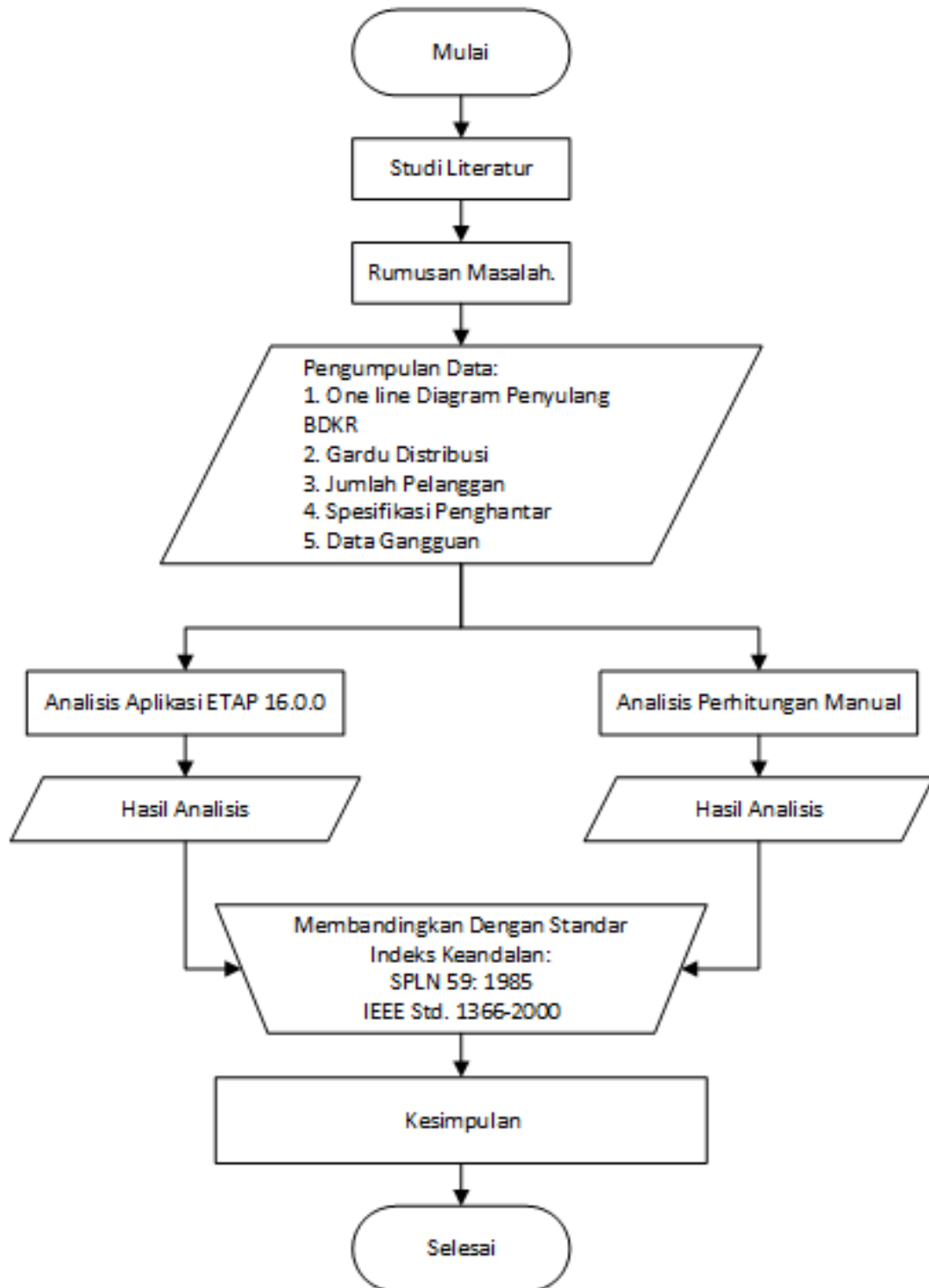


## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

Pada penelitian ini diawali dengan studi literatur mengenai *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI), *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI). Setelah itu penulis melakukan pengambilan data di PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pengadaan (ULP) Leles Kabupaten Garut. Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu: *one line diagram* penyulang BDKR, spesifikasi penghantar penyulang, rekapitulasi data gangguan pada penyulang BDKR, dan jumlah pelanggan. Setelah melakukan pengambilan data, penulis membuat *one line diagram* penyulang BDKR menggunakan aplikasi ETAP 16.0.0 lalu menjalankan simulasi model *reliability assesment* dan perhitungan manual sehingga mendapatkan hasil indeks keandalan penyulang BDKR. Alur penelitian skripsi ini bertujuan untuk mempermudah dalam mencapai tujuan dari skripsi, alur penelitian tersebut digambarkan melalui gambar 3.1.

