

**EVALUASI KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20kV  
MENGUNAKAN METODE *RELIABILITY NETWORK EQUIVALENT  
APPROACH* (RNEA) PADA SUTM PENYULANG MARS**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar sarjana  
Program Studi Teknik Elektro S1



Disusun Oleh:

**Henry Prima Martinus**

**E.5051.1607496**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

**2021**

**EVALUASI KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20kV  
MENGUNAKAN METODE *RELIABILITY NETWORK EQUIVALENT  
APPROACH (RNEA)* PADA SUTM PENYULANG MARS**

Oleh  
Henry Prima Martinus

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan

© Henry Prima Martinus 2021  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Maret 2021

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,  
dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**Henry Prima Martinus**

**E.5051.1607496**

**EVALUASI KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20kV  
MENGUNAKAN METODE *RELIABILITY NETWORK EQUIVALENT  
APPROACH* (RNEA) PADA SUTM PENYULANG MARS**

**Disetujui dan disahkan oleh pembimbing :**

**Dosen Pembimbing I**



**Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T.**

**NIP. 19630727 199302 1 001**

**Dosen Pembimbing II**



**Dr. Tasma Sucita, S.T., M.T.**

**NIP. 19641007 199101 1 001**

**Mengetahui,**

**Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro**



**Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T.**

**NIP. 19630727 199302 1 001**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “*Evaluasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20kv Menggunakan Metode Reliability Network Equivalent Approach (Rnea) Pada Sutm Penyulang Mars*” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Maret 2021

Yang Menyatakan,

Henry Prima Martinus

1607496

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis persembahkan atas penyertaan Allah Bapa, karena atas kasih dan karunia-Nya penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia. Adapun judul dalam penyusunan Skripsi ini adalah “**EVALUASI KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20kV MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY NETWORK EQUIVALENT APPROACH* (RNEA) PADA SUTM PENYULANG MARS**”.

Dalam penyusunan Skripsi ini penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dorongan, baik dalam bentuk bimbingan, konsultasi, diskusi, semangat dan diskusi maupun bantuan informasi, Skripsi ini tidak akan terwujud. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang membantu dalam pelaksanaan penyusunan laporan ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk penulis Mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua, kakak-kakak dan adik tercinta yang selalu memberikan dukungan , doa, semangat dan motivasi tanpa henti kepada penulis untuk meraih cita-cita penulis
2. Bapak Dr. Yadi Mulyadi, M.T selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI sekaligus dosen pembimbing I yang selalu memberi bimbingan, arahan, dan nasihat kepada penulis hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Bapak Dr. Tasma Sucita, S.T., M.T. selaku pembimbing II memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan pendidikan hingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Bapak Dr. Hasbullah, S.Pd., M.T. selaku pembimbing akademik penulis yang selalu memberikan saran dan motivasi kepada penulis.

5. Seluruh dosen serta staff administrasi Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI.
6. In Mustagisin, Rudiyan, Dwiky Anugerah Heningputra, Isagi Praha Nugraha, Muhammad Fariz, Wildan Khoirul Amri, Sylvia Khadijah, Bonita Firdiana, Naomi Putri Rahayu, Mersyanti Furi Rioktora, Sulastri Frimarty Manurung, Meiske Jessika, Rachel Gunadi, Nissa Calista dan teman lainnya yang tidak penulis sebutkan yang selalu memberi motivasi, semangat, saran, dan mau mendengarkan cerita-cerita penulis disaat susah maupun senang.
7. Teman-teman kelas S1 Teknik Elektro 2016 yang memberikan semangat, motivasi dan doa serta dukungan kepada penulis.
8. Serta semua pihak yang telah membantu penyusun selama pelaksanaan praktik industri hingga menyelesaikan laporan kerja praktik ini, yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Sekali lagi penulis mengucapkan terima kasih

## ABSTRAK

Pada suatu sistem distribusi tenaga listrik, tingkat keandalan merupakan hal yang sangat penting karena untuk menjamin kontinuitas suplai tenaga listrik kepada konsumen. keandalan pelayanan dapat dilihat dari berapa lama terjadinya gangguan selama selang waktu tertentu (satu tahun) atau dikenal dengan SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) dan berapa sering terjadinya frekuensi gangguan selama setahun atau dikenal dengan SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui indeks keandalan sistem jaringan distribusi pada penyulang Mars dengan menggunakan metode RNEA dan *software* ETAP sebagai referensi. Metode Reliability Network Equivalent Approach (RNEA) dapat digunakan untuk menganalisis keandalan sistem jaringan distribusi yang besar dan kompleks, dengan pendekatan element ekuivalen. Rangkaian ekuivalen digunakan untuk mengganti bagian dari jaringan distribusi dan menyusun kembali sistem jaringan distribusi tersebut ke dalam bentuk seri dan sederhana. Hasil perhitungan RNEA mendapatkan nilai indeks keandalan sistem distribusi SAIFI 3.33 kali/pelanggan/tahun, dan SAIDI 11.08 jam/pelanggan/tahun. Dan hasil simulasi diaplikasi ETAP 16.0.0 pada penyulang Mars mendapatkan nilai indeks keandalan sistem ditribusi SAIFI 3.4 kali/pelanggan/tahun, dan SAIDI 12.8 jam/pelanggan/tahun.

**Kata Kunci:** ETAP 16.0.0, Indeks Keandalan, SAIFI, SAIDI, RNEA.

## ABSTRACT

*In an electric power distribution system, the level of reliability is very important because it ensures the continuity of electricity supply to consumers. Service reliability can be seen from how long the interruption occurs during a certain time interval (one year) or known as SAIDI (System Average Interruption Duration Index) and how often the frequency of interruptions occurs during a year or known as SAIFI (System Average Interruption Frequency Index). This study aims to determine the reliability index of the distribution network system on the Mars feeder using the RNEA method and ETAP software as a reference. The Reliability Network Equivalent Approach (RNEA) method can be used to analyze the reliability of a large and complex distribution network system, using an equivalent element approach. The equivalent circuit is used to replace part of the distribution network and rearrange the distribution network system into a series and simple form. The results of the RNEA calculation get the SAIFI distribution system reliability index value of 3.33 times/customer/year, and SAIDI 11.08 hours/customer/year. And the simulation results applied to ETAP 16.0.0 on the Mars feeder to get the SAIFI distribution system reliability index value of 3.4 times/customer/year, and SAIDI 12.8 hours/customer/year.*

*Keywords: ETAP 16.0.0, Reliability Index, SAIFI, SAIDI, RNEA.*



## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	5
2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	5
2.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	6
2.2.1 Konfigurasi Jaringan Radial.....	7
2.2.2 Konfigurasi Jaringan Loop.....	8
2.2.3 Konfigurasi Jaringan Spindle.....	9
2.3 Keandalan Sistem Distribusi .....	10
2.3.1 Indeks Nilai Keandalan .....	12
2.4 Metode Reliability Network Equivalent Approach (RNEA) .....	14
2.2 Electrical Transient Analyzer Program (ETAP).....	19
BAB III METODE PENELITIAN.....	20
3.1 Alur Penelitian.....	20
3.2 Lokasi dan Subjek Penelitian .....	21

