

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN MENYERAHKAN HAK MILIK ATAS TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-4
1.3 Tujuan Penelitian	I-4
1.4 Manfaat Penelitian	I-5
1.5 Batasan Penelitian	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Sistem Tenaga Listrik	II-1
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap	II-2
2.3 Sistem Proteksi	II-3
2.3.1 Fungsi Sistem Proteksi	II-5
2.3.2 Pembagian daerah proteksi	II-6

2.4	Gangguan Sistem Tenaga Listrik.....	II-7
2.5	Komponen Simetris.....	II-9
2.6	Gangguan Hubung Singkat.....	II-15
2.6.1	Klasifikasi Gangguan Hubung Singkat.....	II-16
2.6.1.1	Gangguan Hubung Singkat Satu <i>Phase</i> Ke Tanah	II-16
2.6.1.2	Gangguan Hungbung Singkat Dua <i>Phase</i>	II-19
2.6.1.3	Gangguan Hubung Singkat Dua <i>Phase</i> ke Tanah.....	II-23
2.6.1.4	Gangguan Hubung Singkat Tiga <i>Phase</i>	II-27
2.6.2	Impedansi.....	II-30
2.6.3	Sistem Per Unit	II-32
2.6.4	Daya Hubung Singkat.....	II-34
2.7	Komponen Proteksi Sistem Tenaga Listrik	II-35
2.7.1	Transformator	II-35
2.7.1.1	Impedansi Transformator.....	II-35
2.7.1.2	Reaktansi Transformator	II-36
2.7.2	<i>Current Transformator</i> (CT) dan Potensial Transpormator (PT) ...	II-36
2.7.3	<i>Relay</i> Proteksi	II-37
2.7.4	Pemutus Tenaga	II-38
2.8	Motor Induksi	II-38
2.8.1	Starting Motor.....	II-39
2.8.2	Rangkaian Star Delta	II-40
2.9	Impedansi Sumber.....	II-41
2.10	Impedansi Beban	II-41
2.11	Over Current <i>Relay</i>	II-42
2.11.1	Jenis Overcurrent <i>Relay</i> Berdasarkan Karakteristik Waktu	II-43
2.11.1.1	<i>Relay</i> Arus Lebih Sesaat (<i>Instantaneous Relay</i>)	II-43
2.11.1.2	<i>Relay</i> arus lebih waktu tertentu (<i>Definite Time Relay</i>).....	II-44
2.11.1.3	<i>Relay</i> Arus Lebih <i>Inverse</i> (<i>Inverse time Relay</i>).....	II-45
2.11.2	Setting Over Current <i>Relay</i>	II-45

2.12	Koordinasi Proteksi	II-49
2.12.1	Konsep Koordinasi Proteksi.....	II-49
2.12.2	Metode Koordinasi Proteksi.....	II-50
2.12.3	Indikator – Indikator Koordinasi Proteksi.....	II-51
2.12.4	<i>Time Current Characteristic (TCC) Curve</i>	II-52
2.13	Standar IEC 60255 dan IEEE 242-2001.....	II-53
2.13.1	Standar IEC 60255	II-53
2.13.2	IEEE 242-2001.....	II-54
2.14	Data <i>Exsisting</i>	II-55
2.14.1	Data Single Line Diagram Unit 2.....	II-55
2.14.2	Data Generator	II-55
2.14.3	Data Transformator	II-56
2.14.4	Data <i>Current Transformer</i>	II-57
2.14.5	Data Penghantar	II-57
2.14.6	Data Pembebanan.....	II-59
2.14.7	Data Setting <i>Relay</i>	II-65
2.15	Penelitian Terkait dan Kebaruan Penelitian.....	II-68
BAB III METODE PENELITIAN		III-1
3.1	Flowchart Penelitian	III-1
3.1.1	Observasi dan Analisis Masalah	III-2
3.1.2	Studi Literatur.....	III-2
3.1.3	Pengumpulan Data, Validasi data dan Pengolahan Data	III-3
3.1.4	Permodelan Single Line Diagram.....	III-3
3.1.5	Perhitungan Manual Short Circuit dan Perhitungan Setting OCR ..	III-3
3.1.6	Simulasi <i>Short Circuit</i>	III-4
3.1.7	Setting <i>Relay</i>	III-4
3.1.8	Star Protective Devince Coordination	III-5
3.1.9	Koordinasi <i>Relay</i> Proteksi OCR	III-5
3.1.10	Kesimpulan dan Saran.....	III-6

