

# **TUGAS AKHIR**

**ANALISA KEGAGALAN *TRIP* PENYULANG  
LAKARSANTRI TRAFO 2 50 MVA  
DI GIS KARANGPILANG**



**Disusun Oleh :**

**FAHMI KADARISMAN  
NBI : 1451800049**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2022**

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

---

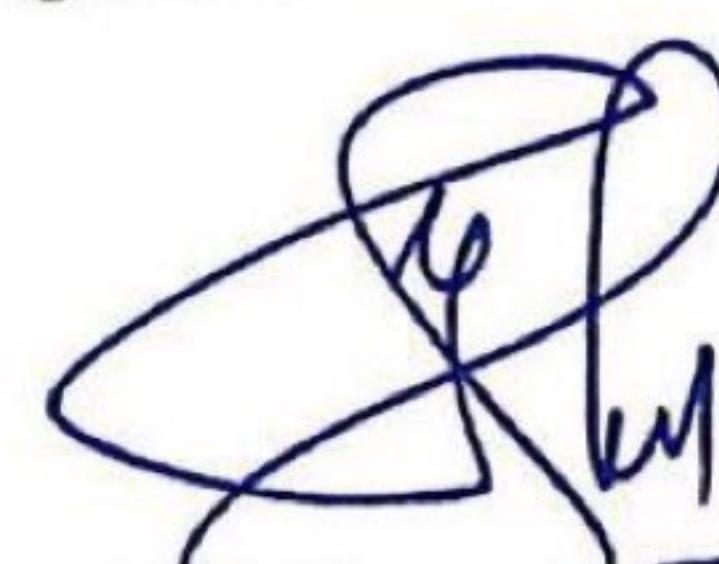
**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

NAMA : FAHMI KADARISMAN  
NBI : 1451800048  
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : ANALISA KEGAGALAN TRIP PENYULANG  
LAKARSANTRI TRAFO 2 50 MVA GIS  
KARANGPILANG

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing  
  
Ir. Hadi Tasmono, MT.  
NPP. 2045F.16.0709



Ketua  
Program Studi Teknik Elektro

  
Puji Slamet, ST, MT  
NPP. 20450.11.0601

## **LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : FAHMI KADARISMAN  
NBI : 1451800049  
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO

Menyatakan bahwa sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir yang berjudul:

### **“ANALISA KEGAGALAN TRIP PENYULANG LAKARSANTRI TARFO 2 50 MVA GIS KARANGPILANG”**

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, 27 Juli 2022



Fahmi Kadarisman  
NBI. 1451800049



LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : FAHMI KADARISMAN  
NBI/ NPM : 1451800049  
Fakultas : TEKNIK  
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO  
Jenis Karya : Skripsi/ Tesis/ Disertasi/ Laporan Penelitian/ Praktek\*

