

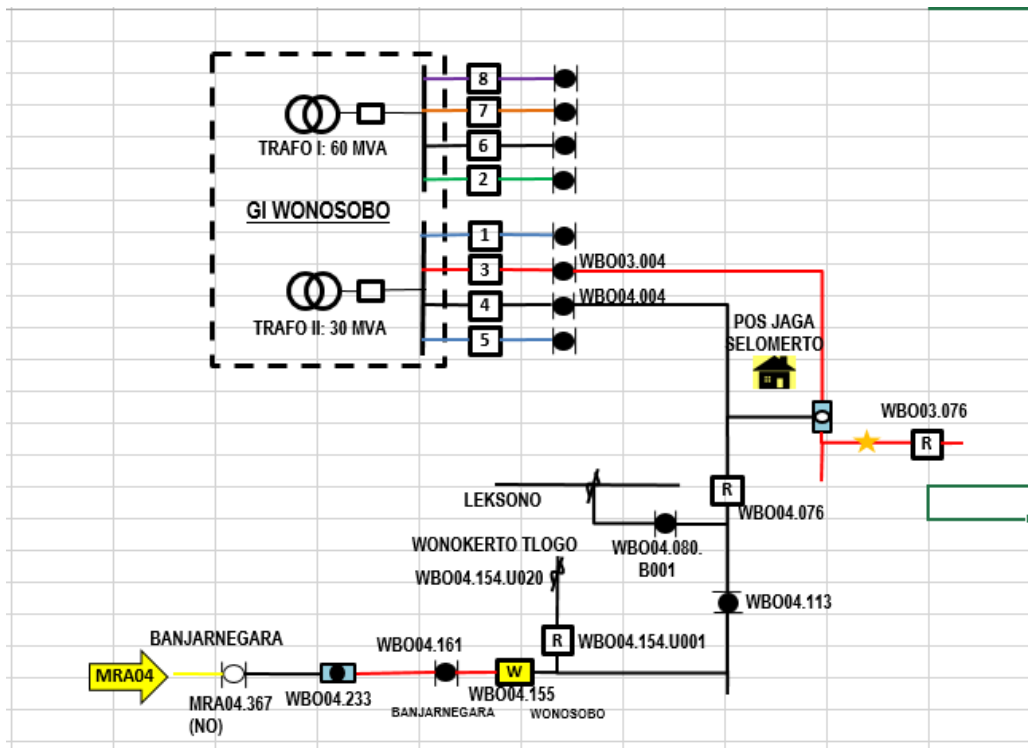
BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

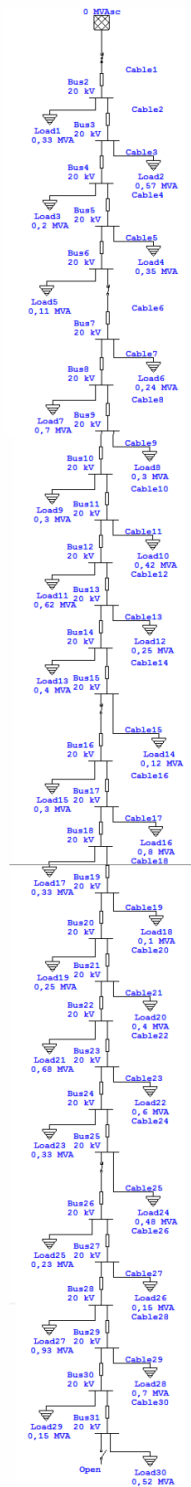
4.1 Data Sistem

Data yang digunakan adalah pada UPJ Wonosobo simulasi perhitungan ini adalah data *project masterplan* UPJ Wonosobo tahun 2016. Data yang diperoleh berupa data single line diagram dan dengan mengklarifikasi tiap bus pada tiap titik pada parameter-parameter yang diketahui maka didapatkan data-data sebagai berikut.

4.2 Single Line Diagram Yang Dievaluasi



Gambar 4.1 Single Line Diagram Penyulang WBO04



Gambar 4.2 Single Line Diagram Penyulang WBO04 (ETAP)

A. Data *load point* pada penyulang WBO04 UPJ Wonosobo berdasarkan *section*.

Tabel 4.1 jumlah pelanggan tiap *load point* yang dianalisis *section* I UPJ Wonosobo

No	No. Load Point	Jumlah Pelanggan
1	1	415
2	2	717
3	3	252
4	4	440
5	5	138
Jumlah Total		1962

Tabel 4.2 jumlah pelanggan tiap *load point* yang dianalisis *section* 2 UPJ Wonosobo

No	No. Load Point	Jumlah Pelanggan
1	6	255
2	7	745
3	8	319
4	9	319
5	10	447
6	11	660
7	12	266
8	13	426
9	14	128
Jumlah Total		3565

Tabel 4.3 jumlah pelanggan tiap *load point* yang dianalisis *section* 3 UPJ Wonosobo

No	No. Load Point	Jumlah Pelanggan
1	15	287
2	16	191
3	17	765
4	18	315
5	19	96
6	20	239
7	21	382
8	22	650
9	23	574
10	24	315
Jumlah Total		3814

Tabel 4.4 jumlah pelanggan tiap *load point* yang dianalisis *section 4* UPJ Wonosobo

No	No. Load Point	Jumlah Pelanggan
1	25	400
2	26	192
3	27	125
4	28	775
5	29	583
6	30	125
7	31	433
Jumlah Total		2633

Jumlah pelanggan setiap *section* di penyulang WBO04 sangatlah bervariasi, hal tersebut dapat dilihat dari jumlah pelanggan per *section* dalam tabel 4.1 hingga 4.4. Jumlah pelanggan *section I* 1963 pelanggan, *section II* 3567 pelanggan, *section III* 3816 pelanggan, *section IV* 2635 pelanggan. Jenis pelanggan di penyulang WBO04 terdiri dari pelanggan industri, pelanggan rumah tangga, pelanggan publik dan komersil.

Penyulang WBO04 terbagi menjadi 30 saluran udara dengan total panjang mencapai 11,129 kms sesuai gambar 4.5 sampai 4.8 Penyulang ini merupakan penyulang dengan jumlah *line* yang tidak terlalu banyak dan *line* yang tidak terlalu panjang. Data panjang saluran pada penyulang ini dapat dilihat pada Tabel 4.5 sampai Tabel 4.8 berikut,

Tabel 4.5 Panjang Tiap-tiap Saluran di *Section 1* Penyulang WBO04 UPJ Wonosobo

No	Komponen	Panjang (km)
1	Line 1	0,338
2	Line 2	0,581
3	Line 3	0,186
4	Line 4	0,398
5	Line 5	0,095

Tabel 4.6 Panjang Tiap-tiap Saluran di *Section 2* Penyulang WBO04 UPJ Wonosobo

No	Komponen	Panjang (km)
6	Line 6	0,257
7	Line 7	0,717
8	Line 8	0,278
9	Line 9	0,296
10	Line 10	0,359
11	Line 11	0,676
12	Line 12	0,228
13	Line 13	0,439
14	Line 14	0,138

Tabel 4.7 Panjang Tiap-tiap Saluran di *Section 3* Penyulang WBO04 UPJ Wonosobo

No	Komponen	Panjang (km)
15	Line 15	0,296
16	Line 16	0,878
17	Line 17	0,342
18	Line 18	0,117
19	Line 19	0,248
20	Line 20	0,423
21	Line 21	0,665
22	Line 22	0,604
23	Line 23	0,293
24	Line 24	0,482

Tabel 4.8 Panjang Tiap-tiap Saluran di *Section 4* Penyulang WBO04 UPJ Wonosobo

No	Komponen	Panjang (km)
25	Line 25	0,251
26	Line 26	0,142
27	Line 27	0,901
28	Line 28	0,691
29	Line 29	0,126
30	Line 30	0,486

