



LAPORAN MAGANG INDUSTRI - VM191667

**SISTEM OPERASI DAN PROSES PEMELIHARAAN  
HRSG (HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR)  
PADA PLTGU DI PT. PJB UP GRESIK**

**RIZKY ARI MA'RUF  
10211910010065**

Dosen Pembimbing  
Dedy Zulhidayat N, ST., MT, Ph.D  
19751206 200501 1 002

Departemen Teknik Mesin Industri  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya



**LAPORAN MAGANG INDUSTRI - VM191667**

**SISTEM OPERASI DAN PROSES PEMELIHARAAN  
HRSG (HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR)  
PADA PLTGU DI PT. PJB UP GRESIK**

**RIZKY ARI MA'RUF  
10211910010065**

**Dosen Pembimbing  
Dedy Zulhidayat N, ST., MT, Ph.D  
19751206 200501 1 002**

**Departemen Teknik Mesin Industri  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2022**



**LEMBAR PENGESAHAN**

**Laporan Magang di**

**PT. PEMBANGKIT JAWA BALI (PJB) UP GRESIK**

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

Surabaya, 25 Juli 2022

Peserta

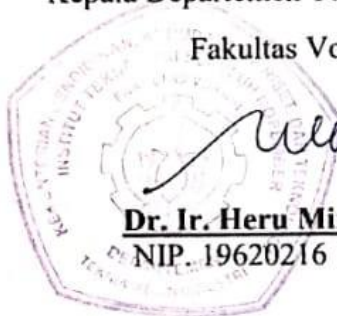
**Rizky Ari Ma'Ruf**

NRP. 10211910010065

Mengetahui,

Kepala Departemen Teknik Mesin Industri

Fakultas Vokasi ITS



**Dr. Ir. Heru Mirmanto, M.T.**  
NIP. 19620216 199512 1 001

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Magang

**Dedy Zulhidayat N, ST., MT, Ph.D**  
NIP. 19751206 200501 1 002



## LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Magang di

**PT. PEMBANGKIT JAWA BALI (PJB) UP GRESIK**

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

Gresik, 31 Mei 2022

Peserta

**Rizky Ari Ma'Ruf**

NRP. 10211910010065

Mengetahui,

Manajer Keuangan dan Administrasi  
PT. PJB UP Gresik



**Eko Setyawan**  
NID. 6893022JA

Menyetujui,

Pembimbing Lapangan  
Ass. Eng. System Owner PLTGU

**Ageng Wahyudianto**  
NID. 9215289ZJY

## KATA PENGANTAR

Segala puji kami panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan laporan magang industri kami di PT. Pembangkit Jawa Bali Unit Pembangkitan Gresik. Laporan Magang Industri ini kami buat memenuhi kewajiban mata kuliah Magang Industri di Departemen Teknik Mesin Industri ITS. Serta untuk mengetahui penerapan ilmu yang kami dapatkan selama di bangku perkuliahan.

Pada kesempatan ini perkenankan kami menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu kami dalam penyelesaian Laporan Magang Industri ini, khususnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, M.T. selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi ITS.
2. Bapak Dedy Zulhidayat N, ST., M.T, Ph.D selaku dosen pembimbing magang industri.
3. Ibu Dr. Atria Pradityana, ST., M.T. Selaku Koordinator Program Studi.
4. Bapak Mashuri, S.Si., M.T. selaku Koordinator Pelaksanaan Magang Industri.
5. Bapak Ageng Wahyudianto selaku Pembimbing Lapangan Magang Industri.
6. Bapak Bachtiar dan Ibu Suci yang telah mendampingi selama Magang Industri.
7. Kedua orang tua yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan.
8. Seluruh karyawan PT. Pembangkit Jawa Bali Unit Pembangkitan Gresik.
9. Fahrur Rossy dan Alan Slamet Rohadi selaku teman kelompok selama kegiatan Magang Industri, serta teman-teman Warga HMDM ITS.

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

Gresik, 31 Mei 2022

Penyusun

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Magang .....	2
1.2.1 Tujuan Umum .....	2
1.2.2 Tujuan Khusus .....	2
1.3 Manfaat .....	3
BAB II PROFIL PERUSAHAAN .....	5
2.1 Sejarah PT Pembangkit Jawa Bali (PJB) UP Gresik .....	5
2.2 Visi dan Misi PT. PJB UP Gresik .....	7
2.2.1 Visi .....	7
2.2.2 Misi .....	7
2.3 Struktur Organisasi Perusahaan .....	7
2.3.1 General Manager .....	8
2.3.2 Manager Operasi .....	9
2.3.3 Manager Pemeliharaan.....	10
2.3.4 Manager Logistik .....	10
2.3.5 Manager Engineering dan Quality Assurance.....	11
2.3.6 Manager Keuangan dan Admistrasi .....	11
2.3.7 Manager CNG dan Bahan Bakar.....	12
2.4 Kegiatan Usaha .....	12

2.5 Budaya 5S di PT. PJB UP Gresik .....	13
2.6 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) PT. PJB UP Gresik .....	14
2.6.1 Landasan Hukum Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).....	14
2.6.2 Manajemen K3 di PT. PJB UP Gresik .....	15
2.7 Pengelolaan Lingkungan.....	16
<b>BAB III PELAKSANAAN MAGANG .....</b>	<b>17</b>
3.1 Pelaksanaan Magang.....	17
3.2 Metodologi Penulisan Laporan .....	21
3.2.1 Survei Lapangan dan Studi Literatur .....	22
3.2.2 Penentuan Topik Laporan .....	22
3.2.3 Pengambilan Data .....	22
<b>BAB IV HASIL MAGANG.....</b>	<b>23</b>
4.1 Gambaran Unit Pembangkitan PT. PJB UP Gresik .....	23
4.2 Deskripsi Unit Pembangkitan di PT. PJB UP Gresik .....	23
4.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) .....	23
4.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).....	25
4.2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU).....	26
4.3 Cara Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU).....	28
4.3.1 Tahap PLTG.....	29
4.3.2 Tahap PLTU.....	30
4.4 Prosedur Block Start Up.....	31
4.4.1 Cold Start Up .....	31
4.4.2 Warm Start Up .....	31
4.4.3 Hot Start Up .....	32
4.5 Prosedur Start Up Combined Cycle pada PLTGU.....	32
4.5.1 Turbin Gas.....	32

4.5.2 HRSG (Heat Recovery Steam Generator).....	34
4.5.3 Turbin Uap .....	35
4.6 Prosedur Block Shutdown.....	38
4.7 Prosedur Shutdown Combined Cycle pada PLTGU .....	39
4.7.1 Penurunan Load Turbin Gas .....	39
4.7.2 Shutdown Turbin Uap .....	39
4.7.3 Shutdown Turbin Gas .....	39
4.8 Komponen Utama PLTGU .....	40
4.8.1 Turbin Gas.....	41
4.8.2 Heat Recovery Steam Generator .....	43
4.8.3 Turbin Uap .....	43
4.8.4 Kondensor .....	44
4.8.5 Generator.....	46
4.8.6 Boiler Feed Pump.....	47
4.8.7 Boiler Circulating Pump .....	49
4.8.8 Condensate Extraction Pump .....	50
4.9 Komponen Penunjang PLTGU .....	50
4.9.1 Fuel System.....	50
4.9.2 Desalination Plant .....	51
4.9.3 Water Treatment Plant .....	53
4.9.4 Chlorination Plant .....	54
4.9.5 Hydrogen Plant .....	55
4.9.6 Deaerator .....	56
4.9.7 Transformator.....	57
4.10 Heat Recovery Steam Generator pada PLTGU PT. PJB UP Gresik.....	58
4.10.1 Definisi Heat Recovery Steam Generator (HRSG).....	58



4.10.2 Siklus Kerja HRSG .....	58
4.10.3 Sistem Kerja HRSG .....	61
4.10.4 Spesifikasi HRSG .....	63
4.10.5 Komponen Utama HRSG.....	64
4.10.6 Proteksi Set Point HRSG .....	71
4.11 Proses Maintenance HRSG di PT. PJB UP Gresik .....	72
4.11.1 Definisi Maintenance .....	72
4.11.2 Tujuan Maintenance.....	73
4.11.3 Jenis-Jenis Maintenance di PT. PJB UP Gresik.....	74
4.11.4 Pemeliharaan Heat Recovary Steam Generator (HRSG).....	76
4.12 Efisiensi Sistem Pembangkit PLTGU di PT. PJB UP Gresik .....	81
BAB V PENUTUP.....	85
5.1 Kesimpulan .....	85
5.2 Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA .....	87
LAMPIRAN.....	88

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Organisasi PT PJB UP Gresik.....	8
Gambar 2. 2 Denah Layout Zona Berbahaya PT. PJB UP Gresik.....	15
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penulisan Laporan Magang Industri.....	21
Gambar 4. 1 Siklus Kerja PLTGU .....	28
Gambar 4. 2 Siklus Kerja PLTG .....	29
Gambar 4. 3 Siklus Kerja PLTU .....	30
Gambar 4. 4 Proses Start Up Turbin Gas .....	34
Gambar 4. 5 Proses Shutdown Turbin Gas .....	40
Gambar 4. 6 Gas Turbin.....	41
Gambar 4. 7 Heat Recovery Steam Generator .....	43
Gambar 4. 8 Turbin Uap .....	44
Gambar 4. 9 Low Pressure Boiler Feed Pump.....	48
Gambar 4. 10 High Pressure Boiler Feed Pump .....	49
Gambar 4. 11 Low Pressure Circulating Pump.....	49
Gambar 4. 12 High Pressure Circulating Pump .....	50
Gambar 4. 13 Gas Station Area.....	50
Gambar 4. 14 Flash Evaporator .....	52
Gambar 4. 15 Raw Water Tank.....	52
Gambar 4. 16 Pre Filter dan Mix Bed.....	53
Gambar 4. 17 Chlorination Plant .....	54
Gambar 4. 18 Deaerator .....	56
Gambar 4. 19 Transformator.....	57
Gambar 4. 20 Diagram T-s HRSG.....	59
Gambar 4. 21 HRSG Flow .....	61
Gambar 4. 22 HRSG PT. PJB UP Gresik .....	63
Gambar 4. 23 Komponen Utama HRSG UP Gresik .....	64
Gambar 4. 24 Low Pressure Drum.....	66
Gambar 4. 25 Low Pressure Boiler Circulating Pump.....	66
Gambar 4. 26 High Pressure Drum .....	68
Gambar 4. 27 High Pressure Circulating Pump.....	69

Gambar 4. 28 Stack HRSG .....	71
Gambar 4. 29 Heat Balance Diagram PLTGU Blok I .....	81

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Enam Bisnis Unit Pembangkit .....	5
Tabel 2. 2 Kapasitas Daya PT PJB UP Gresik.....	6
Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Magang (Logbook).....	17
Tabel 4. 1 Spesifikasi Komponen Turbin Gas .....	42
Tabel 4. 2 Spesifikasi Turbin Uap .....	44
Tabel 4. 3 Spesifikasi Kondensor .....	45
Tabel 4. 4 Spesifikasi Generator .....	46
Tabel 4. 5 Spesifikasi Low Pressure Boiler Feed Pump .....	47
Tabel 4. 6 Spesifikasi High Pressure Boiler Feed Pump .....	48
Tabel 4. 7 Spesifikasi Mix Bed .....	54
Tabel 4. 8 Spesifikasi Chlorination Plant.....	55
Tabel 4. 9 Keuntungan dan Kerugian Penggunaan Pendingin Hydrogen.....	56
Tabel 4. 10 Spesifikasi Deaerator .....	57
Tabel 4. 11 Spesifikasi HRSG PT. PJB UP Gresik .....	63
Tabel 4. 12 Spesifikasi Preheater .....	65
Tabel 4. 13 Spesifikasi LP Economizer .....	65
Tabel 4. 14 Spesifikasi LP Drum .....	66
Tabel 4. 15 Spesifikasi Low Pressure Boiler Circulating Pump.....	67
Tabel 4. 16 Spesifikasi Low Pressure Evaporator .....	67
Tabel 4. 17 Spesifikasi HP Economizer 1.....	67
Tabel 4. 18 Spesifikasi HP Economizer 2.....	68
Tabel 4. 19 Spesifikasi High Pressure Drum .....	68
Tabel 4. 20 Spesifikasi High Pressure Circulating Pump .....	69
Tabel 4. 21 Spesifikasi High Pressure Evaporator.....	69
Tabel 4. 22 Spesifikasi Primary Superheater .....	70
Tabel 4. 23 Spesifikasi Secondary Superheater .....	70
Tabel 4. 24 HRSG Set Points .....	72
Tabel 4. 25 Data Perhitungan.....	82
Tabel 4. 26 Hasil Perhitungan Efisiensi .....	83

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan era industrialisasi dan globalisasi yang ditandai dengan meningkatnya pertumbuhan industri, perlu untuk diimbangi dengan peningkatan kualitas tenaga kerja yang professional dan berdaya saing tinggi. Lulusan perguruan tinggi yang berkompetensi sangat dibutuhkan di Indonesia. Guna menunjang terwujudnya komitmen dari perguruan tinggi untuk menghasilkan lulusan yang memiliki kualifikasi unggul dan sesuai dengan standar kompetensi dunia kerja. Maka wawasan mahasiswa tentang dunia kerja yang berkaitan dengan industrialisasi sangat diperlukan, mengingat kondisi Indonesia yang merupakan negara berkembang.

Demi menjawab tantangan industri yang semakin pesat, maka muncullah pendidikan vokasi yang 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. Pembangkit Jawa Bali (PJP) Unit Pembangkitan Gresik sebagai tempat pelaksanaan kerja praktik atau magang industri dengan pertimbangan PT. Pembangkit Jawa Bali (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 ini yaitu:

1. Agar mahasiswa memiliki internalisasi sikap professional 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, keterampilan 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 dilakukannya magang industri ini yaitu:

1. Mengetahui lingkungan serta proses Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU).
2. Mempelajari dan memahami sistem kerja HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*) di Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU).
3. Memahami dan mempelajari proses *maintenance* HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*) di Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU).
4. Mencari nilai efisiensi sistem pada PLTGU Blok I PT. PJB UP Gresik.

### 1.3 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari pelaksanaan magang industry di PT. Pembangkit Jawa Bali (PJB) UP Gresik ini antara lain, yaitu:

1. Dapat mengenali lingkungan serta proses Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU).
2. Dapat memahami sistem kerja HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*) di Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU).
3. Dapat memahami proses *maintenance* HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*) di Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU).
4. Dapat mengetahui nilai efisiensi sistem pada PLTGU Blok I PT. PJB UP Gresik.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## **BAB II**

### **PROFIL PERUSAHAAN**

#### **2.1 Sejarah PT Pembangkit Jawa Bali (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.

Selanjutnya, 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 Dirut PT. PLN PJB II mengeluarkan surat keputusan No.024A.K/023/DIR/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, seperti yang ada pada tabel 2.1 di bawah ini.

**Tabel 2. 1 Enam Bisnis Unit Pembangkit**

<b>No.</b>	<b>Unit Pembangkitan</b>	<b>Kapasitas (MW)</b>
1	Gresik	2.178

2	Muara Karang	908
3	Cirata	1.008
4	Paiton	800
5	Muara Tawar	920
6	Brantas	281

*Sumber: PT. PJB UP Gresik*

Sampai saat ini, Unit Pembangkitan Gresik bertanggung atas tiga jenis mesin pembangkit tenaga listrik, yaitu:

1. Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dengan kapasitas 40 MW.
2. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dengan kapasitas 600 MW.
3. Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) dengan kapasitas 1.538 MW.

Adapun kapasitas daya yang dihasilkan dari masing-masing mesin pembangkit di PT. PJB UP Gresik dapat dilihat pada Tabel 2.2 di bawah ini.

**Tabel 2. 2 Kapasitas Daya PT PJB UP Gresik**

<b>Pembangkit Listrik</b>	<b>Unit</b>	<b>Kapasitas (MW)</b>	<b>Bahan Bakar</b>	<b>Mulai Beroperasi pada</b>
PLTU Gresik 1	1	1 x 100	MFO / Gas	31 Agustus 1981
PLTU Gresik 2	2	1 x 100	MFO / Gas	14 November 1981
PLTU Gresik 3	3	1 x 200	MFO / Gas	15 Maret 1988
PLTU Gresik 4	4	1 x 200	MFO / Gas	1 Juli 1988
<b>PLTU Gresik</b>		<b>600 MW</b>		
PLTG Gresik 1	1	1 x 20	HSD / Gas	7 Juni 1978
PLTG Gresik 2	2	1 x 20	HSD / Gas	9 Juni 1978
<b>PLTG Gresik</b>		<b>40 MW</b>		
PLTGU Gresik Blok 1	512,67 MW		Gas / HSD	10 April 1993
PLTGU Gresik Blok 2	512,67 MW		Gas / HSD	5 Agustus 1993

PLTGU Gresik Blok 3	512,67 MW	Gas / HSD	30 November 1993
<b>PLTGU Gresik</b>	<b>1.538 MW</b>		

Sumber: PT. PJB UP Gresik

Keterangan :

1. MFO (Marine Fuel Oil)
2. HSD (High Speed Diesel)

## 2.2 Visi dan Misi PT. PJB UP Gresik

### 2.2.1 Visi

Visi dari PT. PJB UP Gresik adalah:

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

### 2.2.2 Misi

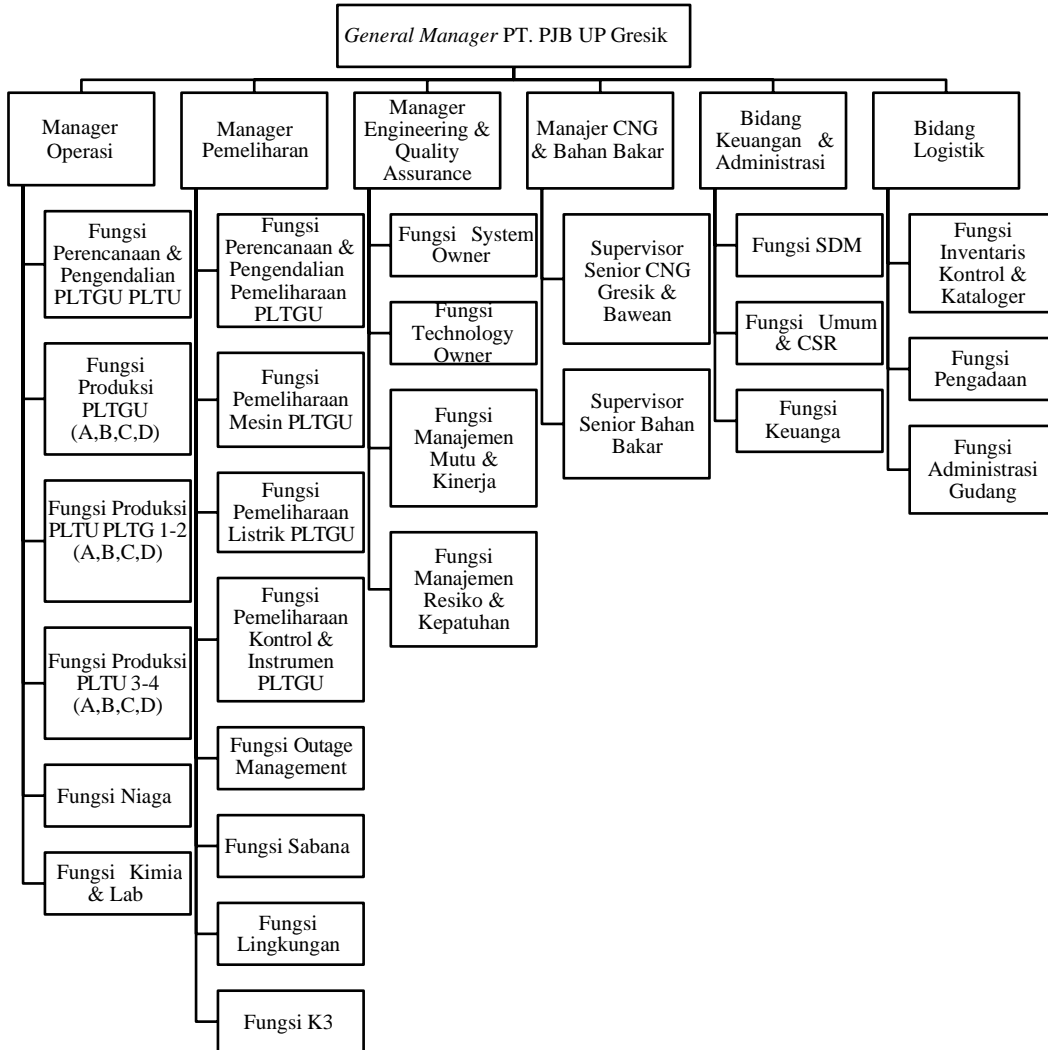
Misi dari PT. PJB UP Gresik dalam usaha untuk mewujudkan visi diatas adalah:

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.

