

# PEMADAMAN JARINGAN DISTRIBUSI 20 kV GARDU INDUK SIMPANG HARU

Nurmiati Pasra<sup>1</sup>, Syarif Hidayat<sup>2</sup>, Enry Idil Fitriani<sup>3</sup>

Teknik Elektro, STT-PLN

<sup>1</sup>nurmi.pasra@gmail.com

<sup>2</sup>syarif\_hidayat333@yahoo.com,

<sup>3</sup>enry.idil@gmail.com

**Abstract :** PT. PLN (Persero) is a company engaged in the field of electricity supply. PLN is required to distribute electrical energy reliably and in accordance with the level of quality of service that has been determined. Therefore, it is necessary to evaluate the extent outage with SAIDI (System Average Interruption Duration Index) and SAIFI (System Average Interruption Frequency Index). With SAIDI can be taken remedial measures subsystems, both components or equipment. whereas with SAIFI can be taken remedial measures to overcome burnout procedure and speed up the repair time. In this thesis will be discussed, the calculation of the level of reliability (SAIDI, SAIFI) and the power loss is not channeled by interference outages in PT PLN (Persero) Region substation feeder Simpang Haru Polamas 2015.

**Keywords:** Evaluation outages, SAIDI, SAIFI

**Abstrak :** PT. PLN (Persero) merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang penyediaan tenaga listrik. PLN dituntut menyalurkan energi listrik secara handal dan sesuai dengan tingkat mutu pelayanan yang telah ditentukan. Untuk itu diperlukan evaluasi tingkat pemadaman dengan SAIDI (System Average Interruption Duration Index) dan SAIFI (System Average Interruption Frequency Index). Dengan SAIDI dapat diambil langkah-langkah perbaikan subsistem, baik komponen atau peralatan. Sedangkan dengan SAIFI dapat diambil langkah-langkah perbaikan prosedur mengatasi pemadaman dan mempercepat waktu perbaikan. Dalam skripsi ini akan dibahas, perhitungan tingkat keandalan (SAIDI, SAIFI) dan kerugian daya yang tidak tersalurkan oleh gangguan pemadaman pada PT.PLN (Persero) Wilayah Gardu Induk Simpang Haru Penyulang Polamas tahun 2015.

**Kata Kunci :** Evaluasi pemadaman, SAIDI, SAIFI

## 1. PENDAHULUAN

Setelah membangkitkan tenaga listrik di pusat-pusat pembangkit, tenaga listrik akan disalurkan melalui saluran transmisi tegangan tinggi kepada para konsumen melalui saluran distribusi.

Dalam sistem tenaga listrik umumnya sebab terjadinya pemadaman listrik yang paling utama adalah gangguan transmisi dan gardu induk. PT. PLN (Persero) sebagai perusahaan yang bergerak dalam bidang penyediaan energi listrik dimana salah satu tujuannya adalah untuk memperoleh keuntungan, maka diperlukan efektifitas dan efisiensi untuk mengurangi kerugian-kerugian yang

timbul akibat pemanfaatan peralatan atau bahan pada sistem ketenagalistrikan.

Dengan melakukan evaluasi pemadaman dimaksudkan agar dapat mengurangi tingkat pemadaman yang tinggi sehingga dapat meningkatkan mutu listrik dan pelayanan konsumen. Salah satu parameter kinerja manajemen dibidang kelistrikan khususnya distribusi adalah nilai SAIDI (System Average Interruption Duration Index) dan SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) sistem jaringan distribusi. Nilai ini menunjukkan besarnya kegagalan atau pemadaman yang mengakibatkan pelanggan tidak mendapatkan layanan listrik. Nilai SAIDI dan SAIFI sistem yang

semakin besar menunjukkan buruknya kinerja manajemen. Nilai SAIDI dan SAIFI dipengaruhi oleh laju kegagalan sistem jaringan distribusi, yang berasal dari probabilitas kegagalan peralatan-peralatan jaringan distribusi atau probabilitas kegagalan pada titik bebannya.