B. Indeks Kegagalan Peralatan Distribusi

Tabel 4.9 Data indeks keandalan saluran udara

Saluran Udara	
Sustained failure rate (α /km/yr)	0,2
r (repaire time) (jam)	3
rs (switch time) (jam)	0,15

Sumber: SPLN No.59 : 1985

Tabel 4.10 Indeks Kegagalan Peralatan

Komponen	α (failure rate)	r (repaire time) (jam)	rs (switching time) (jam)
Trafo Distribusi	0,005/unit/tahun	10	0,15
Circuit Breaker	0,004/unit/tahun	10	0,15
Sectionalizer	0,003/unit/tahun	10	0,15

Sumber: SPLN No.59 : 1985

4.3 Perhitungan Dan Analisis Keandalan

A. Analisis Indeks Keandalan Menggunakan Metode Section Technique

Dilakukan analisis evaluasi keandalan berdasarkan data yang telah di dapat pada bab II dengan menggunakan panjang *line* dan data jumlah pelanggan per *load point*. SPLN 59 : 1985 [4] untuk laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan sistem jaringan 20 kV. Perhitungan keandalan dalam tiap *section* dijelaskan sebagai berikut :

4.3.1 Section 1

Untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem dapat dilihat dalam daftar mode kegagalan. Daftar mode kegagalan yang terdapat pada section ini ditampilkan dalam *Section Technique worksheet* berikut:

Tabel 4.11 *Section Technique Worksheet 1*

Data Peralatan		Efek Sistem	
No. Gangguan	Komponen	Load Point yang Dipengaruhi <i>Repair Time</i>	Load Point yang Dipengaruhi <i>Switching Time</i>
1	CB	LP1-LP5	-
2	Travo 1	LP1	-
3	Travo 2	LP2	-
4	Travo 3	LP3	-
5	Travo 4	LP4	-
6	Travo 5	LP5	-
7	Line 1	LP1-LP5	LP6-LP30
8	Line 2	LP1-LP5	LP6-LP30
9	Line 3	LP1-LP5	LP6-LP30
10	Line 4	LP1-LP5	LP6-LP30
11	Line 5	LP1-LP5	LP6-LP30
12	Sectionalizer 1	LP1-LP5	LP6-LP30

Berdasarkan tabel diatas, untuk menghitung frekuensi dan durasi kegagalan tiap peralatan, maka diambil 1 kasus yaitu : *failure rate* (α LP1). *Failure rate* (α LP1) diperoleh dari penjumlahan *failure rate* yang mempengaruhi LP1 dan perkalian *failure rate* peralatan dengan panjang saluran udara. Perkalian dengan *repair time* atau *switching time* tergantung kondisi peralatan, apakah peralatan tersebut harus padam atau hanya mengalami kondisi *switching time* pada saat terjadi gangguan.

Langkah dalam menentukan laju kegagalan peralatan setiap *section* yaitu :

$$\alpha_{LP1} = \sum_{i=k} \alpha_i$$

λ_i = laju kegagalan untuk peralatan K

K = semua peralatan yang berpengaruh terhadap *load point*

Jika diambil satu contoh yaitu *load point* satu (LP1) pada line 1 maka dapat dihitung laju kegagalan line 1 kaitanya terhadap panjang jaringan seperti berikut ini:

$$\begin{aligned} \alpha (\text{line 1}) &= \text{Failure rate Peralatan} \times \text{Panjang Saluran Udara} \\ &= 0,2 \times 0,338 = 0,0676 \text{ gangguan/tahun} \end{aligned}$$

Tabel 4.12 Perhitungan laju kegagalan untuk *Load point 1* (α LP1)

Peralatan	<i>Failure Rate</i> Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	α (gangguan/tahun)
CB	0,004	-	0,004
Trafo	0,005	-	0,005
Sectionalizer 1	0,003	-	0,003
Line 1	0,2	0,338	0,0676
Line 2	0,2	0,581	0,1162
Line 3	0,2	0,186	0,0372
Line 4	0,2	0,398	0,0796
Line 5	0,2	0,095	0,019
Jumlah Total Kelajuan Kegagalan ($\sum_{i=k} \alpha_i$)			0,3316

Berdasar tabel diatas, untuk menghitung nilai *load point 1* berdasarkan perhitungan perkalian antara nilai *failure rate* dan data panjang saluran maka didapatlah nilai laju kegagalan untuk *load point 1* yaitu 0,3316. Nilai *failure rate* untuk *load point 2* hingga 5 adalah sama dengan jumlah *failure rate* *load point 1*, karena nilai *failure rate* tiap-tiap trafo diasumsikan sama.

Tabel 4.13 Perhitungan Laju Kegagalan *Load Point 6* (α LP6)

Peralatan	<i>Failure Rate</i> Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	α (gangguan/tahun)
CB	0,004	-	0,004
Trafo	0	-	0
Sectionalizer 1	0,003	-	0,003
Line 1	0,2	0,338	0,0676
Line 2	0,2	0,581	0,1162
Line 3	0,2	0,186	0,0372
Line 4	0,2	0,398	0,0796
Line 5	0,2	0,095	0,019
Jumlah Total Kelajuan Kegagalan ($\sum_{i=k} \alpha_i$)			0,3266

Berdasarkan tabel diatas, untuk menghitung *load point 6* berdasarkan perhitungan perkalian antara nilai *failure rate* dan data panjang saluran maka didapatlah nilai laju kegagalan *load point 6* yaitu 0,3266.

Nilai failure rate load point 7 hingga 30 adalah sama dengan nilai failure rate load point 6. Hal ini terjadi karena, saat komponen dari *section* 1 mengalami gangguan maka pemisah akan membuka untuk sementara sehingga sistem akan putus untuk sementara. Setelah 0,15 jam maka WBO 04 dapat menyuplai daya kembali dari GI Wonosobo ke *section* 2,3 dan 4.

Langkah dalam menentukan durasi gangguan peralatan setiap *section* yaitu:

$$ULP = \sum_{i=k} U_i = \sum_{i=k} \lambda_i \times r_j$$

Keterangan :

r_j = waktu perbaikan (*repairing time* atau *switching time*)

Jika diambil satu contoh yaitu *load point* satu (LP1) pada line 1 maka dapat dihitung durasi gangguan line 1 kaitannya terhadap panjang jaringan seperti berikut ini :

$$\begin{aligned} U (\text{line 1}) &= \text{Failure rate Peralatan } (\alpha) \times \text{Repair Time peralatan } (U) \\ &= 0,0676 \times 3 = 0,2028 \text{ Jam/tahun} \end{aligned}$$

Untuk ULP1, dan seterusnya dapat dicari dengan menjumlahkan total laju kegagalan peralatan yang berpengaruh terhadap *load point* 1 atau *load point* lainnya, untuk laju kegagalan *load point* (1 α LP1), dapat dilihat pada tabel berikut,

Tabel 4.14 Perhitungan Durasi Gangguan (U) *Load Point* 1 (ULP1)

Peralatan	α (fault/yr)	Repair Time (jam)	Switching Time (jam)	U (jam/tahun)
CB	0,005	10	0,15	0,05
Trafo	0,004	10	0,15	0,04
Sectionalizer 1	0,003	10	0,15	0,03
Line 1	0,0676	3	0,15	0,2028
Line 2	0,1162	3	0,15	0,3486
Line 3	0,0372	3	0,15	0,1116
Line 4	0,0796	3	0,15	0,2388
Line 5	0,019	3	0,15	0,057
Jumlah Total Durasi Gangguan ($\sum_{i=k} U_i$)				1,0788

Perhitungan untuk mencari *load point* 2 sampai 5 pada *section* 1 menggunakan langkah dan cara yang sama dan hasilnya pun juga sama karena nilai *repair time* setiap trafo diasumsikan sama.

