



**Institut Teknologi Nasional Malang**

**SKRIPSI – ENERGI LISTRIK**

**ANALISIS PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM  
DISTRIBUSI 20 kV DENGAN *RECLOSER* DI PT. PLN  
KOTA BANJARMASIN PADA PENYULANG KAYUTANGI  
MENGUNAKAN METODE *RELIABILITY NETWORK  
EQUIVALENT APPROACH (RNEA)***

**Muhammad Fajar Adiguna  
NIM 1512033**

**Dosen Pembimbing  
Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
September 2019**



**Institut Teknologi Nasional Malang**

SKRIPSI - ENERGI LISTRIK

**ANALISIS PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM  
DISTRIBUSI 20 KV DENGAN *RECLOSER* DI PT. PLN  
KOTA BANJARMASIN PADA PENYULANG  
KAYUTANGI  
MENGUNAKAN *METODE RELIABILITY NETWORK  
EQUIVALENT APPROACH (RNEA)***

Muhammad Fajar Adiguna  
NIM 1512033

Dosen Pembimbing  
Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
September 2019

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM  
DISTRIBUSI 20 kV DENGAN *RECLOSER* DI PT. PLN  
KOTA BANJARMASIN PADA PENYULANG  
KAYUTANGI MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY  
NETWORK EQUIVALENT APPROACH (RNEA)***

**SKRIPSI**

*Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi  
persyaratan guna mencapai gelar Sarjana Teknik*

Disusun Oleh:  
Muhammad Fajar Adiguna  
NIM. 1512033

Diperiksa dan disetujui :  
Dosen Pembimbing

Dr. Irrine Budi Sulistiyawati, ST., MT.  
NIP. 19770615200501 2 002

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Elektro S1

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.  
NIP. P. 1030100361

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
PEMINATAN TEKNIK ENERGI LISTRIK  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
SEPTEMBER 2019



PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCA SARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015  
Malang 65145

Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636, Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : Muhammad Fajar Adiguna  
NIM : 1512033  
Program Studi : Teknik Elektro S-1  
Peminatan : Teknik Energi Listrik  
Masa Bimbingan : Semester Genap 2018-2019  
Judul Skripsi : **Analisis Peningkatan Keandalan Sistem Distribusi 20 kV dengan Recloser Di PT. PLN Kota Banjarmasin Pada Penyulang Kayutangi Menggunakan Metode Reliability Network Equivalent Approach**

Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : Sabtu  
Tanggal : 8 Agustus 2019  
Nilai : 76,74 (B+)

Panitia Ujian Skripsi

Majelis Ketua Penguji

Dr. Irrine Budi Sulistawati, ST, MT  
NIP. 1977061520005012002

Sekretaris Majelis Penguji

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT  
NIP.P. 1030100361

Anggota Penguji

Dosen Penguji I

Ir. Yusuf Ismail Nahkoda, MT  
NIP. Y. 1018800189

Dosen Penguji II

Ir. Ni Putu Agustini, MT  
NIP. Y. 1030100371



***ANALISIS PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM  
DISTRIBUSI 20 KV DENGAN RECLOSER DI PT. PLN  
KOTA BANJARMASIN PADA PENYULANG KAYUTANGI  
MENGUNAKAN METODE RELIABILITY NETWORK  
EQUIVALENT APPROACH (RNEA)***

Muhammad Fajar Adiguna  
Irrine Budi Sulistiawati  
aldhes14.fa@gmail.com

**ABSTRAK**

Keandalan dalam penyediaan dan penyaluran energi merupakan tuntutan sistem jaringan distribusi untuk menyalurkan energi listrik ke pelanggan. Kualitas keandalan pelayanan energi listrik dapat dilihat dari lamanya pemadaman dan seberapa sering pemadaman terjadi dalam kurun waktu tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keandalan sistem jaringan distribusi PT. PLN (Persero) Kota Banjarmasin pada Penyulang Kayutangi dan melakukan upaya peningkatan indeks keandalan. Penelitian ini dengan menggunakan 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. Penelitian pada Penyulang Kayutangi mendapatkan hasil indeks SAIFI 3,553 (kali/pelanggan/tahun) dan SAIDI 10,347 (jam/pelanggan/tahun) sedangkan dengan Software ETAP mendapatkan hasil indeks SAIFI 3,546 (kali/pelanggan/tahun) dan SAIDI 12,641 (jam/pelanggan/tahun) Untuk meningkatkan keandalan dilakukan implementasi Recloser pada sistem dan diperoleh indeks keandalan SAIFI 3,176 (kali/pelanggan/tahun) dan SAIDI 10,941 (jam/pelanggan/tahun)

***Kata Kunci : RNEA, Indeks Keandalan, ETAP, Jaringan Distribusi 20 kV***

***ANALYSIS OF IMPROVING RELIABILITY WITH  
RECLOSER ON THE 20 KV DISTRIBUTION SYSTEM PT.  
PLN BANJARMASIN ON KAYUTANGI FEEDER  
USING THE RELIABILITY NETWORK EQUIVALENT  
APPROACH (RNEA) METHOD***

Muhammad Fajar Adiguna  
Irrine Budi Sulistiawati  
aldhes14.fa@gmail.com

***ABSTRACT***

*Reliability in the supply and distribution of energy is a requirement of network distribution system to distribute electricity to customers. Quality of service reliability of electrical energy can be seen from the length of the blackout and how often blackouts occur within a certain time. This study aims to evaluate the reliability of the distribution network system of PT. PLN (Persero) Banjarmasin on Kayutangi Feeder and make efforts to increase the reliability index. This study using Equivalent Network Reliability Approach (RNEA) can be used to analyze the reliability of large and complex distribution network systems, with equivalent element approaches. equivalent is used to replace part of the distribution network and rearrange the distribution network system in a simple and serial form. Research on Kayutangi Feeders obtained SAIFI index results of 3,553 (times/customers/year) and SAIDI 10.347 (hours/customers/year) whereas ETAP Software obtained SAIFI index results of 3,546 (times/customers/year) and SAIDI 12,641 (hours/customers/year) To improve reliability, a Recloser is implemented on the system and the SAIFI index is 3.176 (times/customers/year) and SAIDI 10,941 (hours/customer/year)*

***Kata Kunci*** : RNEA, Index Reliability, ETAP, 20 kV Distribution System

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas Berkah dan Rahmat Tuhan karena atas berkatNya lah penyusunan Skripsi ini dapat selesai tepat pada waktunya. Tujuan dari penyusunan Skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Elektro di Institut Teknologi Nasional Malang pada tahun 2018-2019.

Proses pelaksanaan dan pembuatan Skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, serta banyak saran dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan yang telah memberikan kesehatan, kekuatan, dan kesabaran serta kemudahan sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.
2. Orang Tua dan Keluarga yang selalu memberikan dukungan moral, doa serta semangat dalam menyelesaikan Skripsi.
3. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT selaku Rektor ITN Malang.
4. Ibu Dr. Ellysa Nursanti, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
6. Ibu Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing.
7. Saudara Ahmad Ainullah beserta jajaran Staff PT. PLN Kota Banjarmasin
8. Seluruh rekan-rekan di kampus ITN Teknik Elektro.

Penulis menyadari tanpa dukungan dan bantuan mereka semua penyelesaian skripsi ini tidak bisa tercapai dengan baik. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi perkembangan skripsi ini menjadi lebih baik. Akhir kata penulis berharap Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pribadi maupun pihak lain serta rekan-rekan dan adik-adik mahasiswa Jurusan Teknik Elektro S-1 ITN Malang pada umumnya.

Malang, September 2019

Penulis

# DAFTAR ISI

	HALAMAN
LEMBAR PENGESAHAN .....	i
ABSTRAK .....	ii
<i>ABSTRACT</i> .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	ix
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
KAJIAN PUSTAKA .....	5
2.1 Sistem Tenaga Listrik .....	5
2.2 Sistem Distribusi .....	5
2.3.1 Sistem Distribusi Radial .....	6
2.3.2 Sistem Lup ( <i>Loop</i> ) .....	7
2.3 Keandalan Sistem Distribusi .....	8
2.3.1 Tingkat keandalan dalam pelayanan .....	8
2.3.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Indeks Keandalan .....	9
2.3.3 Perhitungan Indek Titik Beban .....	9
2.3.4 Perhitungan Indeks Keandalan .....	10
2.4 Metode <i>Reliability Network Equivalent Approach</i> (RNEA) .....	10
2.5 Recloser .....	17
2.5.1 Pengoperasian <i>Recloser</i> .....	17
2.6 <i>Software Electrical Transient Analysis Program</i> (ETAP) .....	18
2.6.1 Load Flow Analysis .....	19
2.6.2 Short Circuit Analysis .....	19
2.6.3 Harmonics Analysis .....	19
2.6.4 Transient Stability Analysis .....	19
2.6.5 Reliability Assessment .....	19



