

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Gardu Induk Kentungan

Secara geografis Gardu Induk Kentungan letaknya berada di Jl. Kaliurang Km 6,5 Yogyakarta. Ditinjau dari peralatannya Gardu Induk Kentungan merupakan Gardu Induk pasangan luar. Gardu Induk Kentungan mempunyai tegangan kerja 150/20 kV, yaitu tegangan 150 kV merupakan tegangan sisi primer transformator yang diturunkan menjadi 20 kV pada sisi sekunder transformator untuk selanjutnya di distribusikan ke pelanggan melalui penyulang-penyulang.

Gardu Induk Kentungan mempunyai dua buah transformator daya, yaitu Trafo II dan Trafo IV, dengan kapasitas masing-masing trafo 60 MVA yang melayani 14 buah penyulang yang berada di wilayah kerja PT. PLN (persero) Area Yogyakarta. Trafo II melayani 8 (delapan) penyulang, yaitu penyulang KTN 1, KTN 2, KTN 3, KTN 5, KTN 6, KTN 9, KTN 10 dan KTN 14. Sedangkan Trafo IV melayani 6 buah penyulang, yaitu penyulang KTN 4, KTN 7, KTN 8, KTN 11, KTN 12 dan KTN 13.

4.2 Jumlah Konsumen Penyulang di Gardu Induk Kentungan

Setelah melakukan pengambilan data di PT. PLN (persero) Area Yogyakarta didapatkan jumlah total pelanggan yang dilayani oleh Gardu Induk Kentungan adalah 156.383 konsumen. Data jumlah konsumen yang disuplai oleh masing-masing penyulang pada seperti pada Tabel 4.1 berikut.

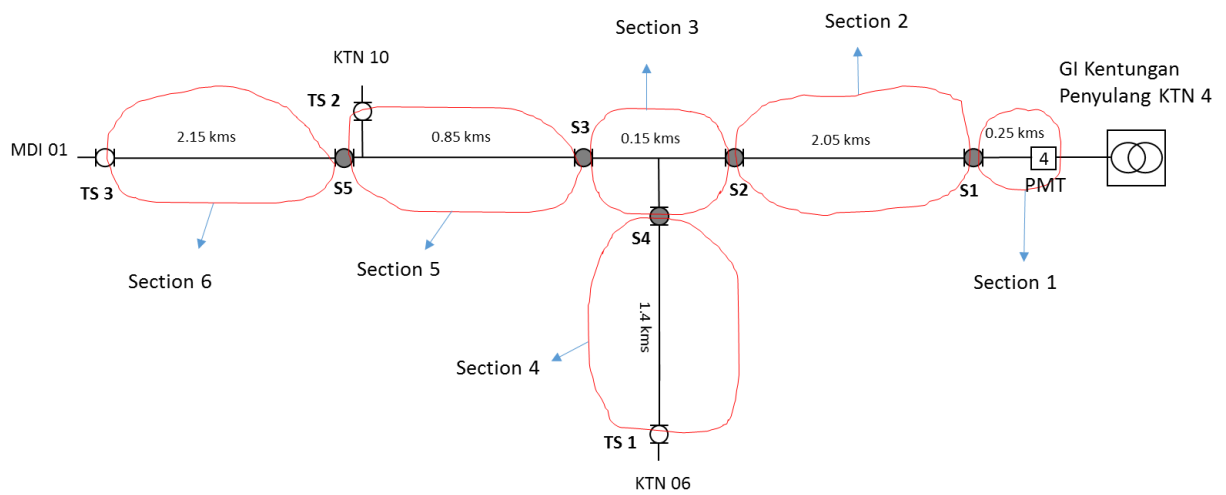
Tabel 4.1 Jumlah Konsumen Penyulang di Gardu Induk Kentungan

No.	Penyulang	Rayon	Jumlah Konsumen	Jumlah Trafo
1	KTN 01	Kalasan	14402	195
		Sleman	11794	149
	KTN01 Total		26196	344
2	KTN02	Jogja Utara	4574	116
		Sleman	2995	35
	KTN02 Total		7569	151
3	KTN03	Jogja Utara	7874	184
		Sleman	748	8
	KTN03 Total		8622	192
4	KTN04	Sleman	9074	116
	KTN04 Total		9074	116
5	KTN05	Sleman	10067	106
	KTN05 Total		10067	106
6	KTN06	Sleman	13933	175
	KTN06 Total		13933	175
7	KTN07	Jogja Utara	6269	179
	KTN07 Total		6269	179
8	KTN08	Jogja Utara	7815	176
	KTN08 Total		7815	176
9	KTN09	Sleman	1584	18
	KTN09 Total		1584	18
10	KTN10	Kalasan	3523	49
		Sleman	18403	233
	KTN10 Total		21926	282
11	KTN11	Kalasan	23013	287
	KTN11 Total		23013	287
12	KTN12	Jogja Utara	48	5
		Sleman	575	10
	KTN12 Total		623	15
13	KTN13	Jogja Utara	9526	194
		Sleman	660	8
	KTN13 Total		10186	202
14	KTN14	Kalasan	5149	64
		Sleman	4357	50
	KTN14 Total		9506	114
Jumlah			156383	2357

4.3 Penyulang KTN 4

Penyulang KTN 4 merupakan salah satu penyulang yang berasal dari sisi sekunder Transformator IV pada Gardu Induk Kentungan. Penyulang KTN 4 berada dalam lingkup pengawasan dan pemeliharaan PLN Area Yogyakarta yang bekerja sama dengan PLN Rayon Sleman. Penyulang KTN 4 mempunyai panjang total keseluruhan jaringan yang meliputi jaringan distribusi utama dan lateral atau cabang yaitu 17,05 kms dan mempunyai jumlah total pelanggan sebanyak 9074 konsumen. Penyulang KTN 4 mempunyai 1 buah PMT, 1 LBS (*Load Break Switch*) dan 7 buah ABSW (*Air Break Switch*), yang membagi penyulang KTN 4 menjadi 1 zona dan 6 seksi. Penyulang KTN 4 menggunakan konfigurasi *Loop* terbuka, dimana pada saat kondisi normal jaringan bekerja secara radial dan ketika terjadi gangguan pada salah satu *section* maka *sectionalizer* akan membuka untuk melokalisasi gangguan dan *tie switch* akan menutup untuk melakukan manuver ke penyulang lain. Pada penelitian yang penulis lakukan ini hanya menghitung tingkat keandalan pada penyulang utamanya saja yaitu dengan panjang penyulang sampai dengan 6,85 kms. Berikut ini gambar *single line diagram* dan data fisik dari penyulang KTN 4.

Untuk memudahkan dalam menganalisa jaringan maka jaringan Penyulang KTN 4 di atas di asumsikan menjadi jaringan yang lebih sederhana, dengan membagi jaringan menjadi beberapa seksi berdasar peralatan *recloser* dan *sectionalizer* yang terpasang. Wilayah Penyulang KTN 4 ini dibagi menjadi 6 seksi yang dibatasi oleh PMT dan *sectionalizer* seperti pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 *Single Line Diagram* Penyulang KTN 4 beserta pembagian wilayah

Tabel 4.2 Data panjang penyulang KTN 4

Komponen	Saluran		L (km)	Section	L section (kms)
	Awal	Akhir			
Line 1	PMT	U4-5	0.25	Section 1	0.25
Line 2	U4-5	U4-6	0.05	Section 2	2.05
Line 3	U4-6	U4-7	0.05		
Line 4	U4-7	U4-8	0.05		
Line 5	U4-8	U4-10	0.1		
Line 6	U4-10	U4-11	0.05		
Line 7	U4-11	U4-11A	0.05		
Line 8	U4-11	U4-13	0.1		
Line 9	U4-13	U4-14	0.05		
Line 10	U4-14	U4-15	0.05		
Line 11	U4-15	U4-16	0.05		
Line 12	U4-16	U4-17	0.05		
Line 13	U4-17	U4-19	0.1		
Line 14	U4-19	U4-20	0.05		
Line 15	U4-20	U4-21	0.05		
Line 16	U4-21	U4-22	0.05		
Line 17	U4-22	U4-25	0.15		
Line 18	U4-25	U4-27	0.1		
Line 19	U4-27	U4-28	0.05		
Line 20	U4-28	U4-29	0.05		
Line 21	U4-29	U4-30	0.05		
Line 22	U4-30	U4-32	0.1		
Line 23	U4-32	U4-32/3	0.15		
Line 24	U4-32/3	U4-32/5	0.1		
Line 25	U4-32/5	U4-32/6	0.05		
Line 26	U4-32	U4-35	0.15		
Line 27	U4-35	U4-36	0.05		
Line 28	U4-36	U4-38	0.1		
Line 29	U4-38	U4-39	0.05		
Line 30	U4-39	U4-40	0.05		
Line 31	U4-40	U4-41	0.05		
Line 32	U4-40	U4-40/1	0.05		
Line 33	U4-40/1	U4-40/2	0.05	Section 4	1.4
Line 34	U4-40/2	U4-40/3	0.05		
Line 35	U4-40/3	U4-40/3A	0.05		
Line 36	U4-40/3	U4-40/4	0.05		
Line 37	U4-40/4	U4-40/5	0.05		

Tabel 4.2 Data panjang penyulang KTN 4 (Lanjutan)

Komponen	Saluran		L (km)	Section	L section (kms)		
	Awal	Akhir					
Line 38	U4-40/5	U4-40/6	0.05				
Line 39	U4-40/6	U4-40/12	0.3				
Line 40	U4-40/12	U4-40/13	0.05				
Line 41	U4-40/13	U4-40/13A	0.05				
Line 42	U4-40/13A	U4-40/13B	0.05				
Line 43	U4-40/13B	U4-40/13C	0.05				
Line 44	U4-40/13C	U4-40/13D	0.05				
Line 45	U4-40/13	U4-40/14	0.05				
Line 46	U4-40/14	U4-40/15	0.05				
Line 47	U4-40/15	U4-40/15C	0.15				
Line 48	U4-40/15C	U4-40/15D	0.05				
Line 49	U4-40/15	U4-40/19	0.2				
Line 50	U4-40/19	U4-40/20	0.05				
Line 51	U4-41	U4-42	0.05			Section 5	0.85
Line 52	U4-42	U4-43	0.05				
Line 53	U4-43	U4-44	0.05				
Line 54	U4-44	U4-45	0.05				
Line 55	U4-45	U4-50	0.25				
Line 56	U4-50	U4-56	0.3				
Line 57	U4-56	U4-57	0.05				
Line 58	U4-57	U4-57/A	0.05				
Line 59	U4-57	U4-59	0.1	Section 6	2.15		
Line 60	U4-59	U4-60	0.05				
Line 61	U4-60	U4-63	0.15				
Line 62	U4-63	U4-66	0.15				
Line 63	U4-66	U4-66/D	0.2				
Line 64	U4-66/D	U4-66/I	0.25				
Line 65	U4-66	U4-68	0.1				
Line 66	U4-68	U4-71	0.15				
Line 67	U4-71	U4-72	0.05				
Line 68	U4-72	U4-74	0.1				
Line 69	U4-74	U4-75	0.05				
Line 70	U4-75	U4-77	0.1				
Line 71	U4-77	U4-81	0.2				
Line 72	U4-81	U4-87	0.3				
Line 73	U4-87	U4-91	0.2				
TOTAL			6.85		6.85		