Pada *load point* 1, kondisi yang dialami semua peralatan yang ada didalamnya hanya kondisi *repair time* dan tidak ada peralatan yang mengalami kondisi *switching time*, karena bila peralatan mengalami kegagalan maka akan mengakibatkan gangguan semua sistem kecuali transformator.

Tabel 4.15 Perhitungan Durasi Gangguan (U) *Load point* 6 (ULP6)

Peralatan	α (fault/yr)	Repair Time (jam)	Switching Time (jam)	U (jam/tahun)
CB	0,005	10	0,15	0,00075
Sectionalizer 1	0,003	10	0,15	0,00045
Line 1	0,0676	3	0,15	0,01014
Line 2	0,1162	3	0,15	0,01743
Line 3	0,0372	3	0,15	0,00558
Line 4	0,0796	3	0,15	0,01194
Line 5	0,019	3	0,15	0,00285
Jumlah Total Durasi Gangguan ($\sum_{i=k} U_i$)				0,04914

Nilai durasi gangguan untuk *load point* 7 hingga 31 adalah sama dengan nilai *load point* 6. Hal ini terjadi karena saat komponen section 1 mengalami gangguan sehingga sistem lain (section 2,3 dan 4) akan mengalami pemutusan sementara, selanjutnya Sectionalizer 2 akan membuka dan beban section 2,3 dan 4 akan dilayani kembali oleh GI Wonosobo melalui WBO04.

Tabel 4.16 Laju Kegagalan dan Durasi Gangguan *Load Point Section 1*

<i>Load Point</i>	Indeks Keandalan <i>Load Poin</i>	
	α (gangguan/tahun)	U (jam/tahun)
Load Point 1	0,3316	1,0788
Load Point 2	0,3316	1,0788
Load Point 3	0,3316	1,0788
Load Point 4	0,3316	1,0788
Load Point 5	0,3316	1,0788
Load Point 6	0,3266	0,04914
Load Point 7	0,3266	0,04914
Load Point 8	0,3266	0,04914
Load Point 9	0,3266	0,04914
Load Point 10	0,3266	0,04914
Load Point 11	0,3266	0,04914
Load Point 12	0,3266	0,04914
Load Point 13	0,3266	0,04914
Load Point 14	0,3266	0,04914
Load Point 15	0,3266	0,04914
Load Point 16	0,3266	0,04914
Load Point 17	0,3266	0,04914
Load Point 18	0,3266	0,04914
Load Point 19	0,3266	0,04914
Load Point 20	0,3266	0,04914
Load Point 21	0,3266	0,04914
Load Point 22	0,3266	0,04914
Load Point 23	0,3266	0,04914
Load Point 24	0,3266	0,04914
Load Point 25	0,3266	0,04914
Load Point 26	0,3266	0,04914
Load Point 27	0,3266	0,04914
Load Point 28	0,3266	0,04914
Load Point 29	0,3266	0,04914
Load Point 30	0,3266	0,04914
Load Point 31	0,3266	0,04914

Dari tabel diatas, kita dapat menentukan nilai SAIFI dan SAIDI pada *Section 1*. Sebagai contoh, yaitu SAIFI pada *load point 1*. Nilai SAIFI dapat

ditentukan dengan mengalikan α LP1 dengan konsumen LP1 dan membagi nilai tersebut dengan jumlah keseluruhan konsumen.

$$SAIFI = \frac{\sum \alpha Ni}{\sum Ni}$$

$$SAIFI_{LP1} = \frac{0,3316 \times 415}{11981} = 0,01148601953092$$

$$SAIDI = \frac{\sum Ui.Ni}{\sum Ni}$$

$$SAIDI = \frac{1,0788 \times 415}{11981} = 0,03736766547033$$

Perhitungan SAIFI dan SAIDI untuk *Load Point* 1 didapatlah nilai SAIFI 0,01148 dan nilai SAIDI 0,03736. Untuk perhitungan *Load Point* 2 hingga *Load Point* 31 dilakukan dengan menggunakan carayang sama. Setelah mendapatkan keseluruhan hasil nilai SAIFI dan SAIDI maka dilakukan penjumlahan total nilai SAIFI dan SAIDI *Section* 1 untuk mengetahui nilai nilai SAIFI dan SAIDI pada *Section* 1. Berikut tabel SAIDI dan SAIFI *Section* 1.

Tabel 4.17 SAIDI dan SAIFI *Section 1*

No. Load Point	Indeks Keandalan	
	SAIFI (gangguan/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
1	0,01148	0,03736
2	0,01984	0,06456
3	0,00697	0,02269
4	0,01217	0,03961
5	0,00381	0,01242
6	0,00705	0,02025
7	0,02061	0,06708
8	0,00882	0,02872
9	0,00882	0,02872
10	0,01237	0,04029
11	0,01826	0,05942
12	0,00736	0,02395
13	0,01179	0,03835
14	0,00354	0,01152
15	0,00794	0,02584
16	0,00528	0,01719
17	0,02117	0,06888
18	0,00871	0,02836
19	0,00265	0,00864
20	0,00661	0,02152
21	0,01057	0,03439
22	0,01799	0,05852
23	0,01588	0,05168
24	0,00871	0,02836
25	0,01107	0,03601
26	0,00531	0,01728
27	0,00345	0,01125
28	0,02144	0,06978
29	0,01613	0,05249
30	0,00345	0,01125
31	0,01198	0,03898
TOTAL	0,33123	1,07536

Jadi nilai SAIFI dan SAIDI di section 1 adalah 0,33123 gangguan/tahun dan 1,07536 jam/tahun.

4.3.2 Section 2

Tabel 4.18 Section Technique Worksheet 2

Data Peralatan		Efek Sistem	
No. Gangguan	Komponen	Load Point yang Dipengaruhi <i>Repair Time</i>	Load Point yang Dipengaruhi <i>Switching Time</i>
1	Trafo 6	LP6	-
2	Trafo 7	LP7	-
3	Trafo 8	LP8	-
4	Trafo 9	LP9	-
5	Trafo 10	LP10	-
6	Trafo 11	LP11	-
7	Trafo 12	LP12	-
8	Trafo 13	LP13	-
9	Trafo 14	LP14	-
10	S1	LP1-LP14	LP14-LP24
11	S2	LP1-LP14	LP14-LP24
12	S3	LP1-LP14	LP14-LP24
13	Line 6	LP1-LP14	LP14-LP24
14	Line 7	LP1-LP14	LP14-LP24
15	Line 8	LP1-LP14	LP14-LP24
16	Line 9	LP1-LP14	LP14-LP24
17	Line 10	LP1-LP14	LP14-LP24
18	Line 11	LP1-LP14	LP14-LP24
19	Line 12	LP1-LP14	LP14-LP24
20	Line 13	LP1-LP14	LP14-LP24
21	Line 14	LP1-LP14	LP14-LP24

Tabel diatas menunjukkan, untuk menghitung frekuensi dan durasi kegagalan tiap peralatan, maka diambil 1 kasus yaitu : *failure rate* (α LP6). *Failure rate* (α LP6) diperoleh dari penjumlahan *failure rate* yang mempengaruhi LP6 dan perkalian *failure rate* peralatan dengan panjang saluran udara. Perkalian dengan *repair time* atau *switching time* tergantung kondisi peralatan, apakah peralatan tersebut harus padam atau hanya mengalami kondisi *switching time* pada saat terjadi gangguan.

