

# Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20KV Menggunakan Metode *Section Technique* dan Ria – *Section Technique* pada Penyulang Adi Sucipto Pekanbaru

Jufrizel, MT<sup>1</sup>, Rahmat Hidayatullah<sup>2</sup>

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim, Riau  
Jl. H.R Soebrantas No.155 KM 15 Simpang Baru Panam Pekanbaru 28293 PO.Box. 1004  
e-mail: juwe\_habib@yahoo.com

## Abstrak

PT.PLN (persero) memiliki andil yang sangat besar dalam memberikan jaminan kualitas penyaluran energi listrik yang memenuhi standar, baik secara teknis maupun non teknis kepada pelanggan. Keandalan pada PT. PLN (Persero) penting untuk dihitung karena merupakan salah satu faktor penting untuk menentukan mutu dan ketersediaan pelayanan daya listrik kepada pelanggan. Metode keandalan yang dipilih dalam menentukan indeks keandalan yaitu metode *Section Technique* dan metode Gabungan. Metode *Section Technique* merupakan metode yang sederhana dan dapat mempermudah perhitungan indeks keandalan. Metode ini bekerja dengan cara membagi struktur jaringan menjadi beberapa bagian didalam menganalisa sistem, dan tiap section memiliki perhitungan masing-masing. Selanjutnya perhitungan menggunakan metode gabungan yaitu dengan menggabungkan parameter momentary failure rate dengan sustained failure rate didalam perhitungannya. Parameter momentary failure rate yaitu sebesar 0.003 dan parameter sustained failure rate yaitu 0.2. Berdasarkan hasil yang didapat nilai SAIFI untuk feeder Adi Sucipto adalah sebesar 6.917 kali/tahun dan nilai SAIDI adalah sebesar 19.585 jam/tahun untuk metode *Section Technique*. Sedangkan untuk metode Gabungan didapat bahwa nilai SAIFI sebesar 7.366 kali/tahun dan nilai SAIDI sebesar 22.090 jam/tahun. Berdasarkan hasil penelitian metode gabungan lebih handal dibandingkan metode *section technique* karena metode gabungan menggunakan parameter momentary failure rate kedalam perhitungannya.

**Kata kunci:** SAIFI, SAIDI, Feeder, momentary failure rate, sustained failure rate

## Abstract

PLN Company has a large stake in providing quality assurance distribution of electrical energy that Supply by standard of PLN company from technical and non-technical to consumers or customers. The problems in distribution of electrical power are quality, continuities and service availability of electric power to customers. system of reliability evaluation in 20 KV distribution network is important factors to determine all the measures to handling problem on the network, then can be anticipated that the distribution of interference due to the decreased level of reliability this research using the *section technique* methods and combined methods (RIA-*section technique*). *Section Technique* method is simple and easy on calculation index of reliability. *Section Technique* method can be split the structure of network into sections for analyze the system, and calculation of each use *section technique* equation. Calculation of Combined method use combine parameter of momentary failure rate with sustained failure rate. Parameter of momentary failure rate use in the calculation of index reliability in RIA method. From calculation, SAIFI value is 6.917 times/year for feeder adi sucipto and SAIDI value is 19.585 hours/year used *section technique* method. Combined method has SAIFI value is 7.366 times/year and SAIDI value is 22.090 is hours/year. From research results, combined method more reliable than *section technique* method because combined method used momentary failure rate parameter in that calculation

