

ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI DAYA LISTRIK 20 KV PADA PENYULANG DI GARDU INDUK KENTUNGAN

Oleh
Dwi Rizkiansyah

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Yogyakarta
Jl. Brawijaya, Geblangan, Tamantirto, Kec. Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa
Yogyakarta 55183
E-mail : dwirizkiansyah75@gmail.com

ABSTRAK

Indeks merupakan suatu angka atau parameter yang menunjukkan tingkat keandalan dari sistem distribusi dengan menghitung rata-rata jumlah gangguan selama setahun atau SAIFI, durasi indeks gangguan sistem rata-rata selama setahun, dan indeks durasi gangguan rata-rata pelanggan atau CAIDI.

Metode yang digunakan untuk menghitung tingkat keandalan sistem distribusi tenaga listrik dapat menggunakan MATLAB yang nantinya di fungsikan sebagai kalkulator untuk menghitung indeks keandalan sistem distribusi tenaga listrik.

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, dapat diketahui nilai keandalan penyulang di Gardu Induk Kentungan pada tahun 2019 dapat dikatakan handal untuk nilai SAIFI menurut SPLN No.68-2: 1986, WCS (*World Class Service*) dan WCC (*World Class Company*), sebaliknya menurut IEEE std 1366-2003 dapat dikatakan kurang handal. Untuk nilai SAIDI pada Gardu Induk Kentungan pada tahun 2019 menurut IEEE std 1366-2003 dan WCS (*World Class Service*) dan WCC (*World Class Company*) dikatakan kurang handal, sedangkan menurut SPLN No.68-2:1986 dapat dikatakan handal. Sedangkan untuk nilai CAIDI di Gardu Induk Kentungan pada Tahun 2019 dapat dikatakan kurang handal menurut standar IEEE std 1366-2003.

Kata kunci : Keandalan, Sistem Distribusi, SAIFI, SAIDI, CAIDI, MATLAB

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Penggunaan energi listrik yang terus bertambah disetiap daerah yang berkembang, maka jaringan listrik yang digunakan semakin luas agar tersalurkan ke masyarakat. Untuk

dapat menambah layanan kepada konsumen maka tenaga listrik dari PLN diharapkan dapat meningkatkan kontnuitasnya sehingga listrik sampai ke konsumen(Fauziah, 2012).

Keandalan dari suatu penyulang dapat ditetapkan melalui indeks

keandalan. Indeks keandalan merupakan besaran yang digunakan untuk membandingkan suatu sistem distribusi. Indeks keandalan dimanfaatkan sebagai nilai parameter untuk menunjukkan tingkat pelayanan penyaluran energi listrik dari pembangkit (sumber listrik) ke konsumen. Indeks yang digunakan sebagai acuan untuk sistem distribusi adalah SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), SAIDI (*System Average Interruption Frequency Index*), CAIDI (*Customer Average Interruption Frequency Index*) (AT Prabowo dkk, 2014).

Ada beberapa faktor yang harus diketahui dan dihitung sebelum melakukan perhitungan analisis keandalan antara lain: frekuensi kegagalan, lama/durasi kegagalan. Pada penelitian ini, penulis melakukan penelitian yang kemudian perhitungannya disimulasikan menggunakan software Matlab untuk mengetahui nilai indeks load point maupun indeks keandalan secara keseluruhan sehingga dapat diketahui apakah jaringan tersebut telah memenuhi standar yang berlaku atau

belum (AT Prabowo, B Winardi, S Handoko, 2014).

Semakin berkembangnya teknologi maka metode perhitungan dapat dilakukan dengan menggunakan program MATLAB (*Matrix Laboratory*). MATLAB merupakan program yang dikembangkan oleh *The Mathwork, Inc.* Program MATLAB merupakan *software* yang digunakan untuk melakukan perhitungan numerik, komputasi simbolik, visualisasi, grafis, analisis data matematis, statistika, simulasi dan pemodelan dengan dasar matriks dan bidang ilmu pengetahuan (Cahyono, 2013).

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang sudah tertulis di atas dapat dilakukan analisis pada sistem distribusi tenaga listrik di Gardu Induk Kentungan penyulang

1. Bagaimana cara membuat kalkulator menggunakan bahasa pemrograman MATLAB untuk menghitung berapa besar indeks keandalan masing-masing penyulang di Gardu Induk Kentungan?

