

Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 kV pada Penyulang Selapan Jaya dan Penyulang Jahe di PLTBg PT. Sampoerna Agro

Ang Anan Prayogi¹, Abdul Azis² Perawati³

^{1,2,3}Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik PGRI Palembang

anngananprayogi95@gmail.com¹, azis@univpgri-palembang.ac.id², perawati80@univpgri-palembang.ac.id³

Received 03 Februari 2021 | Revised 11 April 2022 | Accepted 11 April 2022

ABSTRAK

Sistem distribusi adalah bagian dari sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari pusat pembangkitan hingga sampai ke konsumen. Kualitas energi listrik yang diterima oleh konsumen sangat dipengaruhi dari keandalan sistem pendistribusiannya. Keandalan sistem tenaga listrik menggambarkan suatu ukuran tingkat ketersediaan tenaga listrik dari sistem konsumen. Keandalan sistem distribusi tenaga listrik sangat dipengaruhi oleh konfigurasi sistem, alat pengaman yang dipasang, dan sistem proteksinya. Konfigurasi yang tepat, peralatan yang handal serta pengoperasian sistem yang otomatis akan memberikan hasil kerja sistem distribusi yang baik. Indeks keandalan sistem tenaga listrik ditentukan dari tingkat kegagalan, tingkat perbaikan, analisis nilai SAIDI-SAIFI, CAIDI, ASUI dan ASAI untuk setiap penyulang. Beberapa variabel lain yang mempengaruhi indeks keandalan adalah panjang gelombang, banyaknya pengguna listrik, dan konfigurasi saluran.

Kata Kunci: Sistem Distribusi, Keandalan, SAIDI, SAIFI, CAIDI, ASUI dan ASAI.

The distribution system is part of the electric power system that functions to distribute electric power from the generating center to consumers. The quality of energy received by consumers is very important from the distribution system. The reliability of the electric power system describes a measure of the availability of electric power from the customer system. The reliability of the electric power distribution system is strongly influenced by the system configuration, the installed safety devices, and the protection system. The right configuration, reliable equipment and automatic system operation will provide good distribution system work results. The electric power system is determined from the failure rate, repair rate, analysis of SAIDI-SAIFI, CAIDI, ASUI and ASAI values for each penyulang. Some of the other variables that affect the impact are the length of reach, number of users, and configuration.

Keywords: Distribution System, Reliability, SAIDI, SAIFI, CAIDI, ASUI and ASAI.

I. PENDAHULUAN

A. Ketersediaan dan Keandalan

Setiap benda dapat mengalami kegagalan operasi. Penyebab kegaagalan operasi ini bisa terjadi apabila mengalami kelalaian dari manusia, perawatan yang tidak baik atau buruk, kesalahan dalam penggunaan, kurangnya perlindungan terhadap tekanan lingkungan yang berlebihan. Hal ini akan mengakibatkan ketidaknyamanan bagi pengguna hingga mengakibatkan kerugian biaya ekonomis yang cukup tinggi bahkan timbulnya korban jiwa.

Teknik keandalan bertujuan untuk mempelajari karakteristik, konsep, pengukuran, analisis kegagalan, dan perbaikan pada sistem. Sehingga menambah waktu ketersediaan operasi sistem dengan cara mengurangi kemungkinan terjadinya kegagalan pada sistem tersebut (Pulungan, 2012). Ketersediaan adalah peluang beroperasinya komponen atau sistem dalam waktu yang ditentukan. Keandalan adalah peluang suatu sistem tidak terjadinya kegagalan selama proses pengoperasian pada sistem tersebut.

B. Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi tenaga listrik adalah sistem tenaga listrik yang memasok energi listrik ke konsumen pada tegangan menengah sebesar 20 kV dan tegangan rendah sebesar 220 Volt dan 380 Volt. Sistem yang menggunakan tegangan menengah disebut sistem distribusi primer dan sistem yang menggunakan tegangan rendah disebut sistem distribusi sekunder (Adaffi, 2011), (Sudirham, 2006).

