

**LAPORAN KERJA PRAKTIK**  
**SISTEM PROTEKSI *OVER CURRENT RELAY* (CO-5) PADA MOTOR**  
**FDFAN 3A PLTU UNIT 3**  
**PT. INDONESIA POWER SEMARANG PGU**



Oleh :  
Aulia Vici Yunitasari  
I0717008

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SEBELAS MARET**  
**2020**

**LAPORAN KERJA PRAKTIK**  
**SISTEM PROTEKSI *OVER CURRENT RELAY* (CO-5) PADA MOTOR**  
**FDFAN 3A PLTU UNIT 3**  
**PT. INDONESIA POWER SEMARANG PGU**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan kelulusan  
Mata Kuliah Kerja Praktik



Diajukan Oleh :  
Aulia Vici Yunitasari  
I0717008

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SEBELAS MARET**  
**2020**

**HALAMAN PENGESAHAN**

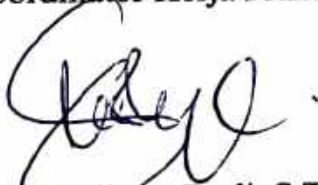
**SISTEM PROTEKSI *OVER CURRENT RELAY* (CO-5) PADA MOTOR  
FDFAN 3A PLTU UNIT 3  
DI PT. INDONESIA POWER SEMARANG PGU**

Oleh :

Aulia Vici Yunitasari

I0717008

Koordinator Kerja Praktik



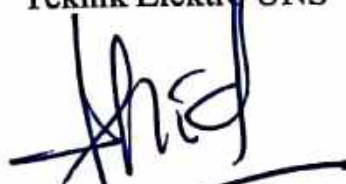
Jaka Sulistyua Budi, S.T.  
NIP. 196710191999031001

Pembimbing Kerja Praktik



Subuh Pramono, S.T., M.T.  
NIP. 198106092003121002

Kepala Program Studi  
Teknik Elektro UNS



Feri Adriyanto, Ph.D  
NIP. 196801161999031001

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**LAPORAN KERJA PRAKTIK**  
**PT. INDONESIA POWER SEMARANG**

**SISTEM PROTEKSI *OVER CURRENT RELAY* (CO-5) PADA MOTOR**  
**FDFAN 3A PLTU UNIT 3**  
**PT. INDONESIA POWER SEMARANG PGU**

Disusun oleh :

Nama	: Aulia Vici Yunitasari
Nomor Induk Mahasiswa	: I0717008
Jurusan	: Teknik Elektro
PT/ Sekolah	: Universitas Sebelas Maret
Waktu Kerja Praktik	: 02 Januari s.d 31 Januari 2020

Telah Diperiksa pada tanggal :  
24 Januari 2020

Mengetahui,

**PLH General Manager**  
**Manajer Pemeliharaan**

  
  
**Ariadi Dwi Widodo** 

**Pembimbing Lapangan**



**Marno Siswanto**

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Praktek Kerja Lapangan dengan judul “SISTEM PROTEKSI *OVER CURRENT RELAY* (C0-5) PADA MOTOR FDFAN 3A PLTU UNIT 3”. Tujuan dari penulisan laporan ini adalah untuk menyelesaikan segala rangkaian kegiatan PKL di PT. Indonesia Power agar penulis mendapatkan nilai untuk mata kuliah Kerja Praktek sehingga dapat menyelesaikan studi pada Universitas Negeri Sebelas Maret.

Penulisan laporan ini tidak akan selesai tanpa bantuan semua yang telah berkontribusi pada hidup saya, antara lain:

1. Allah SWT yang tidak henti – hentinya memperlihatkan keajaibannya pada penulis selama melaksanakan kerja lapangan.
2. Kedua orang tua yang sampai sekarang tidak pernah bosan berdoa untuk masa depan penulis
3. Bapak Feri Adriyanto sebagai Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Sebelas Maret
4. Bapak Chico Hermanu sebagai Pembimbing Akademik penulis
5. Bapak Subuh Pramono sebagai Pembimbing Kerja Praktek
6. Dosen – dosen Teknik Elektro UNS yang telah memberikan ilmunya untuk penulis selama menempuh studi
7. Bapak Suparlan sebagai General Manager PT. Indonesia Power yang telah mengizinkan penulis untuk menimba ilmu dan pengalaman ini
8. Bapak Marno Siswanto yang telah membimbing penulis selama melaksanakan kerja praktek
9. Bapak dan mas teknisi mulai dari Mas Adi, Mas Naim, Mas Dwi yang telah membantu penulis untuk menjawab keingintahuannya
10. Bapak Darmawan H.S selaku SPS Keamanan dan Humas beserta staff yang telah bersabar pada mahasiswa PKL selama masa belajar
11. Ibu Kantin Nomer 2 yang menjual sup iga dengan harga terjangkau

12. Teman – teman PKL seperjuangan yang telah menemani penulis selama satu bulan, bersama – sama menimba ilmu dan pengalaman yang sangat berharga ini

13. Seluruh staff dan karyawan PT. Indonesia Power yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu

Terima kasih atas segala bantuannya untuk semua individu yang telah membantu penulis, yang tidak sanggup penulis sebutkan satu persatu. Penulis menyadari kekurangannya yang tidak akan pernah habis termasuk dalam penulisan laporan ini, sehingga diharapkan adanya saran maupun kritik untuk membangun penulis kedepannya. Akhir kata terima kasih dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi siapapun yang dapat mengambil sisi baiknya.

Semarang, 23 Januari 2020

Penulis

## ABSTRAK

Aulia Vici Yunitasari

### Sistem Proteksi Over Current Relay pada Motor FDFan 3A Di PLTU Unit 3

Didalam PLTU menggunakan motor listrik sebagai peralatan mengubah energi listrik menjadi mekanis, yang mana menggunakan motor 3 fasa. Pada Pembangkit Tenaga Uap memiliki FDFan yang mana berfungsi sebagai suatu alat yang menyuplai atau memaksa udara luar masuk ke ruang bakar boiler. Jika pada pembangkit ini beroperasi pasti akan banyak pula gangguan yang terjadi dimana disebabkan beberapa faktor. Setiap motor memiliki sistem proteksi masing – masing. Terkhusus pada motor FDFan 3A di PLTU ini memiliki beberapa sistem proteksi, antara lain *Over Current Relay* sebagai proteksi dari arus yang berlebihan yang mengakibatkan arus hubung singkat, kemudian *Overload Relay* sebagai proteksi beban yang berlebih. Pada laporan ini menganalisa perhitungan secara matematis dan membandingkan untuk mengetahui arus starting motor dan arus *pick up* pada relay ketika dalam kondisi normal maupun dalam keadaan trip. Pada PLTU unit 3 motor FDFan dengan daya 1722 kW menghasilkan arus starting motor 118 A pada nilai pengujian dan nilai pada perhitungan matematis sebesar 108.86 A. Sedangkan pada relay *overcurrent* dengan nilai *pick up* sebesar 4 A dan nilai pada perhitungan matematis sebesar 4.08 A yang mana bisa dikatakan masih tergolong normal dan dalam kondisi yang baik. Relay proteksi *overcurrent* sangat diperlukan pada motor FDFan untuk mencegah arus yang berlebih, perlu adanya penyetelan arus sesuai dengan nameplate agar motor bekerja secara maksimal.

**Kata Kunci:** Motor, *Over Current Relay*, sistem proteksi

Inside the power plant uses an electric motor as equipment to convert electrical energy into mechanical, which uses a 3 phase motor. The Steam Power Plant has FDFan which functions as a device that supplies or forces outside air into the boiler combustion chamber. If the power plant operates, there will certainly be many disruptions which will occur due to several factors. Each motor has its own protection system. Especially on the FDFan 3A motor at the PLTU has several protection systems, including Over Current Relay as protection from overcurrent resulting in short circuit current, then Overload Relay as overload protection. In this report, mathematically analyzing calculations and comparing to determine the starting motor current and pick up current in the relay when under normal conditions or in trip conditions. At the power plant unit 3 FDFan motor with a power of 1722 kW produces a starting motor current of 118 A at the test value and the value of the mathematical calculation of 108.86 A. While the overcurrent relay with a pick up value of 4 A and the value of the mathematical calculation of 4.08 A which can be said to be still relatively normal and in good condition. Overcurrent protection relay is needed on the FDFan motor to prevent overcurrent, it is necessary to adjust the current according to the nameplate so that the motor is working optimally.

**Keywords :** Motor, Over Current Relay, protection system

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penulisan Laporan.....	2
1.4 Waktu dan Lokasi Praktik Kerja Industri.....	2
1.5 Tujuan Kerja Praktik .....	2
1.6 Metode Pengambilan Data .....	3
1.7 Sistematika Penulisan Laporan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN .....</b>	<b>5</b>
2.1 Sejarah PT Indonesia Power.....	5
2.2 Visi, Misi, Motto PT Indonesia Power.....	6
2.3 Makna dan Bentuk Logo PT Indonesia Power.....	6
2.4 Bisnis Utama PT Indonesia Power .....	7
2.5 PT Indonesia Power Semarang PGU.....	9
2.6 Kapasitas Daya PT Indonesia Power Semarang PGU.....	11
<b>BAB III DASAR TEORI .....</b>	<b>12</b>
3.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) .....	12
3.2 Pembangkit Listrik Tenaga Gas & Uap (PLTGU) .....	14
3.3 Motor 3 Fasa.....	17
3.4 <i>Forced Draft Fan</i> .....	19
3.4.1 Pengertian Relay Proteksi.....	19
3.4.2 Komponen <i>Force Draft Fan</i> .....	19
3.4.3 Cara Kerja <i>Force Draft Fan</i> .....	21



3.5	Relay Proteksi.....	22
3.5.1	Pengertian Relay Proteksi.....	22
3.5.2	Perangkat Sistem Proteksi.....	22
3.5.3	Fungsi dan Peranan Relay Proteksi.....	24
3.5.4	Syarat – Syarat Relay Proteksi.....	25
<b>BAB IV</b>	<b>PEMBAHASAN .....</b>	<b>27</b>
4.1	Relay Arus Lebih (OCR).....	27
4.1.1	Karakteristik Waktu Kerja Relay Arus Lebih.....	27
4.1.2	Prinsip Kerja Relay Arus Lebih .....	29
4.2	Parameter Pada Relay CO-5 dan Motor FDFan 3A .....	30
4.2.1	Parameter dan Perhitungan OCR CO-5 .....	30
4.2.2	Parameter dan Perhitungan Motor FDFan 3A .....	36
4.2.3	Perbandingan Data Pengujian dan Hasil Perhitungan.....	39
4.3	Korelasi OCR sebagai Sistem Proteksi pada Motor FDFan 3A...	39
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP.....</b>	<b>41</b>
5.1	Kesimpulan.....	41
5.2	Saran .....	41
5.2.1	Saran Terkait Laporan .....	41
5.2.2	Saran ke Universitas .....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		<b>43</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....		<b>44</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Logo PT. Indonesia Power.....	6
Gambar 2.2	Anak Perusahaan PT. Indonesia Power .....	9
Gambar 2.3	PT. Indonesia Power Semarang PGU .....	10
Gambar 3.1	Siklus Rankine .....	12
Gambar 3.2	Siklus PLTU.....	13
Gambar 3.3	Siklus PLTGU .....	14
Gambar 3.4	Konstruksi Motor Listrik 3 Fasa.....	17
Gambar 3.5	Gambaran Sederhana Penempatan Stator dan Rotor .....	18
Gambar 3.6	FDFan 3A PLTU Unit 3 .....	19
Gambar 3.7	Kipas atau Fan pada FDFan 3A PLTU Unit 3 .....	20
Gambar 3.8	Rotor Dan Stator pada FDFan 3A.....	20
Gambar 3.9	<i>Bearing</i> pada FDFan 3A .....	21
Gambar 3.10	Relay Proteksi pada FDFan 3A.....	22
Gambar 4.1	Relay OCR FDFan 3A .....	27
Gambar 4.2	Diagram Relay Arus Lebih Seketika .....	28
Gambar 4.3	Diagram <i>Definite Time Over Current Relay</i> .....	28
Gambar 4.4	Diagram <i>Inverse Time Over Current Relay</i> .....	29
Gambar 4.5	<i>Over Current Relay CO-5</i> .....	30
Gambar 4.6	Spesifikasi <i>Overcurrent Relay</i> pada motor FDFan 3A .....	31
Gambar 4.7	Settingan Pada <i>Overcurrent Relay</i> CO-5 .....	32
Gambar 4.8	<i>Diagram Time Delay Type</i> CO-5 .....	33
Gambar 4.9	Data Hasil Pengujian OCR pada FDFan 3A.....	34
Gambar 4.10	Freja 300 Alat Ukur Relay .....	35
Gambar 4.11	Spesifikasi pada Motor FDFan 3A.....	36
Gambar 4.12	Data Hasil Pengujian motor FDFan 3A .....	37

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1	Bisnis Utama PT Indonesia Power .....	8
Tabel 2.2	Kapasitas Daya PT Indonesia Power Semarang PGU .....	11
Tabel 4.1	Spesifikasi Overcurrent Relay .....	31
Tabel 4.2	Spesifikasi Motor FDFan 3A .....	36
Tabel 4.3	Perbandingan Data Uji dan Hasil Perhitungan .....	39

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Permohonan Kerja Praktik .....	44
Lampiran 2. Surat Balasan Kerja Praktik.....	45
Lampiran 3. Form Penugasan Kerja Praktik .....	46
Lampiran 4. Surat Penugasan Kerja Praktik .....	47
Lampiran 5. Sertifikat Kerja Praktik.....	48
Lampiran 6. Form Penilaian Kerja Praktik .....	49
Lampiran 7. Lembar Konsultasi Kerja Praktik .....	50
Lampiran 8. Surat Seminar Kerja Praktik .....	52
Lampiran 9. Daftar Hadir Seminar Kerja Praktik .....	53





# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Listrik merupakan salah satu aspek yang sangat penting bagi masyarakat terutama untuk perindustrian. Perindustrian membutuhkan jumlah energi listrik yang semakin besar untuk menjalankan peralatannya sehingga dibutuhkan suplai listrik yang lebih besar. Di Indonesia pemakaian listrik cukup besar sehingga dibutuhkan banyak sumber pembangkit untuk memenuhi kebutuhan listrik. Terdapat banyak macam pembangkit listrik yang ada di Indonesia seperti : PLTU, PLTA, PLTG, PLTGU dan banyak lagi macam-macam pembangkit listrik lainnya. Sedangkan yang paling banyak menghasilkan listrik di Indonesia yaitu PLTU.