2. Bagaimana cara menghitung gangguan sistem yang terjadi pada Gardu Induk Kentungan dengan aplikasi MATLAB?

1.3 Batasan Masalah

Dari latar belakang dan rumusan masalah, tugas akhir ini memiliki batasan berupa tempat melakukan penelitian yaitu di Kentungan tepatnya di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Kentungan. dihitung berdasarkan indeks keandalan SAIDI, SAIFI, CAIDI untuk mengetahui nilai keandalan yang dimiliki oleh Gardu Induk Kentungan di masing – masing penyulangannya. Standar keandalan yang digunakan meliputi SPLN no 68 – 2 : 1986, Standar Indeks Keandalan IEEE std 1366 – 2003, dan Standar WCS (*World Class Service*) dan WCC (*World Class Company*).

1.4 Tujuan Penelitian

Dari permasalahan diatas dapat ditentukan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Membuat kalkulator indeks keandalan menggunakan pemrograman MATLAB untuk menghitung berapa besar indeks

keandalan masing-masing penyulang di Gardu Induk Kentungan.

2. Menghitung dan menganalisis indeks keandalan masing-masing penyulang di Gardu Induk Kentungan berdasarkan aplikasi kalkulator indeks keandalan menggunakan MATLAB.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dengan adanya penelitian tentang keandalan penyulang di Gardu Induk Kentungan sebagai bahan masukan bagi PT. PLN (Pesero) dalam mengambil kebijakan strategis untuk meminimalisir gangguan yang terjadi dengan cara melakukan *maintenance* secara rutin.

2. Landasan Teori

2.1 Keandalan Sistem Distribusi

Keandalan merupakan suatu parameter keberhasilan suatu sistem dalam bekerja. Untuk mengetahui keandalan dari suatu sistem harus dilakukan pemeriksaan melalui perhitungan ataupun analisa terhadap tingkat keberhasilan kinerja suatu operasi sistem yang ditinjau pada periode tertentu kemudian

membandingkan dengan standard yang telah ditentukan sebelumnya.

Keandalan dari pelayanan konsumen dapat dinyatakan dalam beberapa indeks yang biasanya digunakan untuk mengukur tingkat keandalan dari suatu sistem. Sejumlah indeks yang telah dikembangkan untuk menyediakan suatu kerangka untuk mengevaluasi keandalan jaringan sistem distribusi, diantaranya:

a. SAIFI (System Average Interruption Index)

SAIFI merupakan indeks keandalan yang merupakan jumlah dari perkalian frekuensi padam dan pelanggan padam dibagi dengan jumlah pelanggan yang dilayani. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut

SAIFI=

$$\frac{\text{Jumlah dari Perkalian Frekuensi Padam Pelanggan padam}}{\text{Jumlah Pelanggan}}$$

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i N_i}{\sum N}$$

Keterangan:

λ_i = Indeks kegagalan rata-rata/frekuensi padam

N_i = Jumlah Konsumen Padam

N = Jumlah pelanggan yang dilayani

b. SAIDI (System Average Duration Index)

SAIDI merupakan nilai rata-rata dari lamanya kegagalan untuk setiap pelanggan selama satu tahun. Indeks ini ditentukan dengan pembagian jumlah dan lamanya kegagalan secara terus menerus untuk semua pelanggan selama periode waktu yang telah ditentukan. Persamaan SAIDI dapat dilihat berikut ini:

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

$$SAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N}$$

Keterangan:

U_i = Durasi Gangguan

N_i = Jumlah Konsumen Padam

N = Jumlah pelanggan yang dilayani

c. CAIDI (Customer Average Duration Index)

CAIDI merupakan salah satu indeks keandalan yang berisi tentang lamanya waktu (durasi) setiap terjadinya pemadaman. Lamanya durasi ini dapat dirumuskan dengan:

$$CAIDI = \frac{\text{Jumlah Durasi gangguan Pelanggan}}{\text{Jumlah Interupsi Pelanggan}} = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i \lambda_i}$$

Keterangan:

U_i = Durasi gangguan

N_i = Jumlah konsumen padam

λ_i = Indeks kegagalan rata-rata/frekuensi padam

2.2 Gardu Induk

Gardu induk merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berupa sejumlah peralatan pemutus/penghubung aliran arus dan trafo penaik/penurun tegangan yang dipasang diantara dua komponen sistem tenaga listrik lainnya. Gardu induk berfungsi untuk memutus/menghubungkan aliran arus listrik dan menyesuaikan level tegangan sistem-sistem yang dihubungkan.