Keandalan adalah kemungkinan dari sistem untuk dapat bekerja optimal untuk waktu yang telah ditentukan dalam berbagai kondisi atau suatu ukuran dari tingkat pelayanan penyedia tenaga listrik dari sistem ke konsumen. Keandalan dapat dinyatakan dengan seberapa seringnya sistem tenaga listrik mengalami

pemadaman, berapa lama durasi pemadaman terjadi dan berapa cepat waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki kondisi sistem dari pemadaman sampai ke kondisi normal (Setyo, 2009).

Keandalan sistem distribusi berkaitan erat dengan masalah pemutus beban yang merupakan akibat adanya gangguan pada sistem tenaga listrik. Keandalan pada sistem distribusi berbanding terbalik dengan tingkat pemutus tegangan sistem tenaga listrik. Semakin tinggi frekuensi pemutus beban pada sistem tenaga listrik, maka keandalan sistem tenaga listrik akan semakin berkurang, dan juga sebaliknya. Sistem yang mempunyai keandalan yang tinggi akan mampu memberikan energi listrik setiap saat konsumen membutuhkannya, sedangkan sistem yang mempunyai keandalan rendah maka sistem tersebut akan sering mengalami pemadaman (Saodah, 2008).

Tingkat keandalan dalam pelayanan energi listrik dapat dibedakan menjadi 3 macam yaitu (Thayib, 2011):

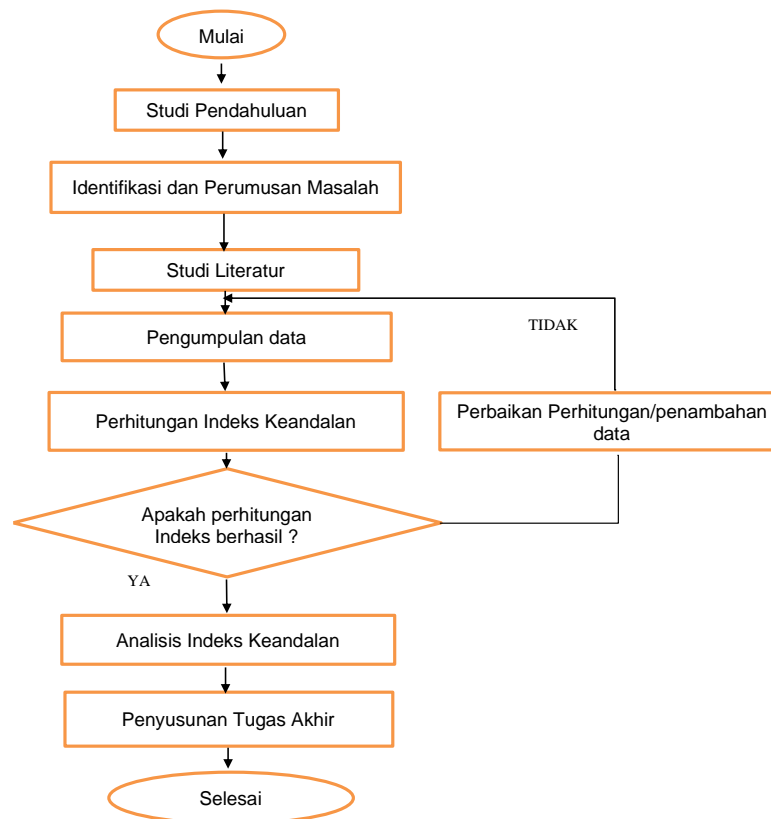
1. Keandalan pada sistem yang tinggi
Saat kondisi normal, sistem akan memberikan kapasitas daya yang cukup pada saat beban puncak dengan variasi tegangan yang baik. Saat terjadi gangguan pada jaringan, maka sistem ini memerlukan beberapa peralatan dan pengamanan yang cukup banyak untuk menghindari adanya berbagai macam jenis gangguan pada sistem.
2. Keandalan pada sistem yang menengah
Saat kondisi normal, sistem akan memberikan kapasitas yang cukup pada saat beban puncak dengan variasi tegangan yang baik. Saat terjadi gangguan pada jaringan, sistem ini masih bisa melayani sebagian dari beban meskipun saat kondisi beban puncak. Jadi sistem ini diperlukan peralatan yang cukup banyak untuk mengatasi serta menanggulangi gangguan-gangguan tersebut.
3. Keandalan pada sistem yang rendah
Saat kondisi normal, sistem akan memberikan kapasitas yang cukup pada saat beban puncak dengan variasi tegangan yang baik. Tetapi apabila terjadi gangguan pada jaringan, maka sistem ini sama sekali tidak bisa melayani beban konsumen. Maka perlu dilakukan perbaikan terlebih dahulu pada sistem tersebut. Tentu saja pada sistem ini peralatan pengamanan yang dibutuhkan, jumlahnya relatif sangat sedikit.

