

LAPORAN TUGAS AKHIR

**Analisa Pengaruh *Setting Relay OCR Terhadap Arc Flash* Pada Saat Terjadi
Short Circuit di Panel AK19 Substation Diesel
PT. Krakatau Daya Listrik**

Diajukan guna melengkapi sebagai syarat dalam
mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)



Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Maulana
NIM : 41420110052
Pembimbing : Sulistyono, S.T., M.M.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2022

HALAMAN PENGESAHAN

**Analisa Pengaruh *Setting Relay OCR* Terhadap *Arc Flash* Pada Saat Terjadi
Short Circuit di Panel AK19 Substation Diesel
PT. Krakatau Daya Listrik**



Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Maulana

NIM : 41420110052

Pogram Studi : Teknik Elektro

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir

(Sulistyono, S.T., M.M.)

Kaprodi Teknik Elektro

Koordinator Tugas Akhir

(Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng)

(Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, S.T., M.Sc.)

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Maulana
NIM : 41420110052
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisa Pengaruh Setting Relay OCR Terhadap Arc Flash Pada Saat Terjadi Short Circuit di Panel AK19 Substation Diesel PT. Krakatau Daya Listrik.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian Pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Jakarta, 16 Juli 2022

Penulis



(Muhammad Maulana)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan banyak berkah, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Analisa Pengaruh *Setting* Relay OCR Terhadap Gangguan *Arc Flash* Pada Saat Terjadinya *Short Circuit* di panel AK 19 Substation Diesel PT. Krakatau Daya Listrik” dengan lancar.

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (SI) di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana. Keberhasilan dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu pada kesempatan ini dengan kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Eko Ihsanto, M. Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.
2. Bapak Sulistyono, S.T., M.M. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dan memberikan masukan yang sangat penting dalam penyusunan laporan ini.
3. Bapak M. Hafidz Ibnu Hajar, S.T., M.Sc. selaku Koordinator Tugas Akhir yang telah memberikan arahan terkait jalannya pelaksanaan Tugas Akhir ini dengan baik.
4. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan terbaik secara moril maupun materil.
5. Seluruh dosen dan staf pegawai Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.
6. Seluruh pegawai dan karyawan di PT. Krakatau Daya Listrik yang telah memberikan izin dalam pengambilan data serta dukungan berupa saran dan masukan kepada penulis dalam penyusunan laporan ini.

7. Sahabat, teman-teman, dan tunangan penulis Rizka Faliria Nandini yang telah menjadi *support system* terbaik bagi penulis.
8. Segala pihak yang telah memberikan banyak do'a dan dukungan selama pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan dan penulisan laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk dijadikan evaluasi bagi penulis di masa yang akan datang. Akhir kata penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan menambah sedikit ilmu dan pengetahuan bagi pembaca.

Jakarta, 14 Juli 2022

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL COVER	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR PERSAMAAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Sistem Proteksi.....	6
2.2.1 Trafo Instrumen.....	7
2.2.2 Relay.....	7
2.2.3 Circuit Breaker.....	8
2.2.4 Koordinasi Relay Proteksi.....	9
2.3 Gangguan Hubung Singkat.....	12
2.3.1 Komponen Simetris.....	13
2.3.2 Impedansi Urutan Positif Jaringan.....	13
2.3.3 Jenis Gangguan Hubung Singkat.....	15

2.4	Busur Api.....	18
2.4.1	Perhitungan Energi Busur Api Berdasarkan Standar IEEE 1584-2002.....	20
2.4.2	Metode Lee (<i>Lee Method</i>).....	23
2.4.3	Jarak Aman Pelindung (<i>Flash Protection Boundary</i>).....	24
2.4.4	Pengelompokan Tingkatan Energi Busur Api (<i>Arc Flash</i>) Terhadap PPE (<i>Personal Protection Equipment</i>)	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Diagram Alir.....	28
3.2	Perancangan Simulasi.....	29
3.3	Data Teknis.....	30
BAB IV PEMBAHASAN		
4.1	Perhitungan Arus Hubung Singkat 3 Fasa dan Arus Arching	35
4.2	Energi <i>Arc Flash</i>	36
4.2.1	Energi <i>Arc Flash</i> Berdasarkan Perhitungan.....	37
4.2.2	Perhitungan Jarak Batas Perlindungan.....	37
4.2.3	Hasil Analisa Berdasarkan Aplikasi ETAP 19	37
4.3	Analisa Energi <i>Arc Flash</i> Berdasarkan FCT Set Relay	38
4.4	<i>Hazard Risk Category</i> (HRC) dan <i>Personal Protective Equipment</i> (PPE) Yang digunakan berdasarkan standar NFPA 70E 2018	39
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	41
5.2	Saran	42
DAFTAR PUSTAKA		xiii
LAMPIRAN.....		xv