Tabel 4.19 Perhitungan Laju Kegagalan *Load Point* 6 (α LP6)

Peralatan	<i>Failure Rate</i> Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	α (gangguan/tahun)
S1	0,003	-	0,003
S2	0,003	-	0,003
S4	0,003	-	0,003
T6	0,005	-	0,005
Line 6	0,2	0,257	0,0514
Line 7	0,2	0,717	0,1434
Line 8	0,2	0,278	0,0556
Line 9	0,2	0,296	0,0592
Line 10	0,2	0,359	0,0718
Line 11	0,2	0,676	0,1352
Line 12	0,2	0,228	0,0456
Line 13	0,2	0,439	0,0878
Line 14	0,2	0,138	0,0276
Jumlah Total Kelajuan Kegagalan ($\sum_{i=k} \alpha_i$)			0,6914

Berdasarkan tabel diatas, untuk menghitung nilai gangguan *load point* 6 (LP6) dilakukan perhitungan perkalian *failure rate* dan data panjang saluran didapat nilai laju kegagalan yaitu 0,6914. Nilai gangguan *load point* 6 (LP6) adalah sama dengan nilai *load point* 7 sampai *load point* 14 (LP7-LP14) karena nilai *failure rate* diasumsikan sama.

Tabel 4.20 Perhitungan Laju Kegagalan *Load Point* 1 (α LP1)

Peralatan	<i>Failure Rate</i> Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	α (gangguan/tahun)
S1	0,003	-	0,003
S2	0,003	-	0,003
S3	0,003	-	0,003
Line 6	0,2	0,257	0,0514
Line 7	0,2	0,717	0,1434
Line 8	0,2	0,278	0,0556
Line 9	0,2	0,296	0,0592
Line 10	0,2	0,359	0,0718
Line 11	0,2	0,676	0,1352
Line 12	0,2	0,228	0,0456
Line 13	0,2	0,439	0,0878
Line 14	0,2	0,138	0,0276
Jumlah Total Kelajuan Kegagalan ($\sum_{i=k} \alpha_i$)			0,6864

Berdasar tabel diatas, dilakukan perhitungan antara *failure rate* dan data panjang saluran untuk mengetahui nilai gangguan *load point* 1 didapatkan nilai laju kegagalan yaitu 0,6864. Nilai *failure rate load point* 1 (α LP1) adalah sama dengan nilai *failure rate* (LP2-LP5) dan (LP15-LP24) akan mengalami pemutusan daya saat gangguan pada kabel atau pemisah di *section* 2. Namun gangguan trafo di *section* 2 tidak akan menimbulkan gangguan di *section* 1 dan 3.

Tabel 4.21 Perhitungan Gangguan Durasi (U Load Point 6)

Peralatan	α (<i>fault/yr</i>)	<i>Repair Time</i> (jam)	<i>Switching Time</i> (jam)	U (jam/tahun)
S1	0,003	10	0,15	0,03
S2	0,003	10	0,15	0,03
S3	0,003	10	0,15	0,03
T6	0,005	10	0,15	0,05
Line 6	0,0514	3	0,15	0,5142
Line 7	0,1434	3	0,15	0,4302
Line 8	0,0556	3	0,15	0,1668
Line 9	0,0592	3	0,15	0,1776
Line 10	0,0718	3	0,15	0,2154
Line 11	0,1352	3	0,15	0,4056
Line 12	0,0456	3	0,15	0,1368
Line 13	0,0878	3	0,15	0,2634
Line 14	0,0276	3	0,15	0,0828
Jumlah Total Durasi Gangguan ($\sum_{i=k} U_i$)				2,5328

Berdasar tabel diatas, nilai perhitungan durasi gangguan didapat dari perkalian *failure rate* dan *repair time* didapatlah nilai durasi gangguan yaitu 2,5328. Nilai *Repair Time* untuk *load point* 6 (U_6) memiliki nilai yang sama dengan *repair time* load 7-14 (U_{7-14}), karena diasumsikan nilai *repair time* tiap trafo memiliki nilai yang sama.

Tabel 4.22 Perhitungan Durasi Gangguan (U) Load Point 1 (LP1)

Peralatan	α (<i>fault/yr</i>)	<i>Repair Time</i> (jam)	<i>Switching Time</i> (jam)	U (jam/tahun)
S1	0,003	10	0,15	0,03
S2	0,003	10	0,15	0,03
S3	0,003	10	0,15	0,03
Line 6	0,0514	3	0,15	0,5142
Line 7	0,1434	3	0,15	0,4302
Line 8	0,0556	3	0,15	0,1668
Line 9	0,0592	3	0,15	0,1776
Line 10	0,0718	3	0,15	0,2154
Line 11	0,1352	3	0,15	0,4056
Line 12	0,0456	3	0,15	0,1368
Line 13	0,0878	3	0,15	0,2634
Line 14	0,0276	3	0,15	0,0828
Jumlah Total Durasi Gangguan ($\sum_{i=k} U_i$)				2,4828

Berdasarkan tabel diatas, perhitungan durasi gangguan dilakukan perkalian antara *failure rate* dan nilai *Repair Time* untuk *load point* 1 (U_1). Nilai ini hampir sama dengan nilai *repair time section* 2 tetapi nilai *refaire time* trafo di *section* 2 saat ini dianggap 0 karena gangguan pada trafo di *section* 2 tidak akan mempengaruhi sistem di *section* 1.

Tabel 4.23 Perhitungan Durasi Gangguan LP15 (U_{15})

Peralatan	α (<i>fault/yr</i>)	<i>Repair Time</i> (jam)	<i>Switching Time</i> (jam)	U (jam/tahun)
S1	0,003	10	0,15	0,00045
S2	0,003	10	0,15	0,00045
S3	0,003	10	0,15	0,00045
Line 6	0,0514	3	0,15	0,00771
Line 7	0,1434	3	0,15	0,02151
Line 8	0,0556	3	0,15	0,00834
Line 9	0,0592	3	0,15	0,00888
Line 10	0,0718	3	0,15	0,01077
Line 11	0,1352	3	0,15	0,02028
Line 12	0,0456	3	0,15	0,00684
Line 13	0,0878	3	0,15	0,01317
Line 14	0,0276	3	0,15	0,00414
Jumlah Total Durasi Gangguan ($\sum_{i=k} U_i$)				0,10299

Berdasarkan tabel diatas, nilai durasi gangguan didapat berdasar perkalian *failure rate* dan *switching time* karena apabila pada *sectoin 2* mengalami *switching time* maka semua sistem akan padam sementara. Didapatlah hasil durasi gangguan pada LP15 yaitu 0,10299.

Perhitungan untuk mencari nilai *Switching Time load point 26* sampai 31 pada *section 3* menggunakan langkah dan cara yang sama dan hasilnya pun juga sama dengan *Load Point 15*. Nilai *Switching Time* setiap trafo dianggap 0, karena kegagalan pada trafo dalam *section 2*, tidak akan mempengaruhi sistem di *section 3*. Dalam hal ini penulis menghitung nilai *Load Point 15* sampai 24 menggunakan *software Microsoft Excel*.

