



LAPORAN MAGANG INDUSTRI

PEMELIHARAAN *HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR* PADA PLTGU PT. PJB UP GRESIK

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

Penulis:

Firnazzain Naufal Ramadhan
NRP. 10211910010021

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI

FAKULTAS VOKASI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2022



LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Magang di

PT. PJB UP Gresik

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

Surabaya, 27 April 2022

Peserta

Firnazzain Naufal Ramadhan

NRP. 10211910010021

Mengetahui dan Menyetujui

Kepala Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi – ITS dan
Dosen Pembimbing Magang Industri

Dr. Ir. Heru Mirmanto, M.T.

NIP. 19620216 199512 1 001



LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Magang di

PT. PJB UP Gresik

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

Gresik, 27 April 2022

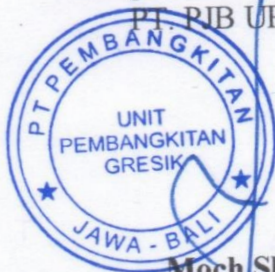
Peserta

Firnazzain Naufal Ramadhan

NRP. 10211910010021

Mengetahui,

Manager Bidang Pemeliharaan
PT. PJB UP Gresik



Moch Shoheh

NID. 6692077JA

Menyetujui,

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

Yoga Satrianto

NID. 9014055ZJY

KATA PENGANTAR

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

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

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

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

Gresik, April 2022

Penyusun

DAFTAR ISI

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

2.5 Pengelolaan Lingkungan PT. PJB UP Gresik	12
2.6 Budaya 5S PT. PJB UP Gresik	12
2.7 Kegiatan Produksi	13
BAB III PELAKSANAAN MAGANG	14
3.1 Pelaksanaan Magang	15
3.2 Metodologi Penyelesaian Tugas Khusus	19
3.2.1 Survei Lapangan dan Studi Literatur	19
3.2.2 Penentuan Topik Laporan	19
3.2.3 Pengambilan Data	20
3.2.4 Diagram Alir Metodologi Pengerjaan Laporan Magang Indsutri	21
BAB IV HASIL MAGANG.....	22
4.1 Gambaran Unit Pembangkitan Gresik	23
4.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG)	23
4.1.2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).....	24
4.1.3 Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU).....	26
4.2 Unit Utama PLTGU UP Gresik	39
4.2.1 Turbin Gas.....	39
4.2.2 Heat Recovery Steam Generator (HRSG).....	42
4.2.3 Turbin Uap	42
4.2.4 Kondensor	43
4.2.5 Generator.....	44
4.2.6 Boiler Feed Pump.....	45
4.2.7 Boiler Circulating Pump	46
4.2.8 Condensate Extraction Pump	46
4.3 Unit Penunjang PLTGU UP Gresik	46
4.3.1 Fuel System.....	46

4.3.2 Desalination Plant.....	47
4.3.3 Water Treatment Plant.....	49
4.3.4 Chlorination Plant.....	51
4.3.5 Hydrogen Plant.....	52
4.3.6 Deaerator	52
4.3.7 Transformator	53
4.4 <i>Heat Recovery Steam Generator</i>	54
4.4.1 Pengertian Heat Recovery Steam Generator	54
4.4.2 HRSG PT. PJB UP Gresik.....	55
4.4.3 Komponen Utama HRSG	59
4.4.4 Komponen Penunjang HRSG.....	67
4.4.5 Prinsip Kerja HRSG	74
4.4.6 Siklus Kerja HRSG.....	78
4.5 Maintenance HRSG Pada PTGU PT PJB UP Gresik.....	81
4.5.1 Pengertian Maintenance	81
4.5.2 Tujuan Maintenance	81
4.5.3 Jenis-jenis maintenance di PT. PJB UP Gresik	82
4.5.4 Pemeliharaan pada HRSG	85
4.5.5 Instruksi Kerja Perawatan HRSG	96
BAB V PENUTUP	102
5.1 Kesimpulan.....	103
5.2 Saran	103
DAFTAR PUSTAKA.....	104
LAMPIRAN	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Organisasi PT. PJB UP Gresik.....	6
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Pengerjaan Laporan Magang Industri	21
Gambar 4. 1 Siklus Kerja PLTGU	26
Gambar 4. 2 Siklus PLTG	28
Gambar 4. 3 Siklus PLTU	29
Gambar 4. 4 Proses Start-up Gas Turbine.....	37
Gambar 4. 5 Proses Shutdown Gas Turbine	39
Gambar 4. 6 Turbin Gas.....	39
Gambar 4. 7 HRSG	42
Gambar 4. 8 Kondensor	43
Gambar 4. 9 Fuel Area	46
Gambar 4. 10 <i>Desalination Plant</i>	47
Gambar 4. 11 <i>Flash Evaporator</i>	48
Gambar 4. 12 <i>Water Treatment Plant</i>	50
Gambar 4. 13 Deaerator	53
Gambar 4. 14 Transformator.....	53
Gambar 4. 15 HRSG Vertikal	55
Gambar 4. 16 <i>I-Frame evaporator layout</i>	57
Gambar 4. 17 HRSG PT. PJB UP Gresik	58
Gambar 4. 18 Bagian-Bagian HRSG dan Arah Alirannya (PJB Gresik).....	59
Gambar 4. 19 <i>Drawing Tube HRSG</i>	60
Gambar 4. 20 <i>LP Drum</i> (PJB Gresik)	62
Gambar 4. 21 <i>LP Boiler Circulation Pump</i> (PJB Gresik).....	63
Gambar 4. 22 <i>HP Drum</i> (PJB Gresik)	65
Gambar 4. 23 <i>HP Boiler Circulation Pump</i> (PJB Gresik).....	66
Gambar 4. 24 Stack HRSG	72
Gambar 4. 25 <i>LP Boiler Feed Pump</i> PT. PJB UP GSK Error! Bookmark not defined.	
Gambar 4. 26 <i>HP Boiler Feed Pump</i> PT. PJB UP Gresik Error! Bookmark not defined.	
Gambar 4. 27 <i>Gland Steam Condenser</i>	70

Gambar 4. 28 <i>Brine Blowdown Tank</i>	71
Gambar 4. 29 <i>Damper</i>	72
Gambar 4. 30 Diagram PLTU dengan HRSG Single <i>Pressure</i>	74
Gambar 4. 31 T-S diagram HRSG	75
Gambar 4. 32 Siklus <i>Air and Steam</i> di HRSG (PJB Gresik).....	78
Gambar 4. 33 Kotoran-kotoran pada <i>Fined Tube</i> HRSG (PJB Gresik).....	88
Gambar 4. 34 Urutan Pembersihan bagian-bagian HRSG	90
Gambar 4. 35 Hasil Chemical Cleaning HRSG (PJB Gresik).....	93
Gambar 4. 36 Kebocoran pada Tube HRSG	96

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Enam Bisnis Unit Pembangkitan	3
Tabel 2.3 Kapasitas Daya PT. PJB UP Gresik.....	4
Tabel 4. 1 Kualitas Demin Water.....	49
Tabel 4. 2 Keuntungan dan Kerugian Penggunaan Pendingin <i>Hydrogen</i>	52
Tabel 4. 3 Kadar Maksimum Emisi	73
Tabel 4. 4 HRSG Set Points	80

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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

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

1.2 Tujuan Magang

1.2.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dilakukannya magang industri untuk :

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

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

1.2.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus dilakukan magang industri untuk:

1. Mengetahui lebih banyak mengenai proses operasi dan maintenance di PLTGU PT PJB Unit Pembangkitan Gresik.
2. Mengetahui implementasi secara langsung tentang proses “Konversi Energi” yang terdapat di PLTGU PT PJB Unit Pembangkitan Gresik.
3. Mengenal cara kerja, prinsip kerja, dan pemeliharaan dari komponen HRSG yang digunakan di PLTGU PT PJB Unit Pembangkitan Gresik.

1.3 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari magang industri ini antara lain:

1. Dapat mengenali lingkungan serta proses Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap
2. Dapat memahami pengimplementasian proses Konversi Energi yang terdapat di PLTGU PT PJB Unit Pembangkitan Gresik.
3. Dapat memahami dan mengetahui cara kerja, prinsip kerja, dan pemeliharaan dari komponen HRSG yang digunakan di PLTGU PT PJB Unit Pembangkitan Gresik.

BAB II

GAMBARAN UMUM PT. PJB UP GRESIK

2.1 Sejarah PT. PJB UP Gresik

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

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

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

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

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

Tabel 2.1 Enam Bisnis Unit Pembangkitan

Unit Pembangkitan	Kapasitas (MW)
UP Gresik	2.178

UP Paiton	800
UP Muara Karang	908
UP Muara Tawar	920
UP Cirata	1.008
UP Brantas	281

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

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

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

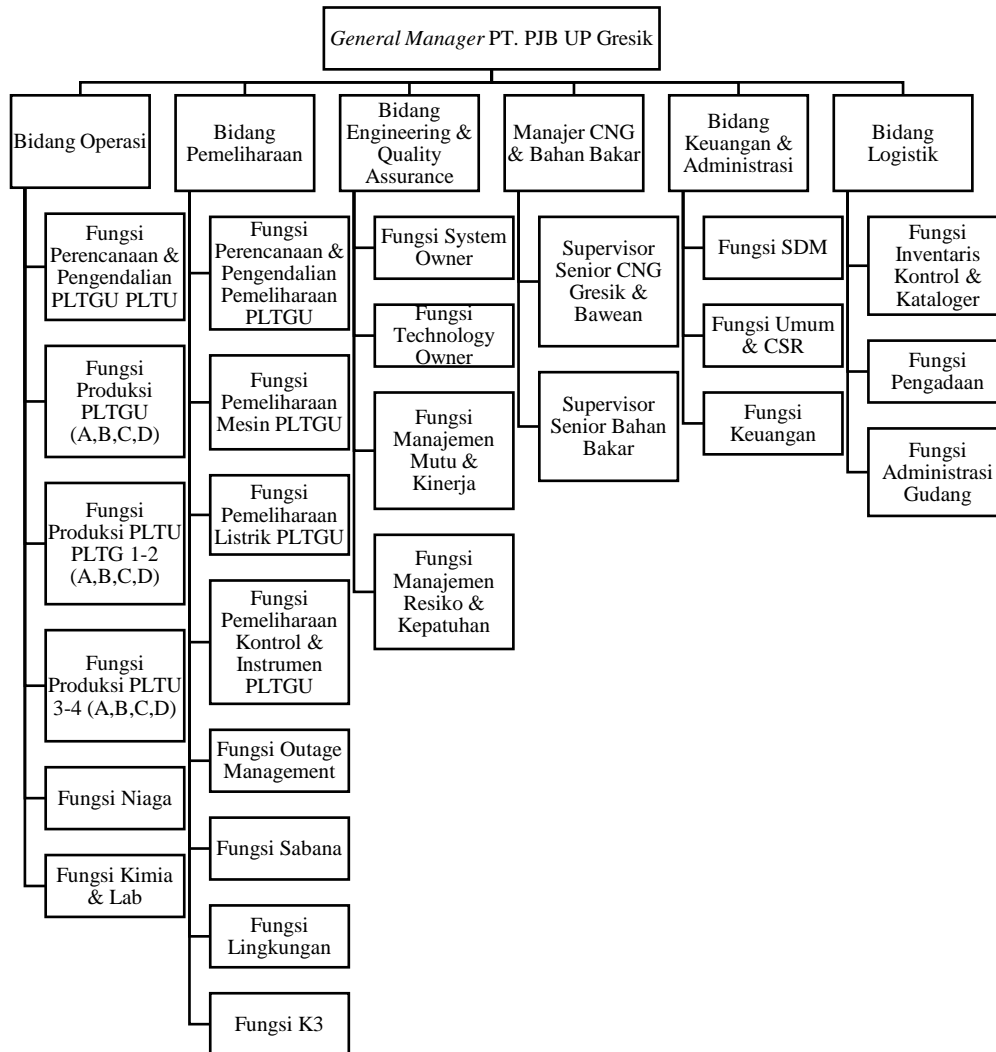
Tabel 2.2 Kapasitas Daya PT. PJB UP Gresik

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

PLTG Gresik		80		
PLTGU Gresik Blok 1	Blok 1	512,67 MW	Gas / HSD	10 April 1993
PLTGU Gresik Blok 2	Blok 2	512,67 MW	Gas / HSD	5 Agustus 1993
PLTGU Gresik Blok 3	Blok 3	512,67 MW	Gas	30 November 1993
PLTGU Gresik		1575		

2.2 Struktur Organisasi PT. PJB UP Gresik

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



Gambar 2.1 Struktur Organisasi PT. PJB UP Gresik

2.2.1 General Manager Unit Pembangkitan Gresik

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

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

2.2.2 Bidang Operasi

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

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

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

2.2.3 Bidang Pemeliharaan

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

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

1) Pemeliharaan Preventif

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

2) Pemeliharaan Prediktif

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

3) Pemeliharaan Korektif

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

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

2.2.4 Bidang *Engineering and Quality Assurance*

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

2.2.5 Bidang CNG dan Bahan Bakar

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

2.2.6 Bidang Keuangan dan Administrasi

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

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

2.2.7 Bidang Logistik

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

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

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

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

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

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

2.3 Visi dan Misi PT. PJB UP Gresik

2.3.1 Visi

Visi dari PT. PJB UP Gresik adalah:

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

2.3.2 Misi

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

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

2.4 Keselamatan dan Kesehatan Kerja PT. PJB UP Gresik

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

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

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

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

- 1) Daerah Terlarang

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

- 2) Daerah Terbatas

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

3) Daerah Tertutup

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

2.5 Pengelolaan Lingkungan PT. PJB UP Gresik

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

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

2.6 Budaya 5S PT. PJB UP Gresik

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

Manajemen *house keeping* 5S meliputi:

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

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

➤ SEIKETSU (Pemantapan/Rawat)

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

➤ SHITSUKE (Pembiasaan/Rajin)

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

2.7 Kegiatan Produksi

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

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

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

Halaman ini sengaja dikosongkan.

BAB III

PELAKSANAAN MAGANG

3.1 Pelaksanaan Magang

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

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

9	Selasa, 15 Maret 2022			Mendapatkan materi <i>Work and Planning Control</i> secara daring
10	Rabu, 16 Maret 2022			Mendapatkan materi <i>Work and Planning Control</i> secara daring
11	Kamis, 17 Maret 2022			Mendapatkan materi <i>Maturity Level</i> , KPI WPC, dan <i>Workshop Perencanaan Pekerjaan</i> secara daring
12	Jumat, 18 Maret 2022			Mendapatkan gambaran mengenai Instruksi Kerja Pemeliharaan <i>Nozzle Oil Gas Turbin PLTGU</i> secara daring
13	Senin, 21 Maret 2022			Mempelajari <i>Operation & Maintenance Manual Volume 1</i>
14	Selasa, 22 Maret 2022			Mempelajari <i>Operation & Maintenance Manual Volume 2</i>
15	Rabu, 23 Maret 2022			Mempelajari <i>Operation & Maintenance Manual Volume 2</i>
16	Kamis, 24 Maret 2022			Mempelajari <i>Operation & Maintenance Manual Volume 3</i>
17	Jumat, 25 Maret 2022			Mempelajari <i>Operation & Maintenance Manual Volume 4</i>

18	Senin, 28 Maret 2022			Mempelajari <i>Operation & Maintenance Manual Volume 4</i>
19	Selasa, 29 Maret 2022			Mempelajari <i>Operation & Maintenance Manual Volume 6</i>
20	Rabu, 30 Maret 2022			Mempelajari <i>Operation & Maintenance Manual Volume 7</i>
21	Kamis, 31 Maret 2022			Mempelajari <i>Operation & Maintenance Manual Volume 8</i>
22	Jumat, 1 April 2022			Mempelajari <i>Operation & Maintenance Manual Volume 10</i>
23	Senin, 4 April 2022	08.00	15.00	Mengurus administrasi, <i>K3 Induction</i> dan <i>posttest</i> , serta pengenalan lingkungan kerja yang meliputi: <i>intake water system, condenser, steam turbine</i>
24	Selasa, 5 April 2022	08.00	15.00	Pengenalan lingkungan kerja yang meliputi: <i>gas turbine, central control room, heat recovery steam generator</i>
25	Rabu, 6 April 2022	08.00	12.00	Pengenalan lingkungan kerja yang meliputi: <i>boiler feed pump</i>

26	Kamis, 7 April 2022	08.00	15.00	Pengenalan lingkungan kerja yang meliputi: <i>air cooling system</i>
27	Jumat, 8 April 2022			Pengerjaan laporan BAB IV tentang Gambaran Umum Unit Pembangkit di PT. PJB UP Gresik
28	Senin, 11 April 2022	08.00	15.00	Pengenalan lingkungan kerja yang meliputi: <i>desalination plant, water treatment plant, waste water treatment plant, control room WTP</i> Mengerjakan laporan di perpustakaan PT. PJB UP Gresik
29	Selasa, 12 April 2022	08.00	15.00	Pengenalan lingkungan kerja yang meliputi: <i>chlorination plant, intake air filter, gas station, jetty</i>
30	Rabu, 13 April 2022			Mengerjakan laporan (WFH)
31	Kamis, 14 April 2022	08.00	15.00	Mengerjakan laporan di perpustakaan PT. PJB UP Gresik
32	Jumat, 15 April 2022			Hari Libur Nasional
33	Senin, 18 April 2022	08.00	15.00	Asistensi laporan Bersama mentor
34	Selasa, 19 April 2022	08.00	15.00	Melengkapi gambar pada laporan

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

3.2 Metodologi Penyelesaian Tugas Khusus

3.2.1 Survei Lapangan dan Studi Literatur

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

3.2.2 Penentuan Topik Laporan

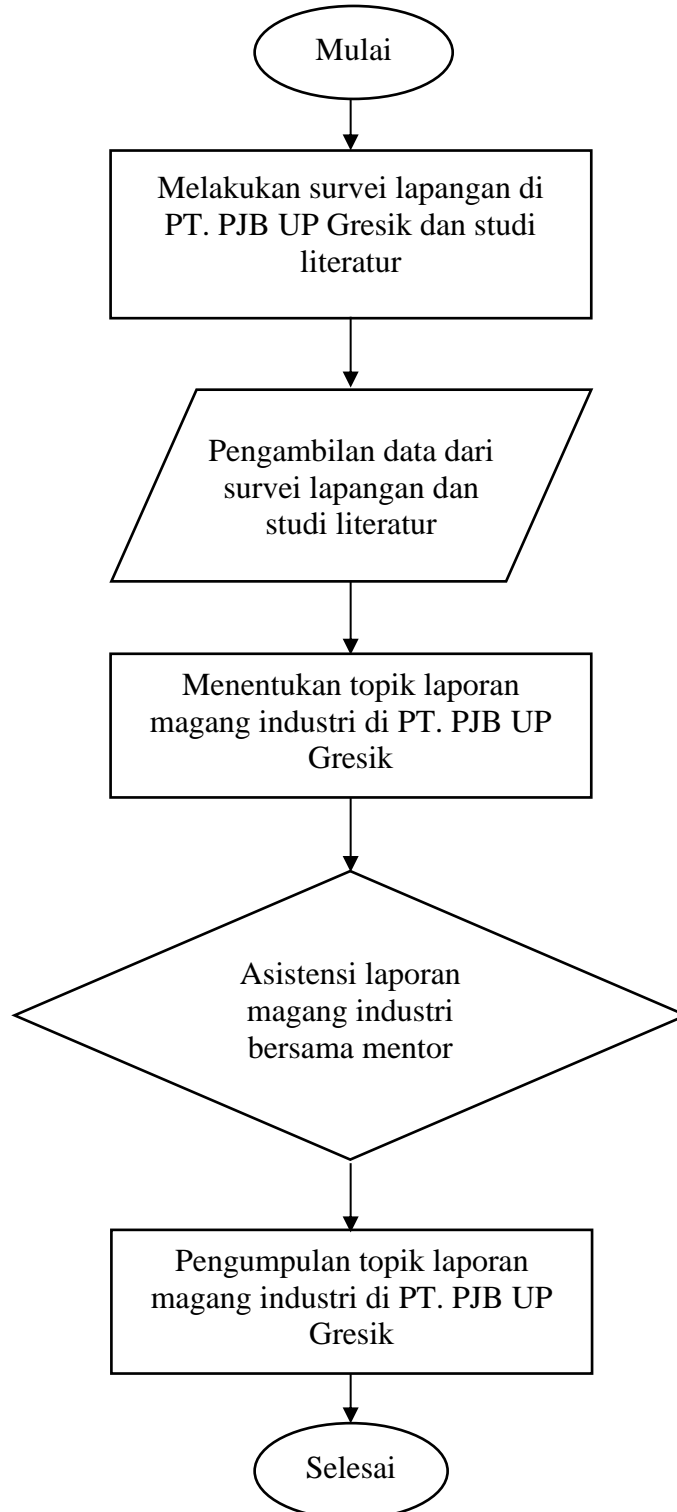
Setelah dilakukan survei lapangan dan studi literatur, langkah selanjutnya adalah penentuan topik laporan magang industri. Selanjutnya adalah mengumpulkan data-data terkait topik laporan. Topik pada laporan magang industri ini adalah *Maintenance* Kondensor PLTGU PT. PJB UP Gresik.

