



LAPORAN MAGANG INDUSTRI

**ANALISA KINERJA POMPA *CIRCULATING WATER PUMP* (CWP)
SEBELUM DAN SESUDAH *OVERHAUL* DI PT PLN NUSANTARA POWER
UNIT PEMBANGKITAN - GRESIK**

Disusun Oleh :

ADI SETIAWAN

NRP. 2039211044

Dosen Pembimbing :

Ir. Arino Anzip, M.Eng.Sc

NIP. 196107141988031003

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI

FAKULTAS VOKASI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2024



LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Magang di

PT. PLN Nusantara Power Up Gresik

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

Surabaya, 02 Juni 2025

Peserta Magang,

Adi Setiawan
NRP. 2039211044

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Mesin Industri
Fakultas Vokasi—ITS

Dr. Atria Pradityana, S.T., M.T.
NIP. 198511242009122008

Menyetujui,
Dosen Pembimbing Magang

Ir. Arino Anzip, M.Eng.Sc
NIP. 196107141988031003



LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Magang di

PT. PLN Nusantara Power Up Gresik

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

Gresik, 30 Juni 2024

Peserta Magang,

Adi Setiawan
NRP. 2039211044

Mengetahui,
Asisten Manajer HAR Mesin PLTGU



Yoga Satrianto
NIP. 9014055ZJY

Menyetujui,
Dosen Pembimbing Lapangan

Ardika Oki P S
NIP. 9115291ZJY

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan Rahmat dan karunianya, sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Magang Industri. Laporan Magang Industri ini digunakan dalam memenuhi mata kuliah Magang Industri. Magang Industri yang penulis lakukan berlokasi di PT. PLN Nusantara Power UP Gresik pada Divisi *Engineering*-HAR MESIN PLTGU dan CNG.

Ucapan terima kasih kami persembahkan kepada semua pihak yang telah membantu, baik dalam memberi arahan, bimbingan, serta bantuan penulis dapat menyelesaikan Laporan Magang Industri dengan Judul “ Analisa Kinerja Pompa Circulating Water Pump Sebelum dan Sesudah Overhaul di PT PLN Nusantara Power UP Gresik”.

1. Tuhan Yang Maha Esa
2. Keluarga penulis khususnya kedua orang tua yang selalu mendoakan dan memberikan kepercayaan serta semangat kepada penulis
3. Ibu Dr. Atria Pradityana, S.T., M.T. Selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi—ITS.
4. Bapak Ir. Arino Anzip, M.Eng.Sc selaku dosen pembimbing kegiatan Magang Industri Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi—ITS.
5. Bu Suci yang selalu membimbing dan membantu berjalannya magang industri dari awal sampai akhir
6. Mas Ardika selaku pembimbing lapangan kegiatan magang industri
7. Seluruh staff HAR Mesin khususnya Mas Dika sebagai alumni DTMI yang membimbing dalam melaksanakan kegiatan Magang Industri.

Dalam menyusun laporan magang ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan pada saat pelaksanaan maupun penyusunan Laporan Magang. Untuk itu, kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak agar dapat dijadikan sebagai bahan perbaikan untuk kegiatan-kegiatan selanjutnya

Gresik, 30 Juni 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vii
BAB 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
1.3.1 Manfaat Bagi Perusahaan/Instansi.....	2
1.3.2 Manfaat Bagi Mahasiswa	2
BAB II GAMBARAN UMUM PT. PLN NUSANTARA POWER UNIT PEMBANGKITAN GRESIK	4
2. 1 Profil Perusahaan PT PLN Nusantara Power	4
2. 2 Struktur Grup Perusahaan, Direksi dan Komisaris.....	6
2. 3 Visi, Misi, Solusi Bisnis dan Penghargaan Perusahaan	7
2. 3. 1 VISI	7
2. 3. 2 Misi.....	7
2. 3. 3 Solusi Bisnis PLN Nusantara Power	7
2. 3. 1 Penghargaan Perusahaan	8
2. 4 Profil Pembangkit PT. PLN Nusantara Power UP Gresik	8
2. 5 Lokasi PT. PLN Nusantara Power Up Gresik	9
2. 6 Struktur Organisasi PT. PLN Nusantara Power UP Gresik	9
2.7 Keselamatan dan Kesehatan Kerja PT. PLN Nusantara Power	10
2.8 Pengelolaan Lingkungan PT. PLN Nusantara Power UP Gresik.....	11
2.9 Budaya 5S PT. PLN Nusantara Power UP Gresik	12
2.10 Kegiatan Produksi.....	12
BAB III PELAKSANAAN MAGANG	14
3. 1 Pelaksanaan Magang	14
3. 2 Metodologi Penyelesaian Tugas Khusus	28

