

LAPORAN KERJA PRAKTIK
SISTEM PERNAPASAN PADA GENERATOR TRANSFORMER
MENGUNAKAN *DEHYDRATING BREATHER*
PLTU UNIT 3 TAMBAK LOROK
PT. INDONESIA POWER SEMARANG PGU



Diajukan Oleh :
Athaya Cantia Putri
I0717006

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
2020

LAPORAN KERJA PRAKTIK
SISTEM PERNAPASAN PADA GENERATOR TRANSFORMER
MENGUNAKAN *DEHYDRATING BREATHER*
PLTU UNIT 3 TAMBAK LOROK
PT. INDONESIA POWER SEMARANG PGU

Diajukan untuk memenuhi persyaratan kelulusan
Mata Kuliah Kerja Praktik



Diajukan Oleh :
Athaya Cantia Putri
I0717006

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
2020

HALAMAN PENGESAHAN

**SISTEM PERNAPASAN GENERATOR TRANSFORMER
MENGUNAKAN *DEHYDRATING BREATHER*
PLTU UNIT 3 TAMBAK LOROK
DI PT. INDONESIA POWER SEMARANG PGU**

Oleh :

Athaya Cantia Putri

I0717006

Koordinator Kerja Praktik

Pembimbing Kerja Praktik

Jaka Sulistya Budi, S.T.
NIP. 196710191999031001

Chico Hermanu Brillianto Apribowo, S.T., M.Eng.
NIP. 198804162015041002

Kepala Program Studi
Teknik Elektro UNS

Feri Adriyanto, Ph.D
NIP. 196801161999031001

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN KERJA PRAKTIK
PT. INDONESIA POWER SEMARANG PGU

SISTEM PERNAPASAN PADA GENERATOR TRANSFORMER
MENGUNAKAN *DEHYDRATING BREATHER* PLTU UNIT 3
TAMBAK LOROK

Disusun oleh :

Nama	: Athaya Cantia Putri
Nomor Induk Mahasiswa	: I0717006
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 PERNAPASAN PADA GENERATOR TRANSFORMER MENGGUNAKAN *DEHYDRATING BREATHER* PLTU UNIT 3 TAMBAK LOROK PT INDONESIA POWER SEMARANG PGU”. Tujuan dari penulisan laporan ini adalah untuk menyelesaikan segala rangkaian kegiatan PKL di PT. Indonesia Power agar penulis mendapatkan nilai untuk mata kuliah Kerja Praktik 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 selalu mendukung dan mendoakan untuk masa depan penulis
3. Bapak Feri Adriyanto, Ph.D sebagai Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Sebelas Maret
4. Bapak Irwan Iftadi, S.T., M.Eng sebagai Pembimbing Akademik penulis
5. Bapak Chico Hermanu Brillianto Apribowo, S.T., M.Eng sebagai Pembimbing Kerja Praktik
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, dan 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. Teman – teman PKL seperjuangan khususnya Aulia Vici yang telah menemani penulis selama satu bulan, bersama – sama menimba ilmu dan pengalaman yang sangat berharga ini.
12. 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, 20 Januari 2020

Penulis

ABSTRAK

Athaya Cantia Putri

Sistem Pernapasan Generator Transformer Menggunakan *Dehydrating Breather* PLTU UNIT 3 Tambak Lorok

Transformator merupakan salah satu komponen yang penting dalam sistem tenaga listrik baik pada sistem pembangkitan, sistem transmisi, maupun sistem distribusi. Generator Transformer (GT) adalah transformator tenaga yang dihubungkan langsung dengan panel keluaran generator. GT adalah transformator *step up* yang berfungsi untuk menaikkan tegangan keluaran dari generator menjadi tegangan yang lebih tinggi. Pada PLTU Unit 3 Tambak Lorok PT Indonesia Power Semarang PGU memiliki Generator Tranformer dengan kapasitas sebesar 150 kV. Tujuan dan manfaat pembuatan laporan ini adalah untuk mengetahui sistem pernapasan pada generator transformer (GT) dan mengetahui cara pemeliharaan *dehydrating breather*. Isi dari laporan ini membahas tentang pernapasan pada generator transformer dengan silica gel dan *dehydrating breather*, komponen utama dan proteksi yang ada di generator Transformer, serta cara pemeliharaan *dehydrating breather*. Sistem Pernapasan dengan *dehydrating breather* lebih efektif daripada menggunakan silica gel karena memiliki heater sebagai pemanas sehingga penguapan berlangsung secara cepat dan juga penggunaan silica gel warna biru lebih bagus karena memiliki daya serap yang sangat tinggi.

Kata Kunci: Generator Tranformer, *Dehydrating Breather*, Silica Gel

Transformer is one of the important components in the electric power system both in the generation system, transmission system, and distribution system. Generator Transformer (GT) is a power transformer that is sent directly to the generator output panel. GT is a step up transformer whose function is to increase the voltage from the generator to a higher voltage. At Unit 3 Tambak Lorok Power Plant PT Indonesia Power Semarang PGU has a Transformer Generator with a capacity of 150 kV. The purpose and benefits of making this report are to find out the respiratory system in the transformer generator (GT) and know how to maintain breath dehydration. The contents of the silica gel generator transformer and dry breathing, the main components and the protection that is in the Transformer generator, as well as how to maintain respiratory dehydration. A more effective respiratory system uses silica gel because it has a heater as an amplifier so that evaporation takes place quickly and also the use of blue silica gel which is better has a very high absorption.

Keywords: Transformer Generator, Dehydrating Breather, Silica Gel

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penulisan Laporan.....	2
1.4 Waktu dan Lokasi Praktik Kerja Industri.....	3
1.5 Tujuan Kerja Praktik	3
1.6 Metode Pengambilan Data	3
1.7 Sistematika Penulisan Laporan	4
BAB II TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN	6
2.1 Sejarah PT Indonesia Power.....	6
2.2 Visi, Misi, Motto PT Indonesia Power.....	7
2.3 Makna dan Bentuk Logo PT Indonesia Power.....	8
2.4 Nilai Perusahaan.....	9
2.5 Bisnis Utama PT Indonesia Power	11
2.6 PT Indonesia Power Semarang PGU.....	13
2.7 Kapasitas Daya PT Indonesia Power Semarang PGU.....	15
2.8 Lokasi PT Indonesia Power Semarang PGU.....	16
2.9 Struktur Organisasi PT Indonesia Power Semarang PGU	16
BAB III DASAR TEORI	20
3.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	20
3.1.1 Siklus Air dan Uap	21
3.1.2 Siklus Udara dan Gas Pembakaran	21
3.1.3 Siklus Bahan Bakar	21

3.1.4 Siklus Air Pendingin	22
3.1.5 Siklus Minyak Pelumas	22
3.1.6 Siklus Penyaluran Tenaga Listrik.....	23
3.2 Pembangkit Listrik Tenaga Gas & Uap (PLTGU)	23
3.3 Generator Transformer	27
3.4 Komponen Utama Generator Transformer.....	28
3.4.1 Inti Besi dan Kumpan	28
3.4.2 Minyak Transformator.....	28
3.4.3 Bushing	29
3.4.4 Tangki Konservator	30
3.4.5 Peralatan Bantu Pendingin Transformator	31
3.4.6 Tap Changer	32
3.4.7 Alat Pernapasan	33
3.5 Peralatan Proteksi Generator Transformer	34
3.5.1 Relai Bucholz	35
3.5.2 Relai Tekanan Lebih.....	36
3.5.3 Relai Diferensial	36
3.5.4 Relai Gangguan Tanah Terbatas	37
3.6 Pemeliharaan dan Jenis-Jenis Pemeliharaan	38
3.6.1 Pengertian Pemeliharaan	38
3.6.2 Jenis-Jenis Pemeliharaan	39
3.6.3 Pemeliharaan Generator Transfomer.....	39
BAB IV PEMBAHASAN	41
4.1 Generator Transformer Pada PLTU Unit 3 Tambak Lorok	41
4.2 Sistem Pernapasan Dengan Tabung Silica Gel	42
4.3 Sistem Pernapasan Dengan <i>Dehydrating Breather</i>	43
4.4 Perbedaan Antara Sistem Pernapasan Tabung Silica Gel dan <i>Dehydrating Breather</i>	46
4.5 Jenis-Jenis Silica Gel.....	47
4.6 Cara pemeliharaan <i>Dehydrating Breather</i>	48
BAB V PENUTUP	54

5.1	Kesimpulan.....	54
5.2	Saran	54
5.2.1	Saran Terkait Laporan	54
5.2.2	Saran ke Universitas	55
DAFTAR PUSTAKA		56
LAMPIRAN		57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Logo PT. Indonesia Power.....	8
Gambar 2.2	Nilai Perusahaan PT. Indonesia Power.....	9
Gambar 2.3	Anak Perusahaan PT. Indonesia Power	13
Gambar 2.4	PT. Indonesia Power Semarang PGU	14
Gambar 2.5	Lokasi PT. Indonesia Power Semarang PGU	16
Gambar 2.6	Struktur Organisasi PT. Indonesia Power Semarang PGU	16
Gambar 2.7	Bagan Susunan Jabatan Section Of Pemeliharaan Semarang PGU	17
Gambar 3.1	Siklus Rankine	18
Gambar 3.2	Siklus PLTU.....	19
Gambar 3.3	Siklus PLTGU.....	24
Gambar 3.4	Generator Transformer.....	27
Gambar 3.5	Inti Besi dan Kumpanan	28
Gambar 3.6	Minyak Transformator	28
Gambar 3.7	<i>Bushing</i>	29
Gambar 3.8	Tangki Konservator	30
Gambar 3.9	Radiator.....	31
Gambar 3.10	<i>Motor Fan Cooling</i> Trafo	31
Gambar 3.11	<i>Tap Changer</i>	32
Gambar 3.12	Tabung Silica Gel	33
Gambar 3.13	<i>Dehydrating Breather</i>	34
Gambar 3.14	Relai Bucholz.....	35
Gambar 3.15	Relai Tekanan Lebih	36
Gambar 3.16	Relai Diferensial	36
Gambar 3.17	Relai Gangguan Tanah Terbatas	37
Gambar 4.1	Generator Transformer PLTU Unit 3.....	41
Gambar 4.2	Ilustrasi Udara Sekitar.....	44
Gambar 4.3	Ilustrasi Penurunan Suhu	45
Gambar 4.4	Ilustrasi Kenaikan Suhu	45

Gambar 4.5	Ilustrasi Tidak Ada Residu.....	46
Gambar 4.6	Pelepasan Dinding <i>Dehydrating Breather</i>	49
Gambar 4.7	Pelepasan Penutup Bagian Bawah <i>Dehydrating Breather</i>	49
Gambar 4.8	Pengeluaran Silica Gel	50
Gambar 4.9	Silica Gel Jenuh	50
Gambar 4.10	Penutupan Bagian Bawah Heater.....	51
Gambar 4.11	Pemasukan Silica Gel	51
Gambar 4.12	Penutupan Dinding <i>Dehydrating Breather</i>	52
Gambar 4.13	Flow Chart <i>Dehydrating Breather</i>	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Bisnia Utama PT Indonesia Power	12
Tabel 2.2	Kapasitas Daya Terpasang PT Indonesia Power Semarang PGU	15
Tabel 4.1	General Data Generator Transformer	41
Tabel 4.2	Kapasitas Tegangan dan Arus Pada Koneksi Tap Changer.....	42
Tabel 4.3	Kapasitas Arus Pada CT	42
Tabel 4.4	Perbedaan Sistem Pernapasan.....	46
Tabel 4.5	Spesifikasi Sistem Pernapasan Tabung Silica Gel.....	47
Tabel 4.6	Spesifikasi Sistem Pernapasan Dehydrating Breather	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Permohonan Kerja Praktik	58
Lampiran 2. Surat Balasan Kerja Praktik.....	59
Lampiran 3. Form Penugasan Kerja Praktik	60
Lampiran 4. Surat Penugasan Kerja Praktik	61
Lampiran 5. Sertifikat Kerja Praktik.....	62
Lampiran 6. Form Penilaian Kerja Praktik	63
Lampiran 7. Lembar Konsultasi Kerja Praktik	64
Lampiran 8. Daftar Hadir Seminar Kerja Praktik	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan energi listrik dewasa ini sangat banyak dirasakan seiring dengan semakin majunya ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) dan pembangunan. Ilmu pengetahuan dan teknologi mempunyai peranan yang penting dalam kemajuan bangsa sekaligus mempengaruhi keberhasilan pembangunan masyarakat yang mandiri.

