

ANALISIS KINERJA JARINGAN DISTRIBUSI TEGANGAN MENENGAH 20 kV AREA WIROBRAJAN DALAM KURUN WAKTU 2017

Ferry Ardhiansyah

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

e-mail: ferryardhiansyah5@gmail.com

Abstract

In this modern era it can not be denied that all human beings have enormous dependence with electrical energy. In the distribution of electrical energy, the performance of the distribution network must be properly justified, because in the distribution network is very likely the occurrence of interference in the distribution network resulting in power outages. This final project is designed to analyze the performance of medium-voltage distribution network of 20 kV Wirobrajan area, and the performance of protection system when there is disturbance on each repeater of distribution network for one year in the year 2017. This is done because of frequent blackout in wirobrajan kususnya area 2017. Based on the analysis, the comparison of SAIFI, SAIDI, and CAIDI values computed with SPLN Standard 68-2 1986 and IEEE Std 1366-2003 there are some repeats whose default values exceed the maximum limit. Performance protection systems on the distribution network of each repeater always work well, any protection disturbance always detects the interference properly and direct protection works. From the data that has been analyzed, the biggest disruption lies in WBN01 repeater this is because the location of WBN01 repeater is on Jl. Hos Cokroaminoto with the most disturbance in its direct review, the distribution network is too closely related to buildings such as buildings, billboards/billboards and the number of networks adjacent to trees and in case of disturbance over the last one in WBN01 due to the large number of trees attached to network resulting in a short circuit, and the number of billboard billboard that collapsed about the distribution network resulting in a short circuit.

I. PENDAHULUAN

Pemeliharaan merupakan suatu pekerjaan yang di maksudkan untuk mendapatkan jaminan bahwa suatu sistem / peralatan akan berfungsi secara optimal, umur teknisnya meningkat dan aman bagi personil maupun bagi masyarakat umum. Pemeliharaan jaringan distribusi diperkirakan menempati kedudukan yang cukup tinggi, baik dilihat dari fungsinya maupun anggaran biaya yang diperlukan. Keadaan ini dapat terjadi karena sistem jaringan yang semakin padat dan berkembang. Oleh karena luas dan kompleknya keadaan jaringan dan tidak sedikitnya sistem jaringan dan peralatan distribusi yang perlu dipelihara, pemeliharaan jaringan distribusi dapat dikelompokkan dalam 3 macam pemeliharaan, yaitu rutin (*prevensif maintenance*), pemeliharaan korektif.

kerja PLN erat kaitanya dengan pelayanan masyarakat. Masalah utama dalam menjalankan fungsi jaringan distribusi adalah mengatasi gangguan dengan cepat, mengingat gangguan terbanyak terjadi pada jaringan distribusi, khususnya jaringan tegangan menengah 20 kV. Untuk meminimalisir terjadinya gangguan PLN memberikan jadwal pemeliharaan jaringan menengah 20 kV. Hal ini dilakukan guna mengetahui kelayakan konstruksi jaringan distribusi, yang khususnya tegangan 20 kV. jadwal pemeliharaan bisa dilakukan minimal satu

bulan sekali, dimana pemeliharaan dilakukan di tiap-tiap daerah yang sudah ditentukan penjadwalanya. Dalam melakukan pemeliharaan PLN memberikan pengumuman melalui media sosial seperti facebook dan tweeter. Serta PLN juga memberikan pengumuman melalui surat resmi yang diberikan langsung kepada masing-masing desa untuk disiarkan secara langsung tentang jadwal jam dilakukanya pemadaman. Dan PLN juga memberikan pengumuman melalui surat kabar seperti halnya Tribun Jogja. Dalam kenyataanya banyak saat terjadi gangguan pada jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV tidak di umumkan oleh PLN, gangguan yang meliputi saat terjadinya hujan lebat, secara langsung PLN melakukan pemadaman di suatu daerah tertentu tanpa ada pemberitahuan apa yang mengakibatkan terjadinya gangguan dan sampai berapa lama gangguan berlangsung. Sehingga dalam satu bulan bisa terjadi 2 – 3 kali pemadaman bergilir dari PLN.