3.2.3 Pengambilan Data

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

3.2.4 Diagram Alir Metodologi Pengerjaan Laporan Magang Industri

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



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Pengerjaan Laporan Magang Industri

Halaman ini sengaja dikosongkan.

BAB IV

HASIL MAGANG

4.1 Gambaran Unit Pembangkitan Gresik

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

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

4.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG)

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

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

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

Saat ini PT. PJB UP Gresik memiliki 2 unit PLTG dengan kapasitas pembangkitan sebesar 20 MW pada setiap unit. Namun, pengoperasian PLTG

hanya dikhususkan untuk kepentingan internal PT. PJB UP Gresik yaitu saat *totally blackout* dan saat jaringan total di PT. PJB UP Gresik terdapat kekurangan daya. Hal ini dikarenakan operasionalnya lebih besar daripada daya yang dihasilkan.

Adapun komponen PLTG terdiri atas:

1) *Starter Diesel*

Mesin diesel V12 silinder distart dengan baterai.

2) *Gas Turbine*

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

3) Kompresor

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

4) Generator dan Trafo Utama

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

4.1.2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan pembangkit yang menghasilkan listrik dengan memanfaatkan daya yang dihasilkan oleh sistem turbin uap. Peralatan utama pada proses produksi PLTU adalah 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*

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

2) *Steam Turbine*

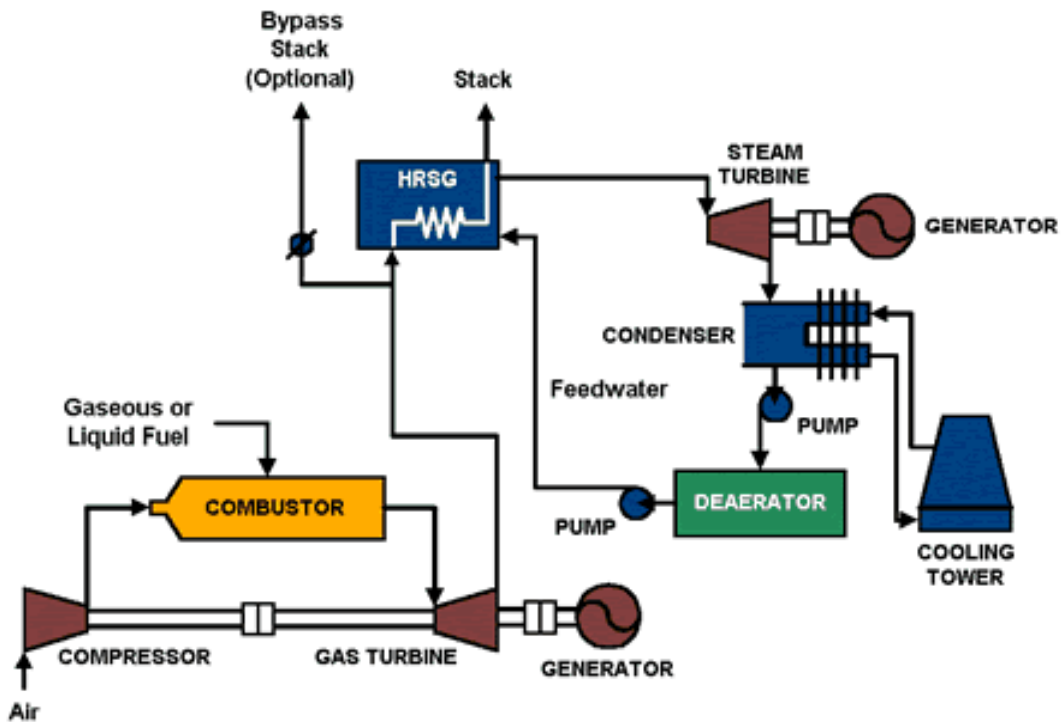
Uap hasil produksi *boiler* digunakan untuk menggerakkan turbin uap:

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

3) Generator

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

4.1.3 Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)



Gambar 4. 1 Siklus Kerja PLTGU

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

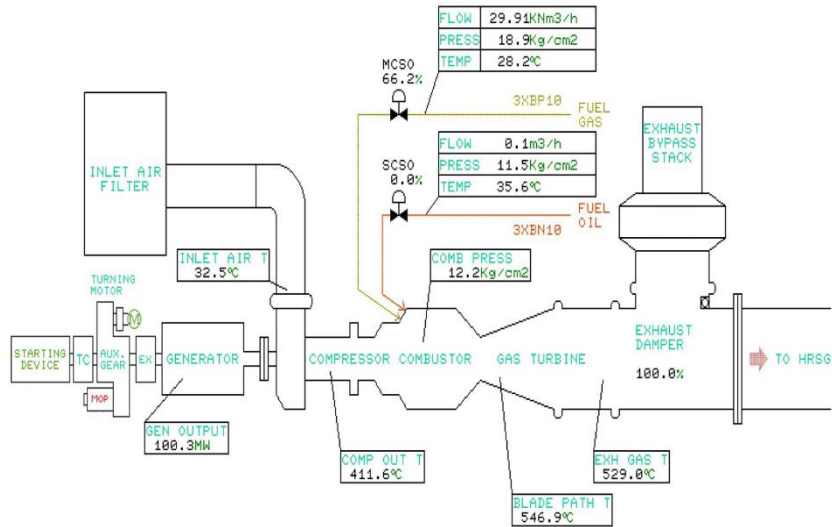
Proses konversi energi pada PLTGU berlangsung melalui tiga tahapan pada PLTG dan tiga tahapan pada PLTU. Pada tahap pertama PLTG, energi kimia dari

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

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

a. Tahap PLTG

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

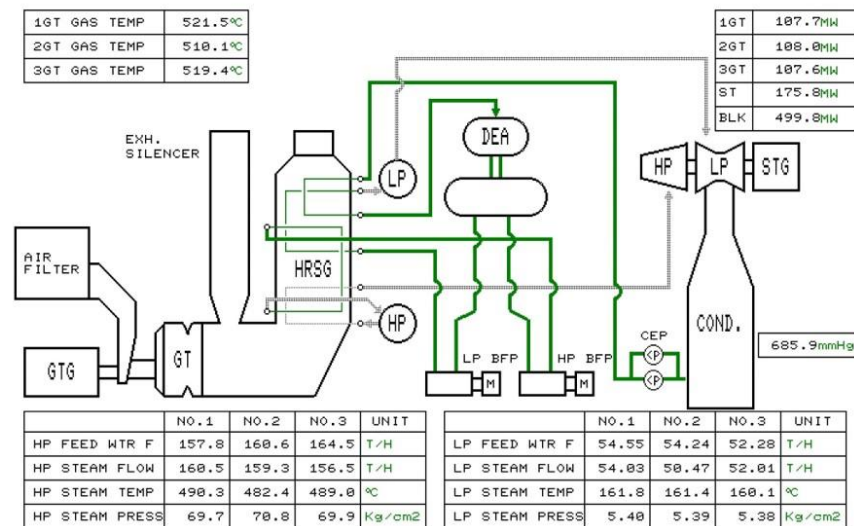


Gambar 4. 2 Siklus PLTG

b. Tahap PLTU

1. Air pada *Condenser* 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 *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 *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 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 Turbin 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 Condenser. Dalam kondensor uap dari turbin mengalami pengembunan air.
13. Kembali lagi ke proses nomor 7 dan membentuk siklus



Gambar 4. 3 Siklus PLTU

4.1.3.1 Block Start Up Procedure

1. Cold Start Up

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

2. Warm Start Up

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

3. Hot Start Up

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

4.1.3.2 Block Shut Down Procedure

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

tentunya semua alat yang ada pada plant harus dalam keadaan menyala atau standby.

4.1.3.3 Prosedur Start Up Combined Cycle PLTGU

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

1. Turbin Gas

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

a. Persiapan start turbin uap

- i. Mengecek tekanan pada HP auxiliary steam > 18 K atau tekanan LP auxiliary steam > 3.5 K
- ii. Circulating water pump, cooling water pump, sea water booster pump, condensate extraction pump, auxiliary oil pump, dan steam turbine turning beroperasi.
- iii. Ketika syarat pada poin i dan ii telah terpenuhi, maka gland akan start.
- iv. Setelah kondisi vakum, yaitu > 570 mmHg Abs tercapai, maka 2 main ejector akan start. Lalu 1 menit kemudian starting air ejector akan berhenti.
- v. Kemudian pada keadaan HRSG dingin dengan kondisi vakum > 580 mmHg Abs atau kondisi vakum > 680 mmHg Abs sementara HRSG dingin, maka persiapan start turbin uap selesai.

b. Persiapan start HRSG

- i. HP Boiler Circulating Pump dan LP Boiler Circulating Pump start.
- ii. LP Boiler Feed Pump I akan start, berikutnya 1 menit kemudian LP Boiler Feed Pump II juga start, dan 1 menit kemudian LP Boiler Feed Pump III juga start.

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

Setelah persiapan start HRSG selesai, selanjutnya dilakukan :

c. Start Turbin Gas

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

d. Sinkronisasi Turbin Gas

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

- iv. Setelah langkah c selesai, maka sinkronisasi turbin gas selesai dan mulai menghasilkan beban.

2. HRSG (Heat Recovery Steam Generator)

Start HRSG dapat dimulai setelah sinkronisasi turbin gas selesai.

Tahapan selanjutnya adalah :

- a. Persiapan HRSG pada langkah (ii) selesai dan sinkronisasi turbin gas pada langkah (iv) selesai dan block pada kondisi mode start.
- b. Kemudian pada kondisi HRSG dingin maka setting Gas Turbine Load Set adalah 25% atau bila pada kondisi HRSG warm atau panas maka setting Gas Turbine Load Set adalah 45%
- c. Setelah langkah b, Exhaust Damper akan terbuka 45%, kemudian:
 - 1. Jika HRSG dingin, 30 menit kemudian Exhaust Damper akan terbuka 80%
 - 2. Jika HRSG warm, 20 menit kemudian Exhaust Damper akan terbuka 80%
 - 3. Jika HRSG panas, 10 menit kemudian Exhaust Damper akan terbuka 80%
- d. Setelah langkah b, apabila kondisi HRSG dingin maka HP Turbine Bypass Valve Isolation dan LP Turbine Bypass Valve Isolation akan terbuka.
- e. Sementara itu, setelah langkah b maka HP Steam Outlet Valve I akan terbuka.
- f. Setelah langkah b LP Steam Outlet Valve terbuka, lalu 1 menit kemudian Deaerator Steam Inlet Valve akan terbuka.
- g. Setelah c,e, dan f selesai dan pada kondisi tekanan HP steam > 34 atm, maka turbin gas akan menghasilkan beban 45%. Dengan demikian starting HRSG telah selesai.

3. Turbin Uap (ST)

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

a. Peningkatan Kecepatan Turbin Uap (ST)

- a) Ada 3 pilihan model pada Turbin Uap (*Steam Turbine*) yang pemilihannya disesuaikan dengan kondisi HRSG, yaitu:
 - i. Pada mode dingin, temperature HP steam antara 300°C dan 430°C
 - ii. Pada mode warm, temperature HP steam > 320°C
 - iii. Pada mode panas, temperature HP steam > 400°C
- b) Tekanan HP Steam . 34 atm serta start Steam Turbine telah diperbolehkan.
- c) Kondisi a dan b terpenuhi dan starting HRSG pada Langkah (2) telah selesai.
- d) Langkah c selesai dan kecepatan Steam Turbine > 100 rpm
- e) Setelah Langkah d selesai. Steam Turbine Speed Squance dimulai, yaitu:
 - i. *Rub Check* pada putaran rpm
 - ii. Target kecepatan 2000 rpm
 - iii. *Heat Soak* pada putaran 2000 rpm
 - iv. Target Kecepatan 3000 rpm
- f) Kondisi pada Langkah e selesai dan kecepatan mencapai rated speed, serta auxiliary oil pump mati.
- g) Setelah Langkah f dan beban Gas Turbine I < 48 % maka Exhaust Damper I membuka 100%.
- h) Lima menit setelah kondisi g terpenuhi dan kondisi f terpenuhi, maka penaikan kecepatan steam turbine selesai atau jika Gas Turbine > 48% dan kondisi f terpenuhi, maka penaikan kecepatan Steam Turbine selesai.

b. *Start Up Steam Turbine*

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

- a) Kondisi (i.c) terpenuhi dan pada block pada kondisi start mode.
- b) Setelah kondisi a terpenuhi, dan pada saat kondisi vakum > 690 mmHg maka main air ejector akan berhenti.

- c) Sementara itu, setelah kondisi a terpenuhi, Steam Turbine start sequence akan dimulai, yaitu:
 - i. *Steam Turbine reset*
 - ii. *Steam Turbine Control Automatic*
 - iii. Target kecepatan 400 rpm
 - iv. Laju kecepatan 300 rpm / menit
 - v. HP Steam Control Valve Tertutup
- d) Setelah kondisi c terpenuhi dan kondisi (i.d) juga terpenuhi serta steam turbine turning off, maka start up turbin selesai.

c. Sinkronisasi *Steam Turbine*

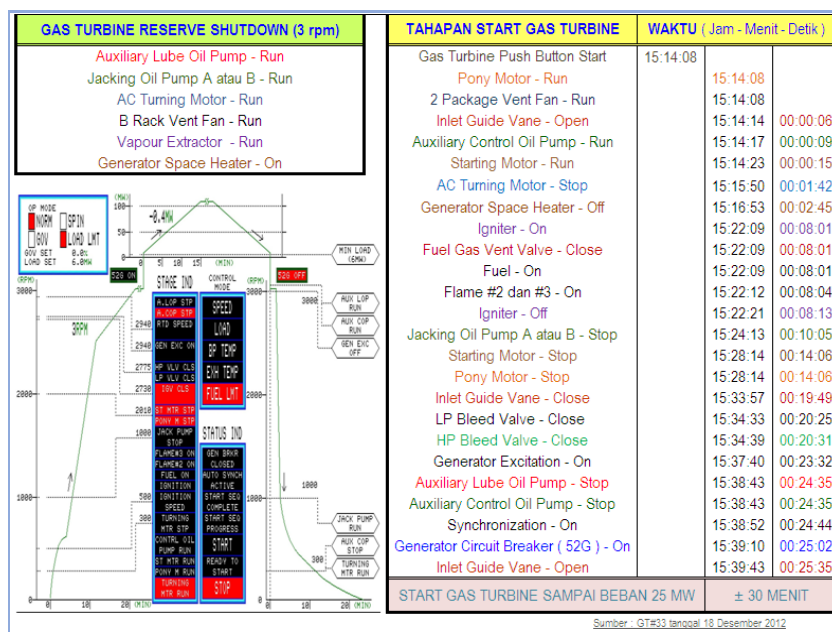
Proses ini dapat dilakukan setelah proses penaikan kecepatan *steam turbine*. Tahapannya adalah :

- a) *Steam turbine* berada pada mode warm dengan temperature *steam turbine metal* $> 250^{\circ}\text{C}$.
- b) Proses (ii) telah selesai dilakukan.
- c) Setelah kondisi a dan b terpenuhi, maka *Steam Turbine Synchronize Sequence* dimulai, yaitu :
 - i. *Circuit Breaker* di local tertutup
 - ii. *Automatic Voltage Regulator* beroperasi secara automatic
 - iii. *Main Circuit Breaker* tertutup
 - iv. *Initial Load* dipertahankan
- d) Kondisi c terpenuhi, dan usaha mempertahankan *initial load* selesai serta *HP Steam Turbine* $> 33\text{K}$.
- e) Setelah kondisi d selesai *Control Valve* untuk mengontrol tekanan *Hp Steam Turbine Contol Valve* beroperasi secara otomatis.
- f) Sementara itu, setelah kondisi d selesai, *HP Turbine Bypass Valve I* tertutup.
- g) Setelah Langkah f maka *control HP turbine bypass valve* untuk mengontrol tekanan *LP Steam Turbine Control Valve* beroperasi secara otomatis.

- h) Setelah Langkah f *LP turbine bypass valve I* tertutup kemudian *control LP turbine bypass valve I* dalam mode *back-up*.
- i) setelah kondisi *control HP dan LP turbin bypass valve I* dalam mode *back-up* maka semua *load turbin gas* naik sampai 45% dan set tekanan *control valve condenser HP steam turbine* pada 55 atm serta *HP turbine bypass valve II* memiliki tekanan 54 atm.
- j) setelah kondisi i terpenuhi dan temperature masukan *steam turbine* dan keluaran HRSG $< 55^{\circ}\text{C}$ serta tekanan masukan *steam turbine* dan keluaran HRSG $< 1 \text{ kg/cm}^2$ maka *HP BOV (High Pressure Boiler Outer Valve)* akan membuka.
- k) *HP Turbine Bypass Valve II* tertutup.
- l) Kemudian *control HP turbin bypass valve II* dalam mode *back-up*.
- m) Setelah Langkah k terpenuhi maka valve keluaran *LP steam turbine II* akan terbuka lalu *LP turbine bypass valve II* tertutup. Selanjutnya *control LP turbine bypass valve II* dalam mode *back-up*.
- n) Control HP dan LP turbine bypass valve II dalam mode back-up, kondisi temperature masukan steam turbine dan keluaran HRSG $< 55^{\circ}\text{C}$, tekanan masukan steam turbine dan keluaran HRSG $< 1\text{kg/cm}^2$ valve keluaran HP steam turbine III (HP BOV) akan terbuka.
- o) HP turbine bypass valve III tertutup.
- p) Control HP turbine bypass valve III dalam mode back-up.
- q) Setelah Langkah o terpenuhi maka valve keluaran LP steam turbine III terbuka dan LP turbine bypass valve III tertutup. Control LP turbine bypass valve III dalam mode back-up
- r) Setelah control HP dan LP turbine bypass valve III dalam mode back-up dan semua uap dari HRSG menuju ke steam turbine maka tekanan untuk HP steam turbine diset 34 kg/cm^2 . Setelah control HP dan LP turbine bypass valve III dalam

mode back-up selama % menit, kemudian exhaust damper I membuka 100% dan % menit kemudian exhaust damper II membuka 100% dilanjutkan dengan terbukanya exhaust damper III sebesar 100%. Dengan demikian set untuk load turbin gas terbuka 100%.

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



Gambar 4. 4 Proses Start-up Gas Turbine

4.1.3.4 Prosedur Shut Down Combined Cycle (PLTGU)

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

1. Penurunan Load Turbin Gas

- Steam turbine* berada pada mode *vacuum hold* atau *vacuum break*.
- Tekanan *control valve condenser HP turbine* diatur 59 kg/cm², sedangkan turbin gas mengalami penurunan *load* sampai 60%.