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. Dengan berkembangnya perindustrian, industri listrikpun sangat dibutuhkan untuk menyuplai energi listrik bagi seluruh Rakyat Indonesia. PT PLN (Persero), selanjutnya disebut PLN, sebagai sebuah perusahaan listrik milik negara yang merencanakan dan melaksanakan proyek-proyek tenaga listrik dengan lead time panjang, sehingga PLN secara alamiah perlu mempunyai sebuah rencana program pengembangan sistem tenaga listrik yang bersifat jangka panjang¹. Dengan demikian rencana pengembangan sistem tenaga listrik yang diperlukan PLN harus berjangka panjang, yaitu 10 tahun, agar dapat mengakomodasi lead time yang panjang dari proyek-proyek tenaga listrik. (RUPTL PT. PLN 2018-2027)

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) adalah pembangkit listrik yang mengandalkan energi kinetik dari uap untuk menghasilkan energi listrik. PLTU merupakan jenis pembangkit tenaga termal yang banyak digunakan karena efisiensinya tinggi sehingga menghasilkan energi listrik yang ekonomis. Pembangkit listrik ini merupakan objek vital suatu negara untuk mensuplai listrik bagi seluruh negeri sehingga dibutuhkan rencana yang matang untuk berbagai macam hasil.

Salah satu komponen yang penting dalam sistem tenaga listrik baik pada sistem pembangkitan, sistem transmisi, maupun sistem distribusi adalah transformator. Generator Transformer (GT) adalah transformator tenaga yang

dihubungkan langsung dengan panel keluaran generator. Generator Transformer merupakan jenis transformator *step up* yang berfungsi untuk menaikkan tegangan keluaran dari generator menjadi tegangan yang lebih tinggi, bergantung dari sistem tegangan dari pusat listrik itu sendiri. Generator Transformer memiliki alat pernapasan dengan menggunakan *dehydrating breather*. Khusus PLTU Unit 3 Tambak Lorok penggantian silica gel pada *dehydrating breather* dilakukan setiap empat tahun sekali. Penggantian silica gel berdasarkan visual (sudah jenuh) atau berdasarkan jadwal penggantian. Tidak ada parameter arus dan tegangan karena *dehydrating breather* tidak mempunyai beban.

Dalam kesempatan ini, penulis selaku mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sebelas Maret melaksanakan kerja praktik di PT. Indonesia Power Semarang PGU pada bidang Pemeliharaan Listrik PLTU Unit 3. Pemilihan lokasi kerja praktik didasarkan pada konsentrasi perkuliahan dan topik pilihan pelaksana kerja praktik yaitu konsentrasi Sistem Energi Listrik dan mempelajari pembangkit listrik.

1.2 Perumusan Masalah

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

1. Bagaimanakah sistem pernapasan Generator Transformer pada suatu unit pembangkit?
2. Bagaimanakah perbedaan antara sistem pernapasan pada Generator Transformer antara tabung silica gel dan *dehydrating breather*?
3. Bagaimanakah cara pemeliharaan *Dehydrating Breather* pada suatu unit pembangkit?

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

Lokasi : PT Indonesia Power 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 Unit 3.

1.5 Tujuan Kerja Praktik

Tujuan kerja praktik bagi praktikan menurut penulis adalah sebagai berikut:

1. Praktikan dapat mendapatkan dalam lingkungan kerja dan berlatih menangani permasalahan yang terjadi serta mengetahui perbandingan teori yang didapatkan selama kuliah dengan penerapannya di lingkungan kerja.
2. Praktikan dapat mengetahui dan mempelajari proses sistem pembangkitan listrik pada PLTU secara umum.
3. Praktikan dapat menumbuhkan jiwa *engineer* yang tanggap terhadap aplikasi yang ada di lapangan.
4. Praktikan dapat menambah hubungan dengan praktikan lain maupun dengan perusahaan.
5. Praktikan dapat mempelajari karakteristik dan tujuan pemeliharaan dari *dehydrating breather*.

1.6 Metode Pengambilan Data

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

1. Pengamatan Lapangan

Studi dilakukan oleh penulis dengan melakukan pengamatan langsung terhadap obyek yang akan dibahas di lapangan. Dari studi ini

penulis memperoleh pembahasan yang sebenarnya sehingga dari data yang didapat digunakan untuk menyusun laporan.

2. Wawancara

Studi ini dilakukan penulis dengan melakukan Tanya jawab dengan pembimbing di lapangan. Dari studi ini penulis memperoleh gambaran langsung terhadap obyek secara teoritis.

3. Metode Pengumpulan Data

Studi ini dilakukan dengan mengumpulkan informasi tertulis mengenai hal-hal yang terkait dalam penulisan laporan.

4. Studi Pustaka

Studi ini dilakukan dengan cara mempelajari buku-buku yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas. Dari studi ini penulis mencari keterangan yang akan dibutuhkan untuk membuat laporan dari hasil kerja praktik.

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, Bisnis Utama, Kapasitas Daya, Lokasi, dan Struktur Organisasi dari PT Indonesia Power Semarang PGU.

BAB III : DASAR TEORI

Berisi tentang penjelasan seputar objek pembahasan Praktek Kerja Lapangan mulai dari PLTU dan PLTGU secara umum serta penjelasan

sistem pernapasan dengan *dehydrating breather* pada Generator Transformer 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. Langkah ke arah deregulasi tersebut diawali dengan berdirinya Paiton Swasta, yang dipertegas dengan dikeluarkannya Keputusan Presiden nomor.37 tahun 1992 tentang pemanfaatan sumber daya swasta melalui pembangkit-pembangkit listrik swasta. 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 restrukturisasi 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, yang tujuannya untuk memisahkan misi sosial dan misi komersial yang diemban oleh BUMN tersebut. Salah satu dari anak perusahaan tersebut adalah PT Pembangkitan Tenaga Listrik Jawa-Bali I, atau dikenal dengan PLN PJB I. Anak perusahaan ini ditujukan untuk menjalankan usaha komersial pada bidang pembangkitan tenaga listrik dan usaha-usaha lain yang terkait.

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. Perubahan ini merupakan upaya untuk menyikapi persaingan yang sangat ketat dalam bisnis ketenagalistrikan dan sebagai persiapan untuk privatisasi perusahaan yang akan dilaksanakan dalam waktu dekat.

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)*, *Maintenance Services Unit (MSU)*, dan 1 *Project Unit (PU)*.

PT. Indonesia Power Semarang PGU terletak di Jalan Ronggowarsito, Komplek Pelabuhan Tanjung Mas Semarang, Jawa Tengah. PT. Indonesia Power Semarang PGU (*Power Generation Unit*) 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. PT. Indonesia Power Semarang PGU 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 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*”.

Selain visi, misi dan motto PT Indonesia Power memiliki budaya perusahaan yang diberi nama IP AKSI yang memiliki kepanjangan Integritas, Profesional, Proaktif dan Sinergi.

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°. Dengan simbol yang kecil ini, diharapkan Identitas Perusahaan dapat langsung terwakili. Red Dot berarti kesatuan tekad dan perasaan insan Indonesia Power dalam bekerja dan

berusaha untuk meningkatkan daya saing dalam usaha mewujudkan keberlangsungan hidup perusahaan.

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 Nilai Perusahaan

PT.Indonesia Power memiliki empat nilai perusahaan yang kemudian disingkat dengan IP-AKSI antara lain:



Gambar 2.2 Nilai Perusahaan PT. Indonesia Power
Sumber : Indonesia Power

1. INTEGRITAS

Insan IP senantiasa bertindak sesuai etika perusahaan serta memberikan yang terbaik bagi perusahaan. Berikut terdapat indikator INTEGRITAS yaitu:

- a. Bangga sebagai insan IP
- b. Mengambil tindakan yang bertanggung jawab
- c. Mengharumkan nama Indonesia Power
- d. Mengajak kebaikan dan mencegah penyimpangan
- e. Sesuai kata dengan perbuatan
- f. Teladan dan mengajak orang lain dalam beretika dan melaksanakan *Good Corporate Government (GCG)*
- g. Melaksanakan IP bersih.

2. PROFESIONAL

Insan IP Senantiasa menguasai pengetahuan, keterampilan dan kode etik bidang pekerjaan serta melaksanakannya secara akurat dan konsisten. Indikator PROFESIONAL adalah sebagai berikut:

- a. Melaksanakan tugas dengan pengetahuan, keterampilan, SOP, dan kode etik
- b. Mencapai kinerja terbaik
- c. Mengembangkan pengetahuan dan keterampilan untukantisipasi tuntutan pekerjaan terus menerus
- d. Bekerja secara cerdas, terencana dan sistematis
- e. Menentukan prioritas
- f. Mengambil keputusan terintegrasi
- g. Menyampaikan pendapat sesuai pengetahuan dan keterampilan
- h. Melakukan tugas secara teliti dan akurat

3. PROAKTIF

Insan IP sennantiasa peduli dan cepat tanggap melakukan peningkatan kinerja untuk mendapatkan kepercayaan stakeholder. Kemudian untuk indikator PROAKTIF adalah sebagai berikut:

- a. Mengantisipasi perkembangan teknologi melalui perbaikan berkelanjutan dan inovasi
- b. Mencari peluang baru secara aktif untuk peningkatan kinerja pribadi maupun perusahaan.

- c. Mencari tahu secara aktif dan segera mengambil tindakan untuk memenuhi kebutuhan stakeholder
- d. Cepat tanggap terhadap kondisi kerja dan lingkungan
- e. Segera mengambil tindakan perbaikan untuk peningkatan kinerja.
- f. Mencari solusi secara aktif untuk mengatasi hambatan tugas
- g. Menyelesaikan masalah hingga tuntas.

4. SINERGI

Insan IP senantiasa membangun hubungan kerja sama yang produktif atas dasar saling percaya untuk menghasilkan karya unggul. Indikator SINERGI, yaitu:

- a. Menjadi bagian dari keseluruhan bisnis poses perusahaan serta menjalankannya sesuai dengan peran dan fungsi masing-masing
- b. Memastikan hasil kerja optimal mendukung keberhasilan proses kerja berikutnya dan keseluruhan
- c. Memberikan kontribusi ide dan bantuan sesuai dengan keahlian dan tanggung jawab.
- d. Berbagi pengetahuan dan keterampilan secara aktif
- e. Mengarahkan kelompok kerja secara aktif.

2.5 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 Unit* (OMU), 5 *Power Generation and O&M Services Unit* (POMU), *Maintenance Service Unit* (MSU), dan *Project Unit* (PU).