4.4 Data Jumlah Pelanggan pada Penyulang KTN 4

Data jumlah pelanggan pada penyulang KTN 4 dikelompokkan per titik beban (*load point*) atau per gardu distribusi yang tersambung langsung pada penyulang utama. Jumlah konsumen penyulang KTN 4 seperti pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Jumlah pelanggan per seksi pada penyulang KTN 4

Section	Switch			Load Point	No. Gardu	Jumlah Pelanggan	Total Pelanggan
	Awal	Akhir 1	Akhir 2				
1	PMT	S1 (U4-5)		0		0	0
2	S1 (U4-5)	S2 (U4-39)		1	U4-6	176	3260
				2	U4-7	88	
				3	U4-8	44	
				4	U4-10	1	
				5	U4-11A	88	
				6	U4-13	88	
				7	U4-14	176	
				8	U4-15	660	
				9	U4-16	88	
				10	U4-17	88	
				11	U4-19	88	
				12	U4-20	353	
				13	U4-21	88	
				14	U4-22	177	
				15	U4-27	264	
				16	U4-29	88	
				17	U4-32	88	
				18	U4-32/3	44	
				19	U4-32/5	89	
				20	U4-32/6	88	
				21	U4-35	220	
				22	U4-36	88	
				23	U4-38	88	

Tabel 4.3 Jumlah pelanggan per seksi pada penyulang KTN 4 (Lanjutan)

Section	Switch			Load Point	No. Gardu	Jumlah Pelanggan	Total Pelanggan
	Awal	Akhir 1	Akhir 2				
3	S2 (U4-39)	S3 (U4-41)	S4 (U4-40/1)	24	U4-40	1	1
4	S4 (U4-40/1)	TS 1 (U4-40/20)		25	U4-40/2	132	2772
				26	U4-40/3A	1142	
				27	U4-40/4	88	
				28	U4-40/5	132	
				29	U4-40/6	132	
				30	U4-40/13	1	
				31	U4-40/13A	88	
				32	U4-40/13B	1	
				33	U4-40/13C	88	
				34	U4-40/13D	528	
				5	U4-40/14	88	
				36	U4-40/15	88	
				37	U4-40/15C	88	
				38	U4-40/15D	88	
39	U4-40/19	88					
5	S3 (U4-41)	S5 (U4-57)	TS 2 (U4-57/A)	40	U4-42	309	749
				41	U4-44	88	
				42	U4-45	44	
				43	U4-50	176	
				44	U4-56	88	
				45	U4-57	44	
6	S5 (U4-57)	TS 3 (U4-91)		46	U4-59	88	2292
				47	U4-60	88	
				48	U4-63	88	
				49	U4-66/D	88	
				50	U4-66/i	1	
				51	U4-68	88	
				52	U4-72	440	
				53	U4-75	89	
				54	U4-77	88	
				55	U4-81	178	
				56	U4-87	1012	
				57	U4-91	44	
JUMLAH TOTAL PELANGGAN						9074	9074

4.5 Data Gangguan Penyulang KTN 4 pada Tahun 2015

Data gangguan penyulang selama satu tahun pada tahun 2015 meliputi data:

1. Waktu keluar (pemadaman)
2. Waktu masuk (nyala)
3. Lama padam (durasi)
4. Tegangan pada saat gangguan (V)
5. Arus pada saat gangguan (I)

Dari hasil pengambilan data tersebut maka akan diketahui berapa durasi pemadaman dan frekuensi padam pada penyulang yang terjadi selama satu tahun. Selain itu juga akan diketahui jumlah energi yang tidak tersalurkan akibat gangguan yang terjadi. Berikut ini data gangguan yang terjadi pada penyulang KTN 4 selama tahun 2015 pada Tabel 4.4.

Table 4.4 Data gangguan penyulang KTN 4 bulan Januari 2015 - Desember 2015

BULAN	NO.	TGL	UNIT/ RAYON	JENIS JARINGAN	JAM		LAMA PADAM (MENIT)	LAMA PADAM (JAM)	BEBAN (AMP)	TEG. (kV)	ENERGI TAK TERSALURKAN (KWh)	RELE KERJA
					TRIP	MASUK						
Jan	1	19/1/2015	Sleman	SUTM	6:42	7:14	32	0.533	96	21.3	90,664.80	OCR GFR Ø S
Feb	1	14/2/2015	Sleman	SUTM	15:20	18:35	195	3.250	114	21.5	662,240.59	OCR Ø R,S,T
	2	19/2/2015	Sleman	SUTM	14:13	17:28	195	3.250	110	21.4	636,031.97	OCR Ø S,T
	3	21/2/2015	Sleman	SUTM	16:10	16:53	43	0.717	104	21.2	131,363.75	OCR GFR Ø T
	4	23/2/2015	Sleman	SUTM	14:10	17:09	179	2.983	109	21.1	570,426.72	OCR>> Phasa R,S
Maret	1	26/3/2015	Sleman	SUTM	14:15	15:11	56	0.933	107	20.5	170,201.56	Tidak Termonitor
April								0.000			0.00	
Mei								0.000			0.00	
Juni	1	20/6/2015	Sleman	SUTM	11:17	11:57	40	0.667	117	21.0	136,176.77	OCR Ø S >> HS 1
Juli	1	3/7/2015	Sleman.	SUTM	17:31	17:40	9	0.150	111	21.1	29,206.92	OCR Ø T H-1
Agst								0.000			0.00	
Sept								0.000			0.00	
Okt	1	16/10/2015	Sleman	SUTM	0:34	1:20	46	0.767	108	21.1	145,245.24	GFR
Nov	1	29/11/2015	Sleman	SUTM	10:31	11:33	62	1.033	102	20.8	182,260.72	OCR GFR>> HS 1
Des	1	11/12/2015	Sleman	SUTM	16:07	16:49	42	0.700	172	20.9	209,200.10	GFR>> H-1
	2	16/12/2015	Sleman	SUTM	0:15	1:15	60	1.000	55	21.4	97,851.07	OCR GFR>> R S T
	3	23/12/2015	Sleman	SUTM	12:09	12:58	49	0.817	114	21.2	164,087.19	GFR >>
JUMLAH							1,008	16.80			53,749.29	

4.6 Analisa Sistem

Dalam analisa sistem, serangkaian studi kasus akan diterapkan pada sistem yang bersangkutan, untuk membandingkan setiap kondisi dan nantinya dapat dilihat perbandingan antara nilai-nilai indeks keandalan pada kondisi tersebut. Dalam analisa sistem berikut ini, ada dua kondisi yang diterapkan pada sistem yaitu:

1. Sistem diasumsikan berada dalam kondisi *perfect switching*.

Kondisi *perfect switching* yaitu ketika peralatan sistem distribusi khususnya peralatan yang berperan dalam proses *switching*, seperti *circuit breaker*, *sectionalizer*, dan *tie switch* dianggap bekerja secara sempurna, sehingga indeks kegagalan dari peralatan tersebut dapat diabaikan, dan yang diperhitungkan hanya indeks kegagalan dari saluran saja.

2. Sistem diasumsikan berada dalam kondisi *imperfect switching*.

Kondisi *imperfect switching* adalah kondisi dimana indeks kegagalan dari setiap peralatan sistem distribusi memberikan dampak terhadap indeks keandalan sistem secara menyeluruh.

4.6.1 Sistem diasumsikan berada dalam kondisi *perfect switching*

1. Perhitungan *SAIFI* dan *MAIFI*

Untuk mendapat nilai *SAIFI* pertama-tama indeks kegagalan per km (*sustained failures rate*) dikalikan dengan panjang saluran udara maupun kabel bawah tanah. Untuk mendapatkan nilai *MAIFI* pertama indeks kegagalan per km

(*momentary failures rate*) dikalikan dengan panjang dari masing-masing saluran udara maupun kabel bawah tanah. Hasil perhitungan indeks kegagalan komponen *sustained failures rate* dan *momentary failures rate* terlampir dalam Lampiran 1, dan Tabel 4.5 berikut contoh perhitungan indeks kegagalan komponen saat sistem dalam kondisi *perfect switching*.

Tabel 4.5 Perhitungan jumlah *sustained failures rate* dan *momentary failures rate*

Komponen	L (km)	<i>Sustained</i> λ_s (foult/yr/km)	<i>Momentary</i> λ_m (foult/yr/km)	L x <i>Sustained</i> λ_s (foult/yr)	L x <i>Momentary</i> λ_m (foult/yr)
Line 1	0.25	0.2	0.003	0.05	0.00075
Line 2	0.05	0.2	0.003	0.01	0.00015
Line 3	0.05	0.2	0.003	0.01	0.00015
Line 4	0.05	0.2	0.003	0.01	0.00015
Line 5	0.1	0.2	0.003	0.02	0.0003
.....
.....
.....
Line 73	0.2	0.2	0.003	0.04	0.0006
Total	$\sum L =$			$\sum \textit{Sustained } \lambda_s =$	$\sum \textit{Momentary } \lambda_m =$
	6.85			1.37	0.02055

Dari hasil perhitungan diperoleh jumlah *sustained failure rate* penyulang KTN 4 saat sistem diasumsikan dalam kondisi *perfect switching* sebesar 1,37 gangguan/tahun. Sedangkan jumlah *momentary failure rate* penyulang KTN 4 saat diasumsikan dalam kondisi *perfect switching* adalah 0.02055 gangguan/tahun. Setelah diketahui besarnya nilai *sustained failure rate* dan *momentary failure rate* selanjutnya dapat dilakukan perhitungan nilai indeks SAIFI dan MAIFI setiap *load point* dan penyulang KTN 4.

