

# ANALISIS KEANDALAN JARINGAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK 20 KV MENGUNAKAN INDEKS SAIDI & SAIFI PADA PT. PLN (PERSERO) APJ YOGYAKARTA

Ogens Y. Bonat<sup>1</sup>, Prastyono Eko Pambudi<sup>2</sup>, Beny Firman<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa, <sup>2</sup>Pembimbing 1, <sup>3</sup>Pembimbing 2

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri, Institut & Sains Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Jl. Kalisahak, No. 28 Kompleks Balapan Tromol Pos 45 Yogyakarta 55222

Email: <sup>1</sup>[Bonatogens@gmail.com](mailto:Bonatogens@gmail.com), <sup>2</sup>[praspep@yahoo.co.id](mailto:praspep@yahoo.co.id), <sup>3</sup>[benyfirman@akrind.ac.id](mailto:benyfirman@akrind.ac.id)

## ABSTRACT

*Reliability of medium voltage of distribution network at PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta is still relatively low, indicated by indices SAIDI and SAIFI by PT. PLN (Persero), SAIFI  $\leq$  12.1 and SAIDI  $\leq$  63.8, while the value of this standart has not been achieved. In this study discussed on the analysis of the distribution system network reliability using SAIDI (System Average Interruption Duration Index) and SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) at PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta, especially in Bantul Substation, Gejayan Substation, Kentungan Substation and Godean substation, calculating the reliability level of 20 kV primary distribution network chanel by entering the field data for one year. From the result of calculation shows that the substation of Bantul has a total value of SAIDI is 71.1901 hours/customer/year and the total value of SAIFI by 7.3972 failure/customer/year, the Gejayan substation has a total value of SAIDI at 122.3615 hours/customer/year and total value of SAIFI amounted to 12.4088 failure/customer/year, and the Kentungan substation has a total value of SAIDI is 110.511 hours/customer/year and total value of SAIFI amounted to 8.9557 failure/customer/year, while the substation of Godean has a total value of SAIDI is the smallest of the three susbstation above, which has 19.1615 hours/customer/year and also total SAIFI value is 5.354 outage/customer/year.*

*Based on the calculation result that have been analysed, total SAIDI and SAIFI in Bantul substation, Gejayan substation, Kentungan substation and Godean substation it can be concluded that the reliability of distribustion network PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta is not reliable.*

**Keyword: Reliability index, Distribution Network, SAIDI, SAIFI**

## INTISARI

Keandalan jaringan distribusi tegangan menengah pada PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta masih tergolong rendah, diindikasikan dengan indeks SAIDI dan SAIFI yang ditentukan oleh PT. PLN (Persero) yaitu SAIFI  $\leq$  12.1 dan SAIDI  $\leq$  63.8, sementara nilai ini belum tercapai. Pada penelitian ini dibahas mengenai analisis keandalan jaringan distribusi tegangan menengah menggunakan indeks SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) dan SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) pada Gardu Induk Bantul, Gardu Induk Gejayan, Gardu Induk Kentungan dan Gardu Induk Godean ranting PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta, metode yang digunakan pada penelitian Skripsi ini dengan cara menghitung tingkat keandalan jaringan distribusi primer 20 kV dengan memasukan data lapangan selama satu tahun. Hasil perhitungan memperlihatkan bahwa Gardu Induk Bantul mempunyai nilai total SAIDI sebesar 71.1901 jam/pelanggan/tahun dan total nilai SAIFI sebesar 7.3972 pemadaman/pelanggan/tahun, Gardu Induk Gejayan mempunyai nilai total SAIDI sebesar 122.3615 jam/pelanggan/tahun dan total nilai SAIFI sebesar 12.4088 pemadaman/pelanggan/tahun, Gardu Induk Kentungan mempunyai nilai total SAIDI sebesar 110.511 jam/pelanggan/tahun dan total nilai SAIFI sebesar 8.9557 Pemadaman/pelanggan/tahun sedangkan Gardu Induk Godean memiliki total nilai SAIDI yang paling kecil dari ketiga Gardu Induk diatas, yaitu sebesar 19.1615 Jam/pelanggan/tahun dan juga total nilai SAIFI sebesar 5.354

pemadaman/pelanggan/tahun. Berdasarkan hasil perhitungan yang sudah dianalisis total SAIDI dan SAIFI pada GI Bantul, GI Gejayan, GI Kentungan dan GI Godean maka dapat disimpulkan bahwa Keandalan jaringan distribusi PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta dikatakan kurang handal karena jumlah total SAIDI dan SAIFI yang terjadi pada sistem selama tahun 2016 melebihi standar nilai SAIDI dan SAIFI yang ditetapkan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN).

