



LAPORAN MAGANG INDUSTRI

PEMELIHARAAN KONDENSOR PADA PLTGU PT. PJB UP GRESIK

**PT. PJB UP Gresik
Jl. Harun Tohir No. 1, Desa Sidorukun, Kecamatan Gresik,
Kabupaten Gresik, Jawa Timur 61112**

Penulis:

**Aprilia Rizqi Samudra
NRP. 10211910010022**

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI

FAKULTAS VOKASI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2022



LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Magang di

PT. PJB UP Gresik

**Jl. Harun Tohir No. 1, Desa Sidorukun, Kecamatan Gresik, Kabupaten
Gresik, Jawa Timur 61112**

Surabaya, Juni 2022

Peserta

Aprilia Rizqi Samudra

NRP. 10211910010022

Mengetahui dan Menyetujui

Kepala Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi – ITS dan

Dosen Pembimbing Magang Industri



Dr. Ir. Heru Mirmanto, M.T.

NIP. 19620216 199512 1 001



LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Magang di

PT. PJB UP Gresik

**Jl. Harun Tohir No. 1, Desa Sidorukun, Kecamatan Gresik, Kabupaten
Gresik, Jawa Timur 61112**

Gresik, 27 April 2022

Peserta

Aprilia Rizqi Samudra

NRP. 10211910010022

Mengetahui,

Manager Bidang Pemeliharaan
PT. PJB UP Gresik



Moch Shoheh

NID. 6692077JA

Menyetujui,

Pembimbing Lapangan
Ass. Eng. Har. Mesin PLTGU & CNG

Yoga Satrianto

NID. 9014055ZJY

KATA PENGANTAR

Kami panjatkan puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Magang Industri ini. Laporan Magang Industri ini digunakan dalam memenuhi mata kuliah Magang Industri, bertujuan untuk mengetahui penerapan ilmu yang kami dapatkan pada bangku perkuliahan khususnya bidang Teknik Mesin pada industri.

Ucapan terima kasih kami persembahkan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Laporan Magang Industri ini, khususnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, M.T., sebagai Kepala Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi – ITS sekaligus Dosen Pembimbing Magang Industri
2. Ibu Dr. Atria Pradityana, S.T., M.T., sebagai Koordinator Program Studi.
3. Bapak Mashuri, S.Si., M.T., selaku Koordinator Pelaksanaan Magang Industri.
4. Bapak Yoga Satrianto sebagai Pembimbing Lapangan Magang Industri.
5. Bapak Bachtiyar, Bapak Zaenal Abidin, Bapak Rusdiyanto, dan Mas Diaz Bastomy yang telah mendampingi selama Magang Industri.
6. Kedua orang tua yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan.
7. Seluruh karyawan PT. PJB UP Gresik.
8. Daffa Fairuz I'zaz dan Firnazzain Naufal Ramadhan selaku teman kelompok Magang Industri, serta teman-teman Warga HMDM ITS.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam menyelesaikan Laporan Magang Industri.

Sadar bahwa Laporan Magang Industri ini masih jauh dari sempurna, dengan kerendahan hati kami mohon kritik dan saran yang sifatnya membangun guna penyempurnaan laporan ini.

Gresik, April 2022

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Magang.....	1
1.2.1 Tujuan Umum.....	1
1.2.2 Tujuan Khusus.....	2
1.3 Manfaat.....	2
BAB II GAMBARAN UMUM PT. PJB UP GRESIK	3
2.1 Sejarah PT. PJB UP Gresik	3
2.2 Struktur Organisasi PT. PJB UP Gresik	5
2.2.1 <i>General Manager</i> Unit Pembangkitan Gresik.....	6
2.2.2 Bidang Operasi	7
2.2.3 Bidang Pemeliharaan.....	7
2.2.4 Bidang <i>Engineering and Quality Assurance</i>	8
2.2.5 Bidang CNG dan Bahan Bakar.....	8
2.2.6 Bidang Keuangan dan Administrasi	9
2.2.7 Bidang Logistik	9
2.3 Visi dan Misi PT. PJB UP Gresik.....	10
2.3.1 Visi.....	10
2.3.2 Misi.....	10
2.4 Keselamatan dan Kesehatan Kerja PT. PJB UP Gresik	11

2.5 Pengelolaan Lingkungan PT. PJB UP Gresik	12
2.6 Budaya 5S PT. PJB UP Gresik	12
2.7 Kegiatan Produksi	13
BAB III PELAKSANAAN MAGANG	14
3.1 Pelaksanaan Magang.....	15
3.2 Metodologi Pengerjaan Laporan	18
3.2.1 Survei Lapangan dan Studi Literatur	18
3.2.2 Penentuan Topik Laporan	18
3.2.3 Pengambilan Data	19
3.2.4 Diagram Alir Metodologi Pengerjaan Laporan Magang Indsutri	20
BAB IV HASIL MAGANG.....	21
4.1 Gambaran Unit Pembangkitan Gresik	21
4.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG)	21
4.1.2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).....	22
4.1.3 Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)	24
4.2 Peralatan Utama PLTGU	38
4.2.1 Gas Turbine.....	38
4.2.2 <i>Heat Recovery Steam Generator</i>	40
4.2.3 <i>Steam Turbine</i>	44
4.2.4 <i>Condenser</i>	45
4.2.5 Generator.....	46
4.2.6 <i>Boiler Feed Pump</i>	48
4.2.7 <i>Boiler Circulating Pump</i>	50
4.2.8 <i>Condensate Extraction Pump</i>	51
4.3 Peralatan Penunjang PLTGU	51
4.3.1 <i>Fuel System</i>	51

4.3.2 <i>Desalination Plant</i>	52
4.3.3 <i>Water Treatment Plant</i>	54
4.3.4 <i>Chlorination Plant</i>	56
4.3.5 <i>Hydrogen Plant</i>	57
4.3.6 <i>Deaerator</i>	58
4.3.7 <i>Transformator</i>	58
4.4 Kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik	59
4.4.1 Pengertian dan Klasifikasi Kondensor	59
4.4.2 Fungsi Kondensor	60
4.4.3 Sistem Kerja Kondensor	61
4.4.4 Komponen Utama Kondensor	63
4.4.5 Peralatan Pendukung Kondensor	65
4.4.6 Spesifikasi Kondensor pada PLTGU PT. PJB UP Gresik	74
4.5 <i>Maintenance</i> Kondensor pada PLTGU PT. PJB UP Gresik	77
4.5.1 <i>Backwash Condenser</i>	82
4.5.2 <i>Cleaning Tube (Ball Cleaning)</i> Kondensor	84
4.5.3 Pengecekan Kebocoran Udara pada Kondensor saat <i>Overhaul</i>	84
4.5.4 Pengecekan Kebocoran Udara pada <i>Tube</i> Kondensor Menggunakan Koran	85
4.5.5 <i>Tube Replacement</i>	89
BAB V PENUTUP	93
5.1 Kesimpulan.....	93
5.2 Saran	94
DAFTAR PUSTAKA.....	95
LAMPIRAN	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Organisasi PT. PJB UP Gresik.....	6
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Pengerjaan Laporan Magang Industri	20
Gambar 4.1 Skema Sistem PLTGU	24
Gambar 4.2 Siklus PLTGU	26
Gambar 4.3 Siklus PLTU	27
Gambar 4.4 <i>Overview Shut Down</i> Turbin Gas.....	38
Gambar 4.5 Turbin Gas.....	40
Gambar 4.6 <i>Heat Recovery Steam Generator</i>	41
Gambar 4.7 Turbin Uap	44
Gambar 4.8 Generator	47
Gambar 4.9 <i>Low Pressure Boiler Feed Pump</i> pada PLTGU.....	49
Gambar 4.10 <i>High Pressure Boiler Feed Pump</i> pada PLTGU	50
Gambar 4.11 <i>Low Pressure Boiler Circulating Pump</i> PLTGU	50
Gambar 4.12 <i>High Pressure Boiler Circulating Pump</i> PLTGU	51
Gambar 4.13 <i>Condensate Extraction Pump</i>	51
Gambar 4.14 <i>Gas Station Area</i> pada PLTGU	52
Gambar 4.15 <i>Flash Evaporator</i>	53
Gambar 4.16 <i>Pre Filter</i> dan <i>Mix Bed</i> pada WTP UP Gresik.....	55
Gambar 4.17 <i>Sea Water Booster Pump</i>	56
Gambar 4.18 <i>Deaerator</i> PLTGU UP Gresik.....	58
Gambar 4.19 Transformator.....	59
Gambar 4.20 Struktur Kondensor	60
Gambar 4.21 Skema Sistem Kerja Kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik	61
Gambar 4.22 Skema Sistem Air Pendingin Kondensor	62
Gambar 4.23 <i>Water Box</i> Kondensor	63
Gambar 4.24 <i>Tube Sheet</i>	64
Gambar 4.25 <i>Tube</i> Kondensor	65
Gambar 4.26 <i>Circulating Water Pump</i>	66
Gambar 4.27 <i>Condensate Extraction Pump</i>	68
Gambar 4.28 <i>Chlorin Pump</i>	69

Gambar 4.29 <i>Ferrous Pump</i>	70
Gambar 4.30 Gudang Penyimpanan <i>Ferrous</i>	70
Gambar 4.31 Kadar <i>Ferrous</i> yang Sedang Diinjeksikan.....	71
Gambar 4.32 <i>Priming Vacuum Pump</i>	72
Gambar 4.33 <i>Priming Vacuum Pump</i>	73
Gambar 4.34 <i>Drawing Outline</i> Kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik.....	76
Gambar 4.35 <i>Drawing Tube Arrangement</i> Kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik	77
Gambar 4.36 <i>Bar Screen</i>	80
Gambar 4.37 <i>Travelling Screen</i>	81
Gambar 4.38 <i>Circulating Water Pump</i>	82
Gambar 4.39 <i>Flow Diagram Backwash Condenser</i>	83
Gambar 4.40 <i>Panel Control Backwash Condenser</i>	83
Gambar 4.41 Instalasi <i>Ball Cleaning</i>	84
Gambar 4.42 Permukaan <i>Tube Inlet</i> dan <i>Outlet</i>	87
Gambar 4.43 Permukaan <i>Tube Inlet</i> dan <i>Outlet</i> yang Sudah Ditutup Lembaran Koran dan Ada Lubang Karena Adanya Kebocoran	88
Gambar 4.44 <i>Tube</i> Bocor yang Sudah Di- <i>plug</i>	88
Gambar 4.45 Proses <i>Re-Tubing</i> Pada Saat <i>Overhaul</i>	89
Gambar 4.46 <i>Tube</i> Kondensor yang Sudah Mengalami Kerusakan.....	90
Gambar 4.47 Pengerjaan <i>Re-tubing</i>	92

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Enam Bisnis Unit Pembangkitan	3
Tabel 2.2 Kapasitas Daya PT. PJB UP Gresik.....	4
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Magang (<i>Logbook</i>)	15
Tabel 4.1 Kualitas Air yang Dihasilkan pada WTP.....	54
Tabel 4.2 Keuntungan dan Kerugian Penggunaan Gas Hirogen.....	57
Tabel 4.3 Spesifikasi <i>Circulating Water Pump</i>	67
Tabel 4.4 Spesifikasi <i>Priming Vacuum Pump</i>	73
Tabel 4.5 Spesifikasi Kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik.....	74
Tabel 4.6 Spesifikasi <i>Cooling Water</i> pada Kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik	74
Tabel 4.7 Spesifikasi <i>Tube</i> Kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik.....	75
Tabel 4.8 Data Material Komponen Kondensor pada Kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik.....	75

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan Vokasi diciptakan berdasarkan suatu konsep ketenagakerjaan yang mengarah pada pelaksanaan pembangunan khususnya melalui industrialisasi. Salah satu tantangan terhadap hasil pendidikan adalah menyiapkan lulusan yang memuaskan bagi pengguna jasa. Oleh karena itu peningkatan kualitas Sumber Daya Manusia merupakan prioritas kunci dalam peningkatan mutu, relevansi maupun efisiensi pendidikan. Menyikapi hal tersebut Departemen Teknik Mesin Industri (DTMI) Fakultas Vokasi ITS menerapkan program keterkaitan & kesepakatan (*Link & Match*), yaitu mengaitkan (*to link*) proses pendidikan dengan dunia kerja dan mengedepankan (*to match*) proses pendidikan dengan kebutuhan tenaga terampil yang sesuai dengan bursa ketenagakerjaan.

Berdasarkan hal tersebut, kami sebagai mahasiswa Teknik Mesin Industri ITS memilih PT. PJB Unit Pembangkitan Gresik sebagai tempat pelaksanaan kerja praktik atau magang industri dengan pertimbangan PT. PJB Unit Pembangkitan Gresik memiliki kualitas manajemen operasional yang baik sehingga dapat memberikan kami lebih banyak pengetahuan yang sesuai dengan bidang teknik mesin, terutama teknologi rekayasa konversi energi.

1.2 Tujuan Magang

1.2.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dilakukannya magang industri untuk :

1. Agar mahasiswa memiliki internalisasi sikap profesional dan budaya kerja yang sesuai serta diperlukan bagi IDUKA.
2. Agar mahasiswa memiliki pengetahuan yang belum/tidak dipelajari dalam proses perkuliahan dikampus.
3. Agar mahasiswa memperoleh keterampilan khusus/keahlian kerja dan/atau pengetahuan, ketrampilan umum.

4. Agar mahasiswa mempunyai gambaran nyata mengenai lingkungan kerjanya, mulai dari tingkat bawah sampai dengan tingkat yang lebih tinggi.
5. Agar kehadiran mahasiswa peserta magang diharapkan dapat memberikan manfaat dan wawasan baru bagi dirinya serta instansi tempat melaksanakan Magang.
6. Pada mahasiswa yang sudah mengenal lingkungan kerja akan memberikan keuntungan sekaligus sebagai bekal dalam memasuki dunia kerja dan karirnya.

1.2.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus dilakukan magang industri untuk:

1. Mengenali lingkungan serta proses Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)
2. Mempelajari dan memahami sistem kerja kondensor Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)
3. Mempelajari dan memahami proses *maintenance* kondensor Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)

1.3 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari magang industri ini antara lain:

1. Dapat mengenali lingkungan serta proses Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)
2. Dapat memahami sistem kerja kondensor Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)
3. Dapat memahami proses *maintenance* kondensor Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)

BAB II

GAMBARAN UMUM PT. PJB UP GRESIK

2.1 Sejarah PT. PJB UP Gresik

Unit Pembangkitan Gresik terbentuk berdasarkan surat keputusan direksi PLN No.030.K/023/DIR/1980, tanggal 15 Maret 1980. Unit Pembangkitan Gresik merupakan unit kerja yang dikelola oleh PT. PLN (Persero) Pembangkitan dan Penyaluran Jawa Bagian Timur dan Bali (PLN Kitlur JBT).

Kemudian, berdasarkan surat keputusan Dirut PLN No.006.K/023/DIR/1992 tanggal 4 Februari 1992 terbentuknya Sektor Gresik Baru dengan kapasitas 1578 MW. Selanjutnya berdasarkan surat keputusan Dirut PLN PJB II No.023.J/023/DIR/1996 tanggal 14 Juni 1996 tentang Penggabungan Unit Pelaksana Pembangkitan Sektor Gresik dan Sektor Gresik Baru menjadi PT. PLN PJB UP Gresik.

Kemudian, pada tanggal 30 Mei 1997 Dirut PT. PLN PJB II mengeluarkan surat keputusan No,021/023/DIR/1997 tentang perubahan sebutan Sektor menjadi Unit Pembangkitan, sehingga namanya berubah menjadi PT. PLN Pembangkitan Tenaga Listrik Jawa-Bali II UP Gresik. Pada tanggal 24 Juni 1997 tentang pemisahan fungsi pemeliharaan dan fungsi operasi pada PT. PLN PJB II Unit Pembangkitan Gresik.

Dengan perkembangan organisasi dan kebijakan manajemen maka sejak tanggal 3 Oktober 2000 PT. PLN Pembangkitan Tenaga Listrik Jawa-Bali II berubah nama menjadi PT. Pembangkitan Tenaga Listrik Jawa Bali (PT. PJB).

Awalnya PJB hanya menjalankan bisnis membangkitkan energi listrik dari enam Unit Pembangkitan (UP) yang dimiliki, ditunjukkan pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Enam Bisnis Unit Pembangkitan

Unit Pembangkitan	Kapasitas (MW)
UP Gresik	2.178
UP Paiton	800

UP Muara Karang	908
UP Muara Tawar	920
UP Cirata	1.008
UP Brantas	281

Sampai saat ini, Unit Pembangkitan Gresik bertanggung jawab atas 3 macam mesin pembangkit tenaga listrik, antara lain:

- 1) Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) kapasitas total 40 MW
- 2) Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) kapasitas total 600 MW
- 3) Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) kapasitas total 1538 MW

Kapasitas daya dari masing-masing mesin pembangkit pada PT. PJB UP Gresik ditunjukkan pada Tabel 2.2 di bawah ini.

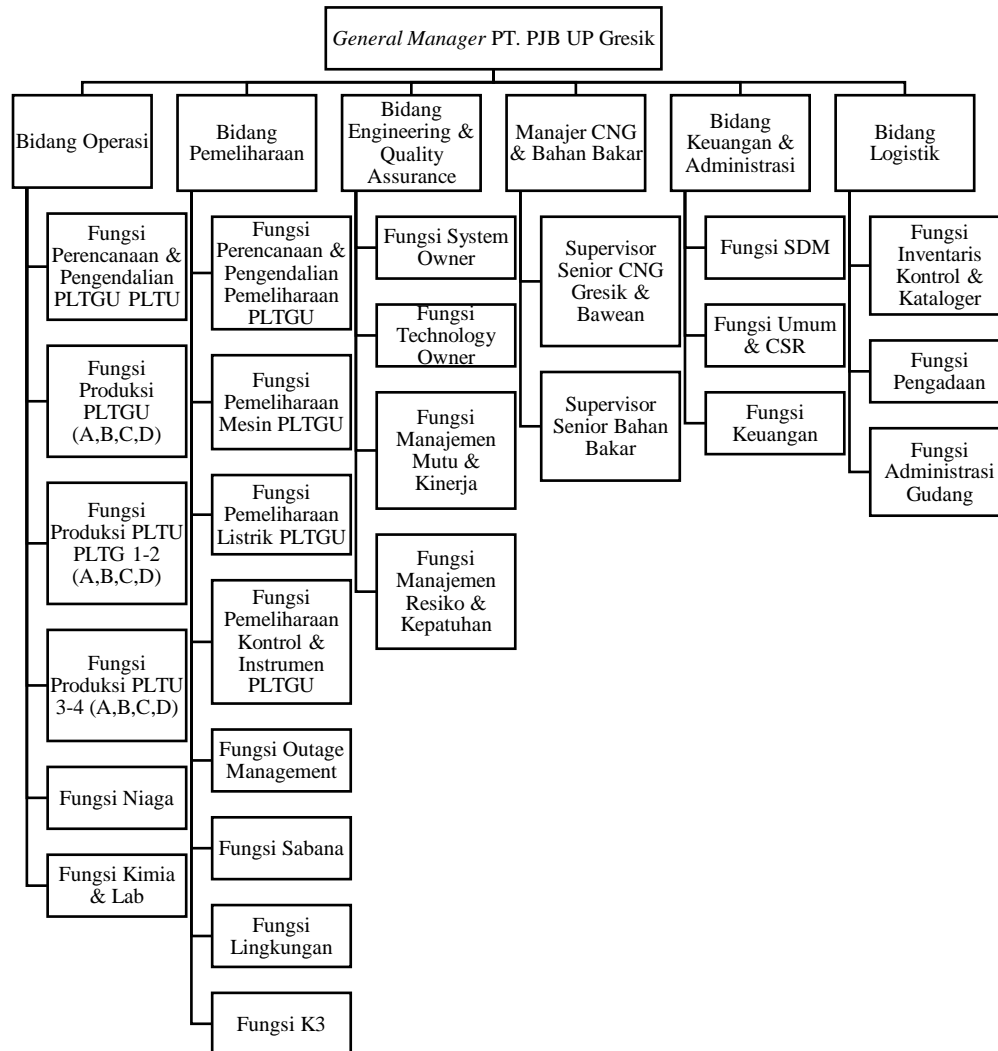
Tabel 2.2 Kapasitas Daya PT. PJB UP Gresik

Pembangkit Listrik	Unit	Kapasitas (MW)	Bahan Bakar	Mulai Operasi
PLTGU Gresik 1	1	1 × 100	MFO / Gas	31 Agustus 1981
PLTGU Gresik 2	2	1 × 100	MFO / Gas	14 November 1981
PLTGU Gresik 3	3	1 × 200	MFO / Gas	15 Maret 1988
PLTGU Gresik 4	4	1 × 200	MFO / Gas	1 Juli 1988
PLTGU Gresik		600		
PLTG Gresik 1	1	1 × 20	HSD / Gas	7 Juni 1978
PLTG Gresik 2	2	1 × 20	HSD / Gas	9 Juni 1978
PLTG Gresik		80		
PLTGU Gresik Blok 1	Blok 1	512,67 MW	Gas / HSD	10 April 1993
PLTGU Gresik Blok 2	Blok 2	512,67 MV	Gas / HSD	5 Agustus 1993

PLTGU Gresik Blok 3	Blok 3	512,67 MV	Gas	30 November 1993
PLTGU Gresik		1575		

2.2 Struktur Organisasi PT. PJB UP Gresik

Sejak 2 Januari 1998 struktur organisasi PT. PJB UP Gresik mengalami berbagai perubahan mengikuti perkembangan organisasi perusahaan, meliputi perubahan PJB II menjadi PT. PJB yang fleksibel dan dinamis sehingga mampu menghadapi dan menyesuaikan situasi bisnis yang selalu berubah. Perubahan mendasar dari PT. PJB UP Gresik adalah dipisahkannya unit pemeliharaan dan unit operasi. Pemisahan ini membuat unit pembangkit menjadi organisasi yang *green and clean* serta hanya mengoperasikan pembangkit untuk mrnghasilkan energi listrik. Struktur organisasi PT. PJB UP Gresik ini telah ditetapkan dalam peraturan direksi PT. PJB nomor 023.P/019/DIR/2019. Struktur organisasi tersebut menspesifikasikan pembagian kegiatan kerja dan menunjukkan bagaimana fungsi atau kegiatan yang berbeda bisa saling berhubungan. Struktur organisasi PT. PJB UP Gresik ditunjukkan pada Gambar 2.1 di bawah ini



Gambar 2.1 Struktur Organisasi PT. PJB UP Gresik

2.2.1 *General Manager* Unit Pembangkitan Gresik

General Manager memiliki fungsi utama untuk memastikan berjalannya kegiatan pembangkitan yang meliputi pengelolaan dan pengendalian terhadap kegiatan bidang operasi, bidang pemeliharaan, bidang *engineering and quality assurance*, bidang CNG dan bahan bakar, bidang keuangan dan administrasi, serta bidang logistik berjalan efektif dan efisien. Tugas pokok *General Manager* yaitu mengelola kinerja operasi dan kompetensi SDM Unit Pembangkitan Gresik sehingga mampu memproduksi tenaga listrik dengan efisien, mutu dan keandalan yang tinggi dengan tetap memperhatikan aspek komersial, dengan harga jual tenaga listrik yang kompetitif sesuai dengan komersial dan kontrak kerja yang ditetapkan

PT. PJB. Dalam menjalankan tugasnya, *General Manager* dibantu oleh *Manager* pada masing-masing bidang sesuai dengan tanggung jawabnya.

