

ANALISA DAN OPTIMASI KOORDINASI *OVER CURRENT RELAY* (OCR) DI GARDU INDUK BULAKANDANG DENGAN MEMBANDINGKAN METODE *GENETIC ALGORITHM* (GA) DAN *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION* (PSO)

SKRIPSI

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



Disusun oleh:

VICO PRANDITYA FAJRY

201810130311111

PROGRAM STUDI ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

2023

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISA DAN OPTIMASI KOORDINASI *OVER CURRENT RELAY*
(OCR) DI GARDU INDUK BULUKANDANG DENGAN
MEMBANDINGKAN METODE *GENETIC ALGORITHM* (GA) DAN
PARTICLE SAWRM OPTIMIZATION (PSO)**

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

Disusun Oleh:

Vico Pranditya Fajry

201810130311111

Tanggal Ujian : 07 November 2023

Diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II


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


Machmud Effendy, S.T., M.Eng.
NIDN: 0715067402

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA DAN OPTIMASI KOORDINASI *OVER CURRENT RELAY*
(OCR) DI GARDU INDUK BULUKANDANG DENGAN
MEMBANDINGKAN METODE *GENETIC ALGORITHM* (GA) DAN
PARTICLE SAWRM OPTIMIZATION (PSO)**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana (S1)
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh :

Vico Pranditya Fajry
201810130311111

Tanggal Ujian : 07 November 2023
Periode Wisuda : 6

Disetujui Oleh :

1. **Dr. Ir. Ermanu A. Hakim, M.T.** (Pembimbing I)
NIDN: 0705056501

2. **Machmud Effendy, S.T., M.eng.** (Pembimbing II)
NIDN: 0715067402

3. **Ir. Diding Suhardi, M.T.** (Penguji I)
NIDN: 0706066501

4. **Khusnu Hidayat, S.T., M.T.** (Penguji II)
NIDN: 0723108202



Mengetahui
Pembimbing Program Studi

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

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Vico Pranditya Fajry
Tempat/Tgl Lahir : Tulungagung / 09 Juli 2000
NIM : 201810130311111
FAK./JUR. : TEKNIK/ELEKTRO

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir kami dengan judul “ **Analisa dan Optimasi Koordinasi *Over Current Relay* (OCR) di Gardu Induk Bulukandang dengan Membandingkan Metode *Genetic Algorithm* (GA) dan *Particle Swarm Optimization* (PSO).**” 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, November 2023
at Pernyataan



Vico Pranditya Fajry

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I


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

Dosen Pembimbing II


Dr. Machmud Effendy, S.T., M.Eng.
NIDN : 0715067402

ABSTRAK

Keandalan sistem yang optimal dan sedikit gangguan sangat dibutuhkan untuk penyaluran tenaga listrik dari pembangkit ke konsumen. Akan tetapi dalam pengoperasiannya gangguan masih sering terjadi, hubung singkat atau shot adalah salah satunya, Over Current Relay (OCR) adalah peralatan yang digunakan untuk mengatasi gangguan tersebut. Pada penelitian ini akan membahas optimasi untuk setting koordinasi relay OCR di Gardu Induk Bulukandang. Dengan menggunakan metode konvensional serta optimasi algoritma Genetic Algorithm dan Particle Swarm Optimization (PSO) yang nanti akan di bandingkan dan di analisa. Maksud dan tujuan penggunaan metode tersebut untuk memperoleh metode terbaik untuk koordinasi relay OCR, hasil perhitungan dengan menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) menjadi optimasi yang terbaik jika dibandingkan dengan kedua metode lainnya, didapat hasil CTI pada transformator 1 dan 2 masing-masing 0,28 s dan 0,36 s, sesuai dengan standard IEEE 212 tahun 2001.