Tercatat sepanjang tiga tahun terakhir ini hampir setiap bulannya sering terjadi gangguan hubung singkat, bahkan dalam beberapa bulan terakhir terjadi gangguan pada penyulang yang berdampak pada *tripnya* rele masukan akibat kegagalan atau keterlambatan sistemproteksi pada penyulang.

## 2. LANDASAN TEORI

Fungsi dari sistem distribusi ialah menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari pusat catu (gardu induk) ke pusat-pusat/kelompok beban (gardu distribusi) dan pelanggan, dengan mutu yang memadai. Kelangsungan pelayanan (yang merupakan salah satu unsur dari mutu pelayanan) tergantung pada macam sarana penyalur dan peralatan pengamannya. Sarana penyalur (jaringan distribusi) tingkatan kelangsungannya tergantung pada macam struktur/manajemen jaringan yang dipakai dan juga cara pengoperasiannya, yang pada hakekatnya direncanakan dan dipilih untuk memenuhi kebutuhan dan sifat beban.

Prakiraan keandalan sistem didasarkan pada sejumlah faktor, seperti karakteristik operasinya, kondisi operasinya dan distribusi kegagalannya. Jadi langkah pertama untuk memperkirakan keandalan ialah menentukan karakteristik operasi dari komponen-komponennya.

Komponen-komponen dari sistem dapat digolongkan ke dalam dua kelompok :

1. *Kelompok pertama* disebut “*komponen yang tidak dapat diperbaiki (unrepairable components)*” : yaitu komponen begitu gagal langsung diganti meskipun dapat diperbaiki tetapi tidak ekonomis lagi dan ini merupakan batas unsur penggunaan komponen tersebut.
2. *Kelompok kedua, yaitu* : “*komponen yang dapat diperbaiki*”

(*repairable components*) pada waktu terjadinya kegagalan, jadi masa kerjanya terdiri dari pengoperasian yang berulang-ulang dan periode

Jadi komponen yang dapat diperbaiki (*repairable components*), masa pakai (*life time*) diukur dengan angka kegagalan atau waktu tengah-tengah antara kegagalan (*mean time between failure*), untuk komponen yang tidak dapat diperbaiki (*unreparaible components*), masa pakainya diukur dengan waktu tengah-tengah kegagalan (*mean time to failure*).

Tingkat kontinuitas pelayanan dari sarana penyalur disusun berdasarkan upaya memulihkan kembali pensuplaian setelah mengalami pemadaman karena gangguan.

### 2.1. Bagian-Bagian Sistem Distribusi

Secara garis besar suatu sistem distribusi terdiri atas beberapa bagian yaitu :

1. Gardu Induk.
2. Jaringan Distribusi
3. Gardu Distribusi
4. Gardu Hubung

#### 2.1.1. Gardu Induk

Gardu Induk berfungsi untuk menerima tenaga listrik dari pembangkit melalui saluran transmisi dan menurunkan tegangannya dari tegangan tinggi menjadi tegangan jaringan primer untuk selanjutnya disalurkan ke jaringan primer pada penyulang-penyulang. Pada umumnya tegangan pada saluran transmisi yang ada di Indonesia adalah 500 kV, 150 kV, dan 70 kV.