2.2.2 Bidang Operasi

Bidang operasi memiliki fungsi utama untuk memastikan berjalannya kegiatan operasi yang efektif dan efisien terkait kimia dan laboratorium yang dapat menunjang kegiatan operasi. Bidang operasi dipimpin oleh *Manager Operasi* dengan lingkup kerja hanya pada ruang lingkup operasi yang memiliki tugas meningkatkan tingkat kompetitif perusahaan melalui peningkatan produktivitas berkesinambungan pada unit pembangkit, PT. PJB telah menjadwalkan program-program utama yang terintegritas sebagai *Good Governance Plan* ada 9 program utama yang telah disetujui untuk diterapkan, antara lain:

- 1) Rencana Pembangkitan
- 2) Rencana Peningkatan Reabilitas
- 3) Perencanaan dan Kontrol Kerja
- 4) Manajemen Bahan Baku
- 5) *Balance Scorecard*
- 6) Manajemen *outage*
- 7) Manajemen Resiko
- 8) Manajemen Kualitas
- 9) Kultur Kerja

Dalam tugasnya, *Manager Operasi* dapat dibantu oleh *Supervisor Senior* dan staff yang menangani fungsi-fungsi yang menjadi lingkup tanggung jawabnya dengan formasi serta jumlah akan ditentukan kemudian melalui Keputusan Direksi.

2.2.3 Bidang Pemeliharaan

Bidang Pemeliharaan bertanggung jawab atas segala hal yang menyangkut seluruh aset perusahaan secara teknis. Analisis spesialis bertanggung jawab untuk menganalisa segala kemungkinan yang menyangkut pemeliharaan pada seluruh aset teknis dalam pembangkit tenaga listrik. Randal pemeliharaan bertanggung jawab atas pelaksanaan pemeliharaan terhadap seluruh aset teknis dalam pembangkit tenaga listrik yang dibagi atas aset PLTG, PLTU, dan PLTGU. Pada

masing-masing aset tersebut dibagi lagi menjadi beberapa kapasitas pemeliharaan, yaitu:

1) Pemeliharaan Preventif

Pemeliharaan yang bersifat pencegahan atas kemungkinan terjadi, hal ini bersifat berkala dan terjadwal.

2) Pemeliharaan Prediktif

Pemeliharaan yang bersifat pencegahan kerusakan pada bagian yang telah mengalami penurunan kemampuan.

3) Pemeliharaan Korektif

Pemeliharaan yang bersifat perbaikan terhadap kerusakan pada bagian yang telah mengalami penurunan kemampuan akibat tidak bekerjanya suatu bagian secara normal.

Dalam tugasnya, *Manager* Pemeliharaan dapat dibantu oleh *Supervisor Senior* dan staff yang menangani fungsi-fungsi yang menjadi lingkup tanggung jawabnya dengan formasi serta jumlah akan ditentukan kemudian melalui Keputusan Direksi.

2.2.4 Bidang *Engineering and Quality Assurance*

Bidang *Engineering and Quality Assurance* bertanggung jawab atas pelaksanaan segala hal yang dapat menunjang kinerja operasi dan pemeliharaan dilakukan terhadap unit pembangkit tenaga listrik dan unit-unit pendukungnya.

2.2.5 Bidang CNG dan Bahan Bakar

Bidang CNG dan Bahan Bakar memiliki fungsi utama untuk merencanakan serta mengendalikan kegiatan operasi dan pemeliharaan unit CNG *Plant* agar berjalan dengan optimal. Bidang CNG dan bahan bakar dipimpin oleh *Manager* CNG dan Bahan Bakar, yaitu orang yang memiliki pengalaman, pengetahuan, dan keterampilan yang baik dan diakui oleh perusahaan untuk memimpin, mengelola, mengendalikan, mengatur, serta mengembangkan gas alam terkompresi (*Compressed Natural Gas: CNG*) sebagai alternatif bahan bakar selain *High Speed Diesel* dan residu *oil*.

2.2.6 Bidang Keuangan dan Administrasi

Bidang Keuangan dan Administrasi memiliki fungsi utama untuk memastikan berjalannya kegiatan SDM, keuangan, secretariat, humas, CSR, dan keamanan yang dapat sepenuhnya menunjang kinerja operasi pembangkitan. Bidang Keuangan dan Administrasi dipimpin oleh *Manager* Keuangan dan Administrasi. SDM merupakan aset paling penting dalam suatu perusahaan PT. PJB memiliki SDM yang berkualifikasi dan menjadi aset yang penting bagi perusahaan. Pelatihan-pelatihan telah diadakan untuk meningkatkan kompetensi dan profesionalisme dari SDM seiring dengan kebutuhan perusahaan. Dengan dukungan dari 329 pegawai, PT. PJB UP Gresik telah menunjukkan pencapaian-pencapaian dalam kegiatan operasinya. Tugas dari bagian ini adalah menyiapkan kebijakan program pelatihan dan pengembangan bagi seluruh sumber daya manusia unit pembangkitan berdasarkan konsep optimasi biaya dan jumlah tenaga kerja.

Dalam tugasnya, *Manager* Keuangan dan Administrasi dapat dibantu oleh *Supervisor Senior* dan staff yang menangani fungsi-fungsi yang menjadi lingkup tanggung jawabnya dengan formasi serta jumlah akan ditentukan kemudian melalui Keputusan Direksi.

2.2.7 Bidang Logistik

Bidang Logistik memiliki fungsi utama untuk memastikan kegiatan pengadaan, inventarisasi dan pergudangan dapat menunjang kegiatan operasi pembangkitan secara optimal. Bidang Logistik dipimpin oleh *Manager* Logistik.

Secara umum, bidang logistik bertanggung jawab atas segala hal yang menyangkut kegiatan rutinitas yang terjadi pada penyelenggaraan perusahaan.

Bagian umum dipimpin oleh deputi manajer keuangan yang memiliki tugas antara lain sebagai berikut:

- 1) Menyelenggarakan kegiatan kesekretariatan dan rumah tangga perkantoran untuk melancarkan kinerja unit pembangkitan.
- 2) Merencanakan, mengkoordinasi, dan mengevaluasi anggaran biaya administrasi.

- 3) Melaksanakan fungsi kehumasan untuk membina hubungan, serta “*community development*” dengan *stakeholder* sehingga menciptakan citra yang baik tentang perusahaan serta menunjang kinerja unit dan perusahaan.
- 4) Mengadakan pengelolaan bisnis non inti sebagai penunjang bisnis inti unit pembangkitan.
- 5) Menjamin terlaksananya kegiatan keamanan lingkungan dengan baik sehingga terciptanya lingkungan kerja yang aman dan kondusif bagi karyawan.
- 6) Menyelenggarakan kegiatan pengadaan material berdasar peminatan fungsi kontrol inventaris serta pengadaan jasa berdasarkan permintaan fungsi perencanaan dan pengendalian pemeliharaan untuk dukungan pemeliharaan rutin serta kebutuhan non instalasi lainnya.
- 7) Menyelenggarakan kegiatan proses administrasi gudang serta *material handling* untuk semua material milik unit pembangkitan.

Dalam tugasnya, *Manager Logistik* dibantu oleh *Supervisor Senior* dan staff yang menjadi lingkup tanggung jawabnya dengan formasi serta jumlah akan ditentukan kemudian melalui Keputusan Direksi.

2.3 Visi dan Misi PT. PJB UP Gresik

2.3.1 Visi

Visi dari PT. PJB UP Gresik adalah:

“Menjadi perusahaan terdepan dan terpercaya dalam bisnis energi berkelanjutan di Asia Tenggara”.

2.3.2 Misi

Misi dari PT. PJB UP Gresik dalam mewujudkan visi di atas adalah:

1. Menjalankan bisnis energi yang inovatif dan kolaboratif, tumbuh dan berkelanjutan, serta berwawasan lingkungan.
2. Menjaga tingkat kinerja tertinggi untuk memberikan nilai tambah bagi *stakeholder*.
3. Menarik minat dan mengembangkan talenta terbaik serta menjalankan organisasi yang *agile* dan adaptif.

2.4 Keselamatan dan Kesehatan Kerja PT. PJB UP Gresik

Keselamatan dan kesehatan kerja dilakukan untuk mencegah dan mengendalikan terjadinya kecelakaan yang terjadi di lingkungan kerja. Pada umumnya, kecelakaan yang terjadi di lingkungan kerja disebabkan karena “*human error*” ataupun lingkungan kerja yang tidak aman dan kurangnya *safety* pada pekerja dan peralatannya. Apabila hal-hal tersebut terjadi, maka akan mengakibatkan kecelakaan baik pada pekerja ataupun pada peralatannya. Oleh karena itu, K3 yang diterapkan di PT. PJB UP Gresik telah memenuhi standar internasional meliputi ISO tentang K3 yang diterapkan di PT. PJB UP Gresik berdasarkan OHSAS 18001:2007. Sehingga dengan penetapan standar internasional tersebut PT. PJB UP Gresik telah menjadi organisasi usaha dengan tidak adanya angka kecelakaan.

Aktivitas rutin untuk menjaga dan meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja di PT. PJB UP Gresik sepenuhnya menjadi tanggung jawab karyawan dalam lingkup organisasi bidang K3 yang merupakan salah satu bidang kimia, lingkungan, dan K3 pada struktur organisasi PT. PJB UP Gresik. Sebagai perusahaan vital yang memiliki lingkup kerja beresiko akan terjadinya kecelakaan kerja, maka K3 di lingkungan PT. PJB UP Gresik sangatlah diperhatikan untuk mencegah terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan.

Di PT. PJB UP Gresik, selain bidang K3 yang melaksanakan aktivitas harian, juga terdapat P2K3 sebagai organisasi sendiri yang terbentuk sejak September 1989 untuk membina, mengarahkan, dan mensosialisasikan K3 pada seluruh karyawan PLN. P2K3 yang terbentuk saat ini, dipimpin oleh *General Manager*, dengan sekretaris P2K3 adalah *Supervisor Senior K3*.

Untuk menjaga keamanan dan keselamatan karyawan maupun pengunjung, maka pada PT. PJB UP Gresik diberlakukan pembagian daerah, meliputi:

- 1) Daerah Terlarang

Artinya, jika memasuki daerah ini harus diperiksa terlebih dahulu serta untuk memasukinya harus melalui izin.

- 2) Daerah Terbatas

Artinya, daerah ini terbatas untuk beberapa orang, tidak semua orang dapat memasuki daerah ini.

3) Daerah Tertutup

Artinya, daerah ini tertutup untuk semua orang atau jumlah orang yang memasuki daerah ini sangat sedikit. Seseorang dapat masuk ke daerah ini jika mengajukan izin terlebih dahulu, contohnya CCR, Gudang, dan sebagainya.

2.5 Pengelolaan Lingkungan PT. PJB UP Gresik

Untuk mengelola lingkungan di PT. PJB UP Gresik dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- 1) Mengoptimalkan pemakaian bahan bakar gas alam pada semua unit.
- 2) Pembersihan / perawatan tanaman di lokasi unit.
- 3) Melakukan program penghijauan pada tanah-tanah yang kosong untuk menciptakan suasana yang indah dan nyaman.
- 4) Melakukan pengendalian pencemaran air, [engendalian pencemaran udara, pengendalian limbah B3 sesuai dengan peraturan yang berlaku.

2.6 Budaya 5S PT. PJB UP Gresik

PT. PJB UP Gresik menjadikan sistem manajemen *house keeping* sebagai bagian dari budaya kerja perusahaan untuk mewujudkan lingkungan yang nyaman, tertib, aman, bersih, serta meningkatkan efisiensi dan produktivitas untuk mencapai kinerja terbaik.

Manajemen *house keeping* 5S meliputi:

- SEIRI (Pemilihan/Ringkas)
Membedakan antara yang diperlukan dan yang tidak diperlukan serta membuang yang tidak diperlukan.
- SEITON (Penataan/Ringkas)
Menentukan tata letak yang tertata rapi sehingga kita selalu menemukan barang yang diperlukan.
- SEISO (Pembersihan/Resik)

Menghilangkan sampah kotoran dan barang asing untuk memperoleh tempat kerja yang lebih bersih.

➤ SEIKETSU (Pemantapan/Rawat)

Memelihara barang dengan teratur, rapi, dan bersih juga dalam aspek personal dan kaitannya dengan polusi.

➤ SHITSUKE (Pembiasaan/Rajin)

Melakukan sesuatu yang benar sebagai kebiasaan (disiplin), mematuhi dengan benar apa yang sudah ditetapkan, menjaga dan menerapkan dengan sungguh empat komponen 5S yang lain.

2.7 Kegiatan Produksi

Kegiatan produksi yang dilakukan oleh PT. PJB UP Gresik adalah memproduksi energi listrik dan kesiapan operasi pembangkit daya. Sampai saat ini, PT. PJB UP Gresik memiliki tiga jenis mesin pembangkit, antara lain:

- 1) Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) kapasitas total 40 MW
- 2) Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) kapasitas total 600 MW
- 3) Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) kapasitas total 1538 MW

PT. PJB UP Gresik terdiri dari tiga blok Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap. Daya yang dihasilkan oleh PT. PJB UP Gresik kemudian disalurkan melalui Jaringan Tegangan Tinggi (150 KV) dan Jaringan Tegangan Ekstra Tinggi (500 KV) ke sistem interkoneksi Jawa, Madura, dan Bali (JAMALI). Adapaun *single buyer* dari daya yang dihasilkan adalah PT. PLN (Persero) P3BJB (Penyaluran dan Pusat Pengatur beban Jawa – Bali).

Halaman ini sengaja dikosongkan.

BAB III

PELAKSANAAN MAGANG

3.1 Pelaksanaan Magang

Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Magang (*Logbook*)

Hari ke-	Waktu	Jam Mulai	Jam Selesai	Kegiatan
1	Rabu, 2 Maret 2022			Mendapatkan materi Norma Kesehatan Kerja secara daring
2	Jumat, 4 Maret 2022			Mendapatkan materi Fungsi Kompresor pada Turbin secara daring
3	Senin, 7 Maret 2022			Mendapatkan materi Pemeliharaan Turbin Uap secara daring
4	Selasa, 8 Maret 2022			Mendapatkan materi Unit Pembangkit PLTGU Gresik secara daring
5	Rabu, 9 Maret 2022			Mendapatkan materi <i>Desalination Plant</i> PLTGU secara daring
6	Kamis, 10 Maret 2022			Mendapatkan materi <i>Water Treatment Plant</i> PLTGU secara daring
7	Jumat, 11 Maret 2022			Mendapatkan materi <i>Work and Planning Control</i> secara daring
8	Senin, 14 Maret 2022			Mendapatkan materi <i>Work and Planning Control</i> secara daring
9	Selasa, 15 Maret 2022			Mendapatkan materi <i>Work and Planning Control</i> secara daring
10	Rabu, 16 Maret 2022			Mendapatkan materi <i>Work and Planning Control</i> secara daring

11	Kamis, 17 Maret 2022			Mendapatkan materi <i>Maturity Level</i> , KPI WPC, dan <i>Workshop</i> Perencanaan Pekerjaan secara daring
12	Jumat, 18 Maret 2022			Mendapatkan gambaran mengenai Instruksi Kerja Pemeliharaan <i>Nozzle Oil Gas</i> Turbin PLTGU secara daring
13	Senin, 21 Maret 2022			Mempelajari <i>Operation & Maintenance Manual Volume 1</i>
14	Selasa, 22 Maret 2022			Mempelajari <i>Operation & Maintenance Manual Volume 2</i>
15	Rabu, 23 Maret 2022			Mempelajari <i>Operation & Maintenance Manual Volume 2</i>
16	Kamis, 24 Maret 2022			Mempelajari <i>Operation & Maintenance Manual Volume 3</i>
17	Jumat, 25 Maret 2022			Mempelajari <i>Operation & Maintenance Manual Volume 4</i>
18	Senin, 28 Maret 2022			Mempelajari <i>Operation & Maintenance Manual Volume 4</i>
19	Selasa, 29 Maret 2022			Mempelajari <i>Operation & Maintenance Manual Volume 6</i>
20	Rabu, 30 Maret 2022			Mempelajari <i>Operation & Maintenance Manual Volume 7</i>
21	Kamis, 31 Maret 2022			Mempelajari <i>Operation & Maintenance Manual Volume 8</i>
22	Jumat, 1 April 2022			Mempelajari <i>Operation & Maintenance Manual Volume 10</i>
23	Senin, 4 April 2022	08.00	15.00	Mengurus administrasi, K3 <i>Induction</i> dan <i>posttest</i> , serta pengenalan lingkungan kerja

				yang meliputi: <i>intake water system, condenser, steam turbine</i>
24	Selasa, 5 April 2022	08.00	15.00	Pengenalan lingkungan kerja yang meliputi: <i>gas turbine, central control room, heat recovery steam generator</i>
25	Rabu, 6 April 2022	08.00	12.00	Pengenalan lingkungan kerja yang meliputi: <i>boiler feed pump</i>
26	Kamis, 7 April 2022	08.00	15.00	Pengenalan lingkungan kerja yang meliputi: <i>air cooling system</i>
27	Jumat, 8 April 2022			Pengerjaan laporan BAB IV tentang Gambaran Umum Unit Pembangkit di PT. PJB UP Gresik
28	Senin, 11 April 2022	08.00	15.00	Pengenalan lingkungan kerja yang meliputi: <i>desalination plant, water treatment plant, waste water treatment plant, control room WTP</i> Mengerjakan laporan di perpustakaan PT. PJB UP Gresik
29	Selasa, 12 April 2022	08.00	15.00	Pengenalan lingkungan kerja yang meliputi: <i>chlorination plant, intake air filter, gas station, jetty</i>
30	Rabu, 13 April 2022			Mengerjakan laporan (WFH)
31	Kamis, 14 April 2022	08.00	15.00	Mengerjakan laporan di perpustakaan PT. PJB UP Gresik
32	Jumat, 15 April 2022			Hari Libur Nasional
33	Senin, 18 April 2022	08.00	15.00	Asistensi laporan Bersama mentor

34	Selasa, 19 April 2022	08.00	15.00	Melengkapi gambar pada laporan
35	Rabu, 20 April 2022	08.00	15.00	Melengkapi foto pada laporan
36	Kamis, 21 April 2022			Mengerjakan laporan (WFH)
37	Jumat, 22 April 2022	08.00	15.00	Asistensi laporan Bersama mentor
38	Senin, 25 April 2022	08.00	15.00	Pengerjaan laporan
39	Selasa, 26 April 2022			Penyelesaian laporan (WFH)
40	Rabu, 27 April 2022	08.00	15.00	Penyelesaian laporan
41	Kamis, 28 April 2022	08.00	15.00	Penyelesaian laporan
42	Jumat, 29 April 2022			Cuti Bersama Menjelang Hari Raya Idul Fitri

3.2 Metodologi Pengerjaan Laporan

3.2.1 Survei Lapangan dan Studi Literatur

Survei lapangan di PT. PJB UP Gresik dilakukan untuk menemukan permasalahan dan bisa dilanjutkan dengan menentukan topik pembahasan tugas. Setelah dilakukan survei lapangan, selanjutnya adalah studi literatur terkait dengan hasil survei lapangan yang telah dilakukan.

3.2.2 Penentuan Topik Laporan

Setelah dilakukan survei lapangan dan studi literatur, langkah selanjutnya adalah penentuan topik laporan magang industri. Selanjutnya adalah mengumpulkan data-data terkait topik laporan. Topik pada laporan

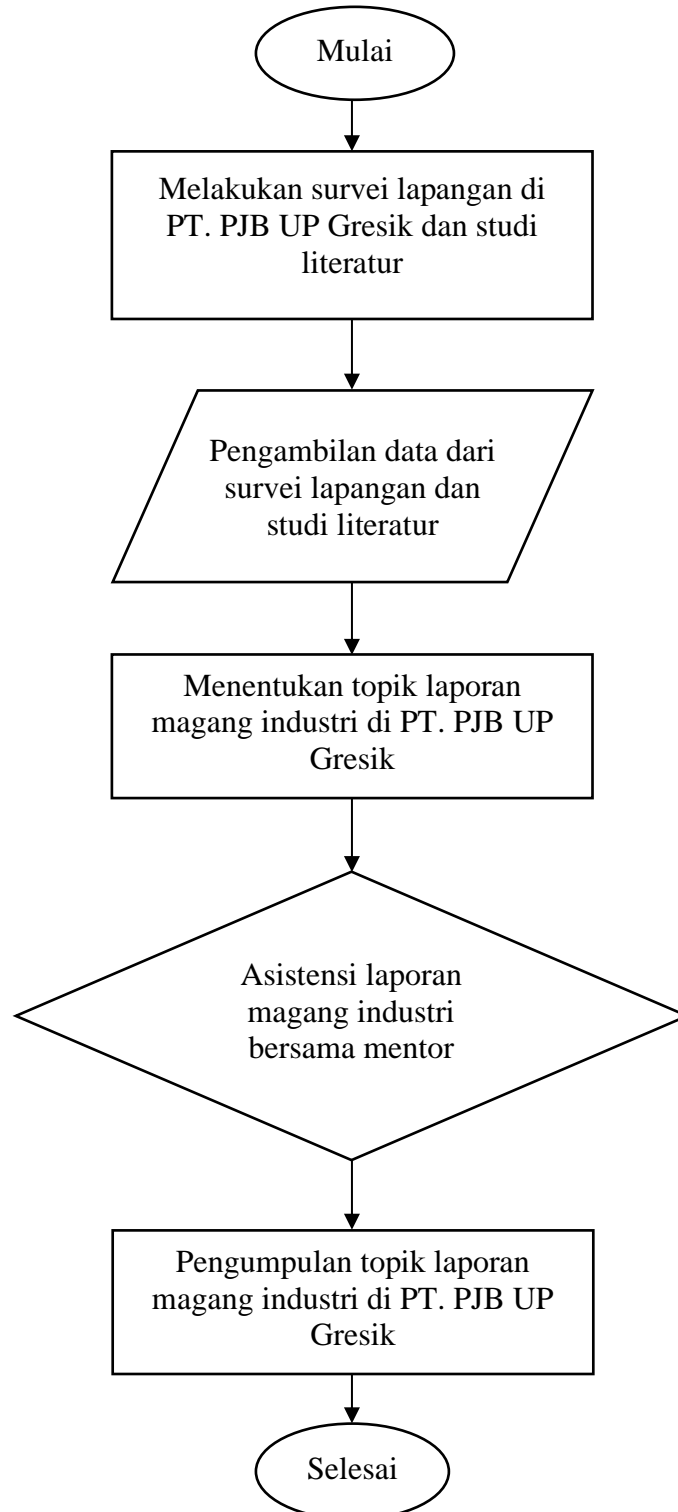
magang industri ini adalah *Maintenance* Kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik.

3.2.3 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan untuk melengkapi laporan magang industri terkait kondensor dan proses *maintenance*-nya.

3.2.4 Diagram Alir Metodologi Pengerjaan Laporan Magang Industri

Diagram alir metodologi pengerjaan topik laporan magang industri di PT. PJB UP Gresik dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Pengerjaan Laporan Magang Industri

BAB IV

HASIL MAGANG

4.1 Gambaran Unit Pembangkitan Gresik

Kegiatan usaha yang dilakukan oleh PT. PJB UP Gresik adalah memproduksi energi listrik dan kesiapan operasi pembangkit daya. Sampai saat ini, PT. PJB UP Gresik memiliki tiga jenis mesin pembangkit, antara lain:

- 1) Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG)
- 2) Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)
- 3) Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)

4.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG)

Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) merupakan pembangkit yang menghasilkan listrik menggunakan daya yang dihasilkan oleh sistem *gas turbine*. Peralatan utama PLTG adalah *starter*, kompresor, ruang bakar, *gas turbine*, generator, dan trafo utama.

Bahan bakar yang digunakan pada PLTG adalah *high speed diesel* (HSD) dan *natural gas*. *Starter* menggunakan motor *diesel* yang bertujuan agar unit dapat dioperasikan tanpa harus menunggu tenaga listrik dari luar, sehingga dapat mengatasi pemadaman total atau biasa disebut *totally blackout*.

Proses produksi PLTG pada PT. PJB UP Gresik diawali dengan putaran awal proses turbin gas yang diperoleh dari *diesel starter*, kemudian bahan bakar disalurkan ke ruang bakar melalui *nozzle* dengan udara bakar yang dihasilkan kompresor. Campuran udara dan bahan bakar dibakar dengan pembakaran awal dari *diesel starter* yang menghasilkan gas panas untuk memutar turbin gas, sehingga memutar generator yang kemudian menghasilkan tenaga listrik bertegangan 11 KV. Tegangan keluaran PLTG dinaikkan menjadi 150 KV melalui *main transformer*, kemudian masuk transmisi tegangan tinggi sistem interkoneksi Jawa – Bali.