Oleh karena itu pada penelitian ini akan mengambil data dari PLN Wirobrajan yang mencakup data total terjadinya gangguan dalam kurun waktu satu tahun, dari tanggal 1 Januari 2017 – 31 Desember 2017. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir terjadinya gangguan baik gangguan dalam maupun gangguan luar tepatnya di area Wirobrajan.

II. TEORI PENUNJANG

2.1 Pengertian Jaringan Distribusi

Sistem jaringan distribusi tenaga listrik adalah pembagi energi listrik dari gardu induk tenaga listrik (*power station*) hingga samapai kepada konsumen (pemakai) pada tingkat tegangan yang diperlukan.

Jaringan distribusi terdiri atas dua bagian, yang pertama adalah jaringan menengah/primer (JTM) 20 kV dan yang kedua adalah jaringan tegangan rendah/sekunder (JTR) dengan tegangan 380/220 Volt, trafo distribusi terletak di antara JTM dan JTR yang berfungsi untuk menurunkan tegangan. Maka fungsi distribusi tenaga listrik adalah :

- membagikan tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan).
- Merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan (Suhadi, Tri Wrahatnoto, 2008).

2.2 Komponen Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi merupakan komponen dari sistem tenaga listrik yang menghubungkan secara langsung antara sumber daya yang besar (gardu transmisi) dengan konsumen tenaga listrik yang memiliki beberapa bagian utama dan komponen penunjang. Secara umum yang termasuk dalam komponen utama sistem distribusi antara lain :

- Gardu induk
- Jaringan distribusi primer
- Gardu distribusi
- Jaringan distribusi sekunder

2.3 Persyaratan Sistem Distribusi

Dalam usaha meningkatkan kualitas, keterandalan, dan pelayanan tenaga listrik kekonsumen, maka diperlukan persyaratan sistem distribusi tenaga listrik yang memenuhi alasan-alasan teknis, ekonomis, dan sosial sehingga dapat memenuhi standart kualitas dari sistem pendistribusian tenaga listrik tersebut.

2.4 Tegangan Distribusi

Tegangan untuk jaringan distribusi dapat dibagi menjadi beberapa jenis, antara lain :

2.4.1 Tegangan Menengah (TM)

Tegangan menengah adalah tegangan dengan rentang nilai 1 kV sampai dengan 30 kV. Untuk di Indonesia menggunakan tegangan menengah sebesar 20 kV. Tegangan menengah dipakai untuk penyaluran tenaga listrik dari GI menuju gardu-gardu distribusi atau langsung menuju pelanggan tegangan menengah.

2.4.2 Tegangan Rendah (TR)

Tegangan rendah adalah tegangan dengan nilai dibawah 1 kV yang digunakan untuk penyaluran daya dari gardu-gardu distribusi menuju pelanggan tegangan rendah. Penyaluran dilakukan dengan menggunakan sistem tiga fasa empat kawat yang dilengkapi netral. Di Indonesia menggunakan tegangan rendah 380/220 V. Dengan 380 V merupakan besar tegangan antar fasa dan tegangan 220 V merupakan tegangan fasa – netral.

2.4.3 Tegangan Pelayanan

Tegangan pelayanan merupakan ketetapan dari penyedia tenaga listrik untuk pelanggan-pelanggannya. Di Indonesia besarnya tegangan pelayanan pada umumnya antara lain :

- 380/220 V tiga fasa empat kawat
- 220 V satu fasa dua kawat
- 6 kV tiga fasa tiga kawat
- 12 kV tiga fasa tiga kawat
- 20 kV tiga fasa tiga kawat

2.5 Jenis Gangguan Pada Jaringan Distribusi

Jika dilihat dari sifat dan penyebab terjadinya gangguan , jenis gangguan dapat dikelompokkan sebagai berikut :

2.5.1 Tegangan Lebih (*Over Voltage*)

Tegangan lebih (*Over Voltage*) merupakan suatu gangguan akibat tegangan berlebih pada sistem tenaga listrik lebih besar dari seharusnya, gangguan tegangan tinggi dipengaruhi oleh harmonisa dan frekuensi.