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, kontruksi/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 pengusahaan energi panas bumi
 - e. Cogeneration

Tabel 2.1 Bisnis Utama PT Indonesia Power

Layanan	Nama	Jenis Pembangkit	Kapasitas
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.

2.6 PT Indonesia Power Semarang PGU

PT Indonesia Power 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. PT. Indonesia Power Semarang PGU 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

PT. Indonesia Power Semarang PGU dibangun pada bulan September 1973 dan selesai pada tahun 1978 oleh PLN Proyek Induk Pembangkitan Thermis (PIKITTERM) yang menghasilkan PLTU Unit I dan II siap untuk dioperasikan. 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 Pandean 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). PT. Indonesia Power Semarang PGU memegang peranan yang penting dalam menjaga keandalan dan mutu sistem kelistrikan Jawa Bali terutama Jawa Tengah.

2.7 Kapasitas Daya PT. Indonesia Power Semarang PGU

PT. Indoensia Power 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 Semarang PGU

No	Mesin Pembangkit	Daya Terpasang	Merek Mesin	Tahun Operasi
PLTGU				
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
PLTD				
1.	Legon Bajak Karimunjawa	4,4 MW	Mesin Diesel	2016
Total Daya Terpasang		1038,3 MW		

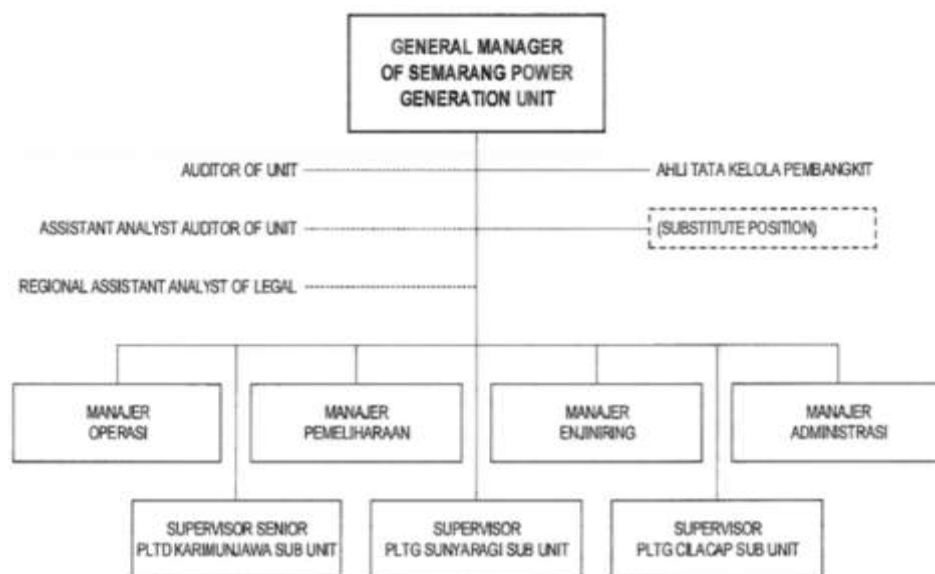
2.8 Lokasi PT. Indonesia Power Semarang PGU

PT. Indonesia Power Semarang PGU beralamat di Jl. Ronggowarsito, Tanjung Mas, Semarang Utara, Jawa Tengah 50174.

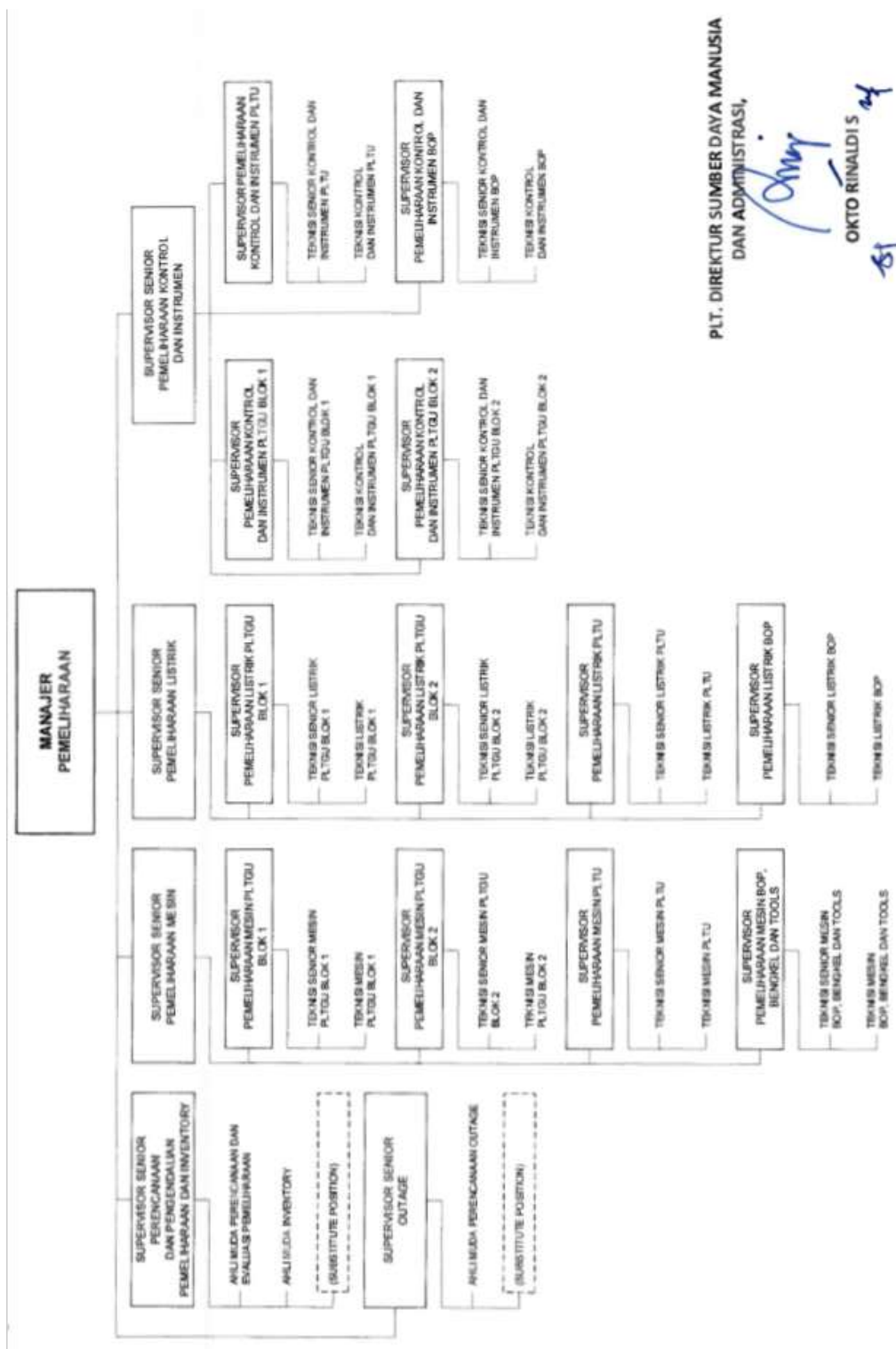


Gambar 2.5 Lokasi PT. Indonesia Power Semarang PGU
Sumber : Google maps

2.9 Struktrur Organisasi PT. Indonesia Power Semarang PGU



Gambar 2.6 Struktur Organisasi Semarang Power Generation Unit
Sumber : Indonesia Power



Gambar 2.7 Bagan Susunan Jabatan Section Of Pemeliharaan Semarang PGU
Sumber : Indonesia Power

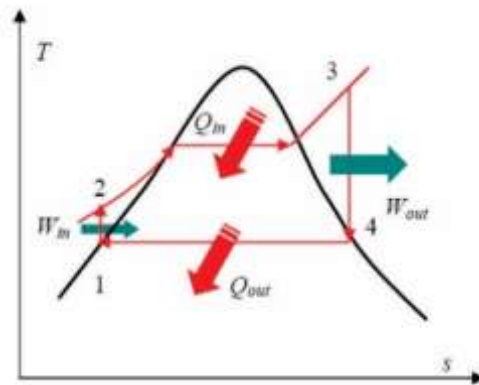
BAB III

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,

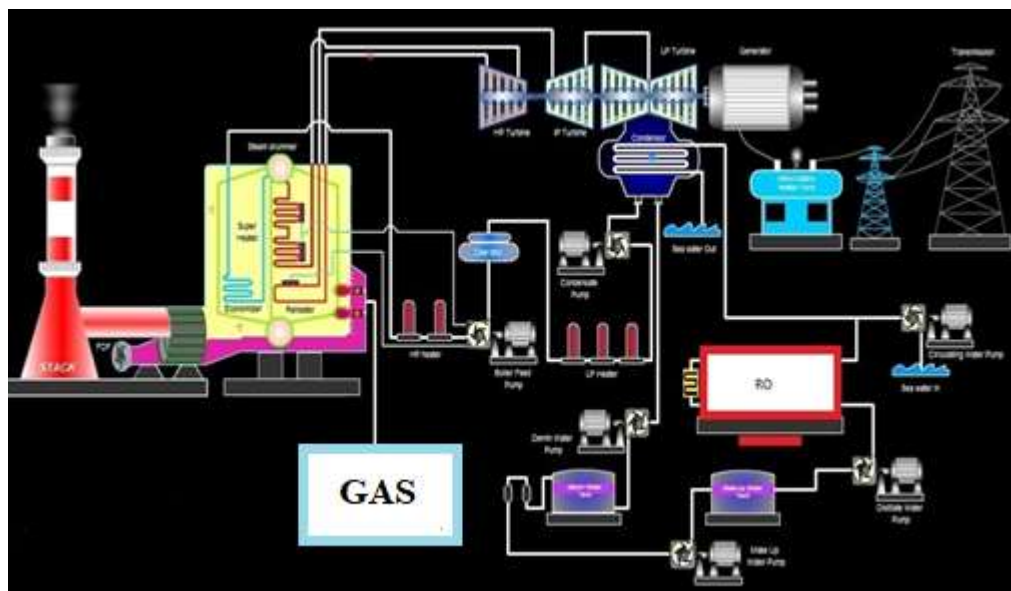
fluida berubah fase dari fase cair menjadi *saturated vapor* hingga akhirnya menjadi *superheated vapor*. Proses ini terjadi secara isobaris.

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.

3.1.1 Siklus Air dan Uap

Bahan baku utama dalam proses PLTU adalah air laut. Air laut terlebih dahulu disaring oleh *Bar Screen* dan *Travelling Screen* dan kemudian diinjeksikan chlorine agar hewan –hewan laut dan kotoran tidak terbawa aliran air (proses *intake*). Air tersebut kemudian dipompa oleh *Circulating Water Pump* (*CWP*) yang sebagian besar digunakan sebagai media pendingin pada *condenser* dan *Auxiliary Cooling Water* (*ACW*) dan sebagian lagi disalurkan pada *Desalination Evaporator*. Pada *Desalination Evaporator* air laut diubah menjadi air tawar melalui proses penguapan bertingkat dengan menggunakan uap bantu (*Auxiliary Steam*). Proses *desalination* ini bertujuan untuk memisahkan air dengan kadar garam yang terkandung agar tidak terjadi korosi pada pipa-pipa. Setelah menjadi air tawar kemudian dipompa oleh *Destilate Water Pump* untuk mengisi tangki. Kemudian, dipompa lagi menuju *Demineralizer* untuk diubah menjadi air murni dengan cara menginjeksikan resin anion dan kation. Lalu air murni tersebut ditampung di *Demin Water Tank*. Air pada *Demin Water Tank* dipompa menggunakan *Demin Water Pump* menuju *condensor* bersatu dengan *Water Condensate*. Air dari *condenser* dipompa oleh *Condensate Pump* menuju *Low Pressure Heater* untuk dipanaskan dengan menggunakan uap *extraction steam* .

