

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
INTISARI.....	xiv
<i>Abstract</i> .....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Tugas Akhir .....	3
1.5 Metodologi .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
1.7 Relevansi .....	5
BAB 2 KOORDINASI PROTEKSI DAN BUSUR API LISTRIK SISTEM   KELISTRIKAN TENAGA LISTRIK .....	7
2.1 Gangguan yang Diamankan Pengaman Arus Lebih.....	8
2.1.1 Gangguan Beban Lebih .....	8
2.1.2 Gangguan Hubung Singkat.....	9
2.2 Perhitungan Arus Hubung Singkat .....	9
2.3 Rele Arus Lebih ( <i>Over Current Relay</i> ) .....	11
2.3.1 Rele Arus Lebih Waktu Tertentu.....	11
2.3.1 Rele Arus Lebih Waktu Invers .....	12
2.3.1 Rele Arus Lebih Waktu <i>Instant</i> .....	14
2.4 Penyetelan Rele Arus Lebih untuk Gangguan Fasa .....	15
2.4.1 <i>Setting</i> Rele Arus Lebih Waktu Invers .....	15
2.4.2 <i>Setting</i> Rele Arus Lebih Waktu <i>Instant</i> .....	16
2.5 Pengertian Busur Api Lisrik ( <i>Arc Flash</i> ) .....	16

2.6 Perhitungan <i>Arcing current</i> Berdasarkan IEEE Std 1584-2002 .....	18
2.7 Perhitungan <i>Incident Energy</i> Berdasarkan IEEE Std 1584-2002 .....	19
2.8 <i>Flash Protection Boundary</i> .....	23
2.4.1 Perhitungan <i>Flash Protection Boundary</i> Berdasarkan IEEE Std 1584-2002.....	24
2.9 Pengelompokkan Kategori Energi Busur Api dengan Perlengkapan Keselamatan Diri sesuai Standar NFPA 70E .....	25
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b> .....	29
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	29
3.2 Sumber Data .....	30
3.3 Objek Penelitian .....	30
3.3.1 Sistem Kelistrikan.....	30
3.3.2 Kapasitas Pembangkitan dan Total Pembebanan .....	31
3.3.3 Sistem Distribusi di PT. Pertamina RU IV Cilacap.....	33
3.3.4 Sistem Pengaman.....	36
3.4 Pemodelan dan Input Data .....	41
3.4.1 Representasi Sistem Tenaga Listrik.....	41
3.4.2 <i>Setting OCR (Over Current Relay)</i> .....	42
<b>BAB 4 HASIL DAN ANALISIS SIMULASI KOORDINASI dan ARC FLASH di PT. PERTAMINA (PERSERO) RU IV</b> .....	47
4.1 Pemodelan Sistem Kelistrikan di PT. Pertamina (Persero) RU IV .....	47
4.2 Analisis Sistem Eksisting Pengaman.....	48
4.2.1 <i>Setting</i> Koordinasi Sistem Pengaman Eksisting Tipikal 1 .....	50
4.2.2 <i>Setting</i> Koordinasi Sistem Pengaman Eksisting Tipikal 2 .....	62
4.2.3 <i>Setting</i> Koordinasi Sistem Pengaman Eksisting Tipikal 3 .....	74
4.3 <i>Resetting</i> Sistem Koordinasi Pengaman Eksisting.....	85
4.3.1 <i>Setting</i> Koordinasi Sistem Pengaman <i>Resetting</i> Tipikal 1 .....	85
4.3.2 <i>Setting</i> Koordinasi Sistem Pengaman <i>Resetting</i> Tipikal 2 .....	102
4.3.3 <i>Setting</i> Koordinasi Sistem Pengaman <i>Resetting</i> Tipikal 3 .....	120
4.4 Analisis <i>Arc Flash</i> kondisi <i>Resetting</i> .....	139
4.4.1 Analisis <i>Arc Flash</i> Kondisi <i>Resetting</i> tipikal 1.....	140
4.4.2 Analisis <i>Arc Flash</i> Kondisi <i>Resetting</i> tipikal 2.....	142
4.4.3 Analisis <i>Arc Flash</i> Kondisi <i>Resetting</i> tipikal 3.....	144



