

Analisa Indeks Keandalan Jaringan Tegangan Menengah 20KV Di Penyedia Kelistrikan Dengan Metode *Failure Modes and Effect Analysis* (FMEA)

Septiyandi Kurniawan¹⁾, Noveri Lysbetti Marpaung²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293

*Email : septiyandikurniawan180993@gmail.com

ABSTRACT

Nowadays the reliability level of a distribution system is essential thing to use to ensure the continuity of power supply to the consumer. That, realized that the importance of the distribution system that is able to be achieved by Failure Modes And Effects Analysis (FMEA). This research is made a reliability evolution os distribution network 20KV for a provider.it has purpose to increase the system reliability of distribution network uses the index of SAIDI , SAIFI and CAIDI in providing electricity in Padang Area, The results of the calculation which have been got is going to be compared with PLN Standard. The result of SAIFI and SAIDI in Marapalam feeder has fulfilled PLN standard cause only produce small interference. Finally, the SAIFI Value and SAIDI Value are still standard Value and reliable categories Marapalam Feeder.

Keywords:CAIDI, FMEA, Reliability index,SAIFI, SAIDI.

PENDAHULUAN

Penggunaan daya listrik, mutlak diperlukan Sistem Distribusi. Sistem distribusi berguna menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar sampai ke konsumen. Sistem Distribusi merupakan subs sistem tersendiri yang terdiri dari: Pembangkit Tenaga Listrik, Saluran Transmisi, Gardu Induk Distribusi, Saluran Tegangan Menengah yang merupakan saluran udara atau kabel tanah. Gardu Distribusi (GD) tegangan menengah dan trafo sampai dengan panel- panel Distribusi Tegangan Rendah (380V/220 V) yang menghasilkan tegangan kerja/tegangan jala-jala untuk industri dan konsumen perumahan. Sedangkan secara umum keandalan Sistem Tenaga Listrik dapat didefinisikan sebagai suatu kemampuan sistem untuk memberikan suatu pasokan tenaga listrik yang cukup dengan kualitas yang memuaskan. Keandalan peralatan-peralatan listrik pada Sistem Distribusi menentukan keberlangsungan tenaga listrik sehingga berpengaruh terhadap produsen. Dalam hal ini perusahaan penyedia tenaga listrik maupun konsumen. agar keberlangsungan penyalur tenaga listrik dpat memadai, maka diperlukan cara penilaian terhadap mutu dan keandalan pelayanan, agar dapat memberikan pegangan yang terarah dalam menentukan tingkat keandalan dari jaringan tegangan menengah 20KV.

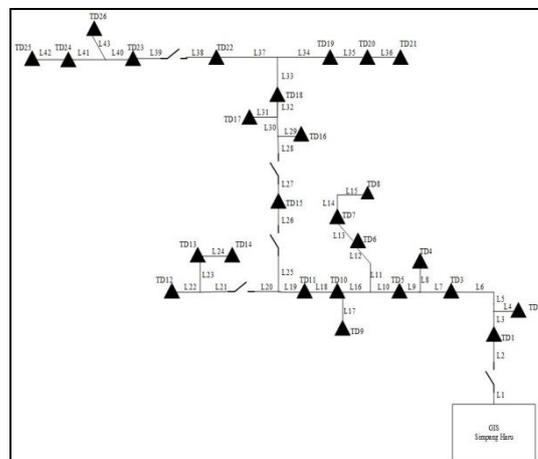
Untuk mengetahui keandalan suatu penyulang maka ditetapkan suatu indeks keandalan yaitu besaran untuk membandingkan penampilan suatu sistem distribusi. Indeks-indeks keandalan yang sering dipakai dalam suatu sistem distribusi adalah SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*), CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*), ASAI (*Average Service*

Availability Index). Sebagai acuan penentuan indeks yaitu berdasarkan Standar PLN yang nantinya digunakan sebagai tolak ukur tingkat keandalan Sistem Distribusi. Salah satu cara mengetahui indeks keandalan yaitu dengan metode FMEA.

LANDASAN TEORI

A. Teori Dasar Keandalan

Keandalan (*reliability*) didefinisikan sebagai probabilitas dari peralatan atau sistem untuk dapat menjalankan fungsinya dalam waktu dan serta pada kondisi kerja tertentu. Dengan demikian, keandalan sistem distribusi berarti probabilitas sistem distribusi untuk dapat menjalankan fungsinya dengan semestinya, dalam waktu tertentu, serta pada kondisi kerja tertentu.



Gambar 1 Single line Diagram Feeder Marapalam

B. Metode Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)

Failure Modes and Effect Analysis (FMEA) merupakan suatu bentuk pendekatan yang melibatkan analisa *bottom-up*, bertujuan mengidentifikasi mode-mode kegagalan penyebab kegagalan, serta dampak kegagalan yang di timbulkan oleh tiap-tiap komponen terhadap sistem. Dengan kata lain, FMEA mempertimbangkan kegagalan sistem sebagai hasil dari kegagalan komponen-komponen penyusun sistem tersebut.

