

ANALISIS DAMPAK GANGGUAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI TERHADAP AKTIFITAS DI SISI PENGGUNA ENERGI LISTRIK

Ferdy Dwiky A¹, Rahmat Adiprasetya A.H¹, Anna Nur Nazilah Chamim¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jl. Lingkar Barat, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183, Telp: 0274-387656 Fax. 0274-387646

Email: dwikyarditya@gmail.com

Reliability is the performance of an equipment or system in accordance with its function in certain time periods and operating conditions. Therefore reliability is an important factor in the operation of a distribution network system. Electricity plays a very important role in human activities, whether it is part of the household, business, or industry. Reliability can also be interpreted as a probability that a system has performance in accordance with standards in a certain period of time. The research in this final project was carried out at PT. PLN (Persero) Rayon Gedong Kuning to find out the reliability index at PLN, which is expected to be one of the references of PT. PLN (Persero) Ray Gedong Kuning as a means of improving the quality and quality of service. In addition, it is also expected to be an enhancer of reading knowledge. Based on the calculations and analysis carried out, PLN's Yellow Gedong Rayon distribution system is categorized as reliable. Because almost 90% of feeders have met the targets set in the PLN and IEEE standards, although there are still some feeders that have not reached the standard.

KEY WORDS : VOLL (*Value Of Loss Load*), EENS (*Expected Energy Not Supplied*)

I. PENDAHULUAN

Listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu semua orang menggunakannya. Bukan rahasia umum lagi jika penggunaan listrik banyak di daerah perkotaan namun saat ini sudah masuk hingga ke pelosok daerah di Indonesia. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan listrik menyebabkan permintaan energi listrik semakin meningkat.

Dengan meningkatnya kebutuhan akan energi listrik yogyakarta ditunjang dengan usaha peningkatan kualitas penyalurannya terhadap para pelanggan yakni pelayanan teknis yang mampu memberikan aliran energy listrik dengan daya yang mencukupi dan handal.

Untuk mengetahui keandalan suatu penyulang maka ditetapkan suatu indeks keandalan yaitu besaran untuk membandingkan penampilan suatu sistem distribusi. Indeks keandalan pada dasarnya adalah suatu angka atau parameter yang

menunjukkan tingkat pelayanan atau tingkat keandalan dari suplai tenaga listrik sampai ke konsumen. Indeks - indeks keandalan yang sering dipakai dalam sistem distribusi adalah *Value Of Loss Load (VOLL)*, *Expected Energy Not Supplied (EENS)*.

Berdasarkan dari latar belakang dan rumusan masalah diatas maka dapat dijabarkan bahwa batasan masalah ini adalah wilayah penelitian yaitu pada PT. PLN (Persero) Rayon Gedong Kuning. Setiap penyulang ini akan dilihat nilai VOLL dan EENS. Untuk dapat mengetahui tingkat keandalan sistem distribusi energi listrik yang dimiliki oleh PT. PLN (Persero) Rayon Gedong Kuning di setiap penyulang yang ada. Standar keandalan yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan pada PT. PLN (Persero) Rayon Gedong Kuning adalah Standar SPLN 68-2:1986, IEEE std 1366-2003, *World Class Service (WCS)*, dan *Word Class Company (WCC)*.

II. TEORI PENDUKUNG

1. Saluran Tranmisi

Saluran transmisi merupakan saluran yang menyalurkan daya yang besar dari pusat-pusat pembangkit ke daerah-daerah beban, atau antara dua atau lebih sistem. Untuk penyaluran antara dua atau lebih sistem disebut juga sebagai saluran interkoneksi atau *tie line*.

terdapat 2 jenis saluran transmisi, yaitu:

1. Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi 200 kV – 500 kV

Pada umumnya saluran transmisi di Indonesia digunakan pada pembangkit dengan kapasitas 500 kV. Dimana tujuannya adalah agar drop tegangan dari penampang kawat dapat direduksi secara maksimal, sehingga diperoleh operasional yang efektif dan efisien. Akan tetapi terdapat permasalahan mendasar dalam pembangunan

saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET) ialah konstruksi tiang (tower) yang besar dan tinggi, memerlukan tanah yang luas, memerlukan isolator yang banyak, sehingga, memerlukan biaya besar. Masalah lain yang timbul dalam pembangunan SUTET adalah masalah social, yang akhirnya berdampak pada masalah pembiayaan.



