

TUGAS AKHIR

**ANALISA KINERJA RELAI PROTEKSI PADA SISTEM
PROTEKSI TRANSFORMATOR DAYA 60 MVA DI PT.
PLN (PERSERO) GARDU INDUK BUDURAN**



Disusun Oleh :

SYAHRIL TAUFIQ HIDAYAT

NBI : 1451900061

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2023**

TUGAS AKHIR

ANALISA KINERJA RELAI PROTEKSI PADA SISTEM PROTEKSI TRANSFORMATOR DAYA 60 MVA DI PT. PLN (PERSERO) GARDU INDUK BUDURAN



Disusun oleh :

SYAHRIL TAUFIQ HIDAYAT

1451900061

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2023**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Syahril Taufiq Hidayat
NBI : 1451900061
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISA KINERJA RELAI PROTEKSI
PADA SISTEM PROTEKSI TRANSFORMATOR
DAYA 60 MVA DI PT. PLN (PERSERO)
GARDU INDUK BUDURAN.

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2



Ir. Gatut Budiono, M.Sc.
NPP. 20450.89.0181



Reza Sarwo Widagdo, S.Tr.T.,MT.
NPP.20450220860

Mengetahui,

Dekan

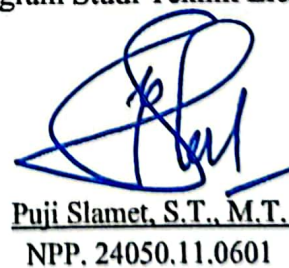
Ketua

Fakultas Teknik

Program Studi Teknik Elektro



Dr. Ili Sajiyo, M. Kes., IPU., ASEAN Eng.
NPP. 20410.90.0197



Puji Slamet, S.T., M.T.
NPP. 24050.11.0601

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Syahril Taufiq Hidayat

NBI : 1451900061

Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir yang berjudul:

“ANALISA KINERJA RELAI PROTEKSI PADA SISTEM PROTEKSI TRANSFORMATOR DAYA 60 MVA DI PT. PLN (PERSERO) GARDU INDUK BUDURAN.”

Adalah benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun yang dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar Pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 11 Juni 2023

Yang Menyatakan



Syahril Taufiq Hidayat

NBI. 1451900061



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI

Sebagai Civitas Akademika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Syahril Taufiq Hidayat
NBI/NPM : 1451900061
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*)**, atas karya saya yang berjudul:

“ANALISA KINERJA RELAI PROTEKSI PADA SISTEM PROTEKSI TRANSFORMATOR DAYA 60 MVA DI PT. PLN (PERSERO) GARDU INDUK BUDURAN”

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentukpangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan karya ilmiah selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 11 Juni 2023



Yang Menyatakan,

Syahril Taufiq Hidayat
NBI. 1451900061

ABSTRAK

Sistem proteksi yang terdapat pada relai OCR (*Over Current Relay*) dapat berguna sebagai sistem proteksi utama dan cadangan. Bisa disebut proteksi utama dikarenakan terjadinya gangguan hubung singkat terhadap penghantar, bisa disebut sebagai cadangan karena mengalami kegagalan dalam menerima arus gangguan hubung singkat. Untuk menyelesaikan perhitungan gangguan hubung singkat dan waktu kerja relai pada transformator daya 150 KV yaitu diketahui gangguan hubung singkat tiga fasa pada transformator 6, transformator 4 dan transformator 3 memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 2611,11 A (*Ampere*). Nilai setiap sisi primer pada transformator memiliki nilai yang sama yaitu 277,2 A (*Ampere*). Waktu perhitungan pada sistem kerja relai OCR (*Over Current Relay*) yaitu bernilai TD (*Time Dial*) pada transformator 6 adalah 0,86 detik, transformator 3 adalah 1,1 detik, transformator 4 adalah 0,3 detik dan waktu kinerja relai pada saat respons yaitu bernilai TMS (*Time Mean Square*) pada transformator 6 adalah 0,3, transformator 3 adalah 0,37, dan transformator 4 adalah 0,1 memiliki karakteristik yaitu *standart invers*

