

## **BAB IV**

### **PEMBAHASAN DAN ANALISIS**

#### **4.1 Data Penyulang di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu**

Setelah melakukan proses administrasi yang ditujukan kepada PT. PLN (Persero) Unit Pelayanan Pelanggan (UP3) Yogyakarta dan proses pengambilan data sesuai dengan objek analisis yaitu di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu, maka didapat jumlah total per pelanggan dari setiap penyulang yang dilayani PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu, di mana pada distribusi tenaga listrik oleh PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu terdapat tujuh penyulang. Berikut daftar pelanggan pada setiap penyulang di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu.

**Tabel 4.1** Daftar Pelanggan Pada Setiap Penyulang di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu.

<b>No.</b>	<b>Nama Penyulang</b>	<b>Jumlah Pelanggan</b>
1	GDN01	20.561
2	GDN02	16.329
3	GDN03	14.795
4	GDN04	17.352
5	GDN05	10.204
6	WBN06	13.424
7	BNL08	14.363
<b>Total</b>		<b>107.028</b>

#### 4.2 Daftar Peralatan Distribusi Terpasang di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu

Dalam Memudahkan pengamatan dan analisis maka untuk itu pada setiap penyulang dapat direkapitulasi instrumen jaringan yang terdapat pada setiap penyulang area distribusi PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu dengan jumlah total panjang jaringan yaitu 475,17 kms pada Saluran Udara Tegangan Menengah (STUM) dan 675,24 kms pada Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR), dengan jumlah total trafo distribusi 2.065,00 buah dengan total kapasitas 109.655,00 kVA, serta jumlah total tiang 9.096,00 btg pada tegangan menengah dan 6.438,00 btg pada tegangan rendah. Berikut data rekapitulasi instrumen jaringan distribusi pada setiap penyulang di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu pada tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Data Instrumen Distribusi Terpasang PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu

No.	Penyulang	SUTM (kms)	SUTR (kms)	Trafo Distribusi		Tiang Distribusi	
				Unit	Daya (kVA)	TM (btg)	TR (btg)
1	GDN 01	32,93	70,49	388	23.530	649	692
2	GDN 02	90,25	166,53	339	16.595	1.773	1.677
3	GDN 03	33,30	55,50	196	11.275	468	522
4	GDN 04	104,06	195,60	410	18.910	2.074	1.755
5	GDN 05	29,89	27,34	169	9.960	547	247
6	WBN 06	65,06	32,50	217	12.515	1.103	309
7	BNL 08	97,00	105,05	244	12.040	2.023	1.029
<b>Jumlah Total</b>		<b>452,29</b>	<b>653,01</b>	<b>1.963,00</b>	<b>104.825,00</b>	<b>8.637,00</b>	<b>6.231,00</b>

### 4.3 Gangguan Jaringan Distribusi 20 kV PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu

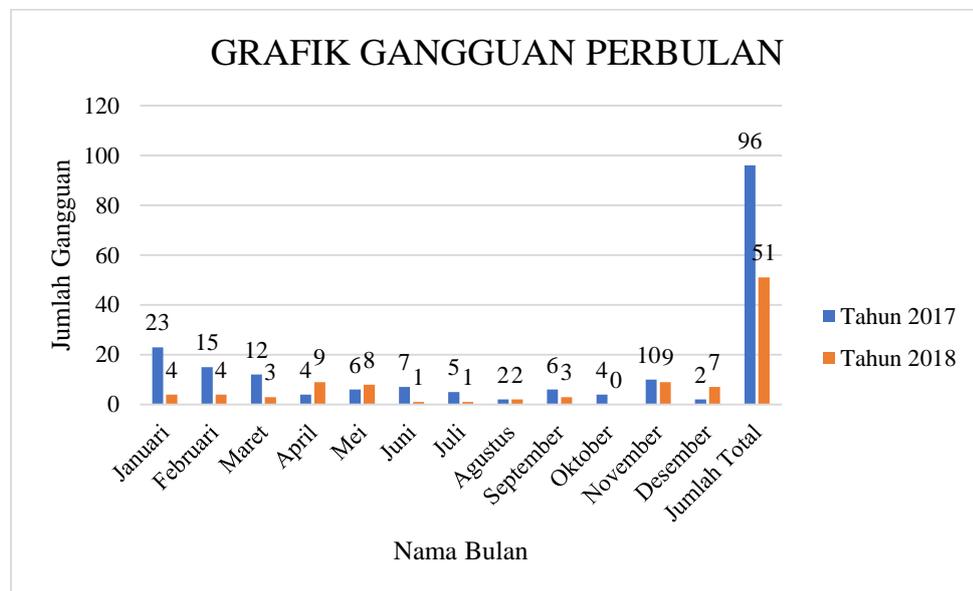
Pada data gangguan jaringan distribusi tenaga listrik yaitu sebuah data yang meliputi tentang :

1. Waktu Keluar (Pemadaman)
2. Waktu Masuk (Nyala)
3. Lama Padam (Durasi)

Dari data tersebut dapat diketahui durasi padam dan frekuensi padam. Pada kalkulasi durasi padam dapat dihasilkan dari waktu (satuan menit), sedangkan pada frekuensi padam/angka kegagalan dihasilkan dari kalkulasi berapa kali trip/padam pada setiap penyulang yang dilayani pada setiap bulannya per tahun.

#### 4.3.1 Data Gangguan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik Pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu

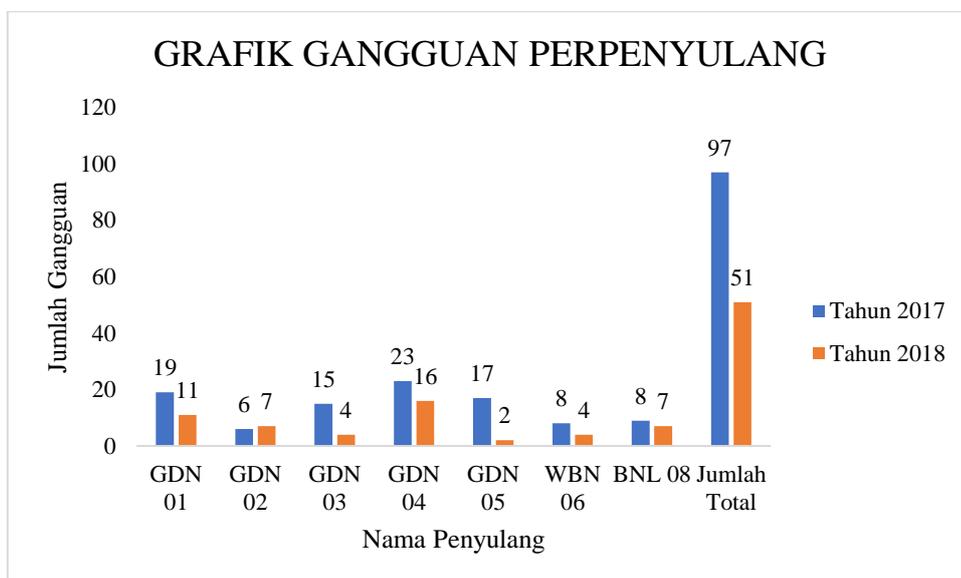
Berikut infografis gangguan jaringan distribusi tenaga listrik berdasarkan frekuensi padam perbulan di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu tahun 2017-2018.