Metode FMEA untuk mengevaluasi keandalan sistem distribusi didasarkan pada bagaimana kegagalan dari suatu peralatan sistem distribusi akan mempengaruhi keandalan sistem secara menyeluruh, sehingga untuk menentukan keandalan sistem dibutuhkan syarat-syarat sebagai berikut:

- a. Hanya diperlukan satu deskripsi topologi jaringan. Sistem dapat didefinisikan dalam cabang-cabangnya, komponen-komponennya, titik *supply*, dan titik beban/*load point*.
- b. Untuk setiap komponen/peralatan diperinci data keandalan seperti indeks kegagalan (*failure rate*), waktu perbaikan (*repair time*), dan waktu *switching* (*switching time*).
- c. *Sectionalizer* diperlakukan sebagai peralatan sistem dan alokasinya disesuaikan dengan topologi jaringan.
- d. Penjumlahan dari pengaruh kegagalan setiap *Load Point*, baik itu *failure rate*, *repair time*, hal ini merupakan dasar rumusan dan perhitungan SAIFI, SAIDI dan CAIDI.

C. Komponen Perhitungan Keandalan

- Laju Kegagalan

Laju kegagalan (λ) merupakan suatu nilai dari gangguan yang dihitung dalam suatu *interval* waktu tertentu. laju kegagalan mempunyai symbol λ dan dihitung dalam satuan kegagalan per tahun. Nilai laju kegagalan dapat dihitung melalui rumus.

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah Kegagalan}}{\text{Total Waktu Operasi}} \dots\dots\dots(1)$$

Nilai Laju Kegagalan yang diperlukan untuk perhitungan dengan metode *section technique* ini adalah nilai laju kegagalan tiap-tiap *Load Point*, dimana laju kegagalan tiap *Load Point* dapat diperoleh dari penjumlahan tiap peralatan pada sistem seperti CB, *Transformer*, maupun *sectionalizer* yang mempengaruhi *Load Point* yang akan dihitung. Berikut rumus untuk menghitung nilai laju kegagalan tiap *Load Point* (λLP).

$$\lambda LP = \sum_i \lambda_i \dots\dots\dots(2)$$

- Durasi Kegagalan (U)

Durasi Kegagalan berarti juga waktu ketika tidak adanya ketersediaan dalam menyuplay energi listrik ke pelanggan. Untuk menghitung keandalan sistem distribusi, dibutuhkan nilai durasi kegagalan tiap *Load*

Point (U LP). Durasi kegagalan *Load Point* diperoleh dari perkalian antara laju kegagalan (λ) dengan *repair time* (r) masing-masing peralatan yang mempengaruhi *Load Point*. Rumus untuk menghitung nilai durasi kegagalan *Load Point* (U LP). Dapat di lihat pada persamaan 2.3:

$$U LP = \sum_i \lambda_i . r_i \dots\dots\dots(3)$$

- System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)

System Average Interruption Frequency Index (SAIFI) merupakan jumlah rata-rata dari gangguan yang terjadi pada kurun waktu satu tahun. Persamaan untuk menghitung SAIFI yaitu :

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda LP . N LP}{N} \dots\dots\dots(4)$$

- System Average Interruption Duration Index (SAIDI)

System Average Interruption Duration Index (SAIDI) merupakan waktu atau durasi rata-rata dari gangguan dalam waktu satu tahun untuk setiap pelanggan. Rumus untuk menghitung nilai SAIDI yaitu :

$$SAIDI = \frac{\sum U LP . N LP}{\sum N} \dots\dots\dots(5)$$

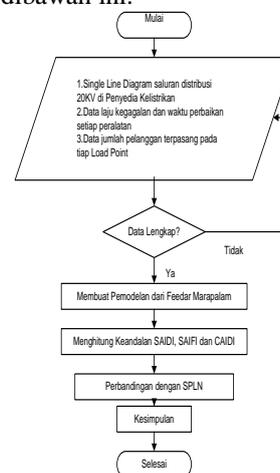
- Customer Average Interruption Duration Index (CAIDI)

Customer Average Interruption Duration Index (CAIDI) adalah durasi rata-rata gangguan yang terjadi pada tiap pelanggan dalam kurun waktu satu tahun. Nilai CAIDI dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} \dots\dots\dots(6)$$

Flowchart

Adapun langkah – langkah penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2 Diagram Alir

HASIL DAN ANALISIS

- Indeks Kegagalan Peralatan Pada Jaringan Distribusi
Berikut ini adalah tabel data kegagalan untuk saluran udara dan peralatan sistem distribusi yang melingkupi *failure rate*, *repair time*, dan *switching time* yang dapat dilihat pada tabel di bawah. Dan ini menjadi standar perhitungan analisa kehandalan penelitian ini. Indeks kegagalan peralatan ini mengacu pada SPLN NO.59 : 1985 yang dikeluarkan oleh PT.PLN sebagai data standar dalam perhitungan indeks tingkat keandalan jaringan distribusi. Indeks kegagalan ini meliputi data kegagalan saluran udara dan data kegagalan peralatan distribusi. Dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1 Data indeks kegagalan saluran udara

