

**Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV
Pada Penyulang Karang Baru di PT PLN Persero – ULP
Kuala Simpang Dengan Metode ACO (*Ant Colony
Optimization*)**

SKRIPSI

Sebagai Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana Strata 1

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang



Disusun Oleh :

Mohammad Yahya

201710130311117

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN

Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV Pada Penyulang Karang Baru di PT PLN Persero – ULP Kuala Simpang Dengan Metode ACO (*Ant Colony Optimization*)

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



Disusun Oleh:

Mohammad Yahya

201710130311117

Diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I,

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

Pembimbing II,

Zulfatman, M.Eng., Ph.D.
NIDN : 0709117804

LEMBAR PENGESAHAN

Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV Pada Penyulang Karang Baru di PT PLN Persero – ULP Kuala Simpang Dengan Metode ACO (*Ant Colony Optimization*)

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

Disusun Oleh:
Mohammad Yahya
201710130311117

Tanggal Ujian : 8 Juli 2024
Periode Wisuda : 4

Disetujui oleh :

1. Dr. Ir. Ermanu Azizul Hakim, M.T. (Pembimbing I)
NIDN.: 0705056501
2. Zulfatman, M.Eng., Ph.D. (Pembimbing II)
NIDN : 0709117804
3. Dr. Budhi Priyanto, M.Si. (Penguji I)
NIDN.: 0026106701
4. La Febrv Andira Rose Cynthia, S.T., M.T. (Penguji II)
NIDN : 0722029302



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Mohammad Yahya**
Tempat Tanggal Lahir : **Kuala Kangsar, Malaysia 04 Juli 1998**
NIM : **201710130311117**
Fakultas / Jurusan : **Fakultas Teknik / Teknik Elektro**

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul “Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV Pada Penyulang Karang Baru di PT PLN Persero – ULP Kuala Simpang Dengan Metode ACO (*Ant Colony Optimization*)” 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 ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Malang, Juli 2024

Yang membuat pernyataan



Mohammad Yahya

Mengetahui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

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

Zulfatman, M.Eng., Ph.D.
NIDN : 0709117804

ABSTRAK

Stabilitas jaringan distribusi listrik merupakan aspek krusial bagi penyedia energi utama Indonesia, PT PLN. Keandalan dan aksesibilitas layanan listrik menjadi tantangan utama yang dihadapi, di mana keandalan sistem jaringan distribusi dapat mengganggu pasokan listrik secara signifikan. Oleh karena itu, evaluasi keandalan peralatan dan jaringan distribusi menjadi penting untuk memastikan kontinuitas pelayanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan meningkatkan keandalan jaringan distribusi listrik dengan menggunakan metode *Ant Colony Optimization* (ACO). Studi kasus dilakukan pada penyulang Karang Baru di PT PLN Persero – ULP Kuala Simpang. Penelitian ini melibatkan analisis terhadap indeks keandalan SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*), SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), dan CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*) yang diperoleh dari data kegagalan sistem pada tahun 2021. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode ACO dapat meningkatkan nilai keandalan sistem. Penambahan recloser pada jaringan distribusi diuji dalam berbagai skenario untuk mengoptimalkan lokasi penempatan recloser. Simulasi menggunakan MATLAB 2019a memperlihatkan bahwa konfigurasi yang optimal dapat menurunkan nilai SAIDI dan SAIFI, mendekati standar yang ditetapkan oleh PLN.

Kata Kunci : Keandalan, Sistem Distribusi, SAIFI, SAIDI, CAIDI, *Ant Colony Optimization*.

ABSTRACT

The stability of the electrical distribution network is a crucial aspect for Indonesia's main energy provider, PT PLN. The reliability and accessibility of electrical services are major challenges, where The reliability of the electric power distribution system can significantly disrupt the power supply. Therefore, evaluating the reliability of equipment and the distribution network is essential to ensure service continuity. This study aims to evaluate and improve the reliability of the electrical distribution network using the Ant Colony Optimization (ACO) method. A case study was conducted on the Karang Baru feeder at PT PLN Persero – ULP Kuala Simpang, Aceh Tamiang. The research involves analyzing the reliability indices SAIDI (System Average Interruption Duration Index), SAIFI (System Average Interruption Frequency Index), and CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index) derived from system failure data in 2021. The results of the study indicate that the use of the ACO method can improve the system's reliability values. The addition of reclosers in the distribution network was tested in various scenarios to optimize their placement locations. Simulations using MATLAB 2019a showed that the optimal configuration can reduce SAIDI and SAIFI values, approaching the standards set by PLN.