2.5.2 Hubung Singkat.

Hubung singkat adalah terhubungnya dua terminal yang bertegangan melalui hambatan yang sangat kecil, sehingga menimbulkan arus yang sangat besar. Hubung singkat merupakan jenis gangguan yang sangat sering terjadi pada sistem tenaga listrik, terutama pada saluran udara 3 fasa. Meskipun semua komponen peralatan listrik selalu di isolasi dengan isolasi. Tapi karena usia pakai, tekanan mekanis, keausan , dan beberapa penyebab yang lainnya mengakibatkan isolasi pada peralatan bisa mengalami penurunan fungsi atau bisa saja hilang, hal inilah yang mudah menimbulkan terjadinya hubung singkat.

$$I = \frac{V}{R}$$

Dimana:

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

R = Hambatan (Ohm)

2.5.3 Over Load (Beban lebih)

Gangguan beban lebih ialah gangguan yang di sebabkan akibat pemakaian energy listrik yang berlebihan yang melampaui jumlah energy yang di hasilkan pada pembangkit. Gangguan beban lebih ini biasanya terjadi pada generator pembangkit dan trafo daya. Biasanya beban lebih memiliki ciri terjadinya arus berlebih pada komponen, arus yang berlebih dapat menimbulkan pemanasan yang berlebih juga yang mengakibatkan kerusakan pada komponen isolasi. Pada pembagian energy listrik menggunakan trafo distribusi sekunder, pemutusan pembagian listrik pada konsumen akan di putuskan melalui relay beban lebih jika pemakaian listrik pada konsumen melampaui dari kapasitas trafo tersebut.

2.6 Sistem Proteksi Pada Jaringan Distribusi

Ada tiga fungsi proteksi, yaitu untuk :

1. Mendeteksi adanya gangguan (kondisi abnormal) pada sistem tenaga listrik yang diamankan, sehingga tidak menimbulkan kerusakan.
2. Melepaskan atau memisahkan (mengisolasi) bagian yang terganggu sehingga tidak meluaske bagian sistem yang tidak terganggu dan bagian sistem lainnya dapat terus beroperasi (Suhadi, Tri Wrahatnoto, 2008).

Proteksi yang baik harus mampu :

1. Melakukan koordinasi dengan sistem TT (GI/Transmisi/Pembangkit).
2. Mengamankan peralatan dari kerusakan dan gangguan.
3. Membatasi kemungkinan terjadinya kecelakaan.
4. Membatasi daerah yang mengalami pemadaman.
5. Mengurangi frekuensi pemutusan tetap (permanen) karena gangguan.

2.7 Keandalan Sistem Distribusi

Keandalan sistem distribusi merupakan tingkat keberhasilan kinerja sebuah sistem atau bagian dari sistem, untuk dapat memberikan hasil yang lebih baik pada waktu dan kondisi tertentu. Untuk dapat menentukan tingkat keandalan dari sebuah sistem, perlu dilakukan kajian berupa perhitungan dan analisis terhadap tingkat keberhasilan pada sistem yang ditinjau pada periode tertentu, untuk kemudian di bandingkan dengan standar yang sudah ditetapkan sebelumnya (Listrik Bali, 2017).

Ukuran keandalan dapat diketahui dari seberapa sering sistem mengalami pemutusan beban, berapa lama pemutusan terjadi dan berapa cepat waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan kondisi dari pemutusan yang terjadi (*restoration*). Sistem yang mempunyai keandalan tinggi

akan mampu memberikan tenaga listrik setiap saat dibutuhkan, sedangkan sistem mempunyai keandalan rendah bila tingkat ketersediaan tenaganya rendah yaitu sering padam.

Untuk mengevaluasi keandalan jaringan distribusi digunakan teknis analisis menggunakan rumus matematik, yaitu indeks keandalan dasar digunakan laju kegagalan λ (kegagalan/tahun), rata-rata waktu keluar (*outage*) r (jam/gagalan) dan rata-rata ketidak tersedian tahunan U (jam/tahun), sedangkan indeks berbasis sistem diantaranya adalah SAIFI dan SAIDI.

