

Pada pembahasan tugas akhir penulis melakukan analisis dan perhitungan nilai indeks keandalan yang berbasis sistem pada jaringan distribusi 20 kV. Pengambilan data gangguan yang telah diperoleh dari PT. PLN (Persero) Rayon Tegalrejo yaitu, data pemadaman/gangguan jaringan distribusi listrik 20 kV selama bulan Januari 2016 sampai dengan bulan Desember 2016 dan data nilai SAIFI, SAIDI, CAIFI dan CAIDI tahun 2016.

Untuk mencapai nilai keandalan yang baik maka PT. PLN (persero) Rayon Tegalrejo melakukan perbaikan keandalan jaringan distribusi dengan menentukan target dengan takaran dari indikator indeks SAIFI dan SAIDI. Tahun 2016 PT. PLN (Persero) Rayon Tegalrejo menentukan target nilai SAIFI sebesar (6,04 gangguan/pelanggan) dan nilai SAIDI sebesar (468,00 menit/pelanggan atau 7,8 jam/pelanggan).

Jaringan distribusi listrik 20 kV di penyulang Rayon Tegalrejo adalah bagian Unit Pelayan Jaringan (UPJ) PLN (persero) Area Magelang yang mempunyai nilai panjang jaringan 522,98 km. Rayon Tegalrejo memiliki jumlah penyulang sebanyak 3 penyulang pada tahun 2016. Rayon Tegalrejo memiliki jumlah total pelanggan sebanyak 71.252 pelanggan. Jumlah gangguan/pelanggan di seluruh penyulang selama tahun 2016 adalah 22 kali dengan lama masa gangguan 1.519 menit. Jumlah nilai gangguan/pemadaman terbanyak terdapat di penyulang SGN 5 dengan gangguan/pelanggan sebesar 11 kali dengan lama masa gangguan 796 menit. Jumlah nilai gangguan/pemadaman yang sangat sedikit terdapat di penyulang SGN 1 dengan gangguan/pelanggan sebesar 3 kali dengan lama gangguan 205 menit.

4.2 Jumlah Pelanggan Setiap Penyulang Rayon Tegalrejo

Untuk memudahkan dalam pengamatan dan perhitungan data dikelompokkan berdasarkan jumlah pelanggan penyulang pada Rayon Tegalrejo dan didapatkan jumlah total pelanggan 71.252. Berikut ini adalah tabel 4.1 data jumlah pelanggan penyulang di Rayon Tegalrejo.

Tabel 4.1 Tabel Jumlah Pelanggan Setiap Penyulang Rayon Tegalrejo

NO	PENYULANG	JUMLAH PELANGGAN
1	Penyulang SGN 1	23735
2	Penyulang SGN 5	21681
3	Penyulang SGN 6	25836
TOTAL		71252

4.3 Panjang Setiap Penyulang Rayon Tegalrejo

Untuk memudahkan dalam pengamatan dan perhitungan data dikelompokkan jumlah panjang penyulang pada Rayon Tegalrejo dan didapatkan jumlah total pelanggan 522,98 kms. Berikut ini adalah tabel 4.2 data panjang penyulang di Rayon Tegalrejo.

Tabel 4.2 Tabel Panjang Setiap Penyulang Rayon Tegalrejo

NO	NAMA Penyulang	PANJANG SUTM (KMS)	PANJANG SKTM (KMS)	TOTAL (SKTM+SUTM)
1	Penyulang SGN 1	45,630	143,085	188,72
2	Penyulang SGN 5	45,500	111,190	156,69
3	Penyulang SGN 6	39,350	138,220	177,57
TOTAL		130,480	392,495	522,98

4.4 Data Gangguan Penyulang Rayon Tegalrejo

Data gangguan penyulang selama satu tahun pada tahun 2016 meliputi data:

1. Lama Padam (Durasi Total)
2. Frekuensi kegagalan (Total Jumlah Berapa Kali Padam)

Data tersebut maka akan diketahui berapa lama durasi padam dan frekuensi/angka kegagalan pada setiap penyulang. Pada perhitungan durasi akan diketahui waktunya dalam satuan menit, sedangkan angka kegagalan hanya menghitung total berapa kali trip atau padam setiap penyulang pada tahun 2016. Berikut ini tabel 4.3 data gangguan penyulang Rayon Tegalrejo tahun 2016.