**Keywords:** SAIFI, SAIDI, Feeder, momentary failure rate, sustained failure rate

## 1. Pendahuluan

PT.PLN (Persero) merupakan perusahaan listrik terbesar di Indonesia yang bergerak di bidang pendistribusian dan perusahaan penyediaan energi listrik dengan seoptimal mungkin seiring peningkatan konsumen. PT.PLN (Persero) juga bergerak dalam berbagai bidang yang mendukung keandalan tersalurannya tenaga listrik yaitu pada bidang distribusi. Dalam bidang distribusi, keandalan jaringan harus ditingkatkan agar dapat mengurangi frekuensi dan lamanya pemadaman aliran listrik pada pelanggan dengan cara memanfaatkan energi listrik secara maksimal dan menjaga kualitas sistem penyaluran[1]. Seiring dengan pertumbuhan kawasan industri, bisnis dan pemukiman di Indonesia, maka kebutuhan tenaga listrik pun semakin

meningkat, baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Dari segi kuantitas, menuntut tersedianya tenaga listrik dalam jumlah yang memadai, sedangkan dalam segi kualitas, menuntut pendistribusian tenaga listrik dengan tingkat keandalan yang tinggi kepada tiap-tiap konsumen sehingga dapat meminimalisir pemadaman untuk menjaga kepuasan pelanggan.[2]. Hal ini terdapat pada UU No.30 tahun 2009 tentang ketenagalistrikan pasal 28, tertulis bahwa pemegang izin usaha penyediaan tenaga listrik yang memenuhi standar mutu keandalan yang berlaku dan memberikan pelayanan yang sebaik-baiknya kepada konsumen dan masyarakat[3].

Permasalahan yang paling mendasar pada distribusi daya listrik adalah pada mutu, kontinuitas dan ketersediaan pelayanan daya listrik pada pelanggan. Penggunaan evaluasi keandalan sistem pada jaringan distribusi 20 Kv merupakan salah satu faktor penting untuk menentukan segala langkah yang menjamin penanganan secara benar serta permasalahan yang mendasar pada jaringan tersebut, sehingga dapat diantisipasi terjadinya gangguan distribusi yang disebabkan karena menurunnya tingkat keandalan. Jaringan distribusi merupakan awal penyaluran tenaga listrik dari pusat pembangkit listrik ke konsumen untuk sistem pendistribusian tidak langsung. Jaringan distribusi memiliki tegangan sistem sebesar 20 Kv. Untuk wilayah perkotaan tegangan diatas 20 Kv tidak diperkenankan dikarenakan mengingat pada tegangan 30 Kv akan terjadi gejala-gejala *corona* yang dapat mengganggu frekuensi radio, TV, telekomunikasi dan telepon [4].

Keandalan sistem tenaga listrik dapat didefinisikan sebagai suatu kemampuan sistem untuk bekerja sesuai dengan fungsinya dalam kurung waktu tertentu. Nilai suatu keandalan sistem dapat dilihat dari berapa banyak sistem mengalami gangguan dan seberapa sering gangguan terjadi dalam satu satuan waktu[5]. Cara mengetahui keandalan suatu penyulang maka ditetapkan suatu indeks keandalan yaitu dengan 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 suatu sistem distribusi adalah SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*), CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*).[6]. Teknik analisis yang digunakan untuk mengevaluasi keandalan sistem distribusi telah berkembang dengan pesat. Salah satu metode konvensional untuk mengevaluasi keandalan sistem distribusi umumnya berdasarkan analisa pengaruh kegagalan (*Failure Mode and Effect Analysis*) disingkat FMEA. Menggunakan metode FMEA yaitu mengidentifikasi kemungkinan-kemungkinan terjadinya malfungsi atau mode kegagalan, dan menentukan efek-efek yang dapat ditimbulkan dari kegagalan tersebut. Pada metode FMEA ini memiliki kekurangan, yaitu tidak adanya perhitungan waktu perbaikan pada setiap kegagalan, dan hanya mengidentifikasi kemungkinan terjadinya malfungsi pada sistem distribusi[7].