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

2. **Shut Down Turbin Uap**

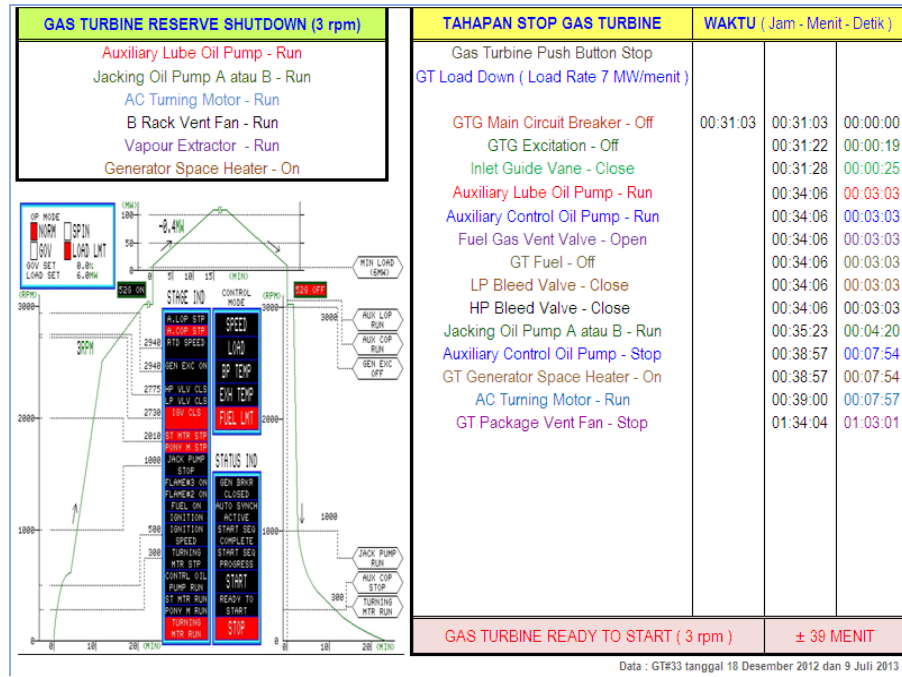
- a. Setelah penurunan *load* turbin gas selesai, maka *sequence shut down* dimulai, yang terdiri atas:
 - 1) *Main Circuit Breaker* terbuka.
 - 2) *Field Circuit Breaker* terbuka.
 - 3) Semua *valve* tertutup.
 - 4) Turbin uap mengalami *trip*.
- b. Setelah *sequence shut down* untuk turbin uap selesai,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

3. **Shut Down Gas Turbine**

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

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

Setelah langkah c selesai, maka proses *shut down* turbin gas selesai. Pada Gambar 4... di bawah ini merupakan *overview shut down* turbin gas.



Gambar 4. 5 Proses Shutdown Gas Turbine

4.2 Unit Utama PLTGU UP Gresik

4.2.1 Turbin Gas



Gambar 4. 6 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 *combuster 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.

A. Prinsip Dasar Turbin Gas

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

1. Kompresor

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

2. *Combustion Chamber*

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

3. Turbin

Turbin merupakan peralatan utama yang menggerakkan peralatan lain (generator dan kompresor). Putaran turbin ini merupakan akibat dari tekanan gas hasil pembakaran dari ruang pembakaran. Gas panas hasil pembakaran ini memutar sudu-sudu turbin, karena sudu turbin berputar

maka poros pada turbin akan ikut berputar. Poros turbin dikopel dengan poros generator inilah yang mengakibatkan generator ikut berputar.

B. Spesifikasi Turbin Gas

Spesifikasi Turbin

- Tipe : *Axial Flow, Reaction Type*
- Jumlah Tingkat : 4
- Putaran rata-rata : 3000 rpm
- Putaran Maksimum : 3000 rpm
- Model : MW 701D

Spesifikasi Kompresor

- Tipe : *Axial Flow*
- Jumlah *Stage* : 19

Spesifikasi Ruang Bakar

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

4.2.2 Heat Recovery Steam Generator (HRSG)



Gambar 4. 7 HRSG

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.

4.2.3 Turbin Uap

Turbin uap 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 turbine*.

- Tipe Turbin Uap : TC2F- 33.5" (*Tandem Compound Two Chasing Double Exhaust Type*)
- Jumlah Set : Tiga untuk Blok I, II, III
- Kapasitas : 188.91 kW
- Putaran : 3000 rpm
- Arah Putaran : *Clockwise*
- Tekanan Uap Masuk : HP = 75 kg/cm²; LP = 5.1 kg/cm²
- Temperature Uap Inlet : HP = 505°C ; LP = 175.9°C
- Jumlah Stage Turbin : HP = 20 ; LP = 5x2

4.2.4 Kondensator



Gambar 4. 8 Kondensator

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.

- Tipe : *Radial Flow Cooling Surface*

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

4.2.5 Generator

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

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

1. Stator

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*

Bearing rotor disangga 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 posisi didekat babit metal bearing guna memonitoring temperatur.

Adapun spesifikasi dari generator dari turbin gas yang terdapat pada PLTGU PT PJB UP Gresik.

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

Spesifikasi generator turbin gas :

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

4.2.6 *Boiler Feed Pump*

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

1. *Low Pressure Boiler Feed Pump* berfungsi untuk memompa air dari *deaerator* menuju *Low Pressure Drum* melalui *LP Economizer* pada HRSG.
2. *High Pressure Boiler Feed Pump* berfungsi untuk memompa air dari *deaerator* menuju *High Pressure Drum* melalui *HP Economizer* pada HRSG.

4.2.7 Boiler Circulating Pump

Terdapat 2 jenis BCP pada PLTGU, yaitu :

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

4.2.8 Condensate Extraction Pump

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

4.3 Unit Penunjang PLTGU UP Gresik

4.3.1 Fuel System



Gambar 4.9 Fuel Area

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* block 3 hanya menggunakan bahan bakar gas.

4.3.2 Desalination Plant

Siklus desalinasi diawali dengan pengambilan air laut menggunakan *sea water feed pump* (SWFP). Air laut yang dipompa terlebih dahulu disaring menggunakan *bar screen* yang terpasang kemudian dilanjut dengan penyaringan dengan menggunakan *traveling screen*.



Gambar 4. 10 Desalination Plant

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. 11 Flash Evaporator

Maka uap tersebut akan tertarik keatas dengan cepat dan menyentuh pipa-pipa diatasnya yang dialiri oleh air laut yg temperaturnya lebih dingin sehingga terjadi kondensasi. Air kondensasi tadi ditampung oleh bak yang memanjang dengan perbedaan ketinggian menuju ke *stage 20* dan ditampung di *chamber air distilate*. Selanjutnya air kondensasi dipompa oleh *distilate pump* menuju ke *raw water tank*, untuk menghindari nya *carry over* air laut dibawah sepanjang bak penampung air distilate dipasang demister. Hasil air kondensasi tersebut memiliki nilai konduktivitas <20 us/cm.

Berikut merupakan data spesifikasi dari komponen *Flash Evaporator* yang terdapat pada PLTGU PT PJB UP Gresik.

Merek : SAKURA ENGINEERING CO. LTD
 Tipe : *once thourgh multi stage Flash Evaporation system*
 Kapasitas : 1000 ton/day per unit
 Unit : 3 unit

Output Water Quality:

- *Total Dissolved solid (ppm)* : < 10
- *Total Iron (ppm as Fe)* ; 0.2

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

4.3.3 Water Treatment Plant

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

Tabel 4. 1 Kualitas *Demin Water*

<i>Conductivity</i>	<1 us/cm² at 25°C
PH	6 – 8
Cl ⁻	<100 ppb
<i>Capacity</i>	300 m³/day/Unit

Proses *water treatment plant* diawali dari *air raw water tank* dipompa oleh *water treatment supply pump* melewati *pre filter* kemudian ke *mix bed*. Didalam

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. Pada Gambar 4.12 adalah kondisi dari *pre filter* dan *mix bed* yang ada pada UP Gresik.



Gambar 4. 12 Water Treatment Plant

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.

Berikut merupakan data spesifikasi dari komponen *water Treatment Plant* yang terdapat pada PLTGU PT PJB UP Gresik.

Merek	: SALCON PTE LTD.
Tipe	: <i>Mixed bed Exchangers</i>
Kapasitas	: 300 m ³ /day per unit
Unit	: 3 unit
<i>Output Water Quality:</i>	

- *Total Dissolved solid* : 0.1 ppm as CaCO₃
- *Silica*
- : 0.02 ppm

4.3.4 Chlorination Plant

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

1. Diawali dari pemompaan air laut oleh *sea water booster pump* yang diambil dari kanal *circulating water pump* dan *sea water feed pump*.
2. Setelah dipompa oleh *sea water booster pump* air terlebih dahulu disaring oleh filter yang nantinya akan masuk ke dalam *modul generating cell*. Didalam *modul generating cell* terdapat 18 modul yang berbahan titanium yang dicoating dengan campuran titanium dan platinum. Pada *modul generating cell* terjadi proses *chloroplac*. *Chloroplac* adalah suatu metode untuk mendapatkan NaOCL (*Natrium Hypochloride*) dengan cara elektrolisis (air laut direaksikan dengan arus listrik DC).
3. Setelah itu, hasil dari proses elektrolisis tersebut ditampung kedalam *degas tank* yang memiliki volume 56 m³.
4. Selanjutnya fluida dari *degas tank* dialirkan menuju *header* menggunakan *hypochloride pump*.
5. Pada *header* tersebut terdapat *nozzle* yang berfungsi untuk penginjeksian pada air laut sebelum memasuki *bar screen*.

Berikut merupakan data spesifikasi dari komponen *Chlorination Plant* yang terdapat pada PLTGU PT PJB UP Gresik.

Merek	: ELECTROCATALYTIC
Model	: Chloropac 18X 16 MK II generator

Type	: <i>Bi polar annular electrode type</i>
Kapasitas	: 112 kg/hr per unit
Unit	: 3 unit
Sea eater Flow	: 90m ³ /hr per unit
Hypo Chlorite storage capacity	: 3 tanks, kapasitas 45m ³

4.3.5 Hydrogen Plant

Gas hidrogen pada sistem pembangkit memiliki fungsi sebagai sitem pendingin pada *steam turbine generato*. Hidrogen digunakan sebagai pendingin pada generator kapasitas menengah (100-700 MW). Adapun beberapa kauntungan dan kerugian dari penggunaan gas hidrogen (H²) adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 2 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 hidrogen lebih baik	
Umur mesin bertambah	Memerlukan sistem perapat poros yang khusus.
Minim kebisingan	

Proses hydrogen plant diawali dari generator hidrogen yang didalamnya terdapat modul elektrolisis. Fungsi dari generator hidrogen adalah sebagai pemisah antara hidrogen dan oksigen. Setelah melalui proses elektrolisis hidrogen dialirkan oleh kompresor yang ditampung pada 2 H² tank. Dimana tank pertama memiliki volume 75 m³ dan tank kedua memiliki volume 175 m³. Tahap terakhir setelah ditampung pada H² tank, hidrogen langsung dialirkan menuju generator pada *steam turbine*.

4.3.6 Deaerator

Deaerator atau pemanas air umpan dengan sistem terbuka (*Open Feed Water Heater*) merupakan peralatan tambahan dari HRSG (*Heat Recovery Steam*

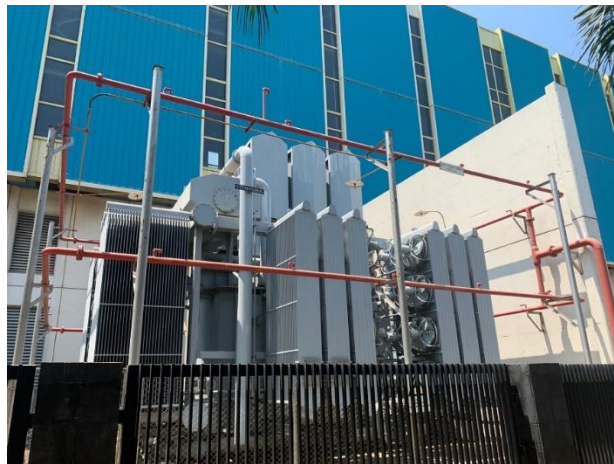
Generator) yang berfungsi untuk membebaskan air pengisi HRSG dari kandungan oksigen maupun gas-gas lainnya. Hal ini disebut degassing atau pereduksian gas dengan tujuan untuk mengurangi efek korosif gas-gas tersebut.



Gambar 4. 13 Deaerator

4.3.6 Transformator

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. Pada Gambar 4.14 adalah transformator yang ada pada UP Gresik.



Gambar 4. 14 Transformator

Alat ini berfungsi sebagai pemilih tegangan yang sesuai dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan, misalnya kebutuhan akan tegangan transmisi daya listrik jarak jauh.

4.4 Heat Recovery Steam Generator

4.4.1 Pengertian Heat Recovery Steam Generator

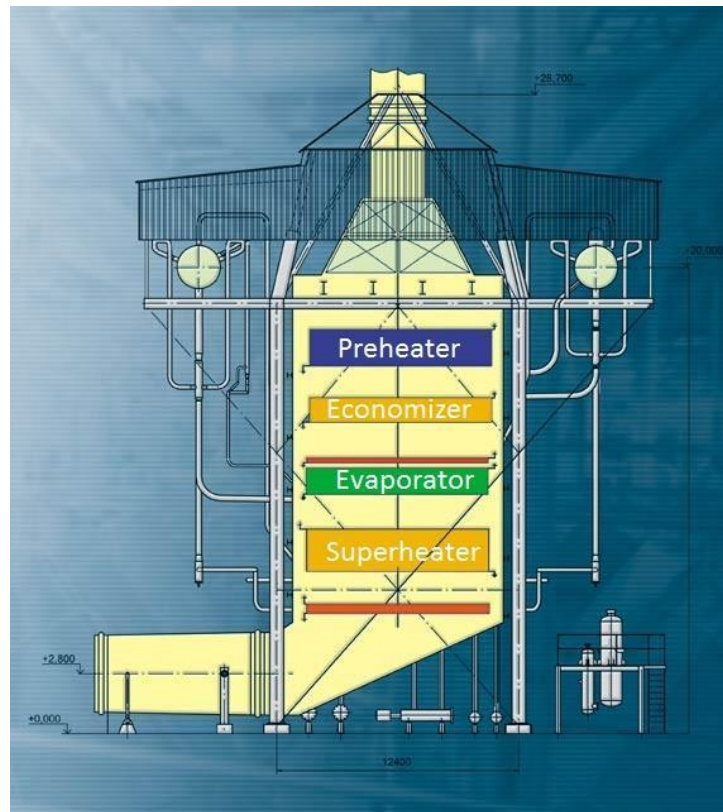
HRSG singkatan dari *Heat Recovery Steam Generator*, adalah ketel uap atau boiler yang memanfaatkan energi panas sisa gas buang suatu unit turbin gas untuk memanaskan air dan mengubahnya menjadi uap, dan kemudian uap tersebut dipergunakan untuk menggerakkan turbin uap. Pada umumnya, boiler HRSG tidak 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 uap melalui elemen-elemen pemanas di dalam ruang boiler HRSG.

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

Siklus Pusat Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) adalah gabungan siklus Brayton turbin gas dengan siklus Rankine turbin uap. Boiler HRSG merupakan bagian dari siklus Rankine. Boiler HRSG dapat juga 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.

4.4.2 HRSG PT. PJB UP Gresik

4.4.2.1 HRSG Vertikal



Gambar 4. 15 HRSG Vertikal

Sirkulasi air dan uap didalam system penguap (*evaporator*) boiler HRSG tegak dapat berupa :

1. Sirkulasi aliran paksa (*force circulation*) dengan menggunakan pompa sirkulasi
2. Sirkulasi alami (*natural circulation*) dengan memanfaatkan pompa bantu sirkulasi untuk membantu sirkulasi pada saat start dingin.

Gas buang mengalir dari turbin melalui pengalih aliran (*diverter*) dan saluran masuk gas buang menuju ke saluran gas ruang boiler HRSG yang dipasang tegak vertical. Saluran gas ruang boiler HRSG termasuk susunan rangkaian permukaan pemanas yang dipasang menggantung pada kerangka penyangga terpisah, dimana dipasangkan juga badan/dinding boiler dan balkon laluanannya. Kerangka penyangga ini memikul pengendap suara (*noise silencer*) dan cerobong asap buang. Elemen-

elemen pemanas system boiler bertekanan terdiri dari rangkaian pipa-pipa berliku disusun mendatar (*horizontal*) yang ujung-ujungnya disambungkan ke tabung utama (*header*). Diluar laluan gas buang pipa-pipa berprinsip (*finned*) yang dipasang mendatar ini disambungkan bersama dengan lengkungan (*bends*) yang terbuat dari pipa polos (*plain tubes*). Susunan rangkaian permukaan pemanas diletakkan di dinding tengah yang digantungkan dengan tangkai Tarik ke kerangka penyangga boiler. Semua pipa-pipa pemanas bisa dikuras (*drainable*).

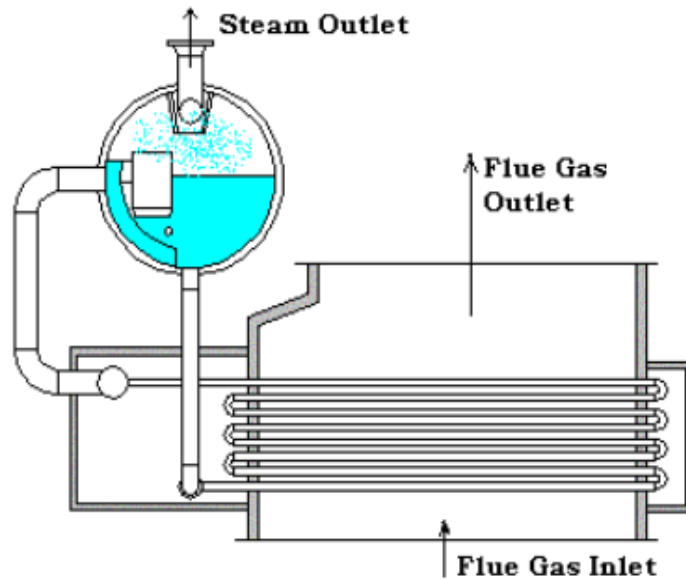
Cerobong pemintas (*by-pass*) atau salurangas buang dengan suatu pengatur aliran (*damper*) sehingga memungkinkan mengalirkan gas buang tidak melalui pipa-pipa pemanas didalam ruang boiler HRSG, tetapi langsung ke udara luar. Pengendap suara merupakan bagian penting dari boiler, diletakkan di saluran keluar gas buang dibawah cerobong.

Rancang-bangun saluran gas buang menggunakan system yang disebut "Rumah dingin" (*cold casing*). Bagian luar ruang boiler (saluran gas buang) dibuat dari lembaran besi yang disambung las agar tidak ada kebocoran (agar kedap gas), dan dikuatkan terhadap efek tekanan lebih internal. Suhu permukaan yang diinginkan terjamin dengan penyekkatan internal (*internal insulation*) yang terdiri dari lapisan-lapisan mineral atau *wool* keramik.

Pada boiler HRSG jenis ini, gas buang mengalir melalui permukaan pemanas bundelan pipa-pipa datar horizontal yang terpasang dalam ruang boiler bersaluran gas buang tegak vertical. Sirkulasi pada system penguap (*evaporator*) boiler dapat berupa aliran sirkulasi paksa dengan menggunakan pompa sirkulasi, atau aliran sirkulasi alami (ada yang menggunakan pipa bantu hanya pada saat start dingin).

