



**MAGANG INDUSTRI - VM191732**

**ANALISIS PENGARUH MAJOR INSPECTION GAS TURBINE  
TYPE M701D PADA PERFORMA HEATRATE PADA  
PEMBEBANAN 100MW**

**PT INDONESIA POWER GRATI POMU**

**CRIS TRIANTO SETYONO**

**10211910000018**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI**

**FAKULTAS VOKASI**





---

LAPORAN MAGANG INDUSTRI  
ANALISIS PENGARUH MAJOR INSPECTION GAS TURBINE TYPE M701D  
PADA PERFORMA HEATRATE BEFORE AND AFTER PEMBEBANAN 100MW

---

PT. Indonesia Power Grati POMU

Desa Wates, Jl. Raya Surabaya – Probolinggo KM 73, Lekok, Pasir Panjang, Wates,  
Kec. Lekok, Pasuruan. Jawa Timur 67186

Penulis:

Cris Trianto Setyono

NRP : 10211910000018

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI**  
**FAKULTAS VOKASI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**SURABAYA**  
**2022**





LEMBAR PENGESAHAN  
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI ITS

Laporan Magang di

PT. Indonesia Power Grati POMU  
Desa Wates, Jl. Raya Surabaya – Probolinggo KM 73, Lekok, Pasir Panjang, Wates,  
Kec. Lekok, Pasuruan. Jawa Timur 67186

Pasuruan, 28 Desember 2022

Peserta Magang

Peserta

Cris Trianto Setyono  
NRP. 10211910000018

Mengetahui,  
Kepala Departemen Teknik Mesin Industri  
FV - ITS

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

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing Magang

M. Lukman Hakim, S. T., M. T  
NIP. 1994201911070

## LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Magang di

PT. Indonesia Power Grati POMU

Desa Wates, Jl. Raya Surabaya – Probolinggo KM 73, Lekok, Pasir Panjang, Wates,  
Kec. Lekok, Pasuruan. Jawa Timur 67186

Pasuruan, 28 Desember 2022

Peserta



Cris Trianto Setyono  
NRP. 10211910000018

Mengetahui,

Pembimbing Lapangan



Satrio Amarela  
NIP. 9417217621

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Magang Industri ini dengan judul “Laporan Magang Industri PT. Indonesia Power Grati POMU”.

Hasil Laporan Magang Industri ini, disusun untuk memenuhi kurikulum semester 7 pada Mata Kuliah Magang Industri Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Manufaktur, Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, ITS yang bertujuan untuk mengetahui penerapan ilmu yang kami dapatkan di bangku perkuliahan terutama bidang Teknik Mesin pada industri.

Dengan hormat kami mengucapkan terima kasih atas terselesaikannya laporan ini, kepada pihak yang telah membantu, membimbing, dan mendukung pembuatan laporan ini. Terima kasih kami sampaikan kepada:

1. Bapak Ir. Heru Mirmanto, M. T., selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi – ITS.
2. Ibu Dr. Atria Pradityana, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Departemen Teknik Mesin Industri ITS.
3. Bapak Mashuri, S.Si., M. T., selaku Koordinator Pelaksanaan Magang Industri.
4. Bapak Lukman Hakim, S.T, M. T., selaku Dosen Pembimbing Magang Industri.
5. Bapak Satrio Amarela selaku pembimbing lapangan sebagai ahli muda pemeliharaan mesin Blok 1-2 Grati POMU yang telah membimbing saya selama di PLTGU Grati POMU
6. Bapak Farid selaku Humas pada PT. Indonesia Power Grati POMU yang telah membantu dalam pengajuan Magang di PLTGU Grati POMU.
7. Kedua orang tua yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan.
8. Seluruh karyawan PLTGU Grati POMU. Khususnya pada bagian Pemeliharaan Mesin.
9. Sasmita, Syairozi, Reza, Ravi, Novi selaku teman kelompok Magang Industri pada bagian pemeliharaan mesin PLTGU Grati POMU, serta teman – teman Warga HMDM ITS.

Mungkin laporan ini masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, kami senantiasa menerima kritik dan saran yang membangun untuk kedepannya sehingga dapat menjadi lebih baik. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat memotivasi mahasiswa dalam melaksanakan Magang Industri.

Pasuruan, 28 Desember 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I.....	1
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.....	3
GAMBARAN UMUM PT. INDONESIA POWER GENERATION & OPERATION AND MAINTENANCE UNIT (POMU).....	3
2.1 Profile PT. Indonesia Power. ....	3
2.2 Visi, Misi dan Kompetensi Inti Perusahaan PT Indonesia Power .....	6
2.3.1 Visi PT. Indonesia Power: .....	6
2.3.2 Misi PT. Indonesia Powe: .....	6
2.3.3 Kompetensi Inti Perusahaan PT. Indonesia Power:.....	6
2.3.4 Core Values PT. Indonesia Power: .....	7
2.3.5 Tagline PT. Indonesia Power:.....	7
BAB III .....	9
PELAKSANAAN MAGANG .....	9
3.1 Pelaksanaan Magang.....	9
3.2 Metodologi Penyelesaian Tugas Khusus .....	21
3.2.1 Survei Lapangan .....	21
3.2.2 Studi Literatur .....	21
3.2.3 Pengambilan Data .....	21
3.2.4 Analisis Data.....	21
3.2.5 Diagram Alir Metodologi .....	21
BAB IV .....	23
HASIL MAGANG.....	23



4.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap .....	23
4.2 Sistem pembangkit Listrik PLTGU .....	24
4.3.1 <i>Open Cycle</i> (siklus terbuka).....	24
4.2.2 <i>Combined Cycle</i> (siklus kombinasi) .....	24
4.3 Komponen Sistem PLTGU .....	25
4.3.1 Sistem Turbin Gas generator (PLTG).....	25
4.3.2 Sistem Steam Turbine Generator (PLTU) .....	31
4.3.3 Peralatan Common Auxilliary dan Peralatan Bantu .....	34
4.4 Sistem Pemeliharaan dan <i>Maintenance</i> Gas Turbin .....	37
4.4.1 Pelaksanaan <i>Major Inspection</i> Gas Turbine 2.1 .....	39
4.5 Efisiensi Thermal PLTG .....	52
4.5.1 Perhitungan Performa <i>Heat Rate</i> PLTG 2.1 <i>Before Overhaul</i> pada pembebanan 100MW .....	53
4.5.2 Perhitungan Performa <i>Heat Rate</i> PLTG 2.1 <i>After Overhaul</i> pada pembebanan 100 MW .....	54
4.5.3 Perbandingan performa <i>Heatrte</i> PLTG 2.1 <i>Before</i> dan <i>after Overhaul</i> pada pembebanan 100 MW .....	56
BAB V .....	59
PENUTUP .....	59
5.1 Kesimpulan .....	59
5.2 Saran .....	59
DAFTAR PUSTAKA .....	61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Logo Indonesia Power.....	3
Gambar 2.2 PLTGU Grati.....	4
Gambar 2.3 Profil Pembangkit yang dimiliki oleh PT. Indonesia Power Grati Power Generation & Operation and Maintenance Unit (POMU).....	4
Gambar 2.4 Struktur Organisasi.....	5
Gambar 2.5 Struktur Organisasi Indonesia Power.....	6
Gambar 2.6 Core Values PT. Indonesia Power Core Values PT. Indonesia Power .....	7
Gambar 3.7 Diagram Alir Metodologi Pengerjaan Laporan Magang .....	22
Gambar 4.8 Konfigurasi 3-3-1 PLTGU Grati POMU .....	24
Gambar 4.9 Combined cycle.....	24
Gambar 4.10 Siklus Brayton GTG.....	25
Gambar 4.11 Operasi Gas Turbine Open Cycle .....	25
Gambar 4.12 Intake Air Filter.....	27
Gambar 4.13 Gas Turbin Start Up/Stop Schedule .....	28
Gambar 4.14 Beberapa Platform yang menyuplai bahan bakar Gas Turbin .....	29
Gambar 4.15 Siklus rankine STG .....	31
Gambar 4.16 Spesifikasi condenser .....	32
Gambar 4.17 Pompa LP BFP (Low Pressure Boiled feed Pump) .....	32
Gambar 4.18 Area Desalination plant.....	35
Gambar 4.19 Area water treatment plant .....	35
Gambar 4.20 Area Waste Water treatment plant .....	36
Gambar 4.21 Sea Water Intake .....	36
Gambar 4.22 Spesifikasi Mesin Gas Turbine PLTGU Grati POMU.....	37
Gambar 4.23 Pelaksanaan Preventive Maintenance Flushing MFOP (main fuel oil pump) .....	38
Gambar 4.24 Pengambilan data getaran bearing dengan alat untuk mengetahui keadaan bearing ketika bekerja .....	39
Gambar 3.25 Pemeliharaan corrective maintenance pada pompa C3WP.....	39
Gambar 4.26 Pelepasan Turbine enclosure .....	40
Gambar 4.27 Pelepasan Oil Pipe & Gas Pipe .....	41

Gambar 4.28 Proses pengangkatan upper casing turbin .....	42
Gambar 4.29 Bolt Heater sebagai alat bantu pelepasan baut horizontal dan vertical Casing turbin .....	42
Gambar 4.30 Temuan Crack pada Exhaust manifold .....	43
Gambar 4.31 Inspeksi didalam exhaust manifold .....	43
Gambar 4.32 Temuan crack pada exhaust cylinder .....	44
Gambar 4.33 Pembersihan upper exhaust cylinder .....	44
Gambar 4.34 Parts pengganti turbin blade ditest NDT sebelum dipasang.....	45
Gambar 4.35 Magnetic Test pada rotor turbine compressore .....	45
Gambar 4.36 Penetrant test pada posisi shaft bearing.....	45
Gambar 4.37 Turbine Rotor Roll out .....	46
Gambar 4.38 Repair diaphragm Compressore dengan TIG Welding .....	46
Gambar 4.39 Temuan Gosong pada housing lower Bearing .....	47
Gambar 4.40 Pengukuran Thickness liner and pivot dengan dial gauge .....	47
Gambar 4.41 Centering blade ring-seal Housing .....	48
Gambar 4.42 Penjelasan penggantian parts blade ring .....	49
Gambar 4.43 Proses pelepasan upper Blade ring .....	49
Gambar 4.44 Pengukuran bushing IGV dengan dial gauge .....	50
Gambar 4.45 Proses Disasembly roller dan IGV Blade.....	50
Gambar 4.46 Alat Test Spray Nozzle gas turbine .....	51
Gambar 4.47 Centering Transition piece menggunakan dial gauge .....	51
Gambar 4.48 Grafik performa heatrate sebelum dan sesudah overhaul .....	58
Gambar 5.49 Desain alat pembersih strainer otomatis.....	60

## DAFTAR TABEL

Tabel 3 1 Jadwal Pelaksanaan Magang Industri (Logbook)	9
Tabel 4. 3 Tabel Hasil penghitungan Performa Heatrate	56
Tabel 4 4 Tabel beberapa parameter yang mempengaruhi nilai Heatrate	57

# 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 trampil yang sesuai dengan bursa ketenagakerjaan.

Berdasarkan hal tersebut, kami sebagai Mahasiswa Departemen Teknik Mesin Industri ITS memilih PT. Indonesia Power Grati POMU sebagai tempat pelaksanaan kegiatan magang industri dengan pertimbangan PT. Indonesia Power Grati POMU memiliki kualitas manajemen operasional yang baik sehingga dapat memberikan kami lebih banyak pengetahuan yang sesuai dengan bidang teknik mesin, terutama teknologi rekayasa konversi energi dan manufaktur. Selain itu kami sebagai mahasiswa Vokasi Teknik Mesin Industri juga ingin mengetahui seputar implementasi rumpun ilmu teknik mesin terkhusus Teknologi Rekayasa Konversi Energi dan Manufaktur pada industri produksi pembangkit energi listrik sebagaimana produk yang dihasilkan oleh PT. Indonesia Power Grati POMU

### 1.2 Tujuan Magang

#### 1.2.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dilakukannya magang industri untuk:

1. Agar mahasiswa memiliki internalisasi sikap profesional dan budaya kerja yang sesuai serta diperlukan bagi IDUKA.
2. Agar mahasiswa memiliki pengetahuan yang belum/tidak dipelajari dalam proses perkuliahan 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 dilaksanakannya magang industri untuk:

1. Mengenal lingkungan serta proses produksi dan pembangkitan energi listrik.
2. Mempelajari dan memahami tentang pengaruh proses *major inspection* pada performa *heatrate* mesin Gas Turbine type M701D sebelum dan sesudah *overhaul*

### 1.3 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari magang industri ini antara lain:

1. Dapat mengenal lingkungan serta proses produksi dan pembangkitan energi listrik.
2. Dapat mempelajari dan memahami pengaruh proses *major inspection* pada performa *heatrate* mesin Gas Turbine type M701D sebelum dan sesudah *overhaul*

## BAB II

### GAMBARAN UMUM PT. INDONESIA POWER GENERATION & OPERATION AND MAINTENANCE UNIT (POMU)

#### 2.1 Profile PT. Indonesia Power.

PT. Indonesia Power adalah salah satu anak perusahaan PT. PLN (persero) yang didirikan pada tanggal 3 Oktober 1995 dengan nama PT PLN Pembangkit Jawa-Bali 1 (PT PJB 1). Tepat pada tanggal 8 oktober 1995, bertepatan dengan ulang tahunnya yang kelima, manajemen perusahaan dengan resmi mengumumkan perubahan nama menjadi PT. Indonesia Power. Perubahan nama ini merupakan upaya penegasan atas tujuan perusahaan untuk menjadi perusahaan pembangkit tenaga listrik independen yang berorientasikan bisnis murni. Dengan tuntutan dan perubahan yang terjadi di pasar ketenaga listrik Indonesia. Termasuk meningkatnya persaingan serta kebutuhan untuk melakukan privatisasi melalui sebuah IPO (*Initial Public Offering*).



Gambar 2.1 Logo Indonesia Power (*Sumber: www.plnindonesiapower.com*)

PT. Indonesia Power Unit GRATI Power Generation & Operation and Maintenance Unit (POMU) merupakan salah satu unit pembangkit yang dimiliki oleh PT. Indonesia Power. PT. Indonesia Power Unit GRATI Power Generation & Operation and Maintenance Unit (POMU) secara operasional berpusat di Desa Wates, Kecamatan Lekok, Kabupaten Pasuruan. Unit Grati menempati lahan seluas 38 hektar lahan pantai dan 35 hektar lahan reklamasi.



Gambar 2.2 PLGTU Grati

Unit Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) Grati mampu menghasilkan listrik sebesar 1350 MV yang terbagi atas 3 blok. Blok 1 terdiri atas 1 GT (*gasses turbine*) dan 1 ST (*Steam Turbine*). Blok 2 terdiri atas 3 GT (*gasses turbine*) dan 1 ST (*Steam Turbine*). Blok 3 terdiri atas 2 GT (*gasses Turbine*) dan 1 ST (*Steam turbine*). Berikut ini adalah Profile pembangkit yang dimiliki oleh PT. Indonesia Power Grati POMU

### PROFIL PEMBANGKIT



JENIS PEMBANGKIT	MANUFAKTUR	DTP	DMN	TAHUN OPERASI
<b>PLTGU GRATI CC BLOK I</b>				
Gas Turbine ( Dual Fuel )	GT : MHI GEN : SIEMENS	3 x 100,75 MW	3 x 100,25 MW	1996 s/d <a href="#">sekarang</a>
Steam Turbine	ST : MHI GEN : SIEMENS	1 x 159,58 MW	1 x 155,48 MW	1997 s/d <a href="#">sekarang</a>
<b>PLTGU GRATI CC BLOK II</b>				
Gas Turbine ( Dual Fuel )	GT : MHI GEN : SIEMENS	3 x 100,75 MW	3 x 100 MW	2002 s/d <a href="#">sekarang</a>
Steam Turbine	ST : DOOSAN-SKODA GEN : SIEMENS	1 x 195 MW	1 x 165 MW	2020 s/d <a href="#">sekarang</a>
<b>PLTGU GRATI CC BLOK III</b>				
Gas Turbine ( Gas Only )	GT : ANSALDO GEN : ANSALDO	2 x 153 MW	2 x 145 MW	2018 s/d <a href="#">sekarang</a>
Steam Turbine	ST : DOOSAN-SKODA GEN : SIEMENS	1 x 195 MW	1 x 165 MW	2018 s/d <a href="#">sekarang</a>
<b>Total</b>		<b>DTP : 1.460,06 MW DMN : 1.376,23 MW</b>		

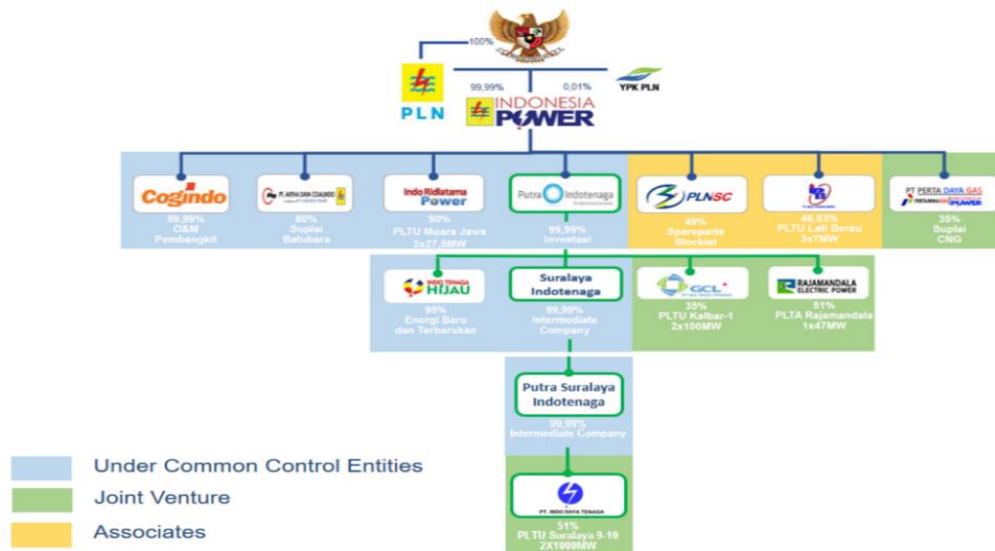
Gambar 2.3 Profil Pembangkit yang dimiliki oleh PT. Indonesia Power Grati Power Generation & Operation and Maintenance Unit (POMU) (*Sumber: www.plnindonesiapower.com*)

Kegiatan utama bisnis perusahaan ini yakni fokus sebagai penyedia tenaga listrik melalui pembangkitan tenaga listrik dan sebagai penyedia jasa operasi dan pemeliharaan pembangkit listrik yang mengoperasikan pembangkit yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia.