Gambar 2.1

2. Saluran Udara Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 30 kV-150 kV

Pada saluran transmisi ini memiliki tegangan operasian antara 30 kV sampai 150 kV. Konfigurasi jaringan pada umumnya single atau doble sirkuit, dimana 1 sirkuit terdiri dari 3 fasa dengan 3 atau 4 kawat. Biasanya hanya 3 kawat dan penghantar netralnya diganti oleh tanah sebagai saluran kembali. Apabila kapasitas daya yang disalurkan besar, maka penghantar pada masing – masing fasa terdiri dari dua atau empat kawat (*Double* atau *Quadrupole*) dan berkas konduktor disebut *Bundle Conductor*. Jika transmisi ini beroperasi secara parsial, jarak terjauh yang paling efektif adalah 100 km. Jika jarak transmisi lebih dari 100 km maka tegangan jauh (*drop voltage*) terlalu besar, sehingga tegangan di ujung transmisi menjadi rendah. Untuk mengatasi hal tersebut maka sistem transmisi dihungkan secara ring sistem atau *interconnection system*. Ini sudah diterapkan di Pulau Jawa

dan akan dikembangkan di pulau – pulau besar lainnya di Indonesia.



Gambar 2.2 Saluran Udara Tegangan Tinggi

3. Saluran Udara dan Bawah Tanah

Sistem distribusi dapat dilakukan baik dengan saluran udara maupun dengan saluran bawah tanah. Biasanya untuk kepadatan beban yang lebih besar di kota – kota atau daerah metropolitan digunakan saluran bawah tanah. Pilihan antara saluran udara dan bawah tergantung pada sejumlah faktor yang sangat berlainan, antara lain pentingnya kontinuitas pelayanan, arah perkembangan daerah, biaya pemeliharaan tahunan yang sama, biaya modal dan umur manfaat sistem tersebut.

Pada sistem distribusi primer digunakan tegangan menengah tiga fasa tanpa penghantar netral, sehingga terdapat tiga kawat. Beda halnya dengan tegangan rendah, digunakan penghantar netral, sehingga terdapat empat kawat. Di daerah-daerah dengan banyak gangguan cuaca, terutama yang berbentuk petir, saluran dapat dilengkapi dengan kawat petir. Kawat ini dipasang dibagian atas penghantar, dan dihubungkan dengan tanah. Bila mana ada gangguan petir, maka yang terlebih dahulu tersambar adalah kawat petir itu. Energi petir disalurkan ke bumi melalui sistem pentanahan.

Saluran udara merupakan penghantar energi listrik, tegangan menengah ataupun rendah, yang dipasang diatas tiang – tiang

listrik diluar bangunan. Sedangkan pada kabel tanah penghantarnya dibungkus dengan bahan isolasi. Kabel tanah dapat dipakai untuk tegangan menengah ataupun tegangan rendah. Sebagaimana namanya, kabel tanah ditanam dalam tanah. Instalasi saluran udara jauh lebih murah dari pada instalasi kabel tanah. Dilain pihak, instalasi kabel tanah lebih mudah pemeliharannya disbanding dengan saluran udara. Lagi pula, instalasi kabel tanah lebih indah, karena tidak terlihat, sedangkan saluran udara mengganggu pemandangan dan lingkungan. Karenanya, di kota-kota besar dengan kepadatan pemakaian energi listrik yang tinggi, saluran tegangan menengah biasanya merupakan kabel tanah, bahkan sering juga saluran tegangan rendah. Tingginya biaya instalasi kabel tanah dapat dipertanggungjawabkan oleh karena tingginya kepadatan pemakain energi listrik. Sekalipun operasi dan pemeliharaan lebih mudah, tetapi bilamana terjadi gangguan pada kabel tanah, perbaikannya merupakan pekerjaan yang sukar, lebih-lebih bilamana kabel ini ditanam di jalanan yang lalu-lintasnya padat.