Gambar 4. 1 Grafik Gangguan Perbulan 2017-2018.

### 4.3.2 Jumlah Gangguan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik Pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu

Dalam memudahkan pengamatan dan perhitungan data yang diperoleh dari gangguan distribusi tenaga listrik area distribusi PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu maka dari itu data dikelompokkan kembali ke dalam bentuk gangguan masing-masing penyulang. Berikut infografis jumlah gangguan jaringan distribusi tenaga listrik area distribusi PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu berdasarkan frekuensi padam pada masing-masing penyulang pada tahun 2017-2018 pada gambar 4.2.



**Gambar 4. 2** Grafik Gangguan Perpenyulang 2017-2018.

#### 4.4 Perhitungan dan Analisis Indeks Keandalan SAIFI, SAIDI, CAIDI Pada Penyulang PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu

Dalam memudahkan perhitungan dan analisis untuk itu data yang diperoleh akan di kelompokkan pada setiap penyulang PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu dengan klasifikasi durasi gangguan dan jumlah gangguan yang terdapat pada masing-masing penyulang.

Pada tabel 4.4 dapat ditunjukkan klasifikasi gangguan pada masing-masing penyulang pada tahun 2017-2018.

**Tabel 4.3** Daftar Durasi Padam dan Frekuensi Gangguan Tahun 2017-2018.

No.	Nama Penyulang	Tahun 2017		Tahun 2018	
		Durasi Gangguan (menit)	Frekuensi Gangguan	Durasi Gangguan (menit)	Frekuensi Gangguan
1	GDN 01	946	19 Kali	731	11 Kali
2	GDN 02	343	6 Kali	566	7 Kali
3	GDN 03	801	15 Kali	87	4 Kali
4	GDN 04	1.010	23 Kali	855	16 Kali
5	GDN 05	638	17 Kali	154	2 Kali
6	WBN 06	383	8 Kali	339	4 Kali
7	BNL 08	443	8 Kali	481	7 Kali
<b>Jumlah Total</b>		<b>4.564</b>	<b>96 Kali</b>	<b>3.213</b>	<b>51 Kali</b>

##### 4.4.1 Perhitungan dan Analisis Indeks Keandalan *System Average Interruption Frequency index* (SAIFI) Pada Setiap Penyulang di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu

Untuk memudahkan dalam perhitungan Indeks Keandalan SAIFI pada masing-masing penyulang maka pada tabel 4.8 terdapat data frekuensi gangguan

dan jumlah pelanggan pada masing-masing penyulang yang terdapat di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu pada tahun 2017 dan 2018.

**Tabel 4.4** Jumlah Pelanggan dan Frekuensi Gangguan PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu pada tahun 2017 dan 2018.

No.	Nama Penyulang	Jumlah Pelanggan	Frekuensi Gangguan	
			2017	2018
1	GDN01	20.561	19 Kali	11 Kali
2	GDN02	16.329	6 Kali	7 Kali
3	GDN03	14.795	15 Kali	4 Kali
4	GDN04	17.352	23 Kali	16 Kali
5	GDN05	10.204	17 Kali	2 Kali
6	WBN06	13.424	8 Kali	4 Kali
7	BNL08	14.363	8 Kali	7 Kali
<b>Total</b>		<b>107.028</b>	<b>96 Kali</b>	<b>51 Kali</b>

Untuk mendapatkan hasil perhitungan indeks keandalan SAIFI maka menggunakan rumus sebagai berikut :

$$SAIFI = \frac{\text{Jumlah dari Perkalian Angka Kegagalan dan Pelanggan Padam}}{\text{Jumlah Total Pelanggan}}$$

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i \cdot N_i}{\sum N_t}$$

Di mana :

$\lambda_i$  = Angka kegagalan/frekuensi padam (kali/tahun)

$N_i$  = Jumlah pelanggan yang terganggu pada beban  $i$

$N_t$  = Jumlah pelanggan total yang dilayani

Berikut adalah perhitungan indeks keandalan SAIFI pada masing-masing penyulang di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu selama tahun 2017 :

$$\text{SAIFI Penyulang GDN 01} = \frac{\Sigma \lambda i.Ni}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 19 x 20.561}{107.028}$$

$$= 3,65 \text{ Kali/Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIFI Penyulang GDN 02} = \frac{\Sigma \lambda i.Ni}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 6 x 16.329}{107.028}$$

$$= 0,92 \text{ Kali Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIFI Penyulang GDN 03} = \frac{\Sigma \lambda i.Ni}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 15 x 14.795}{107.028}$$

$$= 2,07 \text{ Kali Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIFI Penyulang GDN 04} = \frac{\Sigma \lambda i.Ni}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 23 x 17.352}{107.028}$$

$$= 3.72 \text{ Kali Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIFI Penyulang GDN 05} = \frac{\Sigma \lambda i.Ni}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 17 x 10.204}{107.028}$$

$$= 1,62 \text{ Kali Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIFI Penyulang WBN 06} = \frac{\Sigma \lambda i.Ni}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 8 x 13.424}{107.028}$$

$$= 1,00 \text{ Kali Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIFI Penyulang BNL 08} = \frac{\Sigma \lambda i.Ni}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 8 x 14.363}{107.028}$$

$$= 1,07 \text{ Kali Pelanggan/Tahun}$$

Berikut adalah perhitungan indeks keandalan SAIFI pada masing-masing penyulang di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu selama tahun 2018 :

$$\text{SAIFI Penyulang GDN 01} = \frac{\Sigma \lambda i.Ni}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 11 x 20.561}{107.028}$$

$$= 2,11 \text{ Kali/Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIFI Penyulang GDN 02} = \frac{\Sigma \lambda i.Ni}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 7 x 16.329}{107.028}$$

$$= 1,06 \text{ Kali Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIFI Penyulang GDN 03} = \frac{\Sigma \lambda i.Ni}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 4 x 14.795}{107.028}$$

$$= 0,55 \text{ Kali Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIFI Penyulang GDN 04} = \frac{\Sigma \lambda i.Ni}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 16 x 17.352}{107.028}$$

$$= 2,59 \text{ Kali Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIFI Penyulang GDN 05} = \frac{\Sigma \lambda i.Ni}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 2 x 10.204}{107.028}$$

$$= 0,20 \text{ Kali Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIFI Penyulang WBN 06} = \frac{\Sigma \lambda i.Ni}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 4 x 13.424}{107.028}$$

$$= 0,50 \text{ Kali Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIFI Penyulang BNL 08} = \frac{\Sigma \lambda i.Ni}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 7 x 14.363}{107.028}$$

$$= 1,20 \text{ Kali Pelanggan/Tahun}$$

Berikut adalah tabel **4.9** yang mana pada tabel tersebut dapat menampilkan hasil dari perhitungan indeks keandalan SAIFI pada masing-masing penyulang (GDN 01, GDN 02, GDN 03 GDN 04, GDN 05, WBN 06, BNL 08) yang terdapat pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu pada tahun 2017-2018.