3.3	Metode Pengumpulan Data .....	21
3.4	Data-Data Lapangan .....	21
3.4.1	Data One Line Diagram Penyulang Mars .....	21
3.4.2	Data Transformator Distribusi .....	22
3.4.3	Data Jumlah Pelanggan .....	23
3.4.4	Data Panjang Saluran .....	24
3.4.5	Data Keandalan Peralatan .....	26
3.5	Perhitungan Metode Reliability-Network-Equivalent Approach (RNEA) 26	
3.5.1	Mengidentifikasi .....	28
3.5.2	Menghitung keandalan seksi cabang.....	28
3.5.3	Menghitung Indeks Keandalan Sistem .....	30
3.6	Tahap Analisis Simulasi ETAP .....	32
3.6.1	Pembuatan One Line Diagram .....	33
3.6.2	Memasukan Parameter .....	33
3.7.3	Menjalankan Reliability Assesment.....	36
3.7	Analisis Data .....	36
3.8	Perangkat Penelitian .....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		38
4.1	Perhitungan Aplikasi ETAP .....	38
4.1.1	Hasil Penelitian Aplikasi ETAP 16.0.0.....	39
4.1.2	Hasil Nilai SAIFI ETAP .....	39
4.1.3	Hasil Nilai SAIDI ETAP.....	39
Perhitungan metode RNEA.....		39
4.2.1	Menentukan Laju Kegagalan .....	40
4.2.2	Menentukan SAIDI dan SAIFI .....	49

4.2.3	Hasil Penelitian Perhitungan metode RNEA .....	51
4.3	Perbandingan Hasil Perhitungan Indeks keandalan Metode RNEA dengan Aplikasi ETAP .....	51
4.4	Evaluasi Keandalan Penyulang Berdasarkan Standarisasi PLN .....	52
BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI .....		54
5.1	Simpulan.....	54
5.2	Implikasi.....	54
5.3	Rekomendasi .....	54
DAFTAR PUSTAKA .....		56
LAMPIRAN.....		58

## DAFTAR TABEL

Table 3.1 Data Gardu Distribusi Dan Kapasitasnya .....	22
Table 3.2 Data Jumlah Pelanggan .....	23
Table 3.3 Data Panjang Saluran .....	24
Table 3.4 Data Keandalan Peralatan .....	26
Table 3.5 Data indeks keandalan .....	29
Table 3.6 Standar Indeks Keandalan SPLN 59: 1985 .....	37
Table 4.1 Hasil Simulasi ETAP 16.0.0 .....	39
Table 4.2 Perhitungan $\lambda$ bagian utama penyulang MARS .....	40
Table 4.3 Perhitungan U bagian utama penyulang MARS .....	43
Table 4.4 Perhitungan $\lambda$ seksi cabang 1 penyulang MARS .....	45
Table 4.5 Perhitungan U seksi cabang 1 penyulang MARS .....	45
Table 4.6 Perhitungan $\lambda$ seksi cabang 2 penyulang MARS .....	46
Table 4.7 Perhitungan U seksi cabang 2 penyulang MARS .....	46
Table 4.8 Perhitungan $\lambda$ seksi cabang 3 penyulang MARS .....	46
Table 4.9 Perhitungan U seksi cabang 3 penyulang MARS .....	46
Table 4.10 Perhitungan $\lambda$ seksi cabang 4 penyulang MARS .....	47
Table 4.11 Perhitungan U seksi cabang 4 penyulang MARS .....	47
Table 4.12 Perhitungan $\lambda$ seksi cabang 5 penyulang MARS .....	47
Table 4.13 Perhitungan U seksi cabang 5 penyulang MARS .....	48
Table 4.14 Laju kegagalan penyulang MARS .....	48
Table 4.15 Hasil Perhitungan Indeks Keandalan Sistem .....	49
Table 4.16 Hasil Perhitungan metode RNEA .....	51