## 2.3 Struktur Organisasi Perusahaan

Sejak 2 Januari 1998 struktur organisasi di PT. PJB UP Gresik mengalami berbagai perubahan mengikuti perkembangan perusahaan, meliputi perubahan nama dari 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* dan hanya mengoperasikan pembangkit untuk menghasilkan 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 berkaitan. Struktur organisasi dari PT. PJB UP Gresik ini dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini.



**Gambar 2. 1 Struktur Organisasi PT PJB UP Gresik**

*Sumber: PT. PJB UP Gresik*

### 2.3.1 General Manager

*General Manager* berperan aktif dalam memastikan berjalannya kegiatan pembangkitan yang meliputi pengelolaan dan pengendalian terhadap kegiatan operasi dan pemeliharaan, *engineering* dan *quality assurance*, pengelolaan CNG dan bahan bakar, logistik, keuangan, dan administrasi berjalan dengan

efektif dan efisien. Selain itu *General Manager* juga memiliki tugas pokok yakni, 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 kontrak kerja yang ditetapkan oleh PT. PJB. Dalam menjalankan tugasnya, *General Manager* dibantu oleh *Manager* yang menangani bidang sesuai dengan tanggung jawabnya.

### **2.3.2 Manager Operasi**

*Manager* operasi memiliki tugas utama yaitu memastikan terlaksananya kegiatan operasi yang efektif dan efisien terkait dengan kimia dan laboratorium yang dapat menunjang kegiatan operasi. Lingkup kerja dari *manager* operasi hanya pada ruang lingkup operasi dan bertugas untuk meningkatkan tingkat kompetitif perusahaan melalui peningkatan produktifitas yang berkesinambungan pada unit pembangkit. Adapun dari pihak PT PJB telah menjadwalkan program-program utama yang terintegrasi sebagai *Good Governance Plan*. Pada program ini terdapat sembilan program utama telah disetujui untuk diterapkan, yaitu:

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

### 2.3.3 Manager Pemeliharaan

*Manager* pemeliharaan bertanggungjawab atas segala hal yang menyangkut seluruh aset perusahaan secara teknis. Analisis spesialis bertanggungjawab untuk menganalisis segala kemungkinan yang menyangkut pemeliharaan pada seluruh aset teknis dalam pembangkit tenaga listrik. Randal pemeliharaan bertanggungjawab atas pelaksanaan pemeliharaan terhadap seluruh aset teknis dalam pembangkit tenaga listrik yang dibagi atas aset PLTU, PLTG, PLTGU. Pada masing-masing aset tersebut dibagi lagi menjadi beberapa kapasitas pemeliharaan, yaitu:

1. Pemeliharaan Preventif

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

2. Pemeliharaan Prediktif

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

3. Pemeliharaan Korektif

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

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

### 2.3.4 Manager Logistik

*Manager* Logistik bertugas memastikan kegiatan pengadaan, *inventory*, dan pergudangan dapat menunjang kegiatan operasi pembangkitan secara optimal. Secara umum, bidang logistik bertanggung jawab atas segala hal yang menyangkut kegiatan rutinitas yang terjadi pada penyelenggaraan perusahaan.

Bagian umum dipimpin oleh deputy *manager* 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.
6. Menyelenggarakan kegiatan pengadaan material berdasarkan permintaan fungsi *inventory control* serta pengadaan jasa berdasarkan permintaan fungsi perencanaan dan pengendalian pemeliharaan untuk mendukung pemeliharaan rutin dan kebutuhan non-instalasi lainnya.
7. Menyelenggarakan kegiatan proses administrasi gudang dan material *handling* untuk semua material milik unit pembangkitan.

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

### **2.3.5 Manager Engineering dan Quality Assurance**

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

### **2.3.6 Manager Keuangan dan Administrasi**

Bidang ini dipimpin oleh *Manager Keuangan dan Administrasi* yang bertugas dalam memastikan berjalannya kegiatan SDM, keuangan, sekretariat, humas, CSR, dan keamanan yang dapat sepenuhnya menunjang kegiatan

operasi pembangkit. SDM adalah aset yang paling penting dalam suatu perusahaan. Maka dari itu diadakanlah pelatihan-pelatihan untuk meningkatkan kompetensi dan profesionalisme dari SDM seiring dengan kebutuhan perusahaan.

PT. PJB UP Gresik dengan dukungan dari 329 pegawainya, telah menunjukkan pencapaian-pencapaian dalam kegiatan operasinya. Tugas dari bagian ini adalah menyiapkan kebijakan program pelatihan dan pengembangan bagi seluruh sumber daya manusia pada unit pembangkitan berdasarkan konsep optimasi biaya dan jumlah tenaga kerja.

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

### **2.3.7 Manager CNG dan Bahan Bakar**

Bidang CNG dan Bahan Bakar bertugas untuk merencanakan serta mengendalikan kegiatan operasi dan pemeliharaan unit CNG *Plant* agar berjalan dengan optimal. Bidang ini dipimpin oleh *Manager* CNG dan Bakar yang mana memiliki pengalaman, pengetahuan, dan keterampilan yang baik dan diakui oleh perusahaan untuk memimpin, mengelola, mengendalikan, mengatur, dan mengembangkan Gas Alam Terkompresi / CNG (*Compressed Natural Gas*) sebagai alternatif bahan bakar selain HSD (*High Speed Diesel*) dan residu oil.

## **2.4 Kegiatan Usaha**

Kegiatan usaha yang dilakukan oleh PT. Pembangkit Jawa Bali (PJB) UP Gresik adalah memproduksi energi listrik dan kesiapan operasi pembangkit daya. Hingga saat ini, PT. PJB UP Gresik telah memiliki tiga jenis mesin pembangkit, yaitu:

1. Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dengan total kapasitas sebesar 40 MW.
2. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dengan total kapasitas sebesar 600 MW.



3. Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) dengan total kapasitas sebesar 1.538 MW.

PT. Pembangkit Jawa Bali (PJB) UP Gresik terdiri dari tiga blok Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU). Daya (produk) yang dihasilkan oleh PT. PJB UP Gresik ini kemudian disalurkan melalui Jaringan Tegangan Tinggi (150 KV) dan Jaringan Tegangan Ekstra Tinggi (500 KV) ke sistem interkoneksi Jawa, Madura, dan Bali (JAMALI). Adapun pembeli tunggal (*single buyer*) dari listrik yang dihasilkan adalah PT. PLN (Persero) P3BJB (Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban Jawa-Bali).

## 2.5 Budaya 5S di PT. PJB UP Gresik

Metode 5S adalah suatu metode penataan dan pemeliharaan wilayah kerja secara intensif dan digunakan oleh manajemen dalam usaha untuk memelihara ketertitiban, efisiensi, dan disiplin di lokasi kerja sekaligus meningkatkan kinerja perusahaan secara menyeluruh.

PT. PJB UP Gresik dikenal sebagai perusahaan dengan sistem organisasi dan pekerjaan yang sangat kompleks. Maka dari itu, PT. PJB UP Gresik mengadaptasi metode 5S sebagai sistem manajemen *house keeping*-nya, dan menjadikannya bagian dari budaya kerja perusahaan untuk mewujudkan lingkungan yang nyaman, tertip, aman, dan bersih serta meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam mencapai kinerja terbaik.

Manajemen *House Keeping* 5S, meliputi:

1. SEIRI (Ringkas / Pemilahan)  
Membedakan antara yang diperlukan dan yang tidak diperlukan serta membuang yang tidak diperlukan.
2. SEITON (Rapi / Penataan)  
Menentukan tata letak yang tertata rapi sehingga kita selalu menemukan barang yang diperlukan.
3. SEISO (Resik / Pembersihan)  
Menghilangkan sampah kotoran dan barang asing untuk memperoleh tempat kerja yang lebih bersih.
4. SEIKETSU (Rawat / Pemantapan)

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

5. SHITSUKE (Rajin / Pembiasaan)

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

## **2.6 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) PT. PJB UP Gresik**

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang diterapkan di PT. PJB UP Gresik telah memenuhi standar, misalnya 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.

### **2.6.1 Landasan Hukum Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)**

Landasan hukum K3 adalah sebuah dasar hukum untuk penerapan di lingkungan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Landasan hukum K3 yaitu, UU No. 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja.

Tujuan / sasaran dari undang-undang ini adalah:

1. Agar tenaga kerja dan setiap orang lain yang berada di tempat kerja selalu dalam keadaan selamat dan sehat.
2. Agar sumber-sumber produksi dapat dipakai dan digunakan secara aman dan efisien.
3. Agar proses produksi dapat berjalan secara aman dan efisien.

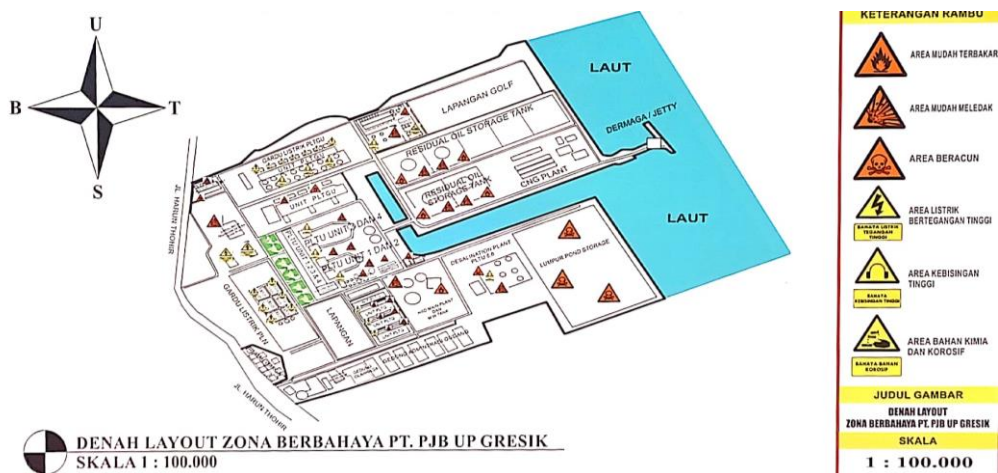
Undang-undang ini diberlakukan untuk setiap tempat kerja yang di dalamnya terdapat tiga unsur, yaitu:

1. Adanya suatu usaha, baik usaha yang bersifat ekonomi maupun sosial.
2. Adanya tenaga kerja yang bekerja di dalamnya, baik secara terus-menerus atau hanya sewaktu-waktu.
3. Adanya sumber bahaya.

### 2.6.2 Manajemen K3 di PT. PJB UP Gresik

Aktivitas rutin untuk menjaga dan meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja di PT. PJB UP Gresik sepenuhnya menjadi tanggung jawab karyawan dalam lingkup organisasi K3. Sebagai perusahaan vital yang memiliki lingkup kerja berisiko 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 sendiri, selain bidang K3 yang melaksanakan aktivitas harian juga terdapat P2K3 sebagai organisasi sendiri yang terbentuk sejak September 1989. Yang mana organisasi ini bertugas untuk membina, mengarahkan, dan mensosialisasikan pentingnya K3 kepada seluruh karyawan PLN. P2K3 yang terbentuk saat ini dipimpin oleh *General Manager* dengan sekretaris P2K3 adalah *Supervisor Senior K3*.



**Gambar 2. 2 Denah Layout Zona Berbahaya PT. PJB UP Gresik**

*Sumber: PT. PJB UP Gresik*

Dalam menjaga keamanan dan keselamatan pekerja maupun pengunjung, maka di PT. PJB UP Gresik diberlakukan pembagian daerah, yaitu:

#### 1. Daerah Terlarang

Artinya jika ingin memasuki daerah ini harus memiliki izin dan diperiksa terlebih dahulu, seperti halnya memasuki daerah lingkungan PT. PJB UP Gresik yang merupakan daerah terlarang.

#### 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 memasuki daerah ini jika telah mengajukan izin terlebih dahulu. Misalnya : CCR, Gudang, dsb.

## **2.7 Pengelolaan Lingkungan**

Dalam mengelola lingkungan di PT. PJB UP Gresik dan sekitarnya guna memberikan kenyamanan pada karyawan saat bekerja sekaligus untuk melestarikan lingkungan, maka dilakukanlah beberapa cara sebagai berikut ini:

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

### BAB III

## PELAKSANAAN MAGANG

### 3.1 Pelaksanaan Magang

**Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Magang (Logbook)**

Hari ke-	Waktu	Jam Mulai	Jam Selesai	Kegiatan
1	Jumat, 1 April 2022	<i>Online</i>	<i>Online</i>	Pengenalan Mentor dan co-mentor, pengenalan profil PT PJB UP Gresik secara daring
2	Senin, 4 April 2022	<i>Online</i>	<i>Online</i>	Mendapat materi secara daring “Norma Kesehatan Kerja”
3	Selasa, 5 April 2022	<i>Online</i>	<i>Online</i>	Mendapat materi secara daring tentang “Fungsi Udara Compressor di Turbin”
4	Rabu, 6 April 2022	<i>Online</i>	<i>Online</i>	Mendapat materi secara daring tentang “Pemeliharaan Turbin Uap”
5	Kamis, 7 April 2022	<i>Online</i>	<i>Online</i>	Mendapat materi secara daring tentang “ <i>Valve dan Safety Valve</i> ”
6	Jumat, 8 April 2022	<i>Online</i>	<i>Online</i>	Penjelasan secara daring tentang Siklus kerja di PLTGU UP Gresik
7	Senin, 11 April 2022	<i>Online</i>	<i>Online</i>	Belajar mandiri
8	Selasa, 12 April 2022	<i>Online</i>	<i>Online</i>	Belajar mandiri

9	Rabu, 13 April 2022	<i>Online</i>	<i>Online</i>	Mendapatkan materi secara daring tentang siklus kerja dan komponen utama pada PLTGU
10	Kamis, 14 April 2022	<i>Online</i>	<i>Online</i>	Mendapat materi <i>Heat Recovery Steam Generator ( HRSG )</i>
11	Jumat, 15 April 2022	<i>Online</i>	<i>Online</i>	Libur tanggal merah (Wafat Isa Al-Masih)
12	Senin, 18 April 2022	<i>Online</i>	<i>Online</i>	Membahas Materi <i>Heat Recovery Steam Generator (HRSG)</i>
13	Selasa, 19 April 2022	<i>Online</i>	<i>Online</i>	Mendapat materi tentang Effisiensi Management
14	Rabu, 20 April 2022	<i>Online</i>	<i>Online</i>	Mendapat materi tentang <i>Operation Management</i>
15	Kamis, 21 April 2022	<i>Online</i>	<i>Online</i>	Mendapat materi Unit Pembangkit PLTGU
16	Jumat, 22 April 2022	<i>Online</i>	<i>Online</i>	Mendapat materi tentang <i>Heat Balance</i>
17	Senin, 25 April 2022	<i>Online</i>	<i>Online</i>	Mendapat materi tentang <i>Starting System dan Fuel System</i>
18	Selasa, 26 April 2022	<i>Online</i>	<i>Online</i>	Mendapat materi tentang <i>Cooling Water System, Feed Water System, Steam System</i>
19	Rabu, 27 April 2022	<i>Online</i>	<i>Online</i>	Mendapat materi tentang <i>Lube Oil System</i>
20	Kamis, 28 April 2022	<i>Online</i>	<i>Online</i>	Mendapat materi tentang <i>Air and Flue Gass System dan Start Up</i>

21	Jumat, 29 April 2022	-	-	Libur hari raya Idul Fitri
22	Senin, 2 Mei 2022	-	-	Libur hari raya Idul Fitri
23	Selasa, 3 Mei 2022	-	-	Libur hari raya Idul Fitri
24	Rabu, 4 Mei 2022	-	-	Libur hari raya Idul Fitri
25	Kamis, 5 Mei 2022	-	-	Libur hari raya Idul Fitri
26	Jumat, 6 Mei 2022	-	-	Libur hari raya Idul Fitri
27	Senin, 9 Mei 2022	-	-	Libur hari raya Idul Fitri
28	Selasa, 10 Mei 2022	-	-	Libur hari raya Idul Fitri
29	Rabu, 11 Mei 2022	07.30	16.00	Mengurus administrasi, <i>Safety Induction (K3), post test</i> dan pengenalan lingkungan kerja, meliputi : <i>Heat Recovery Steam Generator (HRSG), Gas Turbin, Deaerator</i>
30	Kamis, 12 Mei 2022	07.30	16.00	Menyusun laporan Bab 1 dan 2 di perpustakaan
31	Jumat, 13 Mei 2022	07.30	11.00	Menyusun laporan Bab 3 di perpustakaan
32	Senin, 16 Mei 2022	-	-	Libur Hari Raya Waisak
33	Selasa, 17 Mei 2022	07.30	15.30	Pengenalan lingkungan kerja yang meliputi : <i>HP BCP (High Pressure</i>

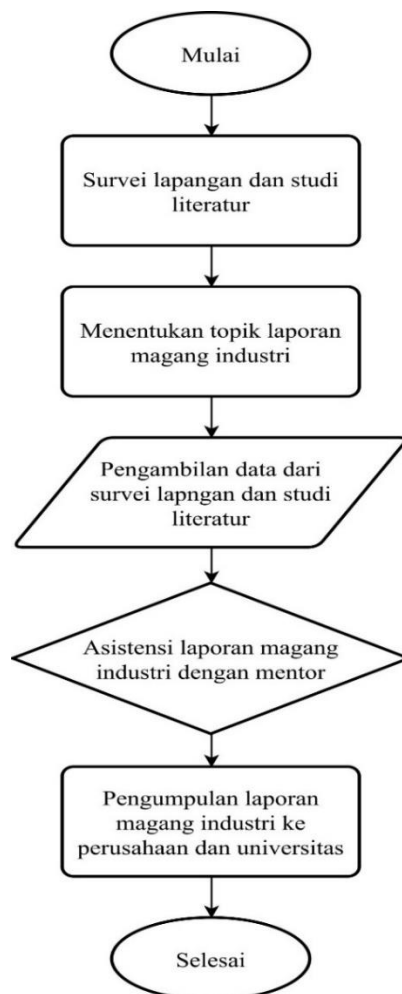
				<i>Boiler Circulating Pump), LP BFP (Low Pressure Boiler Feed Pump), Booster pump, LP Drum, HP Drum</i>
34	Rabu, 18 Mei 2022	07.30	15.30	Pengenalan lingkungan kerja yang meliputi : <i>Intake water system, chlorination plant, desalination plant</i>
35	Kamis, 19 Mei 2022	07.30	15.30	Pengenalan lingkungan kerja yang meliputi : <i>Waste water treatment plant, intake air filter, gas station</i>
36	Jumat, 20 Mei 2022	07.30	11.00	Pengenalan lingkungan kerja yang meliputi : <i>Condensor, dan Steam turbine</i>
37	Senin, 23 Mei 2022	07.30	15.30	Pemilihan topik laporan <i>Praktek Kerja Lapangan (PKL)</i>
38	Selasa, 24 Mei 2022	07.30	16.00	Pengerjaan Laporan di perpustakaan
39	Rabu, 25 Mei 2022	07.30	16.00	Pengerjaan Laporan di perpustakaan
40	Kamis, 26 Mei 2022	-	-	Libur Kenaikan Isa Al-Masih
41	Jumat, 27 Mei 2022	07.30	11.00	Asistensi laporan dengan mentor
42	Senin, 30 Mei 2022	07.30	16.00	Pengenalan lingkungan kerja, meliputi: <i>CNG, CCR</i>



				CNG. Serta penyelesaian laporan akhir.
43	Selasa, 31 Mei 2022	07.30	16.00	Penyelesaian laporan akhir.