Saat ini PT. PJB UP Gresik memiliki 2 unit PLTG dengan kapasitas pembangkitan sebesar 20 MW pada setiap unit. Namun, pengoperasian PLTG hanya dikhususkan untuk kepentingan internal PT. PJB UP Gresik yaitu saat *totally*

blackout dan saat jaringan total di PT. PJB UP Gresik terdapat kekurangan daya. Hal ini dikarenakan operasionalnya lebih besar daripada daya yang dihasilkan.

Adapun komponen PLTG terdiri atas:

1) *Starter Diesel*

Mesin diesel V12 silinder distart dengan baterai.

2) *Gas Turbine*

Gas hasil pembakaran bahan bakar untuk yang pertama kalinya dinyalakan dengan busi ruang bakar kemudian dialirkan ke dalam turbin gas untuk memutar turbin. Putaran turbin naik hingga mencapai 5100 rpm dan *starter diesel* secara otomatis akan berhenti pada putaran turbin kurang lebih pada 2000 rpm.

3) Kompresor

Kompresor aksial yang digerakkan *starter diesel* yang menghasilkan udara bakar untuk disalurkan ke ruang bakar dengan tekanan 10 kg/cm^3 .

4) Generator dan Trafo Utama

Generator terhubung dengan turbin gas melalui *reduction gear* untuk menurunkan putaran agar putaran generator menjadi 300 rpm. Tenaga yang dihasilkan oleh generator sebesar 11 KV kemudian dinaikkan menjadi 50 KV dengan menggunakan trafo utama untuk disalurkan ke gardu induk atau ke sistem untuk pendistribusi lebih lanjut kepada konsumen.

4.1.2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan pembangkit yang menghasilkan listrik dengan memanfaatkan daya yang dihasilkan oleh sistem turbin uap. Peralatan utama pada proses produksi PLTU adalah kondensator, pompa, *boiler*, turbin uap, generator, trafo utama, dan alat bantu (*auxiliary*).

Bahan bakar yang digunakan, pada proses kerja PLTU menggunakan bahan bakar *high speed diesel* sebagai *starting boiler* dan menggunakan bahan bakar residu atau bahan bakar gas. Namun untuk saat ini, bahan bakar yang digunakan adalah *natural gas*. Proses pembakaran PLTU terjadi pada ruang bakar *boiler*, yang kemudian uap hasil pembakarannya digunakan untuk memutar turbin uap yang

seporos dengan generator. Kemudian uap tersebut digunakan untuk mengekspansi sudu-sudu turbin yang selanjutnya digunakan media pendingin air laut ke dalam kondensor untuk dikondensasi. Selanjutnya, uap dipompa ke *boiler* untuk dipanaskan kembali agar menjadi uap yang bertekanan. Karena turbin uap dikopel dengan generator, maka rotor generator juga ikut berputar. Setelah dimasukkan arus penguat medan magnet pada rotor generator, maka generator akan membangkitkan energi listrik yang disalurkan melalui trafo utama untuk dinaikkan tegangannya kemudian diteruskan ke sistem.

Proses produksi PLTU PT. PJB UP Gresik diawali dengan air tawar yang digunakan sebagai media kerja yang diperoleh dari air laut yang diolah melalui proses *desalination plant*. Lalu diolah lagi melalui peralatan *water treatment* hingga air tersebut mendidih sampai memenuhi syarat *boiler*. Kemudian disalurkan dan dipanaskan ke dalam *boiler* dengan menggunakan bahan bakar gas. Uap hasil produksi *boiler* dengan tekanan dan temperatur tertentu disalurkan melalui turbin. Uap yang disalurkan ke turbin akan menghasilkan tenaga mekanis untuk memutar generator dan menghasilkan listrik yang kemudian disalurkan ke sistem JAMALI.

Pada PT. PJB UP Gresik terdapat 4 unit PLTU dengan kapasitas produksi listrik untuk PLTU unit 1 dan 2 adalah 100 MW di tiap unitnya serta PLTU unit 3 dan 4 adalah 200 MW di tiap unitnya. Sehingga kapasitas total produksi listrik pada PLTU sebesar 600 MW. Bagian-bagian utama dari PLTU yaitu:

1) *Boiler*

Air tawar dipanaskan di dalam *boiler* dengan bahan bakar minyak residu (*Marine Fuel Oil* atau MFO) atau *natual gas* sampai terbentuk uap air bertekanan, kering mempunyai suhu yang memenuhi syarat untuk memutar turbin uap.

2) *Steam Turbine*

Uap hasil produksi *boiler* digunakan untuk menggerakkan turbin uap:

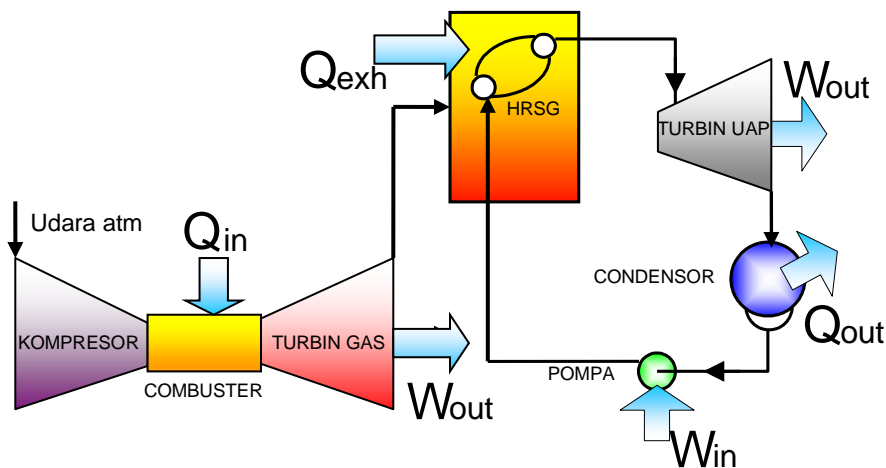
- a. Turbin uap unit 1 dan 2; tandem *compound* 1 silinder.
- b. Turbin uap unit 3 dan 4; *compound* 4 silinder.

3) Generator

Generator terpasang stau poros dengan turbin uap yang memiliki putaran 300 rpm, menghasilkan tenaga listrik dengan tegangan 15 KV, kemudian dinaikkan menjadi 150 KV menggunakan trafo utama untuk disalurkan ke gardu induk sistem untuk pendistribusian lebih lanjut ke konsumen.

4.1.3 Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)

PLTGU adalah pembangkit listrik termal yang memanfaatkan tenaga gas dan uap sebagai hasil *combine cycle system* dari system Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Pada PLTGU eneri hasil pembakaran bahan bakar akan digunakan untuk menggerakkan turbin gas yang dikopel langsung dengan generator menggunakan satu poros, sisa hasil gas buang dari turbin gas dimanfaatkan untuk memanaskan air pada pipa-pipa yang terdapat di HRSG sehingga berubah fase menjadi uap, uap tersebut akan menggerakkan turbin uap yang juga langsung dikopel dengan generator. Pada Gambar 4.1 di bawah ini ditunjukkan skema sistem PLTGU.



Gambar 4.1 Skema Sistem PLTGU

4.1.3.1 Proses Produksi pada PLTGU

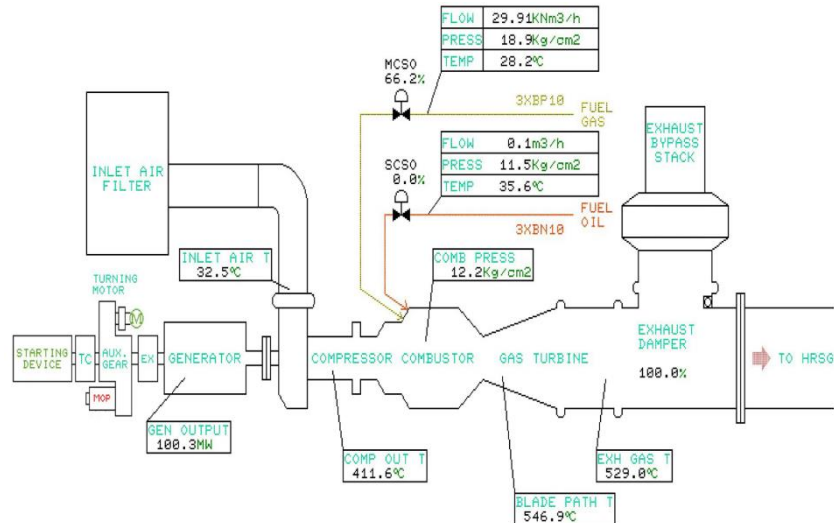
Proses konversi energi pada PLTGU berlangsung melalui tiga tahapan pada PLTG dan tiga tahapan pada PLTU. Pada tahap pertama PLTG, energi kimia dari bahan bakar diubah menjadi panas dalam bentuk gas bertekanan dan bertemperatur tinggi. Kedua, energi panas (gas) diubah menjadi energi mekanik

dalam bentuk putaran turbin gas. Ketiga, energi mekanik diubah menjadi energi listrik pada generator. Pada tahap PLTU juga terdapat tiga tahap. Pertama, energi panas sisa dari hasil pembakaran turbin gas akan diubah menjadi energi panas dalam bentuk uap bertekanan dan temperature tinggi dari proses pemanasan air di HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*). Kedua, energi panas (uap) selanjutnya diubah menjadi energi kinetic dalam bentuk putaran turbinuap. Ketiga, energi dari turbin uap selanjutnya diubah menjadi energi listrik pada generator.

Proses produksinya pada unit Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap di PT. PJB UP. Gresik dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Tahap PLTG

1. Kompresor menghisap udara bebas yang masuk melalui filter, kemudian menekannya ke dalam ruang bakar.
2. Udara bertekanan tersebut dicampur dengan bahan bakar yang kemudian dibakar di dalam ruang bakar dan menghasilkan gas panas bertekanan tinggi yang diarahkan ke sudu-sudu turbin oleh nozzle.
3. Turbin berputar akibat pancaran gas panas yang terarah pada sudu-sudunya sehingga daya putaran turbin mampu menggerakkan generator.
4. Generator yang digerakkan oleh turbin gas mennghasilkan energi listrik.
5. Gas panas yang keluar dari turbin gas (*Exhaust Gas*) masuk ke HRSG guna memanaskan air dan merubah air menjadi uap
6. Kembali lagi ke proses nomor 1 dan membentuk siklus.

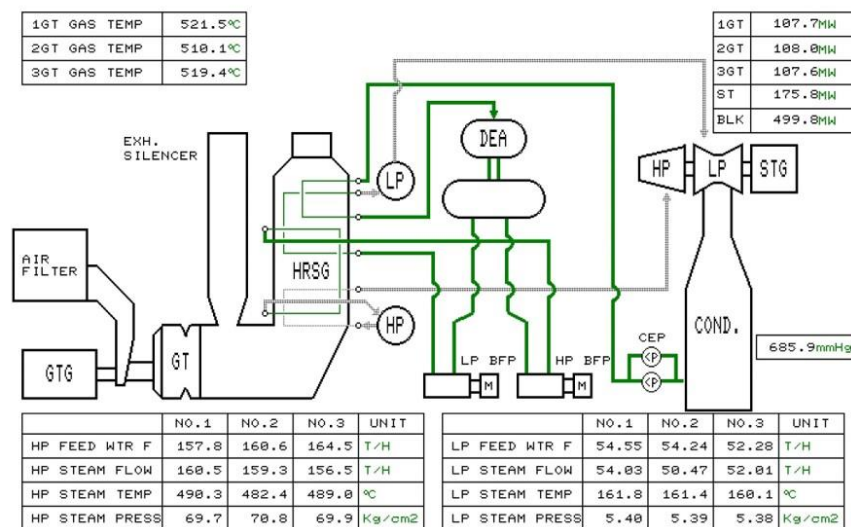


Gambar 4.2 Siklus PLTGU

b. Tahap PLTU

7. Air pada *Condenser* akan dipompa oleh CEP (*Condensate Extraction Pump*) menuju *preheater*.
8. Kemudian air telah melewati *Preheater* akan masuk ke *Deaerator*.
9. LP BFP (*Low Pressure Boiler Feed Pump*) memompa air dari *Deaerator* ke LP *Economizer* dan HP BFP (*High Pressure Boiler Feed Pump*) memompa air dari *Deaerator* ke HP *Economizer*.
10. Air dalam *Economizer* dialirkan ke LP Drum untuk kemudian dipompa oleh LP BCP (*Low Pressure Boiler Circulating Pump*) ke LP *Evaporator*).
11. Uap yang dihasilkan LP *Evaporator* dialirkan Kembali ke LP Drum. Air dalam HP *Economizer* dialirkan ke HP Drum untuk kemudian dipompa oleh HP BCP (*High Pressure Boiler Circulating Pump*) ke HP *Evaporator*.
12. Selanjutnya uap yang dihasilkan HP *Evaporator* dialirkan ke HP Drum.
13. Air dalam Air dalam HP *Economizer* dialirkan ke HP Drum untuk kemudian dipompa oleh HP BCP (*High Pressure Boiler Circulation Pump*) ke HP *Evaporator* uap yang dihasilkan HP *Evaporator* dialirkan ke HP Drum.
14. Uap dari LP Drum dialirkan ke LP Steam Turbin guna menggerakkan sudu- sudu turbin LP.

15. Uap dari HP Drum dialirkan ke super heater untuk mendapatkan uap kering, kemudian uap tersebut dialirkan ke HP Steam Turbine guna menggerakkan sudu-sudu turbin HP.
16. uap dari turbin HP dialirkan ke turbin LP guna mengerakkan sudu-sudu turbin LP.
17. Generator yang digerakkan oleh turbin uap (HP dan LP) menghasilkan energi listrik.
18. Uap yang telah menggerakkan sudu-sudu Steam Turbine akan kembali ke Condenser. Dalam kondensor uap dari turbin mengalami pengembunan air.
19. Kembali lagi ke proses nomor 7 dan membentuk siklus.



Gambar 4.3 Siklus PLTU

4.1.3.2 Sistem Operasi PLTGU

Satu blok PLTGU terdiri dari tiga unit *gas turbine* (GT), tiga unit HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*), dan satu unit *steam turbine* (ST). Untuk mengoperasikan PLTGU, perlu diperhatikan sifat-sifat dinamis dari masing-masing komponen utama. Sifat-sifat dinamis tersebut adalah sebagai berikut:

A. Gas Turbine (GT)

1. Kemampuan *start* yang cepat dan dapat dibebani dalam periode waktu yang singkat, yaitu sekitar 25 menit dari saat start sampai sinkron.
2. Memiliki *Turn Down Ratio* 100% yang artinya mulai saat sinkron sampai turbin gasnya. penempatannya.
3. Mempunyai sifat operasi yang sangat responsif mengikuti perubahan beban. dengan beban penuh turbin gas dapat menerima semua beban transient.
4. Energi yang terkandung dalam gas buang besarnya sebanding dengan beban
5. Kemampuan dayanya sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca dan lokasi

B. Heat Recovery Steam Generator (HRSG)

1. Waktu *start up* lebih lambat daripada turbin gas sehingga perlu pengaturan dalam sistem pemasukan gas buang turbin gas sesuai dengan gradient temperatur yang diizinkan
2. Karena adanya proses perpindahan panas seperti boiler konvensional, kecepatan atau perubahan produksi uapnya tidak dapat terjadi secara mendadak. Kecepatan perubahan ini dipengaruhi oleh besar kecilnya *inertia thermal*-nya.

C. Steam Turbine (ST)

1. Mempunyai sifat operasi yang kurang responsif terhadap perubahan beban karena sangat tergantung dengan produksi uap dari HRSG serta kemampuan untuk menerima perubahan temperatur rendah, yaitu sekitar 6-9°C per menit.
2. Jumlah aliran uap masuk ke turbin dapat dikontrol dengan dua cara, yaitu mengatur energi yang masuk ke HRSG atau dengan mengatur kualitas uap yang masuk ke turbin.
3. Sistem operasi PLTGU ini pada umumnya mengikuti pola operasi beban dasar di mana besarnya daya yang dibangkitkan

disesuaikan dengan permintaan dari P3B (Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban).

4.1.3.3 Sistem *Start Up* dan *Shut Down*

A. Block Start Up Procedure

1. Cold Start Up

Cold Start Up adalah kondisi dimana temperature rotor metal HP turbin dibawah 120°C. Pada kondisi ini, rotor HP turbin perlu melalui proses pemanasan yang disebut heat soak. Proses heat soak dilakukan dengan menaha putaran pada 2200 rpm selama start. Waktu yang diperlukan untuk heat soak tergantung pada temperatur awal rotor metal sebelum steam dialirkan ke turbin.

2. Warm Start Up

Warm Start Up merupakan kondisi dimana temperatur rotor HP turbin diantara 120°C - 400°C. Hal tersebut dapat dilaksanakan setelah dua sampai empat hari shutdown. Pada warm start up ini perbedaan temperature rotor HP turbin dan HP steam kecil sehingga waktu yang diperlukan untuk sinkronisasi beban singkat. Warm Start Up dapat dilaksanakan dengan menggunakan APS. Apabila kevakuman kondenser belum memenuhi untuk start, maka Circulating Water Pump (CWP), Condensate Extraction Pump (CEP), dan condenser vakum dinyalakan terlebih dahulu sebelum turbin gas start menggunakan block auxiliary steam.

3. Hot Start Up

Hot start up adalah kondisi temperatur rotor HP turbin diatas 400°C dan hal tersebut dapat dilaksanakan setelah delapan jam shutdown. Pada Hot Start Up temperatur HP turbin cukup tinggi untuk membuat sinkron sehingga waktu yang dibutuhkan lebih singkat sebab perbedaan antara temperature rotor HP turbin dan HP steam kecil. Hot Start Up dapat dilaksanakan secara lengkap dengan menggunakan APS (Automatic Plant Start Up dan Stop Control). Apabila kevakuman condenser belum memenuhi untuk start maka Circulating Water Pump (CWP),

Condensate Extraction Pump (CEP), dan condenser vakum dinyalakan terlebih dahulu sebelum turbin start.

B. Block Shut Down Procedure

Normal shutdown mode digunakan untuk night shutdown dan weekend shutdown. Plant di shutdown dengan temperature rotor turbin dijaga setinggi mungkin. Pada mode tersebut, turbin uap tidak dibuat sinkron dan distop, serta temperature HP steam dijaga setinggi mungkin untuk meminimumkan perbedaan temperatur untuk start selanjutnya. Tekanan steam juga dipertahankan untuk start HRSG berikutnya. Prosedur blok shutdown dapat dilaksanakan dengan menggunakan APS, dengan mempertahankan kevakuman condenser setelah shutdown. Untuk melakukan produksi, tentunya semua alat yang ada pada plant harus dalam keadaan menyala atau standby.

C. Prosedur Start Up Combined Cycle PLTGU

Prosedur start up digunakan untuk penyalaan awal pengoperasian pada masing-masing-masing komponen, yaitu *Gas Turbine (GT)*, *Heat Recovery Steam Generator (HRSG)*, dan *Steam Turbine (ST)*.

1. Turbin Gas

Sebelum turbin gas (GT) beroperasi, adapu beberapa hal yang harus diperhatikan :

a. Persiapan start turbin uap

- i. Mengecek tekanan pada HP auxiliary steam > 18 K atau tekanan LP auxiliary steam > 3.5 K
- ii. Circulating water pump, cooling water pump, sea water booster pump, condensate extraction pump, auxiliary oil pump, dan steam turbine turning beroperasi.
- iii. Ketika syarat pada poin i dan ii telah terpenuhi, maka gland akan start.

- iv. Setelah kondisi vakum, yaitu > 570 mmHg Abs tercapai, maka 2 main ejector akan start. Lalu 1 menit kemudian starting air ejector akan berhenti.
- v. Kemudian pada keadaan HRSG dingin dengan kondisi vakum > 580 mmHg Abs atau kondisi vakum > 680 mmHg Abs sementara HRSG dingin, maka persiapan start turbin uap selesai.

b. Persiapan start HRSG

- i. HP Boiler Circulating Pump dan LP Boiler Circulating Pump start.
- ii. LP Boiler Feed Pump I akan start, berikutnya 1 menit kemudian LP Boiler Feed Pump II juga start, dan 1 menit kemudian LP Boiler Feed Pump III juga start.
- iii. HP Boiler Feed Pump I akan start, berikutnya 1 menit kemudian HP Boiler Feed Pump II juga start, dan 1 menit kemudian HP Boiler Feed Pump III juga start.
- iv. Semua HRSG dalam keadaan atau valve HP Turbine Bypass Valve Isolation dan Valve HP Turbine Bypass Valve Isolation terbuka.
- v. Setelah kondisi i sampai iv terlaksana, maka persiapan start HRSG selesai.

Setelah persiapan start HRSG selesai, selanjutnya dilakukan :

c. Start Turbin Gas

- i. Satu menit kemudian gas turbine start up sequence dimulai yaitu :
 1. Starting Motor akan start
 2. Valve bahan bakar terbuka pada putaran 600 rpm.
 3. Igniter mulai beroperasi dan terjadi penyalaan.
 4. Kecepatan putaran naik.
 5. Setelah kecepatan 2100 rpm, starting motor berhenti.
 6. Bleed Extraction Valve menutup pada putaran 2775 rpm
- ii. Setelah kondisi i terlaksana, maka start turbin gas selesai.

- iii. Sementara itu, setelah turbin gas start-up sequence dan kecepatan mencapai ignition speed, dan igniter mati, maka 2 menit kemudian Exhaust Damper terbuka, lalu 4 menit kemudian Exhaust Damper tertutup.

d. Sinkronisasi Turbin Gas

- i. Setelah persiapan start HRSG (Heat Recovery Steam Generator) selesai dan kecepatan turbin gas mencapai rated speed, maka Gas Synchronize Sequence dimulai.
- ii. Dalam Gas Turbine Synchronize Sequence Circuit breaker di lokal tertutup, main control breaker tertutup, Automatic Voltage Regulator (AVR) akan beroperasi secara otomatis.
- iii. Setelah langkah b selesai, diatur gas turbine load set pada 25%.
- iv. Setelah langkah c selesai, maka sinkronisasi turbin gas selesai dan mulai menghasilkan beban.

2. HRSG (Heat Recovery Steam Generator)

Start HRSG dapat dimulai setelah sinkronisasi turbin gas selesai.

Tahapan selanjutnya adalah :

- a. Persiapan HRSG pada langkah (ii) selesai dan sinkronisasi turbin gas pada langkah (iv) selesai dan block pada kondisi mode start.
- b. Kemudian pada kondisi HRSG dingin maka setting Gas Turbine Load Set adalah 25% atau bila pada kondisi HRSG warm atau panas maka setting Gas Turbine Load Set adalah 45%
- c. Setelah langkah b, Exhaust Damper akan terbuka 45%, kemudian:
 - 1. Jika HRSG dingin, 30 menit kemudian Exhaust Damper akan terbuka 80%
 - 2. Jika HRSG warm, 20 menit kemudian Exhaust Damper akan terbuka 80%
 - 3. Jika HRSG panas, 10 menit kemudian Exhaust Damper akan terbuka 80%

- d. Setelah langkah b, apabila kondisi HRSG dingin maka HP Turbine Bypass Valve Isolation dan LP Turbine Bypass Valve Isolation akan terbuka.
- e. Sementara itu, setelah langkah b maka HP Steam Outlet Valve I akan terbuka.
- f. Setelah langkah b LP Steam Outlet Valve terbuka, lalu 1 menit kemudian Deaerator Steam Inlet Valve akan terbuka.
- g. Setelah c,e, dan f selesai dan pada kondisi tekanan HP steam > 34 atm, maka turbin gas akan menghasilkan beban 45%. Dengan demikian starting HRSG telah selesai.