Tabel 4.6 Perhitungan SAIFI dan MAIFI Setiap *Load Point*

Load Point	Jumlah Pelanggan (N_{LP})	<i>Sustained</i> λ_s (<i>fault/yr</i>)	<i>Momentary</i> λ_m (<i>fault/yr</i>)	SAIFI (<i>fault/yr</i>)	MAIFI (<i>fault/yr</i>)
1	176	1.37	0.02055	0.026573	0.000399
2	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
3	44	1.37	0.02055	0.006643	0.000100
4	1	1.37	0.02055	0.000151	0.000002
5	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
6	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
7	176	1.37	0.02055	0.026573	0.000399
8	660	1.37	0.02055	0.099647	0.001495
9	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
10	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
11	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
12	353	1.37	0.02055	0.053296	0.000799
13	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
14	177	1.37	0.02055	0.026724	0.000401
15	264	1.37	0.02055	0.039859	0.000598
16	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
17	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
18	44	1.37	0.02055	0.006643	0.000100
19	89	1.37	0.02055	0.013437	0.000202
20	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
21	220	1.37	0.02055	0.033216	0.000498
22	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
23	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
24	1	1.37	0.02055	0.000151	0.000002
25	132	1.37	0.02055	0.019929	0.000299
26	1142	1.37	0.02055	0.17242	0.002586
27	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
28	132	1.37	0.02055	0.019929	0.000299
29	132	1.37	0.02055	0.019929	0.000299
30	1	1.37	0.02055	0.000151	0.000002
31	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
32	1	1.37	0.02055	0.000151	0.000002
33	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199

Tabel 4.6 Perhitungan SAIFI dan MAIFI Setiap *Load Point* (Lanjutan)

Load Point	Jumlah Pelanggan (N_{LP})	<i>Sustained</i> λ_s (<i>foult/yr</i>)	<i>Momentary</i> λ_m (<i>foult/yr</i>)	SAIFI (<i>foult/yr</i>)	MAIFI (<i>foult/yr</i>)
34	528	1.37	0.02055	0.079718	0.001196
35	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
36	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
37	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
38	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
39	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
40	309	1.37	0.02055	0.046653	0.000700
41	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
42	44	1.37	0.02055	0.006643	0.000100
43	176	1.37	0.02055	0.026573	0.000399
44	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
45	44	1.37	0.02055	0.006643	0.000100
46	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
47	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
48	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
49	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
50	1	1.37	0.02055	0.000151	0.0000023
51	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
52	440	1.37	0.02055	0.066432	0.000996
53	89	1.37	0.02055	0.013437	0.000202
54	88	1.37	0.02055	0.013286	0.000199
55	178	1.37	0.02055	0.026875	0.000403
56	1012	1.37	0.02055	0.152793	0.002292
57	44	1.37	0.02055	0.006643	0.000100
TOTAL	$\sum N_j = 9074$			\sum SAIFI= 1.37	\sum MAIFI= 0.2055

Dari Tabel 4.6 di atas besarnya nilai SAIFI pada penyulang KTN 4 saat sistem diasumsikan berada dalam kondisi *perfect switching* adalah 1,37 kali/tahun. Besarnya nilai SAIFI pada setiap *Load Point* diperoleh dari perkalian antara *sustained failure rate* (λ_s) dengan jumlah konsumen *Load Point* (N_{LP}) dibagi jumlah keseluruhan konsumen penyulang (N_j), dan besarnya nilai indeks SAIFI

penyulang merupakan penjumlahan dari total nilai SAIFI tiap *Load Point*. Contoh perhitungan SAIFI pada *Load Point* 1 sebagai berikut:

$$\text{SAIFI} = \frac{\lambda_{S_LP1} \cdot N_{LP1}}{\sum N_j}$$

Dimana: $\lambda_{S_LP1} = 1.37$ gangguan/tahun

$N_{LP1} = 176$ konsumen

$$\text{SAIFI} = \frac{1.37 \times 176}{9074} = 0.026573 \text{ kali/tahun.}$$

Besarnya SAIFI penyulang KTN 4:

$$\text{SAIFI} = \sum \frac{\lambda_{S_LP} \cdot N_{LP}}{N_j} = 1,37 \text{ kali/tahun.}$$

Sedangkan nilai indeks MAIFI pada penyulang KTN 4 saat sistem diasumsikan berada dalam kondisi *perfect switching* adalah 0.02055 kali/tahun. Besarnya nilai MAIFI pada setiap *Load Point* diperoleh dari perkalian antara *momentary failure rate* dengan jumlah pelanggan *Load Point* dibagi jumlah keseluruhan pelanggan penyulang, dan besarnya nilai indeks MAIFI penyulang merupakan penjumlahan dari total nilai MAIFI tiap *Load Point*. Contoh perhitungan MAIFI pada *Load Point* 1 sebagai berikut:

$$\text{MAIFI} = \frac{\lambda_{m_LP1} \cdot N_{LP1}}{\sum N_j}$$

Dimana: $\lambda_{m_LP1} = \text{momentary failure rate Load Point 1} = 0.02055$ gangguan/tahun

N_{LP1} = jumlah pelanggan *Load Point 1* = 176

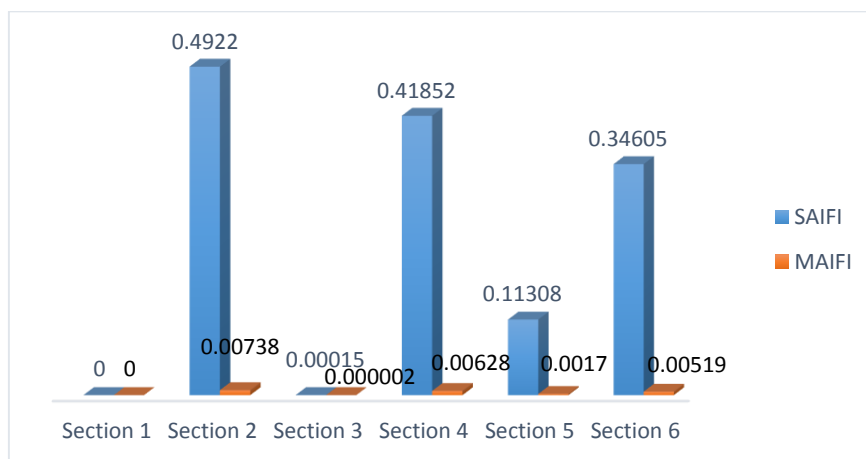
$$\text{MAIFI} = \frac{0.02055 \times 176}{9074} = 0.0003896 \text{ kali/tahun.}$$

Besarnya MAIFI penyulang KTN 4:

$$\text{MAIFI} = \sum \frac{\lambda_{m_LP} \cdot N_{LP}}{N_j} = 0.02055 \text{ kali/tahun.}$$

Tabel 4.7 Perhitungan Indeks SAIFI dan MAIFI Per *Section*

Komponen	Jumlah Pelanggan (N_{sc})	<i>Sustained</i> λ_s (foult/yr)	<i>Momentary</i> λ_m (foult/yr)	SAIFI (foult/yr)	MAIFI (foult/yr)
Section 1	0	1.37	0.02055	0	0
Section 2	3260	1.37	0.02055	0.49220	0.0073830
Section 3	1	1.37	0.02055	0.00015	0.0000023
Section 4	2772	1.37	0.02055	0.41852	0.0062778
Section 5	749	1.37	0.02055	0.11308	0.0016963
Section 6	2292	1.37	0.02055	0.34605	0.0051907
TOTAL	9074			1.370	0.02055



Gambar 4.3 Grafik indeks SAIFI dan MAIFI per *Section* saat sistem dalam kondisi *Perfect Switching*

Berdasar Tabel 4.7 di atas *Section* yang mempunyai jumlah konsumen semakin banyak maka nilai SAIFI dan MAIFI-nya akan semakin besar, hal ini dikarenakan besarnya nilai SAIFI dan MAIFI selain dipengaruhi oleh kondisi jaringan juga dipengaruhi oleh banyaknya pelanggan yang mengalami gangguan.

Dari nilai SAIFI di atas jika dibandingkan dengan standar PLN, dimana standar yang digunakan yaitu SPLN 68-2 : 1986 dengan nilai SAIFI 3.2 kali/tahun dan SAIDI 21 jam/tahun, terlihat bahwa nilai SAIFI pada penyulang yang dianalisis dapat dikatakan handal dan memenuhi standar PLN. Jika ditinjau dari standar WCS (*World Customer Service*) dan WCC (*World Class Company*) dengan SAIFI sebesar 3 kali/pelanggan/tahun dan SAIDI sebesar 100 menit/pelanggan/tahun, maka nilai SAIFI penyulang KTN 4 telah memenuhi target standar tersebut.

2. Menentukan nilai r sistem dan U sistem

Nilai r sistem dan U sistem, yaitu:

- a.) r (*hours/fault*) menyatakan *repair time* atau *switching time*, yaitu ketika terjadi gangguan pada salah satu *section*, maka komponen-komponen pada *section* yang terganggu akan dikenakan *repair time*, sedangkan untuk komponen-komponen pada *section* yang tidak terganggu akan dikenakan *switching time* jika memungkinkan untuk disuplai dari penyulang lain.
- b.) U (*hours/year*) merupakan hasil perkalian antara λ (*fault/year*) dengan r (*hours/fault*), yang menyatakan durasi/lama pemadaman rata-rata dalam

kurun waktu setahun akibat gangguan pada tiap komponen sistem distribusi. Penjumlahan U tiap komponen sisten distribusi pada *load point* yang ditinjau akan menghasilkan U pada *load point* (U_{LP}).

Hasil perhitungan nilai r sistem dan U sistem saat sistem diasumsikan dalam kondisi *perfect switching* terlampir pada Lampiran 2. Pada hasil perhitungan diperoleh nilai r system dan U sistem untuk setiap *section* seperti pada Tabel 4.8 berikut ini.