2.3 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan bagian dari sistem perlengkapan elektrik antara sumber daya besar dan peralatan hubung pelanggan. Sistem jaringan distribusi tenaga listrik dibedakan menjadi 2 sistem distribusi primer (jaringan

distribusi tegangan menengah) dan sistem distribusi sekunder (jaringan distribusi tegangan rendah). Kedua sistem tersebut dibedakan berdasarkan tegangan kerjanya. Pada umumnya tegangan kerja pada sistem distribusi primer adalah 6 kV atau 20 kV, sedangkan tegangan kerja pada sistem distribusi sekunder 380 V atau 220V.

2.4 Jaringan Distribusi Primer

Jaringan Distribusi Primer merupakan suatu jaringan yang letaknya sebelum gardu distribusi berfungsi menyalurkan tenaga listrik tegangan menengah. Hantaran dapat berupa kabel dalam tanah atau saluran udara yang menghubungkan gardu induk (sekunder trafo) dengan gardu distribusi (sisi primer gardu distribusi).

2.5 Jaringan Distribusi Sekunder

Jaringan distribusi sekunder atau jaringan distribusi tegangan rendah merupakan suatu jaringan yang berada setelah gardu distribusi berfungsi menyalurkan tenaga listrik bertegangan rendah (220V/380V). Hantaran berupa kabel tanah atau kawat udara yang menghubungkan dari gardu distribusi (sisi sekunder trafo

distribusi) ketepatan konsumen atau pemakai.

2.6 Gangguan Pada Sistem Distribusi

Dalam pengoperasian sistem kelistrikan, sering terjadi gangguan yang dapat menyebabkan gangguan distribusi daya listrik kepada konsumen. Gangguan merupakan kondisi sistem distribusi energy listrik yang menyimpang dari kondisi normal. Pada dasarnya gangguan yang sering terjadi dalam sistem distribusi 20 kV dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu gangguan dari dalam sistem dan gangguan dari luar sistem.

2.7 MATLAB (*Matrix Laboratory*)

MATLAB merupakan singkatan dari *Matrix Laboratory*, bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh *The Mathwork. Inc.* Program MATLAB merupakan program interaktif yang digunakan untuk melakukan perhitungan numerik, komputasi simbolik, visualisasi, grafis, analisis data matematis, statistika, simulasi dan pemodelan

dengan dasar matriks dan bidang ilmu pengetahuan teknik rekayasa.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah studi kasus, dan sesuai dengan bentuk penelitian yang akan dilakukan, bertujuan untuk menghitung dan menganalisis data dari Gardu Induk Kentungan selanjutnya membandingkan dengan standar yang digunakan PT. PLN (Persero).

3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian

Untuk memenuhi data-data yang dibutuhkan dalam perhitungan, pengambilan data yang berkaitan dengan sistem distribusi tenaga listrik seluruh Yogyakarta, yang bertanggung jawab adalah PT. PLN (Pesero) Unit Pelaksana Pelayan Pelanggan (UP3) Yogyakarta yang berlokasi di jalan Gedong Kuning No. 3, Pringgolayan, Banguntapan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian lapangan, dimana penulis melakukan pengamatan langsung ke Gardu Induk Kentungan dan PT. PLN (Pesero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Yogyakarta untuk memperoleh data dan informasi yang berhubungan dengan masalah penelitian.
2. Penelitian pustaka, dimana penulis memperoleh informasi untuk penyelesaian masalah dengan menggunakan referensi yang sesuai dengan masalah yang diangkat atau studi pustaka.
3. Diskusi/wawancara dilakukan untuk memperoleh data langsung dari pihak PT. PLN (Pesero) UP3 Yogyakarta.