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan energi potensial dari uap kering untuk memutar turbin dan generator sehingga dapat membangkitkan energi listrik. Uap kering dihasilkan dari perubahan fasa air dengan memanfaatkan energi panas hasil pembakaran bahan bakar. Didalam PLTU menggunakan motor listrik sebagai salah satu peralatan pengubah energi menjadi mekanis. Salah satu motor listrik yang paling banyak digunakan sebagai penggerak adalah motor 3 fasa atau motor induksi 3 fasa.

Motor induksi 3 fasa yang digunakan sebagai penggerak mesin yang dicatu oleh sumber listrik 3 fasa dalam pemasangannya harus menempatkan beberapa peralatan proteksi untuk mengamankan motor dan rangkaian motor dari gangguan yang akan terjadi saat motor dioperasikan. Gangguan yang mungkin terjadi saat motor beroperasi salah satunya disebabkan oleh arus berlebih atau kipas pada mesin *Forced Draft Fan* yang terhambat karena terdapat banyak kotoran yang mengakibatkan beban berlebih.

Dari gangguan tersebut maka diperlukan pemilihan peralatan proteksi yang akan digunakan untuk mencegah arus berlebih, terjadinya beban berlebih dan mencegah arus bocor ketanah. Alat proteksi yang digunakan untuk mencegah gangguan tersebut adalah *Over Current Relay* untuk mencegah arus berlebih,

*Thermal Overload Relay* untuk menggunakan terjadinya beban berlebih, dan *Earth Leakage Relay* untuk mencegah terjadinya arus bocor ketanah.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Perumusan masalah yang dapat disimpulkan oleh penulis dari latar belakang di atas adalah sebagai berikut:

- Bagaimanakah cara kerja OCR yang menjadi salah satu sistem proteksi pada motor FDFan ?
- Bagaimanakah parameter pada relay OCR CO-5 ?
- Bagaimanakah korelasi OCR dengan motor FDFan 3A ?

## **1.3 Tujuan Penulisan Laporan**

Tujuan penulisan laporan ini adalah sebagai bukti bahwa penulis telah melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) sesuai dengan aturan yang ada serta menambah wawasan penulis agar dapat bermanfaat untuk kedepannya.

## **1.4 Waktu dan Lokasi Praktik Kerja Industri**

Waktu dan lokasi Praktik Kerja Lapangan (PKL) yang dilakukan oleh penulis adalah sebagai berikut:

Waktu : 02 Januari s.d 31 Januari 2020, pukul 07.00 WIB hingga 16.00 WIB

Lokasi : PT Indonesia Power UP Semarang PGU, beralamat di Jalan Ronggowarsito Tanjung Mas, Semarang Utara, Kota Semarang, Jawa Tengah 50174.

Praktik Kerja Lapangan (PKL) dilaksanakan sesuai dengan kegiatan rutin bagian Pemeliharaan Listrik PLTU Blok 3.

## **1.5 Tujuan Kerja Praktik**

Tujuan kerja praktik bagi praktikan menurut penulis adalah sebagai berikut:

- Praktikan dapat mempelajari berbagai macam hal untuk menambah pengetahuan dan pengalaman



- Praktikan dapat menerapkan ilmu yang telah dipelajari dalam bangku universitas
- Praktikan dapat merasakan suasana kerja secara langsung
- Praktikan dapat menambah hubungan dengan praktikan lain maupun dengan perusahaan

### **1.6 Metode Pengambilan Data**

Metode pengambilan data yang dilakukan penulis selama Praktik Kerja Lapangan (PKL) adalah sebagai berikut:

- Melakukan observasi lapangan sesuai dengan situasi yang ada
- Melakukan interview secara langsung kepada teknisi lapangan
- Mempelajari literatur melalui buku maupun internet

### **1.7 Sistematika Penulisan Laporan**

Sistematika penulisan laporan yang dibuat oleh penulis adalah sebagai berikut:

#### **BAB I : PENDAHULUAN**

Berisi tentang Latar Belakang Masalah, Perumusan Masalah, Tujuan Penulisan Laporan, Waktu dan Lokasi Praktik Kerja Lapangan, Tujuan Kerja Praktik, Metode Pengambilan Data dan Sistematika Penulisan Laporan.

**BAB II : TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN**

Berisi tentang Sejarah, Visi, Misi, Motto, Makna dan Bentuk Logo serta Nilai Perusahaan dari PT Indonesia Power juga seputar Unit Pembangkitan Semarang.

**BAB III : DASAR TEORI**

Berisi tentang penjelasan seputar objek pembahasan Praktek Kerja Lapangan mulai dari PLTU dan PLTGU secara umum serta penjelasan Sistem proteksi pada relay dan motor juga peralatan yang termasuk di dalamnya.

**BAB IV : PEMBAHASAN**

Berisi tentang pembahasan dari Praktik Kerja Lapangan dan data yang didapatkan dari lapangan serta analisa data untuk mendapatkan penyelesaian dari perumusan masalah yang didapat.

**BAB V : PENUTUP**

Berisi tentang kesimpulan yang telah didapat dari analisa data Praktik Kerja Lapangan serta saran untuk perusahaan, sekolah dan juga praktikan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN**

#### **2.1 Sejarah PT Indonesia Power**

Indonesia Power merupakan salah satu anak Perusahaan PT PLN (Persero) yang didirikan pada tanggal 3 Oktober 1995 dengan nama PT PLN Pembangkitan Jawa Bali I (PT PJB I). Pada tanggal 8 Oktober 2000, PT PJB I berganti nama menjadi Indonesia Power sebagai penegasan atas tujuan perusahaan untuk menjadi perusahaan pembangkit tenaga listrik independen yang berorientasi bisnis murni.

Pada awal 1990-an pemerintah Indonesia mempertimbangkan perlunya deregulasi pada sektor ketenagalistrikan. Kemudian pada akhir 1993, Menteri Pertambangan dan Energi (MPE) menerbitkan kerangka dasar kebijakan (Sasaran dan Kebijakan Pengembangan sub Sektor Ketenagalistrikan) yang merupakan pedoman jangka panjang restrukturasi sektor ketenagalistrikan.

Sebagai penerapan tahap awal, pada 1994 PLN diubah statusnya dari PERUM menjadi PERSERO. Setahun kemudian, tepatnya pada tanggal 3 Oktober 1995, PT PLN (PERSERO) membentuk dua anak perusahaan, Pada tanggal 3 Oktober 2000, bertepatan dengan ulang tahunnya yang kelima, manajemen perusahaan secara resmi mengumumkan perubahan nama PLN PJB 1 menjadi PT. Indonesia Power.

Berawal pada pengelolaan Pembangkit Listrik di Jawa Bali, saat ini Indonesia Power telah melakukan Pengembangan Bisnis Jasa Operasi Pemeliharaan di seluruh Indonesia baik melalui pengelolaan sendiri, melalui anak perusahaan maupun melalui Usaha Patungan. PT. Indonesia Power mengelola 4 *Power Generation Unit* (PGU), 11 *Operation and Maintenance Services Unit* (OMU), 5 *Power Generation and O&M Services Unit* (POMU) dan 1 *Projek Unit*.

PT. INDONESIA POWER Semarang PGU terletak di jalan Ronggowarsito, komplek Pelabuhan Tanjung Mas Semarang, Jawa Tengah. Unit Pembangkitan (UP) Semarang mengoperasikan unit – unit Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) pada Sunyaragi, Cilacap 1 dan Cilacap 2, Pembangkit Listrik Tenaga

Diesel (PLTD) pada Legok Bajak Karimunjawa, Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang memiliki total kapasitas 1038.3 MW. Unit Pembangkit Semarang memegang peranan yang penting dalam menjaga keandalan dan mutu sistem kelistrikan Jawa Bali terutama Jawa Tengah.

## 2.2 Visi, Misi, Motto PT Indonesia Power

Visi PT. Indonesia Power adalah “Menjadi Perusahaan Energi Terbaik yang Yang Tumbuh Berkelanjutan”. Misi PT.Indonesia Power adalah “Menyediakan Solusi Energi Yang Andal, Inovatif, Ramah Lingkungan Dan Melampaui Harapan Pelanggan”. Motto PT. Indonesia Power adalah “*#EnergyOfThings*”.

## 2.3 Makna dan Bentuk Logo PT Indonesia Power

Makna bentuk dan warna logo PT Indonesia Power merupakan cerminan identitas dan lingkup usaha yang dimilikinya. Secara keseluruhan nama INDONESIA POWER merupakan nama yang kuat untuk melambangkan lingkup usaha Perusahaan sebagai Perusahaan Pembangkitan Tenaga Listrik di Indonesia.



Gambar 2.1 Logo PT. Indonesia Power  
Sumber : Indonesia Power

Adapun makna bentuk logo di atas adalah:

1. Karena nama yang kuat, INDONESIA dan POWER ditampilkan dengan menggunakan dasar jenis huruf (font) yang tegas dan kuat yaitu INDONESIA: Futura Book/Regular dan POWER: Futura Bold

2. Aplikasi bentuk Kilatan Petir pada huruf "O" melambangkan "TENAGA LISTRIK" yang merupakan lingkup usaha utama Perusahaan
3. Titik/Bulatan Merah (Red Dot) di ujung kilatan petir merupakan Simbol Perusahaan yang dapat digunakan di sebagian besar materi komunikasi perusahaan. Jarak Red Dot dengan kilatan petir berjarak Y:z cm menjorok ke arah kiri dengan kemiringan sudut  $22,5^\circ$ .

Adapun makna warna bentuk logo di atas adalah:

1. Merah

Diaplikasikan pada kata INDONESIA, menunjukkan identitas yang kuat dan kokoh sebagai pemilik seluruh sumber daya untuk memproduksi tenaga listrik, guna dimanfaatkan di Indonesia, dan juga di luar negeri.

2. Biru

Diaplikasikan pada kata POWER. Pada dasarnya warna biru menggambarkan sifat pintar dan bijaksana, dengan diaplikasikan pada kata POWER, maka warna ini menunjukkan produk tenaga listrik yang dihasilkan Perusahaan memiliki ciri: Berteknologi tinggi Efisien Aman Ramah lingkungan.

#### **2.4 Bisnis Utama PT Indonesia Power**

Berawal pada pengelolaan Pembangkit Listrik di Jawa Bali, saat ini Indonesia Power telah melakukan Pengembangan Bisnis Jasa Operasi Pemeliharaan di seluruh Indonesia baik melalui pengelolaan sendiri, melalui anak perusahaan maupun melalui usaha patungan. PT. Indonesia Power mengelola 4 *Power Generation Unit* (PGU), 11 *Operation and Maintenance Services Unit* (OMU), serta 5 *Power Generation and O&M Services Unit* (POMU).