Table 4.8 Perhitungan nilai r sistem dan U sistem saat kondisi *perfect switching*

SECTION	λs (<i>fault/yr</i>)	U sistem (<i>hours/year</i>)	r sistem (<i>hours / fault</i>)
1	1.37	0.348	0.25401
2	1.37	1.374	1.00292
3	1.37	0.291	0.21241
4	1.37	1.0035	0.73248
5	1.37	0.69	0.50365
6	1.37	1.431	1.04453

3. Perhitungan SAIDI dan CAIDI saat system dalam kondisi *perfect switching*

Penjelasan dalam perhitungan SAIDI dan CAIDI:

- a.) Untuk memperoleh nilai SAIDI, maka nilai U pada setiap *load point* (U_{LP}) dikalikan dengan jumlah konsumen pada titik beban/*load point* (N_{LP}) yang bersangkutan dibagi dengan jumlah seluruh pelanggan system (N), selanjutnya hasil perkaliannya dijumlahkan.
- b.) Untuk memperoleh nilai CAIDI, maka nilai r pada setiap *load point* (r_{LP}) dikalikan dengan jumlah konsumen pada titik beban/*load point*

(N_{LP}) yang bersangkutan dibagi dengan jumlah seluruh pelanggan sistem (N), selanjutnya hasil perkaliannya dijumlahkan.

- c.) Jumlah konsumen pada tiap *load point* pada penyulang dinyatakan dengan N_{LP} .
- d.) Durasi pemadaman pada setiap *load point* dalam kurun waktu satu tahun dinyatakan dengan U_{LP} (*hours/year*).
- e.) Durasi pemadaman rata-rata pada setiap *load point* untuk setiap pemadaman yang terjadi dinyatakan dengan r_{LP} (*hours/fault*).

Tabel 4.9 Perhitungan indeks SAIDI dan CAIDI per *Load Point*

Load Point	N_{LP}	U_{LP} (<i>hours/year</i>)	r_{LP} (<i>hours/fault</i>)	SAIDI (<i>hours/year</i>)	CAIDI (<i>hours/fault</i>)
1	176	1.374	1.00292	0.026650	0.019453
2	88	1.374	1.00292	0.013325	0.009726
3	44	1.374	1.00292	0.006663	0.004863
4	1	1.374	1.00292	0.000151	0.000111
5	88	1.374	1.00292	0.013325	0.009726
6	88	1.374	1.00292	0.013325	0.009726
7	176	1.374	1.00292	0.026650	0.019453
8	660	1.374	1.00292	0.099938	0.072948
9	88	1.374	1.00292	0.013325	0.009726
10	88	1.374	1.00292	0.013325	0.009726
11	88	1.374	1.00292	0.013325	0.009726
12	353	1.374	1.00292	0.053452	0.039016
13	88	1.374	1.00292	0.013325	0.009726
14	177	1.374	1.00292	0.026802	0.019563
15	264	1.374	1.00292	0.039975	0.029179
16	88	1.374	1.00292	0.013325	0.009726
17	88	1.374	1.00292	0.013325	0.009726
18	44	1.374	1.00292	0.006663	0.004863
19	89	1.374	1.00292	0.013477	0.009837
20	88	1.374	1.00292	0.013325	0.009726
21	220	1.374	1.00292	0.033313	0.024316
22	88	1.374	1.00292	0.013325	0.009726
23	88	1.374	1.00292	0.013325	0.009726

Tabel 4.9 Perhitungan indeks SAIDI dan CAIDI per *Load Point* (Lanjutan)

Load Point	N_{LP}	U_{LP} (hours/year)	r_{LP} (hours/fault)	SAIDI (hours/year)	CAIDI (hours/fault)
24	1	0.2910	0.212409	0.000032	0.000023
25	132	1.0035	0.732482	0.014598	0.010655
26	1142	1.0035	0.732482	0.126295	0.092186
27	88	1.0035	0.732482	0.009732	0.007104
28	132	1.0035	0.732482	0.014598	0.010655
29	132	1.0035	0.732482	0.014598	0.010655
30	1	1.0035	0.732482	0.000111	0.000081
31	88	1.0035	0.732482	0.009732	0.007104
32	1	1.0035	0.732482	0.000111	0.000081
33	88	1.0035	0.732482	0.009732	0.007104
34	528	1.0035	0.732482	0.058392	0.042622
35	88	1.0035	0.732482	0.009732	0.007104
36	88	1.0035	0.732482	0.009732	0.007104
37	88	1.0035	0.732482	0.009732	0.007104
38	88	1.0035	0.732482	0.009732	0.007104
39	88	1.0035	0.732482	0.009732	0.007104
40	309	0.69	0.50365	0.023497	0.017151
41	88	0.69	0.50365	0.006692	0.004884
42	44	0.69	0.50365	0.003346	0.002442
43	176	0.69	0.50365	0.013383	0.009769
44	88	0.69	0.50365	0.006692	0.004884
45	44	0.69	0.50365	0.003346	0.002442
46	88	1.431	1.044526	0.013878	0.010130
47	88	1.431	1.044526	0.013878	0.010130
48	88	1.431	1.044526	0.013878	0.010130
49	88	1.431	1.044526	0.013878	0.010130
50	1	1.431	1.044526	0.000158	0.000115
51	88	1.431	1.044526	0.013878	0.010130
52	440	1.431	1.044526	0.069389	0.050649
53	89	1.431	1.044526	0.014036	0.010245
54	88	1.431	1.044526	0.013878	0.010130
55	178	1.431	1.044526	0.028071	0.020490
56	1012	1.431	1.044526	0.159596	0.116493
57	44	1.431	1.044526	0.006939	0.005065
Total	$\sum N_j =$			SAIDI=	CAIDI=
	9074			1.21864	0.88951

Dari Table 4.9 di atas besarnya nilai SAIDI pada penyulang KTN 4 saat sistem diasumsikan berada dalam kondisi *perfect switching* adalah 1.21864 *hours/year*. Besarnya nilai SAIDI pada setiap *load point* diperoleh dari perkalian antara durasi pemadaman pada setiap *load point* dalam kurun waktu satu tahun (U_{LP}) dengan jumlah pelanggan *load point* (N_{LP}) dibagi jumlah keseluruhan pelanggan penyulang (N), dan besarnya nilai indeks SAIDI penyulang merupakan penjumlahan dari total nilai SAIDI tiap *Load Point*.

Contoh perhitungan SAIDI pada *Load Point* 1 sebagai berikut:

$$SAIDI_{LP1} = \frac{U_{LP1} \cdot N_{LP1}}{N_j}$$

$$SAIDI_{LP1} = \frac{1.374 \times 176}{9074} = 0.026650 \text{ hours/year.}$$

Besarnya SAIDI penyulang KTN 4:

$$SAIDI = \frac{\sum(U_{LP} \cdot N_{LP})}{\sum N_j}$$

$$SAIDI = \sum (SAIDI \text{ Load Point}) = 1.21864 \text{ hours/year}$$

Sedangkan besarnya nilai indeks CAIDI pada penyulang KTN 4 saat sistem diasumsikan berada dalam kondisi *perfect switching* adalah 0.88951 *hours/failure*. Untuk mengetahui nilai indeks CAIDI yaitu dengan menjumlahkan perkalian antara durasi rata-rata perbaikan akibat gangguan (r_{LP}) dengan jumlah konsumen terganggu (N_{LP}) dibagi jumlah total konsumen (N).

Contoh perhitungan nilai CAIDI *load pint* 1:

$$CAIDI_{LP1} = \frac{r_{LP1} \cdot N_{LP1}}{N_j}$$

$$CAIDI_{LP1} = \frac{1.00292 \times 176}{9074} = 0.019453 \text{ hours/fault}$$

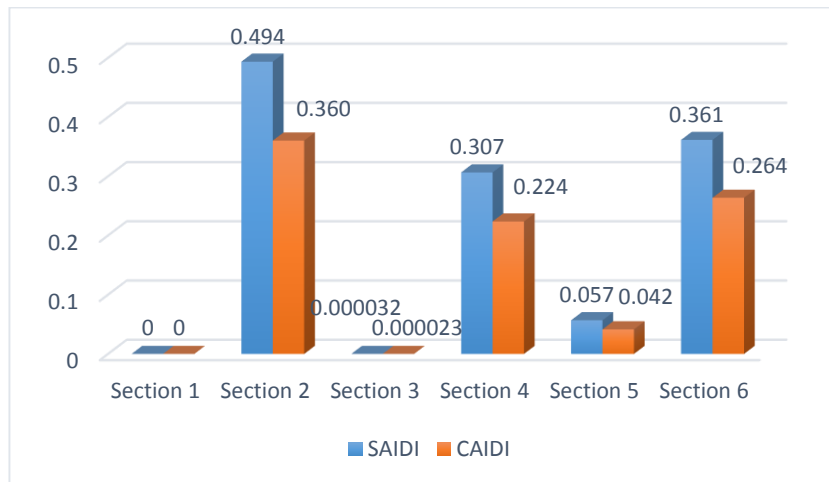
Perhitungan nilai CAIDI penyulang KTN 4:

$$CAIDI_{KTN4} = \sum \frac{r_{LP} \cdot N_{LP}}{N_j} = 0.88951 \text{ hours/fault}$$

$$CAIDI_{KTN4} = \frac{SAIDI}{SAIFI} = \frac{1.21864}{1.370} = 0.88951 \text{ hours/fault}$$

Tabel 4.10 Perhitungan Indeks SAIDI dan CAIDI Per *Section*

SECTION	N _{sc}	U _{sc} (hours/year)	r _{sc} (hours/fault)	SAIDI (hours/year)	CAIDI (hours/fault)
1	0	0.3480	0.254015	0.000000	0.000000
2	3260	1.374	1.002920	0.493635	0.360317
3	1	0.291	0.212409	0.000032	0.000023
4	2772	1.0035	0.732482	0.306557	0.223765
5	749	0.69	0.503650	0.056955	0.041573
6	2292	1.431	1.044526	0.361456	0.263837
Total	∑ N =			SAIDI =	CAIDI =
	9074			1.21864	0.88951



Gambar 4.4 Grafik indeks SAIDI dan CAIDI per *Section* saat sistem dalam kondisi *Perfect Switching*

Berdasar Tabel 4.10 di atas besarnya SADI dan CAIDI dipengaruhi oleh laju perbaikan dan jumlah pelanggan yang mengalami gangguan, sehingga seksi yang mempunyai jaringan distribusi lebih panjang besar kemungkinan akan mengalami laju perbaikan yang lebih lama dalam satu tahun dan nilai SAIDI dan CAIDI-nya juga akan lebih besar. Selain itu nilai SAIDI dan CAIDI berbanding lurus dengan laju perbaikan dan jumlah pelanggan yang mengalami gangguan.