Kata Kunci : *Koordinasi, Over Current Relay, Genetic Algorithm, Particle Swarm Optimization.*

ABSTRACT

Optimal system reliability with minimal disruptions is crucial for the distribution of electrical power from generators to consumers. However, disruptions, such as short circuits or faults, frequently occur during operation. Over Current Relay (OCR) is a device used to mitigate these disturbances. This study focuses on optimizing the coordination settings of OCR relays at the Bulukandang Substation. It involves using both conventional methods and optimization algorithms like Genetic Algorithm and Particle Swarm Optimization (PSO), which will be compared and analyzed. The purpose of employing these methods is to determine the best approach for OCR relay coordination. Calculations using the Particle Swarm Optimization (PSO) algorithm yield the most optimal results when compared to the other two methods. The obtained CTI (Clearance Time Index) for transformers 1 and 2 is 0.28 seconds and 0.36 seconds, respectively, in compliance with the IEEE 212 standard from 2001.

Keywords: *Coordinstion, Over Current Relay, Genetic Algorithm, Particle Swarm Optimization.*

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang selalu memberikan kemudahan dan petunjuk dalam pengerjaan tugas akhir ini.
2. Terutama kepada Kedua orang tua saya Alm. Bapak Suwarno S.Pd, dan Ibu Sriati yang telah sabar, selalu mendukung saya, dan terimakasih atas kerja kerasnya dalam membiayai saya hingga mendapat gelar sarjana.
3. Ketua Jurusan Teknik Elektro Bapak Khusnul Hidayat, S.T., M.T. dan Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Ibu Merinda Lestandy, S.Kom, M.T. beserta seluruh stafnya.
4. Bapak Dr.Ir. Ermanu A. Hakim, M.T dan Bapak Machmud Effendy, S.T., M.Eng, yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan TA, dan Seluruh Civitas Akademika (dosen, asisten, dan karyawan) Universitas Muhammadiyah Malang.
5. Sahabat yang sudah saya anggap keluarga sendiri selama saya diperantauan Niri Inisih, Bonek Irza, Imam Soleh, Sobat Angger, yang selalu mensupport dan menguatkan saya ketika saya sedang lelah dan malas dan selalu ada ketika saya membutuhkan sesosok teman bercerita.
6. Teman Kelas dan Teman Satu Angkatan 2018 Teknik Elektro yang selalu mendukung memberi semangat selama masa kuliah, serta teman-teman dekat, Kikih Jefrian Permadi, Ferdiansyah, Sulthon Deva Saputra, Daffa Ivandika Amartaputra, Rico Adhi Prasetyo, Wahyu Aji Prayoga, Yanuar Kurniawan, Mirza Hairunnisa, Pamila Yeni Liana, Syaidatus Sholihah yang berjuang bersama dalam mengerjakan tugas akhirnya masing-masing, yang selalu menjadi inspirasi, dan telah konsisten dalam pertemanan kita yang sudah 4 tahun lebih ini.
7. Semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala memberikan rahmat dan hidayah-Nya atas segala kebaikan dan semoga kita semua selalu dalam lindungan serta tuntunan-Nya.

KATA PENGANTAR

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

“ Analisa dan Optimasi Koordinasi *Over Current Relay* (OCR) di Gardu Induk Bulukandang dengan Membandingkan Metode *Genetic Algorithm* (GA) dan *Particle Swarm Optimization* (PSO)”

Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik di Universitas Muhammadiyah Malang, selain itu penulis berharap tugas akhir ini dapat memperluas pustaka dan pengetahuan utamanya dalam bidang elektronika dan informatika.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan ke depan.

Akhir kata semoga buku ini dapat bermanfaat di masa sekarang dan masa mendatang. Sebagai manusia yang tidak luput dari kesalahan, maka penulis mohon maaf apabila ada kekeliruan baik yang sengaja maupun yang tidak sengaja.

