

# ANALISIS INDEKS KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20KV DENGAN METODE *SECTION TECHNIQUE* DI PT. PLN (PERSERO) RAYON KOTA YOGYAKARTA

Restu Anggit Hernowo

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

*e-mail* : [anggit.hernando@gmail.com](mailto:anggit.hernando@gmail.com)

## Abstract

*In this paper, data processing and analysis were carried out on the reliability of WBN-01 feeders from Wirobrajan Substation, Rayon Kota Yogyakarta during the 2017 period, with section technique method. WBN-01 feeder is divided into 5 sections, in which there are 136 load points and 111 Kms network length. The parameter used was SPLN 68-2: 1986. The results of the analysis of this study, WBN-01 feeders during 2017 had a value of SAIFI 2,72870496 times / year and SAIDI 3,45250576 hours / year. If we compare this result to the parameter, we can say that the WBN-01 feeder is in good condition and reliable, because the nominal is lower than maximum point. Next is the calculation of ENS (Energy Not Supplied) and AENS (Average Energy Not Supplied) with the results of  $\sum ENS$  82350,768 kWh and AENS 10.47586414 kWh / customer. It is expected that by carrying out this research, the causes of frequent disturbances can be reduced and the quality of the distribution of electrical energy in WBN-01 feeders becomes better substitution.*

## I. PENDAHULUAN

Dalam penyaluran energi listrik, tentu diharapkan tersalurkannya energi listrik sebesar mungkin dengan gangguan seminimal mungkin. Kita tentu sadar bahwasanya kendala dalam distribusi listrik ke konsumen akan selalu datang tiba-tiba dan tentu akan mengganggu berbagai sektor. Kendala atau gangguan terjadi baik dari segi teknis maupun non teknis. Dalam segi teknis, kegagalan suatu sistem tentu akan memakan waktu yang lama untuk memperbaikinya, dan dapat menyebabkan suplai listrik terganggu. Untuk gangguan non teknis, Indonesia sebagai negara tropis tentu mengalami musim penghujan, yang mana juga disertai petir dan angin besar. Sambaran petir tentu dapat merusak peralatan listrik apabila arrester tidak bekerja dengan optimal. Angin besar juga dapat menyebabkan pohon tumbang dan ranting-ranting pohon dapat merusak jaringan distribusi.

Dilansir dari sumber PLN Area Yogyakarta, gangguan distribusi listrik di rayon Kota Yogyakarta merupakan yang terbanyak se Provinsi DIY. Terdapat 174 kali pemadaman listrik selama Tahun 2017, dan gangguan terbanyak berasal dari penyulang WBN-01 yaitu sejumlah 14 gangguan. Maka dari itu penulis memilih melakukan penelitian pada penyulang WBN-01. Penulis menggunakan *metode section* karena memiliki beberapa kelebihan, yaitu lebih sederhana dan lebih detail karena hanya akan membahas secara rinci satu penyulang dan membaginya dalam beberapa *section* sampai ke konsumen. Penulis memilih melakukan penelitian pada penyulang WBN-01 karena dari 34 penyulang di rayon Kota Yogyakarta, WBN-01 lah yang paling sering mengalami gangguan yaitu 14 gangguan dari total 174 gangguan rayon Kota Yogyakarta pada tahun 2017

## **BAB II. TEORI PENUNJANG**

### **2.1 Jaringan Distribusi**

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan bagian dari sistem penyaluran energi listrik antara sumber (*bulk power source, BPS*) dan peralatan hubung pelanggan (*customers service switch*). Berdasarkan definisi tersebut, maka sistem distribusi meliputi berbagai perangkat sebagai berikut :

1. Gardu induk distribusi
2. Penyulang distribusi
3. Transformator distribusi
4. Untai sekunder
5. Pelayanan pelanggan

### **2.2 Gardu Induk Sistem Distribusi**

Gardu induk (GI) sistem distribusi atau yang sering disebut hanya “gardu induk” saja merupakan bagian dari sistem transmisi distribusi energi listrik yang berfungsi menerima daya listrik dan menurunkan tegangannya dari sistem subtransmisi (tegangan tinggi) menjadi tegangan distribusi primer (tegangan menengah), melalui transformator tenaga. Menurut konstruksinya, gardu induk dapat kita klasifikasikan menjadi 3 jenis, yaitu:

### **2.3 Jaringan Distribusi Primer**

Bagian diantara gardu induk distribusi dan transformator distribusi, disebut dengan sistem distribusi primer atau jaringan tegangan menengah 20 kV yang berfungsi untuk menyalurkan energi listrik ke pusat beban. Saluran distribusi dapat berupa saluran udara maupun saluran bawah tanah, sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lingkungan dari beban yang membutuhkan.