Dari nilai SAIDI diatas jika dibandingkan dengan standar PLN, dimana standar yang digunakan yaitu SPLN 68-2 : 1986 dengan nilai SAIFI 3.2 kali/tahun dan SAIDI 21 jam/tahun, terlihat bahwa nilai SAIDI pada penyulang yang dianalisis dapat dikatakan handal dan memenuhi standar PLN. Jika ditinjau dari standar WCS (*World Customer Service*) dan WCC (*World Class Company*) dengan SAIFI sebesar 3 kali/pelanggan/tahun dan SAIDI sebesar 100 menit/pelanggan/tahun, maka nilai SAIDI penyulang KTN 4 saat sistem diasumsikan dalam kondisi *perfect switching* juga telah memenuhi target standar WCS dan WCC tersebut.

4.6.2 Sistem diasumsikan berada dalam kondisi *imperfect switching*

1. Perhitungan SAIFI dan MAIFI

Untuk mendapat nilai SAIFI pertama-tama indeks kegagalan per km (*sustained failures rate*) dikalikan dengan panjang saluran udara maupun kabel bawah tanah. Sedangkan untuk mendapatkan nilai MAIFI pertama-tama indeks kegagalan per km (*momentary failures rate*) dikalikan dengan panjang dari masing-masing saluran udara maupun kabel bawah tanah. Dalam perhitungan SAIFI dan MAIFI saat sistem diasumsikan dalam kondisi *Imperfect switching* maka peralatan yang ada pada jaringan seperti *circuit breaker*, *sectionalizer*, *tie switch* dan trafo distribusi turut mempengaruhi besarnya angka kegagalan sistem.

Hasil perhitungan indeks kegagalan komponen *sustained failures rate* dan *momentary failures rate* terlampir dalam Lampiran 3, dan Tabel 4.11 berikut contoh perhitungan indeks kegagalan komponen.

Tabel 4.11 Perhitungan jumlah *sustained failures rate* dan *momentary failures rate*

Komponen	L (km)	<i>Sustained</i> λ_s (<i>fault/yr/km</i>)	<i>Momentary</i> λ_m (<i>fault/yr/km</i>)	L x <i>Sustained</i> λ_s (<i>fault/yr</i>)	L x <i>Momentary</i> λ_m (<i>fault/yr</i>)
Line 1	0.25	0.2	0.003	0.05	0.00075
Line 2	0.05	0.2	0.003	0.01	0.00015
Line 3	0.05	0.2	0.003	0.01	0.00015
Line 4	0.05	0.2	0.003	0.01	0.00015
Line 5	0.1	0.2	0.003	0.02	0.0003
.....
.....
Line 73	0.2	0.2	0.003	0.04	0.0006
PMT	1	0.004		0.004	
<i>Sectionalizer</i>	5	0.003		0.015	

Tabel 4.11 Perhitungan jumlah *sustained failures rate* dan *momentary failures rate*
(Lanjutan)

Komponen	L (km)	<i>Sustained</i> λ_s (<i>foult/yr/km</i>)	<i>Momentary</i> λ_m (<i>foult/yr/km</i>)	L x <i>Sustained</i> λ_s (<i>foult/yr</i>)	L x <i>Momentary</i> λ_m (<i>foult/yr</i>)
<i>Tie Switch</i>	3	0.003		0.009	
Trafo	57	0.005		0.285	
Total	$\sum L =$			\sum <i>Sustained</i> =	\sum <i>Momentary</i> =
	6.85			1.683	0.02055

Dari tabel di atas diperoleh jumlah *sustained failure rate* penyulang KTN 4 saat sistem diasumsikan dalam kondisi *imperfect switching* adalah 1,683 gangguan/tahun. Sedangkan jumlah *momentary failure rate* penyulang KTN 4 saat diasumsikan dalam kondisi *imperfect switching* adalah 0.02055 gangguan/tahun. Setelah diketahui besarnya nilai *sustained failure rate* dan *momentary failure rate* selanjutnya dapat dilakukan perhitungan nilai indeks SAIFI dan MAIFI setiap *load point* dan penyulang KTN 4.

Tabel 4.12 Perhitungan SAIFI dan MAIFI Setiap *Load Point*

Load Point	Jumlah Pelanggan (N_{LP})	<i>Sustained</i> λ_s (<i>foult/yr</i>)	<i>Momentary</i> λ_m (<i>foult/yr</i>)	SAIFI (<i>fault/yr</i>)	MAIFI (<i>fault/yr</i>)
1	176	1.683	0.02055	0.032644	0.000399
2	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
3	44	1.683	0.02055	0.008161	0.000100
4	1	1.683	0.02055	0.000185	0.000002
5	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
6	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
7	176	1.683	0.02055	0.032644	0.000399
8	660	1.683	0.02055	0.122413	0.001495
9	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
10	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
11	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
12	353	1.683	0.02055	0.065473	0.000799

Tabel 4.12 Perhitungan SAIFI dan MAIFI Setiap *Load Point* (Lanjutan)

Load Point	Jumlah Pelanggan (N _{LP})	<i>Sustained</i> λ_s (<i>fault/yr</i>)	<i>Momentary</i> λ_m (<i>fault/yr</i>)	SAIFI (<i>fault/yr</i>)	MAIFI (<i>fault/yr</i>)
13	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
14	177	1.683	0.02055	0.032829	0.000401
15	264	1.683	0.02055	0.048965	0.000598
16	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
17	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
18	44	1.683	0.02055	0.008161	0.000100
19	89	1.683	0.02055	0.016507	0.000202
20	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
21	220	1.683	0.02055	0.040804	0.000498
22	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
23	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
24	1	1.683	0.02055	0.000185	0.000002
25	132	1.683	0.02055	0.024483	0.000299
26	1142	1.683	0.02055	0.211812	0.002586
27	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
28	132	1.683	0.02055	0.024483	0.000299
29	132	1.683	0.02055	0.024483	0.000299
30	1	1.683	0.02055	0.000185	0.000002
31	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
32	1	1.683	0.02055	0.000185	0.000002
33	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
34	528	1.683	0.02055	0.097931	0.001196
35	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
36	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
37	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
38	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
39	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
40	309	1.683	0.02055	0.057312	0.000700
41	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
42	44	1.683	0.02055	0.008161	0.000100
43	176	1.683	0.02055	0.032644	0.000399
44	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
45	44	1.683	0.02055	0.008161	0.000100
46	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
47	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199

Tabel 4.12 Perhitungan SAIFI dan MAIFI Setiap *Load Point* (Lanjutan)

Load Point	Jumlah Pelanggan (N_{LP})	<i>Sustained</i> λ_s (foult/yr)	<i>Momentary</i> λ_m (foult/yr)	SAIFI (foult/yr)	MAIFI (foult/yr)
48	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
49	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
50	1	1.683	0.02055	0.000185	0.000002
51	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
52	440	1.683	0.02055	0.081609	0.000996
53	89	1.683	0.02055	0.016507	0.000202
54	88	1.683	0.02055	0.016322	0.000199
55	178	1.683	0.02055	0.033015	0.000403
56	1012	1.683	0.02055	0.187701	0.002292
57	44	1.683	0.02055	0.008161	0.000100
TOTAL	$\sum N_j = 9074$			$\sum \text{SAIFI} = 1.683$	$\sum \text{MAIFI} = 0.02055$

Dari Tabel 4.12 di atas besarnya nilai SAIFI pada penyulang KTN 4 saat sistem diasumsikan berada dalam kondisi *imperfect switching* adalah 1,683 kali/tahun. Nilai SAIFI pada kondisi *imperfect switching* lebih besar jika dibanding saat sistem diasumsikan dalam kondisi *perfect swiching*, yaitu mengalami kenaikan 0.313 kali/tahun. Besarnya nilai SAIFI pada setiap *Load Point* diperoleh dari perkalian antara *sustained failure rate* (λ_s) dengan jumlah pelanggan *Load Point* (N_{LP}) dibagi jumlah keseluruhan pelanggan penyulang (N_j), dan besarnya nilai indeks SAIFI penyulang merupakan penjumlahan dari total nilai SAIFI tiap *Load Point*.

Contoh perhitungan SAIFI pada *Load Point* 1 sebagai berikut:

$$\text{SAIFI} = \frac{\lambda_{s_LP1} \cdot N_{LP1}}{N_j}$$

Dimana: $\lambda_{s_LP1} = 1.683$ gangguan/tahun

$N_{LP1} = 176$ konsumen

$$\text{SAIFI} = \frac{1,683 \times 176}{9074} = 0.032644 \text{ kali/tahun.}$$

Besarnya SAIFI penyulang:

$$\text{SAIFI} = \sum \frac{\lambda_{s_LP} \cdot N_{LP}}{N_j} = 1,683 \text{ kali/tahun.}$$

Sedangkan nilai MAIFI pada penyulang KTN 4 saat sistem diasumsikan berada dalam kondisi *imperfect switching* adalah 0.02055 kali/tahun. Besarnya nilai MAIFI pada kondisi *imperfect switching* sama dengan pada saat kondisi *perfect switching*. Besarnya nilai MAIFI pada setiap *Load Point* diperoleh dari perkalian antara *momentary failure rate* (λ_m) dengan jumlah pelanggan *Load Point* (N_{LP}) dibagi jumlah keseluruhan pelanggan penyulang (N_j), dan besarnya nilai indeks MAIFI penyulang merupakan penjumlahan dari total nilai MAIFI tiap *Load Point*. Contoh perhitungan MAIFI pada *Load Point* 1 sebagai berikut:

$$\text{MAIFI} = \frac{\lambda_{m_LP1} \cdot N_{LP1}}{N_j}$$

Dimana: $\lambda_{m_LP1} = 0.02055$ gangguan/tahun

$$N_{LP1} = 176 \text{ konsumen}$$

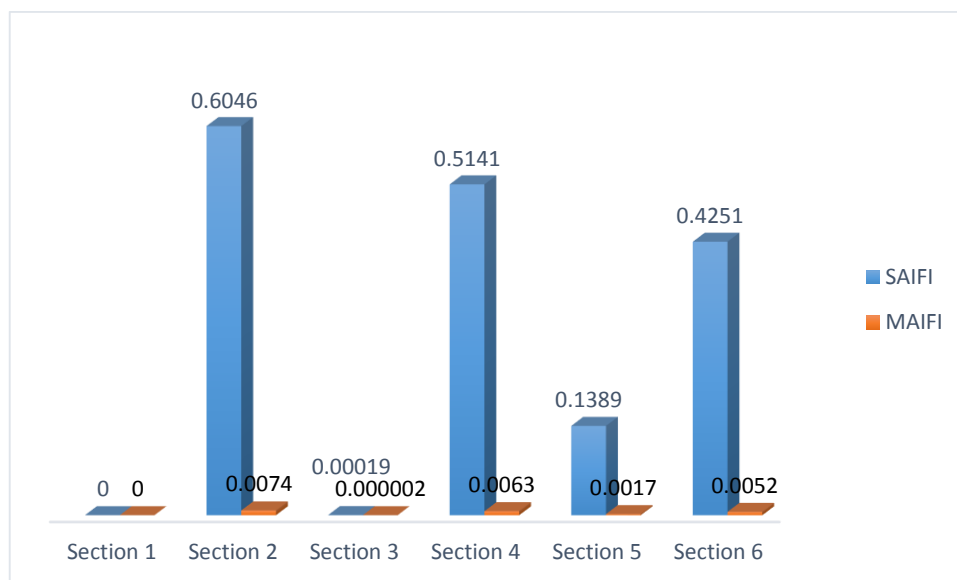
$$\text{MAIFI} = \frac{0.02055 \times 176}{9074} = 0.000399 \text{ kali/tahun.}$$