3.4 Data Yang Dibutuhkan

Adapun data-data yang dibutuhkan pada analisa studi kasus ini:

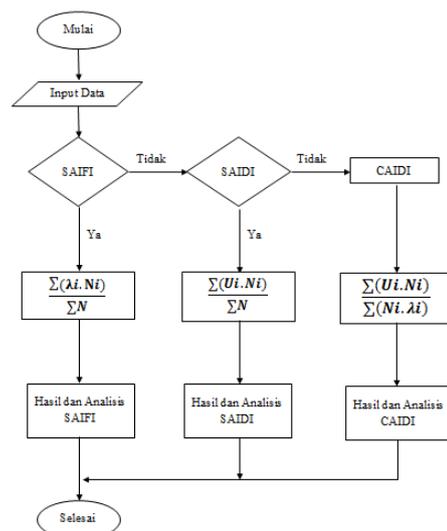
- a. Data jumlah pelanggan seluruh penyulang
- b. Penyulang yang mengalami gangguan
- c. Lama pemadaman

3.5 Teknik Analisa Data

Setelah dilakukan pengolahan data maka akan diperoleh data nilai SAIFI, SAIDI, dan CAIDI pada

setiap penyulang di Gardu Induk 20 kV Kentungan. Selanjutnya data-data tersebut dianalisis dan dibandingkan dengan standar dari PLN, standar nasional seperti SPLN No. 68-2 1986, dan standar international IEEE std 1936-2003, sehingga dapat diperoleh beberapa data yang memenuhi standar ataupun tidak memenuhi standar.

3.6 Flowchart Penelitian



4. Analisa dan Pembahasan

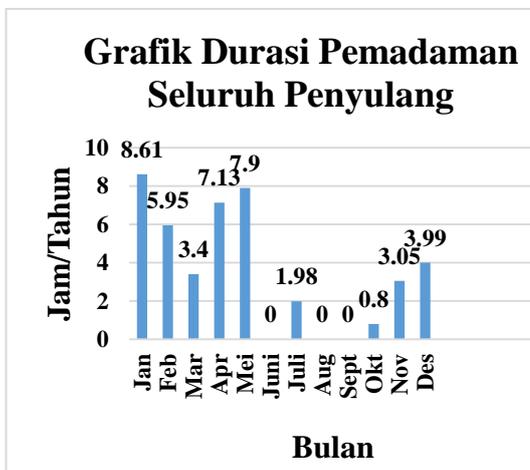
Adapun data-data yang dibutuhkan dalam proses analisis perhitungan indeks keandalan sistem distribusi tenaga listrik di Gardu Induk Kentungan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data gangguan sistem distribusi di Gardu Induk Kentungan

Bln	Jml Plgn	Jml Ggn	Lama Padam (Jam)
Jan	211.857	6	8.61
Feb	211.857	3	5.95
Mar	211.857	2	3.4
Apr	211.857	4	7.13
Mei	211.857	3	7.9
Juni	211.857	-	-
Juli	211.857	2	1.98
Aug	211.857	-	-
Sept	211.857	-	-
Okt	211.857	1	0.80
Nov	211.857	4	3.05
Des	211.857	3	3.99

Berikut merupakan gambar grafik durasi gangguan pada Gardu Induk Kentungan tahun 2019.

Gambar 4.1 Durasi Pemadaman Seluruh Penyulang



4.1 Perhitungan Nilai SAIFI

Rumus yang digunakan untuk melakukan perhitungan keandalan SAIFI adalah sebagai berikut:

$$\text{SAIFI} = \frac{\text{Jumlah dari Perkalian Frekuensi Padam Pelanggan padam}}{\text{Jumlah Pelanggan}}$$

