk menuju pusat beban, dibutuhkan penghantar listrik. Dalam ETAP 16.0 dapat menggunakan *tools cable* untuk memaskan komponen penghantar pada *one line diagram.*



Gambar 3.5 Tampilan jendela *Cable Editor*

Pada gambar 3.5 Terdapat beebrapa perameter-parameter yang dibutuhkan dalam membuat penghantar pada *one line diagram*. Untuk menentukan panjang saluran dapat diatur pada kolong *length* dan untuk menentukan jenis daluran dapat ditentukan dengan membuka *library* seperti gambar 3.6.

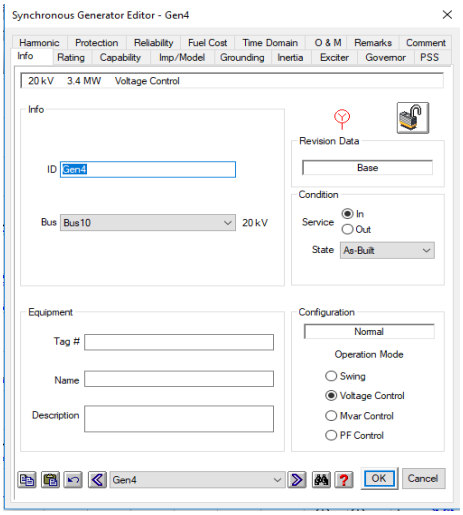


Gambar 3.6 Tampilan *Library Quick Pick* pada komponen *Cable*

Frekuensi, ukuran luas penampang penghantar, bahan penghantar, dan bahan isolasi pada penghantar dapat kita sesuaikan dengan data lapangan untuk digunakan dalam pembuatan *one line diagram*.

c. Generator sinkron

Generator sinkron yang digunakan pada simulasi ini digunakan sebagai *Distributed Generation* (DG). Tampilan jendela pada generator sinkron dapat dilihat pada gambar 3.7.

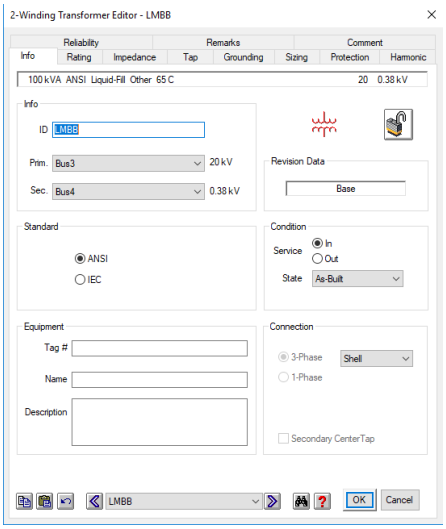


Gambar 3.7 Tampilan jendela *Synchronous Generator Editor*

Tegangan *rating* yang akan digunakan pada simulasi dapat kita masukan pada jendela *editor* ini.

d. Gardu Distribusi

Pada simulasi ini menggunakan transformator dengan dua belitan. Pada sisi primer dengan tegangan 20 kV sedangkan pada sisi sekunder dengan tegangan 220/380 Volt.

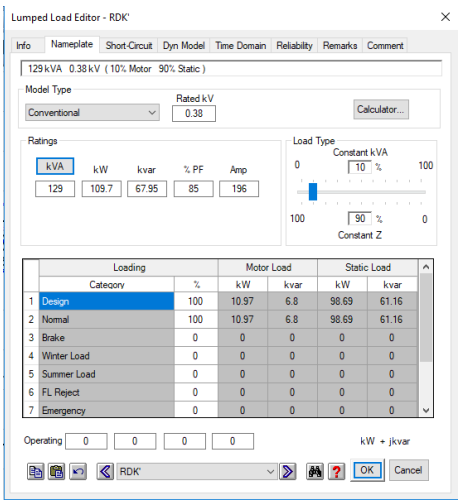


Gambar 3.8 Tampilan jendela 2-*Winding Transformer Editor*

Pada gambar 3.8 merupakan tampilan jendela parameter-parameter pada komponen *2-winding transformer.* Parameter-parameter tersebut antara lain : *rating, info,* dan *reliability* sesuai dengan data yang didapat dari lapangan.

e. *Lumped load*

Lumped load merupakan beban yang memiliki dua jenis beban yaitu motor dan statis (penerangan). Dapat kita lihat pada gambar 3.9 sebagai berikut.