Kata Kunci: Relai OCR (Over Current Relay), TD (Time Dial), TMS (Time Mean Square)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah dengan segala rasa syukur mengucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala berkat, rahmat, dan hidayah-Nya yang telah melimpahkan kekuatan, bimbingan, serta kesempatan bagi saya untuk menyelesaikan penelitian dan menyusun tugas akhir ini, Tugas akhir dengan judul "**ANALISA KINERJA RELAI PROTEKSI PADA SISTEM PROTEKSI TRANSFORMATOR 60 MVA DI PT. PLN (PERSERO) DI GARDU INDUK BUDURAN**" ini dengan baik.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis tidak lepas dari kendala yang dihadapi seperti keterbatasan pengetahuan. Serta tidak lepas dari bantuan dan bimbingan serta dorongan dari semua pihak oleh karena penulis berterima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberi kelancaran, kemudahan dan hidayah nya untuk dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini sampai selesai.
2. Keluarga terutama kedua orang tua saya, Asbudi dan Dwi Anggrayati yang selalu mendukung dan mendokan serta memberikan semangat dan juga motivasi dalam proses penulisan tugas akhir hingga terselesainya tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes., IPU., ASEAN Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Puji Slamet, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Bapak Ir. Gatut Budiono., M. Sc. selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah banyak memberikan ilmu dan arahan kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Bapak Reza Sarwo Widagdo S.Tr.T., M.T. selaku Dosem Pembimbing 2 yang telah membimbing dalam proses perhitungan manual dan proses pembuatan simulasi dalam penyusunan tugas akhir ini.
7. Segenap dosen Fakultas Teknik Elektro yang telah mendidik saya dan memberikan ilmu selama kuliah serta seluruh staff dan karyawan tata usaha di Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah banyak mendukung dan membantu saya dari awal perkuliahan hingga ujian tugas akhir ini.
8. Bapak Teguh selaku SPV di PT. PLN Gardu Induk Buduran telah memberikan kesempatan serta mengarahkan kami selama pengambilan data penelitian di Gardu Induk Buduran.
9. Bapak S. Alim, Mas Didik Prasetyo, Mas Aby, Mas Akbar, dan Mas Jawi selaku pembimbing dilapangan selama pengambilan data berlangsung.
10. Seluruh teman-teman angkatan 2019 Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945.
11. Dan untuk semua pihak yang membantu yang tidak bisa saya ucapkan satu persatu.

Penulis menyadari di dalam penulisan terdapat kekurangan dan belum sempurna, untuk itu penulis membutuhkan saran dan kiritik guna untuk kesempurnaam tugas akhir ini. Penulis berharap semoga penulis tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Surabaya, 14 Juni 2023
Penulis

Syahril Taufiq Hidayat

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	2
1.6 Sistematik Penulisan.....	3
BAB II. DASAR TEORI.....	5
2.1 Penelitian Sebelumnya (<i>State of The Art</i>).....	5
2.2 Sistem Proteksi	6
2.3 Gangguan Dalam Suatu Sistem Kelistrikan.....	7
2.4 Gangguan Beban Berlebihan Pada Relai	8
2.5 Pengertian Relai.....	9
2.6 Fungsi Relai	10
2.7 Syarat – Syarat kinerja relai sebagai berikut:	11
2.7.1 Kecepatan.....	11
2.7.2 Selektif	12
2.7.3 Sensitif atau peka	13
2.7.4 Keandalan.....	13

2.8 Jenis Relai Berdasarkan Karakteristik Waktu	14
2.9 Pengertian Hubung Singkat	16
2.9.1 Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa.....	19
2.9.2 Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa	20
2.10 Pengertian Relai OCR (Over Current Relay).....	20
2.10.1 Prinsip Kerja Relai Arus Lebih (Over Current Relay)	21
2.10.2 Setting Waktu Arus Lebih (OCR).....	22
2.11 Transformator 150 KV.....	24
2.12 Perangkat Lunak ETAP	25
BAB III. METODE PENELITIAN	27
3.1 Metode Penelitian	27
3.2 Diagram Alir	27
3.3 Pengambilan Data.....	28
3.4 Langkah-langkah Perhitungan dan Analisa Penelitian	31
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Single Line Diagram / Wiring Gardu Induk Buduran	33
4.2 Hasil Simulasi ETAP Pada SLD PT. PLN (Persero) Buduran	34
4.3 Perhitungan Transformator 6	34
4.3.1 Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat	34
4.3.2 Menghitung Impedansi Sumber 150 KV.....	35
4.3.3 Menghitung Impedansi Transformator 150 KV	35
4.3.4 Menghitung Impedansi Transformator 150 KV	35
4.3.5 Menghitung Impedansi Ekuivalen Urutan Positif dan Negatif 150 KV...35	
4.3.6 Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat	36
4.3.7 Penyetelan Relai OCR (Over Current Relay).....	36
4.3.8 Penyetelan Waktu Relai OCR.....	37
4.4 Perhitungan Transformator 4	40
4.4.1 Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat	40
4.4.2 Menghitung Impedansi Sumber 150 KV.....	40
4.4.3 Menghitung Impedansi Transformator 150 KV	40