Peralatan-peralatan utama pada sebuah Gardu Induk adalah sebagai berikut :

1. Trafo penurun tegangan dari tegangan tinggi ke tegangan menengah.
2. Pemutus Tenaga / PMT (*Circuit Breaker*)
3. Pemisah / PMS (*Disconnecting Switch*)
4. Saklar Beban / LBS (*Load Break Switch*)
5. Rel Penghubung
6. Peralatan Penghubung
7. Peralatan Proteksi

### 2.1.2. Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi adalah suatu rangkaian peralatan listrik yang berfungsi untuk mendistribusikan energi listrik dari Gardu Induk sampai ke pelanggan. Jaringan distribusi pada umumnya dikelompokkan dalam dua bagian yaitu :

1. Jaringan Distribusi Primer.
2. Jaringan Distribusi Sekunder.

### 2.1.3. Gardu Distribusi

Pada gardu distribusi terdapat kumpulan peralatan yang berfungsi untuk menurunkan tegangan menengah menjadi tegangan rendah atau tegangan pelayanan dan mendistribusikan kepada konsumen melalui jaringan distribusi sekunder. Selain itu gardu distribusi menghubungkan tegangan menengah dari satu gardu distribusi ke gardu distribusi lainnya atau ke gardu hubung.

### 2.1.4. Gardu Hubung

Gardu hubung (*switching station*) merupakan gardu yang tidak berisikan transformator, tetapi hanya dilengkapi dengan perlengkapan hubung klasifikasi dalam dua bagian :

1. Gardu hubung spindel.  
Gardu hubung spindel mempunyai maksimum 7 (tujuh) unit penyulang (*feeder*).
2. Gardu hubung non spindel.  
Gardu hubung non spindel mempunyai maksimum 3 (tiga) unit penyulang (*feeder*).

## 2.2. Gangguan Pada Sistem Distribusi

Sumber gangguan pada sistem distribusi berasal dari bawah tanah, berasal dari dalam sistem, dan berasal dari faktor luar.

Gangguan dari dalam antara lain :

1. Tegangan dan arus abnormal
2. Pemasangan yang kurang baik
3. Penuaan
4. Beban Lebih

Gangguan dari luar antara lain :

1. Gangguan-gangguan mekanis karena pekerjaan galian saluran lain.
2. Kendaraan-kendaraan yang lewat di atasnya
3. *Impuls* petir lewat di saluran udara
4. Binatang

### 5. Defomasi tanah

Sumber gangguan pada sistem Saluran Udara sebagian besar karena pengaruh luar dan sumber gangguan tersebut berurutan menurut intensitasnya adalah sebagai berikut :

1. Angin dan Pohon
2. Petir
3. Kegagalan atau kerusakan peralatan dan saluran
4. Manusia
5. Hujan dan cuaca
6. Binatang dan Benda-benda asing
7. Deformasi tanah
8. Lain-lain

Macam gangguan pada sistem distribusi saluran udara dapat dibagi atas dua kelompok :

1. Gangguan Temporer  
Gangguan temporer merupakan gangguan dimana setelah gangguan itu hilang tidak menimbulkan kerusakan pada peralatan yang terganggu, misalnya gangguan yang disebabkan dahan atau ranting yang menyentuh jaringan distribusi.

2. Gangguan Permanen  
Gangguan permanen adalah gangguan dimana setelah gangguan dihilangkan masih terdapat kerusakan pada peralatan sehingga perlu diperbaiki.

Gangguan yang bersifat temporer jika tidak dapat hilang dengan segera, baik hilang sendiri maupun bekerjanya alat pengaman pemutus balik otomatis atau *recloser*, dapat berubah menjadi gangguan yang bersifat permanen dan menyebabkan pemutusan tetap.

Jumlah gangguan pada saluran udara jauh lebih banyak dari pada saluran bawah tanah. Tujuh puluh sampai sembilan puluh lima persen dari seluruh gangguan yang mengenai saluran udara tegangan menengah adalah bersifat temporer.

Jenis gangguan dan penyebabnya:

1. Beban lebih  
Pada sistem tenaga listrik, hal ini bisa terjadi karena kesalahan salah satu pembangkit atau saluran transmisi terlepas dari sistem yang lain sehingga terjadi beban lebih pada motor, hal ini terjadi karena beban motor melebihi kapasitas.

