

ANALISA KEANDALAN SUPLAI LISTRIK DAMPAK PEMASANGAN GARDU HUBUNG DAN PECAH BEBAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI PLN UP3 SEMARANG GUNA MENINGKATKAN KEANDALAN SISTEM KELISTRIKAN

Stephanus Ryandityo, Julius Sentosa Setiadji, Emmy Hosea
Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto No. 121-131, Surabaya, 60236, Indonesia
E-Mail: sepuluh.rio@gmail.com, julius@petra.ac.id, emmyho@petra.ac.id

Abstrak – Tingkat keandalan dari suatu sistem distribusi adalah sangat penting guna menjamin kontinuitas supply tenaga listrik kepada konsumen. Semakin meningkatnya tuntutan dan kebutuhan pelanggan terhadap suplai daya listrik di daerah Unit Layanan Pelanggan (ULP) Semarang Barat dan Kendal, menuntut PLN UP3 Semarang untuk mampu mencapai target keandalan jaringan yang telah ditetapkan oleh PT. PLN (Persero). Penelitian dilakukan di ULP Semarang Barat dan Kendal sebelum dan sesudah pembangunan gardu hubung Mangkang. Penelitian dilakukan dengan cara mengumpulkan data terkait frekuensi dan durasi gangguan yang terjadi pada November tahun 2021 sampai dengan Oktober 2022, kemudian data dianalisis sehingga didapatkan keandalan jaringan distribusi tenaga listrik sebelum dan sesudah dibangunnya gardu hubung Mangkang di ULP Semarang Barat dan Kendal. Indeks keandalan sebelum pembangunan gardu hubung yang memiliki nilai rata-rata SAIDI 1,157 jam/pelanggan/tahun dan rata-rata SAIFI yakni 1,085 kali/pelanggan/tahun, sedangkan sesudah pembangunan nilai rata-rata SAIDI yaitu 0,377 jam/pelanggan/tahun dan rata-rata SAIFI 0,377 kali/pelanggan/tahun.

Kata Kunci – distribusi, keandalan, SAIDI, SAIFI

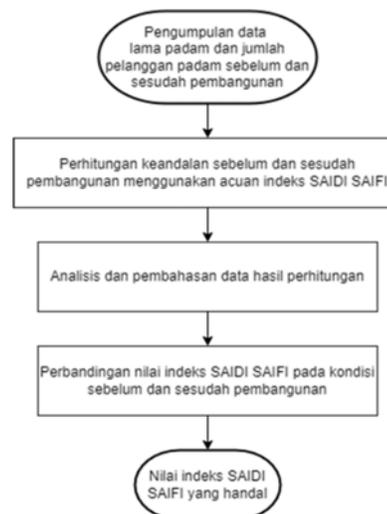
I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi listrik selama ini meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan berkembangnya laju pertumbuhan ekonomi serta kesejahteraan hidup masyarakat terkhusus masyarakat kota Semarang. Sistem jaringan distribusi listrik di kota Semarang dikelola oleh PT. PLN (Persero) UP3 Semarang. Tingkat keandalan merupakan salah satu faktor yang penting dalam sebuah sistem distribusi tenaga listrik. Adanya pertumbuhan beban listrik yang meningkat dengan pesat dari tahun ke tahun seiring dengan meningkatnya angka kesejahteraan masyarakat, menuntut PT. PLN (Persero) UP3 Semarang untuk mencapai target keandalan yang ditentukan. Pada saat situasi dimana adanya penambahan beban yang besar serta jaringan distribusi yang cukup padat, maka akan terjadi tingkat kegagalan serta gangguan yang akan bertambah juga, keandalan ini harus menjadi faktor besar yang diperhatikan agar pasokan energi listrik kepada pelanggan tetap kontinu dan stabil terhadap perubahan beban yang relatif besar. Semakin besar keandalan suatu sistem tenaga listrik

maka akan semakin besar pula prosentase supply listrik yang dapat diterima oleh pelanggan, sehingga tidak ada lagi pemadaman berkala secara besar-besaran dan juga dapat memperpanjang umur peralatan-peralatan yang ada.

A. Metodologi Penelitian

Sebagai upaya memudahkan penelitian ini, data akan diambil dalam kurun waktu sebelum dan sesudah dibangunnya gardu hubung dan pecah beban. Sebelum dibangunnya gardu hubung dan pecah beban ditemukan beberapa informasi seperti lama padam, frekuensi padam serta jenis gangguan yang paling kerap terjadi sehingga akan menjadi acuan dalam perhitungan nilai indeks SAIDI dan SAIFI. Berdasarkan perhitungan yang didapat, masih memunculkan nilai indeks SAIDI dan SAIFI yang tidak memenuhi SPLN 59:1985 yang ditentukan atau tidak menampilkan hasil yang ideal sesuai yang ditargetkan, maka diperlukan pembangunan gardu hubung dan pecah beban sebagai salah satu solusi untuk memperbaiki keandalan sistem kelistrikan.