Tabel 4.3 Tabel Gangguan Penyulang Rayon Tegalrejo

NO	NAMA PENYULANG	DATA GANGGUAN PENYULANG	
		Frekuensi/angka kegagalan (kali)	Durasi Padam (jam)
1	Penyulang SGN 1	3	3,42
2	Penyulang SGN 5	11	13,27
3	Penyulang SGN 6	8	8,7

4.5 Perhitungan dan Analisis Nilai SAIFI Penyulang Pada Rayon Tegalrejo

Berdasarkan data dari tabel 4.3 dan 4.1 diatas, Rumus untuk melakukan perhitungan nilai SAIFI adalah sebagai berikut :

Dengan menggunakan rumus (2.1) diperoleh :

$$\text{SAIFI} = \frac{\text{Jumlah dari frekuensi gangguan dikali jumlah pelanggan}}{\text{Jumlah pelanggan sistem}}$$

$$\text{SAIFI} = \frac{\sum \lambda_i \cdot N_i}{\sum N_t}$$

Dimana λ_i = Frekuensi gangguan / Angka Kegagalan

N_i = Jumlah Pelanggan Pada Penyulang

N_t = Jumlah Pelanggan Pada Sistem

Contoh perhitungan SAIFI Rayon Tegalrejo dapat dilihat seperti dibawah ini :

1. Penyulang SGN 1

Diketahui $\lambda_i = 3$ kali/pertahun

$N_i = 25.836$ pelanggan

$N_t = 71.252$ pelanggan

Dari data diatas diperoleh nilai SAIFI sebagai berikut :

$$\text{SAIFI} = \frac{\sum \lambda_i \cdot N_i}{\sum N_t}$$

$$\text{SAIFI} = \frac{3 \times 25.836}{71.252} = 1,087 \text{ kali/pelanggan/tahun}$$

Pada penyulang lain yang terdapat di Rayon Tegalrejo, dilakukan perhitungan SAIFI dengan perumusan yang sama seperti contoh perhitungan di atas. Setelah dilakukan perhitungan, dan berikut adalah hasil dari nilai SAIFI pada penyulang Rayon Tegalrejo dapat dilihat pada tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4.4 Tabel Nilai SAIFI Penyulang Pada Rayon Tegalrejo

NO	Nama Penyulang	NILAI SAIFI			
		Ni	Nt	λ_i kali/tahun	SAIFI (kali/pelanggan/tahun)
1	Penyulang SGN 1	25.836	71.252	3	1,087
2	Penyulang SGN 5	21.681	71.252	11	3.347
3	Penyulang SGN 6	23.735	71.252	8	2.664

Dari tabel diatas dapat dilihat pada setiap penyulang memiliki nilai SAIFI yang berbeda – beda, ada penyulang yang mempunyai nilai keandalan yang tinggi, tinggi yang dimaksud adalah nilai SAIFI nya tergolong dalam jumlah frekuensi gangguan yang banyak. Akan tetapi terdapat juga penyulang yang memiliki nilai SAIFI yang kecil, hal ini berarti penyulang tersebut memiliki nilai frekuensi gangguan yang sedikit. Pengaruh gangguan frekuensi yang banyak, berdampak terhadap nilai SAIFI, tetapi tidak hanya itu, jumlah pelanggan yang berada pada suatu penyulang juga sangat berpengaruh terhadap nilai SAIFI. Apabila terdapat penyulang yang mempunyai jumlah pelanggan gangguan frekuensi banyak tetapi jumlah pelanggannya sedikit maka akan mempunyai nilai SAIFI yang kecil, daripada ketika nilai gangguan frekuensi sedikit sedangkan jumlah pelanggan yang

terdapat pada penyulang banyak maka nilai SAIFI yang didapat akan tinggi. Dari hasil tabel diatas semua penyulang dikategorikan handal karena tidak melebihi target yang di tentukan PT. PLN (Rayon) Tegalrejo Magelang.

4.6 Perhitungan dan Analisis Nilai SAIDI Penyulang Pada Rayon Tegalrejo

Berdasarkan data dari tabel 4.3 dan 4.1 diatas, Rumus untuk menghitung nilai SAIDI adalah sebagai berikut :

Dengan menggunakan rumus (2.2) diperoleh :

$$\text{SAIDI} = \frac{\text{Jumlah dari durasi gangguan dikali jumlah pelanggan}}{\text{Jumlah pelanggan sistem}}$$

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum U_i \cdot N_i}{\sum N_t}$$

Dimana U_i = Durasi Gangguan/ Durasi Kegagalan

N_i = Jumlah Pelanggan Pada Penyulang

N_t = Jumlah Pelanggan Pada Sistem

Contoh perhitungan SAIDI Rayon Tegalrejo dapat dilihat seperti dibawah ini :

Penyulang SGN 1

Diketahui U_i = 3,24 jam/tahun

N_i = 25.836 pelanggan

N_t = 71.252 pelanggan

Dari data diatas diperoleh nilai SAIDI sebagai berikut :

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum U_i \cdot N_i}{\sum N_t}$$

$$\text{SAIDI} = \frac{3,42 \times 25.836}{71.252} = 1,2409 \text{ jam/pelanggan/tahun}$$

Untuk penyulang lain yang terdapat di Rayon Tegalrejo, dilakukan perhitungan SAIDI menggunakan rumus yang sama seperti contoh perhitungan di atas. Setelah dilakukan perhitungan, Hasil nilai SAIDI pada penyulang di Rayon Tegalrejo dapat dilihat pada tabel 4.5 di bawah ini.