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Trafo Instrumen CT & VT	7
Gambar 2.2 <i>Relay Protection</i>	8
Gambar 2.3 <i>Circuit Breaker</i>	9
Gambar 2.4 Gangguan Hubung Singkat 1 <i>Phase</i> ke Tanah	16
Gambar 2.5 Gangguan Hubung Singkat 2 <i>Phase</i>	17
Gambar 2.6 Gangguan Hubung Singkat 3 <i>Phase</i>	17
Gambar 2.7 Ilustrasi <i>Arch Flash</i>	19
Gambar 2.8 <i>Flash Protection Boundaries</i>	24
Gambar 2.9 Ilustrasi Pakaian Safety Berdasarkan NFPA 70E	27
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3.2 Rancangan Simulasi pada <i>Etap Power Station</i>	30
Gambar 3.3 Simbol Permodelan Power Grid	31
Gambar 3.4 Simbol Permodelan Tranformator	31
Gambar 3.5 Simbol Saluran Kabel	32
Gambar 3.6 Simbol Permodelan Load	32
Gambar 3.7 Simbol Permodelan <i>Circuit Breaker</i>	33
Gambar 3.8 Simbol Permodelan Relay	33
Gambar 4.1 Logo Tanda Bahaya Arc Flash AK19 by ETAP 19.0	38
Gambar 4.2 Diagram <i>Arc Flash Boundary</i> by ETAP 19.0	38
Gambar 4.3 Kurva Analisa Setting Waktu Terhadap Gangguan <i>Arc Flash</i>	39

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Kurva Waktu Inverse	11
Tabel 2.2 <i>Coordination Time Interval</i>	12
Tabel 2.3 Tabel Data Jarak Celah Bus (Jarak Bus)	21
Tabel 2.4 Tabel Data Perhitungan Insiden Energi	22
Tabel 2.5 Tabel Kategori Personal Protective Equipment	23
Tabel 2.6 Personal Protective Equipment	26
Tabel 3.1 Data Teknis Power Grid	31
Tabel 3.2 Data Teknis Transformator	32
Tabel 3.3 Data Teknis Saluran Kabel	32
Tabel 3.4 Data Teknis Beban	33
Tabel 3.5 Data Teknis <i>Circuit Breaker</i>	33
Tabel 3.6 Data Teknis Relay	34
Tabel 4.1 Hasil Analisa dari ETAP 19	37
Tabel 4.2 Analisa Setting Waktu (Time Set Relay) Terhadap Gangguan <i>Arc Flash</i>	38
Tabel 4.3 Kelompok Pakaian Safety Berdasarkan HRC dan PPE	39

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1	Nilai Arus Setting	11
Persamaan 2.2	Waktu Kerja Relay	11
Persamaan 2.3	Reaktansi Primer	13
Persamaan 2.4	Reaktansi Sekunder	14
Persamaan 2.5	Reaktansi Trafo 100%	14
Persamaan 2.6	Reaktansi Urutan Positif Negatif	14
Persamaan 2.7	Impedansi Urutan Positif Penyulang	15
Persamaan 2.8	Impedansi Urutan Positif Ekuivalen	15
Persamaan 2.9	Gangguan 1 Fasa ke Tanah	16
Persamaan 2.10	Gangguan 2 Fasa	17
Persamaan 2.11	Gangguan 3 Fasa	18
Persamaan 2.12	Arus <i>Arching Fault</i> <1 kV	20
Persamaan 2.13	Arus <i>Arching Fault</i> 1-15 kV	20
Persamaan 2.14	Turunan Arus <i>arching fault</i> 1-15 kV	20
Persamaan 2.15	Insiden Energi	20
Persamaan 2.16	Insiden Energi Berdasarkan IEEE 1584-2002	21
Persamaan 2.17	Turunan Persamaan 2.16	21
Persamaan 2.18	Insiden Energi Berdasarkan Metode Lee	22
Persamaan 2.19	Insiden Energi Berdasarkan Metode Lee	23
Persamaan 2.20	<i>Flash Protection Boundary</i> Berdasarkan IEEE 1584-2002	24
Persamaan 2.21	<i>Flash Protection Boundary</i> Berdasarkan Metode Lee	25