



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



ANALISIS PROTEKSI OVER CURRENT RELAY PADA MOTOR CIRCULATING WATER PUMP DI PLTU SEBALANG

SKRIPSI
**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:
Ricky Ardiansyah
NIM. 1902421003

**PROGRAM STUDI PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2023**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



ANALISIS PROTEKSI OVER CURRENT RELAY PADA MOTOR CIRCULATING WATER PUMP DI PLTU SEBALANG

SKRIPSI

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Oleh:

Ricky Ardiansyah
NIM. 1902421003

**PROGRAM STUDI PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2023**



“Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya. Untuk bapak saya yang telah mengajari banyak hal sejak kecil dan untuk ibu saya yang selalu menasihati, banyaknya doa yang mereka panjatkan untuk anak-anaknya sampai kapanpun. Dan untuk kedua abang saya yang telah membantu saya yang dalam banyak hal”

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI

ANALISIS PROTEKSI OVER CURRENT RELAY PADA MOTOR
CIRCULATING WATER PUMP DI PLTU SEBALANG

Oleh:

Ricky Ardiansyah
NIM. 1902421003

Program Studi Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

P. Jannus, S. T., M. T.
NIP. 19630426 198803 1 004

Pembimbing 2

Ir. Andi Ulfiana, M. T.
NIP. 19620802 199003 2 002

Kepala Program Studi
Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik

Cecep Slamet Abadi, S. T., M. T.
NIP. 19660519 199003 1 002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI

ANALISIS PROTEKSI OVER CURRENT RELAY PADA MOTOR
CIRCULATING WATER PUMP DI PLTU SEBALANG

Oleh:
Ricky Ardiansyah
NIM. 1902421003

Program Studi Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 24 Juli 2023 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan (Diploma IV) pada Program Studi Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	P. Jannus, S. T., M. T. NIP. 196304261988031004	Ketua		24-07-23
2.	Ir. Benhur Nainggolan, M. T. NIP. 196106251990031003	Anggota		24-07-23
3.	Dr. Paulus Sukusno, S. T., M. T. NIP. 196108011989031001	Anggota		24-07-23

Depok, 24 Juli 2023

Disahkan oleh:
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE.
NIP. 19770714 200812 1 005



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ricky Ardiansyah

NIM : 1902421003

Program Studi : Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 24 Juli 2023



Ricky Ardiansyah

NIM. 1902421003



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS PROTEKSI OVER CURRENT RELAY PADA MOTOR CIRCULATING WATER PUMP DI PLTU SEBALANG

Ricky Ardiansyah^{1*}, P. Jannus, S. T., M. T.², Ir. Andi Ulfiana, M. T.¹

¹Program Studi Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

²Program Studi Teknik Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

*Email: ricky.ardiansyah.tm19@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRAK

PLTU Sebalang melakukan penggantian motor *circulating water pump* sehingga alat proteksi *over current relay* belum sesuai dengan beban yang akan di proteksi atau *setting* dari *backup* proteksi yang belum maksimal. Hal tersebut dapat merusak motor *circulating water pump* dan tidak dapat diketahui penyebab arus gangguan. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh hasil perhitungan *setting relay* proteksi, kurva pola operasi motor dan hasil simulasi melalui *software* ETAP. Metode yang digunakan yaitu perhitungan *setting relay* proteksi dan simulasi menggunakan *software* ETAP 19.0.1. Hasil dari penelitian ini berupa data *resetting* alat proteksi *over current relay*. Dari hasil perhitungan didapatkan arus nominal sebesar 105 A, arus sekunder sebesar 2,625 A, *setting* OCR I sebesar 19,6875 A dengan waktu *setting* 0,02 s, *setting* OCR II sebesar 3,9375 A dengan waktu *setting* 14 s, *setting* OCR III sebesar 10,2375 A dengan waktu *setting* 12 s dan *setting overload* sebesar 3,2025 A dengan waktu *setting* 24 s. Dari hasil simulasi didapatkan bahwa relay bekerja dengan baik karena sudah terdapat *backup* proteksi, sehingga motor dapat bekerja secara optimal dilengkapi dengan alat proteksi yang sudah disetel ulang.

Kata Kunci: *Circulating water pump*, ETAP, *backup* proteksi, *over current relay*, *overload relay*.

ABSTRACT

PLTU Sebalang replaces the *circulating water pump* motor so that the *over current relay* protection device does not match the load to be protected or the *setting* of the *backup* protection is not optimal. That can damage the *circulating water pump* motor, and the cause of the fault current cannot be identified. This study aims to obtain the calculation results of protection relay settings, motor operating pattern curves, and simulation results through the ETAP software. The method is calculating protection relay settings and simulation using ETAP 19.0.1 software. The results of this study are in the form of data *resetting over current relay* protection devices. From the calculation results obtained a nominal current of 105 A, secondary current of 2.625 A, OCR I setting of 19.6875 A with a setting time of 0.02 s, OCR II setting of 3.9375 A with a setting time of 14 s, OCR III setting of 10, 2375 A with a setting time of 12 s and an overload setting of 3.2025 A with a setting time of 24 s. The simulation results show that the relay works well because backup protection already exists so that the motor can work optimally equipped with protective devices that have been reset.

Keywords: *Circulating water pump*, ETAP, *backup* protection, *over current relay*, *overload relay*.



KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “**Analisis Proteksi Over Current Relay Pada Motor Circulating Water Pump di PLTU Sebalang**”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Sarjana Terapan Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta dan dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini
2. Bapak P. Jannus, S. T., M. T. dan Ibu Ir. Andi Ulfiana, M. T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini
3. Bapak Cecep Slamet Abadi, S. T., M. T. selaku Ketua Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan dalam pelaksanaan skripsi ini
4. PT. PLN Nusantara Power Unit Pelaksana Pembangkitan Sebalang yang telah memfasilitasi pelaksanaan praktik kerja lapangan dan pengambilan data
5. Bapak Tri Pambudi Wibowo selaku SPV HAR Listrik, Bapak Aditiya Setiawan selaku Mentor Lapangan, Bapak Fikri Ihsani Sarwono, Bapak Benny Kurnia Sandi dan seluruh pegawai yang bekerja di PLTU Sebalang terkhusus bagian HAR Listrik
6. Kedua orang tua, saudara-saudara kandung dan keluarga besar yang telah memberikan doa dan nasihat kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan
7. Feby Kartika Kinanti, Krisna Chandra Wijaya, Shafa Amatullah Fatin, M. Rafly Khatami, Raihan Pratamasyah Nugraha, Arva Keshena Azya, Widya Djasmin, Rizaldy Saputra Dharma Winata, Hendry Dharmawan, M. Teguh

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Fauzan, M. Rafsya Firdaus, M. Rhido Ilyas R, M. Azmi, Refki Febriansyah, Raihan Hidayat, Alfian Siswanto dan semua sahabat yang berkesan selama masa perkuliahan ini memberikan semangat serta motivasi satu sama lain

8. Irham Fadhil, Rachmad Rizky Nurfadillah, Thoha Rifai, Galuh Ineza Maulidya, Christian Alexandro Pasaribu, Ananda Irfansyah, Tribers Andre yang telah memberikan banyak informasi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
9. Rekan-rekan Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi.
10. Rekan-rekan Unit Kegiatan Mahasiswa Polytechnic Volleyball Club dan Badan Otonom Koperasi Mahasiswa.

Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak terutama pada bidang pembangkit tenaga listrik.

Depok, 24 Juli 2023

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Ricky Ardiansyah
NIM. 1902421003



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	2
1.3 Pertanyaan Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan Skripsi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU).....	5
2.1.2 Motor Listrik	5
2.1.3 Motor <i>Circulating Water Pump</i>	7
2.1.4 <i>Current Transformer</i>	9
2.1.5 Proteksi Sistem Tenaga Listrik	10
2.1.6 <i>Relay</i> Proteksi.....	12
2.1.7 Arus Gangguan Hubung Singkat Pada Sistem Proteksi.....	13
2.1.8 <i>Over Current Relay</i>	15
2.1.9 <i>Over Current</i> Dan <i>Overload Relay</i> di PLTU Sebalang	18
2.1.10 <i>Software Electrical Transient Analyzer Program (ETAP)</i>	20
2.2 Kajian Literatur	21

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB III METODE PENELITIAN.....	30
3.1 Jenis Penelitian	30
3.2 Objek Penelitian	32
3.3 Metode Pengambilan Sampel	32
3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian	33
3.5 Metode Pengumpulan Data Penelitian	33
3.6 Metode Analisis Data	33
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Data Eksisting <i>Over Current Relay</i>	35
4.2 Spesifikasi Motor <i>Circulating Water Pump</i>	36
4.3 Spesifikasi <i>Current Transformer</i>	37
4.4 Kurva Pola Operasi Motor <i>Circulating Water Pump</i>	37
4.5 Data Perhitungan <i>Arus Setting Relay Over Current Dan Overload</i>	38
4.5.1 <i>Over Current I</i>	38
4.5.2 <i>Over Current II</i>	39
4.5.3 <i>Over Current III</i>	39
4.5.4 <i>Overload</i>	39
4.5.5 Hasil Perhitungan <i>Arus Setting Relay Over Current Dan Overload</i>	40
4.6 Grafik <i>Setting Over Current Relay</i> Pada Kurva Pola Operasi Motor	40
4.6.1 Grafik Data Eksisting Pada Kurva Pola Operasi Motor	41
4.6.2 Grafik Data Hasil Perhitungan Pada Kurva Pola Operasi Motor	42
4.7 <i>Single Line Diagram</i> Simulasi Sistem Proteksi Pada ETAP 19.0.1	43
4.8 Data Komponen Pada Simulasi ETAP 19.0.1	43
4.8.1 <i>Setting Spesifikasi Main Transformer</i>	44
4.8.2 <i>Setting Spesifikasi Unit Auxiliary Transformer</i>	45
4.8.3 <i>Setting Spesifikasi Circuit Breaker</i>	47
4.8.4 <i>Setting Relay Proteksi</i>	47
4.8.5 Motor <i>Circulating Water Pump</i>	51
4.9 Simulasi Proteksi Pada ETAP 19.0.1	54
4.9.1 Simulasi <i>Load Flow Analysis</i>	54
4.9.2 Simulasi <i>Short Circuit Analysis</i>	55
4.9.3 Simulasi <i>Star-Protection Coordination</i>	58



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.10 Analisis Data	60
4.10.1 Analisis Hasil Simulasi <i>Load Flow Analysis</i>	60
4.10.2 Analisis Hasil Simulasi <i>Short Circuit Analysis</i>	60
4.10.3 Analisis Hasil Simulasi <i>Star-Protection Coordination</i>	61
BAB V PENUTUP.....	62
5.1 Kesimpulan.....	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	66





DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Values for Voltage Factor c</i>	14
Tabel 2. 2 Konstanta <i>Standard IEC</i>	16
Tabel 4. 1 Data Eksisting <i>Over Current Relay</i>	35
Tabel 4. 2 Spesifikasi Motor <i>Circulating Water Pump</i> Pada PLTU Sebalang	36
Tabel 4. 3 Spesifikasi <i>Current Transformer</i> Motor <i>Circulating Water Pump</i>	37
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Pada Motor <i>Circulating Water Pump</i>	40
Tabel 4. 5 Hasil Simulasi <i>Load Flow Analysis</i> ETAP 19.0.1	55
Tabel 4. 6 Hasil Simulasi Hubung Singkat Antar Fasa Pada Motor CWP	56
Tabel 4. 7 Impedansi <i>Sequence</i> Pada Motor <i>Circulating Water Pump</i>	56
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Hubung Singkat Antar Fasa Pada Motor CWP	57
Tabel 4. 9 Hasil Simulasi Koordinasi Proteksi Titik Gangguan Motor CWP	59

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pusat Listrik Tenaga Uap Sebalang	5
Gambar 2. 2 Motor AC Induksi	6
Gambar 2. 3 <i>Nameplate</i> Motor <i>Circulating Water Pump</i> Pada PLTU Sebalang.....	7
Gambar 2. 4 Kurva Pola Operasi Motor <i>Circulating Water Pump</i>	8
Gambar 2. 5 <i>Current Transformer</i>	9
Gambar 2. 6 Diagram Rangkaian Sistem Relai Proteksi	13
Gambar 2. 7 Karakteristik <i>Inverse</i>	15
Gambar 2. 8 Karakteristik <i>Definite</i>	16
Gambar 2. 9 Karakteristik <i>Instantaneous</i>	17
Gambar 2. 10 <i>Relay</i> NARI RCS-9626CN.....	18
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 4. 1 Kurva Pola Operasi Motor <i>Circulating Water Pump</i>	37
Gambar 4. 2 Grafik Data Eksisting Pada Kurva Pola Operasi Motor.....	41
Gambar 4. 3 Grafik Data Hasil Perhitungan Pada Kurva Pola Operasi Motor.....	42
Gambar 4. 4 Single Line Diagram Simulasi Sistem Proteksi Pada ETAP 19.0.1.....	43
Gambar 4. 5 Rating Main Transformer Pada ETAP 19.0.1	44
Gambar 4. 6 Impedance Main Transformer Pada ETAP 19.0.1	45
Gambar 4. 7 Rating Unit Auxiliary Transformer Pada ETAP 19.0.1	46
Gambar 4. 8 Impedance Unit Auxiliary Transformer Pada ETAP 19.0.1	46
Gambar 4. 9 Rating Circuit Breaker Pada ETAP 19.0.1.....	47
Gambar 4. 10 Setting Proteksi Over Current Relay I.....	48
Gambar 4. 11 Setting Proteksi Over Current Relay II	49
Gambar 4. 12 Setting Proteksi Over Current Relay III.....	49
Gambar 4. 13 Setting Proteksi Overload Relay	50
Gambar 4. 14 Setting Output Relay Proteksi.....	51
Gambar 4. 15 Setting <i>Nameplate</i> Motor <i>Circulating Water Pump</i>	52
Gambar 4. 16 Setting Protection Pada Motor <i>Circulating Water Pump</i>	53
Gambar 4. 17 Setting Thermal Curve Points Motor <i>Circulating Water Pump</i>	53
Gambar 4. 18 Hasil Simulasi Load Flow Analysis	54