Besarnya MAIFI penyulang:

$$\text{MAIFI} = \sum \frac{\lambda_{m_LP} \cdot N_{LP}}{N_j} = 0.02055 \text{ kali/tahun.}$$

Tabel 4.13 Perhitungan Indeks SAIFI dan MAIFI Per *Section*

Komponen	Jumlah Pelanggan (N_{sc})	<i>Sustained</i> λ_s (<i>fault/yr</i>)	<i>Momentary</i> λ_m (<i>fault/yr</i>)	SAIFI (<i>fault/yr</i>)	MAIFI (<i>fault/yr</i>)
Section 1	0	1.683	0.02055	0.00000	0.0000000
Section 2	3260	1.683	0.02055	0.60465	0.0073830
Section 3	1	1.683	0.02055	0.00019	0.0000023
Section 4	2772	1.683	0.02055	0.51414	0.0062778
Section 5	749	1.683	0.02055	0.13892	0.0016963
Section 6	2292	1.683	0.02055	0.42511	0.0051907
Total	9074			1.683	0.02055

Gambar 4.5 Grafik indeks SAIFI dan MAIFI per *Section* saat sistem dalam kondisi *Imperfect Switching*

Berdasar tabel 4.13 di atas *Section* yang mempunyai jumlah konsumen semakin banyak maka nilai SAIFI dan MAIFI-nya akan semakin besar, hal ini dikarenakan besarnya nilai SAIFI dan MAIFI selain dipengaruhi oleh kondisi jaringan juga dipengaruhi oleh banyaknya pelanggan yang mengalami gangguan.

Dari nilai SAIFI di atas jika dibandingkan dengan standar PLN, dimana standar yang digunakan yaitu SPLN 68-2 : 1986 dengan nilai SAIFI 3.2 kali/tahun dan SAIDI 21 jam/tahun, terlihat bahwa nilai SAIFI pada penyulang yang dianalisis dapat dikatakan handal dan memenuhi standar PLN. Jika ditinjau dari standar WCS (*World Customer Service*) dan WCC (*World Class Company*) dengan SAIFI sebesar 3 kali/tahun dan SAIDI sebesar 100 menit/tahun, maka nilai SAIFI penyulang KTN 4 telah memenuhi target standar WCS dan WCC tersebut.

2. Menentukan nilai r sistem dan U sistem

Nilai r sistem dan U sistem, yaitu:

- a.) r (*hours/fault*) menyatakan *repair time* atau *switching time*, yaitu ketika terjadi gangguan pada salah satu *section*, maka komponen-komponen pada *section* yang terganggu akan dikenakan *repair time*, sedangkan untuk komponen-komponen pada *section* yang tidak terganggu akan dikenakan *switching time* jika memungkinkan untuk disuplai dari penyulang lain.
- b.) U (*hours/year*) merupakan hasil perkalian antara λ (*fault/year*) dengan r (*hours/fault*), yang menyatakan durasi/lama pemadaman rata-rata dalam kurun waktu setahun akibat gangguan pada tiap komponen sistem distribusi. Penjumlahan U tiap komponen sisten distribusi pada *load point* yang ditinjau akan menghasilkan U pada *load point* (U_{LP}).

Langkah perhitungan nilai r sistem dan U sistem kondisi *imperfect switching* sama dengan saat kondisi *perfect switching*, tetapi hanya saja pada perhitungan saat sistem diasumsikan dalam kondisi *imperfect switching* ditambahkan komponen peralatan *switching* dan trafo distribusi. Hasil perhitungan nilai r sistem dan U sistem saat sistem diasumsikan dalam kondisi *imperfect switching* terlampir pada Lampiran 4. Pada hasil perhitungan diperoleh nilai r sistem dan U sistem untuk setiap *section* seperti pada Tabel 4.14 berikut ini.

Tabel 4.14 Perhitungan nilai r sistem dan U sistem kondisi *imperfect switching*

SECTION	λs (<i>fault/yr</i>)	U sistem (<i>hours/year</i>)	r sistem (<i>hours / fault</i>)
1	1.683	0.4639	0.2756
2	1.683	2.6128	1.5525
3	1.683	0.2827	0.4758
4	1.683	1.0982	1.8483
5	1.683	0.6661	1.1211
6	1.683	1.2644	2.1281

3. Perhitungan SAIDI dan CAIDI saat sistem dalam kondisi *perfect switching*

Penjelasan dalam perhitungan SAIDI dan CAIDI:

- a.) Untuk memperoleh nilai SAIDI, maka nilai U pada setiap *load point* (U_{LP}) dikalikan dengan jumlah konsumen pada titik beban/*load point* (N_{LP}) yang bersangkutan dibagi dengan jumlah seluruh pelanggan system (N), selanjutnya hasil perkaliannya dijumlahkan.
- b.) Untuk memperoleh nilai CAIDI, maka nilai r pada setiap *load point* (r_{LP}) dikalikan dengan jumlah konsumen pada titik beban/*load point*

(N_{LP}) yang bersangkutan dibagi dengan jumlah seluruh pelanggan sistem (N), selanjutnya hasil perkaliannya dijumlahkan.

- c.) Jumlah konsumen pada tiap *load point* pada penyulang dinyatakan dengan N_{LP} .
- d.) Durasi pemadaman pada setiap *load point* dalam kurun waktu satu tahun dinyatakan dengan U_{LP} (*hours/year*).
- e.) Durasi pemadaman rata-rata pada setiap *load point* untuk setiap pemadaman yang terjadi dinyatakan dengan r_{LP} (*hours/fault*).

Tabel 4.15 Perhitungan indeks SAIDI dan CAIDI per *Load Point*

Load Point	N_{LP}	U_{LP} (<i>hours/year</i>)	r_{LP} (<i>hours/fault</i>)	SAIDI (<i>hours/year</i>)	CAIDI (<i>hours/fault</i>)
1	176	2.6128	1.55247	0.05068	0.03011
2	88	2.6128	1.55247	0.02534	0.01506
3	44	2.6128	1.55247	0.01267	0.00753
4	1	2.6128	1.55247	0.00029	0.00017
5	88	2.6128	1.55247	0.02534	0.01506
6	88	2.6128	1.55247	0.02534	0.01506
7	176	2.6128	1.55247	0.05068	0.03011
8	660	2.6128	1.55247	0.19004	0.11292
9	88	2.6128	1.55247	0.02534	0.01506
10	88	2.6128	1.55247	0.02534	0.01506
11	88	2.6128	1.55247	0.02534	0.01506
12	353	2.6128	1.55247	0.10164	0.06039
13	88	2.6128	1.55247	0.02534	0.01506
14	177	2.6128	1.55247	0.05097	0.03028
15	264	2.6128	1.55247	0.07602	0.04517
16	88	2.6128	1.55247	0.02534	0.01506
17	88	2.6128	1.55247	0.02534	0.01506
18	44	2.6128	1.55247	0.01267	0.00753
19	89	2.6128	1.55247	0.02563	0.01523
20	88	2.6128	1.55247	0.02534	0.01506
21	220	2.6128	1.55247	0.06335	0.03764
22	88	2.6128	1.55247	0.02534	0.01506

Tabel 4.15 Perhitungan indeks SAIDI dan CAIDI per *Load Point* (Lanjutan)

Load Point	N_{LP}	U_{LP} (hours/year)	r_{LP} (hours/fault)	SAIDI (hours/year)	CAIDI (hours/fault)
23	88	2.6128	1.55247	0.02534	0.01506
24	1	0.47585	0.28274	0.00005	0.00003
25	132	1.8483	1.09822	0.02689	0.01598
26	1142	1.8483	1.09822	0.23262	0.13822
27	88	1.8483	1.09822	0.01792	0.01065
28	132	1.8483	1.09822	0.02689	0.01598
29	132	1.8483	1.09822	0.02689	0.01598
30	1	1.8483	1.09822	0.00020	0.00012
31	88	1.8483	1.09822	0.01792	0.01065
32	1	1.8483	1.09822	0.00020	0.00012
33	88	1.8483	1.09822	0.01792	0.01065
34	528	1.8483	1.09822	0.10755	0.06390
35	88	1.8483	1.09822	0.01792	0.01065
36	88	1.8483	1.09822	0.01792	0.01065
37	88	1.8483	1.09822	0.01792	0.01065
38	88	1.8483	1.09822	0.01792	0.01065
39	88	1.8483	1.09822	0.01792	0.01065
40	309	1.1211	0.66613	0.03818	0.02268
41	88	1.1211	0.66613	0.01087	0.00646
42	44	1.1211	0.66613	0.00544	0.00323
43	176	1.1211	0.66613	0.02174	0.01292
44	88	1.1211	0.66613	0.01087	0.00646
45	44	1.1211	0.66613	0.00544	0.00323
46	88	2.12805	1.26444	0.02064	0.01226
47	88	2.12805	1.26444	0.02064	0.01226
48	88	2.12805	1.26444	0.02064	0.01226
49	88	2.12805	1.26444	0.02064	0.01226
50	1	2.12805	1.26444	0.00023	0.00014
51	88	2.12805	1.26444	0.02064	0.01226
52	440	2.12805	1.26444	0.10319	0.06131
53	89	2.12805	1.26444	0.02087	0.01240
54	88	2.12805	1.26444	0.02064	0.01226
55	178	2.12805	1.26444	0.04174	0.02480
56	1012	2.12805	1.26444	0.23734	0.14102
57	44	2.12805	1.26444	0.01032	0.00613
Total	$\sum N_j =$			SAIDI=	CAIDI=
	9074			2.13345	1.26764

Dari Tabel 4.15 di atas besarnya nilai SAIDI pada penyulang KTN 4 saat sistem diasumsikan berada dalam kondisi *imperfect switching* adalah 2.13345 *hours/year*. Nilai SAIDI pada kondisi *imperfect switching* lebih besar jika dibanding saat sistem diasumsikan dalam kondisi *perfect swiching*, yaitu mengalami kenaikan 0.9148 *hours/year*. Besarnya nilai SAIDI pada setiap *Load Point* diperoleh dari perkalian antara durasi pemadaman pada setiap *load point* dalam kurun waktu satu tahun (U_{LP}) dengan jumlah konsumen *load point* (N_{LP}) dibagi jumlah keseluruhan konsumen penyulang (N_j), dan besarnya nilai indeks SAIDI penyulang merupakan penjumlahan dari total nilai SAIDI tiap *Load Point*.