Menggunakan metode RNEA (*Reliability Network Equivalent Approach*) digunakan untuk menganalisis keandalan sistem distribusi yang besar dan kompleks, dengan pendekatan ekuivalen. Rangkaian ekuivalen digunakan untuk mengganti bagian jaringan distribusi dan menyusun kembali sistem distribusi kedalam bentuk seri dan sederhana[8]. Metode RNEA juga memiliki kelemahan yaitu menganalisa *single line* jaringan distribusi yang berbentuk radial. Jaringan distribusi di Indonesia tidak semuanya menggunakan jaringan distribusi yang berbentuk radial, dan metode ini hanya menghitung penyulang yang terpisah, maksudnya yaitu tidak bersambungnya penyulang cabang dengan penyulang utama. Selanjutnya dengan menggunakan metode (*Reliability Index Assessment*) RIA yaitu memprediksi gangguan pada sistem distribusi berdasarkan topologi sistemnya dan mengenai keandalan komponen, RIA mendata kegagalan yang terjadi pada peralatan yang diakibatkan oleh gangguan sementara.[5]. Kelemahan pada metode RIA yaitu hanya menghitung keandalan yang diakibatkan oleh gangguan sementara. Masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangan. Penulis menggunakan metode *section technique* dan metode gabungan (*RIA-section technique*). metode yang pertama yaitu perhitungan pada metode *Section Technique*. metode ini dinilai sederhana dan dapat mempermudah perhitungan indeks keandalan, yaitu dengan cara membagi struktur jaringan menjadi beberapa bagian di dalam menganalisa sistem, dan tiap seksi memiliki perhitungan masing-masing. Hasil dari tiap *section* akan dijumlahkan

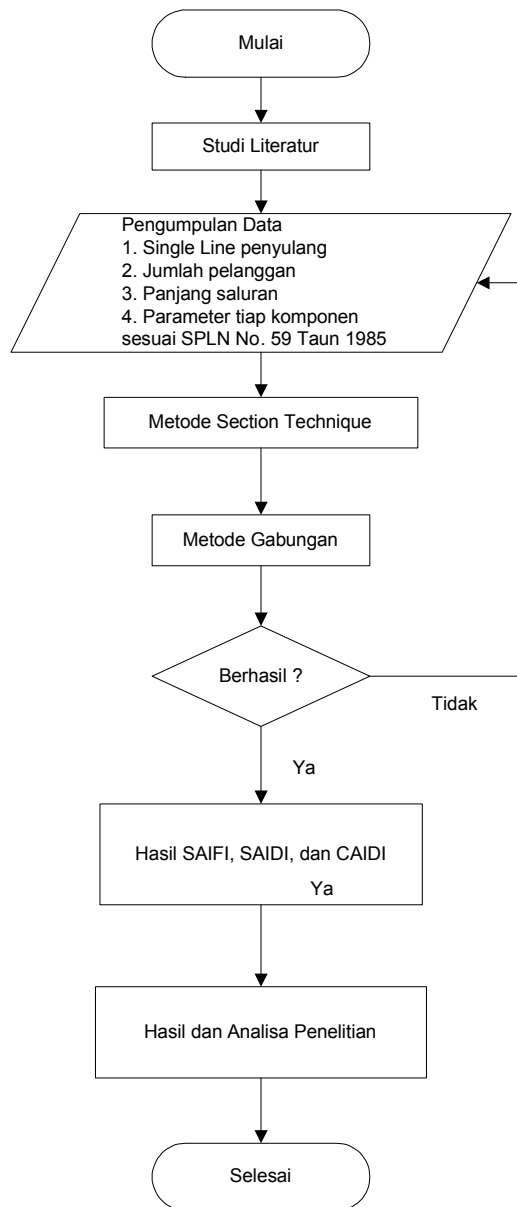
menjadi hasil akhir dari indeks keandalan sistem. Namun di dalam perhitungannya, metode *Section Technique* ini hanya menggunakan *failure rate* yang umum digunakan untuk tiap komponen sistemnya, yakni *sustained failure rate* (laju kegagalan dengan interval perbaikan cukup lama)[9]. Menurut Hengki Projo Wicaksono, kelebihan dalam penggunaan metode *Section Technique* yaitu melakukan evaluasi keandalan dengan cara memecah sistem dalam bagian-bagian yang kecil atau *section* terlebih dahulu, sehingga kemungkinan terjadi kesalahan dapat diminimalkan, serta waktu yang dibutuhkan lebih singkat[10]