Malang, November 2023

Vico Pranditya Fajry

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	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.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Relay Proteksi Sistem Tenaga Listrik	5
2.2 Syarat Relay Proteksi	5
2.3 Relay Arus Lebih (<i>Over Current Relay</i>)	6
2.3.1 Relay Arus Lebih Seketika (<i>instantaneous</i>)	6
2.3.2 Relay Arus Lebih Tertentu (<i>definite time</i>).....	6
2.3.3 Relay Arus Lebih Waktu Berbanding Terbalik (<i>invers time</i>)	7
2.4 Full Load Ampere (FLA)	8
2.5 Gangguan Hubung Singkat (Short Circuit)	9
2.6 Setting Relay Arus Lebih (OCR)	9

2.7 Fungsi Objektif Serta Batasan Koordinasi Relay OCR.....	10
2.7.1 Fungsi Objektif Secara Umum	10
2.7.2 Coordination Time Interval (CTI)	10
2.7.3 Batasan TDS	11
2.7.4 Batasan Arus Pickup	11
2.7.5 Fungsi Objektif Baru	11
2.8 Genetic Algorithm (GA)	11
2.9 Particle Swarm Optimization (PSO)	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	14
3.1 Perancangan Sistem.....	14
3.2 Blok Diagram Model Sistem.....	15
3.3 Data Gardu Induk Bulukandang.....	16
3.3.1 Data SLD	16
3.3.2 Data Trafo.....	16
3.3.3 Data Relay OCR	17
3.4 Full Load Ampere (FLA)	19
3.5 Gangguan Hubung Singkat (Short Circuit).....	19
3.6 Perhitungan Setting Arus Pickup Pada Relay OCR	19
3.7 Perhitungan Time Dial Setting.....	20
3.8 Perhitungan Optimasi Genetic Algorithm.....	20
3.9 Perhitungan Optimasi Particle Swarm Optimization	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil Simulasi Sistem Kelistrikan Gardu Induk Bulukandang	24
4.2 Data Hasil Simulasi Arus Beban Maksimum (FLA).....	25
4.3 Data Hasil Simulasi Gangguan Arus Hubung Singkat Per-Bus.....	25
4.4 Perhitungan Setting Koordinasi OCR Konvensional	25
4.5 Karakteristik Koordinasi OCR Jika Gangguan Terjadi.....	28
4.6 Perhitungan Setting Koordinasi OCR Optimasi GA.....	34
4.7 Perhitungan Setting Koordinasi OCR Optimasi PSO	36
4.8 Perbandingan Perhitungan Setting OCR Tiap Metode.....	38