**Tabel 4.5** Nilai Indeks SAIFI di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018.

No.	Nama Penyulang	Nilai Indeks SAIFI	
		Kali/Pelanggan/Tahun	
		2017	2018
1	GDN 01	3,65	2,11
2	GDN 02	0,92	1,06
3	GDN 03	2,07	0,55
4	GDN 04	3,72	2,59
5	GDN 05	1,62	0,20
6	WBN 06	1,00	0,50
7	BNL 08	1,07	1,20
<b>Jumlah Total</b>		<b>14,05</b>	<b>8,21</b>

Untuk memudahkan dalam analisis berdasarkan hasil komparasi dengan indeks keandalan SPLN No. 68-2 :1986, IEEE std 1366-2003, WCS (*World Class Service*) dan WCC (*World Class Company*), maka pada tabel **4.10** terdapat kesimpulan bagaimana andal atau tidaknya sistem jaringan distribusi yang terdapat pada masing-masing penyulang yang terdapat pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu pada tahun 2017-2018. Berikut hasil komparasi tingkat keandalan SAIFI sistem distribusi pada pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu pada tahun 2017-2018.

**Tabel 4.6** Nilai Komparasi Indeks Keandalan SAIFI di PT. PLN (Persero)  
Rayon Sedayu 2017-2018 berdasarkan Indeks Keandalan SPLN No. 68-2 :1986.

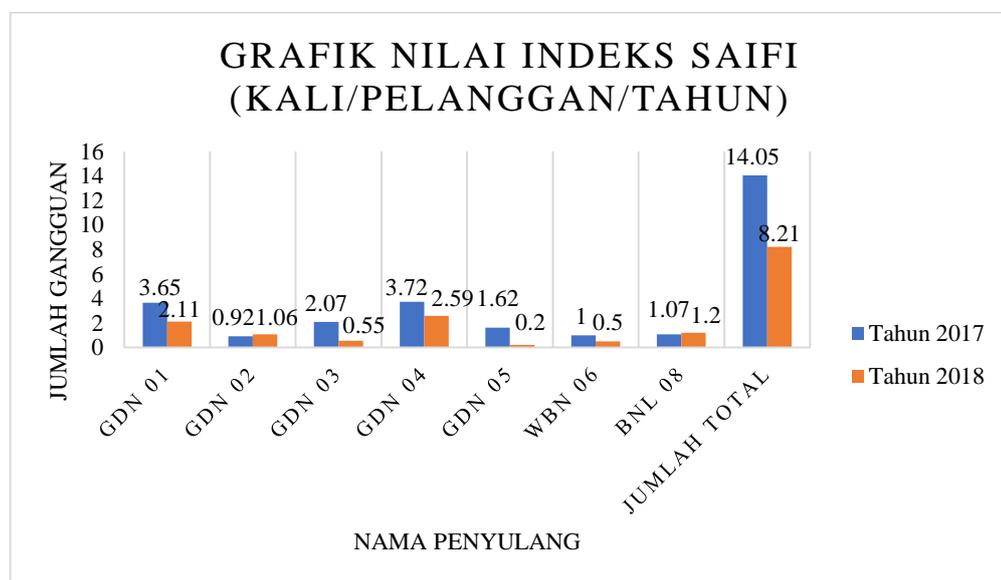
No.	Nama Penyulang	Nilai Indeks SAIFI Kali/Pelanggan/Tahun		Standar Indeks Keandalan SPLN No. 68-2 :1986	
		2017	2018	2017	2018
1	GDN 01	3,65	2,11	Kurang Andal	Andal
2	GDN 02	0,92	1,06	Andal	Andal
3	GDN 03	2,07	0,55	Andal	Andal
4	GDN 04	3.72	2,59	Kurang Andal	Andal
5	GDN 05	1,62	0,20	Andal	Andal
6	WBN 06	1,00	0,50	Andal	Andal
7	BNL 08	1,07	1,20	Andal	Andal

**Tabel 4.7** Nilai Komparasi Indeks Keandalan SAIFI di PT. PLN (Persero)  
Rayon Sedayu 2017-2018 berdasarkan Indeks Keandalan IEEE std 1366-2003.

No.	Nama Penyulang	Nilai Indeks SAIFI Kali/Pelanggan/Tahun		Standar Indeks Keandalan IEEE std 1366-2003	
		2017	2018	2017	2018
1	GDN 01	3,65	2,11	Kurang Andal	Kurang Andal
2	GDN 02	0,92	1,06	Andal	Andal
3	GDN 03	2,07	0,55	Kurang Andal	Andal
4	GDN 04	3.72	2,59	Kurang Andal	Kurang Andal
5	GDN 05	1,62	0,20	Kurang Andal	Andal
6	WBN 06	1,00	0,50	Andal	Andal
7	BNL 08	1,07	1,20	Andal	Andal

**Tabel 4.8** Nilai Komparasi Indeks Keandalan SAIFI di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018 berdasarkan Indeks Keandalan WCS (*World Class Service*) dan WCC (*World Class Company*).

No.	Nama Penyulang	Nilai Indeks SAIFI Kali/Pelanggan/Tahun		Standar Indeks Keandalan WCS ( <i>World Class Service</i> ) dan WCC ( <i>World Class Company</i> ).	
		2017	2018	2017	2018
1	GDN 01	3,65	2,11	Kurang Andal	Andal
2	GDN 02	0,92	1,06	Andal	Andal
3	GDN 03	2,07	0,55	Andal	Andal
4	GDN 04	3,72	2,59	Kurang Andal	Andal
5	GDN 05	1,62	0,20	Andal	Andal
6	WBN 06	1,00	0,50	Andal	Andal
7	BNL 08	1,07	1,20	Andal	Andal



**Gambar 4. 3** Grafik Nilai Indeks Keandalan SAIFI Pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018.

Setelah melakukan perhitungan indeks kerja SAIFI maka dapat diperoleh nilai pada masing-masing penyulang yang terdapat pada PT/ PLN (Persero) Rayon Sedayu dapat diketahui berdasarkan perhitungan indeks SAIFI yang telah dilakukan dan secara grafik indeks keandalan pada tahun 2017-2018 bersifat fluktuatif, di mana angka tertinggi gangguan pada tahun 2017 terjadi pada Penyulang GDN 01 dengan angka 3,65 atau dengan kata lain penyulang dengan keandalan paling rendah (dengan indikator tingginya frekuensi gangguan) pada tahun 2017 gangguan tersebut rata-rata disebabkan karena gangguan non-teknis di mana yang paling sering menjadi penyebab masalah adalah gangguan binatang, dahan/ranting pohon yang mengenai kabel distribusi serta cuaca yang biasanya diakibatkan oleh hujan, angin, dan petir. Pada tahun 2018 angka tertinggi gangguan terjadi pada Penyulang GDN 04 dengan angka 2,59, hal ini tidak jauh berbeda seperti yang terjadi pada tahun sebelumnya yakni penyebab umum dikarenakan gangguan non-teknis.