Selanjutnya metode Gabungan yaitu penggabungan metode *Section Technique* dengan metode RIA. Perhitungan pada metode ini yaitu dengan cara menggabungkan parameter *momentary failure rate* didalam perhitungannya. Dimana perhitungan *momentary failure rate* ini didapat dengan menggunakan metode RIA. Metode RIA ini memperhatikan laju kegagalan yang diakibatkan oleh gangguan sementara (*momentary failure rate*), sehingga hasil akhir dari metode ini lebih mendekati hasil sebenarnya di lapangan. Berdasarkan kutipan diatas, maksud dari penggabungan metode antara *Section Technique* dengan RIA yaitu menggabungkan parameter *sustained failure rate* (laju kegagalan dengan interval perbaikan cukup lama) yang ada pada metode *Section Technique* dengan parameter *momentary failure rate* (kegagalan yang diakibatkan oleh gangguan sementara). Penggabungan ini diharapkan bisa menutupi kekurangan pada metode RIA yang hanya memiliki parameter *momentary failure rate*. Dengan metode penggabungan ini diharapkan bisa memenuhi atau mendekati standar PLN untuk mencapai *World Class Service (WCS)*, yaitu nilai SAIFI sebesar 3 kali/pelanggan/tahun dan nilai SAIDI sebesar 100 menit/pelanggan/tahun atau (1,67 jam/pelanggan/tahun)[9].

Sistem tenaga listrik di Riau dan kepulauan Riau terdiri dari 4 area pelayanan, 3 diantaranya dipasok dari subsistem Riau yaitu area Pekanbaru, Dumai, dan Rengat. Satu area yang di suplai dari sistem *isolated* yaitu Area Ujung Pinang. Subsistem Riau di suplai dari 9 gardu induk dan 77 penyulang. Dimana terdapat 38 penyulang atau sekitar 49% pembebanan rata-rata lebih dari 200 A. Di Pekanbaru sendiri, terdapat 27 penyulang yang pembebanan rata-rata diatas 200 A, salah satu ada apa penyulang Adi sucipto pada gardu induk Garuda Sakti[11]. Berdasarkan latar belakang di atas penullis ingin mengambil studi kasus pada *feeder* atau penyulang Adi Sucipto, karena pembebanan maksimal pada penyulang ini yaitu 404 A atau 84% (dari total settingan,yaitu 480 A), dengan rata-rata maksimal sebesar 363 A atau 76%. Penyulang ini merupakan penyulang yang memiliki pembebanan yang paling tinggi dari seluruh penyulang di area Pekanbaru[11].

## 2. Metodologi Penelitian

Perancangan system kran wudhu ini menjelaskan tentang perancangan dan prinsip secara umum seperti pada gambar diagram blok berikut ini.



Gambar 2.1 *Flow Chart* Tahap Penelitian

### 3. Hasil dan Analisa

Berdasarkan data yang telah didapat di PT.PLN (Persero) Rayon Simpang Tiga *Feeder* Adi Sucipto, maka dilakukanlah sebuah analisa keandalan sistem jaringan distribusi 20 Kv berdasarkan nilai SAIFI, SAIDI, dan CAIDI menggunakan metode *Section Technique* dan metode gabungan (*RIA-Section Technique*).