Kontinuitas pelayanan dan penyaluran energi listrik pada jaringan distribusi tergantung pada jenis dan macam jaringan distribusi dan peralatan pengamanan, dimana jaringan distribusi mempunyai tingkat kontinuitas yang tergantung pada susunan saluran dan cara pengaturan sistem operasinya, yang pada hakekatnya direncanakan dan dipilih untuk memenuhi kebutuhan dan sifat beban. Tingkat kontinuitas pelayanan dari jaringan distribusi disusun berdasarkan lamanya perbaikan untuk pengoperasian sistem kembali setelah pemutusan karena gangguan (SPLN 52, 1983).

II. METODE PENELITIAN

A. Tahapan Penulisan

Dalam menyelesaikan penelitian ini, penulis melakukan beberapa tahapan yang harus dilakukan tahapan penelitian yang ditunjukkan pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Flow Chart Penelitian

B. Matematika/Persamaan

1. Perhitungan indeks keandalan SAIFI, SAIDI, dan CAIDI

a. SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*).

SAIFI adalah indeks keandalan berdasarkan banyaknya gangguan yang terjadi dalam satu tahun.

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i N_i}{\sum N_i} \tag{1}$$

Dimana, N_i = Jumlah konsumen pada penyulang

λ_i = Laju kegagalan penyulang

N = Jumlah total pelanggan

b. SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*)

SAIDI adalah indeks keandalan berdasarkan lamanya gangguan yang terjadi.

$$SAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N} \tag{2}$$

Dimana, N_i = Jumlah konsumen pada penyulang

U_i = Lama gangguan rata-rata pada penyulang

N = Jumlah total Pelanggan

c. CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*)

CAIDI adalah lamanya gangguan pada konsumen dengan lama waktu tertentu.

$$CAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum \lambda_i N_i} \tag{3}$$

Dimana, N_i = Jumlah konsumen pada penyulang

λ_i = Laju kegagalan pada penyulang

U_i = Lama ketersediaan rata-rata pada penyulang

2. Perhitungan kemampuan layanan pada Penyulang Selapan Jaya dan Penyulang Jahe dengan indeks ASAI dan ASUI

ASAI adalah suatu indeks yang menyatakan kemampuan suatu sistem untuk menyediakan sistem tersebut dengan jangka waktu 1 tahun.

$$ASAI = \frac{\sum Ni \times 8.760 - \sum Ui Ni}{\sum Ni \times 8.760} \quad (4)$$

Sedangkan ASUI adalah indeks yang menyatakan ketidakmampuan menyediakan suatu sistem.

$$ASUI = \frac{\sum Ui Ni}{\sum Ni \times 8.760} \quad \text{atau, } ASUI = 1 - ASAI \quad (5)$$

3. Data monitoring dan gangguan PLTBg PT. Sampoerna Agro

Tabel 1. Data Titik Beban Pada Penyulang Selapan Jaya Tahun 2019

Titik Beban	Indeks Titik Beban (Kali /Tahun)	Indeks Titik Beban (Jam/Tahun)	Jumlah Pelanggan
1	0,0476	1.117,688	124
2	0,017	863,668	263
3	0,0451	1.180,557	908
4	0,0277	1.920,772	178
5	0,0391	1.361,801	692
6	0,5246	101,608	124
7	0,1024	520,359	175
8	0,0254	2.098,205	178
9	0,0404	1.316,204	124
10	0,0434	1.226,54	263
11	0,0466	1.142,835	178
12	0,0988	539,157	124