Setelah melalui pemanasan pada *LP Heater*, air tersebut menuju *Deaerator*. Deaerator berfungsi untuk memisahkan oksigen dari air karena oksigen dapat menimbulkan korosi pada pipa-pipa. Air dari *deaerator* dipompa oleh *Boiler Feed Pump* menuju *High Pressure Heater* untuk dipanaskan lagi dengan menggunakan uap *extraction steam*. Setelah melalui pemanasan pada *HP Heater*, air menuju ke *economizer* untuk dipanaskan sehingga suhu air pengisi *boiler* hampir mendekati suhu yang diinginkan pada *boiler*. Pemanasan tersebut bertujuan agar tidak terjadi thermal stress pada pipa-pipa. Kemudian uap kering menuju ke *steam drum* untuk

ditampung dan dibagi ke pipa-pipa penguapan pada boiler. Dari *steam drum* dihasilkan uap jenuh (basah), uap basah tersebut masih mengandung titik-titik air (uap basah) sehingga perlu diproses lagi guna menghindari kerusakan pada turbin. Oleh karena itu, uap tersebut dipanaskan lagi oleh *super heater* menghasilkan uap kering.

Uap yang dihasilkan dialirkan melalui *Main Stop Valve* (MSV) dan *Generator Valve* untuk memutar turbin. Kemudian uap bekas tersebut didinginkan oleh air laut pada *Condensor* (kondensasi) yang kemudian divakumkan sehingga uap turun dari turbin dan ditampung pada *Hot Well* (sumur panas) bersatu dengan *demin water*. Siklus tersebut berjalan secara berulang-ulang dalam rangkaian siklus tertutup.

3.1.2 Siklus Udara dan Gas Pembakaran

Udara yang dibutuhkan dalam proses pembakaran disuplai oleh *Force Draft Fan* (FD Fan) dan dipanaskan pada *Air Preheat Coil* (APC). *Air Preheat Coil* dirancang untuk mempertahankan temperature udara pada temperature rata-rata gas buang yaitu sebesar 114°C . Kemudian udara menuju *Air Heater* untuk dipanaskan kembali.

Pada *Air Heater*, media pemanas yang digunakan adalah gas panas bekas pembakaran pada boiler. Dari *Air Heater*, udara dialirkan menuju *Wind Box* yang kemudian mengalir melalui *register* bercampur dengan bahan bakar sehingga terjadilah pembakaran di *furnace boiler* (tempat pembakaran). Gas keluaran dari ruang bakar digunakan sebagai pemanas udara pada *Air Heater* yang kemudian dibuang melalui cerobong / *stack*.

3.1.3 Siklus Bahan Bakar

Bahan bakar pada PLTU menggunakan minyak residu / *MFO* (*Main Fuel Oil*) yang dialirkan dari kapal tongkang menuju *pumping house* kemudian dipompakan menuju *Fuel Oil Tank*. Kemudian, *MFO* dipompakan menuju *Fuel Oil Heater* untuk dipanaskan dengan menggunakan uap bantu (*Auxiliary Steam*). Kemudian residu menuju ke

burner untuk dikabutkan dan digunakan untuk pembakaran . Pada saat penyalaan awal / *start up burner*, digunakan bahan bakar berupa solar dan untuk operasi selanjutnya digunakan *MFO*.

3.1.4 Siklus Air Pendingin

a. Silkus Air Pendingin Utama

Air yang digunakan sebagai media pendingin utama berupa air laut yang ipompa oleh *CWP* menuju *condenser*. Pada *condenser* air digunakan untuk kondensasi uap bekas turbin. Selain itu air juga sebagai pendingin pada *Auxiliary Cooling Water Heat Exchanger*. Kemudian air tersebut dibuang melalui pipa-pipa *discharge tunnel* menuju laut lepas.

b. Silkus Air Pendingin Bantu (*Auxillary Cooling Water*)

Air pendingin bantu diambil dari air murni pada *Make Up Water Tank* yang mengalir melalui *ACW Pump* menuju *Heat Exchanger*. Bagian-bagian yang didinginkan meliputi:

- Minyak Pelumas Turbin (*Turbine Oil Cooler*)
- Gas hydrogen yang digunakan sebagai pendingin generator.
- Minyak pelumas pada peralatan–peralatan lain, seperti *condensate pump* , *boiler feed pump* , dll.

Air yang digunakan sebagai pendingin menjadi panas yang kemudian didinginkan oleh air laut. Setelah dingin air tersebut dialirkan kembali sebagai pendingin. Proses ini berlangsung secara terus-menerus dalam siklus tertutup sehingga air akan mengalami pengurangan . Untuk penambahan air agar sesuai , air diambil dari *Make Up Water Tank*.

3.1.5 Siklus Minyak Pelumas

Minyak pelumas digunakan untuk pelumasan dan pendinginan pada *bearing-bearing* turbin selain itu juga digunakan sebagai *seal/* perapat dan pendingin *hydrogen* dan *generator*. Sebelum digunakan minyak pelumas terlebih dahulu didinginkan pada *Lube Oil Cooler* dengan media air yaitu

Auxiliary Cooling Water. Air pada *Auxiliary Cooling Water* yang telah dipakai didinginkan oleh air laut pada *Auxiliary Cooling Water Heat Exchanger*.

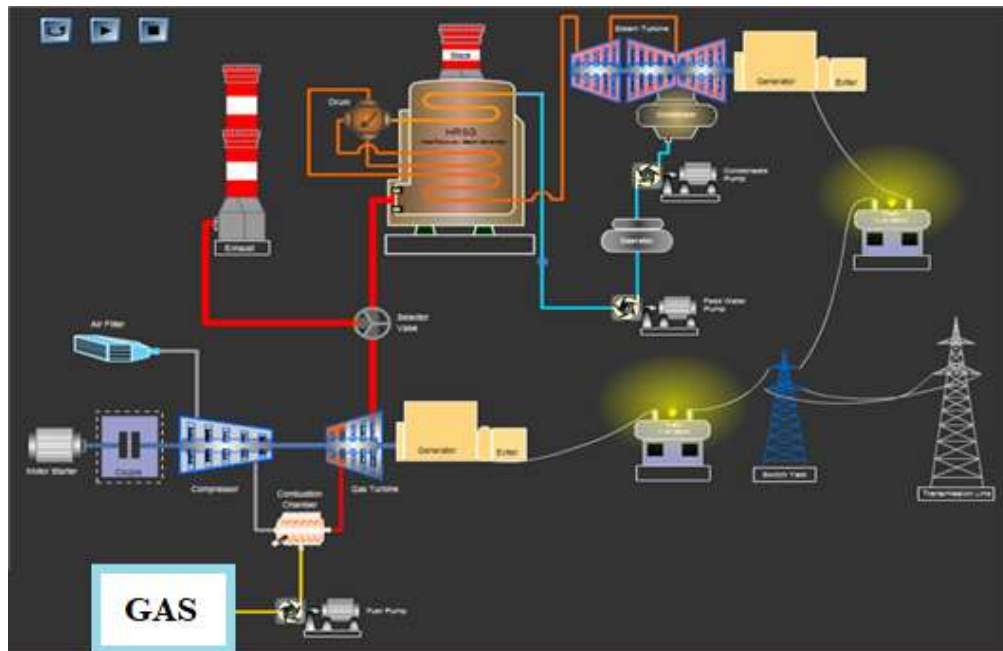
3.1.6 Siklus Penyaluran Tenaga Listrik

Pada suatu pembangkit, rotor generator dikopel dengan turbin sehingga turbin ikut berputar. Perputaran ini menghasilkan energi listrik dengan bantuan penguat / exciter, tegangan yang dihasilkan mencapai 18 KV (Unit 3) yang kemudian oleh *Generator Transformer* dinaikkan menjadi 150 KV. Energi listrik yang dihasilkan kemudian disalurkan melalui *Switch Yard* menuju gardu induk melalui transmisi tegangan tinggi 150 kV, dan akhirnya energi listrik tersebut disalurkan ke konsumen. Selain itu juga digunakan untuk pemakaian sendiri yang diambil dari *Main Auxiliary Transformer (MAT)* dan *Reserve Auxiliary Transformer (RAT)*. *MAT* digunakan untuk mensuplai tenaga listrik ke pemakaian sendiri dari unit operasi normal, yang dipasang secara parallel dengan *Generator Transformer*. Trafo ini menurunkan tegangan dari 18 KV menjadi 4360 V. *Reserve Auxiliary Transformer* digunakan untuk mengubah tegangan 22 KV dari luar pembangkitan (*switch yard*) menjadi 4360 V untuk pemakaian sendiri apabila unit terjadi gangguan dan mengharuskan unit untuk berhenti beroperasi. Sedangkan, trafo SUS (*Secondary Unit Substation*) digunakan untuk menurunkan tegangan 4360 V ke tegangan 400/380 V dan dipakai untuk menjalankan motor – motor.

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 (balok-balok) 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, 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 Generator Transformer



Gambar 3.4 Generator Transformer
Sumber : Penulis (2020)

Generator Transformer (GT) adalah transformator tenaga yang dihubungkan langsung dengan panel keluaran generator. Generator Transformer merupakan jenis transformator *step up* yang berfungsi untuk menaikkan tegangan keluaran dari generator menjadi tegangan yang lebih tinggi, bergantung dari sistem tegangan dari pusat listrik itu sendiri. Generator Transformer unit digunakan untuk meningkatkan tegangan generator dan menghubungkan suplai ke bus bar. Transformer yang digunakan untuk aplikasi ini disebut Generator Step-up Unit. Transformer ini dirancang untuk beroperasi dengan beban 150 KV. *Rated Power* 144/192/240/268,8 MVA dan *temperature top oil* 50°C serta *temperature average winding* 55°C.

3.4 Komponen Utama Generator Transformer

3.4.1 Inti Besi dan Kumparan



Gambar 3.5 Inti Besi dan Kumparan
Sumber : Indonesia Power Semarang

Inti besi berfungsi untuk mempermudah jalan fluksi magnetic yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melalui kumparan. Dibuat dari lempengan-lempengan besi tipis yang berisolasi, untuk mengurangi panas yang ditimbulkan oleh *Eddy Current*. Kumparan transformator adalah beberapa lilitan kawat berisolasi yang membentuk suatu kumparan atau gulungan. Kumparan terdiri dari kumparan primer dan kumparan sekunder yang diisolasi baik terhadap inti besi maupun terhadap antar kumparan dengan isolasi padat seperti karton, pertina. Kumparan sebagai alat transformasi tegangan dan arus.

3.4.2 Minyak Transformator



Gambar 3.6 Minyak Transofrmator
Sumber : google.com

Minyak transformator adalah salah satu bahan isolasi cair yang dipergunakan sebagai isolasi dan pendingin pada transformator. Sebagai bagian dari bahan isolasi, minyak harus memiliki kemampuan untuk menahan tegangan tembus, sedangkan sebagai pendingin minyak transformator harus mampu meredam panas yang ditimbulkan, sehingga dengan kedua kemampuan ini maka minyak diharapkan akan mampu melindungi transformator dari gangguan.