Tabel 4.24 Perhitungan Laju Kegagalan dan Durasi Gangguan *Load Point Section*

2

<i>Load Point</i>	α (<i>fault/yr</i>)	
	α (<i>fault/yr</i>)	<i>Repair Time</i> (jam)
Load Point 1	0,6864	2,4828
Load Point 2	0,6864	2,4828
Load Point 3	0,6864	2,4828
Load Point 4	0,6864	2,4828
Load Point 5	0,6864	2,4828
Load Point 6	0,6914	2,5328
Load Point 7	0,6914	2,5328
Load Point 8	0,6914	2,5328
Load Point 9	0,6914	2,5328
Load Point 10	0,6914	2,5328
Load Point 11	0,6914	2,5328
Load Point 12	0,6914	2,5328
Load Point 13	0,6914	2,5328
Load Point 14	0,6914	2,5328
Load Point 15	0,6864	0,10229
Load Point 16	0,6864	0,10229
Load Point 17	0,6864	0,10229
Load Point 18	0,6864	0,10229
Load Point 19	0,6864	0,10229
Load Point 20	0,6864	0,10229
Load Point 21	0,6864	0,10229
Load Point 22	0,6864	0,10229
Load Point 23	0,6864	0,10229
Load Point 24	0,6864	0,10229
Load Point 25	0,6864	0,10229
Load Point 26	0,6864	0,10229
Load Point 27	0,6864	0,10229
Load Point 28	0,6864	0,10229
Load Point 29	0,6864	0,10229
Load Point 30	0,6864	0,10229
Load Point 31	0,6864	0,10229

Dari tabel diatas, dapat ditentukan nilai SAIFI dan SAIDI pada *Section 2*.

Contoh SAIFI pada *load point* 1, nilai SAIFI dapat ditentukan dengan jumlah keseluruhan konsumen.

$$SAIFI = \frac{\sum \alpha Ni}{\sum Ni}$$

$$SAIFI_{LP1} = \frac{0,6864 \times 415}{11981} = 0,023775644$$

$$SAIDI = \frac{\sum U_i.N_i}{\sum Ni}$$

$$SAIDI = \frac{2,4828 \times 415}{11981} = 0,085999666$$

Berdasarkan perhitungan pada *load point* 1 didapatkan nilai SAIFI dan SAIDI dengan nilai SAIFI 0,02377 dan nilai SAIDI 0,08599. Perhitungan SAIFI dan SAIDI untuk *load point* 2 hingga *load point* 31 menggunakan cara yang sama. Untuk mencari SAIFI dan SAIDI total *Section* 2 dilakukan penjumlahan total SAIFI dan SAIDI tiap *Load Point Section* 2. Berikut tabel SAIDI dan SAIFI *Section* 2.

Tabel 4.25 SAIDI dan SAIFI *Section 2*

No. <i>Load Point</i>	Indeks Keandalan	
	SAIFI (gangguan/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
1	0,02377	0,08599
2	0,04107	0,14858
3	0,01443	0,05222
4	0,02520	0,09118
5	0,00790	0,02859
6	0,01471	0,05390
7	0,04299	0,15749
8	0,01840	0,06743
9	0,01840	0,06743
10	0,02579	0,09449
11	0,03808	0,13952
12	0,01535	0,05623
13	0,02458	0,09005
14	0,00738	0,02705
15	0,01644	0,00245
16	0,01094	0,00163
17	0,04382	0,00653
18	0,01804	0,00268
19	0,00549	0,00081
20	0,01369	0,00204
21	0,02188	0,00326
22	0,03723	0,00554
23	0,03288	0,00490
24	0,01804	0,00204
25	0,02291	0,00341
26	0,01099	0,00163
27	0,00716	0,00160
28	0,04440	0,00616
29	0,03340	0,00497
30	0,00716	0,00106
31	0,02480	0,00369
TOTAL	0,68732	1,21455

Jadi nilai SAIFI dan SAIDI di section 2 adalah 0.68732 gangguan/tahun dan 1.21455 jam/tahun.

4.3.3 Section 3

Tabel 4.26 Section Technique Worksheet Section 3

Data Peralatan		Efek Sistem	
No. Gangguan	Komponen	Load Point yang Dipengaruhi <i>Repair Time</i>	Load Point yang Dipengaruhi <i>Switching Time</i>
1	Trafo 15	LP15	-
2	Trafo 16	LP16	-
3	Trafo 17	LP17	-
4	Trafo 18	LP18	-
5	Trafo 19	LP19	-
6	Trafo 20	LP20	-
7	Trafo 21	LP21	-
8	Trafo 22	LP22	-
9	Trafo 23	LP23	-
10	Trafo 24	LP24	LP14-LP24
11	S2	LP1-LP24	LP14-LP24
12	S3	LP1-LP14	LP14-LP24
13	S4	LP1-LP14	LP14-LP24
14	Line 15	LP1-LP14	LP14-LP24
15	Line 16	LP1-LP14	LP14-LP24
16	Line 17	LP1-LP14	LP14-LP24
17	Line 18	LP1-LP14	LP14-LP24
18	Line 19	LP1-LP14	LP14-LP24
19	Line 20	LP1-LP14	LP14-LP24
20	Line 21	LP1-LP14	LP14-LP24
21	Line 22	LP1-LP14	LP14-LP24
22	Line 23	LP1-LP14	LP14-LP24
23	Line 24	LP1-LP14	LP14-LP24

Tabel diatas menunjukkan, untuk menghitung frekuensi dan durasi kegagalan tiap peralatan, maka diambil 1 kasus yaitu : *failure rate* (α LP15). *Failure rate* (α LP15) diperoleh dari penjumlahan *failure rate* yang mempengaruhi LP15 dan perkalian *failure rate* peralatan dengan panjang saluran udara. Perkalian dengan *repair time* atau *switching time* tergantung kondisi peralatan, apakah peralatan

tersebut harus padam atau hanya mengalami kondisi *switching time* pada saat terjadi gangguan.

Tabel 4.27 Perhitungan Indeks Keandalan Dasar *failure rate Load Point 15* (α LP15)

Peralatan	<i>Failure Rate</i> Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	α (gangguan/tahun)
S2	0,003	-	0,003
S3	0,003	-	0,003
S4	0,003	-	0,003
T6	0,005	-	0,005
Line 15	0,2	0,296	0,0592
Line 16	0,2	0,878	0,1756
Line 17	0,2	0,342	0,0684
Line 18	0,2	0,117	0,0234
Line 19	0,2	0,248	0,0496
Line 20	0,2	0,423	0,0846
Line 21	0,2	0,665	0,133
Line 22	0,2	0,604	0,1208
Line 23	0,2	0,293	0,0586
Line 24	0,2	0,482	0,0964
Jumlah Total Kelajuan Kegagalan ($\sum_{i=k} \alpha_i$)			0,8836

Nilai gangguan *load point 15* (LP15) adalah sama dengan nilai *load point 16* sampai *load point 24* (LP15-LP24) karena nilai *failure rate* diasumsikan sama.

Tabel 4.28 Perhitungan Laju Kegagalan *Load Point 1* (α LP1)

Peralatan	<i>Failure Rate</i> Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	α (gangguan/tahun)
S2	0,003	-	0,003
S3	0,003	-	0,003
S4	0,003	-	0,003
Line 15	0,2	0,296	0,0592
Line 16	0,2	0,878	0,1756
Line 17	0,2	0,342	0,0684
Line 18	0,2	0,117	0,0234
Line 19	0,2	0,248	0,0496
Line 20	0,2	0,423	0,0846
Line 21	0,2	0,665	0,133
Line 22	0,2	0,604	0,1208
Line 23	0,2	0,293	0,0586
Line 24	0,2	0,482	0,0964
Jumlah Total Kelajuan Kegagalan ($\sum_{i=k} \alpha_i$)			0,8786

Nilai *failure rate load point 1* (α LP1) adalah sama dengan nilai *failure rate load point 2* hingga *load point 14*. Karena *load point 2-14* mengalami *switching time* saat gangguan pada kabel atau pemisah di *section 3*, sehingga jika terjadi gangguan pada trafo dalam *section 3* maka tidak mengakibatkan kegagalan di *section* yang lain.