Tabel 2. Indeks Titik Beban Pada Penyulang Jahe Pada Tahun 2019

Titik Beban	Indeks Titik Beban (Kali /Tahun)	Indeks Titik Beban (Jam/Tahun)	Jumlah Pelanggan
1	1,6368	954,252	202
2	1,4897	848,028	163
3	0,9369	742,196	380
4	1,8031	1.166,308	128
5	0,9432	848,028	178
6	4,4022	424,112	175
7	1,8552	424,112	202
8	11,3890	212,056	128
9	5,5775	318,084	112
10	3,0834	318,084	1228
11	5,4233	530,14	128
12	1,12555	954,252	175

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis hasil perhitungan terhadap standar yang digunakan yaitu SPLN 68-2 Tahun 1986 dan IEEE dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4 berikut ini:

Tabel 3. Hasil Perbandingan SAIFI dan SPLN 68-2 Tahun 1986 Pada Penyulang Selapan Jaya dan Penyulang Jahe

No	Penyulang	SPLN	SAIFI	Keterangan
1	Selapan Jaya	3,2	0,06950	Memenuhi Standar
2	Jahe	3,2	2,9738	Memenuhi Standar

Tabel 4. Hasil Perbandingan SAIDI dan SPLN 68-2 Tahun 1986 Pada Penyulang Selapan Jaya dan Penyulang Jahe

No	Penyulang	SPLN	SAIFI	Keterangan
1	Selapan Jaya	21,09	21,237	Tidak Memenuhi Standar
2	Jahe	21,09	646,996	Tidak Memenuhi Standar

Tabel 3 dan tabel 4 diatas adalah perbandingan hasil perhitungan terhadap SPLN 68-2 Tahun 1986. Tabel diatas dapat kita analisa bahwa seluruh penyulang yang ada pada PLTBg PT. Sampoerna Agro terbilang handal untuk hasil perhitungan SAIFI karena nilainya lebih kecil dari standar nilai yang ditetapkan oleh SPLN. Sedangkan nilai SAIDI kurang handal karena tidak memenuhi standar nilai yang ditetapkan oleh SPLN. Nilai SAIFI yang ditetapkan oleh SPLN adalah 3,2 kali/pelanggan/tahun dan nilai SAIDI yang ditetapkan oleh SPLN adalah 21,09 jam/pelanggan/tahun.

Tabel 5. Hasil Perbandingan SAIFI dan IEEE Pada Penyulang Selapan Jaya dan Penyulang Jahe

No	Penyulang	IEEE	SAIFI	Keterangan
1	Selapan Jaya	1,45	0,06950	Memenuhi Standar
2	Jahe	1,45	2,9738	TidakMemenuhi Standar

Tabel 6. Hasil Perbandingan SAIDI dan IEEE Pada Penyulang Selapan Jaya dan Penyulang Jahe

No	Penyulang	IEEE	SAIDI	Keterangan
1	Selapan Jaya	2,3	21,237	Tidak Memenuhi Standar
2	Jahe	2,3	646,996	Tidak Memenuhi Standar

Tabel 7. Hasil Perbandingan CAIDI dan IEEE Pada Penyulang Selapan Jaya dan Penyulang Jahe

No	Penyulang	IEEE	CAIDI	Keterangan
1	Selapan Jaya	1,47	322,251	Tidak Memenuhi Standar
2	Jahe	1,47	231,5803	Tidak Memenuhi Standar

Tabel 5, 6, dan 7 yaitu perbandingan hasil perhitungan terhadap IEEE. Berdasarkan satandar IEE ada 3 yang menjadi tolak ukur keandalan yaitu SAIFI, SAIDI, dan CAIDI. Besar angka masing-masing yang di tetapkan oleh IEEE yaitu SAIFI = 1,45 kali/tahun, SAIDI = 2,3 jam/tahun, dan CAIDI = 1,47 jam/tahun.