Gas buang mengalir dari keluaran turbin gas melalui saluran masuk gas buang ke dalam saluran gas buang boiler vertical. Badan saluran gas buang boiler tegak yang didalamnya terdapat bundel-bundel permukaan pemanas digantungkan pada kerangka penyangga pada mana lantai laluan

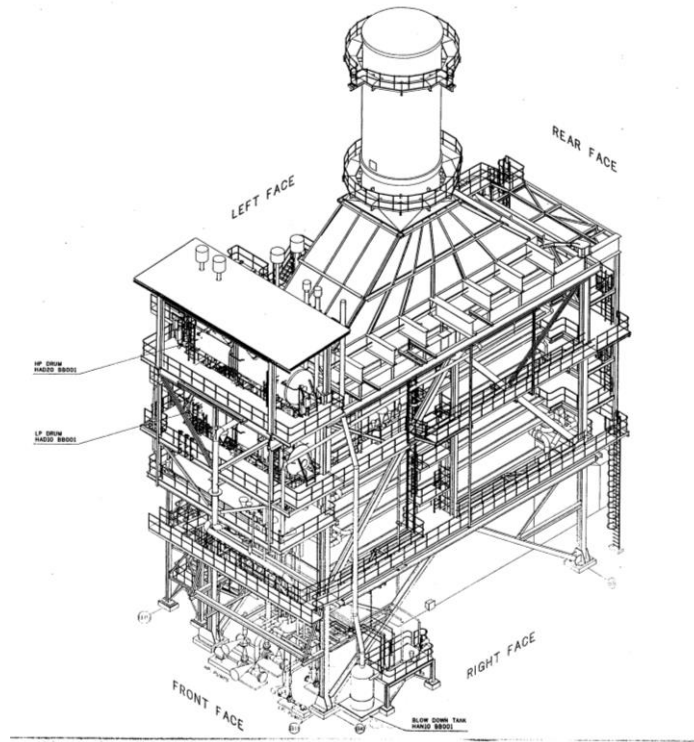
(*galleries*) diletakan. Pada kerangka penyangga ini juga didudukan peredam suara (*silencer*) dan cerobong (*stack*).



Gambar 4. 16 I-Frame evaporator layout

Elemen-elemen permukaan pemanas (*system boiler bertekanan*) terdiri dari pipa-pipa yang terpasang secara datar *horizontal* yang tersambung ke pipa utama (*header*). Diluar alran gas buang pipa-pipa berdirip (*finned*) pemindah panas datar horizontal ini tersambung bersama oleh pipa polos melengkung. Bundel-bundel pipa permukaan pemanas ini diletakkan dalam dinding tengah yang digantungkan melalui batang tarik (*pull rod*) ke kerangka penyangga boiler. Semua bundel permukaan pemanas dapat dikuras (*drainable*).

4.4.2.2 Spesifikasi HRSG PT. PJB UP Gresik



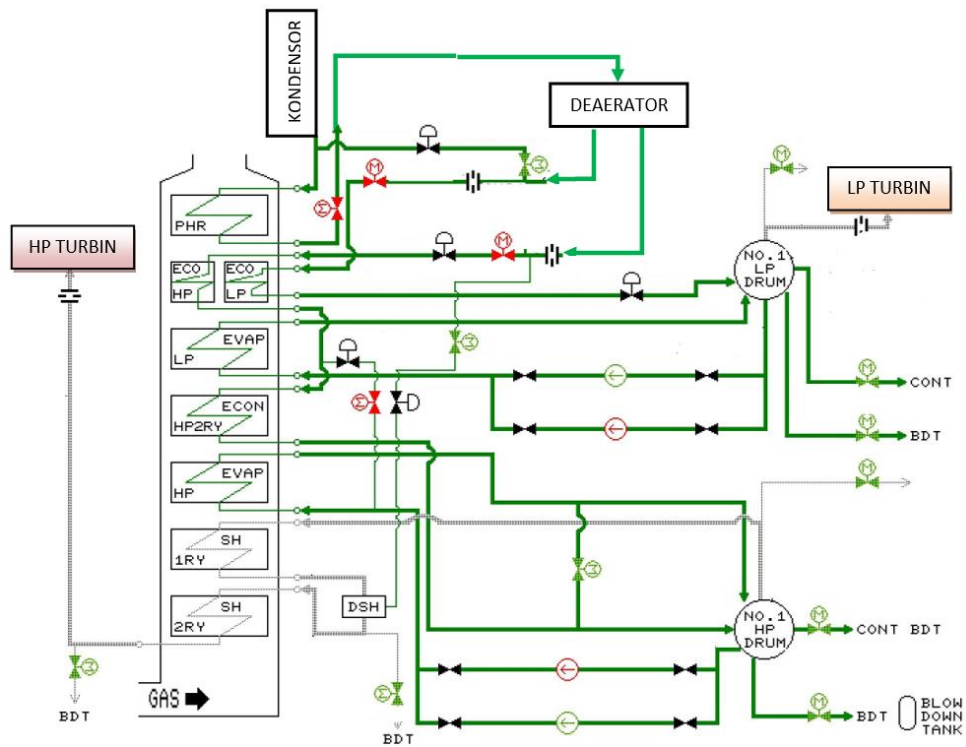
Gambar 4. 17 HRSG PT. PJB UP Gresik

Berikut merupakan data spesifikasi dari komponen HRSG yang terdapat pada PLTGU PT PJB UP Gresik.

Spesifikasi HRSG

- Tipe : *Vertical Gas Flow Upward Circulating Dual Pressure*
- Produksi : CMI Belgium
- Tekanan Uap : HP = 77 kg/cm² ; LP = 5.5 kg/cm²
- Temperatur Uap : HP = 507°C ; LP = Saturated
- *Pressure inlet* : 1043 Kg/cm²abs
- Kapasitas Gas : 1500 ton/h
- Temperatur Gas : inlet = 549°C ; outlet = 103°C

4.4.3 Komponen Utama HRSG

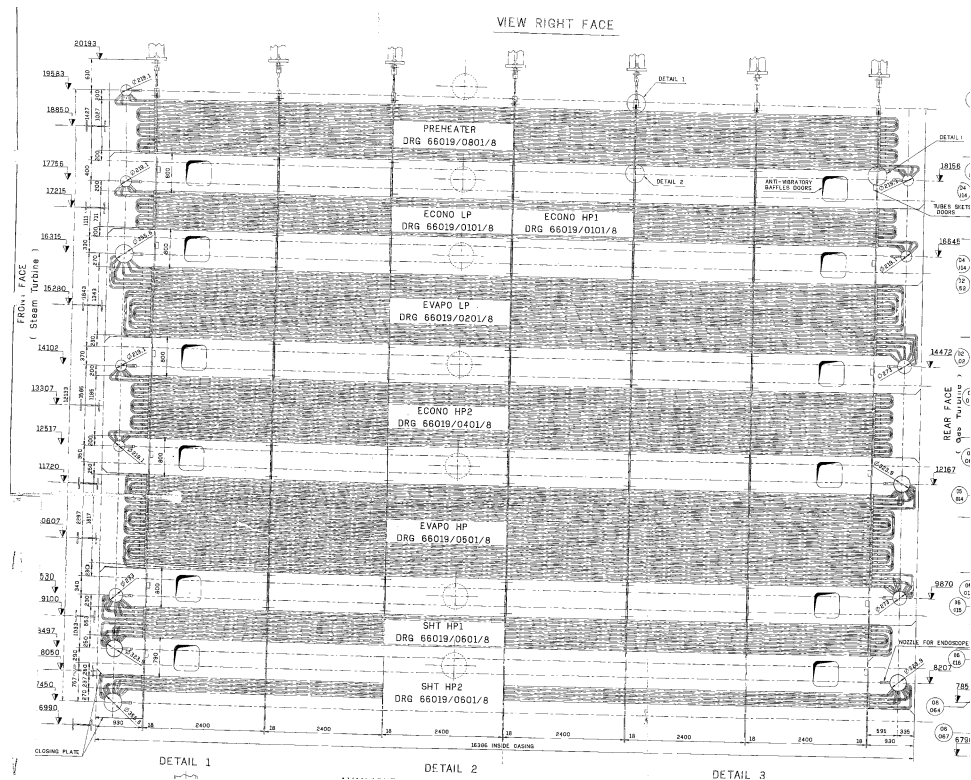


Gambar 4. 18 Bagian-Bagian HRSG dan Arah Alirannya (PJB Gresik)

4.4.3.1 Komponen Low Pressure

Komponen HRSG dalam membentuk *Low Pressure (LP) Steam* adalah :

1. *Preheater*
2. *Deaerator*
3. *LP Economizer*
4. *LP Steam Drum*
5. *LP Boiler Circulation Pump*
6. *LP Evaporator*



Gambar 4. 19 Drawing Tube HRSG

a. Preheater (PHR)

Pre Heater berfungsi menaikkan temperatur air kondensat. Air yang masuk ke *preheater* berasal dari kondensator 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* didalam HRSG yang terdapat pada PLTGU PT PJB UP Gresik.

Diameter Tube	: Ø 38 X 2.9
Jumlah Tube	: 1092 Lonjor
Material Tube	: ST.37.8 I
Gas Temperature at Preheater	: 159.4°C

b. 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. 20 Deaerator

Berikut merupakan data spesifikasi dari komponen *Deaerator* yang terdapat pada PLTGU PT PJB UP Gresik.

Type : *Spray tray with direct contact internal vent condenser*

Kapasitas : 700.000 kg/hr

Volume tank : 120m³

Quantity : 1

In Feed Water :

- Total Dissolved oksigen : < 0.005 cc/liter

c. *LP Economizer*

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

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

Diameter Tube	: Ø 31.8 X 2.9
Jumlah Tube	: 160 Lonjor
Material Tube	: ST.37.8 I
Gas Temperature at Preheater	: 174.7°C

d. *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. 21 *LP Drum* (PJB Gresik)

Adapun spesifikasi dari *LP Drum* didalam HRSG yang terdapat pada PLTGU PT PJB UP Gresik.

<i>Code</i>	: T.R.D
<i>Pressure Tank</i>	: 10 Kg/cm ² g
<i>Temperature Tank</i>	: 183°C
<i>Volume Tank</i>	: 35.8 m ³

e. ***LP Boiler Circulation Pump***

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



Gambar 4. 22 *LP Boiler Circulation Pump* (PJB Gresik)

Adapun spesifikasi dari *LP Boiler Circulating Pump* didalam HRSG yang terdapat pada PLTGU PT PJB UP Gresik.

<i>Tipe Pompa</i>	: 13 HAG 10 AP0U2KP
<i>Kapasitas</i>	: 93.9 m ³ /h
<i>Head</i>	: 13.5 m
<i>Rotation Speed</i>	: 1470 rpm
<i>Power</i>	: 4.3 kW

f. *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.

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

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>	: 230.7°C

4.4.3.2 Komponen *High Pressure*

Komponen HRSG dalam membentuk *High Pressure (HP) Steam* adalah :

1. *HP Economizer*
2. *HP Steam Drum*
3. *HP Boiler Circulation Pump*
4. *HP Evaporator*
5. *Primary Superheater (1RY)*
6. *Desuperheater*
7. *Secondary Superheater (2RY)*

a. *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.

Diameter <i>Tube</i>	: Ø 31.8 X 3.2
Jumlah <i>Tube</i>	: 620 Lonjor

Material Tube	: ST.37.8 III
Gas Temperature at Preheater	: 174.7°C

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

Diameter Tube	: Ø 31.8 X 3.2
Jumlah Tube	: 1248 Lonjor
Material Tube	: ST.37.8 III
Gas Temperature at Preheater	: 294.8°C

b. *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. 23 *HP Drum* (PJB Gresik)

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

Code	: T.R.D
Pressure Tank	: 90 Kg/cm ² g
Temperature Tank	: 303°C
Volume Tank	: 33.4 m ³

c. *HP Boiler Circulation Pump*

HP Boiler Circulation Pump berfungsi memompa air dari *HP Drum* menuju *HP Evaporator*.



Gambar 4. 24 *HP Boiler Circulation Pump* (PJB Gresik)

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

<i>Type Pompa</i>	: PRNR200-40A
<i>Kapasitas</i>	: 400 m ³ /h
<i>Head</i>	: 46.5 m
<i>Rotation Speed</i>	: 1470 rpm
<i>Eff Pump</i>	: 82%
<i>Power</i>	: 48 kW
<i>Max Temp</i>	: 265°

d. *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.

<i>Diameter Tube</i>	: Ø 31.8 X 3.2
----------------------	----------------

Jumlah Tube	: 1872 Lonjor
Material Tube	: ST.37.8 III
Gas Temperature at Preheater	: 441.8°C

e. 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.

Diameter Tube	: Ø 31.8 X 3
Jumlah Tube	: 348 Lonjor
Material Tube	: 10CrMo9.10
Gas Temperature at Preheater	: 497.9°C

f. 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*.

g. 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.

Diameter Tube	: Ø 31.8 X 3
Jumlah Tube	: 232 Lonjor
Material Tube	: 10CrMo9.10
Gas Temperature at Preheater	: 510.9°C

4.4.4 Komponen Penunjang HRSG

Peralatan utama HRSG dapat dilihat pada gambar dengan penjelasan sebagai berikut :

1. *LP Boiler Feed Pump*



Gambar 4. 25 *LP Boiler Feed Pump* PT. PJB UP GSK

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* didalam HRSG yang terdapat pada PLTGU PT PJB UP Gresik.

Tipe Pompa	: CN80-32
Jumlah Pompa	: 4 / blok
Kapasitas	: 129.3 m ³ /h
Head	: 124.5 m
<i>Rotation Speed</i>	: 2970 rpm
<i>Eff Pump</i>	: 65%
<i>Power</i>	: 62.2 kW
<i>Max Temp</i>	: 138°C

2. *HP Boiler Feed Pump*



Gambar 4. 26 HP Boiler Feed Pump PT. PJB UP Gresik

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* didalam HRSG yang terdapat pada PLTGU PT PJB UP Gresik.

Tipe Pompa	: <i>Multistage</i>
Jumlah Pompa	: 4/blok
Kapasitas	: 207.5 m ³ /h
<i>Head</i>	: 1143 m
<i>Rotation Speed</i>	: 2972 rpm
<i>Different Pressure</i>	: 104 bar
<i>Power</i>	: 753 kW
<i>Max Temp</i>	: 138°C
<i>Stage</i>	: 9 stage

3. *Condensate Extraction Pump*



Gambar 4. 27 Condensate Extraction Pump

Condensate Extraction Pump berfungsi memompa air dari condensor menuju *Preheater* melalui *Gland Steam Condensate*.

4. *Gland Steam Condensate*



Gambar 4. 28 Gland Steam Condenser

Gland Steam Condenser (GSC) memiliki 2 fungsi yaitu untuk menutup kebocoran uap dari katup kontrol dan HP / LP / silinder turbin dan untuk memanaskan bagian dari air kondensasi utama (50% dari total aliran) sebelum masuk kedalam preheater.

5. *Brine Blowdown Tank*



Gambar 4. 29 Brine Blowdown Tank

Brine blowdown berfungsi untuk membuang steam yang tidak masuk kedalam spesifikasi untuk dilanjutkan ke steam turbin. Biasanya dilakukan pada saat start awal HRSG. Sebuah blow down tank dipasang pada tiap HRSG untuk menampung drains yang datang dari HP circuits dan dari steam line. Line yang tersambung dengan blow down tank meliputi :

- HP dan LP drums continuous blow down
- HP steam start-up drain
- HP superheater interblock drain
- HP dan LP drum level indicators drains

Adapun spesifikasi dari *Brine Blowdown* didalam HRSG yang terdapat pada PLTGU PT PJB UP Gresik.

<i>Code</i>	: TRD	Volume (m ³)	: 4.3
<i>Pressure Design (bar g)</i>	: 10	Weight Empty	: 2.24 ton
<i>Pressure Service (bar g)</i>	: 1.2	Weight Full	: 6.1 ton
<i>Pressure Testing (bar g)</i>	: 13		
<i>Temperature Design (°C)</i>	: 180		
<i>Temperature Service (°C)</i>	: 105		
<i>Temperature Testing (°C)</i>	: 20		

6. Damper



Gambar 4. 30 Damper

Damper bypass HRSG dipasang diantara turbin gas dan HRSG pada oembangkit siklus PLTGU. Oleh karena itu damper harus dirancang dengan desain yang kokoh, pengoprasian yang efisien untuk kondisi ekstrim yang dialaminya. Damper dirancang dengan mempertimbangkan keselamatan dan mengurangi biaya operasional dan biaya keselamatan dan mengurangi bahaya operasional dan biaya perawatan sekaligus meningkatkan waktu kerja untuk PLTGU.

7. *Stack*



Gambar 4. 31 Stack HRSG

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.

CEMS *Analyzer* adalah suatu alat yang digunakan untuk menganalisa dan memonitor kadar gas buang sisa hasil proses produksi. *Device* ini merupakan elemen penting dalam proses pembuangan limbah industri yang erat kaitannya dengan AMDAL agar tidak terjadi pencemaran udara di lingkungan sekitar pabrik. CEMS *analyzer* mampu mengukur gas NO, SO₂, CO₂, CO, CH₄ dan O₂ dalam sampel gas. Gas NO, SO₂, CO₂, CO dan CH₄ diukur dengan menggunakan metode NDIR (*non-dispersive infrared*) yang memanfaatkan radiasi yang dipancarkan oleh sumber cahaya (sinar infra merah) untuk pengukuran sedangkan O₂ diukur menggunakan sensor external (*paramagnetic* atau *zirconia*). Sampel gas yang masuk ke dalam CEMS *Analyzer* harus dalam keadaan rendah temperatur dan tidak banyak mengandung debu dan zat-zat kotoran yang bersifat korosif. Maka dari itu sebelum sampel gas masuk yang ke dalam *sample inlet* CEMS *Analyzer* terlebih dahulu dilakukan filterisasi sampel gas pada *sample probe*. Dimana di dalam *sample probe* gas yang masuk difilter agar gas yang mengandung debu, uap air dan zat-zat kotoran tidak masuk ke dalam *sample inlet* CEMS *Analyzer* yang nantinya ditakutkan akan mengganggu jalannya pengukuran kadar gas buang. Selain itu juga sampel gas harus didinginkan agar temperaturnya rendah sehingga tidak merusak sensor yang ada di dalamnya karena terbuat dari bahan optik dan kaca.