### 3.2 Metodologi Penulisan Laporan

Adapun beberapa tahapan yang dilakukan dalam menyusun laporan ini. Proses penyusunan laporan ini dapat dilihat pada gambar diagram alir metodologi yang dibuat oleh penulis. Diagram alir ini berfungsi untuk memberikan gambaran mengenai alur kerja atau proses penulisan laporan akhir magang. Berikut diagram alir yang digunakan dalam penulisan laporan akhir magang dapat dilihat pada Gambar 3.1.



**Gambar 3. 1 Diagram Alir Penulisan Laporan Magang Industri**

*Sumber: Penulis*

### **3.2.1 Survei Lapangan dan Studi Literatur**

Survei lapangan di PT. PJB UP Gresik dilakukan untuk menemukan permasalahan yang terjadi di lapangan dan dilanjutkan dengan menentukan judul topik yang akan diangkat dalam laporan akhir. Setelah melakukan survei lapangan dilanjutkan dengan studi literatur yang terkait dengan hasil survei lapangan yang telah dilakukan selama kegiatan magang.

### **3.2.2 Penentuan Topik Laporan**

Setelah melakukan survei lapangan dan studi literatur, hal berikutnya yang dilakukan adalah menentukan topik yang akan diangkat di dalam laporan akhir magang. Saat telah menentukan topik yang akan dibahas, maka dilakukanlah tahap pengumpulan data yang terkait dengan permasalahan yang ingin kita bahas. Dalam laporan akhir magang kali ini, penulis menganbil topik mengenai proses *maintenance Heat Recovary Steam Generator (HRSG)* di PLTGU PT. PJB UP Gresik.

### **3.2.3 Pengambilan Data**

Proses pengambilan data ini dilakukan dengan dua acara, yaitu melalui studi literatur dengan mencari referensi buku dipergustakaan, dan membaca intruksi kerja dari PT. PJB UP Gresik. Selain itu, data juga didapat melalui survei yang ada dilapangan serta penjelasan dari mentor saat kunjungan ke lapangan. Data-data ini yang kemudian akan diproses dan digunakan untuk membantu dalam penulisan laporan akhir magang.

## **BAB IV**

### **HASIL MAGANG**

#### **4.1 Gambaran Unit Pembangkitan PT. PJB UP Gresik**

Kegiatan usaha yang dilakukan oleh PT. PJB UP Gresik adalah memproduksi energi listrik dan menjaga kesiapan operasi pembangkit daya. Dalam hal penjualan energi listrik pihak PT. PJB hanya menjual listrik untuk PT. PLN (Persero). Sedangkan dalam menjaga kesiapan operasi pembangkit daya, PT. PJB UP Gresik melakukan kerja sama dengan berbagai perusahaan luar negeri, seperti Mitsubishi, Siemens, dan General Electric. Hingga saat ini, PT. PJB UP Gresik memiliki tiga jenis mesin pembangkit listrik untuk menunjang proses produksi listriknya, unit pembangkitan tersebut antara lain:

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

#### **4.2 Deskripsi Unit Pembangkitan di PT. PJB UP Gresik**

##### **4.2.1 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<sup>3</sup>.

4. Generator dan Trafo Utama

Generator terhubungan 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.

5. *Combuster*

Dalam mesin turbin gas, ruang bakar (*combustor* atau *combustion chamber*) diumpankan suatu udara bertekanan tinggi oleh sistem kompresi. *Combustor* kemudian memanaskan udara ini pada tekanan konstan. Setelah

pemanasan, udara melewati dari ruang bakar melalui panduan baling-baling nozzle untuk turbin.

#### **4.2.2 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 kondensor, 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* (Ketel)

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. Kondensor

Kondensor pada Turbin Uap pada PLTU berfungsi untuk mengkondensasikan (pengembunan) uap bekas Turbin (*Turbine*). Uap yang sudah digunakan untuk memutar Turbin akan mengalir ke arah kondensor kerana tekanan di dalam kondensor lebih rendah dari pada tekanan di ruang Turbin.

5. Pompa

Air hasil kondensasi dipompa menuju ke boiler, untuk sekali lagi dipanaskan dan dimanfaatkan kembali uapnya dalam menggerakkan turbin uap.

#### **4.2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)**

Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) adalah pembangkit termal yang menggabungkan prinsip kerja PLTG (Pembangkit Listrik Tenaga Gas) dan PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap), atau disebut juga *combined cycle*. Pembangkit jenis ini dapat didesain menghasilkan daya listrik yang besar

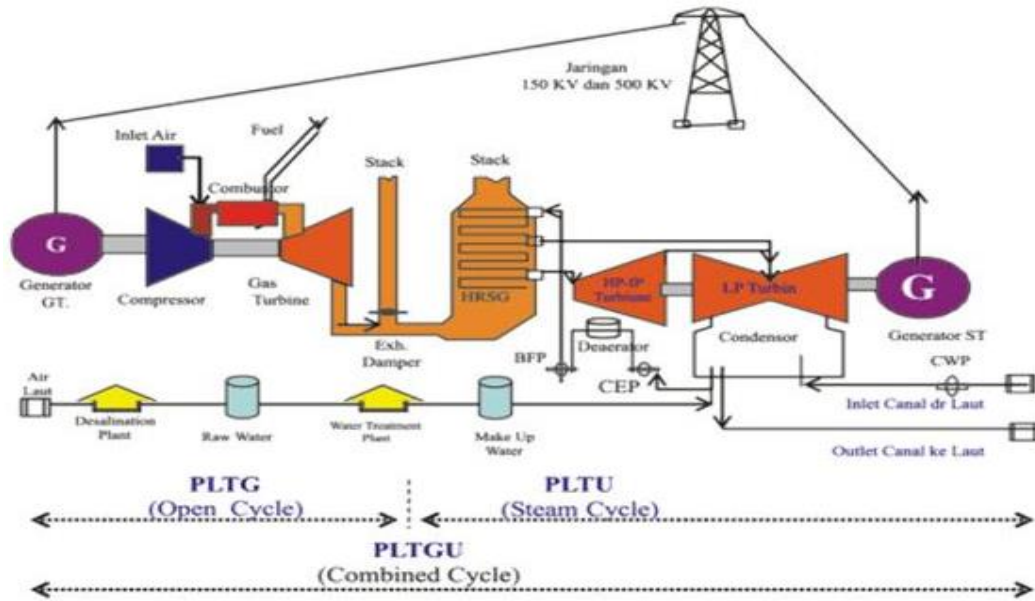
dan lebih efisien, karena dalam mengoperasikan PLTU memanfaatkan gas buang dari proses PLTG. Sistem operasi PLTU ini memanfaatkan gas buang dari PLTG, yang kemudian digunakan untuk memproduksi uap di dalam HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*). Dalam operasi unit ini, PLTG dapat dioperasikan secara terpisah dengan PLTU dan hal ini disebut *open cycle*. Serta dapat pula dikombinasikan dengan PLTU sehingga menjadi PLTGU seperti yang ada di PT. PJB UP Gresik.

Secara sederhana proses pembangkitan listrik pada PLTGU dimulai saat udara yang berasal dari atmosfer ditekan dengan menggunakan kompresor untuk menghasilkan udara bertekanan. Selanjutnya udara bertekanan ini dimasukkan ke dalam ruang bakar (*combustor*). Proses pembakaran dapat terjadi dengan memasukkan bahan bakar (BB) sehingga dapat terbentuk gas pembakaran. Kemudian gas pembakaran tersebut digunakan untuk memutar turbin gas yang dikopel dengan generator dan kompresor, sehingga dapat dihasilkan daya listrik. Gas sisa pembakaran yang keluar dari turbin gas atau disebut dengan gas buang, selanjutnya dibuang ke atmosfer melalui cerobong gas atau dialirkan ke dalam HRSG untuk proses operasi PLTU.

Adapun beberapa komponen utama yang digunakan dalam menunjang operasi PLTGU, yaitu:

1. Sistem PLTG (Pembangkit Listrik Tenaga Gas), meliputi kompresor, turbin gas, combustor dan generator.
2. HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*), yaitu alat pembangkit produksi uap.
3. Turbin uap
4. Generator
5. Kondensor
6. Peralatan pendukung lainnya, diantaranya yaitu: pompo, pemanas air, pompa pengisi HRSG, dll.

### 4.3 Cara Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)



**Gambar 4. 1 Siklus Kerja PLTGU**

*Sumber : PT. PJB UP Gresik*

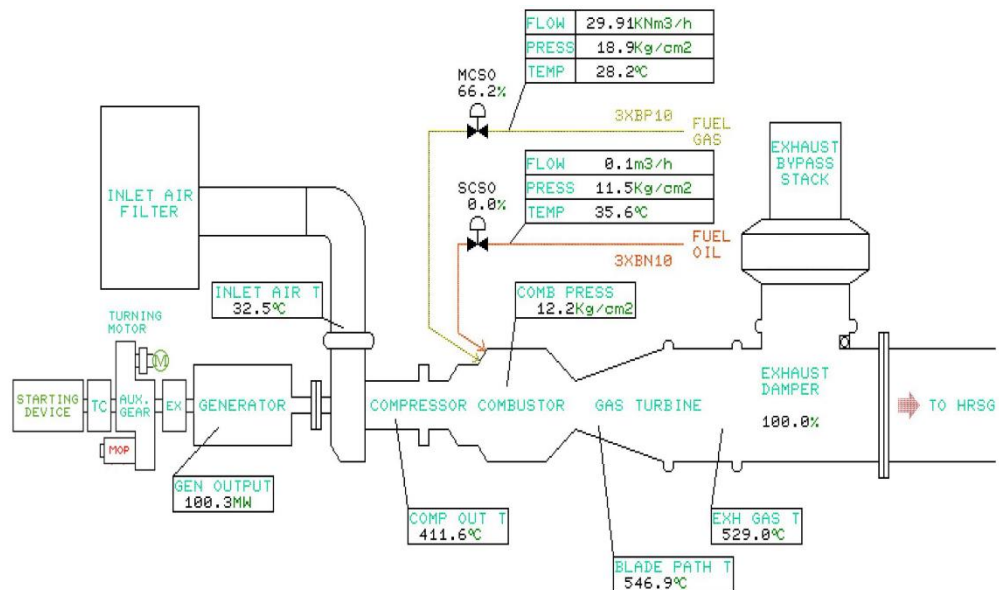
Proses konversi energi pada PLTGU berlangsung melalui tiga tahapan pada PLTG dan tiga tahapan pada PLTU. Pada tahap pertama PLTG, energi kimia dari bahan bakar diubah menjadi panas dalam bentuk gas bertekanan dan bertemperatur tinggi. Kedua, energi panas (gas) diubah menjadi energi mekanik dalam bentuk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

Lalu 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 temperatur tinggi dari proses pemanasan air di HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*). Kedua, energi panas (uap) selanjutnya diubah menjadi energi kinetic dalam bentuk putaran turbin uap. Ketiga, energi dari turbin uap selanjutnya diubah menjadi energi listrik pada generator.

Untuk proses lebih detail mengenai produksi listrik pada unit Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) di PT. PJB UP Gresik dapat dijelaskan sebagai berikut:



### 4.3.1 Tahap PLTG



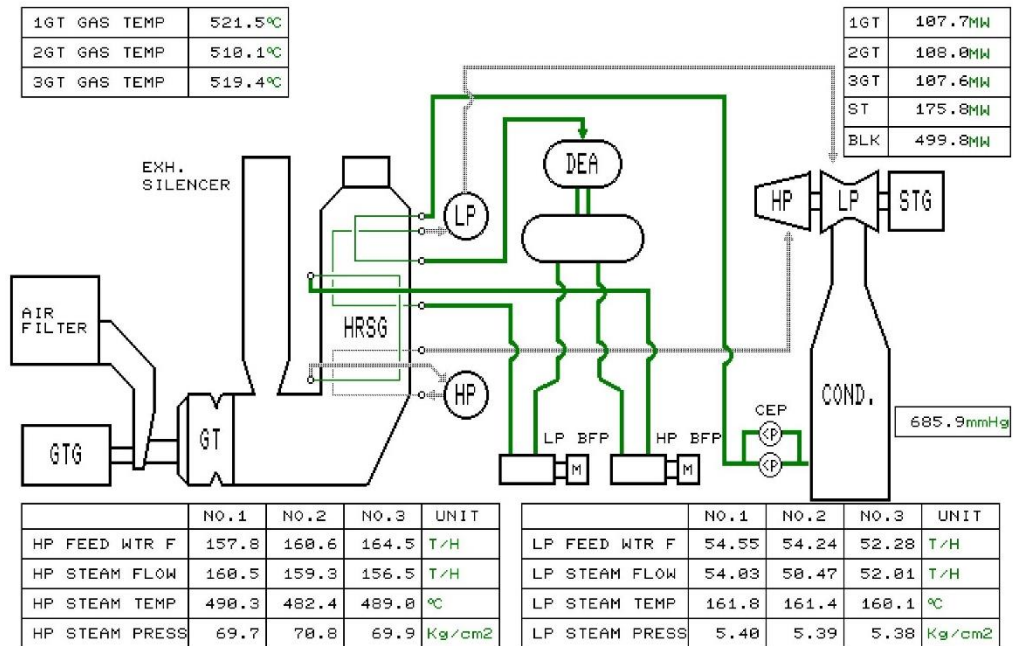
**Gambar 4. 2 Siklus Kerja PLTG**

Sumber: PT. PJB UP Gresik

Adapun beberapa tahapan dalam proses kerja di sistem Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), yaitu:

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.

### 4.3.2 Tahap PLTU



**Gambar 4. 3 Siklus Kerja PLTU**

Sumber: PT. PJB UP Gresik

Setelah proses pembangkitan listrik di PLTG selesai, maka proses produksi listrik dilanjutkan lagi pada sistem PLTU menggunakan sisa gas buang dari proses PLTG. Adapun tahapan yang terjadi pada proses ini, antara lain:

1. Air pada kondensator akan dipompa oleh CEP (*Condensate Extraction Pump*) menuju *Preheater*.
2. Kemudian air telah melewati *Preheater* akan masuk ke *Deaerator*.
3. 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*.
4. Air dalam *LP Economizer* dialirkan ke *LP Drum* untuk kemudian dipompa oleh LP BCP (*Low Pressure Boiler Circulating Pump*) ke *LP Evaporator*.
5. Uap yang dihasilkan *LP Evaporator* dialirkan kembali ke *LP Drum*. Air dalam *HP 2nd Economizer* dialirkan ke *HP Drum* untuk kemudian dipompa oleh HP BCP (*High Pressure Boiler Circulating Pump*) ke *HP Evaporator*.
6. Selanjutnya uap yang dihasilkan *HP Evaporator* dialirkan ke *HP Drum*.

7. 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*.
8. Uap dari *LP Drum* dialirkan ke *LP Steam Turbine* guna menggerakkan sudu-sudu turbin LP.
9. 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.
10. uap dari turbin HP dialirkan ke turbin LP guna menggerakkan sudu-sudu turbin LP.
11. Generator yang digerakkan oleh turbin uap (HP dan LP) menghasilkan energi listrik.
12. Uap yang telah menggerakkan sudu-sudu *Steam Turbine* akan kembali ke Kondensor. Dalam kondensor uap dari turbin mengalami pengembunan air.
13. Kembali lagi ke proses nomor 1 dan membentuk siklus.

#### **4.4 Prosedur Block Start Up**

##### **4.4.1 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.

##### **4.4.2 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.

#### **4.4.3 Hot Start Up**

Hot start up adalah kondisi temperatur rotor HP turbin diatas 400°C dan hal tersebut dapat dilaksanakan setelah delapan jam shut down. Pada Hot Start Up temperatur HP turbin cukup tinggi untuk membuat sinkron sehingga waktu yang dibutuhkan lebih singkat sebab perbedaan antara temperatur 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.

### **4.5 Prosedur Start Up Combined Cycle pada PLTGU**

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

#### **4.5.1 Turbin Gas**

Adapun beberapa hal yang harus diperhatikan saat akan mengoperasikan turbin gas, antara lain:

##### **a. Persiapan Start Turbin Uap**

1. Mengecek tekanan pada HP auxiliary steam > 18 K atau tekanan LP auxiliary steam > 3.5 K
2. Circulating water pump, cooling water pump, sea water booster pump, condensate extraction pump, auxiliary oil pump, dan steam turbine turning beroperasi.
3. Ketika syarat pada poin i dan ii telah terpenuhi, maka gland akan start. Setelah kondisi vakum, yaitu > 570 mmHg Abs tercapai, maka 2 main ejector akan start. Lalu 1 menit kemudian starting air ejector akan berhenti.