#### 3.1. Hasil

##### 1. Metode *Section Technique*

Tabel 4.11 Hasil indeks keandalan menggunakan metode *Section Technique*

SAIFI	6.917 Kali/tahun
-------	------------------

SAIDI	19.585 Jam/tahun
CAIDI	2.870 jam/tahun

2. Metode Gabungan (RIA-Section Technique)

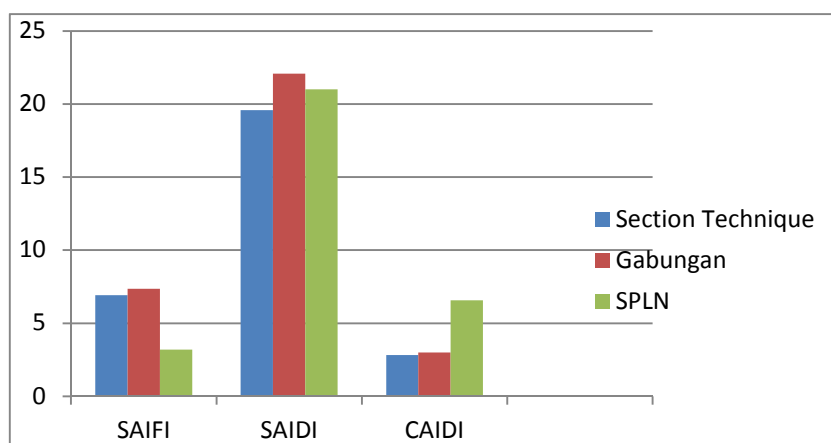
Tabel 4.12 Hasil indeks keandalan menggunakan metode Gabungan

SAIFI	7.366 Kali/tahun
SAIDI	22.090 Jam/tahun
CAIDI	1.998m/tahun

2. Standar PLN (SPLN) 68-2 tahun 1986

Tabel 4.13 Standar indeks keandalan pada PLN (SPLN 68-2) : 1986

SAIFI	3.2 Kali/tahun
SAIDI	21 Jam/tahun
CAIDI	6.56 jam/tahun



Gambar 3.1 Perbandingan hasil indeks keandalan

3.2. Analisa Hasil Perhitungan

Berdasarkan perhitungan nilai SAIFI menggunakan metode *Section Technique* untuk nilai keandalan pada *Feeder* Adi Sucipto kurang handal, yaitu 6.917 kali/tahun. Sedangkan untuk nilai SAIDI, metode ini menunjukkan kehandalan yakni 19.585 jam/tahun. Untuk metode Gabungan (RIA-*Section Technique*) perhitungan nilai keandalan menunjukkan nilai kurang handal, baik nilai SAIFI ataupun SAIDI. Nilai SAIFI yakni 7.366 kali/tahun, dan nilai SAIDI 22.090 jam/tahun. Berdasarkan hasil tersebut tingkat keandalannya masih kurang karena nilai SAIFI yang didapat dalam perhitungan metode *Section Technique* dan metode Gabungan (RIA-*Section Technique*) lebih besar dibandingkan standar dari PLN. Dan nilai SAIDI pada metode *Section Technique* justru menunjukkan nilai handal dari pada metode Gabungan (RIA-*Section Technique*). Sedangkan standar PLN 68-2 tahun 1986 untuk nilai SAIFI yaitu 3.2 kali/tahun, dan nilai SAIDI 21 jam/tahun.

Berdasarkan hasil diatas, nilai keandalan pada *feeder* Adi Sucipto dengan metode *Section Technique* didapat bahwa nilai SAIFI 6.917 kali/tahun. Setelah adanya penambahan parameter *momentary failure rate* (0.003) kedalam proses perhitungan yang sama (metode Gabungan RIA-*Section Technique*), didapat adanya peningkatan nilai SAIFI sebesar 0.449 kali/tahun menjadi 7.366 kali/tahun.

Nilai SAIDI yang didapat dari metode *Section Technique* sebesar 19.585 jam/tahun, setelah adanya penambahan parameter *momentary failure rate* kedalam proses perhitungannya, didapat adanya peningkatan yakni sebesar 2.505 jam/tahun menjadi 22.090 jam/tahun.