Gambar 1. Flowchart Secara Umum Uraian Singkat Penelitian

SAIDI atau System Average Interruption Duration Index adalah indeks keandalan dari hasil perhitungan jumlah lamanya pemadaman pada pelanggan dalam waktu tertentu. SAIFI atau System Average Interruption Frequency Index adalah indeks rata-rata dari jumlah pemadaman dalam periode satu tahun.

Analisa keandalan sesudah dibangunnya gardu hubung dan pecah beban dilakukan untuk memastikan tujuan dibangunnya gardu hubung dan pecah beban tersebut berjalan sesuai yang direncanakan sehingga akan dilakukan perbandingan hasil nilai indeks SAIDI dan SAIFI sebelum dan sesudah dibangunnya gardu hubung dan pecah beban dengan acuan SPLN 59:1985.

B. Flowchart Penelitian

Flowchart penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Gardu Hubung

Gardu hubung memiliki fungsi yaitu sebagai gardu yang ditujukan untuk memudahkan manuver pembebanan dari satu penyulang ke penyulang lain yang dapat dilengkapi atau tidak dilengkapi Remote Terminal Unit (RTU) untuk mengantisipasi terjadi gangguan aliran listrik, program pelaksanaan pemeliharaan atau untuk maksud mempertahankan kontinuitas pelayanan. [1]

B. Gangguan Jaringan [2]

Dalam operasi sistem tenaga listrik sering terjadi gangguan – gangguan yang dapat mengakibatkan terganggunya penyaluran tenaga listrik ke konsumen. Gangguan adalah penghalang dari suatu sistem yang sedang beroperasi atau suatu keadaan dari sistem penyaluran tenaga listrik yang menyimpang dari kondisi normal.

Gangguan terdiri dari gangguan temporer atau permanen, rata-rata jumlah gangguan temporer lebih tinggi dibandingkan gangguan permanen. Seperti kegagalan isolator, kerusakan penghantar, kerusakan pada peralatan seperti transformator atau kapasitor. Gangguan permanen hampir semuanya menyebabkan pemutusan/gangguan pada konsumen.

C. Keandalan Sistem Distribusi

Keandalan sistem distribusi adalah suatu kondisi dimana segala komponen dan sistem berada dalam kondisi yang stabil sesuai standar operasi yang sudah ditentukan. Nilai keandalan suatu sistem bisa ditentukan berdasarkan durasi pemadaman, banyaknya pemadaman yang terjadi dan waktu yang dibutuhkan untuk menormalkan kondisi sistem saat terjadi pemadaman.[3]

D. Indeks Keandalan

Indeks keandalan adalah suatu cara dalam mengevaluasi data-data keandalan yang ada pada peralatan sistem jaringan distribusi dengan keandalan mutu pelayanan kepada konsumen. Dengan mengacu pada faktor jumlah pelanggan, durasi pemadaman, dan frekuensi pemadaman, maka dapat dievaluasi dan dapat dilihat kinerja sistem tersebut. [3]

- SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) [4] Indeks ini menggambarkan durasi atau lama pemadaman rata-rata yang dialami oleh pelanggan. Indeks ini dirumuskan dengan:

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^m C_i t_i}{N} \text{ jam/pelanggan/tahun} \tag{1}$$

dimana:

m = Jumlah pemadaman dalam satu tahun

t_i = lama tiap pemadaman

C_i = jumlah konsumen yang mengalami pemadaman

N = jumlah konsumen yang dilayani.

- SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) [4] Indeks ini memberikan informasi tentang frekuensi rata-rata pemadaman per pelanggan. Indeks ini dirumuskan dengan:

$$SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^m C_i}{N} \text{ kali/pelanggan/tahun} \tag{2}$$

dimana:

m = Jumlah pemadaman dalam satu tahun

C_i = jumlah konsumen yang mengalami pemadaman

N = jumlah konsumen yang dilayani.