BAB V PENUTUP.....	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	45

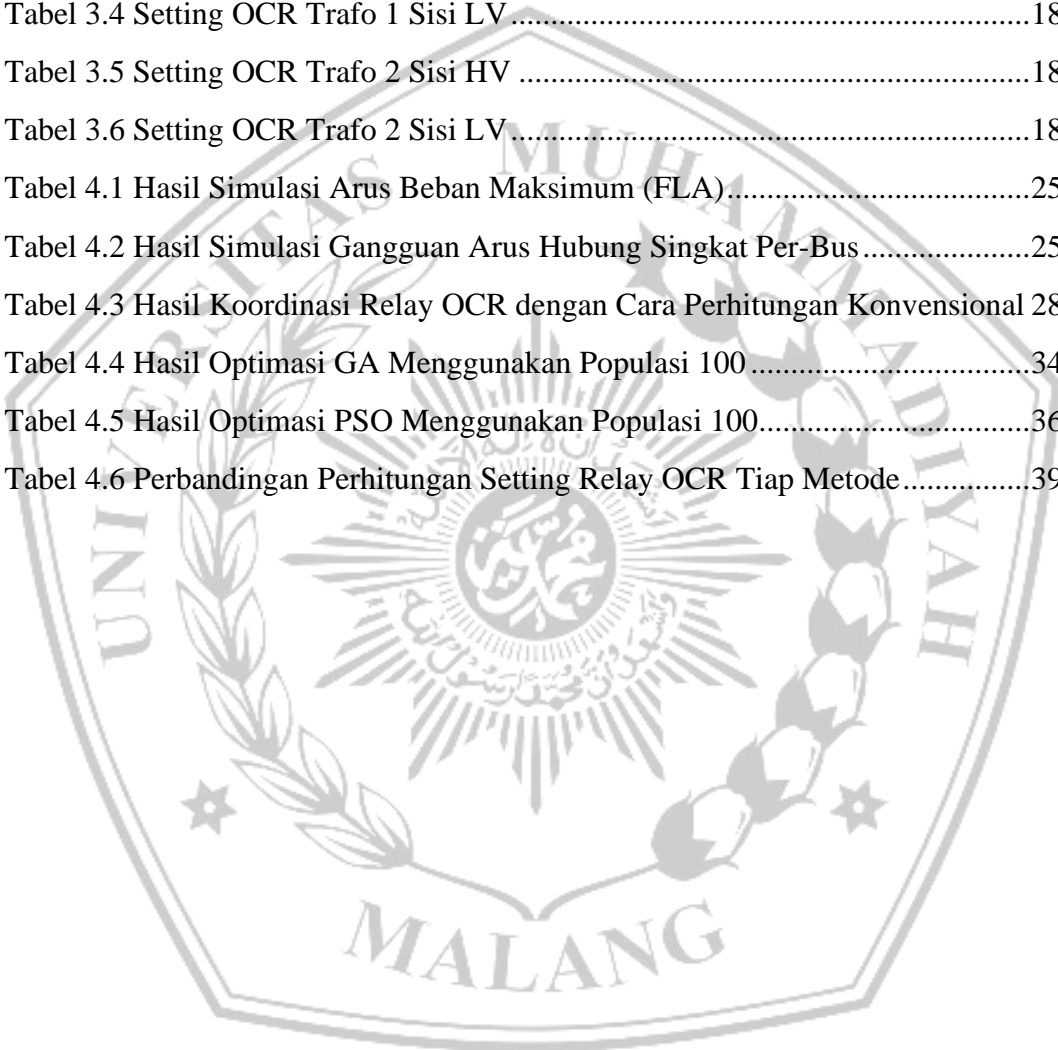


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kurva Karakteristik Lebih Sesaat	6
Gambar 2.2 Kurva Karakteristik Waktu Tertentu.....	7
Gambar 2.3 Kurva Karakteristik Waktu Berbanding Terbalik	7
Gambar 2.4 Kurva Karakteristik Invers dengan Beberapa Tipe	8
Gambar 2.5 Kurva Karakteristik Invers Definite Minimum Time	8
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian.....	14
Gambar 3.2 Diagram Blok Model Sistem Koordinasi Relay.....	15
Gambar 3.3 SLD Gardu Induk Bulukandang.....	16
Gambar 3.4 Flowchart Optimasi GA	20
Gambar 3.5 Flowchart Optimasi PSO.....	22
Gambar 4.1 SLD Gardu Induk Bulukandang dengan ETAP	24
Gambar 4.2 Simulasi Settingan Default Relay OCR Trafo 1 Terjadi Gangguan ..	29
Gambar 4.3 Grafik Settingan Default TCC Relay OCR Trafo 1	29
Gambar 4.4 Simulasi Settingan Default Relay OCR Trafo 2 Terjadi Gangguan ..	30
Gambar 4.5 Grafik Settingan Default TCC Relay OCR Trafo 2	31
Gambar 4.6 Simulasi Settingan Konven Relay OCR Trafo 1 Terjadi Gangguan..	31
Gambar 4.7 Grafik Settingan Konvensional TCC Relay OCR Trafo 1	32
Gambar 4.8 Simulasi Settingan Konven Relay OCR Trafo 2 Terjadi Gangguan..	33
Gambar 4.9 Grafik Settingan Konvensional TCC Relay OCR Trafo 2	33
Gambar 4.10 Grafik TCC Relay OCR Optimasi GA Trafo 1	35
Gambar 4.11 Grafik TCC Relay OCR Optimasi GA Trafo 2.....	36
Gambar 4.12 Grafik TCC Relay OCR Optimasi PSO Trafo 1	37
Gambar 4.13 Grafik TCC Relay OCR Optimasi PSO Trafo 2	38
Gambar 4.14 Kurva Konvergensi Optimasi GA dan PSO.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kurva Koefisien inverse Relay	10
Tabel 3.1 Data Trafo 1	16
Tabel 3.2 Data Trafo 2	17
Tabel 3.3 Setting OCR Trafo 1 Sisi HV	17
Tabel 3.4 Setting OCR Trafo 1 Sisi LV	18
Tabel 3.5 Setting OCR Trafo 2 Sisi HV	18
Tabel 3.6 Setting OCR Trafo 2 Sisi LV	18
Tabel 4.1 Hasil Simulasi Arus Beban Maksimum (FLA)	25
Tabel 4.2 Hasil Simulasi Gangguan Arus Hubung Singkat Per-Bus	25
Tabel 4.3 Hasil Koordinasi Relay OCR dengan Cara Perhitungan Konvensional	28
Tabel 4.4 Hasil Optimasi GA Menggunakan Populasi 100	34
Tabel 4.5 Hasil Optimasi PSO Menggunakan Populasi 100	36
Tabel 4.6 Perbandingan Perhitungan Setting Relay OCR Tiap Metode	39



DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Hajar¹, ; Muhammad, H. Pratama, T. Elektro, S. Tinggi, and T. Pln, “ANALISA NILAI SAIDI SAIFI SEBAGAI INDEKS KEANDALAN PENYEDIAAN TENAGA LISTRIK PADA PENYULANG CAHAYA PT. PLN (PERSERO) AREA CIPUTAT.”
- [2] M. M. Mansour, S. F. Mekhamer, and N. E. S. El-Kharbawe, “A modified particle swarm optimizer for the coordination of directional overcurrent relays,” *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 22, no. 3, pp. 1400–1410, 2007, doi: 10.1109/TPWRD.2007.899259.
- [3] M. A. Kahfi, D. Suhardi, I. Pakaya, K. Person, and M. A. Kahfi W Jl Raya Tlogomas, “KOORDINASI RELAY PROTEKSI OPTIMAL BERBASIS DIFFERENTIAL EVOLUTION ALGORITHM PADA GARDU INDUK I PABRIK INDARUNG VI PT.SEMEN PADANG SUMATERA BARAT,” 2018.
- [4] Musleh Ahmad, “OPTIMASI KOORDINASI RELAY PROTEKSI MENGGUNAKAN DUAL SIMPLEX METHOD TUGAS AKHIR,” 2018.
- [5] Faiqoh Elok, “ALGORITMA GENETIKA UNTUK OPTIMASIPARAMETER PADA SUPPORT VECTOR MACHINEDAN FUZZY SUPPORT VECTOR MACHINE: KASUS KLASIFIKASI DATA MICROARRAYKANKER KOLON,” *Repository Intitut Teknologi Sepuluh Nopember*, 2018.
- [6] F. M. Wildan, E. A. Hakim, and D. Suhardi, “Sistem Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Kontroler PID Berbasis Genetic Algorithm,” *Makalah dikirim 26 Februari*, vol. 1, no. 1, pp. 2503–2259, 2016.
- [7] Sateria Angga and Dwi Putra Indra, “Penggunaan Metode PSO Pada Optimasi Multirespon Gaya Tekan dan Momen Torsi Penggurdian Material Komposit GFRP Yang Ditumpuk Dengan Material Stainless Steel.”
- [8] L. Syafaah, D. Suhardi, and I. Pakaya, “Kontrol Proportional-Integral (PI) Optimal Pada Motor Servo DC Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO),” 2016.
- [9] M. Prambudi¹, M. Effendy², and E. A. Hakim³, “Analisa Perbandingan Pengaturan Frekuensi Pada PLTMH Dengan PID Berbasis PSO dan GA,” *JEECOM*, vol. 3, no. 2, 2021.
- [10] D. Suhardi, I. Pakaya, and M. A. Kahfi, “KOORDINASI RELAY PROTEKSI OPTIMAL BERBASIS DIFFERENTIAL EVOLUTION ALGORITHM PADA GARDU INDUK I PABRIK INDARUNG VI PT.SEMEN PADANG SUMATERA BARAT.”
- [11] A. Wadood, T. Khurshaid, S. G. Farkoush, J. Yu, C. H. Kim, and S. B. Rhee, “Nature-inspired whale optimization algorithm for optimal coordination of