Contoh perhitungan SAIDI pada *Load Point* 1 sebagai berikut:

$$\text{SAIDI} = \frac{U_{LP1} \cdot N_{LP1}}{N_j}$$

$$\text{SAIDI} = \frac{2.6128 \times 176}{9074} = 0.05068 \text{ hours/year.}$$

Besarnya SAIDI penyulang KTN 4:

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum(U_{LP} \cdot N_{LP})}{\sum N}$$

$$\text{SAIDI} = \sum (\text{SAIDI Load Point}) = 2.13345 \text{ hours/year.}$$

Sedangkan besarnya nilai indeks CAIDI pada penyulang KTN 4 saat sistem diasumsikan berada dalam kondisi *perfect switching* adalah 1.26764 *hours/failure*. Nilai CAIDI pada kondisi *imperfect switching* lebih besar jika dibanding saat sistem diasumsikan dalam kondisi *perfect swiching*, yaitu mengalami kenaikan 0.378 *hours/year*. Untuk mengetahui nilai indeks CAIDI yaitu dengan menjumlahkan

perkalian antara durasi rata-rata perbaikan akibat gangguan (r_{LP}) dengan jumlah konsumen terganggu (N_{LP}) dibagi jumlah total konsumen (N).

Contoh perhitungan nilai CAIDI *load point* 1:

$$CAIDI_{LP1} = \frac{r_{LP1} \cdot N_{LP1}}{N_j}$$

$$CAIDI_{LP1} = \frac{1.55247 \times 176}{9074} = 0.03011 \text{ hours/fault}$$

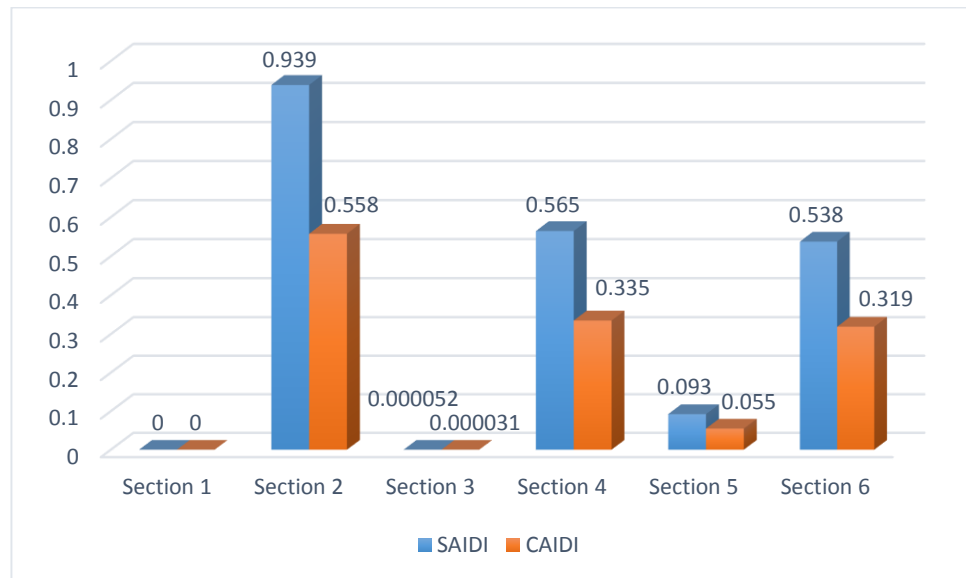
Perhitungan nilai CAIDI penyulang KTN 4:

$$CAIDI_{KTN4} = \sum \frac{r_{LP} \cdot N_{LP}}{N_j} = 1.26764 \text{ hours/fault}$$

$$CAIDI_{KTN4} = \frac{SAIDI}{SAIFI} = \frac{2.13345}{1.683} = 1.26764 \text{ hours/fault}$$

Tabel 4.16 Perhitungan Indeks SAIDI dan CAIDI Per *Section*

SECTION	N_{sc}	U_{sc} (hours/year)	r_{sc} (hours/fault)	SAIDI (hours/year)	CAIDI (hours/fault)
1	0	0.4639	0.27564	0	0
2	3260	2.6128	1.55247	0.93870	0.55775
3	1	0.47585	0.28274	0.00005	0.00003
4	2772	1.8483	1.09822	0.56463	0.33549
5	749	1.1211	0.66613	0.09254	0.05498
6	2292	2.12805	1.26444	0.53752	0.31938
Total	$\sum N =$			SAIDI =	CAIDI =
	9074			2.13345	1.26764



Gambar 4.6 Grafik indeks SAIDI dan CAIDI per *Section* saat sistem dalam kondisi *Imperfect Switching*

Berdasar analisa hasil perhitungan SAIDI dan CAIDI pada kondisi *perfect switching* maupun *imperfect switching*, pada *section 2* mempunyai nilai SAIDI dan CAIDI yang paling besar hal ini disebabkan karena *section 2* mempunyai saluran distribusi yang panjang dan mempunyai jumlah pelanggan yang paling banyak. Semakin semakin banyak pelanggan yang tersambung maka nilai SAIDI dan CAIDI-nya akan semakin besar, hal ini dikarenakan nilai SAIDI dan CAIDI berbanding lurus dengan laju perbaikan dan jumlah pelanggan padam. Semakin banyak pelanggan yang padam maka nilai SAIDI dan CAIDI akan semakin besar. Selain itu semakin panjang saluran maka besar kemungkinan laju perbaikan yang dilakukan dalam satu tahun akan semakin lama juga.

Dari nilai SAIDI diatas jika dibandingkan dengan standar PLN, dimana standar yang digunakan yaitu SPLN 68-2 : 1986 dengan nilai SAIFI 3.2 kali/tahun

dan SAIDI 21 jam/tahun, terlihat bahwa nilai SAIDI pada penyulang yang dianalisis dapat dikatakan handal dan memenuhi standar PLN. Sedangkan jika ditinjau dari standar WCS (*World Customer Service*) dan WCC (*World Class Company*) dengan nilai SAIFI sebesar 3 kali/tahun dan nilai SAIDI sebesar 100 menit/tahun, maka nilai SAIDI penyulang KTN 4 saat sistem diasumsikan dalam kondisi *imperfect switching* masih belum memenuhi target standar tersebut atau masih kurang handal jika ditinjau dari standar WCS dan WCC.

4.7 Analisa Perhitungan SAIFI dan SAIDI penyulang KTN 4 Berdasar Jumlah Pelanggan di Gardu Induk Kentungan Tahun 2015

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

1. SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*)

$$\text{SAIFI} = \frac{\text{Total jumlah gangguan yang terjadi}}{\text{Total jumlah pelanggan}}$$

$$\text{SAIFI} = \frac{\sum(\lambda_i \cdot N_i)}{\sum N}$$

2. SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*)

$$\text{SAIDI} = \frac{\text{Total jumlah waktu gangguan yang dialami pelanggan}}{\text{Total jumlah pelanggan}}$$

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum(U_i \cdot N_i)}{\sum N}$$

Dimana : λ_i = indeks kegagalan rata-rata per tahun (kali/tahun)

U_i = durasi pemadaman rata-rata per tahun (jam/tahun)

N_i = jumlah konsumen padam

N = jumlah total konsumen

Tabel 4.17 Perhitungan SAIFI dan SAIDI Penyulang KTN 4 pada GI Kentungan

Berdasar Data Pemadaman Tahun 2015

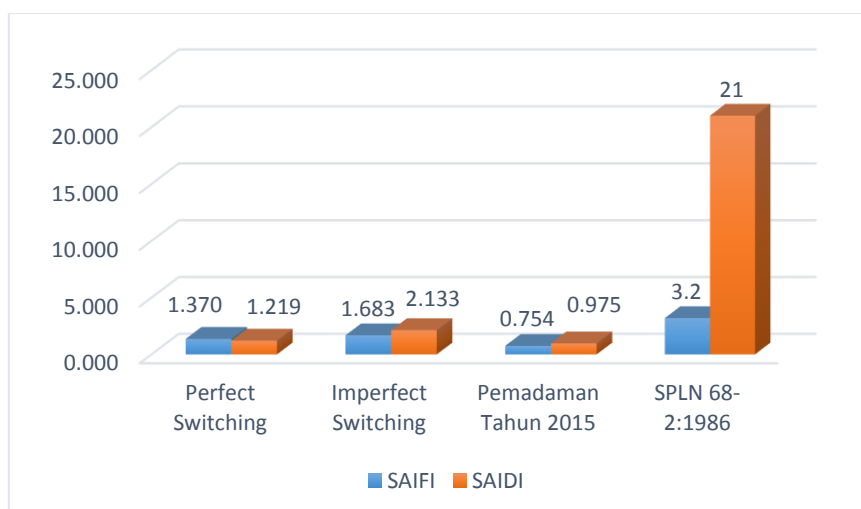
No.	TGL	Lama Padam (U_i) (jam)	Jumlah Pelanggan Padam (N_i)	Jumlah Konsumen GI Kentungan ($\sum N$)	SAIFI	SAIDI
1	19/1/2015	0.53	9074	156383	0.058	0.030946
2	14/2/2015	3.25	9074	156383	0.058	0.188579
3	19/2/2015	3.25	9074	156383	0.058	0.188579
4	21/2/2015	0.72	9074	156383	0.058	0.041584
5	23/2/2015	2.98	9074	156383	0.058	0.173106
6	26/3/2015	0.93	9074	156383	0.058	0.054156
7	20/6/2015	0.67	9074	156383	0.058	0.038683
8	3/7/2015	0.15	9074	156383	0.058	0.008704
9	16/10/2015	0.77	9074	156383	0.058	0.044485
10	29/11/2015	1.03	9074	156383	0.058	0.059958
11	11/12/2015	0.70	9074	156383	0.058	0.040617
12	16/12/2015	1.00	9074	156383	0.058	0.058024
13	23/12/2015	0.82	9074	156383	0.058	0.047386
JUMLAH					SAIFI=	SAIDI =
					0.754315	0.974807

Berdasar hasil perhitungan pada Tabel 4.17 di atas besarnya nilai SAIFI penyulang KTN 4 pada Gardu Induk Kentungan adalah 0.754315 kali/tahun dan nilai SAIDI adalah 0.974807 jam/tahun. Jika dibandingkan dengan standar PLN, dimana standar yang digunakan yaitu SPLN 68-2 : 1986 dengan nilai SAIFI 3.2 kali/tahun dan SAIDI 21 jam/tahun, maka nilai SAIFI dan SAIDI pada penyulang

KTN 4 berdasar gangguan yang terjadi dan jumlah pelanggan di gardu induk kentungan tahun 2015 telah memenuhi standar PLN. Jika ditinjau dari standar WCS (*World Customer Service*) dan WCC (*World Class Company*) dengan SAIFI sebesar 3 kali/tahun dan SAIDI sebesar 100 menit/tahun, maka nilai SAIFI dan SAIDI penyulang KTN 4 berdasar analisa ini telah memenuhi target standar WCS dan WCC dapat dikatakan handal.