III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Langkah Penelitian Tugas Akhir

1. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan ini merupakan tahapan awal dalam metodologi penulisan tugas akhir. Pada bagian ini dilakukan pengamatan secara langsung mengenai kondisi tempat penelitian dan pengambilan data dalam hal ini di PT. PLN 150 kV Wirobrajan.

2. Perumusan Identifikasi Masalah

Setelah melakukan studi pendahuluan maka dilakukan pengidentifikasian masalah yang ada pada lokasi penelitian. Kemudian penyebab dari permasalahan tersebut dapat ditindaklanjuti dengan cara pengamatan langsung ataupun dengan wawancara.

Pada penelitian tugas akhir ini di angkat tentang kinerja jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV area wirobrajan.

3. Studi Pustaka dan Dasar Teori

Langkah selanjutnya adalah dilakukan studi pustaka dan dasar teori yang bertujuan untuk mencari referensi (informasi) yang dapat digunakan sebagai dasar atau sebagai parameter dalam menyelesaikan masalah yang diangkat dalam penelitian tugas akhir. Studi pustaka ini dapat bersumber dari jurnal-jurnal, buku, Koran dan media sosial.

4. Pengamatan Sistem Kerja Jaringan

Distribusi 20 kV

Pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui parameter-parameter apa saja yang akan digunakan dalam penyelesaian permasalahan yang di angkat dalam tugas akhir. Pengamatan ini juga bertujuan untuk mengetahui sistem dan proses kerja jaringan distribusi 20 kV, serta proses kerja proteksi jaringan distribusi 20 kV, dan macam gangguan jaringan distribusi 20 kV.

5. Pengumpulan Data

Data-data diperlukan untuk menunjang penyelesaian dari tugas akhir ini. Pengumpulan data dapat dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung data yang di butuhkan di PT. PLN 150 kV Wirobrajan. Pengumpulan data juga dapat dilakukan dengan cara wawancara terhadap berbagai pihak yang terkait dengan topik yang di angkat dalam penelitian tugas akhir ini. Data yang di dapatkan meliputi :

- Data gangguan dalam waktu 1 tahun mulai 1 januari 2017 – 31 desember 2017.
- Data penyebab terjadi gangguan.
- Data lama waktu saat terjadi gangguan.
- Data lokasi gangguan.
- Data jumlah pelanggan disetiap penyulang gardu induk Wirobrajan.

6. Pengolahan Data

Pengolahan data ini di lakukan setelah semua data-data yang di butuhkan dalam penelitian telah lengkap. Hal yang di lakukan adalah pengelompokan data, lalu dilakukan perhitungan SAIFI, SAIDI, serta perhitungan kerja proteksi saat terjadi gangguan (berapa kaliproteksi bekerja saat terjadigangguan, dan berapakaliproteksi tidak bekerja saat terjadigangguan). Bertujuan untuk mengetahui hasil dari data yang di ambil sebagai acuan kinerja jaringan distribusi 20 kV Wirobrajan.

7. Analisis

Setelah data yang ada telah diolah maka di lakukan tindak lanjut dapat berupa perbandingan indeks keandalan dari SPLN dan IEEE dengan data yang ada, serta mengetahui apakah proteksi saat terjadi gangguan bekerja dengan baik atau tidak.

8. Hasil dan Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis terhadap data ataupun indeks keandalan yang ada maka dapat menarik kesimpulan dalam penelitian tugas akhir ini. Selanjutnya diharapkan penelitian tugas akhir ini dapat menjadi acuan apabila terjadi gangguan atau masalah di lapangan yang terkait topik pembahasan.