Keywords : Reliability, Distribution System, SAIFI, SAIDI, Ant Colony Optimization.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT atas rahmat, karunia, serta hidayah-Nya, dan juga tidak terlepas dari doa orang-orang yang tersayang sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar. Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan hidayah dan petunjuk dalam pengerjaan tugas akhir ini dengan baik dan lancar sampai selesai.
2. Kedua orang tua saya Bapak Zahrul Azmi dan Ibu Hayati serta Adik – adik saya yang selalu memberikan dukungan dan doa-doa nya.
3. Kepada Rizki Adi Saputro. Terima kasih untuk semangat dan juga dukungan yang konsisten kepada penulis selama menempuh pendidikan dan pengerjaan tugas akhir ini.
4. Ketua program studi Teknik Elektro, Bapak Khusnul Hidayat, S.T., M.T beserta seluruh staf program studi Teknik Elektro.
5. Bapak Dr. Ir. Ermanu Azizul Hakim, M.T. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Zulfatman, M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing II, yang selalu memberi dukungan dan senantiasa memberikan pengarahan dengan sabar kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Sahabat – sahabat saya Ichsan, Fazri, Azizah, Robby, Fikih, Julian, Zain, Khoiri, Adil, ferdi dan teman dari kelas C lainnya yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan kesan bewarna dalam perjalanan perkuliahan ini.

Atas segala kekurangan dan ketidak sempurnaan skripsi ini, penulis sangat mengharapkan masukan, kritik dan saran yang bersifat membangun ke arah perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini agar dalam penyusunan karya tulis selanjutnya dapat lebih baik.

KATA PENGANTAR



Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT. Atas limpahan rahmat dan hidayah-NYA sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul :

“Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV Pada Penyulang Karang Baru di PT PLN Persero – ULP Kuala Simpang Dengan Metode ACO (*Ant Colony Optimization*)

Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik di Universitas Muhammadiyah Malang. Penulis sangat menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan serta keterbatasan wawasan dari penulis. Oleh karena itu penulis berharap saran yang membangun, agar menjadi lebih baik dan bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan untuk kedepannya.

Demikian tugas akhir ini, penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan baik yang disengaja maupun yang tidak disengaja. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan membuka peluang serta wawasan di masa mendatang.

Malang, Juli 2024

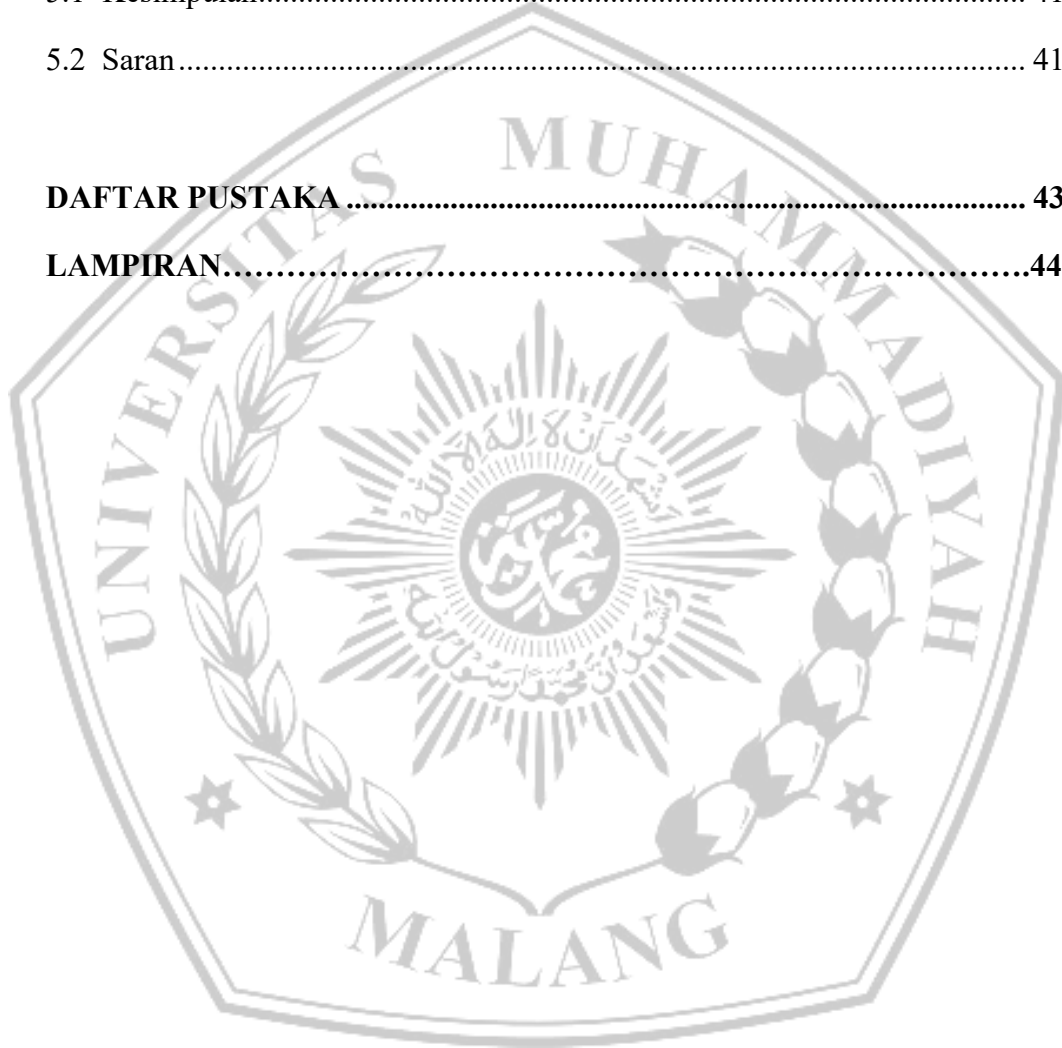
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Jaringan Distribusi Tenaga Listrik	4
2.2 Komponen Jaringan Distribusi.....	5
2.2.1 Gardu Induk	5
2.3 Komponen Gardu Distribusi	9