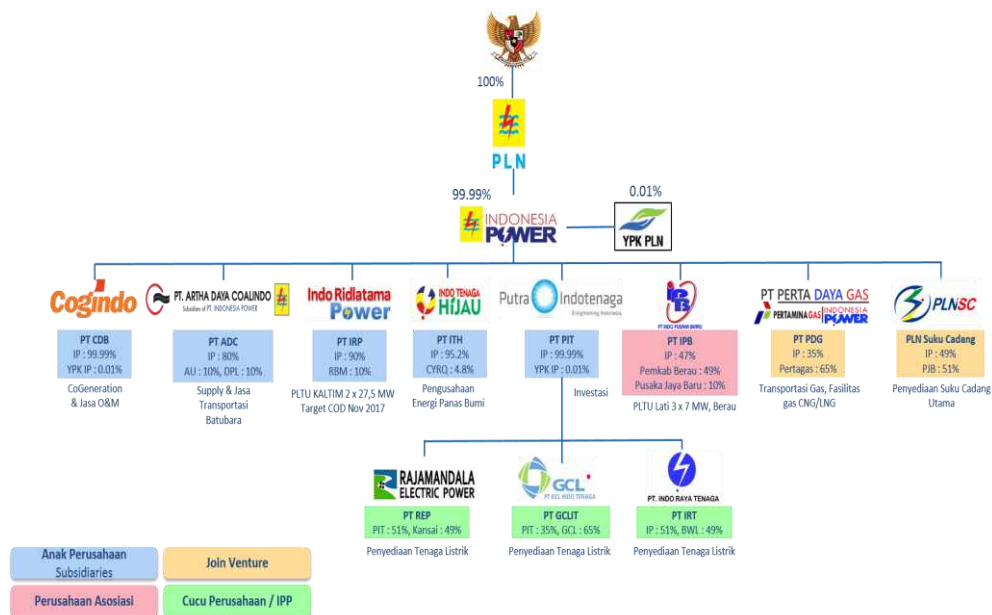
Sesuai dengan pasal 3 anggaran dasar perusahaan, bidang usaha Indonesia Power adalah menyelenggarakan usaha ketenagalistrikan berdasarkan prinsip industri dan niaga yang sehat dengan menerapkan prinsip-prinsip perseroan terbatas yang meliputi produk dan layanan sebagai berikut:

1. Penyediaan tenaga listrik yang ekonomis, bermutu tinggi dan andal
2. Usaha yang berkaitan dengan penyediaan tenaga listrik

- a. Jasa survei, investigasi, desain, konstruksi/pemasangan instalasi, operasi dan pemeliharaan, penyewaan peralatan pembangkitan serta pendidikan dan pelatihan.
- b. Produksi, perbaikan dan perdagangan dan peralatan tenaga listrik
- c. Produksi, pengolahan, pengangkutan dan perdagangan batubara, gambut, biomas dan alam
- d. Produksi dan perusahaan energi panas bumi
- e. Cogeneration

Tabel 2.1 Bisnis Utama PT Indonesia Power

<b>Layanan</b>	<b>Nama</b>	<b>Jenis Pembangkit</b>	<b>Kapasitas</b>
Power Generation Unit (PGU)	Suralaya PGU	PLTU	3400 MW
	Semarang PGU	PLTU, PLTG, PLTGU, PLTD	1313 MW
	Mrica PGU	PLTA	310 MW
	Bali PGU	PLTG, PLTD	557 MW
Operation and Maintenance Service Unit (OMU)	Banten 1 Suralaya OMU	PLTU	625 MW
	Banten 2 Labuan OMU	PLTU	2x300 MW
	Banten 3 Lontar OMU	PLTU	3x315 MW
	Jawa Barat 2 Pelabuhan Ratu OMU	PLTU	3x350 MW
	Jawa Tengah 2 Adipala OMU	PLTU	600 MW
	Pangkalan Susu OMU	PLTU	2x200 MW
	Cilegon OMU	PLTGU	740 MW
	Barru OMU	PLTU	2x50 MW
	Jeranjang OMU	PLTU	3x25 MW
	Sunggu OMU	PLTU	2x7 MW
	Sintang OMU	PLTU	3x7 MW
	Orya Genyem OMU	PLTA	2x10 MW
Power Generation and O&M Service Unit (POMU)	Priok POMU	PLTU, PLTG, PLTGU, PLTD	1248 MW
	Grati POMU	PLTGU	864 MW
	Saguling POMU	PLTA	797 MW
	Kamojang POMU	PLTA	375 MW
	Houltecamp POMU	PLTU	2x10 MW
Maintenance Service Unit (MSU)			
Project Unit (PRU)			



Gambar 2.3 Anak Perusahaan PT. Indonesia Power  
Sumber : Indonesia Power

Selain itu PT. Indonesia Power memiliki 9 anak perusahaan, yaitu PT. Artha Daya Coalindo, PT.Cogindo Daya Bersama, PT GCL Indotenaga, PT Indo Pusaka Berau, PT Indo Raya Tenaga PT.Indo Ridlatama Power, PT Perta Daya Gas, PT Putra Indotenaga (PIT), PT.Rajamandala Elektriika Power.

## 2.5 PT Indonesia Power Semarang PGU

Semarang PGU mengoperasikan Pusat Listrik Tenaga Gas (PLTG), Pusat Listrik Tenaga Gas & Uap (PLTGU) dan Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang berlokasi di Semarang, Jawa Tengah. Semarang memiliki total kapasitas sebesar 1038.3 MW memegang peranan yang penting dalam menjaga keandalan dan mutu sistem kelistrikan Jawa Bali terutama Jawa Tengah.



Gambar 2.4 PT. Indonesia Power Semarang PGU  
Sumber : Indonesia Power

Sesuai dengan keputusan Kepala Wilayah XIII No.003/PW/XII/81, pada tanggal 1 Juli 1981 diresmikan PLTU Sektor Semarang Unit I dan II berkapasitas 100 MW.

Dengan terbitnya Surat Keputusan Direksi No.016/DIR/83 tanggal 12 Februari 1983 Sektor Semarang dalam organisasi PLN Pembangkitan dan Penyaluran Jawa-Bali, PLN Sektor Semarang mengelola 3 Unit PLTU dan 4 Unit PLTG. Pada bulan November 1993 Unit Bisnis Pembangkitan Semarang ditambah dengan 2 Blok Unit PLTGU (combined cycle) terdiri dari 6 x 100 MW PLTG dan 2 x 200 MW PLTU. Karena penambahan besar daya terpasang tersebut keberadaan PLTG Pam Dean Lamper unit 1 sampai 4 dihentikan operasinya sejak awal tahun 1994. Sejak tanggal 1 November 1994, berubah namanya menjadi PT. PLN PJB I yang berkedudukan di Jalan Roggowarsito Semarang.



Semarang PGU mengelola unit – unit Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Gas (PLTG), Gas Uap (PLTGU), Diesel (PLTD) dengan total kapasitas terpasang sebesar 1038.3 MW yang tersebar di 3 lokasi yaitu PLTU dan PLTGU Tambak Lorok (Semarang), PLTG Lomanis (Cilacap), PLTG Sunyaragi (Cirebon) dan PLTD Legon Bajak (Karimunjawa). Unit Pembangkitan Semarang PGU memegang peranan yang penting dalam menjaga keandalan dan mutu sistem kelistrikan Jawa Bali terutama Jawa Tengah.

## 2.6 Kapasitas Daya PT Indonesia Power Semarang PGU

Semarang PGU sampai saat ini mempunyai pembangkit dengan kapasitas terpasang total 1038.3 MW. Daya yang terpasang adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2 Kapasitas Daya PT Indonesia Power UP Semarang PGU

No	Mesin Pembangkit	Daya Terpasang	Merek Mesin	Tahun Operasi
<b>PLTGU</b>				
1.	GTG 1.1 Tambak Lorok	109,65 MW	GE	31 Agustus 1993
2.	GTG 1.2 Tambak Lorok	109,65 MW	GE	3 Oktober 1993
3.	GTG 1.3 Tambak Lorok	109,65 MW	GE	21 Oktober 1993
4.	STG 1.0 Tambak Lorok	188,00 MW	GE	27 November 1997
5.	GTG 2.1 Tambak Lorok	109,65 MW	GE	24 Juli 1996
6.	GTG 2.2 Tambak Lorok	109,65 MW	GE	30 Agustus 1996
7.	GTG 2.3 Tambak Lorok	109,65 MW	GE	4 September 1996
8.	STG 2.0 Tambak Lorok	188,00 MW	GE	16 Mei 1997
<b>PLTD</b>				
1.	Legon Bajak Karimunjawa	4,4 MW	Mesin Diesel	2016
<b>Total Daya Terpasang</b>		<b>1038.3,3 MW</b>		

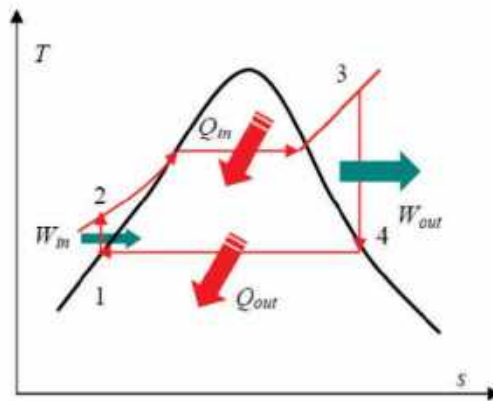
### BAB III

#### DASAR TEORI

##### 3.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) bekerja berdasarkan prinsip Siklus Rankine. Siklus Rankine adalah siklus termodinamika yang mengubah kalor menjadi kerja. Siklus Rankine menggunakan kerja dua fase fluida, yaitu cair (*liquid*) dan uap (*vapor*). PLTU memanfaatkan air yang dipanaskan menjadi uap panas untuk digunakan sebagai penggerak turbin gas.

Siklus Rankine merupakan penurunan dari Siklus Carnot. Secara garis besar terdapat empat proses reversible yang terjadi pada Siklus Rankine berdasarkan gambar di atas, yaitu:



Gambar 3.1 Siklus Rankine  
Sumber : insinyoer.com

##### Proses 1-2

Fluida kerja (berupa air) memasuki pompa, kemudian dipompa untuk meningkatkan tekanan fluida kerja. Proses ini tidak terjadi perubahan entropi jika terjadi secara ideal.

##### Proses 2-3

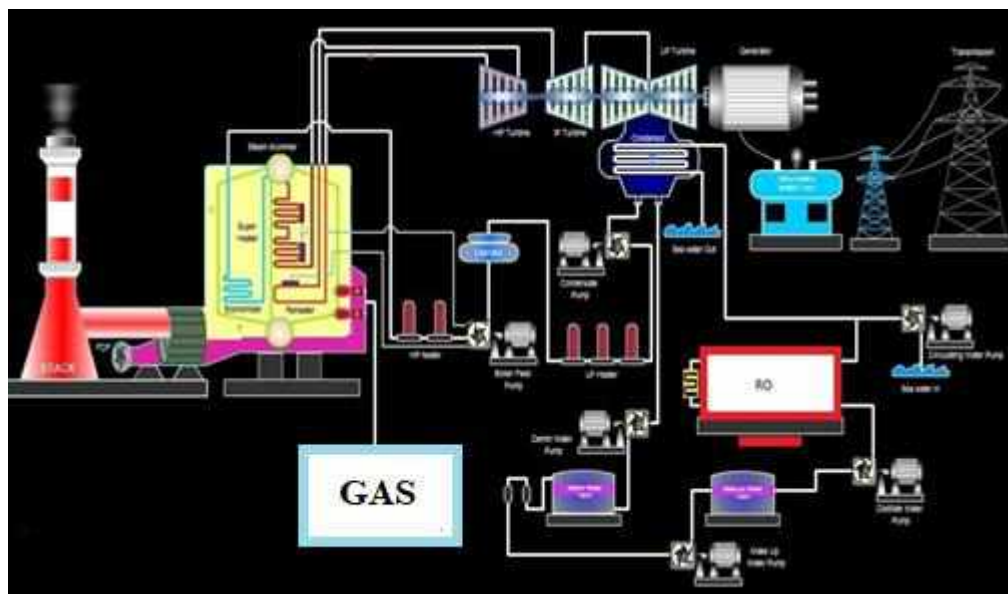
Fluida yang telah dipompa kemudian mengalir memasuki boiler. Di dalam boiler, fluida tersebut dipanaskan dengan proses pembakaran dari luar. Pada PLTU Unit 3, pembakaran menggunakan bahan bakar gas. Pada proses ini, fluida berubah fase dari fase cair menjadi *saturated vapor* hingga akhirnya menjadi *superheated vapor*. Proses ini terjadi secara isobaris.

### Proses 3-4

*Superheated vapor* yang keluar dari boiler kemudian mengalir menuju turbin uap. Terjadi proses ekspansi secara isentropik yang akibat pergerakan turbin. Hal ini mengakibatkan penurunan tekanan pada fluida karena energi pada uap telah dikonversi menjadi energi gerak turbin.