Tabel 4.5 Tabel Nilai SAIDI Penyulang Pada Rayon Tegalrejo

NO	Nama Penyulang	NILAI SAIDI			
		Ni	Nt	Ui (jam/tahun)	SAIDI (jam/pelangan/tahun)
1	Penyulang SGN 1	25.836	71.252	3,42	1,2409
2	Penyulang SGN 5	21.681	71.252	13,27	4,8117
3	Penyulang SGN 6	23.735	71.252	8,7	3,1546

Dari tabel diatas dapat dilihat pada setiap penyulang memiliki nilai SAIDI yang berbeda – beda, ada penyulang yang mempunyai nilai keandalan yang tinggi, tinggi yang dimaksud adalah nilai SAIDI nya tergolong dalam jumlah durasi gangguan yang banyak. Akan tetapi terdapat juga penyulang yang memiliki nilai SAIDI yang kecil, hal ini berarti penyulang tersebut memiliki nilai durasi gangguan yang sedikit. Pengaruh gangguan durasi yang banyak, berdampak terhadap nilai SAIDI, tetapi tidak hanya itu, jumlah pelanggan yang berada pada suatu penyulang juga sangat berpengaruh terhadap nilai SAIDI. Apabila penyulang mempunyai jumlah waktu atau durasi gangguan yang banyak sedangkan jumlah pelanggannya sedikit maka akan mempunyai nilai SAIDI yang kecil, daripada ketika nilai gangguan durasi sedikit sedangkan jumlah pelanggan yang terdapat pada penyulang

banyak maka nilai SAIDI yang didapat akan tinggi. Dari tabel diatas ada satu penyulang yang termasuk dalam kategori tidak handal, karena nilai SAIDI penyulang tersebut cukup besar, yaitu penyulang SGN 5 yang memiliki nilai SAIDI yang tertinggi sebesar 4,8117 jam/pelanggan/tahun.

4.7 Perhitungan dan Analisis Nilai CAIFI Penyulang Pada Rayon

Tegalrejo

Berdasarkan data dari tabel 4.4 dan 4.5 diatas, Rumus perhitungan yang digunakan untuk menghitung nilai CAIFI adalah sebagai berikut :

Dengan menggunakan rumus (2.3) diperoleh :

$$CAIFI = \frac{SAIFI}{SAIDI}$$

Contoh perhitungan CAIFI Rayon Tegalrejo dapat dilihat seperti dibawah ini :

1. Penyulang SGN 1

Diketahui SAIFI = 1,087 kali/pelanggan/ tahun

SAIDI = 1,2409 jam/pelanggan/tahun

Dari data diatas diperoleh nilai CAIFI sebagai berikut :

$$CAIFI = \frac{SAIFI}{SAIDI}$$

$$CAIFI = \frac{1,087}{1,2409} = 0,876 \text{ kali/jam/tahun}$$

Untuk penyulang – penyulang lain yang ada di Rayon Tegalrejo, dilakukan perhitungan nilai CAIFI dengan rumus dan langkah yang sama seperti contoh perhitungan di atas. Setelah dilakukan perhitungan, berikut ini hasil nilai CAIFI pada penyulang di Rayon Tegalrejo dapat dilihat pada tabel 4.6 di bawah ini.

Tabel 4.6 Tabel Nilai CAIFI Penyulang Pada Rayon Tegalrejo

NO	Nama Penyulang	NILAI CAIFI		
		SAIFI (kali/pelangan/tahun)	SAIDI (jam/pelangan/tahun)	CAIFI (kali/jam/tahun)
1	Penyulang SGN 1	1,087	1,2409	0,876
2	Penyulang SGN 5	3,347	4,8117	0,695
3	Penyulang SGN 6	2,664	3,1546	0,846

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa ada beberapa penyulang yang mengalami nilai CAIFI yang sangat tinggi. Nilai tersebut melebihi dari nilai – nilai penyulang lainnya, penyulang tersebut adalah Penyulang SGN 1 yang memiliki nilai CAIFI sebesar 0,876 kali/jam/tahun. Hal ini dipengaruhi dari nilai SAIDI yang yang tidak berbanding lurus dengan nilai SAIFI. Nilai SAIDI yang diperoleh sangat jauh rendah dibandingkan dengan nilai SAIFI, sehingga apabila dilakukan perhitungan untuk nilai CAIFI, mengakibatkan nilai CAIFI yang besar.