3.2.1	Survey Lapangan	28
3.2.2	Studi Literatur.....	28
3.2.3	Pengambilan Data.....	29
3.2.4	Analisis Data	29
3.2.5	Diagram Alir Metodologi	29
BAB IV HASIL MAGANG		30
4. 1	Pembangkit Listrik Tenaga Gas Dan Uap	30
4. 2	Sistem Pembangkit PLTGU.....	31
4. 3	Komponen Sistem PLTGU	32
4.3.1	Sistem Turbin Gas Generator	32
4.3.2	Komponen pendukung Gas Turbin Generator.....	36
4.3.3	Sistem <i>Steam Turbine Generator</i> (PLTU)	40
4.3.4	Komponen Utama Steam Turbine Generator	41
4.3.5	Peralatan <i>Common Auxilliary</i> dan Peralatan Bantu.....	45
4. 4	Pompa Aksial.....	48
4. 5	Klasifikasi Pompa Aksial	49
4.5.1	Berdasarkan Desain Baling-Baling	49
4.5.2	Berdasarkan Orientasi Pemasangan	49
4.5.3	Berdasarkan Aplikasi Spesifik	50
4.5.4	Berdasarkan Aliran dan Tekanan.....	50
4. 6	<i>Maintenance</i>	50
4.6.1	<i>Preventive Maintenance</i> (Pemeliharaan Pencegahan)	50
4.6.2	<i>Corrective Maintenance</i> (Pemeliharaan Korektif).....	50
4.6.3	<i>Predictive Maintenance</i> (Pemeliharaan Prediktif)	50
4. 7	<i>Run Out</i>	51
4.7.1	Sumbu Pengukuran <i>Run Out</i>	51
4.7.2	Tujuan Pengukuran <i>Run Out</i>	52
4.7.3	Metode Pengukuran.....	52
4. 8	Vibrasi.....	52
4.8.1	Amplitudo.....	52
4.8.2	Frekuensi	53
4.8.2	Fase Vibrasi	53
4. 9	<i>Overhaul</i>	53

4. 10	<i>Circulating Water Pump</i>	54
4.10.1	Spesifikasi <i>Circulating Water Pump</i>	54
4.10.2	Struktur <i>Circulating Water Pump</i>	56
4.10.3	Komponen <i>Circulating Water Pump</i>	56
4. 11	Overhaul <i>Circulating Water Pump</i>	61
4. 6. 1	Tujuan Overhaul <i>Circulating Water Pump</i>	61
4. 6. 2	Parameter Overhaul <i>Circulating Water Pump</i>	62
4. 6. 3	Peralatan dan Material	64
4. 6. 1	Prosedur Pekerjaan Overhaul <i>Circulating Water Pump</i>	65
4. 12	Analisa Perbedaan nilai temperatur Motor dan discharge pressure Pompa CWP sebelum dan sesudah overhaul.....	67
4.8.1	Nilai Temperature dan Discharge Pressure Sebelum Overhaul	67
4.8.1	Nilai Temperature dan Discharge Pressure Sebelum Overhaul	68
4. 13	Proses Run Out Lower & Upper Shaft CWP (<i>Circulating Water Pump</i>) 2A PLTGU	69
4.8.1	Data Hasil Pengukuran Upper Shaft	70
4.8.2	Data Hasil Pengukuran Lower Shaft.....	70
4. 14	Analisa Vibrasi Sebelum dan Sesudah Overhaul	71
4.8.2	Pengukuran Vibrasi Sebelum Overhaul	71
4.8.2	Pengukuran Vibrasi Sesudah Overhaul	75
BAB V	PENUTUP	80
5. 1	Kesimpulan.....	80
5. 2	Saran	80
DAFTAR	PUSTAKA	81
LAMPIRAN		82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Logo PT. PLN Nusantara Power	5
Gambar 2. 2	Struktur Grup Perusahaan	6
Gambar 2. 3	Direksi dan Komisaris PT. PLN Nusantara Power	6
Gambar 2. 4	Solusi Bisnis PLN Nusantara Power	7
Gambar 2. 5	PLN Nusantara Power Sebagai Industri Leader.....	8
Gambar 2. 6	Daftar Unit Pembangkit UP Gresik.....	8
Gambar 2. 7	Peta Lokasi PLN Nusantara Power UP Gresik	9
Gambar 2. 8	Struktur Organisasi PT. PLN Nusantara Power UP Gresik.....	10
Gambar 3. 1	Diagram Alir Metodologi Pengerjaan Laporan Magang.....	29
Gambar 4. 1	Konfigurasi Pembangkit PLTGU UP Gresik	30
Gambar 4. 2	Sistem Close Cycle pada PLTGU	31
Gambar 4. 3	Sistem Combyne Cycle pada PLTGU	31
Gambar 4. 4	a) Alur Siklus Brayton, b) P-V Diagram, c) T-S Diagram	32
Gambar 4. 5	Gas Turbin.....	33
Gambar 4. 6	Compressor	33
Gambar 4. 7	Combuster Chamber.....	34
Gambar 4. 8	Intake Air Filter	34
Gambar 4. 9	Auxulury package	35
Gambar 4. 10	Gas Turbin Start/Stop Schedule	36
Gambar 4. 11	Gear Box.....	37
Gambar 4. 12	Platform penyuplai Bahan Bakar Gas	37
Gambar 4. 13	T-S Diagram dari Siklus Rankine.....	40
Gambar 4. 14	Kondensor ST Blok 2	41
Gambar 4. 15	Pompa HP BFP (Hight Pressure Boiler Feed Pump)	42
Gambar 4. 16	Pompa LP BFP (Low Pressure Boiler Feed Pump).....	42
Gambar 4. 17	Heat Recovery Steam Generator Blok 2.3	43
Gambar 4. 18	Desalination Plant Area	45
Gambar 4. 19	Area Water Treatment Plant	46
Gambar 4. 20	Waste Water Treatment Plant Area.....	46
Gambar 4. 21	Hydrogen Plant.....	47
Gambar 4. 22	Electro Chlorination Area	47
Gambar 4. 23	Sea Water Intake.....	48