PT. PLN (persero) merupakan pemegang saham utama dan pengendali Indonesia Power dengan kepemilikan saham yang terdiri dari 1 lembar saham seri 1 dan 5.215.647.599 lembar saham seri 2. Struktur grup Indonesia Power terdiri dari 4 anak perusahaan, 4 perusahaan patungan

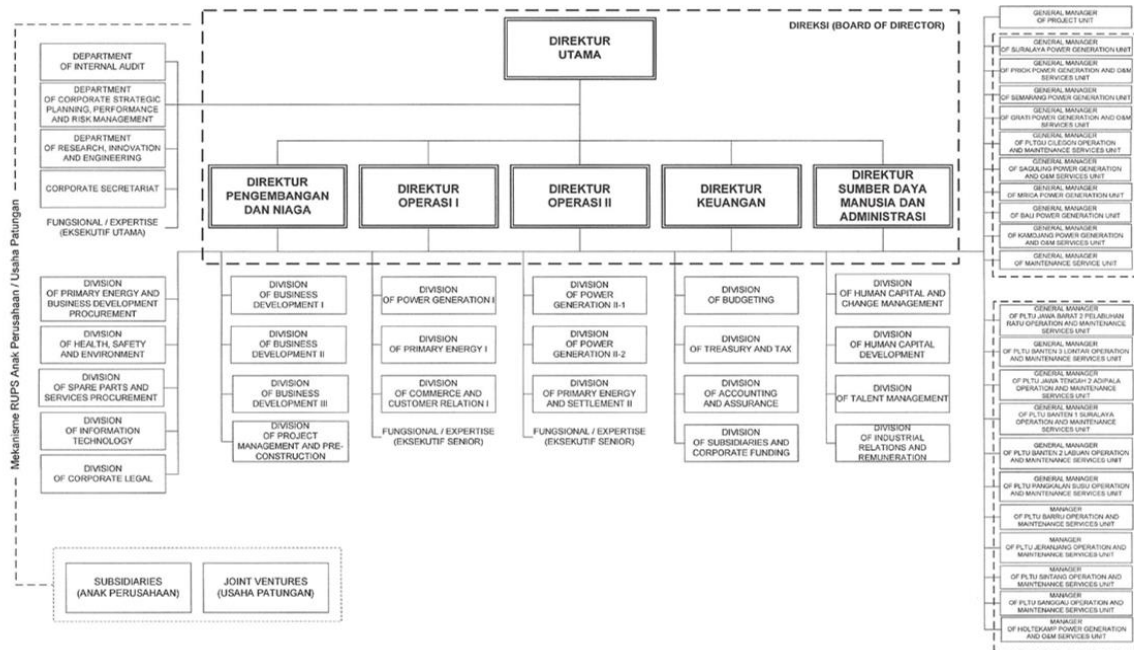


(Joint Venture Company), 2 Perusahaan Asosiasi, 3 Cucu Perusahaan (Afiliasi dari Anak Perusahaan), sebagaimana tergambar dalam struktur dibawah ini:



Gambar 2.4 Struktur Organisasi (Sumber: [www.plnindonesiapower.com](http://www.plnindonesiapower.com))

Indonesia Power telah melakukan restrukturisasi organisasi yang selaras serta fokus pada eksekusi ekselen dan dapat memenuhi tantangan pengembangan perusahaan yang berkelanjutan dengan dikeluarkannya Keputusan Direksi 57/K/010/IP/2019 tentang Struktur Organisasi Indonesia Power tanggal 28 Mei 2019 sebagai berikut,



Gambar 2.5 Struktur Organisasi Indonesia Power (Sumber: [www.plnindonesiapower.com](http://www.plnindonesiapower.com))

## 2.2 Visi, Misi dan Kompetensi Inti Perusahaan PT Indonesia Power

Visi dan Misi PT. Indonesia Power ini membantu agar PT. Indonesia Power untuk selalu berupaya mencapai idealisme dengan meningkatkan manajemen serta karyawan bahwa mereka bekerja sama demi tujuan-tujuan yang sama, yang akan menjadi sumbangan dalam keberhasilan jangka panjang perusahaan.

### 2.3.1 Visi PT. Indonesia Power:

“Menjadi Perusahaan Energi Terbaik yang tumbuh berkelanjutan”

“To Be the Best Sustainable Energy Company”

### 2.3.2 Misi PT. Indonesia Powe:

“Menyediakan Solusi Energi yang andal, Inovatif, Ramah Lingkungan, dan Melampaui Harapan Pelanggan”

“Providing Reliable, Innovate, Environmental Friendly Energy Solutions, Beyond Costumer Expectations”

### 2.3.3 Kompetensi Inti Perusahaan PT. Indonesia Power:

“Operasi dan Pemeliharaan Pembangkit serta Pengembangan Bisnis Solusi Energi”

#### 2.3.4 Core Values PT. Indonesia Power:

Sesuai dengan surat edaran Menteri BUMN nomor 7/MBU/Q7/2020 setiap Insan BUMN harus menanamkan dan mengedepankan core values dalam bekerja. Nilai-nilai tersebut terdiri dari Amanah, Kompeten, Harmonis, Loyal, Adaptif, dan Kolaboratif.



Gambar 2.6 Core Values PT. Indonesia Power Core Values PT. Indonesia Power (*Sumber: [www.bumn.go.id](http://www.bumn.go.id)*)

#### 2.3.5 Tagline PT. Indonesia Power:

“#EnergyOfThings”

Mengusung tagline #EnergyOfThings, Indonesia power bertransformasi di seluruh aspek bisnisnya untuk menuju satu titik tujuan: Menjadi perusahaan energi terbaik ditahun 2028 mendatang.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

**BAB III**  
**PELAKSANAAN MAGANG**

3.1 Pelaksanaan Magang

Tabel 3 1 Jadwal Pelaksanaan Magang Industri (Logbook)

Hari Ke-	Tanggal	Jam Mulai	Jam Selesai	Kegiatan
1	Kamis, 1 September 2022	08.00	16.00	1. hari pertamamagang saya diberi pengarahan tentang tata tertib, selanjutnya saya diterima oleh pembimbing lapangan saya di bagian pemeliharaan mesin blok 1&2
2	Jumat, 2 September 2022	08.00	16.00	1. pagi hari diawali dengan senam pagi. 2. inspeksi pada combustion mesin GT 6 terkait adanya temuan kerusakan didalam combustor
3	Senin, 5 September 2022	08.00	16.00	1. ikut belajar tentang sistem kontrol PLTGU di CCR (central control room) 2. melakukan inspeksi pada hidraulik damper karena ada temuan kebocoran pada piston
4	Selasa, 6 September 2022	08.00	16.00	1. melakukan inspeksi di ruang steam turbin terkait adanya kebocoran pada mesin air dryer, diperkirakan kebocoran terjadi di bagian solenoid valve pada exhaustnya
5	Rabu, 7 September 2022	08.00	16.00	1. melakukan pelepasan dan penggantian piston pada mesin hidraulik damper GT 4 2. melakukan PM Oil purifier GT 6 3. melakukan CM penggantian lub oil strainer GT 6
6	Kamis, 8 September 2022	08.00	16.00	1. melakukan PM di mesin MFOP (main fuel oil Pump) GT 4 2. melakukan PM flushing pada line bahan bakar GT 4

7	Jumat, 9 September 2022	08.00	16.00	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. melakukan 5S di area kerja</li> <li>2. melakukan PM di area HP BFP (high pressure boiler feed pump) ST 2</li> <li>3. melakukan CM penggantian pompa JOP (Jack oil pump) GT 1</li> </ol>
8	Senin, 12 September 2022	08.00	16.00	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. melakukan penggantian SWG pada flange safty valve HRSG 4</li> <li>2. awal pembukaan MI GT 2.1 oleh GM dan Para pekerja UJH (unit jasa pemeliharaan)</li> </ol>
9	Selasa, 13 September 2022	08.00	16.00	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. awal pembukaan PI ST oleh GM</li> <li>2. saya ikut didalam PI di bagian Condenser dan WO yang pertama adalah drain air pada water box kondenser</li> </ol>
10	Rabu, 14 September 2022	08.00	16.00	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. saya ikut pembersihan debris filter di kondenser</li> </ol>
11	Kamis, 15 September 2022	08.00	16.00	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. saya ikut proses allignment pompa Firefighting menggunakan alat laser allignment.</li> <li>2. update pekerjaan OH GT4 hari ini adalah pelepasan baut radial dari casing combustion chamber sampai body exhaust</li> </ol>
12	Jumat, 16 September 2022	08.00	16.00	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. hari ini melakukan proses roll-out pompa lub oil ST</li> <li>2. update pekerjaan OH GT4 hari ini adalah inspeksi pada exhaust duck untuk mencari crack</li> </ol>
13	Senin, 19 September 2022	08.00	16.00	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. hari ini melakukan Roll-in pompa lub oil ST</li> <li>2. update pekerjaan OH GT 4 hari ini adalah pelepasan casing top combustion chamber</li> </ol>
14	Selasa, 20 September 2022	08.00	16.00	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. CM penggantian Gland packing Bypass Control Valve ST 2</li> <li>2. update pekerjaan OH GT4 melepaskan upper casing atas dari compressor</li> </ol>

15	Rabu, 21 September 2022	08.00	16.00	<p>1. hari ini melakukan inspeksi pada line strainer superheater HRSG 5</p> <p>2. melakukan SPV penggantian PRV (pressure relief valve) pada Line HP menuju ke drum</p> <p>3. Update Pekerjaan OH GT4 pengangkatan top casing exhaust</p>
16	Kamis, 22 September 2022	08.00	16.00	<p>1. hari ini melakukan penggantian seal gland packing pada valve bypass ST 2</p> <p>2. melakukan penggantian baut manhole HP drum HRSG 5</p> <p>3. update pekerjaan OH GT4 hari ini adalah pengambilan data Clearance setiap blade vane pada kompressor</p>
17	Jumat, 23 September 2022	08.00	16.00	<p>1, melakukan PM di area LP BHP (low pressure boiled feed pump)</p> <p>2. update pekerjaan OH GT4 hari ini adalah Pelepasan baut-baut yang ada di bagian shaft turbin dan melakukan persiapan pengangkatan shaft</p>
18	Senin, 26 September 2022	08.00	16.00	<p>1. hari ini melakukan instalasi flowrate meter pada kontrol valve BBM GT4</p> <p>2. update pekerjaan OH GT4 hari ini adalah pengangkatan shaft gas turbin</p>
19	Selasa, 27 September 2022	08.00	16.00	<p>1. hari ini melakukan pengelasan pada line branch tie dari Feed water pump kedalam HRSG 3</p> <p>2. update kegiatan OH GT4 hari ini adalah pelepasan dari blade dan melakukan cleaning</p>
20	Rabu, 28 September 2022	08.00	16.00	<p>1. PM penggantian filter air pada air damper fan GT 4 dan GT 6</p> <p>2. melakukan regreasing pada bearing pompa air intake ST</p>
21	Kamis, 29 September 2022	08.00	16.00	<p>1. hari ini melakukan penggantian SWG flange pipa HP BFP</p> <p>2. melakukan regreasing IGV (inlet gas vane)</p>

				3. update pekerjaan OH GT4 hari ini adalah melakukan pre allignment check pada rotor generator menggunakan dial gauge
22	Jumat, 30 September 2022	08.00	16.00	1. melakukan 5S di lingkungan dapur 2. melakukan SPV pada pekerjaan centerinf dan penggantian engsel manway HP Drum 3. update pekerjaan OH GT4 melakukan cleaning dan pengambilan data clearance pada shaft turbin
23	Senin, 3 Oktober 2022	08.00	16.00	1. hari ini melakukan PM pada area LP BCP (Low pressure boiler circulating pump) 2. PM di area MOT (Main Oil Tank) 3. update pekerjaan OH GT4 hari ini adalah melakukan pengetesan dan Analisa pada permukaan shaft oleh team engineer
24	Selasa, 4 Oktober 2022	08.00	16.00	1. hari ini melakukan proses roll-out pada control valve 184 GT4 2. update pekerjaan OH GT4 hari ini adalah proses roll in shaft, pemasangan journal bearing, penggantian nozzle, chamber dan ignitor
25	Rabu, 5 Oktober 2022	08.00	16.00	1. hari ini melakukan pengelasan pada flange bypass preheater feedwater & auxiliary. 2. melakukan inspeksi ke dalam HRSG 2 3. update pekerjaan OH GT4 hari ini adalah pemasangan journal bearing, penggantian nozzle, chamber dan ignitor
26	Kamis, 6 Oktober 2022	08.00	16.00	1. PM flushing line bahan bakar dan pengambilan data getaran motor pompa dengan alat VibPro 2. melakukan penggantian strainer FOTP (fuel oil tank pump) 3. update pekerjaan OH GT 4 hari ini adalah pemasangan baut body shaft turbin.