E. Standar Nilai Indeks Keandalan

Berdasarkan standar atau target SPLN 59:1985 yang ditentukan oleh PT. PLN untuk setiap unit wilayah masing-masing, dimana wilayah dari PT. PLN UP3 Semarang berada di unit induk wilayah DIY dan Jawa Tengah. Untuk PT PLN UP3 Semarang sendiri nilai indeks keandalan SAIDI ditargetkan sebesar 21,09 jam/pelanggan/tahun. Sedangkan untuk SAIFI ditargetkan sebesar 3,21 kali/pelanggan/tahun. [3]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Frekuensi dan Durasi Jenis Gangguan

Tabel 1. Tabel frekuensi gangguan fasilitas (November 2021-Oktober 2022)

Frekuensi Gangguan (Kali)						
Bulan	Gardu Induk	Penyulang	Gardu Distribusi	JTR	STL-APP	Total
November 21	0	74	8	169	1.108	1.359
Desember 21	0	82	3	187	1.242	1.514
Januari 22	0	173	0	487	1.165	1.825
Februari 22	0	63	1	510	1.351	1.925
Maret 22	0	85	1	895	1.456	2.437
April 22	0	80	2	1.140	1.581	2.803
Mei 22	0	72	9	1.369	1.380	2.830
Juni 22	0	69	8	1.216	1.231	2.524
Juli 22	0	52	7	1.670	1.653	3.382
Agustus 22	0	88	6	1.878	1.678	3.650
September 22	0	60	3	1.532	1.157	2.752
Oktober 22	0	55	1	1.617	1.372	3.045
Total	0	953	49	12.670	16.374	28.687
Rata-rata	0	79,41	4,08	1.055,83	1.364,5	2.503,83

Tabel 2. Tabel lama gangguan fasilitas (November 2021 – Oktober 2022)

Lama Gangguan (Jam)						
Bulan	Gardu Induk	Penyulang	Gardu Distribusi	JTR	STL-APP	Total
November 21	0	78,06	1,12	156,24	802,13	1.037,6
Desember 21	0	95,33	2,02	184,19	957,66	1.239,2
Januari 22	0	262,05	0	416,61	916,41	1.595,07
Februari 22	0	85,83	1,35	408,46	1.066,2	1.561,84
Maret 22	0	120,39	0,75	707,99	1.168,24	1.997,37
April 22	0	113,95	5,55	854,86	1.133,57	2.107,93
Mei 22	0	79,89	12,8	1.153,3	1.101,71	2.347,7
Juni 22	0	129,71	14,76	1.014,25	981,88	2.298,14
Juli 22	0	79,97	12,04	1.381,47	1.332,68	2.806,16
Agustus 22	0	91,68	5,99	1.760,9	1.430,32	3.288,89
September 22	0	82,19	1,15	803,71	901,29	1.788,34
Oktober 22	0	80,37	0,60	593,45	938,61	1.613,03
Total	0	1.299,42	58,13	9.435,43	12.730,7	22.643,67
Rata-rata	0	108,28	4,84	786,28	1.060,89	1.886,97

B. Perhitungan SAIDI SAIFI (Bulanan)

Pada bagian ini akan disajikan bagaimana perhitungan SAIDI SAIFI sebelum dan sesudah pembangunan gardu hubung Mangkang yang difokuskan pada area kerja ULP Semarang Barat dan Kendal sesuai dengan persamaan (1) dan (2).

Tabel 3. Hasil perhitungan SAIDI SAIFI

Bulan	Jam x Pelanggan Padam (a)	Pelanggan Padam (b)	Pelanggan (c)	SAIDI (a/c)	SAIFI (b/c)
November 21	107.061,89	82.554	269.506	0,397	0,306
Desember 21	195.365,02	229.260	269.506	0,724	0,850
Januari 22	527.250,94	452.989	271.038	1,945	1,671
Februari 22	118.881,54	85.411	271.561	0,437	0,314
Maret 22	242.642,64	210.266	272.171	0,891	0,772
April 22	206.242,49	165.739	272.732	0,756	0,607
Mei 22	117.965,02	218.251	273.428	0,431	0,798
Juni 22	95.139,73	62.450	274.214	0,346	0,227
Juli 22	51.451,80	65.742	274.938	0,187	0,289
Agustus 22	120.845,07	183.345	275.867	0,438	0,664
September 22	69.934,41	98.682	276.422	0,253	0,357
Oktober 22	88.744,18	76.264	277.325	0,320	0,275

C. Analisa SAIDI SAIFI (Bulanan)

Berdasarkan hasil perhitungan nilai SAIDI dan SAIFI di atas, diperoleh angka SAIDI dan SAIFI triwulan 1 yaitu sebelum dibangunnya gardu hubung terhitung bulan Januari sampai dengan Maret 2022 dan triwulan 2 yaitu sesudah dibangunnya gardu hubung yaitu bulan April sampai dengan Juni 2022. Bagian ini akan memaparkan tentang bagaimana hasil analisa dari perhitungan yang sudah didapat termasuk nilai maksimal, minimal dan rata – rata SAIDI dan SAIFI.