Gambar 4. 24	Pompa Aksial	49
Gambar 4. 25	Run Out Shaft.....	51
Gambar 4. 26	Circulating Water Pump	55
Gambar 4. 27	Stuktur Circulating Water Pump	56
Gambar 4. 28	Motor Circulating Water Pump	57
Gambar 4. 29	Motor Stool	57
Gambar 4. 30	Column Pipe 1 & 2.....	57
Gambar 4. 31	Delivery Bend	58
Gambar 4. 32	Bowl	58
Gambar 4. 33	Impeller	58
Gambar 4. 34	Bell Mouth	59
Gambar 4. 35	Upper Shaft	59
Gambar 4. 36	Lower Shaft.....	59
Gambar 4. 37	Rubber Bearing	60
Gambar 4. 38	Moving Coupling	60
Gambar 4. 39	Shaft Sleeve.....	60
Gambar 4. 40	Nilai Temperatur Motor Sebelum Overhaul.....	67
Gambar 4. 41	Discharge Pressure Pompa CWP Sebelum Overhaul.....	68
Gambar 4. 42	Nilai Temperatur Motor Setelah Overhaul.....	68
Gambar 4. 43	Nilai Discharge Pressure Pompa CWP Setelah Overhaul.....	68
Gambar 4. 44	Titik Run Out Upper Shaft CWP	70
Gambar 4. 45	Titik Run Out Lower Shaft CWP	70
Gambar 4. 46	Grafik RMS Frekuensi Motor Inboard Horizontal Sebelum Overhaul.....	72
Gambar 4. 47	Grafik RMS Frekuensi Motor Inboard Vertical Sebelum Overhaul	73
Gambar 4. 48	Grafik RMS Frekuensi Motor Inboard Axial Sebelum Overhaul	74
Gambar 4. 49	Grafik RMS Frekuensi Motor Inboard Horizontal Sesudah Overhaul	76
Gambar 4. 50	Grafik RMS Frekuensi Motor Inboard Vertical Sesudah Overhaul	77
Gambar 4. 51	Grafik RMS Frekuensi Motor Inboard Axial Sesudah Overhaul.....	78

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Kegiatan Magang	14
Tabel 4. 1 Komponen-komponen yang diganti	62
Tabel 4. 2 Peralatan dan material	64
Tabel 4. 3 Prosedur Pekerjaan Overhaul Circulating Water Pump	65
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengukuran Run Out Upper Shaft CWP	70

BAB 1

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. PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Gresik sebagai tempat pelaksanaan kegiatan magang industri dengan pertimbangan PT. PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Gresik memiliki kualitas manajemen operasional yang baik sehingga dapat memberikan kami lebih banyak pengetahuan yang sesuai dengan bidang teknik mesin, terutama diarah teknologi rekayasa konversi energi dan manufaktur.

1.2 Tujuan Magang

1.2.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum dari dilaksanakannya kegiatan magang industri adalah sebagai berikut:

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

Adapun tujuan khusus dari dilaksanakannya kegiatan magang industri adalah sebagai berikut:

1. Mengenal kondisi lingkungan kerja yang ada di PT. PLN Nusantara Power UP Gresik.
2. Mempelajari serta memahami sistem operasi pembangkitan listrik.
3. Mempelajari serta memahami fungsi dan komponen – komponen dari pompa CWP (*Circulating Water Pump*).
4. Memahami proses *overhaul* pada Pompa *Circulating Water Pump*
5. Memahami perbedaan kinerja pompa sebelum dan sesudah *overhaul*

1.3 Manfaat

1.3.1 Manfaat Bagi Perusahaan/Instansi

1. Sebagai sarana masukan serta saran yang digunakan untuk meningkatkan produktivitas perusahaan sesuai dengan hasil pengamatan yang dilakukan mahasiswa selama melaksanakan magang industri.
2. Sebagai sarana untuk menjembatani hubungan antara perusahaan / industri dengan Institut Teknologi Sepuluh Nopember

1.3.2 Manfaat Bagi Mahasiswa

1. Sarana meningkatkan keterampilan serta menambah wawasan bagi mahasiswa sebelum masuk ke dunia kerja.
2. Sarana menambah pengalaman serta pengaplikasian penyelesaian masalah secara tepat, efektif, dan efisien.
3. Sarana pengenalan lingkungan kerja yang ada di PT. PLN Nusantara Power UP Gresik.
4. Dapat mengetahui fungsi kerja dari *pompa* beserta alat-alat bantu.
5. Dapat mengetahui alur proses pemeliharaan mesin – mesin dan proses pembangkitan listrik.

6. Dapat mengikuti kegiatan pemeliharaan serta perawatan pada mesin-mesin pembangkitan listrik.

BAB II

GAMBARAN UMUM PT. PLN NUSANTARA POWER UNIT PEMBANGKITAN GRESIK

2.1 Profil Perusahaan PT PLN Nusantara Power

PLN Nusantara Power merupakan salah satu *subholding* perusahaan pembangkit listrik PT PLN (Persero) yang didirikan tahun 1995 dengan nama PT PLN Pembangkitan Jawa Bali (PT PJB). Dengan adanya perkembangan organisasi dan kebijakan manajemen melalui surat yang dikeluarkan oleh Badan Usaha Milik Negara (BUMN) nomor SR590/MBU/0912022 tanggal 20 September 2022 PT.PJB yang semula merupakan anak perusahaan PT.PLN 8 (Persero) resmi berubah menjadi *subholding* PLN Nusantara Power sebagai *Generation Company* 1 (Genco 1) dengan gagasan PLN NP akan menjadi pembangkitan terbesar se-Asia Tenggara dengan capaian kapasitas yang dihasilkan sebesar 23,5 GW

PT PLN Nusantara Power memiliki segmen usaha utama sebagai penyedia tenaga listrik melalui 9 (sembilan) Unit Pembangkitan (UP) dengan total kapasitas terpasang di pembangkit sebesar 7.054 MW, 1 MW Pembangkit Riset di PLTS Cirata, dan sedang tahap pengembangan konstruksi *Add-On* Muara Tawar 2-3-4 sebesar 650 MW. Unit pembangkit yang asetnya dimiliki dan dioperasikan oleh PT PLN Nusantara Power adalah sebagai berikut:

1. Unit Pembangkitan Gresik

- Kapasitas Terpasang: 2219 MW
- Sumber Energi: Gas/BBM
- Lokasi: Gresik, Jawa Timur, Indonesia

2. Unit Pembangkitan Muara Tawar

- Kapasitas Terpasang: 1778 MW
- Sumber Energi: Gas/BBM
- Lokasi: Bekasi, Jawa Barat, Indonesia

3. Unit Pembangkitan Cirata

- Kapasitas Terpasang: 1008 MW
- Sumber Energi: Aliran Air
- Lokasi: Purwakarta, Jawa Barat, Indonesia

4. Unit Pembangkitan Muara Karang

- Kapasitas Terpasang: 909 MW
 - Sumber Energi: Gas
 - Lokasi: Pluit, Jawa Barat, Indonesia
5. Unit Pembangkitan Paiton
- Kapasitas Terpasang: 800 MW
 - Sumber Energi: Batu Bara
 - Lokasi: Paiton, Jawa Timur, Indonesia
6. Unit Pembangkitan Brantas
- Kapasitas Terpasang: 275 MW
 - Sumber Energi: Aliran Air
 - Lokasi: Brantas, Jawa Timur, Indonesia
7. PLTMG Bawean
- Kapasitas Terpasang: 3 MW
 - Sumber Energi: Gas dan Minyak
 - Lokasi: Bawean, Jawa Timur, Indonesia
8. PLTS Cirata
- Kapasitas Terpasang: 1 MW
 - Sumber Energi: Tenaga Surya
 - Lokasi: Purwakarta, Jawa Barat, Indonesia
9. PLTD Suppa
- Kapasitas Terpasang: 62.4 MW
 - Sumber Energi: Diesel
 - Lokasi: Sulawesi, Jawa Timur, Indonesia



Gambar 2. 1 Logo PT. PLN Nusantara Power

2.2 Struktur Grup Perusahaan, Direksi dan Komisaris

Berikut adalah struktur grup PLN Nusantara Power yang terdiri dari 5 Anak Perusahaan, 10 Perusahaan Asosiasi, dan 4 perusahaan cucu cicit, sebagaimana tergambar dalam struktur dibawah ini :



Gambar 2. 2 Struktur Grup Perusahaan

Berikut adalah jajaran Direksi dan Komisaris PT PLN Nusantara Power

Direksi & Komisaris



Gambar 2. 3 Direksi dan Komisaris PT. PLN Nusantara Power

2.3 Visi, Misi, Solusi Bisnis dan Penghargaan Perusahaan

2.3.1 VISI

”Menjadi Perusahaan Pembangkitan Terdepan dan Terpercaya Untuk Energi yang berkelanjutan di Indonesia dan Luar Negeri ”

2.3.2 Misi

1. Menjaga Kinerja Pembangkit Listrik yang Unggul Sebagai Kompetensi Inti
2. Membangun Bisnis Inovatif yang terdepan ntuk melakukan diversifikasi dan pertumbuhan yang berkelanjutan
3. Mengakselerasi Portofolio Bisnis EBT Untuk Mendukung Tercapainya Nol Emisi Karbon

2.3.3 Solusi Bisnis PLN Nusantara Power

Solusi Bisnis PLN NP (1/2)

Peningkatan Kapasitas Pembangkit

Membangun pembangkit IPP:

- Pengembangan sesuai RUPTL 8,77 GW
- Pengembangan Additional Demand 19,54 GW
- Akuisisi Pembangkit 444 MW
- Kawasan Industri Terintegrasi 7,1 GW

Maintenance Repair Overhaul (MRO)

59 M Total Nilai Kontrak Eksisting

- PLTU, PLTG/GU, PLTMG, PLTD, PLTS milik PLN, dan PLTD milik PLN
- Pembangkit milik IPP dan Captive Power
- Pembangkit di luar negeri
- Transmisi dan Gardu Induk
- Industri Manufaktur dan Utility lainnya



Operation & Maintenance (O&M)

Experienced for up to **7.6 GW**

- PLTU, PLTG/GU, PLTMG, PLTD, PLTS milik PLN, dan PLTD milik PLN
- Pembangkit milik IPP, Captive Power
- Pembangkit di luar negeri
- Transmisi & Gardu Induk

Engineering Procurement Construction (EPC)

Experienced for:

- 7 Proyek Pembangkit
- 5 Proyek Transmisi
- 2.570 MVA Substation
- 1.456 KMR Transmission Line
- Proyek pembangkit milik PLN Group
- Proyek transmisi dan Gardu Induk milik PLN Group
- Relokasi Pembangkit Eksisting
- PLTS Kepulauan
- Proyek di luar PLN Group

www.plnnusantarapower.co.id | 6

Solusi Bisnis PLN NP (2/2)

Sparepart/ Material

29 Total Existing Pembangkit yang dilayani

- Pembangkit milik PLN Group
- Transmisi, Gardu Induk dan Distribusi milik PLN Group
- Di luar PLN Group

Power Quality

- Pelanggan industri PLN berkebutuhan khusus



Green Power

- Revitalisasi PLTS dan hybrid dengan PLTD/baterai
- Menjual rooftop skala industri
- Membangun PLTS untuk mengurangi PS pembangkit
- Agroindustri untuk memenuhi kebutuhan Cofiring (Biomass di Cirata)