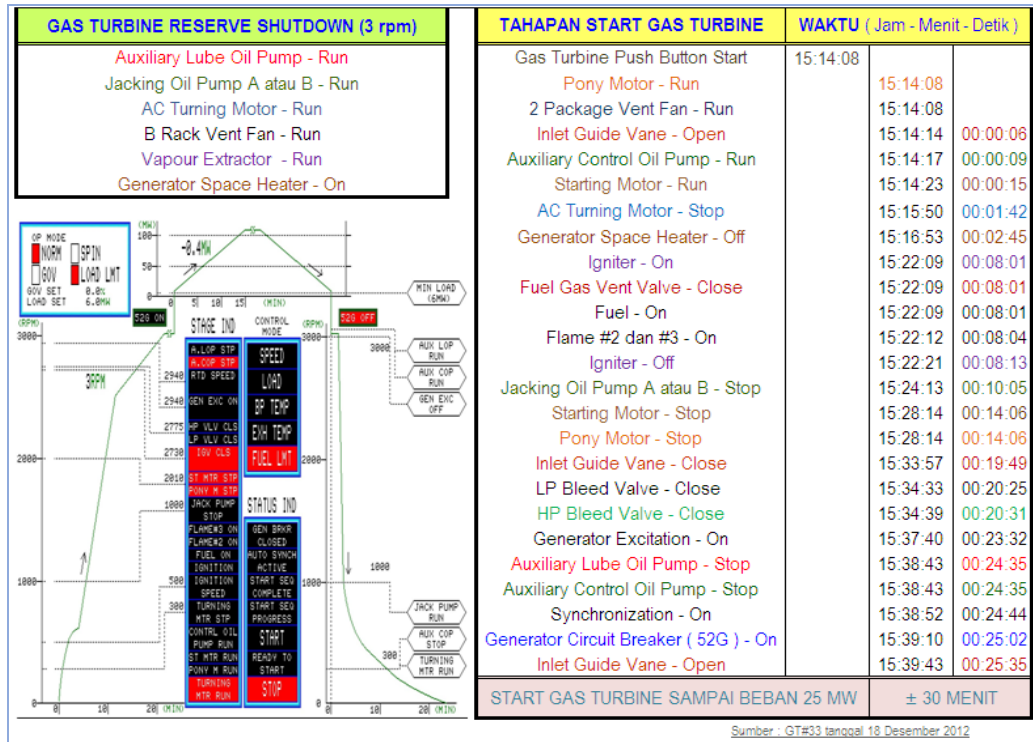
4. Kemudian pada keadaan HRSG dingin dengan kondisi vakum > 580 mmHg Abs atau kondisi vakum > 680 mmHg Abs sementara HRSG dingin, maka persiapan start turbin uap selesai.

**b. Persiapan Start HRSG**

1. HP Boiler Circulating Pump dan LP Boiler Circulating Pump start.
2. 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.
3. 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.
4. Semua HRSG dalam keadaan atau valve HP Turbine Bypass Valve Isolation dan Valve HP Turbine Bypass Valve Isolation terbuka.
5. Setelah kondisi (1) sampai (5) telah terlaksana, maka persiapan start HRSG selesai.

**c. Start Turbin Gas**

1. Satu menit kemudian gas turbine start up sequence dimulai, yaitu:
  - a. Starting Motor akan start
  - b. Valve bahan bakar terbuka pada putaran 600 rpm.
  - c. Igniter mulai beroperasi dan terjadi penyalaan.
  - d. Kecepatan putaran naik.
  - e. Setelah kecepatan 2100 rpm, starting motor berhenti.
  - f. Bleed Extraction Valve menutup pada putaran 2775 rpm.
2. Setelah kondisi (1) terlaksana, maka start turbin gas selesai.
3. 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.



**Gambar 4. 4 Proses Start Up Turbin Gas**

*Sumber: PT. PJB UP Gresik*

#### d. Sinkronisasi Turbin Gas

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

#### 4.5.2 HRSG (Heat Recovery Steam Generator)

Start HRSG dapat dimulai setelah sinkronisasi turbin gas selesai, yang kemudian dilanjutkan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan HRSG pada langkah (2) selesai dan sinkronisasi turbin gas pada langkah (4) selesai dan block pada kondisi mode start.

2. 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%.
3. Setelah langkah b, Exhaust Damper akan terbuka 45%, kemudian:
  - a. Jika HRSG dingin, 30 menit kemudian Exhaust Damper akan terbuka 80%.
  - b. Jika HRSG warm, 20 menit kemudian Exhaust Damper akan terbuka 80%.
  - c. Jika HRSG panas, 10 menit kemudian Exhaust Damper akan terbuka 80%.
4. Setelah langkah (2), apabila kondisi HRSG dingin maka HP Turbine Bypass Valve Isolation dan LP Turbine Bypass Valve Isolation akan terbuka.
5. Sementara itu, setelah langkah (2) maka HP Steam Outlet Valve I akan terbuka.
6. Setelah langkah (2) LP Steam Outlet Valve terbuka, lalu 1 menit kemudian Deaerator Steam Inlet Valve akan terbuka.
7. Setelah langkah (3), (5), dan (6) selesai dan pada kondisi tekanan HP steam > 34 atm, maka turbin gas akan menghasilkan beban 45%. Dengan demikian starting HRSG telah selesai.

#### **4.5.3 Turbin Uap**

Start untuk turbin uap (*steam turbine*) dapat dilakukan setelah start HRSG selesai. Berikut prosedur dari pengoperasian turbin uap, yaitu:

##### **a. Peningkatan Kecepatan Turbin Uap**

1. Ada 3 pilihan model pada Turbin Uap (*Steam Turbine*) yang pemilihannya disesuaikan dengan kondisi HRSG, yaitu:
  - a. Pada mode dingin, temperature HP steam antara 300°C dan 430°C.
  - b. Pada mode warm, temperature HP steam > 320°C.
  - c. Pada mode panas, temperature HP steam > 400°C.
2. Tekanan HP Steam 34 atm serta start Steam Turbine telah diperbolehkan.

3. Kondisi (1) dan (2) terpenuhi dan starting HRSG pada Langkah (2) telah selesai.
4. Langkah (3) selesai dan kecepatan Steam Turbine  $> 100$  rpm
5. Setelah Langkah d selesai. Steam Turbine Speed Squance dimulai, yaitu:
  - a. *Rub Check* pada putaran rpm.
  - b. Target kecepatan 2000 rpm.
  - c. *Heat Soak* pada putaran 2000 rpm.
  - d. Target Kecepatan 3000 rpm.
6. Kondisi pada Langkah (5) selesai dan kecepatan mencapai rated speed, serta auxiliary oil pump mati.
7. Setelah Langkah (6) dan beban Gas Turbine I  $< 48$  % maka Exhaust Damper I membuka 100%.
8. Lima menit setelah kondisi (7) terpenuhi dan kondisi (6) terpenuhi, maka penaikan kecepatan steam turbine selesai atau jika Gas Turbine  $> 48\%$  dan kondisi (6) terpenuhi, maka penaikan kecepatan Steam Turbine selesai.

#### **b. Start Up Steam Turbine**

Proses ini berlangsung bersamaan dengan proses kenaikan kecepatan *steam turbine*. Berikut tahapannya sebagai berikut:

1. Kondisi **(c.1)** terpenuhi dan pada block saat kondisi start mode.
2. Setelah kondisi (1) terpenuhi, dan pada saat kondisi vakum  $> 690$  mmHg maka main air ejector akan berhenti.
3. Sementara itu, setelah kondisi (1) terpenuhi, Steam Turbine start sequence akan dimulai, yaitu:
  - a. *Steam Turbine reset*
  - b. *Steam Turbine Control Automatic*
  - c. Target kecepatan 400 rpm
  - d. Laju kecepatan 300 rpm / menit
  - e. HP Steam Control Valve Tertutup
4. Setelah kondisi (3) terpenuhi dan kondisi **(d.1)** 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*.

Berikut tahapannya, antara lain:

1. *Steam turbine* berada pada mode warm dengan temperature *steam turbine metal*  $> 250^{\circ}\text{C}$ .
2. Proses (2) telah selesai dilakukan.
3. Setelah kondisi (1) dan (2) terpenuhi, maka *Steam Turbine Synchronize Sequence* dimulai, yaitu :
  - a. *Circuit Breaker* di local tertutup
  - b. *Automatic Voltage Regulator* beroperasi secara automatic
  - c. *Main Circuit Breaker* tertutup
  - d. *Initial Load* dipertahankan
4. Kondisi (3) terpenuhi, dan usaha mempertahankan *initial load* selesai serta *HP Steam Turbine*  $> 33\text{K}$ .
5. Setelah kondisi d selesai *Control Valve* untuk mengontrol tekanan *Hp Steam Turbine Control Valve* beroperasi secara otomatis.
6. Sementara itu, setelah kondisi (4) selesai, *HP Turbine Bypass Valve I* tertutup.
7. Setelah Langkah (6) maka *control HP turbine bypass valve* untuk mengontrol tekanan *LP Steam Turbine Control Valve* beroperasi secara otomatis.
8. Setelah Langkah (6) *LP turbine bypass valve I* tertutup kemudian *control LP turbine bypass valve I* dalam mode *back-up*.
9. 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.
10. setelah kondisi (9) terpenuhi dan temperature masukan *steam turbine* dan keluaran HRSG  $< 55^{\circ}\text{C}$  serta tekanan masukan *steam turbine* dan keluaran HRSG  $< 1 \text{ kg/cm}^2$  maka *HP BOV ( High Pressure Boiler Outer Valve)* akan membuka.

11. *HP Turbine Bypass Valve II* tertutup.
12. Kemudian *control HP turbin bypass valve II* dalam mode *back-up*.
13. Setelah Langkah (11) 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*.
14. 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.
15. HP turbine bypass valve III tertutup.
16. Control HP turbine bypass valve III dalam mode back-up.
17. Setelah Langkah (15) 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
18. 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  $34\text{ kg/cm}^2$ . 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 eshaust damper III sebesar 100%. Dengan demikian set untuk load turbin gas terbuka 100%.  
Maka dengan begitu sinkronisasi turbin uap selesai. Dengan selesainya sinkronisasi turbin uap, maka PLTGU telah beroperasi secara penuh.

#### **4.6 Prosedur Block Shutdown**

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 di stop, serta temperatur 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.

#### **4.7 Prosedur Shutdown Combined Cycle pada PLTGU**

Prosedur *shutdown* umumnya digunakan pada saat akan dilakukan *overhaul*. Prosedur *shutdown* ini dapat diuraikan sebagai berikut:

##### **4.7.1 Penurunan Load Turbin Gas**

1. Steam turbine berada pada mode vacuum hold atau vacuum break.
2. Tekanan control valve condenser HP turbine diatur 59 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan turbin gas mengalami penurunan load sampai 60%.
3. Control untuk control valve condenser LP turbine pada mode common.
4. Setelah langkah (3) tercapai dan load steam turbine masing > 10%, maka penutupan HP control valve naik sampai 4% dari bukaan maksimum.
5. Apabila langkah (4) tercapai, load steam turbine < 10% serta control valve LP steam turbine tertutup, maka proses penurunan load turbin gas selesai.

##### **4.7.2 Shutdown Turbin Uap**

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

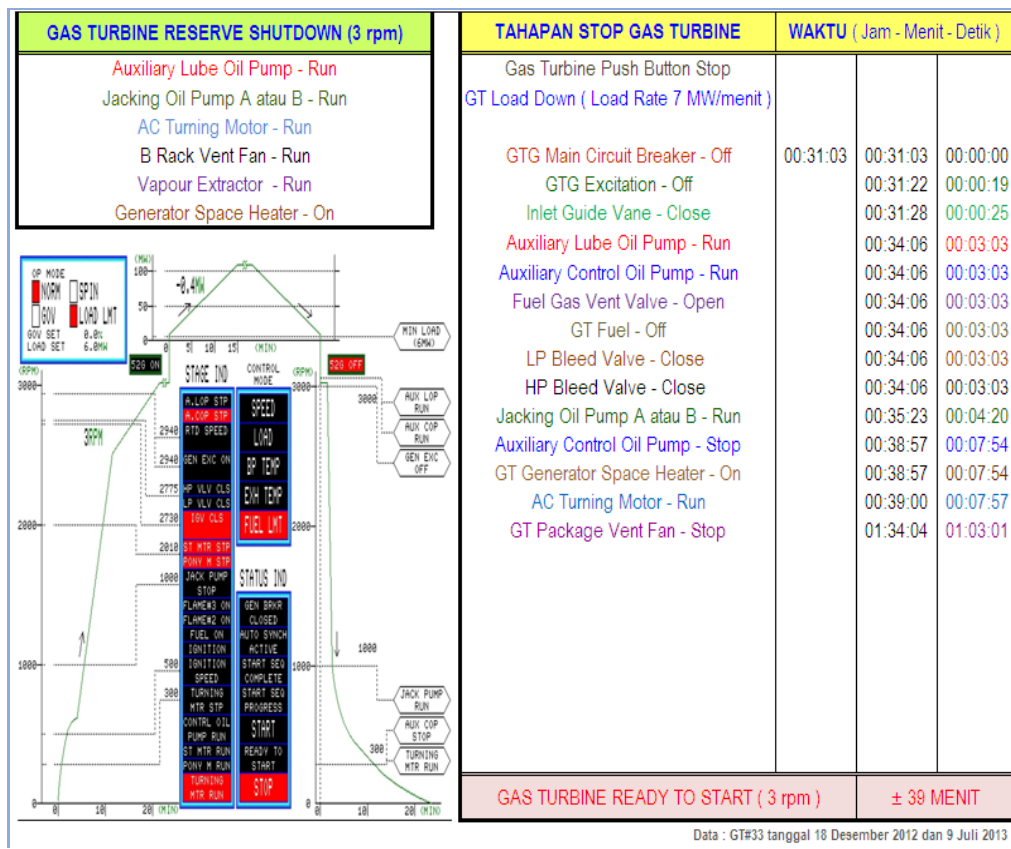
##### **4.7.3 Shutdown Turbin Gas**

*Shutdown* untuk turbin uap telah selesai. Setelah langkah (1) pada *shutdown* turbin uap, maka *load* turbin gas akan menjadi < 20% dan *exhaust damper* tertutup. Setelah langkah (1) *load* turbin gas turun hingga 5%, baru *sequence shutdown* untuk turbin gas dimulai, yaitu:

1. *Main Circuit Breaker* terbuka.

2. *Field Circuit Breaker* terbuka.
3. *Automatic Voltage Regulator* beroperasi secara manual.
4. *Master Gas Turbine Off*.
5. *Bleed Extraction Valve* terbuka.
6. *OST SV Gas Turbine* terbuka.
7. *Auxiliary Oil Pump* pada gas turbine dalam kondisi start.

Setelah langkah (3) selesai, maka proses *shutdown* pada turbin gas selesai. Untuk memberikan gambaran mengenai proses *shutdown* turbin gas, dapat dilihat pada Gambar 4.5 di bawah ini.



**Gambar 4. 5 Proses Shutdown Turbin Gas**  
*Sumber: PT. PJB UP Gresik*

#### 4.8 Komponen Utama PLTGU

Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) terdapat komponen-komponen utama yang sangat vital peranannya dalam system pembangkitan listrik. Adapun komponen-komponen utama tersebut, antara lain:

### 4.8.1 Turbin Gas

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:

- a. Sering terjadi kenaikan beban (*load*) yang sulit diprediksi, terutama dengan semakin berkembangnya lapangan industri di Indonesia.
- b. 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.



**Gambar 4. 6 Gas Turbin**

*Sumber: Penulis*

Di dalam turbin gas juga terdapat tiga komponen utama yang mana saling berkaitan untuk menghasilkan daya listrik. Berikut ketiga komponen yang ada pada turbin, antara lain:

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* (Ruang Bakar)

*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.

Adapun spesifikasi turbin gas yang digunakan pada sistem pembangkit listrik yang ada di PT. PJB UP Gresik. Spesifikasi turbin gas ini dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

**Tabel 4. 1 Spesifikasi Komponen Turbin Gas**

Spesifikasi Turbin	
Tipe	<i>Axial Flow, Reaction Type</i>
Jumlah Tingkat	4
Putaran rata-rata	3000 rpm
Putaran Maksimum	3750 rpm
Model	MW 701D
Spesifikasi Kompresor	
Tipe	<i>Axial Flow</i>
Stage	19
Spesifikasi Ruang Bakar	

Tipe	<i>Canular Type</i>
Jumlah <i>Nozzle</i>	18

#### 4.8.2 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. 7 Heat Recovery Steam Generator**

*Sumber: PT. PJB UP Gresik*

#### 4.8.3 Turbin Uap

Turbin Uap (*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.

Turbin Uap 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.



**Gambar 4. 8 Turbin Uap**

*Sumber: Penulis*

Adapun spesifikasi dari turbin uap yang digunakan di PT. PJB UP Gresik dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

**Tabel 4. 2 Spesifikasi Turbin Uap**

Tipe	SC-26''
Kapasitas Nominal	100.000 kW
Putaran Nominal	3000 rpm
Tekanan Masuk	88 kg/cm <sup>2</sup> g
Suhu Masuk	510 °C
Tekanan Buang	65 mmHg

#### 4.8.4 Kondensor

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.



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.

Untuk spesifikasi dari kondesor yang ada di PT. PJB UP Gresik dapat dilihat pada tabel 4.3.

**Tabel 4. 3 Spesifikasi Kondensor**

Type	<i>Radial Flow Cooling Surface</i>
Cooling Surface Area	14.150 m <sup>2</sup>
Cooling Water Flow	46.070 m <sup>3</sup> /h
Inlet Cooling Water Temperature	30°C
Vacuum	697 mmHg
Cooling Water Velocity	2,1 m/s
Disolved O <sub>2</sub> Content	<0,01 cm <sup>3</sup> /lt
Tube:	
a. Diameter	25 mm
b. Tebal	1,25 mm / 0,5 mm
c. Jumlah	14.636 buah
d. Panjang	11.797 mm
e. Bahan	Alumunium Brass, Titanium

#### 4.8.5 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 kontinu dan mampu beroperasi pada fluktuasi beban tinggi serta dilengkapi dengan peralatan proteksi untuk melindungi generator terhadap kondisi kerja yang tidak normal.

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 disanggah 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.