### **3.2 Lokasi dan Subjek Penelitian**

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan di PT. PLN Unit Layanan Pengadaan (ULP) Leles. Alamat: Jalan raya leles no 64, leles. Kabupaten Garut. Jawa Barat. 44152. No Telepon: (0262) 455671. Dan penelitian ini dikhususkan pada penyulang BDKR yang terhubung di Gardu Induk Malangbong Kabupaten Garut.

### **3.3 Metode Pengumpulan Data**

Metode yang digunakan untuk pengumpulan data dalam penyusunan tugas akhir mengenai nilai indeks keandalan pada penyulang BDKR ini adalah:

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 relevan dengan penelitian yang dilakukan.

#### 4. Bimbingan

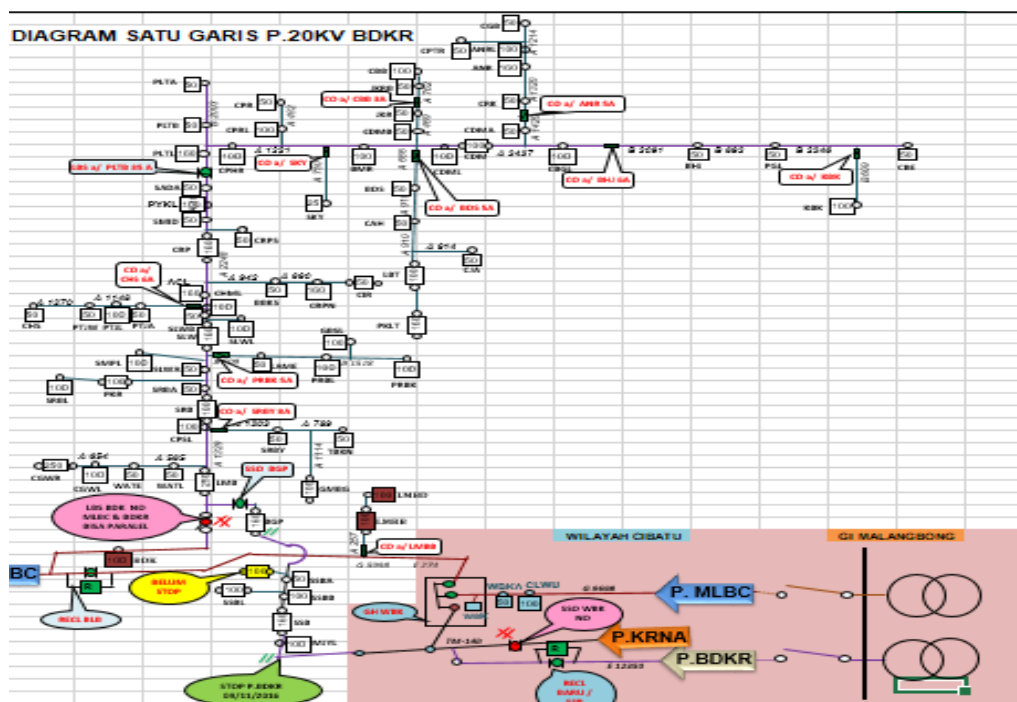
Pengumpulan data dengan metode studi literatur dilakukan dengan cara diskusi dengan pembimbing yang dimaksudkan untuk membantu peneliti untuk menyelesaikan penelitian.

### 3.4 Data-Data Lapangan

Data yang didapat dari PT. PLN Unit Layanan Pengadaan (ULP) Leles kabupaten Garut diantaranya sebagai berikut:

#### 3.4.1 Data One Line Diagram Penyulang BDKR

Data *one line diagram* merupakan data yang penting dalam penelitian ini. Data tersebut digunakan sebagai acuan untuk membuat *one line diagram* pada *software* ETAP 16.0.0. Berikut adalah *one line diagram* penyulang BDKR.