Akan tetapi pada tahun kurun waktu 2 tahun tersebut tidak dapat dipungkiri terjadi gangguan-gangguan teknis seperti rusaknya peralatan yang terdapat pada FCO putus, isolator rusak, SKTUM terbakar, *Overload*, dll. namun pada dasarnya jika kita perhatikan lebih detail kerusakan teknis yang telah disebutkan sebelumnya tidak terlepas dari gangguan cuaca (hujan, angin, petir) hal ini dikarenakan bentuk sensitivitas peralatan terpasang pada sistem distribusi terhadap gangguan luar (cuaca). Terjadinya *Overload* pada sistem sangat mungkin terjadi hal ini jika kita perhatikan pada jumlah pelanggan yang dilayani pada masing-masing penyulang, yakni GDN 01 dan GDN 04 adalah penyulang dengan jumlah pelanggan terbanyak dibanding penyulang lain, hal ini mengakibatkan pada penyulang GDN 01 dan GDN 04 lebih rentan mengalami gangguan teknis dikarenakan pemakaian daya listrik yang cukup tinggi.

#### **4.4.2 Perhitungan dan Analisis Indeks Keandalan *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) Pada Setiap Penyulang di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu**

Untuk memudahkan dalam perhitungan Indeks Keandalan SAIDI pada masing-masing penyulang maka pada tabel **4.12** terdapat data durasi terjadinya

gangguan dan jumlah pelanggan pada masing-masing penyulang yang terdapat di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu pada tahun 2017 dan 2018.

**Tabel 4.9** Jumlah Pelanggan dan Durasi Gangguan PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu pada tahun 2017-2018.

No.	Nama Penyulang	Jumlah Pelanggan	Durasi gangguan Gangguan (Jam)	
			2017	2018
1	GDN01	20.561	15,7	12,18
2	GDN02	16.329	7,23	9,43
3	GDN03	14.795	13,35	1,45
4	GDN04	17.352	16,83	14,25
5	GDN05	10.204	10,63	2,56
6	WBN06	13.424	6,38	5,65
7	BNL08	14.363	7,38	8,01
<b>Total</b>		<b>107.028</b>	<b>75,3</b>	<b>53,53</b>

Untuk mendapatkan hasil perhitungan indeks keandalan SAIDI maka menggunakan rumus sebagai berikut :

$$SAIDI = \frac{\text{Perkalian Lama Padam dan Pelanggan Padam}}{\text{Jumlah Total Pelanggan}}$$

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

Di mana :

$U_i$  = Lama/durasi padam

$N_i$  = Jumlah pelanggan yang terganggu pada beban  $i$

$N_t$  = Jumlah pelanggan total yang dilayani  $i$

Berikut adalah perhitungan indeks keandalan SAIDI pada masing-masing penyulang di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu selama tahun 2017 :

$$\text{SAIDI Penyulang GDN 01} = \frac{\Sigma U_i.N_i}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 15,7 \times 20.561}{107.028}$$

$$= 3,01 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIDI Penyulang GDN 02} = \frac{\Sigma U_i.N_i}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 7,23 \times 16.329}{107.028}$$

$$= 1,10 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIDI Penyulang GDN 03} = \frac{\Sigma U_i.N_i}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 13,35 \times 14.795}{107.028}$$

$$= 1,84 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIDI Penyulang GDN 04} = \frac{\Sigma U_i.N_i}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 16,83 \times 17.352}{107.028}$$

$$= 2,72 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIDI Penyulang GDN 05} = \frac{\Sigma U_i.N_i}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 10,63 \times 10.204}{107.028}$$

$$= 1,01 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIDI Penyulang WBN 06} = \frac{\Sigma U_i.N_i}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 6,38 \times 13.424}{107.028}$$

$$= 0,80 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIDI Penyulang BNL 08} = \frac{\Sigma U_i.N_i}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 7,38 \times 14.363}{107.028}$$

$$= 0,99 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}$$

Berikut adalah perhitungan indeks keandalan SAIDI pada masing-masing penyulang di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu selama tahun 2018 :

$$\text{SAIDI Penyulang GDN 01} = \frac{\Sigma U_i.N_i}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 12,18 \times 20.561}{107.028}$$

$$= 2,33 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIDI Penyulang GDN 02} = \frac{\Sigma U_i.N_i}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 9,43 \times 16.329}{107.028}$$

$$= 1,43 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIDI Penyulang GDN 03} = \frac{\Sigma U_i.N_i}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 1,45 \times 14.795}{107.028}$$

$$= 0,20 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIDI Penyulang GDN 04} = \frac{\Sigma U_i.N_i}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 14,25 \times 17.352}{107.028}$$

$$= 2,31 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIDI Penyulang GDN 05} = \frac{\Sigma U_i.N_i}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 2,56 \times 10.204}{107.028}$$

$$= 0,24 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIDI Penyulang WBN 06} = \frac{\Sigma U_i.N_i}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 5,65 \times 13.424}{107.028}$$

$$= 0,70 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}$$

$$\text{SAIDI Penyulang BNL 08} = \frac{\Sigma U_i.N_i}{\Sigma Nt} = \frac{\Sigma 8,01 \times 14.363}{107.028}$$

$$= 1,07 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}$$

Berikut adalah tabel **4.13** yang mana pada tabel tersebut dapat menampilkan hasil dari perhitungan indeks keandalan SAIDI pada masing-masing penyulang (GDN 01, GDN 02, GDN 03 GDN 04, GDN 05, WBN 06, BNL 08) yang terdapat pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu pada tahun 2017-2018.

**Tabel 4.10** Nilai Indeks SAIDI di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018.

No.	Nama Penyulang	Nilai Indeks SAIDI	
		Jam/Pelanggan/Tahun	
		2017	2018
1	GDN 01	3,01	2,33
2	GDN 02	1,10	1,43
3	GDN 03	1,84	0,20
4	GDN 04	2,72	2,31
5	GDN 05	1,01	0,24
6	WBN 06	0,80	0,70
7	BNL 08	0,99	1,07
<b>Jumlah Total</b>		<b>11,47</b>	<b>8,28</b>

Untuk memudahkan dalam analisis berdasarkan hasil komparasi dengan indeks keandalan SPLN No. 68-2 :1986, IEEE std 1366-2003, WCS (*World Class Service*) dan WCC (*World Class Company*), maka pada tabel **4.14** terdapat kesimpulan bagaimana andal atau tidaknya sistem jaringan distribusi yang terdapat pada masing-masing penyulang yang terdapat pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu pada tahun 2017-2018. Berikut hasil komparasi tingkat keandalan SAIDI sistem distribusi pada pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu pada tahun 2017-2018.

**Tabel 4.11** Nilai Komparasi Indeks Keandalan SAIDI di PT. PLN (Persero)  
Rayon Sedayu 2017-2018 berdasarkan Indeks Keandalan SPLN No. 68-2 :1986.