4.8 Perhitungan dan Analisis Nilai CAIDI Penyulang Pada Rayon Tegalrejo

Berdasarkan data dari tabel 4.4 dan 4.5 diatas, Rumus untuk menghitung nilai CAIDI dengan menggunakan rumus (2.4) diperoleh sebagai berikut:

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI}$$

Contoh perhitungan CAIDI Rayon Tegalrejo dapat dilihat seperti dibawah ini :

1. Penyulang SGN 1

Diketahui SAIFI = 1,087 kali/pelanggan/ tahun

SAIDI = 1,2409 jam/pelanggan/tahun

Dari data diatas diperoleh nilai SAIFI sebagai berikut :

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI}$$

$$CAIDI = \frac{1,2409}{1,087} = 1,141 \text{ jam/kali/tahun}$$

Untuk penyulang – penyulang lain yang ada di Rayon Tegalrejo, dilakukan perhitungan CAIDI dengan rumus yang sama seperti contoh perhitungan di atas. Setelah dilakukan perhitungan, Hasil nilai CAIDI pada penyulang di Rayon Tegalrejo dapat dilihat pada tabel 4.7 di bawah ini.

Tabel 4.7 Tabel Nilai CAIDI Penyulang Pada Rayon Tegalrejo

NO	Nama Penyulang	NILAI CAIDI		
		SAIFI (kali/pelangan/tahun)	SAIDI (jam/pelangan/tahun)	CAIDI (jam/kali/tahun)
1	Penyulang SGN 1	1,087	1,2409	1,141
2	Penyulang SGN 5	3,347	4,8117	1,437
3	Penyulang SGN 6	2,664	3,1546	1,184

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai – nilai CAIDI yang diperoleh dikategorikan handal karena nilainya mencapai target yang telah di tentukan oleh IEEE std 1366 – 2003 sebesar 1.45 jam/kali/tahun.

4.9 Pengaruh Gangguan Operasi Terhadap Keandalan Jaringan

Nilai suatu keandalan dapat ditentukan dengan cara menghitung beberapa aspek seperti SAIFI dan SAIDI. Kedua aspek ini digunakan sebagai acuan untuk menilai seberapa besar nilai keandalan suatu jangsan distribusi. Untuk menghitung aspek ini diperlukan beberapa faktor agar dapat mengetahui apakah nilai SAIFI dan SAIDI dapat dikatakan handal. SAIFI dan SAIDI dapat ditentukan dari gangguan – gangguan operasi yang terjadi. Gangguan ini berupa frekuensi gangguan atau dapat dikatakan berapa banyak gangguan yang terjadi pada suatu penyulang dan durasi gangguan, durasi gangguan dapat berupa berapa lama gangguan tersebut terjadi. Hal ini dapat terjadi karena adanya faktor – faktor yang dapat membuat gangguan tersebut terjadi, faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal dapat berupa Gangguan yang disebabkan oleh faktor dalam umumnya bersifat permanen, misalnya peralatan tidak sesuai standar yang ditetapkan, pemasangan alat yang tidak sesuai atau salah dan penuaan peralatan. Apabila gangguan internal terjadi maka akan berpengaruh pada jumlah pelanggan yang padam, semakin banyak peralatan yang rusak maka pelanggan padam akan semakin bertambah dan ini akan berdampak pada nilai SAIFI. Faktor – faktor luar yang menyebabkan terjadinya gangguan yaitu cuaca misalnya hujan, angin kencang, gempa bumi dan petir, makhluk hidup misalnya manusia, binatang dan tumbuhan. Gangguan seperti ini

akan berdampak pada durasi gangguan, karena gangguan ini membutuhkan waktu yang cukup lama untuk kembali keadaan normal. Jadi akan berdampak pada nilai SAIDI. Dengan adanya gangguan yang disebabkan beberapa faktor tersebut maka sangat mempengaruhi terhadap keandalan. Apabila keandalan suatu sistem jaringan distribusi tidak baik maka kontinuitas pelayan listrik terhadap konsumenpun dapat dikatakan tidak baik pula. Untuk mengatasi agar kontinuitas pelayanan dapat terlayani dengan baik, maka dilakukan penanganan dengan memasang peralatan agar dapat mengurangi pelayanan yang buruk terhadap konsumen. Peralatan tersebut seperti *recloser*, apabila terjadi gangguan maka *recloser* akan berkerja untuk mengembalikan keadaan yang terganggu menjadi normal kembali setelah terjadi gangguan dengan waktu atau durasi yang singkat. Kemudian (*Load Break Switch*) LBS berguna untuk membatasi lokasi gangguan dan LBS juga berfungsi sebagai saklar hubung antara satu penyulang dengan penyulang lainnya dalam keadaan darurat pada sistem operasi jaringan distribusi primer tipe lingkaran (*Loop/ring*). Sehingga kontinuitas pelayanan listrik tetap dapat dilayani dengan baik meski terdapat gangguan.

4.10 Perbandingan Nilai SAIFI Dengan SPLN No 68-2 1986 dan IEEE std 1366-2003

Berdasarkan nilai SAIFI yang terdapat pada tabel 4.4, maka dapat dibandingkan nilai tersebut dengan SPLN No 68-2 1986 dengan target 3,2 kali/pelanggan/tahun dan IEEE std 1366-2003 dengan target 1,45 kali/pelanggan/tahun. Apakah jaringan distribusi Rayon Tegalrejo pada setiap

penyulangnnya telah mencapai target yang telah ditentukan atau belum mencapai target dapat dilihat dari tabel 4.8 dibawah ini.