IV ANALISA DATA DAN PERHITUNGAN

4.1 Jumlah pelanggan penyulang di Gardu Induk Wirobrajan

Setelah melakukan pengambilan data di PT. PLN 150 kV Wirobrajan, maka di dapatkan jumlah total pelanggan. Berikut adalah data jumlah pelanggan per penyulang yang

ada di Gardu Induk Wirobrajan pada tahun 2017. Pada analisis yang akan dilakukan ada satu penyulang yang tidak ikut disertakan, yaitu penyulang WBN08 dengan kapasitas pelanggan 4125. Dikarenakan penyulang WBN08 baru beroperasi pada bulan oktober 2017 dan belum mengalami gangguan, maka dari itu data yang akan di analisis adalah mulai dari penyulang WBN01 sampai dengan penyulang WBN06.

Tabel 4.1 Jumlah pelanggan Per Penyulang Tahun 2017

No	Nama Penyulang	Jumlah Pelanggan
1	WBN01	10.343
2	WBN02	8224
3	WBN03	5201
4	WBN04	11.010
5	WBN05	5
6	WBN06	16.418
Total		51.201

4.2 Jumlah Gangguan pada Jaringan Distribusi 20 kV dari Gardu Induk Wirobrajan

Data gangguan pada jaringan distribusi adalah sebuah data yang berisi tentang frekuensi padam, durasi padam, dan jenis gangguanya. Dalam penelitian ini data gangguan pada jaringan distribusi 20 kV Gardu Induk Wirobrajan terdiri dari :

- a) Data gangguan jaringan distribusi 20 kV dari Gardu Induk Wirobrajan tahun 2017.

4.3 Analisis Perhitungan SAIFI, SAIDI, dan CAIDI di Penyulang Gardu Induk Wirobrajan Tahun 2017.

Untuk dapat memudahkan dalam perhitungan maka data akan di kelompokkan dengan cara memasukan data jumlah total gangguan dan jumlah durasi gangguan.

Tabel 4.2 Daftar Durasi Padam Dalam Tahun 2017

NO	NAMA PENYULANG	LAMA GANGGUAN		JUMLAH GANGGUAN
		JAM	MENIT	
1	WBN01	29	43	20 kali
2	WBN02	10	19	6 kali
3	WBN03	5	36	5 kali
4	WBN04	4	45	4 kali
5	WBN05	4	32	5 kali
6	WBN06	10	33	10 kali

4.3.1 Perhitungan SAIFI pada setiap Penyulang Tahun 2017.

Pada table 4.5 dibawah ini menunjukkan sebuah data yang berisi jumlah gangguan dan jumlah pelanggan perpenyulang yang terdiri dari 1 data, yaitu data tahun 2017.

SAIFI adalah salah satu indeks keandalan dimana perhitungannya adalah perkalian frekuensi padam sebuah penyulang dengan jumlah pelanggan yang mengalami gangguan pemadaman dibagi dengan jumlah pelanggan secara keseluruhan. SAIFI menyatakan berapa kali terjadi pemadaman baik dalam hitungan hari, bulan maupun tahun. Satuan dari perhitungan indeks SAIFI adalah pemadaman per pelanggan. Perhitungan pemadaman dapat dilakukan dalam jangka waktu tertentu, baik hari, bulan, maupun tahun. Secara matematis indeks SAIFI dirumuskan sebagai berikut :

$$SAIFI = \frac{\lambda i \times Ni}{Nt}$$

Keterangan :

λ = Angka kegagalan rata-rata / frekuensi padam.

Ni = Jumlah konsumen yang terganggu pada saat gangguan.

Nt = Jumlah konsumen yang dilayani.

Berikut adalah contoh perhitungan SAIFI pada penyulang WBN01 – WBN08 tahun 2017 berdasarkan table 4.4 :

1. SAIFI WBN01 = $\frac{\lambda i \times Ni}{Nt} = \frac{20 \times 10.343}{51.201} = 4.04$
kali/pelanggan/tahun
2. SAIFI WBN02 = $\frac{\lambda i \times Ni}{Nt} = \frac{6 \times 8224}{51.201} = 0.96$
kali/pelanggan/tahun
3. SAIFI WBN03 = $\frac{\lambda i \times Ni}{Nt} = \frac{5 \times 5201}{51.201} = 0.50$
kali/pelanggan/tahun
4. SAIFI WBN04 = $\frac{\lambda i \times Ni}{Nt} = \frac{4 \times 11.010}{51.201} = 0.86$
kali/pelanggan/tahun
5. SAIFI WBN05 = $\frac{\lambda i \times Ni}{Nt} = \frac{5 \times 5}{51.201} = 0.0004$
kali/pelanggan/tahun
6. SAIFI WBN06 = $\frac{\lambda i \times Ni}{Nt} = \frac{10 \times 16.428}{51.201} = 3.20$
kali/pelanggan/tahun