2. Hubungan singkat  
Semua peralatan listrik selalu di isolasi dan bisa isolasi tersebut rusak akan hubung singkat karena kerusakan isolasi tersebut dikarenakan umur, tegangan lebih, dahan menyentuh, petir, dan lain-lain.

### 2.3. Keandalan Sistem

Dengan kata lain adalah sebuah sistem terdiri dari satu set komponen, yang dihubungkan satu sama lain guna sesuatu keperluan. Keandalan sistem tergantung pada keandalan dari komponen-komponen tersebut dan konfigurasi dari jaringan sistem. Dalam studi keandalan sistem, tujuannya adalah memperkirakan indeks keandalan yang baik untuk sistem dengan dasar pada data kegagalan dan sistem disain. Indeks sistem dapat bermacam-macam, tergantung pada pemakaiannya tetapi dalam keperluan ini peluang, frekuensi atau lama waktu rata-rata dari beberapa peristiwa kritis dari kegagalan sistem dapat ditentukan. Beberapa pendekatan telah dikembangkan dalam rangkaian menurunkan indeks keandalan sistem dari informasi-informasi keandalan komponen.

Keandalan sistem dapat dievaluasi dengan bantuan diagram logic (juga disebut diagram blok keandalan). Pada struktur jaringan yang berbeda-beda, komponen-komponennya dapat dihubungkan satu sama lain dalam susunan :

1. Seri
2. Paralel
3. kombinasi dari keduanya

### 2.4. Keandalan Suplai

Keandalan suplai sistem adalah kebalikan dari besarnya jam pemadaman pelayanan. Angka jam pemadaman pelayanan dari suatu sistem adalah: jumlah lamanya (jam) pemadaman kali banyak konsumen yang padam, dibagi jumlah konsumen dari sistem selama selang waktu satu tahun atau dengan rumus sebagai berikut :

$$jam_{pemadaman} = \frac{\sum [h(jam) \times (konsumen)]}{n(konsumen) \times 1tahun}$$

Dapat pula sebagai ukuran objek yang terganggu adalah daya (kW) yang

terputus, maka :

$$jam_{pemadaman} = \frac{\sum [h(jam) \times b(kW)]}{m(kW) \times 1tahun}$$

$$m = \sum b$$

Ukuran pertama lebih sesuai untuk daerah perumahan, sedangkan ukuran yang kedua untuk daerah industri (pemakai daya besar atau pelanggan TM). Dari uraian dan rumus jam pemadaman tersebut diatas, bahwa tingkat pemutusan suatu sistem (jaringan) pelayanan adalah berbanding lurus dengan jam tingkat kontinuitas jaringan dan frekuensi pemadaman tetap karena gangguan.

Sebagian besar gangguan penyebab pemadaman bersumber dari SUTM. bertambah panjang SUTM yang pemakai tertentu bertambah banyak gangguan. Dengan digunakan kabel berisolasi dipilin pemadaman yang disebabkan oleh gangguan JTR menjadi banyak berkurang.

Pada sistem distribusi yang diukur adalah pemadamannya. Pemadaman adalah lawan kata keandalan. Salah satu tolak ukur ialah lama pemadaman (SAIDI) dan frekuensi pemadaman (SAIFI). Ada dua ukuran pemadaman :

1. Indeks Frekuensi Pemadaman Rata-Rata Sistem (*System Average Interruption Frequency Index*).

Jumlah rata-rata per pelanggan per satuan waktu. Ini dapat dihitung dari jumlah pelanggan yang mengalami pemadaman dalam satu tahun dibagi dengan jumlah pelanggan yang dilayani. (Istilah yang digunakan IEEE adalah SAIFI).

2. Indeks Lama Pemadaman Rata-Rata Sistem (*System Average Interruption Duration Index*). Lama pemadaman rata-rata per satuan waktu. (Istilah yang digunakan IEEE adalah SAIDI).