3.2	<i>Software</i> Etap 19.0.1 <i>Power station</i>	III-6
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian	III-9
3.3.1	Tempat Penelitian	III-9
3.3.2	Waktu Penelitian	III-9
3.3.3	Rencana Kegiatan	III-9
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		IV-1
4.1	Gangguan Hubung singkat	IV-1
4.1.1	Impedansi Hubung Singkat.....	IV-2
4.1.1.1	Impedansi Dalam Bentuk Polar.....	IV-3
4.1.2	Perhitungan Manual Gangguan Hubung Singkat	IV-4
4.1.2.1	Gangguan Pada Bus 20 kV.....	IV-5
4.1.2.2	Gangguan Pada Bus 2A.....	IV-8
4.1.2.3	Gangguan Pada Bus 2B.....	IV-11
4.1.2.4	Gangguan Pada Bus PAF A dan B.....	IV-15
4.1.2.5	Gangguan Pada Bus FDF A dan B	IV-18
4.1.2.6	Gangguan Pada Bus IDF A dan B	IV-21
4.1.2.7	Gangguan Pada Bus CWP A dan B	IV-24
4.1.2.8	Gangguan Pada Bus MILL A,B,C,D,E dan F.....	IV-27
4.1.2.9	Gangguan Pada Bus CEP A dan B.....	IV-30
4.1.2.10	Gangguan Pada Bus CCCW A dan B.....	IV-34
4.1.2.11	Gangguan Pada Bus OCCW A dan B.....	IV-37
4.1.3	Perbandingan Perhitungan Manual Dengan Nilai Gangguan Pada ETAP 19.0.1.	IV-40
4.2	Perhitungan Setting <i>Relay</i> OCR (<i>Over Current Relay</i>).....	IV-45
4.2.1	Setting <i>Relay</i> Generator	IV-45
4.2.2	Setting <i>Relay</i> Unit Auxiliary Transformer	IV-46
4.2.2.1	Setting <i>Relay</i> HV Unit Auxiliary Transformer	IV-46
4.2.2.2	Setting <i>Relay</i> LV A Unit Auxiliary Transformer	IV-48
4.2.2.3	Setting <i>Relay</i> LV B Unit Auxiliary Transformer	IV-50
4.2.3	Setting Beban Motor Induksi.....	IV-51

4.2.3.1	Motor <i>Primary Air Fan</i> A dan B	IV-52
4.2.3.2	Motor <i>Force Draft Fan</i> A dan B	IV-54
4.2.3.3	Motor <i>Inducted Draft Fan</i> A dan B	IV-55
4.2.3.4	Motor <i>Circulating Water Pump</i> A dan B	IV-56
4.2.3.5	Motor <i>Mill Master</i> A,B,C,D,E dan F	IV-58
4.2.3.6	Motor <i>Condensate Extraction Pump</i> A dan B	IV-59
4.2.3.7	Motor <i>Close Cooling Circulatin Water Pump</i> A dan B	IV-60
4.2.3.8	Motor <i>Open Cooling Circulatin Water Pump</i> A dan B	IV-62
4.2.4	Perbandingan <i>Setting Relay Data Existing</i> Dengan <i>Ressetting</i>	IV-63
4.2.5	Perbandingan Nilai <i>Setting</i> Dengan Standar	IV-66
4.3	Simulasi Koordinasi <i>Relay</i> Proteksi <i>Over Current Relay</i> Menggunakan ETAP 19.0.1	IV-73
4.3.1	Letak Gangguan Pada Bus 20 kV	IV-73
4.3.2	Gangguan pada Bus 2A	IV-75
4.3.3	Gangguan Pada Bus 2B	IV-77
4.3.4	Gangguan pada Bus PAF	IV-79
4.3.5	Gangguan pada Bus FDF	IV-82
4.3.6	Gangguan pada Bus IDF	IV-84
4.3.7	Gangguan pada Bus CWP	IV-86
4.3.8	Gangguan pada Bus MILL	IV-88
4.3.9	Gangguan pada Bus CEP	IV-90
4.3.10	Gangguan pada Bus CCCW	IV-92
4.3.11	Gangguan pada Bus OCCW	IV-94
4.3.12	Kurva Karakteristik Arus terhadap Waktu (<i>Time Curve Current</i>)	IV-97
4.3.12.1	<i>Time Curve Current</i> pada Bus 20 kV	IV-97
4.3.12.2	<i>Time Curve Current</i> pada Bus 2A dan 2B	IV-102
4.3.12.3	<i>Time Curve Current</i> pada Bus Beban	IV-106
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		V-1
5.1	Kesimpulan	V-1