Asset Light

- Komersialisasi kekayaan intelektual
- Komersialisasi aset
- Konsultasi
- Jasa EAM dan Digital Power Plant

www.plnnusantarapower.co.id | 7

Gambar 2.4 Solusi Bisnis PLN Nusantara Power

2.3.1 Penghargaan Perusahaan

PLN NP Sebagai Industry Leader



Pencapaian PROPER EMAS atas kepedulian PLN NP terhadap pengelolaan lingkungan

Proper Emas di 2019 – 2023 Untuk UP Gresik
Proper Emas di 2017 – 2019, 2021 – 2023 untuk UP Palton
Proper Emas di 2021 – 2023 untuk PLTU Rembang
Proper Emas di 2022, 2023 untuk PLTU Indramayu
Proper Emas di 2023 untuk UP Muara Karang
Proper Emas di 2023 untuk UP Muara Tawar

SEBAGIAN BESAR PEMBANGKIT YANG DIKELOLA OLEH PLN NP JUGA SUDAH MENDAPATKAN PROPER HIJAU



Mendapatkan Band Industry Leader pada Baldrige Excellence Framework

PLN NP adalah perusahaan pertama yang mendapatkan the Industry Leader Band for the Baldrige Excellence Framework di Indonesia dengan skor:

679
TAHUN 2018

700
TAHUN 2019





Untuk Mendukung Program Green Booster PLN, PLN NP mencatat Angka Pemanfaatan Co-Firing Terbesar di Indonesia

PLN NP sebagai pionir pemanfaatan *Co-Firing* di Indonesia telah melakukan pengujian di 27 pembangkit dan beroperasi secara komersial di 23 pembangkit



DIGITAL POWER PLANT: PLN NP sebagai pionir & trendsetter digitalisasi pembangkit

TEKNOLOGI INTELLIGENCE CENTER OF OPTIMIZATION FOR RELIABILITY & EFFICIENCY (I-CORE)

Membantu PLN NP untuk memonitor, menganalisa, dan mendiagnosa kondisi pembangkit secara otomatis



Pembangkit pertama yang menggunakan teknologi Ultra Super Critical Boiler di Indonesia

PLN NP mulai mengembangkan PLTU yang ramah lingkungan dan efisien, yaitu:

2 x 1000 MW
PLTU JAWA 7, BANTEN

1 x 1000 MW
PLTU JAWA 8, CILACAP



PLTS Terapung Terbesar di Asean- PLTS Terapung Cirata (145 MW)

KONSORSIUM PJB1 - MASDAR ENERGY

MENDUKUNG TARGET BAHAN ENERGI 23%

PARIS AGREEMENT 2015

WATER BREAKING : 17 DES 2020

COD : 2023

Gambar 2.5 PLN Nusantara Power Sebagai *Industry Leader*

2.4 Profil Pembangkit PT. PLN Nusantara Power UP Gresik

Untuk menunjang proses produksi energinya, PT PLN Nusantara Power UP Gresik didukung oleh infrastruktur unit pembangkit yang memadai sehingga target produksi yang dibutuhkan bisa dicapai. Adapun daftar unit pembangkit yang terdapat pada PT PLN Nusantara Power UP Gresik adalah sebagai berikut :

Daftar Unit Pembangkit UP Gresik

NO	PEMBANGKIT	PABRIKAN	DAYA TPS (MW)	BAHAN BAKAR	TANGGAL KOMERSIAL	Keterangan
1	PLTG GRESIK 1	ALSTOM - FRANCE	20.1	GAS/HSD	7 JUNI 1978	Gasifikasi : th 1995
2	PLTG GRESIK 2	ALSTOM - FRANCE	20.1	GAS/HSD	9 JUNI 1978	Gasifikasi : th 1995
3	PLTU GRESIK 1	TOSHIBA - JAPAN	100	GAS/MFO	31 AGUSTUS 1981	Gasifikasi : th 1997
4	PLTU GRESIK 2	TOSHIBA - JAPAN	100	GAS/MFO	14-Nov-81	Gasifikasi : th 1997
5	PLTU GRESIK 3	TOSHIBA - JAPAN	200	GAS/MFO	15 MARET 1988	Gasifikasi : th 1994
6	PLTU GRESIK 4	TOSHIBA - JAPAN	200	GAS/MFO	1 JULI 1988	Gasifikasi : th 1994
7	PLTGU GRESIK GT 1.1	MHI - JAPAN	112.45	GAS/HSD	30 MARET 1992	
8	PLTGU GRESIK GT 1.2	MHI - JAPAN	112.45	GAS/HSD	1 MEI 1992	
9	PLTGU GRESIK GT 1.3	MHI - JAPAN	112.45	GAS/HSD	2 JUNI 1992	
10	PLTGU GRESIK ST 1.0	MHI - JAPAN	188.91	-	10-Apr-93	
11	PLTGU GRESIK GT 2.1	MHI - JAPAN	112.45	GAS/HSD	20 JULI 1992	
12	PLTGU GRESIK GT 2.2	MHI - JAPAN	112.45	GAS/HSD	14 AGUSTUS 1992	
13	PLTGU GRESIK GT 2.3	MHI - JAPAN	112.45	GAS/HSD	18-Sep-92	500 KV to 150 KV : 2018
14	PLTGU GRESIK ST 2.0	MHI - JAPAN	188.91	-	5 AGUSTUS 1993	
15	PLTGU GRESIK GT 3.1	MHI - JAPAN	112.45	GAS	14 JANUARI 1993	502 KV to 150 KV : 2019
16	PLTGU GRESIK GT 3.2	MHI - JAPAN	112.45	GAS	19 JANUARI 1993	503 KV to 150 KV : 2017
17	PLTGU GRESIK GT 3.3	MHI - JAPAN	112.45	GAS	13 JANUARI 1993	
18	PLTGU GRESIK ST 3.0	MHI - JAPAN	188.91	-	30-Nov-93	
19	PLTMG BAWEAN #1	GE - AUSTRIA	1.06	CNG	31 JULI 2018	Gas dr CNG MS Gresik
20	PLTMG BAWEAN #2	GE - AUSTRIA	1.06	CNG	31 JULI 2018	Gas dr CNG MS Gresik
21	PLTMG BAWEAN #3	GE - AUSTRIA	1.06	CNG	31 JULI 2018	Gas dr CNG MS Gresik