a. Saluran Udara

Saluran udara digunakan pada pemasangan diluar bangunan, direnggangkan pada isolator-isolator diantara tiang-tiang sepanjang beban yang dilalui suplai tenaga listrik, mulai gardu induk sampai ke pusat beban ujung akhir. Jaringan udara direncanakan untuk kawasan dengan kepadatan beban rendah atau sangat rendah, misalnya pinggiran kota, kampung/kota-kota kecil, dan tempat-tempat yang jauh serta luas dengan beban tersebar. Saluran udara sering kali digunakan untuk melayani daerah yang sedang berkembang sebagai tahapan sementara. Kota-kota besar dengan mayoritas perumahan kebanyakan menggunakan jaringan udara. Bahan yang banyak dipakai untuk kawat penghantar

adalah tembaga dan aluminium. Secara teknis, tembaga lebih baik dari pada aluminium, karena memiliki daya hantar arus yang lebih tinggi.

b. Saluran Bawah Tanah

Sistem saluran konstruksi bawah tanah dalam penyaluran tenaga listrik dengan menggunakan kabel tanah sepanjang daerah beban yang mensuplai tenaga listrik.

Keuntungan yang dimiliki oleh sistem jaringan bawah tanah adalah:

1. Keandalan tinggi.
2. Biaya pemeliharaan murah.
3. Kabel tanah tidak mudah diganggu oleh pengaruh hujan, petir dan gangguan alam lainnya.
4. Sistem jaringan bawah tanah tidak mengganggu keindahan pemandangan atau lingkungan.

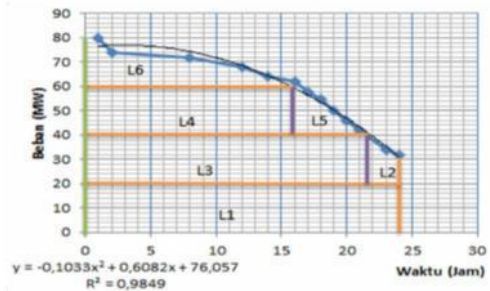
1. Biaya investasi tinggi.
2. Bila terjadi gangguan sulit melacak

Penghantar yang digunakan adalah saluran kabel tanam tegangan menengah (SKTM). Penghantar ini mempunyai keandalan tinggi, sehingga banyak digunakan untuk daerah perkotaan dan industry. Ada dua macam kabel tanam yaitu kabel tanam dengan isolasi minyak dan kabel tanam dengan isolasi plastic (PVC), sedangkan bahan konduktornya adalah tembaga dan aluminium.

3. A. EENS

EENS adalah perhitungan atau kemungkinan energy yang tidak dapat disuplai oleh pembangkit. Nilai EENS sangat bergantung pada variasi dari pembangkit yang beroperasi pada sistem dalam waktu tertentu. Standar keandalan untuk EENS berdasarkan NEM (*National Electricity Market*) bahwa energi yang tidak tersedia disetiap tahun tidak lebih

dari 0.002% dari total konsumsi energy pada daerah tersebut. Nilai EENS di dapat cara mengalikan nilai *energy curtailed* dengan probabilitas pembangkit yang *in service*. *Energy curtailed* didapatkan dari luas daerah dibawah kurva lama beban yang terbentuk, bagian – bagian dari luas tersebut ditentukan oleh nilai pembangkit yang sedang beroperasi atau *in service*. Berikut ini adalah penjelasannya dalam sebuah gambar:



Gambar 2.11 Kurva Lama Beban

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa ada kurva lama beban dengan persamaan garis kurvanya adalah $f(x) = -0,1033x^2 + 0,6082x + 76,057$, persamaan garis tersebut digunakan untuk mencari nilai *energy curtailed* yang tidak membentuk bangun datar, berikut ini merupakan rumus yang digunakan untuk mencari nilai *energy curtailed*:

$$+1 () \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan:
 EC: Energy Curtailed
 (): Persamaan garis kurva lama beban
 '+1': Batas atas dan bawah integral yang merupakan nilai titik potong antara kurva lama beban dengan besar pembangkit yang sedang bekerja atau *in service*.