Saluran Udara	
<i>Sustained failure rate</i> (λ /km/yr)	0.2
<i>r</i> (<i>repair time</i>)(jam)	3
<i>rs</i> (<i>switching time</i>)(jam)	0.15

Tabel 2 Data indeks kegagalan peralatan

Komponen	λ (<i>failure rate</i>)	<i>r</i> (<i>repair time</i>)(jam)	<i>rs</i> (<i>switching time</i>)(jam)
Trafo Distribusi	0.005/unit/tahun	10	0.15
Circuit Breaker	0.004/unit/tahun	10	0.15
Sectionalizer	0.003/unit/tahun	10	0.15

SPLN No. 59 : 1985

untuk mencari $\sum \lambda LP$ adalah dengan menjumlahkan seluruh hasil perkalian *failure rate* dengan panjang saluran yang mempengaruhi *Load Point* tersebut berdasarkan identifikasi Mode Kegagalan yang telah dilakukan. Langkah yang sama dilakukan untuk mencari U_{LP} adalah dengan menjumlahkan seluruh hasil perkalian *repair time* dengan λLP yang mempengaruhi *Load Point* tersebut. Nilai akhir λLP dan U_{LP} .

Tabel 3 Indeks Keandalan *Load Point*

<i>Load Point</i>	indeks kehandalan <i>Load Point</i>	
	λ (<i>fault/year</i>)	<i>U</i> (<i>hour/year</i>)
LP1	0.835	2.622
LP2	0.835	2.622
LP3	0.835	2.622
LP4	0.835	2.622
LP5	0.835	2.622
LP6	0.835	2.622
LP7	0.835	2.622
LP8	0.835	2.622
LP9	0.835	2.622
LP10	0.835	2.622
LP11	0.835	2.622

Dengan mengetahui indeks keandalan *Load Point* dapat diperoleh indeks keandalan pada SAIFI dan SAIDI. Dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Indeks Keandalan *Load Point* SAIFI dan SAIDI

<i>Load Point</i>	indeks kehandalan	
	SAIFI	SAIDI
LP1	0.09515879	0.2925
LP2	0.0475794	0.14625
LP3	0.11916281	0.36629
LP4	0.07629849	0.23453
LP5	0.09515879	0.2925
LP6	0.02400402	0.07378
LP7	0.07629849	0.23453
LP8	0.07629849	0.23453
LP9	0.07629849	0.23453
LP10	0.11916281	0.36629
LP11	0.0475794	0.14625
TOTAL	0.853	2.622

Berdasarkan pada Tabel 4, dapat diperoleh SAIFI dan SAIDI dengan nilai 0,853 kali pertahun untuk SAIFI dan 2,622 jam/tahun untuk SAIDI.

Setelah mengetahui nilai indeks kehandalan dapat diperoleh nilai indeks Kehandalan Sistem Jaringan Gardu Induk Simpang Haru pada *Feeder* Marapalam dengan menjumlahkan indeks kehandalan. Perhitungan Indeks Keandalan dapat dilihat pada Tabel 5 :

Tabel 5 Indeks Keandalan Sistem SAIFI,SAIDI dan CAIDI

Indeks Keandalan Sistem	
SAIFI	SAIDI
0.853	2.622
0.265	0.816
0.041	0.539
0.539	1.638
0.207	0.642
1.905	6.257
CAIDI	3.28345

KESIMPULAN

Hasil perhitungan nilai λLP dan U_{LP} mempengaruhi nilai SAIFI, SAIDI dan CAIDI. Berdasarkan penelitian ini *Feeder* marapalam memiliki SAIFI sebesar 1.905 kali/pertahun dan SAIDI 6.257 jam/tahun. Data tersebut bila dibandingkan dengan SPLN No.28-2:1986 yaitu SAIFI=3.2 kali/tahun dan SAIDI = 21 jam/tahun, maka *Feeder* Marapalam masih berada dalam batas aman karna gangguan yang terjadi sedikit. Berdasarkan SPLN, sistem pendistribusian tenaga listrik pada *Feeder* Marapalam dapat dikatakan handal.

DAFTAR PUSTAKA

- Prima. 2015. Analisa Tingkat Keandalan Sistem Gardu Induk 13,8 kV 6DN Minas PT Chevron Pacific Indonesia dengan Metode *Section Technique*. Skripsi
- SPLN No.59 : 1985, "Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV", Perusahaan Listrik Negara, Jakarta.
- Goenadi, C., I.G.N.S. Hernanda, dan O. Penangsang. 2012. Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV di PT PLN Distribusi Jawa Timur Kediri Dengan Metode Simulasi *Section Technique*. *Jurnal Teknik POMITS*
- SPLN NO.68-2 : 1986, "Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik Bagian Dua: Sistem Distribusi:", Perusahaan Listrik Negara, Jakarta.