Tabel 4.29 Perhitungan Durasi Gangguan (U) Load Point 15 (ULP15)

Peralatan	α (<i>fault/yr</i>)	<i>Repair Time</i> (jam)	<i>Switching Time</i> (jam)	U (jam/tahun)
S2	0,003	10	0,15	0,03
S3	0,003	10	0,15	0,03
S4	0,003	10	0,15	0,03
T15	0,005	10	0,15	0,05
Line 15	0,0592	3	0,15	0,1776
Line 16	0,1756	3	0,15	0,5268
Line 17	0,0684	3	0,15	0,2052
Line 18	0,0234	3	0,15	0,0702
Line 19	0,0496	3	0,15	0,1488
Line 20	0,0846	3	0,15	0,2538
Line 21	0,133	3	0,15	0,399
Line 22	0,1208	3	0,15	0,3624
Line 23	0,0586	3	0,15	0,1758
Line 24	0,0964	3	0,15	0,2892
Jumlah Total Durasi Gangguan ($\sum_{i=k} U_i$)				2,7488

Berdasar tabel diatas, perhitungan durasi gangguan *load point* 15 dilakukan perkalian *failure rate* dan *repair time*. Kondisi yang dialami semua peralatan yang ada didalamnya hanya kondisi *repair time* dan tidak ada peralatan yang mengalami kondisi *switching time*, jadi untuk mencari Durasi Gangguan pada tabel 4.29, kondisi yang dipergunakan yaitu kondisi *repair time*.

Tabel 4.30 Perhitungan Durasi Gangguan (U) *Load Point* 1 (ULP1)

Peralatan	α (<i>fault/yr</i>)	<i>Repair Time</i> (jam)	<i>Switching Time</i> (jam)	U (jam/tahun)
S2	0,003	10	0,15	0,03
S3	0,003	10	0,15	0,03
S4	0,003	10	0,15	0,03
Line 15	0,0592	3	0,15	0,1776
Line 16	0,1756	3	0,15	0,5268
Line 17	0,0684	3	0,15	0,2052
Line 18	0,0234	3	0,15	0,0702
Line 19	0,0496	3	0,15	0,1488
Line 20	0,0846	3	0,15	0,2538
Line 21	0,133	3	0,15	0,399
Line 22	0,1208	3	0,15	0,3624
Line 23	0,0586	3	0,15	0,1758
Line 24	0,0964	3	0,15	0,2892
Jumlah Total Durasi Gangguan ($\sum_{i=k} U_i$)				2,6988

Berdasar tabel diatas, perhitungan Durasi Gangguan pada *load point* 1 dilakukan perkalian antara *failure rate* dan *repair time*. Nilai *Repair Time* untuk *load point* 2 hingga *load point* 14 (U_{1-14}) memiliki nilai yang sama dengan *repair time load point* 1 (U_1). Nilai ini hampir sama dengan *repair time Section* 2 tetapi nilai *refair time* trafo di *section* 2 saat ini dianggap 0 karena gangguan pada trafo di *section* 3 tidak akan mempengaruhi sistem *section* 1 dan 2.

Tabel 4.31 Perhitungan Gangguan Durasi LP25 (U_{25})

Peralatan	α (<i>fault/yr</i>)	<i>Repair Time</i> (jam)	<i>Switching Time</i> (jam)	U (jam/tahun)
S2	0,003	10	0,15	0,00045
S3	0,003	10	0,15	0,00045
S4	0,003	10	0,15	0,00045
Line 15	0,0592	3	0,15	0,00888
Line 16	0,1756	3	0,15	0,02634
Line 17	0,0684	3	0,15	0,01026
Line 18	0,0234	3	0,15	0,00351
Line 19	0,0496	3	0,15	0,00744
Line 20	0,0846	3	0,15	0,01269
Line 21	0,133	3	0,15	0,01995
Line 22	0,1208	3	0,15	0,01812
Line 23	0,0586	3	0,15	0,00879
Line 24	0,0964	3	0,15	0,01446
Jumlah Total Durasi Gangguan ($\sum_{i=k} U_i$)				0,13179

Berdasar tabel diatas, perhitungan Durasi Gangguan dilakukan perkalian antara *failure rate* dan *switching time*. Dari hasil perhitungan didapat total Durasi Gangguan pada *load point 25* yaitu 0,13179. Kondisi yang dialami semua peralatan yang ada didalamnya hanya kondisi *switching time* dan tidak ada peralatan yang mengalami kondisi *repaire time*, jadi untuk mencari Durasi Gangguan pada tabel 4.31, kondisi yang dipergunakan yaitu kondisi *switching time*.

Tabel 4.32 Perhitungan Laju Kegagalan dan Durasi Gangguan *Load Point Section*

3

<i>Load Point</i>	α (<i>fault/yr</i>)	
	α (<i>fault/yr</i>)	<i>Repair Time</i> (jam)
Load Point 1	0,8786	2,6988
Load Point 2	0,8786	2,6988
Load Point 3	0,8786	2,6988
Load Point 4	0,8786	2,6988
Load Point 5	0,8786	2,6988
Load Point 6	0,8786	2,6988
Load Point 7	0,8786	2,6988
Load Point 8	0,8786	2,6988
Load Point 9	0,8786	2,6988
Load Point 10	0,8786	2,6988
Load Point 11	0,8786	2,6988
Load Point 12	0,8786	2,6988
Load Point 13	0,8786	2,6988
Load Point 14	0,8786	2,6988
Load Point 15	0,8836	2,7488
Load Point 16	0,8836	2,7488
Load Point 17	0,8836	2,7488
Load Point 18	0,8836	2,7488
Load Point 19	0,8836	2,7488
Load Point 20	0,8836	2,7488
Load Point 21	0,8836	2,7488
Load Point 22	0,8836	2,7488
Load Point 23	0,8836	2,7488
Load Point 24	0,8836	2,7488
Load Point 25	0,8786	0,13179
Load Point 26	0,8786	0,13179
Load Point 27	0,8786	0,13179
Load Point 28	0,8786	0,13179
Load Point 29	0,8786	0,13179
Load Point 30	0,8786	0,13179
Load Point 31	0,8786	0,13179

Dari tabel diatas dapat ditentukan nilai SAIFI dan SAIDI pada *Section 3*.

Contoh SAIFI pada *load point* 1, nilai SAIFI dapat ditentukan dengan mengalikan α LP1 dengan konsumen LP1 dan membagi nilai tersebut dengan jumlah keseluruhan konsumen.

$$SAIFI = \frac{\sum \alpha Ni}{\sum Ni}$$

$$SAIFI_{LP1} = \frac{0,8786 \times 415}{11981} = 0,030433102$$

$$SAIDI = \frac{\sum Ui.Ni}{\sum Ni}$$

$$SAIDI = \frac{2,6988 \times 415}{11981} = 0,093481512$$

Berdasarkan perhitungan SAIFI dan SAIDI diatas dapat diketahui nilai SAIFI 0,03043 dan nilai SAIDI 0,09348. Perhitungan SAIFI dan SAIDI untuk *load point* 2 hingga *load point* 31 menggunakan cara yang sama. Untuk mencari SAIFI dan SAIDI total *Section* 3 dilakukan penjumlahan total SAIFI dan SAIDI tiap *load point* pada *Section* 3. Berikut tabel SAIDI dan SAIFI *Section* 3.

Tabel 4.32 SAIDI dan SAIFI *Section 3*

No. Load Point	Indeks Keandalan	
	SAIFI (gangguan/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
1	0,03043	0,09348
2	0,05257	0,16150
3	0,01847	0,05676
4	0,03226	0,09911
5	0,01011	0,03108
6	0,01869	0,05744
7	0,05463	0,16781
8	0,02339	0,07185
9	0,02339	0,07185
10	0,03277	0,10068
11	0,04839	0,14866
12	0,01950	0,05991
13	0,03123	0,09595
14	0,00938	0,02883
15	0,02116	0,06584
16	0,01408	0,04382
17	0,05641	0,17551
18	0,02323	0,07227
19	0,00708	0,02202
20	0,01762	0,05483
21	0,02817	0,08764
22	0,04793	0,14912
23	0,04233	0,13169
24	0,02323	0,07227
25	0,02933	0,00439
26	0,01407	0,00211
27	0,00916	0,00137
28	0,05683	0,00852
29	0,04275	0,00641
30	0,00916	0,00137
31	0,03175	0,00476
TOTAL	0,8795	2,14885

Jadi nilai SAIFI dan SAIDI di *section 3* adalah 0,8795 gangguan/tahun dan 2,14885 jam/tahun.