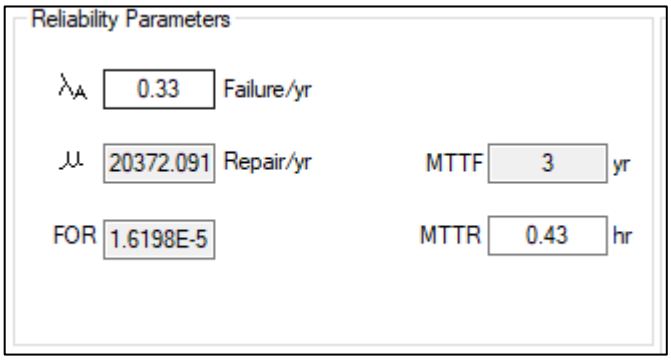


Gambar 3.9 Tampilan pada jendela *Lumped Load Editor*

Pada gambar 3.9 terdapat kolom untuk mengatur persentasi jenis beban yang digunakan. Penulis mengatur menjadi 90% untuk jenis beban statis dan 10 % beban motor.

3. Memasukan parameter keandalan pada komponen

Sebelum menjalankan simulasi *reliability assesment*, pada *one line diagram* kita perlu merubah nilai indeks gangguan pada kolom *editor*. Seperti pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Tampilan pada kolom *Reliability Parameters*

Gambar 3.10 merupakan tampilan salah satu kolom bagian parameter keandalan suatu komponen. Pada gambar 3.10 merupakan kolom parameter keandalan pada komponen saluran Limbangan, Sasakbeusi dan Leuwigoong.

Keterangan :

λ_A : Rata-rata gangguan aktif dalam satu tahun (gangguan/tahun).

MTTF : Rata-rata selang waktu dalam gangguan (MTTF = 1.0/λ_A).

MTTR : Waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan. (jam).

Untuk mengisi kolom λ_A dapat kita hitung dengan menggunakan perhitungan 2.14.

$$\lambda_A = \frac{F}{T}$$

$$\lambda_A = \frac{4}{12}$$

$$\lambda_A = 0.33 \text{ Failure/year}$$

Sedangkan kolom MTTR (*Mean Time To Reprair*) dapat kita isi dengan melakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan 2.16.

$$MTTR = \frac{t}{F}$$

$$MTTR = \frac{1.7}{4}$$

$$MTTR = 0.425 \text{ Jam}$$

Sedangkan untuk kolom parameter FOR (*Forced Outage Rate*) dan MTTF (*Mean Time To Failure*) akan dikalkulasi secara otomatis oleh aplikas ETAP 16.0