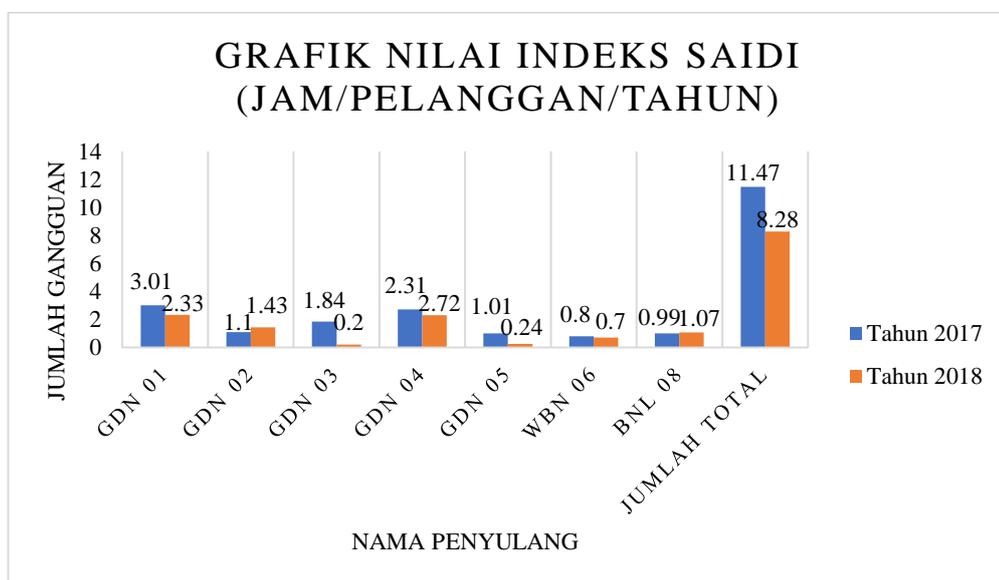
No.	Nama Penyulang	Nilai Indeks SAIDI Jam/Pelanggan/Tahun		Standar Indeks Keandalan SPLN No. 68-2 :1986	
		2017	2018	2017	2018
1	GDN 01	3,01	2,33	Andal	Andal
2	GDN 02	1,10	1,43	Andal	Andal
3	GDN 03	1,84	0,20	Andal	Andal
4	GDN 04	2,72	2,31	Andal	Andal
5	GDN 05	1,01	0,24	Andal	Andal
6	WBN 06	0,80	0,70	Andal	Andal
7	BNL 08	0,99	1,07	Andal	Andal

**Tabel 4.12** Nilai Komparasi Indeks Keandalan SAIDI di PT. PLN (Persero)  
Rayon Sedayu 2017-2018 berdasarkan Indeks Keandalan IEEE std 1366-2003.

No.	Nama Penyulang	Nilai Indeks SAIDI Kali/Pelanggan/Tahun		Standar Indeks Keandalan IEEE std 1366-2003	
		2017	2018	2017	2018
1	GDN 01	3,01	2,33	Kurang Andal	Kurang Andal
2	GDN 02	1,10	1,43	Andal	Andal
3	GDN 03	1,84	0,20	Andal	Andal
4	GDN 04	2,72	2,31	Kurang Andal	Kurang Andal
5	GDN 05	1,01	0,24	Andal	Andal
6	WBN 06	0,80	0,70	Andal	Andal
7	BNL 08	0,99	1,07	Andal	Andal

**Tabel 4.13** Nilai Komparasi Indeks Keandalan SAIDI di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018 berdasarkan Indeks Keandalan WCS (*World Class Service*) dan WCC (*World Class Company*).

No.	Nama Penyulang	Nilai Indeks SAIDI Kali/Pelanggan/Tahun		Standar Indeks Keandalan WCS ( <i>World Class Service</i> ) dan WCC ( <i>World Class Company</i> ).	
		2017	2018	2017	2018
1	GDN 01	3,01	2,33	Kurang Andal	Kurang Andal
2	GDN 02	1,10	1,43	Andal	Andal
3	GDN 03	1,84	0,20	Kurang Andal	Andal
4	GDN 04	2,72	2,31	Kurang Andal	Kurang Andal
5	GDN 05	1,01	0,24	Andal	Andal
6	WBN 06	0,80	0,70	Andal	Andal
7	BNL 08	0,99	1,07	Andal	Andal



**Gambar 4.4** Grafik Nilai Indeks Keandalan SAIDI Pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018.

Setelah melakukan perhitungan indeks kerja SAIDI maka dapat diperoleh nilai pada masing-masing penyulang yang terdapat pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu, dapat diketahui berdasarkan perhitungan indeks SAIDI yang telah dilakukan dan secara grafik indeks keandalan pada tahun 2017-2018 bersifat fluktuatif, di mana angka tertinggi durasi gangguan pada tahun 2017 terjadi pada Penyulang GDN 01 dengan angka 3,01, atau dengan kata lain penyulang dengan tingkat keandalan paling rendah (dengan indikator lama gangguan), pada tahun 2017 gangguan tersebut rata-rata diakibatkan karena gangguan non-teknis di mana yang paling sering menjadi penyebab masalah adalah gangguan binatang, dahan/ranting pohon yang mengenai kabel distribusi serta cuaca yang biasanya diakibatkan oleh hujan, angin dan petir. Kemudian pada tahun 2018 angka tertinggi durasi gangguan terjadi pada Penyulang GDN 01 juga dengan angka 2,33, pada umumnya gangguan-gangguan pada sistem distribusi tenaga listrik di mana penyebab umumnya adalah gangguan non-teknis seperti yang terjadi pada tahun 2017.

Akan tetapi dalam kurun waktu 2 tahun tidak ada suatu sistem yang sempurna, begitu pun pada sistem jaringan distribusi, pada umumnya yang menjadi penyebab instrumen jaringan distribusi di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu antara lain adalah, FCO Putus, Isolator pecah (hujan), Putusnya SKUTM putus, Arester Jebol, *Overload*, kendala/gangguan yang terjadi yang disebabkan oleh sistem tidak bisa dihindarkan hal ini mengingat beberapa hal terkait dengan kerusakan instrumen yang terdapat pada jaringan yakni usia peralatan yang seharusnya menjadi perhatian perawatan berkala/*preventive maintenance* pada sistem jaringan distribusi sehingga ukuran kelayakan operasi instrumen tersebut dapat terjamin dengan baik. Adapun gangguan sistem selain dari *Overload (Over Voltage* dan *Short Circuit)* tidak ditemukan dalam kurun waktu 2 tahun (2017-2018). Pada Indeks Keandalan SAIFI di mana gangguan berdasarkan lama durasi ini membutuhkan perbaikan jaringan yang cukup lama apabila gangguan yang terjadi tidak bisa di atasi dengan sistem penutup balik (*recloser*) yang pada konteks ini adalah gangguan yang bersifat temporer.