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

Contoh perhitungan nilai SAIFI per-penyulang di Gardu Induk Kentungan sebagai berikut:

$$\text{KTN01 Tahun 2019} = \frac{1 \times 37047}{211857} = 0,17$$

kali/pelanggan/tahun

Tabel 4.2 Nilai SAIFI Seluruh Penyulang

No	Penyulang	Parameter			SAIFI
		λ_i	N_i	N	Kali/Pelanggan/Tahun
1	KTN01	1	37.047	211.857	0,17
2	KTN02	2	13.074	211.857	0,12
3	KTN03	1	5.910	211.857	0,02
4	KTN04	0	13.572	211.857	0
5	KTN05	2	24.352	211.857	0,22
6	KTN06	0	8.664	211.857	0
7	KTN07	2	7.276	211.857	0,06
8	KTN08	1	8.769	211.857	0,08
9	KTN09	6	1.694	211.857	0,04
10	KTN10	6	26.618	211.857	0,75
11	KTN11	4	27.197	211.857	0,51
12	KTN12	1	967	211.857	0,01
13	KTN13	1	7.617	211.857	0,03
14	KTN14	0	24.381	211.857	0
15	KTN15	1	1	211.857	0,00000472
16	KTN16	0	1.728	211.857	0
17	KTN17	0	2.991	211.857	0
Jumlah SAIFI					2,01
					Kali/Pelanggan/Tahun

Berdasarkan standar IEEE std 1366-2003 sebesar 1,45 kali/pelanggan/tahun di Gardu Induk Kentungan selama jangka waktu satu tahun total frekuensi pada Gardu Induk Kentungan sebesar 2.01 kali/pelanggan/tahun. Sehingga selama tahun 2019 dapat dikatakan kurang handal dikarenakan nilai SAIFI di Gardu Induk Kentungan sudah melebihi dari standar IEEE std 1366-2003 yaitu sebesar 1,45 kali/pelanggan/tahun.

Selain itu, berdasarkan standar indeks keandalan WCS (*World Class Service*) dan WCC (*World Class Company*) yaitu sebesar 3 kali/pelanggan/tahun. Pada Gardu Induk Kentungan dapat dikatakan handal, dikarenakan nilai indeks SAIFI di Gardu Induk Kentungan sebesar 0,75 kali/pelanggan/tahun.

4.2 Perhitungan Nilai SAIDI

Rumus Perhitungan yang digunakan untuk menghitung nilai SAIDI sebagai berikut:

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

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

$$1. \text{KTN01 Tahun 2019} = \frac{2,36 \times 37047}{211857} = 0,41$$

Jam/Pelanggan/Tahun

Tabel 4.3 Nilai SAIDI Seluruh Penyulang

No	Penyulang	Parameter			SAIDI
		U_i	N_i	N	Jam/Pelanggan/Tahun
1	KTN01	2.37	37.047	211.857	0.41
2	KTN02	2.65	13.074	211.857	0.16
3	KTN03	1.95	5.910	211.857	0.05
4	KTN04	0	13.572	211.857	0
5	KTN05	1.98	24.352	211.857	0.22
6	KTN06	0	8.664	211.857	0
7	KTN07	4.2	7.276	211.857	0.14
8	KTN08	2.23	8.769	211.857	0.09
9	KTN09	9.48	1.694	211.857	0.07
10	KTN10	9.98	26.618	211.857	1.2
11	KTN11	3.56	27.197	211.857	0.45
12	KTN12	0.93	967	211.857	0.004
13	KTN13	1.6	7.617	211.857	0.05
14	KTN14	0	24.381	211.857	0
15	KTN15	1.88	1	211.857	0.0000088
16	KTN16	0	1.728	211.857	0
17	KTN17	0	2.991	211.857	0
Jumlah SAIDI					2.84
					Jam/Pelanggan/Tahun

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada setiap penyulang di Gardu Induk Kentungan tahun 2019 dapat dikatakan handal karena nilai SAIDI tidak melebihi target dari standar SPLN No.68-2: 1986 yaitu sebesar 21,09 jam/pelanggan/tahun.

Selama tahun 2019 total durasi pemadaman pada Gardu Induk Kentungan sebesar 2,84 jam/pelanggan/tahun. Sehingga selama tahun 2019 dapat dikatan

kurang handal karena nilai SAIDI selama tahun tersebut melebihi standar IEEE std 1366-2003 yaitu sebesar 2,30 jam/pelanggan/tahun.

Menurut standar indeks keandalan WCS (*World Class Service*) dan WCC (*World Class Company*) yaitu sebesar 1,666 jam/pelanggan/tahun. Pada Gardu Induk Kentungan dapat dikatakan kurang handal karena melebihi standar yang ditentukan, nilai SAIDI pada Gardu Induk Kentungan sebesar 2,84 jam/pelanggan/tahun.