3.4.3 *Bushing*



Gambar 3.7 Bushing
Sumber : Penulis (2020)

Bushing yaitu yaitu sebuah konduktor yang diselubungi oleh isolator merupakan alat penghubung antara kumparan transformator dengan jaringan luar dan juga berfungsi sebagai penyekat atau isolator antara konduktor tersebut dengan tangki transformator.

3.4.4 Tangki Konservator



Gambar 3.8 Tangki Konservator

Sumber : Penulis (2020)

Tangki konservator berfungsi untuk menampung minyak cadangan dan uap/udara akibat pemanasan trafo karena arus beban. Diantara tangki dan trafo dipasangkan relai bucholz yang akan meyerap gas produksi akibat kerusakan minyak . Untuk menjaga agar minyak tidak terkontaminasi dengan air, ujung masuk saluran udara melalui saluran pelepasan/venting dilengkapi media penyerap uap air pada udara, sering disebut dengan silica gel dan dia tidak keluar mencemari udara disekitarnya.

3.4.5 Peralatan Bantu Pendingin Transformator



Gambar 3.9 Radiator
Sumber : Penulis (2020)



Gambar 3.10 Motor Fan Cooling Trafo
Sumber : Penulis (2020)

Peralatan Bantu Pendinginan Transformator berfungsi untuk menjaga agar transformator bekerja pada suhu rendah. Pada inti besi dan kumparan – kumparan akan timbul panas akibat rugi-rugi tembaga. Maka panas tersebut mengakibatkan kenaikan suhu yang berlebihan, ini akan merusak isolasi, maka untuk mengurangi kenaikan suhu yang berlebihan tersebut transformator perlu dilengkapi dengan alat atau sistem pendingin untuk menyalurkan panas keluar transformator. Secara alamiah media pendingin (minyak isolasi) mengalir karena perbedaan suhu tangki minyak dan sirip-sirip transformator (Radiator). Untuk mempercepat pendinginan transformator dilengkapi dengan kipas yang dipasang di radiator transformator dan pompa minyak agar sirkulasi minyak lebih cepat dan pendinginan lebih optimal.

3.4.6 *Tap Changer*



Gambar 3.11 *Tap Changer*
Sumber : Penulis (2020)

Tap Changer berfungsi untuk menjaga tegangan keluaran yang diinginkan dengan input tegangan yang berubah-ubah. Kualitas operasi tenaga listrik jika tegangan nominalnya sesuai ketentuan, tapi pada saat operasi dapat saja terjadi penurunan tegangan sehingga kualitasnya menurun, untuk itu perlu alat pengatur tegangan agar tegangan selalu pada kondisi terbaik, konstan dan berkelanjutan. Ditinjau dari cara pengoperasiannya, tap changer terdiri dari dua tipe yaitu onload yang bekerja secara otomatis jika merasakan tegangan kurang/lebih dan off-load yang dapat dipindah tap hanya jika trafo tidak berbeban/bertegangan.

3.4.7 Alat Pernapasan



Gambar 3.12 Tabung Silica Gel
Sumber : Penulis (2020)



Gambar 3.13 Dehydrating Breather
Sumber : Penulis (2020)

Sebagai tempat penampungan pemuatan minyak isolasi akibat panas yang timbul, maka minyak ditampung pada tangki yang disebut sebagai konservator. Pada konservator ini permukaan minyak diusahakan tidak boleh bersinggungan dengan udara, karena kelembaban udara yang mengandung uap air akan mengkontaminasi minyak walaupun proses pengkontaminasinya berlangsung cukup lama. Untuk mengatasi hal tersebut, udara yang masuk kedalam tangki konservator pada saat minyak menjadi dingin memerlukan suatu media penghisap kelembaban, yang digunakan biasanya adalah silica gel. Kebalikan jika trafo panas maka pada saat menyusut maka akan menghisap udara dari luar masuk ke dalam tangki dan untuk menghindari terkontaminasi oleh kelembaban udara maka diperlukan suatu media penghisap kelembaban yang digunakan biasanya adalah silica gel.

3.5 Peralatan Proteksi Generator Transformer

Peralatan proteksi adalah peralatan yang telah terpasang melekat pada Generator Transformer yang berfungsi sebagai pengaman jika transformator

mengalami tekanan mendadak dan temperatur tinggi. Peralatan proteksi terdiri dari sebagai berikut :

3.5.1 Relai Bucholz



Gambar 3.14 Relai Bucholz
Sumber : Penulis (2020)

Relay Bucholz adalah relai yang berfungsi mendeteksi dan mengamankan terhadap gangguan transformator yang menimbulkan gas. Timbulnya gas dapat diakibatkan oleh beberapa hal, diantaranya adalah:

- a. Hubung singkat antar lilitan pada atau dalam fasa
- b. Hubung singkat antar fasa
- c. Hubung singkat antar fasa ke tanah
- d. Busur api listrik antar laminasi
- e. Busur api listrik karena kontak yang kurang baik.

Relai deteksi gas juga terdiri dari suatu peralatan yang tanggap terhadap ketidaknormalan aliran minyak yang tinggi yang timbul pada waktu transformator terjadi gangguan serius. Peralatan ini akan menggerakkan kontak trip yang pada umumnya terhubung dengan rangkaian trip Pemutus Arus dari instalasi transformator tersebut.

3.5.2 Relai tekanan lebih



Gambar 3.15 Relai Tekanan Lebih
Sumber : google.com

Hubung singkat yang timbul pada suatu transformator terendam minyak, umumnya akan berkaitan dengan suatu tekanan lebih didalam tangki, karena gas yang dibentuk oleh dekomposisi dan evaporasi minyak. Dengan melengkapi sebuah relai pelepasan tekanan lebih pada trafo, maka tekanan lebih yang membahayakan tangki trafo dapat dibatasi besarnya. Apabila tekanan lebih ini tidak dapat dieliminasi dalam waktu beberapa millidetik, maka terjadi panas lebih pada cairan tangki dan trafo akan meledak. Peralatan pengaman harus cepat bekerja mengevakuasi tekanan tersebut.

3.5.3 Relai diferensial



Gambar 3.16 Relai Diferensial
Sumber : Penulis (2020)

Relai diferensial merupakan proteksi utama transformator tenaga. Relai ini hanya bekerja apabila terjadi gangguan yang berada di daerah pengamanannya yaitu di antara transformator arus di sisi kumparan primer dan transformator arus di sisi kumparan sekunder. Prinsip kerja relai diferensial adalah dengan membandingkan atau menjumlahkan nilai arus pada CT (current transformer) di sisi kumparan primer dan CT (current transformer) sisi kumparan sekunder. Jika hasil penjumlahan arus dari kedua CT tersebut melebihi nilai setelan yang telah ditentukan, maka relai akan trip dan mengirim perintah kepada CB (circuit breaker) sisi kumparan primer dan CB sisi kumparan sekunder untuk membebaskan transformator tenaga dari tegangan. Sebagai proteksi utama relai ini bekerja dengan waktu seketika (instantaneous) atau bekerja dengan kecepatan dibawah 100 ms. Selektifitas relai harus terbukti, relai harus trip apabila terjadi gangguan di daerah pengamanannya. Relai tidak boleh trip ketika terjadi gangguan di luar daerah pengamanannya.

3.5.4 Relai Gangguan Tanah Terbatas



Gambar 3.17 Relai Gangguan Tanah Terbatas
Sumber : Penulis (2020)

Relai ini berfungsi untuk mengamankan transformator terhadap tanah didaerah pengaman transformator khususnya untuk gangguan didekat titik netral yang tidak dapat dirasakan oleh relai differensial. Relai ini hanya diperlukan jika transformator tenaga menggunakan vector group Yn. Prinsip kerja relai gangguan tanah terbatas (REF) sama dengan relai diferensial yaitu dengan membandingkan atau menjumlahkan arus dari sisi CT fasa dan CT yang terpasang pada titik netral transformator tenaga. Jika selisi arus melebihi seting yang telah ditentukan maka relai akan trip dengan waktu seketika untuk kemudian menginisiate CB baik sisi primer maupun sekunder membuka membebaskan transformator tenaga dari tegangan, sehingga kerusakan yang lebih besar dapat dihindari.

3.6 Pemeliharaan dan Jenis-Jenis Pemeliharaan

3.6.1 Pengertian Pemeliharaan

Pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi adalah kegiatan untuk menjaga dan mempertahankan suatu peralatan listrik agar tetap bekerja dengan baik dan sesuai dengan fungsinya sehingga dapat mencegah terjadinya gangguan yang dapat menyebabkan terjadinya kegagalan peralatan. Tujuan pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi yaitu :

- a. Menjamin kontinuitas penyaluran tenaga listrik
- b. Meningkatkan keandalan dan efisiensi peralatan
- c. Memperpanjang umur peralatan
- d. Mengurangi resiko terjadinya kerusakan dan kegagalan peralatan
- e. Meningkatkan keamanan peralatan
- f. Mengurangi lama waktu gangguan akibat terjadinya gangguan

3.6.2 Jenis-Jenis Pemeliharaan

Menurut pengertian pemeliharaan di atas, kegiatan pemeliharaan peralatan dapat di kategorikan menjadi sebagai berikut :

- a. *Preventive maintenance*, yaitu pemeliharaan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya gangguan pada peralatan listrik secara tiba-tiba dan untuk memperpanjang umur kerja peralatan listrik tersebut. Pemeliharaan ini dilakukan secara berkala.
- b. *Predictive maintenance (Proactive Maintenance)*, yaitu pemeliharaan yang dilakukan dengan memprediksi kondisi peralatan, apakah dan kapankah kemungkinan peralatan listrik tersebut mengalami kegagalan sehingga dapat diketahui gejala kerusakan secara dini.
- c. *Corrective maintenance*, yaitu pemeliharaan yang dilakukan dengan perencanaan dalam waktu-waktu tertentu ketika suatu peralatan listrik menunjukkan kelainan atau unjuk kerja yang rendah saat beroperasi. Pemeliharaan ini bertujuan untuk mengembalikan kondisi peralatan listrik tersebut pada kondisi semula dengan disertai perbaikan peralatan dan penyempurnaan instalasinya. Pada *corrective maintenance* terdapat *breakdown maintenance*, yaitu pemeliharaan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan secara mendadak yang waktunya tidak tertentu dan bersifat pemeliharaan yang darurat.

3.6.3 Pemeliharaan Generator Transformer

Pada dasarnya, generator transformer ini mempunyai keandalan kerja yang tinggi dan umur kerja yang panjang bila dirawat secara teratur. Karena apabila terjadi kerusakan atau kegagalan pada transformator tersebut, maka akan memakan biaya yang cukup tinggi untuk memperbaikinya. Untuk itu diperlukan pemeliharaan atau perawatan yang teratur untuk menjaga keandalan transformator dan meminimalisir terjadinya kerusakan dan kegagalan pada transformator.

Dalam pemeliharaan generator transformator ini, diperlukan perhatian-perhatian khusus karena transformator ini merupakan peralatan tegangan tinggi yang tentunya mempunyai tegangan cukup tinggi yang dapat mencelakakan manusia bila tidak dioperasikan dengan benar. Peringatan umum dalam pemeliharaan dan pemeriksaan teransformator tenaga yaitu :

- a. Pemeliharaan dan pemeriksaan transformator merupakan pekerjaan yang cukup berbahaya karena berhadapan dengan tegangan tinggi, sehingga perlu perhatian yang cukup dalam pengerjaannya untuk pengoperasian yang aman dan pencegahan akan terjadinya kecelakaan.
- b. Pemeliharaan dan pemeriksaan harian dilakukan selama transformator beroperasi, sehingga perlu perhatian cukup agar tidak terlalu dekat dengan bagian transformator yang sedang beroperasi.
- c. Ketika terpaksa untuk menyentuh bagian transformator yang bertegangan, pastikan dahulu bahwa transformator tidak terhubung dengan saluran.
- d. Ketika harus memeriksa bagian dalam transformator, jangan menjatuhkan atau meninggalkan peralatan apapun ke dalam tangki transformator.