Perhitungan yang digunakan untuk menghitung nilai *energy curtailed* yang tidak membentuk bangun datar adalah dengan mengintegalkan persamaan kurva lama beban dengan batas integral sesuai dengan

titik potong yang terbentuk. Nilai *energy curtailed* dapat dicari dengan rumus bangun datar jika luas daerah yang terbentuk dari perpotongan antara nilai pembangkit yang *in service* dengan kurva lama beban membentuk bangun datar. Sehingga dapat dikatakan *energy curtailed* bernilai sama dengan luas wilayah atau daerah yang terbentuk dibawah kurva lama beban yang terbentuk.

Nilai EENS dapat dicari dengan mengalirkan nilai *energy curtailed* dengan probabilitas pembangkit yang *in service*, cara menghitung nilai EENS dapat dilihat pada rumus berikut :

Keterangan :

EENS : Expected Energy Not Supplied

EC: Energy Curtailed

P: Probabilitas Pembangkit In Service.

B. VOLL

VOLL adalah jumlah perkiraan bahwa pelanggan yang menerima listrik dengan kontrak perusahaan akan bersedia membayar untuk menghindari gangguan dalam layanan pelanggan. Permintaan listrik biasanya tidak cukup responsive terhadap harga, karena fitur teknis pengiriman listrik saat tidak memungkinkan sebagian besar pelanggan untuk menanggapi variasi harga secara time.

Berhubung dengan besarnya kerugian pelanggan (per kW terganggu) selama durasi tertentu dari pemadam listrik. Sementara bentuk umum dari ketiga kurva sama besarnya kerugian bervariasi secara dramatis tergantung pada ukuran pelanggan. Berdasarkan data VOLL dari survey EGAT (april, 2000), diperkirakan bahwa biaya pelanggan pada jam pertama untuk pelanggan perumahan adalah 11,45 M/kW.

Untuk pelanggan industry dan perhotelan biaya dalam satu jam adalah 29,55 M/kW.

III. METODELOGI PENELITIAN

Berikut ini adalah diagram alir analisis dan perhitungan untuk mencari hasil data nilai energy yang tak tersalurkan

NO	Kegiatan	Bulan															
		Jan - 18				Feb - 18				Apr - 18				Agt - 18			
		20	30	31	1	7	8	9	1	2	3	4	5	1	2	3	1
1	Pengajuan Surat Penelitian	█	█	█													
2	Pengambilan Data				█	█	█	█									
3	Pengolahan Data				█	█	█	█	█	█	█	█					
4	BAB 4 dan Revisi												█	█	█		
5	BAB 5 dan Revisi												█	█	█		
6	Persiapan pendadaran																█

IV. HASIL PEMBAHASAN

1. Jumlah Pelanggan

NO	FEEDER	JUMLAH PELANGGAN
1	Feeder Bantul	239.699
2	Feeder Godean	88.888
3	Feeder Gejayan	119.456
4	Feeder Kentungan	156.383
5	Feeder Medari	60.335
6	Feeder Semanu	162.735

7	Feeder Wirobrajan	50.727
8	Feeder Wates	82.502
TOTAL		960.725

2. Energy Tak Tersalurkan Tahun 2014

NO	Feeder/Penyulang	Energi Tak Tersalurkan
1	Januari	149.884
2	Februari	166.771
3	Maret	101.098
4	April	172.389
5	Mei	140.334
6	Juni	141.742
7	Juli	100.534
8	Agustus	82.192
9	September	81.396
10	Oktober	88.148
11	November	260.757
12	Desember	187.474
Total		1.672.719

Tahun 2015

No	Feeder/Penyulang	Energi Tak Tersalurkan
1	Januari	234.662
2	Februari	506.808
3	Maret	283.937
4	April	202.067
5	Mei	88.769
6	Juni	93.955
7	Juli	60.682
8	Agustus	60.058
9	September	87.030
10	Oktober	79.898
11	November	235.473
12	Desember	295.440
Total		2.228.779