4.3.4 Section 4

Tabel 4.34 *Section Technique Worksheet Section 4*

Data Peralatan		Efek Sistem	
No. Gangguan	Komponen	Load Point yang Dipengaruhi <i>Repair Time</i>	Load Point yang Dipengaruhi <i>Switching Time</i>
1	Trafo 25	LP25	-
2	Trafo 26	LP26	-
3	Trafo 27	LP27	-
4	Trafo 28	LP28	-
5	Trafo 29	LP29	-
6	Trafo 30	LP30	-
7	Trafo 31	LP31	-
8	S3	LP25-LP31	LP1-LP24
9	S4	LP25-LP31	LP1-LP24
10	S5	LP25-LP31	LP1-LP24
11	Line 25	LP25-LP31	LP1-LP24
12	Line 26	LP25-LP31	LP1-LP24
13	Line 27	LP25-LP31	LP1-LP24
14	Line 28	LP25-LP31	LP1-LP24
15	Line 29	LP25-LP31	LP1-LP24
16	Line 30	LP25-LP31	LP1-LP24

Tabel diatas menunjukkan, untuk menghitung frekuensi dan durasi kegagalan tiap peralatan, maka diambil 1 kasus yaitu : *failure rate* (α LP25). *Failure rate* (α LP25) diperoleh dari penjumlahan *failure rate* yang mempengaruhi LP25 dan perkalian *failure rate* peralatan dengan panjang saluran udara. Perkalian dengan *repair time* atau *switching time* tergantung kondisi peralatan, apakah peralatan tersebut harus padam atau hanya mengalami kondisi *switching time* pada saat terjadi gangguan.

Tabel 4.35 Perhitungan Indeks Keandalan Dasar *failure rate Load Point 25* (α LP25)

Peralatan	<i>Failure Rate</i> Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	α (gangguan/tahun)
S3	0,003	-	0,003
S4	0,003	-	0,003
S5	0,003	-	0,003
T25	0,005	-	0,005
Line 25	0,2	0,251	0,0502
Line 26	0,2	0,142	0,0284
Line 27	0,2	0,901	0,1802
Line 28	0,2	0,691	0,1382
Line 29	0,2	0,126	0,0252
Line 30	0,2	0,486	0,0972
Jumlah Total Kelajuan Kegagalan ($\sum_{i=k} \alpha_i$)			0,5334

Berdasar tabel diatas, perhitungan perkalian *failure rate* dan data panjang saluran untuk mengetahui nilai gangguan pada *load point 25* dengan nilai laju kegagalan 0,5334. Nilai *failure rate* untuk *load point 25* hingga 31 adalah sama, karena nilai *failure rate* tiap-tiap trafo di asumsikan sama.

Tabel 4.36 Laju Kegagalan *Load Point 1* (α LP1)

Peralatan	<i>Failure Rate</i> Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	α (gangguan/tahun)
S3	0,003	-	0,003
S4	0,003	-	0,003
S5	0,003	-	0,003
Line 25	0,2	0,251	0,0502
Line 26	0,2	0,142	0,0284
Line 27	0,2	0,901	0,1802
Line 28	0,2	0,691	0,1382
Line 29	0,2	0,126	0,0252
Line 30	0,2	0,486	0,0972
Jumlah Total Kelajuan Kegagalan ($\sum_{i=k} \alpha_i$)			0,5284

Nilai *failure rate load point* 1 (α LP1) adalah sama dengan nilai *failure rate* 2 hingga 24. Karena *load point* 2-24 mengalami *switching time* saat gangguan pada kabel atau pemisah di *section* 3. Jika terjadi gangguan pada trafo dalam *section* ini, maka tidak mengakibatkan kegagalan di *section* yang lainnya.

Tabel 4.37 Perhitungan Durasi Gangguan (U) *Load Point* 25 (ULP25)

Peralatan	α (<i>fault/yr</i>)	<i>Repair Time</i> (jam)	<i>Switching Time</i> (jam)	U (jam/tahun)
S3	0,003	10	0,15	0,03
S4	0,003	10	0,15	0,03
S5	0,003	10	0,15	0,03
T25	0,005	10	0,15	0,05
Line 25	0,0502	3	0,15	0,1506
Line 26	0,0284	3	0,15	0,0852
Line 27	0,1802	3	0,15	0,5406
Line 28	0,1382	3	0,15	0,4146
Line 29	0,0252	3	0,15	0,0756
Line 30	0,0972	3	0,15	0,2916
Jumlah Total Durasi Gangguan ($\sum_{i=k} U_i$)				1,6982

Berdasar tabel diatas, perhitungan nilai Durasi Gangguan pada *load point* 25 dari perkalian *failure rate* dan repair time dengan hasil perhitungan 1,6982. Nilai durasi pemadaman (U) *load point* 25 hingga 31 adalah sama karena berada dalam 1 *section*. Namun untuk *load point* 1 hingga 24, tidak dipengaruhi oleh kegagalan trafo dalam *section* 3 dan perhitungannya hanya menggunakan *switching time*. Untuk *section* 1,2 dan 3 (LP1-LP24) hanya membutuhkan waktu *switching time* karena jika terjadi gangguan, maka Sectionalizer 4 akan membuka (O).

Tabel 4.38 Perhitungan Durasi Gangguan (U) *Load Point 1 (ULP1)*

Peralatan	α (<i>fault/yr</i>)	<i>Repair Time</i> (jam)	<i>Switching Time</i> (jam)	U (jam/tahun)
S3	0,003	10	0,15	0,00045
S4	0,003	10	0,15	0,00045
S5	0,003	10	0,15	0,00045
Line 25	0,0502	3	0,15	0,00753
Line 26	0,0284	3	0,15	0,00426
Line 27	0,1802	3	0,15	0,02703
Line 28	0,1382	3	0,15	0,02073
Line 29	0,0252	3	0,15	0,00378
Line 30	0,0972	3	0,15	0,01458
Jumlah Total Durasi Gangguan ($\sum_{i=k} U_i$)				0,07926

Berdasar tabel diatas, nilai Durasi Gangguan didapat dari perkalian *failure rate* dan *switching time* pada *load point 1* dengan nilai Durasi Gangguan pada *load point 1* yaitu 0,07926. Nilai *failure rate time* untuk *load point 2* hingga 24 adalah sama dengan nilai *load point 1*. Karena terjadi saat komponen *section 1* mengalami gangguan, maka Sectionalizer 4 akan membuka dan beban *Section 1,2* dan 3 (LP1-LP24) akan dilayani oleh WBO 04.