27	Jumat, 7 Oktober 2022	08.00	16.00	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. melakukan 5S diarea bengkel</li> <li>2.melakukan pembersihan strainer MFOP</li> <li>3. update pekerjaan OH GT 4 hari ini adalah pemasangan baut body shaft turbin.</li> </ol>
28	Senin, 10 Oktober 2022	08.00	16.00	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. hari ini melakukan PM lub oil sistem</li> <li>2.melakukan PM pada area rotor turbin gas 3 yang telah di roll-out</li> <li>3. update pekerjaan OH GT4 hari ini roll in ring blade pada body</li> </ol>
29	Selasa, 11 Oktober 2022	08.00	16.00	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. hari ini melakukan roll-in CV 184</li> <li>2. melakukan PM pengecekan Control oil</li> <li>3. update pekerjaan OH GT4 hari ini proses pengelasan pada bagian exhaust duck</li> </ol>
30	Rabu, 12 Oktober 2022	08.00	16.00	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Melakukan beberapa PM di GT 2.3, yaitu antara lain -PM Lube Oil System - PM MLOP -PM c/o System -PM Cleaning MOT 2. PM SWBP ST 1.0 A&amp;B</li> <li>3. Cleaning Filter Seal Air Fan A GT 2.3.</li> </ol>
31	Kamis, 13 Oktober 2022	08.00	16.00	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. hari ini melakukan PM pembersihan strainer fuel oil drain pump</li> <li>2. update pekerjaan OH GT hari ini proses pemasangan cover atas bagian auxilliari dan bagian kompresor</li> </ol>
32	Jumat, 14 Oktober 2022	08.00	16.00	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Senam bersama sebagai kegiatan rutin di PLTGU Grati</li> <li>2. PM Visual Check C3WP &amp; Piping ST 2.0</li> <li>3. update pekerjaan OH GT4 hari ini adalah melakukan beberapa finishing.</li> </ol>
33	Senin, 17 Oktober 2022	08.00	16.00	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Melakukan pergantian oil kompresor pada GT 4.</li> <li>2. melakukan beberapa PM -PM IAF GT 1.2 -PM HP BCP #A dan #B HRS1.2</li> </ol>

				3. Assembly Torque Convender Spare (Roll Out GT 6)
34	Selasa, 18 Oktober 2022	08.00	16.00	1. Perbaiki Line Sea Water Outlet Cooling HE (heat exchanger) Vacum Pump #B ST 2.0 2. Assembly Torque Spare ( Roll out GT 2.3)
35	Rabu, 19 Oktober 2022	08.00	16.00	1. Mengganti Packing Control oil 2. PM JOP ST 1.0 PM JOP 3. Cleaning, Assembly, & Test Spray Nozzle Oil Gas Turbin
36	Kamis, 20 Oktober 2022	08.00	16.00	1 .Melakukan beberapa PM rutin -PM visual check preheater recirculating pump & piping HRSG 2.1 -PM pergantian pelumas MFOP GT 2.1 -PM fueal oil transfer pump blok 2 2. Cleaning, Assembly, & Test spray nozzleoil gas turbin 3. Memindahkan spesial tools dari ruang torsi mekanik ke kontainer manajemen tools (Man-Tools).
37	Jumat, 21 Oktober 2022	08.00	16.00	1. 5S di area bengkel 2. Melakukan PM air compressore ST 2.0
38	Senin, 24 Oktober 2022	08.00	16.00	1. PM IAF (Inlet air filter) 2.1 2. PM Replace supply filter CO 2.2 & 2.3 3. Pergantian Lube Oil Strainer GT 2.1
39	Selasa, 25 Oktober 2022	08.00	16.00	1. Aligment CEP (Cooled extrusing Pump) #B ST 2.0 2. Penggantian Line Outlet HE CVP (Heat Exchanger Cooling vacuum pump) #B
40	Rabu, 26 Oktober 2022	08.00	16.00	1. PM JOP A & B GT 1.2 2. PM diverter damper GT 2.3

41	Kamis, 27 Oktober 2022	08.00	16.00	<p>1. PM MFOP dan Flushing Line bahan bakar GT 2.3</p> <p>2. PM Regreasing Sperichal bearing for hydraulic cylinder divender damper HRSG 2.1</p> <p>3. Melakukan coating pada line outlet HE Vacuum pump yang baru saja di buat.</p>
42	Jumat, 28 Oktober 2022	08.00	16.00	<p>1. senam pagi bersama pegawai yang lainnya</p> <p>2. PM Pengecekan &amp; regreasing chain coupling JOP ST 1.0</p> <p>3. PM Condensor Vacuum Pump ST 1.0</p>
43	Senin, 31 Oktober 2022	08.00	16.00	<p>1. PM IAC (intake air compressor) #A &amp; #B ST 1.0</p> <p>2. PM Condensor Piping Pump ST 1.0</p> <p>3. Pekerjaan Di Vacuum Pump #B ST 1.0m yaitu uji running motor setelah kemarin di alligment</p>
44	Selasa, 1 November 2022	08.00	16.00	<p>1. Melakukan PM Lube Oil Strainer GT 2.1</p> <p>2. Ganti bearing DE dan NDE pompa Blowdown transfer pump (A) HRSG 2.3</p> <p>3. melakukan perbaikan sambungan line IAC GT #6 yang mengalami kebocoran</p>
45	Rabu, 2 November 2022	08.00	16.00	<p>1. Perbaikan Line Sea Water Outlet Cooling HE Vacuum Pump #B ST 2.0 yaitu penggantian Flange dan pembubutan pada line HE</p> <p>2. Ganti Bearing DE dan NDE pompa Blowdown transfer pump A HRSG 2.3</p>
46	Kamis, 3 November 2022	08.00	16.00	<p>1. Ganti Bearing DE dan NDE pompa Blowdown transfer pump A HRSG 2.3 - melakukan aligment DE dan NDE pompa Blowdown transfer pump A HRSG 2.3</p> <p>2. Cleaning strainer yang kotor cleaning dilakukan dengan menyemprotkan udara bertekanan pada strainer.</p>

				3. Perbaiki Line Sea Water Outlet Cooling HE Vacuum Pump B ST 2.0 - melakukan penyambungan line dan flange dengan cara pengelasan. metode pengelasan yang dipake adalah pengelasan argon.
47	Jumat, 4 November 2022	Izin tidak masuk magang		
48	Senin, 7 November 2022	08.00	16.00	1.Pemasangan Line Sea Water Outlet Cooling HE Vacuum Pump B ST 2.0 setelah dilakukan perbaikan line sea water outlet dan melakukan recoating sebelumnya, hari ini dilakukan pemasangan line yang telah dibuat 2. Perbaiki/Lapping B/V Bypass HP Feed Water HRSG 1.2
49	Selasa, 8 November 2022	08.00	16.00	1. Perbaiki/Lapping B/V Bypass HP Feed Water HRSG 1.2 #Bocor 2. Melakukan penukaran tabung N2 yang telah habis. tabung N2 ini berfungsi untuk melakukan leak test Nozzle oil . 3. Melakukan spray test dan leak test Noozle oil yang akan di bawa ke bali.
50	Rabu, 9 November 2022	08.00	16.00	1. Perbaiki/Lapping B/V Bypass HP Feed Water HRSG 1.2 #Bocor - Melanjutkan pekerjaan B/V Bypass HP feed water, 2. Ganti Bearing DE dan NDE pompa C3WP ST 1.0 #A - melakukan pembongkaran C3WP #A di ST 1.0, pembongkaran dilakukan untuk mengganti bearing DE dan NDE pada pompa C3WP
51	Kamis, 10 November 2022	08.00	16.00	1. Perbaiki/Lapping B/V Bypass HP Feed Water HRSG 1.2 #Bocor - Melanjutkan pekerjaan B/V Bypass HP feed water yang kemarin masih bocor. 2. Ganti Bearing DE dan NDE pompa C3WP #A ST 1.0 - Melakukan

				pengukuran inside dan outside pada Bearing, Housing, dan Shaft Adapter
52	Jumat, 11 November 2022	08.00	16.00	1. Ganti Bearing DE dan NDE pompa C3WP #A ST 1.0 - Melakukan pengukuran inside dan outside pada Bearing, Housing, dan Shaft Adapter
53	Senin, 14 November 2022	08.00	16.00	1. Perbaiki Pompa C3WP ST #1.0 B - membongkar pompa C3WP untuk mengukur tingkat kerataan shaft.
54	Selasa, 15 November 2022	08.00	16.00	1. melanjutkan Perbaikan Pompa C3WP ST #1.0 B. proses roll in bearing dan pengukuran clearance pada bearing
55	Rabu, 16 November 2022	08.00	16.00	1. melanjutkan pekerjaan Perbaikan Pompa C3WP ST #1.0 B – proses assembly part dari pompa
56	Kamis, 17 November 2022	08.00	16.00	1. melanjutkan pekerjaan Perbaikan Pompa C3WP ST #1.0 B –
57	Jumat, 18 November 2022	08.00	16.00	1. melanjutkan pekerjaan Perbaikan Pompa C3WP ST #1.0 B –
58	Senin, 21 November 2022	08.00	16.00	1. CM Assembly C3WP ST 1.0 - melakukan pemasangan C3WP setelah diganti bearing sebelumnya.
59	Selasa, 22 November 2022	08.00	16.00	1. CM Assembly C3WP ST 1.0 - Melakukan tes C3WP untuk melihat terjadinya kebocoran, setelah dilakukan tes ternyata terjadi kebocoran yang disebabkan packing yang rusak sehingga perlu dilakukan pergantian packing lagi
60	Rabu, 23 November 2022	08.00	16.00	1. melakukan alignment pada motor dan pompa C3WP dengan menggunakan dial gauge dan penambahan shim.
61	Kamis, 24 November 2022	08.00	16.00	1. melakukan alignment pada motor dan pompa C3WP dengan menggunakan dial gauge
62	Jumat, 25 November 2022	08.00	16.00	1. melakukan alignment pada motor dan pompa C3WP dengan menggunakan dial gauge. Dan setelah selesai maka

				dilanjutkan pemasangan coupling dan running test mesin
63	Senin, 28 November 2022	08.00	16.00	<p>1. PM Aux Gear GT 1.2 &amp; GT 2.2 - melakukan PM rutin Aux Gear pada GT 1.2 DAN GT 2.2</p> <p>2. PM Torque Converter GT 2.2 - Melakukan perawatan Torque Converter yang berada pada GT 2.2, mengecek oil dan tekanan torque apakah masih normal atau tidak.</p> <p>3. Melepas coupling motor pompa CVP #A ST 2.0, pelepasan coupling ini dilakukan karena motor CVP #A akan dilakukan pergantian bearing motor.</p>
64	Selasa, 29 November 2022	08.00	16.00	<p>1. Melakukan PM purifikasi control oil GT 6. 2. Identifikasi Clearance Blowdown Transfer Pump HRSG 2.2 #B</p> <p>3. Pergantian Nozzle gas GT 2, posisi nozzle yang diganti adalah nomor 7 karena terdapat deviasi temperature yang tinggi (-70 derajat celsius dengan rata-rata temperatur)</p>
65	Rabu, 30 November 2022	08.00	16.00	<p>1. PM Aux Gear GT 2.1</p> <p>2. PM Torque Converter GT 2.1</p> <p>3. Pergantian Bearing &amp; Pengukuran Clearance Blowdown Transfer Pump HRSG 2.2 #B</p>
66	Kamis, 1 Desember 2022	08.00	16.00	<p>1. Pergantian Bearing &amp; Pengukuran Clearance Blowdown Transfer Pump HRSG 2.2 #B pemasangan spare bearing dan</p>
67	Jumat, 2 Desember 2022	08.00	16.00	<p>1. Alignment coupling motor pompa CVP #A ST 2.0</p> <p>2. melakukan kegiatan 5S di bengkel</p>
68	Senin, 5 Desember 2022	08.00	16.00	<p>1. melakukan penambahan support pada line hydraulic CV yang bocor karena getaran</p>
69	Selasa, 6 Desember 2022	08.00	16.00	<p>1. melanjutkan pekerjaan penambahan support pada line hydraulic CV yang bocor karena getaran</p>
70	Rabu, 7 Desember 2022	08.00	16.00	<p>1. Pengecatan dinding di area bengkel untuk persiapan audit kebersihan di hari senin dan selasa minggu depan</p>

71	Kamis, 8 Desember 2022	08.00	16.00	1. melakukan persiapan sebelum penggantian torque converter GT 2.2 seperti cleaning spare torque dan relokasi spare ke area GT 2.2
72	Jumat, 9 Desember 2022	08.00	16.00	1. melakukan 5S diarea lingkungan bengkel untuk persiapan audit kebersihan di hari senin dan selasa 2. melakukab persiapan sebelum penggatian torque converter seperti tools dsb.
73	Senin, 12 Desember 2022	08.00	16.00	1. melakukan proses instalasi torque converter pada GT 2.2
74	Selasa, 13 Desember 2022	08.00	16.00	1. melakukan alignment pada torque converter yang sudah di instal
75	Rabu, 14 Desember 2022	08.00	16.00	1. melakukan alignment pada torque converter yang sudah di instal dan finishing dan percobaan running test oleh engineer 2. melakukan relokasi spare torque converter yang telah diganti menuju bengkel dan dilanjutkan roll-out
76	Kamis, 15 Desember 2022	08.00	16.00	1. melanjutkan proses roll-out torque converter dan pelepasan bearing kemudian melakukan Analisa pada setiap bagian torque converter
77	Jumat, 16 Desember 2022	08.00	16.00	1. melakukan persiapan penggantian torque converter GT 2.3 dan relokasi spare torque dari Gudang utara menuju area GT 2.3 2. melakukan persiapan penggantian Combustion chamber GT 2.3 dan relokasi spare dari Gudang menuju area GT 2.3
78	Senin, 19 Desember 2022	08.00	16.00	1. hari ini melakukan SPV pada pengecekan Line Superheater di dalam HRSG yang mengalami kebocoran

79	Selasa, 20 Desember 2022	08.00	16.00	1. hari ini melakukan SPV pada pengecekan Line Superheater di dalam HRSG yang mengalami kebocoran 2. Melakukan pembersihan spare lub oil strainer Gas turbin
80	Rabu, 21 Desember 2022	08.00	16.00	1. hari ini melakukan SPV pada pengecekan Line Superheater di dalam HRSG yang mengalami kebocoran
81	Kamis, 22 Desember 2022	08.00	16.00	1. penggantian lub oil strainer GT 2.3 #A & #B 2. pemasangan enclosure auxiliary GT 2.3 3. relokasi spare torque converter GT 2.3 ke area bengkel
82	Jumat, 23 Desember 2022	08.00	16.00	1. Cleaning lub oil strainer GT 2.3 2. 5S diarea bengkel
83	Senin, 26 Desember 2022	Izin tidak masuk magang		
84	Selasa, 27 Desember 2022	08.00	16.00	1. Melakukan Pengukuran Clearance pada spare Torque Converter Roll out GT 2.2
85	Rabu, 28 Desember 2022	08.00	16.00	1. Melakukan Pengukuran Clearance pada spare Torque Converter Roll out GT 2.2
86	Kamis, 29 Desember 2022	08.00	16.00	1. Melakukan Pengukuran Clearance pada spare Torque Converter Roll out GT 2.2
87	Jumat, 30 Desember 2022	08.00	16.00	1. 5S Dilingkungan bengkel 2, Melakukan Presentasi Laporan magang 3. melakukan perpisahan dengan karyawan Pemeliharaan Mesin



## 3.2 Metodologi Penyelesaian Tugas Khusus

### 3.2.1 Survei Lapangan

Survei lapangan di PT. Indonesia Power Grati POMU untuk menemukan sumber permasalahan dan mengikuti pekerjaan *major inspection* GT 2.1

### 3.2.2 Studi Literatur

Melakukan studi literatur sesuai dengan hasil survei lapangan yang telah dilakukan.

### 3.2.3 Pengambilan Data

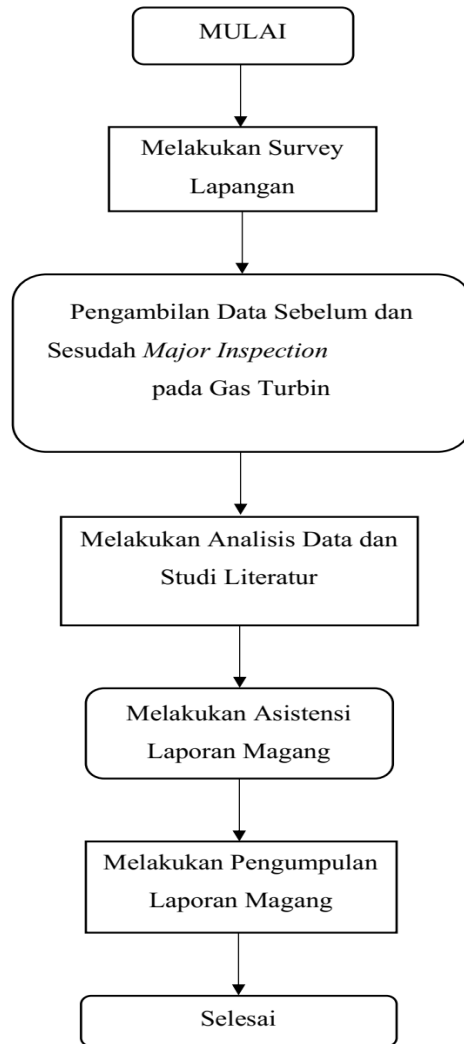
Pengambilan data dilakukan untuk melengkapi laporan magang industri.

### 3.2.4 Analisis Data

Melakukan Analisa terhadap Performance *heatrate* Gas Turbine Sebelum dan sesudah *Major Inspection*

### 3.2.5 Diagram Alir Metodologi

Diagram alir metodologi pengerjaan laporan magang industri dapat dilihat pada gambar 3.11 yang ada di bawah ini :



Gambar 3.7 Diagram Alir Metodologi Pengerjaan Laporan Magang

## BAB IV

### HASIL MAGANG

#### 4.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap

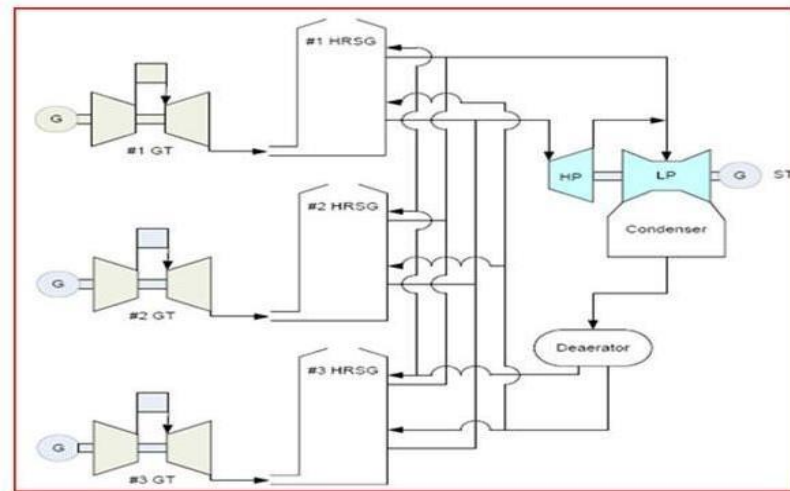
Pembangkit listrik Tenaga uap dan Gas adalah sebuah gabungan dari 2 sistem pembangkit listrik yaitu Pembangkit listrik tenaga gas (PLTG) dan Pembangkit listrik tenaga Uap (PLTU). Penggabungan dari kedua pembangkit ini dinilai lebih efisien karena menggabungkan 2 siklus dari pembangkit tersebut, yaitu Siklus *rankine* pada PLTU dan siklus *brayton* pada PLTG. Dan gabungan dari siklus tadi disebut dengan *combined cycle*.