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 19 Hasil Simulasi Short Circuit Analysis.....	56
Gambar 4. 20 Hasil Simulasi Star-Protection Coordination	58
Gambar 4. 21 Grafik Hasil Simulasi Star-Protection Coordination.....	59





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Spesifikasi Circulating Water Pump	66
Lampiran 2: Spesifikasi Motor Circulating Water Pump	67
Lampiran 3: Range Setting Proteksi Pada Relay RCS-9626CN.....	68
Lampiran 4: View the Setting Relay RCS-9626CN	70
Lampiran 5: Single Line Diagram Motor Circulating Water Pump	71
Lampiran 6: Nameplate Main Transformer	72
Lampiran 7: Nameplate Unit Auxiliary Transformer	73
Lampiran 8: Data Eksisting Over Current Pada Motor Circulating Water Pump .	74
Lampiran 9: Setting Proteksi CWP di PLTU Banten-Labuan 2x300MW.....	75
Lampiran 10: Daftar Riwayat Hidup	76

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Kebutuhan energi listrik di Indonesia sangat besar sehingga dibutuhkan pembangkit listrik dalam jumlah banyak agar kebutuhan listrik terpenuhi. Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan salah satu pembangkit listrik yang paling banyak digunakan di Indonesia (Yunitasari & Pramono, 2021).

PLTU memanfaatkan energi potensial dari uap kering hasil pembakaran pada *boiler* yang kemudian digunakan untuk memutar turbin uap sehingga menghasilkan energi listrik melalui *generator* yang ikut berputar.

Pada PLTU, motor listrik merupakan komponen pendukung yang sangat dibutuhkan. Motor listrik digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanis. Motor yang paling banyak digunakan sebagai penggerak pada PLTU adalah motor induksi tiga fasa. Motor induksi tiga fasa merupakan motor listrik yang menggunakan sumber tegangan tiga fasa dengan daya yang cukup besar. Salah satu motor tiga fasa yang digunakan pada PLTU adalah motor *circulating water pump*.

Motor *circulating water pump* merupakan salah satu komponen penting pada PLTU karena digunakan untuk memompa air laut ke suatu pembangkit listrik sebagai pendingin utama sistem, baik untuk media pendingin pada kondensor ataupun pendingin air yang sudah digunakan untuk mendinginkan kondensor.

Kerusakan pada motor *circulating water pump* dapat menyebabkan panas berlebih pada sistem sehingga mengakibatkan kegagalan sistem pembangkit listrik. Karena motor tersebut merupakan komponen penting, maka harus dilengkapi oleh alat proteksi yang sesuai agar motor dapat terlindungi dari berbagai gangguan seperti arus lebih maupun beban lebih (Azis & Febrianti, 2019).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PLTU Sebalang melakukan penggantian motor *circulating water pump* dengan motor yang baru, sehingga alat proteksi yang digunakan harus disesuaikan dengan motor listrik yang digunakan. Penggunaan alat proteksi yang tidak sesuai dengan alat yang diproteksi akan berakibat fatal karena dapat menyebabkan kegagalan sistem, bahkan dapat membahayakan manusia dan lingkungan sekitar sehingga berdampak pada kerugian yang sangat besar.

Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk menganalisis alat proteksi *over current* dan *overload relay* pada motor *circulating water pump* di PLTU Sebalang, sehingga dapat dipastikan bahwa motor bekerja optimal dan alat proteksi yang digunakan dapat bekerja dengan baik.

Selanjutnya, dilakukan simulasi menggunakan perangkat lunak ETAP 19.0.1 dengan menggunakan diagram garis tunggal atau *single line diagram* yang tidak sekomprensif model sebenarnya karena hanya digunakan untuk validasi hasil perhitungan *setting relay*.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Permasalahan pada penelitian ini adalah pada saat melakukan penggantian motor listrik 6 kV *circulating water pump*, alat proteksi *over current relay* belum sesuai dengan beban yang akan di proteksi (*setting* dari *backup* proteksi yang belum maksimal) sehingga dapat merusak motor *circulating water pump* dan tidak dapat diketahui penyebab arus gangguan.

Oleh karena itu diperlukan tahap penyetelan ulang dengan memperhitungkan arus *primary* dan *secondary* motor serta *setting* arus dan waktu pada *over current relay*. Setelah itu dilakukan perbandingan antara kurva pola operasi motor sebelum dan sesudah melakukan penyetelan ulang pada *over current relay*. Kemudian dilakukan simulasi sistem proteksi menggunakan *software* ETAP.

Batasan masalah pada penelitian ini adalah menentukan arus *setting over current relay* dan melakukan simulasi *load flow analysis*, *short circuit analysis* dan *star-protection coordination* pada *software* ETAP 19.0.1.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.3 Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana menghitung besaran arus *primary* dan *secondary* motor *circulating water pump*?
2. Bagaimana menghitung *setting* arus dan waktu pada *over current relay* dan *overload*?
3. Bagaimana kurva pola operasi motor sebelum dan sesudah dilakukannya penyetelan ulang *over current relay* dan *overload*?
4. Bagaimana sistem proteksi itu dinyatakan beroperasi dengan baik?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan di dapat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat diperoleh arus *primary* dan *secondary* motor *circulating water pump*.
2. Dapat diperoleh *setting* arus dan waktu pada *over current dan overload relay* yang sesuai dengan beban motor yang akan di proteksi.
3. Mengetahui kurva pola operasi motor listrik setelah dilakukan penyetelan ulang *over current* dan *overload relay*.
4. Mengetahui hasil simulasi sistem proteksi melalui *software* ETAP 19.0.1