Tabel 4. 3 Kadar Maksimum Emisi di Indonesia

No	Parameter	Kadar Maksimum	
		Minyak Solar (mg/Nm ³)	Gas (mg/Nm ³)
1	Sulfur Dioksida (SO ₂)	650	150
2	Nitrogen Oksida (NO _x)	450	400
3	Partikulat (PM)	100	30

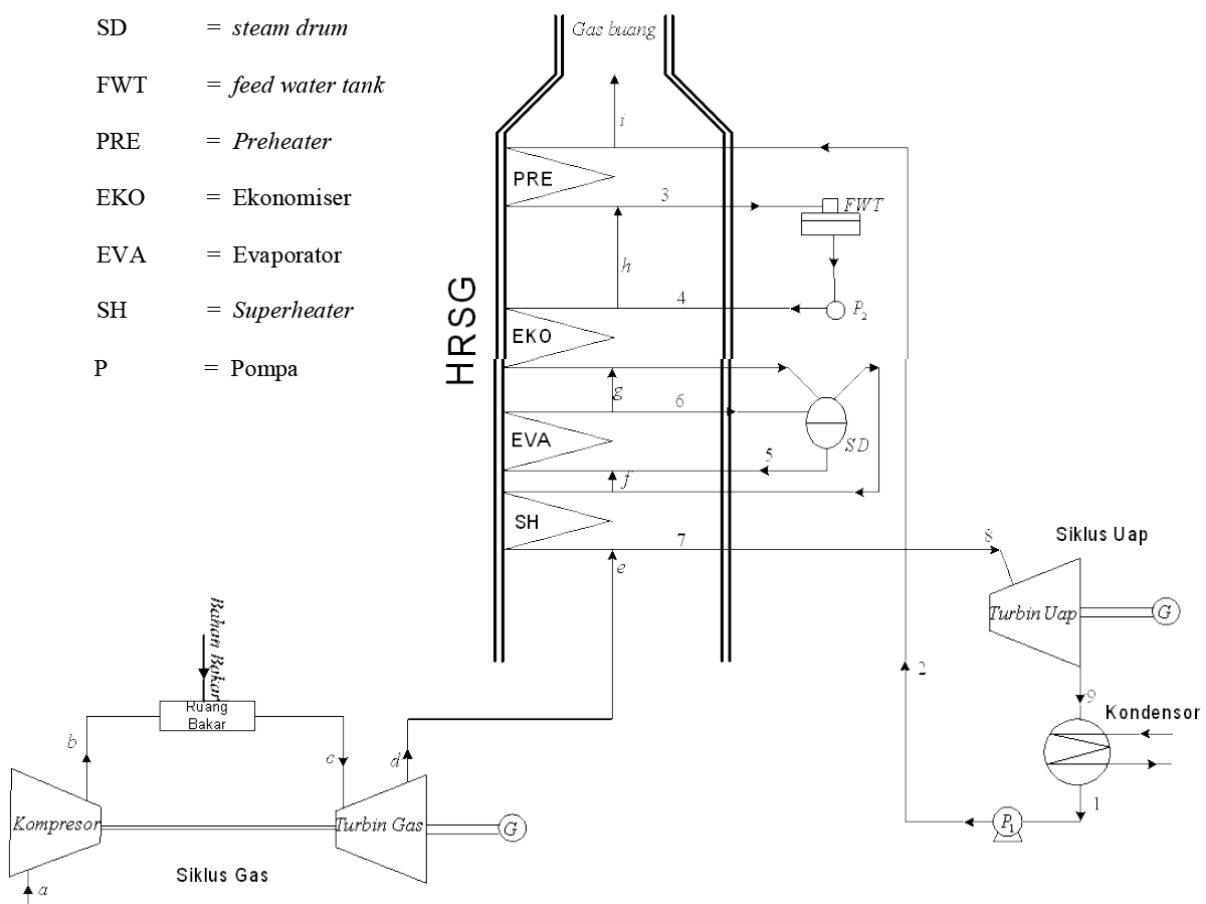
4.4.5 Prinsip Kerja HRSG

Boiler HRSG sangat bermanfaat untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar yang dipakai pada unit turbin gas, yang selanjutnya akan menggerakkan unit turbin uap. Sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan proses ini disebut Pusat Listrik tenaga Gas dan Uap (PLTGU) atau unit pembangkit siklus kombinasi (*Combined Cycle Power Plant*). Boiler HRSG adalah bagian penting PLTGU. Dimana unit pembangkit PLTGU disebut juga Blok PLTGU.

Siklus Pusat Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) adalah gabungan siklus

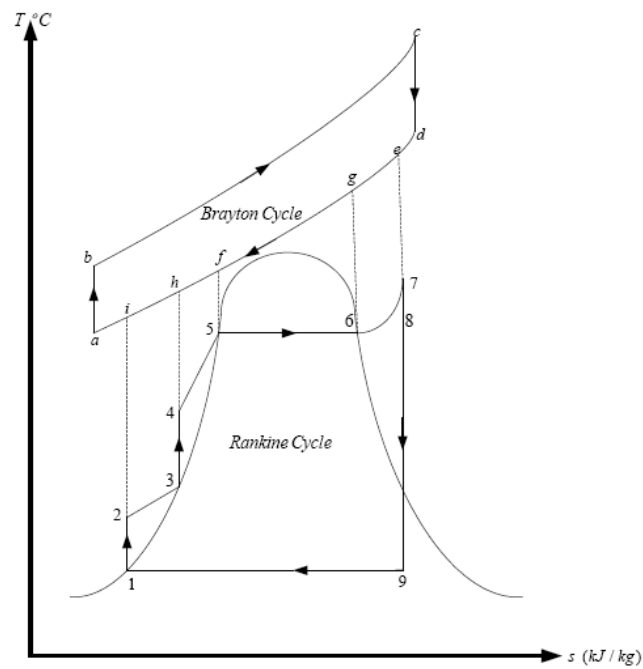
Keterangan :

- SD = *steam drum*
- FWT = *feed water tank*
- PRE = *Preheater*
- EKO = Ekonomiser
- EVA = Evaporator
- SH = *Superheater*
- P = Pompa



Gambar 4. 32 Diagram PLTU dengan HRSG Single Pressure

Brayton turbin gas dan siklus *Rankine* turbin uap. Boiler HRSG merupakan bagian dari siklus *Rankine*.



Gambar 4. 33 T-S diagram HRSG

Diagram T-S yang menggambarkan keseluruhan proses ditunjukkan pada Gambar 4.32 Diagram tersebut menyatakan siklus *Brayton* untuk turbin gas dan siklus *Rankine* untuk turbin uap. Berdasarkan diagram tersebut, dapat dijelaskan sebagai berikut :

Siklus *Brayton* :

1. a-b udara masuk ke dalam kompresor mengalami kenaikan tekanan dan temperature.
2. b-c menunjukkan proses pembakaran. Bahan bakar diinjeksikan ke dalam ruang bakar bersama dengan udara dari kompresor. Pembakaran tersebut mengakibatkan tekanan, temperature serta *entropy*.
3. c-d menunjukkan proses ekspansi *gas turbine*. Terjadi penurunan temperature, tekanan dan *entropy*.

Siklus *Rankine* :

- a. 1-2 menunjukkan air yang dipompa oleh *condensate pump* dari kondensor menuju *preheater*. Mengalami kenaikan tekanan dan temperature pada *entropy* tetap.

- b. 2-3 menunjukkan proses pemanasan awal pada preheater. Mengalami kenaikan temperature dan entropy pada tekanan tetap. Air berubah dari fase cair menjadi cair jenuh.
- c. 3-4 menunjukkan air yang dipompa oleh *feed water pump* dari *preheater* menuju *economizer*. Mengalami kenaikan tekanan dan temperature pada *entropy* tetap. Kondisi air kembali menjadi cair. Disebabkan karena kenaikan tekanan.
- d. 4-5 menunjukkan proses pemanasan pada *economizer*. Mengalami kenaikan temperature dan kenaikan entropy pada tekanan tetap. Fase cair berubah menjadi fase cair jenuh.
- e. 5-6 menunjukkan proses pemanasan pada *evaporator*. Tidak mengalami kenaikan temperature dan tekanan tetapi mengalami kenaikan *entropy*. Energi panas yang berasal dari gas buang pada *evaporator* digunakan untuk mengubah fase cair jenuh menjadi *steam* jenuh.
- f. 6-7 menunjukkan proses pemanasan pada *superheater*. Mengalami pemanasan lanjut untuk mengubah kondisi dari fase *steam* jenuh menjadi uap *superheated*.
- g. 7-8 menunjukkan losses yang terjadi pada saat mengalirkan *steam* dari *superheater* menuju turbin. Terjadi penurunan temperature.
- h. 8-9 menunjukkan proses ekspansi *steam turbine*. *Steam* yang memiliki temperature dan tekanan tinggi, digunakan untuk menggerakkan *steam turbine*. Setelah keluar turbin, terjadi penurunan temperature dan tekanan serta perubahan fase pada *steam*.
- i. 9-1 menunjukkan proses kondensasi pada kondensor. Terjadi perubahan fase menjadi cair jenuh. Temperature dan tekanan tetap, namun entropy berkurang.
- j. Kembali ke proses awal.

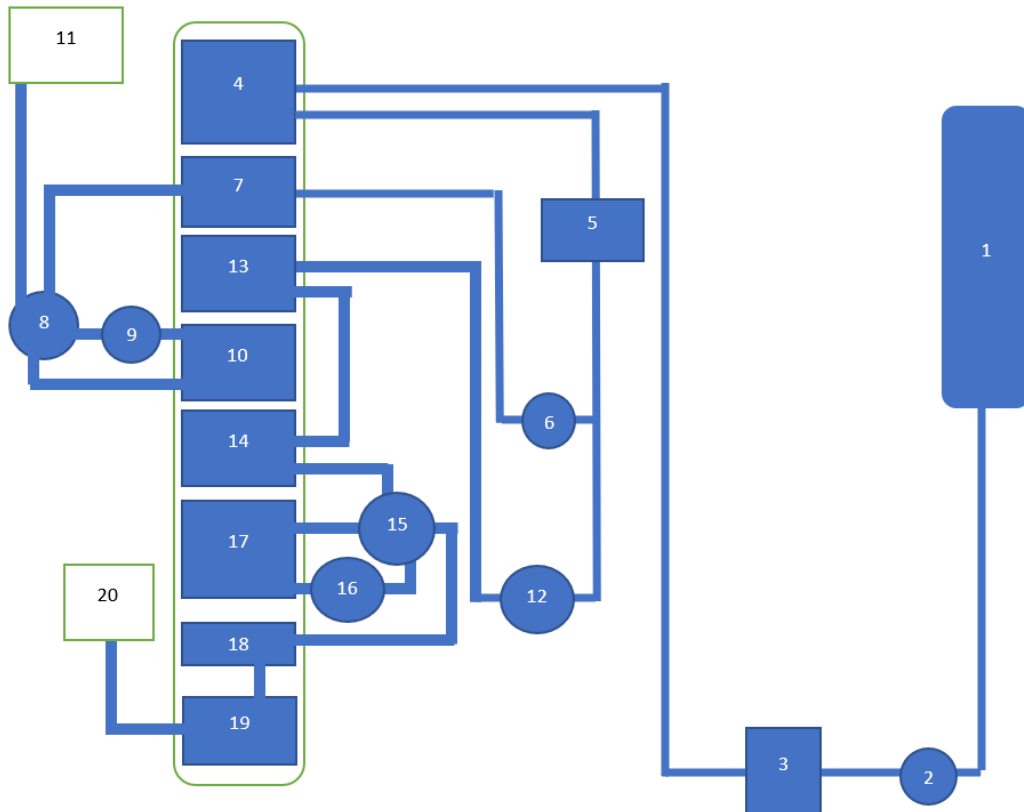
HRSG prinsipnya sebagai pembentuk uap bertekanan, dengan media panas berasal dari gas buang turbin gas. Kemudian uap bertekanan tersebut dipergunakan untuk menggerakkan turbin uap, dan selanjutnya memutar generator.

Produksi uap yang dapat dihasilkan HRSG tergantung pada kapasitas energi panas yang masih dikandung gas buang dari unit turbin gas, yang berarti tergantung pada beban unit turbin gas. Pada dasarnya, turbin gas yang beroperasi

pada putaran tetap, aliran udara masuk kompresor juga tetap. Perubahan beban turbin yang tidak konstan dengan aliran bahan bakar mengikuti perubahan, sehingga suhu gas buang juga berubah-ubah mengikuti perubahan beban turbin gas.

Suhu gas buang unit turbin gas tetap konstan diperoleh dengan cara mengatur pembukaan sirip-sirip pemandu aliran udara masuk (IGV, *Inlet Guide Vane*) guna mengatur laju aliran udara masuk ke kompresor, dimana suhu gas buang sebagai umpan baliknya. Sebagian boiler HRSG dapat dilengkapi dengan pembakaran tambahan untuk meningkatkan kapasitas produksi uapnya dan sebagian produksi uapnya dapat digunakan untuk keperluan pemanasan aplikasi lainnya (*cogeneration*). Dengan pembakaran tambahan ini, kestabilan produksi uap HRSG dapat di pertahankan. Sehingga kestabilan turbin uap yang menggunakan uap ini dapat dijaga walaupun beban turbin gas berubah-ubah dan suhu gas buang turbin gas (aliran udara masuk kompresor) tidak harus dijaga tetap konstan (tidak diharuskan pengaturan IGV).

4.4.6 Siklus Kerja HRSG



Gambar 4. 34 Siklus Air and Steam di HRSG (PJB Gresik)

- | | |
|-------------------------------|---------------------------|
| 1. Condensor | 11. LP Steam Turbin |
| 2. Condensate Extraction Pump | 12. HP BFP |
| 3. Gland Steam Condensate | 13. HP ECO 1 |
| 4. Preheater | 14. HP ECO 2 |
| 5. Deaerator | 15. HP Drum |
| 6. LP BFP | 16. HP BCP |
| 7. LP ECO | 17. HP EVAP |
| 8. LP Drum | 18. Primary SuperHeater |
| 9. LP BCP | 19. Secondary SuperHeater |
| 10. LP EVAP | 20. HP Steam Turbin |

Gambar 4.33 menunjukkan sistem kerja HRSG. Sistem kerja HRSG dimulai dengan masuknya gas buang dari hasil proses turbin gas (*open cycle*) ke dalam HRSG. Gas buang yang masuk mempunyai temperatur yang masih tinggi, yaitu sekitar 547°C hingga dapat digunakan untuk memanaskan air dan membentuk uap

di 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 **(1) air kondensat** dengan suhu 43.1 °C dipompa oleh **(2) *Condensate Extraction Pump*** yang menuju kearah **(4) *Preheater*** melalui **(3) *Gland Steam Condensor*** yang memanfaatkan gas sisa pemakaian seal udara pada *steam turbin* untuk memanaskan air sehingga suhu air menjadi 43.6°C. Kemudian air dipanaskan pada **(4) *Preheater*** sehingga suhu air naik menjadi 103°C. Kemudian air dialirkan masuk ke **(5) *Deaerator*** yang bertujuan untuk menghilangkan kandungan udara terutama oksigen 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 menjadi 138.2°C. Kemudian dari **(5) *Deaerator*** dibagi menjadi 2 aliran,

- A. Air bertekanan rendah (*low pressure*) dipompa oleh **(6) *LP boiler feed pump*** (**LP BFP**) masuk ke **(7) *LP economizer*** untuk dipanaskan sehingga suhu naik menjadi 174°C, lalu masuk ke **(8) *LP Steam Drum***. Selanjutnya dipompa dengan **(9) *LP boiler circulation pump*** (**LP BCP**), dan dilewatkan melalui **(10) *LP evaporator*** untuk dipanaskan sehingga suhu naik menjadi 238°C. Di sini air bertekanan rendah tersebut akan meningkat temperaturnya, dan selanjutnya dialirkan ke **(8) *LP Steam Drum*** untuk dipisahkan antara air dan uap. Untuk airnya ditampung di bagian bawah *drum*, sedangkan uapnya disalurkan ke **(11) *LP steam turbine***.
- B. Sementara itu di sisi *High Pressure* (*HP*), dari **(5) *Deaerator***, air dipompa oleh **(12) *HP Boiler Feed Pump*** (**HP BFP**) masuk ke **(13) *HP Primary Economizer*** untuk dipanaskan sehingga suhu naik menjadi 174°C, lalu menuju ke **(14) *HP Secondary Economizer*** sehingga suhu naik menjadi 305°C, dan masuk ke **(15) *HP Drum***. Selanjutnya dipompa oleh **(16) *HP Boiler Circulation Pump*** (**HP BCP**) menuju **(17) *HP Evaporator*** sehingga air bertekanan tinggi tersebut akan meningkat temperaturnya menjadi 488°C. Dan selanjutnya dialirkan ke **(15) *HP Drum*** untuk dipisahkan antara air dan uap. Air ditampung di bagian bawah *drum* untuk disirkulasikan lagi.

Sebelum dialirkan ke (20) *HP Steam Turbine*, uap kering yang terbentuk terlebih dahulu dialirkan ke (18) *Primary Superheater* dan (19) *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 547°C. menghindari temperatur lebih atau kurang.

4.4.6.1 Proteksi Set Point Parameter

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 berikut :

Tabel 4. 4 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 ² abs	-	-	-	10	-
LP STEAM TEMPERATURE	°C	-	150	163	170	-
LP DRUM PRESSURE	Kg/cm ² 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 ² 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 ² abs	-	-	79,5	89	-
HP & LP DRUM LEVEL	mm	- 800	- 700	- 100	+ 300	+ 450

(Sumber : PLTGU Gresik)

4.5 Maintenance HRSG Pada PTGU PT PJB UP Gresik

4.5.1 Pengertian Maintenance

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

4.5.2 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
Yaitu 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.

4.5.3 Jenis-jenis maintenance di PT. PJB UP Gresik

Maintenance pada HRSG secara garis besar terbagi atas dua jenis pemeliharaan, yaitu : pemeliharaan tak terencana dan pemeliharaan terencana.

4.5.3.1 Pemeliharaan Tak Terencana

1. First Line Maintenance (FLM)

First line maintenance merupakan kegiatan pemeliharaan yang dilakukan saat unit beroperasi dan dilaksanakan pada satu periode shift. Kegiatan maintenance FLM merupakan semua kegiatan corrective maintenance yang ringan sehingga masing-masing unit produksi dapat melakukan sendiri. Peralatan yang digunakan pada first line maintenance adalah peralatan sederhana seperti obeng, kunci inggris, dan lainnya.

2. Emergency Maintenance (EM)

Pemeliharaan jenis ini dilakukan ketika terjadi gangguan yang menyebabkan unit pembangkit tidak dapat beroperasi, dimana hal itu merupakan kondisi darurat sehingga perlu untuk segera diperbaiki oleh operator pemeliharaan.

3. Corrective Maintenance (CM)

Corrective Maintenance (CR) adalah pemeliharaan yang dilaksanakan setelah kerusakan terjadi untuk mengeliminasi sumber permasalahan dan mengurangi frekuensi gangguan terjadi. Termasuk dalam CR adalah perbaikan, penggantian, atau restorasi (proses mengembalikan seperti kondisi sebelumnya). Tujuan utama corrective maintenance adalah untuk memaksimalkan efektivitas semua sistem peralatan yang kritis, mengeliminasi breakdown, meminimalkan perbaikan yang sebetulnya tidak diperlukan, dan mengurangi deviasi terhadap kondisi optimum pengoperasian.

Perbedaan CR dengan PM adalah jika CR dimulai setelah kerusakan telah terjadi, sedangkan PM sudah dijadwalkan rutin bersamaan dengan unit beroperasi tanpa menunggu adanya kerusakan. Perbedaan CR dengan RTF adalah jika CR terencana dan difokuskan untuk menjaga peralatan beroperasi pada kondisi optimumnya, sedangkan RTF tidak terencana serta hanya bertujuan agar peralatan dapat beroperasi pada standar minimalnya.

Dalam konteks PJB yang menggunakan *Ellipse* sebagai database pemeliharaan, RTF adalah jenis pekerjaan dengan maintenance type emergency/corrective dengan priority emergency (02), sedangkan CM adalah pekerjaan dengan maintenance type corrective dengan priority urgent (03) atau normal (05). Keberhasilan corrective maintenance sangat ditentukan oleh :

- Keakuratan identifikasi permasalahan yang baru terjadi
- Planning pekerjaan yang efektif, meliputi skill planner, kelengkapan database mengenai standar perbaikan, prosedur repair yang lengkap, labour skill yang dibutuhkan, tool spesifik, part, dan peralatan.

- Prosedur repair yang tepat.
- Waktu yang tepat untuk repair.
- Verifikasi hasil repair/Rehabilitasi (RP)

4.5.3.2 Pemeliharaan Terencana

1. Preventive Maintenance (PM)

Pemeliharaan ini berlangsung dari tahun 1950-an sampai tahun 1970-an. Saat itu orang mulai memahami urgensi pemeliharaan sebagai supporting produksi. Filosofi pemeliharaan menganut paham Preventive Maintenance yaitu usaha pemeliharaan dilakukan secara terencana dalam interval waktu tertentu (time based maintenance) agar kerusakan dapat dicegah sebelumnya, tanpa mempedulikan adanya tanda-tanda kerusakan. Termasuk dalam pemeliharaan ini adalah overhaul (OH), yaitu inspeksi yang dilaksanakan secara periodic sesuai jam operasi peralatan. PM cocok diterapkan pada peralatan yang kerusakannya menyebabkan dampak yang serius pada produksi.

Penelitian Electrical Power Research Institute (EPRI) pada 1986 menunjukkan, life cycle cost saving PM adalah 12-18 persen dibanding implementasi run to failure. Namun pada perkembangan selanjutnya, PM memiliki kelemahan. Kerusakan peralatan yang bersifat time based ternyata tidak lebih 20 persen. PM tidak bisa mengcover 80 persen kerusakan lainnya. Selain itu, pelaksanaan PM pada peralatan yang “sehat” tidak menutup kemungkinan meninggalkan masalah setelahnya. Bahkan penelitian di Inggris pada medio 90-an membuktikan 30-50 persen task PM tidak memberikan kontribusi pada eliminasi gangguan.