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

**“ANALISA KEGAGALAN TRIP PENYULANG LAKARSANTRI TRAFO 2 50 MVA GIS KARANGPILANG”**

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

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Pada tanggal : 27 Juli 2022



## **ABSTRAK**

### **ANALISA KEGAGALAN *TRIP* PENYULANG LAKARSANTRI TRAFO 2 50 MVA *GIS* KARANGPILANG**

Masalah yang terjadi pada sistem jaringan tegangan menengah adalah gangguan hubung singkat yaitu masih banyaknya komponen pengaman pada instalasi listrik tidak bekerja dengan baik. Kegagalan Trip dari peralatan pengamanan Penyulang 20 KV di gardu Induk ini mengakibatkan rele Proteksi *Incoming* 20 KV bekerja, dimana rele tersebut akan memerintahkan PMT Kubikel *Incoming* 20 KV *Open*. Trafo 2 disini sering mengalami kegagalan trip penyulang yang mengakibatkan kubikel sisi *incoming* mengalami trip. Pada 21 Juli 2019, penyulang Lakarsantri Gagal trip yang menyebabkan kubikel *Incoming* 20 KV Trafo 2 *Trip*. Berdasarkan kejadian tersebut akan dibahas bagaimana koordinasi rele antara *Incoming* dengan Penyulang Lakarantri dan Penyulang Wiyung sebagai perbandingan. serta kelayakan PMT 20 KV, dimana dengan hasil tersebut akan diketahui penyebab dari Tripnya kubikel *Incoming* 20 KV akibat dari kegagalan *Trip* Penyulang Lakarsantri. Dari hasil perhitungan manual waktu kerja rele Penyulang didapatkan waktu 0,41 s dengan waktu kerja *Incoming* 0,68 s dan berdasarkan data PLN 0,3 s disisi penyulang dengan 0,69 s disisi *Incoming* Trafo 2 dengan Arus gangguan 4500 A menunjukkan hasil yang baik. Pada simulasi gangguan hubung singkat menggunakan *Software Etap* 12.6 antara data perhitungan manual dan data PLN tidak jauh berbeda dimana waktu kerja rele penyulang 0,3 s lebih cepet dari pada waktu kerja *incoming* dengan waktu 0,7 s yang telah sesuai dengan penyetelan. Penyebab terjadinya *Trip Incoming* Trafo 2 disini disebabkan oleh Tahanan *Tripping coil* lemah dengan hasil uji keserempakan *Open* PMT  $\Delta t$  nya 0 ms, setelah dilakukan penggantian *Tripping Coil* hasil uji yang diperoleh untuk  $\Delta t$  sebesar 0,45s.

*Kata Kunci : Kegagalan Trip, Keserempakan PMT 20 KV, Koordinasi Settingan Rele*

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang tiada pernah berhenti mencerahkan rahmat dan kasih sayang-Nya kepada semesta alam. Tak lupa Sholawat Serta Salam untuk Nabi Muhammad SAW. Dengan kemudahan dan pertolongan Allah SWT, akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Kegagalan Trip Penyulang Lakarsantri Trafo 2 50 MVA Gis Karangpilang”.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari akan keterbatasan, kemampuan, dan pengetahuan penulis dalam penyusunan skripsi ini. Namun kesulitan tersebut dapat dibantu oleh beberapa pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan berupa tenaga dan pikiran. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada yang terhormat :

1. Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan kemudahan dalam pengerjaan skripsi ini
2. Ibuk dan Mbak, yang telah memberikan dukungan baik doa, materil, tenaga maupun waktu untuk membantu menyelesaikan pembuatan skripsi sampai selesai.
3. Bapak Dr. Ir. Sajiyo,M.Kes selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
4. Bapak Puji Slamet, ST.,MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro dan usulan tema dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Hadi Tasmono, MT selaku dosen pembimbing yang sudah membimbing penulis dengan baik dan sabar dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Seluruh dosen Teknik Elektro yang sudah membantu kelancaran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Rafi Sanjaya, Rustam Efendi, Martha Darma W dan Cahyo N sebagai teman baik yang sudah membantu dengan ikhlas dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
8. Seluruh teman-teman elektro angkatan 2018 yang sudah saling bahu membahu untuk bersama-sama menyelesaikan skripsi ini.
9. Seluruh teman-teman yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu karena banyaknya bantuan dari kalian.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, walaupun penulis telah berusaha dengan sebaik-baiknya. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan

guna penyempurnaan penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini. Penulis berharap agar Tugas Akhir ini bermanfaat dan dapat memperluas serta menambah pengetahuan bagi kita semua.

Surabaya, 27 Juli 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR .....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Kontribusi.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	2
BAB II LANDASAN TEORI .....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Kubikel Tegangan Menengah 20 KV .....	6
2.2.1 Jenis – Jenis Kubikel .....	6
2.2.2 Bagian – bagian Kontruksi Kubikel.....	7
2.3 Sistem Proteksi Distribusi Tenaga Listrik .....	7
2.3.1 Pengertian Sistem Proteksi .....	7
2.3.2 Tujuan Sistem Proteksi .....	7
2.4 Gangguan Hubung Singkat .....	8
2.5 Perhitungan Gangguan Hubung Singkat .....	9
2.5.1 Menghitung Impedansi .....	9
2.5.2 Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat .....	12
2.6 Rele Pengaman.....	14
2.6.1 Rele Arus Lebih (OCR) .....	14
2.6.2 Prinsip Kerja Rele Arus Lebih (OCR) .....	14
2.6.3 Jenis – jenis Rele Berdasarkan Karakteristik Waktu.....	14
2.6.4 Perhitungan <i>Setting Over Current Rele (OCR)</i> .....	17
2.7 Pemutus Tenaga (PMT) .....	18

