



ANALISIS KEANDALAN PENYULANG PAJAJARAN 20KV MENGUNAKAN METODE SECTION TECHNIQUE UNTUK ASIAN GAMES XVIII DI PALEMBANG

Dian Eka Putra¹, M. Nurhadiyanto²

^{1,2} Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Palembang
e-mail : dianekaputra90@gmail.com¹, a.nurhadiyanto123@gmail.com²

Abstrak-- Penyulang Pajajaran 20 kV sebagai salah satu penyulang yang menyuplai energi listrik ke Jakabaring Sport City (JSC). Keandalan distribusi tegangan 20 kV mempengaruhi perhelatan ASEAN GAMES ke XVIII di Jakabaring Sport City (JSC). Permasalahan yang mendasar pada distribusi daya listrik adalah pada mutu, kontinuitas dan ketersediaan pelayanan daya listrik pada pelanggan. Keandalan menggambarkan suatu ukuran tingkat pelayanan penyediaan tenaga listrik dari sistem sangat dipengaruhi oleh konfigurasi sistem, alat pengaman yang terpasang dan sistem proteksinya. Untuk mengetahui keandalan Pajajaran 20 kV maka ditetapkan suatu indeks keandalan yaitu besaran untuk membandingkan penampilan suatu sistem distribusi. Indeks keandalan dengan Metode Section Technique untuk mengetahui indikator yang dinyatakan dalam besaran probabilitas. Indeks Keandalan titik beban yang biasanya digunakan meliputi laju pemutusan beban rata-rata, waktu keluar rata-rata dan lama pemutusan beban rata-rata Indeks keandalan sistem yang banyak digunakan antara lain Metode Section Technique pada Sistem Average Interruption duration Index (SAIDI) diperoleh nilai **2,5707 jam/pel** dan Metode Section Technique Sistem *Average Interruption Frequency Index* (SAIFI) diperoleh nilai **2,6933 kali/pel**.

Kata Kunci : Asian Games ke XVIII, Jakabaring Sport City (JSC), Penyulang 20 kV, SAIDI, SAIFI.

Abstrack— 20 kv Pajajaran feeder as one of the suppliers that resembles electrical energy to Jakabaring Sport City (JSC). The reliability of the 20 kV voltage distribution affects the XVIII ASEAN GAMES event at Jakabaring Sport City (JSC). The fundamental problems in the distribution of electric power are the quality, continuity and availability of electrical power services to customers. Reliability illustrates a measure of the level of service of electricity supply from a system greatly influenced by system configuration, safety devices installed and protection systems. To determine the reliability of Pajajaran 20 kV, a reliability index is determined, namely the magnitude to compare the appearance of a distribution system. Reliability index with Section Technique Method to find out indicators that are expressed in probability quantities. Reliability index load points that are usually used include the average load termination rate, average time out and load termination average system reliability index that is widely used, among others, Section Technique Method on the Average Interruption duration Index (SAIDI) system obtained value 2,5707 hours / mop and the Average Interruption Frequency Index (SAIFI) Section Technique Method obtained a value of 2.6933 times / mop

Keywords : XVIII Asian Games, Jakabaring Sport City (JSC), 20 kV feeders, SAIDI, SAIFI

PENDAHULUAN

Adanya event berskala internasional pada tahun 2018, tepatnya Agustus sampai dengan September 2018, di Jakarta dan Palembang maka sebagai salah satu kota yang didaulat sebagai penyelenggara even empat tahunan berskala internasional Asian Games XVIII, Palembang dituntut dapat memberikan kemudahan dan kenyamanan bagi sekitar 45 negara kontestan pada tournament Asian Games. salah satu bentuk kenyamanan yaitu adanya keandalan pada penyulang 20 kV sebagai penyuplai energi listrik dalam kegiatan penyelenggaraan ASEAN Games di Kota Palembang, Dengan

Metode *Section Technique* adalah suatu metode analisis evaluasi sistem Keandalan jaringan distribusi tenaga listrik. Jaringan distribusi yang di analisa adalah Keandalan Penyulang Pajajaran pada Gardu Induk New Jakabaring Area kerja PLN Rayon Ampera, sebagai salah satu Penyulang yang menyuplai pasokan listrik pada kompleks Jakabaring Sport City. Masalah utaman dalam operasional sistem distribusi adalah bagaimana mengatasi gangguan dengan cepat karena gangguan terbanyak dalam sistem tenaga listrik terdapat dalam sistem distribusi Jaringan Distribusi tegangan menengah atau juga disebut Jaringan distribusi primer [4]. Dalam memenuhi suplai tenaga listrik diperlukan beberapa insfrastruktur peralatan jaringan transmisi tegangan tinggi agar dapat mengalirkan energi listrik ke konsumen [9]. Untuk memenuhi keandalan penyediaan energi listrik diperlukan nilai ratio keandalan suplai tenaga listrik dari penyulang tengangan menengah berupa nilai SAIDI dan SAIFI.

TINJAUAN PUSTAKA

Jaringan Distribusi Primer dan Sekunder

Jaringan tenaga listrik distribusi primer dan sekunder selalu harus ada dan berhubungan langsung dengan pelayanan energi listrik konsumen. Disamping itu, selain harus ada tetapi juga harus dipikirkan mengenai masalah bentuk atau konfigurasi dari sistem penyalurannya, mutu dan keandalanya, dan tentu saja menjangkau untuk seluruh tingkatan konsumen [2]