4.4.4 Menghitung Impedansi Transformator Urutan Positif dan Negatif	40
4.4.5 Menghitung Impedansi Ekuivalen Urutan Positif dan Negatif	41
4.4.6 Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat	41
4.4.7 Penyetelan Relai OCR (Over Current Relay).....	41
4.4.8 Penyetelan Waktu Relai OCR	42
4.5 Perhitungan Transformator 3	45
4.5.1 Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat	46
4.5.2 Menghitung Impedansi Sumber	46
4.5.3 Menghitung Impedansi Transformator 150 KV	46
4.5.4 Impedansi Transformator Urutan Positif dan Negatif	46
4.5.5 Impedansi Ekuivalen Urutan Positif dan Negatif.....	46
4.5.6 Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat	47
4.5.7 Penyetelan Relai OCR (Over Current Relay).....	47
4.5.8 Penyetelan Waktu Relai OCR	48
4.6 Hasil Simulasi Kurva Pada Perhitungan Waktu Relai OCR.....	51
BAB V. PENUTUP.....	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 1 Relai Proteksi OCR	11
Gambar 2 2 Relai Waktu Seketika (Instantaneous Relay)	15
Gambar 2 3 Relai Waktu Tertentu (Definite Time Relay)	15
Gambar 2 4 Relai Waktu Terbalik (Inverse Time).....	16
Gambar 2 5 Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa	19
Gambar 2 6 Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa	20
Gambar 2 7 Prinsip Kerja Relai OCR	22
Gambar 2 8 Simulasi ETAP	26
Gambar 3. 1 Flow Chart.....	27
Gambar 4. 1 SLD (Single Line Diagram) PLN.....	33
Gambar 4. 2 Hasil Simulasi ETAP.....	34
Gambar 4. 3 Setting Relai OCR Transformator 6.....	37
Gambar 4. 4 Hasil Gangguan Hubung Singkat Transformator 6.....	38
Gambar 4. 5 Sequence Transformator 6.....	38
Gambar 4. 6 Hasil Kurva Transformator 6.....	39
Gambar 4. 7 Setting Relai OCR Transformator 4.....	43
Gambar 4. 9 Sequence Transformator 4.....	44
Gambar 4. 8 Hasil Gangguan Hubung Singkat Transformator 4.....	44
Gambar 4. 10 Hasil Kurva Transformator 4.....	45
Gambar 4. 11 Setting Relai OCR Transformator 3.....	48
Gambar 4. 12 Hasil Gangguan Hubung Singkat Transformator 3.....	49
Gambar 4. 13 Sequence Transformator 3.....	49
Gambar 4. 14 Hasil Kurva Transformator 3.....	50
Gambar 4. 15 Hasil Kurva Transformator 3, 4 dan 6.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rumus Setting Waktu Relai OCR.....	23
Tabel 2. 2 Nilai Setting Waktu Relai OCR	23
Tabel 3. 1 Data Spesifikasi Transformator 6.....	28
Tabel 3. 2 Data Spesifikasi Transformator 4.....	28
Tabel 3. 3 Data Spesifikasi Transformator 3.....	29
Tabel 3. 4 Data Spesifikasi Relai Transformator 6	29
Tabel 3. 5 Data Spesifikasi Relai Transformator 4	29
Tabel 3.6 Data Relai Transformator 3	30
Tabel 3.7 Data Arus Hubung Singkat Transformator 6	30
Tabel 3.8 Data Arus Hubung Singkat Transformator 4	30
Tabel 3.9 Data Arus Hubung Singkat Transformator 3	31
Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Manual Semua Transformator	52