Apabila semua pelanggan harus disuplai dengan keandalan yang sama tingginya dengan pelanggan industri, biaya untuk sarana akan menjadi sangat terlalu mahal bagi perusahaan yang mensuplai listrik, dan mengakibatkan tarif listrik menjadi mahal. Pada umumnya perusahaan listrik akan mengambil jalan tengah yakni memberikan keandalan yang berbeda kepada masing-masing kelompok

pelanggan sesuai dengan diperlukan.

Syarat keandalan yang berbeda-beda ini perlu ditelaah setiap insinyur distribusi tenaga listrik, sehingga fasilitas transmisi dan distribusi yang perlu disiapkan dirancang sesuai dengan masing-masing persyaratan tersebut. Dengan cara demikian PLN dapat menghemat biaya investasi sarana penyaluran transmisi dan distribusi.

Daerah perumahan misalkan tidak ada salahnya bila JTM adalah SUTM tanpa isolasi. Gangguan memang sering (dapat diatasi dengan rajin memotong pohon, penggunaan penutup balik) tapi hanya setengah jam tiap kali; dapat ditolerir oleh pelanggan perumahan.

Jadi usaha peningkatan keandalan harus dapat mengantisipasi persyaratan keandalan yang berbeda-beda itu. Mulai tahun 1989 Menteri Pertambangan dan Energi menginstruksikan agar pemadaman lebih dari 0.5 jam diumumkan dan PLN harus meminta maaf.

Dengan adanya komputer dimungkinkan analisa keandalan dapat dilaksanakan untuk masing-masing konsumen. Dengan cara ini dapat didefinisikan hari-hari padam bagi masing-masing konsumen.

Hari-hari padam ialah hari-hari dimana konsumen mengalami padam lebih dari satu jam. Jumlah hari padam dapat digunakan untuk memberikan penalti padam kepada pemasok listrik.

Penalti bagi penyimpangan mutu listrik dapat pula dibuat kriterianya dan digunakan untuk penalti pelanggaran mutu listrik. Penalti pemadaman dapat dicantumkan dalam kontrak jual-beli listrik antara pemasok listrik dengan masing-masing pelanggan. Frekuensi pemadaman karena gangguan dapat diperkecil dengan memakai sistem dan alat yang pengaman yang sesuai, baik dan memadai.

### 3. METODE PENELITIAN

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan di PT. PLN (Persero) Area Gardu Induk Simpang Haru.

1. Melakukan koordinasi dengan PT. PLN (Persero) Area Gardu Induk Simpang Haru

2. Melakukan koordinasi dengan pihak daerah setempat
3. Mencari data secara literature di perpustakaan yang mendukung materi yang akan cari sebagai penelitian
4. Melakukan pengambilan data pada PT. PLN (Persero), tentang data penelitian yang dibutuhkan.
5. Melakukan klasifikasi data yang telah didapat.
6. Melakukan perhitungan data penelitian.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang didapat dari penelitiannya yaitu melakukan perhitungan dan evaluasi pemadaman Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang Pulomas gardu Induk Simpang Haru.

#### 4.1. Jumlah Pelanggan Tahun 2015

Data jumlah pelanggan perbulan penyulang Pulomas dapat diketahui pada tabel 4.1.

**Tabel 4.1.** Data Jumlah Pelanggan Perbulan Penyulang Pulomas Tahun 2015

No	Bulan	(N)	Pelanggan Padam		Pelanggan Nyala
			1 fasa	2 fasa	Menit
1	Jan	1254	1254	4	27
2	Feb	1457	16	34	34
3	Mar	1256	11	49	49
4	Apr	578	21	67	67
5	Mei	1573	17	32	32
6	Jun	3744	1	25	25
7	Jul	1279	5	80	80
8	Ags	423	15	70	70
9	Sep	1154	12	90	90
10	Okt	2101	9	88	88
11	Nov	520	7	17	17
12	Des	1598	9	9	9