**Kata Kunci: Indeks Keandalan, Jaringan Distribusi Listrik, SAIDI, SAIFI.**

## I. PENDAHULUAN

Penggunaan energi listrik memegang peranan penting dalam kehidupan modern, baik dikawasan industri maupun dikalangan masyarakat. Laju pertumbuhan penduduk yang terus meningkat dan perkembangan teknologi yang juga semakin pesat berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan kapasitas energi listrik setiap tahunnya. Perkembangan yang pesat ini memunculkan masalah baru bagi pihak penyedia energi listrik yang dituntut untuk terus meningkatkan kontinuitas layanan penyediaan daya listrik yang baik, dalam hal ini mengenai kualitas pelayanan yang menjamin keberlangsungan aktivitas manusia. Kualitas dari penyediaan daya listrik tenaga listrik dapat dilihat dari segi teknis dan ekonomis, hal yang menyangkut kualitas energi dari segi teknis yaitu tegangan, frekuensi dan keandalan.

Keandalan suatu sistem distribusi yaitu jumlah waktu sistem bekerja sesuai dengan fungsinya, atau sangat erat hubungannya dengan ketersediaan, menyuplai tenaga listrik ke konsumen secara kontinyu, sehingga kinerja dari sistem distribusi ini secara langsung akan mempengaruhi tingkat kepuasan pelanggan.

Tetapi untuk memenuhi tujuan itu ternyata dalam pengoperasiannya banyak kendala yang harus dihadapi, hal ini disebabkan karena timbulnya kejadian di sistem distribusi yang bersifat *random*, sedangkan kondisi operasi itu sendiri bisa berubah jika terjadi perubahan beban dan keluarnya peralatan jaringan pada sistem secara *random*. hal ini tentunya akan mempengaruhi terjadinya deviasi operasi, pada perencanaan operasi sistem tenaga listrik yang baik dan akurat tentunya

pengawasan selama sistem itu beroperasi relatif tidak perlu dilakukan.

Tegangan dan frekuensi yang dihasilkan oleh pembangkit mempunyai besaran yang sesuai dengan nilai yang ditentukan, apabila nilai dari tegangan dan frekuensi tersebut keluar dari nilai nilai yang sudah ditentukan, maka dikatakan Kualitas atau keandalan dari tegangan dan frekuensi tersebut tidak baik.

Keandalan suatu sistem distribusi tenaga listrik adalah untuk memberikan kelangsungan dan menjamin kontinuitas penyaluran daya listrik dengan tegangan dan frekuensi yang stabil, biaya pengoperasian yang efisien, kemampuan dan keselamatan konsumen serta masyarakat umumnya terjamin mutu listrik dan kepuasan pelanggan tetap terjaga.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keandalan sistem jaringan distribusi PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta melalui nilai SAIDI dan SAIFI.

## II. METODOLOGI

Dalam penelitian ini, penulis mengumpulkan data menggunakan beberapa metode, meliputi:

### A. Pengolahan Data

Pengumpulan data pada masing-masing penyulang yang berkaitan dengan indeks keandalan antara lain kelompok pemadaman, total pelanggan, lama padam, jumlah dan durasi pelanggan padam dan penyebab gangguan. Kemudian melakukan pengamatan dan pengambilan data penyulang pada PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta. Guna menunjang penelitian, peneliti menggunakan dua *software* sebagai penunjang, diantaranya: *software* Matlab 2014 dan *software* Microsoft Visio untuk desain gambar penyulang dan gambar rangkaian ekuivalen yang ada.