2.7.1 Klasifikasi Pemutus Tenaga.....	18
2.8 Pengujian Peralatan.....	18
2.8.1 Tahanan Isolasi .....	19
2.8.2 Pengujian Tahanan Kontak .....	19
2.8.3 Pengujian Keserempakan.....	20
 BAB III METODELOGI PENELITIAN .....	21
3.1 Metode Penelitian .....	21
3.1.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	21
3.2 Diagram Alir.....	22
3.2.1 Pengumpulan Data.....	23
3.2.2 Pengolahan Data .....	26
3.3 Perhitungan dan Analisis .....	26
3.3.1 Perhitungan Impedansi .....	26
3.3.1.1 Perhitungan Impedansi Sumber.....	26
3.3.1.2 Perhitungan Reaktansi Trafo .....	27
3.3.1.3 Perhitungan Impedansi Penyulang .....	28
3.3.1.4 Perhitungan Impedansi Ekivalen .....	28
3.3.2 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat .....	28
3.3.2.1 Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa .....	28
3.3.2.2 Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa .....	29
3.3.3 Penyetelan Waktu Kerja Rele Jenis SI ( <i>Standard Inverse</i> ) .....	29
3.3.4 Perhitungan <i>Setting Over Current Relay (OCR)</i> .....	29
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	31
4.1 Analisa Kegagalan TrIp Penyulang Lakarsantri .....	31
4.2 Perhitungan Impedansi .....	31
4.2.1 Menghitung Impedansi Sumber .....	31
4.2.2 Menghitung Reaktansi Trafo .....	32
4.2.3 Menghitung Impedansi Penyulang.....	32
4.2.4 Menghitung Impedansi Ekivalen Jaringan .....	33
4.3 Menghitung Gangguan Hubung Singkat.....	34
4.3.1 Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa.....	34
4.3.2 Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa .....	35
4.4 Penyetelan Arus Rele Arus Lebih .....	38
4.4.1 Penyetelan Pada Sisi Penyulang .....	38
4.4.2 Penyetelan Pada Sisi <i>Incoming 20 KV</i> .....	39
4.5 Perhitungan Waktu Kerja Rele .....	41