Sistem kerja dari PLTGU pada dasarnya adalah pemanfaatan energi panas yang dihasilkan oleh gas buang PLTG yang suhunya  $\pm 500$  derajat celcius untuk memanaskan air yang selanjutnya akan menjadi uap jenuh kering. Uap inilah yang akan digunakan untuk memutar baling-baling pada turbin uap dan kemudian memutar *shaft* pada generator yang akan membangkitkan energi listrik.

Keuntungan dari PLTGU adalah efisiensi thermal yang tinggi, tingkat konsumsi bahan bakar yang rendah, pembangunan yang relatif lebih cepat, kapasitas dayanya yang bervariasi, penggunaan bahan bakar yang bervariasi antara gas dan HSD oil, dan fleksibilitas tinggi.

Komponen PLTGU yang mendukung terjadinya *combined cycle* adalah HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*) komponen ini bekerja mirip seperti boiler, yakni memindahkan panas yang digunakan untuk mengubah air menjadi uap dengan bantuan panas. Pada HRSG panas yang digunakan berasal dari energi panass yang terkandung didalam gas buang PLTG, sehingga sebelum *combined cycle* berjalan gas turbin akan diaktifkan terlebih dahulu sebagai sumber energi panas dari HRSG.

Dalam HRSG terdapat pipa dan tubing yang nantinya akan dialiri air dan dipanaskan ddengan gas panas dari PLTG. Uap yang terkumpul akan diarahkan untuk memutar turbin uap, sedangkan airnya akan dikembalikan ke drum untuk disirkulasi lagi kedalam pipa-pipa pemanas bersama dengan air pengisi yang baru. Pada PLTGU Grati POMU menggunakan Konfigurasi Pembangkitnya yaitu 3-3-1, yakni 3 Turbin Gas, 3 HRSG, dan 1 Turbin Uap



Gambar 4.8 Konfigurasi 3-3-1 PLTGU Grati POMU

## 4.2 Sistem pembangkit Listrik PLTGU

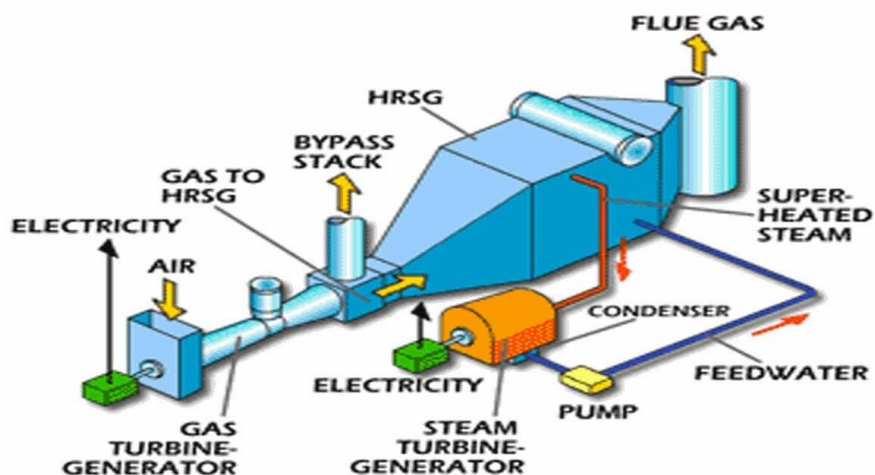
Terdapat 2 macam metode pembangkit yang ada di PLTGU Grati POMU

### 4.3.1 *Open Cycle* (siklus terbuka)

Pada proses open cycle, energi panas yang dihasilkan oleh gas buang (exhaust gas) gas turbine dialirkan langsung ke udara dan tidak dimasukkan kedalam HRSG untuk proses pembangkitan energi lagi.

### 4.3.2 *Combined Cycle* (siklus kombinasi)

Pada siklus ini energi panas hasil dari gas buang (exhaust gas) gas turbine dimasukkan ke dalam HRSG untuk memanaskan air yang ada pada pipa-pipa HRSG dan nantinya akan dimanfaatkan untuk proses pembangkitan energi listrik lagi.



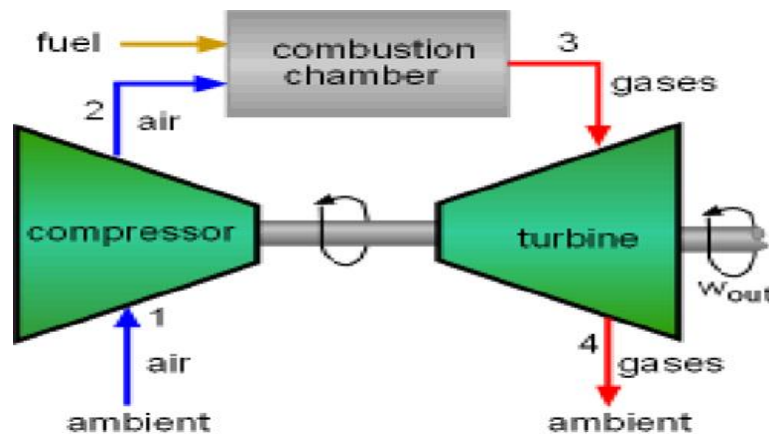
Gambar 4.9 Combined cycle (Sumber: [www.power.mhi.com](http://www.power.mhi.com))

### 4.3 Komponen Sistem PLTGU

#### 4.3.1 Sistem Turbin Gas generator (PLTG)

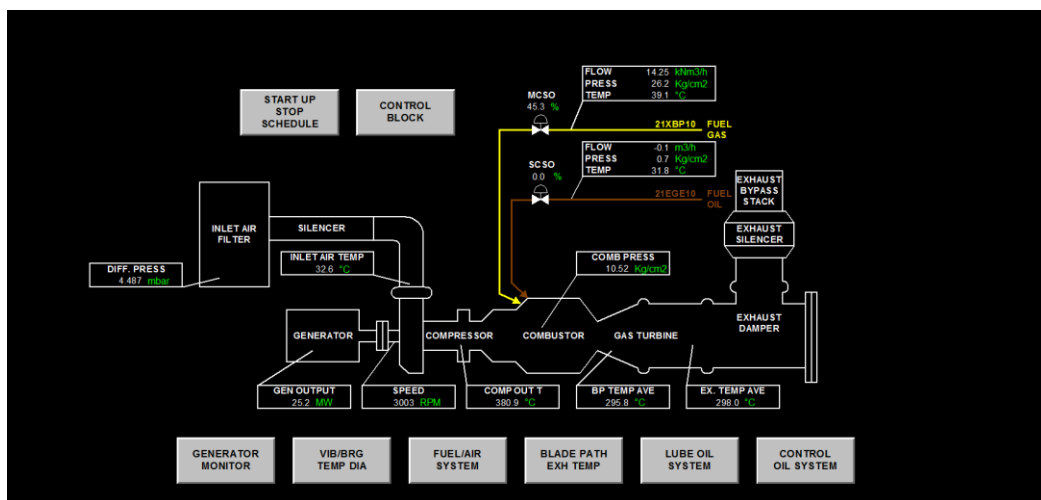
Turbin Gas merupakan komponen utama dalam PLTG, yang berfungsi memutar generator sehingga mampu membangkitkan energi listrik. Energi panas yang didapat dari turbin berasal dari proses pembakaran bahan bakar yang dicampur dengan udara di dalam ruang bakar.

Siklus yang terjadi dalam Sistem GTG adalah Siklus *brayton*



Gambar 4.10 Siklus Brayton GTG

Prinsip kerjanya terdiri dari 4 langkah, yang pertama Proses Kompresi udara didalam *axial compressor*, yang kedua adalah proses pembakaran bahan bakar dan udara didalam ruangan *combustion chamber*, yang ketiga adalah proses ekspansi untuk menggerakkan sudu-sudu (vane) turbin, dan yang keempat adalah proses pembuangan sisa panas ke udara.



Gambar 4.11 Operasi Gas Turbine Open Cycle

Didalam sistem Gas Turbine Generator (GTG) terdapat beberapa komponen utama, yaitu:

1. Turbine, merupakan tempat terjadinya konversi energi kinetik dan panas menjadi energi mekanik yang digunakan sebagai penggerak generator dan komponen lainnya.
2. Generator, adalah tempat terjadinya pembangkitan energi listrik. Oleh putaran shaft dari Generatornya.
3. Compressor, berfungsi menghasilkan udara bertekanan yang digunakan media pembakaran didalam ruang pembakaran (*combustion chamber*)
4. Combustion Chamber (ruang bakar) merupakan tempat terjadinya pembakaran bahan bakar pada sistem *Gas Turbin Generator*, komponen pendukung yang ada dalam ruang bakar.;
  - a. *Nozzle*, alat yang digunakan untuk menyembrotkan bahan bakar kedalam ruang bakar.
  - b. *Igniter*, berfungsi penyalat awal dalam ruang bakar.
  - c. *Flame Detector*, berfungsi sebagai sensor/pendeteksi terjadinya pembakaran pada ruang bakar yang selanjutnya dikirim ke ruang kontrol,
5. *Intake Air Filter*, merupakan tempat masuknya udara bebas ke dalam kompressor. Sebelum masuk udara disaring menggunakan filter udara yang disusun sedemikian rupa agar mengurangi udara yang kotor masuk kedalam.



Gambar 4.12 Intake Air Filter

6. Pompa bahan bakar saat operasi HSD oil, berfungsi menyuplai bahan bakar yang masuk ke ruang bakar dan memberi tekanan agar sesuai dengan yang diinginkan.
7. *Starting motor*, berfungsi memberikan tenaga awal pada saat start-up sistem GTG letak dari *starting motor* berada dalam *auxiliary*

Turbin gas yang digunakan di PLTGU Grati adalah turbin gas buatan Mitsubishi tipe MW 701 D yang terdiri dari kompresor dengan 19 tingkat sudu, ruang bakar dengan 18 *Nozzle. Inlet Guide Vane (IGV)* dipasang didepan sudu tingkat 1 kompresor, dimana IGV merupakan pengatur *flow* udara. Pembukaan IGV diatur untuk mengontrol *temperature exhaust gas* dan meminimalkan efek *surging* saat *start-up* atau kegagalan kinerja dari *compressore*.

Proses pembakaran diawali dengan percikan api dari 2 buah pemantik (*Igniter*) dari *combuster*. Api memercik selama 10 detik, jika bahan bakar yang digunakan adalah gas, dan akan memercik selama 60 detik jika bahan bakar yang digunakan adalah HSD.

Dari setiap *combuster*, api dideteksi temperaturnya untuk mengetahui pola api didalam ruang bakar. Didalam ruang bakar terdapat *flame detector* yang merupakan UV dan ada *flame Scanner* untuk mendeteksi penyalaan api. Jika *flame Detector* tidak mendeteksi adanya penyalaan api, jadi terdapat kegagalan *firing* didalam *combuster*.

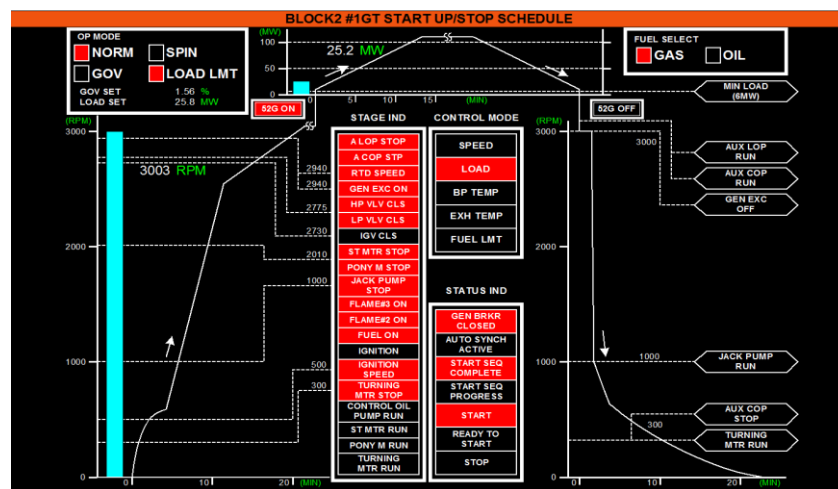
Gas hasil pembakaran dengan suhu dan tekanan tinggi kemudian mengalir ke turbin, mendorong dan memutar turbin sehingga menghasilkan tenaga mekanik putaran. Tenaga

mekanik yang dihasilkan dari turbin ini sebagian digunakan untuk memutar kompresor dan sebagian digunakan untuk memutar generator yang menghasilkan energi listrik. Sedangkan gas buang hasil pembakaran dibuang melalui gas buang (*Stack*) ke atmosfer atau ke HRSG saat *combined cycle*.

## Komponen Penunjang Gas Turbin Generator.

### 1. Starting Equipment

Adalah peralatan yang menggerakkan turbin sebelum Turbin mampu bergerak sendiri. Karena pada saat start turbin belum terjadi pembakaran pada bahan bakar. Setelah melewati kecepatan putaran tertentu, Ketika turbin gas sudah dapat dengan energi yang dihasilkan maka *starting device* dimatikan



Gambar 4.13 Gas Turbin Start Up/Stop Schedule

Gambar diatas adalah proses Gas Turbine Star Up hingga *Shutdown*. Tahapan-tahapan yang dilalui Start up meliputi:

1. Pemeriksaan dan persiapan sebelum start
2. *Ready ToStart*
3. *Starting device energized*, terhubung ke turbin dan start
4. Bahan bakar diinjeksikan ke ruang bakar
5. Periode *warming up*, bahan bakar ditambahkan dan putaran naik
6. Setelah Gas Turbin mampu berputar sendiri *Starting device* dilepas
7. Putaran bertambah dan mencapai *full speed no load*
8. Sinkronisasi generator
9. Pembebanan generator dengan Gas Turbine



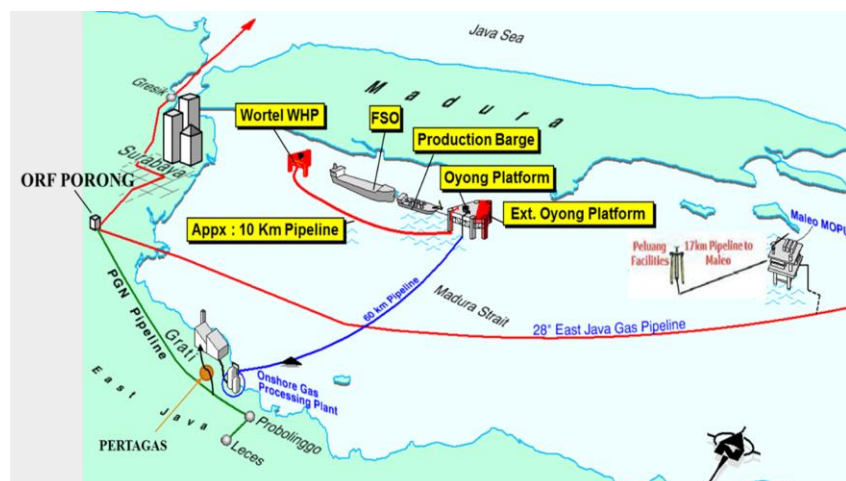
## 2. Accesory gear box

Adalah beberapa peralatan yang bertugas memindahkan putaran dari penggerak (motor) ke poros yang akan digerakkan.

## 3. Fuel System

Pada Gas Turbine Generator Grati menggunakan 2 bahan bakar yaitu *high Speed Diesel* dan *Natural Gas* yang disupply oleh beberapa Suplayer yang bekerja sama dengan PLTGU Grati Pomu *fuel System* berfungsi untuk menyediakan bahan bakar untuk pembakaran yang didesain untuk fungsi:

- Penyalan, pemanasan dan akselerasi unit
- Memberikan daya pada unit
- *Shut Down* pada unit ketika *Trip*



Gambar 4.14 Beberapa Platform yang menyuplai bahan bakar Gas Turbin

Pada sistem bahan bakar menggunakan HSD prosesnya diawali dengan penyaluran bahan bakar melalui instalasi perpipaan yang menghubungkan dari tangki HSD hingga ke ruang bakar. Bahan bakar HSD dialirkan ke dalam pipa setelah melewati filter kasar yang berfungsi untuk menyaring kotoran. Bahan bakar dipompa dengan menggunakan *Main Fuel Oil Pump* (MFOP).