### **2.4 Penyulang Jaringan Distribusi**

Suatu penyulang (*feeder*) berfungsi sebagai komponen output dari proses perubahan level tenaga di gardu induk. Pada setiap gardu induk jumlah feeder dapat berbeda-beda. Di gardu induk Wirobrajan terdapat 6 penyulang pada tahun 2017. Komponen *feeder* tersusun atas penyulang

utama, berupa untai tiga fasa empat kawat, dan percabangan.

### **2.5 Transformator Distribusi**

Transformator distribusi memiliki fungsi seperti transformator pada umumnya, hanya saja transformator ini digunakan sebagai penurun (*changer tap -down*) level tegangan sistem primer tegangan menengah (20 kV) menjadi level tegangan pelayanan (220 V). Transformator distribusi pada saluran distribusi udara yang digunakan dapat dibagi ke dalam tiga golongan yaitu transformator konvensional, transformator swa-proteksi lengkap (*completely self-protecting, CSP*) dan transformator banking sekunder swa-proteksi lengkap.

### **2.6 Gangguan Sistem Distribusi**

Gangguan yang terjadi pada jaringan distribusi banyak terjadi pada Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) karena pada umumnya tidak menggunakan isolasi pengaman dan lebih rentan apabila terjadi gangguan cuaca dan pengaruh alam. Frekuensi gangguan yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya keandalan dan kualitas penyaluran listrik yang rendah. Gangguan dibedakan menjadi 2, yaitu :

#### **2.6.1 Gangguan Teknis**

Yaitu Gangguan yang berasal dari dalam sistem itu sendiri, seperti karena faktor usia peralatan, kualitas pemasangan dan sambungan, serta berbagai faktor lain.

#### **2.6.2 Gangguan Non Teknis**

Yaitu gangguan dari luar sistem, contohnya dikarenakan binatang, faktor alam, maupun faktor cuaca

### **2.7 Keandalan Sistem Distribusi**

Keandalan adalah kemampuan suatu sistem untuk bekerja secara optimal, dalam durasi waktu tertentu dan dalam berbagai macam kondisi. Keandalan suatu sistem distribusi listrik, erat kaitannya dengan pemutusan aliran listrik yang disebabkan

karena terjadinya suatu gangguan. Nilai keandalan sistem distribusi yaitu berbanding terbalik dengan jumlah pemutusan beban.

## 2.8 Metode Section Technique

*Section Technique* adalah sebuah metode yang tersusun atas beberapa perhitungan terstruktur yang digunakan untuk menganalisa suatu sistem. Pengaruh dari gangguan peralatan akan dianalisa, kemudian dilakukan pengamatan apa yang terjadi bagi sebuah sistem secara keseluruhan. Selanjutnya, tiap – tiap kegagalan dari peralatan akan dianalisa dari semua titik beban (*load point*). Hasil keluaran perhitungan metode ini berupa SAIFI dan SAIDI.

### 2.8.1 SAIFI

Nilai frekuensi rata – rata pemadaman listrik per pelanggan dapat dihitung dengan rumus dibawah. Setelah didapatkan hasilnya, nilai itulah yang disebut sebagai indeks keandalan SAIFI. Rumusnya adalah :

$$\text{SAIFI LP N} = \frac{\lambda \text{LP.N LPN}}{\sum \text{Ntotal}}$$

### 2.8.2 SAIDI

Nilai indeks keandalan SAIDI merupakan hasil perhitungan untuk mengetahui rata - rata durasi atau lamanya waktu pemadaman yang dialami oleh pelanggan. Rumus perhitungan SAIDI adalah :

$$\text{SAIDI LP N} = \frac{U \text{LP.N LPN}}{\sum \text{Ntotal}}$$

### 2.8.3 SPLN 59 – 1985

Penggunaan SPLN No.59 : 1985 bertujuan untuk menyamakan standarisasi serta sebagai pegangan atau parameter yang jelas dalam penentuan tingkat keandalan suatu jaringan distribusi, juga sebagai patokan dalam penentuan proyeksi kedepan bagi PT. PLN (Persero).

## 2.9 Energy Not Supplied (ENS) dan Average Energy Not Supplied (AENS)

*Energy Not Supplied (ENS)* merupakan suatu hasil dari perhitungan yang menunjukkan besarnya daya yang tidak tersalurkan kepada pelanggan yang diakibatkan karena terjadinya

gangguan yang menghambat proses penyaluran energi listrik selama satu tahun

$$\text{ENS} = \text{Daya (kW)} \times \text{Durasi (jam)}$$

*Average Energy Not Supplied (AENS)* merupakan rata – rata energi yang tidak tersalurkan pada masing – masing pelanggan yang dilayani akibat gangguan yang terjadi selama durasi satu tahun. Untuk lebih jelasnya akan diperlihatkan pada rumus di berikut ini :

$$\text{AENS} = \frac{\text{ENS}}{\sum N}$$

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Langkah Penelitian

#### 3.1.1 Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan merupakan tahapan awal dalam melakukan penelitian. Pengamatan lapangan secara langsung untuk mengetahui informasi secara umum dan mulai melakukan pengambilan data – data umum Gardu Induk (GI) Wirobrajan dapat dilakukan pada tahapan ini.