Tabel 4.8 Tabel Perbandingan Nilai SAIFI Dengan SPLN No 68-2 1986 dan IEEE std 1366-2003

NO	Nama Penyulang	Indeks	SPLN No	IEEE std	Jumlah Pelanggan	Panjang Saluran
		Keandalan	68-2 1986	1366-2003		
		SAIFI	SAIFI 3,2 (k/p/t)	SAIFI 1,45 (k/p/t)		
1	Penyulang SGN 1	1,087	✓	✓	23735	188,72
2	Penyulang SGN 5	3,347	✘	✘	21681	156,69
3	Penyulang SGN 6	2,664	✓	✘	25836	177,57

Keterangan :

✓ = Memenuhi target yang telah ditentukan

✘ = Tidak memenuhi target yang ditetapkan

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat setiap penyulang memiliki nilai SAIFI yang berbeda, hal ini dikarenakan gangguan yang terjadi pada setiap penyulang berbeda. Untuk membuktikan suatu jaringan distribusi dikatakan handal maka nilai yang telah dilakukan perhitungan dapat dibandingkan dengan SPLN No 68-2 1986 dan IEEE std 1366-2003. Nilai SAIFI yang ditargetkan oleh SPLN No 68-2 1986 adalah bernilai 3,2 kali/pelanggan/tahun. Setelah melakukan perhitungan maka didapat ada dua penyulang Rayon Tegalrejo yang mengalami nilai SAIFI yang tinggi atau melibihi dari target SPLN No 68-2 1986. Penyulang – penyulang yang mengalami tingkat keandalan yang rendah adalah yaitu Penyulang SGN 5 dan

Penyulang SGN 6. Karena pada penyulang SGN 5 melebihi target nilai SAIFI yang terdapat pada SPLN No 68-2 1986 adalah sebesar 3,2 kali/pelanggan/tahun dan melebihi target nilai SAIFI yang ditargetkan oleh IEEE std 1366-2003 sebesar 1,45 kali/pelanggan/tahun. Dapat dikatakan, penyulang SGN 5 adalah penyulang yang tidak handal. Kemudian, pada penyulang SGN 6 melebihi target nilai SAIFI yang ditargetkan oleh IEEE std 1366-2003 sebesar 1,45 kali/pelanggan/tahun dan dapat dikatakan tidak handal dalam segi IEEE. Hal ini menandakan semua penyulang yang tidak mencapai target yang telah ditentukan dikatakan tidak handal, penyebab penyulang memiliki nilai SAIFI yang besar adalah frekuensi gangguan atau jumlah gangguan yang besar yang terjadi pada penyulang dalam kurun waktu pengamatan. Gangguan yang mempengaruhi untuk nilai SAIFI adalah gangguan kerusakan peralatan. Jika frekuensi gangguan atau jumlah gangguan dapat diminimalisir maka nilai SAIFI akan kecil. Untuk mengatasi nilai SAIFI maka dilakukan solusi dengan cara melakukan perawatan pada setiap komponen pendukung jaringan distribusi seperti rele, trafo dan kabel. Upaya perawatan yang dilakukan adalah seperti *corrective maintenance* yaitu perawatan yang dilakukan dengan menunggu telah terjadi gangguan. Faktor jumlah pelanggan dan panjang daluran juga sangat berpengaruh terhadap nilai SAIFI.

4.11 Perbandingan Nilai SAIFI Dengan SPLN No 68-2 1986 dan IEEE std 1366-2003

Berdasarkan nilai SAIFI yang diperoleh pada tabel 4.5 diatas, maka dapat dibandingkan nilai tersebut dengan SPLN No 68-2 1986 dengan target 21,09

jam/pelanggan/tahun dan IEEE std 1366-2003 dengan target 2,3 jam /pelanggan/tahun. Apakah jaringan distribusi Rayon Tegalrejo pada setiap penyulangannya telah mencapai target yang telah ditentukan ataupun belum mencapai target dapat dilihat dari tabel 4.9 dibawah ini.

Tabel 4.9 Tabel Perbandingan Nilai SAIDI Dengan SPLN No 68-2 1986 dan IEEE std 1366-2003

NO	Nama Penyulang	Indeks	SPLN No	IEEE std	Jumlah Pelanggan	Panjang Saluran
		Keandalan	68-2 1986	1366-2003		
		SAIDI	SAIDI	SAIDI		
			21,09 (j/p/t)	2,3 (j/p/t)		
1	Penyulang SGN 1	1,2409	✓	✓	23735	188,72
2	Penyulang SGN 5	4,8117	✓	✘	21681	156,69
3	Penyulang SGN 6	3,1546	✓	✘	25836	177,57

Keterangan :