Untuk mendapatkan tekanan bahan bakar yang konstan di sisi discharge MFOP dipasang katup *pressure regulator* atau *minimum flow control valve* yang berfungsi untuk mengembalikan kelebihan ke tangki. Selain itu dipasang *flow meter* untuk mengetahui penggunaan bahan bakar dan jumlah aliran bahan bakar yang masuk ke ruang bakar digunakan *control valve* (katup kendali).

Jika turbin dalam kondisi tidak beroperasi, maka *manifold drain valve* bekerja membuka, sehingga disalurkan pipa tidak terisi bahan bakar dengan tujuan

agar tidak terjadi pembakaran dalam *manifold*. Selain itu agar tidak terjadi ledakan dibuang melalui *combustor shell valve* selama *turbin gas* tidak beroperasi. Selanjutnya bahan bakar tersebut akan ditampung dalam *drain tank* untuk selanjutnya dikembalikan ke tangki bahan bakar oleh *drain pump*.

Sedangkan untuk sistem bahan bakar gas alam, gas dari *supplier* masuk ke unit melalui *gas station*. Di dalam *gas station*, gas ini melewati *scrubber* untuk memisahkan gas - gas yang mengalami kondensasi dan juga melalui separator untuk menyaring partikel-partikel yang terbawa oleh gas tersebut. Tekanan normal gas masuk turbin gas adalah  $\pm 23 - 27 \text{ kg/cm}^2$ . Jika tekanannya tinggi sampai  $> 30 \text{ Kg/cm}^2$ , maka *safety valve* yang berada di *scrubber*, *separator* dan di *pipe line* akan membuka untuk mengamankan sistem *gas station*. Bila tekanan mencapai  $21 \text{ kg/cm}^2$  akan muncul alarm *gas pressure low*. Dan jika tekanan terus menerus turun mencapai  $18 \text{ kg/cm}^2$  secara otomatis *interlog change over* ke bahan bakar minyak. Pada saat tekanan  $15 \text{ kg/cm}^2$  gas turbin akan trip, karena alarm *gas pressure low - low trip*.

#### 4. Sistem Pelumasan (*Lubricants system/Lub oil System*)

Gas Turbin memerlukan sistem pelumasan secara kontinyu untuk menunjang kinerja dari setiap komponen didalamnya. *Lube oil Oil system* terdiri dari

- a. *Lub oil Reservoir* berfungsi sebagai penampung minyak pelumas. Didalamnya terdapat *lube oil strainer* yang berguna menyaring kotoran. Setiap beberapa waktu kondisi dari minyak pelumas selalu dikontrol oleh operator atau petugas pemeliharaan mesin untuk menjaga kualitas dan dilakukan penggantian serta pembersihan dari komponen *lube oil strainer*.
- b. *Main lube oil pump* (MOP), berfungsi sebagai pompa minyak pelumas bergerak bersamaan dengan poros turbin gas (pada 3000 RPM), pompa MOP berjenis *Positif displacement pump* dengan bentuk gigi berulir dibagian dalamnya
- c. *Auxilliary Oil Pump* (AOP) merupakan pompa oil pelumas yang bekerja saat Turbin gas berada dalam kondisi *stand by*, yakni pada saat pompa MOP belum bekerja.
- d. *Emergency lube oil cooler* (EOP) akan bekerja saat tegangan listrik AC hilang dan saat tekanan dari minyak pelumas turun dibawah batas yang ditetapkan sumber daya yang digunakan EOP adalah dari tegangan DC
- e. *Vapour Extractor* berfungsi menghapus gas-gas yang terperangkap dalam *reservoir tank* dan membuatnya sedikit *vacuum*, untuk mengurangi kebocoran dari minyak pelumas.

Sistem kerja Sistem kerja *lube oil system* adalah sebelum turbin gas dioperasikan, JOP (*Jacking Oil Pump*) menyala untuk menyuplai minyak pelumas ke *bearing turbin gas* dan generator untuk mengangkat poros agar permukaan poros tidak bergesekan dengan permukaan bearing secara langsung dan

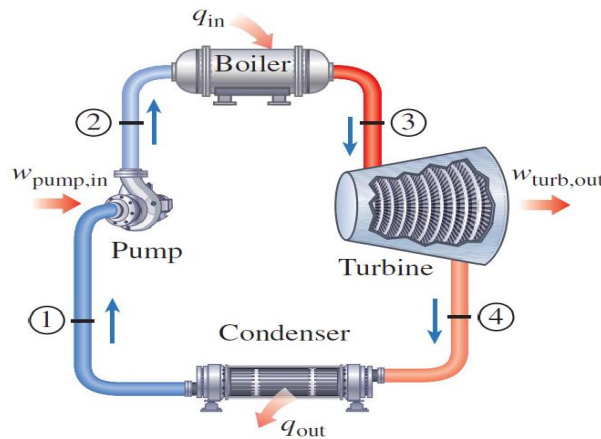
selanjutnya diputar pada putaran *turning gear*, yaitu pada putaran 3 rpm, tujuannya adalah menjaga kelurusan poros turbin atau menghindari defleksi di titik pusat beban poros. Selanjutnya setelah *gas turbine* berjalan dan putaran mulai naik hingga putaran nominal yaitu  $\pm 3000$  Rpm, maka supply minyak pelumas akan diambil oleh *Main Lube Oil (MOP)*.

#### 5. Sistem Pendingin (*cooling system*)

Sistem pendingin pada Gas Turbin menggunakan media air dan udara, dimana air digunakan untuk mendinginkan minyak dengan metode *Heat Exchanger*. Setelah digunakan untuk mendinginkan berbagai macam kebutuhan, maka air tadi akan mengalami peningkatan nilai temperature maka akan didinginkan kembali di ACWC (*air cooled water column*) yang prinsip kerjanya seperti *radiator*.

#### 4.3.2 Sistem Steam Turbine Generator (PLTU)

Sistem Steam Turbine generator menganut prinsip siklus *Rankine*, selain itu pembangkit listriknya menggunakan Generator yang digerakkan oleh turbin uap. Secara konstruksional Steam Turbine Generator terdapat lima komponen utama yaitu rumah kondenser, Pompa, HRSG, Turbin Uap dan Generator.



Gambar 4.15 Siklus rankine STG (Sumber: [www.thermopedia.com](http://www.thermopedia.com))

Siklus Rankine pada Steam Turbine terdiri dari 4 langkah kerja. Yang pertama yaitu proses ekspansi *Isentropic* dalam turbin, kedua proses Pendinginan *Isobaric* didalam Kondenser, ketiga proses kompresi *isentropic* dalam pompa, dan yang terakhir proses pemanasan *isobaric* kembali dalam HRSG.

## Komponen Utama Steam Turbine Generator.

### 1. Kondenser

Pada kondenser terjadi pendinginan *isobaric*, dimana terjadi perubahan fasa uap menjadi fasa cair. Uap berasal dari ekspansi turbin, didinginkan kembali menggunakan media cair berupa air laut yang dipompa *sea water booster pump* dan *circulating water pump* yang memompa *cooling water*.

STEAM SURFACE CONDENSER		BLOCK2	
CONTRACT NO.	277.PJ/061/IP/2016	EQUIPMENT NO.	P1MAG10AC001
MFG MODEL NO.	RS1-BS-12918-0260	YEAR BUILT	2018
DESIGN CODE	HEI 11 <sup>th</sup> EDITION	HEAT DUTY	1.288.690.000 kJ/hr
EFF. SURFACE	16.978 m <sup>2</sup>	HOTWELL CAPA.	33.0 m <sup>3</sup>
WEIGHT EMPTY	285.000 kg	OPERATING	484.000 kg
FLOODED	964.000 kg	WATERBOX / EACH	8.500 / 8.500 kg
SHELL		WATERBOX	
FLUID	STEAM	SEA WATER	
PRESSURE OPERATING	0.0739 bara	FULL VAC & 5.0 barg	
DESIGN	Full VAC & 1.03 barg	6.5 barg	
TEST	FLOODED	30.0 °C / 37.0 °C	
TEMPERATURE IN / OUT	40.01 °C / 40.01 °C	47.441 m <sup>3</sup> /hr	
FLOW RATE	659.027 kg/hr		

Gambar 4.16 Spesifikasi condenser

### 2. Pompa

Terdapat beberapa jenis pompa yang menunjang kegiatan dalam Steam Turbine yang memiliki fungsinya masing-masing. Pompa-pompa tersebut adalah;

- CEP (*Condensate Extraction Pump*), pompa yang berfungsi menyuplai air condensate menuju deaerator dengan melalui proses preheater terlebih dahulu.
- BFP (*Boiler Feed Pump*), Pompa yang menyuplai air menuju LP drum dan HP drum dari deaerator dan melewati *economizer* terlebih dahulu.



Gambar 4.17 Pompa LP BFP (Low Pressure Boiled feed Pump)

### 3. HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*)

*Heat Recovery Steam Generator* adalah peralatan yang berfungsi untuk mengubah air menjadi uap pada temperatur dan tekanan tertentu dengan memanfaatkan energi kalor gas buang (*exhaust*) dari *Turbin gas Generator* (GTG) yang tinggi dengan temperatur 500 derajat Celcius.

Komponen utama didalam HRSG, adalah sebagai berikut:

- a. Deaerator, untuk menghilangkan kandungan oksigen terlarut pada *feedwater*.
- b. *Drum*, sebagai *water reservoir*. Temperatur pada *High Pressure Drum* berkisar  $\pm 290$  derajat *celcius*, dan temperatur pada *Low Pressure Drum* berkisar  $\pm 160$  derajat *celcius*.
- c. *Superheater*, untuk menaikkan temperatur uap jenuh sampai menjadi uap panas lanjut (*superheat vapor*). *Superheat* diletakkan dengan aliran gas buang dari turbin gas. *Superheat* dipanaskan dengan temperatur keluaran dari turbin gas  $\pm 550$  derajat *celcius*
- d. *Pre-heater*, untuk pemanasan awal air yang dipompakan dari kondensor sebelum masuk ke deaerator. *Preheater* diletakkan paling ujung dari aliran gas buang dari turbin gas.
- e. *Evaporator*, untuk pemanasan air dari *Steam drum* dengan merubah fasa cair menjadi fasa gas (uap jenuh). *Evaporation High Pressure* dipanaskan dengan temperatur keluaran gas turbin  $\pm 430$  derajat *celcius*, sedangkan *evaporator low pressure* dipanaskan dengan temperatur keluaran dari turbin gas  $\pm 220$  derajat *celcius*.
- f. *Economizer*, untuk pemanasan air dari *deaerator* sebelum memasuki *steam drum* dan *evaporator*. *Economizer high pressure* dipanaskan dengan suhu keluaran dari gas turbin  $\pm 420$  derajat *celcius*. Sedangkan *economizer low pressure* dipanaskan dengan temperatur keluaran dari turbin gas  $\pm 220$  derajat *celcius*

Prinsip kerja dari HRSG adalah gas buang dari turbin gas yang temperturnya tinggi  $\pm 500$  derajat *celcius* dialirkan masuk ke HRSG untuk memanaskan air didalam pipa - pipa pemanas, kemudian gas buang ini dibuang ke atmosfer melalui cerobong dengan temperatur yang sudah rendah  $\pm 130$  derajat *Celcius*. Air dalam pipa - pipa yang berasal dari *drum* sebagian berubah menjadi uap karena proses pemanasan ini. Campuran air dan uap ini selanjutnya masuk ke *drum*. Di dalam *drum* uap dan air dipisahkan dengan *separator*.

Uap yang sudah terkumpul diarahkan untuk memutar turbin uap. sedangkan airnya dikembalikan lagi ke drum untuk disirkulasikan lagi kedalam pipa pipa pemanas bersama dengan air pengisi yang baru. Agar dapat memproduksi uap yang banyak dalam waktu yang

cepat. maka perpindahan panasnya dilakukan dengan aliran berlawanan atau *crossflow*, dan sirkulasi airnya cepat.

Ditinjau dari sumber panasnya, HRSG menjadi 2 yaitu *unfired* dan *fire* (*Auxiliary burner* atau *supplementary burner*). HRSG *unfired* adalah HRSG yang seluruh sumber panasnya diperoleh dari gas buang (*exhaust gas*) turbin gas. Sedangkan HRSG *supplementary burner* adalah HRSG yang dilengkapi dengan peralatan pembakaran bahan bakar (*burner*). Sehingga sumber panasnya diperoleh dari proses pembakaran bahan bakar.

Sama seperti gas turbin generator, pada steam turbin generator juga memiliki komponen-komponen pendukung dalam menjalankan pekerjaannya. Komponen pendukung tersebut antara lain:

- a. Sistem minyak pelumas *steam turbine* berfungsi untuk melumasi *bearing* turbin uap dan *bearing generator*, dimana pada sistem ini terdapat peralatan *Main Lube Oil Pump* (MOP), *Emergency Oil Pump* (EOP), dan *Lube Oil Cooler*.
- b. Sistem pendingin minyak pelumas, berfungsi untuk mendinginkan minyak pelumas yang panas setelah digunakan untuk melumasi *bearing-bearing* turbin uap dan generator yang kemudian dialirkan masuk kedalam *lube oil cooler*, dimana media pendingin yang digunakan adalah air (*Closed Cycle Cooling Water*). Air yang bertemperatur tinggi setelah digunakan untuk mendinginkan minyak pelumas akan didinginkan di dalam heat exchanger dengan menggunakan media pendingin air laut.
- c. Sistem minyak hidrolik, berfungsi untuk menggerakkan *control valve* (*Governor*) pada pipa suplai uap superheat untuk memutar turbin.
- d. Sistem pendingin siklus tertutup, berfungsi untuk mendinginkan *lube oil cooler steam turbine*, *generator hydrogen cooler* (GHC) *Steam turbine*, dan *hydraulic oil cooler* serta *bearing - bearing* pompa di HRSG. Sistem ini terdiri dari *Closed Cycle Cooling Water heat exchanger* (CCCW) dan *Closed Cycle Cooling Water Pump* (CCCWP).

#### 4.3.3 Peralatan Common Auxilliary dan Peralatan Bantu

Common Auxilliary dan peralatan bantu adalah peralatan yang digunakan dalam membantu menjaga keseimbangan kerja dan daya tahan unit pembangkitan diluar peralatan utama yang dimiliki oleh PLTGU Grati POMU, berikut ini beberapa peralatan Common Auxilliary dan peralatan bantu:

1. *Auxilliary Boiler*, adalah sebuah *boiler* yang berukuran kecil. Fungsi utama *auxiliary boiler* adalah penghasil steam yang dapat digunakan untuk peralatan seperti *desalination plant*, *gland steam*, dan sebagai penghasil steam ketika *steam turbine start-up*. *Auxilliary boiler* berkerja apabila tidak ada HRSG yang menghasilkan Steam.
2. *Desalination plant*, adalah sebuah tempat yang dapat menghilangkan kadar garam pada air laut, kemudian dapat digunakan sebagai *service water* untuk kebutuhan sehari-hari. Meskipun begitu air yang dihasilkan oleh *desalination plant* masih belum bisa digunakan untuk keperluan mesin pembangkit karena masih mengandung mineral dan memiliki nilai

konduktivitas tinggi. Maka dari itu air dari *desalination plant* akan diproses lagi dalam *water treatment plant*



Gambar 4.18 Area Desalination plant

3. *Water Treatment Plant (WTP)*, merupakan suatu unit untuk memproduksi air *demin* dengan menghilangkan mineral yang terlarut dalam air dengan media penukaran ion yang ada di dalamnya (Anion dan Kation) sehingga menghasilkan air yang biasa disebut *make up water*



Gambar 4.19 Area water treatment plant

4. *Waste Water Treatment Plant (WWTP)*, merupakan suatu unit yang berfungsi untuk mengolah air sisa / air limbah dari HRSG, steam turbine dan air limbah dari tempat lain. Air limbah ini tidak dapat langsung dibuang ke lingkungan, karena akan membahayakan lingkungan sehingga harus diolah dulu untuk mengontrol PH agar sesuai dengan lingkungan. Bahan kimia yang digunakan untuk mengontrol PH adalah HCL dan NAOH.