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan pelaksanaan skripsi yang berjudul “Analisis Proteksi *Over Current Relay* Pada Motor *Circulating Water Pump* di PLTU Sebalang” maka manfaat yang didapat, yaitu diperoleh optimalisasi kerja alat proteksi pada motor *circulating water pump* dan sebagai referensi yang diharapkan dapat menjadi acuan ketika melakukan kegiatan penyetelan arus dan waktu pada alat proteksi *over current relay*.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

Penulisan Skripsi ini memiliki sistematika yang terdiri dari:

Halaman Sampul

Halaman Judul

Halaman Persembahan

Halaman Persetujuan

Halaman Pengesahan

Halaman Pernyataan Orisinilitas

Abstrak Dalam Bahasa Indonesia

Abstrak Dalam Bahasa Inggris

Kata Pengantar

Daftar Isi

Daftar Tabel

Daftar Gambar

Daftar Lampiran

Bab I Pendahuluan

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab III Metode Penelitian

Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bab V Penutup

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan hasil simulasi yang dilakukan pada bab sebelumnya tentang “Analisis Proteksi *Over Current Relay* Pada Motor *Circulating Water Pump* Di PLTU Sebalang”, maka kesimpulan yang didapatkan sebagai berikut:

1. Arus nominal/ primer motor sebesar 105 A dan arus sekunder motor sebesar 2,625 A.
2. Arus *setting* pada *over current* I, II dan III secara berturut-turut sebesar 19,6875 A, 3,9375 A dan 10,2375 A. Waktu *setting* pada *over current* I, II dan III secara berturut-turut sebesar 0,02 s, 14 s dan 12 s. Sedangkan arus *setting* pada *overload* sebesar 3,2025 A dengan waktu *setting* sebesar 24 s.
3. Pada grafik data eksisting, *relay* dapat bekerja ketika motor sedang *starting*. Sedangkan pada grafik data perhitungan *relay* yang sudah di *setting* ulang tidak dapat bekerja ketika motor sedang *starting*.
4. Pada hasil simulasi terdapat penurunan tegangan yang dapat disebabkan oleh besarnya impedansi, jauhnya jarak komponen dan kecilnya luas penampang kabel. Hasil *short circuit* digunakan untuk memastikan bahwa *circuit breaker* dan *relay* bekerja dengan benar dan terkoordinasi. Dan pada hasil simulasi *star-protection coordination* terdapat *relay* yang bekerja dengan baik karena sudah terdapat *backup* proteksi. Sehingga motor dapat bekerja secara optimal dilengkapi dengan alat proteksi yang sudah disetel ulang.

5.2 Saran

Diharapkan penelitian berikutnya *single line diagram* pada simulasi ETAP 19.0.1 menggunakan *single line diagram* jaringan secara keseluruhan.



DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, A., & Abimanyu, K. (2017). *Studi Pengaturan Relay Arus Lebih Dan Relay Hubung Tanah Penyulang Timor 4 Pada Gardu Induk Studi Kasus: Gardu Induk Dawuan. Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi Dan Elektronika*, 2(1).
- Azis, A., & Febrianti, I. K. (2019). *Analisis Sistem Proteksi Arus Lebih Pada Penyulang Cendana Gardu Induk Bungaran Palembang. Jurnal Ampere*, 4(2), 332–344.
- Darma, S. (2017). *Sistem Proteksi Pada Motor Induksi 3 Phase 200 kW Sebagai Penggerak Pompa Hydran (Electric Fire Pump). Jurnal Teknik Elektro*, 7(2), 61–69.
- Fauziyah, E., & Irwanto, I. (2022). *Analisis Sistem Proteksi Generator Menggunakan Over Current Relay Di PT. Indonesia Power. Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 12(2).
- Gers, J. M., & Holmes, E. (2021). *Calculation of Short Circuit Currents. Protection of Electricity Distribution Networks*, 158, 11–41. https://doi.org/10.1049/pbpo180e_ch2
- Gori, J., & Engineering, A. (2020). *Setting Description of Protection And Automation Equipment For PLTU 2 Banten-Labuan*.
- Inkarois, E. T. I., & Muljanto, W. P. (2022). *Analisa Koordinasi Relay OCR Pada Sistem Proteksi Kapal KRI Halasan 630 di PT PAL Surabaya. ALINIER: Journal of Artificial Intelligence & Applications*, 3(1), 28–37.
- Jessica, W. (2021). *Evaluasi Over Current Relay Dan Ground Fault Relay Pada Penyulang Natuna Di GI Keramasan Palembang Menggunakan Software ETAP 19.0.1. Politeknik Negeri Sriwijaya*.
- Mandaru, M. A. (2017). *TA: Mengatur Kecepatan Motor AC Satu Fasa pada Konveyor Berbasis Mikrokontroler. Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya*.
- Nursalim, N., Sampeallo, A. S., & Willi, A. P. L. (2019). *Analisis Koordinasi Dan Setting Over Current Relay (Ocr) Pada Pemakaian Daya Sendiri Pltu Sms Energy Menggunakan Software Etap 12.6.0. Media Elektro Journal*, 97–106.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Puttonen, V. (2011). *Standards Affecting The Design And Manufacture of Electrical Machines*.
- Sadly, M., Hendiarti, N., Sachoemar, S. I., Nurdin, N., Faisal, Y., & Awaluddin, A. (2007). *Application Of Knowledge-based Expert System Model For Fishing Ground Prediction In The Tropical Area*.
- Safitri, I., Gunawan, G., & Nugroho, A. A. (2020). *Analisa Koordinasi Setting Proteksi Over Current Relay (OCR) Outgoing 20 kV dan Recloser pada Trafo II 60 MVA Feeder RBG 01 di Gardu Induk 150 kV Rembang*. *Elektrika*, 12(1), 22–30.
- Sandi, B. K. (2020). *Analisis Relay Proteksi Over Current Dan Overload Motor Listrik 6 kV Fan Boiler Di PT PLN (Persero) UPK Sebalang*.
- Savio, F. G., Pujiantara, M., & Aryani, N. K. (2021). *Optimasi Koordinasi Sistem Proteksi Inverse-time Over Current Relay pada Sistem Distribusi Radial dengan Pertimbangan Distributed Generator untuk Studi Kasus Area Lahat, Sumatera Selatan*. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2), B152–B157.
- Sebalang, P. (2021). *Profil Perusahaan PT. PLN Nusantara Power UPK Sebalang* (pp. 1–7).
- Silaban, H. E. (2020). *Analisis Koordinasi Sistem Proteksi Relay Pada Jaringan Distribusi 20 kV Di PT SGMW Motor Indonesia*. *TEKNOKRIS*, 23(2), 66–72.
- Sitompul, F. A. (2020). *Analisa Proteksi Overcurrent Relay pada Jaringan Tegangan Menengah 20kV di Pelindo 1 Cabang Belawan*. UMSU.
- Sofwan, A. (2022). *Buku Proteksi*.
- Sunaya, I. N., & Widharma, I. G. S. (2020). *Analisis Koordinasi Over Current Relay Dan Ground Fault Relay Terhadap Keandalan Sistem*. *Jurnal Ilmiah Vastuwidya*, 3(1), 30–40.
- Sutino, M. Q. A. (2021). *Perancangan Sistem Proteksi Relai Arus Lebih (Phase Overcurrent) SEPAM M41 Pada Zona Proteksi Motor Induksi*.
- Syukur, A., & Sultan, A. (2021). *Studi Sistem Proteksi Motor Induksi Di Pabrik PT. Semen Bosowa Maros*. 78.
- Tasiam, F. J. (2017). *Proteksi Sistem Tenaga Listrik*. Teknosain.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Umam, F., Hairil Budiarto, S. T., Dafid, A., & Md, A. (2021). *Motor Listrik*. Media Nusa Creative (MNC Publishing).
- Vironisa, N. P. (2021). *Analisa Error CT (Current Transformer) Terhadap Pengukuran KWH Meter AMR (Automatic Meter Reading) Di PT. PLN (Persero) UP3 Palembang*. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Wafi, A. (2020). *Perancangan Circulating Water Pump Dengan Kapasitas 7,17m³/s*. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Wardoyo, S., & Munarto, R. (2022). *Sistem Proteksi Motor 6 KV 800 KW Menggunakan Boiler Feed Water Pump Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap. Seminar Nasional Teknik Elektro, Informatika Dan Sistem Informasi, 1(1)*.
- Wulandari, A. (2020). *Analisa Pengaturan Rele Arus Lebih Akibat Gangguan Hubung Singkat Pada Penyulang Merbau PT. PLN Area Jambi*. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Yunitasari, A. V., & Pramono, S. (2021). *Sistem Proteksi Over Current Relay Motor Forced Draft Fan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap. Jurnal Teknologi, 13(1), 55–62*.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1: Spesifikasi *Circulating Water Pump*