3. Turbin Uap (ST)

Start untuk Turbin Uap (*Steam Turbine*) dapat dilakukan setelah start HRSG selesai. Prosedurnya adalah:

a. Peningkatan Kecepatan Turbin Uap (ST)

- a) Ada 3 pilihan model pada Turbin Uap (*Steam Turbine*) yang pemilihannya disesuaikan dengan kondisi HRSG, yaitu:
 - i. Pada mode dingin, temperature HP steam antara 300°C dan 430°C
 - ii. Pada mode warm, temperature HP steam > 320°C
 - iii. Pada mode panas, temperature HP steam > 400°C
- b) Tekanan HP Steam. 34 atm serta start Steam Turbine telah diperbolehkan.
- c) Kondisi a dan b terpenuhi dan starting HRSG pada Langkah (2) telah selesai.
- d) Langkah c selesai dan kecepatan Steam Turbine > 100 rpm
- e) Setelah Langkah d selesai. Steam Turbine Speed Squance dimulai, yaitu:
 - i. *Rub Check* pada putaran rpm
 - ii. Target kecepatan 2000 rpm
 - iii. *Heat Soak* pada putaran 2000 rpm
 - iv. Target Kecepatan 3000 rpm

- f) Kondisi pada Langkah e selesai dan kecepatan mencapai rated speed, serta auxiliary oil pump mati.
- g) Setelah Langkah f dan beban Gas Turbine I $< 48\%$ maka Exhaust Damper I membuka 100%.
- h) Lima menit setelah kondisi g terpenuhi dan kondisi f terpenuhi, maka penaikan kecepatan steam turbine selesai atau jika Gas Turbine $> 48\%$ dan kondisi f terpenuhi, maka penaikan kecepatan Steam Turbine selesai.

b. *Start Up Steam Turbine*

Proses ini berlangsung bersamaan dengan proses kenaikan kecepatan Steam Turbine. Langkah-langkahnya adalah:

- a) Kondisi (i.c) terpenuhi dan pada block pada kondisi start mode.
- b) Setelah kondisi a terpenuhi, dan pada saat kondisi vakum > 690 mmHg maka main air ejector akan berhenti.
- c) Sementara itu, setelah kondisi a terpenuhi, Steam Turbine start sequence akan dimulai, yaitu:
 - i. *Steam Turbine reset*
 - ii. *Steam Turbine Control Automatic*
 - iii. Target kecepatan 400 rpm
 - iv. Laju kecepatan 300 rpm / menit
 - v. HP Steam Control Valve Tertutup
- d) Setelah kondisi c terpenuhi dan kondisi (i.d) juga terpenuhi serta steam turbine turning off, maka start up turbin selesai.

c. *Sinkronisasi Steam Turbine*

Proses ini dapat dilakukan setelah proses penaikan kecepatan *steam turbine*. Tahapannya adalah :

- a) *Steam turbine* berada pada mode warm dengan temperature *steam turbine metal* $> 250^{\circ}\text{C}$.
- b) Proses (ii) telah selesai dilakukan.
- c) Setelah kondisi a dan b terpenuhi, maka *Steam Turbine Synchronize Sequence* dimulai, yaitu :

- i. *Circuit Breaker* di local tertutup
 - ii. *Automatic Voltage Regulator* beroperasi secara automatic
 - iii. *Main Circuit Breaker* tertutup
 - iv. *Initial Load* dipertahankan
- d) Kondisi c terpenuhi, dan usaha mempertahankan *initial load* selesai serta *HP Steam Turbine* > 33K.
 - e) Setelah kondisi d selesai *Control Valve* untuk mengontrol tekanan *HP Steam Turbine Control Valve* beroperasi secara otomatis.
 - f) Sementara itu, setelah kondisi d selesai, *HP Turbine Bypass Valve I* tertutup.
 - g) Setelah Langkah f maka *control HP turbine bypass valve* untuk mengontrol tekanan *LP Steam Turbine Control Valve* beroperasi secara otomatis.
 - h) Setelah Langkah f *LP turbine bypass valve I* tertutup kemudian *control LP turbine bypass valve I* dalam mode *back-up*.
 - i) setelah kondisi *control HP* dan *LP turbin bypass valve I* dalam mode *back-up* maka semua *load turbin gas* naik sampai 45% dan set tekanan *control valve condenser HP steam turbine* pada 55 atm serta *HP turbine bypass valve II* memiliki tekanan 54 atm.
 - j) setelah kondisi i terpenuhi dan temperature masukan *steam turbine* dan keluaran HRSG < 55°C serta tekanan masukan *steam turbine* dan keluaran HRSG < 1 kg/cm² maka *HP BOV (High Pressure Boiler Outer Valve)* akan membuka.
 - k) *HP Turbine Bypass Valve II* tertutup.
 - l) Kemudian *control HP turbin bypass valve II* dalam mode *back-up*.
 - m) Setelah Langkah k terpenuhi maka valve keluaran *LP steam turbine II* akan terbuka lalu *LP turbine bypass valve II* tertutup. Selanjutnya *control LP turbine bypass valve II* dalam mode *back-up*.

- n) Control HP dan LP turbine bypass valve II dalam mode back-up, kondisi temperature masukan steam turbine dan keluaran HRSG $< 55^{\circ}\text{C}$, tekanan masukan steam turbine dan keluaran HRSG $< 1\text{kg/cm}^2$ valve keluaran HP steam turbine III (HP BOV) akan terbuka.
- o) HP turbine bypass valve III tertutup.
- p) Control HP turbine bypass valve III dalam mode back-up.
- q) Setelah Langkah o terpenuhi maka valve keluaran LP steam turbine III terbuka dan LP turbine bypass valve III tertutup. Control LP turbine bypass valve III dalam mode back-up
- r) Setelah control HP dan LP turbine bypass valve III dalam mode back-up dan semua uap dari HRSG menuju ke steam turbine maka tekanan untuk HP steam turbine diset 34 kg/cm^2 . Setelah control HP dan LP turbine bypass valve III dalam mode back-up selama % menit, kemudian exhaust damper I membuka 100% dan % menit kemudian exhaust damper II membuka 100% dilanjutkan dengan terbukanya exhaust damper III sebesar 100%. Dengan demikian set untuk load turbin gas terbuka 100%.

Maka dengan begiitu sinkronisasi steam turbine selesai. Dengan selesainya sinkronisasi steam turbine maka PLTGU telah beroperasi secara keseluruhan.

D. Prosedur Shut Down Combined Cycle (PLTGU)

Prosedur *shut down* PLTGU umumnya digunakan pada saat akan dilakukan *overhaul*. Prosedur tersebut diuraikan sebagai berikut:

1. Penurunan Load Turbin Gas

- a. *Steam turbine* berada pada mode *vacuum hold* atau *vacuum break*.
- b. Tekanan *control valve condenser HP turbine* diatur 59 kg/cm^2 , sedangkan turbin gas mengalami penurunan *load* sampai 60%.
- c. *Control* untuk *control valve condenser LP turbine* pada mode *common*.

- d. Setelah langkah c tercapai dan *load steam turbine* masing $> 10\%$, maka penutupan *HP control valve* naik sampai 4% dari bukaan maksimum.
- e. Apabila langkah d tercapai, *load steam turbine* $< 10\%$ serta *control valve LP steam turbine* tertutup, maka proses penurunan *load* turbin gas selesai.

2. *Shut Down Turbin Uap*

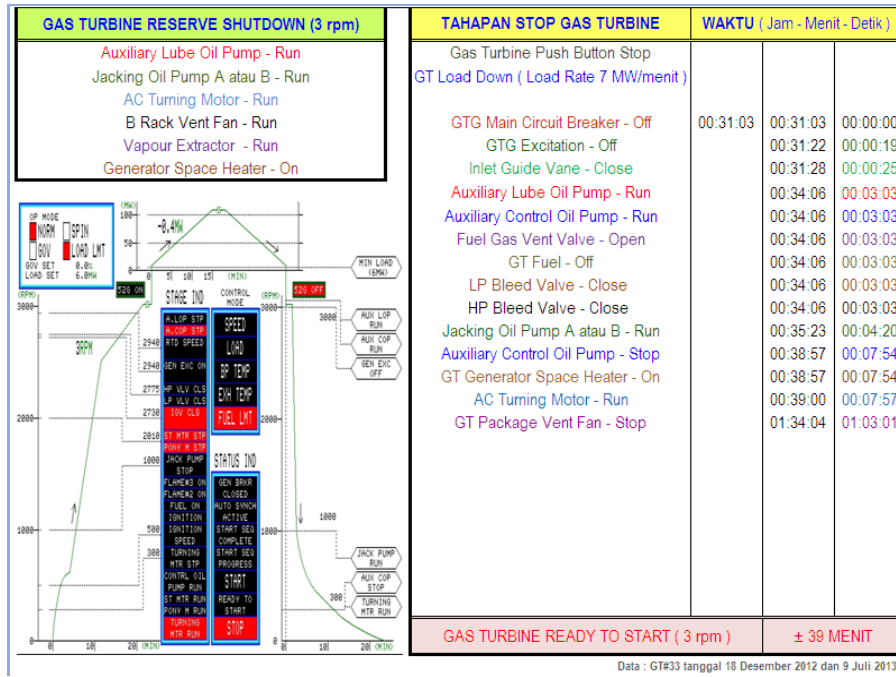
- a. Setelah penurunan *load* turbin gas selesai, maka *sequence shut down* dimulai, yang terdiri atas:
 - 1) *Main Circuit Breaker* terbuka.
 - 2) *Field Circuit Breaker* terbuka.
 - 3) Semua *valve* tertutup.
 - 4) Turbin uap mengalami *trip*.
- b. Setelah *sequence shut down* untuk turbin uap selesai, maka *shut down* turbin uap selesai.

3. *Shut Down Gas Turbine*

Shut down untuk turbin uap telah selesai. Setelah langkah a di atas, maka *load* turbin gas akan menjadi $< 20\%$ dan *exhaust damper* tertutup. Setelah langkah a *load* turbin gas akan turun sampai 5%, baru *sequence shut down* untuk tida turbin gas dimulai, yaitu:

- a. *Main Circuit Breaker* terbuka.
- b. *Field Circuit Breaker* terbuka.
- c. *Automatic Voltage Regulator* beroperasi secara manual.
- d. *Master Gas Turbine Off*.
- e. *Bleed Extraction Valve* terbuka.
- f. *OST SV Gas Turbine* terbuka.
- g. *Auxiliary Oil Pump* pada *gas turbine* dalam kondisi *start*.

Setelah langkah c selesai, maka proses *shut down* turbin gas selesai. Pada Gambar 4.4 di bawah ini merupakan *overview shut down* turbin gas.



Gambar 4.4 Overview Shut Down Turbin Gas

4.2 Peralatan Utama PLTGU

Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) terdapat komponen utama yang sangat vital peranannya dalam pembangkitan listriknya, antara lain *gas turbin, heat recovery steam generator, steam turbine, condenser, generator, boiler feed pump, boiler water circulating pump, condensate extraction pump.*

4.2.1 Gas Turbine

Turbin gas merupakan komponen dari PLTGU yang mempunyai fungsi untuk menggerakkan generator turbin gas. Putaran turbin gas diakibatkan karena tekanan dari hasil pembakaran pada combustor chamber. Meskipun efisiensinya relatif rendah, turbin gas tetap digunakan karena beberapa alasan, yaitu:

- Sering terjadi kenaikan beban (*load*) yang sulit diprediksi, terutama dengan semakin berkembangnya lapangan industri di Indonesia.
- Relatif lebih mudah dalam pembangunan, perawatan dan pengoperasiannya jika dibandingkan dengan pembangkit yang menggunakan turbin uap.

- c. Sebagai pembangkit cadangan dalam keadaan darurat jika ada *trouble* pada pembangkit lainnya, karena proses *start-up* yang relatif cepat jika dibandingkan dengan pembangkit dengan turbin uap.

A. Prinsip Dasar Turbin Gas

Turbin gas bekerja karena tekanan yang diberikan gas hasil pembakaran pada ruang bakar. Dengan proses sebagai berikut :

1. Kompresor

Kompresor pada turbin gas memiliki 19 tingkat sudu-sudu dan IGV (*Inlet Guide Vane*) yang berfungsi mengatur jumlah udara yang masuk. Kompresor berfungsi untuk mengkompresikan udara masuk kedalam ruang bakar dengan tekanan mencapai 12-16 atm. Udara ini nantinya dipakai dalam proses pembakaran dan tekanan udara yang dihasilkan kompresor digunakan untuk mempercepat proses pembakaran.

2. *Combustion Chamber*

Combustion Chamber merupakan tempat terjadinya pembakaran bahan bakar dan udara. Proses ini menghasilkan gas panas dengan tekanan tinggi panas dan keluar melalui *nozzle*. Gas panas hasil pembakaran inilah yang menggerakkan turbin.

3. Turbin

Turbin merupakan peralatan utama yang menggerakkan peralatan lain (generator dan kompresor). Putaran turbin ini merupakan akibat dari tekanan gas hasil pembakaran dari ruang pembakaran. Gas panas hasil pembakaran ini memutar sudu-sudu turbin, karena sudu turbin berputar maka poros pada turbin akan ikut berputar. Poros turbin dikopel dengan poros generator inilah yang mengakibatkan generator ikut berputar.

B. Spesifikasi Turbin Gas

Spesifikasi Turbin

- Tipe : Axial Flow, Reaction Type
- Jumlah Tingkat : 4
- Putaran rata-rata : 3000 rpm
- Putaran Maksimum : 3000 rpm

- Model : MW 701D

Spesifikasi Kompresor

- Tipe : Axial Flow
- Jumlah Stage : 19

Spesifikasi Ruang Bakar

- Tipe : Canular Type
- Jumlah *Nozzle* : 18



Gambar 4.5 Turbin Gas

4.2.2 Heat Recovery Steam Generator

Heat Recovery Steam Generator (HRSG) adalah peralatan utama dari *combined cycle* yang berfungsi untuk menangkap panas dari gas buang turbin gas digunakan untuk memanaskan air pada pipa yang ada di HRSG sehingga dapat menghasilkan uap air yang bertekanan yang selanjutnya digunakan untuk menggerakkan turbin uap.



Gambar 4.6 *Heat Recovery Steam Generator*

A. Prinsip Dasar Heat Recovery Steam Generator (HRSG)

Gas sisa hasil pembakaran dari turbin gas yang masih memiliki tekanan dan temperatur yang tinggi dimanfaatkan untuk memanaskan air pada HRSG. Proses perpindahan panasnya terjadi antara air yang ada pada tube dengan gas buang hasil pembakaran pada area shell dengan suhu hasil gas buang sekitar 500°C.

Perpindahan panas ini mengakibatkan air pengisi pada HRSG berubah fase menjadi uap panas. Uap panas tekanan tinggi akan dihasilkan pada HRSG daerah inlet, dan uap panas tekanan rendah dihasilkan pada HRSG daerah outlet, Uap tekanan tinggi pada daerah inlet HRSG nantinya dikirimkan pada High Pressure Turbine dan uap tekanan rendah pada daerah outlet HRSG masuk ke Low Pressure Turbine.

B. Komponen Heat Recovery Steam Generator (HRSG)

Komponen HRSG terbagi atas 2 jenis, yaitu komponen *low pressure* dan *high pressure* berikut penjelasan sebagai berikut:

- Komponen *Low Pressure*

1. Pre Heater

Pre Heater berfungsi menaikkan temperatur air kondensat. Air yang masuk ke *preheater* berasal dari kondensor yang dipompa oleh

Condenser Extraction Pump (CEP). Air kondensat yang keluar dari *preheater* suhunya akan naik sampai sekitar 125°C.

Apabila turbin gas menggunakan bahan bakar minyak, air kondensat tidak dilewatkan *preheater*, karena bahan bakar minyak mempunyai kandungan sulfur tinggi. sehingga dikhawatirkan terjadi endapan sulfur pada *preheater*. Sementara itu, bahan bakar gas sedikit atau sangat kecil kandungannya.

2. *LP Economizer*

LP Economizer berfungsi untuk menaikkan temperatur air bertekanan rendah yang masuk dari *deaerator* menuju ke *LP Drum*.

3. *LP Drum*

LP Steam Drum berfungsi untuk memisahkan water and *steam* yang telah dipanaskan oleh *evaporator*. Konstruksi dan bagian-bagian *steam drum*, sama dengan *steam drum* pada PLTU. *Steam* yang telah dipisahkan, digunakan untuk menggerakkan *LP steam* turbin, sedangkan water disirkulasikan kembali ke *evaporator*. Di dalam boiler, terdapat LCV - *LP Feed Water Control Valve* yang berfungsi untuk mengatur level air pada *LP Drum* agar tetap pada batas *normal level*.

4. *LP Evaporator*

LP Evaporator berfungsi untuk menguapkan air bertekanan rendah yang masuk ke dalamnya, sehingga dari fase air berubah menjadi fase uap kering. Selanjutnya uap tersebut masuk ke *LP Drum* untuk dipisah antara air dan uap.

- *Komponen High Pressure*

1. *HP Economizer*

HP Economizer mempunyai fungsi yang sama dengan *LP Economizer*. Namun, pada *HP* terdiri dari *HP Primary* (1RY) *Economizer* dan *HP Secondary* (2RY) *Economizer*. Dimana *HP Secondary Economizer* memiliki temperatur yang lebih tinggi dari pada *primary*.

2. *HP Drum*

Pada prinsipnya, *HP steam drum* sama dengan *LP steam drum*. Yang membedakan hanya tekanan pada *HP steam drum* lebih tinggi. Pada *HP Steam Drum* juga terdapat HCV - *HP Feed Water Control Valve*.

3. *HP Evaporator*

HP Evaporator berfungsi untuk menguapkan air bertekanan tinggi yang masuk ke dalamnya, sehingga berubah dari fase air menjadi fase uap kering (*superheated*).

4. *Primary Superheater*

Primary Superheater Berfungsi untuk menaikkan temperatur uap yang berasal dari *HP Evaporator*, sehingga menjadi uap *superheat*.

5. *Desuperheater*

Desuperheater Berfungsi untuk mengatur temperatur , dimana temperatur *HP steam* dijaga pada set 507°C menghindari temperatur lebih atau kurang dengan cara menyemprotkan *steam* yang berasal dari *Deaerator*.

6. *Secondary Superheater (2RY)*

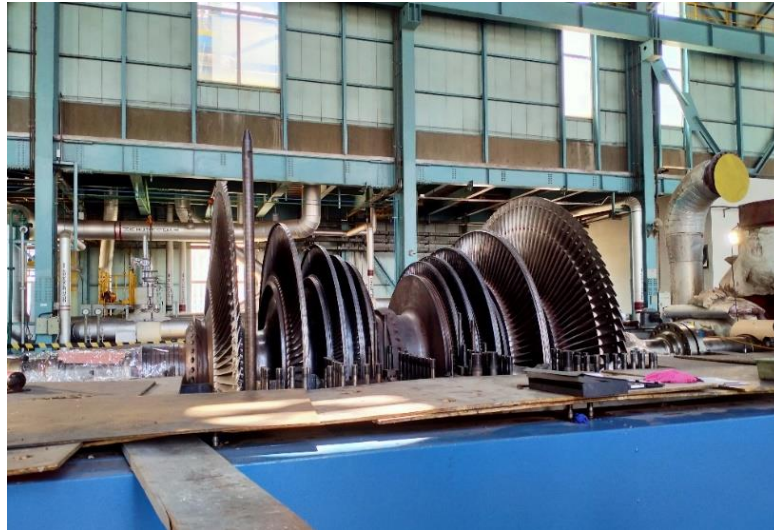
Secondary Superheater mempunyai fungsi sama dengan *Primary Superheater*. Prosesnya uap dari *Primary Superheater* menuju *Secondary Superheater*, dan selanjutnya uap *superheater* tersebut masuk ke *HP Steam Turbin*.

B. Spesifikasi Heat Recovery Steam Generator (HRSG)

- Tipe : Vertical Gas Flow Upward
Circulating Dual Pressure
- Produksi : CMI Belgium
- Kemampuan Penguapan : HP = 18.8 ton/h ; LP = 48.5 ton/h
- Tekanan Uap : HP = 77 kg/cm^2 ; LP = 5.5 kg/cm^2
- Temperatur Uap : HP = 507°C ; LP = Saturated
- Kapasitas Gas : 1500 ton/h
- Temperatur Gas : inlet = 532°C ; outlet = 99°C

4.2.3 *Steam Turbine*

Steam turbine merupakan komponen dari PLTGU yang mempunyai fungsi untuk menggerakkan generator pada area PLTU. Putaran turbin uap diakibatkan oleh tekanan uap dari hasil pemanasan air pada HRSG.



Gambar 4.7 Turbin Uap

A. Prinsip Dasar *Steam Turbine*

Steam turbine berputar akibat gaya dorong yang diberikan oleh uap hasil pemanasan pada HRSG dengan tekanan tinggi. Uap tekanan tinggi (HP Steam) datang dari HP Superheater dari area HRSG menuju turbin uap tekanan tinggi (HP Steam Turbine), begitu juga untuk uap tekanan rendah (LP Steam) datang dari evaporator pada area HRSG menuju turbin uap tekanan rendah (LP Steam Turbine). Uap mengalir melalui sudu-sudu reaksi turbin sehingga mengakibatkan putaran poros turbin uap. Untuk turbin tekanan tinggi, uap keluaran dari turbin ini dicampur dengan aliran uap menuju turbin tekanan rendah karena masih memiliki energi yang cukup tinggi untuk dimanfaatkan oleh LP turbin.

B. Spesifikasi *Steam Turbine*

- Tipe Turbin Uap : TC2F- 33.5" (Tandem Compound Two Chasing Double Exhaust Type)

- Jumlah Set : Tiga untuk Blok I, II, III
- Kapasitas : 188.91 kW
- Putaran : 3000 rpm
- Arah Putaran : Clockwise
- Tekanan Uap Masuk : HP = 75 kg/cm²; LP = 5.1 kg/cm²
- Temperature Uap Inlet : HP = 505°C ; LP = 175.9°C
- Jumlah Stage Turbin : HP = 20 ; LP = 5x2

4.2.4 Condenser

Peralatan konversi energi yang mengubah fase uap jenuh menjadi air, air hasil kondensasi ini biasa disebut dengan air kondensat. Air kondensat ini yang nantinya akan di sirkulasi menuju kedalam HRSG untuk dipanaskan pada proses selanjutnya menjadi uap yang digunakan untuk memutar turbin.

A. Prinsip Dasar Kondensor

Uap panas dari turbin gas yang masih memiliki temperatur yang tinggi dikondensasi menjadi air untuk di sirkulasi kembali menuju HRSG. Proses perpindahan panasnya terjadi saat kondensasi terjadi antara air laut sebagai media pendingin yang ada pada tube kondensor dan uap dari turbin uao. Perpindahan panas ini mengakibatkan uap yang datang dari turbin uap mengalami penurunan tmeperatur dan berubah fase menjadi air dan air pendingin mengalami kenaikan temperatur tanpa mengalami perubahan fase. Air hasil kondesasi uap ini akan ditampung pada hot well yang nantinya akan dipompakan menuju HRSG untuk proses selanjutnya. Sedangkan air laut sebagai media pendingin yang telah mengalami kenaikan temperatur dibuang menuju laut. Kondensor memiliki bagian-bagian utama, antara lain:

1. *Shell*
2. *Water Box*
3. *Tube Sheet*
4. *Diaphragma Plate*

5. *Cooling Tube*
6. *Tube Support Plate*
7. *Hot Well*
8. *Steam Inlet dan Steam Outlet*

B. Spesifikasi Kondensor

- Tipe : Radial Flow Cooling Surface
- Cooling Surface Area : 14.150 m²
- Cooling Water Flow : 46.070 m³/h
- Inlet Cooling Water Temp : 30°C
- Vacuum : 697 mmHg
- Cooling Water Velocity : 2.1 m/s
- Disolved O₂ Content : <0.01 cm³/lt
- Tube
 - o Diameter : 25 mm
 - o Tebal : 1.25 mm/0.5 mm
 - o Jumlah : 14.636
 - o Panjang : 11.797 mm
 - o Bahan : Aluminium Brass, Titanium

4.2.5 Generator

Generator merupakan bagian pokok dalam pembangkit tenaga listrik karena disinilah energi listrik dihasilkan dengan merubah energi mekanis. Pada PLTGU terdapat 9 generator dengan penggerak turbin gas dan 3 generator dengan penggerak turbin uap. Generator yang digunakan menggunakan generator AC, dengan rotor silindris dan sistem 2 kutub. Generator pada turbin gas didinginkan dengan pendingin udara dan pada generator turbin uap didinginkan dengan media pendingin hidrogen. Generator didesain untuk beroperasi secara kontinyu dan mampu beroperasi pada fluktuasi beban tinggi serta dilengkapi dengan peralatan proteksi untuk melindungi generator terhadap kondisi kerja yang tidak normal.