4.8 Analisa Perbandingan Hasil SAIFI dan SAIDI Penyulang KTN 4 dengan Standar SPLN 68-2: 1986

Jika hasil perhitungan SAIFI dan SAIDI menggunakan metode RIA dan berdasar data pemadaman pada penyulang KTN 4 tahun 2015 dibandingkan dengan SPLN 62-2: 1986 dengan nilai SAIFI sebesar 3.2 kali/tahun dan SAIDI sebesar 21 jam/tahun maka akan terlihat seperti pada diagram batang berikut ini, Gambar 4.5.

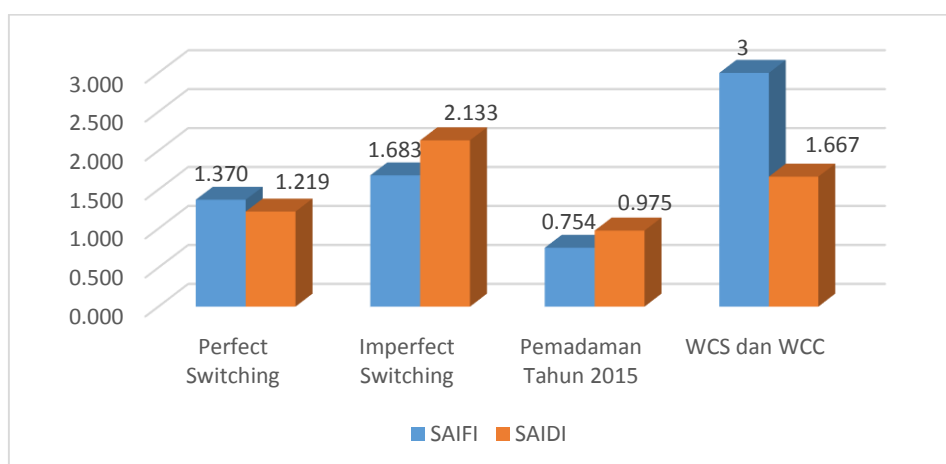


Gambar 4.7 Grafik Nilai SAIFI dan SAIDI menggunakan metode RIA, berdasar Data Pemadaman Tahun 2015 dan Standar SPLN 68-2: 1986.

Berdasar perbandingan nilai SAIFI dan SAIDI dengan SPLN 68-2: 1986 di atas dapat disimpulkan bahwa nilai SAIFI dan SAIDI penyulang KTN 4 dengan menggunakan metode RIA baik pada saat kondisi *perfect switching* maupun *imperfect switching* dapat memenuhi standar PLN. Begitu juga nilai SAIFI dan SAIDI penyulang KTN 4 berdasar data gangguan pada tahun 2015 juga dapat memenuhi standar PLN.

4.9 Analisa Perbandingan Hasil SAIFI dan SAIDI Penyulang KTN 4 dengan Standar WCS (*World Customer Service*) dan WCC (*World Class Company*)

Jika hasil perhitungan SAIFI dan SAIDI menggunakan metode RIA dan berdasar data pemadaman pada penyulang KTN 4 tahun 2015 dibandingkan dengan standar WCS (*World Customer Service*) dan WCC (*World Class Company*) dengan SAIFI sebesar 3 kali/pelanggan/tahun dan SAIDI 100 menit/pelanggan/tahun maka akan terlihat seperti pada diagram batang berikut ini, Gambar 4.6.



Gambar 4.8 Grafik Nilai SAIFI dan SAIDI menggunakan metode RIA, berdasar Data Pemadaman Tahun 2015 dan Standar WCS dan WCC.

Jika ditinjau dari standar WCS (*World Customer Service*) dan WCC (*World Class Company*) dengan SAIFI sebesar 3 kalitahun dan SAIDI 100 menit/tahun, maka hasil perhitungan SAIFI dan SAIDI menggunakan metode RIA saat sistem diasumsikan berada dalam kondisi *perfect switching* dapat memenuhi standar WCS (*World Customer Service*) dan WCC (*World Class Company*).

Sedangkan saat sistem diasumsikan dalam kondisi *imperfect switching* jika ditinjau dari besarnya nilai SAIFI dapat memenuhi standar WCS (*World Customer Service*) dan WCC (*World Class Company*), tetapi jika ditinjau dari besarnya nilai SAIDI penyulang KTN 4 masih belum memenuhi standar WCS (*World Customer Service*) dan WCC (*World Class Company*) yang menjadi target PLN.

Selanjutnya jika ditinjau dari hasil perhitungan SAIFI dan SAIDI penyulang KTN 4 berdasar data gangguan pada tahun 2015 sudah dapat memenuhi standar WCS (*World Customer Service*) dan WCC (*World Class Company*).

4.10 Analisa Perhitungan Indeks ENS dan AENS penyulang KTN 4 Berdasar Data Gangguan pada Tahun 2015

Rumus perhitungan yang digunakan untuk menghitung nilai ENS dan AENS adalah sebagai berikut:

1. ENS (*Energi Not Supplied*)

$$ENS = \sum [Daya\ Gangguan\ (kW) \times Durasi\ (h)]$$

2. AENS (*Average Energy Not Supplied*)

$$AENS = \frac{\text{Jumlah energi yang tidak tersalurkan oleh sistem}}{\text{Jumlah pelanggan yang dilayani}}$$
$$= \frac{ENS}{\sum N} \text{ (kWh/pelanggan)}$$

Dimana, N = jumlah pelanggan yang dilayani.

Analisa perhitungan nilai ENS (*Energy Not Supplied*) dan AENS (*Average Energy Not Supplied*) berdasar gangguan yang terjadi pada Penyulang KTN 4 tahun 2015 pada Tabel 4.18 diperoleh nilai ENS sebesar 53.749,29 kWh dan besarnya rata-rata energi listrik yang tidak tersuplai ke pelanggan sebesar 5,92 kWh/pelanggan.

Tabel 4.18 Perhitungan ENS dan AENS penyulang KTN 4 tahun 2015

No.	Tanggal	Tegangan (kV)	Beban (Amp)	Lama Padam (Jam)	Jumlah Pelanggan KTN 04	Daya Gangguan (kWh)	ENS (KWh)	AENS (KWh/pelanggan)
1	19/1/2015	21.3	96	0.53	9074	2833.3	1,511.08	0.166528536
2	14/2/2015	21.5	114	3.25	9074	3396.1	11,037.34	1.216370201
3	19/2/2015	21.4	110	3.25	9074	3261.7	10,600.53	1.168231519
4	21/2/2015	21.2	104	0.72	9074	3055.0	2,189.40	0.241282323
5	23/2/2015	21.1	109	2.98	9074	3186.7	9,507.11	1.047731096
6	26/3/2015	20.5	107	0.93	9074	3039.3	2,836.69	0.312617665
7	20/6/2015	21.0	117	0.67	9074	3404.4	2,269.61	0.250122636
8	3/7/2015	21.1	111	0.15	9074	3245.2	486.78	0.053645808
9	16/10/2015	21.1	108	0.77	9074	3157.5	2,420.75	0.266779155
10	29/11/2015	20.8	102	1.03	9074	2939.7	3,037.68	0.334767312
11	11/12/2015	20.9	172	0.70	9074	4981.0	3,486.67	0.384248227
12	16/12/2015	21.4	55	1.00	9074	1630.9	1,630.85	0.179727926
13	23/12/2015	21.2	114	0.82	9074	3348.7	2,734.79	0.301387088
TOTAL						$\sum P =$	$\sum ENS =$	$\sum AENS =$
						41479.46	53,749.29	5.923439491

Berdasar perhitungan jumlah energi listrik yang tidak tersuplai ke pelanggan (ENS) akibat adanya gangguan yang terjadi pada penyulang KTN 4 selama periode Januari 2015 sampai dengan Desember 2015 pada Tabel 4.18 di atas adalah sebesar 53,749.29 kWh.

Contoh perhitungan ENS pada gangguan tanggal 19 Januari 2015:

$$\text{ENS} = \text{Daya Gangguan (kW)} \times \text{Durasi (h)}$$

$$\text{ENS} = 2833.3 \text{ kW} \times 0,53 \text{ jam}$$

$$= 1.511,08 \text{ kWh}$$

Besarnya rata-rata energi listrik yang tidak tersuplai per pelanggan (AENS) selama periode Januari s.d. Desember 2015 yaitu 5,9234 kWh/konsumen.

$$AENS = \frac{\text{Jumlah energi yang tidak tersalurkan oleh sistem}}{\text{Jumlah pelanggan yang dilayani}}$$

$$= \frac{53,749.29 \text{ kWh}}{9074}$$

$$= 5,9234 \text{ kWh/konsumen}$$

Jika harga kisaran listrik PLN per kWh pada tahun 2015 adalah Rp. 1.509,38 /kWh, maka kerugian yang dialami PLN akibat gangguan pada penyulang KTN 04 selama periode Januari s.d. Desember 2015 adalah sebesar Rp. 81.128.103,34.