#### 4.4.3 Perhitungan dan Analisis Indeks Keandalan *Costumer Average Interruption Duration Index (CAIDI)* Pada Setiap Penyulang di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu

Untuk memudahkan dalam perhitungan Indeks Keandalan CAIDI pada masing-masing penyulang maka pada tabel 4.17 terdapat data hasil kalkulasi perhitungan sebelumnya, di mana pada perhitungan CAIDI dihasilkan dari pembagian antara hasil perhitungan SAIFI (per penyulang) dan SAIDI (per penyulang) atau dengan arti data durasi terjadinya gangguan dan jumlah frekuensi gangguan pada masing-masing penyulang yang terdapat di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu pada tahun 2017 dan 2018.

**Tabel 4.14** Nilai Indeks SAIFI dan SAIDI di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018.

No.	Nama Penyulang	TAHUN 2017		TAHUN 2018	
		Nilai Indeks SAIFI	Nilai Indeks SAIDI	Nilai Indeks SAIFI	Nilai Indeks SAIDI
1	GDN 01	3,65	3,01	2,11	2,33
2	GDN 02	0,92	1,10	1,06	1,43
3	GDN 03	2,07	1,84	0,55	0,20
4	GDN 04	3,72	2,72	2,59	2,31
5	GDN 05	1,62	1,01	0,20	0,24
6	WBN 06	1,00	0,80	0,50	0,70
7	BNL 08	1,07	0,99	1,20	1,07
<b>Jumlah Total</b>		<b>14,05</b>	<b>11,47</b>	<b>8,21</b>	<b>8,28</b>

Untuk mendapatkan hasil perhitungan indeks keandalan CAIDI maka menggunakan rumus sebagai berikut :

$$CAIDI = \frac{\text{Jumlah Durasi Gangguan Pelanggan}}{\text{Jumlah Total Gangguan Pelanggan}} = \frac{SAIDI}{SAIFI}$$

$$CAIDI = \frac{\sum U_i.N_i}{\sum \lambda_i.N_i}$$

Di mana :

$U_i$  = Lama/durasi padam

$N_i$  = Jumlah pelanggan yang terganggu pada beban  $i$

$\lambda_i$  = Angka kegagalan/frekuensi padam (kali/tahun)

Berikut adalah perhitungan indeks keandalan CAIDI pada masing-masing penyulang di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu selama tahun 2017 :

$$CAIDI \text{ Penyulang GDN 01} = \frac{SAIDI}{SAIFI} = \frac{3,01}{3,65} = 0,82 \text{ Jam/Gangguan.}$$

$$CAIDI \text{ Penyulang GDN 02} = \frac{SAIDI}{SAIFI} = \frac{1,10}{0,92} = 1,19 \text{ Jam/Gangguan.}$$

$$CAIDI \text{ Penyulang GDN 03} = \frac{SAIDI}{SAIFI} = \frac{1,84}{2,07} = 0,88 \text{ Jam/Gangguan.}$$

$$CAIDI \text{ Penyulang GDN 04} = \frac{SAIDI}{SAIFI} = \frac{2,72}{3,72} = 0,73 \text{ Jam/Gangguan.}$$

$$CAIDI \text{ Penyulang GDN 05} = \frac{SAIDI}{SAIFI} = \frac{1,01}{1,62} = 0,62 \text{ Jam/Gangguan.}$$

$$CAIDI \text{ Penyulang WBN 06} = \frac{SAIDI}{SAIFI} = \frac{0,80}{1,00} = 0,8 \text{ Jam/Gangguan.}$$

$$CAIDI \text{ Penyulang BNL 08} = \frac{SAIDI}{SAIFI} = \frac{0,99}{1,07} = 0,92 \text{ Jam/Gangguan.}$$

Berikut adalah perhitungan indeks keandalan CAIDI pada masing-masing penyulang di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu selama tahun 2018 :

$$\text{CAIDI Penyulang GDN 01} = \frac{\text{SAIDI}}{\text{SAIFI}} = \frac{2,33}{2,11} = 1,10 \text{ Jam/Gangguan.}$$

$$\text{CAIDI Penyulang GDN 02} = \frac{\text{SAIDI}}{\text{SAIFI}} = \frac{1,43}{1,06} = 1,34 \text{ Jam/Gangguan.}$$

$$\text{CAIDI Penyulang GDN 03} = \frac{\text{SAIDI}}{\text{SAIFI}} = \frac{0,20}{0,55} = 0,36 \text{ Jam/Gangguan.}$$

$$\text{CAIDI Penyulang GDN 04} = \frac{\text{SAIDI}}{\text{SAIFI}} = \frac{2,31}{2,59} = 0,89 \text{ Jam/Gangguan.}$$

$$\text{CAIDI Penyulang GDN 05} = \frac{\text{SAIDI}}{\text{SAIFI}} = \frac{0,24}{0,20} = 1,2 \text{ Jam/Gangguan.}$$

$$\text{CAIDI Penyulang WBN 06} = \frac{\text{SAIDI}}{\text{SAIFI}} = \frac{0,70}{0,50} = 1,4 \text{ Jam/Gangguan.}$$

$$\text{CAIDI Penyulang BNL 08} = \frac{\text{SAIDI}}{\text{SAIFI}} = \frac{1,07}{1,20} = 0,89 \text{ Jam/Gangguan}$$

Berikut adalah tabel 4.18 yang mana pada tabel tersebut dapat menampilkan hasil dari perhitungan indeks keandalan CAIDI pada masing-masing penyulang (GDN 01, GDN 02, GDN 03 GDN 04, GDN 05, WBN 06, BNL 08) yang terdapat pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu pada tahun 2017-2018.

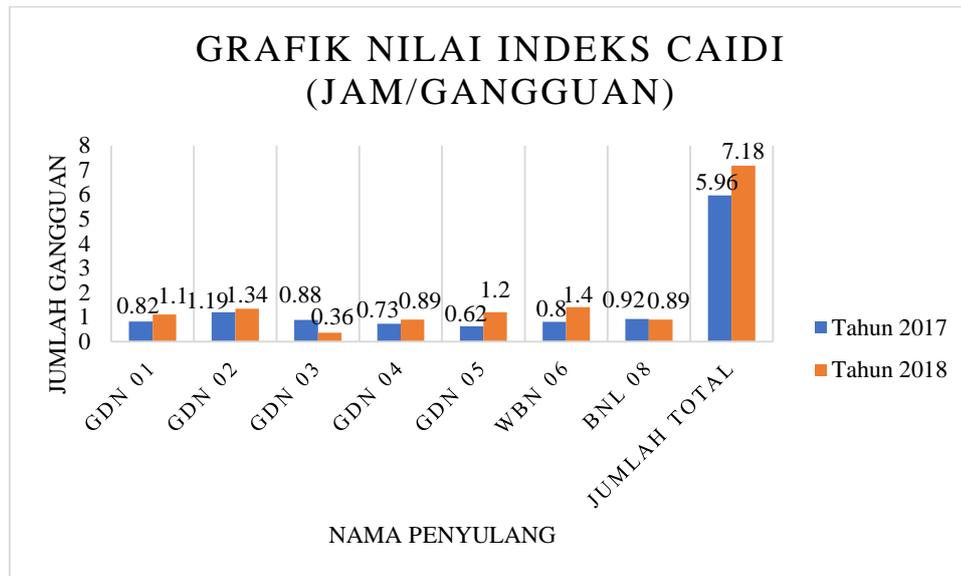
**Tabel 4.15** Nilai Indeks CAIDI di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018.