Gambar 4.20 Area Waste Water treatment plant

5. *Hydrogen (H<sub>2</sub>) Plant*, merupakan suatu unit yang berfungsi untuk menghasilkan hidrogen. Dimana pada proses ini adalah proses kimiawi antar air dengan KOH. Pada proses ini air yang digunakan adalah air dari Make-up Water. Hidrogen yang dihasilkan dari sistem ini digunakan untuk mendinginkan Generator.
6. *Chlorination Plant*, merupakan suatu unit yang berfungsi untuk menghasilkan atau memproduksi senyawa klorin untuk melemahkan biota laut dengan harapan tidak menempel pada peralatan sehingga mengganggu proses pendinginan.
7. *Sea Water Intake* merupakan unit tempat masuknya air laut yang akan digunakan sebagai air pendingin dan air penambah. Di *water intake* juga terdapat injeksi chlorin yang telah diproduksi pada chlorination plant, serta terdapat beberapa pompa yang meliputi :
  - a. *Screen Wash Pump*, pompa yang digunakan untuk menyemprot travelling screen
  - b. *Sea Water Feed Pump* merupakan pompa yang digunakan untuk mengalirkan air menuju chlorine plant dan desalination plant.
  - c. *Circulating Water Pump (CWP)* merupakan pompa yang digunakan untuk memasok air ke kondensor yang digunakan sebagai pendingin lube oil cooler pada steam turbine.

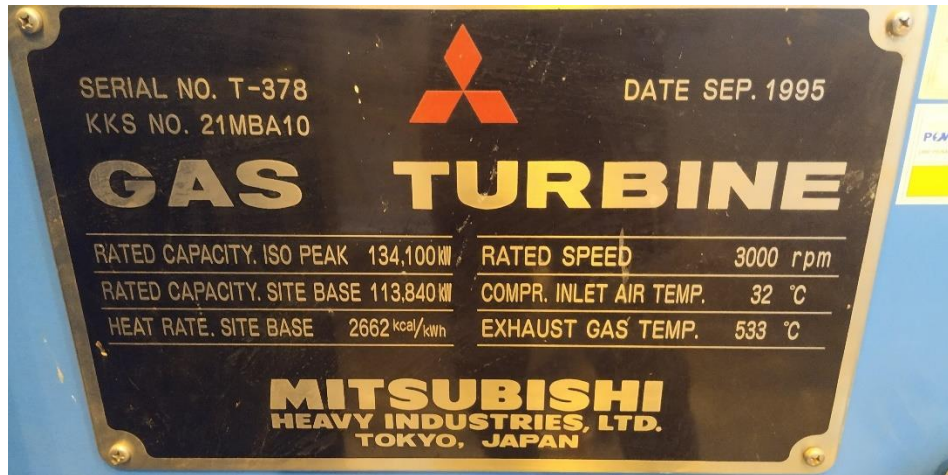


Gambar 4.21 Sea Water Intake



#### 4.4 Sistem Pemeliharaan dan *Maintenance* Gas Turbin

Gas Turbin yang dimiliki oleh PLTGU Grati POMU memiliki Type M701D buatan dari pabrik jepang Mitsubishi. Mesin ini telah dibuat pada tahun 1995 dan masih aktif hingga sekarang.



Gambar 4.22 Spesifikasi Mesin Gas Turbine PLTGU Grati POMU

Konsep *maintenance* yang dedesain oleh pabrik dan pengambilan data berdasarkan pengalaman operasi :

1. Objek dan aktivitas *maintenance*

Tujuan pemeliharaan untuk mencapai keandalan dengan mengurangi kerusakan dan *shutdown* darurat sehingga dapat menjaga efisiensi dan umur dari peralatan. *Maintenance* juga dapat mengendalikan besar pengeluaran anggaran, meningkatkan kinerja peralatan dengan biaya rendah. Dan juga meningkatkan standart keselamatan.

2. Pemeriksaan dan pemeliharaan terjadwal

- a. *Combustion Inspection*

*Combustion Inspection* merupakan inspeksi yang dilakukan pada turbin gas khususnya dibagian *combustion*, dilakukan setiap *equivalent operating hours* (EOH) sudah mencapai 8000 *hours*. Ruang lingkup inspeksinya adalah bagian *nozzle* tingkat pertama, *combustion liner*, *transmission piece*, dan *cross fire tube*

- b. *Turbine Section Inspection*

Merupakan inspeksi yang dilakukan Ketika *equivalent operating hours* (EOH) sudah mencapai 16000 *hours*. Ruang lingkup inspeksinya adalah daerah turbin dan melakukan pengecekan pada *Combustion*

- c. *Major Overhaul Inspection*

Merupakan inspeksi skala besar yang dilakukan pada turbin apabila *equivalent operating hours* (EOH) sudah mencapai 48000 *hours*. Ruang lingkup

pengerjaannya menyeluruh pada semua bagian turbin gas mulai dari *Auxilliary* hingga *exhaust kecuali kecuali* pada bagian Generator

3. Faktor yang mempengaruhi insentitas *Maintenance*

- a. Type dan kualitas bahan bakar
- b. Frekwensi *start-up*
- c. Siklus beban yang diberikan pada mesin
- d. Praktek pemeliharaan

4. *Preventive Maintenance*

Merupakan perawatan pencegahan yang telah ditentukan secara rutin maupun periodik. Keuntungan dari *preventive maintenance* adalah mengurangi kemungkinan kerusakan pada peralatan dan mencegah terjadinya *shutdown* atau trip pada peralatan. Sehingga *down time* dari peralatan



Gambar 4.23 Pelaksanaan Preventive Maintenance Flushing MFOP (main fuel oil pump)

5. *Predictive Maintenance*

*Predictive Maintenance* adalah bentuk aktivitas dalam mendeteksi perubahan fisik dari peralatan (gejala kerusakan) menggunakan tools PdM, memadukan dan menggunakan semua data diagnose dan kinerja, sejarah kerusakan, data operasi, dan data desain yang tersedia untuk menentukan pemeliharaan yang tepat sehingga memaksimalkan waktu operasi peralatan tanpa meningkatkan resiko kerusakan. Kesuksesan PdM sangat ditentukan kelengkapan dan ketepatan interpretasi



Gambar 4.24 Pengambilan data getaran bearing dengan alat untuk mengetahui keadaan bearing ketika bekerja

## 6. *Corrective Maintenance*

*Corrective maintenance* adalah pemeliharaan yang dilakukan berdasarkan kejadian khusus baik disebabkan oleh gangguan, perubahan lingkungan ataupun pemberian alat bantu yang dapat meningkatkan kinerja alat (Support)



Gambar 3.25 Pemeliharaan *corrective maintenance* pada pompa C3WP

### 4.4.1. Pelaksanaan *Major Inspection* Gas Turbine 2.1

Pelaksanaan *major inspection* gas turbin dilakukan oleh team khusus dari unit bisnis PT. Indonesia power yaitu team *maintenance service unit* (MSU). Team ini khusus menangani proses pemeliharaan terjadwal dari unit-unit pembangkit yang dimiliki oleh perusahaan. Dalam pengerjaannya terdapat Skup kerja khusus yang diberikan dalam berbagai macam peralatan yang sedang dikerjakan, dibawah ini beberapa skup yang dikerjakan saat pelaksanaan *major inspection*

## 1. Turbine Enclosure

Turbine enclosure adalah penutup luar mesin gas turbin yang berfungsi mengisolasi suara dan mereduksi suara dari mesin ketika mesin sedang bekerja. Jadi sebelum melakukan inspeksi di bagian dalam hal yang pertama dilakukan adalah membuka dahulu enclosurennya. Dibawah ini pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan di area turbine enclosure.

- Scope Pekerjaan : REMOVE TURBINE ENCLOSURE, INSTALL TURBINE ENCLOSURE
- Solusi : Cleaning Enclosure sebelum pemasangan, Melakukan perbaikan pada beberapa baut yang rusak
- Penggantian Parts : -
- Consumable Material : majun
- Final Result : Peralatan dalam kondisi bagus



Gambar 4.26 Pelepasan Turbine enclosure

## 2. Atomizing air, Fuel Oil & Gas Pipe

Pekerjaan selanjutnya adalah pelepasan pipa-pipa baik dari pipa atomizing air, pipa bahan bakar udara maupun gas. Pekerjaan pembongkaran pipa harus hati-hati dan memiliki resiko tinggi karena posisi pembongkaran yang sulit.

- Scope Pekerjaan : REMOVE ATOMIZING AIR, FUEL OIL & GAS PIPE, INSTALL ATOMIZING AIR HEADER, FUEL OIL & GAS PIPE
- Solusi : Melepas pipa dengan memberikan tanda dan menutup lubang pipa agar kotoran tidak masuk, Memastikan lubang pipa aman dengan menggunakan udara service
- Penggantian Parts : SWG
- Consumable Material : Majun, WD 40
- Final Result : Peralatan dalam kondisi yang baik
- Catatan : Dilakukan penggantian Nozzle Oil sebanyak 1 buah pasca unit synchrone yaitu nozzle posisi nomer 3



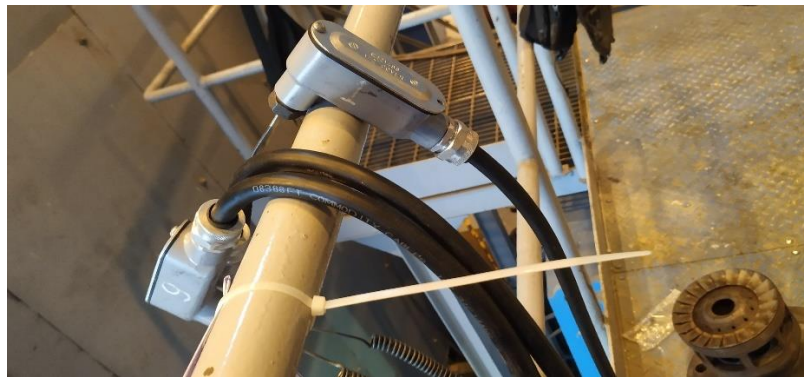
Gambar 4.27 Pelepasan Oil Pipe & Gas Pipe

### 3. Turbine Casing

- Scope Pekerjaan : REMOVE TURBINE BOLTS (TORQUE PIN & PIN) U/H, REMOVE TURBINE BOLTS (VERTICAL & HORIZONTAL BOLTS), LIFT UP - TURBINE CASING, CLEANING TURBINE CASING (U/H), INSTALL TURBINE CASING (U/H), INSTALL TURBINE CASING BOLT
- Kondisi : Temuan crack pada pada sisi lubang baut aksial sisi R dan L
- Solusi : Cleaning grove casing turbine, Install Casing turbine, Install torque pin & pin (U/H), penetrant test after welding casing turbin.
- Penggantian Parts : Baut Radial 5 buah, Baut Aksial 3 buah
- Consumable material : Majun, Loctite Anti Seize, WD40, Penetrant Test Set
- Final Result : Peralatan dalam kondisi bagus



Gambar 4.28 Proses pengangkatan upper casing turbin



Gambar 4.29 Bolt Heater sebagai alat bantu pelepasan baut horizontal dan vertical Casing turbin

#### 4. Exhaust Manifold

- Scope pekerjaan : REMOVE EXHAUST, MANIFOLD (INNER & OUTER BOLTS), INSPEKSI EXHAUST MANIFOLD, REPAIR (WELDING) EXHAUST MANIFOLD, INSTALL EXHAUST MANIFOLD
- Kondisi : Temuan Crack pada Exhaus Manifold



Gambar 4.30 Temuan Crack pada Exhaust manifold

- Solution : Welding pada bagian Crack exhaust, Cleaning Area Exhaust Manifold setelah inspeksi.
- Penggantian parts : -
- Consumable Material : Majun, kawat las Zenith, Penetrant test set.
- Final result : peralatan dalam kondisi baik
- Catatan manifold : Ditemukan 51 titik crack saat inspeksi exhaust manifold



Gambar 4.31 Inspeksi didalam exhaust manifold

## 5. Exhaust Cylinder

- Scope pekerjaan : CLEANING & REPAIR EXHAUST CYLINDER, REMOVE BOLTS & LIFT UP EXHAUST CYLINDER, INSTALL EXHAUST CYLINDER (U/H)

- Kondisi : Temuan Crack pada Exhaust Cylinder



Gambar 4.32 Temuan crack pada exhaust cylinder

- Solusi : Perbaiki baut patah pada exhaust cylinder, cleaning upper exhaust cylinder, welding dibagian crack exhaust Cylinder
- Penggantian parts : Penggantian seal ring plate, penggantian baut ring segment
- Consumable material : Majun, WD40, kawat las Zenith
- Final result : peralatan dalam kondisi bagus



Gambar 4.33 Pembersihan upper exhaust cylinder

## 6. Turbin Rotor

- Scope pekerjaan : LIFT UP TURBINE ROTOR, CLEANING GROOVE BLADE ROTOR TURBINE, CLEANING TURBINE ROTOR, CLEANING COMPRESSOR ROTOR, NDT (MT) ROTOR, INSTALL & SETTING ROTOR, ASSEMBLY BLADE ROW #1 #2 & #3, CLEARANCE CHECK RADIAL & AXIAL TURBINE BLADE

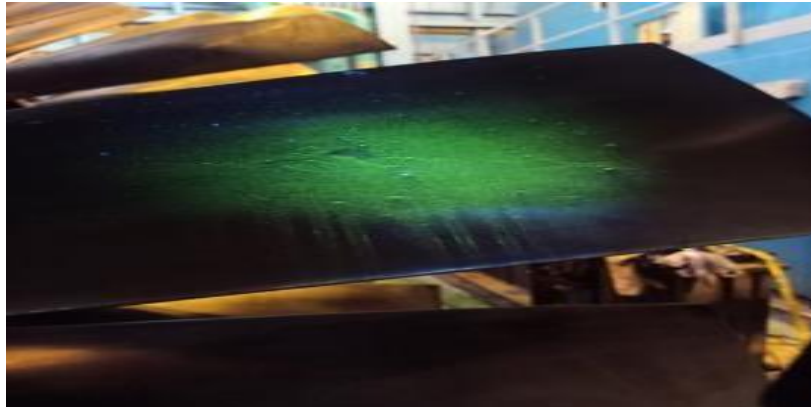


- Kondisi : Temuan deposit pada blade compressore, temuan material looseness pada air baffle



Gambar 4.34 Parts pengganti turbin blade ditest NDT sebelum dipasang

- Solusi : cleaning rotor turbine, magnetic test pada rotor turbine compressore, welding dibagian looseness, penetrant test dibagian polar thrust pad dan bearing.



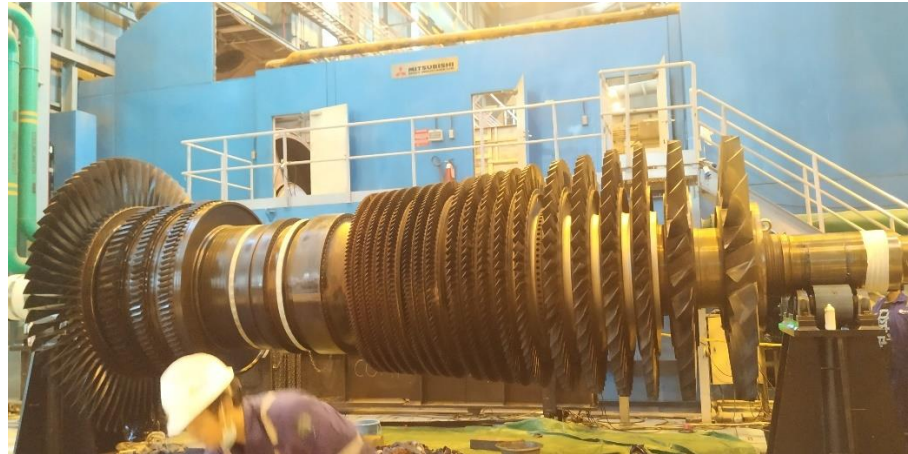
Gambar 4.35 Magnetic Test pada rotor turbine compressore



Gambar 4.36 Penetrant test pada posisi shaft bearing

- Replacement parts : penggantian turbine blade row 1 sampai 3, penggantian turbin blade ass'y
- Consumable material : majun, WD40, magnaflux 14HF, penetrant test set, thinner.