Tabel 4.39 Laju Kegagalan dan Durasi Gangguan *Load Point Section 4*

<i>Load Point</i>	α (<i>fault/yr</i>)	
	α (<i>fault/yr</i>)	<i>Repair Time</i> (jam)
Load Point 1	0,8786	0,07926
Load Point 2	0,8786	0,07926
Load Point 3	0,8786	0,07926
Load Point 4	0,8786	0,07926
Load Point 5	0,8786	0,07926
Load Point 6	0,8786	0,07926
Load Point 7	0,8786	0,07926
Load Point 8	0,8786	0,07926
Load Point 9	0,8786	0,07926
Load Point 10	0,8786	0,07926
Load Point 11	0,8786	0,07926
Load Point 12	0,8786	0,07926
Load Point 13	0,8786	0,07926
Load Point 14	0,8786	0,07926
Load Point 15	0,8836	0,07926
Load Point 16	0,8836	0,07926
Load Point 17	0,8836	0,07926
Load Point 18	0,8836	0,07926
Load Point 19	0,8836	0,07926
Load Point 20	0,8836	0,07926
Load Point 21	0,8836	0,07926
Load Point 22	0,8836	0,07926
Load Point 23	0,8836	0,07926
Load Point 24	0,8836	0,07926
Load Point 25	0,8786	1,6982
Load Point 26	0,8786	1,6982
Load Point 27	0,8786	1,6982
Load Point 28	0,8786	1,6982
Load Point 29	0,8786	1,6982
Load Point 30	0,8786	1,6982
Load Point 31	0,8786	1,6982

Dari tabel diatas, kita dapat menentukan nilai SAIFI dan SAIDI pada *Section 4*. Contoh SAIFI pada *load point 1*, nilai SAIFI dapat ditentukan dengan

mengalikan (α LP1) dengan konsumen LP1 dan membagi nilai tersebut dengan jumlah keseluruhan konsumen.

$$SAIFI = \frac{\sum \alpha Ni}{\sum Ni}$$

$$SAIFI_{LP1} = \frac{0,8786 \times 415}{11981} = 0,030433102$$

$$SAIDI = \frac{\sum Ui.Ni}{\sum Ni}$$

$$SAIDI = \frac{0,07926 \times 415}{11981} = 0,002745421$$

Berdasar perhitungan SAIFI dan SAIDI pada *load point* 1 di dapat nilai SAIFI 0,03043 dan nilai SAIDI 0,00274. Perhitungan SAIFI dan SAIDI untuk *load point* 2 hingga *load point* 31 menggunakan cara yang sama. Untuk mencari SAIFI dan SAIDI total *Section* 4 dilakukan penjumlahan total SAIFI dan SAIDI tiap *load point* di *section* 4. Berikut tabel SAIDI dan SAIFI *Load Point* 4.

Tabel 4.40 SAIDI dan SAIFI *Section 4*

No. Load Point	Indeks Keandalan	
	SAIFI (gangguan/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
1	0,03043	0,00274
2	0,05257	0,00474
3	0,01847	0,00166
4	0,03226	0,00291
5	0,01011	0,00091
6	0,01869	0,00168
7	0,05463	0,00492
8	0,02339	0,00211
9	0,02339	0,00211
10	0,03277	0,00295
11	0,04839	0,00436
12	0,01950	0,00179
13	0,03123	0,00281
14	0,00938	0,00084
15	0,02116	0,00189
16	0,01408	0,00126
17	0,05641	0,00506
18	0,02323	0,00208
19	0,00708	0,00063
20	0,01762	0,00158
21	0,02817	0,00252
22	0,04793	0,00430
23	0,04233	0,00379
24	0,02323	0,00208
25	0,02933	0,05669
26	0,01407	0,02721
27	0,00916	0,01771
28	0,05683	0,10984
29	0,04275	0,08263
30	0,00916	0,01771
31	0,03175	0,00609
TOTAL	0,8795	0,37834

Jadi nilai SAIFI dan SAIDI di Section 4 adalah 0,8795 gangguan/tahun dan 0,37834 jam/tahun.

Setelah mengetahui nilai indeks keandalan tiap *section* dapat diperoleh nilai indeks keandalan sistem jaringan penyulang yang dianalisis dengan menjumlahkan indeks keandalan tiap *section*. Perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.41 Indeks Keandalan Penyulang yang Dianalisis

Section	Indeks Keandalan Sistem	
	SAIFI	SAIDI
I	0,33123	1,07536
II	0,68732	1,21455
III	0,8795	2,14885
IV	0,8795	0,37834
Total	2,77755	4,81710

Nilai SAIFI dan SAIDI diperoleh dengan menjumlahkan besarnya indeks keandalan tiap *section*. Untuk penyulang yang dianalisis diperoleh nilai SAIFI sebesar 2.77755 kali/tahun dan nilai SAIDI sebesar 4.81710 jam/tahun.

Nilai SAIFI dan SAIDI yang didapat dibandingkan dengan standar PLN, dimana standar yang digunakan yaitu SPLN 682 : 1986 [5] dengan nilai SAIFI 3.2 kali/tahun dan SAIDI 21 jam/tahun. Terlihat bahwa nilai SAIFI dan SAIDI penyulang yang dianalisis tergolong handal dan memenuhi standar PLN.

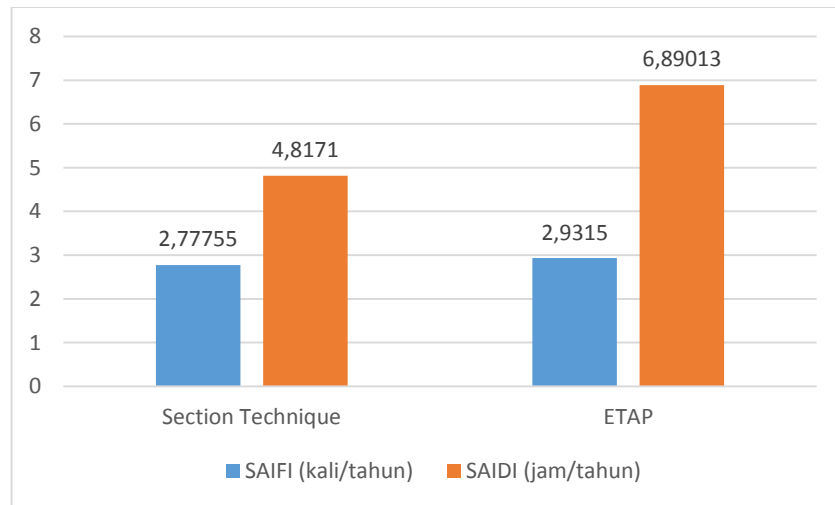
4.4 Analisis Indeks Keandalan Sistem Menggunakan Program ETAP

Tabel 4.4.2 Indeks Keandalan Sistem Penyulang yang Dianalisis

No	SAIFI	SAIDI
1.	2,93150	6,89013

Dari nilai SAIFI dan SAIDI diatas dibandingkan dengan standar PLN, dimana standar yang digunakan yaitu SPLN 68-2 : 1986 [5] dengan nilai SAIFI 3.2 kali/tahun dan SAIDI 21 jam/tahun. Terlihat bahwa nilai SAIFI dan SAIDI pada penyulang yang dianalisis dapat dikatakan handal dan memenuhi standar PLN.

4.5 Perbandingan Perhitungan Hasil *Section Technique* dan ETAP



Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Indeks Nilai Hasil Perhitungan *Section Technique* dan ETAP

Dari semua hasil simulasi perhitungan, dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan dengan *section technique* dan perbandingan ETAP hasilnya tidak jauh berbeda. Sedikit perbedaan dikarenakan faktor terjadinya pembulatan nilai.

4.6 Cara Menjaga Ketersediaan Daya Listrik Pelanggan

Dalam melakukan peningkatan keandalan suatu sistem distribusi tenaga listrik dapat dilakukan dengan beberapa cara. Salah satu cara yang sederhana adalah dengan mereduksi laju kegagalan suatu peralatan sistem distribusi, sehingga nilai SAIDI dan SAIFI suatu sistem distribusi tenaga listrik dapat dikurangi. Untuk mengurangi laju kegagalan, langkah-langkah preventif seperti melakukan pemeliharaan secara berkala terhadap peralatan distribusi tenaga listrik perlu dilakukan agar kontinuitas pasokan listrik dapat dirasakan dengan baik oleh pelanggan.