A. Bagian Utama Generator

Generator memiliki bagian utama yang sangat penting dalam nengoperasiannya, guna mendukung penghasilan energi listrik. Bagian tersebut adalah :

1. Stator Terdiri atas kumparan yang terdiri dari dua lapis dengan hubungan bintang dan bahan yang digunakan tembaga berlapis rangkap dengan luas penampang kecil, dimasukkan kedalam alur dengan posisi ujung kumparan dibalik untuk mengurangi arus Eddy.
2. Rotor Pada rotor terdapat kumparan sebagai pembangkit medan magnet. Rotor terbuat dari baja berkualitas tinggi dengan bentuk silindris.
3. Bearing Rotor disangah oleh dua sleeve bearing dengan pelumasan minyak bertekanan. Bearing terletak pada upper dan lower pedestal dengan pelumasan dan pendinginan didapat dari sistem pelumasan turbin. Bearing pedestal diisolasi terhadap sleeve untuk mencegah aliran arus pada poros serta sebagai isolasi bearing terhadap ground. Kedua bearing dilengkapi dengan hydraulic shaft oil system untuk meredam gesekan yang terjadi pada saat turning gear dioperasikan. Dengan thermocouple dipasang pada piosisi didekat babit metal bearing guna memonitoring temperatur.



Gambar 4.8 Generator

B. Spesifikasi Generator

Spesifikasi generator turbin gas:

- Tipe : TRLI 108/36/SIEMENS
- Output : 153.75 MW
- Tegangan : 10.5 + 5% kV
- Arus : 8454 – SI
- Faktor Daya : 0.8
- Sambungan : YY
- Phase : 3 fase

Spesifikasi generator turbin gas:

- Tipe : SIEMENS 127534 THRI 100/42
- Output : 251.75 MW
- Tegangan : 15.75 + 5% kV
- Arus : 9228 – S1
- Faktor Daya : 0.8
- Sambungan : YY
- Phase : 3 fase

4.2.6 Boiler Feed Pump

Terdapat 2 *Boiler Feed Pump* pada PLTGU, yaitu:

1. *Low Pressure Boiler Feed Pump*: berfungsi untuk memompa air dari deaerator menuju *Low Pressure Drum* melalui *LP Economizer* pada HRSG. Adapun spesifikasi dari *LP Boiler Feed Pump* pada PLTGU PT PJB UP Gresik sebagai berikut.

- Tipe Pompa : CN-80-32
- Jumlah Pompa : 4/blok
- Kapasitas : 129.3 m³/h
- Head : 124.5 m
- Rotation Speed : 2970 rpm
- Eff Pump : 65%
- Power : 62.2 kW

- *Max Temp* : 138°C



Gambar 4.9 Low Pressure Boiler Feed Pump pada PLTGU

2. *High Pressure Boiler Feed Pump*: berfungsi untuk memompa air dari *deaerator* menuju *High Pressure Drum* melalui *HP Economizer* pada *HRSG*. Adapun spesifikasi dari *LP Boiler Feed Pump* pada *PLTGU PT PJB UP Gresik* sebagai berikut.

- *Tipe Pompa* : *Multistage*
- *Jumlah Pompa* : 4/blok
- *Kapasitas* : 207.5 m³/h
- *Head* : 1143 m
- *Rotation Speed* : 2972 rpm
- *Diff Pressure* : 104 bar
- *Power* : 753 kW
- *Max Temp* : 138°C
- *Stage* : 9 *stage*



Gambar 4.10 High Pressure Boiler Feed Pump pada PLTGU

4.2.7 Boiler Circulating Pump

Terdapat 2 jenis BCP pada PLTGU, yaitu:

1. *Low Pressure Boiler Circulating Pump*: berfungsi untuk memompa air yang telah dipanaskan dari LP Drum menuju LP *Evaporator*.



Gambar 4.11 Low Pressure Boiler Circulating Pump PLTGU

2. *High Pressure Boiler Water Circulating Pump*: berfungsi untuk memompa air yang telah dipanaskan dari HP Drum menuju HP *Evaporator*.



Gambar 4.12 High Pressure Boiler Circulating Pump PLTGU

4.2.8 Condensate Extraction Pump

Condensate Extraction Pump berfungsi memompa air dari *condenser* menuju *preheater* yang kemudian akan ditampung di *deaerator*.



Gambar 4.13 Condensate Extraction Pump

4.3 Peralatan Penunjang PLTGU

4.3.1 Fuel System

Fuel system berfungsi sebagai pendistribusian dan pengelolaan bahan bakar. Pada UP Gresik terdapat 2 jenis bahan bakar yaitu gas dan HSD (*high*

speed diesel). Penggunaan bahan bakar gas dan HSD hanya digunakan pada *gas turbine* blok 1 dan 2. Namun, pada *gas turbine* blok 3 hanya menggunakan bahan bakar gas.



Gambar 4.14 Gas Station Area pada PLTGU

4.3.2 Desalination Plant

Siklus desalinasi diawali dengan pengambilan air laut menggunakan *sea water feed pump* (SWFP). Air laut yang dipompa terlebih dahulu disaring menggunakan *bar screen* yang terpasang kemudian dilanjut dengan penyaringan dengan menggunakan *traveling screen*. Air laut yang dipompa oleh *sea water feed pump* (SWFP) akan menuju ke *desalination plant*. Disana terjadi proses perubahan air laut menjadi air tawar dengan cara penyulingan menggunakan uap panas.

Air laut yang dipompa oleh SWFP menuju ke *tube stage*. Sebelum melalui *tube stage*, air laut diinjeksikan *anti scalant* dan *anti foam*. *Anti scalant* berfungsi untuk menghilangkan kerak-kerak yang menempel di *tube* dan *anti foam* sebagai penghilang busa air laut. Penghilangan kerak bertujuan agar kerak tidak menempel pada *tube* yang dapat mengganggu perpindahan panas di *brine heater* serta mengganggu aliran air yang dapat mengakibatkan hasil air desalinasi

berkurang. Lalu, tujuan penghilangan busa agar tidak memengaruhi konduktivitas air yang dihasilkan. Selanjutnya, air laut dialirkan menuju *tube stage* 20 hingga *stage* pertama. Ketika melewati setiap *stage*, air laut dalam *tube* mengalami pemanasan secara bertahap hingga mencapai temperatur mendekati 100°C.

Setelah melalui proses pemanasan pada *tube*, air laut menuju ke *brine heater* untuk dipanaskan dengan uap panas. Uap panas bersumber dari *aux steam steam turbine*. Pada *brine heater*, air laut dipanaskan hingga mencapai temperatur antara 96°C hingga 110°C. Setelah air laut dipanaskan di *brine heater* kemudian masuk ke *stage* no 1 sisi bawah sampai ke *stage* no 20 sisi bawah, disini air laut mengalami proses penguapan, karena ruang didalam *flash evaporator* vakum (alat untuk memvakumkan ruangan tersebut adalah *air ejector*).



Gambar 4.15 Flash Evaporator

Maka uap tersebut akan tertarik keatas dengan cepat dan menyentuh pipa-pipa diatasnya yang dialiri oleh air laut yg temperaturnya lebih dingin sehingga terjadi kondensasi. Air kondensasi tadi ditampung oleh bak yang memanjang dengan perbedaan ketinggian menuju ke *stage* 20 dan ditampung di *chamber air distilate*. Selanjutnya air kondensasi dipompa oleh *distilate pump* menuju ke

raw water tank, untuk menghindari nya *carry over* air laut dibawah sepanjang bak penampung air distilate dipasang demister. Hasil air kondensasi tersebut memiliki nilai konduktivitas $<20 \mu\text{s/cm}$.

Berikut merupakan spesifikasi dari *flash evaporator* yang terdapat pada PT PJB UP Gresik :

- No. of unit : 3
- Merk : Sasakura Engineering Co. Ltd.
- Tipe : *Once through Muti stage Flash Evaporation system*
- Kapasitas : 1000 ton/day per unit
- Output water quality
 - Total Disolved Solids (ppm) : less than 10
 - Total Iron (ppm as Fe) : less than 0.2

Sementara itu air laut setelah mengalami penguapan akan dibuang kembali ke laut dengan menggunakan *brine blowdown pump*, untuk ketinggian (levelnya) diatur oleh *brine blow down control valve*.

4.3.3 Water Treatment Plant

Water treatment plant merupakan salah satu unit penunjang yang ada pada unit pembangkitan Gresik. Fungsi dari adanya *water treatment plant* adalah sebagai pengolahan air *raw water* menjadi air murni. Dimana untuk pemurnian air tersebut menggunakan metode pemfilteran dan pengikatan ion menggunakan resin *kation anion* pada *mixed bed*. Jumlah dari *water treatment plant* yang terdapat pada UP Gresik ada 3 unit. Lalu untuk kualitas hasil air yang dihasilkan ditunjukkan pada Tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Kualitas Air yang Dihasilkan pada WTP

Conductivity	$<1 \mu\text{s/cm}^2$ at 25°C
PH	6 – 8

Cl ⁻	<100 ppb
Capacity	300 m ³ /day/Unit

Proses *water treatment plant* diawali dari *air raw water tank* dipompa oleh *water treatment supply pump* melewati *pre filter* kemudian ke *mix bed*. Di dalam *mix bed* ini terdapat resin *anion* dan *kation*, dimana anion mengikat ion positif yang selanjutnya melewati resin kation, dimana kation mengikat ion negatif. Setelah proses di *mix bed*, selanjutnya hasilnya ditampung di *make-up water tank*, yang kemudian digunakan untuk kebutuhan air di unit pembangkit listrik. Berikut merupakan spesifikasi dari *mix bed* yang ada pada UP Gresik:

- No. *off units* : 3 [2+1]
- Merk : SALCON PTE LTD.
- Tipe : *Mixed Bed Exchangers*
- Kapasitas : 300 m³/ hari *Treated water per unit*

Pada Gambar 4.6 di bawah ini adalah kondisi dari *pre filter* dan *mix bed* yang ada pada UP Gresik.



Gambar 4.16 Pre Filter dan Mix Bed pada WTP UP Gresik

Pada *water treatment plant* terdapat proses regenerasi. Regenerasi *water treatment plant* merupakan suatu proses pemulihan fungsi dari masing-masing resin, yaitu anion dan kation yang telah jenuh setelah digunakan sebagai proses pemurnian air. Untuk regenerasi resin anion menggunakan cairan NaOH, sedangkan untuk regenerasi kation menggunakan bahan kimia HCL.

4.3.4 Chlorination Plant

PLTGU Gresik memiliki 3 unit *chlorination plant* yang digunakan untuk melayani 3 blok PLTGU. Klorinasi merupakan metode pencampuran gas *chlorine* ke dalam air (sistem air pendingin) dengan cara diinjeksikan. Tujuan dari penginjeksian gas *chlorine* adalah untuk memabukkan biota-biota laut agar tidak berkembang biak didalam sistem air pendingin. Untuk sistem operasinya, 2 unit *chlorination plant* beroperasi sedangkan 1 unit pada kondisi *stand by*. Kapasitas dari masing-masing unit *chlorination plant* adalah 112 Kg/Hr. Proses yang terjadi pada *chlorination plant* adalah sebagai berikut:

1. Diawali dari pemompaan air laut oleh *sea water booster pump* yang diambil dari kanal *circulating water pump* dan *sea water feed pump*.



Gambar 4.17 Sea Water Booster Pump

2. Setelah dipompa oleh *sea water booster pump* air terlebih dahulu disaring oleh filter yang nantinya akan masuk ke dalam *modul generating cell*. Didalam *modul generating cell* terdapat 18 modul yang berbahan titanium

yang dicoating dengan campuran titanium dan platinum. Pada *modul generating cell* terjadi proses *chloroplac*. *Chloroplac* adalah suatu metode untuk mendapatkan NaOCL (*Natrium Hypochloride*) dengan cara elektrolisis (air laut direaksikan dengan arus listrik DC).

3. Setelah itu, hasil dari proses elektrolisis tersebut ditampung kedalam *degas tank* yang memiliki volume 56 m³.
4. Selanjutnya fluida dari *degas tank* dialirkan menuju *header* menggunakan *hypochloride pump*.
5. Pada *header* tersebut terdapat *nozzle* yang berfungsi untuk penginjeksian pada air laut sebelum memasuki *bar screen*.

4.3.5 Hydrogen Plant

Gas hidrogen pada sistem pembangkit memiliki fungsi sebagai sitem pendingin pada *steam turbine generato*. Hidrogen digunakan sebagai pendingin pada generator kapasitas menengah (100-700 MW). Adapun beberapa kauntungan dan kerugian dari penggunaan gas hidrogen (H₂) ditunjukkan pada Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2 Keuntungan dan Kerugian Penggunaan Gas Hirogen

Keuntungan	Kerugian
Memiliki densitas rendah	Bersifat eksplosif, dapat meledak bila bercampur dengan udara pada rentang perbandingan antara 4% - 76%.
Koefisien heat transfer hidrogen lebih baik	
Umur mesin bertambah	Memerlukan sistem perapat poros yang khusus.
Minim kebisingan	

Proses *hydrogen plant* diawali dari generator hidrogen yang didalamnya terdapat modul elektrolisis. Fungsi dari generator hidrogen adalah sebagai pemisah antara hidrogen dan oksigen. Setelah melalui proses elektrolisis hidrogen dialirkan oleh kompresor yang ditampung pada 2 H₂ tank. Dimana

tank pertama memiliki volume 75 m^3 dan tank kedua memiliki volume 175 m^3 . Tahap terakhir setelah ditampung pada H_2 tank, hidrogen langsung dialirkan menuju generator pada *steam turbine*.

4.3.6 Deaerator

Deaerator atau pemanas air umpan dengan sistem terbuka (*Open Feed Water Heater*) merupakan peralatan tambahan dari HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*) yang berfungsi untuk membebaskan air pengisi HRSG dari kandungan oksigen maupun gas-gas lainnya. Hal ini disebut degassing atau pereduksian gas dengan tujuan untuk mengurangi efek korosif gas-gas tersebut. Pada Gambar 4.7 di bawah ini merupakan *deaerator* yang ada pada PLTGU UP Gresik.



Gambar 4.18 Deaerator PLTGU UP Gresik

4.3.7 Transformator

Peralatan listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari salah satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain melalui suatu gandengan magnet dan berdasar prinsip elektromagnetik. Pada Gambar 4.8 adalah transformator yang ada pada UP Gresik.



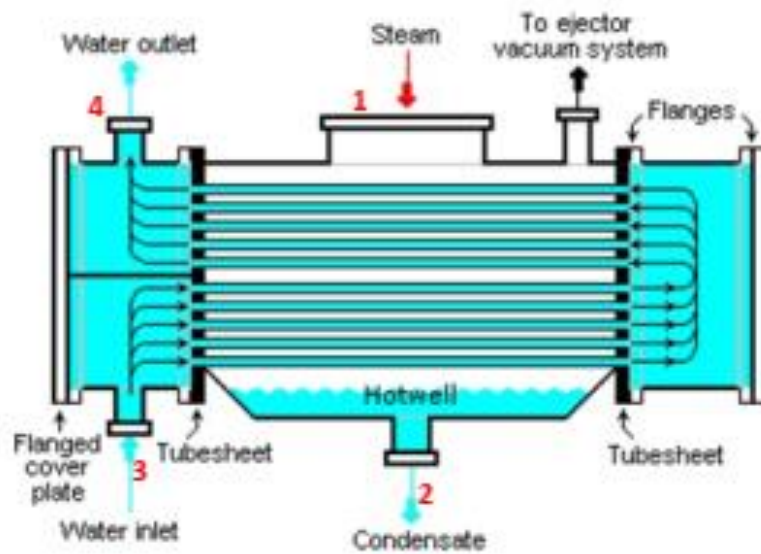
Gambar 4.19 Transformator

4.4 Kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik

4.4.1 Pengertian dan Klasifikasi Kondensor

Kondensor adalah salah satu jenis mesin penukar kalor atau disebut juga *heat exchanger* yang berfungsi untuk mengondensasikan fluida kerja. Kondensor bisa juga dibidang sebagai alat penukar kalor yang berfungsi untuk mengondensasikan uap dari turbin.

Kondensor terdiri atas *tube-tube* yang melintang. Pada *tube-tube* inilah air pendingin dari laut dialirkan. Sedangkan uap mengalir dari atas menuju ke bawah agar mengalami kondensasi atau pengembunan. Sebelum masuk ke kondensor, air laut melewati *strainer* yang berfungsi untuk menyaring kotoran-kotoran atau lumpur yang terbawa air laut. Pada Gambar 4.9 di bawah ini ditunjukkan struktur kondensor.



Gambar 4.20 Struktur Kondensor

4.4.2 Fungsi Kondensor

Kondensor berfungsi untuk mengondensasikan uap dari turbin menjadi air kondensat melalui *tube* pendingin agar dapat disirkulasikan kembali. Akibat kondensasi ini, sisi uap kondensor termasuk *hot well* berada pada posisi vakum. Prinsip kerjanya adalah air laut sebagai media pendingin masuk ke *water box condenser* kemudian didistribusikan ke *tube condenser* untuk menyerap panas yang diterima *tube* dari *extraction steam LP turbine*.

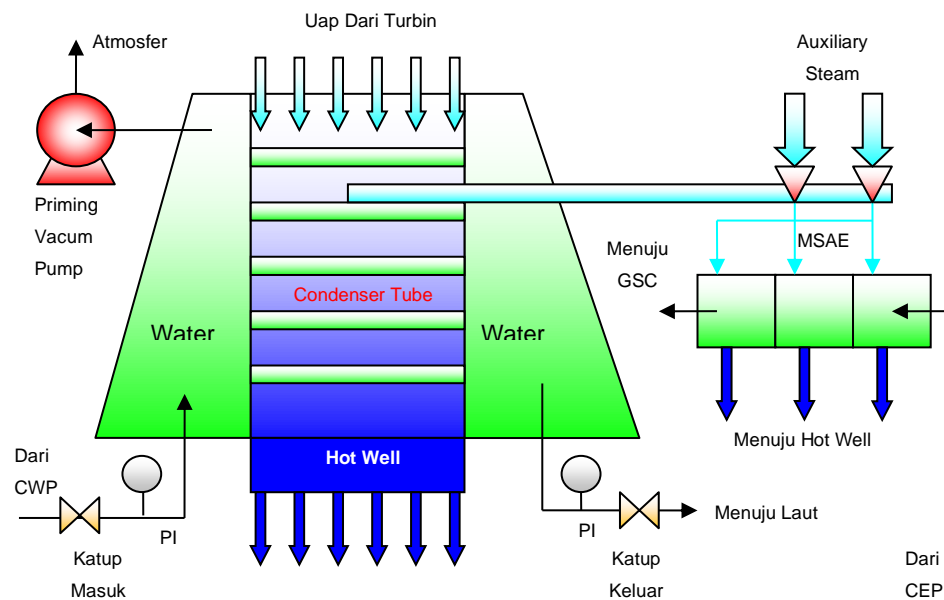
Selain itu, kondensor juga berfungsi untuk menciptakan *back pressure* yang rendah atau vakum pada *exhaust* turbin. Dengan adanya vakum yang rendah, maka bisa meningkatkan efisiensi turbin dan siklus kerja turbin lebih meningkat karena tidak terjadi *back pressure* dan juga menurunkan vibrasi pada *bearing* turbin.

Secara ringkas, fungsi dari kondensor antara lain:

1. Mengubah uap dari turbin menjadi embun.
2. Dengan vakum kondensor yang bagus, maka efisiensi turbin juga bagus.
3. Menampung dan mengontrol air kondensat.
4. Mengeluarkan udara atau gas yang tidak terkondensasi.

4.4.3 Sistem Kerja Kondensor

Prinsip dasar kondensor PLTGU yaitu uap panas dari turbin gas yang masih memiliki temperatur yang tinggi dikondensasi menjadi air untuk di sirkulasi kembali menuju HRSG. Proses perpindahan panasnya terjadi saat kondensasi terjadi antara air laut sebagai media pendingin yang ada pada *tube* kondensor dan uap dari turbin uap. Perpindahan panas ini mengakibatkan uap yang datang dari turbin uap mengalami penurunan temperatur dan berubah fase menjadi air dan air pendingin mengalami kenaikan temperatur tanpa mengalami perubahan fase. Air hasil kondensasi uap ini akan ditampung pada *hot well* yang nantinya akan dipompakan menuju HRSG untuk proses selanjutnya. Sedangkan air laut sebagai media pendingin yang telah mengalami kenaikan temperatur dibuang menuju laut. Pada Gambar 4.10 ditunjukkan skema sistem kerja kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik.



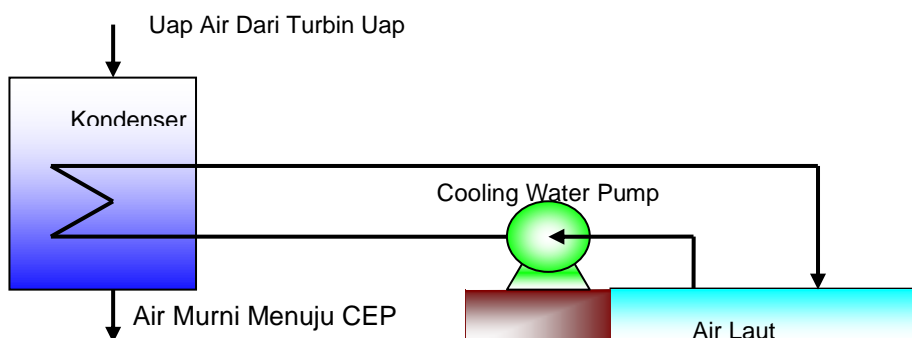
Gambar 4.21 Skema Sistem Kerja Kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik

Kondensor merupakan salah satu jenis *heat exchanger* (alat penukar panas), yang berupa *indirect contact heat exchanger*, yaitu alat penukar panas yang fluida panas dan fluida dinginnya tidak bercampur secara langsung. Terdiri dari 2 komponen utama yaitu *shell* dan *tube*. Fluida panas berupa uap air yang berasal dari uap dari turbin tingkat akhir. Uap inilah yang akan

didinginkan oleh kondensor hingga fasanya berubah menjadi air dan dapat disirkulasikan lagi ke dalam sistem pembangkit tenaga uap. Fluida pendingin kondensor diambilkan dari air laut.

Untuk itulah maka kondensor tidak didesain dalam bentuk *direct contact heat exchanger*, karena siklus uap menghendaki bahwa air yang masuk ke dalam sistem berupa air murni hasil kondensasi uap sedangkan fluida pendingin kondenser merupakan air laut yang memiliki tingkat konduktifitas yang sangat tinggi, bila keduanya bercampur maka akan terjadi korosi yang sangat tinggi dalam line air-uap pada sistem pembangkit tenaga uap. Air murni hasil kondensasi ditampung di dalam hot well (merupakan reservoir yang terletak di bagian terbawah kondenser) kemudian dihisap oleh *Condensate Extraction Pump* (CEP) untuk disirkulasikan lagi ke dalam sistem.

Air laut di pompakan ke dalam kondenser oleh pompa yang disebut dengan *Cooling Water Pump* (CWP). Air laut dimasukkan ke dalam kondenser melalui tube-tube yang jumlahnya ribuan. Setelah masuk ke dalam kondenser, air laut dialirkan lagi menuju laut. Sebagian air laut yang dipompa oleh CWP ada yang dicabangkan untuk dimanfaatkan sebagai air pendingin untuk mendinginkan air pendingin sistem. Pada Gambar 4.11 ditunjukkan skema sistem air pendingin kondensor.