4. Menjalankan *reliability assesment*

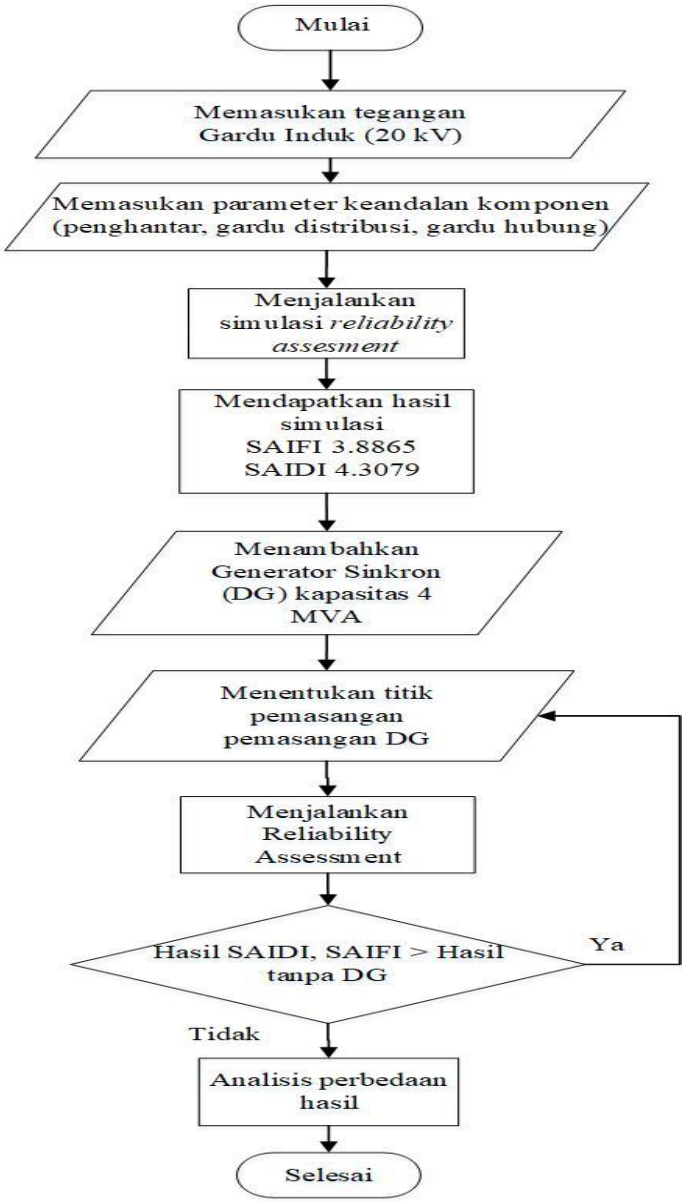
Setelah parameter dimasukan pada setiap komponen, penulis menjalankan simulasi dengan model *reliability assessment* untuk mendapatkan indeks keandalan pada penyulang Malambong Coklat (MLBC). Dalam meggunakan model simulasi *reliability assement* dapat menekan simbol pada *tool* bagian atas. Lalu untuk mendapatkan hasilnya dengan menekan *tools* dengan simbol *report manager*.

Setelah menjalankan simulasi pada *one line diagram* penyulang MLBC, penulis menambahan generator sinkron pada salah satu*alu* pada *one line diagram* penyulang penulis menambahkan satu generator sinkron yang

dihubungkan pada bus penyulang MLBC, lalu menjalankan kembali simulasi model *reliability assessment* dan mendapatkan hasilnya dengan menekan *report manager*.

3.6 Analisis Data

Analisis data dapat direpresentatifkan dengan diagram alir pada gambar 3.11 berikut.



Gambar 3.11 Diagram alir perolehan data

Analisis data dilakukan setelah mendapatkan hasil simulasi *reliability assesment* dari *one line diagram* penyulang MLBC lalu dibandingkan hasil simulasi

reliability assesment dari punyulang MLBC yang telah diinterkoneksi dengan *Distributed Generation* (DG). Setelah itu hasil simulasi akan dibandingkan kembali dengan perbedaan kapasitas dan titik pemasangan DG yang berbeda.

3.7 Penentuan Variabel Simulasi

Pada penelitian ini, penulis menggunakan tiga buah variabel untuk mendapatkan hasil indeks keandalan yang baik. Variable tersebut adalah titik pemasangan DG(*Distributed Generation*) pada satu bus, penempatan DG berjarak diantara dua bus, dan penempatan dua unit DG pada dua bus yang berbeda.

3.8 Perangkat Penunjang Penelitian

Perangkat keras yang digunakan untuk melakukan penelitian adalah sebuah laptop DELL dengan prosesor *Intel Core i5-7200U CPU @ 2.50 GHz* dengan sistem operasi Windows 10 serta aplikasi ETAP 16.0.