No.	Nama Penyulang	Nilai Indeks CAIDI	
		Jam/Gangguan	
		2017	2018
1	GDN 01	0,82	1,10
2	GDN 02	1,19	1,34
3	GDN 03	0,88	0,36
4	GDN 04	0,73	0,89
5	GDN 05	0,62	1,2
6	WBN 06	0,8	1,4
7	BNL 08	0,92	0,89
<b>Jumlah Total</b>		<b>5,96</b>	<b>7,18</b>

Untuk memudahkan dalam analisis hasil perhitungan indeks keandalan CAIDI dengan komparasi dengan indeks keandalan Standar IEEE std 1366-2003, hal ini dikarenakan hanya IEEE yang meregulasi standar indeks keandalan sistem jaringan distribusi dengan indikator kerja CAIDI, maka pada tabel **4.19** terdapat kesimpulan bagaimana andal atau tidaknya sistem jaringan distribusi yang terdapat pada masing-masing penyulang yang terdapat pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu pada tahun 2017-2018. Berikut hasil komparasi tingkat keandalan CAIDI sistem distribusi pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu pada tahun 2017-2018.

**Tabel 4.16** Nilai Komparasi Indeks Keandalan SAIDI di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018 berdasarkan Indeks Keandalan SPLN No. 68-2 :1986.

No.	Nama Penyulang	Nilai Indeks CAIDI Jam/Gangguan		Standar Indeks Keandalan IEEE std 1366-2003	
		2017	2018	2017	2018
1	GDN 01	0,82	1,10	Andal	Andal
2	GDN 02	1,19	1,34	Andal	Andal
3	GDN 03	0,88	0,36	Andal	Andal
4	GDN 04	0,73	0,89	Andal	Andal
5	GDN 05	0,62	1,2	Andal	Andal
6	WBN 06	0,8	1,4	Andal	Andal
7	BNL 08	0,92	0,89	Andal	Andal

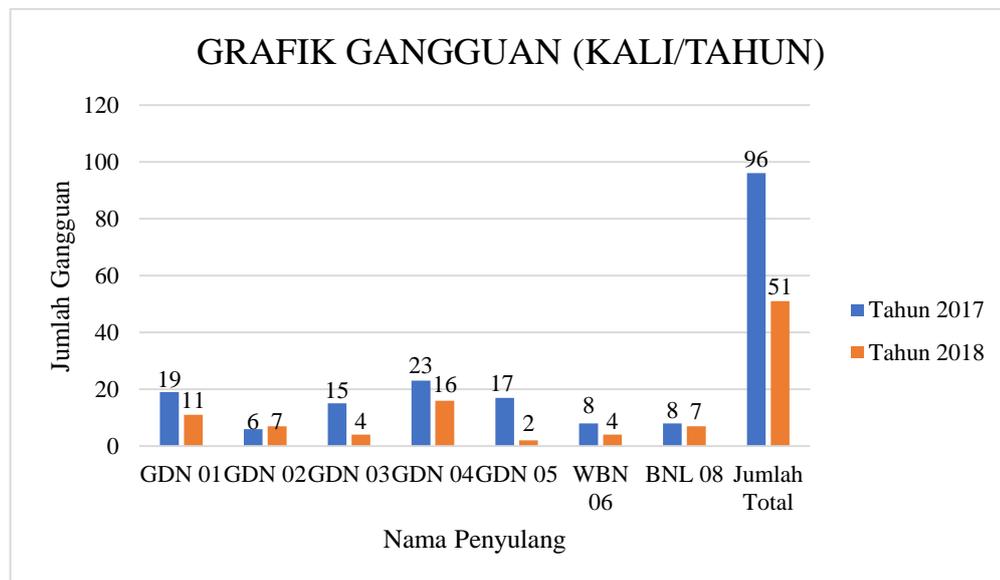


**Gambar 4.5** Grafik Nilai Indeks Keandalan CAIDI Pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018.

Setelah melakukan perhitungan indeks kerja CAIDI maka dapat diperoleh nilai pada masing-masing penyulang yang terdapat pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu, dapat diketahui berdasarkan perhitungan indeks CAIDI yang telah dilakukan dan secara grafik indeks keandalan pada tahun 2017-2018 bersifat fluktuatif, di mana angka tertinggi durasi gangguan pada tahun 2017 terjadi pada Penyulang BNL 08 dengan angka 0,92 atau dengan kata lain penyulang dengan tingkat keandalan paling rendah (dengan indikator tingginya angka gangguan). Kemudian pada tahun 2018 penyulang WBN 06 dengan angka 1,4 atau dengan kata lain penyulang dengan tingkat keandalan paling rendah (dengan indikator tingginya angka gangguan). Untuk penyebab gangguan tentu tidak terlepas dari indikator kerja sebelumnya (SAIFI dan SAIDI), namun pada indeks keandalan CAIDI ini sudah cukup baik dalam sistemnya sebagaimana ditunjukkan dalam tabel 4.19 pada masing-masing penyulang memiliki tingkat keandalan yang sudah andal dalam pengoperasiannya, dalam hal ini adalah kualitas distribusi tenaga listrik hingga konsumen secara maksimal. Meskipun masih terdapat beberapa gangguan pada masing-masing penyulangnya, yang mana tidak terlepas pada sebuah sistem yang memiliki segi kekurangan dan kelebihan masing-masing. Pada sistem jaringan

distribusi yang menggunakan saluran kabel udara secara konstruksi memang lebih berpotensi mengalami gangguan-gangguan, dalam kurun waktu 2 (dua) tahun gangguan ini disebabkan oleh gangguan yang bersifat non-teknis.

#### 4.5 Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 kV PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu Dengan Integrasi SCADA



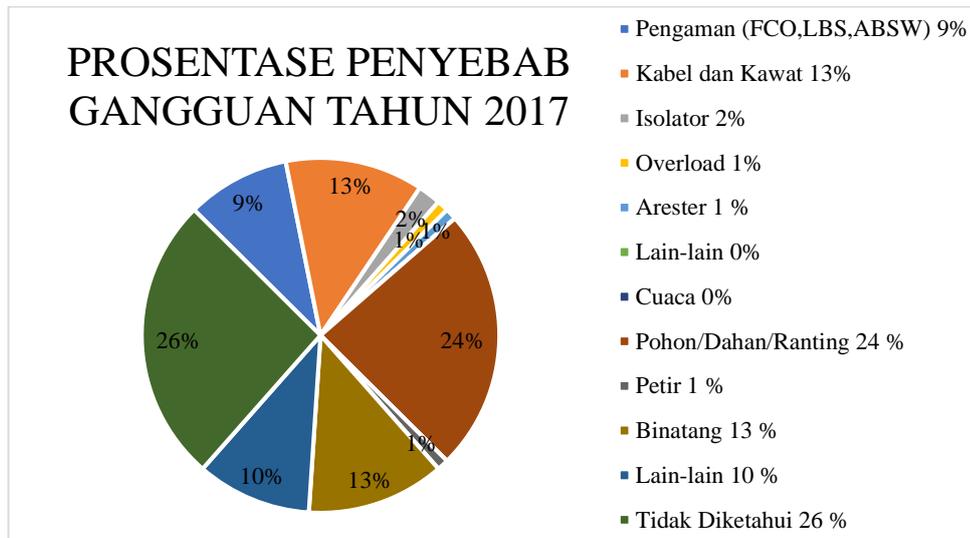
**Gambar 4.6** Grafik Terjadinya Gangguan (Kali/Tahun) Pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018.