4.5 Perhitungan <i>Arcing Current</i> , <i>Incident Energy</i> , dan <i>Flash Protection</i> <i>Boundary Kondisi Resetting</i> .....	146
BAB 5 PENUTUP .....	152
5.1 Kesimpulan.....	152
5.2 Saran .....	153
DAFTAR PUSTAKA .....	154

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Distance x factor</i> untuk peralatan dan kelas tegangan .....	21
Tabel 2.2 <i>Typical Bus Gaps</i> .....	22
Tabel 2.3 <i>Typical working distance</i> .....	22
Tabel 2.4 NFPA 70E kategori <i>arc flash</i> .....	25
Tabel 2.5 Peralatan pelindung diri untuk kategori 1 .....	27
Tabel 2.6 Peralatan pelindung diri untuk kategori 2 .....	27
Tabel 2.7 Peralatan pelindung diri untuk kategori 3 dan 4.....	28
Tabel 3.1 Jumlah Total Pembangkitan .....	31
Tabel 3.2 Jumlah Total Pembebanan.....	32
Tabel 3.3 Data kapasitas <i>Tie Transformer</i> .....	34
Tabel 3.4 Data Transformator Distribusi pada bus 50EE501 .....	34
Tabel 3.5 Simbol ANSI untuk representasi tenaga listrik .....	41
Tabel 4.1 Data setelan rele saat kondisi eksisting tipikal 1.....	52
Tabel 4.2 Data setelan rele saat kondisi eksisting tipikal 2.....	62
Tabel 4.3 Data setelan rele saat kondisi eksisting tipikal 3.....	74
Tabel 4.4 Data setelan rele saat kondisi <i>resetting</i> tipikal 1 .....	86
Tabel 4.5 Data setelan rele saat kondisi <i>resetting</i> tipikal 2 .....	102
Tabel 4.6 Data setelan rele saat kondisi <i>resetting</i> tipikal 3 .....	120
Tabel 4.7 Hasil simulasi <i>arc flash</i> pada sistem pengaman <i>resetting</i> tipikal 1 .....	140
Tabel 4.8 Hasil simulasi <i>arc flash</i> pada sistem pengaman <i>resetting</i> tipikal 2.....	143
Tabel 4.9 Hasil simulasi <i>arc flash</i> pada sistem pengaman <i>resetting</i> tipikal 3.....	145
Tabel 4.10 <i>Bolted fault current</i> .....	147

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Karakteristik rele arus lebih waktu tertentu .....	12
Gambar 2.2 Karakteristik <i>standard inverse</i> , <i>very inverse</i> dan <i>extremely inverse</i> .....	13
Gambar 2.3 Karakteristik rele arus lebih <i>instant</i> .....	14
Gambar 2.4 Kombinasi IDMT dengan rele arus lebih waktu instan .....	14
Gambar 2.5 Ilustrasi Batas Aman dari Konduktor Bertegangan .....	23
Gambar 2.6 Klasifikasi Alat Perlindungan Diri Berdasarkan Kategori bahaya .....	28
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	29
Gambar 3.2 Sistem Kelistrikan Eksisting PT. Pertamina RU IV Cilacap .....	31
Gambar 3.3 <i>Secondary Distribution System</i> 13,8 kV/3,45 kV ; 3,45 kV/400 V .....	35
Gambar 3.4 Koordinasi tipikal 1.....	39
Gambar 3.5 Koordinasi tipikal 2.....	40
Gambar 3.6 Koordinasi tipikal 3.....	40
Gambar 3.7 rangkaian OCR, CB, dan CT .....	42
Gambar 3.8 <i>Setting</i> OCR .....	43
Gambar 3.9 <i>Setting</i> HVCB .....	44
Gambar 3.10 <i>Setting</i> LVCB .....	45
Gambar 3.11 <i>Setting arc flash</i> .....	46
Gambar 4.1 <i>Single Line Diagram</i> pengaman eksisting tipikal 1.....	51
Gambar 4.2 <i>Single Line Diagram</i> pengaman eksisting tipikal 1a.....	55
Gambar 4.3 <i>Single Line Diagram</i> pengaman eksisting tipikal 1b.....	55
Gambar 4.4 Hasil plot Kurva Kerja Pengaman Eksisting Tipikal 1a .....	56
Gambar 4.5 Hasil plot Kurva Kerja Pengaman Eksisting Tipikal 1b .....	59
Gambar 4.6 <i>Single Line Diagram</i> pengaman eksisting tipikal 1c .....	60
Gambar 4.7 Hasil plot Kurva Kerja Pengaman Eksisting Tipikal 1c .....	61
Gambar 4.8 <i>Single Line Diagram</i> pengaman eksisting tipikal 2a .....	64
Gambar 4.9 <i>Single Line Diagram</i> pengaman eksisting tipikal 2.....	65
Gambar 4.10 Hasil plot Kurva Kerja Pengaman Eksisting Tipikal 2a .....	67