3. Hasil Nilai Voll

Diketahui : GDPt = Rp. 79536,00
Ect = 2369 MGH

$$VOLL = \frac{GDPt}{Ect}$$

$$= \frac{79536}{2369}$$

$$= 33,57 \text{ Rp/Kwh}$$

Tahun 2014

NO	Nama Feeder	Nilai VOLL			
		Ni	Energi	BPS Daerah	VOLL (GDPt/Ect)
1	Feeder Bantul	239699	2369	79536	33,57
2	Feeder Godean	88888	2369	79536	33,57
3	Feeder Gejayan	119456	2369	79536	33,57
4	Feeder Kentungan	156383	2369	79536	33,57
5	Feeder Medari	60335	2369	79536	33,57
6	Feeder Semanu	162735	2369	79536	33,57
7	Feeder Wirobrajan	50727	2369	79536	33,57
8	Feeder Wates	82502	2369	79536	33,57

Tahun 2015

NO	Nama Feeder	Nilai VOLL			
		Ni	Energi	BPS Daerah	VOLL (GDPt/Ect)
1	Feeder Bantul	239699	2484	83474	33,63
2	Feeder Godean	88888	2484	83474	33,63
3	Feeder Gejayan	119456	2484	83474	33,63
4	Feeder Kentungan	156383	2484	83474	33,63

5	Feeder Medari	60335	2484	83474	33,63
6	Feeder Semanu	162735	2484	83474	33,63
7	Feeder Wirobrajan	50727	2484	83474	33,63
8	Feeder Wates	82502	2484	83474	33,63

4. Hasil Nilai EENS

EENS (Expected energy not supplied) berupa data energi yang tidak dapat disalurkan oleh setiap penyulang dalam satu tahun.

a. Jan tahun 2014 = VOLL x EENS
= 33,57 x 149.884
= Rp. 5.031.605, 00

b. Feb tahun 2015 = VOLL x EENS
= 33,63 x 506.808
= Rp. 17.043.953, 00

Tahun 2014

NO	Penyulang	EENS		Hasil Rp
		VOLL	Energi tidak tersalurkan	
1	Januari	33,57	149884	5031605
2	Februari	33,57	166771	5598502
3	Maret	33,57	101098	3393859
4	April	33,57	172389	5787098
5	Mei	33,57	140334	4711012
6	Juni	33,57	141742	4758278
7	Juli	33,57	100534	3374926
8	Agustus	33,57	82192	2759185
9	September	33,57	81396	2732463
10	Oktober	33,57	88148	2959128
11	November	33,57	260757	8753612
12	Desember	33,57	187474	6293502

Tahun 2015

NO	Penyulang	EENS		Hasil Rp
		VOLL	Energi tidak tersalurkan	
1	Januari	33,63	234.662	7891683
2	Februari	33,63	506.808	17043953
3	Maret	33,63	283.937	9548801
4	April	33,63	202.067	6795513
5	Mei	33,63	88.769	2985301
6	Juni	33,63	93.955	3159706
7	Juli	33,63	60.682	2040735
8	Agustus	33,63	60.058	2019750
9	September	33,63	87.030	2926818
10	Oktober	33,63	79.898	2686969
11	November	33,63	235.473	7918956
12	Desember	33,63	295.440	9935647

EENS (Expected energy not supplied) yang terbesar terdapat pada bulan November sebesar Rp. 8.753.612/tahun sedangkan *EENS (Expected energy not supplied)* yang terkecil terdapat pada bulan September Rp. 2.732.463/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.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari perhitungan dan analisis, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan nilai VOLL, sama seluruh feeder di Rayon Gedong kuning maka nilai VOLL sama semua pada tahun 2014 nilai 33,57 Rp/KWh tetapi jumlah pelanggan berbeda dengan *feeder* satu dengan *feeder* yang lain, jadi nilai yang ada di tabel sama dengan rumus. Sedangkan pelanggan yang terdapat *feeder* banyak maka nilai VOLL yang didapat sama saja dengan yang rendah.
2. Akibat durasi yang cukup lama pada masing - masing *feeder*, maka terjadi *EENS (Expected energy not supplied)* yang sangat besar hal ini akan berdampak pada kerugian yang didapat oleh PLN Rayon Gedong Kuning. Jika *EENS (Expected energy not supplied)* besar maka kerugiandalam bentuk rupiah akan besar. *Feeder* yang mengalami kehilangan energi yang besar adah pada bulan November 2014 dan Februari 2015.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari perhitungan dan analisis, maka dapat diambil saran sebagai berikut:

1. Standar indeks SPLN 68 – 2 : 1986 tentang nilai VOLL dan EENS perlu dikaji kembali mengingat pertumbuhan badan yang semakin meningkat setiap tahunnya dan terus bertambah kerapatan beban, agar pada penelitian selanjutnya lebih efektif.
2. *Feeder* yang dikategorikan kurang handal atau melebihi angka maksimal yang sudah ditentukan, perlu dilakukan

pemeliharaan, perawatan dan pengecekan secara berkala pada area yang mungkin sering terjainya gangguan eksternal (bintang, pepohonan dll) guna memperkecil gangguan dan dapat memenuhi target kerja yang sudah ditentukan.