Dengan perbedaan tersebut, metode Gabungan (RIA-*Section Technique*) memiliki nilai ketelitian dalam hal menentukan indeks keandalan distribusi. Dengan kata lain, dengan adanya parameter tambahan ini membawa pengaruh yang cukup signifikan terhadap nilai keandalan suatu sistem. Peningkatan nilai ini tentunya akan semakin besar apabila konfigurasi jaringan sistem yang diteliti memiliki panjang saluran yang lebih panjang. Pada *section* I memiliki panjang saluran 16.080 Km, didapat nilai SAIFI lebih kecil yakni 6.917 kali/tahun dibandingkan pada *section* II yang memiliki panjang saluran 20.106 Km bernilai 7.366 kali/tahun. Selain itu jumlah trafo juga berpengaruh terhadap besarnya resiko gangguan yang terjadi pada suatu *feeder*. Pada *section* I jumlah trafo 21 unit dan *section* II 27 unit.

Berdasarkan pada hasil tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa semakin panjang saluran jaringan distribusi maka semakin besar pula potensi gangguan terjadi, seperti pada *section* II dimana pada *load point* 26 memiliki panjang saluran 2.052 km. Hal ini mengakibatkan frekuensi dan durasi kegagalan paling tinggi dari pada *load point* lain, yakni nilai  $\lambda_{lp}$  3770.58 dan  $U_{lp}$  11040.46.

#### 4. Kesimpulan

1. Nilai SAIFI untuk *feeder* Adi Sucipto adalah sebesar 6.917 kali/tahun, nilai SAIDI adalah sebesar 19.585 jam/tahun dan nilai CAIDI sebesar 2.870 jam/tahun untuk metode *Section Technique*. sedangkan untuk metode Gabungan (RIA-*Section Technique*) didapat bahwa nilai SAIFI sebesar 7.366 jam/tahun, nilai SAIDI sebesar 22.090 kali/tahun dan nilai CAIDI sebesar 2.998 jam/tahun.
2. Berdasarkan hasil perhitungannya, didapatkan adanya peningkatan nilai hasil indeks keandalan, baik SAIFI maupun SAIDI. Pada metode *section technique* nilai SAIFI yaitu 6.917 jam/tahun, meningkat 0.449 jam/tahun yaitu sebesar 7.366 jam/tahun pada metode gabungan. Sedang nilai SAIDI pada metode *section technique* meningkat 2.505 kali/tahun dari 19.585 jam/tahun ke 22.090 jam/tahun pada metode gabungan.
3. Berdasarkan hasil perhitungan tingkat keandalan dari setiap metode yang digunakan, dapat diketahui bahwa nilai keandalan pada *feeder* Adi Sucipto masih kurang andal karena tidak memenuhi standar PLN, yaitu standar PLN 68-2 tahun 1986 untuk nilai SAIFI 3.2 jam/tahun dan Nilai SAIDI 21 kali/tahun,
4. Nilai Indeks Keandalan *feeder* Adi Sucipto pada *section* II memiliki nilai kegagalan yang tinggi dibandingkan pada *section* I, hal ini disebabkan karena pada *load point* 26 memiliki panjang saluran 2,052 km. Hal ini mengakibatkan frekuensi dan durasi kegagalan paling tinggi jika dibandingkan dengan *load point* lainnya, yakni nilai  $\lambda_{lp}$  3770.58 dan  $U_{lp}$  11040.46. Nilai ini yang mengakibatkan hasil SAIFI dan SAIDI pada *feeder* Adi Sucipto kurang handal. Nilai tersebut bisa diminimalisirkan dengan cara menambahkan satu atau lebih gardu distribusi pada *load point* 26 tersebut.

#### Daftar Pustaka

- [1] Zakki, Muhammad, 2015. "Analisa Pengaruh Kegagalan Proteksi Terhadap Indeks Keandalan Di Gardu Induk Talang Ratu PT. PLN (Persero) Menggunakan ETAP". Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Politeknik Negeri Sriwijaya
- [2] Normalasari, Dewi, 2010. "Analisa Keandalan Sistem Distribusi Dengan Metode Ria Pada Sistem Distribusi 20 Kv Di Pt. Pln Apj Jember". Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Jember, Jember
- [3] Tim Master plan, 2011 "Pembuatan Masterplan Sistem distribusi 20 KV APJ Pekalongan", Laporan Akhir, Universitas Diponegoro – PT PLN (persero) Distribusi Jateng DIY,