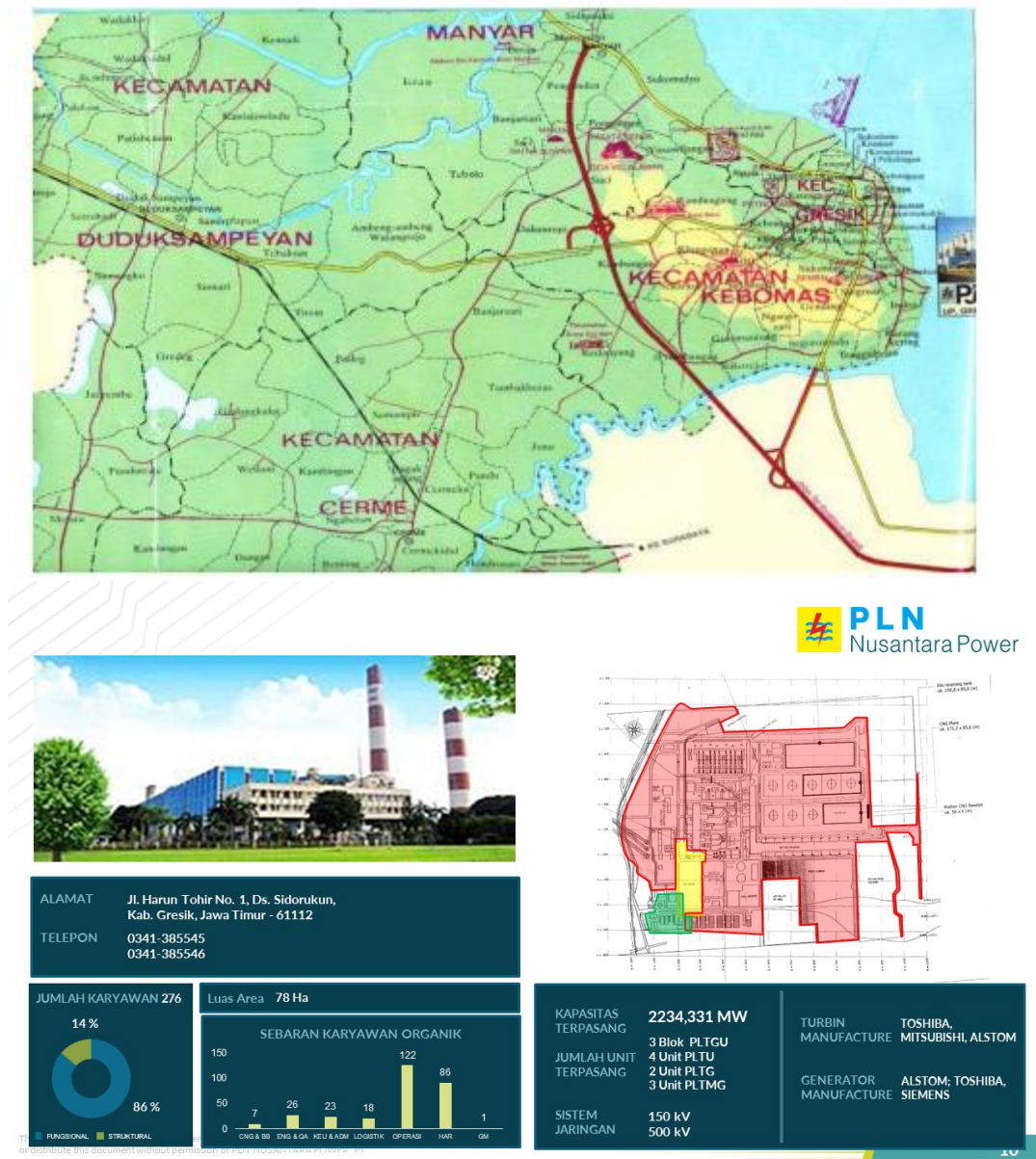



Gambar 2.6 Daftar Unit Pembangkit UP Gresik

8

2.5 Lokasi PT. PLN Nusantara Power Up Gresik

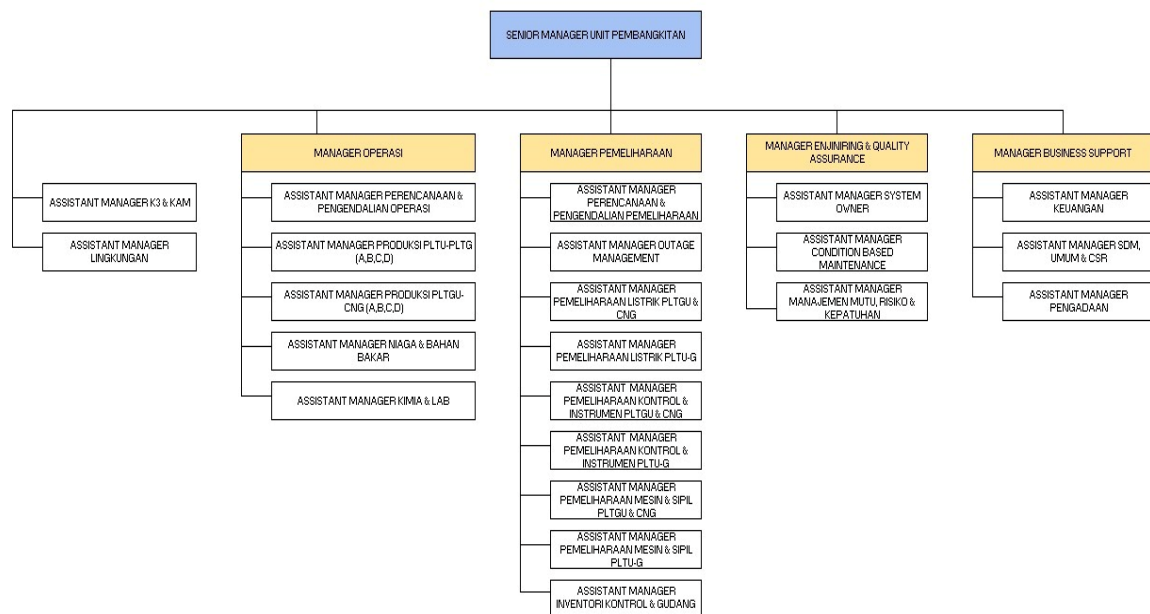
PT. PLN Nusantara Power UP Gresik berada di Kabupaten Gresik tepatnya di Jl. Harun Thohir No.1, Singosari, Sidorukun, Kec. Gresik, Kabupaten Gresik, Jawa Timur 61112.



Gambar 2. 7 Peta Lokasi PLN Nusantara Power UP Gresik

2.6 Struktur Organisasi PT. PLN Nusantara Power UP Gresik

Berdasarkan *company profile* berikut adalah struktur organisasi dari PT. PLN Nusantara Power UP Gresik :



Gambar 2. 8 Struktur Organisasi PT. PLN Nusantara Power UP Gresik

2.7 Keselamatan dan Kesehatan Kerja PT. PLN Nusantara Power

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

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

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

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

1) Daerah Terlarang

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

2) Daerah Terbatas

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

3) Daerah Tertutup

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

2.8 Pengelolaan Lingkungan PT. PLN Nusantara Power UP Gresik

Untuk mengelola lingkungan di PT. PLN Nusantara Power UP Gresik dilakukan dengan cara sebagai berikut:

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

2.9 Budaya 5S PT. PLN Nusantara Power UP Gresik

PT. PLN Nusantara Power UP Gresik menjadikan sistem manajemen *house keeping* sebagai bagian dari budaya kerja perusahaan untuk mewujudkan lingkungan yang nyaman, tertib, aman, bersih, serta meningkatkan efisiensi dan produktivitas untuk mencapai kinerja terbaik. Manajemen *house keeping* 5S meliputi:

- *SEIRI* (Pemilihan/Ringkas)
Membedakan antara yang diperlukan dan yang tidak diperlukan serta membuang yang tidak diperlukan.
- *SEITON* (Penataan/Ringkas)
Menentukan tata letak yang tertata rapi sehingga kita selalu menemukan barang yang diperlukan.
- *SEISO* (Pembersihan/Resik)