Akan tetapi, jika menghitung dari masing-masing penyulang di Gardu Induk Kentungan pada tahun 2019 dikatakan handal untuk semua penyulang dengan nilai SAIDI tidak melebihi standar SPLN No. 68-1986 yaitu sebesar 2,30 jam/pelanggan/tahun, IEEE std 1366-2003 yaitu sebesar 21,09 jam/pelanggan/tahun, dan untuk standar WCS dan WCC yaitu sebesar 1,666 jam/pelanggan/tahun.

4.3 Perhitungan Nilai CAIDI

Rumus perhitungan yang digunakan untuk menghitung nilai

keandalan CAIDI pada Gardu Induk Kentungan adalah sebagai berikut:

$$\text{CAIDI} = \frac{\text{Jumlah Durasi gangguan Pelanggan}}{\text{Jumlah Interupsi Pelanggan}} = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i \lambda_i}$$

$$1. \text{ KTN01 Tahun 2019} = \frac{2,37 \times 37,047}{37,047 \times 1} = 2.37 \text{ jam/gangguan}$$

Tabel 4.4 Nilai CAIDI Seluruh Penyulang

No	Penyulang	Parameter			CAIDI Jam/Gangguan
		U_i	N_i	λ_i	
1	KTN01	2.37	37.047	1	2.37
2	KTN02	2.65	13.074	2	1.32
3	KTN03	1.95	5.910	1	1.95
4	KTN04	0	13.572	0	0
5	KTN05	1.98	24.352	2	0.99
6	KTN06	0	8.664	0	0
7	KTN07	4.2	7.276	2	2.1
8	KTN08	2.23	8.769	1	2.23
9	KTN09	9.48	1.694	6	1.58
10	KTN10	9.98	26.618	6	1.66
11	KTN11	3.56	27.197	4	0.89
12	KTN12	0.93	967	1	0.93
13	KTN13	1.6	7.617	1	1.6
14	KTN14	0	24.381	0	0
15	KTN15	1.88	1	1	1.88
16	KTN16	0	1.728	0	0
17	KTN17	0	2.991	0	0
Total Nilai CAIDI					19.6 Jam/Gangguan

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan pada setiap penyulangan di Gardu Induk Kentungan tahun 2019 dapat diketahui total durasi pemadaman sebesar 19,6 jam/gangguan, sehingga

pada tahun tersebut dapat dikatakan kurang handal menurut standar IEEE std 1366-2003. Hal ini dikarenakan nilai keandalan CAIDI pada tahun tersebut melebihi dari standar IEEE std 1366-2003 yaitu sebesar 1,47 jam/gangguan.

Sedangkan, jika menghitung dari masing-masing penyulang yang terdapat di Gardu Induk Kentungan pada tahun 2019 total ada 17 penyulang yang beroperasi pada tahun 2019, dari keseluruhan penyulang tersebut terdapat 8 buah penyulang yang masuk dalam kategori handal tidak melebihi 1,47 jam/gangguan menurut standar IEEE std 1366-2003. Namun terdapat 10 penyulang yang masuk dalam kategori kurang handal melebihi standar IEEE std 1366-2003, 10 penyulang tersebut adalah KTN01 2,37 jam/gangguan, KTN03 1,95 jam/gangguan, KTN07 2,1 jam/gangguan, KTN08 2,23 jam/gangguan, KTN09 1,58 jam/gangguan, KTN10 1,66 jam/gangguan, KTN13 1,6 jam/gangguan, KTN15 1,88 jam/gangguan

5. Penutup

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai SAIFI pada Gardu Induk Kentungan selama tahun 2019 yaitu 2,01 kali/pelanggan/tahun dapat dikatakan handal, hal ini dikarenakan nilai SAIFI tidak melebihi standar SPLN No. 68-2: 1986 yakni 3,2 kali/pelanggan/tahun. Akan tetapi, menurut standar IEEE std 1366-2003 dari hasil perhitungan dapat dikategorikan kurang handal, dikarenakan melebihi standar yang berlaku yaitu sebesar 1,45 kali/pelanggan/tahun. Sedangkan menurut standar WCS (*World Class Service*) dan WCC (*World Class Company*) nilai SAIFI pada Gardu Induk Kentungan tahun 2019 dikategorikan handal karena tidak melebihi standar dari WCS dan WCC yakni sebesar 3 kali/pelanggan/tahun.
2. Nilai SAIDI pada Gardu Induk Kentungan selama tahun 2019 yaitu 2,84 jam/pelanggan/tahun dapat dikategorikan handal berdasarkan standar SPLN No.