#### 3.1.2 Identifikasi Perumusan Masalah

Penelusuan penyebab masalah dapat dilakukan dengan cara pengamatan langsung dan juga dengan cara pengambilan data dari pihak PLN.

#### 3.1.3 Studi Pustaka

Pencarian informasi yang relevan mengenai teori yang berkaitan dengan penelitian ini. Pencarian informasi dilakukan dengan mencari jurnal, penelitian terdahulu, *text book*, sumber internet atau dengan diskusi bersama dosen pembimbing.

#### 3.1.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan agar mendapat informasi yang dibutuhkan sebanyak mungkin mengenai jaringan distribusi 20 kV yang disuplai dari penyulang WBN-01.

Adapun data yang dibutuhkan antara lain :

1. *Single line diagram*
2. Panjang saluran (*line*)
3. Jumlah pelanggan tiap *load point*
4. Data gangguan

### 3.1.5 Pengolahan Data

Setelah memperoleh data yang lengkap, maka dilakukan pengolahan dan perhitungan data menggunakan metode *section technique*.

### 3.1.6 Analisa Hasil Perhitungan

Setelah data diolah menggunakan metode *section technique*, maka hasilnya dapat diketahui dan dilakukan analisa. Selanjutnya dapat dijelaskan lebih rinci apakah rumusan masalah yang diajukan dapat terjawab dengan penelitian yang telah dilakukan, atau masih perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut.

### 3.1.7 Pembuatan Karya Tulis

Data yang telah diperoleh dan sudah diolah menjadi hasil perhitungan serta telah dilakukan analisa, dapat ditampilkan dalam sebuah karya tulis dengan peraturan yang baku dari pihak universitas, agar dapat dipublikasikan secara baik dan berguna bagi berbagai pihak.

## IV. ANALISIS DAN PERHITUNGAN

### 4.1 Hasil

Setelah dilakukan perhitungan dan pengolahan data, untuk mendapatkan nilai SAIFI dan SAIDI dari masing – masing *section*, terlebih dahulu diperlukan perhitungan untuk mencari hal – hal seperti berikut:

1. Data Peralatan masing – masing *section*
2. Laju kegagalan *section* terdampak *repair*
3. Laju kegagalan *section* terdampak *switching*
4. Durasi kegagalan *section* terdampak *repair*
5. Durasi kegagalan *section* terdampak *switching*
6. Hasil SAIFI dan SAIDI masing – masing *section*

Maka didapatkan hasil SAIFI dan SAIDI dari masing – masing *section* seperti pada tabel :

**Tabel 4.1** SAIFI dan SAIDI tiap *section*

Section	SAIFI	SAIDI
1	0,39744594	0,17828964
2	0,47138345	1,71631022
3	1,04757041	1,14062572
4	0,60581159	0,32230416
5	0,20649357	0,09497602
	<b>2,72870496</b>	<b>3,45250576</b>

Setelah didapatkan hasil SAIFI WBN-01 sebesar 2,72870496 gangguan/tahun dan SAIDI sebesar 3,45250576 jam/tahun, maka langkah selanjutnya adalah membandingkan hasil tersebut dengan parameter yang SPLN 68-2:1986. Maka didapatkan hasil seperti pada tabel dibawah ini :

**Tabel 4.2** Perbandingan WBN-01 dengan SPLN 68-02:1986

	SAIFI (Gangguan/Tahun)	SAIDI (Jam/Tahun)
WBN-01	2,72870496	3,45250576
SPLN 68-2 :1986	3,2	21,09

### 4.2 Analisis Hasil

Dari tabel 4.2 dapat dilakukan analisis hasil yaitu bahwa penyulang WBN-01 masih dalam keadaan Andal karena masih dibawah batas maksimal yang diterapkan oleh pihak PT PLN (Persero), yaitu SAIFI maksimal 3,2 gangguan/tahun dan SAIDI maksimal 21,09 jam/tahun.