Gambar 4.11 <i>Single Line Diagram</i> pengaman eksisting tipikal 2b.....	69
Gambar 4.12 <i>Single Line Diagram</i> pengaman eksisting tipikal 2c .....	69
Gambar 4.13 Hasil plot Kurva Kerja Pengaman Eksisting Tipikal 2b .....	70
Gambar 4.14 Hasil plot Kurva Kerja Pengaman Eksisting Tipikal 2c .....	73
Gambar 4.15 <i>Single Line Diagram</i> pengaman eksisting tipikal 3a.....	76
Gambar 4.16 <i>Single Line Diagram</i> pengaman eksisting tipikal 3.....	77
Gambar 4.17 Hasil plot Kurva Kerja Pengaman Eksisting Tipikal 3a .....	78
Gambar 4.18 <i>Single Line Diagram</i> pengaman eksisting tipikal 3b.....	81
Gambar 4.19 <i>Single Line Diagram</i> pengaman eksisting tipikal 3c .....	82
Gambar 4.20 Hasil plot Kurva Kerja Pengaman Eksisting Tipikal 3b .....	83
Gambar 4.21 Hasil plot Kurva Kerja Pengaman Eksisting Tipikal 3c .....	84
Gambar 4.22 <i>Single Line Diagram</i> pengaman <i>resetting</i> tipikal 1.....	88
Gambar 4.23 <i>Single Line Diagram</i> pengaman <i>resetting</i> tipikal 1a.....	90
Gambar 4.24 Hasil plot Kurva Kerja Pengaman <i>resetting</i> Tipikal 1a .....	91
Gambar 4.25 <i>Single Line Diagram</i> pengaman <i>resetting</i> tipikal 1b .....	92
Gambar 4.26 Hasil plot Kurva Kerja Pengaman <i>resetting</i> Tipikal 1b .....	94
Gambar 4.27 <i>Single Line Diagram</i> pengaman <i>resetting</i> tipikal 1c.....	97
Gambar 4.28 Hasil plot Kurva Kerja Pengaman <i>resetting</i> Tipikal 1c.....	98
Gambar 4.29 <i>Single Line Diagram</i> pengaman <i>resetting</i> tipikal 2a.....	104
Gambar 4.30 <i>Single Line Diagram</i> pengaman <i>resetting</i> tipikal 2.....	105
Gambar 4.31 Hasil plot Kurva Kerja Pengaman <i>resetting</i> Tipikal 2a.....	107
Gambar 4.32 <i>Single Line Diagram</i> pengaman <i>resetting</i> tipikal 2b .....	110
Gambar 4.33 Hasil plot Kurva Kerja Pengaman <i>resetting</i> Tipikal 2b .....	113
Gambar 4.34 <i>Single Line Diagram</i> pengaman <i>resetting</i> tipikal 2c.....	114
Gambar 4.35 Hasil plot Kurva Kerja Pengaman <i>resetting</i> Tipikal 2c.....	115
Gambar 4.36 <i>Single Line Diagram</i> pengaman <i>resetting</i> tipikal 3.....	123
Gambar 4.37 <i>Single Line Diagram</i> pengaman <i>resetting</i> tipikal 3a.....	124
Gambar 4.38 Hasil plot Kurva Kerja Pengaman <i>resetting</i> Tipikal 3a.....	125



Gambar 4.39 <i>Single Line Diagram</i> pengaman <i>resetting</i> tipikal 3b .....	129
Gambar 4.40 Hasil plot Kurva Kerja Pengaman <i>resetting</i> Tipikal 3b .....	130
Gambar 4.41 <i>Single Line Diagram</i> pengaman <i>resetting</i> tipikal 3c.....	134
Gambar 4.42 Hasil plot Kurva Kerja Pengaman <i>resetting</i> Tipikal 3c.....	135
Gambar 4.43 Label bahaya <i>arc flash</i> pada bus 05EE0101B .....	142