WPIL Limited

Doc. No. IBF-8410-13-DATA R0 25-Nov-09

TECHNICAL DATA SHEET FOR CW PUMP FOR PLTU LUMPUNG (2X100 MW) TPP.

SN	Item	Unit	
1.0	Quantity required		4 sets
1.1	Rated capacity	M ³ /Hr	11,262
1.2	Total bowl head	Mt	19.3
1.3	Speed	RPM	595
1.4	Bowl efficiency	%	83.4
1.5	Pump input at duty point	KW	733.1
1.6	NPSH required at duty point	Mt	10.6
1.7	Liquid Handled		Sea Water
1.9	Sp. gravity		1.03
2.0	PUMP SPECIFICATION		
2.1	Discharge outlet size - mm		1050
2.2	Column & shaft size (mm x mm)		1050 x 101.4
2.3	Bowl assembly model		P38M
2.4	No. of stages		1 (one)
2.5	Maximum bowl diameter - mm		1334 (suction bell mouth)
2.6	Total Axial Thrust at rated point.		10,914
2.7	Type of lubrication		Self water
2.8	Min. submergence required from bottom of bell - mm		3400
2.9	Bottom clearance - mm		660
2.10	Installation Arrangement		As shown in Pump GA drg. SK-7569-B R1
3.0	PUMP MATERIAL OF CONSTRUCTION		
3.1	Bowl casing		Stainless to ASTM A351 CF3M (SS316L)
3.2	Impeller		Stainless to ASTM A351 CF3M (SS316L)
3.3	Shaft		Duplex SS to UNS S31803
3.4	Pump Column – Flanged		SS316L
3.5	Discharge Head		Mild Steel-Fab, ASTM A36 with waterways SS 316L
3.6	Bowl & Line Shaft Bearings		SS 316L backed rubber
3.7	Packing		Teflon
4.0	MOTOR SPECIFICATION		
4.1	Rating		For detail refer Motor Data Sheet.(No. 2009259 dated 25-Oct-09).
			850 KW / 6.0 KV / 10 Pole / 50 Hz.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2: Spesifikasi Motor *Circulating Water Pump*

ABB Ltd. HV Induction Machines		Classifying code or document type PERFORMANCE DATA OF MOTOR			ABB	
Department/Author Design/ JS	Date of issue 22.10.2009	Lang. En	Rev. date	Our ref. 2009259		
Customer ref. WPIL Ltd. End User:-PTU Indonesia	Saving Ident			Rev./Changed by A/	Pages 1/4	

Driven Equipment: Pump		Qty No.4		
Motor type code	AMA 500L10A VAI			
Motor type	Squirrel cage motor			
Mounting designation	IM 4011			
Protected by enclosure	IP 55			
Method of cooling	IC 611			
Insulation	Class F			
Standards	IEC-60034			
Ambient temperature, max.	45 °C			
Altitude, max.	1000 m.a.s.l.			
Method of Start	DOL			
Duty type	S1			
Temp. rise	Class B (RES)			
Connection of stator winding	Star			
Rated output	850 kW			
Voltage	6000 V ±10 %			
Frequency	50 Hz ±5 %			
Combined voltage and frequency variation	±10%			
Speed	595 rpm			
Current	105 A			
Relat. Starting current	5.0			
Relat. Starting torque	0.8			
Relat. Maximum torque	2.3			
No load current	44 A (Approx)			
Rated torque	13640 Nm			
Load characteristics	Load %	Current A	Efficiency %	Power Factor
	100	105	95.1	0.82
	75	84	95.2	0.77
	50	64	94.7	0.67
Direction of rotation	Bi-directional			
Sound level: (sinus supply, no load)	As per IEC:60034-9			
Vibration level: (sinus supply, no load)	As per IEC:60034-14			
Weight of rotor	1980 kg			
Total weight of motor	5980 kg			
Inertia rotor / load	Approx. 98.7 kgm ² / 36 kgm ²			
Bearings	Anti-friction Ball Bearing			
Main terminal box	PSTB type			
Neutral terminal box	IEC type			
RTD for Winding	12 nos. of PT 100, simplex type, 3 wire			
BTD for Bearing	1 no. of PT100 per bearing, Duplex type, 6 wire			
Space Heater	1 no. of 1 phase AC 220 Volts, 480 Watts			
Maximum stalling time	44.0/ 23.0 s (cold/ warm) (U=Un)			
Starting time	72.0/ 38.0 s (cold/ warm) (U=0.80Un)			
	0.8s (U=Un)			
	1.7s (U=0.80 Un)			
Number of consec. starts	3 / 2 (cold/warm)			
Maximum number of starts	1000 / year			
Warm-up time constant	35 min			
Cool-down time constant	210 min			
Paint shade	Standard Munsell Blue			

This performance data is final and the motor will be manufactured accordingly. All motor data is subject to tolerances in accordance with IEC-60034

ABB Ltd.