### 4.3 ENS dan AENS

Untuk mendapat hasil *Energy Not Supplied* (ENS) dan *Average Energy Not Supplied* (AENS) maka diperlukan data gangguan dari pihak PT PLN (Persero) yang ditampilkan pada tabel dibawah :

**Tabel 4.3** Data Gangguan WBN-01 2017

Tanggal	Tegangan (Kv)	Beban (A)	Durasi (Jam)
05-Jan	21,3	292	0,63
09-Jan	21,2	276	1,46
18-Jan	21,2	164	0,8
03-Feb	21,2	151	1,6
07-Feb	21,4	251	4,08
09-Feb	21,2	247	1,16
18-Feb	21,2	213	0,18
11-Apr	21,2	137	2,16
18-Agt	20,9	246	0,27
22-Sep	21,2	141	0,1
09-Nov	21,1	184	1,15
29-Nov	21	127	0,12
2-Des	21	85	1,12
26-Des	21,1	269	0,2

Untuk mendapat hasil ENS dari tiap gangguan, digunakan rumus seperti dibawah ini :

$$\text{ENS} = \text{Daya (kW)} \times \text{Durasi (jam)},$$

Setelah didapatkan hasil ENS, maka dapat dihitung nilai AENS dengan menggunakan rumus

$$\text{AENS} = \frac{\text{ENS}}{\sum N}$$

**Tabel 4.4** ENS dan AENS tiap gangguan

Tanggal	ENS (Kw)	AENS (Kw/Pelanggan)
05-Jan	5768,592	0,733824
09-Jan	12576,64	1,599878
18-Jan	4094,836	0,520905
03-Feb	7540,491	0,959228
07-Feb	32263,72	4,104277
09-Feb	8942,473	1,137574
18-Feb	1196,616	0,152222
11-Apr	9235,853	1,174895
18-Agt	2043,676	0,259977
22-Sep	440,07	0,055981
09-Nov	6573,02	0,836156
29-Nov	471,1629	0,059937
2-Des	2943,222	0,374408
26-Des	1671,212	0,212595
Total	95761,58	12,18186

## V KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan serta analisis yang telah dilakukan mengenai keandalan penyulang WBN-01 dengan menggunakan metode *section technique*, dapat diambil beberapa kesimpulan serta saran, diantaranya :

1. Setelah dilakukan perhitungan dan pengolahan data yang didapat dari PT PLN (Persero) mengenai penyulang WBN-01, didapatkan total nilai SAIFI sebesar 2,72870496 gangguan/tahun dan total SAIDI sebesar 3,45250576 jam/tahun.
2. Hasil SAIFI dan SAIDI pada penyulang WBN-01 dikatakan dalam keadaan ANDAL dikarenakan memiliki nilai nominal dibawah batas maksimal apabila dibandingkan dengan parameter yang digunakan yaitu SPLN 68-2 : 1986, yang memiliki standar SAIFI sebesar 3,2 gangguan/tahun dan standar SAIDI sebesar 21,09 jam/tahun.
3. Jumlah Pelanggan dan panjang *line* berbanding lurus dengan SAIFI dan SAIDI. Semakin banyak pelanggan atau semakin panjang jaringan *line* maka gangguan akan semakin sering terjadi sehingga nilai SAIFI dan SAIDI semakin tinggi.
4. *Energy not supplied* (ENS) dari penyulang WBN-01 selama 2017 adalah sebesar 95761,58 kWh dan *Average Energy Not Supplied* (AENS) sebesar 12,18186 kWh/pelanggan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Faishal, Ibnu. 2017. *Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi di Gardu Induk Kentungan Penyulang KTN-06 PT. PLN (Persero) Area Yogyakarta Dengan Metode Section Technique* (Skripsi). Yogyakarta : Universitas Muhammadiyah
- Jiwandono, FA., Teguh Utomo, Mahfudz Shidiq. 2016. *Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20Kv Penyulang Sikepu PT. PLN(Persero) APJ Mojokerto Menggunakan Metode Section Technique*. Malang : Universitas Brawijaya
- Jufrizel, MT., Rahmat Hidayatullah. 2017. *Analisa Sistem Distribsui 20 Kv Menggunakan Metode Section Technique dan RIA pada Penyulang Adisucipto Pekanbaru*. Riau : UIN Sultan Syarif Kasim
- Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. 2013. *Gardu Induk Semester 3*. Jakarta: 2014
- Kersting, William H. 2001. *Distribution System Modeling and Analysis*. Boca Raton : CRC Press
- Kurniawan, Rizky Agung. 2016. *Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik di Gardu Induk Tambun* (Skripsi). Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Marsudi, Djiteng. 2006. *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- PLN (Persero), PT. 1985. *SPLN No. 59 : Keandalan pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV*. Jakarta: Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara.
- PLN (Persero), PT. 1986. *SPLN No. 68-2 : Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik Bagian : Dua*. Jakarta: Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara.
- Setiawan, Tito Lujeng. 2017. *Analisis Keandalan Sistem Distribusi Dengan Metode Section Technique di UPJ Wonsosobo* (Skripsi). Yogyakarta : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Suripto, Slamet. *Buku Ajar Sistem Tenaga Listrik*. Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Syahputra, Ramadoni. 2015. *Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik*. Yogyakarta: LP3M UMY.