Gambar 3.2 *One Line Diagram* Penyulang BDKR

#### 3.4.2 Data Transformator Distribusi

Data transformator distribusi merupakan data kode, kapasitas, dan beban trafo distribusi pada penyulang BDKR. Data yang digunakan dalam membuat *one line diagram* pada ETAP 16.0.0 dapat dilihat pada tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1 Data Gardu Distribusi Dan Kapasitasnya

<b>NO</b>	<b>KODE</b>	<b>KVA</b>	<b>BEBAN TRAF0 (KW)</b>
1	SSB	160	91.88
2	SSBB	50	41.42
3	SSBL	100	14.39
4	SSBA	50	39.80
5	BGP	100	48.97
6	LMB	250	100.25
7	ACL	100	57.47
8	CHML	100	26.07
9	SLWB	100	42.98
10	SLWL	100	26.07
11	SLW	160	60.03
12	SMPL	100	26.98
13	SLWA	100	89.00
14	SRBL	100	49.78
15	PKRL	100	36.75
16	SRBA	100	75.42
17	SRB	160	97.71
18	SRBY	100	74.15
19	TBKN	100	92.79
20	GMBG	100	57.28
21	LAME	100	48.00
22	PRBK	100	53.66
23	PTJA	100	87.73
24	PTJL	50	15.93
25	PTJW	50	29.17
26	CHS	100	53.86
27	BBKS	100	56.10
28	CIR	50	25.19
29	PLTB	50	31.55
30	PLTA	100	89.74
31	SADA	100	71.81
32	PLTL	50	20.67
33	CRP	160	136.79
34	CRPS	100	56.01
35	SMID	100	66.38
36	WATL	50	23.79
37	WATE	100	45.27
38	CGWL	100	29.22
39	CGWR	250	115.03
40	BMR	100	62.55

NO	KODE	KVA	BEBAN TRAF0 (KW)
41	CDML	100	11.52
42	CPRL	100	63.06
43	CPR	100	60.33
44	SKY	25	14.78
45	CDMB	100	39.68
46	JKR	100	46.2
47	JKRB	50	23.33
48	CBB	100	31.46
49	BDS	50	38.18
50	CAH	50	11.01
51	LBT	100	35.87
52	PKLT	160	26.33
53	CJA	100	38.90
54	CBGL	50	20.23
55	BHJ	50	41.64
56	PGL	50	17.67
57	CBE	50	20.44
58	KBK	100	48.92
59	CDMA	100	44.88
60	CRK	50	21.32
61	ANR	100	30.90
62	ANRL	100	21.50
63	CPTR	50	4.89
64	CGB	50	11.31
TOTAL		6025	3068,78

### 3.4.3 Jumlah Pelanggan

Data jumlah pelanggan dari gardu distribusi pada penyulang BDKR dapat dilihat pada tabel 3.2 sebagai berikut:

Tabel 3.2 Data Jumlah Pelanggan

NO	KODE	JUMLAH PELANGGAN
1	SSB	745
2	SSBB	47
3	SSBL	165
4	SSBA	150
5	BGP	207
6	LMB	542
7	ACL	544
8	CHML	1
9	SLWB	376
10	SLWL	27
11	SLW	589

<b>NO</b>	<b>KODE</b>	<b>JUMLAH PELANGGAN</b>
12	SMPL	1
13	SLWA	371
14	SRBL	200
15	PKRL	1
16	SRBA	348
17	SRB	503
18	SRBY	401
19	TBKN	478
20	GMBG	1
21	LAME	222
22	PRBK	286
23	PTJA	359
24	PTJL	1
25	PTJW	133
26	CHS	218
27	BBKS	285
28	CIR	320
29	PLTB	282
30	PLTA	491
31	SADA	400
32	PLTL	1
33	CRP	819
34	CPRS	288
35	SMID	385
36	WATL	1
37	WATE	301
38	CGWL	1
39	CGWR	776
40	BMR	383
41	CDML	1
42	CPRL	296
43	CPR	319
44	SKY	69
45	CDMD	300
46	JKR	317
47	JKRB	101
48	CBB	120
49	BDS	247
50	CAH	60
51	LBT	189
52	PKLT	1
53	CJA	234
54	CBGL	99
55	BHJ	221
56	PGL	109