2.4 Keandalan Kontinuitas Penyaluran	10
2.5 Indeks Keandalan Sistem Distribusi 20 kV	11
2.5.1 Standar SAIFI dan SAIDI di Indonesia	11
2.6 <i>Section Technique</i>	12
2.7 Recloser	12
2.8 <i>Ant Colony Optimization</i>	14
2.9 Software MATLAB	15
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Tempat Penelitian	16
3.2 Waktu Penelitian	16
3.2.1 Pengumpulan Data	16
3.3 Flowchart Sistem Distribusi	17
3.4 Parameter Pengukuran	21
3.5 Perhitungan <i>Index Reliability</i>	21
3.6 Flowchart Optimasi <i>Recloser</i> dengan <i>Ant Colony Optimization</i>	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil Perhitungan Nilai Laju Kegagalan dan Durasi Gangguan	25
4.1.1 Perhitungan Section 1	25
4.1.2 Perhitungan SAIDI, SAIFI dan CAIDI	30
4.2 Hasil Pengujian Optimasi Penetapan <i>Recloser</i> Menggunakan <i>Ant Colony Optimization</i>	32
4.2.1 Percobaan menggunakan 1 Recloser	32
4.2.2 Percobaan menggunakan 2 Recloser	34
4.2.3 Percobaan menggunakan 3 Recloser	35

4.2.4 Percobaan Menggunakan 4 Recloser.....	37
4.3 Nilai Perbandingan pada Hasil optimasi Recloser	38
4.4 Analisa Perhitungan Ekonomis	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN.....	44



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Instalasi Sistem Tenaga Listrik.....	4
Gambar 2. 2 Saluran Distribusi Sekunder.....	5
Gambar 2. 3 Pola Jaringan Radial.....	6
Gambar 2. 4 Pola Jaringan Loop.....	6
Gambar 2. 5 Pola Jaringan Spindle.....	7
Gambar 2. 6 Pola Jaringan Grid.....	8
Gambar 2.7 Recloser.....	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	17
Gambar 3. 2 flowchart Alur penerapan algoritma ant colony optimization untuk menentukan penempatan recloser.....	23
Gambar 4. 1 Grafik Fitness Percobaan 1 Recloser.....	32
Gambar 4. 2 Grafik Saifi Percobaan 1 Recloser.....	33
Gambar 4. 3 Grafik Saidi Percobaan 1 Recloser.....	33
Gambar 4. 4 Grafik Fitness Percobaan 2 Recloser.....	34
Gambar 4. 5 Grafik Saifi Percobaan 2 Recloser.....	34
Gambar 4. 6 Grafik Saidi Percobaan 2 Recloser.....	35
Gambar 4. 7 Grafik Fitness Percobaan 3 Recloser.....	36
Gambar 4. 8 Grafik Saifi Percobaan 3 Recloser.....	36
Gambar 4. 9 Grafik Saidi Percobaan 3 Recloser.....	36
Gambar 4. 10 Grafik Fitness Percobaan 4 Recloser.....	37
Gambar 4. 11 Grafik Saifi Percobaan 4 Recloser.....	37
Gambar 4. 12 Grafik Saidi Percobaan 4 Recloser.....	38
Gambar 4. 13 Grafik Hasil Nilai Kerugian Sebelum dan Setelah Optimasi.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data Jumlah Pelanggan Perbulan Pada ULP Kuala Simpang	18
Tabel 3.2 Data Tiap Section.....	18
Tabel 3. 3 Indeks Kegagalan Peralatan standar PLN.....	21
Tabel 4. 1 Hasil Perhitung Laju Kegagalan Komponen section 1	26
Tabel 4. 2 Hasil Perhitung Laju Kegagalan Komponen section 2	26
Tabel 4. 3 Hasil Perhitung Laju Kegagalan Komponen section 3	27
Tabel 4. 4 Hasil Perhitung Laju Kegagalan Komponen section 4	28
Tabel 4. 5 Hasil Perhitung Laju Kegagalan Komponen section 5	29
Tabel 4. 6 Hasil Perhitung Laju Kegagalan Komponen section 6	29
Tabel 4. 7 Hasil SAIFI dan SAIDI menggunakan Microsoft Excel	31
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Keandalan pada Program Ms.Excel dan Matlab Sebelum Optimasi	32
Tabel 4. 9 Letak Terbaik Penempatan 1 Recloser	33
Tabel 4. 10 Letak Terbaik Penempatan 2 Recloser	35
Tabel 4. 11 Letak Terbaik Penempatan 3 Recloser	37
Tabel 4. 12 Letak Terbaik Penempatan 4 Recloser	38
Tabel 4. 13 Hasil perbandingan Nilai Indeks Sebelum Optimasi dan Setelah Optimasi Menggunakan Matlab 2019a dengan penempatan 3 Recloser.....	39
Tabel 4. 14 Hasil perbandingan Nilai Indeks Sebelum Optimasi dan Setelah Optimasi Menggunakan Matlab 2019a dengan penempatan 4 Recloser.....	39