Gambar 4.22 Skema Sistem Air Pendingin Kondensor

4.4.4 Komponen Utama Kondensor

Kondensor memiliki bagian-bagian utama, antara lain *Shell*, *Water Box*, *Tube Sheet*, *Diaphragma Plate*, *Cooling Tube*, *Tube Support Plate*, *Hot Well*, serta *Steam Inlet* dan *Steam Outlet*.

1) *Shell*

Shell merupakan tubuh kondensor yang terluar dan berisi tabung penukar panas (*tube*). Uap dari turbin akan memasuki ruang pada bagian dalam *shell* ini dan di luar *tube*. Uap yang terkondensasi di dalam *shell* akan ditampung pada bagian bawah *shell* atau sering disebut dengan *hot well*.

2) *Water Box*

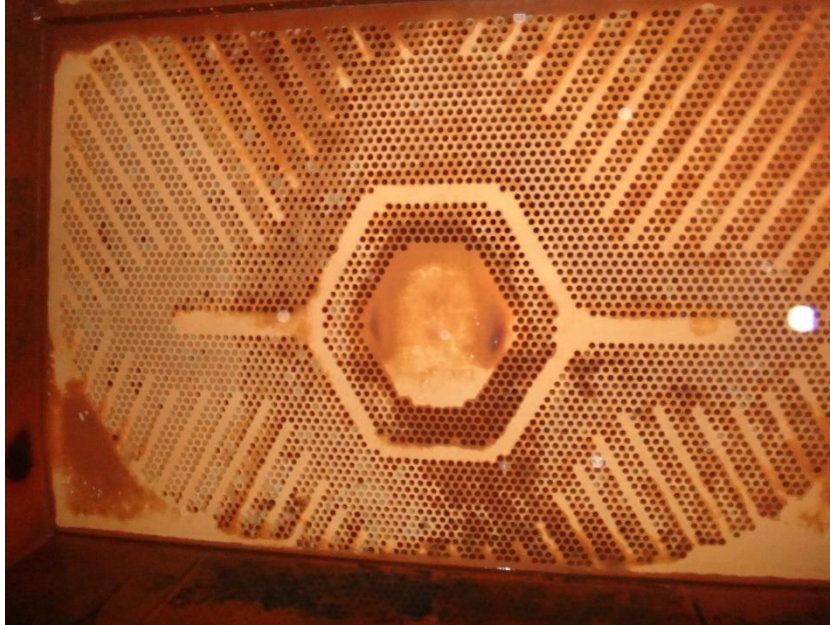
Water Box atau kotak air adalah wadah yang digunakan untuk menampung air laut yang akan diteruskan ke pipa - pipa *condenser*. Agar kerja dari *condenser* ini efektif maka air di dalam kotak air harus terpenuhi, atau pipa-pipa air *condenser* tercelup. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi *over heat* pada pipa - pipa air. Pada Gambar 4.12 ditunjukkan foto *water box* kondensor.



Gambar 4.23 *Water Box* Kondensor

3) *Tube Sheet*

Digunakan sebagai pelapisan *tube* untuk melindungi *tube* dari kerusakan yang diakibatkan oleh gesekan *exhaust steam*. Pada Gambar 4.13 di bawah ini ditunjukkan *tube sheet*.



Gambar 4.24 Tube Sheet

4) *Diaphragm Plate*

Diaphragm plate atau *connection section* merujuk pada bagian *exhaust* turbin untuk memberikan perlawanan terhadap vakum kondensor. Bagian dalam diperkuat dengan penguat pipa yang dihubungkan ke turbin dan *upper part* dari *diaphragm plate* diberi *expansion joint* antara turbin dan kondensor.

5) *Tube*

Tube kondensor merupakan bagian paling penting untuk proses penyerapan panas pada uap, sehingga uap terkondensasi oleh air pendingin. Bahan dari *tube* kondensor menggunakan Aluminium Brass pada area kondensasi yang dilapisi oleh Ferrous pada saat operasi dan Titanium pada area pendinginan. Pada Gambar 4.13 ditunjukkan *tube* kondensor.



Gambar 4.25 Tube Kondensor

6) *Tube Support Plate*

Terdiri dari lembaran *support plate* dipasang di antara *tube plate*. Tujuan dipasangnya *support plate* adalah untuk mendukung kerja *tube* dan untuk mencegah terjadinya resonansi yang disebabkan oleh kontak langsung antara *tube* atau putaran turbin. *Support plate* disesiakan dalam jumlah yang sesuai dengan dimensi antara *tube plate*. *Support plate* juga menjadi tujuan penguat terhadap tekanan eksternal *condenser coil*.

7) *Hot Well*

Hot well atau ruang kondensat berada pada sisi *shell*. *Hot well* menampung semua air kondensat dan dilengkapi dengan gelas penduga dan *man hole*.

8) *Steam Inlet dan Steam Outlet*

Steam inlet merupakan jalan masuknya uap, sedangkan *steam outlet* merupakan jalan keluarnya uap.

4.4.5 Peralatan Pendukung Kondensor

Peralatan-peralatan pendukung yang terkait kerja kondensor dan mendukung perawatan kondensor meliputi:

1) *Circulating Water Pump*

Circulating water pump merupakan pompa sirkulasi yang digunakan untuk mengalirkan air laut ke dalam *tube* kondensor. Sistem alirannya adalah air laut diambil langsung dari laut yang telah disaring melalui *bar screen* dan *travelling screen* pada *water intake system* kemudian disalurkan ke *tube* kondensor melewati *water box*.

Di dalam *tube* kondensor, air laut mengalami kenaikan temperatur karena menerima panas dari uap turbin dan dikembalikan lagi ke laut dengan menggunakan *circulating water pump*.

Pada Gambar 4.14 dan Gambar 4.15 ditunjukkan *circulating water pump* pada *water intake system* PT. PJB UP Gresik.



Gambar 4.26 *Circulating Water Pump*

Spesifikasi dari *circulating water pump* ditunjukkan pada Tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.3 Spesifikasi *Circulating Water Pump*

Tipe	BSn 1320 <i>single stage</i>
Fluida	Air laut
Kapasitas	27.000 m ³ /h
<i>Head Discharge</i>	8,5 m
<i>Pump Loss</i>	0,3 m
<i>Total Head</i>	8,8 m
Putaran	295 rpm
Efisiensi	90%
NPSH _A	12 m
NPSH _R	6,3 m
Daya pompa	736 kW
<i>Transmission Losses</i>	1 kW
Daya pada Kopling Pompa	737 kW
<i>Motor Rating</i>	960 kW

2) *Condensate Extraction Pump*

Condensate extraction pump merupakan pompa penghisap air murni hasil kondensasi ditampung di dalam hot well untuk disirkulasikan lagi ke dalam sistem. Pada Gambar 4.16 ditunjukkan foto *condensate extraction pump* ketika sedang dilakukan *overhaul*.



Gambar 4.27 *Condensate Extraction Pump*

3) *Chlorin Pump*

Chlorin pump merupakan pompa yang berfungsi untuk menginjeksikan zat kimia klorin agar biota laut pingsan dan tidak berkembang biak di *tube* kondensor sehingga menyebabkan *tube* tersumbat. pada Gambar 4. ... ditunjukkan foto *chlorin pump* yang sedang dilakukan *maintenance*.



Gambar 4.28 Chlorin Pump

4) *Ferrous Pump*

Ferrous pump merupakan pompa yang berfungsi untuk menginjeksikan *ferrous* ke *tube* kondensor sebagai pelapis agar terhindar dari korosi akibat air laut. Pada Gambar 4.18 ditunjukkan 3 buah *ferrous* pump dan pada Gambar 4.19 merupakan gudang penyimpanan *ferrous*.



Gambar 4.29 *Ferrous Pump*



Gambar 4.30 Gudang Penyimpanan *Ferrous*

Ferrous pump berjenis *dosing pump*, dimana fluidanya tidak langsung diinjeksikan semuanya, melainkan sesuai dengan dosis yang dibutuhkan. Pada Gambar 4.20 ditunjukkan kadar *ferrous* yang sedang diinjeksikan.



Gambar 4.31 Kadar *Ferrous* yang Sedang Diinjeksikan

5) *Priming Vacuum Pump*

Priming vacuum pump merupakan pompa yang berfungsi untuk membantu kondensor untuk mencapai kevakuman yang dibutuhkan. Pada Gambar 4.21 dan Gambar 4.22 merupakan foto dari *priming vacuum pump*.



Gambar 4.32 *Priming Vacuum Pump*



Gambar 4.33 Priming Vacuum Pump

Spesifikasi dari *priming vacuum pump* ditunjukkan pada Tabel 4.4 di bawah

Tabel 4.4 Spesifikasi Priming Vacuum Pump

Putaran	1450 rpm
Tekanan <i>Suction</i>	400 mbar
Temperatur yang harus dipenuhi fluida pada <i>inlet suction</i>	18°C
Temperatur <i>make up water</i> yang tersedia	13°C
Perbedaan Temperatur	5°C

Kapasitas	2,1 m ³ /h
-----------	-----------------------

4.4.6 Spesifikasi Kondensor pada PLTGU PT. PJB UP Gresik

Pada Tabel 4.5 ditunjukkan spesifikasi kondensor yang digunakan pada PLTGU PT. PJB UP Gresik.

Tabel 4.5 Spesifikasi Kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik

Tipe	<i>Radial Flow Cooling Surface</i>
Kemampuan	$1,35423 \times 10^8$
Pengembunan	268,510 kg/h
<i>Cooling surface area</i>	14.150 m ³
Vakum	697 mmHg
Kandungan Panas dalam Uap	550,2 kcal/kg
Luas Permukaan Kondensor	6,080 m ²
Tekanan Absolut	65 mm Hg
Faktor Kebersihan	85 %
Koefisien Pemindahan Panas Keseluruhan	2,951 kcal/m ² j°C
Kandungan Oksigen dalam Air Kondensat	< 0,01 cm ³ /liter
Kapasitas <i>Hot Well</i>	30 m ³

Pada Tabel 4.6 di bawah ini ditunjukkan spesifikasi *cooling water* pada kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik.

Tabel 4.6 Spesifikasi *Cooling Water* pada Kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik

Media Pendingin	Air Laut
Jumlah	244 m ³
Temperatur Inlet	30°C
Kecepatan pada <i>Tube</i>	2.096 m/s
Jumlah Laluan Air	2 <i>Full Reverse Flow</i>

<i>Flow</i>	46.070 m ³ /h
Kenaikan Temperatur	9,25°C
<i>Pressure Drop Through</i>	4,3 m Aq

Pada Tabel 4.7 di bawah ini ditunjukkan spesifikasi *condenser tube* pada kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik.

Tabel 4.7 Spesifikasi *Tube* Kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik

Diameter Luar	25 mm
Ketebalan	1,25 mm / 0,5 mm
<i>Number</i>	14.636/636
Jumlah	15.136
Panjang Efektif	11,797 mm

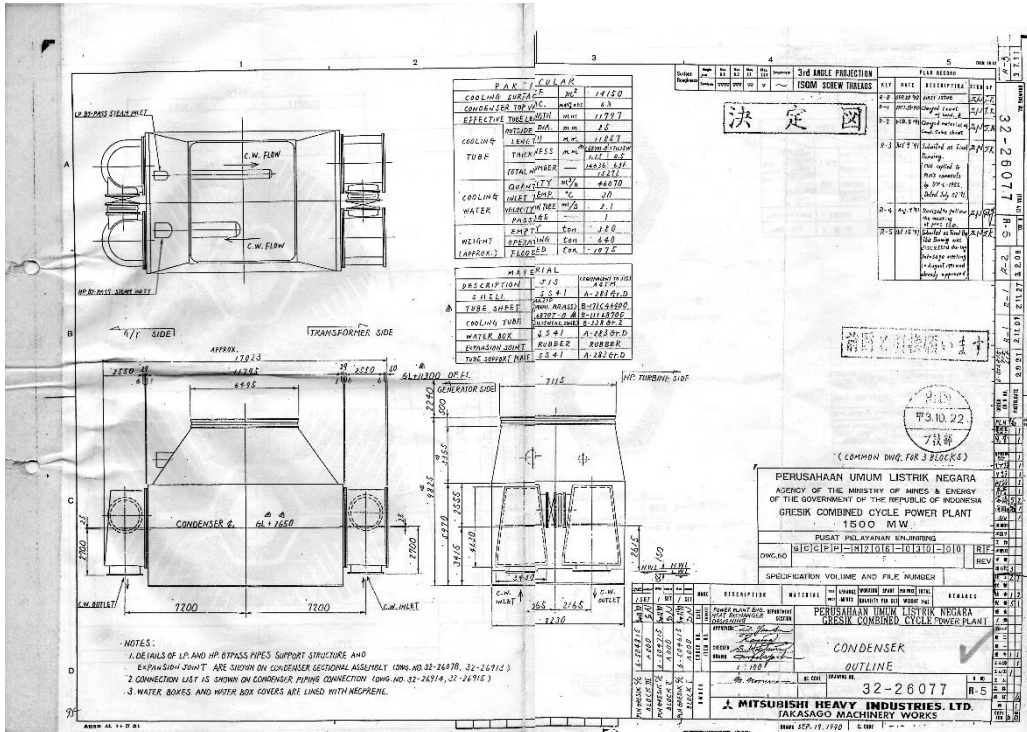
Pada Tabel 4.8 di bawah ini ditunjukkan data material komponen kondensor pada kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik.

Tabel 4.8 Data Material Komponen Kondensor pada Kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik

Komponen	Ketebalan (mm)	Bahan
<i>Shell Plate & Hot Plate</i>	16,19	<i>Rolled Steel Plate</i>
<i>Water Box</i>	28	<i>Rolled Steel Plate</i> JIS G 3101SS41
<i>Cover Water Box</i>	28	<i>Rolled Steel Plate</i> JIS G 3101SS41
<i>Tube Plate</i>	16	Naval Brase JIS H 3203 NBS P1
<i>Plate Penyangga</i>	16	<i>Rolled Steel Plate</i> JIS G 3101SS41
<i>Cooling Water Pipe</i>	25 OD × 1,25	Area Kondensasi Aluminium Brass JIS H 3632 BS TF 2-0

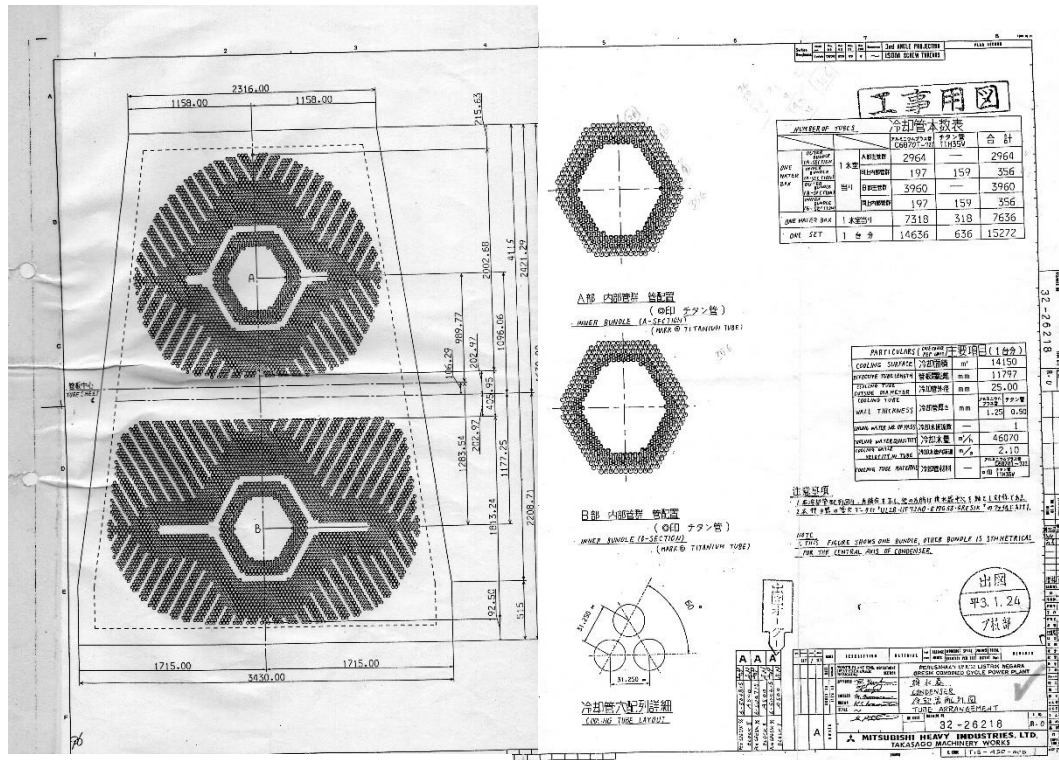
		Air Cooling Zone Titanium JIS H 4631 TTH 35 W
Exhaust Neck		JIS 4304 SUS 304
Expansion Joint		Rubber JIS 4304 SUS 304
Baut Water Box		JIS 4107 SMB7
Mur Water Box		JIS 4051 S45C
Tube		Aluminium Brass Titanium JIS H 3300C680T

Pada Gambar 2.3 di bawah ini ditunjukkan *drawing outline* kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik.



Gambar 4.34 Drawing Outline Kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik

Pada Gambar 4.24 di bawah ini ditunjukkan *drawing tube arrangement* kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik.



Gambar 4.35 Drawing Tube Arrangement Kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik

4.5 Maintenance Kondensor pada PLTGU PT. PJB UP Gresik

Menurut (Benjamin S. Blanchard, Dinesh Verma dan Elmer L. Peterson: 1994,1) perawatan atau *maintenance* merupakan serangkaian kebijakan yang diperlukan untuk mempertahankan atau mengembalikan suatu barang dalam keadaan operasional yang efektif. Pengertian ini dapat disimpulkan perawatan pada mesin ialah suatu tindakan semua aktivitas yang dilakukan untuk menjaga kondisi performa mesin sehingga komponen atau mesin dapat bekerja dengan optimal. Perawatan juga mencakup semua tindakan yang diperlukan untuk mampu mempertahankan dan menjaga kualitas produk agar tidak terjadinya kerusakan atau gangguan pada mesin sehingga memproduksi produk bisa mencapai target yang sesuai diinginkan oleh perusahaan.

Secara lebih lengkap, Abed Schock (2010) menjelaskan tujuan pemeliharaan, sebagai berikut:

1. Memaksimalkan produksi

Dengan minimnya gangguan peralatan, kesempatan berproduksi akan semakin banyak.

2. Menurunkan *breakdown*

Breakdown yang dimaksud adalah suatu sistem peralatan berhenti total dan tidak dapat beroperasi sama sekali. Langkah pemulihan memerlukan penanganan yang serius.

3. Meminimalkan penggunaan energi

Dengan pemeliharaan yang optimal, peralatan akan beroperasi efisien sehingga penggunaan energi dapat ditekan.

4. Mengurangi downtime

Yaitu berhentinya peralatan yang menyebabkan berhentinya proses produksi. Biasanya durasi *down time* relatif lebih singkat dan dapat mudah dipulihkan.

5. Mengoptimalkan umur peralatan

Dengan terjaminnya kualitas pemeliharaan, umur peralatan akan lebih panjang seperti telah dijelaskan sebelumnya.

6. Meningkatkan efisiensi peralatan

Pemeliharaan juga membuat peralatan lebih efisien dalam mengkonsumsi energi.

7. Memberikan manfaat pengendalian anggaran

Pemeliharaan yang lebih terencana membuat manajemen lebih mudah membuat anggaran perusahaan. Di sisi lain, pengalokasian anggaran secara mendadak untuk keperluan *emergency* bisa ditekan.

8. Meningkatkan pengendalian persediaan (*inventory control*)

Pemeliharaan yang baik juga mendukung pembuatan perencanaan material, dimana pengadaan dan pemakaian material bisa terencana secara baik.

9. Mengoptimalkan utilisasi *resources*

Penggunaan *resources* (tenaga kerja) saat ini semakin mahal dan berharga. Pemeliharaan yang baik akan menyebabkan *resources* terutilisasi maksimal.

10. Implementasi penurunan biaya

Muara dari semua tujuan pemeliharaan adalah penurunan biaya. Hal ini sinergi dengan tujuan perusahaan yang harusnya berwawasan bisnis.

Dalam fungsinya untuk mengondensasikan uap hasil embuangan ekstraksi turbin menjadi air, kondensor merupakan salah satu peralatan dalam pembangkit yang memiliki peranan penting serta sangat rentan terhadap gangguan-gangguan yang dapat menghambat kinerjanya. *Maintenance* pada kondensor, terbagi atas *preventive maintenance*, *predictive maintenance*, *corrective maintenance*, dan *overhaul*.

Permasalahan yang seringkali memengaruhi performa kondensor antara lain:

1) Kebocoran *tube* kondensor

Kebocoran *tube* bisa terjadi karena lapisan *ferrous* menipis.

2) Kevakuman kondensor menurun

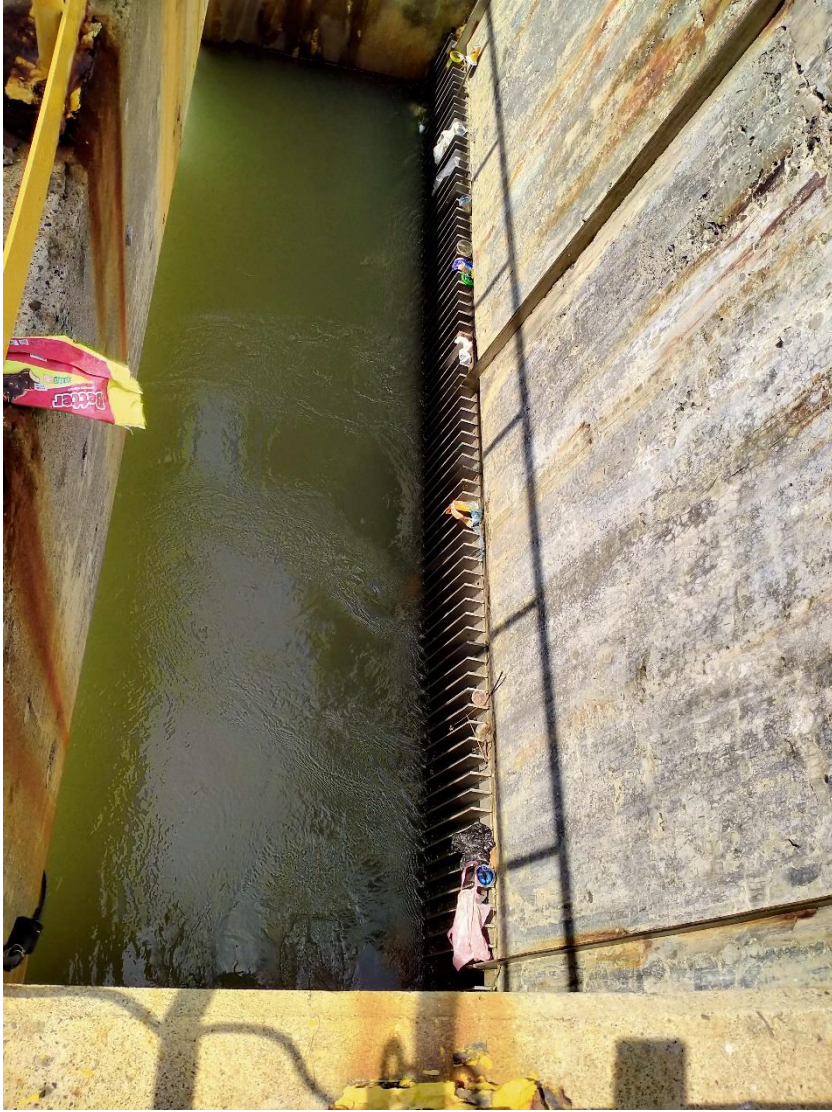
Kevakuman kondensor menurun terjadi karena adanya kebocoran pada *tube*.

3) Biota laut ikut terbawa air pendingin (air laut).

Penyebab masuknya biota laut adalah karena adanya *trouble* pada proses *chlorination plant*.

4) Sampah ikut terbawa air pendingin (air laut).