- [4] Suswanto, Daman, 2009. "Sistem Distribusi Tenaga Listrik". Universitas Negeri Padang.
- [5] Puti, Gusti. 2015 "Analisa Keandalan Sistem Distribusi Penyulang Kampus dengan menggunakan Metode RIA". Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udaya, Bali.
- [6] Wicaksono Hengki, Projo, dkk 2012. "Analisa Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Program Analisis Kelistrikan Transien Dan Metode Section Technique". Vol 1, No. 1, Issn: 2301-9271
- [7] Nugroho Andhito Sukmoyo, Dkk 2012. "Studi Keandalan Distribusi 20 Kv Di Bengkulu Dengan Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA)". Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institute Teknologi Sepuluh November, Surabaya
- [8] Wisesa, Canggih Purba, Dkk 2014, "Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 Kv Di PT.PLN (Persero) APJ Banyuwangi Dengan Metode *Reliability Network Equivalent Approach*". Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jember
- [9] Ariganda, Budi, Gusti Putu, 2015. "Analisa Keandalan Sistem Distribusi Penyulang Kampus Dengan Menggunakan Penggabungan Metode *Section Technique* Dan Ria". Teknologi Elektro, Vol 14, No 2, Issn 1693-2951.
- [10] Wicaksono, Hengki Projo, Dkk 2012. "Analisis Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Program Analisis Kelistrikan Transien Dan Metode *Section Technique*". Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- [11] Laporan Operasi Sistem Distribusi Tenaga Listrik. 2016. PT PLN (Persero) Area pengatur Distribusi Riau dan Kepri.
- [12] Wicaksono Hengki, Projo, dkk. " Analisa Keandalan Sistem Distribusi Di PT. PLN (Persero) APJ Kudus Menggunakan *Software* ETAP (*Electrical Transient Analysis Program*) Dan Metode *Section Technique*". Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, Universitas Institute Teknologi Sepuluh November, Surabaya
- [13] Goenaldi, Chandra, 2012. "Analisa Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 KV Di PT. PLN Distribusi Jawa Timur Kediri Dengan Metode Simulasi *Section Technique*". Jurnal Teknik POMITS Vol 1, No 1. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, Universitas Institut Teknik Sepuluh November, Surabaya.
- [14] Disyon. 2008, "Analisa Keandalan Sistem Distribusi Dengan Metode RIA Studi Kasus Sistem Distribusi Jawa Timur Penyulang GI Waru". (Tugas Akhir).: Universitas Kripen Petra, Surabaya.
- [15] Partawan, I.N. dkk 2014, "Studi Perbandingan Keandalan Sistem Distribusi 20 KV Menggunakan Metode *Section Technique* Dan RNEA Pada Penyulang Renon. E-Journal SPEKTRUM Vol 1, No 01.11
- [16] Yusuf Saifullah, Muhammad, 2016. "Studi Analisis Keandalan Sistem Tenaga Listrik Jaringan Distribusi 20 KV Pada Penyulang Gardu Induk Sukolilo Menggunakan Metode RIA". Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.
- [17] Rendra, Prambudhi Setyo, 2008. "Meningkatkan Keandalan Sistem Distribusi 20 KV Dengan Penambahan *Sectinalizer*. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya
- [18] Setijasa, Hery, 2013. "Proses Dan Sistem Penyaluran Tenaga Listrik Oleh PT. PLN (Persero). Vol 9. No 1
- [19] Departemen Pertambangan Dan Energi, 1985. Perusahaan Umum Listrik Negara, Lembaga Masalah Ketenaga Listrikan, Spln 59 : 1985, Jakarta, Hal 7.
- [20] Departemen Pertambangan Dan Energi, 1985. Perusahaan Umum Listrik Negara, Lembaga Masalah Ketenaga Listrikan, Spln 68-2 : 1986, Jakarta, Hal 11.