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Falah, M. (2014). Optimal Recloser Placement by Binary Differential Evolutionary Algorithm to Improve Reliability of Distribution System. *International journal of Information, IJISSM*, 332-336.
- [2] Handayani, P., & Dkk. (2008). *Pemeliharaan dan Perbaikan Sistem Elektronika*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- [3] Tutupary, M., & Y., A. (2014). Aplikasi Algoritma Ant Colony System Dalam Penentuan Rute Optimum Distribusi BBM Pada PT. Burung Laut. *Jurnal ilmu matematika dan terapan*, 51-59.
- [4] Wahyu, T., Hartanto, D., & Prasetyo Y., W. (2004). *Analisis dan Desain Sistem Kontrol dengan MATLAB*. Yogyakarta : Andi.
- [5] D. Sebagai, S. Satu, S. Memperoleh, and G. Sarjana, "MENGUNAKAN SECTIONILIZER DENGAN METODE SECTION," 2021.
- [6] M. Bahri, "Analisa Penempatan Recloser dan Fuse Cut Out Terhadap Keandalan Sistem Tenaga Listrik Di jaringan Distribusi di PT. PLN (PERSERO) RAYON Rimo," *Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara Medan*, pp. 1-43, 2018.
- [7] J. T. Elektro, N. Bali, and B. Jimbaran, "ANALISIS POSISI RECLOSER TERHADAP KEANDALAN KINERJA PENYULANG SEMPIDI BERBASISKAN SOFTWARE ETAP POWERSTATION I Nengah Sunaya, I Gede Suputra Widharma, Made Sajayasa," vol. 17, no. 3, pp. 136-141, 2017.
- [8] G. P. Budi *et al.*, "ANALISA KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI PENYULANG KAMPUS DENGAN MENGGUNAKAN PENGGABUNGAN METODE SECTION TECKNIQUE DAN RIA," 2015.
- [9] A. Bayu, S. Handoko, and B. Winardi, "MENGUNAKAN ANT COLONY OPTIMIZATION (ACO)."
- [10] A. Senen, T. Ratnasari, and D. Anggaini, "Studi Perhitungan Indeks Keandalan Sistem Tenaga Listrik Menggunakan Graphical User Interface Matlab pada PT PLN (Persero) Rayon Kota Pinang," *Energi & Kelistrikan*, vol. 11, no. 2, pp. 138-148, Dec. 2019, doi: 10.33322/energi.v11i2.497.



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 : Mohammad Yahya
NIM : 201710130311117
Judul TA : Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV Pada Penyulang Karang Baru di PT PLN Persero – ULP Kuala Simpang Dengan Metode ACO (*Ant Colony Optimization*)

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiasi (%)	Hasil Cek Plagiasi (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	7%
2.	Bab 2 – Studi Pustaka	25 %	11%
3.	Bab 3 – Metodologi Penelitian	35 %	22%
4.	Bab 4 – Pengujian dan Analisis	15 %	2%
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	4%
6.	Publikasi Tugas Akhir	20 %	18%

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I,

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

Dosen Pembimbing II,

(Zulfatman, S.T., M.Eng., Ph.D.)