4.6 Analisa Simulasi Waktu Kerja Rele Penyulang dan <i>Incoming</i> menggunakan <i>ETAP</i> .....	44
4.6.1 Pemodelan Sistem pada <i>Etap 12.6</i> .....	44
4.6.2 Hasil Simulasi Menggunakan <i>Etap 12.6</i> .....	45
4.6.2.1 Simulasi gangguan Berdasarkan Pemyetelan waktu kerja rele Data PLN .....	45
4.6.2.2 Simulasi gangguan Berdasarkan Pemyetelan waktu kerja rele Data PLN .....	49
4.7 Analisa Kelayakan Hasil Uji Pemutus Tengah (PMT).....	53
4.7.1 Pengujian Tahanan Isolasi .....	53
4.7.2 Pengujian Tahanan Kontak .....	54
4.7.3 Pengujian Keserempakan PMT ( <i>Breaker Analyzer</i> ).....	55
 BAB V PENUTUP .....	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN .....	59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kubikel 20 KV .....	6
Gambar 2.2 Sketsa Penyulang Lakarsantri .....	10
Gambar 2.3 Kurva Arus Waktu tertentu .....	15
Gambar 2.4 TCC <i>Inverse</i> .....	15
Gambar 2.5 Ilustrasi Kurva <i>Relay</i> waktu terbalik.....	16
Gambar 2.6 Kurva gabungan relay IDMT, tertentu dan instan.....	17
Gambar 2.7 Alat Uji Tahanan Isolasi .....	19
Gambar 2.8 Alat Uji Tahanan Kontak .....	19
Gambar 2.9 Alat Uji <i>Breaker Analyzer</i> .....	20
Gambar 3.1 <i>Event</i> Gangguan pada Rele <i>Incoming</i> .....	25
Gambar 3.2 <i>Event</i> Gangguan pada Rele Penyulang .....	36
Gambar 4.1 Grafik arus gangguan hubung singkat 3 fasa dan 2 fasa .....	37
Gambar 4.2 Grafik Koordinasi Waktu Kerja Rele Lakarsantri dan Trafo 2 .....	42
Gambar 4.3 Pemodelan Sistem di <i>Etap 12.6</i> .....	44
Gambar 4.4 Hasil simulasi penyulang Lakarsantri berdasarkan data PLN .....	45
Gambar 4.5 Kurva hasil simulasi gangguan hubung singkat penyulang Lakarsantri dengan Trafo 2 berdasarkan Data PLN .....	46
Gambar 4.6 Urutan pemutusan waktu kerja rele Lakarsantri berdasarkan data PLN .....	46
Gambar 4.7 Hasil simulasi penyulang Wiyung berdasarkan data PLN .....	47
Gambar 4.8 Kurva hasil simulasi gangguan hubung singkat penyulang Wiyung dengan Trafo 2 berdasarkan Data PLN.....	48
Gambar 4.9 Urutan pemutusan waktu kerja rele penyulang Wiyung Data PLN...	48
Gambar 4.10 Hasil simulasi penyulang Lakarsantri berdasarkan perhitungan Manual .....	49
Gambar 4.11 Kurva hasil simulasi gangguan hubung singkat penyulang Lakarsantri dengan Trafo 2 berdasarkan perhitungan Manual.....	50
Gambar 4.12 Urutan pemutusan waktu kerja rele Lakarsantri berdasarkan perhitungan Manual.....	50
Gambar 4.13 Hasil Simulasi penyulang Wiyung berdasarkan perhitungan Manual .....	51
Gambar 4.14 Kurva hasil simulasi gangguan hubung singkat Penyulang Wiyung dengan Trafo 2 berdasarkan perhitungan Manual.....	52

Gambar 4.15 Urutan pemutusan waktu kerja rele Wiyung berdasarkan perhitungan Manual .....	52
Gambar 4.16 Pengujian Tahanan Isolasi .....	53
Gambar 4.17 Pengujian Tahanan Kontak .....	54
Gambar 4.18 Pengujian Breaker Analyzer .....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konstanta <i>Inverse Time</i> Rele .....	16
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Tugas Akhir.....	21
Tabel 3.2 Jenis Penghantar di Penyulang Lakarsantri .....	24
Tabel 3.3 Impedansi Jenis Penghantar pada Penyulang Lakarsantri.....	24
Tabel 3.4 Data <i>Settingan</i> rele Penyulang dan <i>Incoming</i> .....	24
Tabel 4.1 Impedansi Penyulang urutan positif & negatif Lakarsantri .....	33
Tabel 4.2 Impedansi Penyulang urutan positif & negatif Wiyung.....	33
Tabel 4.3 Impedansi Ekivalen $Z_1 \text{ eq}$ ( $Z_2 \text{ eq}$ ) Penyulang Lakarsantri .....	34
Tabel 4.4 Impedansi Ekivalen $Z_1 \text{ eq}$ ( $Z_2 \text{ eq}$ ) Penyulang Wiyung .....	34
Tabel 4.5 Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa Penyulang Lakarsantri .....	35
Tabel 4.6 Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa Penyulang Wiyung.....	35
Tabel 4.7 Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa Penyulang Lakarsantri .....	36
Tabel 4.8 Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa Penyulang Lakarsantri .....	36
Tabel 4.9 <i>Setting</i> Waktu Kerja Rele dari PLN.....	40
Tabel 4.10 <i>Setting</i> Waktu Kerja Rele dari Perhitungan Manual .....	41
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan waktu kerja Rele Penyulang Lakarsantri dan <i>Incoming</i> .....	42
Tabel 4.12 Hasil Pengujian tahanan Isolasi PMT Penyulang Lakarsantri .....	54
Tabel 4.13 Hasil pengujian tahanan kontak PMT.....	55
Tabel 4.14 Hasil Uji Keserempakan PMT Sebelum Penggantian <i>Tripping Coil</i> ....	56
Tabel 4.15 Hasil Uji Keserempakan PMT setelah Penggantian <i>Tripping Coil</i> .....	56