Tegangan dan Keandalan

Keandalan distribusi merupakan topik yang telah mendapat perhatian secara luas dari seluruh masyarakat termasuk para teknisi, engineer, pelanggan dan lain-lain. Hal ini disebabkan karena kinerja keandalan distribusi secara langsung mempengaruhi pelanggan (konsumen).Keandalan distribusi menurut definisi kamus IEEE adalah kemampuan sistem distribusi untuk melakukan fungsinya pada kondisi normal untuk periode waktu tersebut tanpa kegagalan (failure) [3]. Sistem distribusi sangat dipengaruhi oleh cuaca. Dalam beberapa iklim, salju dan es merupakan masalah besar dan pada daerah lain, petir merupakan penyebab pemutus utama dalam pelayanan listrik. cuaca menyebabkan banyak gangguan pada sistem distribusi[3]. Untuk melihat unjuk kerja (performance) dari perusahaan ketenagalistrikan yang diusahakan PT PLN digunakan SAIDI dan SAIFI. Terdapat standar tingkat jaminan pada sistem distribusi yang didasarkan menurut konfigurasi jaringan dengan menjadikan nilai F dan D di PLN Distribusi DKI dan

Tangerang pada tabel 2.1 sebagai dasar untuk menentukan tingkat jaminan. Bagi daerah dikalikan dengan faktor penyesuaian F dan D terlihat pada tabel 1. [7]

Tabel 1. Nilai F dan D di PLN DKI dan Tangerang

Jenis system	F (kali/tahun)	D (jam/tahun)
SUTM Radial	27	177
SUTM dengan PBO	11	58
SKTM spindel tanpa PPJD	1,7	6,25
SKTM Spindel dengan PPJD	1,7	4,77
SKTM sistem Gugus	1,7	5

Tabel 2. Nilai F dan D

Jenis sistem	F (kali/tahun)
Jawa dan Bali	1,1
Sumatera	1,2
Kalimantan dan Sulawesi	1,3
Maluku, NTB dan NTT	1,4
Papua	1,5

Metode Section Technique

Metode section Tecchnique merupakan suatu metode terstruktur untuk mengevaluasi sistem keandalan sistem distribusi tenaga listrik berdasarkan pada bagaimana suatu kegagalan dari suatu peralatan mempengaruhi operasi sistem. Efek atau konsekuensi dari gangguan secara sistematis di indentifikasi dengan penganalisaan apa yang terjadi jika gangguan terjadi kemudian masing-masing kegagalan peralatan dianalisa dari semua titik beban (load point).

Pendekatan yang dilakukan dari bawah keatas dimana yang dipertimbangkan satu mode kegagalan pada satu waktu. Indeks keandalan yang dihitung adalah indeks-indeks titik beban dan indeks-indeks sistem baik secara section maupun keseluruhan, indeks titik beban antara lain :

- a) Frekuensi gangguan (failurate rate) untuk setiap titik beban, merupakan penjumlahan laju kegagalan semua peralatan yang berpengaruh terhadap titik beban, dengan persamaan:

$$\lambda_{TB} = \sum_{i=k} \lambda_i \quad (1)$$

Dimana:

λ_i : laju kegagalan untuk peralatan sejumlah k

k : semua peralatan yang berpengaruh terhadap titik beban

- b) Lama/durasi gangguan tahunan rata-rata untuk titik beban UTB, dengan persamaan :

$$U_{LP} = \sum_{i=k} U_i = \sum_{i=k} \lambda_i \times r_j \quad (2)$$

Dimana:

r_j : waktuperbaikan (*repair time* atauswitching time)

Berdasarkan indeks-indeks titik beban ini, diperoleh sejumlah indeks keandalan untuk mengetahui indeks keandalan system secara keseluruhan yang dapat dievaluasi dan bias didapatkan dengan lengkap mengenai kinerja sistem. Indeks-indeks ini adalah frekuensi dan lama pemadaman rata-rata tahunan.

Indeks Kegagalan Peralatan Sistem Distribusi

Berikut ini adalah tabel data kegagalan untuk saluran udara dan peralatan distribusi yang melingkupi frekuensi kegagalan, waktu pemadaman dan waktu pemindahan berdasarkan Keandalan sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV,(SPLN No. 59: 1985) yang ditunjukkan masing-masing pada Tabel 3.

Tabel 3 Standar Laju Kegagalan dan Waktu Pemulihan

No	Komponen	Laju Kegagalan(λ)	Waktu Pemulihan
1	Saluran Udara	0,2/Km/tahun	4
2	Pemutus Tenaga	0,004/Unit/tahun	10
3	Sakelar Pemisah	0,003/Unit/tahun	10
4	Sakelar Beban (Sectionalizer)	0,003/Unit/tahun	10
5	Trafo Distribusi	0,005/Unit/tahun	10

SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*)

Untuk mendapatkan nilai SAIFI pada metode ini dilakukan menggunakan persamaan :

$$SAIFI = \frac{\sum NTB \times \lambda_{TB}}{N} \quad (3)$$

NTB : jumlah konsumen pada titikbeban

N : jumlah konsumen pada sistem

λ_{TB} : frekuensi gangguan peralatan pada sistem

SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*)

Untuk mendapatkan nilai SAIDI pada metode ini dilakukan menggunakan persamaan :

$$SAIDI = \frac{\sum NTB \times U_{TB}}{N} \quad (4)$$

NTB : jumlah konsumen pada titik beban

N : jumlah konsumen pada sistem

U_{TB} : durasi gangguan peralatan

METODE PENELITIAN

Untuk menganalisa kehandalan suatu sistem dibutuhkan pengumpulan data yang lengkap dan terperinci di PT.PLN (Persero) Area Palembang Rayon Ampera. Hal ini dimaksudkan agar analisa yang dilakukan tepat sasaran. Adapun data-data yang dibutuhkan untuk melakukan analisa kehandalan suatu sistem distribusi adalah sebagai berikut:

Untuk mengukur suatu keandalan suatu sistem maka diperlukan patokan/standar yang berguna untuk menilai keadaan sistem dalam kondisi baik ataupun kurang baik. Maka

berdasarkan nilai indeks keandalan telah memenuhi standart (IEEE P1366-2017), jika memenuhi:

- SAIFI : 1,59 kali/pelanggan/tahun
- SAIDI : 4,38jam/pelanggan/tahun

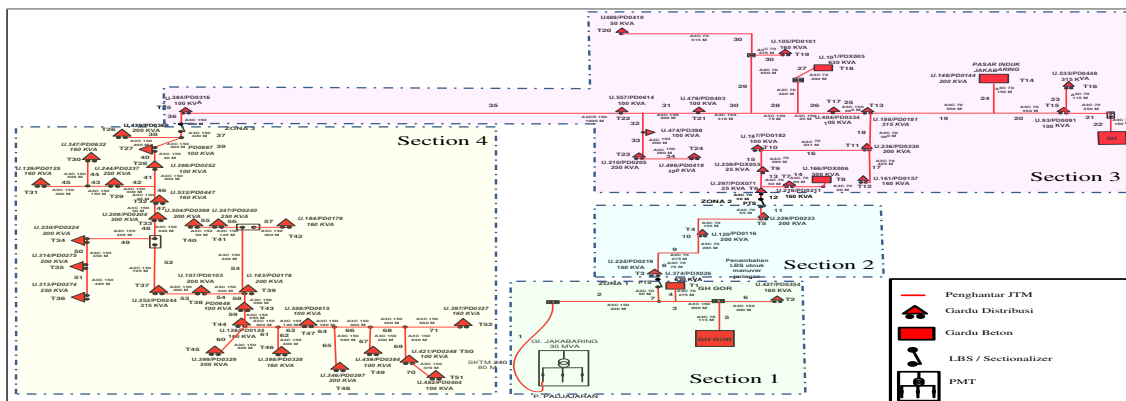
Target SAIDI SAIFI Penyulang Padjajaran di PLN Rayon Ampera adalah sebagai berikut:

- SAIFI : 2,49 kali/pelanggan/tahun
- SAIDI : 3,38 jam/pelanggan/tahun

Pada Metode Section Technique, yang dihitung indeks keandalannya yaitu: SAIFI, SAIDI.

PERHITUNGAN DAN ANALISA

Penyulang Pajajaran disuplai dari Gardu Induk New Jakabaring dengan daya 60 MVA. Penyulang ini memiliki variasi beban di titik beban berupa beban industri dan rumah tangga. Penyulang Pajajaran memiliki 52 titik beban berupa trafo distribusi dengan total pelanggan 9.914 dan terdiri dari 71 saluran udara. Jumlah sectionalizer Penyulang Pajajaran adalah 3 buah dan penyulang terbagi menjadi 4 section. Pembagian Section sebagaimana gambar dibawah ini:



Gambar 1. Pembagian Section Penyulang Pajajaran.

Indeks Keandalan Menggunakan Metode Section Technique

Dilakukan analisis evaluasi keandalan berdasarkan data yang telah didapat dengan menggunakan data panjang saluran udara dan jumlah pelanggan tiap titik beban. Nilai frekuensi kegagalan (λ) untuk setiap titik beban yang didapat dari penjumlahan failur rate peralatan yang mempengaruhi setiap Titik Beban (TB) dan perkalian failur rate saluran dengan panjang tiap salurannya, adapun perhitungan nilai frekuensi kegagalan (λ) seperti persamaan berikut :

$$\lambda_{TB} = \sum_{i=k} \lambda_i$$

$$\lambda_{T1-T2} = \text{Failure rate} \times \text{Volume}$$

Hasil perhitungan secara lengkap frekuensi kegagalan section 1 – 4 ditunjukkan pada Tabel 4.

Frekuensi kegagalan (λ) Section I:

Tabel 4.1. Frekuensi Kegagalan Section I

No	Nama Peralatan	Fairlure Rate Peralatan	Volume (unit)	λ (kegagalan/tahun)
1	Circuit Breaker	0,004	1	0,004
2	Trafo T1-T2	0,005	2	0,010
3	Sectionalizer S1	0,003	1	0,003
TOTAL				0,017

Tabel 4.2. Frekuensi Kegagalan Section II

No	Nama Peralatan	Fairlure Rate Peralatan	Volume (km)	λ (kegagalan/tahun)
1	Saluran L1	0,2	0,080	0,016
2	Saluran L2	0,2	0,400	0,08
3	Saluran L3	0,2	0,900	0,18
4	Saluran L4	0,2	0,275	0,055
5	Saluran L5	0,2	0,115	0,023
6	Saluran L6	0,2	0,400	0,08
7	Saluran L7	0,2	0,050	0,01
TOTAL				0,444

Tabel 4.3. Jumlah Frekuensi Kegagalan Section I

No	Nama Peralatan	λ (kegagalan/tahun)
1	Frekuensi Kegagalan Tabel 4.1 Sec I	0,017
2	Frekuensi Kegagalan Tabel 4.2 Sec I	0,444
TOTAL		0,461

Frekuensi kegagalan (λ) Section II:

Tabel 5.1. Frekuensi Kegagalan Section II

No	Nama Peralatan	Fairlure Rate Peralatan	Volume (unit)	λ (kegagalan/tahun)
1	Circuit Breaker	0,004	0	0
2	Trafo T1-T2	0,005	3	0,015
3	Sectionalizer S1	0,003	1	0,003
TOTAL				0,018

Tabel 5.2. Frekuensi Kegagalan Section II

No	Nama Peralatan	Fairlure Rate Peralatan	Volume (km)	λ (kegagalan/tahun)
1	Saluran L8	0,2	0,075	0,015
2	Saluran L9	0,2	0,275	0,055

3	Saluran L10	0,2	0,285	0,057
4	Saluran L11	0,2	0,055	0,011
TOTAL				0,138

Tabel 5.3. Jumlah Frekuensi Kegagalan Section II

No	Nama Peralatan	λ (kegagalan/tahun)
1	Frekuensi Kegagalan Tabel 5.1 Sec II	0,018
2	Frekuensi Kegagalan Tabel 5.2 Sec II	0,138
TOTAL		0,156

Frekuensi kegagalan (λ) Section III :

Tabel 6.1. Frekuensi Kegagalan Section III

No	Nama Peralatan	Fairlure Rate Peralatan	Volume (unit)	λ (kegagalan/tahun)
1	Circuit Breaker	0,004	0	0
2	Trafo T6-T36	0,005	31	0,155
3	Sectionalizer S1	0,003	1	0,003
TOTAL				0,158