HV Induction
Machines

Visiting Address
HV Machines
Maneja

Postal Address
HV Machines
Maneja, Vadodara
India

Telephone
+91-265-2604342

Telefax
+91-265-2631924



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3: Range Setting Proteksi Pada Relay RCS-9626CN

7.3 Protection Settings (PROT SETTINGS)

The protection settings are used to determine the characteristic of each protection element.

All the settings of this relay are listed in following table.

No.	Menu text	Explanation	Range	Step
1	In	Rated current of motor	0.1In~2In	0.01A
2	t_Start	Starting time of motor	0~500s	0.01s
3	I_OC1	Setting for stage 1 overcurrent	0.1In~20In	0.01A
4	t_OC1	Time delay for stage 1 overcurrent	0~100s	0.01s
5	I_OC2	Setting for stage 2 overcurrent	0.1In~20In	0.01A
6	t_OC2	Time delay for stage 2 overcurrent	0~100s	0.01s
7	I_OC3	Setting for stage 3 overcurrent	0.1In~20In	0.01A
8	t_OC3	Time delay for stage 3 overcurrent	0~100s	0.01s
9	I_OC_Blk_Prot	Setting for excessive current blocking tripping output	0.1In~20In	0.01A
10	I_NegOC1	Setting for stage 1 negative sequence overcurrent	0.1In~20In	0.01A
11	t_NegOC1	Time delay for stage 1 negative sequence overcurrent	0~100s	0.01s
12	I_NegOC2	Setting for stage 2 negative sequence overcurrent	0.1In~20In	0.01A
13	t_NegOC2	Time delay for stage 2 negative sequence overcurrent, if it is configured as inverse time, the range is 0~1S	0~100s	0.01s
14	I_OvLd	Setting for overload	0.1In~3In	0.01A
15	t_OvLd	Time delay for overload	0~100s	0.01s
16	A_Therm_NegOC	Heating coefficient of negative sequence current, 6 in general	3~10	1
17	A_MotorTherm	Heating time constant	0~100min	0.01min
18	Kb_MotorTherm	Cooling time constant	1~5 multiples of A_motorTherm	0.01
19	K_Alm_MotorTherm	Setting for motor thermal alarm, is a percent, 80% in general	30%~100%	0.01%
20	I_ROC	Setting for residual overcurrent	0.02~15A	0.01A
21	t_ROC	Time delay for residual overcurrent	0~100s	0.01s
22	U_UV	Setting for undervoltage protection, it should be configured according to phase-to-phase voltage	2~100V	0.01V
23	t_UV	Time delay for undervoltage protection	0~100s	0.01s
24	t_MR1	Time delay for tripping of the NO.1 mechanical protection	0~100s	0.01s
25	t_MR2	Time delay for tripping of the NO.2 mechanical protection	0~100s	0.01s
26	t_MR3	Time delay for tripping of the NO.3 mechanical protection	0~100min	0.01min



(Lanjutan)

Logical Setting (1: enable, 0:disable)			
1*	En_OC1	Enable stage 1 overcurrent	0/1
2*	En_OC2	Enable stage 2 overcurrent	0/1
3*	En_OC3	Enable stage 3 overcurrent	0/1
4	En_OC_Blk_Prot	Enable excessive current blocking tripping CB	0/1
5*	En_NegOC1	Enable stage 1 negative sequence overcurrent	0/1
6*	En_NegOC2	Enable stage 2 negative sequence overcurrent	0/1
7	En_Trp_NegOC2	Enable stage 2 negative overcurrent to trip CB	0/1
8	En_InvNegOC	Enable inverse time negative overcurrent, set 1 means inverse time	0/1
9*	En_OvLd	Enable overload protection	0/1
10	En_Trp_OvLd	Enable overload protection to trip CB	0/1
11*	En_MotorThermTrp	Enable motor thermal protection to trip	0/1
12	En_MotorThermAlm	Enable motor thermal protection alarm	0/1
13	En_ThermBlkReSt	Enable restart blocked by operation of motor thermal protection	0/1
14*	En_ROC	Enable residual overcurrent protection	0/1
15	En_Trp_ROC	Enable residual overcurrent to trip CB, 0: alarm, 1: trip	0/1
16*	En_UV	Enable undervoltage protection	0/1
17*	En_MR1	Enable No.1 mechanical protection	0/1
18*	En_MR2	Enable No.2 mechanical protection 0: alarm, 1: trip	0/1
19*	En_MR3	Enable No.3 mechanical protection 0: alarm, 1: trip	0/1



NOTE: Before configuring the settings, setting group must be configured first.

- When a certain setting is of no use, in case of over-elements (such as overcurrent, residual overcurrent), set the value as upper limit; in case of under-elements (such as under frequency, under voltage), set the value as lower limit; set the corresponding time as 100s and disable corresponding protection element and de-energize the relevant corresponding binary input.
- The settings marked with "*" means that they have corresponding virtual enabling binary inputs. Virtual enabling binary inputs can be modified on the remote terminal via communication. On the local control panel, all virtual enabling binary inputs can be set to 1 through the submenu "**VEBI SETTINGS**" respectively.
- Only when the control code (such as listed in above table), state of virtual enabling binary input and state of energized connector are all enabled, the corresponding protection element is valid, otherwise it is invalid.

Hak Cipta :

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
- Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4: *View the Setting Relay RCS-9626CN*

6.4 View the Settings

Here take viewing protection settings as an example to introduce the operating steps of viewing setting for operators.

Operating steps:

Press key "▲" to enter the main menu at first.



Figure 6.4-1 LCD display step 1 of viewing setting

Press key "▲" or "▼" to select "SETTINGS" by scrolling the cursor upward or downward.

Press key "ENT" to enter the submenu.

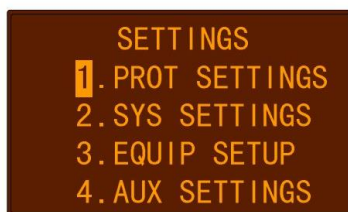


Figure 6.4-2 LCD display step 2 of viewing setting

Press key "ENT" to display the setting symbol and parameters of the submenu.