Adapun spesifikasi generator yang terdapat di PT. PJB UP Gresik, sebagai berikut:

**Tabel 4. 4 Spesifikasi Generator**

Generator Turbin Gas
----------------------

Tipe	TRLI 108/36/SIEMENS
Output	153,75 MW
Tegangan	10,5 + 5% kV
Arus	8454 – S1
Faktor Daya	0,8
Sambungan	YY
Fase	3 Fase
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
Fase	3 Fase

#### 4.8.6 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 ini.

**Tabel 4. 5 Spesifikasi Low Pressure Boiler Feed Pump**

Tipe Pompa	CN-80-32
Jumlah Pompa	4/blok
Kapasitas	129,3 m <sup>3</sup> /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**

*Sumber: Penulis*

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

**Tabel 4. 6 Spesifikasi High Pressure Boiler Feed Pump**

Tipe Pompa	Multistage
Jumlah Pompa	4/blok
Kapasitas	207,5 m <sup>3</sup> /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**

*Sumber: Penulis*

#### **4.8.7 Boiler Circulating Pump**

Terdapat 2 jenis *Boiler Circulating Pump* 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 Circulating Pump**

*Sumber: Penulis*

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



**Gambar 4. 12 High Pressure Circulating Pump**

*Sumber: Penulis*

#### 4.8.8 Condensate Extraction Pump

*Condensate Extraction Pump* berfungsi untuk memompa air dari kondensor menuju *preheater* yang selanjutnya akan ditampung di dalam *deaerator*.

### 4.9 Komponen Penunjang PLTGU

#### 4.9.1 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. 13 Gas Station Area**

*Sumber: Penulis*

#### 4.9.2 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. 14 Flash Evaporator**

*Sumber: Penulis*

Maka uap tersebut akan tertarik keatas dengan cepat dan menyentuh pipa-pipa diatasnya yang dialiri oleh air laut yg temperturnya 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  $<20 \mu\text{s/cm}$ .



**Gambar 4. 15 Raw Water Tank**

*Sumber: Penulis*



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*.

#### 4.9.3 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 *water treatment plant* yang terdapat pada UP Gresik ada 3 unit.

Proses *water treatment plant* diawali dari air yang ada di *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.



**Gambar 4. 16 Pre Filter dan Mix Bed**

*Sumber: Penulis*

Adapun spesifikasi dari *Mix Bed* yang terdapat di PT. PJB UP Gresik dapat dilihat pada tabel 4.7.

**Tabel 4. 7 Spesifikasi Mix Bed**

No. off units	3 [2+1]
Merk	SALCON PTE LTD.
Tipe	<i>Mixed Bed Exchangers</i>
Kapasitas	300 m <sup>3</sup> /hari <i>Treated Water per Unit</i>

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.

#### 4.9.4 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 cholirnation plant adalah 112 Kg/Hr. Proses yang terjadi pada *chlorination plant* adalah sebagai berikut:

**Gambar 4. 17 Chlorination Plant**

*Sumber: Penulis*

1. Diawali dari pemompaan air laut oleh *sea water booster pump* yang diambil dari kanal *circulating water pump* dan *sea water feed 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 m<sup>3</sup>.
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*.

Adapun spesifikasi dari *chlorination plant* yang digunakan di PT. PJB UP Gresik dapat dilihat pada Tabel 4.8 dibawah ini.

**Tabel 4. 8 Spesifikasi Chlorination Plant**

Merk	ELECTROCATALYTIC
Model	Chloropac 18X 16 MK II Generator
Tipe	Bi polar annular electrode type
Kapasitas	112 kg/h per unit
Unit	3 unit
Sea Eater Flow	90 m <sup>3</sup> /hr per unit
Hypo Chlorite Storage Capacity	3 tank, kapasitas 45 m <sup>3</sup>

#### 4.9.5 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 (H<sub>2</sub>) ditunjukkan pada Tabel 4.9.

**Tabel 4. 9 Keuntungan dan Kerugian Penggunaan Pendingin Hydrogen**

Keuntungan	Kerugian
Memiliki densitas rendah	Bersifat eksplosif dapat meledak bila bercampur dengan udara pada rentang perbandingan antara 4% - 76%
Koefisien heat transfer hydrogen lebih baik	
Umur mesin bertambah	Memerlukan system 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 H<sub>2</sub> tank. Dimana tank pertama memiliki volume 75 m<sup>3</sup> dan tank kedua memiliki volume 175 m<sup>3</sup>. Tahap terakhir setelah ditampung pada H<sub>2</sub> tank, hidrogen langsung dialirkan menuju generator pada *steam turbine*.

#### 4.9.6 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.

**Gambar 4. 18 Deaerator**

*Sumber: Penulis*

Adapun spesifikasi dari *deaerator* yang terdapat di PT. PJB UP Gresik dapat dilihat pada Tabel 4.10.

**Tabel 4. 10 Spesifikasi Deaerator**

Tipe	<i>Spray Tray with Contact Internal Vent Condenser</i>
Kapasitas	700.000 kg/hr
Volume Tank	120 m <sup>3</sup>
Jumlah	1
Total Dissolved Ocxygen	<0,005 cc/lt

#### 4.9.7 Transformator

Transformator adalah peralatan listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari salah satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain melalui suatu gandingan magnet dan berdasar prinsip elektromagnetik. Alat ini berfungsi sebagai pemilihan tegangan yang sesuai dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan, misalnya kebutuhan akan tegangan transmisi daya listrik jarak jauh.



**Gambar 4. 19 Transformator**

*Sumber: Penulis*

## **4.10 Heat Recovery Steam Generator pada PLTGU PT. PJB UP Gresik**

### **4.10.1 Definisi Heat Recovery Steam Generator (HRSG)**

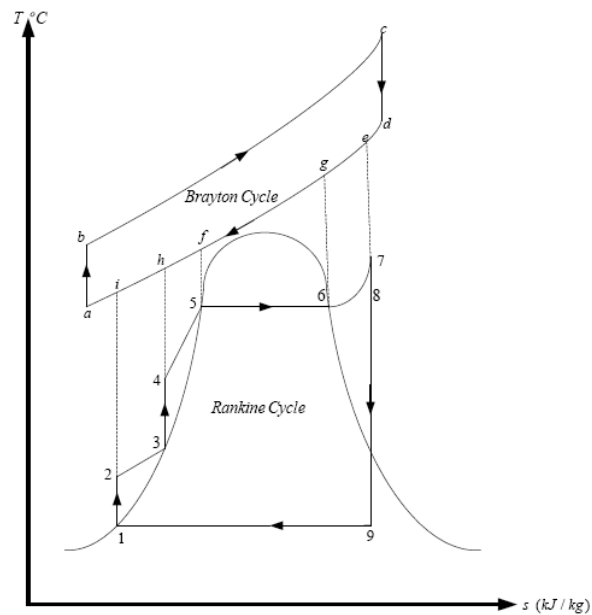
*Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) adalah ketel uap atau boiler yang memanfaatkan energi panas sisa gas buang hasil unit turbin gas untuk memanaskan air dan mengubahnya menjadi uap, dan selanjutnya uap tersebut digunakan untuk menggerakkan turbin uap. Pada umumnya, HRSG tidak dilengkapi pembakar (burner) dan tidak mengkonsumsi bahan bakar sehingga tidak terjadi proses perpindahan/penyerapan panas radiasi. Proses perpindahan/penyerapan yang terjadi hanyalah proses konveksi dari gas buang turbin gas ke dalam air dan/atau melalui elemen-elemen pemanas di dalam ruang boiler HRSG.

HRSG sangat bermanfaat untuk meningkatkan hasil guna (efisien) bahan bakar yang dipakai pada unit turbin gas, selanjutnya menggerakkan unit turbin uap. Sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan proses ini disebut Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) atau unit pembangkit siklus kombinasi CCPP (*Combined Cycle Power Plant*). Unit pembangkit PLTGU disebut juga Blok PLTGU.

Siklus Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) adalah gabungan siklus brayton turbin gas dengan siklus rankine turbin uap. HRSG merupakan bagian dari siklus rankine. HRSG sendiri juga dapat memanfaatkan energi panas sisa gas buang suatu unit pembangkit motor diesel untuk memanaskan air dan mengubahnya menjadi uap, dan kemudian uap tersebut dipergunakan untuk menggerakkan turbin uap.

### **4.10.2 Siklus Kerja HRSG**

Siklus Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) adalah gabungan dari dua prinsip siklus, yaitu siklus brayton pada turbin gas, dan siklus rankine pada turbin uap. Dari gabungan kedua prinsip inilah sistem kerja pada PLTGU dapat dijalankan hingga menghasilkan daya listrik yang dibutuhkan.



**Gambar 4. 20 Diagram T-s HRSG**

Gambar diagram T-s diatas memberikan gambaran mengenai proses berlangsungnya siklus *Brayton* untuk turbin gas dan siklus *Rankine* untuk turbin uap. Berdasarkan diagram tersebut, dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### **A. Siklus Brayton**

1. a-b udara masuk ke dalam kompresor mengalami kenaikan tekanan dan temperatur.
2. b-c menunjukkan proses pembakaran. Bahan bakar di injeksikan ke dalam ruang bakar bersama dengan udara dari kompresor. Pembakaran tersebut mengakibatkan tekanan, temperatur serta entropi.
3. c-d menunjukkan proses ekspansi gas turbin. Terjadi penurunan temperatur, tekanan dan entropi.

#### **B. Siklus Rankine**

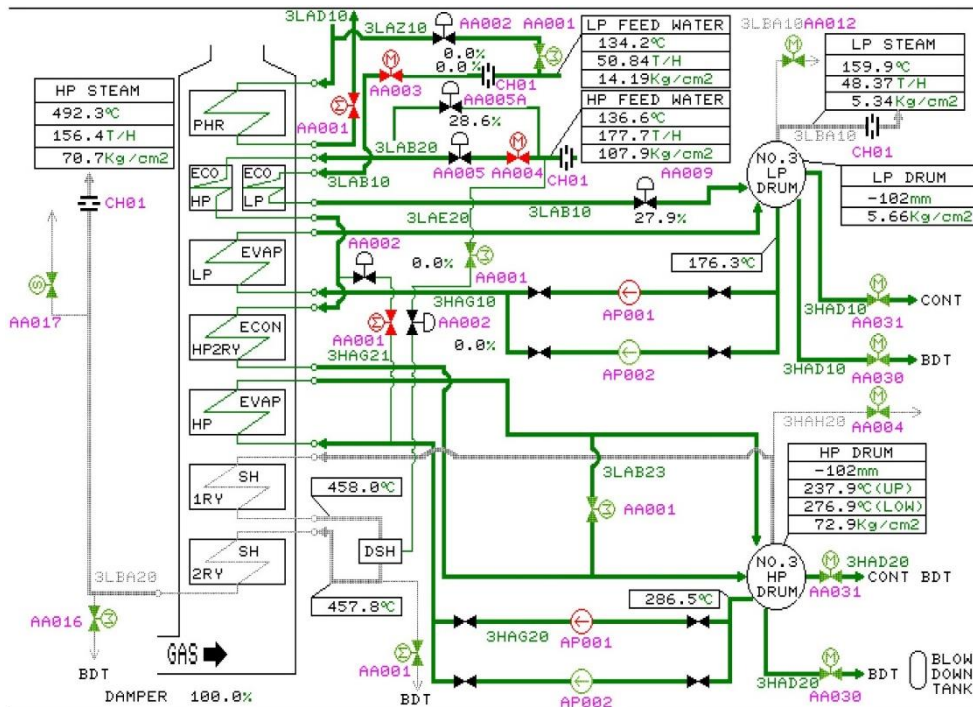
1. 1-2 menunjukkan air yang dipompa oleh *condensate pump* dari kondensor menuju *preheater*. Mengalami kenaikan tekanan dan temperatur pada entropi tetap.
2. 2-3 menunjukkan proses pemanasan awal pada *preheater*. Mengalami kenaikan temperatur dan entropi.
3. 3-4 menunjukkan air yang dipompa oleh *feed water pump* dari *preheater* menuju *economizer*. Mengalami kenaikan tekanan dan temperatur pada

entropi tetap. Kondisi air kembali menjadi cair. Disebabkan karena kenaikan tekanan.

4. 4-5 menunjukkan proses pemanasan pada *economizer*. Mengalami kenaikan temperatur dan kenaikan entropi pada tekanan tetap. Fase cair berubah menjadi fase cair jenuh.
5. 5-6 menunjukkan proses pemanasan pada *evaporator*. Tidak mengalami kenaikan temperatur dan tekanan tetapi mengalami kenaikan entropi. Energi panas yang berasal dari gas buang pada *evaporator* digunakan untuk mengubah fase cair jenuh menjadi uap jenuh.
6. 6-7 menunjukkan proses pemanasan pada *superheater*. Mengalami pemanasan lanjut untuk mengubah kondisi dari fase uap jenuh menjadi uap *superheater*.
7. 7-8 menunjukkan *losses* yang terjadi pada saat mengalirkan uap dari *superheater* menuju turbin. Terjadi penurunan temperatur.
8. 8-9 menunjukkan proses ekspansi turbin uap. Uap yang memiliki temperatur dan tekanan tinggi, digunakan untuk menggerakkan turbin uap. Setelah keluar turbin, terjadi penurunan temperatur dan tekanan serta perubahan fase pada uap.
9. 9-1 menunjukkan proses kondensasi pada kondensor. Terjadi perubahan fase menjadi cair jenuh. Temperatur dan tekanan tetap, namun entropi berkurang.
10. Kembali ke proses awal.



### 4.10.3 Sistem Kerja HRSG



**Gambar 4. 21 HRSG Flow**  
 Sumber: PT. PJB UP Gresik

Sistem kerja HRSG dimulaidengan masuknya gas buang dari hasil proses turbin gas (*open cycle*) ke dalam HRSG. Gas buang yang masuk mempunyai temperatur yang masih tinggi, yaitu sekitar 540°C hingga dapat digunakan untuk memanaskan air dan membentuk uapdi HRSG. Di dalam HRSG terdapat pipa-pipa kecil melintang atau yang disebut dengan *tube-tube*. Isinya adalah air, yang nantinya akan dipanasi oleh gas buang yang masuk, sehingga berubah menjadi uap.

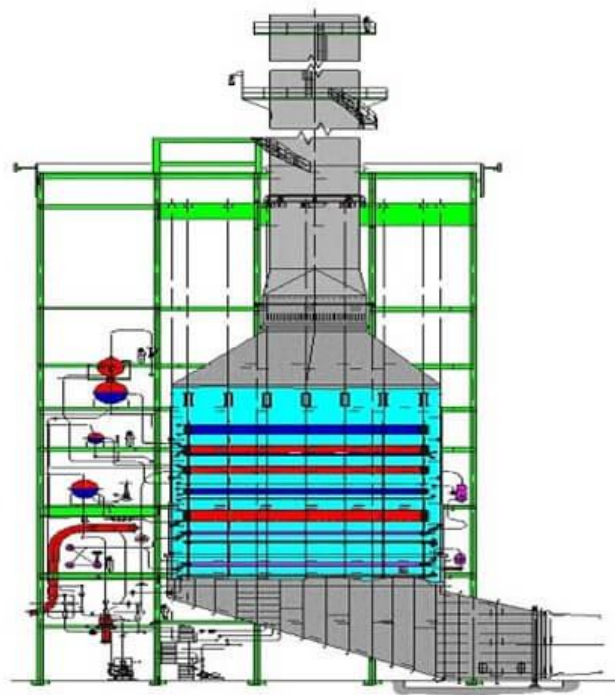
Proses pemanasan air dimulai dari bagian paling atas, yaitu air kondensat dipompa oleh *condensate extraction pump* dipanaskan di *preheater*. Kemudian masuk ke *deaerator*. Untuk menghilangkan kandungan udara dan zat-zat terlarut pada air kondensat, air kondensat yang masuk ke *deaerator* di-*spray* dengan uap tekanan rendah sehingga juga menaikkan temperatur air kondensat. Kemudian darideaerator, untuk air tekanan rendah (*low pressure*) dipompa oleh *LP boiler feed pump (LP BFP)* masuk ke *LP economizer*, lalu masuk ke *LP prum*. Selanjutnya dipompa dengan *LP boiler circulation pump (LP BCP)*, dan

dilewatkan melalui *LP evaporator*. Di sini air bertekanan rendah tersebut akan meningkat temperaturnya, dan selanjutnya dialirkan ke *LP steam drum* untuk dipisahkan antara air dan uap. Untuk airnya ditampung di bagian bawah *drum*, sedangkan uapnya disalurkan ke *LP steam turbine*.

Sementara itu di sisi *High Pressure (HP)*, dari *Deaerator*, air dipompa oleh *HP Boiler Feed Pump (HP BFP)* masuk ke *HP Primary Economizer*, lalu ke *HP Secondary Economizer*, dan masuk ke *HP Drum*. Selanjutnya dipompa oleh *HP Boiler Circulation Pump (HP BCP)* ke *HP Evaporator*, sehingga air bertekanan tinggi tersebut akan meningkat temperaturnya. Dan selanjutnya dialirkan ke *HP Drum* untuk dipisahkan antara air dan uap. Air ditampung di bagian bawah *drum* untuk disirkulasikan lagi. Untuk *steam*-nya menuju ke *Primary Superheater*.

Sebelum dialirkan ke *HP Steam Turbin*, uap kering yang terbentuk terlebih dahulu dialirkan ke *Primary Superheater* dan *Secondary Superheater*. Fungsinya untuk menaikkan temperatur uap kering tersebut hingga menjadi uap *superheat* sebelum digunakan dalam proses *HP Steam Turbin*. Diantara *Primary Superheater* dan *Secondary Superheater* terdapat *Desuperheater* yang berfungsi untuk mengatur temperatur, dimana temperatur *HP steam* dijaga pada set  $507^{\circ}\text{C}$ . menghindari temperatur lebih atau kurang.

#### 4.10.4 Spesifikasi HRSG



**Gambar 4. 22 HRSG PT. PJB UP Gresik**

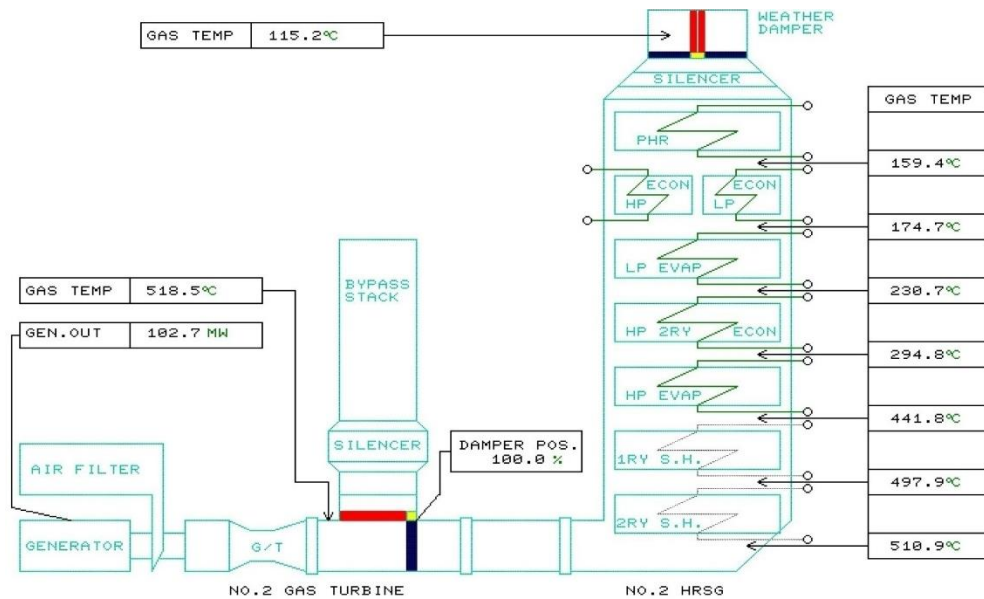
*Sumber: PT. PJB UP Gresik*

Berikut merupakan data spesifikasi dari *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) yang terdapat di PLTGU PT. PJB UP Gresik. Data spesifikasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.11 dibawah ini.