Tabel 6.2. Frekuensi Kegagalan Section III

No	Nama Peralatan	Fairlure Rate Peralatan	Volume (km)	λ (kegagalan/tahun)
1	Saluran L12	0,2	0,050	0,010
2	Saluran L13	0,2	0,050	0,010
3	Saluran L14	0,2	0,050	0,010
4	Saluran L15	0,2	0,390	0,078
5	Saluran L16	0,2	0,431	0,086
6	Saluran L17	0,2	0,425	0,085
7	Saluran L18	0,2	0,930	0,186
8	Saluran L19	0,2	0,950	0,190
9	Saluran L20	0,2	0,550	0,110
10	Saluran L21	0,2	0,450	0,090
11	Saluran L22	0,2	0,150	0,030
12	Saluran L23	0,2	0,115	0,023
13	Saluran L24	0,2	0,150	0,030
14	Saluran L25	0,2	0,200	0,040
15	Saluran L26	0,2	0,025	0,005
16	Saluran L27	0,2	0,200	0,040
17	Saluran L28	0,2	0,075	0,015
18	Saluran L29	0,2	0,650	0,130
19	Saluran L30	0,2	0,275	0,055
20	Saluran L31	0,2	0,319	0,064
21	Saluran L32	0,2	0,300	0,060
22	Saluran L33	0,2	0,200	0,040

23	Saluran L34	0,2	0,380	0,076
24	Saluran L35	0,2	1,000	0,200
25	Saluran L36	0,2	0,040	0,008
TOTAL				1,671

Tabel 6.3. Jumlah Frekuensi Kegagalan Section III

No	Nama Peralatan	λ (kegagalan/tahun)
1	Frekuensi Kegagalan Tabel 6.1 Sec III	0,158
2	Frekuensi Kegagalan Tabel 6.2 Sec III	1,671
TOTAL		1,829

Frekuensi kegagalan (λ) Section IV :

Tabel 7.1. Frekuensi Kegagalan Section IV

No	Nama Peralatan	Fairlure Rate Peralatan	Volume (unit)	λ (kegagalan/tahun)
1	Circuit Breaker	0,004	0	0
2	Trafo T37-T52	0,005	16	0,080
3	Sectionalizer S1	0,003	1	0,003
TOTAL				0,083

Tabel 7.2. Frekuensi Kegagalan Section IV

No	Nama Peralatan	Fairlure Rate Peralatan	Volume (km)	λ (kegagalan/tahun)
1	Saluran L37	0,2	0,060	0,012
2	Saluran L38	0,2	0,025	0,005
3	Saluran L39	0,2	0,040	0,008
4	Saluran L40	0,2	0,060	0,012
5	Saluran L41	0,2	0,040	0,008
6	Saluran L42	0,2	0,025	0,005
7	Saluran L43	0,2	0,035	0,007
8	Saluran L44	0,2	0,025	0,005
9	Saluran L45	0,2	0,035	0,007
10	Saluran L46	0,2	0,030	0,006
11	Saluran L47	0,2	0,030	0,006
12	Saluran L48	0,2	0,040	0,008
13	Saluran L49	0,2	0,045	0,009
14	Saluran L50	0,2	0,045	0,009
15	Saluran L51	0,2	0,049	0,010
16	Saluran L52	0,2	0,025	0,005
17	Saluran L53	0,2	0,040	0,008
18	Saluran L54	0,2	0,040	0,008
19	Saluran L55	0,2	0,025	0,005
20	Saluran L56	0,2	0,035	0,007
21	Saluran L57	0,2	0,030	0,006

22	Saluran L58	0,2	0,036	0,007
23	Saluran L59	0,2	0,035	0,007
24	Saluran L60	0,2	0,052	0,010
25	Saluran L61	0,2	0,040	0,008
26	Saluran L62	0,2	0,040	0,008
27	Saluran L63	0,2	0,030	0,006
28	Saluran L64	0,2	0,030	0,006
29	Saluran L65	0,2	0,056	0,011
30	Saluran L66	0,2	0,080	0,016
31	Saluran L67	0,2	0,080	0,016
32	Saluran L68	0,2	0,080	0,016
33	Saluran L69	0,2	0,064	0,013
34	Saluran L70	0,2	0,070	0,014
35	Saluran L71	0,2	0,066	0,013
TOTAL				0,308

Tabel 7.3. Jumlah Frekuensi Kegagalan Section IV

No	Nama Peralatan	λ (kegagalan/tahun)
1	Frekuensi Kegagalan Tabel 6.1 Sec IV	0,083
2	Frekuensi Kegagalan Tabel 6.2 Sec IV	0,308
TOTAL		0,391

Sedangkan untuk menghitung durasi gangguan (U) setiap titik beban didapat dari penjumlahan hasil perkalian jumlah trafo distribusi yang terganggu dan perlu mengalami perbaikan dengan waktu pemadamannya dan dengan hasil perkalian jumlah trafo distribusi yang terganggu. Waktu pemadaman (repair time) pada setiap peralatan ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8.1 Tabel Durasi Gangguan Section I

No	Nama Peralatan	λ (kegagalan/tahun)	Waktu Pemulihan (jam)	Switching Time (jam)
1	Circuit Breaker	0,004	10	0,15
2	Trafo T1-T2	0,010	10	0,15
3	Sectionalizer S1	0,003	10	0,15
4	Saluran L1	0,016	3	0,15
5	Saluran L2	0,080	3	0,15
6	Saluran L3	0,180	3	0,15
7	Saluran L4	0,055	3	0,15
8	Saluran L5	0,023	3	0,15
9	Saluran L6	0,080	3	0,15
10	Saluran L7	0,010	3	0,15