### Proses 4-1

Setelah keluar dari turbin, fluida bertekanan rendah kemudian mengalir menuju kondensor. Di dalam kondensor fluida tersebut mengalami proses kondensasi hingga menjadi fase cair. Proses ini terjadi secara isobaris. Kemudian fluida cair ini kemudian mengalir menuju pompa.

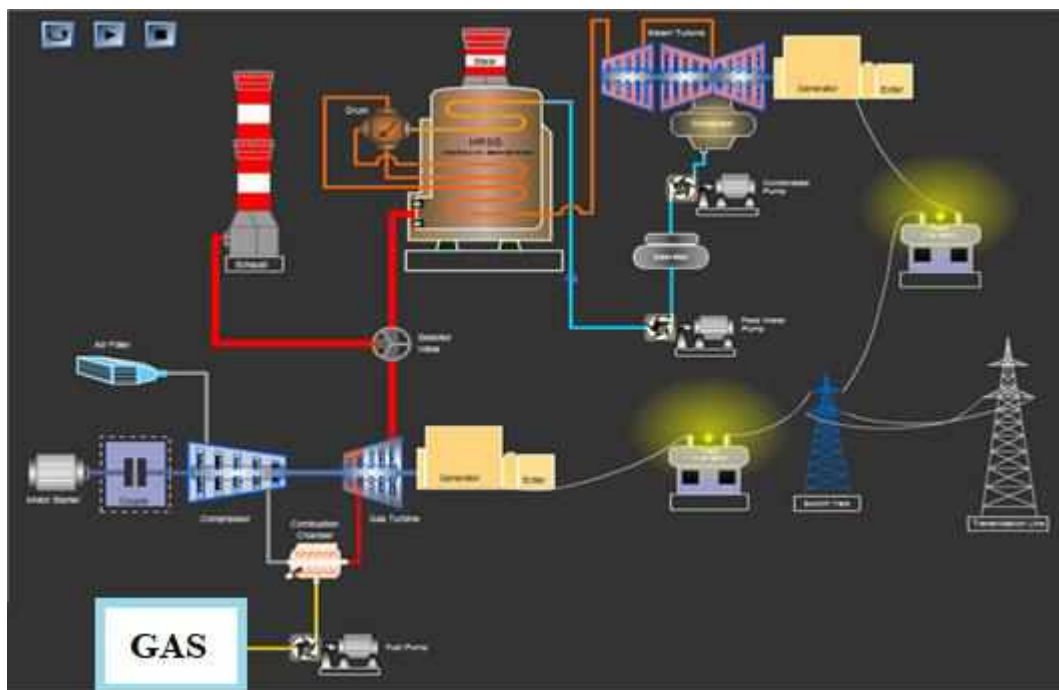


Gambar 3.2 Siklus PLTU  
Sumber : Indonesia Power Semarang

PLTU menggunakan *close loop system*, yaitu air yang telah menjadi uap akan dikondensasikan untuk digunakan kembali sebagai bahan baku uap. Hal ini bertujuan untuk mengurangi biaya operasi karena air yang dipakai merupakan air yang sama. Namun, dalam prosesnya tetap memerlukan air penambah (*make-up water*) dengan jumlah yang sesuai dengan *water losses* yang terjadi.

### 3.2 Pembangkit Listrik Tenaga Gas & Uap (PLTGU)

PLTGU merupakan gabungan antara *Gas Turbine Generator* (GTG) dengan *Steam Turbine Generator* (STG), dimana panas dari gas buang GTG digunakan untuk menghasilkan uap sebagai fluida kerja di STG. Gas yang dihasilkan dalam ruang bakar pada GTG akan menggerakkan turbin dan kemudian generator yang akan mengubahnya menjadi energi listrik. Alat yang digunakan untuk menghasilkan uap tersebut adalah *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG). Gas sisa hasil pembakaran dari GTG digunakan untuk menghasilkan uap pada HRSG yang digunakan di STG. HRSG memanfaatkan energi panas dan uap dari gas buang hasil pembakaran di GTG untuk memanaskan air, sehingga menjadi uap jenuh kering. Uap jenuh kering inilah yang akan digunakan untuk memutar sudu (baling-baling) turbin uap.



Gambar 3.3 Siklus PLTGU  
Sumber : Indonesia Power Semarang

Secara umum sistem produksi tenaga listrik dari PLTGU dibagi menjadi dua siklus, yaitu :

1. *Open cycle*

Open cycle merupakan proses produksi listrik pada PLTGU dimana gas buangan dari turbin gas langsung dibuang ke udara melalui cerobong *exhaust*. Suhu gas buangan di cerobong *exhaust* ini mencapai 565 C. Proses seperti ini pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) dapat disebut sebagai proses Pembangkitan / Produksi Listrik Turbin Gas (PLTG) yaitu suatu proses pembangkitan listrik yang dihasilkan oleh putaran turbin gas. Mula-mula sebagai pemutar awal saat turbin belum menghasilkan tenaga, motor cranking mulai berputar dengan menggunakan energi listrik yang diambil dari jaringan listrik 150 KV atau 500 KV Jawa – Bali. Motor cranking ini berfungsi memutar *compressor* sebagai putaran awal dan sebagai penghisap udara luar, dengan terlebih dahulu melalui air filter.

Udara luar ini akan diubah menjadi udara atomizing untuk sebagian kecil pembakaran dan sebagian besar sebagai pendingin turbin. Disisi lain bahan bakar gas dialirkan dan dipompa lagi dengan pompa bahan bakar dimasukkan ke dalam ruang bakar atau *combustion chamber*. Pada saat bahan bakar yang berasal dari pompa bahan bakar dan udara atomizing yang berasal dari *compressor* bercampur dalam *combustion chamber*, maka bersamaan dengan itu busi (*spark plug*) mulai memercikkan api sehingga menyulut pembakaran. Gas panas yang dihasilkan dari proses pembakaran inilah yang akan digunakan sebagai penggerak atau pemutar turbin gas. Sehingga listrik dapat dihasilkan setelah terlebih dahulu diolah pada GTG. Daya yang dihasilkan mencapai 90 MW untuk tiap gas turbine generator.

Pada PLTGU memiliki dua buah blok dengan masing masing blok terdiri dari 3 buah gas turbine generator. Karena tegangan yang dihasilkan dari generator masih rendah maka pada tahap selanjutnya tegangan ini akan disalurkan ke trafo utama untuk dinaikkan menjadi 150 KV. Jadi

pada proses *open cycle* maka gas buangan dari turbin gas akan langsung dibuang melalui cerobong *exhaust*.

## 2. *Combined cycle*

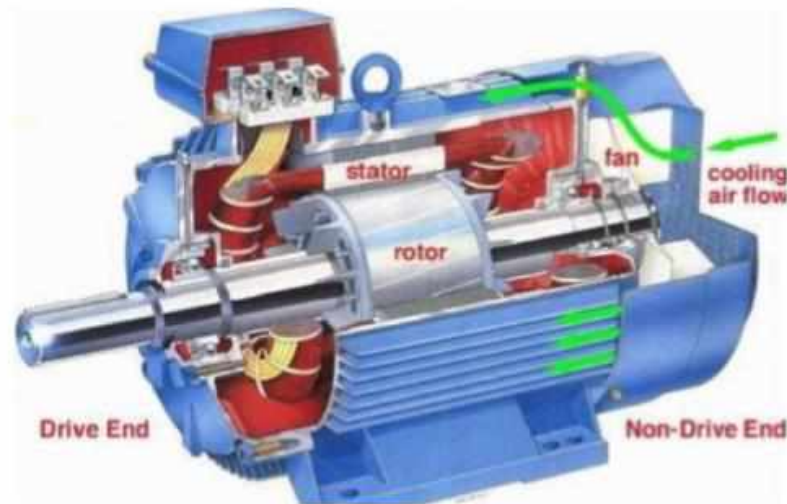
Kalau pada *open cycle* gas buang dari turbin gas langsung dibuang melalui cerobong *exhaust*, maka pada proses *combined cycle / closed cycle*, gas buang dari turbin gas akan dimanfaatkan terlebih dahulu untuk memasak air yang berada di HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*). Kemudian uap yang dihasilkan dari HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*) tersebut akan digunakan untuk memutar turbin uap agar dapat menghasilkan listrik setelah diolah terlebih dahulu pada generator. Prosesnya bermula dari Gas bekas yang ke luar dari turbin gas dimanfaatkan lagi setelah terlebih dulu diatur oleh selector valve untuk dimasukkan ke dalam HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*) yang memiliki LP & HP drum.

Uap yang dihasilkan dipakai untuk memutar turbin uap agar menghasilkan tenaga listrik pada generator. Uap bekas dari turbin tadi diembunkan lagi di kondensor kemudian air kondensat di pompa oleh condensate pump. Selanjutnya dimasukkan lagi ke dalam *deaerator* dan oleh *feed waterpump* dipompa lagi ke dalam drum untuk kembali diuapkan. Inilah yang disebut dengan *combined cycle* atau *closed cycle*.

Jadi secara singkat dapat dikatakan bahwa *combined cycle/closed cycle* merupakan rangkaian *open cycle* ditambah dengan proses pemanfaatan kembali gas buang dari proses *open cycle* untuk menghasilkan uap sebagai penggerak turbin uap. Kedua siklus diatas disesuaikan dengan kebutuhan listrik masyarakat. Misalnya hanya diinginkan *open cycle* karena pasokan daya dari *open cycle* sudah memenuhi kebutuhan listrik masyarakat. Sehingga stack holder yang membatasi antara cerobong gas dan HRSG dibuat close, dengan demikian gas buang dialirkan ke udara melalui cerobong *exhaust*. Sebaliknya, jika kebutuhan listrik masih kurang maka akan digunakan *combined cycle*.

### 3.3 Motor 3 Fasa

Motor listrik 3 fasa adalah motor yang bekerja dengan memanfaatkan perbedaan fasa sumber pada stator untuk menimbulkan gaya putar pada bagian rotornya. Perbedaan fasa pada motor 3 phase didapat langsung dari sumber. Hal tersebut yang menjadi pembeda antara motor 1 fasa dengan motor 3 fasa.

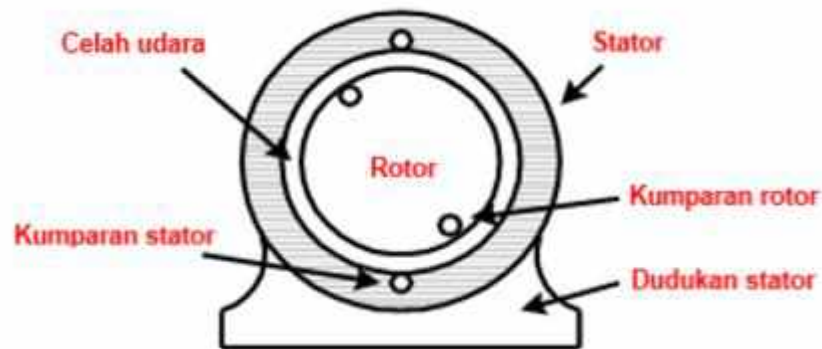


Gambar 3.4 Konstruksi Motor Listrik 3 Fasa

sumber: [www.info-elektro.com](http://www.info-elektro.com)

Secara umum, motor listrik 3 fasa memiliki dua bagian utama, yakni stator dan rotor. Stator merupakan bagian yang diam dan mempunyai kumparan yang dapat menginduksikan medan magnet kepada kumparan rotornya, sedangkan Rotor ialah bagian yang bergerak akibat adanya induksi medan magnet dari kumparan stator yang diinduksikan kepada kumparan rotor. Kedua bagian tersebut dipisahkan oleh celah udara yang sempit atau yang biasa disebut dengan air gap. Jarak antara stator dan rotor yang terpisah oleh air gap sekitar 0,4 milimeter sampai 4 milimeter. Pada celah udara ini akan lewat induksi medan magnet stator yang memotong kumparan rotor sehingga menyebabkan rotor berputar. Celah udara yang terdapat antara stator dan rotor diatur sedemikian rupa sehingga didapatkan hasil kerja motor yang optimum. Bila celah udara antara stator dan rotor terlalu besar akan mengakibatkan efisiensi motor induksi rendah, sebaliknya bila jarak antara celah terlalu

kecil/sempit akan menimbulkan kesukaran mekanis pada mesin. Berikut di bawah ini gambaran sederhana penempatan stator dan rotor pada motor listrik.