2. Predictive Maintenance (PdM)

Jenis pemeliharaan ini berlangsung dari tahun 1970 sampai sekarang. Filosofi pemeliharaan menganut paham Condition Maintenance, yaitu usaha pemeliharaan melalui monitoring kondisi peralatan secara periodik dengan selalu melakukan analisis agar tindakan pemeliharaan dilakukan pada saat yang tepat secara teknis maupun ekonomis.

Predictive Maintenance (PdM) bermanfaat untuk meningkatkan kualitas produksi, availability, dan reliability yang tinggi, dan memaksimalkan umur peralatan (life time) serta pemanfaatan biaya pemeliharaan yang efektif. EPRI menunjukkan saving cost dari PdM sebesar 8-12 persen dibanding dengan implementasi PM.

3. Overhaul (OH)

Suatu pemeliharaan menyeluruh semua peralatan system yang termasuk dalam satu paket inspeksi untuk mengembalikan pada kondisi semula. Overhaul/inspection merupakan suatu paket pekerjaan besar yang terjadwal untuk pemeriksaan yang luas dan perbaikan dari suatu system/ peralatan besar untuk mencapai kondisi layak. Dengan demikian cakupan overhaul/inspection sudah distandartkan untuk tiap jenis inspeksi. Dengan demikian paket-paket pemeliharaan di luar lingkup standar inspeksi dimasukkan dalam kategori project dan tidak termasuk jenis pemeliharaan inspection.

4.5.4 Pemeliharaan pada HRSG

Sebagai upaya untuk meminimalisasi trouble pada HRSG guna tetap menjaga performansinya, diperlukan pemeliharaan terhadap komponen-komponen HRSG. Pemeliharaan komponen-komponen HRSG meliputi :

1. Pemeliharaan Kebocoran Pipa HRSG
2. Cleaning Outside HRSG
3. Pemeliharaan Pompa
4. Pemeliharaan Katup
5. Pemeliharaan Damper

4.5.4.1 Pemeliharaan Kebocoran Pipa HRSG

Kebocoran terjadi pada tube-tube HRSG yang berjumlah banyak. Kejadian ini pernah terjadi di seluruh bagian HRSG, baik pada preheater, economizer, evaporator ataupun *superheater*. Penyebabnya karena *lifetime* peralatan, atau disebabkan karena mutu air yang tidak sesuai standar. Jenis kebocoran berupa retak atau bahkan terjadi lubang. Kebocoran akan

mengakibatkan terjadinya thermal stress, sehingga menyebabkan tube akan pecah.

Kebocoran kecil dapat diketahui pada saat pelaksanaan inspeksi berkala atau saat unit sedang shut down. Sedangkan kebocoran yang besar dapat diketahui pada saat operasi. Indikasinya dari pemakaian air yang sangat banyak. Kondisi tersebut disimpulkan dari perbandingan air yang dibutuhkan (*feed water*) dan uap yang dihasilkan. Misalnya, pada kondisi beban penuh produksi uap 160 ton/hour, sedangkan feed water terdapat 180 ton/hour. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa terjadi kehilangan air sebesar 20 ton air tiap jam, sementara toleransinya hanya 5 – 10 ton tiap jam.

Kebocoran kecil diketahui dengan mengamati *drain plug* HRSG, yaitu ada *valve* pembuangan pada sisi barat dan sisi timur dibuka. Apabila terdapat tetesan air, terutama tidak sedang hujan, berarti ada kebocoran. Indikasi lain, bila asap yang keluar dari *stack* berwarna keputih-putihan atau berbentuk uap, berarti telah terjadi kebocoran yang cukup besar.

Di Unit Pembangkitan Gresik pola start dan stop turbin gas terlalu sering terutama bahan bakar minyak, membuka kemungkinan sering terjadi kebocoran karena *thermal stress* terjadi secara berulang-ulang.

Upaya agar meminimalisasi trouble pada pipa-pipa HRSG guna tetap menjaga performansinya, diperlukan pemeriksaan berkala. Pemeriksaan pipa-pipa dalam HRSG meliputi :

1. Pemeriksaan Periodik.

Pada saat shutdown, semua drain dan venting harus diperiksa untuk memastikan tidak ada kemacetan, semua katup harus diuji pada waktu tertentu.

2. Pemeriksaan Tahunan

Suatu Pemeriksaan yang menyeluruh pada HRSG perlu dilakukan setiap tahun. Pemeriksaan yang dilakukan meliputi :

- a. Pemeriksaan sisi air

Membuka semua manhole drum, dan memeriksa bahwa tidak ada karatan abnormal atau kotoran (*deposite*) di dalam

drum. Semua deposit perlu diperiksa dan dianalisa di laboratorium. Kemudian, menggantikan joint manhole dengan yang baru. Dan menutup pintu manhole

b. Pemeriksaan sisi gas.

Membuka semua manhole, periksa dan memverifikasi bahwa tidak ada karatan abnormal, jelaga dan pengotor lainnya. Periksa kondisi tube sheet. Periksa kondisi pipa, duct laluan gas buang bypass duct.

4.5.4.2 Cleaning Outside Pompa

Gas buang yang merupakan hasil pembakaran HSD banyak mengandung sulfur dan karbon dimana pada jangka panjang akan terakumulasi pada *finned tube* HRSG sehingga menyebabkan korosi. Untuk menghilangkan akumulasi kotoran diperlukan bahan kimia pembersih (*cleaner*). Pembersihan (*cleaning*) pada outside HRSG dapat dilakukan dengan metode *Chemical*. *Chemical cleaning* pada outside HRSG dilaksanakan jika perhitungan efisiensi unit telah turun minimal 10% dari kondisi normal. Proses *cleaning* ini dilaksanakan saat unit (gas turbin dan HRSG) *shutdown* pada saat *Major Inspection* (MI) atau *Simple Inspection* (SI). Waktu pengerjaannya minimal 11 hari.

Pekerjaan *Chemical cleaning* pada outside HRSG dibagi atas tiga tahapan.

1. Tahap Persiapan mekanik dan *electrical* di HRSG meliputi :
 - ⇒ Inspeksi *line* injeksi HRSG.
 - ⇒ Pemasangan sistem injeksi bahan kimia, yaitu berupa pemasangan pompa, tangki dan pipa-pipa.
 - ⇒ Pemasangan *line electrical*.
 - ⇒ Pemasangan jalur pembuangan limbah.
2. *Cleaning* HRSG atau injeksi water jet *Chemical cleaning* HRSG meliputi:
 - ⇒ Pengolahan bahan kimia
 - ⇒ Injeksi bahan kimia
 - ⇒ Water jet bahan kimia
 - ⇒ Pekerjaan *Pasivasi* dan pembilasan.
3. Inspeksi HRSG meliputi:
 - ⇒ Inspeksi setelah pembilasan atau pre rinsing

- ⇒ Inspeksi HRSG selesai pekerjaan
- ⇒ Mobilisasi

Uraian pekerjaan *Chemical cleaning* pada outside HRSG adalah sebagai berikut :

1. Petugas laboratorium, rental pemeliharaan, dan rental operasi melakukan inspeksi ke dalam ruang HRSG. Pelaksanaannya dilakukan setelah unit *shutdown* dan setelah temperatur dalam ruang HRSG mendekati temperatur lingkungan, yaitu sekitar 2 hari setelah *shutdown*. Hal-hal yang dilakukan pada saat inspeksi adalah mengambil foto dan mengambil kerak atau kotoran-kotoran. Dari banyaknya kotoran atau kerak dapat dibuktikan kebenaran perhitungan bahwa pada daerah-daerah di HRSG nilai efisiensinya telah menurun. Kebenaran perhitungan tersebut dapat dibuktikan dengan banyaknya kotoran-kotoran yang menutup vime *tube* HRSG.



Gambar 4. 35 Kotoran-kotoran pada *Fined Tube* HRSG (PJB Gresik)

2. Apabila pembuktian bahwa telah terdapat kotoran-kotoran berupa deposit, produk karat, atau carbon residu dalam jumlah besar sudah dilakukan dan dinyatakan benar, petugas inspeksi dapat membuat berita acara. Berita acara tersebut menyatakan bahwa harus dilakukan *Chemical cleaning* pada unit. Sementara itu, petugas laboratorium menganalisa kotoran-kotoran tersebut dengan test pH 1%. Hasil analisa dari test tersebut digunakan untuk menentukan formula kimia yang tepat bagi proses *cleaning* selanjutnya.

3. Petugas laboratorium memanggil pihak ketiga atau pelaksana *cleaning* untuk melakukan simulasi *cleaning* dan menentukan formula kimia yang tepat.
4. Selanjutnya pihak ketiga dapat mulai membuat formula kimia untuk sulfur *Remover*, yang terdiri dari:
 - ⇒ TSP atau trisodium phosphate (Na_3PO_4) = 2%
 - ⇒ Sodium hidroksida (NaOH) = 0,6%
 - ⇒ Sodium nitrit (NaNO_2) = 0,20%

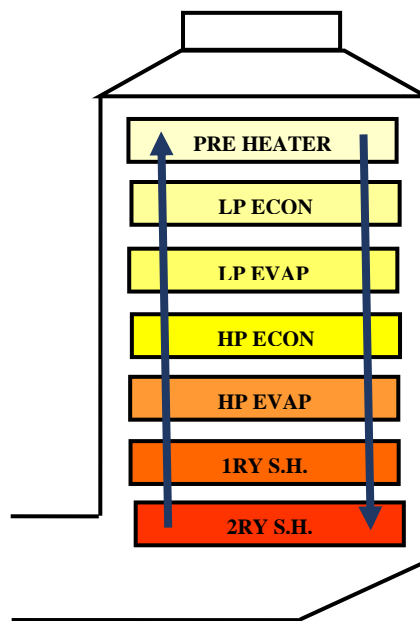
Semua unsur di atas harus dijaga nilai pH-nya antara 12 hingga 13. Konsentrasi NaOH hendaknya mengikuti hasil uji laboratorium, yaitu tes pH 1% dari kotoran-kotoran tersebut.

Setelah semua tahapan di atas, pihak ketiga mulai melaksanakan *Chemical cleaning*. Waktu pengerjaannya selama 11 hari sebelum unit start. Hal tersebut dimaksudkan agar setelah *cleaning* HRSG dilaksanakan, atau langsung start operasi, butiran air pada vime *tubes* langsung kering. Sehingga dapat terhindar dari korosi yang berkelanjutan.

Tahapan *chemical cleaning* sebagai berikut.

1. Tahap Sulfur *Remover*

- ⇒ Pekerjaan pembersihan HRSG dimulai dari bagian yang paling rendah dengan memakai sulfur *Remover*. Tujuannya, agar pH pada saat pembersihan tetap dijaga sekitar pH 5 hingga 7, sehingga tidak terjadi korosi pada ruang HRSG. Korosi dapat terjadi jika kandungan sulfur yang terdapat di *tube* HRSG sangat banyak, sehingga pada waktu pembersihan dapat menimbulkan penurunan nilai pH pada unit atau *tube* di bawahnya. Urutan tempat pengerjaannya adalah: SH2, SHI, *HP Evaporator*, *HP Economizer*, *LP Evaporator*, *LP Economizer* dan Pre Heater. Pembersihan dilakukan dengan pompa sentrifugal bertekanan sekitar 6 Kg/cm^2 menggunakan bahan sulfur *Remover*. Selain itu perlu selalu dijaga agar bahan kimia yang disiramkan dengan pompa tersebut berada pada pH 12-13.



Gambar 4. 36 Urutan Pembersihan bagian-bagian HRSG

- ⇒ Kemudian dilanjutkan dengan proses yang sama, tetapi pekerjaannya dilakukan dengan urutan yang sebaliknya : Pre Heater, *LP Economizer*, *LP Evaporator*, *HP Economizer*, *HP Evaporator*, SH 1, dan SH2. Kontrol terhadap nilai pH tetap dilakukan selama pekerjaan, yakni menjaga nilai pH 5 atau lebih.
- ⇒ Selama proses pembersihan, pH dan konsentrasi *Chemical* yang masuk dalam pompa dimonitor agar tetap pada nilai pH 12-13. Artinya pH dalam tangki berkisar 12-13. Tujuannya, agar kerak yang sebagian terdiri dari karat dan debu sisa pembakaran yang melekat pada dinding pipa HRSG tersebut dapat larut. Selain itu kontrol terhadap nilai pH

selama pekerjaan tetap dilakukan, agar tidak menimbulkan penurunan pH yang besar, yaitu pH di bawah 5.0.

- ⇒ Nilai pH hasil akhir dari pekerjaan tahap ini adalah berkisar pH 5.0 - 9,0. Tergantung daerah dimana deposit itu berada, makin banyak deposit makin kecil nilai pHnya.

2. Tahap *Carbon Remover*

- ⇒ Setelah penyiraman dengan bahan kimia sulfur *Remover*, akan dilanjutkan dengan tahapan *Carbon Remover*, dengan menggunakan bahan kimia deterjen ditambahkan dengan wetting agent dengan pH 7. Pemakaiannya disesuaikan dengan kondisi deposit yang tertinggal selama pekerjaan sulfur *Remover*. pekerjaan ini dilakukan dengan pompa bertekanan 200-300 Bar. Pekerjaannya dilakukan dengan urutan sebagai berikut: Pre Heater, LP Economizer, LP Evaporator, HP Economizer, HP Evaporator, SH1, dan SH2. Kontrol pH juga dilakukan selama pekerjaan ini, yakni dijaga agar pH berkisar antara 5-6.

- ⇒ Nilai pH hasil akhir dari pekerjaan ini adalah sekitar 5,5 sampai 6,0.

3. Tahap *Prerinsing*

- ⇒ *Prerinsing* atau pembilasan dilakukan untuk menghilangkan sifat-sifat bahan kimia sulfur *Remover* dan *Carbon Remover* yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Pembilasan ini dilakukan dengan menggunakan service water (*Prerinsing*). Urutan pekerjaannya adalah: Pre Heater, LP Economizer, LP Evaporator, HP Economizer, HP Evaporator, SH1, dan SH2. Kontrol terhadap nilai pH dilakukan untuk menjaga nilai pH sebesar 6 atau sama dengan air supply, yaitu pH 7.

- ⇒ Nilai pH hasil akhir dari pekerjaan ini adalah sekitar 6,5 sampai 7,0

4. Tahap *Pasivasi*

- ⇒ Setelah dilakukan *Chemical cleaning*, perlu dilakukan *Pasivasi*, yaitu upaya untuk menjaga pipa-pipa HRSG dalam keadaan aman dari sisa bahan kimia. *Pasivasi* dilakukan menggunakan ammonia (buffer) dan pasivator. Pasivator berupa bahan campuran dari NaNO₂ sebesar

0,5% dan $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ sebesar 0,25% kemudian ditambah dengan NH_4OH , nilai pH 9,50-10,0.

- ⇒ *Pasivasi* dilakukan berurutan mulai dari SH2, SH1, *HP Evaporator*, *HP Economizer*, *LP Evaporator*, *LP Economizer*, sampai Pre Heater.
- ⇒ Nilai pH hasil akhir dari pekerjaan ini adalah sebesar pH 9,50.
- ⇒ Setelah itu dilakukan setling atau didiamkan selama 24 jam, maksudnya agar terjadi reaksi yang sempurna (pembuatan film).

5. Tahap *Flushing*

- ⇒ Pembilasan dan *flushing* dilakukan untuk mengontrol nilai pH tetap aman pada material HRSG. Urutan pekerjaannya adalah: Pre Heater, *LP Economizer*, *LP Evaporator*, *HP Economizer*, *HP Evaporator*, SH1 dan SH2. Kontrol terhadap nilai pH pada pekerjaan ini dilakukan untuk menjaga pH 7,0-7,5.
- ⇒ Nilai pH hasil akhir dari pekerjaan ini adalah 7,0 –7,3.

Saat berlangsungnya *chemical cleaning*, petugas laboratorium harus stand by agar dapat mengikuti seluruh proses, dan hendaknya dapat terus mengikuti proses ini hingga selesai. Petugas laboratorium harus tetap mengawasi dan menganalisa hal-hal berikut.:

- ⇒ pH larutan *cleaner*, dalam hal ini sulfur *Remover* pH larutan *Pasivasi*
- ⇒ *Residual Pasivasi*
- ⇒ pH larutan *residual cleaner*
- ⇒ pH *residual rinsing*, dan
- ⇒ *Final flushing* setiap *manhole*



(a) Sebelum

(b) Sesudah

Gambar 4. 37 Hasil Chemical Cleaning HRSG (PJB Gresik)**4.5.4.3 Pemeliharaan Pompa**

1. Pemeliharaan pompa secara umum terdiri
 - a. Pemberian minyak pelumas pada bearing, yang dilaksanakan oleh oil man.
 - b. Pemeliharaan packing.
 - c. Pelimasan 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 kopleng.
 - 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.

4.5.4.4 Pemeliharaan Valve

1. Valve Actuator

Langkah-langkah pemeliharaan valve Actuator :

- a. Periksa setelan instalasi
Periksa O-ring pada cover, pasang dengan benar agar tidak kemasukan air atau kotoran.
 - b. Pemeriksaan enam bulanan
 - i. Periksa kondisi cat, bila perlu lakukan pengecatan ulang apabila terjadi kerusakan, untuk menghindari karatan.
 - ii. 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
 - i. Periksa baut antara actuator dan valve/gear, bila perlu kencangkan Kembali.
 - ii. Periksa minyak pelumas.
 - iii. Berikan pelindung karat pada permukaan yang membutuhkan.
- ##### 2. Katup Manual dan Motorized
- a. Pemeriksaan selama commissioning

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

b. Pemeriksaan pada saat operasi

Katup yang sedang operasi memerlukan pemeriksaan minimum tiap tiga bulan, untuk memeriksa bocor. Pemeriksaan berkala ini akan juga terdiri dari mempererat kembali gland body dengan mengencangkan stud bolt tanpa melebihi tegangan putaran yang maksimum. Jika terdapat kebocoran yang besar pada katup, tidak mungkin untuk stop kebocoran dengan mengencangkan gland, perlu dilakukan pengangkatan valve ke tempat 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 kontinu, 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. Setidaknya sekali dalam setaun stem valve pada motorized valve harus dilumasi dengan pelumas. Sedangkan untuk pelumasan manual valve, pada ulir stem dan gear harus diberikan minyak pelumas atau grease, paling lama setiap dua tahun sekali harus memeriksa kondisi bearing.

4.5.4.5 Pemeliharaan Damper

Pemeliharaan pada damper yang dilakukan yaitu:

1. Pemeriksaan seal plate damper terhadap erosi, korosi dan bengkok
2. Pemeliharaan kerusakan roller
3. Perbaiki/ ganti bila terdapat kerusakan

4. Pemeriksaan kemacetan damper dan dilakukan penyetelan buka tutup, berikan pelumasan

4.5.5 Instruksi Kerja Perawatan HRSG

4.5.5.1 Test kebocoran Tube HRSG PLTGU



Gambar 4. 38 Kebocoran pada Tube HRSG

A. Ruang Lingkup

Ruang lingkup pemeliharaan HP & LP Tube system

1. Pengecekan dan perbaikan (apabila terdapat kebocoran)
2. Pengelasan (jika terdapat kebocoran)
3. Lakukan *Leak Test*

B. Persiapan

1. Melakukan work permit dan safety permit.
2. Yakinkan HRSG system sudah diisolasi, koordinasikan dengan operator
3. Meminta pihak operasi melakukan drain pada HRSG
4. Siapkan tool.