- Final result : peralatan dalam kondisi baik
- Catatan : Rincian Penggantian part: Turbin blade row 1 (Reuse ex GT 2.2 2018), Turbin Blade Row 2 (Reuse ex GT 1.1 2019), Turbin blade row 3 (Repair ex GT 1.1 2019, Repair ex GT 1.1 2010 1 Buah)



Gambar 4.37 Turbine Rotor Roll out

#### 7. Compresore

- Scope pekerjaan : REMOVE COMPRESSOR BOLTS (COMP - COMB), REMOVE COMPRESSOR DIAPRAGM (L/H) & (U/H), CLEANING COMPRESSOR CASING (U/H), CLEANING COMPRESSOR ROTOR, REPAIR COMPRESSOR DIAPRAGM (L/H & U/H), INSTALL COMPRESSOR DIAPRAGM (L/H), INSTALL COMPRESSOR DIAPRAGM (U/H)
- Kondisi : -
- Solusi : Repair diaghpram Compresore, MT blade compresore, MT diaphragm compresore



Gambar 4.38 Repair diaphragm Compresore dengan TIG Welding

- Penggantian Parts : -
- Consumable Materials : majun. Magnaflux 40HF, TIG welding Set
- Final result : Peralatan dalam kondisi baik

#### 8. Bearing Turbine

- Scope pekerjaan : CLEARANCE CHECK & REMOVE BEARING #1 (U/H), CLEARANCE CHECK & REMOVE BEARING #2 (U/H), CLEANING & NDT BEARING #1, CLEANING & NDT BEARING #2, REMOVE THRUST BEARING, CLEANING & NDT THRUST BEARING
- Kondisi : Temuan kondisi gosong pada housing lower bearing



Gambar 4.39 Temuan Gosong pada housing lower Bearing

- Solution : Penetrant Test Thrust pad, pengukuran thickness liner and pivot bearing, contact check pad bearing 1 & 2, check clearance bearing pad 1 & 2,



Gambar 4.40 Pengukuran Thickness liner and pivot dengan dial gauge

- Penggantian parts : Penggantian Bearing Pad sisi BRG 1 (S/N 954-2-4 diganti S/N 952-2-4), Penggantian Bearing Pad sisi BRG 2 (S/N 954-1-4 diganti S/N 952-1-4)
- Consumable material : majun, penetrant test set, thinner, Permatex Prussian blue.
- Final result : peralatan dalam kondisi yang baik
- Catatan : Dilakukan penggantian Bearing Pad sisi Upper sebanyak 2 buah karena adanya temuan overclearance, - Over Clearance pada Oil Seal Bearing 1 dan maximum clearance Oil Seal pada bearing 2, dan diputuskan untuk dilakukan pemasangan kembali berdasarkan hasil notulen rapat daily bersama Grati POMU, Terdapat temuan material loss pada babit Thrust pad sehingga dilakukan Reposisi pada Thrustpad Loaded (8 ke 9) Thrustpad Unloaded (3 ke 6), Dilakukan Penggantian Liner sebanyak 2 buah sisi upper bearing 1 & 2 sisi L.

#### 9. Blade Ring

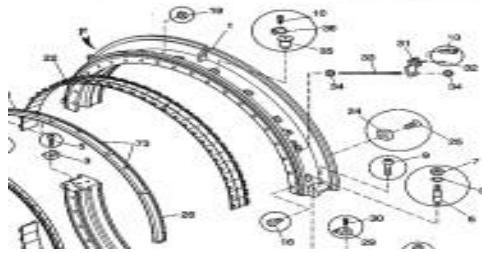
- Scope pekerjaan : REMOVE BLADE RING ROW, REMOVE BLADE RING ROW, REMOVE BLADE RING ROW #2 (U/H), REMOVE BLADE RING ROW #1 (U/H), CLEANING & REPAIR BLADE RING ROW #1- #4, CENTERING BLADE RING - SEAL HOUSING ROW #2, CENTERING BLADE RING - SEAL HOUSING ROW #3, INSTALL BLADE RING ROW #1- #4(L/H), INSTALL BLADE RING ROW #1- #4 (U/H).
- Kondisi : -
- Solution : Centering blade ring-seal housing, install upper blade ring, penetrant test blade ring



Gambar 4.41 Centering blade ring-seal Housing

- Penggantian parts : - Penggantian Baut Flat Head Screw Blade ring 1,2 dan 3(nomer 25), Penggantian Lug (nomer 24), Penggantian Special Pin (52), Penggantian Dowel Stud Guide Bolt

**3-9**



Gambar 4.42 Penjelasan penggantian parts blade ring

- Consumable materials : majun, penetrant test set, Loctite antisize, thinner
- Final result : peralatan dalam kondisi baik
- Catatan : - Dilakukan penggantian Blade Ring Row 2 & 3, Dilakukan pemindahan Blade Ring Ass'y (Face Seal Ring, spring & Flat Head Screw) dari Blade Ring roll out ke Blade Ring roll in



Gambar 4.43 Proses pelepasan upper Blade ring

#### 10. IGV (inlet guide vane) Blade

- Scope pekerjaan : DISASSEMBLY IGV BLADE (U/H), CLEANING & INSPECTION IGV BLADE (U/H), DISASSEMBLY IGV BLADE (L/H), CLEANING & INSPECTION IGV BLADE (L/H), CLEANING & INSPECTION ACTUATOR RING & ROLLER IGV, ASSEMBLY IGV BLADE (U/H), ASSEMBLY IGV BLADE (L/H)
- Kondisi : -
- Solusi : penetrant IGV blade, pengukuran bushing IGV, Penggantian Bushing IGV, Penggantian Spring dan Reassembly Actuator IGV



Gambar 4.44 Pengukuran bushing IGV dengan dial gauge

- Penggantian parts : Penggantian Bushing IGV, penggantian seal dan spring IGV blade
- Consumable materials : majun, Grease seyton S 3077-BC, penetrant test set.
- Final result : peralatan dalam kondisi baik
- Catatan : dari data yang diperoleh setelah inspeksi nilai clearance terbesar adalah 2,3mm.



Gambar 4.45 Proses Diassembly roller dan IGV Blade

#### 11. Combuster Area

- Scope pekerjaan : REMOVE COMBUSTOR BASKET, V-BAND COUPLING & CROSS FLAME TUBE, REMOVE TRANSITION PIECE, SETTING CB, TP & TRANSITION CYLINDER, ASSEMBLY

## TRANSITION CYLINDER - COMBUSTOR BASKET, DISASSEMBLY, CLEANING & ASSEMBLY GAS NOZZLE

- Kondisi : -
- Solusi : Install Combuster basket, Test Spray Nozzle Oil, Centering Transition piece, penggantian outlet seal in & Out



Gambar 4.46 Alat Test Spray Nozzle Gas Turbine



Gambar 4.47 Centering Transition piece menggunakan dial gauge

- Penggantian parts : - Penggantian Combuster basket & Transition Piece, Penggantian cross flame tube, V- band coupling dan Transition cylinder, Penggantian Outlet Seal In & Out
- Consumable Materials : majun, Thinner, Shim plat, penetrant tes set.
- Final result : Peralatan dalam kondisi yang baik

Diatas adalah beberapa objek pekerjaan yang dilakukan ketika melakukan pekerjaan *major inspection*. Pada bidang mekanik banyak hal yang dilakukan seperti *cleaning*, inspeksi langsung, pengambilan data *clearance*, *clearance* adalah jarak antara 2 komponen yang diizinkan. Setelah data diambil maka akan dilakukan analisa sebagai dasar dalam mengambil keputusan yang akan diambil kedepannya. Seperti contoh diatas diambil data *clearance* dari *inlet guide vane* dan dari data yang diperoleh *clearance* dari *inlet guide vane* terjadi *overclearance* atau jarak antar komponen melebihi batas yang ditentukan, menurut para engineer hal ini disebabkan ketika *preventive maintenance* (PM) pada *inlet guide vane* penggunaan pompa grease yang berlebihan sehingga menyebabkan poros terdesak dan mengesek bagian dari blade. Setelah mendapatkan data tersebut maka diambil keputusan sementara penggunaan pompa grease pada saat *preventive maintenance* (PM) ditiadakan dulu.

Selain itu inspeksi juga dilakukan dalam *exhaust duck* untuk mengecek kondisi didalam ruang pembuangan. Setelah dilakukan inspeksi ternyata terdapat temuan 51 titik *crack* dalam *exhaust duck*. Titik-titik ini disebabkan karena getaran ketika mesin sedang bekerja, selain itu Ketika mesin sedang bekerja suhu *exhaust duck* bisa mencapai 400 derajat *celcius*, maka tak heran jika titik *crack* timbul. Perlakuan setelah mengetahui temuan tersebut adalah melakukan penambalan dengan metode pengelasan SMAW untuk menghambat pertumbuhan *crack*.

#### 4.5 Efisiensi Thermal PLTG

Dalam pengujian kinerja thermalnya. PT. Indonesia Power Grati POMU menggunakan prinsip ASME PTC 22. Sistem ini telah diakui secara internasional dan telah teruji oleh para engineer di dunia. Sistem ini juga menerapkan arah dan aturan untuk pelaksanaan dan pelaporan hasil kinerja thermal ini untuk pembangkit listrik turbin gas siklus terbuka (*Open Cycle*) dan mesin turbin gas.

##### a. Energi Input

Diketahui *flow* bahan bakar dan *Mixed heating value* dari *supplier*

Energi Input = *rate of volume* × *heating value*

Konversi satuan = - 1 kNm<sup>3</sup>/h = 0,896143 MMscfd

- 1 MMBTU = 252000 kCal

Satuan energi input, kCal/h

Pada perhitungannya terdapat faktor koreksi, relasi antara *converted-mmcsfd vs measured-mmcsfd (supplier)*. Yaitu pada metering *supplier* bahan bakar nilai Flow ratenya lebih rendah daripada aktualnya, maka dipakai faktor regresi linier

$Y = m.x + C$



$$Y = (0,81784800185681 \times x) + 8,828833917975917$$

b. Energi Output

Adalah banyaknya energi yang dihasilkan oleh generator yang digerakkan oleh *shaft* turbin gas. Besar energinya bisa diatur dengan pengendalian bahan bakar yang dimasukkan ke dalam mesin gas turbin. Pada PLTGU Grati Pomu gas turbinnya bisa menghasilkan energi maksimalnya bisa mencapai 125mW

$$\text{Energi Output} = 1 \text{ MW} = 1000 \text{ kW}$$

Satuan energi output, kW

c. Heatrate

Heatrate adalah besar energi yang dikeluarkan untuk mendapatkan daya output yang dihasilkan oleh mesin

$$\text{Heatrate} = \frac{\text{energi input}}{\text{energi output}} = \frac{\left(\frac{\text{kCal}}{\text{h}}\right)}{\text{kW}}$$

Satuan *heatrate*, kCal/kWh

d. Efisiensi

$$\text{Energi input} = \text{energi input (kCal/h)} \times \frac{4,1868}{3600}$$

Satuan energi input, kJ/s

Energi output = beban (MW)

Satuan energi output, kW

Maka dapat dihitung efisiensi

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Energi Output}}{\text{energi Input}} \times 100\%$$

#### 4.5.1 Perhitungan Performa *Heat Rate* PLTG 2.1 *Before Overhaul* pada pembebanan 100 MW

Diketahui :

Fuel gas flow = 31,1 kNm<sup>3</sup>/h

Beban = 99,3 MW

Pertagas flow = 24,25 MMSCFD

Pertagas Heating value = 1063,72

OYONGWORTEL flow = 29,90 MMSCFD

$$\text{OYONGWORTEL HV} = 1077,33$$

Ditanya :

*Heat Rate* PLTG 2.1?

Jawab:

$$\text{Heat rate} = \frac{P_{In}}{P_{Out}}$$

i. Mixed Heating value

$$\begin{aligned} \text{Mixed Flow} &= \text{Pertagas Flow} + \text{OYONGWORTEL Flow} \\ &= 24,25 \text{ MMSCFD} + 29,90 \text{ MMSCFD} \\ &= 54,15 \text{ MMSCFD} \end{aligned}$$

Mixed Heating Value =

$$\begin{aligned} &\frac{\text{Pertagas Flow} \times \text{Pertagas HV} + \text{OYONGWORTEL Flow} \times \text{OYONGWORTEL HV}}{\text{Mixed Flow}} \\ &= \frac{(24,25 \text{ MMSCFD} \times 1061,24 \text{ BTU/scf}) + (29,90 \text{ MMSCFD} \times 1077,33 \text{ BTU/scf})}{54,15 \text{ MMSCFD}} \\ &= 1071,24 \text{ BTU/scf} \end{aligned}$$

ii. Menghitung Energi Input

$$\begin{aligned} \text{Energi Input} &= \text{rate of volume} \times \text{heating value} \\ &= (31,1 \times 0,818 + 8,288) \text{ kNm}^3/\text{h} \times 0,896143 \text{ MMscfd} \times 1/24 \times 1071,24 \\ &\quad \text{BTU/scf} \times 252000 \text{ kCal} \\ &= 314.114.697,21 \text{ kCal/h} \end{aligned}$$

iii. Menghitung Energi output

$$\begin{aligned} P_{out} &= 99,3 \text{ MW} \\ &= 99.300 \text{ kW} \end{aligned}$$

iv. Menghitung Performa *Heat Rate* PLTG 2.1

$$\text{Heat rate} = \frac{314.114.697,21 \text{ kCal/h}}{99,300 \text{ kW}}$$

$$\text{Heat rate} = 3163,29 \text{ kCal/kWh}$$

4.5.2 Perhitungan Performa *Heat Rate* PLTG 2.1 *After Overhaul* pada pembebanan 100 MW

Diketahui :

Fuel gas flow	= 30,5 kNm <sup>3</sup> /h
Beban	= 100,8 mW
Pertagas flow	= 16,04 MMSCFD
Pertagas Heating value	= 1061,24
OYONGWORTEL flow	= 29,68 MMSCFD
OYONGWORTEL HV	= 1074,39

Ditanya:

*Heat Rate* PLTG 2.1?

Jawab:

$$\text{Heat rate} = \frac{P_{In}}{P_{Out}}$$

- i. Mencari Mixed flow dan mixed Heating value

$$\begin{aligned} \text{Mixed Flow} &= \text{Pertagas Flow} + \text{OYONGWORTEL Flow} \\ &= 16,04 \text{ MMSCFD} + 29,68 \text{ MMSCFD} \\ &= 45,72 \text{ MMSCFD} \end{aligned}$$

Mixed HV =

$$\begin{aligned} &\frac{\text{Pertagas Flow} \times \text{Pertagas HV} + \text{OYONGWORTEL Flow} \times \text{OYONGWORTEL HV}}{\text{Mixed Flow}} \\ &= \frac{(16,04 \text{ MMSCFD} \times 1061,24 \text{ BTU/scf}) + (29,68 \text{ MMSCFD} \times 1074,39 \text{ BTU/scf})}{45,72 \text{ MMSCFD}} \\ &= 1069,78 \text{ BTU/scf} \end{aligned}$$

- ii. Menghitung Energi Input

$$\begin{aligned} \text{Energi Input} &= \text{rate of volume} \times \text{heating value} \\ &= (30,5 \times 0,818 + 8,288) \text{ kNm}^3/\text{h} \times 0,896143 \text{ MMscfd} \times 1/24 \times \\ &\quad 1069,78 \text{ BTU/scf} \times 252000 \text{ kCal/h} \\ &= 307.183.968,91 \text{ kCal/h} \end{aligned}$$

- iii. Menghitung Energi output

$$\begin{aligned} P_{out} &= 100,8 \text{ MW} \\ &= 100.800 \text{ kW} \end{aligned}$$

- iv. Menghitung *Heat Rate* PLTG 2.1

$$\text{Heat rate} = \frac{307.183.968,91 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}}{100.800 \text{ kW}}$$

$$\text{Heat rate} = 3.047,46 \text{ kCal/kWh}$$

#### 4.5.3 Perbandingan performa *Heatrate* PLTG 2.1 *Before* dan *after Overhaul* pada pembebanan 100 MW

Tabel 4. 2 Tabel Hasil penghitungan Performa *Heatrate*

Gas Turbine 2.1	Fuel Gas Flow (kNm <sup>3</sup> /h)	Energi Input kCal/h	Energi Output (kW)	Heat Rate (kCal/kWh)
Pembebanan 100MW <i>Before Overhaul</i>	31,1	314.114.697,21	99,3	3163,29
Pembebanan 100MW <i>After Overhaul</i>	30,5	307.183.968,91	100,8	3047,46

Berdasarkan data diatas, input data yang dibutuhkan untuk menghitung besaran *heatrate* dari mesin gas turbin *before* dan *after overhaul*. Untuk mendapatkan daya output yang sama, Pada saat sebelum overhaul memerlukan flow bahan bakar yang lebih tinggi yaitu 31,1 kNm<sup>3</sup>/h dibandingkan dengan saat sesudah Overhaul yang hanya memerlukan fuel gas flow 30,5 kNm<sup>3</sup>/h. hal ini menunjukkan adanya peningkatan nilai efisiensi dari gas turbin akibat perlakuan overhaul. Selain itu nilai *heatrate* dari mesin menunjukkan penurunan yang menunjukkan perlakuan overhaul membuat jumlah energi input yang dibutuhkan untuk menghasilkan energi output semakin kecil (menurun). jadi nilai konsumsi dari bahan bakar untuk menghasilkan daya output yang sama menjadi semakin kecil

#### 4.6 Analisis Performa PLTG 2.1 *After* dan *before overhaul* pada pembebanan 100 MW

Setelah melakukan perhitungan efisiensi thermal pada gas turbin, kita dapat melihat hasil perbandingan antara performa sebelum dan sesudah melakukan *major inspection overhaul* gas turbin untuk menganalisa tingkat keberhasilan dari kegiatan *overhaul tersebut*. Selain itu ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi thermal pada gas turbin yang tidak bisa kita abaikan dalam melakukan analisa efisiensi thermal. faktor tersebut adalah faktor internal dan eksternal. Contoh pengaruh internal adalah seperti *heat losses* yang dialami akibat keerusakan dalam *combustion chamber* baik dari *Nozzle*, *combustor basket*. Untuk faktor eksternal dapat berasal dari besar *ambient air temperature* ketika pengambelian dilakukan. Karena ketika temperatur lingkungannya lebih rendah maka compression rasionya akan semakin bagus dikarenakan air density lebih tinggi pada temperatur yang rendah, sehingga nilai mampu kompresi

semakin bagus dan tekanan yang dihasilkan di discharge compressor semakin tinggi, yang mana hal tersebut akan meningkatkan nilai energi yang akan di konversi menjadi energi mekanik pada gas turbine.