Gambar 3.5 Gambaran Sederhana Penempatan Stator dan Rotor

Sumber: [www.info-elektro.com](http://www.info-elektro.com)

Motor listrik 3 fasa bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik dari kumparan stator kepada kumparan rotornya melalui celah udara (air gap). Bila kumparan stator motor listrik 3 fasa dihubungkan dengan suatu sumber tegangan 3 fasa, maka kumparan stator akan menghasilkan medan magnet (fluks) yang berputar. Garis-garis gaya fluks yang diinduksikan dari kumparan stator akan memotong kumparan rotornya sehingga timbul gaya gerak listrik (GGL) atau tegangan induksi. Karena penghantar (kumparan) rotor merupakan rangkaian yang tertutup, maka akan mengalir arus pada kumparan rotor. Akibat munculnya arus pada rotor dan adanya medan magnet yang berputar pada stator maka sesuai hukum *Lorentz*, rotor akan berputar mengikuti medan putar stator. Pada rangka (frame) stator terdapat kumparan stator yang ditempatkan pada slot-slotnya yang dililitkan pada sejumlah kutub tertentu. Jumlah kutub tersebut menentukan kecepatan berputarnya medan magnet stator yang diinduksikan ke rotor. Semakin banyak jumlah kutub maka kecepatan putaran medan magnet stator akan semakin lambat dan begitupun sebaliknya.



### 3.4 *Force Draft Fan*



Gambar 3.6 FDFan 3A PLTU Unit 3

Sumber: Penulis (2020)

#### 3.4.1 Pengertian *Force Draft Fan*

Kipas tekan paksa (*Force Draft Fan*) adalah suatu alat yang digunakan untuk menyuplai atau memaksa udara luar masuk ke dalam ruang bakar boiler. FD Fan terletak pada bagian ujung saluran air intake boiler dan digerakkan oleh motor listrik. *Fan* ini bekerja pada tekanan tinggi dan berfungsi menghasilkan udara sekunder (*secondary air*) yang akan dialirkan ke dalam boiler untuk mencampur udara dan bahan bakar dan selanjutnya digunakan sebagai udara pembakaran pada furnace boiler. Udara yang diproduksi oleh *Force Draft Fan* diambil dari udara luar.

Dalam perjalanannya menuju boiler, udara tersebut dinaikkan suhunya oleh secondary air heater (pemanas udara sekunder) agar proses pembakaran bisa terjadi di boiler. Bercampurnya udara dan serbuk batubara dibantu oleh Dumper tetap yaitu pengatur pengaduk udara sehingga menimbulkan turbulensi yang memungkinkan terjadinya pembakaran yang efisien. Turbulensi mengacu pada gerakan udara didalam Furnace, gerakan ini perlu karena dapat menyempurnakan pencampuran udara dan bahan bakar.

#### 3.4.2 Komponen *Forced Draft Fan*

Komponen-komponen force draft fan yaitu sebagai berikut :

- 1) Fan : menghisap udara dari luar masuk ke dalam ruang pembakaran



Gambar 3.7 Kipas atau Fan pada FDFan 3A PLTU Unit 3

Sumber: Penulis (2020)

- 2) Motor : Mengubah energi listrik menjadi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk memutar impeller.



Gambar 3.8 Rotor dan Stator pada FDFan 3A PLTU Unit 3

Sumber: Penulis (2020)

- 3) Damper : mengarahkan udara masuk ke dalam furnace boiler
- 4) Bearing : elemen mesin seperti bantalan yang menumpu poros yang mempunyai beban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, dan aman.



Gambar 3.9 *Bearing* pada FDFan 3A PLTU Unit 3

Sumber: Penulis (2020)

### 3.4.3 Cara Kerja *Force Draft Fan*

Cara kerja *Force Draft Fan* menghisap udara dari lingkungan, yang disaring di filter udara, lalu melalui ducting. Keluar dari *Force Draft Fan* udara masuk ke steam coil air heater lalu ke *secondary air heater* untuk dipanaskan. Fungsinya dipanaskan adalah menjaga udara masuk ke *secondary air heater* bersuhu lebih dari titik embun Sulfur tidak mengembun dan menempel di elemen air heater yang dapat menyebabkan elemen air heater mengalami korosi.

Udara yang keluar dari *force draft fan* lalu dimasukkan ke burner windbox. Windbox berfungsi sebagai burner housing, dan mendistribusikan udara. Aliran udara melalui *force draft fan* diatur oleh variable inlet vanes yang terletak pada inlet *force draft fan*.

### 3.5 Relay Proteksi



Gambar 3.10 Relay OCR pada FDFan 3A PLTU Unit 3

Sumber: Penulis (2020)

#### 3.5.1 Pengertian Relay Proteksi

Relay adalah suatu alat yang bekerja secara otomatis untuk mengatur atau memasukan suatu rangkaian listrik (rangkaian trip atau alarm) akibat adanya perubahan lain. Relay proteksi juga merupakan kunci kelangsungan kerja dari suatu sistem tenaga listrik dimana gangguan segera dapat dilokalisir dan dihilangkan sebelum menimbulkan akibat yang lebih luas.

#### 3.5.2 Perangkat Sistem Proteksi.

Proteksi terdiri dari seperangkat peralatan yang merupakan sistem yang terdiri dari komponen-komponen berikut :

- 1) Relay, sebagai alat perasa untuk mendeteksi adanya gangguan yang selanjutnya memberi perintah trip kepada Pemutus Tenaga (PMT).
- 2) Trafo arus dan/atau trafo tegangan sebagai alat yang mentransfer besaran listrik primer dari sistem yang diamankan ke relai (besaran listrik sekunder).
- 3) Pemutus Tenaga (PMT) untuk memisahkan bagian sistem yang terganggu.
- 4) Baterai beserta alat pengisi (batere charger) sebagai sumber tenaga untuk bekerjanya relai, peralatan bantu tripping.
- 5) Pengawatan (wiring) yang terdiri dari sirskit sekunder (arus dan/atau tegangan), sirkit tripping dan sirkit peralatan bantu.

Secara garis besar bagian dari relay proteksi terdiri dari tiga bagian utama, seperti pada blok diagram, dibawah ini :

Masing-masing elemen/bagian mempunyai fungsi sebagai berikut :

- 1) Elemen pengindra.

Elemen ini berfungsi untuk merasakan besaran-besaran listrik, seperti arus, tegangan, frekuensi, dan sebagainya tergantung relay yang dipergunakan. Pada bagian ini besaran yang masuk akan dirasakan keadaannya, apakah keadaan yang diproteksi itu mendapatkan gangguan atau dalam keadaan normal, untuk selanjutnya besaran tersebut dikirimkan ke elemen pembanding.

- 2) Elemen pembanding.

Elemen ini berfungsi menerima besaran setelah terlebih dahulu besaran itu diterima oleh elemen oleh elemen pengindra untuk membandingkan besaran listrik pada saat keadaan normal dengan besaran arus kerja relay.

- 3) Elemen pengukur/penentu.

Elemen ini berfungsi untuk mengadakan perubahan secara cepet pada besaran ukurnya dan akan segera memberikan isyarat untuk membuka PMT atau memberikan sinyal.

Transformator arus ( CT ) berfungsi sebagai alat pengindera yang merasakan apakah keadaan yang diproteksi dalam keadaan normal atau mendapat gangguan. Sebagai alat pembanding sekaligus alat pengukur adalah relay, yang bekerja setelah mendapatkan besaran dari alat pengindera dan membandingkan dengan besar arus penyetelan dari kerja relay.

Apabila besaran tersebut tidak setimbang atau melebihi besar arus penyetelannya, maka kumparan relay akan bekerja menarik kontak dengan cepat atau dengan waktu tunda dan memberikan perintah pada kumparan penjatuh (*trip-coil*) untuk bekerja melepas PMT. Sebagai sumber energi penggerak adalah sumber arus searah atau baterai.

### **3.5.3 Fungsi dan Peranan Relay Proteksi**

Maksud dan tujuan pemasangan relay proteksi adalah untuk mengidentifikasi gangguan dan memisahkan bagian jaringan yang terganggu dari bagian lain yang masih sehat serta sekaligus mengamankan bagian yang masih sehat dari kerusakan atau kerugian yang lebih besar, dengan cara :

Mendeteksi adanya gangguan atau keadaan abnormal lainnya yang dapat membahayakan peralatan atau sistem.

1. Melepaskan (memisahkan) bagian sistem yang terganggu atau yang mengalami keadaan abnormal lainnya secepat mungkin sehingga kerusakan instalasi yang terganggu atau yang dilalui arus gangguan dapat dihindari atau dibatasi seminimum mungkin dan bagian sistem lainnya tetap dapat beroperasi.
2. Memberikan pengamanan cadangan bagi instalasi lainnya.
3. Memberikan pelayanan keandalan dan mutu listrik yang terbaik kepada konsumen.

4. Mengamankan manusia terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh listrik.

#### **3.5.4 Syarat-syarat Relay Proteksi**

Dalam perencanaan sistem proteksi, maka untuk mendapatkan suatu sistem proteksi yang baik diperlukan persyaratan-persyaratan sebagai

berikut :

##### **1. Sensitif.**

Suatu relay proteksi bertugas mengamankan suatu alat atau suatu bagian tertentu dari suatu sistem tenaga listrik, alat atau bagian sistem yang termasuk dalam jangkauan pengamanannya. Relay proteksi mendeteksi adanya gangguan yang terjadi di daerah pengamanannya dan harus cukup sensitif untuk mendeteksi gangguan tersebut dengan rangsangan minimum dan bila perlu hanya mentripkan pemutus tenaga (PMT) untuk memisahkan bagian sistem yang terganggu, sedangkan bagian sistem yang sehat dalam hal ini tidak boleh terbuka.

##### **2. Selektif.**

Selektivitas dari relay proteksi adalah suatu kualitas kecermatan pemilihan dalam mengadakan pengamanan. Bagian yang terbuka dari suatu sistem oleh karena terjadinya gangguan harus sekecil mungkin, sehingga daerah yang terputus menjadi lebih kecil. Relay proteksi hanya akan bekerja selama kondisi tidak normal atau gangguan yang terjadi di daerah pengamanannya dan tidak akan bekerja pada kondisi normal atau pada keadaan gangguan yang terjadi diluar daerah pengamanannya.

##### **3. Cepat.**

Makin cepat relay proteksi bekerja, tidak hanya dapat memperkecil kemungkinan akibat gangguan, tetapi dapat memperkecil kemungkinan meluasnya akibat yang ditimbulkan oleh gangguan.

##### **4. Handal.**

Dalam keadaan normal atau sistem yang tidak pernah terganggu relay proteksi tidak bekerja selama berbulan-bulan mungkin bertahun-tahun, tetapi relay proteksi bila diperlukan harus dan pasti dapat bekerja, sebab apabila relay gagal bekerja dapat mengakibatkan kerusakan yang lebih parah pada peralatan yang diamankan atau mengakibatkan bekerjanya relay lain sehingga daerah itu mengalami pemadaman yang lebih luas. Untuk tetap menjaga keandalannya, maka relay proteksi harus dilakukan pengujian secara periodik.

#### 5. Ekonomis.

Dengan biaya yang sekecilnya-kecilnya diharapkan relay proteksi mempunyai kemampuan pengamanan yang sebesar-besarnya.

#### 6. Sederhana.

Perangkat relay proteksi disyaratkan mempunyai bentuk yang sederhana dan fleksibel.



## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1 Relay Arus Lebih (OCR)



Gambar 4.1 Relay OCR FDFan 3A PLTU Unit 3

Sumber: Penulis (2020)

Relay arus lebih adalah suatu relay yang bekerjanya adanya kenaikan arus yang melebihi suatu nilai pengaman tertentu dan dalam jangka waktu tertentu, sehingga relay ini dapat dipakai sebagai pola penaman arus lebih.

Keuntungan dan fungsi Relay arus lebih

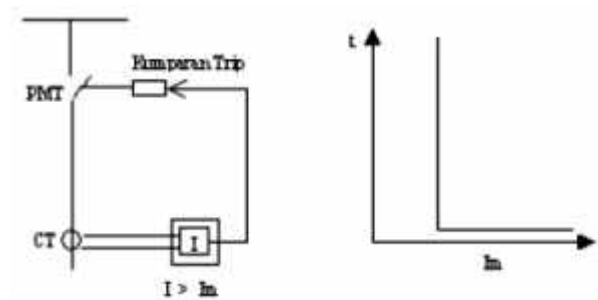
- Sederhana dan murah
- Mudah penyetelannya
- Merupakan relay pengaman utama dan cadangan
- Mengamankan gangguan hubung singkat antar fasa maupun hubung singkat satu fasa ke tanah dan dalam beberapa hal dapat digunakan sebagai pengaman beban lebih
- Pengamanan utama pada jaringan distribusi dan sub transmisi radial

#### 4.1.1 Karakteristik Waktu Kerja Relay Arus Lebih (OCR)

##### a. Relay arus lebih seketika (*instanstaneous over current relay*)

Relay arus lebih dengan karakteristik waktu kerja seketika ialah jika jangka waktu relay mulai saat relay arusnya pick up (kerja) sampai selesainya kerja relay sangat singkat (20-100 ms), yaitu tanpa penundaan waktu. Relay ini pada umumnya dikombinasikan dengan relay arus lebih

dengan karakteristik waktu tertentu (*definite time*) atau waktu terbalik (*inverse time*) dan hanya dalam beberapa hal berdiri sendiri secara khusus.