Dalam pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi dibedakan antara pemeriksaan dan pemeliharaan. Pemeriksaan dilakukan dengan pengecekan bagian-bagian peralatan peralatan listrik dalam keadaan beroperasi dan dapat dilakukan oleh operator atau teknisi lapangan. Sedangkan pemeliharaan dilakukan pada saat peralatan padam dan dilakukan oleh regu pemeliharaan.

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Generator Transformer Pada PLTU Unit 3 Tambak Loroks



Gambar 4.1 Generator Transfomer PLTU Unit 3
Sumber : Penulis (2020)

Tabel 4.1 *General Data* Generator Transformer

Serial Number	3011150125
Year Of Manufacture	2016
Standard	IEC 60076
Rated Power	144/192/240/268,8 MVA
Cooling	ONAN/ONAF/ODAF1/ODAF2
Frequency	50 Hz
Phases	3
Connection Symbol	YNd1
Max Altitude	1000 m
Temp. Top Oil	50° C
Temp. Average Winding	55° C
Type Of Oil	NYNAS NYTRO LIBRA
Mass Total	220000 kg

Tabel 4.2 Kapasitas Tegangan dan Arus Pada Koneksi Tap Changer

<i>HIGH VOLTAGE TERMINALS : T-S-R-N</i>						
TAP	CONNECTION TAP CHANGER	VOLTAGE (VOLT)	CURRENT (AMP)			
			ONAN	ONAF	ODAF1	ODAF2
			144000	192000	240000	268800
1	1N – 7	157500	527,9	703,8	879,8	985,3
2	1N – 6	153750	540,7	721,0	901,2	1009,4
3	1N – 5	150000	554,3	739,0	923,8	1034,6
4	1N – 4	146250	568,5	758,0	947,4	1061,1
5	1N - 3	142500	583,4	777,9	972,4	1089,1
<i>LOW VOLTAGE TERMINALS : t-s-r</i>						
VOLTAGE (Volt)			CURRENT (Amp)			
17500			4750,8	6334,4	7917,9	8868,1

Tabel 4.3 Kapasitas Arus Pada CT

CT LOCATION	CLASS	BURDEN	RATIO	CONNECTION
34	5P20	60 VA	600 5 A	S1 – S5
			500 5 A	S2 – S5
			450 5 A	S3 – S5
			400 5 A	S1 – S4
			300 5 A	S2 – S4
			250 5 A	S3 – S4
			200 5 A	S4 – S5
			150 5 A	S1 – S3
			100 5 A	S1 – S2
			50 5 A	S2 – S3
38	CL 1	20 VA	1300 2 A	S1 – S2
38,r,s,t	CL 1	20 VA	10000 2 A	S1 – S2

4.2 Sistem Pernapasan Dengan Tabung Silica Gel

Tabung silica gel transformator merupakan alat pernafasan pada transformator yang berfungsi sebagai pengering atau menyerap butiran-butiran uap air yang dihasilkan oleh kerja transformator sehingga tangki transformator tetap kering dan terhindar dari karat yang dapat mengakibatkan kerusakan yang lebih luas. Pengaruh naik turunnya beban transformator maupun suhu udara luar

mengakibatkan suhu minyak ikut berubah-ubah mengikuti keadaan tersebut. Ketika suhu minyak naik atau tinggi maka minyak akan memuai dan mendesak udara diatas permukaan minyak keluar dari dalam tangki. Sebaliknya ketika suhu minyak turun, maka minyak akan menyusut yang mengakibatkan udara luar masuk ke dalam tangki sehingga udara yang masuk dapat disaring oleh tabung silica gel agar udara yang masuk adalah udara kering. Kedua proses itulah disebut dengan pernafasan transformator yang melewati tabung silica gel transformator.

Tabung silica gel dilengkapi dengan silica gel biru, peranan silica gel tentu memberih pengaruh karena minyak pada transformator selalu bersentuhan dengan udara luar yang dapat menurunkan nilai tegangan tembus transformator apabila udara yang masuk adalah udara lembab yang mengandung air dapat mengkontaminasi minyak (meskipun proses cukup lama) sehingga dibutuhkanlah saringan seperti tabung silica gel. Silica gel yang awalnya biru berubah warna menjadi merah muda (pink). Hal ini menunjukkan bahwa silica gel biru telah mengalami saturasi atau kejenuhan, artinya silica gel tidak dapat menyerap kelembaban yang mengandung air jika sudah ditandai dengan perubahan warna.

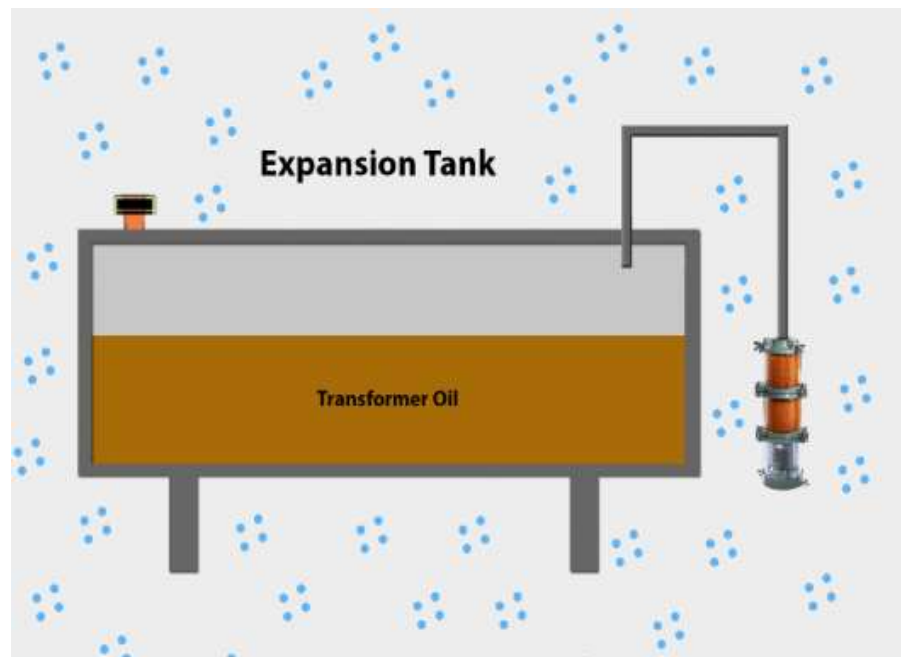
4.3 Sistem Pernapasan Dengan *Dehydrating Breather*

Pernapasan Generator Transformer dengan *Dehydrating Breather* dimaksudkan untuk mencegah penyerapan kelembaban dari udara sekitar, yang terjadi ketika beban pada transformator mengalami fluktuasi. *Dehydrating Breather* menghilangkan hampir semua kelembaban dari udara yang mengalir melalui ke konservator ketika transformator dalam keadaan dingin untuk mencegah pembentukan kondensasi di tangki. Sistem pernapasan dengan heater menggunakan silica gel untuk menyerap kelembapan udara dan menggunakan heater untuk menghilangkan kadar air yang dihasilkan. Prinsip kerja dari *dehydrating breather* adalah heater sebagai pemanas yang digunakan untuk menguapkan kelembapan udara tabung diserap oleh silica gel.

Dehydrating breather disuplai oleh tegangan sebesar 230 VAC dan menghasilkan keluaran (*output*) sebesar 4-20 mA. Terdapat status display yang terdiri dari 3 LED sebagai indicator atau penanda dehydrating breather. Kelebihan dehydrating breather adalah tahan cuaca, tahan dari sinar UV, tahan minyak transformator, dan tahan air asin.

Prinsip operasi dehydrating breather dapat diilustrasikan sebagai berikut

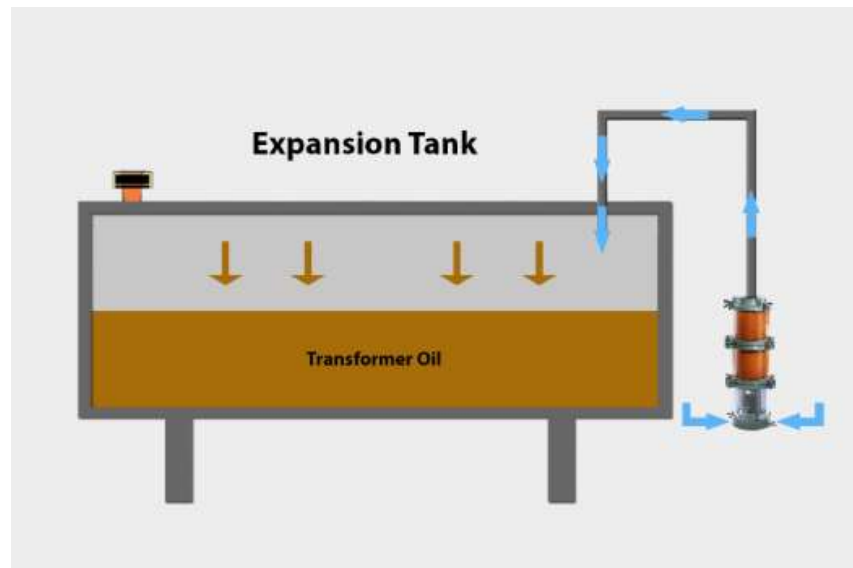
1. Udara sekitar



Gambar 4.2 Ilustrasi Udara Sekitar
Sumber : maier-accessories.com

Trafo dikelilingi oleh udara lembab. Selama suhu cairan pendingin dan isolasi tidak berubah, tidak ada udara sekitar yang masuk.

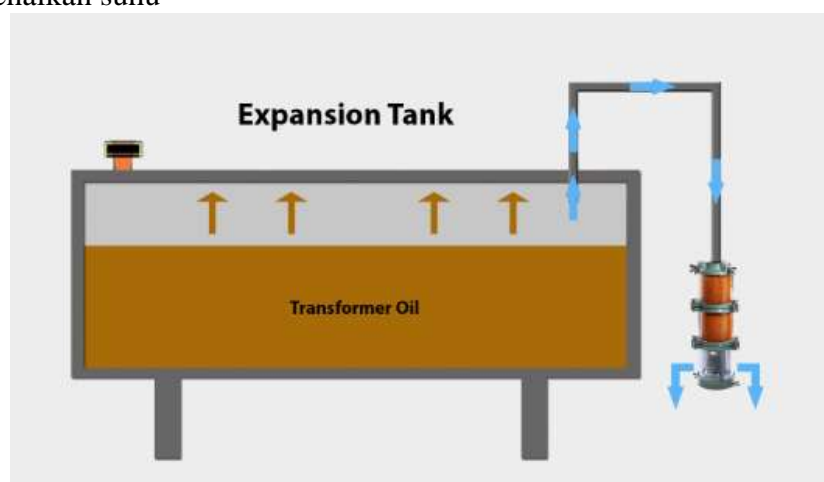
2. Penurunan suhu



Gambar 4.3 Ilustrasi Penurunan Suhu
Sumber : maier-accessories.com

Cairan pendingin dan isolasi dalam trafo menjadi dingin, trafo mengisap udara sekitar yang lembab melalui konservator. Zat pengering mengekstrak kelembaban dari udara yang masuk dan memastikan bahwa hanya udara kering yang akan disedot ke transformator.