4.3.2 Perhitungan Nilai SAIDI Pada Setiap Penyulang

SAIDI adalah indeks keandalan yang merupakan perkalian dari lamanya suatu sistem dalam hitungan jam dengan banyaknya pelanggan yang mengalami

pemadaman dibagi dengan jumlah pelanggan keseluruhan. SAIDI juga bisa dikatakan sebagai indeks lamanya waktu saat terjadi pemadaman. Satuan perhitungan SAIDI adalah jam/pelanggan. Dengan indeks ini, gambaran mengenai lama pemadaman rata-rata yang diakibatkan oleh gangguan pada bagian-bagian dari sistem dapat dievaluasi secara matematis, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$SAIDI = \frac{Ui \times Ni}{Nt}$$

Dimana:

Ui = Durasi gangguan.

Ni = Jumlah konsumen yang terganggu pada beban.

Nt = Jumlah konsumen yang dilayani.

Berikut adalah contoh perhitungan SAIDI pada penyulang WBN01-WBN08 tahun 2017, berdasarkan table 4.9 :

1. SAIDI WBN 01 = $\frac{Ui \times Ni}{Nt} = \frac{29.47 \times 10.343}{51.201} = 5.95$
jam/pelanggan/tahun
2. SAIDI WBN02 = $\frac{Ui \times Ni}{Nt} = \frac{10.19 \times 8224}{51.201} = 1.63$
jam/pelanggan/tahun
3. SAIDI WBN03 = $\frac{Ui \times Ni}{Nt} = \frac{5.36 \times 5210}{51.201} = 0.54$
jam/pelanggan/tahun
4. SAIDI WBN04 = $\frac{Ui \times Ni}{Nt} = \frac{4.45 \times 11.010}{51.201} = 0.95$
jam/pelanggan/tahun
5. SAIDI WBN05 = $\frac{Ui \times Ni}{Nt} = \frac{4.32 \times 5}{51.201} = 0.0004$
jam/pelanggan/tahun
6. SAIDI WBN06 = $\frac{Ui \times Ni}{Nt} = \frac{10.33 \times 16.418}{51.201} = 3.31$
jam/pelanggan/tahun

4.3.3 Perhitungan Nilai CAIDI Pada Setiap Penyulang

CAIDI merupakan salah satu indeks keandalan yang berisi tentang lamanya waktu(durasi) setiap terjadi pemadaman. Lamanya durasi ini bisa dalam hari, bulan ataupun tahun. Indeks ini dirumuskan dengan :

$$CAIDI = \frac{\text{Jumlah durasi gangguan pelanggan}}{\text{Jumlah interupsi pelanggan}} = \frac{\sum Ui Ni}{\sum Ni \lambda i}$$

Dimana :

Ui = Durasi gangguan

Ni = Jumlah konsumen yang terganggu pada beban i

λi = Angka kegagalan rata-rata/frekuensi padam

indeks ini juga samadengan perbandingan antara SAIDI dan SAIFI, yaitu

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI}$$

Besarnya nilai CAIDI ini dapat digambarkan sebagai besar durasi pemadaman (r) sistem distribusi keseluruhan

ditinjau dari sisi pelanggan. Indeks keandalan merupakan suatu indikator kendalan yang dinyatakan dalam suatu besaran probabilitas. Sejumlah indeks telah dikembangkan untuk menyediakan suatu kerangka untuk mengevaluasi keandalan jaringan sistem distribusi.