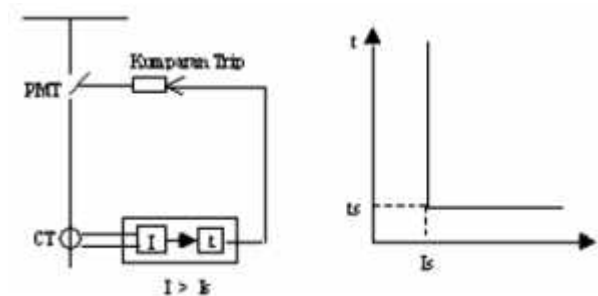


Gambar 4.2 Diagram Relay Arus Lebih Seketika

Sumber : [www.google.com](http://www.google.com)

b. Relai arus lebih dengan karakteristik waktu tertentu (*Definite time over current relay*)

Relay arus lebih dengan karakteristik waktu tertentu ialah jika jangka waktu mulai relay arus pick up sampai selesainya kerja relay diperpanjang dengan nilai tertentu dan tidak tergantung dari besarnya arus yang menggerakkan. Relay ini bekerja berdasarkan waktu tunda yang telah ditentukan sebelumnya dan tidak tergantung pada perbedaan besarnya arus.



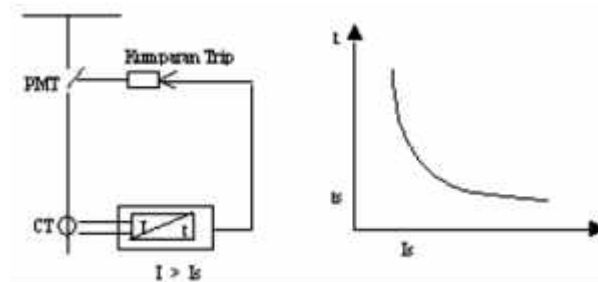
Gambar 4.3 Diagram *Definite Time Over Current Relay*

Sumber : [www.google.com](http://www.google.com)

c. Relay arus lebih dengan karakteristik waktu terbalik (*Inverse time over current relay*)

Relay dengan karakteristik waktu terbalik adalah jika jangka waktu mulai relay arus pick up sampai selesainya kerja diperpanjang dengan besarnya nilai yang berbanding terbalik dengan arus yang menggerakkan. Relay ini bekerja dengan waktu operasi berbanding terbalik terhadap

besarnya arus yang terukur oleh relay. Relay ini mempunyai karakteristik kerja yang dipengaruhi baik oleh waktu maupun arus.



Gambar 4.4 Diagram *Inverse Time Over Current Relay*  
Sumber : [www.google.com](http://www.google.com)

d. *Inverse Definite Time Relay*

Relay ini mempunyai karakteristik kerja berdasarkan kombinasi antara relay invers dan relay definite. Relay ini akan bekerja secara definite bila arus gangguannya besar dan bekerja secara inverse jika arus gangguannya kecil.

- a. Instant
- b. Definite
- c. Inverse
- d. Combination

#### 4.1.2 Prinsip Kerja Relay Arus Lebih

Pada dasarnya relay arus lebih adalah suatu alat yang mendeteksi besaran arus yang melalui suatu jaringan dengan bantuan trafo arus. Relay arus lebih bekerja dengan membaca input berupa besaran arus kemudian membandingkan dengan nilai setting, apabila nilai arus yang terbaca oleh relay melebihi nilai setting, maka relay akan mengirim perintah trip (lepas) kepada Pemutus Tenaga (PMT) atau *Circuit Breaker* (CB) setelah tunda waktu yang diterapkan pada setting.

Relay arus lebih – OCR memproteksi instalasi listrik terhadap gangguan antar fasa. Sedangkan untuk memproteksi terhadap gangguan fasa tanah digunakan Relay Arus Gangguan tanah atau *Ground Fault Relay* (GFR).

Prinsip kerja GFR sama dengan OCR, yang membedakan hanyalah pada fungsi dan elemen sensor arus. OCR biasanya memiliki 2 atau 3 sensor arus (untuk 2 atau 3 fasa) sedangkan GFR hanya memiliki satu sensor arus (satu fasa).

## 4.2 Parameter Pada Relay CO-5 dan Motor FDFan 3A

### 4.2.1 Parameter dan Perhitungan OCR Relay CO-5

Relay over current merupakan salah satu relay proteksi penting dalam motor FDFan 3A, karena relay mencegah dari arus yang berlebih pada motor. Over current juga memiliki spesifikasi pada nameplate seperti dibawah ini



Gambar 4.5 Over Current Relay CO-5  
Sumber : Penulis (2020)



Gambar 4.6 Spesifikasi Overcurrent Relay pada motor FDFan 3A  
Sumber : Penulis (2020)

Tabel 4.1 Spesifikasi *Overcurrent Relay* CO-5 pada Motor FDFan 3A

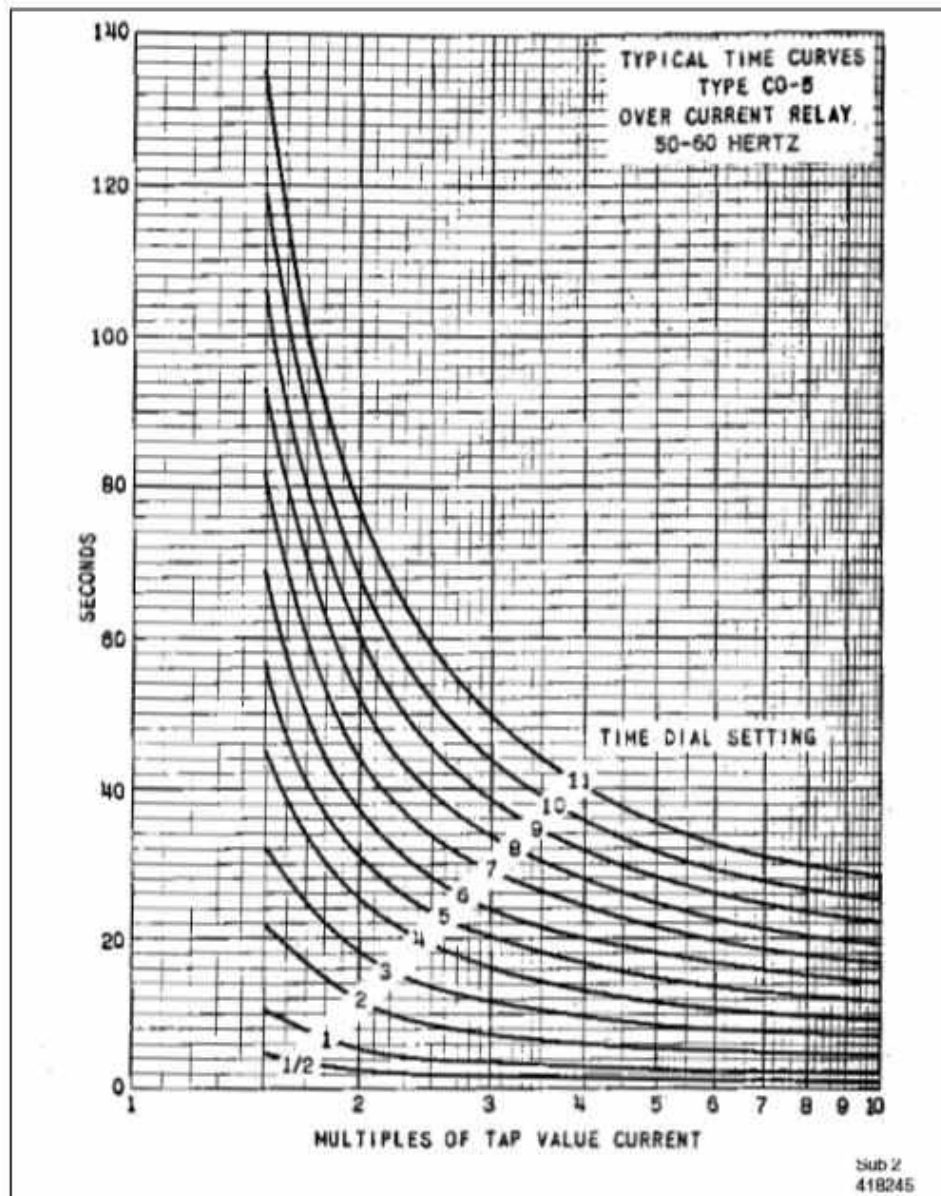
Pabrik	FIR
Induction Element	2-6 A 50 ÷ 60 Hz
Indicator	0,2 – 2 Ac.c
Instantaneous	20-80 A
Inverse Time	4-8

Data relay pada motor FDFan 3A merupakan jenis relay CO – 5 . menurut buku ABB tentang “Type CO Overcurrent Relay” memiliki tipe “*Long Time*” yang mengartikan bahwa dimana waktu rotor terkunci sekitar 10 sampai dengan 70 detik. Dibawah ini salah satu settingan relay tipe CO-5 dan CO-6

CO-5 LONG TIME AND CO-6 DEFINITE MINIMUM TIME RELAYS								
VOLT AMPERES**								
Ampere Range	Tap	Continuous Rating (Amperes)	One Second Rating* (Amperes)	Power Factor Angle °	At Tap Value Current	At 3 Times Tap Value Current	At 10 Times Tap Value Current	At 20 Times Tap Value Current
0.5/2.5	0.5	2.7	88	69	3.92	20.6	103	270
	0.6	3.1	88	68	3.96	20.7	106	288
	0.8	3.7	88	67	4.01	21.0	120	325
	1.0	4.1	88	66	4.07	22.3	130	400
	1.5	5.7	88	62	4.19	23.2	147	462
	2.0	6.8	88	60	4.30	24.9	168	548
	25	7.7	88	58	4.37	26.2	180	630
2/6	2	8.0	230	67	3.88	21.0	110	308
	2.5	8.8	230	66	3.90	21.6	118	342
	3	9.7	230	64	3.93	22.1	126	381
	3.5	10.4	230	63	4.09	23.1	136	417
	4	11.2	230	62	4.12	23.5	144	448
	5	12.5	230	59	4.20	24.8	162	540
	6	13.7	230	57	4.38	26.5	183	624
4/12	4	16.0	460	65	4.00	22.4	126	376
	5	18.8	460	63	4.15	23.7	143	450
	6	19.3	460	61	4.32	25.3	162	531
	7	20.8	460	59	4.35	26.4	183	611
	8	22.5	460	56	4.40	27.8	204	699
	10	25.0	460	53	4.60	30.1	247	880
	12	28.0	460	47	4.92	35.6	288	1056

Gambar 4.7 Settingan Pada Overcurrent Relay CO-5

Sumber : Buku ABB tentang OCR



Gambar 4.8 Diagram Time Delay Type CO -5

Sumber : buku ABB tentang OCR

Data uji *over current relay* yang digunakan pada FDFan 3A di PLTU unit 3 seperti data yang dilampirkan dibawah ini

PT. INDONESIA POWER UP SEMARANG	HASIL PENGUJIAN RELE OVER CURRENT	TGL : 1/9/2016 LOKASI : SUMAR 3B
---------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------

DATA :

PABRIK : FIR

PROTEKSI : F0 FAN 3A Ø1

TYPE : COM 5

SERIAL NO. : 10280/6/11

RANGE TAP : 2-6 TIME DIAL : 0-11

**TEST RESULT :**

MINIMUM PICK UP CURRENT

SETT. TAP OF	4			TERMINAL
PICK UP CURRENT	3.84			8-9
DROF OFF CURRENT	3.5			

OPERATING TIME

SETTING	TAP. = 4	TD = 4	TAP. =	TD =
OPERATING	200%	300%	100%	
CURRENT	8	12	16	
TIME	24.57	16.62	15.37	

INSTANTENEOUSE RELAY

TAP SETTING	OPERATING CURRENT	DROF OFF CURRENT	OPERATING TIME
40	41 A	34 A	0.079 S

DISC RESETING TIME

CHECK FLAG OPERATION AND RESET ( BY DC AMP )

SETTING ICS \_\_\_\_\_ AMP    OPERATING \_\_\_\_\_ AMP    RESET \_\_\_\_\_ AMP

FLAG INDICATION : BAIK

Catatan : Baik (Pembersihan kontak-kontak dan piringan)

Gambar 4.9 Data Hasil Pengujian OCR FDFan 3A

Sumber : Penulis (2020)

Dalam pengukuran nilai pada relay menggunakan alat yang dinamakan Freja 300. Sistem pengujian relay Freja 300 adalah relay dengan bantuan komputer sistem pengujian dan simulasi. Freja juga dapat digunakan sebagai simulator kesalahan untuk memastikan konfigurasi relai yang tepat. Freja 300 dapat dioperasikan dengan menggunakan PC atau tanpa menggunakan PC. Fungsi setiap tombol dijelaskan pada layar, yang juga menyajikan pengaturan nilai yang diukur dan ditampilkan pada layar internal.