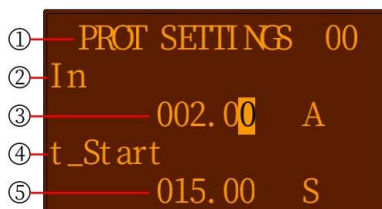


Figure 6.4-3 LCD display step 3 of viewing setting

A brief description about Figure 6.4-3 is made in the following table.

No.	Display	Description
1	PROT SETTINGS 00	The title of settings
2	In	The parameter cell name
3	002.00 A	The setting's value and unit
4	t_Start	The parameter cell name
5	015.00 S	The setting's value and unit

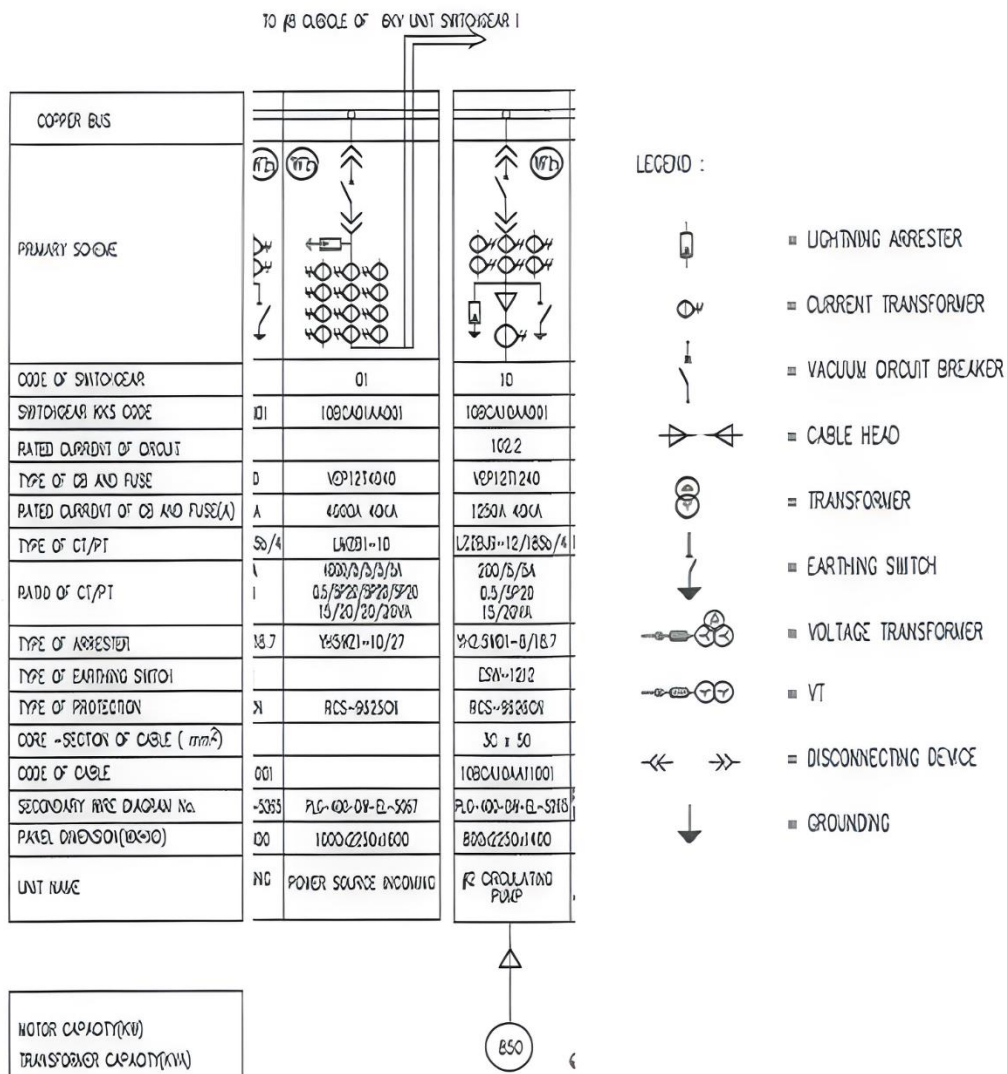
If you want to view more setting parameters, please press key "▲" or "▼" to locate the setting you are interested in by moving the cursor. Press key "ESC" to return.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5: Single Line Diagram Motor Circulating Water Pump

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 6: Nameplate Main Transformer

POWER TRANSFORMER WITH ON-LOAD TAP CHANGER

钱潮

Passed ISO9001:2008 Quality management systems
 Passed ISO14001 Environment management systems

Standard code IEC 60076.1-2:1993
 IEC 60076.3 : 2000 IEC 60076.5 : 2006
 Type : S(F)Z-130000(150000)/160
 Product code : 10B. 710. 5017
 Number of Phase : 3
 Rated Power : 130000/150000KVA.
 Rated Voltage & tap range : 160 ± 8 x 1.25% /13.8 kV
 Rated Frequency : 50Hz
 Vector Group symbol : YNd1
 Cooling : ONAN/ONAF(130000KVA/150000KVA)
 Setting Position : Outdoor
 Insulation Level : H.V LI/AC 750/325KV
 H.V neutral LI/AC 250/95KV
 L.V. LI/AC125/50KV

Temperature rise of oil above ambient: 55K
 Temperature rise of winding above ambient: 60K

Phase	Bushing Type	Type	Terminal Connection	Ratio	C.T burden Accuracy Limit	VA
HV	LR-160	1/phase	S1-S2	1000/1A	0.2	20
	LR-160	1/phase	S1-S2	1000/1A	0.5	20
	LR-160	2/phase	S1-S2	1000/1A	5P20	20
HV S	LR-160	1	S1-S2	1000/5A	0.5	20
HVN	LR-40.5	2	S1-S2	100/100/1A	5P20	20
L.V.	LR-13.8	1	S1-S2	7500/5A	0.5	20

Operation Condition Load Loss Impedance (%)
 H.V / L.V kV Max Tap Rated Tap Min Tap
 No Load Current % No Load Loss 60.6 kW
 NOTE: All test value is Based on 130MVA.