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	5
Gambar 2.2 Sistem Penyaluran Tenaga Listrik.....	7
Gambar 2.3 Konfigurasi Jaringan <i>Radial</i> .....	8
Gambar 2.4 Konfigurasi Jaringan <i>Loop</i> .....	9
Gambar 2.5 Konfigurasi Jaringan <i>Spindle</i> .....	9
Gambar 2.6 Sistem Distribusi.....	15
Gambar 2.7 Penyulang Umum.....	16
Gambar 2.8 Jaringan ekuivalen keandalan.....	18
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	20
Gambar 3.2 <i>One Line Diagram</i> Penyulang Mars.....	22
Gambar 3.3 Tahapan Perhitungan metode RNEA.....	27
Gambar 3.4 Pemodelan Penyulang Mars.....	28
Gambar 3.5 Tahap Analisis Simulasi ETAP.....	32
Gambar 3.6 <i>One Line Diagram</i> Penyulang MARS Pada ETAP 16.0.0.....	33
Gambar 3.7 <i>Power Grid Editor Software</i> ETAP 16.0.0.....	34
Gambar 3.8 <i>Cable Editor Software</i> ETAP 16.0.0.....	34
Gambar 3.9 <i>Library Quick Pick</i> Pada Komponen <i>Cable</i> .....	35
Gambar 3.10 <i>2-Winding Transformer Editor Software</i> ETAP 16.0.0.....	35
Gambar 3.11 <i>Lumped Load Editor Software</i> ETAP 16.0.0.....	36
Gambar 4.1 Tampilan <i>one line diagram</i> penyulang MARS pada ETAP 16.0.0... 39	
Gambar 4.2 Single Line Diagram.....	40
Gambar 4.3 Grafik Hasil Perhitungan Indeks Keandalan Metode RNEA dan <i>software</i> ETAP.....	51
Gambar 4.4 Grafik Indeks Keandalan.....	52

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiguna, M. F. (2019). Pada Penyulang Kayutangi Menggunakan Metode Reliability Network Equivalent Approach (RNEA), 1–9.
- Allen, T. (2006). *Electric Power Distribution Electric Power Distribution Equipment And Systems*.
- Erhaneli. (2016). *Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan Indeks Keandalan SAIDI Dan SAIFI Pada PT.PLN (Persero) Rayon Bagan Batu Tahun 2015*. JTE - ITP ISSN No. 2252-3472.
- Pansini, A. J. (2007). *Electrical Distribution Engineering*. (Edisi Ketiga). Lilburn: The Fairmont Press, Inc.
- Kristyanto, dkk. (2020). Evaluasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 KV Menggunakan Metode Reliability Network Equivalent Approach ( RNEA ) di PT . PLN Area Madiun., 5, 1–6.
- Nugroho, dkk. (2012). Studi Keandalan Sistem Distribusi 20kV di Bengkulu dengan Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA), *I(1)*, 1–6.
- Patel, H. A (2015). Electrical Transient Analyzer Program (ETAP). International Journal of Scientific & Engineering Research. Vol. 6.
- Prabowo, A. T. (2013). Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20kV pada Penyulang Pekalongan 8 dan 11. *Transient*, 2, 1004–1012.
- Prabowo, H., Hernanda, S., & Panangsang, O. (2012). *Studi Analisis Keandalan Sistem Distribusi Pabrik Semen Tuban Menggunakan Metode Realibility Index Assessment (RIA) Dan Program Analisis Kelistrikan*. Jurnal Teknik ITS Vol. 1, No. 1, ISSN: 2301-9271.
- Ralph, E.F. (2016). *Industrial Power Distribution*. Canada: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
- Saodah, S. (2008). Evaluasi keandalan sistem distribusi tenaga listrik berdasarkan saidi dan saifi. *Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan Saidi Dan Saifi*, 45–51.

- Short, T. A. (2004). *Electric Power Distribution Handbook*. Boca Raton: CRC Press.
- Sudirham, S. (2012). *Analisis Sistem Tenaga*. Bandung: Darpublic Kanayakan D-30.
- Suhadi, dkk. (2008). *Teknik Distribusi Tenaga Listrik*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
- Ta, I. K., Sudiarta, I. W., & Nyoman, I. (2014). Analisis Penggunaan Sistem Loop Scheme Jaringan Tegangan Menengah 20 Kv Penyulang Blahkiuh Terhadap Keandalan Sistem, *14*(2), 117–125.