1. CAIDI WBN 01 2017 = $\frac{SAIDI}{SAIFI} = \frac{5.95}{4.04} = 1.47$
jam/gangguan
2. CAIDI WBN 02 2017 = $\frac{SAIDI}{SAIFI} = \frac{1.63}{0.96} = 1.69$
jam/gangguan
3. CAIDI WBN 03 2017 = $\frac{SAIDI}{SAIFI} = \frac{0.54}{0.50} = 1.08$
jam/gangguan
4. CAIDI WBN 04 2017 = $\frac{SAIDI}{SAIFI} = \frac{0.95}{0.86} = 1.10$
jam/gangguan
5. CAIDI WBN 05 2017 = $\frac{SAIDI}{SAIFI} = \frac{0.0004}{0.0004} = 1$
jam/gangguan
6. CAIDI WBN 062017 = $\frac{SAIDI}{SAIFI} = \frac{3.31}{3.20} = 1.03$
jam/gangguan

V KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang di dapatkan dari perhitungan dan analisis data berkaitan dengan kinerja sistem distribusi tenaga listrik pada setiap penyulang di Gardu Induk Wirobrajan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan perbandingan nilai SAIFI terhitung dengan Standar SPLN 68-2 : 1986 terdapat salah satu penyulang yang tidak memenuhi Standar SPLN 68-2 : 1986 yaitu pada penyulang WBN01, hal ini disebabkan besarnya nilai SAIFI terhitung pada WBN01 pada tahun 2017 yang bernilai 4.04 kali/pelanggan/tahun. Sedangkan Standar SPLN 68-2:1986 nilai standar maksimalnya adalah sebesar 3.2 kali/pelanggan/tahun.
2. Berdasarkan perbandingan nilai SAIFI terhitung dengan Standar IEEE Std 1366-2003 terdapat beberapa penyulang yang tidak memenuhi Standar IEEE 1366-2003 yaitu pada penyulang WBN01 dan WBN06, hal ini disebabkan besarnya nilai SAIFI terhitung pada WBN01 dan WBN06 pada tahun 2017 yang bernilai 4.04 kali/pelanggan/tahun dan 3.20 kali/pelanggan/tahun. Sedangkan Standar IEEE 1366-2003 nilai standar maksimalnya adalah sebesar 1.45 kali/pelanggan/tahun.
3. Berdasarkan perbandingan nilai SAIDI terhitung dengan nilai Standar SPLN 68-2 1986 terhitung sudah sesuai atau lebih baik dari nilai SAIDI Standar SPLN 68-2 1986. Sedangkan nilai SAIDI yang tertera pada Standar SPLN 68-2 1986 adalah maksimal sebesar 21.09 jam/pelanggan/tahun.
4. Berdasarkan perbandingan nilai SAIDI dengan Standar IEEE Std 1366-2003 terdapat beberapa penyulang yang tidak memenuhi Standar IEEE Std 1366-2003, yaitu pada penyulang WBN01 dan WBN02, hal ini disebabkan oleh besarnya nilai SAIDI terhitung pada penyulang tersebut melebihi 2.30 jam/pelanggan/tahun. Sedangkan Standar IEEE Std 1366-2003 untuk SAIDI maksimal sebesar 2.30 jam/pelanggan/tahun.
5. Hasil perbandingan nilai CAIDI terhitung dengan Standar IEEE Std 1366-2003 terdapat satu penyulang yang tidak memenuhi Standar IEEE Std 1366-2003, yaitu pada penyulang WBN02. Hal ini disebabkan oleh besarnya nilai CAIDI terhitung pada penyulang tersebut melebihi 1.49 jam/gangguan. Sedangkan nilai CAIDI yang tertera pada Standar IEEE Std 1366-2003 maksimal sebesar 1.49 jam/gangguan.
6. Berdasarkan jenis gangguan yang terjadi alat proteksi yang sering bekerja pada tiap penyulang di GI Wirobrajan adalah PMT dan Recloser, dikarenakan letak gangguan yang masih bersebelahan dengan PMT dan Recloser.
7. Dikarenakan masih bagusnya kinerja proteksi disetiap penyulang GI Wirobrajan. Setiap ada gangguan yang terdeteksi oleh alat proteksi, secara langsung proteksi langsung bekerja memutuskan aliran sumber tenaga listrik.
8. Dalam kinerjanya selama 1 tahun yaitu selama tahun 2017 proteksi di setiap penyulang GI Wirobrajan memiliki kinerja yang bagus dengan tingkat kegagalan kerja sama dengan 0.
9. Dari semua data yang sudah di analisa dapat ditarik kesimpulan bahwa Sistem kinerja jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV area Wirobrajan bisa dikatakan kurang baik dan memiliki tingkat keandalan yang kurang tinggi. Hal ini disebabkan karena hasil perbandingan SAIFI, SAIDI dan CAIDI dengan SPLN 68-2 1986 dan IEEE Std 1366-2003 masih ada beberapa nilai terhitung yang melebihi Standar SPLN 68-2 1986 dan IEEE Std 1366-2003 yang ditentukan.
10. Pada penyulang WBN01 terjadi gangguan paling tinggi dalam kurun waktu 1 tahun sepanjang tahun 2017, dikarenakan Fuse Cut Out (FCO) yang putus sehingga menyebabkan PMT maupun Recloser