C. Pelaksanaan

1. Tutup diverter damper, dan lock (senter, kunci pipa)
2. Matikan gas turbin
3. Apabila suhu didalam ruang hrsg sudah mencapai kurang lebih 30°C, buka mainhole 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, superheat 1, dst sampai diketemukan tube yang bocor. apabila tube yang bocor terletak pada bagian header (dea ize), maka perlu membuka plat deadzone. (senter, lampu dc 24 volt, linggis, palu pallet, blandder set / gogging set).
6. Apabila tidak ditemukan aliran /tetesan air, pengujian dilanjutkan pada Hp tube system.
7. Laksanakan filling Ip tube system (filling dilakukan oleh operator).
8. Cek didalam ruang hrsg, apabila ditemukan ada aliran/tetes air: periksa secara berurutan dari Ip evaporator, Ip economizer, dst sampai diketemukan tube yang bocor. (senter, lampu dc 24 volt, linggis, palu pallet).
9. Setelah ditemukan tube yang bocor, beri tanda dan catat lokasi tube yang bocor.
10. Drain air yang ada didalam tube (dilakukan oleh operator)
11. Laksanakan repair tube yang bocor
12. Setelah repair selesai, lakukan filling Kembali
13. Periksa apakah masih ada aliran/tetes air di dalam ruang HRSG (senter).
14. Apabila masih ditemukan adanya aliran/tetes air, lakukan pencarian tube yang bocor seperti diatas dan repair tube yang bocor.
15. Ulangi Langkah diatas, sampai tidak ditemukan lagi tetesan/ aliran air didalam ruang hrsg.
16. Tutup semua plat ddeadzone dan manhole-manhole dalam hrsg (linggis, palu).
17. Tutup semua manhole hrsg, pastikan tidak ada personel yang tertinggal di dalam (kunci ring 19, palu 5 kg, palu pallet, linggis)
18. Hrsg siap dioperasikan

D. Tindakan akhir

1. Bersihkan area kerja
2. Laporkan hasil pekerjaan kepada bagian produksi
3. Tutup work order.

4.5.5.1 Pemeliharaan HP BCP PLTGU

A. Ruang lingkup

1. Melakukan work permit dan safety permit.
2. Pengecekan, perbaikan ataupun melakukan penggantian part pompa apabila terdapat kerusakan.
3. Re-alignment.
4. Running Test dan pengambilan data performance pompa.

B. Persiapan

1. Takinkan pompa sudah diisolasi, koordinasi dengan operator
2. Pastikan pressure suction & discharge nol
3. Pastikan breaker motor pada posisi off, isolasi system
4. Siapkan tool
5. Drain pompa.

C. Dissassembly

1. Pastikan aliran listrik sudah terputus
2. Isolasi pompa / tutup valve suction dan discharge
3. Drain pompa, cooler dan minyak pelumas
4. Lepas semua auxiliary system (cooler)
5. Lepas pengaman kopling
6. Lepas spacer kopling
7. Kendorkan baut pada back frame foot
8. Lepas mur stuffing box
9. Lepaskan pompa dari casingnya, gunakan jack bolt.
10. Melepas impeller
 - i. Lepas impeller lock nut ulir putar kanan
 - ii. Lepas impeller

Apabila tidak bisa dilepas dengan tangan, gunakan 2 buah pengungkin. Dapat dibantu juga dengan pemanasan pada impellernya.

11. Melepas mechanical seal

Lihat buku petunjuk pelepasan dari pabrikan mech seal.

12. Melepas bearing

- i. Lepas dlanges sisi pompa
- ii. Kendorkan baut pengikat deflector dan lepaskan deflector
- iii. Lepas bearing cover
- iv. Lepas bearing
 - a) Pukul pelan-pelan ujung shaft sisi impeller dengan blok kayu
 - b) Bearing R2 dan R3 menempel pada shaft (outer ring bearing R2 tetap menempel pada bearing frame), inner ring bearing R1 menempel pada shaft.
- v. Lepas outer ring bearing R2 dan R1 dari bearing frame
- vi. Lepas bearing lock nut setelah melepas washer
- vii. Lepas bearing R2 dan R3. Pukul pelan-pelan dan merata dengan palu tembaga pada inner ringnya.

D. Pembersihan, pemeriksaan bagian-bagian pompa

Eun-out shaft, dengan deviasi max. yang diijinkan : 0.5 mm

E. Perbaiki / Ganti parts yang rusak

F. Ganti O-ring packing / Gasket, ganti bearing pompa

Pastikan semua o-ring dan gasket dalam kondisi baik, ganti jika perlu.

Bearing pengganti harus sama dengan originalnya

G. Assembly

1. Bersihkan ruangan pendingin (cooling chamber) pada stuffing box, setelah melepas cover
2. Reassembling bearing
 - i. Pasang bearing R2 dan R3 pada shaft, jangan sampai terbalik
 - a) Pasang outer ring bearing R2 kedalam bearing frame dan pastikan bottom thrust ring sudah terpasang sesuai dengan gambar

- b) Kunci bearing R2 dan R3 dengan bearing lock nut, jangan lupa sebelumnya pasang savety washer
 - ii. Pasang bearing R1 (tanpa inner ring) pada bearing frame, pasang inner ring pada shaft, panaskan dulu dengan digodok dengan minyak
 - iii. Masukkan shaft pada bearing frame dari sisi driver
 - iv. Pasang bearing cover sisi driver jangan lupa gasket
 - v. Pasang bearing cover sisi pompa jangan lupa gasket
 - vi. Pasang deflector disk dan kencangkan baut pengikatnya. Deflector harus dipasang 1 mm dari permukaan bearing cover.
- 3. Assembly stuffing box

Lihat buku petunjuk spesifik dari pabrikan untuk petunjuk lebih detail tentang pemasangan mechanical seal.

 - i. Pasang gasket baru pada seal cover
 - ii. Pasang mechanical seal stasioner pada cover dengan gasket dan spring jangan lupa pasang snap ring
 - iii. Cek kehalusan dan posisi shaft sleeve pada shaft
 - iv. Pasang graphite o-ring pada ujung shaft sleeve
 - v. Pasang rotary seal ring dan gasket pada shaft sleeve
 - vi. Pasang kembali cover pada stuffing box dengan o-ring
 - vii. Pasang seal cover pada stuffing box, pastikan arah pembukaannya sudah tepat
 - viii. Masukkan shaft dengan hati-hati dari sisi bearing frame kedalam seal cover dan stuffing box.pasang juga bearing frame ke stuffing boox. Hati-hati dengan stasionary seal ring. Assembly dapat dilakukan dalam posisi berdiri dengan bearing frame sisi impeller menghadap atas.
 - ix. Pasang shaft sleeve pada shaft dengan hati-hati, shaft pada posisi horizontal. Pastikan posisi shaft sleeve sudah benar, spring harus bekerja dengan baik saat shaft sleeve secara manual.

4. Assembling Impeller
 - Pasang impeller dan impeller lock nut. Jangan lupa o-ring pengencangan impeller lock nut harus benar-benar diperhatikan
5. Re-Assembling pompa pada casing
 - Pastikan gasket terpasang dan dalam kondisi baik
 - Posisis yang benar dapat dicek dengan mengukur clearance
 - Antara casing dan stuffing box
 - Clearance yang diijinkan $X = 0.4 \pm 0.2$ mm
6. Pasang Frame
7. Pasang pompa pada base framenya
8. Alignment & pemasangan Kopling
 - Toleransi
Axial :
Radial:
9. Ganti minyak pelumas
 - Jenis minyak pelumas : ISO VG 32, 2 liter
10. Bongkar cooler HP BCP
11. Bersihkan cooler HP BCP
12. Pasang Kembali cooler HP BCP
13. Test Performance
 - Dilaksanakan bersama-sama dengan start up dan prediktif

H. Tindakan Akhir

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

Halaman ini sengaja dikosongkan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penulisan laporan ini adalah PLTGU menggunakan *combined cycle* atau system ganda, untuk memperoleh efisiensi thermal yang tinggi dengan kapasitas 1578.78 MW. Dalam produksi listrik di PLTGU gas digunakan untuk memanaskan air dalam *Heat Recovery Steam Generator (HRSG)* yang menghasilkan uap panas, kemudian uap tersebut digunakan untuk menggerakkan turbin uap. Turbin uap dikopel untuk menghasilkan energi mekanik untuk menggerakkan generator. Air yang digunakan sebagai bahan baku utama merupakan air yang diambil langsung dari laut yang telah mengalami desalinasi dan demineralisasi.

HRSG merupakan komponen yang paling penting pada PLTGU PT PJB Unit Pembangkitan Gresik karena memiliki fungsi sebagai tempat pemanas air agar menjadi uap untuk menggerakkan Steam Turbin, maka diperlukan pemeliharaan yang baik. Manajemen pemeliharaan di PLTGU PT PB UP Gresik adalah termasuk *planned maintenance*. Semua kegiatan pemeliharaan (HAR) pada PLTGU PT PJB UP Gresik terjadwal dengan benar dan tepat sehingga tidak perlu melakukan tindakan *unplanned maintenance*.

Pemeliharaan pada HRSG terdapat 3 macam pemeliharaan, diantaranya sebagai berikut:

1. Pemeliharaan Pompa dan valve
2. Pemeliharaan *Damper*
3. *Major Overhaul* adalah pengecekan kebocoran dan *chemical cleaning* pada *Tube HRSG* dan juga dilakukan pengecekan *damper*.

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 diruangan *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

- Bhawan, P. and Nagar, E. A. (2017) 'Guidelines For Continuous Emission Monitoring'.
- HRSG 'Sistem Heat Recovery Steam Generator (HRSG) dan Maintenance Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas'.
- Katili, H. F. and Widjiantoro, B. L. (2017) 'PERANCANGAN SOFTSENSOR KADAR GAS BUANG PADA STACK HASIL KELUARAN HRSG (HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR) DENGAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN', pp. 1–6.
- KLHK (2019) 'Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Tentang Baku Mutu Emisi Pembangkit Listrik Tenaga Termal', *Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia*, pp. 1–56. Available at: <https://icel.or.id/wp-content/uploads/PERMENLHK-NO-15-TH-2019-ttg-BM-Emisi-Pembangkit-Listrik-Thermal.pdf>.
- PENS (2020) 'Laporan Kerja Praktek PT. PJB UP Gresik'. Gresik.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Penerimaan Magang

Nomor : BA0379335
Sifat : Biasa
Lampiran : -



Gresik, 30 September 2021

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

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

Dengan hormat,

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

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

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

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

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

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

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

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

Demikian disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.




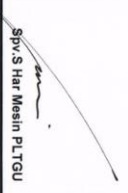


GENERAL MANAGER UNIT PEMBANGKITAN GRESIK


PT PJB UNIT PEMBANGKITAN GRESIK


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

Lampiran 2. Data

LAMPIRAN IK HP BCP

		
PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM		
INSTRUKSI KERJA (IK)		
TES KEBOCORAN TUBE HRSG PLTGU		
NOMOR DOKUMEN : IKG-17.2.5.508		
Gresik, 15 November 2013		
Disusun oleh :	Disetujui oleh :	Disahkan oleh :
		
Spv. S Har Mesin PLTGU	Manager Pemeliharaan	General Manager
PT PEMBANGKITAN JAWA BALI UNIT PEMBANGKITAN GRESIK		
<i>Produksi Listrik Tenaga Kiri dan Hindang</i>		

		PT PEMBANGKITAN JAWA BALI UNIT PEMBANGKITAN GRESIK	No. Dokumen : IKG-17.2.5.508
PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM		INSTRUKSI KERJA	Revisi : 01
TEST KEBOCORAN TUBE HRSG PLTGU		Tanggal Terbit : 15 November 2013	Halaman : 1 dari 4
TUJUAN			
Menjamin dan memastikan tidak adanya kebocoran tube sebelum HRSG dinyatakan siap untuk beroperasi			
RUANG LINGKUP			
SPEKIFIKASI TEKNIK			
DESKRIPSI	: HP & LP Tube Systems		
MERK / TYPE	: CMI		
Ruang lingkup pemeliharaan HP & LP Tube Systems :			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengecekan dan perbaikan (apabila terdapat kebocoran). 2. Pengelasan (jika terdapat kebocoran). 3. Lakukan Leak Test. 			
ACUAN / DOKUMEN TERKAIT			
<ol style="list-style-type: none"> 1. IPM-17.2.5 (Prosedur Pemeliharaan Corrective) 2. IKG-08.2.2.5 (IK Penanganan Bekas Kemasan Bahan Kimia) 3. IKG-08.2.2.21 (IK Penanganan Limbah Padat Majun Bekas) 4. IKG-08.2.2.28 (IK Penanganan Limbah Scrap Logam) 			
SUMBER DAYA MANUSIA			
JUMLAH	KEAHLIAN	CATATAN	
4 orang	Mengerti dan mengetahui sistem dan peralatan pada HRSG.	Sertifikasi Hakir/Setara	
TOOLS / PERALATAN KERJA			
JUMLAH	ALAT BANTU	CATATAN	
1 buah	Senter	-	
1 buah	Lampu DC 24 Volt	-	
6 buah	Kunci 19	-	
1 buah	Blander set	-	
1 buah	Linggis	-	
2 buah	Palu 5 kg	-	
1 buah	palu pallet	-	
SPARE PART / CONSUMABLE MATERIAL			
JUMLAH	NAMA MATERIAL / SPARE PART	CATATAN	
4 buah	Majun	-	
1 buah	Marker	-	


	PT PEMBANGKITAN JAWA BALI UNIT PEMBANGKITAN GRESEK	No. Dokumen : IKG-17.2.5.508
	PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM	Revisi : 01
	INSTRUKSI KERJA	Tanggal Terbit : 15 November 2013
	TEST KEBOCORAN TUBE HRSG PLTGU	Halaman : 2 dari 4

METODA PENGUKURAN / PEMERIKSAAN / PARAMETER		CATATAN
METODA	PARAMETER	
Pemeriksaan visual	Tidak terdapat crack / kerusakan pada tube	Tidak ada kebocoran
Pemeritran test	Terlihat cracking/ kerusakan yang terjadi	-
APD DAN SAFETY-WORKING PERMIT		
JUMLAH		CATATAN
NAMA PERALATAN		
4 pasang Sepatu safety	SNI	
4 buah Safety Helmet	SNI	
4 pasang Sarung tangan	-	
4 pasang Ear plug	SNI	
4 buah Masker	-	
4 buah Safety belt	SNI	
1 buah APAR	SNI	
REFERENSI		
- ISO 9001:2008	- PAS 55 :2008	- SMK3
- ISO 14001:2004	- Kriteria Baldrige : 2013	- Manual Maintenance
- ISO 18001:2007	- ISO 31000 :2009	- ERM
		- SS
ASPEK LINGKUNGAN		EMERGENCY
ASPEK LINGKUNGAN & K3		
ASPEK K3		
- Limbah besi	- Kelelahan	
- Limbah najun bekas	- Terpapar panas	
	- Terpeleset	
LANGKAH-LANGKAH KEGIATAN		
PERSIAPAN		


1. Melakukan work permit dan safety permit.
2. Yakinkan HRSG sistem sudah disolasi, koordinasikan dengan operator
3. Meminta pihak operasi melakukan drain pada HRSG.
4. Siapkan Tool.

	PT PEMBANGKITAN JAWA BALI UNIT PEMBANGKITAN GRESEK	No. Dokumen : IKG-17.2.5.508
	PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM	Revisi : 01
	INSTRUKSI KERJA	Tanggal Terbit : 15 November 2013
	TEST KEBOCORAN TUBE HRSG PLTGU	Halaman : 3 dari 4

PELAKSANAAN
1. tutup diverter damper, dan lock (senler, kunci pipa).
2. matikan gas turbin
3. apabila suhu didalam ruang hrsg sudah mencapai $\pm 30^{\circ}\text{C}$, 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/teesan air : periksa secara berurutan dari superheater ² , superheater ¹ , dst sampai diketemukan tube yang bocor. apabila tube yang bocor terletak pada bagian header (deadzone), maka perlu membuka plat deadzone. (senler, lampu dc 24 volt, linggis, palu pallet, blander set / gogging set).
6. apabila tidak ditemukan aliran /teesan air, pengujian dilanjutkan pada lp tube system.
7. laksanakan filling lp tube system (filling dilakukan oleh operator)
8. cek didalam ruang hrsg, apabila ditemukan ada aliran/teesan air : periksa secara berurutan dari lp evaporator, lp economizer, dst sampai diketemukan tube yang bocor. (senler, lampu dc 24 volt, linggis, palu pallet).
9. setelah ditemukan tube yang bocor, beri tanda dan catat lokasi tube yang bocor.
10. drain air yang ada didalam tube (dilakukan oleh operator)
11. laksanakan repair tube yang bocor
12. setelah repair selesai, lakukan filling kembali
13. periksa apakah masih ada aliran/ teesan air di dalam ruang hrsg (senler).
14. apabila masih ditemukan adanya aliran/teesan air, lakukan pencarian tube yang bocor bocor seperti diatas dan repair tube yang bocor.
15. Ulangi langkah diatas, sampai tidak ditemukan lagi 'teesan' /aliran air didalam ruang hrsg
16. tutup semua plat deadzone dan manhole-manhole dalam hrsg (linggis, palu).
17. tutup semua manhole hrsg, pastikan tidak ada personel yang tertinggal di dalam (kunci ring 19, palu 5 kg, palu pallet, linggis).
18. hrsg siap dioperasikan kembali

	PT PEMBANGKITAN JAWA BALI UNIT PEMBANGKITAN GRESIK	No. Dokumen : IKG-17.2.5.508
	PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM	Revisi : 01
	INSTRUKSI KERJA	Tanggal Terbit : 15 November 2013
TEST KECOCORAN TUBE HRSG PLTGU		Halaman : 4 dari 4
TINDAKAN AKHIR 1. Bersihkan area kerja 2. Laporkan hasil pekerjaan kepada bagian produksi. 3. Tujuh Work Order.		

LAMPIRAN IK HP BCP



PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM




INSTRUKSI KERJA

(IK)

PEMELIHARAAN HP BCP PLTGU


NOMOR DOKUMEN : IKG-17.2.5.509

Gresik, 18 Nopember 2013

Disusun oleh :  Spv.S Har Mesin PLTGU	Disetujui oleh :  Manager Pemeliharaan	Disahkan oleh :  General Manager
--	---	---

PT PEMBANGKITAN JAWA BALI
UNIT PEMBANGKITAN GRESIK

Produksi Lebih Baik, Topanannya Kini dan Mendatang

	PT PEMBANGKITAN JAWA BALI UNIT PEMBANGKITAN GRESIK	No. Dokumen : IKG-17.2.5.509
	PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM	Revisi : 01
	INSTRUKSI KERJA	Tanggal Terbit : 18 November 2013
PEMELIHARAAN HP BCP		Halaman : 1 dari 6

TUJUAN

Menjamin kehandalan dan mempertahankan performance kerja pompa HP BCP sesuai dengan standar pabrikaan

RUANG LINGKUP

SPESIFIKASI TEKNIK

DESKRIPSI : High Pressure Boiler Circulating Pump
 MERK / TYPE : Ensisval / PRNR 200-40A SINGLE STAGE CENTRIFUGAL
 DEBIT / HEAD TOTAL : 428 m³/h / 46 m
 PUTARAN : 1470 RPM
 MINYAK PELUMAS : ISO VG 32 with anti corrosion & wear and anti-emulsifying additive (2 litres)

Ruang lingkup pemeliharaan:

1. Melakukan work permit dan safety permit.
2. Pengecekan, perbaikan ataupun melakukan penggantian part pompa apabila terdapat kerusakan.
3. Re-alignment.
4. Running Test dan pengambilan data performance pompa.