Tabel 8.2 Tabel Durasi Gangguan Section II

No	Nama Peralatan	λ (kegagalan/tahun)	Waktu Pemulihan (jam)	Switching Time (jam)
1	Circuit Breaker	0,000	10	0,15
2	Trafo T3-T5	0,010	10	0,15
3	Sectionalizer S2	0,003	10	0,15
4	Saluran L8	0,015	3	0,15
5	Saluran L9	0,055	3	0,15
6	Saluran L10	0,057	3	0,15
7	Saluran L11	0,011	3	0,15

Tabel 8.3 Tabel Durasi Gangguan Section III

No	Nama Peralatan	λ (kegagalan/tahun)	Waktu Pemulihan (jam)	Switching Time (jam)
1	Circuit Breaker	0,000	10	0,15
2	Trafo T3-T6	0,155	10	0,15
3	Sectionalizer S3	0,003	10	0,15
4	Saluran L12	0,010	3	0,15
5	Saluran L13	0,010	3	0,15
6	Saluran L14	0,010	3	0,15
7	Saluran L15	0,078	3	0,15
8	Saluran L16	0,086	3	0,15
9	Saluran L17	0,085	3	0,15
10	Saluran L18	0,186	3	0,15
11	Saluran L19	0,190	3	0,15
12	Saluran L20	0,110	3	0,15
13	Saluran L21	0,090	3	0,15
14	Saluran L22	0,030	3	0,15
15	Saluran L23	0,040	3	0,15
16	Saluran L24	0,030	3	0,15
17	Saluran L25	0,040	3	0,15
18	Saluran L26	0,005	3	0,15
19	Saluran L27	0,040	3	0,15
20	Saluran L28	0,015	3	0,15
21	Saluran L29	0,130	3	0,15
22	Saluran L30	0,055	3	0,15
23	Saluran L31	0,064	3	0,15
24	Saluran L32	0,060	3	0,15
25	Saluran L33	0,040	3	0,15
26	Saluran L34	0,076	3	0,15
27	Saluran L35	0,200	3	0,15
28	Saluran L36	0,008	3	0,15

Tabel 8.4 Tabel Durasi Gangguan Section IV

No	Nama Peralatan	λ (kegagalan/tahun)	Waktu Pemulihan (jam)	Switching Time (jam)
1	Circuit Breaker	0,000	10	0,15
2	Trafo T37-T52	0,080	10	0,15

3	Sectionalizer S	0,003	10	0,15
4	Saluran L37	0,012	3	0,15
5	Saluran L38	0,005	3	0,15
6	Saluran L39	0,012	3	0,15
7	Saluran L40	0,005	3	0,15
8	Saluran L41	0,008	3	0,15
9	Saluran L42	0,012	3	0,15
10	Saluran L43	0,008	3	0,15
11	Saluran L44	0,005	3	0,15
12	Saluran L45	0,007	3	0,15
13	Saluran L46	0,005	3	0,15
14	Saluran L47	0,007	3	0,15
15	Saluran L48	0,006	3	0,15
16	Saluran L49	0,006	3	0,15
17	Saluran L50	0,008	3	0,15
18	Saluran L51	0,009	3	0,15
19	Saluran L52	0,009	3	0,15
20	Saluran L53	0,010	3	0,15
21	Saluran L54	0,005	3	0,15
22	Saluran L55	0,008	3	0,15
23	Saluran L56	0,008	3	0,15
24	Saluran L57	0,005	3	0,15
25	Saluran L58	0,007	3	0,15
26	Saluran L59	0,006	3	0,15
27	Saluran L60	0,007	3	0,15
28	Saluran L61	0,007	3	0,15
29	Saluran L62	0,010	3	0,15
30	Saluran L63	0,008	3	0,15
31	Saluran L64	0,008	3	0,15
32	Saluran L65	0,006	3	0,15
33	Saluran L66	0,006	3	0,15
34	Saluran L67	0,011	3	0,15
35	Saluran L68	0,016	3	0,15
36	Saluran L69	0,016	3	0,15
37	Saluran L70	0,016	3	0,15
38	Saluran L71	0,013	3	0,15

Untuk menghitung durasi gangguan tahunan rata-rata untuk titik beban U_{TB} adalah seperti persamaan berikut :

$$U_{TB} = \sum_{i=k} U_i = \text{waktu perbaikan} \times \text{Jumlah titikbeban}$$

$$= 10 \times 2 = 20$$

Data waktu pemulihan (repair time) section I ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9.1 Tabel Waktu Perbaikan Section I

No	Nama Peralatan	Waktu Perbaikan (jam)	Jumlah Titik (titik)	Total Waktu (jam)
1	Circuit Breaker	10	52	520
2	Trafo T1-T2	10	2	0,15
3	Sectionalizer S1	10	52	520
4	Saluran L1	3	52	156
5	Saluran L2	3	52	156
6	Saluran L3	3	52	156
7	Saluran L4	3	52	156
8	Saluran L5	3	52	156
9	Saluran L6	3	52	156
10	Saluran L7	3	52	156

Tabel 9.2 Tabel Waktu Perbaikan Section II

No	Nama Peralatan	Waktu Perbaikan (jam)	Jumlah Titik (titik)	Total Waktu (jam)
1	Circuit Breaker	10	0	0
2	Trafo T3-T5	10	3	30
3	Sectionalizer S2	10	52	520
4	Saluran L8	3	52	156
5	Saluran L9	3	52	156
6	Saluran L10	3	52	156
7	Saluran L11	3	52	156

Tabel 9.3 Tabel Waktu Perbaikan Section III

No	Nama Peralatan	Waktu Perbaikan (jam)	Jumlah Titik (titik)	Total Waktu (jam)
1	Circuit Breaker	10	0	0
2	Trafo T3-T6	10	31	310
3	Sectionalizer S3	10	52	520
4	Saluran L12	3	52	156
5	Saluran L13	3	52	156
6	Saluran L14	3	52	156
7	Saluran L15	3	52	156
8	Saluran L16	3	52	156
9	Saluran L17	3	52	156
10	Saluran L18	3	52	156
11	Saluran L19	3	52	156
12	Saluran L20	3	52	156
13	Saluran L21	3	52	156
14	Saluran L22	3	52	156
15	Saluran L23	3	52	156
16	Saluran L24	3	52	156
17	Saluran L25	3	52	156
18	Saluran L26	3	52	156
19	Saluran L27	3	52	156
20	Saluran L28	3	52	156
21	Saluran L29	3	52	156
22	Saluran L30	3	52	156
23	Saluran L31	3	52	156
24	Saluran L32	3	52	156
25	Saluran L33	3	52	156