Berdasarkan grafik di atas serta perhitungan indeks kerja SAIFI, SAIDI, CAIDI yang telah dilakukan terjadi peningkatan kualitas sistem distribusi pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu pada tahun 2017-2018, hal ini ditandai dengan semakin menurunnya angka gangguan yang terjadi pada tahun 2018 dibanding tahun sebelumnya (2017) tentu menjadi sebuah keharusan sebagaimana sebuah sistem distribusi tenaga listrik harus lebih baik dari waktu ke waktu yang dapat ditinjau dari beberapa tolak ukur seperti, kontinuitas pelayanan, tingkat fleksibilitas, kualitas daya yang memadai, dan kondisi lingkungan. Dalam pengoperasian pendistribusian tenaga listrik tentu harus memiliki kualitas kontrol yang baik, yakni menggunakan sistem SCADA (*Supervisory Control and Data*

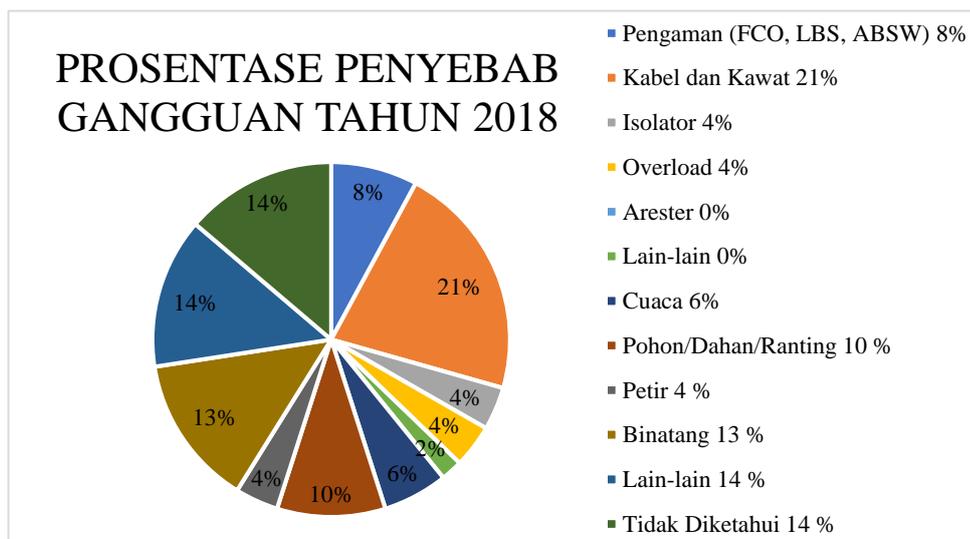
*Acquisition*) di mana sistem ini sudah diterapkan oleh PT. PLN (Pesero) sejak tahun 2011 hingga sampai saat ini. Sistem SCADA ini sangat efektif untuk melakukan pengawasan dalam sistem jaringan distribusi secara teratur di mana dapat mengendalikan peralatan pemutus beban yang bisa dilakukan secara jarak jauh menggunakan *Remote Control Operation*.

Pengaruh SCADA sendiri tentu masuk dalam 3 fungsi utamanya yaitu Telemetering (TM), Telesinyal (TS), dan Telecontrol (TC), di mana 3 fungsi tersebut sangat menentukan kinerja sistem distribusi di lapangan terkait perolehan data jaringan seperti pengukuran tegangan, arus, frekuensi yang dilakukan oleh fungsi TM, status pemutusan tegangan dilakukan oleh fungsi TS, dan yang terakhir buka tutup sistem jaringan yang dilakukan oleh fungsi TC. Dari hal-hal tersebut tentu hal ini semakin menjangkau dalam peningkatan keandalan sistem distribusi tenaga listrik secara akurat dalam pengendalian dan pemulihan jaringan terlebih hal ini dapat rekayasa dalam pendistribusian tenaga listrik ketika padam dengan perpindahan penyuplai tenaga listrik dari gardu induk satu dan lainnya sehingga pendistribusian listrik tetap terjaga dengan baik. Akan tetapi pada permasalahan lain tentu yang tidak bisa dihindarkan adalah proses perbaikan suatu peralatan bilamana mengalami gangguan permanen, hal ini akan berdampak lamanya pemadaman.

Berikut ini adalah prosentasi penyebab gangguan sistem jaringan distribusi pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu tahun 2017-2018 berdasarkan sifat gangguan yaitu gangguan teknis dan gangguan non-teknis, adapun gangguan yang tidak diketahui adalah gangguan yang tidak bisa dipastikan penyebabnya.



**Gambar 4.7** Prosentase Penyebab Gangguan Pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017.



**Gambar 4.8** Prosentase Penyebab Gangguan Pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2018.

Seperti yang terdapat pada gambar 4.5 dan 4.6 prosentase gangguan terbesar terdapat pada gangguan yang bersifat non-teknis di mana gangguan tersebut meliputi banyak hal yakni, dahan/ranting pohon, petir, angin, hujan, banjir, dan gangguan binatang. Hal ini memang sangat berpotensi mengingat instrumen jaringan yang ada terdapat di sekitar lingkungan yang terlihat fisik, perlunya

penataan/pemetaan instalasi yang baik dan rapi sangat penting mengingat selain kabel jaringan atau peralatan jaringan distribusi tenaga listrik berperan sangat penting bagi terhubungnya tenaga listrik sampai tangan konsumen, akan tetapi bahaya kabel jaringan atau peralatan ini ketika terjadinya kerusakan (kabel putus) terlebih hal tersebut terjadi pada lingkungan padat penduduk. Untuk itu perlunya pengawasan secara rutin untuk pemeriksaan konstruksi dan sistem jaringan distribusi agar dapat menekan kerusakan pada peralatan jaringan distribusi yang kurang layak untuk menjalankan operasi sistem. Seperti yang terjadi pada gangguan teknis jika kita perhatikan dengan baik penyebab dari rata-rata gangguan teknis tidak terlepas dari gangguan non-teknis (cuaca).

Pada sistem operasi yang bekerja penyebab gangguan ini tidak bisa di deteksi oleh sistem SCADA, hal tersebut dikarenakan keterbatasan sistem yang hanya dapat mengirimkan status pemutus tegangan dan pemisah, terlebih tidak ada indikator lapangan (lampu/alarm) agar petugas dapat secara langsung menemukan titik gangguan secara tepat.