5.2	Saran.....	V-3
DAFTAR PUSTAKA.....		1
LAMPIRAN.....		L1-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Tenaga listrik	II-1
Gambar 2. 2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap	II-3
Gambar 2. 3 Skema Sistem Proteksi	II-6
Gambar 2. 4 Komponen Urutan Positif.....	II-10
Gambar 2. 5 Komponen Urutan Negatif.....	II-11
Gambar 2. 6 Komponen Urutan Nol	II-11
Gambar 2. 7 Rangkaian Komponen Urutan: (a) Komponen Urutan Positif, (b) Komponen Urutan Negatif, dan (c) Komponen Urutan Nol.....	II-15
Gambar 2. 8 Gangguan Hubung Singkat Satu <i>Phase</i> Ke Tanah: (a) Rangkaian Gangguan Hubung Singkat Satu <i>Phase</i> Ke Tanah, (b) Rangkaian Komponen Urutan Gangguan Hubung Singkat Satu <i>Phase</i> Ke Tanah	II-16
Gambar 2. 9 Gangguan Hubung Singkat Dua <i>Phase</i> : (a) Rangkaian Gangguan Hubung Singkat Dua <i>Phase</i> , (b) Rangkaian Komponen Urutan Gangguan Hubung Singkat Dua <i>Phase</i>	II-20
Gambar 2. 10 Gangguan Hubung Singkat Dua <i>Phase</i> Ke Tanah: (a) Rangkaian Gangguan Hubung Singkat Dua <i>Phase</i> Ke Tanah, (b) Rangkaian Komponen Urutan Gangguan Hubung Singkat Dua <i>Phase</i> Ke Tanah	II-24
Gambar 2. 11 Gangguan Hubung Singkat Tiga <i>Phase</i> : (a) Rangkaian Gangguan Hubung Singkat Tiga <i>Phase</i> , (b) Rangkaian Komponen Urutan Gangguan Hubung Singkat Tiga <i>Phase</i>	II-28
Gambar 2. 12 Gambar Arus Starting Motor	II-39
Gambar 2. 13 Rangkaian Star Delta.....	II-40
Gambar 2. 14 <i>Relay</i> Arus Lebih Sesaat (<i>Instantaneous Relay</i>)	II-44
Gambar 2. 15 <i>Relay</i> Arus Lebih Waktu Tertentu (<i>Definite Time Relay</i>).....	II-44
Gambar 2. 16 <i>Relay</i> Arus Lebih Inverse (<i>Inverse time Relay</i>)	II-45
Gambar 2. 17 Gambar Single Line Unit 2	II-55
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian.....	III-1
Gambar 3. 2 Tampilan lembar kerja ETAP 19.0.1 <i>power station</i>	III-7
Gambar 3. 3 Flowchat proses simulasi	III-7
Gambar 4.1 SLD UNIT 2.....	IV-1

Gambar 4. 2 <i>Sequence of Events</i> Tiga Phase 20 kV	IV-73
Gambar 4. 3 <i>Sequence of Events</i> Dua Phase 20 kV.....	IV-74
Gambar 4. 4 <i>Sequence of Events</i> Tiga Phase 2A	IV-75
Gambar 4. 5 <i>Sequence of Events</i> Dua Phase 2A.....	IV-76
Gambar 4. 6 <i>Sequence of Events</i> Tiga Phase 2B	IV-77
Gambar 4. 7 <i>Sequence of Events</i> Dua Phase 20 kV.....	IV-78
Gambar 4. 8 <i>Sequence of Events</i> Tiga Phase PAF	IV-79
Gambar 4. 9 <i>Sequence of Events</i> Dua Phase PAF.....	IV-80
Gambar 4. 10 <i>Sequence of Events</i> Tiga Phase FDF.....	IV-82
Gambar 4. 11 <i>Sequence of Events</i> Dua Phase FDF	IV-83
Gambar 4. 12 <i>Sequence of Events</i> Tiga Phase IDF.....	IV-84
Gambar 4. 13 <i>Sequence of Events</i> Dua Phase IDF	IV-85
Gambar 4. 14 <i>Sequence of Events</i> Tiga Phase CWP	IV-86
Gambar 4. 15 <i>Sequence of Events</i> Dua Phase CWP	IV-87
Gambar 4. 16 <i>Sequence of Events</i> Tiga Phase MILL	IV-88
Gambar 4. 17 <i>Sequence of Events</i> Dua Phase MILL.....	IV-89
Gambar 4. 18 <i>Sequence of Events</i> Tiga Phase CEP.....	IV-90
Gambar 4. 19 <i>Sequence of Events</i> Dua Phase CEP	IV-91
Gambar 4. 20 <i>Sequence of Events</i> Tiga Phase CCCW	IV-92
Gambar 4. 21 <i>Sequence of Events</i> Dua Phase CCCW.....	IV-93
Gambar 4. 22 <i>Sequence of Events</i> Tiga Phase OCCW	IV-94
Gambar 4. 23 <i>Sequence of Events</i> Dua Phase OCCW.....	IV-95
Gambar 4. 24 Kurva <i>Very Inverse</i> Gangguan Tiga Phase Bus 20 kV.....	IV-97
Gambar 4. 25 Kurva <i>Very Inverse</i> Gangguan Dua Phase Bus 20 kV	IV-100
Gambar 4. 26 Kurva <i>Very Inverse</i> Gangguan Tiga Phase Bus 2A Dan 2B ...	IV-102
Gambar 4. 27 Kurva <i>Very Inverse</i> Gangguan Tiga Phase Bus 2A dan 2B	IV-104
Gambar 4. 28 Kurva <i>instantaneous</i> Gangguan Tiga Phase Bus Beban.....	IV-106
Gambar 4. 29 Kurva <i>instantaneous</i> Gangguan Dua Phase Bus Beban	IV-108