Gambar 4.10 Freja 300 Alat Ukur Relay

Sumber : [www.megger.com](http://www.megger.com)

- a. Perhitungan Arus Setting Over current Relay pada Motor FDFan 3A  
 Arus setting over current relay dapat dihitung menggunakan rumus secara matematis seperti dibawah ini.  
 Dimana :

$$I_n = \frac{P}{V \cdot \text{Power Factor} \cdot \sqrt{3}}$$

P = daya pada motor FDFan 3A

V = setting tegangan pada motor FDFan 3A

$\Phi$  = power factor OCR pada FDFan 3A

Jika :

$$P = 1722 \text{ kW} = 1722000 \text{ W}$$

$$V = 4 \text{ kV} = 4000 \text{ V}$$

$$\text{Power Factor OCR Co} - 5 = 62$$

Maka :

$$I_n = \frac{1722000}{4000 \cdot 62 \cdot 1,7}$$

$$I_n = \frac{1722000}{421600}$$

$$I_n = 4.08 \text{ A}$$



Jadi didapatkan lah arus setting pada OCR relay tersebut adalah 4.08 A, hasil ini sesuai dengan data pick up di data hasil pada pengujian OCR pada motor FDFan 3A.

#### 4.2.2 Parameter dan Perhitungan Motor FDFan 3A

Data FDFan yang diambil adalah FDFan type 3A. Didalam PLTU unit 3 memiliki 2 FDFan, Yaitu FDFan 3A dan FDFan 3B. DI PLTU sendiri FDFan memiliki Kapasitas 50% yang berarti hanya memiliki 2 buah FDFan sebagai penyalur udara dari luar.



Gambar 4.11 Spesifikasi Motor FDFan 3A

Sumber : Penulis (2020)

Tabel 4.2 Spesifikasi Pada Motor FDFan 3A

Spesifikasi FDFan 3A	
Type	MRA 2635B
Output	1722 KW
Hz	50
Volt	4000

Amp	280
Rpm	1480

Data hasil uji operasi Motor FDFan 3A

**INDONESIA POWER**  
UPSEMARANG

**HASIL PEMERIKSAAN DAN PEMELIHARAAN**

**UJI OPERASI MOTOR**

Nama Motor : FDFan 3A      Volt : \_\_\_\_\_      HP : \_\_\_\_\_  
Unit Turbin : \_\_\_\_\_      Ampere : \_\_\_\_\_      Rpm : \_\_\_\_\_  
Inspeksi : \_\_\_\_\_      Alat Uji : Vibrasi : \_\_\_\_\_  
Bearing IN : \_\_\_\_\_      Arus : \_\_\_\_\_  
Bearing OUT : \_\_\_\_\_

BERBEBAN				TANPA BEBAN			
VIBRASI		ARUS		VIBRASI		ARUS	
	Disp. micron	Vel. mm/s	I start		Disp. micron	Vel. mm/s	I start
			I <sub>N</sub> = 112 A				I <sub>B</sub> I <sub>S</sub> I <sub>T</sub>
			I <sub>B</sub> I <sub>S</sub> I <sub>T</sub>				
1	V H A		60 A    65 A    61 A	1	V H A		Catatan : No. 001 R - Ground = 14.5 MΩ S - Ground = 14.5 MΩ T - Ground = 14.5 MΩ
2	V H A			2	V H A		
3	V H A			3	V H A		
4	V H A			4	V H A		

Gambar 4.12 Data Pengujian motor FDFan 3A

Sumber : Penulis (2020)

- a. Perhitungan Arus starting pada motor FDFan 3A

Arus setting motor FDFan 3a menurut rumus matematis

$I_s = 280 \text{ A}$  (arus setting motor)

$I = 230 \text{ A}$

Tap Setting OCR= 4

Dengan menggunakan rumus matematis seperti dibawah :

$$I_{nr} = I_s : \frac{I_r}{4}$$

$$I_n = 280 : \frac{230}{4}$$

$$I_n = 280 : 57.6 \text{ A}$$

$$I_n = 4.86 \text{ A}$$

Jadi didapatkan arus nominal pada motor ini adalah 4.86 A

Setelah kita mendapatkan nilai arus nominalnya, maka kita dapat menentukan arus starting motor dengan rumus seperti di bawah

Dimana :

$$I_k = k \times I_n$$

K = konstanta dari motor

$I_n$  = Arus nominal

$I_k$  = Arus kerja

Jika :

$$K = 11.2$$

$$I_n = 4.86 \text{ A}$$

Maka :

$$\begin{aligned} I_k &= 11.2 \times 4.86 \\ &= 54.432 \text{ A} \end{aligned}$$

Jadi didapatkan arus kerja pada motor adalah 54.432 A. Setelah kita mendapatkan arus kerja pada motor, maka kita dapat menentukan arus starting motor yang mana :

$$\text{Arus starting motor} = 2 \times \text{arus kerja}$$

Jika :

$$I_k = 54.432 \text{ A}$$

Maka :

$$\begin{aligned} I_s &= 2 \times I_k \\ &= 2 \times 54.432 \text{ A} = 108.864 \text{ A} \end{aligned}$$

Jadi didapatkan lah arus setting pada OCR relay tersebut adalah 108.864 A, Hasil ini sedikit berbeda dengan data hasil arus starting motor saat di uji di lapangan.

#### 4.2.3 Perbandingan Data Pengujian dengan Hasil Perhitungan

Tabel 4.3 Perbandingan data pengujian dan data hasil perhitungan

	Hasil Data Pengujian	Hasil Data Perhitungan
Arus Pick up OCR	3.84	4.08
Arus Starting motor	118	108.86

Dari data lapangan dengan nameplate dan berdasarkan buku pegangan karakteristik Over current relay CO-5 menyatakan bahwa OCR pada motor FDFan 3A kipas dengan daya 1722 kW, tegangan 4 kV dan power factor pada relay adalah 62 dihitung secara matematis dihasilkan arus pick up nya sebesar 4.08 A, dimana hasil ini sedikit berbeda dengan hasil uji ketika lapangan. Tetapi secara keseluruhan masih dikatakan normal karena tidak melebihi arus setting pada over current relay. Sedangkan perhitungan pada FDFan 3A dengan arus nominal 4.86 A dihasilkan arus starting motor sebesar 108.86 A. Dari hasil perhitungan pada motor FDFan 3A membuktikan masih berada dalam keadaan normal karena tidak melebihi arus setting pada motor dengan nilai sebesar 280 A yang tertera pada nameplate motor FDFan 3A.

### 4.3 Korelasi OCR sebagai sistem proteksi pada Motor FDFan 3A

Pada waktu pengoperasian motor kipas gangguan yang sering terjadi adalah gangguan arus lebih. Gangguan arus lebih ini akan mengakibatkan membesarnya arus yang mengalir pada belitan motor dan melebihi arus setting yang diijinkan. Oleh karena itu proteksi motor terhadap arus lebih merupakan proteksi yang sangat penting.

Arus lebih ini berhubungan dengan arus yang diambil atau dipergunakan oleh motor jika arus yang diambil oleh motor melebihi arus setting motor maka motor akan panas. Bila arus semakin bertambah besar suhu belitan pada relay akan naik dan melebihi dengan arus setting pada relay sehingga akan trip. Maka dengan didapatnya arus setting pada *over current relay*, kita dapat melakukan penyetingan terhadap relay arus lebih ini yaitu sebesar 4 Ampere

Secara Ideal arus motor FDFan 3A pada saat berjalan harus berada dibawah dari arus nominalnya, hal ini untuk menjaga agar motor tidak berkerja maksimal, dan mudah terbakar. Dari hasil pengukuran lapangan arus motor pada saat berjalan adalah 60 Ampere dan arus starting adalah 118 Ampere. Ini berarti arus

motor masih dalam kondisi ideal karena masih berada dibawah dari arus nominal pada name plate motor FDFan yaitu 280 A (tertera pada nameplate motor). Sedangkan kondisi ideal pada relay dikatakan jika pada relay berjalan tidak melebihi arus setting dan tidak mengalami trip, maka relay tersebut masih bekerja dengan normal.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil pembahasan sistem proteksi *over current relay* pada motor FDFan 3A dapat ditarik kesimpulan :

1. Penggunaan proteksi pada motor FDFan 3A sangatlah penting, karena dapat menghindari terjadinya kerusakan sehingga dapat mengurangi perbaikan dari motor FDFan 3A.
2. Penyetelan arus starting pada motor FDFan 3A harus berdasarkan arus setting motor sebesar 280 A (pada nameplate), karena apabila setting tidak sesuai dengan nameplate maka kerja motor tidak akan maksimal dan waktu pemutusan tidak seimbang.
3. Pada perhitungan, untuk menentukan arus *pick up over current* dapat dibuktikan dengan rumus, maka didapatkan arus pick up = 4 A , yang mana sudah sesuai dengan arus setting over current relay pada hasil data pengujian.
4. Dari data dan kondisi langsung di lapangan, dapat disimpulkan bahwa motor FDFan 3A dan *over current relay* masih bekerja dengan bagus dan dalam kondisi yang baik

#### **5.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan oleh penulis untuk perusahaan, universitas dan praktikan tersendiri antara lain :

##### **5.2.1 Saran Terkait Laporan**

- Dari kesimpulan diatas hasil menyatakan bahwa motor dan relay masih berfungsi secara normal, sehingga perlu adanya kalibrasi secara rutin

- Perlu adanya penjadwalan pemeliharaan relay dan motor FDFan 3A agar bisa memberikan data untuk referensi bagi mahasiswa PKL

#### 5.2.2 Untuk Universitas Sebelas Maret Surakarta

- Tetap menjalin hubungan baik dengan PT Indonsia Power untuk kedepannya agar dapat membuat agenda pendidikan

### DAFTAR PUSTAKA

- Supersedes, I.L., 1997. "*TYPE CO-5 STEP TIME OVERCURRENT RELAY*". Florida: library.e.abb.com.
- Stevoelectric. 1993. "*FREJA300 Relay Test System*". Sydney: Megger.com.
- Valyakala, A. M., Dileepal J, & Benny Paul. 2013. "*Root Cause Analysis for the Failure of a Forced Draft Fan*". Oklahoma: IEEE.
- Maulana. 2015. "*Proteksi Motor Induksi 3 Fasa*". Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Arum S. 2018. "*Analisis Sistem Proteksi*". Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Indonesia Power. <https://indonesiapower.co.id/id/>. Diakses pada tanggal 31 Agustus 2020.



# LAMPIRAN

## Lampiran 1. Surat Permohonan Kerja Praktik



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
FAKULTAS TEKNIK  
**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
Jl. Ir. Sutami 36 A Kentingan Surakarta  
Tlp. 0271 647069 web: <http://elektro.ft.uns.ac.id>

Nomor : **05 /UN27.08.06.7/PP/2019**  
Lampiran : Proposal KP  
Hal : Permohonan Kerja Praktek

6 August 2019

Yth. General Manager  
PT Indonesia Power UP Semarang  
Jl. Coaster, Jl. Ronggowarsito Komplek  
Pelabuhan, Tj. Mas, Kec. Semarang Utara,  
Kota Semarang, Jawa Tengah 50174

Dengan Hormat,

Dengan surat ini kami bermaksud mengajukan permohonan kepada Bapak/Ibu untuk menerima mahasiswa kami kerja praktek / magang pada perusahaan yang Bapak/Ibu pimpin. Adapun nama mahasiswa tersebut adalah sebagai berikut:

Nama : **AULIA VICI YUNITASARI**  
N I M : **10717008**

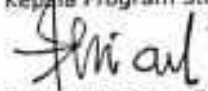
Untuk pelaksanaan kerja praktek tersebut di atas dimohonkan mulai tanggal **01-02-2020** sampai **29-02-2020** atau dalam waktu yang lain sesuai dengan kebijakan perusahaan Bapak/Ibu.