#### 4.2. Perhitungan Indeks Keandalan

Perhitungan indeks keandalan pada penyulang Polamas GI Simpang haru berdasarkan data gangguan dan pemadaman yang terjadi. Data yang diperlukan antara lain: nama penyulang

yang terganggu, daerah padam, tanggal padam, jumlah pelanggan padam, jumlah gangguan, dan lama padam. Untuk menentukan indeks keandalan, dihitung dengan 2 cara:

1. Berdasarkan data-data gangguan padam di lapangan dengan memperhitungkan jumlah pelanggan yang mengalami pemadaman dan lamanya waktu pemadaman.
2. Berdasarkan nilai indeks keandalan sasaran yang diharapkan pada SPLN 59 tahun 1985, yaitu rumus SAIDI dan SAIFI.

Dari data angka padam yang dapat dilihat pada lampiran, didapat angka padam untuk memperhitungkan SAIDI dan SAIFI. Dari jenis gangguan yang terjadi maupun pemadaman yang terencana. Berikut hasil perhitungan yang didapat dari data untuk tiap bulannya pada tahun 2015 :

**Tabel 4.2.** Data Jumlah Pelanggan Perbulan Penyulang Pulomas Tahun 2015

No	Bulan	Pelanggan	Lama Padam	( )
1	Jan	1258	0,46	566,1
2	Feb	1473	0,566	833,718
3	Mar	1267	0,816	1033,872
4	Apr	599	0,116	668,484
5	Mei	1590	0,533	847,47
6	Jun	3745	0,416	1557,92
7	Jul	1284	1,33	1707,72
8	Ags	438	1,66	510,708
9	Sep	166	1,5	1749
10	Okt	2110	1,466	3093,26
11	Nov	527	0,283	149,141
12	Des	1607	0,15	241,05

**Tabel 4.3** Hasil Perhitungan SAIDI dan SAIFI Penyulang Pulomas Tahun 2015

No	Bulan	SAIDI	SAIFI
1	Jan	0,0731	0,1624
2	Feb	0,1075	0,1988
3	Mar	0,1331	0,1631
4	Apr	0,1086	0,0767
5	Mei	0,1997	0,2038
6	Jun	0,2182	0,4800
7	Jul	0,0650	0,1641
8	Ags	0,2217	0,0557
9	Sep	0,3907	0,1478
10	Okt	0,0187	0,2665
11	Nov	0,303	0,0663
12	Des	0,0731	0,2020
Total		1,6522	2,1783

## 5. KESIMPULAN

Pada penyulang Polamas PT. PLN (persero) Gardu Induk pada Penyulang Haru, dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada penyulang Polamas tahun 2015 SAIFI (indeks frekuensi pemadaman rata-rata) yaitu 2,1783 pemadaman per pelanggan, dan SAIDI (indeks lama pemadaman rata-rata) yaitu 1,6522 jam per pelanggan.
2. Dapat dikatakan andal, karena nilainya lebih kecil dari target PLN Untuk jaringan SUTM Penyulang Polamas Gardu Induk Simpang Haru.
3. Kerugian daya yang tidak tersalurkan dan diakibatkan oleh gangguan pemadaman pada PT. PLN (Persero) Wilayah Gardu Induk Simpang Haru Penyulang Polamas adalah 19.427,88 kW, dan kerugian biaya sebesar Rp. 20.056.649,-.

## 6. REFERENSI

1. Basri, Hasan, Sistem Distribusi Daya Listrik, penerbit istn,1997.
2. Kadir, Abdul, Distribusi dan utilisasi tenaga listrik. penerbit universitas Indonesia,2006
3. SPLN 59 : 1985. Keandalan pada sstem distribusi 20 kV dan 6 kV. Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara, Jakarta.Indonesia
4. Suswanto, Daman, Sistem Distribusi Tenaga Listrik, edisi pertama, JTE Faklutas Teknik Universitas Negeri Padang, Padang, 2009