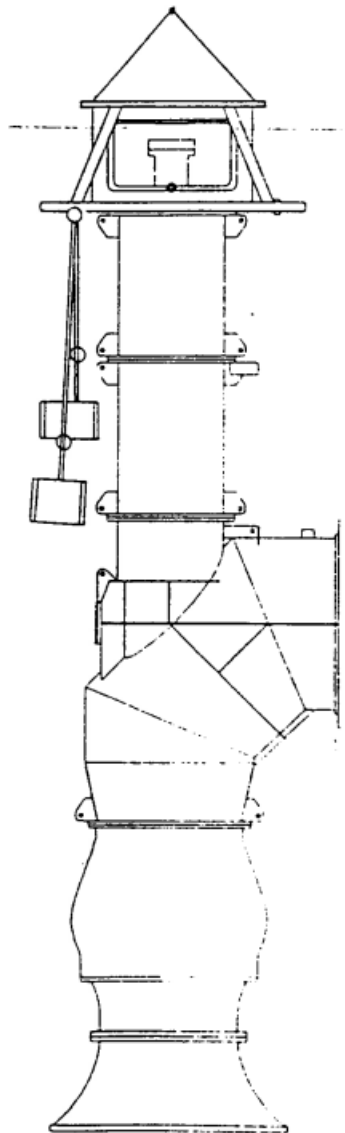
Penyebab masuknya sampah adalah karena adanya *trouble* pada *water intake system* tepatnya pada *bar screen* dan *travelling screen*. Pada Gambar 4.25 ditunjukkan *bar screen* dan pada Gambar 4.26 ditunjukkan *travelling screen*.



Gambar 4.36 Bar Screen



Gambar 4.37 *Travelling Screen*



Gambar 4.38 *Circulating Water Pump*

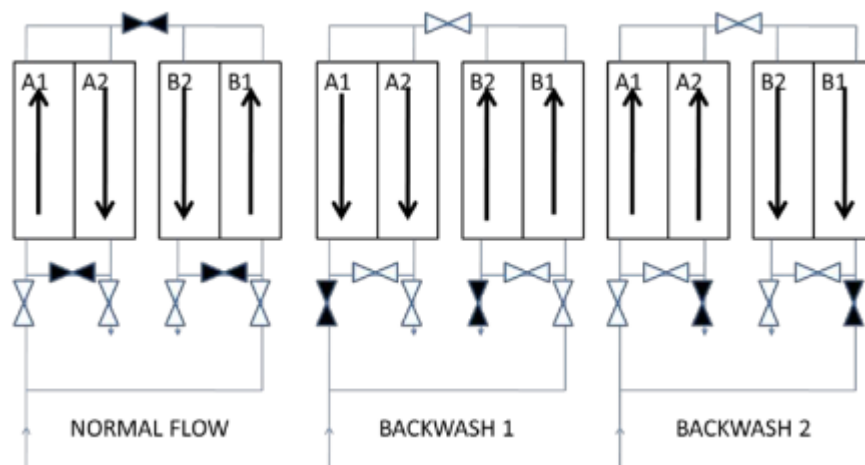
- 5) *Strainer* kondensor tidak optimal
- 6) Terjadi pengelupasan pada dinding kondensor
- 7) Adanya gas-gas yang tidak dapat terkondensasi

4.5.1 *Backwash Condenser*

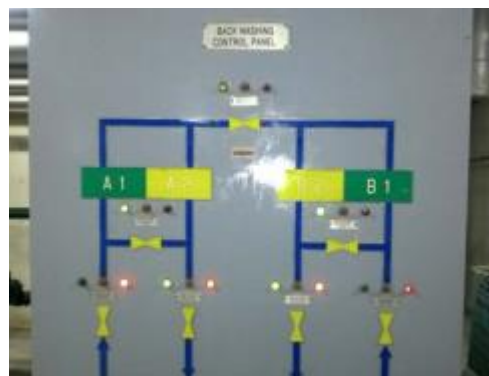
Backwash condenser merupakan salah satu usaha untuk menjaga performa kondensor dengan cara membalik arah aliran kondensor. Fungsinya yaitu untuk membersihkan kondensor dari kotoran dan sampah yang menyumbat dan

mengganggu (*plugging*) proses aliran *cooling water*. Dampak dari *plugging tube* adalah menyebabkan aliran *sea water* terhalang dan jumlah *flow rate sea water* yang masuk ke *tube* kondensor akan berkurang. Sehingga *inlet pressure* tinggi dan *outlet pressure* rendah.

Backwash condenser dilakukan dengan cara membalik arah alirannya atau *flushing* kotoran yang mengganggu aliran air laut ke kondensor khususnya yang berada di *inlet tube condenser*. Kondensor didesain dengan dua sisi yang arah alirannya berlawanan. *Backwash condenser* dilakukan untuk mengatasi permasalahan sampah ikut terbawa air laut atau air pendingin. Pada Gambar 4.27 ditunjukkan *flow diagram backwash condenser* dan pada Gambar 4.28 ditunjukkan *panel control backwash condenser*.



Gambar 4.39 Flow Diagram Backwash Condenser

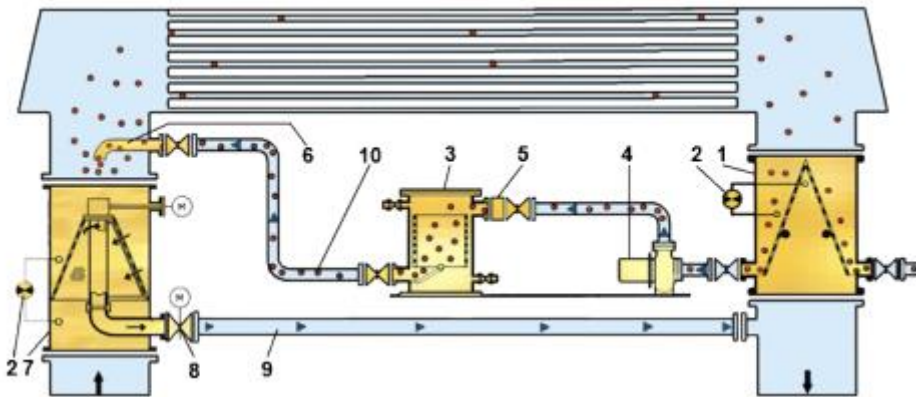


Gambar 4.40 Panel Control Backwash Condenser

4.5.2 *Cleaning Tube (Ball Cleaning) Kondensor*

Cleaning tube kondensor untuk membersihkan endapan pada permukaan *tube* kondensor. *Cleaning tube* kondensor dapat dilakukan secara *online* yaitu ketika unit turbin uap dalam keadaan sedang beroperasi dan *offline* yaitu ketika turbin uap dalam keadaan *stand by*. *Cleaning tube* secara *online* dapat dilaksanakan dengan metode *ball cleaning condenser* menggunakan *tapproge ball*, yaitu bola-bola karet berdiameter 26 mm.

Metode *ball cleaning* berfungsi untuk membersihkan permukaan *tube* kondensor. Sirkulasi *ball cleaning* yaitu dengan memasukkan bola-bola ke dalam *line inlet* kondensor, sehingga diharapkan bola-bola tersebut dapat mendorong kotoran yang tersumbat di dalam *tube*. *Ball cleaning* dilakukan sekali dalam seminggu. Karena dilaksanakan secara rutin, maka *cleaning tube* dengan metode *ball cleaning* ini termasuk ke dalam *preventive maintenance*. Pada Gambar 4.29 ditunjukkan instalasi *ball cleaning* pada kondensor.



Gambar 4.41 Instalasi *Ball Cleaning*

4.5.3 Pengecekan Kebocoran Udara pada Kondensor saat *Overhaul*

Pengecekan kebocoran udara atau *air leakage test* saat *maintenance* terjadwal atau *overhaul* bisa dilakukan beberapa cara, di antaranya yaitu pengujian menggunakan gas helium dan *Eddy Current Test*.

1. Menggunakan Gas Helium

Pengecekan kebocoran udara pada kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik tidak lagi menggunakan gas helium sebagai metode pengecekan kebocoran

udara pada kondensor, dikarenakan memerlukan waktu yang lama. Sedangkan proses *maintenance* dituntut untuk cepat.

2. Menggunakan Metode *Eddy Current Test*

Eddy Current Test merupakan salah satu pengujian tidak merusak untuk dapat mendeteksi cacat di permukaan dan bawah permukaan pada material. *Eddy Current Test* menggunakan prinsip induksi elektromagnetik. Medan listrik dipancarkan dari arus bolak balik, ketika terdapat cacat pada material maka medan listrik akan berubah dan akan terbaca pada alat pengukur impedansi. Salah satu komponen penting dalam *Eddy Current Test* adalah *probe*. *Probe* berfungsi sebagai sensor untuk menerima sinyal jika terdapat cacat. *Probe* ini akan dialiri arus listrik AC dan membangkitkan medan magnet yang digunakan untuk menginduksi benda kerja konduktor. *Eddy Current Test* merupakan teknik yang pengoperasiannya mudah, memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap kebocoran *tube* kondensor dan kecepatan pengujian yang tinggi. Karena kecepatan pengujian yang tinggi, maka pengecekan kebocoran udara pada kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik menggunakan metode ini. *Eddy Current Test* ini termasuk ke dalam *maintenance* terjadwal pada saat *overhaul*.

4.5.4 Pengecekan Kebocoran Udara pada *Tube* Kondensor Menggunakan Koran

Pengecekan kebocoran udara pada *tube* kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik dilakukan dengan menggunakan kertas koran. Metode ini dilaksanakan pada kondensor secara bergantian, yaitu dengan mematikan salah satu kondensor A atau B, ketika ada indikasi kebocoran pada *tube* kondensor pada saat kondensor tersebut beroperasi.

Cara pengecekan kebocoran udara pada *tube* kondensor ini adalah dengan cara mengosongkan *water box*, kemudian menempelkan koran pada seluruh permukaan *tube inlet* dan *outlet*. Jika ada kebocoran pada *tube* kondensor, maka kertas koran akan berlubang

Instruktur kerja pengecekan kebocoran *tube* kondensor menggunakan koran antara lain:

- 1) Menggunakan alat pelindung diri, yang meliputi:
 - *Safety shoes*
 - *Safety helmet*
 - *Safety gloves*
 - Masker
- 2) Menyiapkan *tool*, yang meliputi:
 - Palu besi dengan massa 5 kg dan 10 kg masing masing 2 buah
 - Kunci pukul 30, 32, 55 masing-masing 2 buah
 - 4 buah kapi
 - 2 buah kabel roll
 - 2 buah lampu penerangan 24 VDC
 - 2 buah senter
 - 10 buah papan kayu
 - 2 buah terpal
 - 2 buah ember
 - 1 buah sleng
 - 1 buah sleng gelang
 - 1 buah *chain block* 5, 10 T
 - 2 buah begel
 - 2 buah pipa andang
 - 1 buah linggis
 - 1 buah *overhead crane* 35 T
 - Majun secukupnya
 - 1 buah isolasi kertas
 - 1 lembar kertas gosok
 - Kertas koran secukupnya
 - 1 buah *marker*
 - 2 buah RTV
 - 1 buah lem karet
 - 1 lembar lembaran karet 5 mm
 - *Plug* yang memiliki mur dan baut secukupnya

- 3) Berkoordinasi dengan operator
- 4) Memastikan kondensor sudah diisolasi
- 5) Mengisolasi *system*
- 6) Memastikan *water box* dalam kondisi kosong atau sudah *out service*, kemudian memeriksa *pressure* dan level indikator pada kondisi operasi atau mengisi *hot well* dengan *make up water* pada kondisi *shut down/overhaul*
- 7) Membuka *man hole*
- 8) Membersihkan *water box*
- 9) Membuka *cover water box* kondensor dan pipa vakum
- 10) Memasang papan kayu pada sisi *inlet* dan *outlet* pada *water box* kondensor sebagai pengaman
- 11) Membasahi permukaan *tube* dengan air
- 12) Memasang lembaran kertas koran sampai menutupi seluruh permukaan *tube inlet* dan *outlet*



Gambar 4.42 Permukaan *Tube Inlet* dan *Outlet*

- 13) Jika terjadi kebocoran pada *tube*, maka akan ada perbedaan *pressure* antara *hot well* dan *water box* yang menyebabkan kertas koran berlubang pada sisi *inlet* dan *outlet*



Gambar 4.43 Permukaan *Tube Inlet* dan *Outlet* yang Sudah Ditutup Lembaran Koran dan Ada Lubang Karena Adanya Kebocoran

14) Segera *plug* sisi *inlet* dan *outlet* pada *tube* yang mengalami kebocoran



Gambar 4.44 *Tube* Bocor yang Sudah Di-*plug*

- 15) *In service water box* kondensor
- 16) Memasang *cover water box* kondensor
- 17) Menutup kembali semua *man hole*
- 18) Mencatat jumlah *tube* yang sudah di-*plug* untuk data peralatan
- 19) Membersihkan area kerja
- 20) Melaporkan hasil pekerjaan kepada bagian produksi

Metode pengecekan kebocoran menggunakan metode kertas koran yang ditempelkan pada *tube* adalah metode pengecekan kebocoran yang paling efektif ketika kondensor beroperasi, waktu terbatas, dan SDM terbatas pada PLTGU PT. PJB UP Gresik.

4.5.5 Tube Replacement

Tube replacement atau *re-tubing* merupakan penggantian *tube* kondensor Ketika minimal 10% dari jumlah keseluruhan *tube* kondensor mengalami kerusakan seperti bocor atau lapisan *ferrous* sudah menipis. *Re-tubing* dilaksanakan Ketika *overhaul* dan diagendakan dari *overhaul* agenda sebelumnya atau 2 tahun sebelum dilakukannya *re-tubing*. Jadi tidak bisa dilakukan *re-tubing* secara mendadak ketika ditemukan adanya kerusakan pada *tube* kondensor. Pada Gambar 4.32 ditunjukkan proses *re-tubing* pada saat *overhaul*.



Gambar 4.45 Proses Re-Tubing Pada Saat Overhaul

Pada Gambar 4.34 ditunjukkan *tube* kondensor yang sudah mengalami kerusakan.



Gambar 4.46 Tube Kondensor yang Sudah Mengalami Kerusakan

Instruktur kerja *re-tubing* antara lain:

- 1) Menggunakan alat pelindung diri, yang meliputi:
 - *Safety shoes*
 - *Safety helmet*
 - *Safety gloves*
 - Masker
- 2) Menyiapkan *tool*, yang meliputi:
 - Palu besi dengan massa 5 kg dan 10 kg masing masing 2 buah
 - Kunci pukul 30, 32, 55 masing-masing 2 buah
 - 4 buah kapi

- 2 buah kabel roll
 - 2 buah lampu penerangan 24 VDC
 - 2 buah senter
 - 10 buah papan kayu
 - 1 buah *water jet pump*
 - 2 buah terpal
 - 2 buah ember
 - 1 buah sleng
 - 1 buah sleng gelang
 - 1 buah *chain block* 5, 10 T
 - 2 buah begel
 - 2 buah pipa andang
 - 1 buah linggis
 - 1 buah *overhead crane* 35 T
 - Majun secukupnya
 - 1 buah isolasi kertas
 - 1 lembar kertas gosok
 - Kertas koran secukupnya
 - 1 buah *marker*
 - 2 buah RTV
 - 1 buah lem karet
 - 1 lembar lembaran karet 5 mm
 - *Plug* yang memiliki mur dan baut secukupnya
- 3) Berkoordinasi dengan operator
 - 4) Memastikan kondensor sudah diisolasi
 - 5) Mengisolasi *system*
 - 6) Memastikan *water box* dalam kondisi kosong atau sudah *out service*, kemudian memeriksa *pressure* dan level indicator
 - 7) Membuka *man hole*
 - 8) Membersihkan *water box*
 - 9) Membuka *cover water box* kondensor dan pipa vakum

- 10) Memasang andang untuk persiapan *re-tubing*
- 11) Melepas *tube* yang di *re-tubing* (bentuk ujung *tube* tiga/empat sisi)
- 12) Mendorong *tube* ke dalam
- 13) *Grinding hole*
- 14) Mendorong balik untuk melepas *tube*
- 15) Memasang *tube* baru
- 16) Kedua sisi *hole* dibersihkan
- 17) Memasukkan *tube* baru
- 18) Memotong *tube*



Gambar 4.47 Pengerjaan *Re-tubing*

- 19) *In service water box* kondensor
- 20) Memasang *cover water box* kondensor
- 21) Menutup kembali semua *man hole*
- 22) Membersihkan area kerja
- 23) Melaporkan hasil pekerjaan kepada bagian produksi

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

PLTGU PT PJB Unit Pembangkitan Gresik menggunakan sistem *combine cycle*, untuk memperoleh efisiensi thermal yang tinggi dengan kapasitas 1578,78 MW.

Proses produksi dari PLTGU diawali dari pengambilan udara bebas oleh kompresor yang kemudian dibakar dengan bahan bakar gas alam pada *combustion chamber*. Kemudian dari pembakaran tersebut menghasilkan udara bertekanan tinggi yang difungsikan untuk memutar sudu turbin gas. Udara panas yang telah melewati sudu turbin digunakan untuk memanaskan air pada *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) yang menghasilkan uap panas, selanjutnya uap panas tersebut digunakan untuk memutar sudu turbin uap. Turbin uap dikopel untuk menghasilkan energi mekanik yang akan menyebabkan generator dapat bergerak.

Kondensor merupakan salah satu komponen yang penting pada PLTGU PT. PJB Unit Pembangkitan Gresik karena memiliki fungsi mengondensasikan uap panas dari turbin gas yang masih memiliki temperatur tinggi menjadi air untuk di sirkulasi kembali menuju HRSG. Manajemen pemeliharaan di PLTGU PT. PB UP Gresik termasuk *planned maintenance*. Semua kegiatan pemeliharaan (HAR) pada PLTGU PT. PJB UP Gresik terjadwal dengan benar dan tepat sehingga tidak perlu melakukan tindakan *unplanned maintenance*.

Terdapat 5 macam pemeliharaan pada kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik, diantaranya sebagai berikut:

1. *Backwash condenser*
2. *Ball cleaning*
3. Pengecekan kebocoran menggunakan metode *Eddy Current Test*
4. Pengecekan kebocoran menggunakan kertas koran
5. *Tube replacement* saat *overhaul*

5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang dapat saya berikan setelah melakukan magang di PT. PJB Unit Pembangkitan Gresik adalah sebagai berikut:


1. Keselamatan kerja perlu ditingkatkan kembali selain K3 juga kewaspadaan akan kontak dan zat kimia berbahaya yang dapat menimbulkan dampak secara langsung maupun tidak.
2. Untuk lebih ergonomi, sebaiknya pada lingkungan kerja sebaiknya disediakan kotak peralatan perkakas yang tidak jauh dari pemesinan sehingga waktu maintenance tidak terbuang mencari *tools* di ruangan *corrective* maupun *preventive*.
3. Pada bengkel *corrective* sebaiknya dilakukan pengerjaan serta penataan alat dan komponen yang rapi agar tidak berantakan.
4. Mahasiswa sebaiknya lebih aktif untuk bertanya terhadap para pekerja lain agar dapat lebih mengerti tentang proses produksi secara rinci pada tempat magang tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrohman, A., Hpsari, N. and Afira, N. (2020) *Laporan On The Job Training PT. Pembangkitan Jawa-Bali Unit Pembangkitan Gresik (PT. PJB-UP Gresik)*. Gresik.
- Ath-Tholla'u, A., Oktaviasari, F. P. and Setiawan, A. B. (2017) *Laporan Kerja Praktek PT. PJB Unit Pembangkitan Gresik: Proses Produksi, Sistem Operasi, dan Maintenance pada PLTGU PT. PJB UP Gresik*. Gresik.
- Dawami (2016) *Kondensor (PLTGU)*. Gresik: PT. PJB UP Gresik.
- PJB, P. P. K. K. U. (2013) *Work Planning and Controlling*.
- Surabaya, U. N. (2015) *Laporan Kerja Praktek PLTU Unit 4 PT. PJB UP Gresik*. Gresik.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Penerimaan Magang dari PT. PJB UP Gresik

Nomor	: BA0379335		Gresik, 30 September 2021
Sifat	: Biasa		
Lampiran	: -		

Kepada
Kepala
Departemen Teknik Mesin Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus ITS Sukolilo
Surabaya (60111)

Perihal : **Penerimaan Praktek Kerja Lapangan (PKL) Mahasiswa di PT PJB Unit Pembangkitan Gresik**

Dengan hormat,

Menunjuk surat Saudara nomor B/46206/IT2.IX.7.1.2/PM.02.00/2021, tanggal 5 Agustus 2021, dengan ini kami sampaikan bahwa kegiatan PKL/Kerja Praktik di PT Pembangkitan Jawa-Bali Unit Pembangkitan Gresik menggunakan metode **80%** dilakukan secara Online dan **20%** secara Offline (*kegiatan PKL secara Offline akan diinformasikan lebih lanjut dengan memperhatikan kondisi terkini Unit Pembangkitan*).

Untuk selanjutnya, terkait dengan Permohonan Kerja Praktik mahasiswa Saudara, pada prinsipnya kami dapat menerima mahasiswa atas nama :

1. DAFFA FAIRUZ I'ZAZ NRP : 10211910010010
2. FIRNAZZAIN NAUFAL RAMADHAN NRP : 10211910010021
3. APRILIA RIZQI SAMUDRA NRP : 10211910010022

dan telah kami jadwalkan mulai dari **2 Maret 2022 - 29 April 2022** dengan pembimbing (mentor) PKL :

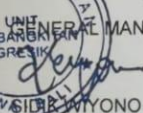
Nama : YOGA SATRIANTO
NID : 9014055ZJY
Jabatan : ASS. ENG. HAR. MESIN PLTGU & CNG


Sehubungan dengan kegiatan PKL tersebut, maka bagi mahasiswa di atas diberlakukan ketentuan sebagai berikut :

1. Tidak diperkenankan memanfaatkan data dan informasi untuk kepentingan di luar PT Pembangkitan Jawa-Bali Unit Pembangkitan Gresik sebelum mendapatkan persetujuan dari Pejabat yang berwenang.
2. Seusai kegiatan harus membuat laporan kegiatan yang telah disahkan oleh Pejabat PT Pembangkitan Jawa-Bali Unit Pembangkitan Gresik yang berwenang.
3. Selama melaksanakan kegiatan wajib mengikuti ketentuan dan aturan yang berlaku bagi karyawan / tamu di lingkungan PT Pembangkitan Jawa-Bali Unit Pembangkitan Gresik, termasuk ketentuan mengenai jam kerja perusahaan (akan disampaikan secara rinci 1 (satu) minggu sebelum pelaksanaan magang dimulai).

Dimohon bagi mahasiswa untuk melakukan konfirmasi kepada PT Pembangkitan Jawa-Bali Unit Pembangkitan Gresik melalui telepon ke nomor **(031) 3984540 Ext. 1102/1101** selambat-lambatnya 1 (satu) minggu setelah terbitnya surat ini.

Demikian disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.