NO	KODE	JUMLAH PELANGGAN
57	CBE	268
58	KBK	306
59	CDMA	277
60	CRK	197
61	ANR	476
62	ANRL	1
63	CPTR	34
64	CGB	72
TOTAL		15.963

### 3.4.4 Data Spesifikasi Penghantar

Data spesifikasi penghantar yang digunakan pada penyulang BDKR adalah sebagai berikut:

Tabel 3.3 Data Spesifikasi Penghantar

NO	KODE	JENIS PENGHANTAR (mm <sup>2</sup> )
1	A	AAAC 35
2	B	AAAC 70
3	C	AAAC 150
4	E	AAAC/S 150

Pada tabel 3.3 merupakan tabel keterangan mengenai kode yang digunakan pada data *one line diagram* penyulang BDKR. Setiap kode mendefinisikan jenis luas penampang penghantar yang digunakan.

#### 3.4.4.1 Perhitungan Luas Penampang

Perhitungan luas penampang pada penyulang BDKR:

Rumus luas penampang:

$$A = \frac{\rho \cdot L \cdot I \cdot \sqrt{3}}{\Delta V}$$

Tabel 3.4 Luas Penampang

PENGHANTAR	TOTAL KVA	ARUS (A)	LUAS PENAMPANG (mm <sup>2</sup> )	LUAS PENAMPANG YANG DIGUNAKAN (mm <sup>2</sup> )
I	3180	159	83.53	150
II	810	40.5	28.50	35
III	1185	59.25	28.22	35

#### 3.4.4.2 Perhitungan Circuit Breaker

Perhitungan circuit breaker:

Rumus circuit breaker:

$$I_{CB} = I_n \cdot (1.1 \sim 2.5)$$

Tabel 3.5 Circuit Breaker

PENGHANTAR	TOTAL KVA	ARUS (A)	CIRCUIT BREAKER (A)		CIRCUIT BREAKER YANG DIGUNAKAN (A)
			1.1	2.5	
I	3180	159	174.9	397.5	250
II	810	40.5	44.55	101.25	80
III	1185	59.25	65.17	148.12	125

### 3.4.5 Data Gangguan

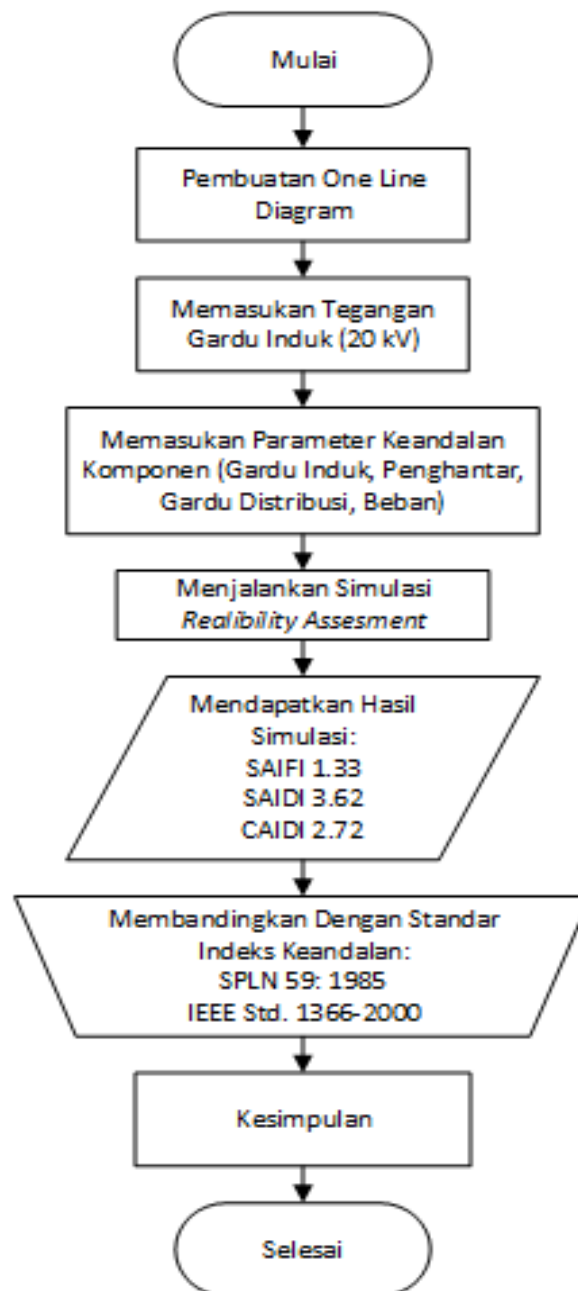
Dalam data gangguan yang diperoleh dari PT. PLN Unit Layanan Pengadaan (ULP) Leles Kabupaten Garut pada penyulang BDKR dapat dilihat pada tabel 3.6 dibawah ini:

Tabel 3.6 Data Gangguan

NO	TANGGAL	REC-SSO	DURASI (Menit)	PENYEBAB
1	01/02/2018	R-SSB	1674	Tiang Patah
2	21/04/2018	S-BGP	112	Tidak Diketahui
3	24/04/2018	S-BGP	76	Tidak Diketahui
4	29/04/2018	S-BGP	120	Pohon
5	11/07/2018	R-SSB	13	Pohon
6	13/07/2018	S-BGP	93	Pohon
7	15/07/2018	S-BGP	80	Layang-layang
8	15/07/2018	S-BGP	77	Tidak Diketahui
9	21/07/2018	R-SSB	50	Tidak Diketahui
10	20/08/2018	R-SSB	34	Pohon
11	23/08/2018	S-BGP	46	Tidak Diketahui
12	17/09/2018	S-BGP	69	Tidak Diketahui
13	21/09/2018	S-BGP	33	Tidak Diketahui
14	23/09/2018	S-BGP	87	Tidak Diketahui
15	26/09/2018	S-BGP	12	Tidak diketahui
16	24/10/2018	S-BGP	52	Tidak diketahui
TOTAL			2628	



### 3.5 Tahap Analisis Simulasi



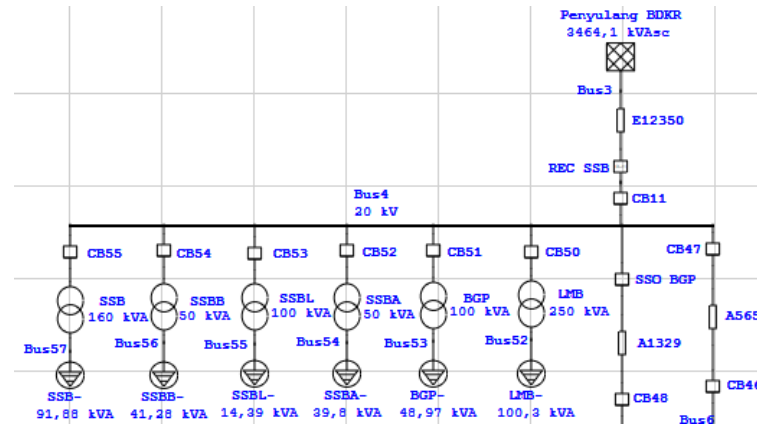
Gambar 3.3 Tahap Analisis Simulasi

Dalam penelitian ini simulasi menggunakan *software* ETAP 16.0.0. ETAP (*Electrical Transient Analyzer Program*) merupakan suatu *software* atau perangkat lunak yang berfungsi untuk membantu pekerjaan dibidang sistem tenaga listrik. *Software* ini dapat beroperasi 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:

### 3.5.1 Pembuatan *One Line Diagram*

Data yang terkumpul diolah untuk membuat *one line diagram* penyulang BDKR menggunakan *software* ETAP 16.0.0. Setelah membuat *one line diagram*.



Gambar 3.4 *One Line Diagram* Penyulang BDKR Pada ETAP 16.0.0

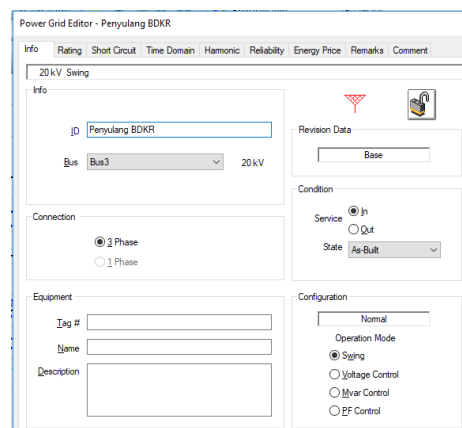
Gambar 3.4 merupakan sebagian *one line diagram* penyulang BDKR yang dibuat menggunakan *software* ETAP 16.0.0. Pada pembuatan *one line diagram* penyulang BDKR, terdapat 64 buah gardu distribusi.