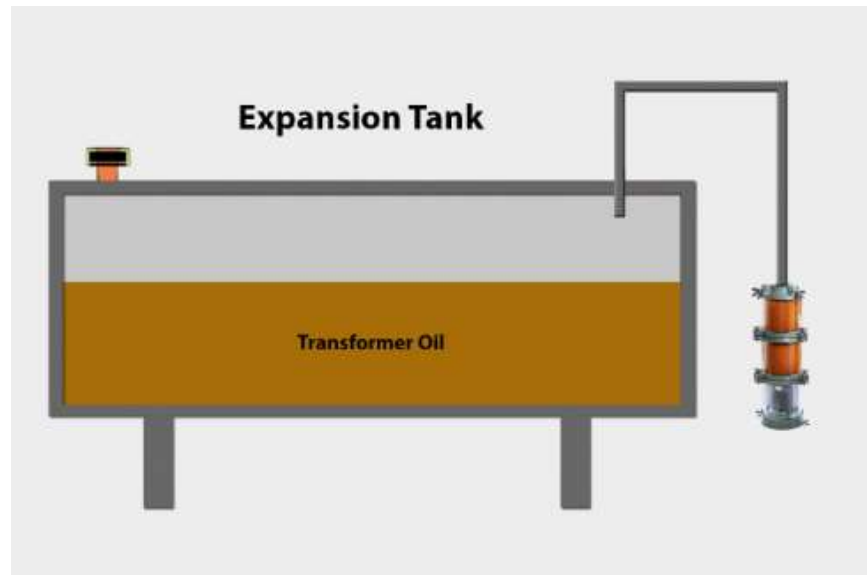
3. Kenaikan suhu



Gambar 4.4 Ilustrasi Kenaikan Suhu
Sumber : maier-accessories.com

Suhu di dalam transformator meningkat. Cairan pendingin dan isolasi mengembang dan memindahkan udara. Udara keluar melalui konservator dan melewati dehydrating breather.

4. Tidak ada residu



Gambar 4.5 Ilustrasi Tidak Ada Residu

Sumber : maier-accessories.com

Jika pernafasan digunakan dengan benar, tidak ada uap air yang tersisa di transformator, yang dapat menyebabkan kondensasi.

4.4 Perbedaan Antara Sistem Pernapasan Tabung Silica Gel dan *Dehydrating Breather*

Tabel 4.4 Perbedaan Sistem Pernapasan

Tabung Silica Gel	Dehydrating Breather
Tidak memakai heater	Memakai heater
Sistem alami (penguapan terjadi secara alami di silica gel)	Penguapan terjadi di heater
Penggantian silica gel lebih pendek	Long maintenance
Terbuat dari bahan stainsteel tapi masih berat	Desain alumunium ringan

Spesifikasi sistem pernapasan Tabung Silica Gel

Tabel 4.5 Spesifikasi Sistem Pernapasan Tabung Silica Gel

Length	60 cm
Diameter	20 cm
Volume	400 cm ³
Material	Stainless steel
Silica Gel Capacity	4 kg

Spesifikasi sistem pernapasan *Dehydrating Breather*

Tabel 4.6 Spesifikasi Sistem Pernapasan *Dehydrating Breather*

Product	MTrab Dehydrating Breather
Type	DB200-T For Tank
Code	686-2EEB42NNQMNNN01N
Serial number	1719555
Manufacturing Date	06 April 2016
Protection Class	IP55
Ambient temperature	-50° C to +80° C
Supply Voltage	230 VAC
Output	4-20 mA
Silica Gel Capacity	5 kg

4.5 Jenis-jenis Silica Gel

Silica gel merupakan hasil dari penggumpalan sol natrium silikat (NaSiO_2) yang berbentuk butiran padat. Fungsi silica gel adalah sebagai penyerap kelembapan udara. Biasanya digunakan dalam sebuah ruang penyimpanan. Selain itu bahan penyerap kelembapan ini juga mencegah kerusakan karena jamur, bakteri, dan korosi. Jenis-jenis silica gel antara lain sebagai berikut:

a. Silica gel putih

Silica gel putih adalah jenis silica gel yang pertama dan umum digunakan.

Produk ini dibuat dari sodium silikat yang memiliki sifat *hydrophilic* yang

aktif menyerap molekul air di udara. Keunggulan dari silica gel putih adalah tidak berbau, tidak berasa, tidak beracun, tidak reaktif, dan tidak mudah terbakar.

b. Silica gel natural

Silica gel natural diolah dari bahan mineral alami dan dikemas dalam kertas semi permeable. Sifat dari bahan penyerap kelembapan ini ialah tidak berbau, tidak berasa, hydrophilic aktif.

c. Silica gel biru

Silica gel biru merupakan jenis paling akhir dimana penggunaannya telah dibatasi. Pembatasan silica gel ini disebabkan oleh adanya kandungan cobalt chloride yang berfungsi sebagai zat aditif. Bahan kimia berbahaya ini dapat menyebabkan berbagai penyakit kanker karena bersifat karsinogenik. Biasanya industri permesinan dan listrik yang sering menggunakan produk ini. Fungsi dari silica gel biru adalah mengatur kelembapan udara pada compressor, trafo, box panel listrik, blower, dan mesin AC. Silica gel berwarna ini digunakan sebagai indikator kejenuhan. Warna biru mengindikasikan bahwa produk tersebut masih aktif. Biasanya warna akan berubah menjadi pink saat sudah tidak lagi menyerap kelembapan. Kelebihan silica gel biru yaitu memiliki daya serap yang sangat tinggi, tahan lama, dan mencegah pertumbuhan jamur. Selain itu, produk ini dapat menyerap kelembapan udara dengan cepat.

4.6 Cara Pemeliharaan Dehydrating Breather

Cara Pemeliharaan *dehydrating breather* dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Melepas dinding *dehydrating breather* menggunakan obeng.



Gambar 4.6 Pelepasan Dinding *Dehydrating Breather*
Sumber : Penulis (2020)

2. Membuka penutup bagian bawah *dehydrating breather* dengan kunci.



Gambar 4.7 Pelepasan Penutup Bagian Bawah *Dehydrating Breather*
Sumber : Penulis (2020)

3. Mengeluarkan silica gel yang telah berubah warna dan meletakkan pada tempat yang tersedia.



Gambar 4.8 Pengeluaran Silica Gel
Sumber : Penulis (2020)



Gambar 4.9 Silica Gel Jenuh
Sumber : Penulis (2020)

4. Menutup penutup bagian bawah heater dengan kunci.



Gambar 4.10 Penutupan Bagian Bawah Heater
Sumber : Penulis (2020)

5. Memasukkan silica gel putih dalam tabung heater.



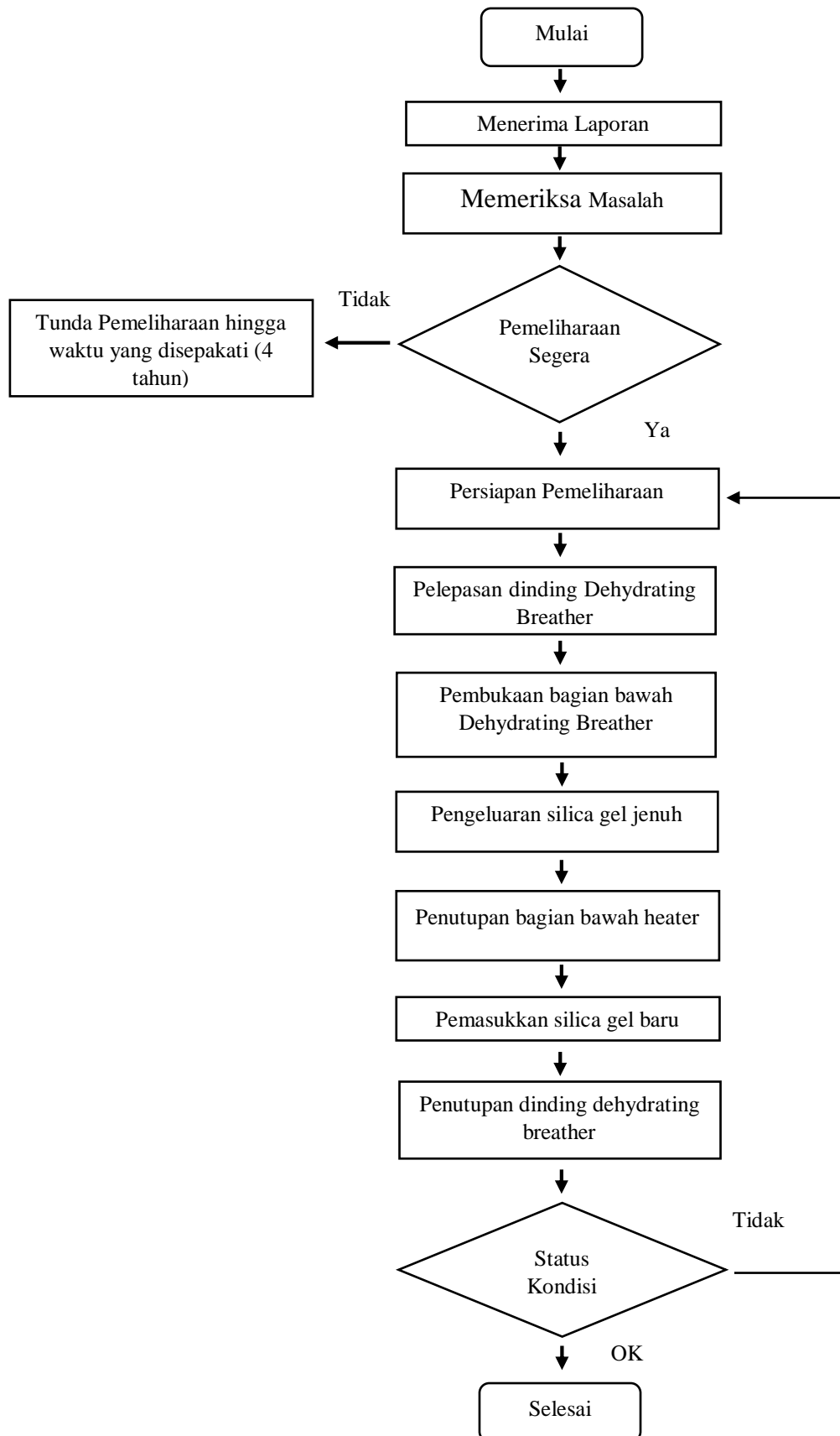
Gambar 4.11 Pemasukan Silica Gel
Sumber : Penulis (2020)

6. Menutup dinding *dehydrating breather* dengan penutup tabung menggunakan kunci.



Gambar 4.12 Penutupan Dinding *Dehydrating Breather*
Sumber : Penulis (2020)

Tujuan dari pemeliharaan dehydrating breather agar memastikan bahwa silica gel yang sebagai penyerap kelembapan udara dalam keadaan yang baik, jika warna sudah berubah maka dilakukan penggantian silica gel dan juga agar semua bagian dari sistem selalu dalam kondisi terbaik yang siap siaga apabila terjadi suatu hal yang tidak diinginkan pada pembangkit, memastikan personil yang turun ke lapangan dapat selamat dan meminimalisir kerugian yang terjadi apabila ada suatu bencana. Penggantian silica gel pada dehydrating breather sebanyak 5 kg.