Menghilangkan sampah kotoran dan barang asing untuk memperoleh tempat kerja yang lebih bersih.
- *SEIKETSU* (Pemantapan/Rawat)
Memelihara barang dengan teratur, rapi, dan bersih juga dalam aspek personal dan kaitannya dengan polusi.
- *SHITSUKE* (Pembiasaan/Rajin)
Melakukan sesuatu yang benar sebagai kebiasaan (disiplin), mematuhi dengan benar apa yang sudah ditetapkan, menjaga dan menerapkan dengan sungguh empat komponen 5S yang lain.

2.10 Kegiatan Produksi

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

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

PT. PLN Nusantara Power UP Gresik terdiri dari tiga blok Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap. Daya yang dihasilkan oleh PT. PLN Nusantara Power UP Gresik kemudian disalurkan melalui Jaringan Tegangan Tinggi (150 KV) dan Jaringan Tegangan Ekstra

Tinggi (500 KV) ke sistem interkoneksi Jawa, Madura, dan Bali (JAMALI). Adapaun *single buyer* dari daya yang dihasilkan adalah PT. PLN (Persero) P3BJB (Penyaluran dan Pusat Pengatur beban Jawa – Bali).

BAB III PELAKSANAAN MAGANG

3.1 Pelaksanaan Magang

Tabel 3.1 Kegiatan Magang

No	Hari/Tgl/Tahun	Jam kerja	Kegiatan
1	Jumat, 01 Maret 2024	07.30-16.00	Magang Online • Norma Kesehatan Kerja • Investigasi Kecelakaan Kerja • Isyarat Pengoperasian Crane
2	Sabtu, 02 Maret 2024	-	Hari Libur
3	Minggu, 03 Maret 2024	-	Hari Libur
4	Senin, 04 Maret 2024	07.30-16.00	Magang Offline • Auditor Lingkungan • Keterlibatan Karyawan • Pengelolaan Limbah Non-B3 di Perkantoran
5	Selasa, 05 Maret 2024	07.30-16.00	Magang Online • Pemeliharaan Transformator • Katup Pengoperasian Motor (Motor Operating Valve) • Instalasi Pengolahan Air (IPA) • Instrumen Pengawas Turbin • Transmitter Level Ultrasonik • Fungsi Kompresor Udara pada Turbin • Katup dan Katup Pengaman
6	Rabu, 06 Maret 2024	07.30-16.00	• Sertifikasi Induksi K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) • Pengenalan Pembangkit Listrik Siklus Gabungan (Combined Cycle Power Plant)