26	Saluran L34	3	52	156
27	Saluran L35	3	52	156
28	Saluran L36	3	52	156

Tabel 9.4 Tabel Waktu Perbaikan Section IV

No	Nama Peralatan	Waktu Perbaikan (jam)	Jumlah Titik (titik)	Total Waktu (jam)
1	Circuit Breaker	10	52	520
2	Trafo T37-T52	10	16	160
3	Sectionalizer S	10	52	520
4	Saluran L37	3	52	156
5	Saluran L38	3	52	156
6	Saluran L39	3	52	156
7	Saluran L40	3	52	156
8	Saluran L41	3	52	156
9	Saluran L42	3	52	156
10	Saluran L43	3	52	156
11	Saluran L44	3	52	156
12	Saluran L45	3	52	156
13	Saluran L46	3	52	156
14	Saluran L47	3	52	156
15	Saluran L48	3	52	156
16	Saluran L49	3	52	156
17	Saluran L50	3	52	156
18	Saluran L51	3	52	156
19	Saluran L52	3	52	156
20	Saluran L53	3	52	156
21	Saluran L54	3	52	156
22	Saluran L55	3	52	156
23	Saluran L56	3	52	156
24	Saluran L57	3	52	156
25	Saluran L58	3	52	156
26	Saluran L59	3	52	156
27	Saluran L60	3	52	156
28	Saluran L61	3	52	156
29	Saluran L62	3	52	156
30	Saluran L63	3	52	156
31	Saluran L64	3	52	156
32	Saluran L65	3	52	156
33	Saluran L66	3	52	156
34	Saluran L67	3	52	156
35	Saluran L68	3	52	156
36	Saluran L69	3	52	156
37	Saluran L70	3	52	156
38	Saluran L71	3	52	156

Sesuai dengan persamaan (3) didapatkan nilai SAIFI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan frekuensi kegagalan (λ) titik beban

kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada system Penyulang Pajajaran. Perhitungan nilai SAIFI dapat dilihat di persamaan dibawah ini:

$$SAIFI T1 = \frac{\sum NTB \times \lambda_{TB}}{N} = \frac{360 \times 0,01}{9,914} = 0,000533 \text{ kali /tahun}$$

Sesuai dengan persamaan (4) didapatkan nilai SAIDI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan durasi kegagalan (U) titik beban, kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada system PenyulangPajajaran.

Perhitungannilai SAIDI dapatdilihat di persamaandibawahini:

$$SAIDI T1 = \frac{\sum \lambda_{TB} \times U_{TB}}{N} = \frac{0,01 \times 20}{9,914} = 0,000029 \text{ jam/tahun}$$

Hasil perhitungan SAIFI dan SAIDI pada section 1-4ditunjukkan padaTabel 10.1

Tabel 10.1 Hasil SAIFI dan SAIDI Section I

No	Nama Peralatan	Indeks Keandalan Section	
		SAIFI	SAIDI
1	Circuit Breaker	0,00400	0,00031
2	Trafo T1-T2	0,00053	0,00003
3	Sectionalizer S1	0,00300	0,00023
4	Saluran L1	0,01600	0,01600
5	Saluran L2	0,08000	0,08000
6	Saluran L3	0,18000	0,18000
7	Saluran L4	0,05500	0,05500
8	Saluran L5	0,02300	0,02300
9	Saluran L6	0,08000	0,08000
10	Saluran L7	0,01000	0,01000
TOTAL		0,45153	0,44456

Tabel 10.2 Hasil SAIFI dan SAIDI Section II

No	Nama Peralatan	Indeks Keandalan Section	
		SAIFI	SAIDI
1	Circuit Breaker	0,00000	0,00000
2	Trafo T3-T5	0,00089	0,00007
3	Sectionalizer S2	0,00300	0,00023
4	Saluran L8	0,01500	0,01500
5	Saluran L9	0,05500	0,05500
6	Saluran L10	0,05700	0,05700
7	Saluran L11	0,01100	0,01100
TOTAL		0,14189	0,13830

Tabel 10.3 Hasil SAIFI dan SAIDI Section III

No	Nama Peralatan	Indeks Keandalan Section	
		SAIFI	SAIDI
1	Circuit Breaker	0,00000	0,00000
2	Trafo T6-T36	0,09168	0,00705
3	Sectionalizer S3	0,00300	0,00023
4	Saluran L12	0,01000	0,01000
5	Saluran L13	0,01000	0,01000
6	Saluran L14	0,01000	0,01000
7	Saluran L15	0,07800	0,07800
8	Saluran L16	0,08620	0,08620
9	Saluran L17	0,08500	0,08500
10	Saluran L18	0,18600	0,18600
11	Saluran L19	0,19000	0,19000
12	Saluran L20	0,11000	0,11000
13	Saluran L21	0,09000	0,09000
14	Saluran L22	0,03000	0,03000
15	Saluran L23	0,02300	0,02300
16	Saluran L24	0,03000	0,03000
17	Saluran L25	0,04000	0,04000
18	Saluran L26	0,00500	0,00500
19	Saluran L27	0,04000	0,04000
20	Saluran L28	0,01500	0,01500
21	Saluran L29	0,13000	0,13000
22	Saluran L30	0,05500	0,05500
23	Saluran L31	0,06380	0,06380
24	Saluran L32	0,06000	0,06000
25	Saluran L33	0,04000	0,04000
26	Saluran L34	0,07600	0,07600
27	Saluran L35	0,20000	0,20000
28	Saluran L36	0,00800	0,00800
TOTAL		1,76568	1,67827