✓ = Memenuhi target yang telah ditentukan

✘ = Tidak memenuhi target yang ditetapkan

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat setiap penyulang memiliki nilai SAIDI yang berbeda, hal ini dikarenakan gangguan yang terjadi pada setiap penyulang berbeda. Untuk membuktikan suatu jaringan distribusi dikatakan handal maka nilai yang telah dilakukan perhitungan dapat dibandingkan dengan SPLN No 68-2 1986 dan IEEE std 1366-2003. Nilai SAIDI yang ditargetkan oleh SPLN No 68-2 1986 adalah bernilai 21,09 jam/pelanggan/tahun. Setelah melakukan perhitungan maka dapat dilihat pada tabel diatas, seluruh penyulang yang ada pada

Rayon Tegalrejo telah mencapai target yang telah ditentukan oleh SPLN No 68-2 1986. Sedangkan untuk nilai SAIDI yang ditargetkan oleh IEEE std 1366-2003 sebesar 2.3 jam/pelanggan/tahun. Setelah dilakukan perhitungan maka diperoleh hasil seperti tabel diatas. Terdapat 2 penyulang yang memiliki nilai SAIDI yang tidak sesuai dengan target IEEE std 1366-2003. Penyulang tersebut adalah Penyulang SGN 5 dan Penyulang SGN 6. Penyulang tersebut dapat dikatakan tidak handal menurut standar IEEE std 1366-2003 karena tidak mencapai target yang telah ditentukan. Hal ini menandakan penyulang yang tidak mencapai target yang telah ditentukan dikatakan tidak handal, penyebab penyulang memiliki nilai SAIDI yang besar adalah durasi gangguan atau yang besar yang terjadi pada penyulang dalam kurun waktu pengamatan. Gangguan yang mempengaruhi untuk nilai SAIDI adalah seperti gangguan yang memiliki rentang waktu cukup lama seperti akibat kejadian alam, contohnya pohon tumbang. Pohon tumbang dapat menyebabkan gangguan durasi yang cukup lama. Untuk mengantisipasi kejadian tersebut dilakukan pemasangan tiang listrik memiliki jarak dengan pohon- pohon.

4.12 Analisis EENS (Expected energy not supplied)

Data EENS (*Expected energy not supplied*) berupa data energi yang tidak dapat disalurkan oleh setiap penyulang dalam satu tahun. Dari data tersebut maka akan dapat diketahui seberapa besar kerugian yang dapat akibat energi yang tidak dapat disalurkan. Berikut ini tabel 4.10 data EENS (*Expected energy not supplied*) setiap penyulang Rayon Tegalrejo tahun 2016.

Tabel 4.10 Tabel Nilai EENS (*Expected energy not supplied*) penyulang Pada Rayon Tegalrejo

NO	Nama Penyulang	EENS (<i>Expected energy not supplied</i>)	
		Jumlah pelanggan	EENS kWh/tahun
1	Penyulang SGN 1	23735	6754
2	Penyulang SGN 5	21681	43341
3	Penyulang SGN 6	25836	17130

Berdasarkan tabel 4.9 diatas dapat dilihat EENS (*Expected energy not supplied*) yang terbesar terdapat pada penyulang SGN 5 sebesar 43.341 kWh/tahun. Sedangkan untuk EENS (*Expected energy not supplied*) yang terkecil terdapat pada SGN 1 dengan sebesar 6.754 kWh/tahun. Besar atau kecilnya EENS (*Expected energy not supplied*) yang terjadi di setiap dipengaruhi oleh jumlah frekuensi gangguan dan durasi gangguan. Semakin banyak jumlah frekuensi gangguan dan durasi gangguan maka jumlah EENS (*Expected energy not supplied*) akan semakin besar pula, begitu juga sebaliknya jika semakin sedikit jumlah frekuensi gangguan dan durasi gangguan maka jumlah EENS (*Expected energy not supplied*) akan kecil.

4.12.1 Perhitungan dan Analisis AENS (*Average energy not supplied*)

Berdasarkan data dari tabel 4.10 diatas, rumus perhitungan yang digunakan untuk menghitung nilai AENS (*Average energy not supplied*) adalah sebagai berikut :

Dengan menggunakan rumus (2.5) diperoleh :

$$AENS = \frac{EENS}{\text{Jumlah pelanggan penyulang}}$$

$$AENS = \frac{EENS}{\sum Ni}$$

Dimana $AENS = \text{Average energy not supplied}$

$EENS = \text{Expected energy not supplied}$

$Ni = \text{Jumlah Pelanggan Penyulang}$

Contoh perhitungan AENS Rayon Tegalrejo dapat dilihat seperti dibawah ini :

1. Penyulang SGN 1

Diketahui $AENS = \text{Average energy not supplied}$

$EENS = 6754 \text{ kWh/tahun}$

$Ni = 23735 \text{ pelanggan}$

Dari data diatas diperoleh nilai AENS sebagai berikut :

$$AENS = \frac{EENS}{\sum Ni}$$

$$AENS = \frac{6754}{23735} = 0,2845 \text{ kWh/pelanggan/tahun}$$

Untuk penyulang – penyulang lain yang ada di Rayon Tegalrejo, dilakukan perhitungan nilai (*Average energy not supplied*) AENS dengan menggunakan rumus yang sama seperti contoh di atas. Setelah dilakukan perhitungan, Hasil nilai (*Average energy not supplied*) AENS pada penyulang di Rayon Tegalrejo dapat dilihat pada tabel 4.11 di bawah ini.