REFERENSI

Affandi, Syahrul. 2015. *Analisis Keandalan Sistem Distribusi tenaga Listrik di Gardu Induk Indramayu* (Skripsi). Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dharmawati, Putty Ika. 2012. *Peningkatan Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20 kV PT. PLN (persero) APJ Magelang Menggunakan Static Series Voltage Regulator (SSVR) (Tugas Akhir)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.

Goenadi Chandra. 2012. *Studi Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 Kv Di Pt Pln Distribusi Jawa Timur Kediri Dengan Metode Simulasi Section Technique*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November

Jamaris. 2016. *Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV di PT. PLN (Persero) Rayon Panam Feeder Lobak Menggunakan Metode Section Technique dan Metode Reability Index Assessment (RIA)* . Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim, Riau. 2016

Momoh, A. James. 2008. *“Electric Power Distribution, Automation, Protection, and Control”*. London New York: CRC Press Taylor & Francis Group Boca Raton.

Rahmat Gheschik Safiur, 2013. *Evaluasi Indeks Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV di Surabaya menggunakan Loop Restoration Scheme*. Vol. 2, No. 2, ISSN: 2337-3539

Tanzil, Fernando. 2007. *Evaluasi Pengaruh Peralatan Utama Sistem Distribusi Tenaga Listrik Terhadap Keandalan Sistem dengan Metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)*. Studi Kasus: Sistem Distribusi Jawa Timur Penyulang GI Waru. Surabaya: Universitas Kristen Petra.

Suswanto, Daman. 2009. *“Sistem Distribusi Tenaga Listrik”*. Edisi Pertama, Juli 2009, Padang.

Syahputra, R. 2016. *“Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik”*. LP3M UMY, Yogyakarta.

Standar PLN (SPLN) No. 68-2. 1986. *Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik (bagian dua: Sistem Distribusi)*. Jakarta : Departemen Pertambangan dan Energi.

Rukmi, Hartati, dkk. 2007. *“Penentuan Angka Keluar Peralatan Untuk Evaluasi Keandalan Sistem Ditribusi Tenaga Listrik”*. Vol. 6 No.2.

Standar PLN (SPLN) No. 52-3 . 1983. *Pola pengamanan sistem*. Jakarta :

Departemen Pertambangan dan Energi.

Artana, Ketut Buda, 2007. *Network Simple System*, Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

I Kadek Hery Samudra1, I Gede Dyana Arjana, dkk. 2016. *Studi Peningkatan Kualitas Pelayanan Penyulang Menggunakan Load Break Switch (LBS) Three Way Penyulang Gunung Agung*. Denpasar : Universitas Udayana.

Laksono, Tri Aji Bondan. 2016. *Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Di PT PLN (Persero) UPJ Bantul (Skripsi)*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Goel, Lalit. *Power System Reliability- Concepts & Techniques*. Nanyang Technological University. Singapore

Setijasa. 2013. *Proses dan Sistem Penyaluran Tenaga Listrik oleh PT.PLN*. Politeknik Negeri Semarang.

Wicaksono, Henki Projo, Satriyadi Hernanda, Ontoseno Penangsang^[4], 2012, *Analisis Keandalan Sistem Distribusi di PT.PLN (Persero) APJ Kudus Menggunakan Software ETAP (Electrical Transient and Analysis Program) dan Metode Section Technique*.

Ferdy Dwiky Arditya, Rahmat Adiprasetya A.H.,S.T.,M.Eng, Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M.E. 2018 *Analisis Dampak Gangguan Pada Jaringan Distribusi Terhadap Aktifitas Di Sisi Pengguna Energi Listrik*. Yogyakarta:Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.