Dalam menjalankan analisis, pengelompokan penyebab pemadaman digunakan untuk mengetahui bagian kelompok

mana saja yang mengalami gangguan disetiap bulannya. Kemudian dilakukan penjumlahan dari jumlah gangguan yang dialami pada tiap-tiap penyulang, sehingga didapat lama padam dari tiap-tiap kelompok yang berdasarkan peralatannya.

**B. Prosedur Analisis Dengan Matlab**

Mempelajari referensi yang berhubungan dengan tujuan penelitian. Penulis melakukan pengolahan data dan analisis menggunakan

software matlab untuk mengetahui keandalan sistem tersebut.

Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

**C. Rumus-rumus yang digunakan untuk menganalisis keandalan jaringan distribusi**

1. Ketersediaan daya

$$A = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR} \tag{1}$$

Keterangan:

A = Ketersediaan rata-rata (jam/tahun)  
 MTTF = Mean time to failure (jam)  
 MTTR = Mean time to repair

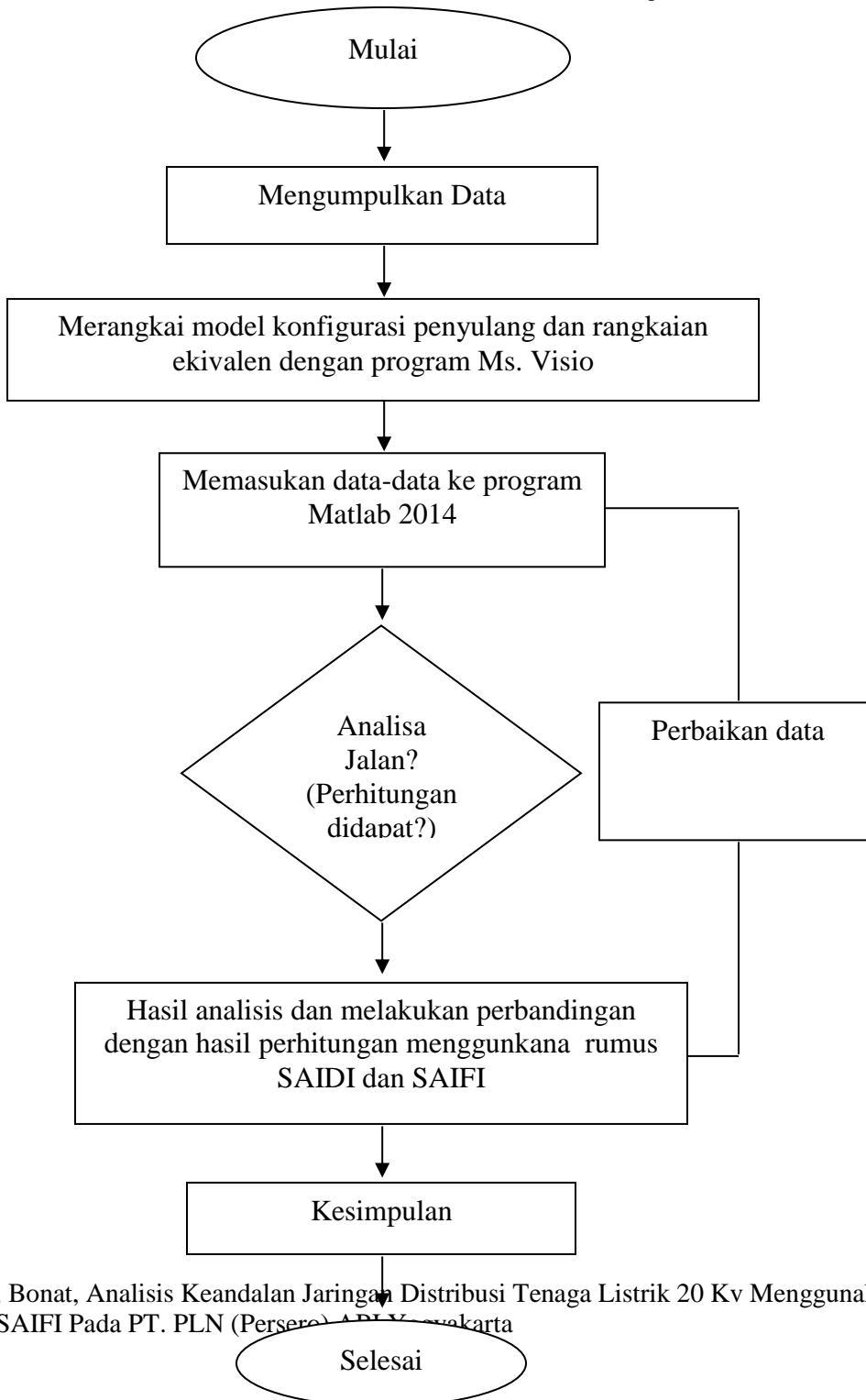
2. Durasi gangguan tahunan  

$$U = \sum \lambda_i r_i \tag{2}$$

Keterangan:  
 U = Waktu kegagalan/tahun  
 λ = Angka kegagalan tahunan (gangguan/tahun)  
 r = Waktu kegagalan (jam)

3. Indeks Keandalan  
 a. SAIFI  

$$\frac{\sum c_i}{N} \tag{3}$$
  
 Keterangan:  
 ci = Jumlah pelanggan padam



N = Jumlah pelanggan

b. SAIDI

$$\frac{\sum ci.ti}{N} \quad (4)$$

Keterangan:

Ci = Frekuensi pemadaman (*failure rate*)

ti = Lama padam (jam)

N = Jumlah pelanggan yang dilayani

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil

PT. PLN (Persero) APJ Daerah Istimewa Yogyakarta, disuplai oleh 78 penyulang dari 8 Gardu Induk 150 kV dengan 15 buah transformator. Total daya 840 MVA dengan perincian sebagai berikut

Tabel 1. Pasokan Daya Listrik D.I Y

Gardu Induk	Total Daya	Jumlah Penyulang
Bantul	180 MVA	16 Penyulang
Gejayan	120 MVA	14 Penyulang
Kentungan	180 MVA	14 Penyulang
Medari	60 MVA	6 Penyulang
Semanu	90 MVA	6 Penyulang
Wirobrajan	60 MVA	6 Penyulang
Wates	90 MVA	6 Penyulang
Godean	60 MVA	6 Penyulang