H.V. (Base on 130MVA)			
Taping range	Voltage(V)	Current (A)	Connection
+8x1.25%	176000	426.45	R1-S1-T1
+7x1.25%	174000	431.35	R2-S2-T2
+6x1.25%	172000	436.37	R3-S3-T3
+5x1.25%	170000	441.50	R4-S4-T4
+4x1.25%	168000	446.76	R5-S5-T5
+3x1.25%	166000	452.14	R6-S6-T6
+2x1.25%	164000	457.66	R7-S7-T7
+1x1.25%	162000	463.31	R8-S8-T8
	160000	469.10	R9-S9-T9
Rated tap	160000	469.10	K-K-K
	160000	469.10	R1-S1-T1
-1x1.25%	158000	475.04	R2-S2-T2
-2x1.25%	156000	481.13	R3-S3-T3
-3x1.25%	154000	487.37	R4-S4-T4
-4x1.25%	152000	493.79	R5-S5-T5
-5x1.25%	150000	500.37	R6-S6-T6
-6x1.25%	148000	507.13	R7-S7-T7
-7x1.25%	146000	514.08	R8-S8-T8
-8x1.25%	144000	521.22	R9-S9-T9

L.V. (Base on 130MVA)
 Voltage (V) 13800
 Current (A) 5438.81

Transformer Oil
 Standard Code IEC296
 Brand DB-25
 Original Area KLAIMAY XUNJIANG CHINA
 EX-Factory 2010.04

Item	Weight (Kg)
Upper tank	12800
Oil	35555
Heaviest part for Transportation	91250
Active part	71380
Total	152000

Oil level Mark plate for Conservator
 Oil level
 Temperature °C

Serial No. 10050170002
 Manufacturing Date 2010.01

THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA
 HANGZHOU QIANTANG RIVER ELECTRIC GROUP CO.,LTD



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 7: Nameplate Unit Auxiliary Transformer

POWER TRANSFORMER WITH OFF-CIRCUIT TAP CHANGER 钱潮

Passed ISO9001:2000 Quality management system
Passed ISO14001 Environment management system

Standard code IEC 60076.1-2:1993
IEC 60076.3 : 2000 IEC 60076.5 : 2000

Type : S(F)-30000 (35000)/13.8
Product code : 10B.710.0020
Number of Phase : 3
Rated Power : 30000 (35000) kVA
Rated Voltage & tap range : 13.8±5% in Stepof 1.25% / 6.3 kV
Rated Frequency : 50Hz
Vector Group symbol : Dyn11
Cooling : ONAN / ONAF
Setting Position : Outdoor
Insulation Level : H. V. LI/AC 125/55kV
L. V. LI/AC 75/35kV
L. V. neutral LI/AC 75/35kV

Temperature rise of oil above ambient: 60°C
Temperature rise of winding above ambient: 65°C

Connection Diagram of LV winding

Vector Diagram

Phase	Bushing Type	Terminal Type	Terminal Quantity	Terminal Connection	Ratio	C.T. burden	
						Accuracy Limited	VA
HV	LR-13.8	4phase	S1-S4	2000/1A	2000/1A	SP20	20
						1phase	3S1-3S4
LV	LR-6.3	1	1S1-1S2	4000/5A	4000/5A	0.5class	20

Operation condition

Operation condition	Load loss	Impedance (%)	
		Max Tap	Rated Tap
H.V. / L.V.	57.9 kW	10.2	
No load current	0.06 %	No load loss	0.8 kW

Transformer Oil

Standard Code	IEC298
Brand	DB-25
Original Area	HEILONGJIANG CHINA
EX-Factory	QTB

Oil level Mark plate for Conservator

Oil level

10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

Temperature °C

Serial No. 10900200002
Manufacturing Date 2009.12

THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA
HANGZHOU QIANTANG RIVER ELECTRIC GROUP CO., LTD



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 8: Data Eksisting *Over Current* Pada Motor *Circulating Water Pump*

PT PLN (Persero)		IMS INDONESIA POWER SERVICE
UNIT INDUK PEMBANGKITAN SUMATERA BAGIAN SELATAN		
UPK SEBALANG		
PEMELIHARAAN LISTRIK		
TEST SHEET	Description	MV PROTECTION RELAY
	Equipment	CIRCULATED WATER PUMP A
	Revision : 00	Section : Electric
	Page : 1	Date :
OVERCURRENT (OC1 , OC2 , OC3)		
Kondisi Eksisting		
1. Overcurrent Protection (Zone I)		
Koc	: 1,5	A
I overcurrent primary	: 15,77	A
I overcurrent secondary	: 23,655	A
operating time	: 0,2	s
2. Overcurrent Protection (Zone II)		
Koc	: 1,5	A
I overcurrent primary	: 15,77	A
I overcurrent secondary	: 23,655	A
operating time	: 0,5	s
3. Overcurrent Protection (Zone III)		
Koc	: 1,5	A
I overcurrent primary	: 15,77	A
I overcurrent secondary	: 23,655	A
operating time	: 0,5	s



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 9: *Setting* Proteksi CWP di PLTU Banten-Labuan 2x300MW

2.3 Circulating Water Pump A/B for No.1/2 Unit (1800KW)

Circuit code: 1A-06 , 1B-06, 2A-06, 2B-06
 Switch equipment: Circuit-breaker, RCS-9626CN
 TA ratio: 300/5=60 (Three phases)
 Zero-sequence TA: LXX (One)
 Primary rated current: $I_E=217A$
 Secondary rated current: $I_e=3.61A$
 Starting time: $t_{st}=1.2 \times 22=26.4s$

2.3.1 Overcurrent protection

1. Current instantaneous protection (Zone I)
 - Operating current: Adapting to the starting current.

$$I_{zd1} = K_{rel} K_{st} I_E = 1.5 \times 7 \times 217 = 2278.5A$$

$$I_{zd1j} = \frac{2278.5}{60} = 37.98A$$
 - Operating time: $t_{zd1}=0.02s$
 - Sensitivity checking: $K_{sen} = \frac{11113.7}{2278.5} = 4.87$
2. Definite time-limit overcurrent protection (Zone II)
 - Operating current $I_{zd2} = 1.5 \times 217 = 325.5A$

$$I_{zd2j} = \frac{325.5}{60} = 5.43A$$
 - Operating time: $t_{zd2}=14s$
3. Locked-rotor protection (Zone III)
 - Operating current $I_{zd3} = 2 \times 217 = 434A$

$$I_{zd3j} = \frac{434}{60} = 7.23A$$
 - Operating time: $t_{zd3}=12s$
4. Overcurrent locking
OFF

2.3.3 Overload protection

1. Operating current: $I_{gh} = 1.2 \times 217 = 260.4A$

$$I_{ghj} = \frac{260.4}{60} = 4.34A$$
2. Operating time: $t_{gh}=24s$



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 10: Daftar Riwayat Hidup



Penulis bernama Ricky Ardiansyah. Dilahirkan di Kebumen pada tanggal 02 Oktober 2001. Lulus dari SDN Bidaracina 03 Jakarta tahun 2013, SMPN 62 Jakarta tahun 2016, dan SMKN 34 Jakarta tahun 2019. Gelar Sarjana Terapan (Diploma IV) diperoleh pada tahun 2023 dari Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Politeknik Negeri Jakarta.