### 3.5.2 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 BDKR.

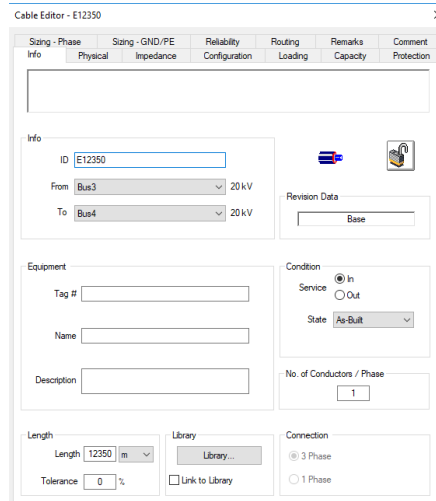


Gambar 3.5 *Power Grid Editor Software* ETAP 16.0.0

Pada gambar 3.5 dapat dilihat ada beberapa parameter dalam tampilan tersebut seperti: *info, rating, Short Circuit, Time Domain, Harmonic, Reliability, Energy Price, Remarks, dan Comment.*

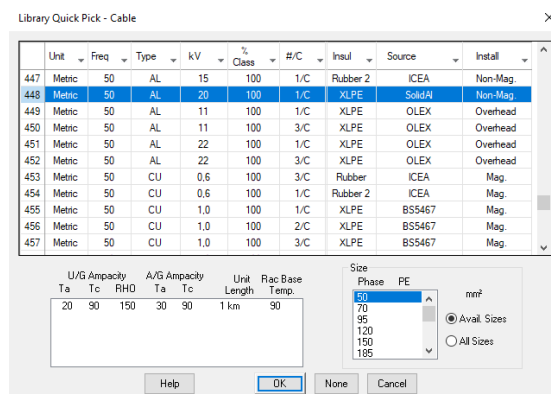
b. *Cable* (Penghantar)

Untuk menghubungkan dari gardu induk menuju pusat beban, dibutuhkan penghantar listrik. Dalam ETAP 16.0.0 dapat menggunakan *tools cable* untuk memasukan komponen penghantar pada *one line diagram.*



Gambar 3.6 *Cable Editor Software ETAP 16.0.0*

Pada gambar 3.6 Terdapat beberapa parameter-parameter yang dibutuhkan dalam membuat penghantar pada *one line diagram.* Untuk menentukan panjang saluran dapat diatur pada kolom *length* dan untuk menentukan jenis saluran dapat ditentukan dengan membuka *library* seperti gambar 3.7.

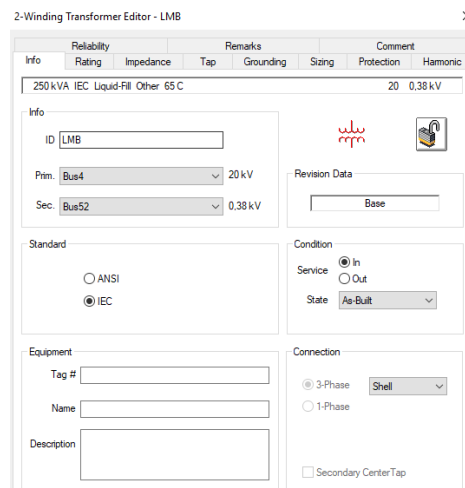


Gambar 3.7 *Library Quick Pick Pada Komponen Cable*

Gambar 3.7 menunjukkan kita dapat memilih frekuensi, ukuran luas penampang penghantar, bahan penghantar, dan bahan isolasi pada penghantar untuk digunakan dalam pembuatan *one line diagram*.