68-2: 1986 yakni 21,09 jam/pelanggan/tahun. Akan tetapi, berdasarkan standar IEEE std 1366-2003 pada Gardu Induk Kentungan selama tahun 2019 dapat dikatakan kurang handal dikarenakan melebihi standar IEEE yakni 2,30 jam/pelanggan/tahun. Selain itu berdasarkan standar WCS dan WCC dapat dikategorikan kurang handal karena melebihi standar yang digunakan WCS dan WCC yakni 1,666 jam/pelanggan/tahun.

3. Nilai CAIDI pada Gardu Induk Kentungan pada tahun 2019 yaitu sebesar 19,6 jam/gangguan, berdasarkan standar IEEE std 1366-2003 nilai CAIDI selama tahun 2019 dapat dikatakan kurang handal karena melebihi standar IEEE std 1366-2003 sebesar 1,47 jam/gangguan.

4. Perancangan pemrograman kalkulator MATLAB dibuat untuk memudahkan dalam perhitungan keandalan sistem distribusi tenaga listrik. Dalam pengoperasiannya pengguna

hanya perlu menginput data-data sesuai rumus yang akan dihitung.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Arifani, Nur Indah., & Winarno Heru. (2015). Analisis Nilai Indeks Keandalan Sistem Jaringan Distribusi Udara 20 kV pada Penyulang Pandean Lamper 1,5,8,9,10 di Gardu Induk Pandean Lamper.
- 2 Basrah Pulungan., Sukardi., Tambun, Dahlan Prinando. (2012). Keandalan Jaringan Tegangan Menengah 20 kV di Wilayah Area Pelayanan Jaringan (APJ) Padang PT. PLN (Persero) Cabang Padang.
- 3 Baskara, Handy Eka. (2017). Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Gardu Induk Gejayan. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- 4 Cahyono. (2013). Penggunaan *Software Matrix Laboratory* (MATLAB) dalam pembelajaran Aljabar Linier.
- 5 Dasman. (2017). Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Menggunakan Metode SAIDI

- dan SAIFI di PT. PLN (Persero) Rayon Lubuk Alung Tahun 2015.
- 6 Departemen Pertambangan dan Energi .1986. Standar PLN (SPLN) No. 68-2. *Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik (bagian dua: Sistem Distribusi)*. Jakarta :Perusahaan Umum Listrik Negara.
 - 7 Fajri, Amrizal Kamal. (2019). Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Seluruh Penyulang di Gardu Induk 150 kV Bantul dengan Menggunakan Bahasa Pemrograman MATLAB. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
 - 8 Hakiki, Aldina Fatwa. (2017). yang berjudul Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik di PT. PLN (Pesero) Rayon Kota Tegal.
 - 9 Muntasyir, Muhammad Wahid. (2018). Studi Analisis Sistem Distribusi 20 kV pada PT, PLN Rayon Palur. Skripsi. Universitas Muhammdiyah Surakarta.
 - 10 Perdana, Wiwied Putra., Hasanah, Rini Nur., & Dachlan, Harry S. (2009). Evaluasi Keandalan Sistem Tenaga Listrik pada Jaringan Distribusi Primer Tiper Radial Gardu Induk Blimbing.
 - 11 Prabowo. (2013). Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 kV pada Penyulang Pekalongan 8 dan 11.
 - 12 Prabowo, Bagas Rhahita. (2017). Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 kV di Gardu Induk Mendari.
 - 13 R. Saputra. (2017). Analisa Nilai Indeks Keandalan Sistem Jaringan Distribusi Udara 20 kV pada Feeder PT. PLN (Pesero) Rayon Sungai Penuh – Kerinci.
 - 14 Syahputra, R., (2016), “Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik”, LP3M UMY, Yogyakarta, 2016.