bekerja. Dari data yang ada, hal ini disebabkan oleh rantiang pohon yang patah, besi baliho yang roboh, dan tikus.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani Indah Nur. (2014). Analisis Nilai Indeks Keandalan Sistem jaringan Distribusi Udara 20 kV Pada penyulang Lamper 1,5,8,9,10 Di GI Pandean Lamper. Semarang : Universitas Diponegoro
- Bali Listrik. Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik. <https://goo.gl/ck8HRp> diakses tanggal 19-2-1018,jam 08.40 WIB
- Doni Hardianto. (2017). KEANDALANSISTEM DISTRIBUSI 20 kV DI GARDU INDUK KEBUMEN. Yogyakarta : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Holong Modal. Tegangan jatuh (DropTegangan). <https://goo.gl/3hVBqE> diakses tanggal 19-2-1018,jam 08.00 WIB
- Kusumandaru Darma. Daya Listrik (Aktif, Reaktif, Semu). <https://goo.gl/qTTEhZ> diakses tanggal 19-2-1018,jam 09.00 WIB
- kelompokkerja standar kontruksi jaringan distribusi tenaga listrik dan pusat penelitian sains dan teknologi Universitas Indonesia, (2010.) KRITERIA DISAIN ENJINERING KONSTRUKSI JARINGAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK.,Kebayoran Baru Jakarta Selatan : PT PLN (PERSERO)
- Perdana Putra Wijiwid. Evaluasi sistem keandalan tenaga listrik Pada Jaringan Distribusi Primer tipe radial gardu Induk Blimbing. <https://goo.gl/226DYq> diakses tanggal 19-2-1018,jam 08.20 WIB
- Suswanto Daman. (2009), SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK. Padang : Universitas Negeri Padang
- Suahadi, Wrahatnolo Tri. (2008). TEKNIK DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK SMK. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional
- Setiawan Agung Hari. (2014). MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM PROTEKSI DISTRIBUSI JARINGAN LISTRIK BERBASIS ADOBE FLASH. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta
- Supriyadi Andi. (2017). PROFIL TEGANGAN DAN RUGI-RUGI DAYA SERTA ENERGY TIDAK TERSALURAN DI PT.PLN (PERSERO) RAYON. Yogyakarta : Universitas Mihammadiyah Yogyakarta
- Tanjung Abrar. (2015). Analisis Sistem distribusi 20 kV Untuk Memperbaiki Kinerja sistem distribusi menggunakan *Electrical Transient Analysis Program* Universitas Lancang Kuning : Riau
- Tribun Jogja. Pemadaman Listrik PLN di Yogyakarta, Diakses (22/11/2017) pukul 06.30 WIB
- Tribun Jogja. Lokasi Pemadaman Listrik PLN di Yogyakarta, Diakses (16/12/2017) pukul 06.30 WIB
- Wijdan. Rumus menghitung arus dan Daya Listrik. <https://goo.gl/tgzcoK> diakses tanggal 19-2-1018,jam 08.20 WIB