Tabel 4. Rekap perhitungan SAIDI SAIFI sebelum dibangunnya gardu hubung (Januari - Maret 2022)

Bulan	SAIDI	Target SAIDI TW I	Keterangan	SAIFI	Target SAIFI TW I	Keterangan
Januari 22	1,945	1,5	Tidak Memenuhi Syarat	1,671	1,5	Tidak Memenuhi Syarat
Februari 22	0,637	1,5	Memenuhi Syarat	0,814	1,5	Memenuhi Syarat
Maret 22	0,891	1,5	Memenuhi Syarat	0,772	1,5	Memenuhi Syarat

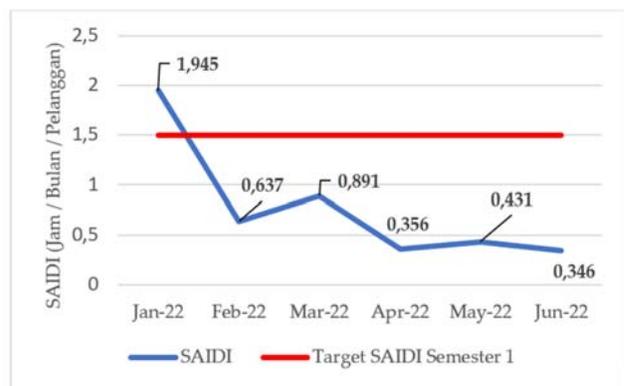
Tabel 5. Rekap perhitungan SAIDI SAIFI sesudah dibangunnya gardu hubung (April - Oktober 2022)

Bulan	SAIDI	Target SAIDI TW II	Keterangan	SAIFI	Target SAIFI TW II	Keterangan
April 22	0,356	1,5	Memenuhi Syarat	0,407	1,5	Memenuhi Syarat
Mei 22	0,431	1,5	Memenuhi Syarat	0,498	1,5	Memenuhi Syarat
Juni 22	0,346	1,5	Memenuhi Syarat	0,227	1,5	Memenuhi Syarat

Tabel 6. Nilai maksimal, minimal dan rata-rata SAIDI SAIFI sebelum dan sesudah dibangunnya gardu hubung

	Sebelum Pembangunan		Sesudah Pembangunan	
	SAIDI	SAIFI	SAIDI	SAIFI
Nilai Maks.	1,945	1,671	0,431	0,498
Nilai Min.	0,637	0,772	0,346	0,227
Rata – Rata	1,157	1,085	0,377	0,377

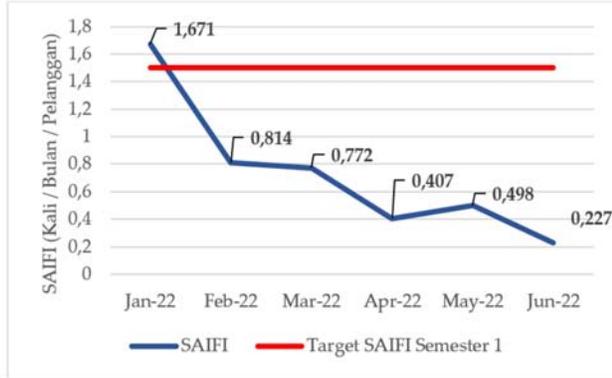
Dari hasil yang disajikan, terlihat masih terdapat bulan yang indek SAIDI dan SAIFI nya belum memenuhi syarat dari target yang telah ditentukan. Hal ini ditunjukkan juga dari gangguan / padam yang terjadi mayoritas diakibatkan oleh kelompok tidak terencana serta kelompok bencana alam pada fasilitas penyulang, JTR dan STL-APP.



Gambar 2. Grafik SAIDI (Januari - Juni 2022)

Hasil rekap perhitungan nilai indeks SAIDI perbulan menunjukkan hasil yang baik dengan keterangan tiap bulannya mayoritas memenuhi syarat selama kurun waktu 6

bulan terkecuali pada bulan Januari 2022 dimana nilai SAIDI yang dihasilkan melebihi target yang telah ditentukan. Untuk nilai indeks SAIFI sebelum dibangunnya gardu hubung semuanya tidak memenuhi syarat yang telah ditentukan namun sesudah dibangunnya gardu hubung indeks yang muncul cukup baik dan menunjukkan grafik dengan kecenderungan menurun.