Tabel 10.4 Hasil SAIFI dan SAIDI Section IV

No	Nama Peralatan	Indeks Keandalan Section	
		SAIFI	SAIDI
1	Circuit Breaker	0,00000	0,00000
2	Trafo T37-T52	0,02368	0,00188
3	Sectionalizer S4	0,00300	0,00023
4	Saluran L37	0,01200	0,01200
5	Saluran L38	0,00500	0,00500
6	Saluran L39	0,00800	0,00800
7	Saluran L40	0,01200	0,01200
8	Saluran L41	0,00800	0,00800
9	Saluran L42	0,00500	0,00500
10	Saluran L43	0,00700	0,00700
11	Saluran L44	0,00500	0,00500
12	Saluran L45	0,00700	0,00700
13	Saluran L46	0,00600	0,00600

14	Saluran L47	0,00600	0,00600
15	Saluran L48	0,00800	0,00800
16	Saluran L49	0,00900	0,00900
17	Saluran L50	0,00900	0,00900
18	Saluran L51	0,00970	0,00970
19	Saluran L52	0,00500	0,00500
20	Saluran L53	0,00800	0,00800
21	Saluran L54	0,00800	0,00800
22	Saluran L55	0,00500	0,00500
23	Saluran L56	0,00700	0,00700
24	Saluran L57	0,00600	0,00600
25	Saluran L58	0,00720	0,00720
26	Saluran L59	0,00700	0,00700
27	Saluran L60	0,01040	0,01040
28	Saluran L61	0,00800	0,00800
29	Saluran L62	0,00800	0,00800
30	Saluran L63	0,00600	0,00600
31	Saluran L64	0,00600	0,00600
32	Saluran L65	0,01120	0,01120
33	Saluran L66	0,01600	0,01600
34	Saluran L67	0,01600	0,01600
35	Saluran L68	0,01600	0,01600
36	Saluran L69	0,01280	0,01280
37	Saluran L70	0,01400	0,01400
38	Saluran L71	0,01320	0,01320
TOTAL		0,33418	0,30961

Dengan langkah analisis yang sama dan perhitungan yang sama pada setiap peralatan distribusi Penyulang Pajajaran dari Section I hingga Section IV, maka nilai SAIFI dan SAIDI setiap section ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Tabel Hasil Perhitungan SAIDI dan SAIFI seluruh Section

No	Nama Section	Indeks Keandalan Section	
		SAIFI	SAIDI
1	Section I	0,45153	0,44456
2	Section II	0,14189	0,13829
3	Section III	1,76581	1,67827
4	Section IV	0,33418	0,30961
TOTAL		2,69340	2,57074

Realisasi SAIDI - SAIFI Penyulang Pajajaran

Realisasi SAIDI SAIFI Penyulang Pajajaran diambil dari data laporan kinerja penyulang mulai dari bulan Juni 2017 sampai dengan bulan Mei 2018 sebagai berikut :

Tabel 12. Realisasi SAIFI

No	Bulan	Jumlah Gangguan	Target	Jumlah Pelanggan	Pelanggan Unit	SAIFI
1	Juni 2017	5	1	9.760	125,031	0,3903
2	Juli 2017	4	2	9.780	125,848	0,3109
3	Agustus 2017	3	2	9.796	126,876	0,2316
4	September 2017	9	3	9.824	127,602	0,6929
5	Oktober 2017	3	2	9.856	128,319	0,2304
6	November 2017	5	2	9.874	129,003	0,3827
7	Desember 2017	6	2	9.879	129,622	0,4573
8	Januari 2018	6	1	9.883	130,312	0,4550
9	Februari 2018	5	4	9.890	130,857	0,3779
10	Maret 2018	12	1	9.898	131,452	0,9036
11	April 2018	3	1	9.904	132,125	0,2249
12	Mei 2018	0	2	9.914	132,582	-
Total		61	23			4,6575

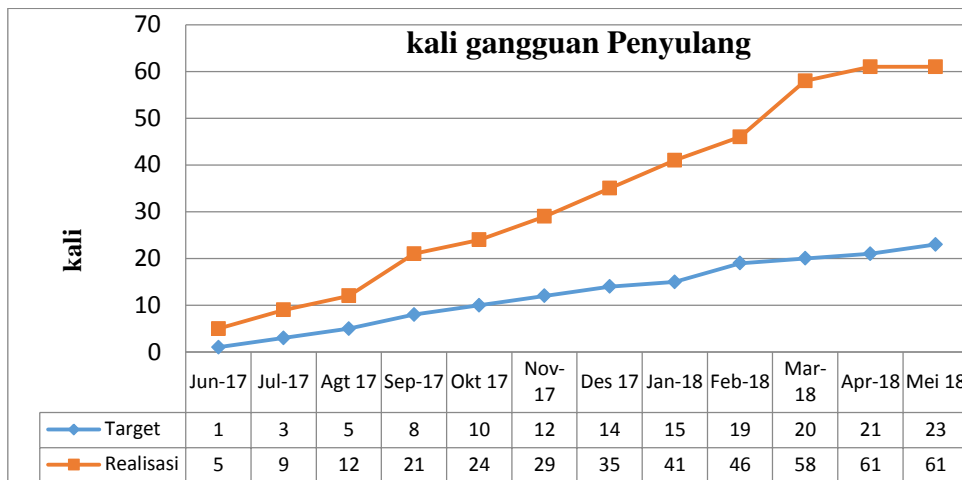
Realisasi SAIFI Periode juni 2017 – Mei 2018 Penyulang Pajajaran adalah sebesar 4,6575 Kali/Pelanggan.