Untuk surat balasan mohon dialamatkan kepada:

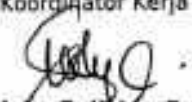
**Kepala Program Studi Teknik Elektro**  
**Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret**  
**Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126 Telp. 0271-647069**

Atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Mengetahui,  
Kepala Program Studi

  
**Fari Adhianto, S.Si., M.Si., Ph.D.**  
**NIP 196801161999031001**

Koordinator Kerja Praktek

  
**Jaka Sulisya Budi**  
**NIP 196710191999031001**

11-10-2019

## Lampiran 2. Surat Balasan Kerja Praktik

**INDONESIA POWER**  
UNIT PEMBANGKITAN SEMARANG

Jl. Ronggowarsito, Komplek Pelabuhan Tanjung Emas  
Semarang 50174, Indonesia  
Telephone : 024-3518371 (Runding)  
Facsimile : 024-3548815, 3517470  
Bank : BNI Cabang Undip - Semarang

Nomor : 0105 /32/UPSMG/2019  
Lampiran : 1 (satu) lembar  
Perihal : Permohonan Praktik Kerja

Semarang, 14 Agustus 2019

Kepada :

UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
PROGRAM STUDI TEKNIK  
ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
Jl. Ir. Sutami 36A, Kertingan  
Surakarta

Menunjuk Surat Saudara :

Nomor : 84-85/UN27.08.06.7/PP/2019  
Perihal : Permohonan Kerja Praktik

Dengan ini disampaikan bahwa kami dapat menerima Permohonan Praktik Kerja Mahasiswi Saudara, atas nama :

NO	NAMA	NIM	PRODI
1	Aulia Vici Yunitasari	10717008	Teknik Elektro
2	Athaya Cantia Putri	10717006	Teknik Elektro















Dikarenakan bulan Februari 2020 kuota sudah terpenuhi, maka jadwal pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan Mahasiswi saudara akan dimulai tanggal **02 s.d. 31 Januari 2020** di bidang **Pemeliharaan Listrik** dengan tata tertib Praktik Kerja terlampir.

Perlu kami sampaikan bahwa Penerimaan siswa / Mahasiswa Praktik Kerja Lapangan merupakan salah satu Program Community Development (IP CARE) bentuk kepedulian PT. Indonesia Power Unit Pembangkitan Semarang pada dunia pendidikan.

Harap mengkonfirmasi ulang pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan satu bulan sebelum dilaksanakan. Dapat menghubungi nomor (024)3518371 ext. 473 Bidang Humas.

Demikian untuk menjadikan maklum atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

**UNIT PEMBANGKITAN SEMARANG**  
GENERAL MANAGER  
INDONESIA POWER  
\* SEMARANG \*  
SUPARLAN

## Lampiran 3. Form Penugasan Kerja Praktik



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
FAKULTAS TEKNIK  
**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
Jl. Ir. Sutami 36 A Kentingan Surakarta  
Tlp. 0271 647069 web: <http://elektro.ft.uns.ac.id>

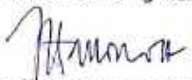
**LEMBAR TUGAS KERJA PRAKTEK**

Nama Mahasiswa : **AULIA VICI YUNITASARI**  
N I M : **10717008**  
Dosen Pembimbing : **Subuh Pramono, S.T., M.T.**  
NIP : **198106092003121002**  
Tempat Kerja Praktek (KP) : **PT Indonesia Power UP Semarang**  
Alamat Tempat KP : **Jl. Coaster, Jl. Ronggowarsito  
Komplek Pelabuhan, Tj. Mas,  
Kec. Semarang Utara, Kota  
Semarang, Jawa Tengah 50174**  
Tanggal Kerja Praktek (KP) : **s.d.**

**Diskripsi Tugas Mahasiswa**


- ①. Pelajari secara detail komponen-komponen penting dalam proses pemeliharaan listrik di level distribusi & transmisi, serta SOP & pemeliharaan.
- ②. Kembangkan softskill selama KP (bisa kerjasama, siap bekerja keras, buat network, dll).

Surakarta, 27 Desember 2019.  
Dosen Pembimbing Kerja Praktek

  
**Subuh Pramono, S.T., M.T.**  
NIP. 198106092003121002

TE-KP-005

## Lampiran 4. Surat Penugasan Kerja Praktik

	<b>KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN</b> <b>UNIVERSITAS SEBELAS MARET</b> <b>FAKULTAS TEKNIK</b> Jalan Ir. Sutami 36A Kentingan Surakarta 57126 Telp. (0271)647069, Fax. (0271)662118 laman: <a href="http://ft.uns.ac.id">http://ft.uns.ac.id</a>
---	---

---

Nomor : 4073/4027.08/65/2019 Hal : Penugasan Kerja Praktek	30 December 2019
---	------------------

**Yth. General Manager**  
**PT Indonesia Power UP**  
**Semarang**  
**Jl. Coaster, Jl. Ronggowarsito**  
**Komplek Pelabuhan, Tj. Mas,**  
**Kec. Semarang Utara, Kota**  
**Semarang, Jawa Tengah 50174**

Dengan Hormat,


Berdasarkan surat No. **0105/32/UPSMG/2019** tanggal **14-08-2019** mengenai jawaban permohonan kerja praktek, bersama ini kami tugaskan mahasiswa Program Studi Teknik Elektro sebagai berikut untuk melaksanakan kerja praktek / magang di perusahaan Bapak / Ibu:

Nama : **AULIA WICI YUNITASARI**  
 N I M : **10717008**

Terhitung,

mulai tanggal : **02-01-2020**  
 selesai tanggal : **31-01-2020**

Demikian surat penugasan ini untuk dilaksanakan sebagaimana mestinya.



**Dr. tech. Ir. Sholihin As'ad, M.T.**  
**NIP. 196710011997021001**

Lampiran 5. Sertifikat Kerja Praktik

**INDONESIA POWER**

**SERTIFIKAT**  
No. : 009/PKL/SMGPGU/2020

General Manager PT Indonesia Power Semarang Power Generation Unit  
menyatakan bahwa :

Nama : **AULIA VICI YUNITASARI**  
Asal PT/Sekolah : **UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

Telah melaksanakan :

Praktik Kerja Lapangan Di PT Indonesia Power Semarang Power Generation Unit  
pada Bidang Pemeliharaan Listrik  
Dari tanggal : 02 Januari s.d 31 Januari 2020  
Judul Laporan: *Sistem Proteksi Over Current Relay (CO-5) pada Motor FDFan 3A PLTU Unit 3*  
Tambah Lorok PT Indonesia Power Semarang Power Generation Unit



**PT INDONESIA POWER**  
MANAJER PEMELIHARAAN  
\*SMP\*

**ARIADI DWI WIDODO**





## Lampiran 6. Form Penilaian Kerja Praktik



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
FAKULTAS TEKNIK  
**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
Jl. Ir. Sutami 36 A Kentingan Surakarta  
telp. 0271 647069 web: <http://elektro.ft.uns.ac.id>

**LEMBAR PENILAIAN KERJA PRAKTEK**

Nama : **AULIA VICI YUNITASARI**  
NIM : **10717008**

**A. Nilai Perusahaan (bobot 60%)**

No	Kriteria	Nilai Angka	Nilai Huruf
<b>Sikap Kerja :</b>			
1.	Kerajinan dan Kedisiplinan	90	
2.	Kerjasama	86	
3.	Inisiatif	86	
<b>Hasil Kerja :</b>			
4.	Ketrampilan	86	
5.	Kerapian	90	
	Nilai Rata-rata	87,6	A

**B. Nilai Seminar KP/Dosen (bobot 40%)**

1.	Tata tulis, Penyampaian Makalah, Penguasaan Materi, Kemampuan Menjawab Pertanyaan	86	A
----	---	----	---

Nilai Akhir

86,8 A

Catatan :

- a. 85 s/d 100 : A  
b. 80 s/d 84 : A-  
c. 75 s/d 79 : B+

- d. 70 s/d 74 : B  
e. 65 s/d 69 : C+  
f. 60 s/d 64 : C

Dosen Pembimbing KP

Pembimbing Lapangan

Subuh Pramono, S.T., M.T.  
NIP. 198106092003121002

Murno Siswanto

## Lampiran 7. Lembar Konsultasi Kerja Praktik

**LEMBAR KONSULTASI KERJA PRAKTEK**

Nama Mahasiswa : **AULIA VICI YUNITASARI**  
 N I M : **10717008**  
 Dosen Pembimbing : **Subuh Pramono, S.T.,  
M.T./198106092003121002**  
 Pembimbing Lapangan : **Marnu Siswanto**  
 Tempat Kerja Praktek : **PT Indonesia Power UP Semarang  
(KP)**  
 Alamat Tempat KP : **Jl. Coaster, Jl.Ronggowarsito  
Komplek Pelabuhan, Tj.Mas,  
Kec.Semarang Utara, Kota  
Semarang, Jawa Tengah 50174**  
 Tanggal Kerja Praktek : **s.d.**  
 (KP)

No	Tanggal	Uraian Kegiatan	Paraf Pemb.
	05/08 2019	Persetujuan Tempat Kp dan Proposal.	<i>[Signature]</i>
	07/12/19	Penyusunan tugas selama KP.	<i>[Signature]</i>
	24/2/2020	Konsultasi Laporan.	<i>[Signature]</i>
	26/2/2020	Revisi Laporan	<i>[Signature]</i>
	20/2/2020	Acc Laporan	<i>[Signature]</i>
	05/03/2020	Acc Seminar KP	<i>[Signature]</i>

**Catatan :**


1. Lembar pantauan ditandatangani dosen pembimbing selama penyusunan proposal & laporan akhir
2. Lembar konsultasi ditanda tangani pembimbing lapangan dan distempel selama

TE-KP-002





## Lampiran 8. Surat Seminar Kerja Praktek

	<p>KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS SEBELAS MARET FAKULTAS TEKNIK <b>PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO</b> Jl. Ir. Sutami 36 A Ketingan Surakarta Tlp. 0271 647069 web: <a href="http://elektro.ft.uns.ac.id">http://elektro.ft.uns.ac.id</a></p>
---	---

---

Nomor : — /UN27.08.06.7/PP/2020 5 March 2020  
 Lampiran : Laporan KP  
 Hal : Seminar Kerja Praktek

Kepada Yth.  
**Subuh Pramono, S.T., M.T.**

Dengan hormat,  
 Kami mengharap kehadiran Bapak dalam Seminar Kerja Praktek atas nama mahasiswa,

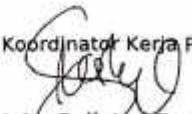
Nama Mahasiswa	: <b>AULIA VICI YUNITASARI</b>
N I M	: <b>I0717008</b>
Judul Laporan KP	: <b>Sistem Proteksi Over Current Relay (CO-5) pada Motor FDFan 3A PLTU Unit 3 PT. Indonesia Power Semarang PGU</b>
Pembimbing	: <b>Subuh Pramono, S.T., M.T.</b>


Seminar Kerja Praktek akan diselenggarakan pada :

Hari, tanggal	: <b>Selasa, 10 - 03 - 2020</b>
Tempat	: <b>Ruang Kelas 1</b>
Waktu	: <b>13:00:00</b>

Demikian undangan ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Koordinator Kerja Praktek

  
**Jaka Sulistya Budi**  
**NIP-196710191999031001**



**TE-KP-009**

## Lampiran 9. Daftar Hadir Seminar Kerja Praktik



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
FAKULTAS TEKNIK  
**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
Jl. Ir. Sutami 36 A Ketingan Surakarta  
telp. 0271 647069 web: <http://elektro.ft.uns.ac.id>

**DAFTAR HADIR SEMINAR KERJA PRAKTEK**

Nama : AULIA VICI YUNITASARI / 10717008  
Judul Laporan KP : Sistem Proteksi Over Current Relay (CO-5) pada Motor FDFan 3A PLTU Unit 3 PT. Indonesia Power Semarang PGU  
Tanggal KP : 2020-01-02 s.d. 2020-01-31  
Tempat KP : PT Indonesia Power UP Semarang  
Pembimbing : Subuh Pramono, S.T., M.T./ 198106092003121002

No	Nama	NIP/NIM	Tanda Tangan
1.	Attar Al Mufahhal R	10917007	
2.	Bayuhoq Irfani	10717011	
3.	Salsabila Ananda Putri	10719067	
4.	Rebekha S Sari	10719063	
5.	Kevin Dwiganto S.	10717023	
6.	Alvin Ichwannur Ridho	10717004	
7.	banu maheswara	10717010	
8.	Nanda Hafidz. R	10717035	
9.	M. Ikyu Azeil R.	10717020	
10.	Galang Siska Ayra	10717017	
11.	Rishi Rana Kusuma	10717038	
12.	Sony Adyastama	10717039	
13.	Dintar Yudo S	10717014	

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
 Jl. Ir. Sutami 36 A Kertingan Surakarta  
 tlp. 0271 647069 web: <http://elektro.fl.uns.ac.id>

14.	Pradana Ricardo	00210018	<i>[Signature]</i>
15.	Annu H N H	00310013	<i>[Signature]</i>
16.	Athaya C P.	10117006	<i>[Signature]</i>
17.	Berlianone Shanna A	10711012	<i>[Signature]</i>
18.	Bakusian Feruani	10117009	<i>[Signature]</i>
19.			<i>[Signature]</i>
20.			
21.			
22.			
23.			
24.			
25.			
26.			
27.			
28.			
29.			
30.			