Gambar 3. Grafik SAIFI (Januari - Juni 2022)

D. Analisa SAIDI SAIFI (Tahunan)

Berdasarkan standar yang digunakan dalam menentukan nilai SAIDI dan SAIFI menurut SPLN 59:1985, didapat standar untuk nilai SAIDI dan SAIFI yaitu:

SAIDI = 21,09 jam/tahun
 SAIFI = 3,21 kali/tahun

Dari nilai SAIDI dan SAIFI yang didapat, kemudian dikalikan dengan faktor penyesuaian untuk wilayah/area Jawa dan Bali.

Tabel 7. Faktor kali untuk nilai indek keandalan

No	Wlayah/Area	Faktor
1	Jawa dan Bali	1,1
2	Sumatra	1,2
3	Kalimantan dan Sulawesi	1,3
4	Maluku. Nusa Tenggara Barat dan Timur	1,4
5	Irian Jaya dan Timor Timur	1,5

SAIDI= 21,09 * 1,1 = 23,2 jam/tahun
 SAIFI = 3,21 * 1,1 = 3,53 kali/tahun

Untuk mendapatkan perhitungan nilai SAIDI dan SAIFI tiap tahunnya dapat menggunakan cara sebagai berikut:

Tabel 8. Data SAIDI Kurun Waktu (November 2021 - Oktober 2022)

Bulan	Jam x Pelanggan Padam (a)	Pelanggan Padam (b)	Pelanggan (c)	SAIDI (a/c)	SAIFI (b/c)
November 21	107.061,89	82.554	269.506	0,397	0,306
Desember 21	195.365,02	229.260	269.506	0,724	0,850
Januari 22	527.250,94	452.989	271.038	1,945	1,671
Februari 22	118.881,54	85.411	271.561	0,437	0,314
Maret 22	242.642,64	210.266	272.171	0,891	0,772
April 22	206.242,49	165.739	272.732	0,756	0,607
Mei 22	117.965,02	218.251	273.428	0,431	0,798
Juni 22	95.139,73	62.450	274.214	0,346	0,227
Juli 22	51.451,80	65.742	274.938	0,187	0,289
Agustus 22	120.845,07	183.345	275.867	0,438	0,664
September 22	69.934,41	98.682	276.422	0,253	0,357
Oktober 22	88.744,18	76.264	277.325	0,320	0,275
Total	2.155.648,51 (d)	2.096.061 (e)	3.814.681		
Rata - Rata			317.890,08 (f)		

SAIDI = (d) / (f)
 = 2.155.648,51 / 317.890,08
 = 6,78 jam/pelanggan/tahun

SAIFI = (e) / (f)
 = 2.096.061 / 317.890,08
 = 6,59 kali/pelanggan/tahun

Tabel 9. Perbandingan nilai SAIDI SAIFI

	Perhitungan	SPLN 59:1985	Target PLN Semarang
SAIDI	6,78 jam/tahun	23,2 jam/tahun	27 jam/tahun
SAIFI	6,59 kali/tahun	3,53 kali/tahun	6,11 kali/tahun

Kondisi ini menunjukkan untuk sistem kelistrikan kota Semarang yang berpacu pada standar nilai SAIDI sudah handal atau berada jauh di bawah nilai maksimal yang diijinkan baik dalam SPLN 59:1985 maupun target yang ditentukan oleh PLN kota Semarang. Nilai SAIFI masih belum dapat memenuhi target. Hal ini dikarenakan masih seringnya terjadi gangguan/padam pada kelompok gangguan/padam yang tidak terencana dan kelompok gangguan/padam akibat bencana alam, dimana gangguan ini juga mayoritas terjadi pada fasilitas penyulang, JTR dan STL-APP.

IV. KESIMPULAN

Pembangunan gardu hubung Mangkang dapat dikatakan bekerja dengan efektif, hal ini dapat dibuktikan melalui nilai

indeks SAIDI SAIFI yang muncul pasca dibangunnya gardu hubung cenderung menurun atau dapat dibuktikan juga dengan nilai indeks SAIDI SAIFI yang terendah dalam kurun waktu 12 bulan berada pada bulan Juli dan Juni.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT. PLN (Persero)., *Buku 4 Standar konstruksi gardu distribusi dan gardu hubung tenaga listrik*. PT PLN (Persero), 4., 2010
- [2] Pabla, A.S., Abdul Hadi, Ir., *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Jakarta: Badan Penerbit Erlangga, 1991
- [3] Standar Peraturan Listrik Negara Nomor 68-2 Tahun 1986. Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik. Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara.
- [4] Standar Peraturan Listrik Negara Nomor 59 Tahun 1985. Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV. Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara.