

**ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20 KV PADA
PENYULANG JOLOTUNDO DENGAN METODE
FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS (FMEA)-FUZZY-PSO
UNTUK PENEMPATAN *RECLOSER***

SKRIPSI

**Sebagai Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang**



Disusun Oleh :

Alif Fadilah

201810130311105

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

2023

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20 KV PADA
PENYULANG JOLOTUNDO DENGAN METODE *FAILURE MODE
EFFECT ANALYSIS* (FMEA)-FUZZY-PSO UNTUK PENEMPATAN
*RECLOSER***

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh :

Alif Fadilah
201810130311105

Tanggal Ujian : 19 Desember 2023

Periode Wisuda : 1

Diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I



Dr. Ir. Ermanu Azizul Hakim, M.T.
NIDN. 0705056501

Pembimbing II



Novendra Setyawan, S.T., M.T.
NIDN. 0719119201

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20 KV PADA
PENYULANG JOLOTUNDO DENGAN METODE *FAILURE MODE EFFECT*
ANALYSIS (FMEA)-FUZZY-PSO UNTUK PENEMPATAN *RECLOSER***

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana (S1)

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh :

Alif Fadilah

201810130311105

Tanggal Ujian : 19 Desember 2023

Periode Wisuda : 1

Disetujui Oleh :

1. Dr. Ir. Ermanu Azizul Hakim, M.T
NIDN: 0705056501

(Pembimbing I)

2. Novendra Setyawan, S.T., M.T.
NIDN: 0719119201

(Pembimbing II)

3. Zulfatman, S.T., MEng., Ph.D.
NIDN: 0709117804

(Penguji I)

4. Khusnul Hidayat, S.T., M.T.
NIDN: 0723108202

(Penguji II)



Mengetahui
Ketua Program Studi

Khusnul Hidayat, S.T., M.T.
NIDN: 0723108202

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Alif Fadilah
Tempat / Tgl. Lahir : Bima / 10 Juli 2000
NIM : 201810130311105
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul “ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20 KV PADA PENYULANG JOLOTUNDO DENGAN METODE *FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS (FMEA)-FUZZY-PSO* UNTUK PENEMPATAN *RECLOSER*” beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko / sanksi yang berlaku.

Malang, Desember 2023

Yang membuat pernyataan,



Alif Fadilah

Mengetahui

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Ermanu Azizul Hakim, M.T.
NIDN. 0705056501

Dosen Pembimbing II

Novendra Setyawan, S.T., M.T.
NIDN. 0719119201

ABSTRAK

Keandalan saluran distribusi dapat dilihat dari kemampuan sistem distribusi tenaga listrik untuk secara konsisten mengirimkan energi menuju beban atau pelanggan dengan kehandalan yang tinggi. Angka dari nilai indeks keandalan yang semakin tinggi mencerminkan tingkat keandalan yang semakin rendah dan kualitas pelayanan yang menurun. Salah satu strategi untuk meningkatkan kehandalan jaringan distribusi adalah dengan optimalisasi penggunaan perangkat seperti *recloser*. Penelitian ini berangkat dari kebutuhan mendesak untuk meningkatkan keandalan sistem penyulang Jolotundo. Hasil analisis awal menggunakan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) mengungkapkan bahwa indeks keandalan penyulang belum memenuhi standar PLN. Dengan menerapkan *Fuzzy Logic*, dipilih tiga *section* dari total delapan *section* sebagai prioritas penempatan *recloser*. *Particle Swarm Optimization* (PSO) digunakan untuk mencari letak *recloser* optimal dan menekan nilai indeks keandalan. Hasil pengujian menunjukkan penurunan signifikan pada nilai SAIFI dan SAIDI setelah pemasangan *recloser*, dengan tingkat penurunan paling rendah pada bus 67 yaitu SAIFI 1.721209, dan SAIDI 5.243459. Sedangkan untuk nilai CAIDI stabil walau terjadi kenaikan dan penurunan namun tidak terlalu signifikan. Kemudian untuk ASAI, walaupun performa yang dihasilkan selalu naik namun tidak terlalu signifikan. Pada bus 67 merupakan posisi letak *recloser* paling optimal dari bus lain masing-masing *section* yang dipilih untuk dioptimasi.

Kata Kunci: SAIDI, SAIFI, keandalan Distribusi, *Recloser*, *Failure Mode Effect Analysis*, *Fuzzy Logic*, PSO

ABSTRACT

The reliability of the distribution channel can be seen from the ability of the electric power distribution system to consistently deliver energy to loads or customers with high reliability. Higher values of reliability indices reflect lower levels of reliability and a decrease in service quality. One strategy to enhance the reliability of the distribution network is the optimization of the use of devices such as reclosers. This research stems from the urgent need to improve the reliability of the Jolotundo feeder system. Initial analysis using the Failure Mode Effect Analysis (FMEA) method revealed that the reliability index of the feeder did not meet PLN standards. By implementing Fuzzy Logic, three sections out of a total of eight were selected as a priority for recloser placement. Particle Swarm Optimization (PSO) was then utilized to find the optimal location for the recloser and minimize the reliability index value. Test results showed a significant decrease in SAIFI and SAIDI values after the installation of the recloser, with the lowest decrease occurring on bus 67, namely SAIFI 1.721209, and SAIDI 5.243459. As for the CAIDI value, it remained stable despite fluctuations, which were not too significant. Additionally, the ASAI, while consistently improving in performance, did not show substantial changes. Bus 67 was consistently chosen as the optimal recloser placement location among other buses in each section selected for optimization.

Keywords: SAIDI, SAIFI, Distribution Reliability, Recloser, Failure Mode Effect Analysis, Fuzzy Logic, PSO

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur peneliti panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, hidayah, dan petunjuk-Nya. Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisis keandalan sistem Distribusi 20 kv pada Penyulang Jolotundo dengan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA)-Fuzzy-PSO untuk penempatan *Recloser*” dengan baik. Penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari berbagai hambatan dan kesulitan, namun berkat bimbingan, arahan, dan motivasi dari berbagai pihak, maka hambatan dan kesulitan tersebut dapat segera teratasi. Penyusunan tugas akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro.

Peneliti sadar betul bahwa dalam penyusunan tugas akhir tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan ini peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak yang telah membantu.

1. Dr. Fauzan, M.Pd selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Malang.
2. Khusnul Hidayat, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang.
3. Merinda Lestandy, S.Kom., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang.
4. Dr. Ir. Ermanu A. Hakim, M.T. selaku dosen pembimbing 1 dan Novendra Setyawan S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang selalu memberikan semangat, motivasi, bimbingan, dan pengarahan secara langsung kepada peneliti.
5. Kepada Bapak/Ibu Dosen Penguji Sidang Skripsi dan segenap Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang yang telah memberikan banyak ilmu, wawasan, dan pengetahuan bagi peneliti.
6. Kepada seluruh Civitas Akademika, Asisten dan Karyawan khususnya di Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang yang telah membekali ilmu dan membantu penulis selama proses studi.

7. Kepada Orang Tua Penulis, Ayah saya Musliadin dan Ibu saya Sri Rahayu yang telah mendukung dan mendoakan saya hingga mencapai titik ini. Semua dedikasi, perjuangan dan gelar ini saya persembahkan untuk mereka. Sekali lagi hormat dari anakmu ini lembo ade.
8. Kemudian untuk seluruh anggota keluarga saya, untuk Adik-adik saya, Nenek saya, Saudara saya, Paman dan Bibi saya, yang juga telah membantu support dan doanya untuk saya.
9. Untuk sahabat seperjuangan saya, Para Pejuang Teknik Mbojo yang sudah membantu dan mensupport serta mendoakan saya sampai saat ini. Sukses selalu kawan-kawanku.
10. Untuk sahabat-sahabat saya yang juga telah membantu dan menjadi teman yang baik selama saya kuliah di Universitas Muhammdiyah Malang sampai sekarang.
11. Untuk semua orang yang telah membantu penulis selama kuliah sampai sekarang yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
12. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, I wanna thank me for always being a giver and tryna give more than I receive, I wanna thank me for tryna do more right than wrong, I wanna thank me for just being me at all times.*

Semoga apa yang telah diberikan kepada peneliti dapat menjadi salah satu nilai ibadah di sisi Allah SWT. Peneliti menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, peneliti sangat mengharapkan saran, masukan, dan kritik yang membangun kepada pembaca sebagai penyempurnaan pada penelitian berikutnya.