Tabel 4.11 Tabel Nilai AENS (*Average energy not supplied*) Penyulang Pada Rayon Tegalrejo

NO	Nama Penyulang	AENS (<i>Average energy not supplied</i>)		
		Jumlah pelanggan	EENS KWh/tahun	AENS KWh/pelanggan/tahun
1	Penyulang SGN 1	23735	6754	0,2845
2	Penyulang SGN 5	21681	43341	1,9990
3	Penyulang SGN 6	25836	17130	0,6630

Berdasarkan tabel 4.11 diatas, dilakukan perhitungan nilai dari AENS (*Average energy not supplied*), dari perhitungan yang telah dilakukan didapat hasil bahwa nilai dari AENS (*Average energy not supplied*) terbesar mencapai 1,9990 kWh/pelanggan/tahun. Nilai AENS (*Average energy not supplied*) diperoleh dari total EENS (*Expected energy not supplied*) selama satu tahun setiap penyulang dibagi dengan jumlah total pelanggan penyulang.

4.12.2 Perhitungan kerugian EENS (*Expected energy not supplied*) Dalam Bentuk Rupiah

Tabel 4.12 Tabel Persentase Energi Terjual Perkelompok Pelanggan (GWh) Dalam Satu Tahun

No	Wilayah	Energi Terjual Perkelompok Pelanggan (GWh) Dalam Satu Tahun						TOTAL
		Rumah Tangga	Industri	Bisnis	Sosial	Gedung Kantor pemerintah	Penerangan Jalan	
1	JAWA TENGAH	9806,95	6901,46	2338,49	706,08	208,52	445,69	20407,19
		48,05%	33,81%	11,46%	3,45%	1,05%	2,18%	100%

Berdasarkan tabel 4.12 diatas dapat dilihat bahwa penggunaan energi terbesar masih dipegang oleh beban rumah tangga dengan jumlah persentase mencapai 48,05% dalam satu tahunnya. Sedangkan untuk posisi kedua di pegang oleh industri 33,81% dan yang paling kecil terdapat pada gedung kantor pemerintahan hanya sebesar 1,05%.

Tabel 4.13 Tabel Tarif Dasar Listrik Berdasarkan Perkelompok Pelanggan

NO	Nama Perkelompok Pelanggan	Tarif Dasar Listrik (Rp)
1	Rumah Tangga	1.467,28
2	Industri	1.112
3	Bisnis	1.100
4	Sosial	760
5	Gedung Kantor pemerintah	1.076
6	Penerangan Jalan	1.076

Berdasarkan tabel 4.13 diatas Untuk pelanggan rumah tangga dengan tarif per kWh Rp. 1.467,28 kantor pemerintah, penerangan jalan umum menggunakan tariff dasar listrik Rp. 1.076 per kWh. Sedangkan untuk pelanggan industri dengan tarif per kWh Rp. 1.112 dan bisnis menggunakan tarif dasar listrik Rp. 1.100 per kWh dan Untuk pelanggan sosial dengan tarif per kWh Rp. 760.. Tarif dasar listrik tersebut dikelompokkan karena pada pelanggan rumah tanggan, social, kantor, penerangan jalan umum tarif dasar listrik dari kapasitas daya 1300 VA sampai 200 KVA tarif dasar listriknya sama. Sedangkan untuk pelnggan industri dan bisnis biasanya menggunakan kapsitas daya diatas 200 KVA.

Dari tabel 4.12 dan 4.13 diatas dapat dihitung seberapa besar kerugian energi yang hilang akibat gangguan operasi pada tahun 2016 setiap penyulanganya berdasarkan persentase energi terjual perkelompok pelanggan. Berdasarkan data dari tabel 4.12 dan 4.13 diatas, Rumus perhitungan yang digunakan untuk menghitung nilai kerugian EENS (*Expected energy not supplied*) dalam bentuk rupiah adalah sebagai berikut :

Dengan menggunakan rumus (2.5) diperoleh :

$$\text{Kerugian} = \text{Persentase pelanggan} \times \text{EENS} \times \text{tarif dasar Listrik}$$

Contoh perhitungan EENS (*Expected energy not supplied*) dalam bentuk rupiah Rayon Tegalrejo dapat dilihat seperti dibawah ini :

1. SGN 1

Diketahui *kerugian* = kerugian (*Expected energy not supplied*) EENS

dalam bentuk rupiah

persentase pelanggan =

- a. Rumah tangga = 48,05%
- b. Industri = 33,81%
- c. Bisnis = 11,46%
- d. Sosial = 3,45%
- e. Gedung kantor Pemerintah = 1,05%
- f. Penerangan jalan = 2,18%