AGUAN / DOKUMEN TERKAIT

1. IPM-17.2.5 (Prosedur Pemeliharaan Corrective)
2. IKG-08.2.2.5 (IK Penanganan Bekas Kemasan Bahan Kimia)
3. IKG-08.2.2.13 (IK Penanganan Ceceran Minyak)
4. IKG-08.2.2.20 (IK Pembersihan mesin – mesin dengan solvent)
5. IKG-08.2.2.21 (IK Penangan Limbah Padat Majun Bekas)

SUMBER DAYA MANUSIA

JUMLAH KEAHLIAN	Mempelihara pompa	CATATAN
5 orang		Minimal ada 1 orang dengan sertifikasi Hakti / setara

TOOLS / PERALATAN KERJA

JUMLAH ALAT BANTU	CATATAN
1 buah Chain Block	1 Ton
1 buah Seling Kain	-
2 buah Stang/Pipa	Panjang 2 meter
1 buah KUNCI PIPA	-

		PT PEMBANGKITAN JAWA BALI UNIT PEMBANGKITAN GRESIK	No. Dokumen : IKG-17.2.5.509
PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM		Revisi : 01	
INSTRUKSI KERJA		Tanggal Terbit : 18 November 2013	
PEMELIHARAAN HP BCP		Halaman : 2 dari 6	

1 buah	KUNCI INGGRIS	18"
1 buah	TRACKER	-
1 buah	JACK HIDROLIS	-
1 buah	PALU BESI	-
1 buah	PALU PLASTIK	-
1 buah	SELING KECIL	-
1 buah	OBEENG (-)	-
1 buah	PIPA	-
1 buah	KAPI	-
1 buah	KACA ALIGMENT	-
2 set	DIAL INDICATOR	-
1 buah	SPECIAL TOOL STANG DIAL	-
1 buah	PALU BESI	2 KG
1 buah	KUNCI PAS PUKUL	41
1 set	KUNCI PAS RING	10, 13, 19, 24, 27, 30
1 buah	GUNTING	-
1 buah	SHIM	-
SPARE PART / CONSUMABLE MATERIAL		
JUMLAH		
2 kg	Majun	-
1 buah	Isolasi kertas	-
1 sheet	Kertas gosok	-
1 sheet	Shim	0,03-10 mm
1 buah	Marker	-
1 sheet	Plastik	-
1 sheet	Triplek	-
1 sheet	Graphite	-
1 kaleng	Thinner	-
1 kaleng	Molycote	-

		PT PEMBANGKITAN JAWA BALI UNIT PEMBANGKITAN GRESIK	No. Dokumen : IKG-17.2.5.509
PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM		Revisi : 01	
INSTRUKSI KERJA		Tanggal Terbit : 18 November 2013	
PEMELIHARAAN HP BCP		Halaman : 3 dari 6	


METODA PENGUKURAN / PEMERIKSAAN / PARAMETER			
METODA	PARAMETER	CATATAN	
Pemeriksaan visual	Tidak terdapat crack / kerusakan pada part pompa	NDT (Penetrant Test)	
Alignment	Deviasi < 0,05 mm	-	
APD DAN SAFETY-WORKING PERMIT			
JUMLAH	NAMA PERALATAN	CATATAN	
5 pasang	Sepatu safety	SNI	
5 buah	Safety Helmet	SNI	
5 pasang	Sarung tangan	-	
5 buah	Masker	-	
REFERENSI			
- ISO 9001:2008	- PAS 55 :2008	- SMK3	
- ISO 14001:2004	- Kriteria Bridrige : 2013	- Manual Book HP BCP	
- ISO 18001:2007	- ISO 31000 :2009	- ERM	
		- FS	
ASPEK LINGKUNGAN			
ASPEK LINGKUNGAN	ASPEK LINGKUNGAN & K3	EMERGENCY	
- Limbah minyak bekas	- Kebisingan		
- Limbah majun bekas	- Terpapar panas		
- Limbah kaleng	- Terpeleaset		
LANGKAH-LANGKAH KEGIATAN			
PERSIAPAN			
1. Yakinkan pompa sudah disolasi, koordinasi dengan operator			
2. Pastikan Pressure Suction & Discharge Noi			
3. Pastikan Breaker Motor pada posisi off, Isolasi system			
4. Siapkan Tool			
5. Drain pompa			
DISSAMBL Y			
1. Pastikan aliran listrik sudah terputus			
2. Isolasi pompa / tutup valve suction dan discharge			
3. Drain pompa, cooler dan minyak pelumas			
4. Lepas semua auxiliary sistem (cooler)			

		PT PEMBANGKITAN JAWA BALI UNIT PEMBANGKITAN GRESIK	No. Dokumen : IKG-17.2.5.509
PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM		Revisi : 01	
INSTUKSI KERJA		Tanggal Terbit : 18 November 2013	
PEMELIHARAAN HP BCP		Halaman : 4 dari 6	

<ol style="list-style-type: none"> 5. Lepas pengaman kopling 6. Lepas spacer kopling 7. Kendorkan baut pada back frame foot 8. Lepas mur stuffing box 9. Lepaskan pompa dari casingnya, gunakan jack bolt. 10. Melepas impeller <ol style="list-style-type: none"> a. Lepas Impeller lock nut ulir putar kanan b. Lepas impeller <ol style="list-style-type: none"> o apabila tidak bisa dilepas dengan tangan, gunakan 2 buah pengungkit. Dapat dibantu juga dengan pemanasan pada impellernya 11. Melepas Mechanical Seal <ol style="list-style-type: none"> o Lihat buku petunjuk pelepasan dari pabrikan mech. seal. 12. Melepas Bearing <ol style="list-style-type: none"> a. Lepas Flanges sisi pompa b. kendorkan baut pengikat deflektor dan lepaskan deflector c. Lepas bearing cover d. Lepas bearing : <ol style="list-style-type: none"> 1. Pukul pelan-pelan ujung shaft sisi impeller dengan balok kayu. 2. Bearing R2 dan R3 menempel pada shaft (outer ring bearing R2 tetap menempel pada bearing frame), Inner ring bearing R1 menempel pada shaft. e. Lepas outer ring bearing R2 dan R1 dari bearing frame f. Lepas bearing lock nut setelah melepas washer g. Lepas bearing R2 dan R3, pukul pelan2 dan merata dengan palu tembaga pada inner ringnya. <p>PEMERSIHAN, PEMERIKSAAN BAGIAN-BAGIAN POMPA. Run-out shaft, dengan deviasi max. yang diijinkan : 0.5 mm</p> <p>PERBAIKI / GANTI PARTS YANG RUSAK</p> <p>GANTI O-RING, PACKING/GASKET, GANTI BEARING POMPA</p> <p>Pastikan Semua o-ring dan Gasket dalam kondisi baik, ganti jika perlu. Bearing pengganti harus sama dengan originalnya</p>

		PT PEMBANGKITAN JAWA BALI UNIT PEMBANGKITAN GRESIK	No. Dokumen : IKG-17.2.5.509
PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM		Revisi : 01	
INSTUKSI KERJA		Tanggal Terbit : 18 November 2013	
PEMELIHARAAN HP BCP		Halaman : 5 dari 6	

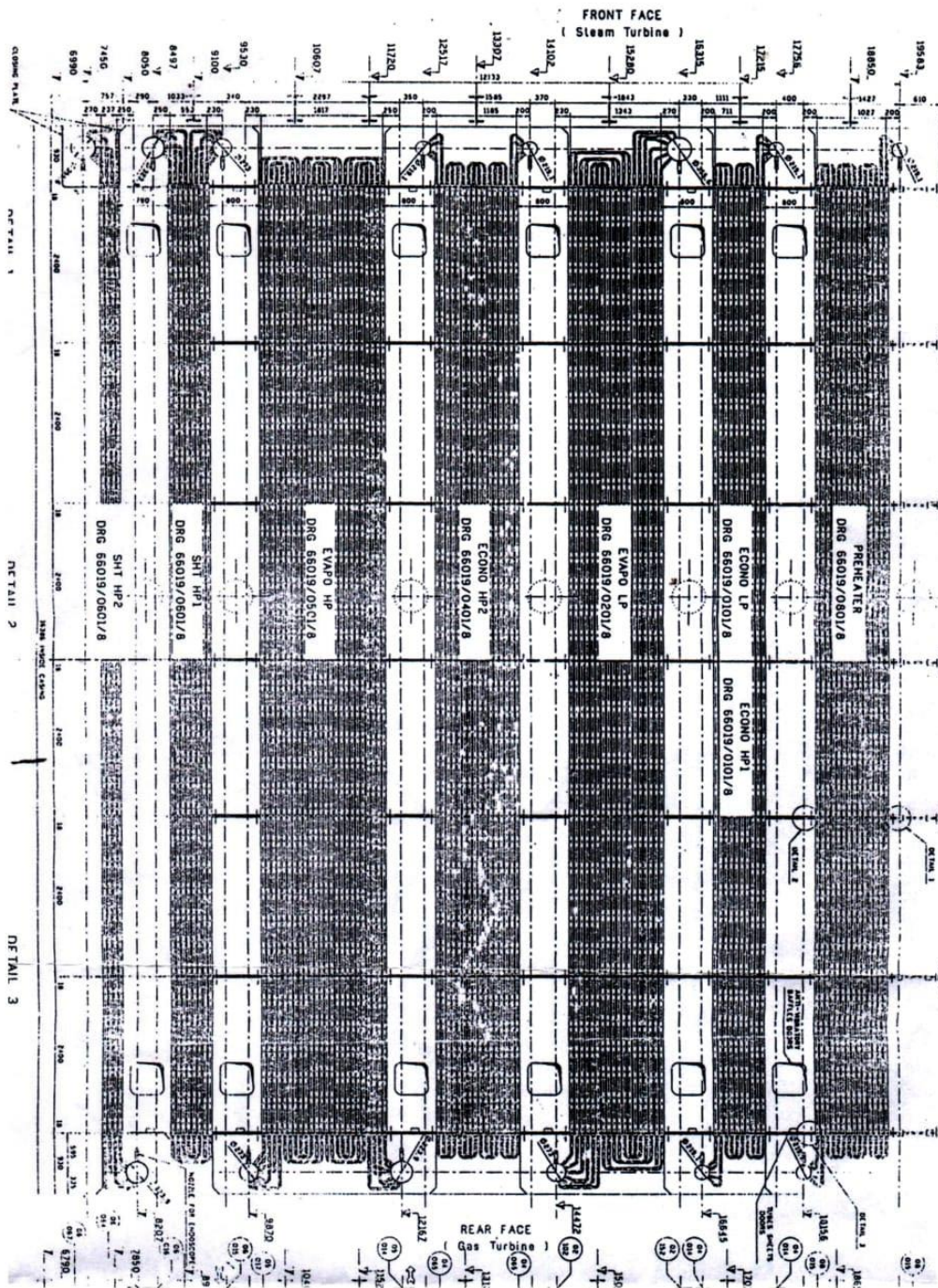
<p>ASSEMBLY</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bersihkan ruangan pendingin (cooling chamber) pada stuffing box, setelah melepas cover 2. Reassembling bearing <ol style="list-style-type: none"> a. Pasang bearing R2 dan R3 pada shaft, jgn sampai terbalik <ol style="list-style-type: none"> i. Pasang outer ring bearing R2 kedalam bearing frame dan pastikan bottom thrust ring sudah terpasang sesuai dengan gambar. ii. Kunci bearing R2 dan R3 dengan bearing lock nut, jangan lupa sebelumnya pasang safety washer b. Pasang bearing R1 (tanpa inner ring) pada bearing frame, pasang inner ring pada shaft, panaskan dulu dengan digodok dengan minyak c. Masukkan shaft pada bearing frame dari sisi driver d. Pasang bearing cover sisi driver jangan lupa gasket e. Pasang bearing cover sisi pompa jangan lupa gasket f. pasang deflektor disk dan kencangkan baut pengikatnya. Deflektor harus dipasang 1 mm dari permukaan bearing cover. 3. Assembly stuffing box <ol style="list-style-type: none"> o Lihat buku petunjuk spesifik dari pabrikan untuk petunjuk lebih detail tentang pemasangan mechanical seal a. Pasang gasket baru pada seal cover b. Pasang mechanical seal stasioner pada cover dengan gasket dan spring jangan lupa pasang snap ring c. Cek kehalusan dan posisi shaft sleeve pada shaft d. Pasang graphite o-ring pada ujung shaft sleeve e. Pasang rotary seal ring dan gasket pada shaft sleeve. f. Pasang kembali cover pada stuffing box dengan o-ring g. Pasang seal cover pada stuffing box, pastikan arah pembukaannya sudah tepat. h. Masukkan shaft dengan hati-hati dari sisi bearing frame kedalam seal cover dan stuffing box. Pasang juga bearing frame ke stuffing box. Hati-hati dengan stationary seal ring. Assembly dapat dilakukan dalam posisi berdiri dengan bearing frame sisi impeller menghadap ke atas. i. Pasang shaft sleeve pada shaft dengan hati-hati, shaft pada posisi horizontal. Pastikan

	PT PEMBANGKITAN JAWA BALI UNIT PEMBANGKITAN GRESIK	No. Dokumen : IKG-17.2.5.509
	PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM	Revisi : 01
	INSTRUKSI KERJA	Tanggal Terbit : 18 November 2013
	PEMELIHARAAN HP BCP	Halaman : 6 dari 6

posisi shaft sleeve sudah benar, spring harus bekerja dengan baik saat shaft sleeve secara manual.

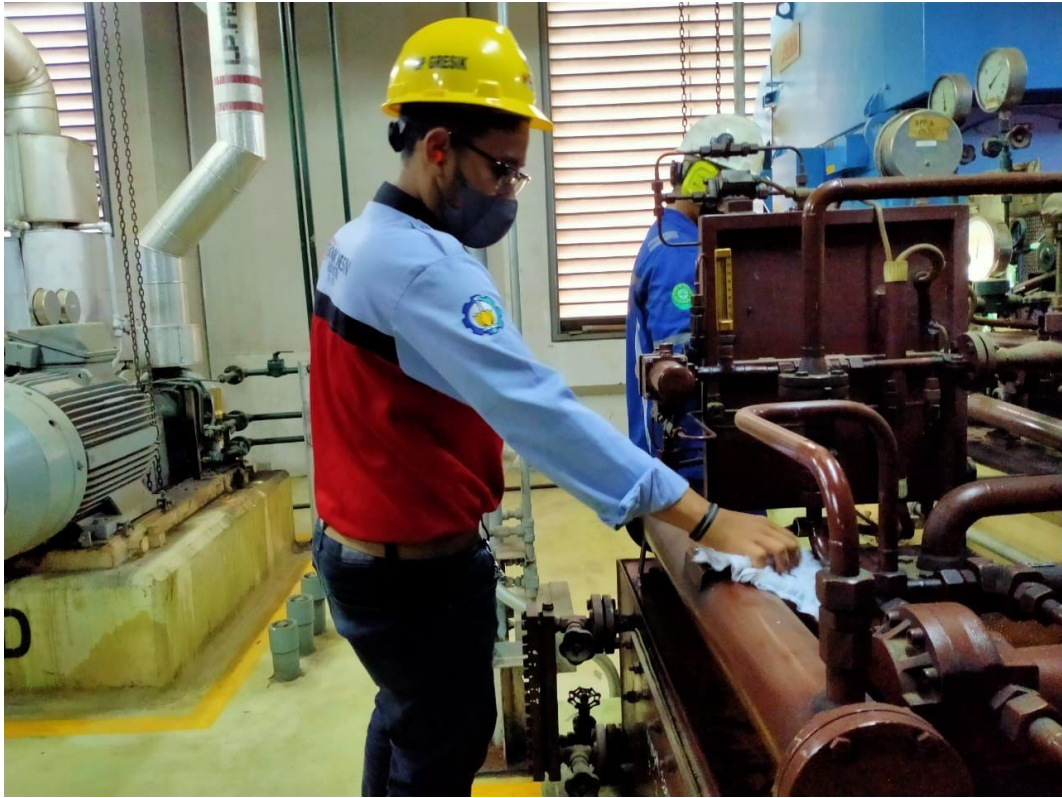
4. Assembling Impeller
 - Pasang impeller dan impeller lock nut. Jangan lupa o-ring pengencangan impeller lock nut harus benar-benar diperhatikan.
 5. RE-ASSEMBLING POMPA PADA CASING
 - Pastikan gasket terpasang dan dalam kondisi baik.
 - Posisi yang benar dapat dicek dengan mengukur clearance
 - Antara casing dan stuffing box
 - Clearance yang diijinkan $X = 0.4 \pm 0.2$ mm
 6. Pasang Frame
 7. Pasang pompa pada base framenya
 8. Alignment & pemasangan kopling
 - Toleransi

Axial
Radial
 9. Ganti minyak pelumas
 - Jenis minyak pelumas : ISO VG 32, 2 liter
 10. Bongkar cooler HP BCP
 11. Bersihkan cooler HP BCP
 12. Pasang kembali cooler HP BCP
 13. Test performance.
 - Dilaksanakan bersama-sama dengan start up dan prediktit
- TINDAKAN AKHIR**
1. Bersihkan area kerja
 2. Laporkan hasil pekerjaan kepada bagian produksi.



Lampiran 3 : Hasil Magang



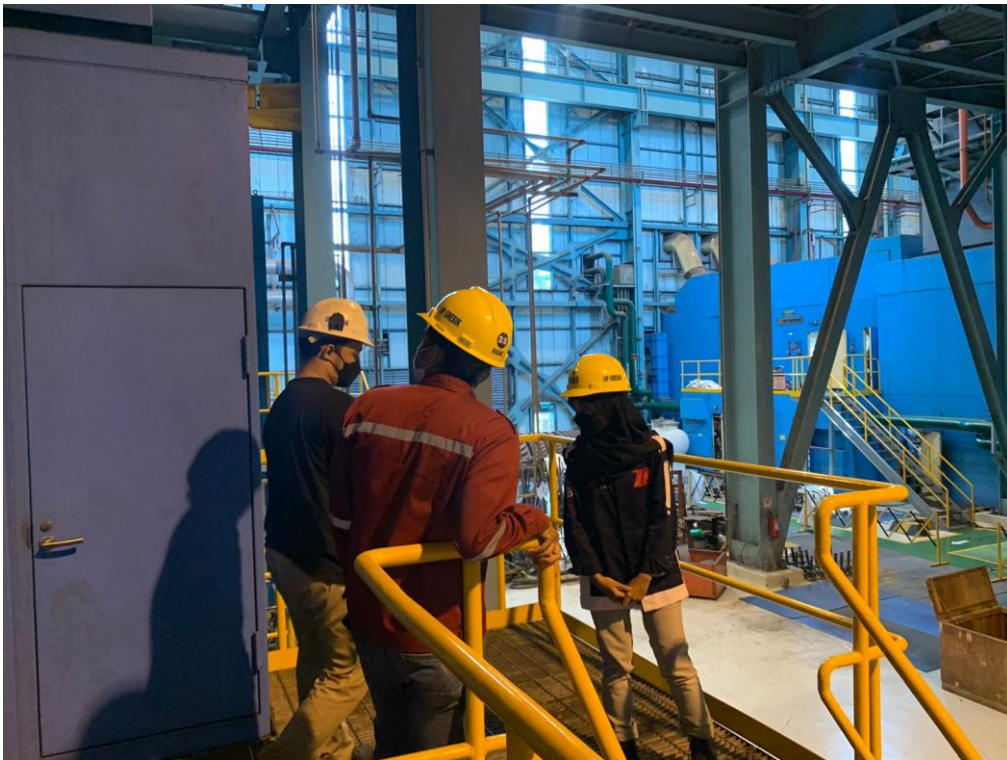












Lampiran 4 : Logbook Magang

FORM BUKTI KEGIATAN MAGANG (*LOGBOOK*)

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

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

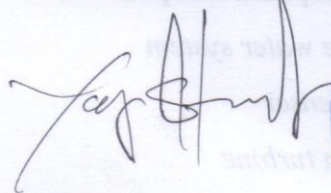
			<ul style="list-style-type: none"> - Kontrol perencanaan (<i>planned coverage</i>) - Kontrol penjadwalan (<i>schedule forecast, schedule compliance</i>) - Kontrol pelaksanaan (<i>proactive and reactive work hours, work type, wrench time, minifiles made, backlog work orders, work orders completed</i>)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

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

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

Gresik, 27 April 2022

Pembimbing Lapangan Magang Industri



(Yoga Satrianto)

NID. 9014055ZJY