Malang, 3 Desember 2023

Alif Fadilah

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	6
2.2 Jaringan Distribusi Tipe Radial.....	7
2.3 Gangguan Pada Sistem Distribusi.....	8
2.4 Keandalan Sistem Distibusi	9
2.5 Indek Keandalan Sistem Distribusi.....	9
2.5.1 Pengertian SAIFI	10
2.5.2 Pengertian SAIDI.....	10
2.6 Recloser	11
2.7 Failure Mode Effect Analysis (FMEA)	12
2.8 Fuzzy Logic Controller (FLC)	12

2.9 <i>Particle Swarm Optimization</i> (PSO).....	14
2.10 MATLAB.....	17
BAB III PERANCANGAN SISTEM	19
3.1 Pengumpulan Data	20
3.1.1 Data <i>Single Line</i>	20
3.1.2 Data Total Gangguan	21
3.1.3 Data Gardu Trafo Penyulang Jolotundo.....	22
3.1.4 Data Pelanggan dan Panjang Jaringan Penyulang Jolotundo	23
3.2 Metode <i>Failure Mode Effect Analysis</i> (FMEA).....	23
3.3 Efisiensi Area Optimasi Dengan <i>Fuzzy Logic</i>	25
3.4 Optimasi Area Terpilih Dengan <i>Particle Swarm Optimization</i> (PSO)	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil Perhitungan Indeks Keandalan Pada Penyulang Jolotundo.....	34
4.2 Hasil optimasi penempatan <i>Recloser</i>	35
4.2.1 Hasil Seleksi Menggunakan <i>Fuzzy logic</i>	35
4.2.2 Hasil Pengujian Area Terpilih Menggunakan PSO	36
BAB V PENUTUP.....	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Pendistribusian Daya Listrik.....	6
Gambar 2.2 Saluran Distribusi Tipe Radial	7
Gambar 2.3 <i>Recloser</i>	11
Gambar 2.4 Diagram Blok FMEA	12
Gambar 2.5 Blok Diagram Logika <i>Fuzzy</i>	13
Gambar 2.6 Perpindahan Posisi Terbaru PSO	14
Gambar 2.7 Tampilan Antarmuka <i>sostware</i> MATLAB	18
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Desain Sistem	19
Gambar 3.2 <i>Single Line</i> Penyulang Jolotundo	20
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Metode FMEA.....	24
Gambar 3.4 Nilai Keanggotaan Variabel x	26
Gambar 3.5 Nilai Keanggotaan Variabel y	26
Gambar 3.6 Fungsi Keanggotaan Variabel Nilai Kandidat	27
Gambar 3.7 <i>Flowchart</i> Sistem PSO	32
Gambar 4.1 Indeks Keandalan Hasil Optimasi PSO Satu <i>Recloser</i>	37
Gambar 4.2 Indeks Keandalan Hasil Optimasi PSO Dua <i>Recloser</i>	38
Gambar 4.3 Indeks Keandalan Hasil Optimasi PSO Tiga <i>Recloser</i>	40

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Total Gangguan	21
Tabel 3.2 Data Gardu Trafo Penyulang Jolotundo.....	22
Tabel 3.3 Data Pelanggan dan Panjang Jaringan Penyulang Jolotundo.....	23
Tabel 3.4 Data Peralatan SPLN	24
Tabel 3.5 Rule Mesin Inferensi	27
Tabel 3.6 Parameter Algoritma PSO.....	32
Tabel 4.1 Nilai Indeks Keandalan pra Optimasi	34
Tabel 4.2 Hasil Akhir Simulasi <i>Fuzzy</i>	35
Tabel 4.3 Nilai Total Indeks Keandalan Satu Recloser	37
Tabel 4.4 Nilai Total Indeks Keandalan Dua Recloser Pertama.....	39
Tabel 4.5 Nilai Total Indeks Keandalan Recloser Kedua.....	39
Tabel 4.6 Nilai Total Indeks Kegagalan Tiga Recloser Pertama	41
Tabel 4.7 Nilai Total Indeks Kegagalan Tiga Recloser Kedua.....	41
Tabel 4.8 Nilai Total Indeks Kegagalan Tiga Recloser Ketiga	42
Tabel 4.9 Perbandingan Indeks Keandalan Sebelum dan Sesudah Optimasi ..	43