SIDIQ WIYONO
UNIT MANAGER UNIT PEMBANGKITAN GRESIK



PT PJB UNIT PEMBANGKITAN GRESIK
Jln. Harun Tohir 1, Gresik - 61112 - Indonesia, ☎ : 62-31-3984540 Fax : 62-31-3981568 Email : upgrk@pjb2.com

Lampiran 2. Data





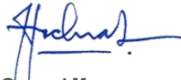
**PJB INTEGRATED MANAGEMENT
SYSTEM**

**INSTRUKSI KERJA
(IK)**

KEBOCORAN CONDENSOR PLTGU


NOMOR DOKUMEN :

Gresik, 21 DESEMBER 2015

<p>Disusun oleh :</p>  <p>Supervisor Senior Pemeliharaan Mesin PLTGU</p>	<p>Disetujui oleh :</p>  <p>Manajer Bidang Pemeliharaan</p>	<p>Disahkan oleh :</p>  <p>General Manager</p>
---	--	---


**PT PEMBANGKITAN JAWA BALI
UNIT PEMBANGKITAN GRESIK**

Produsen Listrik Terpercaya Kini dan Mendatang

	PT PEMBANGKITAN JAWA BALI UNIT PEMBANGKITAN GRESIK	No. Dokumen : _____
	PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM	Revisi : 00
	INSTRUKSI KERJA	Tanggal Terbit : 2015
	KEBOCORAN CONDENSOR PLTGU	Halaman : 1 dari 5


TUJUAN		
Menjamin kehandalan dan mempertahankan performance kerja Condensor sesuai dengan standar pabrikaan		
RUANG LINGKUP		
SPESIFIKASI TEKNIK		
DESKRIPSI	: Condensor PLTGU	
MERK / TYPE	: MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.	
DEBIT / HEAD TOTAL	: -	
Ruang lingkup pemeliharaan:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan work permit dan safety permit. 2. Pengecekan, perbaikan condensor apabila terdapat kerusakan. 3. Running Test performance condensor. 		
ACUAN / DOKUMEN TERKAIT		
1. IPM-17.2.5 (Pemeliharaan Corrective)		
SUMBER DAYA MANUSIA		
JUMLAH	KEAHLIAN	CATATAN
6 orang	Memelihara kebocoran condensor	Minimal ada 1 orang dengan sertifikasi Hakit / setara
TOOLS / PERALATAN KERJA		
JUMLAH	ALAT BANTU	CATATAN
@2 buah	Palu besi 5 kg , 10 kg	-
4 buah	Kapi	-
2 buah	Kabel roll	-
2 buah	Lampu penerangan 24 VDC	-
2 buah	senter	-
10 buah	Papan kayu	-
1 buah	Ember	-
@2 buah	Kunci pukul 30, 32, 55	-
2 buah	Tangga gantung	-
1 buah	Selang air	-



	PT PEMBANGKITAN JAWA BALI UNIT PEMBANGKITAN GRESIK	No. Dokumen :
	PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM	Revisi : 00
	INSTRUKSI KERJA	Tanggal Terbit : 2015
	KEBOCORAN CONDENSOR PLTGU	Halaman : 2 dari 5

SPARE PART / CONSUMABLE MATERIAL		
JUMLAH	NAMA MATERIAL / SPARE PART	CATATAN
secukupnya	Majun	-
secukupnya	Kertas koran	-
1 buah	Marker	-
2 buah	RTV	-
1 buah	Lem karet	-
1 lembar	Lembaran karet 5mm	-
secukupnya	Plug	Plug yg memiliki mur & baut
METODA PENGUKURAN / PEMERIKSAAN / PARAMETER		
METODA	PARAMETER	CATATAN
Pemeriksaan visual	Tidak terdapat crack / kerusakan pada tube condensor	-
APD DAN SAFETY-WORKING PERMIT		
JUMLAH	NAMA PERALATAN	CATATAN
6 pasang	Sepatu safety	SNI
6 buah	Safety Helmet	SNI
6 pasang	Sarung tangan	-
6 buah	Masker	-
6 buah	Safety gloves	-
REFERENSI		
- ISO 9001:2008	- PAS 55 :2008	- SMK3
- ISO 14001:2004	- Kriteria Baldrige : 2013	- ERM
- ISO 18001:2007	- ISO 31000 :2009	- 5S
ASPEK LINGKUNGAN & K3		
ASPEK LINGKUNGAN	ASPEK K3	EMERGENCY
- Limbah minyak bekas - Limbah majun bekas - Limbah kaleng (Sesuai ASDAM)	- Kebisingan - gangguan pernafasan - Terpapar panas - Terpeleset (sesuai HIRARC)	



	PT PEMBANGKITAN JAWA BALI UNIT PEMBANGKITAN GRESIK	No. Dokumen :
	PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM	Revisi : 00
	INSTRUKSI KERJA	Tanggal Terbit : 2015
	KEBOCORAN CONDENSOR PLTGU	Halaman : 3 dari 5

LANGKAH-LANGKAH KEGIATAN

PERSIAPAN

1. Yakinkan condensor sudah diisolasi, koordinasi dengan operator, safety & working permit
2. Pastikan Isolasi system
3. Pastikan air sudah di drain
4. Siapkan Tool


Detail Aktivitas / Pekerjaan

1. Pastikan water box dalam kondisi kosong / sudah out service (periksa pressure & level indikator)
2. Buka main hole
3. Pasang tangga gantung dan papan
4. Check Kebocoran Tube :

Kondisi OPERASI

- Koordinasi dengan operator untuk out service water box kondensor (pastikan kebocoran sisi atas atau bawah dengan metode levelling air laut, koordinasi dengan operator)
- Menyiapkan lampu 24 VDC dan peralatan yang di butuhkan (terlampir)
- Buka main hole sisi atas, setelah level air laut low buka men hole sisi bawah.
- Pasang papan kayu pada sisi inlet & outlet pada water box kondensor sebagai pengaman
- Basahi permukaan tube dengan air kemudian pasang Lembaran kertas koran sampai menutupi seluruh permukaan tube inlet & outlet
- Karena perbedaan pressure antara hotwell & water box menyebabkan kertas koran berlubang pada sisi inlet & outlet sehingga di indikasikan terjadi kebocoran tube pada kertas yang berlubang tersebut
- Segera plug sisi inlet & outlet pada tube yang bocor tsb
- Keluarkan semua peralatan yang ada dalam water box
- Pembersihan water box
- Catat data jumlah tube yang sudah diplug (untuk data peralatan)
- Tutup kembali semua main hole



	PT PEMBANGKITAN JAWA BALI UNIT PEMBANGKITAN GRESIK	No. Dokumen : _____
	PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM	Revisi : 00
	INSTRUKSI KERJA	Tanggal Terbit : 2015
	KEBOCORAN CONDENSOR PLTGU	Halaman : 4 dari 5

- Water box kondensor siap di in service sambil check kerapatan main hole
- Kondensor siap di operasikan

Kondisi SHUT DOWN/ OVER HAUL

- Koordinasi dengan operator
- Filling hot well dengan water make up
- Periksa tube yang bocor
- Plug tube yang bocor (ganti tube)
- Tutup main hole
- Kondensor siap in service

TINDAKAN AKHIR

1. Bersihkan area kerja
2. Laporkan hasil pekerjaan kepada bagian produksi dan closing work order.
3. Catat lokasi kebocoran tube pada lembar history peralatan.

ff



**PJB INTEGRATED MANAGEMENT
SYSTEM**

**INSTRUKSI KERJA
(IK)**


PEMELIHARAAN CONDENSOR

NOMOR DOKUMEN :


Gresik, 7 JULI 2014		
Disusun oleh :	Disetujui oleh :	Disahkan oleh :
Supervisor Senior Pemeliharaan Mesin PLTGU	Manajer Bidang Pemeliharaan	General Manager

**PT PEMBANGKITAN JAWA BALI
UNIT PEMBANGKITAN GRESIK**


Produsen Listrik Terpercaya Kini dan Mendatang

	PT PEMBANGKITAN JAWA BALI UNIT PEMBANGKITAN GRESIK	No. Dokumen : IKG-17.2.5.509
	PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM	Revisi : 00
	INSTRUKSI KERJA	Tanggal Terbit : 2013
	PEMELIHARAAN HP BCP	Halaman : 1 dari 6


TUJUAN		
Menjamin kehandalan dan mempertahankan performance kerja Condensor sesuai dengan standar pabrikan		
RUANG LINGKUP		
SPESIFIKASI TEKNIK		
DESKRIPSI	: Condensor PLTGU	
MERK / TYPE	: -	
DEBIT / HEAD TOTAL	: -	
Ruang lingkup pemeliharaan:		
<ol style="list-style-type: none"> Melakukan work permit dan safety permit. Pengecekan, perbaikan ataupun melakukan penggantian part condensor apabila terdapat kerusakan. Running Test dan pengambilan data performance condensor. 		
ACUAN / DOKUMEN TERKAIT		
1. IPM-17.2.5 (Pemeliharaan Corrective)		
SUMBER DAYA MANUSIA		
JUMLAH	KEAHLIAN	CATATAN
6 orang	Memelihara condensor	Minimal ada 1 orang dengan sertifikasi Hakit / setara
TOOLS / PERALATAN KERJA		
JUMLAH	ALAT BANTU	CATATAN
@2 buah	Palu besi 5 kg , 10 kg	-
4 buah	Kapi	-
2 buah	Kabel roll	-
2 buah	Lampu penerangan 24 VDC	-
2 buah	senter	-
10 buah	Papan kayu	-
2 buah	Terpal	-
2 buah	Ember	-
1 buah	Water jet pump	-
@2 buah	Kunci pukul 30, 32, 55	-

	PT PEMBANGKITAN JAWA BALI UNIT PEMBANGKITAN GRESIK	No. Dokumen : IKG-17.2.5.509
	PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM	Revisi : 00
	INSTRUKSI KERJA	Tanggal Terbit : 2013
	PEMELIHARAAN HP BCP	Halaman : 2 dari 6

1 buah	Sleng	-
1 buah	Chain blok 5, 10 T	-
2 buah	Begel	-
2 buah	Pipa andang	-
1 buah	Linggis	-
1 buah	Over head crene 35 T	-
1 buah	Sleng gelang	-
SPARE PART / CONSUMABLE MATERIAL		
JUMLAH	NAMA MATERIAL / SPARE PART	CATATAN
secukupnya	Majun	-
1 buah	Isolasi kertas	-
1 sheet	Kertas gosok	-
secukupnya	Kertas koran	-
1 buah	Marker	-
2 buah	RTV	-
1 buah	Lem karet	-
1 lembar	Lembaran karet 5mm	-
secukupnya	Plug	Plug yg memiliki mur & baut
METODA PENGUKURAN / PEMERIKSAAN / PARAMETER		
METODA	PARAMETER	CATATAN
Pemeriksaan visual	Tidak terdapat crack / kerusakan pada tube condensor	-
APD DAN SAFETY-WORKING PERMIT		
JUMLAH	NAMA PERALATAN	CATATAN
6 pasang	Sepatu safety	SNI
6 buah	Safety Helmet	SNI
6 pasang	Sarung tangan	-
6 buah	Masker	-
6 buah	Safety gloves	-

	PT PEMBANGKITAN JAWA BALI UNIT PEMBANGKITAN GRESIK	No. Dokumen : IKG-17.2.5.509
	PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM	Revisi : 00
	INSTRUKSI KERJA	Tanggal Terbit : 2013
	PEMELIHARAAN HP BCP	Halaman : 3 dari 6


REFERENSI		
- ISO 9001:2008	- PAS 55 :2008	- SMK3
- ISO 14001:2004	- Kriteria Baldrige : 2013	- ERM
- ISO 18001:2007	- ISO 31000 :2009	- 5S
ASPEK LINGKUNGAN & K3		
ASPEK LINGKUNGAN	ASPEK K3	EMERGENCY
- Limbah minyak bekas - Limbah majun bekas - Limbah kaleng (Sesuai ASDAM)	- Kebisingan - gangguan pernafasan - Terpapar panas - Terpeleset (sesuai HIRARC)	
LANGKAH-LANGKAH KEGIATAN		
PERSIAPAN <ol style="list-style-type: none"> 1. Yakinkan condensor sudah diisolasi, koordinasi dengan operator 2. Pastikan level air sudah Nol / di drain 3. Pastikan Isolasi system 4. Siapkan Tool Detail Aktivitas / Pekerjaan <ol style="list-style-type: none"> 1. Pastikan water box dalam kondisi kosong / sudah out service (periksa pressure & level indikator) 2. Buka man hole 3. Pembersihan water box 4. Buka cover water box condensor & pipa vacum 5. Pasang andang untuk persiapan retubing 6. Melepas tube yang di retubing : <ol style="list-style-type: none"> a) Bentuk ujung tube tiga / empat sisi b) Dorong Kedalam c) Grinding hole d) Dorong balik untuk melepas 7. Pasang tube baru : 		

	PT PEMBANGKITAN JAWA BALI UNIT PEMBANGKITAN GRESIK	No. Dokumen : IKG-17.2.5.509
	PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM	Revisi : 00
	INSTRUKSI KERJA	Tanggal Terbit : 2013
	PEMELIHARAAN HP BCP	Halaman : 4 dari 6

- a) Hole kedua sisi di bersihkan
 - b) Masukkan tube baru
 - c) Cutting tube
 - d) Expalder tube (rumus terlampir)
 - e) Sebelum cover water bux di pasang
8. Check rubber lining
 9. Check chatodic protection
 10. Check kerapatan manhole / seal manhole
 11. Check & Pembersihan hot well
 12. Check fe So4 system
 13. Check Valve-Valve
 14. Pembersihan tube kondensor
 15. Check Kebocoran Tube :

Kondisi OPERASI

- Koordinasi dengan operator untuk out service water box kondensor
- Menyiapkan lampu 24 VDC dan peralatan yang di butuhkan (terlampir)
- Buka man hole sisi atas, setelah level air laut low buka men hole sisi bawah.
- Pasang papan kayu pada sisi inlet & outlet pada water box kondensor sebagai pengaman
- Basahi permukaan tube dengan air kemudian pasang Lembaran kertas koran sampai menutupi seluruh permukaan tube inlet & outlet
- Karena perbedaan pressure antara hot wele & water box menyebabkan kertas koran berlubang pada sisi inlet & outlet sehingga di indikasikan terjadi kebocoran tube pada kertas yang berlubang tersebut
- Segera plug sisi inlet & outlet pada tube yang bocor tsb
- Keluarkan semua peralatan yang ada dalam water box
- Tutup kembali semua man hole
- Water box kondensor siap di in service sambil check kerapatan man hole
- Kondensor siap di operasikan

	PT PEMBANGKITAN JAWA BALI UNIT PEMBANGKITAN GRESIK	No. Dokumen : IKG-17.2.5.509
	PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM	Revisi : 00
	INSTRUKSI KERJA	Tanggal Terbit : 2013
	PEMELIHARAAN HP BCP	Halaman : 5 dari 6

Kondisi SHUT DOWN/ OVER HAUL

- Koordinasi dengan operator
- Filling hot well dengan water make up
- Periksa tube yang bocor
- Plug tube yang bocor (ganti tube)
- Tutup man hole
- Kondensor siap in service

16. Check catcher ball cleaning

17. Pasang cover water box kondensor

18. Tutup kembali semua man hole

19. Kondensor siap operasi

TINDAKAN AKHIR

1. Bersihkan area kerja
2. Laporkan hasil pekerjaan kepada bagian produksi.

Lampiran 3 : Hasil Magang



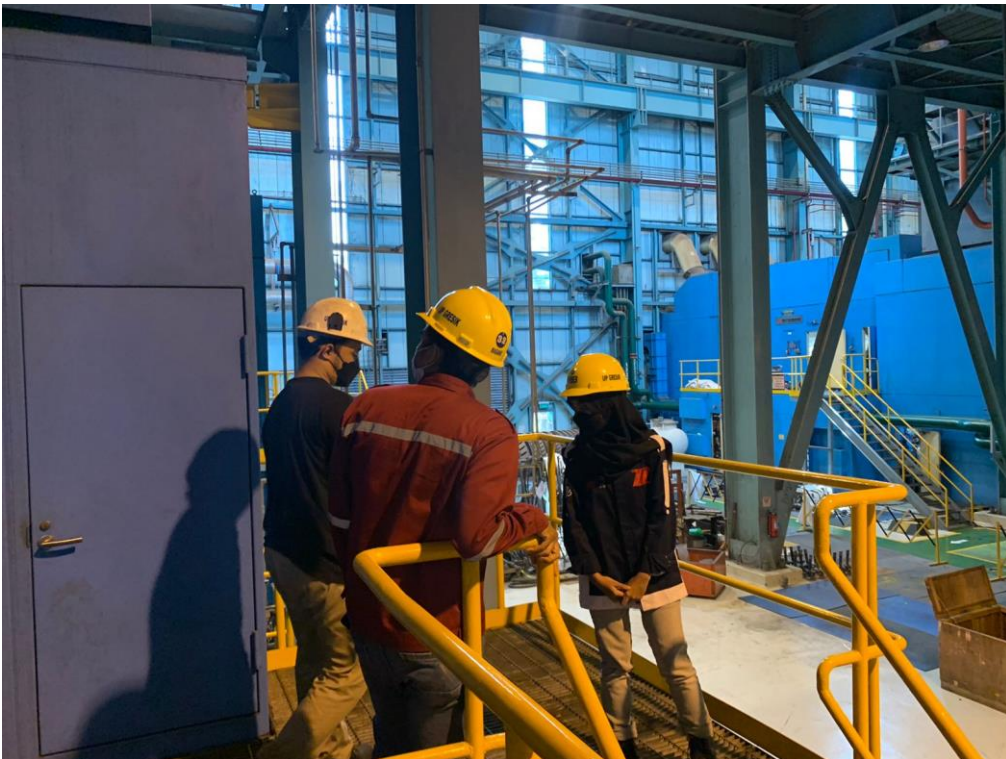












Lampiran 4. Logbook Magang

FORM BUKTI KEGIATAN MAGANG (*LOGBOOK*)

Tahun : 2022
 Periode Magang : 2 Maret sampai dengan 29 April
 Tempat Magang : PT. PJB UBJ UP Gresik

No.	Pekan ke-	Kegiatan	Keterangan
1	1	Mendapatkan materi secara daring	Materi yang didapatkan meliputi: <ul style="list-style-type: none"> - Norma Kesehatan Kerja - Fungsi Kompresor pada Turbin - Unit Pembangkit di PLTGU PT. PJB UP Gresik - <i>Desalination Plant</i> PLTGU - <i>Water Treatment Plant</i> PLTGU - <i>Work and Planning Control</i>
2	2	Mendapatkan materi secara daring	Materi <i>Work and Planning Control</i> yang didapatkan meliputi: <ul style="list-style-type: none"> - <i>Maintenance planning</i> - Tata kelola pemeliharaan WPC PT PJB - <i>Longterm planning</i> (5 tahun) - <i>Yearly planning</i> - <i>Quarterly planning</i> (3 bulan) - <i>Weekly planning</i> - <i>Daily planning</i> - Sistem <i>work order</i> - <i>Maintenance control</i> - Cara meyakinkan bahwa perencanaan berjalan baik - Indikator <i>maintenance control</i>

			<ul style="list-style-type: none"> - Kontrol perencanaan (<i>planned coverage</i>) - Kontrol penjadwalan (<i>schedule forecast, schedule compliance</i>) - Kontrol pelaksanaan (<i>proactive and reactive work hours, work type, wrench time, minifiles made, backlog work orders, work orders completed</i>) - Kontrol gabungan - <i>Backlog Management</i> dan <i>WPC Report</i> - Diagram alir <i>planning and scheduling</i> - Kondisi yang menyebabkan <i>work order</i> menjadi <i>backlog</i> - Klasifikasi <i>backlog</i> - Hal yang perlu diperhatikan untuk menyelesaikan <i>work order backlog</i> - Langkah untuk menyelesaikan <i>work order backlog</i> - <i>WPC Report/Laporan</i> <p>Selain <i>work and planning control</i>, materi lain yang didapatkan adalah Instruksi kerja pemeliharaan nozzle oil gas turbin PLTGU</p>
3	3	Mendapatkan materi secara daring	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Operation & Maintenance Manual Volume I</i>

			<ul style="list-style-type: none"> - <i>Operation & Maintenance Manual Volume II</i> - <i>Operation & Maintenance Manual Volume III</i> - <i>Operation & Maintenance Manual Volume IV</i>
4	4	Mendapatkan materi secara daring	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Operation & Maintenance Manual Volume IV</i> - <i>Operation & Maintenance Manual Volume VII</i> - <i>Operation & Maintenance Manual Volume VIII</i> - <i>Operation & Maintenance Manual Volume X</i>
5	5	<ul style="list-style-type: none"> - Administrasi - K3 Induction dan <i>posttest</i> - Pengenalan lingkungan kerja - Work order - Pengerjaan laporan 	<p>Pengenalan lingkungan kerja yang didaprkan meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Intake water system</i> - <i>Condenser</i> - <i>Steam turbine</i> - <i>Gas turbine</i> - <i>Central control room</i> - <i>Heat recovery steam generator</i> - <i>Air cooling system</i> <p><i>Work order</i> yang dilakukan adalah <i>preventive maintenance</i> pada <i>boiler feed pump</i>.</p>
6	6	<ul style="list-style-type: none"> - Pengenalan lingkungan kerja - Pengerjaan laporan 	<p>Pengenalan lingkungan kerja yang didaprkan meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Desalination plant</i> - <i>Water treatment plant</i> - <i>Waste water treatment plant</i>

			<ul style="list-style-type: none"> - <i>Control room WTP</i> - <i>Chlorination plant</i> - <i>Intake air filter</i> - <i>Gas station</i> - <i>Jetty</i>
7	7	Pengerjaan laporan dan asistensi laporan bersama mentor	Mengerjakan laporan dan melakukan asistensi Bersama mentor magang mengenai laporan yang dikerjakan
8	8	Penyelesaian laporan dan asistensi bersama mentor	Melengkapi kekurangan laporan dan menyelesaikan laporan

Gresik, 27 April 2022

Pembimbing Lapangan Magang Industri



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Yoga Satrianto".

(Yoga Satrianto)

NID. 9014055ZJY

Lampiran 5. Penilaian Pembimbing Lapangan Magang Industri

Form Penilaian dari Pembimbing Lapangan / Mitra
 Nama Mahasiswa : Aprilia Rizqi Samudra
 Nama Mitra/Industri : PT. PJB UP Gresik
 Nama Pembimbing Lapangan: Yoga Satrianto

NRP : 10211910010022
 Unit Kerja : HAR MESIN PLTGU
 Waktu Magang : 1 Maret 2022 – 29 April 2022

NO	KOMPONEN	NILAI	KRITERIA PENILAIAN					
			<56	56-60	61-65	66-75	75-85	≥86
1	Kehadiran	96	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92-95%	>95%
2	Ketepatan waktu kerja*	89	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92-95%	>95%
3	Bekerja sesuai Prosedur dan K3**	89	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	93-95%	>95%
4	Sikap positif terhadap atasan/pembimbing	90	SKB	KB	CB	B	BS	SBS
5	Inisiatif dan solusi kerja	93	SKB	KB	CB	B	BS	SBS
6	Hubungan kerja dengan pegawai/lingkungan	94	SKB	KB	CB	B	BS	SBS
7	Kerjasama tim	90	SKB	KB	CB	B	BS	SBS
8	Mutu pelaksanaan pekerjaan	87	SKB	KB	CB	B	BS	SBS
9	Target pelaksanaan pekerjaan	86	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%
10	Kontribusi peserta terhadap pekerjaan	85	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%
11	Kemampuan mengimplementasikan Alat	94	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%
	Jumlah Nilai		Nilai Akhir PL = \sum Nilai/11					

*)Kehadiran **) Ketepatan Waktu

SKB : sangat kurang baik; KB : kurang baik; CB: cukup baik; B : baik ; BS : Baik sekali; SBS : sangat baik sekali

ABSENSI KEHADIRAN MAGANG

a. Izin : ... hari b. Sakit : ... hari c. Tanpa Izin : ... hari

Gresik, 28 April 2022

Pembimbing Magang,



(Signature)

(YOGA SATRIANTO)

NID. 9014055 ZJY

Lampiran 6. Penilaian Dosen Pembimbing Magang Industri

PENILAIAN DOSEN PEMBIMBING MAGANG INDUSTRI

Nama Mahasiswa : Aprilia Rizqi Samudra
 NRP : 10211910010022
 Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Heru Mirmanto, S.T., M.T.
 Nama Industri : PT. PJB UBJOM PLTU Tanjung Awar-Awar dan PT. PJB UP Gresik
 Waktu Magang : 3 Januari 2022 – 29 April 2022

Kriteria	Bobot SKS (setara)	Nilai (0-100)
Luaran 1 (Video Dokumentasi)	3	
Luaran 2 (Rekomendasi/Desain/Analisis)	3	
Luaran 3 (SOP Pekerjaan/Maintenance)	3	
Proposal Penelitian	2	
Laporan Eksekutif	2	
Presentasi Akhir di Tempat Magang	1	
Total	14	

$$\text{Nilai Akhir Dosen} = \frac{\sum \text{Nilai} \times \text{Bobot}}{14}$$

Nilai : 88 (A)

Heru M
 (Heru M)
 7/7 2022