METODOLOGI PENELITIAN .....	21
3.1 Alur Penelitian.....	21
3.2 Flowchart Penyelesaian .....	22
3.3 Flowchart Metode Reliability Network Equivalent Approach (RNEA).....	23
3.4 <i>Flowchart</i> Simulasi ETAP .....	24
3.5 Sistem Distribusi 20 kV Penyulang Kayutangi .....	25
3.5.1 Data Penelitian.....	26
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	33
4.1 Analisis Indeks Keandalan Sistem Penyulang Kayutangi dengan Metode RNEA.....	33
4.1.1 Perhitungan Laju kegagalan ( $\lambda$ ) pada Penyulang Cabang ( <i>Lateral Section</i> ).....	35
4.1.2 Perhitungan Laju kegagalan ( $\lambda$ ) pada Penyulang Utama ( <i>Main Section</i> ).....	37
4.1.3 Perhitungan Durasi Ketidakterersediaan ( U ) pada Penyulang Cabang ( <i>Lateral Section</i> ) .....	40
4.1.4 Perhitungan Durasi Ketidakterersediaan ( U ) pada Penyulang Utama ( <i>Main Section</i> ).....	42
4.1.5 Menentukan SAIFI dan SAIDI.....	46
4.2 Analisis Indeks Keandalan Sistem Penyulang Kayutangi Menggunakan <i>software</i> ETAP <i>Power Station</i> 12.6 .....	49
4.2.1 Pemodelan Jaringan Distribusi 20 kv pada Penyulang Kayutangi .....	50
4.2.2 Simulasi Running Reliability Assessment Penyulang Kayutangi Kondisi Eksisting .....	51
4.2.3 Simulasi Running Reliability Assessment Penyulang Kayutangi Tanpa Recloser.....	52
4.3 Peningkatan Indeks Keandalan Sistem Penyulang Kayutangi dengan penambahan <i>Recloser</i> . .....	53
4.3.1 Simulasi Penambahan Recloser berdasarkan Skenario Percobaan 1 .....	53
4.3.2 Simulasi Penambahan Recloser berdasarkan Skenario Percobaan 2 .....	54
4.3.3 Simulasi Penambahan Recloser berdasarkan Skenario Percobaan 3 .....	55
4.3.4 Simulasi Penambahan Recloser berdasarkan Skenario Percobaan 4 .....	56

4.4 Hasil Analisa Peningkatan Indeks Keandalan Sistem Penyulang Kayutangi .....	57
PENUTUP.....	59
5.1 Kesimpulan .....	59
5.2 Saran .....	59
DAFTAR PUSTAKA .....	61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Distribusi Radial .....	6
Gambar 2.2 Sistem Distribusi Lup .....	7
Gambar 2.3 Sistem Distribusi .....	11
Gambar 2.4 Sistem Distribusi Penyulang Umum .....	12
Gambar 2.5 Jaringan Ekuivalen Keandalan .....	14
Gambar 2.6 Cara kerja recloser pada saat terjadi gangguan .....	17
Gambar 3.1 Flowchart Penyelesaian dari pembahasan skripsi Pada Penyulang Kayutangi.....	22
Gambar 3.2 Flowchart Perhitungan Indeks Keandalan Menggunakan Metode RNEA .....	23
Gambar 3.3 Flowchart Simulasi Peningkatan Indeks Keandalan dengan Software ETAP .....	24
Gambar 3.4 Single Line Diagram Penyulang Kayutangi di PT.PLN Kota Banjarmasin.....	25
Gambar 4.1 Single Line Diagram Penyulang Kayutangi.....	34
Gambar 4.2 Pemodelan Sistem Distribusi Penyulang Kayutangi .....	50
Gambar 4.3 Hasil Reliability Assessment Pada ETAP .....	51
Gambar 4.4 Hasil Reliability Assessment Percobaan Tanpa <i>Recloser</i> .....	52
Gambar 4.5 Skenario Percobaan 1 .....	53
Gambar 4.6 Hasil Skenario Percobaan 1 .....	54
Gambar 4.7 Skenario Percobaan 2 .....	54
Gambar 4.8 Hasil Skenario Percobaan 2 .....	55
Gambar 4.9 Skenario Percobaan 3 .....	55
Gambar 4.10 Hasil Skenario Percobaan 3 .....	56
Gambar 4.11 Skenario Percobaan 4 .....	56
Gambar 4.12 Hasil Skenario Percobaan 4 .....	57
Gambar 4.13 Grafik Hasil Peningkatan Indeks Keandalan .....	58

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Trafo dan Jumlah Pelanggan .....	26
Tabel 3.2 Data Panjang Saluran .....	29
Tabel 3.3 Jumlah Peralatan .....	31
Tabel 3.4 Indeks Kegagalan Peralatan Standar PLN.....	32
Tabel 4.1 Perhitungan Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) Penyulang Cabang.....	35
Tabel 4.2 Perhitungan Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) Penyulang Utama .....	37
Tabel 4.3 Perhitungan Durasi Ketidaktersediaan (U) Penyulang Cabang .....	40
Tabel 4.4 Perhitungan Durasi Ketidaktersediaan (U) Penyulang Utama .....	42
Tabel 4.5 Perhitungan Indeks SAIFI dan SAIDI .....	47
Tabel 4.6 Hasil Peningkatan Indeks Keandalan .....	57