### c. 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.

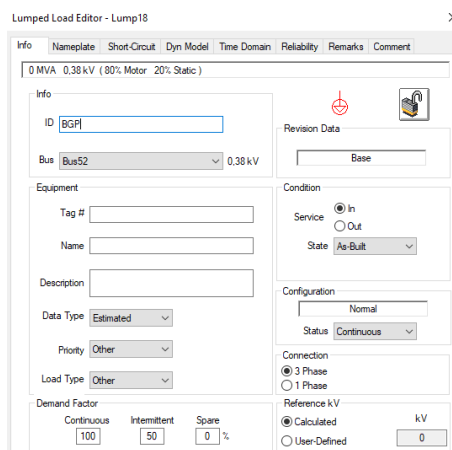


Gambar 3.8 2-Winding Transformer Editor Software ETAP 16.0.0

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.

### d. 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 Lumped Load Editor Software ETAP 16.0.0

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.

### 3.5.3 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.

Reliability Parameters	
$\lambda_A$	0,33 Failure/yr
$\lambda_P$	0,003 Failure/yr
$\mu$	8760 Repair/yr
FOR	3,8E-5
MTTF	3 yr
MTTR	1 hr

Gambar 3.10 *Reliability Parameters Software ETAP 16.0.0*

Gambar 3.10 merupakan tampilan salah satu kolom bagian parameter keandalan suatu komponen. Pada gambar 3.10 merupakan kolom parameter keandalan pada komponen saluran menuju ke semua beban.

Keterangan:

$\lambda_A$  = Rata-rata gangguan aktif dalam satu tahun (gangguan/tahun).

MTTF = Rata-rata selang waktu dalam gangguan ( $MTTF = 1.0/\lambda_A$ ).

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

Untuk mengisi kolom  $\lambda_A$  dapat kita hitung dengan menggunakan perhitungan dengan menggunakan persamaan 3.1 di bawah ini.



$$\lambda_A = \frac{F}{T} \quad (3.1)$$

Sedangkan kolom MTTR (*Mean Time To Reprair*) dapat kita isi dengan melakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan 3.2 di bawah ini.

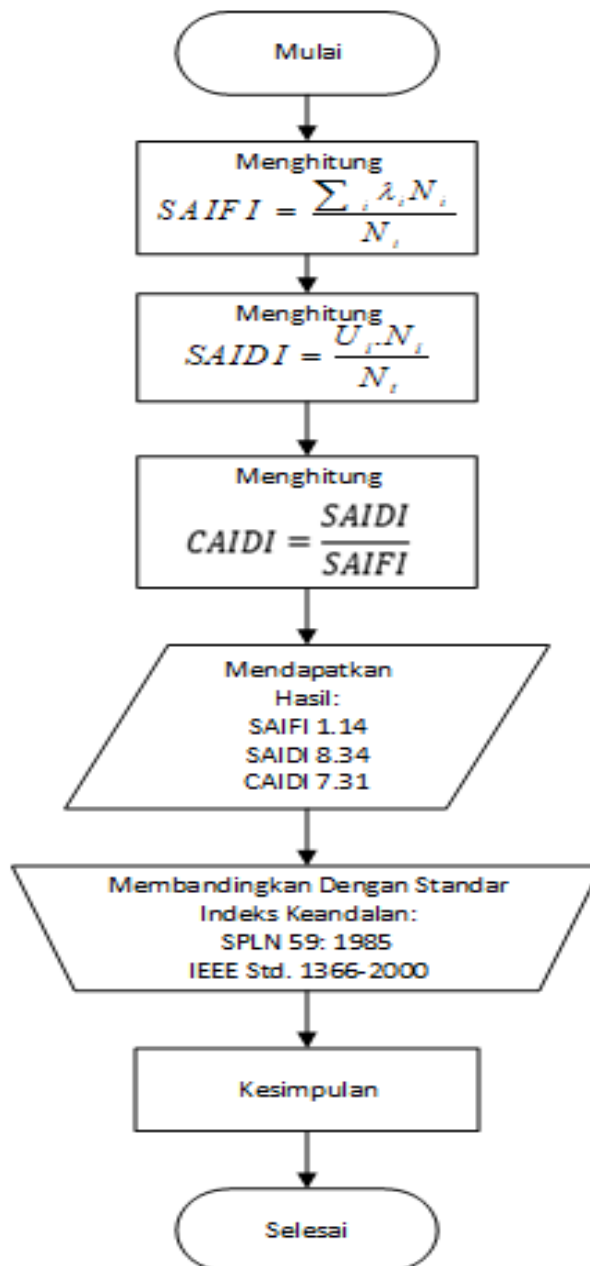
$$MTTR = \frac{t}{F} \quad (3.2)$$

Sedangkan untuk kolom parameter FOR (*Forced Outage Rate*) dan MTTF (*Mean Time To Failure*) akan dikalkulasi secara otomatis oleh aplikasi ETAP 16.0.0.