Gambar 4.13 Flow Chart Pemeliharaan *Dehydrating Breather*

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan mengenai sistem pernafasan generator transformer dengan menggunakan dehydrating breather dapat ditarik kesimpulan :

1. Generator Transformer memiliki *dehydrating breather* yang berfungsi sebagai penyerap butiran-butiran uap air yang dihasilkan oleh kerja transformator sehingga tangki trafo konservator tetap kering dan terhindar dari karat.
2. Perbedaan antara sistem pernafasan dengan tabung gel silica dan dehydrating breather adalah pada tabung gel silica proses penguapan terjadi di silica gelnya sedangkan pada dehydrating breather penguapan terjadi di heater sebagai pemanas.
3. Sistem pernafasan dengan dehydrating breather lebih efektif karena memiliki heater sebagai pemanas sehingga penguapan berlangsung secara cepat.
4. Silica gel berwarna biru lebih bagus karena memiliki daya serap yang sangat tinggi, tahan lama, mencegah pertumbuhan jamur, dan dapat menyerap kelembapan udara dengan cepat.

5.2 Saran

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

5.2.1 Saran Terkait Laporan

- a. Dari kesimpulan di atas hasil menyatakan bahwa penggunaan silica gel warna biru lebih bagus karena memiliki daya serap yang sangat tinggi, tahan lama, dan mencegah pertumbuhan jamur.

- b. Mengganti tabung silica gel dengan dehydrating breater agar lebih efektif.

5.2.2 Untuk Universitas Sebelas Maret Surakarta`

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

DAFTAR PUSTAKA

- PT PLN (Persero), Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (Persero) 2018-2027. Jakarta: PT PLN. Diakses melalui www.pln.co.id pada 24 Januari 2020
- Indonesia Power. <https://indonesiapower.co.id/id/>. Diakses pada tanggal 20 Januari 2020.
- Parkinson, C., & Cotton, G. (2005). *Generator Step Up Transformers*. Power and Industrial Solutions Limited: <http://www.cgglobal.com/>
- Edvard. (2012). *Power Substation*. Retrieved from Transformers Connected Directly to Generators: <https://electrical-engineering-portal.com/>
- Maier, A. (2018). *Dehydrating Breathers For Transformers*. <https://www.maier-accessories.com/>
- International, B. E. (1991). *Generator Transformers*. London: sciencedirect.com.
- Bioindustries. (2016). *Silica Gel, Jenis, Fungsi dan Kegunaannya*. <https://www.bioindustries.co.id/>

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 Ketingan Surakarta
telp. 0271 647069 web: <http://elektro.ft.uns.ac.id>

Nomor : 84 /UN27.08.06.7/PP/2019
Lampiran : Proposal KP
Hal : Permohonan Kerja Praktek

2 August 2019

Yth. **General Manajer**
PT Indonesia Power UP Semarang
Jl. Coaster, Jl. Ronggowarsito Komplek
Pelabuhan, Tj. Mas, Kecamatan 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 : **ATHAYA CANTIA PUTRI**
NIM : **10717006**

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

Feri Adriyanto, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP 196801161999031001

Koordinator Kerja Praktek

Jaka Sulistya Budi
NIP 196710191999031001

TE-KP-004

Lampiran 2. Surat Balasan Kerja Praktik



UNIT PEMBANGKITAN SEMARANG

Jl. Ronggowarsito - Komplek Pelabuhan Tanjung Emas
Semarang 50174, Indonesia
Telephone : 024-3518371 (Jualing)
Facsimile : 024-3546833, 3517479
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
INDONESIA
POWER
SEMARANG
GENERAL MANAGER
SUPARLAN



Lampiran 3. Form Penugasan Kerja Praktik

	<p>KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI 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</p>
LEMBAR TUGAS KERJA PRAKTEK	
<p>Nama Mahasiswa N I M Dosen Pembimbing NIP Tempat Kerja Praktek (KP) Alamat Tempat KP Tanggal Kerja Praktek (KP)</p>	<p>: ATHAYA CANTIA PUTRI : I0717006 : Chico Hermanu Brilliyanto Apribowo, S.T., M.Eng. : 198804162015041002 : PT Indonesia Power UP Semarang : Jl. Coaster, Jl. Ronggowarsito Komplek Pelabuhan, Tj. Mas, Kecamatan Semarang Utara, Kota Semarang, Jawa Tengah 50174 : s.d.</p>
<p>Diskripsi Tugas Mahasiswa</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; min-height: 150px;"> <p>- Proses pembangunan Tower STL.</p> <p> (1) kondisi operasi (2) kondisi maintenance / pengisian (3) kondisi gangguan </p> <p style="margin-left: 150px;">} Tidak terbatas topik.</p> <p>- Prinsipnya, SOP, K3, karakteristik pembangunan STL.</p> <p>- Lokasi kerja Praktek Lapangan Pengembang Blajar, Mekanik, Mekanika, Pemasangan, Berhenti.</p> </div>	
<p>Surakarta, 26-12-2019 Dosen Pembimbing Kerja Praktek</p> <div style="text-align: center;">  Chico Hermanu Brilliyanto Apribowo, S.T., M.Eng. </div>	

TE-KP-005

Lampiran 4. Surat Penugasan Kerja Praktik



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Ir. Sutami 36A Ketingan Surakarta 57126
Telp. (0271)647069, Fax. (0271)662118
laman: <http://ft.uns.ac.id>

Nomor : 4074 / 1127-08 / 68 / 2019
Hal : Penugasan Kerja Praktek

30 December 2019

Yth. **General Manajer**
PT Indonesia Power UP
Semarang
Jl. Coaster, Jl. Ronggowarsito
Komplek Pelabuhan, Tj. Mas,
Kecamatan 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 : **ATHAYA CANTIA PUTRI**
N I M : **10717006**

Terhitung,

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

Demikian surat penugasan ini untuk dilaksanakan sebagaimana mestinya.



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

Lampiran 5. Sertifikat Kerja Praktik

 INDONESIA POWER	<h1>SERTIFIKAT</h1> <p>No. : 010/PKL/SMGPGU/2020</p>	
<p><i>General Manager PT Indonesia Power Semarang Power Generation Unit menyatakan bahwa :</i></p>		
<p>Nama Asal PT/Sekolah</p>	<p>: ATHAYA CANTIA PUTRI : UNIVERSITAS SEBELAS MARET</p>	
<p><i>Telah melaksanakan :</i></p>		
<p>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 Pemapasan pada Generator Transformier menggunakan Dehydrating Breather PLTU Unit 3 Tambak Lorok PT Indonesia Power Semarang Power Generation Unit</p>		
	<p>PLH GENERAL MANAGER MANAJER PEMELIHARAAN</p>	 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 Ketingan Surakarta
 tlp. 0271 647069 web: <http://elektro.ft.uns.ac.id>

LEMBAR PENILAIAN KERJA PRAKTEK

Nama : **ATHAYA CANTIA PUTRI**
 N I M : **10717006**

A. Nilai Perusahaan (bobot 60%)

No	Kriteria	Nilai Angka	Nilai Huruf
Sikap Kerja :			
1.	Kerajinan dan Kedisiplinan	90	A
2.	Kerjasama	85	A-
3.	Inisiatif	85	A-
Hasil Kerja :			
4.	Ketrampilan	90	A
5.	Kerapian	85	A-
Nilai Rata-rata		87	A

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


1.	Tata tulis, Penyampaian Makalah, Penguasaan Materi, Kemampuan Menjawab Pertanyaan	95	A
----	---	----	---

Nilai Akhir 90,2 A

Catatan :

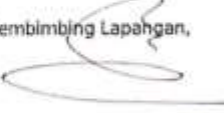
a. 85 s/d 100 : A	d. 70 s/d 74 : B
b. 80 s/d 84 : A-	e. 65 s/d 69 : C+
c. 75 s/d 79 : B+	f. 60 s/d 64 : C

Dosen Pembimbing KP



Chico Hermanu Brilliyanto Apribowo,
 S.T., M.Eng.
 NIP. 198804162015041002

Pembimbing Lapangan,









Marno Siswanto

TE-KP-006

Lampiran 7. Lembar Konsultasi Kerja Praktik

LEMBAR KONSULTASI KERJA PRAKTEK

Nama Mahasiswa : ATHAYA CANTIA PUTRI
 N I M : 10717006
 Dosen Pembimbing : Chico Hermanu Brilliyanto
 Apribowo, S.T.,
 M.Eng./198804162015041002
 Pembimbing Lapangan :
 Tempat Kerja Praktek : PT Indonesia Power UP Semarang
 (KP)
 Alamat Tempat KP : Jl. Coaster, Jl. Ronggowarsito
 Komplek Pelabuhan, Tj. Mas,
 Kecamatan Semarang Utara, Kota
 Semarang, Jawa Tengah 50174
 Tanggal Kerja Praktek : s.d.
 (KP)

No	Tanggal	Uraian Kegiatan	Paraf Pemb.
1	31/07 ²⁰¹⁹	Konsultasi tempat KP	
2	1/8 ²⁰¹⁹	Persetujuan topik dan tempat KP	
3	26/12 ²⁰¹⁹	Konsultasi keberangkatan	
4	17/12 ²⁰²⁰	Konsultasi laporan	
5	20/01 ²⁰²⁰	Revisi] Laporan KP	
6	2/3 ²⁰²⁰	Persetujuan seminar KP	

Catatan :

1. Lembar pantauan ditandatangani dosen pembimbing selama penyusunan proposal & laporan akhir

TE-KP-002

2. Lembar konsultasi ditanda tangani pembimbing lapangan dan distempel selama kegiatan di lapangan

[illegible]

Catatan :

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

TE-KP-002

Lampiran 8. Daftar Hadir Seminar 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>

DAFTAR HADIR SEMINAR KERJA PRAKTEK

Nama : **ATHAYA CANTIA PUTRI / I0717006**
Judul Laporan KP : **Sistem Pernapasan Pada Generator Transformer Menggunakan Dehydrating Breather PLTU Unit 3 Tambak Lorok PT Indonesia Power PGU**
Tanggal KP : **2020-01-02 s.d. 2020-01-31**
Tempat KP : **PT Indonesia Power UP Semarang**
Pembimbing : **Chico Hermanu Briliyanto Apribowo, S.T., M.Eng./ 198804162015041002**

No	Nama	NIP/NIM	Tanda Tangan
1.	Kevin Dwiyanto G.	10717023	
2.	Hisbullah Ahmed Fathoni	10717021	
3.	Bartianne Shanata A	10717012	
4.	Aulia Vici Yunitasari	10717008	
5.	ARIF WIBOWO	10717005	
6.	Muh. Wakhid Wardani	10717033	
7.	Weldino Pangit kurnia	10717041	
8.	M. Iqbal Arif P.	10717020	
9.	M. Maulana Yusuf	10717025	
10.	Sony Adyastama	10717039	
11.	Atar Al Mufajjal K	10717007	
12.	Fahmi Imanil	10717015	

IE-KP-010

13.	M. Renaldi Darmawan	10717029	<i>[Signature]</i>
14.	M. Iqbal Zidny	10717024	<i>[Signature]</i>
15.	M Rifai	10717030	<i>[Signature]</i>
16.	M. Rifyal Ab	10717031	<i>[Signature]</i>
17.	Aqum Budi Utomo	10717002	<i>[Signature]</i>
18.	Bakasrian Fericoari	10717009	<i>[Signature]</i>
19.	Anna Vici T	10717008	<i>[Signature]</i>
20.			
21.			
22.			
23.			
24.			
25.			
26.			
27.			
28.			
29.			
30.			

[Signature] 6/3/2020