**Tabel 4. 11 Spesifikasi HRSG PT. PJB UP Gresik**

Merk	CMI, Belgia
Tipe	<i>Vertical Gas Flow Up Word Circulation Dual Pressure</i>
Kemampuan Penguapan	HP : 19,1 ton/h LP : 48,5 ton/h
Batas Tekanan Uap	HP : 77 kg/cm <sup>2</sup> LP : 5,5 kg/cm <sup>2</sup>
Batas Temperatur Uap	HP : 5070°C LP : saturation
Jumlah Gas	1500 ton/h
Temperatur Gas	Input : 532°C Output : 99°C

#### 4.10.5 Komponen Utama HRSG



**Gambar 4. 23** Komponen Utama HRSG UP Gresik

Sumber: PT. PJB UP Gresik

Adapun dalam di dalam HRSG terdiri atas beberapa komponen utama yang mana setiap komponen tersebut selain berkaitan dan membentuk suatu sistem untuk menunjang operasional dari HRSG. Komponen utama ini sendiri dibagi lagi dalam dua jenis, yaitu komponen HRSG yang membentuk *Low Pressure* (LP) *Steam* dan komponen HRSG yang membentuk *High Pressure* (HP) *Steam* Serta terdapat Stack sebagai cerobong asap. Berikut adalah penjelasan dari setiap komponen tersebut.

##### a. Komponen Low Pressure Steam

Pada bagian ini terdapat lima komponen yang membentuk *Low Pressure Steam*, diantaranya yaitu:

##### 1. Preheater (PHR)

*Preheater* 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 kandungan sulfurnya.

Adapun spesifikasi dari *Preheater* yang ada didalam HRSG pada PLTGU PT. PJB UP Gresik adalah sebagai berikut.

**Tabel 4. 12 Spesifikasi Preheater**

Diameter <i>Tube</i>	Ø 38 x 2,9
Jumlah <i>Tube</i>	1092 lonjor
Material <i>Tube</i>	ST.37.8 I
<i>Gas Temperature at Preheater</i>	159,4°C

## 2. LP Economizer

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

**Tabel 4. 13 Spesifikasi LP Economizer**

Diameter <i>Tube</i>	Ø 31,8 x 2,9
Jumlah <i>Tube</i>	160 lonjor
Material <i>Tube</i>	ST.37.8 I
<i>Gas Temperature at Preheater</i>	174,7°C

## 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*.



**Gambar 4. 24 Low Pressure Drum**

*Sumber: Penulis*

**Tabel 4. 14 Spesifikasi LP Drum**

<i>Code</i>	T.R.D
<i>Pressure Tank</i>	10 kg/cm <sup>2</sup> g
<i>Temperature Tank</i>	183°C
<i>Volume Tank</i>	35,8 m <sup>3</sup>

#### 4. LP Boiler Circulating Pump

LP Boiler Circulation Pump berfungsi untuk mempompa air dari LP Drum menuju LP Evaporator.



**Gambar 4. 25 Low Pressure Boiler Circulating Pump**

*Sumber: Penulis*

**Tabel 4. 15 Spesifikasi Low Pressure Boiler Circulating Pump**

Tipe Pompa	13 HAG 10 APOU2KP
Kapasitas	93,9 m <sup>3</sup> /h
<i>Head</i>	13,5 m
<i>Rotation Speed</i>	1470 rpm
<i>Power</i>	4,3 kW

## 5. 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.

**Tabel 4. 16 Spesifikasi Low Pressure Evaporator**

Diameter <i>Tube</i>	Ø 38 x 2,9
Jumlah <i>Tube</i>	1404 lonjor
Material <i>Tube</i>	ST.37.8 I
<i>Gas Temperature at Preheater</i>	230,7ø

### b. Komponen High Pressure

Pada bagian ini terdapat tujuh komponen yang membentuk *High Pressure Steam*, diantaranya yaitu:

#### 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 Primay

Adapun spesifikasi dari *HP Economizer 1* didalam HRSG yang terdapat pada PLTGU PT PJB UP Gresik.

**Tabel 4. 17 Spesifikasi HP Economizer 1**

Diameter <i>Tube</i>	Ø 31.8 x 3,2
Jumlah <i>Tube</i>	620 lonjor
Material <i>Tube</i>	ST.37.8 III

<i>Gas Temperature at Preheater</i>	174,7°C
-------------------------------------	---------

Adapun spesifikasi dari *HP Economizer 2* didalam HRSG yang terdapat pada PLTGU PT PJB UP Gresik.

**Tabel 4. 18 Spesifikasi HP Economizer 2**

<i>Diameter Tube</i>	Ø 31.8 x 3,2
<i>Jumlah Tube</i>	1248 lonjor
<i>Material Tube</i>	ST.37.8 III
<i>Gas Temperature at Preheater</i>	294,8°C

## 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*.



**Gambar 4. 26 High Pressure Drum**

*Sumber: Penulis*

**Tabel 4. 19 Spesifikasi High Pressure Drum**

<i>Code</i>	T.R.D
<i>Pressure Tank</i>	90 kg/cm <sup>2</sup> g
<i>Temperature Tank</i>	303°C
<i>Volume Tank</i>	33,4 m <sup>3</sup>



### 3. HP Circulating Pump

HP Boiler Circulation Pump Berfungsi memompa air dari HP Drum menuju HP Evaporator.



**Gambar 4. 27 High Pressure Circulating Pump**

*Sumber: Penulis*

**Tabel 4. 20 Spesifikasi High Pressure Circulating Pump**

Type	PRNR200-40A
Kapasitas	400 m <sup>3</sup> /h
Head	46,5 m
Rotation Speed	1470 rpm
Eff Pump	82%
Power	48 kW
Max Temp	265°C

### 4. HP Evaporator

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

Adapun spesifikasi dari *HP Evaporator* didalam HRSG yang terdapat pada PLTGU PT PJB UP Gresik.

**Tabel 4. 21 Spesifikasi High Pressure Evaporator**

Diameter Tube	Ø 31,8 x 3,2
---------------	--------------

<i>Jumlah Tube</i>	1872 lonjor
<i>Material Tube</i>	ST.37.8 III
<i>Gas Temperature at Preheater</i>	441,8°C

### 5. Primary Superheater (1RY)

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

Adapun spesifikasi dari *Primary Superheater* didalam HRSG yang terdapat pada PLTGU PT PJB UP Gresik.

**Tabel 4. 22 Spesifikasi Primary Superheater**

<i>Diameter Tube</i>	Ø 31,8 x 3
<i>Jumlah Tube</i>	348 lonjor
<i>Material Tube</i>	10CrMo9.10
<i>Gas Temperature at Preheater</i>	497,9°C

### 6. 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*.

### 7. 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*.

Adapun spesifikasi dari *Primary Superheater* didalam HRSG yang terdapat pada PLTGU PT PJB UP Gresik.

**Tabel 4. 23 Spesifikasi Secondary Superheater**

<i>Diameter Tube</i>	Ø 31,8 x 3
<i>Jumlah Tube</i>	232 lonjor
<i>Material Tube</i>	10CrMo9.10

<i>Gas Temperature at Preheater</i>	510,9°C
-------------------------------------	---------

### c. Stack

*Stack* adalah cerobong asap dari gas bekas turbin gas setelah melalui HRSG (boiler). Untuk jenis HRSG horizontal stack terdapat dibelakang HRSG, sedangkan untuk type Vertical Flow terdapat diatas HRSG.



**Gambar 4. 28 Stack HRSG**

*Sumber: Penulis*

#### **4.10.6 Proteksi Set Point HRSG**

Pada umumnya setiap peralatan memiliki set point kondisi normal operasi. Apabila peralatan tersebut bekerja di atas/bawah ambang batas toleransi, maka peralatan tersebut harus diperiksa atau dimatikan untuk perbaikan sebagai bagian dari sistem proteksi. Sistem proteksi berfungsi sebagai pencegahan terhadap suatu hal yang dapat membahayakan sistem atau instalasi. Adapun beberapa set point yang ada dalam peralatan HRSG adalah seperti dalam Tabel 4.24.

**Tabel 4. 24 HRSG Set Points**

DESIGNATION	UNITS	ALARM LOW-LOW AND TRIP	ALARM LOW	NORMAL	ALARM HIGH	ALARM HIGH-HIGH AND TRIP
PREHEATER INLET TEMPERATURE	°C	-	45	50	70	-
PREHEATER OUTLET PRESSURE	Kg/cm <sup>2</sup> abs	-	-	-	10	-
LP STEAM TEMPERATURE	°C	-	150	163	170	-
LP DRUM PRESSURE	Kg/cm <sup>2</sup> abs	-	-	6,8	8	-
LP BCP FLOW	t/h	75	80	85	-	±
HP BCP FLOW	t/h	270	285	310	-	-
APPROACH STEAMING OUTLET HP 2RY ECONO (HAG20 CT01QP - LAB20 CT03QP)	°C	-	-	-	5	-
HP STEAM PRESSURE	Kg/cm <sup>2</sup> abs	-	-	78	86 = opening solenoid valve	-
HP STEAM TEMPERATURE	°C	-	APPROACH SATUR. INLET 2RY SUP. 10 HAH20 CT02- HAG20 CT01	507	510	-
HP DRUM PRESSURE	Kg/cm <sup>2</sup> abs	-	-	79,5	89	-
HP & LP DRUM LEVEL	mm	- 800	- 700	- 100	+ 300	+ 450

#### 4.11 Proses Maintenance HRSG di PT. PJB UP Gresik

##### 4.11.1 Definisi Maintenance

Menurut Patrick (2001), *maintenance* adalah suatu kegiatan untuk memelihara dan menjaga fasilitas yang ada serta memperbaiki, melakukan penyesuaian atau penggantian yang diperlukan untuk mendapatkan suatu kondisi operasi produksi agar sesuai dengan perencanaan yang ada.

Secara umum *maintenance* dapat didefinisikan sebagai serangkaian aktivitas yang diperlukan untuk mempertahankan dan menjaga suatu produk atau sistem tetap berada dalam kondisi yang aman, ekonomis, efisien, dan pengoperasian yang optimal. Aktivitas pemeliharaan dalam perusahaan sangat diperlukan karena:

1. Setiap peralatan mempunyai umur penggantian (*useful life*) dimana suatu saat dapat mengalami kegagalan atau kerusakan.
2. Kerusakan (*failure*) dari suatu peralatan atau mesin tidak dapat diketahui secara pasti.
3. Manusia selalu berusaha untuk meningkatkan umur penggunaan dengan melakukan pemeliharaan (*maintenance*).

Pemeliharaan (*maintenance*) berperan penting dalam kegiatan produksi dari suatu perusahaan yang menyangkut kelancaran dan kemacetan produksi, *volume* produksi, serta agar produk dapat diproduksi dan diterima konsumen tepat pada waktunya (tidak terlambat) dan menjaga agar tidak terdapat sumber daya (mesin dan karyawan) yang menganggur karena kerusakan (*breakdown*) pada mesin sewaktu proses produksi sehingga dapat meminimalkan biaya kehilangan produksi atau bila mungkin biaya tersebut dapat dihilangkan.

Selain itu pemeliharaan yang baik akan meningkatkan kinerja perusahaan, nilai investasi yang dialokasikan untuk peralatan dan mesin dapat diminimasi, dan pemeliharaan yang baik juga dapat meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan dan mengurangi *waste*.

#### **4.11.2 Tujuan Maintenance**

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 recovery memerlukan penanganan yang serius.
3. Meminimalkan penggunaan energy  
Dengan pemeliharaan yang optimal, peralatan akan beroperasi efisien sehingga penggunaan energy dapat ditekan.
4. Mengurangi downtime  
Berhentinya peralatan yang menyebabkan berhentinya proses produksi. Biasanya durasi down time relative 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.

#### 4.11.3 Jenis-Jenis Maintenance di PT. PJB UP Gresik

Pada dasarnya ada dua jenis *maintenance* yang dilaksanakan di PT. PJB UP Gresik. Kedua jenis *maintenance* tersebut, yaitu:

**a. Pemeliharaan Tak Terencana**

Jenis pemeliharaan yang tidak direncanakan sebelumnya dan dilakukan karena adanya laporan dari operator bahwa terdapat suatu kelainan pada suatu peralatan sehingga diperlukan perbaikan. Meliputi:

1. *First Line Maintenance* (FLM)

*First Line Maintenance* (FLM) adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan saat unit sedang beroperasi dan dilaksanakan pada satu periode shift. Kegiatan *maintenance* FLM merupakan semua kegiatan *corrective maintenance* yang ringan sehingga dapat dilakukan sendiri oleh unit produksi dengan bekal peralatan sederhana, misalnya obeng, kunci inggris, dan lainnya.

## 2. *Emergency Repair*

Pemeliharaan ini merupakan kegagalan atau kerusakan yang mengakibatkan unit pembangkit tidak dapat beroperasi, hal ini merupakan keadaan darurat sehingga perlu segera diperbaiki oleh tenaga pemeliharaan.

## 3. *Corrective Repair*

*Corrective Repair* adalah suatu pemeliharaan yang dilakukan untuk mengembalikan peralatan yang tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Untuk kegiatan *corrective repair* yang besar dengan lingkup kerja dan biaya besar akan ditangani oleh Unit Bisnis Pemeliharaan (UBHar).

Bila kerusakan teridentifikasi oleh bagian unit produksi (kerusakan tidak terencana), maka kerusakan tersebut akan segera ditangani dengan jalan mengidentifikasi secara detail tentang kerusakan, bila kerusakan yang terjadi kecil unit produksi akan melakukan *first line maintenance*, bila kerusakan besar dan dibutuhkan pekerjaan khusus maka akan dihubungkan dengan unit pemeliharaan dengan surat *Work Order* dari produksi untuk mengerjakan kerusakan tersebut.

## **b. Pemeliharaan Terencana**

Jenis pemeliharaan yang sudah direncanakan sebelumnya dan dilakukan secara rutin berdasarkan waktu tertentu.

### 1. *Preventive Maintenance (PM)*

Pemeliharaan rutin ini dilakukan berdasarkan interval waktu (hari, minggu, bulan, jam operasi) yang telah ditetapkan lebih dahulu untuk mengurangi kemungkinan dari suatu item peralatan mengalami kondisi yang tidak diinginkan.

### 2. *Predictive Maintenance (PdM)*

Pemeliharaan ini dilakukan atas dasar hasil diagnose atau *condition monitoring* serta kajian *failure analysis* berdasarkan timbulnya suatu gejala kerusakan yang dapat diketahui secara dini, sehingga pemeliharaan dapat dilakukan dengan tepat sebelum terjadinya kerusakan.

### 3. *Overhaul*

Pemeliharaan terjadwal yang menyeluruh terhadap semua peralatan system yang termasuk dalam satu paket *inspection* untuk mengembalikan pada kondisi dan performa semula.

### 4. *Engineering / Project / Modification (EJ)*

Suatu kegiatan yang dilakukan untuk memodifikasi peralatan atau unit, baik untuk mengembalikan atau menambah kemampuan dan keandalan peralatan atau unit. Bila dalam pemeliharaan tersebut ditemukan kerusakan, maka rental akan mengeluarkan surat *Work Order* untuk proses repairing ataupun penggantian *part (corrective repair)* bila diperlukan.

#### **4.11.4 Pemeliharaan Heat Recovery Steam Generator (HRSG)**

Dalam upaya untuk selalu menjaga kondisi dan meminimalisir suatu *trouble* atau kerusakan pada HRSG, maka diperlukan pemeliharaan terhadap komponen-komponen yang terdapat pada HRSG. Pemeliharaan komponen-komponen HRSG meliputi:

##### **a. Pemeliharaan Pompa**

1. Pemeliharaan pompa secara umum terdiri
  - a. Pemberian minyak pelumas pada bearing, yang dilaksanakan oleh oil man.
  - b. Pemeliharaan packing.
  - c. Pelumasan dan pembersihan motor elektrik.
2. Pemeriksaan Harian
  - a. Periksa level tangki pelumas.
  - b. Periksa kebocoran packing dan mekanikal seal.
  - c. Periksa air pendingin pada indicator yang ada di local.
  - d. Periksa vibrasi dan kelainan suara.
3. Periksa pompa yang standby dalam kondisi “dihentikan” (tidak berputar) atau terjadi putaran balik.
4. Pemeriksaan tiga bulanan
  - a. Ganti/tambah pelumas pada bearing motor.
  - b. Buka drain air kondensasi.



- c. Ukur dan catat getaran, temperature pada masing-masing bearing (pompa dan motor).
  - d. Periksa kondisi kopling.
  - e. Ukur dan catat temperature inlet dan outlet air pendingin.
5. Pemeriksaan 8000 jam
- Pompa harus overhaul untuk pemeriksaan menyeluruh.
- a. Pemeriksaan Clearance wearing ring.
  - b. Periksa secara visual shaft sleeve.
  - c. Bersihkan cooling chamber.
  - d. Bilas / bersihkan laluan cooling water, bila perlu bersihkan dengan bahan kimia ringan.
  - e. Periksa dan bersihkan baring pompa.
  - f. Buka casing motor, periksa dan bersihkan bearing.
  - g. Gantikan part yang rusak, bila perlu.
6. Setiap tahun pelumas pompa harus diganti.

#### **b. Pemeliharaan Katup**

Pemeliharaan pada katup HRSG meliputi:

##### 1. Katup Actuator

Langkah-langkah pemeliharaan katup actuator:

- a. Pemeriksaan setelah instalasi
  - Periksa O-Ring pada cover, pasang dengan benar agar tidak kemasukan air atau kotoran.
- b. Pemeriksaan enam bulan
  - Periksa kondisi cat, bila perlu lakukan pengecatan ulang apabila terjadi kerusakan, untuk menghindari karatan.
  - Jika suatu actuator jarang dioperasikan, lakukan tes pergerakan (buka/tutup) setiap enam bulan, dalam rangka memastikan bahwa actuator itu selalu siap untuk beroperasi.
- c. Pemeriksaan tahunan
  - Periksa baut antara actuator dan valve/gear, bila perlu kencangkan Kembali.

- Periksa minyak pelumas.
- Berikan perlindungan karat pada permukaan yang membutuhkan.