Tabel 13. Realisasi Saidi

No	Bulan	Durasi Padam (jam)	Target	Jumlah Pelanggan	Pelanggan Unit	SAIFI
1	Juni 2017	1,65	1,57	9.760	125,031	0,1288
2	Juli 2017	4,52	1,75	9.780	125,848	0,3513
3	Agustus 2017	16,90	1,28	9.796	126,876	1,3048
4	September 2017	8,60	4,02	9.824	127,602	0,6621
5	Oktober 2017	3,93	3,37	9.856	128,319	0,3019
6	November 2017	6,62	5,42	9.874	129,003	0,5067
7	Desember 2017	6,23	0,80	9.879	129,622	0,4750
8	Januari 2018	6,23	1,07	9.883	130,312	0,4727
9	Februari 2018	4,48	1,77	9.890	130,857	0,3388
10	Maret 2018	12,75	2,56	9.898	131,452	0,9600
11	April 2018	0,67	8,04	9.904	132,125	0,0502
12	Mei 2018	0,00	4,92	9.914	132,582	-
Total		72,58	36,57			5,5523

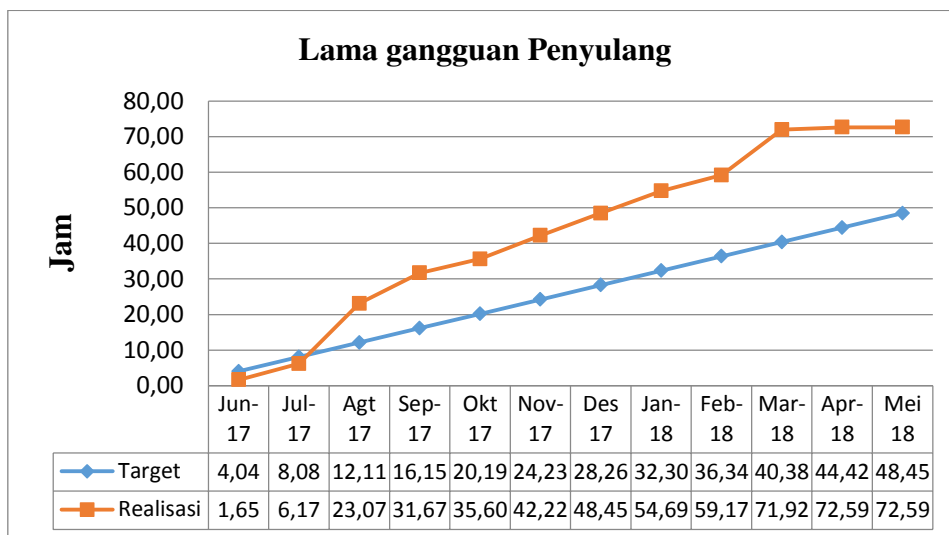
Realisasi SAIFI Periode juni 2017 – Mei 2018 Penyulang Pajajaran adalah sebesar 5,5524 Jam/Pelanggan

a. Grafik Kali Gangguan Penyulang Pajajaran



Gambar 2. Kali Gangguan Penyulang Pajajaran

b. Grafik Lama Gangguan Penyulang Pajajaran



Gambar 3. Lama Gangguan Penyulang Pajajaran

Perbandingan Hasil Perhitungan SAIDI SAIFI

Berdasarkan hasil Perhitungan dengan Metode Section Technique, hasil laporan kegiatan Penyulang dan dibandingkan dengan target, diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 14. Hasil Perbandingan SAIDI SAIFI

Indeks	Satuan (per tahun)	Perbandingan			
		IEEE 2017	Target Rayon	Metode Section Technique	Realiasi
SAIDI	Jam/Pelanggan	4,3833	3,3857	2,5707	5,5524
SAIFI	Jam/Pelanggan	1,5900	2,4901	2,6911	4,6575

KESIMPULAN

Kesimpulan dari analisis yang telah dilakukan yaitu :

1. Berdasarkan hasil perhitungan dengan Metode Section Technique, realisasi kegiatan Penyulang didapatkan tingkat keandalan SAIDI SAIFI Penyulang Pajajaran Realisasi terhadap target adalah sebesar :
 - SAIFI : 36,01 %
 - SAIFI : 12,96 %
2. Angka Realisasi Saidi Saifi Penyulang Pajajaran PLN Pada Gardu Induk New Jakabaring masih lebih tinggi dibandingkan dengan target, hal ini menunjukkan keandalan Penyulang Pajajaran masih rendah, penyebabnya adalah tingginya gangguan jaringan dan banyaknya pemadaman akibat adanya pekerjaan pemeliharaan dan pembangunan jaringan yang berkaitan dengan Penyulang Pajajaran. Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keandalan antara lain dengan mengintensifkan kegiatan pemeliharaan penyulang, mengatur sesingkat mungkin jadwal pemadaman akibat pekerjaan pemeliharaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wahyudi Ragil, R., & Umar, S.T. (2016). Analisis Keandalan Sistem Jaringan *Distribusi Di Gardu Induk Bringin Penyulang -2 Pt. Pln (Persero) UI salatiga Dengan Metode Section Technique (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta)*.
- [2] Putra, D.E., & N. Nurdiana. R. Simatupang Analisa Keandalan Penyulang 20 Kv Di Jakabaring Sport City (Jsc) Dalam Menghadapi Asian Games Ke XVIII Tahun 2018. *JURNAL SURYA ENERGI*, 2(1) 145 -156
- [3] Putra, D.E., & Siahaan,A.(2017). Studi Penerapan Over Load Shedding(Ols) Relay Pada Sisi Sekunder Transformator Daya 20 MVA Penyulang Aries 20 KV Di Gardu Induk lahat. *JURNAL AMPERE*, 2(1)
- [4] Marsudi, D. (2015), Operasi Sistem Tenaga Listrik jilid. *Yogyakarta Graha Ilmu*
- [5] IEEE Std 1366-1998, The Institute Electrical Electronic Engineering, 1998, USA
- [6] IEEE P1366-2017, The Institute Electrical Electronic Engineering, 2017, USA
- [7] SPLN No. 68-2 1986 PT. PLN (Persero). 1986 Jakarta
- [8] SPLN No. 59: 1985 PT. PLN (Persero).1995 Jakarta
- [9] Short,T.A.(2014) *Electrical Power Distribution Handbook*. CRC Press