DAFTAR TABEL

Table 2. 1 Standar Nema Untuk menentukan LRC	II-47
Table 2. 2 Faktor α dan k tergantung pada kurva arus vs waktu	II-49
Table 2. 3 Data Generator	II-55
Table 2. 4 Data Transformator	II-56
Table 2. 5 Data Transformer Generator.....	II-57
Table 2. 6 Data <i>Current Transformer</i>	II-57
Table 2. 7 Data <i>Current Transformer</i> di Motor Induksi.....	II-57
Table 2. 8 Data Penghantar	II-58
Table 2. 9 Data Pembebanan.....	II-59
Table 2. 10 Data Setting <i>Relay</i> Generator.....	II-65
Table 2. 11 Data Setting <i>Relay</i> Transformator	II-65
Table 2. 12 Data Setting <i>Relay</i> Beban.....	II-66
Table 2. 13 Penelitian Terkait.....	II-68
Table 3. 1 Rencana Kegiatan.....	III-9
Tabel 4. 1 Data Nilai Impedansi Urutan Positif Z_1 , Impedansi Urutan Negatif Z_2 dan Impedansi Urutan Nol Z_0	IV-2
Tabel 4. 2 Impedansi Dalam Bentuk Polar.....	IV-3
Tabel 4. 3 Perbandingan Nilai Arus Gangguan Tiga <i>Phase</i>	IV-41
Tabel 4. 4 Perbandingan Arus Gangguan Dua <i>Phase</i>	IV-42
Tabel 4. 5 Perbandingan Arus Gangguan Dua <i>Phase</i> Ke Tanah	IV-43
Tabel 4. 6 Perbandingan Arus Gangguan Satu <i>Phase</i> Ke Tanah.....	IV-44
Tabel 4. 7 Data Perbandingan Setting <i>Relay</i> Data Existing dengan Resetting Generator.....	IV-63
Tabel 4. 8 Data Perbandingan Setting <i>Relay</i> Data Existing dengan Resetting Transformer.....	IV-63
Tabel 4. 9 Data Perbandingan Setting <i>Relay</i> Data Existing dengan Resetting Pada Motor Induksi.....	IV-64
Tabel 4. 10 Tabel Perbandingan Nilai Existing, Resetting dan Standart Pada Bus Generator.....	IV-67

Tabel 4. 11 Tabel Perbandingan Nilai Existing, Resetting dan Standart Pada Bus Trasnfofmator.....	IV-67
Tabel 4. 12 Tabel Perbandingan Nilai Existing, Resetting dan Standart Pada Bus Beban Motor Induksi.....	IV-68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Nilai Gangguan pada Tiga <i>Phase</i>	L1-1
Lampiran 2 : Nilai Gangguan Dua <i>Phase</i>	L2-1
Lampiran 3 : Nilai Gangguan Dua <i>Phase</i> Ke Tanah.....	L3-1
Lampiran 4: Nilai Gangguan Satu <i>Phase</i> Ke Tanah	L4-1
Lampiran 5 : Letak Gnagguan Bus 20 kV	L5-1
Lampiran 6 : Letak Gangguan 2A dan 2B	L6-1
Lampiran 7 : Letak Gangguan di Beban	L8-1
Lampiran 8 :Surat Permohonan Penelitian dan Pengambilan Data	L9-1
Lampiran 9 : Kunjungan ke PT. PLN Indonesia Power UBP Jabar 2 Palabuhan Ratu	L10-1
Lampiran 10 : SLD PLTU Palabuhan Ratu.....	L11-1