## 2. Katup Manual dan Motorized

### a. Pemeriksaan selama commissioning

Katup perlu dilakukan pengecekan/mengawasi selama periode commissioning, setelah pengoperasian pertama, katup harus diperiksa kemungkinan terjadi kebocoran.

### b. Pemeriksaan pada saat operasi

Katup yang sedang operasi memerlukan pemeriksaan minimum tiap-tiap tiga bulan, untuk memeriksa bocor. Pemeriksaan berkala ini akan juga terdiri dari mempererat kembali gland body dengan mengencangkan stud bolt tanpa melebihi tenaga putaran yang maksimum. Jika terdapat kebocoran yang besar pada katup, tidak mungkin untuk stop kebocoran dengan mengencangkan gland, perlu dilakukan pengangkatan valve ketempat lain setelah shutdown.

### c. Penggantian packing

Kita harus mencatat umur packing yang terpasang pada valve yang sedang operasi. Pada siklus operasional, katup yang sering terendam air atau kering (macet) umur packing akan rendah. Katup yang beroperasi kontinyu, packing akan mempunyai umur yang lebih panjang dibanding jika operasi yang tidak terus menerus.

### d. Pelumasan

Pelumas untuk motorize valve harus sesuai dengan rekomendasi pabrik pembuat. Sedikitnya sekali dalam setahun steam valve pada motorized valve harus dilumasi dengan pelumas. Sedangkan untuk pelumasan manual valve, pada ulir dari steam dan gear harus diberikan minyak pelumas atau grease, paling lama setiap dua tahun sekali harus memeriksa kondisi bearing.

**c. Pemeliharaan Damper**

Pemeliharaan pada damper yang dilakukan, yaitu:

1. Pemeriksaan blade damper terhadap erosi, korosi dan bengkok.
2. Pemeriksaan keausan roller.
3. Perbaiki atau ganti bila terdapat kerusakan.
4. Pemeriksaan kemacetan damper dan lakukan penyetelan buka tutup, berikan pelumasan.

**d. Pemeliharaan HP Economizer HRSG 100 MW****a. Tujuan**

Menjamin *HP Economizer Tube System* HRSG bisa bekerja dengan baik saat beroperasi.

**b. Ruang Lingkup**

Pekerjaan ini meliputi pengetesan kebocoran *tube-tube* HRSG dan penanganannya, serta pemeriksaan alat penunjangnya.

**c. Detail Aktivitas**

1. Pastikan turbin gas dalam kondisi *shutdown*.
2. Tutup diverted damper.
3. Buka weater damper pastikan posisi open 100%.
4. Laksanakan filling circulating line tube.
5. Pastikan temperatur diruang HRSG sudah mencapai  $\pm 35^{\circ}\text{C}$ .
6. Buka manhole.
7. Tes kebocoran tube.
8. Pencarian titik kebocoran tube.
9. Perbaiki bila ditemukan kebocoran.
10. Periksa secara visual tube, finnya, hanger, plat vibrasi dan support, perbaiki jika ditemukan kerusakan.
11. Bila pekerjaan repair tube selesai.
12. Lakukan tes kebocoran tube lagi, untuk memastikan tidak ada kebocoran lagi.
13. Ganti packing manhole.
14. Ganti mur baut man hole apabila rusak.

15. Tutup man hole.
16. HRSG siap dioperasikan kembali.
17. Laksanakan proteksi/konservasi (dilakukan bersama dengan proteksi steam drum), koordinasikan dengan pihak UP Gresik.

**e. Pemeliharaan Superheater Tube HRSG 100 MW**

a. Tujuan

Menjamin *superheater Tube System HRSG* bisa bekerja dengan baik pada saat operasi.

b. Ruang Lingkup

Pekerjaan ini meliputi pengetesan kebocoran *tube-tube* HRSG dan penanganannya, serta pemeriksaan peralatan penunjangnya.

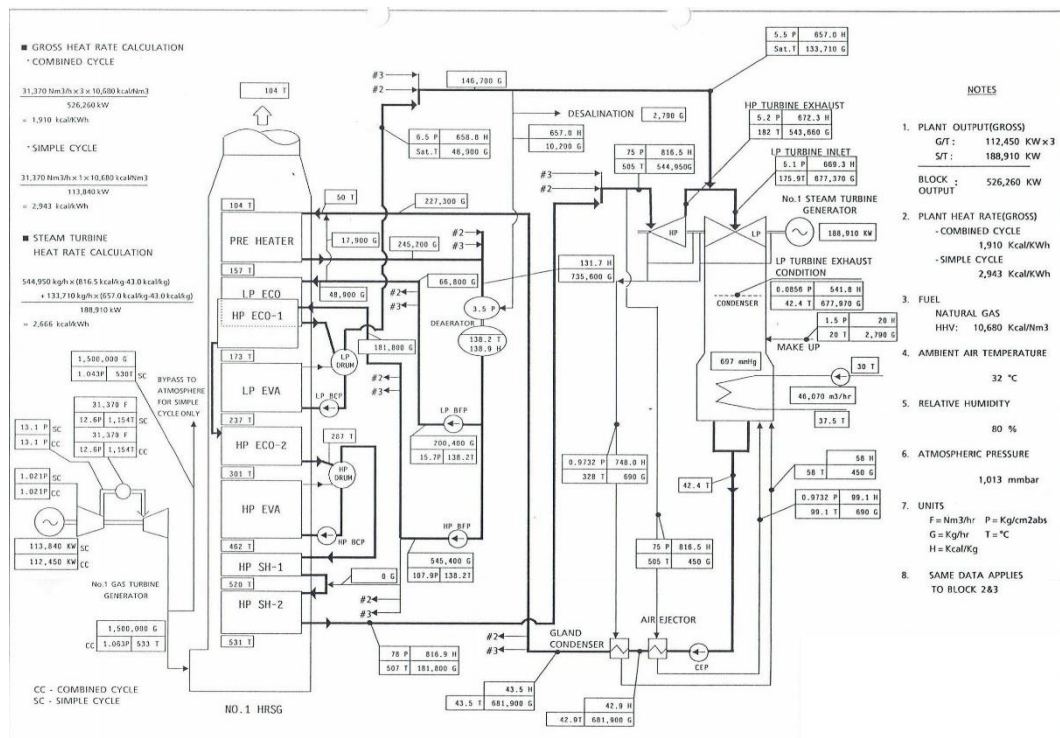
c. Detail Aktivitas

1. Tutup diverter damper, dan lock.
2. Matikan turbin gas.
3. Apabila suhu di dalam ruang HRSG sudah mencapai  $\pm 30^{\circ}\text{C}$ , buka manhole HRSG.
4. Laksanakan filling HP Tube System termasuk tube superheater (filling dengan air make up, dilakukan oleh operator).
5. Cek di dalam ruang HRSG, apabila ditemukan ada aliran/tetes air: Periksa secara berurutan dari superheater 2, superheater 1, dst. sampai ditemukan tube yang bocor. Apabila tube yang bocor terletak pada bagian header (deadzone), maka perlu membuka plat deadzone.
6. Apabila tidak ditemukan aliran / tetesan air, pengujian dilanjutkan pada LP Tube System.
7. Setelah ditemukan tube yang bocor, beri tanda dan catat lokasi tube yang bocor.
8. Drain air yang ada di dalam tube (dilakukan oleh operator).
9. Laksanakan repair tube yang bocor.
10. Periksa secara visual tube, finnya, hanger, plate anti vibrasi dan support. Pengelasan tube bila tube bocor, pemasangan scaple bila fin

aus, pengerasan baut hanger bila baut kedor, pengelasan plate anti vibrasi bila plate sobek, pengecatan support bila cat terkelupas.

11. Setelah repair selesai, lakukan filling kembali.
12. Periksa apakah masih ditemukan adanya aliran/tetes air di dalam ruang HRSG.
13. Apabila masih ditemukan adanya aliran / tetesan air, lakukan pencairan tube yang bocor seperti di atas dan repair tube yang bocor.
14. Ulangi langkah di atas, sampai tidak ditemukan lagi tetesan/aliran air di dalam ruang HRSG.
15. Tutup semua plat deadzone dan manhole-manhole dalam HRSG.
16. Tutup semua manhole HRSG, pastikan tidak ada personel yang tertinggal di dalam.
17. HRSG siap dioperasikan kembali.
18. Laksanakan proteksi/konversi (dilakukan bersama dengan proteksi steam drum), koordinasikan dengan pihak UP Gresik.

#### 4.12 Efisiensi Sistem Pembangkit PLTGU di PT. PJB UP Gresik



**Gambar 4. 29 Heat Balance Diagram PLTGU Blok I**

*Sumber: PT. PJB UP Gresik*

Dalam mencari nilai efisiensi total dari sistem PLTGU perlu adanya data-data pendukung untuk melakukan perhitungan dengan tepat. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.25 dibawah ini.

**Tabel 4. 25 Data Perhitungan**

Unit	Satuan	Nilai
F	Nm <sup>3</sup> /hr	62,74
HHV	Kcal/Nm <sup>3</sup>	10.680
W <sub>ST</sub>	kW	188,910
W <sub>GT</sub>	kW	337,35

*Sumber: PT. PJB UP Gresik*

**a. Mencari Q<sub>in</sub>**

$$Q_{in} = F \times HHV$$

$$Q_{in} = 62,74 \frac{\text{Nm}^3}{\text{hr}} \times 10.680 \frac{\text{Kcal}}{\text{Nm}^3}$$

$$Q_{in} = 670063,2 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

$$Q_{in} = 2803544,42 \frac{\text{kJ}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ hr}}{3600_s}$$

$$Q_{in} = 778,76 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}$$

**b. Mencari Efisiensi Turbin Gas dan Turbin Uap**

1. Efisiensi Turbin Gas

$$Eff_{GT} = \frac{W_{GT}}{Q_{in}} \times 100\%$$

$$Eff_{GT} = \frac{337,35 \text{ kW}}{778,76 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}} \times 100\%$$

$$Eff_{GT} = 43,31 \%$$

## 2. Effisiensi Turbin Uap

$$Eff_{ST} = \frac{W_{ST}}{Q_{in}} \times 100\%$$

$$Eff_{ST} = \frac{188,910 \text{ kW}}{778,76 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}} \times 100\%$$

$$Eff_{ST} = 24,25 \%$$

## c. Mencari Effisiensi Total

$$Eff_{Total} = \frac{W_{Net}}{Q_{in}} \times 100\%$$

$$Eff_{Total} = \frac{(W_{ST} + W_{GT})}{Q_{in}} \times 100\%$$

$$Eff_{Total} = \frac{(188,910 \text{ kW} + 337,35 \text{ kW})}{778,76 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}} \times 100\%$$

$$Eff_{Total} = \frac{526,260 \text{ kW}}{778,76 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}} \times 100\%$$

$$Eff_{Total} = 67,5 \%$$

Jadi berdasarkan hasil perhitungan diatas maka, nilai effisiensi sistem PLTGU adalah sebagai berikut:

**Tabel 4. 26 Hasil Perhitungan Effisiensi**

Keterangan	Hasil (%)
Effisiensi Turbin Gas	43,31
Effisiensi Turbin Uap	24,25
Effisiensi Total	67,5

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang diperoleh setelah melakukan kegiatan magang industri di PT. Pembangkit Jawa Bali UP Gresik adalah PLTGU menggunakan *combined cycle* untuk memperoleh efisiensi thermal yang tinggi dengan kapasitas 1538 MW. Dalam produksi listrik di PLTGU, sisa gas buang dari PLTG digunakan lagi dalam *Heat Recovery Steam Generator (HRSG)*. Sisa gas buang ini digunakan untuk memanaskan air pada pipa yang ada di HRSG sehingga dapat menghasilkan uap air bertekanan yang selanjutnya digunakan untuk menggerakkan turbin uap.

HRSG merupakan komponen yang paling penting pada PLTGU, maka dari itu diperlukan pemeliharaan yang baik pula. Semua kegiatan pemeliharaan pada PLTGU PT. PJB UP Gresik telah terjadwal dengan benar dan tepat. Adapun strategi pemeliharaan yang umumnya digunakan di PLTGU PT. PJB UP Gresik yaitu, *Preventive Maintenance, Predictive Maintenance, Corrective Maintenance, dan Emergency Maintenance*.

Pemeliharaan di *Heat Recovery Steam Generator* ada beberapa jenis pemeliharaan, diantaranya yaitu:

1. Pemeliharaan Pompa dan *Valve*.
2. Pemeliharaan *Damper*.
3. Pemeliharaan *HP Economizer*.
4. Pemeliharaan *Superheater Tube*.

Lalu untuk nilai efisiensi dari PLTGU Blok I PT. PJB UP Gresik, yaitu sebesar:

1. Efisiensi turbin gas sebesar 43,31 %.
2. Efisiensi turbin uap sebesar 24,25%.
3. Efisiensi total sebesar 67,5%.

#### **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

- Agus, S. V. (2014). *Sistem Operasi dan Maintenance HRSG PLTGU di PT. PJB UP Gresik.pdf*.
- Ahmad Abdurrohman, Nurina Hapsari, N. A. (2022). *Laporan On The Job Training (OJT) PT. Pembangkit Jawa-Bali Unit Pembangkitan, Gresik (PT. PJB-UP. Gresik).pdf*.
- Ardityantomo, A. (2014). *Analisa Efisiensi Thermal HRSG (Heat Recovery Steam Generator) pada PLTGU Blok III PT. PJB UP Gresik.pdf*.
- Suliyantoko, A., & Sutomo. (2009). *Pengendalian Operasi PLTU dan PLTGU Pada Daya Nominal, Efisien, Andal dan Aman* (Novizan (ed.); 1st ed.). PT. Lintang Pancar Semesta.
- Suparman, A. Y. (2014). *Overhaul Berbasis 5S.pdf* (A. Guntar (ed.); 1st ed.). PT. Pembangkit Jawa Bali (PT PJB) Unit Pelayanan Pemeliharaan Wilayah Timur (UPHT).

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Surat Pengantar Magang dari Departemen



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI  
Gedung VOKASI AA dan BB,R. Sekretariat AA Lt.2, Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111  
Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275  
Fax: 5932625  
<https://www.its.ac.id/tmi/> email: [mesin\\_fvokasi@its.ac.id](mailto:mesin_fvokasi@its.ac.id)

Nomor : 1452/IT2.IX.7.1.2/B/PM.02.00/2022

Perihal : Permohonan Pergantian Peserta Praktik Kerja Lapangan

Yth : PT PEMBANGKITAN JAWA-BALI (PJB)

Jl. Harun Thohir No.1, Singosari, Sidorukun, Kec. Gresik  
Kabupaten Gresik, Jawa Timur 61112

Yang bertanda tangan dibawah ini adalah Kepala Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi-ITS, menerangkan bahwa mahasiswa tersebut dibawah ini :

No	Nama	Nrp
1	M. Reduktan Janki Dausat	10211910010021
2	Galih Suma Adjie	10211910010007

pertanggal 18 Maret 2022, mengundurkan diri dari program praktik kerja lapangan di PT Pembangkitan Jawa Bali yang akan dilaksanakan pada 1 April 2022 – 31 Mei 2022, dikarenakan telah diterima praktik kerja lapangan di tempat lain selama 4 bulan yang mana dalam kurikulum di Departemen Teknik Mesin Industri mengharuskan mahasiswa untuk praktik kerja lapangan minimal selama 4 bulan. Oleh karena itu kami melakukan pergantian nama peserta untuk mengikuti program praktik kerja lapangan di PT Pembangkitan Jawa Bali, dengan peserta praktik pekerja lapangan pengganti sebagai berikut:

Nama pengganti peserta praktik kerja lapangan:

No	Nama	Nrp
1	Alan Slamet Rohadi	10211910010039
2	Rizky Ari Ma'Ruf	10211910010065

Demikian surat pergantian peserta praktik kerja lapangan ini kami buat, atas pertimbangannya kami ucapkan terima kasih.



Surabaya, 21 Maret 2022  
Kepala Departemen Teknik Mesin  
Industri

Dr. Ir. Heru Mirmanto, M.T.  
NIP . 196202161995121001

## Lampiran 2. Surat Penerimaan Magang



Nomor : BA0031335  
Sifat : Biasa  
Lampiran : -

Gresik, 24 Maret 2022

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

Perihal : **Tanggapan Permohonan Penggantian Peserta Praktik Kerja Lapangan (PKL)**

Menindaklanjuti surat nomor : 1452/IT2.IX.7.1.2/B/PM.02.00/2022 tanggal 21 Maret 2022 perihal Permohonan Pergantian Peserta Praktik Kerja Lapangan, maka bersama ini kami sampaikan bahwasannya kami telah menyetujui permohonan penggantian peserta dalam kegiatan PKL yang dilaksanakan di PT PJB Unit Pembangkitan Gresik pada 1 April 2022 - 31 Mei 2022 dengan peserta pengganti atas nama :

1. ALAN SLAMET ROHADI NRP : 10211910010039
2. RIZKY ARI MA'RUF NRP : 10211910010065

Dimohon bagi mahasiswa di atas 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.


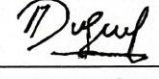
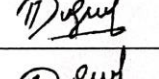
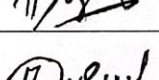
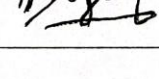


**PT PJB UNIT PEMBANGKITAN GRESIK**

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

### Lampiran 3. Lembar Asistensi Dosen Pembimbing

Nama : Rizky Ari Ma'ruf  
 NRP : 10211910010065  
 Nama Mitra : PT. PJB UP Gresik  
 Unit Kerja : System Owner  
 Nama Pembimbing Lapangan : Ageng Wahyudianto  
 Nama Pembimbing Departemen : Dedy Zulhidayat N, ST., MT, Ph.D

No.	Tanggal	Materi yang Dibahas	Tanda Tangan Pembimbing
1	11 April 2022	Asistensi terkait dengan hal-hal yang didapat selama proses pembekalan.	
2	15 April 2022	Asisten pelaporan pembagian proyek yang ada ditempat magang.	
3	28 April 2022	Asisten terkait data dan perhitungan efisiensi turbin.	
4	11 Mei 2022	Asistensi penyusunan laporan akhir magang.	
5	27 Mei 2022	Asistensi final dan persetujuan laporan akhir magang secara keseluruhan.	