### 3.5.4 Menjalankan *Reliability Assessment*

Setelah parameter dimasukkan pada setiap komponen, penulis menjalankan simulasi dengan model *reliability assessment* untuk mendapatkan indeks keandalan pada penyulang BDKR. Dalam menggunakan model simulasi *reliability assessment* dapat menekan simbol pada *tools* bagian atas. Lalu  untuk mendapatkan hasilnya dengan menekan *tools* dengan simbol  *report manager*.

### 3.6 Perhitungan Manual



Gambar 3.11 Perhitungan Manual

### 3.6.1 Perhitungan Nilai SAIFI

Rumus perhitungan yang digunakan untuk menghitung nilai SAIFI adalah sebagai berikut:

$$SAIFI = \frac{\sum_i \lambda_i N_i}{N_t} \quad (3.3)$$

$$SAIFI = \frac{\text{Jumlah gangguan. Pelanggan padam}}{\text{Jumlah pelanggan yang dilayani}}$$

Keterangan:

SAIFI = Rata-rata jumlah gangguan pada pelanggan (jumlah gangguan/pelanggan).

$\lambda$  = Laju kegagalan (gangguan/tahun).

$N_i$  = Jumlah pelanggan yang mengalami gangguan.

$N_t$  = Jumlah pelanggan yang dilayani jaringan keseluruhan.

### 3.6.2 Perhitungan Nilai SAIDI

Rumus perhitungan yang digunakan untuk menghitung nilai SAIDI adalah sebagai berikut:

$$SAIDI = \frac{U_i \cdot N_i}{N_t} \quad (3.4)$$

$$SAIDI = \frac{\text{Durasi gangguan. Pelanggan padam}}{\text{Jumlah pelanggan yang dilayani}}$$

Keterangan:

SAIDI = Jumlah durasi gangguan (jam/pelanggan/tahun).

$U_i$  = Durasi gangguan (jam).

$N_i$  = Jumlah pelanggan yang mengalami gangguan.

$N_t$  = Jumlah pelanggan yang dilayani jaringan.

### 3.6.3 Perhitungan Nilai CAIDI

Rumus perhitungan yang digunakan untuk menghitung nilai CAIDI adalah sebagai berikut:

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} \quad (3.5)$$

$$CAIDI = \frac{\text{Jumlah durasi gangguan}}{\text{Jumlah gangguan}}$$

Keterangan:

CAIDI = Indeks durasi gangguan rata-rata pelanggan.

SAIDI = Jumlah durasi gangguan.

SAIFI = Jumlah gangguan.

### 3.7 Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah mendapatkan hasil simulasi *reliability assesment* dari *one line diagram* penyulang BDKR dan perhitungan manual lalu dibandingkan dengan standar indeks keandalan SPLN 59: 1985 pada tabel 3.7 dan standar indeks keandalan IEEE Std. 1366-2000 pada tabel 3.8.

Tabel 3.7 Standar Indeks Keandalan SPLN 59: 1985

Indikator Kerja	Standar Nilai	Satuan
SAIFI	2.4	Kali/Pelanggan/Tahun
SAIDI	12.8	Jam/Pelanggan/Tahun
CAIDI	5.33	Jam/Frekuensi/Tahun

Tabel 3.8 Standar Indeks Keandalan IEEE Std. 1366-2000

Indikator Kerja	Standar Nilai	Satuan
SAIFI	1.45	Kali/Pelanggan/Tahun
SAIDI	2.30	Jam/Pelanggan/Tahun
CAIDI	1.58	Jam/Frekuensi/Tahun

### 3.8 Perangkat Penelitian

Perangkat keras yang digunakan untuk melakukan penelitian adalah sebuah laptop HP dengan prosesor *AMD CPU @ 2.50 GHz* dengan sistem operasi Windows 10 serta aplikasi ETAP 16.0.0.