Dari hasil penelitian yang dilakukan pada jaringan distribusi PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta mengenai Analisis Keandalan Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 kV yang dikhususkan pada 4 Gardu Induk, yaitu:

Gardu Induk Bantul, Gardu Induk Kentungan, Gardu Induk Gejayan dan Gardu Induk Godean.

Tabel 2. Jumlah Pelanggan

Gardu Induk	Jumlah Pelanggan
Bantul	287.848
Gejayan	91.590
Kentungan	194.487
Godean	102.821

Adapun data-data hasil penelitian dari data 4 Gardu Induk tersebut yang digunakan untuk menganalisis keandalan jaringan distribusi PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta adalah data gangguan yang terjadi pada sistem selama satu tahun.

Tabel 3. Lama Padam selama satu tahun (jam)

Bulan	Gardu Induk			
	Bantul	Gejayan	Kentungan	Godean
Januari	13.6833	11.4	9.0666	0.45
Februari	6.7166	11.3	5.1	4.3333
Maret	10.1	30.2833	23.6833	1.0666
April	11.6666	6.83333	15.7666	2.43333
	14.85	12.1333	11.85	4.95
Jun	7.5166	3.36666	9.7666	1.9833
Juli	4.85	14.3	4.9	2.38333
Agustus	7.86666	2.9	1.1	0.4166
September	10.25	9.06666	15.5	0
Oktober	3.55	14.0666	17.5333	1.55
November	10.9	14.3	3.65	0.6
Desember	6.75	13.5166	8.76666	8.46666
<b>Total</b>	<b>108.699</b>	<b>143.466</b>	<b>126.683</b>	<b>28.6331</b>
	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	

Tabel 4. Jumlah pelanggan padam

Bulan	Gardu Induk			
	Bantul	Gejayan	Kentungan	Godean
Januari	229365	120003	180410	36624
Februari	175205	55453	54199	52662
Maret	107598	194550	207937	41009
April	309250	68482	207519	41009
mei	210882	112353	225381	82577
Jun	163080	39626	211929	38730
Juli	51504	71401	79513	47240
Agustus	126564	50384	140138	36196
September	203440	89966	96717	-
Oktober	175168	123409	225642	25616
November	150812	113947	69512	41649
Desember	226408	96923	43248	107201
<b>Total</b>				

#### B. Pembahasan

Indeks keandalan jaringan distribusi PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta secara garis besar ditentukan oleh banyaknya gangguan yang terjadi pada jaringan tersebut dalam kurun waktu tertentu, meliputi lamanya gangguan yang terjadi, frekuensi gangguan dan jumlah pelanggan yang mengalami pemadaman.

Berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan, maka indeks keandalan jaringan distribusi PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta bisa dilihat dengan menggunakan persamaan 3 dan 4;

Nilai total SAIDI dan SAIFI Gardu Induk Bantul selama tahun 2016.

$$SAIFI = \frac{\sum ci}{N}$$

$$= \frac{\text{Jumlah Pelanggan Padam}}{\text{Jumlah pelanggan}}$$

$$= \frac{229365}{287.848}$$

= 0.79682 kali pada/bulan januari 2016

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum Ci.ti}{N}$$

$$= \frac{229365 \times 13.6833}{287.848}$$

= 10.90322 jam/bulan januari 2016

Nilai total SAIDI dan SAIFI Gardu Induk Gejayan tahun 2016

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum Ci.ti}{N}$$

$$= \frac{120003 \times 11.4}{91.590}$$

= 14.93650 jam/bulan januari 2016

$$\text{SAIFI} = \frac{\sum ci}{N}$$

$$= \frac{120003}{91.590}$$

= 1.31021 kali/bulan januari 2016

Dengan cara yang sama menggunakan persamaan diatas maka didapat indeks nilai SAIDI dan SAIFI Jaringan Distribusi Gardu Induk Bantul selama satu tahun, seperti pada tabel 5 dan 6. dibawah ini.

Tabel 5. Indeks Nilai SAIDI (Periode Januari-Desember 2016)

Bulan	SAIDI			
	Bantul	Gejayan	Kentungan	Godean
Januari	10,9032	14.9365	8,4105	0,1603
Februari	4,0882	6,8416	1,4213	2,2194
Maret	3,7754	6,4326	25,3211	0,4254
April	12,5341	5,1093	16,8232	0,9705
Mei	10,8793	14,8839	13,7924	3,9754
Juni	4,2586	1,4566	10,6426	0,7471
Juli	0,8678	11,1479	2,0033	1,0950
Agustus	3,4589	1,5953	0,7926	0,1467
Sptember	7,2443	8,9059	7,7080	-
Oktober	2,1603	18,9536	20,3420	0,3862
November	5,7108	17,7906	1,3046	0,2430
Desember	5,3092	14,3077	1,9494	8,7925

Tabel 6. Indeks Nilai SAIFI (Periode Januari-Desember 2016)

Bulan	SAIFI			
	Bantul	Gejayan	Kentungan	Godean
Januari	0,7968	1,3102	0,9276	0,3562
Februari	0,6087	0,6054	0,2787	0,5122
Maret	0,3738	2,1241	1,0692	0,3988
April	1,0744	0,7477	1,0670	0,3988
Mei	0,7326	1,2267	1,1588	0,8031
Juni	0,5665	0,4326	1,0897	0,3767
Juli	0,1789	0,7796	0,4088	0,4594
Agustus	0,4397	0,5501	0,7206	0,3520
Sptember	0,7068	0,9823	0,4973	-
Oktober	0,6085	1,3474	1,1602	0,2491
November	0,5239	1,2441	0,3574	0,4051
Desember	0,7866	1,0582	0,2224	1,0426

Tabel 7. Total Indeks SAIDI dan SAIFI

Gardu Induk	SAIDI	SAIFI
Bantul	71.1901 jam/tahun	7.3972 kali/tahun
Gejayan	122.3615 jam/tahun	12.4084 kali/tahun
Kentungan	110.511 jam/tahun	8.9577 kali/tahun
Godean	19.1615	5.354 kali/tahun

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan menegebai Analisis Keandalan Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 kV Menggunakan Indeks SAIDI dan SAIFI Pada PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta, dapat disimpulkan:

1. Berdasarkan analisa dan perhitungan SAIDI dan SAIFI selam satu tahun pada PLN (Persero) APJ Yogyakarta maka diketahui bahwa kehandalan distribusi tenaga listrik PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta kurang handal.
2. Mengacu pada SPLN 59:1985 dan SPLN 68 2:1986 bahwa jaringan SUTM radial dengan pemisah otomatis ditengah-tengah indikator sistem jaringan tersebut andal dinyatakan pada nilai SAIFI  $\leq 12,1$  (pemadaman/pelanggan/tahun) dan SAIDI  $\leq 63,8$  (jam/pelanggan/tahun). sehingga dari hasil perhitungan mengenai jumlah total SAIDI dan SAIFI pada 4 Gardu Induk di PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta, sebesar 80.806025, sehingga dari hasil analisis yang diperoleh nilai keandalan berdasarkan penyebab pemadamannya per bulan, dapat dikatakan kurang andal karena nilai SAIDI lebih besar dari ketentuan, tetapi nilai SAIFInya 8.529325 maka bisa dikatakan masih andal karena

- nilainya lebih kecil dari batas maksimal yang ditentukan.
3. Gangguan pada sistem distribusi saluran udara tegangan menengah (SUTM) didominasi oleh gangguan yang disebabkan oleh gangguan PMT *trip* yang dikarenakan oleh pohon tumbang, gangguan binatang, petir, hujan dan lain-lain.
  4. Dari segi keandalan masing masing wilayah, Gardu Induk Gejayan, Gardu Induk Bantul dan Gardu Induk Kentungan memiliki tingkat rata-rata frekuensi padam belum baik dibandingkan dengan Gardu Induk Godean yang memiliki indeks rata-rata durasi padam memenuhi standar keandalan maka perlu adanya perbaikan dalam sistem jaringan sehingga dapat memenuhi standar keandalan sistem distribusi distribusi.

#### V. UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini, Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Bapak Beny Firman, ST., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I, terimakasih banyak untuk Bapak Ir. Prasetyono Eko Pambudi, MT. selaku Dosen Pembimbing II, Terimakasih juga untuk Asisten Manager PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta, Bapak Bambang Eko Haryono yang sudah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian ini, terimakasih juga kepada mas Tegar Adi Pratama Yang membantu dan mempermudah penulis dalam pengambilan data penelitian di PLN.

#### VI. DAFTAR PUSTAKA

- Aristianto, R. (2015). *Evaluasi Keandalan Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 kV Menggunakan Indeks SAIDI dan SAIFI pada PT. PLN UPJ Sedayu dan UPJ Wates*. Yogyakarta: Institut Sains & Teknologi AKPRIND.
- Doloksaribu, P. (2010). Analisa Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik. *Dielektrika*, 20-25.
- Faharudin, A., & Wisibana, G. (2012). Simulasi Kualitas Daya Saluran Distribusi Sekunder Perumahan. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Universitas Andalas padang*, 42-

50.

- Guntoro, H. (2008, 12 21). *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Retrieved September 21, 2016, from dunia-listrik.blogspot.co.id: <http://dunia-listrik.blogspot.co.id/2008/12/sistem-distribusi-tenaga-listrik.html>
- Hartati, R. S., Sukerayasa, I. W., Setiawan, I. N., & Aristina, W. G. (2007). Penentuan Angka Keluaran Peralatan Untuk Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik. 52-55.
- Julianto, K., Nugraha, D. W., & Dodu, A. Y. (2014). Evaluasi Penggunaan SCADA Pada Keamanan Sistem Distribusi PT. PLN (Persero) Area Palu. *Jurnal MEKTRIK*, 1-10.
- Kadir, A. (2006). *Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Marsudi, D. (2006). *Operasi Sistem Tenaga Listrik* (1st Edition ed.). Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Momoh, J. A. (2008). *Electric Power Distribution, Automation, Protection And Control*. New York: CRC Press Taylor & Francis Group Boca Raton.
- Püttgen, B., Macregor, R., & Lambert, F. (2003). Distributed Semantic Hype or The Dawn of A New Era. *IEEE Power & Energy Magazine*.
- Saadah, S. (2008). Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan SAIDI dan SAIFI. *Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi* (pp. 45-51). Yogyakarta: Institut Sains & Teknologi AKPRIND.