Tarif Dasar Listrik =

- a. Rumah tangga = Rp 1.467,28
- b. Industri = Rp 1.112
- c. Bisnis = Rp 1.100
- d. Sosial = Rp 760
- e. Gedung kantor Pemerintah = Rp 1.076
- f. Penerangan jalan = Rp 1.076

Dari data diatas diperoleh nilai kerugian EENS (*Expected energy not supplied*) dalam bentuk rupiah sebagai berikut :

- a. Rumah Tangga

Kerugian = Persentase pelanggan x EENS x tarif dasar Listrik

$$Kerugian = 48,05\% \times 6754 \times 1.467,28$$

$$= \text{Rp } 4.761.759,38$$

b. Industri

Kerugian = Persentase pelanggan x EENS x tarif dasar Listrik

$$\begin{aligned} \text{Kerugian} &= 33,81\% \times 6754 \times 1.112 \\ &= \text{Rp } 2.539.282,46 \end{aligned}$$

c. Bisnis

Kerugian = Persentase pelanggan x EENS x tarif dasar Listrik

$$\begin{aligned} \text{Kerugian} &= 23,57\% \times 2524 \times 1.034,09 \\ &= \text{Rp } 851.409,24 \end{aligned}$$

d. Sosial

Kerugian = Persentase pelanggan x EENS x tarif dasar Listrik

$$\begin{aligned} \text{Kerugian} &= 11,46 \% \times 6754 \times 760 \\ &= \text{Rp } 177.090 \end{aligned}$$

e. Gedung kantor Pemerintah

Kerugian = Persentase pelanggan x EENS x tarif dasar Listrik

$$\begin{aligned} \text{Kerugian} &= 1,05 \% \times 6754 \times 1.076 \\ &= \text{Rp } 76.306,692 \end{aligned}$$

f. Penerangan Jalan

Kerugian = Persentase pelanggan x EENS x tarif dasar Listrik

$$\begin{aligned} \text{Kerugian} &= 2,18 \% \times 6754 \times 1076 \\ &= \text{Rp } 158.427,2272 \end{aligned}$$

Untuk penyulang yang ada di Rayon Tegalrejo, dilakukan perhitungan nilai - nilai kerugian EENS (*Expected energy not supplied*) dalam bentuk rupiah dengan menggunakan rumus yang sama seperti contoh perhitungan di atas. Setelah

dilakukan perhitungan, Hasil nilai (*Expected energy not supplied*) EENS dalam bentuk rupiah pada penyulang di Rayon Tegalrejo dapat dilihat pada tabel 4.14 di bawah ini.

Tabel. 4.14 Tabel Kerugian EENS (*Expected Energy Not Supplied*) Dalam Bentuk Rupiah

No	Penyulang	EENS (KWh/tahun)	Kerugian Dalam Bentuk Rupiah (Rp)						TOTAL
			Rumah tangga	Industri	Bisnis	Sosial	kantor Pemerintah	Penerangan Jalan	
1	Penyulang SGN 1	6754	4.761.759,38	2.539.282,46	851.409,24	177.090	76.306,692	158.427,2272	8.564.274,89
2	Penyulang SGN 5	43341	30.556.620,28	16.294.794,41	5.463.566,46	1.136.401,02	489.666,618	1.016.641,168	54.957.689,96
3	Penyulang SGN 6	17130	12.077.130,33	6.440.318,136	2.159.407,8	449.149	193.534,74	401.814,984	21.721.354,59
TOTAL			47.395.509,99	25.274.395,02	8.474.383,5	1.762.640	759.508,05	1.576.883,38	85.243.319,44

Berdasarkan tabel 4.14 diatas dapat dilihat hasil dari perhitungan nilai kerugian EENS dalam bentuk rupiah selama satu tahun setiap penyulangnya. Kategori pelanggan yang dihitung adalah rumah tangga, industri, sosial, bisnis, gedung kantor pemerintah dan penerangan jalan. Semua kategori tersebut memiliki persentase masing - masing sesuai perkelompok pelanggan. Dari persentase tersebut maka akan dapat diketahui berapa besar energi yang tidak dapat disalurkan berdasarkan pengelompokan pelanggan. Energi yang hilang paling besar terdapat pada beban rumah tangga sebesar Rp 47.395.509,99 dan kehilangan energi yang hilang paling kecil yaitu terdapat pada pelanggan kantor pemerintah sebesar

Rp 759.508,05. Total energi yang hilang dalam satu tahun tiap penyulang perkelompok pelanggan adalah sebesar Rp 85.243.319,44.

Kehilangan energi ini biasa didapat dari gangguan – gangguan yang terjadi pada jaringan distribusi terutama untuk pelanggan beban rumah tangga. Semakin besar gangguan dan semakin lama gangguan yang terjadi di jaringan distribusi maka energi yang hilang akan semakin besar. Apabila energi yang hilang semakin besar maka kerugian yang didapat juga akan semakin besar.