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. I. Maliky, Alen Tri. Haryudo, “Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Pada Penyulang Pejangkungan di PT PLN Pasuruan Menggunakan Metode RIA (Reliability Index Assesment),” *Keandalan Sist. Tenaga List. Jar. Distrib. 20kV Pada Penyulang Pejangkungan Dengan Metod. RIA*, vol. 09, no. 01, pp. 835–843, 2020.
- [2] M. R. Sanaky, A. K. S. Distribusi, and B. M. S. Technique, “Peningkatan Indeks Keandalan dengan Penambahan Recloser pada Sistem Distribusi di PLTD Subaim Menggunakan Metode Section Technique,” vol. 01, no. September, 2017.
- [3] T. Listrik, D. Ulp, S. S. Akhmad, and N. A. Noor, “Analisis Penempatan Recloser Terhadap Keandalan Sistem,” vol. 1, no. 2, 2022.
- [4] N. Y. Irawan, A. A. N. Amrita, and W. Setiawan, “Optimasi Penempatan Recloser untuk Meningkatkan Keandalan Menggunakan Metode Virus Evolutionary Genetic Algorithm (VEGA),” *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 17, no. 2, p. 177, 2018, doi: 10.24843/mite.2018.v17i02.p03.
- [5] A. Zahrah Dwidana and D. Yayan Sukma, “Analisis Penempatan Recloser untuk Mendapatkan Indeks Keandalan Terbaik Menggunakan Metode Ant Colony Optimization (ACO),” *Jom FTEKNIK*, vol. 8, 2021.
- [6] I. Pakaya, A. W. Basolle, and Z. Zulfatman, “UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI MENGGUNAKAN ALGORITMA DIFFERENTIAL EVOLUTION,” no. 1, pp. 14–20, 2021.
- [7] S. Hani, G. Santoso, and R. D. Wibowo, “PENEMPATAN RECLOSER SEBAGAI PARAMETER KEANDALAN SISTEM PROTEKSI PADA SISTEM DISTRIBUSI,” pp. 21–27, 2019.
- [8] A. F. Setiawan and T. Suheta, “Analisa Studi Keandalan Sistem Distribusi 20 KV di PT. PLN (PERSERO) UPJ Mojokerto Menggunakan Metode FMEA (FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS),” *Cyclotron*, vol. 3, no. 1, 2020, doi: 10.30651/cl.v3i1.4304.
- [9] T. D. A. N. Distribusi and R. Syahputra, “Transmisi dan distribusi tenaga listrik”.
- [10] D. I. Jaringan, D. Di, and P. T. Pln, “Tugas akhir,” 2018.
- [11] D. F. Ashari and L. Ruslan, “Analisis Gangguan Gardu Distribusi Di PT PLN (Persero) ULP Watang Sawitto,” no. September, pp. 1–4, 2021.
- [12] W. P. Perdana, R. N. Hasanah, and H. S. Dachlan, “PRIMER TIPE RADIAL GARDU INDUK BLIMBING,” vol. III, no. 1, pp. 6–12, 2009.
- [13] M. Rizky *et al.*, “ANALISA KEANDALAN PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 kV,” vol. XXIV, pp. 43–54, 2022.

- [14] A. Putra, “Analisa Penggunaan Recloser Untuk Pengaman Arus Lebih Pada Jaringan Distribusi 20 kv Gardu Induk Garuda Sakti,” vol. 4, no. 1, pp. 1–10, 2017.
- [15] B. P. J. Putra, A. S. Aisjah, and S. Arifin, “Rancang Bangun Maximum Power Point Tracking pada Panel Photovoltaic Berbasis Logika Fuzzy di Buoy Weather Station,” *J. Tek. ITS*, vol. 2, no. 2, pp. B299–B304, 2013, [Online]. Available: <http://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/3642>
- [16] Hestrianto, “BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1. 1–64,” *Gastron. ecuatoriana y Tur. local.*, vol. 1, no. 69, pp. 5–24, 2018.
- [17] B. Sujanarko and Y. Wijayanto, “Dasar-Dasar Pemrograman Simulink Matlab Serta Antar Muka Menggunakan Pci1710Hg,” 2012, [Online]. Available: <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/244>





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO & D3 TEKNIK ELEKTRONIKA
Jl. Raya Tlogomas 246 Malang 65144 Telp. 0341 - 464318 Ext. 129, Fax. 0341 - 460782

FORM CEK PLAGIASI LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Alif Fadilah
NIM : 201810130311105
Judul TA : Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 KV Pada Penyulang Jolotundo
Dengan Metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA)-Fuzzy-PSO
Untuk Penempatan *Recloser*

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

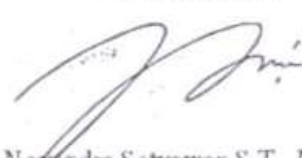
No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiasi (%)	Hasil Cek Plagiasi (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	1 %
2.	Bab 2 – Studi Pustaka	25 %	3 %
3.	Bab 3 – Metodologi Penelitian	35 %	1 %
4.	Bab 4 – Pengujian dan Analisis	15 %	0 %
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	0 %
6.	Publikasi Tugas Akhir	20 %	6 %

Mengetahui,

Pembimbing I


(Dr. Ir. Ermanu Azizul Hakim, M.T.)
NIDN. 0705056501

Pembimbing II


(Nopendra Setyawan S.T., M.T.)
NIDN. 0719119201