\*) Minimal bimbingan laporan magang dilakukan sebanyak 5x

Surabaya, 27 Mei 2022



**Dedy Zulhidayat N, ST., MT, Ph.D**  
 NIP. 19751206 200501 1 002

## Lampiran 4. Data

### 1. Pemeliharaan Superheater Tube HRSG 100 MW PLTGU Gresik

1. TUJUAN	
Menjamin Superheater Tube System HRSG bisa bekerja dengan baik pada saat operasi	
2. RUANG LINGKUP	
Pekerjaan ini meliputi pengetesan kebocoran tube-tube HRSG dan penanganannya, serta pemeriksaan peralatan penunjangnya.	
3. DOKUMEN PENDUKUNG	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lampiran Gambar susunan tube-tube HRSG</li> <li>- IK SE AUXILIARY STEAM SYSTEM PLTU 100 MW GRESIK</li> </ul>	
4.	
INTERNAL	EKSTERNAL
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL BOOK HRSG PLTGU GRESIK</li> <li>- PAS 99:2012 (INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM)</li> <li>- ISO 9001:2008 (QUALITY MANAGEMENT SYSTEM)</li> <li>- OHSAS 18001:2007 (OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY MANAGEMENT SYSTEM)</li> </ul>
5. SPESIFIKASI TEKNIK	

DESCRIPTION	: Super Heater Tube Systems (HRSG)
MERK / TYPE	: CMI

### 6. ALAT PELINDUNG DIRI (APD)

<b>ALAT PELINDUNG DIRI YANG DIPERLUKAN :</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Safety shoes</li> <li>2. Safety helmet</li> <li>3. Masker</li> <li>4. Kaus tangan</li> <li>5. Safety belt</li> <li>6. Kacamata Safety</li> </ol>

## 7. DETAIL AKTIVITAS

NO	Detail Aktivitas / Pekerjaan	Peralatan Yang Digunakan	SDM
<b># Combuster Inspection (CI) / Turbine Inspection (TI) / Major Inspection (MI)</b>			
1.	Tutup diverter damper, dan lock	Senter, Kunci pipa	2 Assistant Engineer, Mesin 6 Helper
2.	Matikan gas turbin		
3.	Apabila suhu didalam ruang hrsg sudah mencapai $\pm 30$ °c, buka manhole hrsg	Kunci ring 19, Linggis, Palu 5 Kg, Palu Pallet	
4.	Laksanakan filling hp tube system termasuk tube superheater (filling dengan air make up, dilakukan oleh operator)		
5.	Cek didalam ruang hrsg, apabila ditemukan ada aliran/tetes air. Periksa secara berurutan dari superheater2, superheater1, dst sampai ditemukan tube yang bocor. Apabila tube yang bocor terletak pada bagian header (deadzone), maka perlu membuka plat deadzone.	Senter, Lampu DC 24 Volt Linggis Palu pallet Bladder set / Gogging set	
6.	Apabila tidak ditemukan aliran /tetesan air, pengujian, dilanjutkan pada hp tube system.		
7.	Setelah ditemukan tube yang bocor, beri tanda dan cat lokasi tube yang bocor.		
8.	Drain air yang ada didalam tube (dilakukan oleh operator)		
9.	Laksanakan repair tube yang bocor		
10.	Periksa secara visual tube, finnya, hanger, plate anti vibrasi dan support. Pengelasan tube bila tube bocor, pemasangan scaple bila fin aus, pengelasan baut hanger bila baut kendur, pengelasan plate anti vibrasi bila plate sobek, pengecatan support bila cat terkelupas		
11.	Setelah repair selesai, lakukan filling kembali		
12.	Periksa apakah masih ada aliran/tetes air di dalam ruang hrsg	Senter	
13.	Apabila masih ditemukan adanya aliran/tetes air, lakukan pencarian tube yang bocor seperti diatas dan repair tube yang bocor.		
14.	Ulangi langkah diatas, sampai tidak ditemukan lagi tetesan/aliran air didalam ruang hrsg		
15.	Tutup semua plat deadzone dan manhole-manhole dalam hrsg	Linggis, Palu	
16.	Tutup semua manhole hrsg, pastikan tidak ada personel yang tertinggal di dalam	Kunci ring 19, palu 5 Kg, Palu pallet, linggis	
17.	Hrsg siap dioperasikan kembali		
18.	Laksanakan proteksi/konservasi (dilakukan bersama dengan proteksi steam drum), koordinasikan dengan up gresik		
<b>Catatan :</b> DILAKUKAN UJI THICKNESS DI LOKASI BEND TUBE INLET DAN OUTLET HEADER JIKA ADA REKOMENDASI PENGUJIAN CARA MELAKSANAKAN PENGUJIAN DAPAT DILIHT PADA <i>IK SE AUXILIARY STEAM SYSTEM PLTU 100 MW GRESIK</i>			

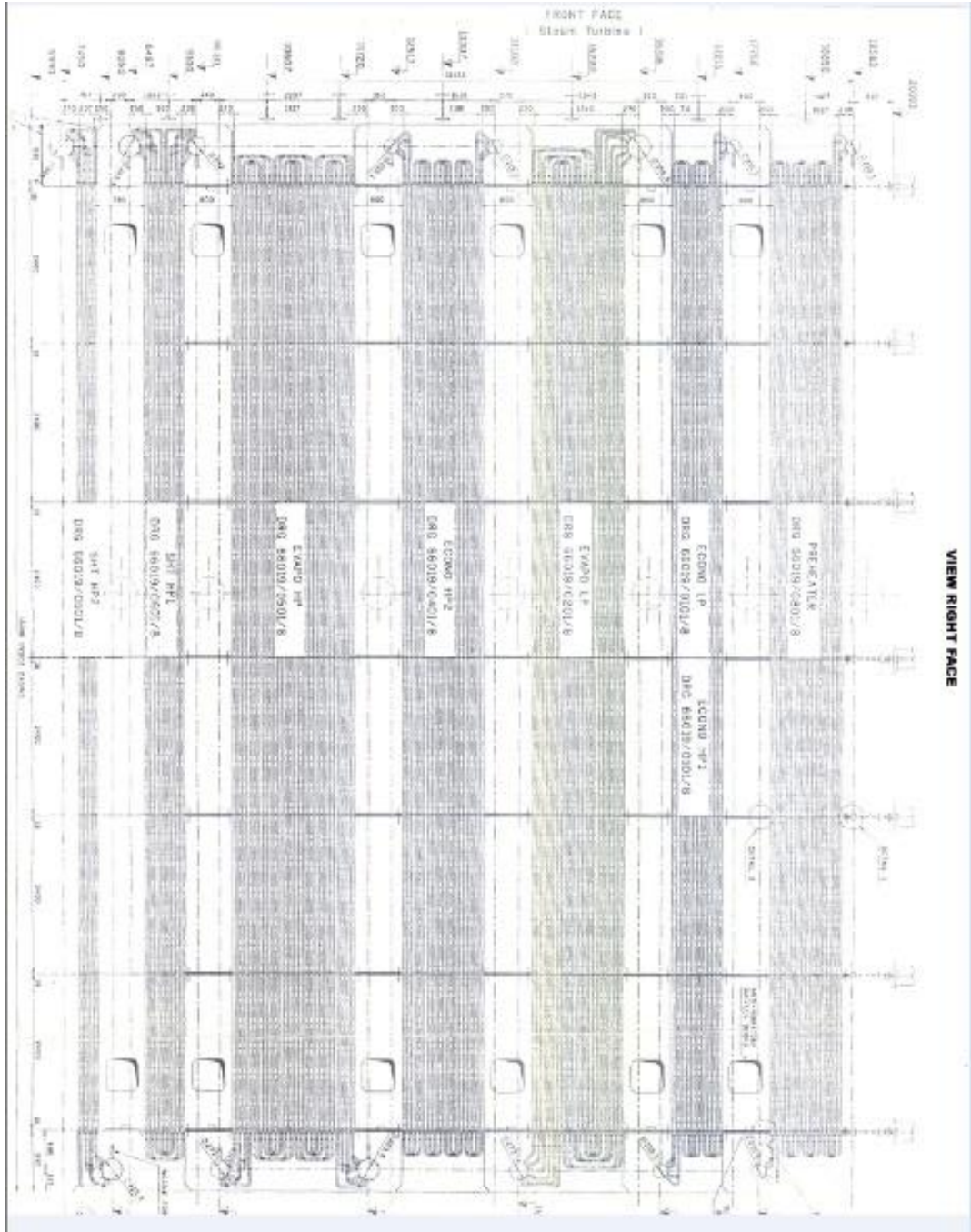


## 8. BAHAYA DAN AKIBATNYA

1. Langkah 1,3,5,8,11,14,15,16 dan 17 berpotensi terjadi luka karena benturan dengan benda keras dan terjepit
2. Langkah 3 dan 17 berpotensi terjadi luka karena terpukul oleh palu
3. Langkah 11 berpotensi terjadi luka karena jatuh dari ketinggian, luka karena panas dan kebakaran

## 9. PENCEGAHAN DAN PENANGGULANGAN BAHAYA

1. Pencegahan bahaya pada aktifitas 1,3,5,8,11,14,15,16 dan 17 dengan memakai penerangan yang cukup, APD (sepatu safety, sarung tangan, helm)
2. Pencegahan bahaya pada aktifitas 3 dan 17 dengan menggunakan APD (sarung tangan, sepatu safety, helm) dan hati2
3. Pencegahan bahaya pada aktifitas 11 dengan menggunakan APD (safety belt, baju lengan panjang, sarung tangan, sepatu safety) dan siapkan APAR serta hati-hati pada saat bekerja



## 2. Pemeliharaan HP Economizer HRSG 100 MW PLTGU Gresik

1. TUJUAN	
Menjamin HP Economiser Tube System HRSG bisa bekerja dengan baik pada saat operasi	
2. RUANG LINGKUP	
Pekerjaan ini meliputi pengetesan kebocoran tube-tube HRSG dan penanganannya, serta pemeriksaan peralatan penunjangnya.	
3. DOKUMEN PENDUKUNG	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lampiran Gambar susunan tube-tube HRSG</li> <li>- IK SE AUXILIARY STEAM SYSTEM PLTU 100 MW GRESIK</li> </ul>	
4.	
INTERNAL	EKSTERNAL
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL BOOK HRSG PLTGU GRESIK</li> <li>- PAS 99:2012 (INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM)</li> <li>- ISO 9001:2008 (QUALITY MANAGEMENT SYSTEM)</li> <li>- OHSAS 18001:2007 (OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY MANAGEMENT SYSTEM)</li> </ul>
5. SPESIFIKASI TEKNIK	

NAME	: HP ECONOMISER
No. REQUIRED	: 9 UNITS
TYPE	: CMI BELGIUM
DIMENSI PIPA	: Ø 38.1 X 3.2 mm
JUMLAH PIPA	: 1868 Lantai
MATERIAL	: ST. 37.8 III

6. ALAT PELINDUNG DIRI (APD)	
ALAT PELINDUNG DIRI YANG DIPERLUKAN :	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Safety shoes</li> <li>2. Safety helmet</li> <li>3. Masker</li> <li>4. Kaus tangan</li> <li>5. Ear plug</li> <li>6. Kacamata Safety</li> </ol>	

## 7. DETAIL AKTIVITAS

NO	Detail Aktivitas / Pekerjaan	Peralatan Yang Digunakan	SDM
# Combuster Inspection (CI) / turbine Inspection (TI) / Major Inspection (MI)			
1.	Pastikan gas turbine kondisi shutdown		2 Assistant Engineer, Mesin 6 Helper
2.	Tutup diverted damper		
3.	Buka weater damper pastikan posisi open 100 %		
4.	Laksanakan filling circulating line tube		
5.	Pastikan temperature diruang HRSG sudah mencapai $\pm 35^{\circ}\text{C}$		
6.	Buka manhole	Palu besi 2 Kg, Kunci pas ring 17 dan obeng	
7.	Test kebocoran tube		
8.	Pencarian titik kebocoran tube	Senter, lampu 24 volt, linggis, blander set	
9.	Perbaiki bila ditemukan kebocoran	Mesin las set, baby grinder, gerinda listrik	
10.	Periksa secara visual tube, finnya, hanger, plat vibrasi dan support, perbaiki jika ditemukan kerusakan	Blander set, Chank blok 3 ton, linggis, Spot check	
11.	Bila pekerjaan repair tube selesai		
12.	Lakukan test kebocoran tube lagi, untuk memastikan tidak ada kebocoran lagi		
13.	Ganti packing manhole	Cutter gland, obeng, molikote	
14.	Ganti mur baut man hole apabila rusak		
15.	Tutup manhole	Palu besi 2 Kg, Kunci pas ring 17 dan obeng	
16.	HRSG siap di operasikan kembali		
17.	Laksanakan proteksi/konservasi (dilakukan bersama dengan) proteksi steam drum), koordinasikan dengan pihak UP Gresik		
<p><b>Catatan :</b> DILAKUKAN UJI THICKNESS DI LOKASI BEND TUBE INLET DAN OUTLET HEADER JIKA ADA REKOMENDASI PENGUJIAN CARA MELAKSANAKAN PENGUJIAN DAPAT DILIHAT PADA IK SE AUXILIARY STEAM SYSTEM PLTU 100 MW GRESIK</p>			

## 8. BAHAYA DAN AKIBATNYA

1. Area kerja sempit, kemungkinan terjadi cedera karena salah posisi badan.
2. Penggunaan peralatan pukul, kemungkinan terpukul
3. Penggunaan bahan kimia saat PT check, bisa menyebabkan iritasi ataupun gangguan pernafasan

## 9. PENCEGAHAN DAN PENANGGULANGAN BAHAYA

1. Penggunaan APD dan memastikan posisi saat bekerja sudah aman
2. Bekerja dengan aman dan menggunakan APD

## Lampiran 5. Dokumentasi Proses Magang



*Menuju Area PLTGU*



**Foto Diri Disamping Turbin Uap**



**Tampak Belakang Area PLTGU**



**Kunjungan ke Area Pompa**



**Tangki Chlorination Plant**



**Foto Diri Bersama Mentor**



**Tampak Depan HRSG Blok 3**



**Ruang Chlorination Plant**

**Lampiran 6. Form Penilaian Magang Pembimbing Lapangan**

Nama Mahasiswa : Rizky Ari Ma'rif NRP : 10211910010065  
 Nama Mitra/Industri : PT. PIB UP Gresik Unit Kerja : System Owner  
 Nama Pembimbing Lapangan : Ageng Wahyudianto Waktu Magang : 1 April – 31 Mei (2 Bulan)

NO	KOMPONEN	NILAI	KRITERIA PENILAIAN						
			<56	56-60	61-65	66-75	75-85	≥86	
1	Kehadiran	97	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92-95%	>95%	
2	Kecepatan waktu kerja*	87	<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	91	SKB	KB	CB	B	BS	SBS	
5	Inisiatif dan solusi kerja	87	SKB	KB	CB	B	BS	SBS	
6	Hubungan kerja dengan pegawai/lingkungan	94	SKB	KB	CB	B	BS	SBS	
7	Kerjasama tim	91	SKB	KB	CB	B	BS	SBS	
8	Mutu pelaksanaan pekerjaan	86	SKB	KB	CB	B	BS	SBS	
9	Target pelaksanaan pekerjaan	87	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%	
10	Kontribusi peserta terhadap pekerjaan	86	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%	
11	Kemampuan mengimplementasikan Alat	93	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%	
Jumlah Nilai		990	Nilai Akhir PL = $\sum$ Nilai/11					90	

\*Kehadiran \*\*\*) Kecepatan Waktu

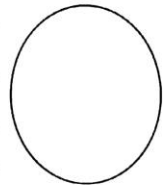
SKB : sangat kurang baik; KB : kurang baik; CB: cukupbaik; B : baik; BS : Baik sekali; SBS : sangat baik sekali

ABSENSI KEHADIRAN MAGANG

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

Gresik, 23 Juni 2021.

Pembimbing Magang  
 (Ageng Wahyudianto)  
 NID. 9215289217Y



- Keterangan:
1. Apabila mitra /instansi tidak menyediakan stempel, maka lembaran ini harus dicetak pada kertas dengan KOP Mitra./Instansi
  2. Mohon nilai dimasukkan pada amplop tertutup dengan dibutuhkan stempel pada atas amplop.



### Lampiran 7. Logbook Magang

#### FORM BUKTI KEGIATAN MAGANG

Tahun : 2022  
 Periode Magang : 1 April – 31 Mei  
 Tempat Magang : PT. PJB UP Gresik


No.	Pekan ke-	Kegiatan	Keterangan
1	1	Mendapatkan materi secara daring	Materi yang didapatkan meliputi: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Norma kesehatan kerja</li> <li>- Fungsi udara kompresor di turbin</li> <li>- Pemeliharaan turbin uap</li> <li>- <i>Valve</i> dan <i>safety valve</i></li> <li>- Siklus kerja di PLTGU UP Gresik</li> </ul>
2	2	Mendapatkan materi secara daring	Materi yang didapatkan meliputi: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siklus kerja PLTGU</li> <li>- Komponen utama pada PLTGU</li> <li>- <i>Heat Recovery Steam Generator (HRSG)</i></li> </ul>
3	3	Mendapatkan materi secara daring	Materi yang didapatkan meliputi: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cara kerja HRSG</li> <li>- Effisiensi management</li> <li>- Operation management</li> <li>- Unit Pembangkit PLTGU</li> <li>- Heat Balance</li> </ul>
4	4	Mendapatkan materi secara daring	Materi yang didapatkan meliputi: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Starting system</i></li> <li>- <i>Fuel system</i></li> <li>- <i>Cooling water system</i></li> <li>- <i>Feed water system</i></li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Steam system</i></li> <li>- <i>Lube oil system</i></li> <li>- <i>Air and flue gas system</i></li> <li>- <i>Start Up</i></li> </ul>
5	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Administrasi</li> <li>- K3 <i>Indusction</i> dan <i>post test</i></li> <li>- Pengenalan lingkungan kerja</li> <li>- Pengerjaan laporan</li> </ul>	Pengenalan lingkungan kerja, meliputi: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Heat Recovary Steam Generator</i></li> <li>- <i>Gas Turbine</i></li> <li>- <i>Deaerator</i></li> </ul>
6	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengenalan lingkungan kerja</li> <li>- Pengerjaan lingkungan</li> </ul>	Pengenalan lingkungan kerja, meliputi: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>HP BCP (High Pressure Boiler Circulating Pump)</i></li> <li>- <i>LP BFP (Low Pressure Boiler Feed Pump)</i></li> <li>- <i>Booster Pump</i></li> <li>- <i>LP Drum</i></li> <li>- <i>HP Drum</i></li> <li>- <i>Intake Water System</i></li> <li>- <i>Chlorination Plant</i></li> <li>- <i>Desalination Plant</i></li> <li>- <i>Waste Water Treatment</i></li> <li>- <i>Intake Air System</i></li> <li>- <i>Gas Station</i></li> <li>- <i>Condensor</i></li> <li>- <i>Steam Turbine</i></li> </ul>
7	7	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pemilihan topik laporan akhir</li> <li>- Pengerjaan laporan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pemilihan topik pemeliharaan <i>Heat Recovary Steam Generator (HRSG)</i></li> </ul>

		- Asistensi laporan bersama mentor	- Asistensi laporan dengan mentor.
8	8	- Penyelesaian laporan - Asistensi bersama mentor	Melengkapi kekurangan yang ada di laporan akhir, dan menyelesaikan laporan.

Gresik, 31 Mei 2022

Pembimbing Lapangan Magang Industri

  
(Ageng Wahyudianto)  
NID. 9215289ZJY