- directional overcurrent relays in power systems,” *Energies (Basel)*, vol. 12, no. 12, 2019, doi: 10.3390/en12122297.
- [12] D. Sarkar, S. Kudkelwar, and D. Saha, “Optimal Coordination of Overcurrent Relay Using Crow Search Algorithm,” *Smart Science*, vol. 7, no. 4, pp. 282–297, Oct. 2019, doi: 10.1080/23080477.2019.1694802.
- [13] M. Sulaiman, Waseem, S. Muhammad, and A. Khan, “Improved Solutions for the Optimal Coordination of DOCRs Using Firefly Algorithm,” *Complexity*, vol. 2018, 2018, doi: 10.1155/2018/7039790.
- [14] F. Oktavian Suryaadmaja, S. Handoko, and B. Winardi, “EVALUASI KOORDINASI SETTING RELAY PROTEKSI OCR PADA JARINGAN TEGANGAN MENENGAH 20 kV PT APAC INTI CORPORA SEMARANG DENGAN ETAP 12.6.0.”
- [15] Erlangga Ramadhan Ega Yoga, “DESIGN OF OVER CURRENT RELAY SEPAM T20 CHARACTERISTIC TEST MODULE,” *POLBAN*.
- [16] S. Anisah, D. Putri Wardani, and F. Sains dan Tekhnologi, “ANALISA OVER CURRENT RELAY (OCR) PADA TRANSFORMATOR DAYA 60 MVA DENGAN SIMULASI MATLAB DI GARDU INDUK PAYA GELI”.
- [17] V. N. Rajput and K. S. Pandya, “A hybrid improved harmony search algorithm-nonlinear programming approach for optimal coordination of directional overcurrent relays including characteristic selection,” *International Journal of Power and Energy Conversion*, vol. 9, no. 3, p. 228, 2018, doi: 10.1504/ijpec.2018.092688.
- [18] Institute of Electrical and Electronics Engineers., IEEE Industry Applications Society. Industrial and Commercial Power Systems Department., IEEE Standards Board., and American National Standards Institute., *IEEE recommended practice for protection and coordination of industrial and commercial power systems*. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2001.
- [19] Setyaningrum Yulia, Prasetyono Suprihadi, and Setiawan Andi, “Optimasi Koordinasi Over Current Relay pada Trafo 60 MVA 150/20 kV dan Penyulang 20 kV Gumul Gardu Induk Banaran Berbasis Particle Swarm Optimization,” *Jurnal Arus Elektro Indonesia (JAEI)*, 2019.



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 : Vico Pranditya Fajry
NIM : 201810130311111
Judul TA : Analisa dan Optimasi Koordinasi *Over Current Relay* (OCR) di Gardu Induk Bulukandang dengan Membandingkan Metode *Genetic Algorithm* (GA) dan *Particle Swarm Optimization* (PSO).

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiasi (%)	Hasil Cek Plagiasi (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	8 %
2.	Bab 2 – Studi Pustaka	25 %	18 %
3.	Bab 3 – Metodologi Penelitian	35 %	8 %
4.	Bab 4 – Pengujian dan Analisis	15 %	5 %
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	5 %
6.	Publikasi Tugas Akhir	20 %	14 %

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I,

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

Dosen Pembimbing II,

(Dr. Machmud Effendy, S.T., M.Eng.)
NIDN. 0715067402