Pada perbandingan nilai efisiensi thermal GT 2.1 sebelum dan sesudah *overhaul* terdapat kenaikan performa yang dapat dilihat dari menurunnya nilai *Heatrate*. Menurunnya nilai *Heatrate* tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yang dapat ditunjukkan dari parameter-parameter dibawah ini.

Tabel 4 3 Tabel beberapa parameter yang mempengaruhi nilai Heatrate

Parameter	Unit	Pembebanan 100 MW	
		Before	After
Barrometric Pressure	mBar	1013	1013
Compressore inlet temperature	°C	31,8	29,9
Compressore outlet temperature	°C	418,0	405,5
Fuel gas flow	kNM <sup>3</sup> /h	31,1	30,5
Fuel gas pressure	kg/cm <sup>2</sup>	24,4	26,4
Fuel gas temperature	°C	37,0	31,6
Combuster pressure	kg/cm <sup>2</sup>	12,2	12,6
Blade path temperature	°C	539,4	505,5
Exhaust gas temperature	°C	512,2	488
ΔT Max (blade path temperature)	°C	25,2	41,4

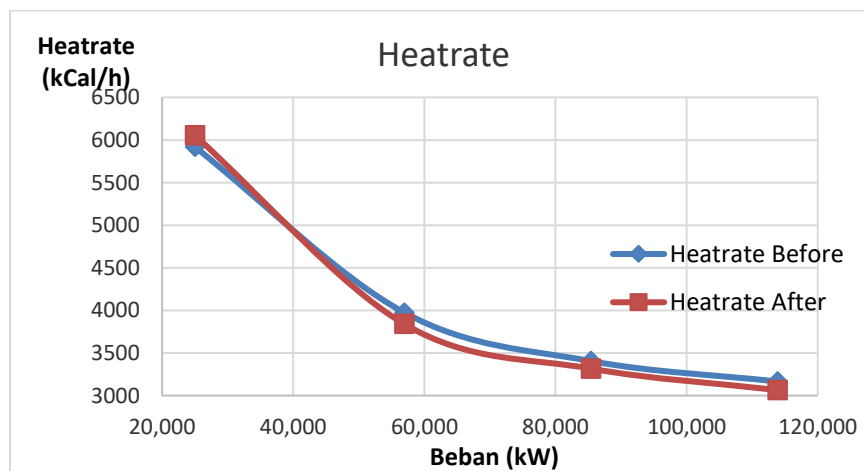
Table diatas menunjukkan beberapa parameter yang diperhatikan dan diambil datanya Ketika sebelum dan sesudah perlakuan *overhaul*. Dari perubahan nilai parameter tersebut dapat mempengaruhi performa *heatrate* dari gas turbine. Seperti nilai temperature inlet compressore Ketika sebelum *overhaul* sebesar 31,1 °C dan sesudah *overhaul* menjadi 29,9 °C. perubahan tersebut dapat disebabkan oleh faktor ambient temperature lingkungan ketika pengambilan data itu dilakukan, pada saat sebelum *overhaul* data diambil ketika pukul 12 siang, dan saat sesudah *overhaul* data diambil ketika jam 6 sore. Jadi ambient temperaturenya lebih tinggi di siang hari. Semakin rendah nilai temperature udara akan menyebabkan nilai compression rasionya meningkat, dikarenakan air densitynya lebih tinggi pada temperature rendah.

Selanjutnya menurunnya nilai temperature dari outlet *compressore* dimana ketika sebelum *overhaul* 418 °C dan sesudah *overhaul* 405,5 °C. penggantian *hotpart combuster* dapat berpengaruh pada besar *heatloss* didalam *combuster* yang keluar dari ruang bakar, sehingga mampu meningkatkan *enthalpy* gas panas yang masuk ke turbin.

Parameter lainnya adalah fuel gas flow yang mengalami penurunan dari 31,1 kNM<sup>3</sup>/h ke 30,5 kNM<sup>3</sup>/h. hal ini adalah efek dari peningkatan performa turbin. Jadi flow bahan dari bahan bakar menuju ke *combustion chamber* menjadi lebih minimal, selain itu meningkatnya kualitas udara pembakaran juga mempengaruhi konsumsi bahan bakar. Jadi pembakaran menjadi optimal. Selanjutnya inspeksi line bahan bakar pada saat overhaul juga menyebabkan nilai fuel gas pressure menjadi turun, karena sisa-sisa pembakaran akan mengendap di inner surface pipa sehingga menyebabkan aliran bahan bakar akan mengecil. Jadi pressure yang digunakan untuk mendorong fuel gas akan tinggi akibat penyumbatan pada dari endapan sisa bahan bakar. perlakuan overhaul juga menyebabkan temperature bahan bakar akan menurun karena pembersihan dari area/line yang dilewati oleh bahan bakar.

Pada data parameter *Blade path Temperature* dan *Exhaust path Temperature*. terdapat perbedaan yang cenderung menurun atau temperaturnya lebih rendah, hal ini disebabkan proses Konversi energi di turbin (saat proses ekspansi) lebih optimal setelah penggantian sudu putar dan sudu diam turbin, pada pembebanan rendah Inlet belum membuka sempurna dan akan membuka 100% pada pembebanan 100mW. Jadi temperature Exhaust dipengaruhi oleh proses ekspansi dari sudu-sudu turbin (*Thermodynamic Reason*)

Perlakuan dari overhaul juga meningkatkan nilai combuster pressure dari yang awalnya 12,2 kg/cm<sup>2</sup> menjadi 12,6 kg/cm<sup>2</sup>. hal ini disebabkan oleh 2 faktor. Yang pertama adalah perlakuan cleaning pada sudu putar dan sudu diam *compressore*. Yang kedua adalah dipengaruhi oleh ambient temperature rendah yang dapat meningkatkan *compression ratio*.



Gambar 4.48 Grafik performa heatrate sebelum dan sesudah overhaul

Dari grafik diatas dapat dianalisa performa *heatrate* pada setiap pembebanan yang diberikan pada mesin gas turbin sebelum dan sesudah perlakuan *overhaul* dapat dilihat terdapat trend positif dari data yang didapat setelah melakukan perhitungan dapat disimpulkan nilai *heatrate* yang kebanyakan turun. Hal ini menandakan perlakuan overhaul bisa dibilang berhasil. Meskipun pada data pembebanan pertama yaitu 25.000 kW Nilai *heatrate* naik karena mesin tidak bekerja dengan optimal pada pembebanan yang rendah, semakin tinggi pembebanannya maka mesin akan bekerja secara optimal

## BAB V

### PENUTUP

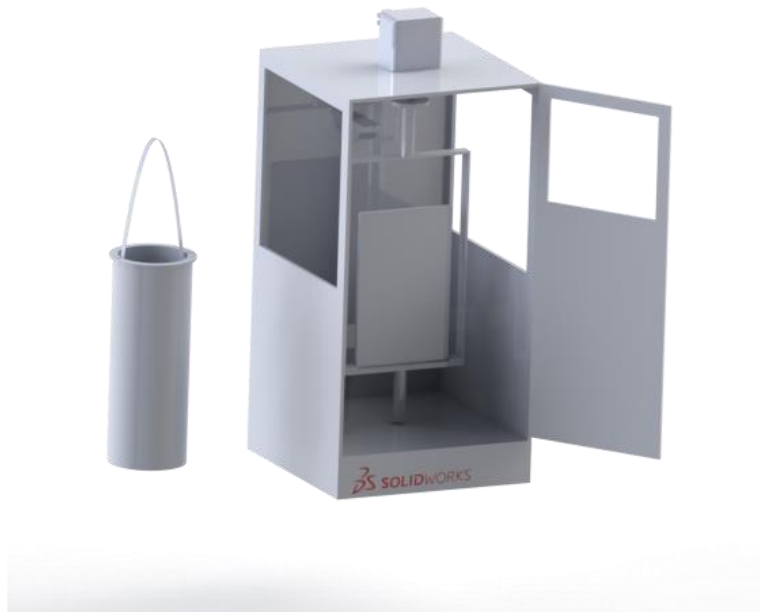
#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan magang yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses produksi dalam industri pembangkit listrik khususnya pada pembangkit listrik tenaga gas dan uap (PLTGU) Grati POMU sangat terstruktur dari mulai proses perencanaan hingga maintenance dari mesin pembangkit.
2. Nilai *Heatrate gas turbin 2.1* setelah perlakuan *overhaul* secara keseluruhan mengalami kenaikan daripada sebelum perlakuan *overhaul*, meskipun pada pembebanan 25 mW nilainya sedikit lebih tinggi daripada sebelum *overhaul*. Hal ini mungkin diakibatkan gas turbin bekerja belum maksimal, karena normalnya saat pembebanan rendah nilai *heatratanya* memang jelek. Perlakuan *overhaul* terbukti membuat performa dari Gas turbin menjadi lebih optimal. Menjadikan pembangkit menjadi lebih andal. Jadi perlakuan *overhaul* sangat dibutuhkan oleh gas turbin untuk jangka pendek maupun jangka Panjang.

#### 5.2 Saran

Pada saat pembersihan *lub oil strainer* yang masih dilakukan secara manual oleh pekerja, hal ini kurang bagus karena tidak efisien dan hasil pembersihan kadang kurang maksimal karena Ketika dipasang nilai different pressurennya masih tinggi, selain itu pembersihan secara manual juga kurang baik untuk kesehatan karena partikel-partikel pembersih *strainer* berterbangan, meskipun para pekerjanya menggunakan masker ketika membesihkannya, pasti ada kemungkinan partikel pembersih itu terhirup dan yang pasti berbahaya untuk kesehatan jangka Panjang. Maka dari itu perlu ada sebuah alat yang dapat mempunyai nozzle yang dapat mengarahkan udara bertekanan dari sisi luar dan mampu menghilangkan pengotor yang ada di dalam (back wash). Maka kotoran yang ada didalam *strainer* akan meluruh kebawah. Dan dibawah inilah desain alat *cleaning strainer chamber* yang saya desain.



Gambar 5.49 Desain alat pembersih strainer otomatis



## DAFTAR PUSTAKA

Akrom, Isnan Fauzan, 2008. SISTEM KENDALI SUHU GAS BUANG BERDASARKAN ALIRAN BAHAN BAKAR DI GAS TURBIN GENERATOR MENGGUNAKAN SPEEDTRONICTM MARK V Laporan Kerja Praktek Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang.

*Annual report* PT. Indonesia power tahun 2022

Maherwan P.Boyce, Ph.D., P.E. 2006. Gas Turbine Engineering Handbook Third Edition, U.K

ASME International. 2006. ASME PTC 22-2005 Gas Turbine Performance Test USA.: The America Society of Mechanical Engineers

Kriswanto, Yudi. 2015. *Analisis performa sebelum dan sesudah Overhaul gas turbin M701D PLTGU Grati*, Jakarta: Sekolah Tinggi Teknik – PLN

PT. PLN (Persero). 2005. *MaintenanceEssentials of Mitsubishi 701F Turbine*. Cilego: Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.

PK, Suma'mur, Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan, (1987), CV Masagung, Jakarta

Marsudi, Djiteng. *Pembangkitan Energi Listrik* (2005), Erlangga, Jakarta.

PT. PLN (PERSERO). 2004. *Combine Cycle Power Plant*. Cilegon: Mitshubishi Corporation.

## LAMPIRAN

**INDONESIA POWER**  
Indonesia Power Grati POMU  
Jl. Raya Surabaya - Probolinggo KM. 73 PO.Box 11, Grati 67184 Desa Wates, Kec. Lekok Kab.Pasuruan  
T (0343) 413582, 413583 F (0343) 425588 W www.indonesiapower.co.id

Nomor : 0029/323/GRTPOMU/2022 Pasuruan, 19 Agustus 2022  
Lampiran : -  
Perihal : Persetujuan Magang Kepada Yth :  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS VOKASI**  
**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI**  
Gedung Vokasi AA dan BB. R.Sekretariat Lt 2  
Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111

Menindaklanjuti surat Saudara,  
Nomor : 1087/IT2.IX.7.1.2/B/PM.02.00/2022  
Tanggal : 4 Maret 2022  
Perihal : Permohonan ijin Magang

Dengan ini disampaikan bahwa pada prinsipnya kami menyetujui permohonan saudara untuk melaksanakan Kerja Praktek / Magang di tempat kami, dengan nama mahasiswa sebagai berikut :

NO	NAMA	JURUSAN	PENEMPATAN PKL
1.	Cris Trianto Setyono	Teknik Mesin Industri	Pemeliharaan Mesin

- Jadwal kerja praktek selama 3 (Tiga) Bulan terhitung mulai tanggal :  
01 September 2022 – 01 Desember 2022
- Perusahaan tidak memberikan fasilitas antar jemput / bantuan uang transport, penginapan, uang makan, uang saku maupun asuransi kecelakaan.
- Mahasiswa datang langsung ke Bidang Humas dan Keamanan PT. Indonesia Power Grati POMU dengan membawa surat pengantar / copy surat ini yang telah dicap kampus / sekolah.

**Mahasiswa diwajibkan :**


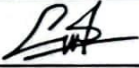



- Melaksanakan kerja praktek sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan dan mentaati peraturan yang berlaku di perusahaan.
- Peserta PKL / Magang diwajibkan menyampaikan hasil Rapid Test Antigen Negatif 2X24 Jam sebelum kedatangan hasil rapid test antigen harus Terintegrasi dengan Aplikasi Peduli Lindung mengisi formulir dan menyerahkan pas foto berwarna ukuran 4 x 6 sebanyak 1 (satu) lembar
- Peserta PKL / Magang diwajibkan memakai Masker serta tetap mematuhi semua protokol Kesehatan, / serta membawa Alat Pelindung Diri (APD) seperti: helm kerja, sepatu dan pakaian praktek kerja lapangan sesuai dengan jurusan masing-masing.
- Jadwal masuk Senin – Kamis : 07.30 WIB  
Jum'at : 07.00 WIB  
Jadwal pulang Senin – Jum'at : 16.00 WIB
- Membawa pakaian kerja lapangan, safety shoes dan helm warna kuning (bagi penempatan bidang teknik) serta pakaian olah raga.
- Menyerahkan foto berwarna ukuran 4x 6 sebanyak 1 (satu) lembar.
- Membuat laporan kerja praktek dan menyerahkan hardcopy sebanyak 1 (satu) eksemplar paling lambat 1 (satu) bulan setelah selesai kerja praktek.

Demikian disampaikan, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih

**MANAGER ADMINISTRASI**  
**INDONESIA POWER**  
MARLIA WIDJAJANTI

**Lampiran. Form Bukti Pembimbingan Laporan Magang (Dosen Departemen)**

Nama Mahasiswa : Cris Trianto Setyono  
NRP : 10211910000018  
Nama Mitra : PT. Indonesia Power Grati POMU  
Unit Kerja : Pemeliharaan Mesin Blok 1-2  
Nama Pembimbing Lapangan : Satrio Amarela  
Nama Pembimbing Departemen : M. Lukman Hakim S.T., M.T.

No	Tanggal	Materi yang dibahas	Tanda Tangan Pembimbing
1	26 Agustus 2022	Asistensi pembagian unit kerja dan pekerjaan di tempat magang	
2	06 September 2022	Asistensi topik magang yang akan diambil	
3	23 December 2022	Asistensi laporan magang mengenai Heatrate Gas turbin	
4	6 January 2023	Asistensi laporan magang mengenai efisiensi dan parameter Major inspection	
5	13 January 2023	Asistensi final dan persetujuan laporan magang secara keseluruhan	

\*) Minimal bimbingan laporan MAGANG dilakukan sebanyak 5x

Surabaya, 28 July 2023

Dosen Pembimbing MAGANG,



M. Lukman Hakim S.T., M.T

NIP. 1994201911070

Dokumentasi Magang