Tabel diatas dapat kita analisis bahwa penyulang yang memenuhi standar SAIFI adalah Penyulang Selapan Jaya dimana nilai SAIFInya adalah 0,06950 kali/tahun, sedangkan Penyulang Jahe tidak memenuhi standar IEEE karena nilainya adalah 2,9738 kali/tahun. Kemudian untuk nilai SAIDI dan CAIDI dapat kita lihat pada semua penyulangnya tidak memenuhi standar dari IEEE.

Tabel 8. Hasil ASAI dan ASUI Pada Penyulang Selapan Jaya dan Penyulang Jahe

No	Penyulang	Jumlah Pelanggan	ASAI	ASUI
1	Selapan Jaya	2,3	0,0000009975	0,9999
2	Jahe	2,3	0,92614	0,07386

Berdasarkan tabel 8 dapat disimpulkan bahwa nilai ketersediaan layanan rata-rata ASAI pada Penyulang Selapan Jaya dan Penyulang Jahe tidak cukup baik karena angka rata-ratanya masih dibawah 0,99 atau 99%. Sedangkan untuk ASUI pada Penyulang Selapan Jaya terbilang cukup baik karena angka rata-ratanya sudah diatas 0,99 atau 99%. Sedangkan pada Penyulang Jahe tidak cukup baik.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil yang didapat pada penelitian ini maka penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Durasi gangguan yang terjadi selama tahun 2019 di PLTBg PT. Sampoerna Agro pada Penyulang Selapan Jaya maka didapatkan nilai SAIFI, SAIDI, CAIDI, ASAI dan ASUI adalah (0,06590 kali/tahun, 21,237 jam/tahun, 322,251 jam/pelanggan, 0,0000009975 ASAI, 0,9999 ASUI). Sedangkan nilai SAIFI, SAIDI, CAIDI, ASAI, dan ASUI pada Penyulang Jahe adalah (2,9738 kali/tahun, 646,996 jam/tahun, 231,5803 jam/pelanggan, 0,92614 ASAI, dan ASUI 0,07386).
2. Nilai SAIFI pada Penyulang Selapan Jaya dan Jahe sudah memenuhi standar dari SPLN 68-2 : Tahun1986. Sedangkan untuk nilai SAIDI, dan CAIDI pada kedua penyulang tidak memenuhi standar nilai SPLN 68-2 : Tahun 1986 maupun IEEE. Sehingga dapat dikategorikan keandalannya rendah.
3. Berdasarkan perhitungan ketersediaan layanan maka nilai ASAI dan ASUI dapat disimpulkan bahwa tingkat pelayanannya rendah pada Penyulang Selapan Jaya dan Jahe. Karena hanya memenuhi tingkat pelayanan ASUI pada Penyulang Selapan Jaya yang rata-rata memenuhi 0,99 atau 99%.

B. Saran

Agar keandalan sistem distribusi jaringan listrik pada PLTBg PT. Sampoerna Agro lebih baik lagi, seharusnya jumlah komponen peralatan terutama isolator dan transformator pada sistem jaringannya ditambah sehingga akan didapatkan nilai keandalan yang sesuai dengan SPLN Tahun 1986.

DAFTAR PUSTAKA

- Adaffi, M. (2011). *Perencanaan Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- PLN. (1983). SPLN 52-3 : 1983 Pola Pengaman Sistem. Jakarta : Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara.
- Pulungan, B. d. (2012). Keandalan Jaringan Tegangan Menengah 20 kV di Wilayah Area Pelayanan Jaringan (APJ) Padang PT. PLN (Persero) Cabang Padang. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*.
- Saodah, S. (2008). Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan SAIDI dan SAIFI. *Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi* . Yogyakarta: Institut Teknologi Nasional.
- Setyo, P. (2009). *Analisis Penentuan Lokasi dan Jumlah Sectionalizer Untuk Peningkatan Keandalan Sistem Distribusi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Sudirham, S. (2006). *Distribusi Energi Listrik*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Thayib, R. (2011). Perhitungan Indeks Keandalan Sistem Tenaga Listrik Interkoneksi Sumatra Bagian Selatan. *Seminar Nasional VoER Ke-3* . Palembang: Universitas Sriwijaya.