			• Pembersihan Instalasi Desalinasi • Pemasangan Bantalan (Bearing) LP BFP – Pelepasan Bantalan
7	Kamis, 07 Maret 2024	07.30-16.00	• Pemasangan Bantalan pada Poros Menggunakan Pemanas Bantalan (LP BFP) • Pengenalan Lingkungan Pembangkit
8	Jumat, 08 Maret 2024	07.30-16.00	• Aligment Pompa Hipoklorit dan Motor Menggunakan Alat Laser Alignment • Penggantian Seal Mekanis pada LP BCP
9	Sabtu, 09 Maret 2024	-	Hari Libur
10	Minggu, 10 Maret 2024	-	Hari Libur
11	Minggu, 11 Maret 2024	-	Hari Libur
12	Senin, 12 Maret 2024	-	Hari Libur
13	Selasa, 13 Maret 2024	-	Sakit
14	Kamis, 14 Maret 2024	08.00-15.00	• Pengujian Penetrant pada Komponen MCOP • Pemasangan Bantalan pada Poros MCOP Menggunakan Pemanas Bantalan
15	Jumat, 15 Maret 2024	08.00-15.00	• Pemeriksaan Kebocoran Flange pada GT 1.1
16	Sabtu, 16 Maret 2024	-	Hari Libur
17	Minggu, 17 Maret 2024	-	Hari Libur
18	Senin, 18 Maret 2024	08.00-15.00	• Patroli Rutin di Area CWP (Circulating Water Pump)

			• Perakitan Poros LP BFP ke dalam Housing
19	Selasa, 19 Maret 2024	08.00-15.00	• Pemeriksaan Level Oli pada LP BCP • Mengelas Atap Bocor pada Evaporator Desalinasi
20	Rabu, 20 Maret 2024	08.00-15.00	• Pelepasan Katup Isolasi Bergear (Katup Butterfly) • Pemasangan Katup Isolasi Bergear Menggunakan Forklift
21	Kamis, 21 Maret 2024	08.00-15.00	• Pemeriksaan Penutup Water Heater di Pabrik CNG • Pelapisan Katup di Pabrik CNG • Penggantian O-Ring pada Evaporator SPBG (Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas) • Pembersihan Penutup Evaporator di SPBG
22	Jumat, 22 Maret 2024	08.00-15.00	• Pemasangan MCOP pada Unit • Pengenalan Komponen GT • Pemeriksaan Kebocoran pada Evaporator SPBG (Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas)
23	Sabtu, 23 Maret 2024	-	Hari Libur
24	Minggu, 24 Maret 2024	-	Hari Libur
25	Senin, 25 Maret 2024	-	Sakit
26	Selasa, 26 Maret 2024	08.00-15.00	• Penggantian IAF pada GT 1.1 • Penggantian Mechanical Seal pada Cut Off Valve di Belakang Silinder H2
27	Rabu, 27 Maret 2024	08.00-15.00	• Aligment Pompa (LP BCP) • Pelepasan Mechanical Seal pada Pompa Kolam Penyimpanan Air Limbah

28	Kamis, 28 Maret 2024	08.00-15.00	• Pemasangan Worm Gear (Penutup) pada Katup Butterfly (Katup Isolasi) dengan Forklift • Pemasangan Mechanical Seal pada Pompa Kolam Penyimpanan Air Limbah
29	Jumat, 29 Maret 2024	-	Hari libur
30	Sabtu, 30 Maret 2024	-	Hari libur
31	Minggu, 31 Maret 2024	-	Hari libur
32	Senin, 01 April 2024	08.00-15.00	• Patroli Rutin HRSR (Pemeriksaan Kondisi Pompa, Pemeriksaan Level Oli pada LP BCP, HP BCP, dan Damper)
33	Selasa, 02 April 2024	08.00-15.00	• Pembongkaran Pompa Rochem (Pembersihan Pompa Kompresor) • Pemasangan Mechanical Seal di WWTP (Instalasi Pengolahan Air Limbah)
34	Rabu, 03 April 2024	08.00-15.00	• Pelepasan dan Penggantian Gland Seal pada CWP (Pompa Air Pendingin) • Pengelasan Evaporator di Pabrik Desalinasi (Bocor)
35	Kamis, 04 April 2024	08.00-15.00	• Penggantian Nozzle pada Mixbed • Pembersihan Resin pada Mixbed
36	Jumat, 05 April 2024	08.00-15.00	• Investigasi Pompa Oli Pelumas (Suara Bising) akibat Gesekan • Penutupan Lubang Utama dan Pengujian Mixbed
37	Sabtu, 06 April 2024	-	-
38	Minggu, 07 April 2024	-	-

39	Senin, 08 April 2024	-	-
40	Selasa, 09 April 2024	-	-
41	Rabu, 10 April 2024	-	-
42	Kamis , 11 April 2024	-	-
43	Jumat, 12 April 2024	-	-
44	Sabtu, 13 April 2024	-	-
45	Minggu, 14 April 2024	-	-
46	Senin, 15 April 2024	-	-
47	Selasa, 16 April 2024	07.30-16.00	• Halal Bihalal PT PLN NP UP Gresik • Patroli Rutin di Area ST
48	Rabu, 17 April 2024	07.30-16.00	• Pemeriksaan Consumable untuk Overhaul CWP • Filter Oli Seal Turbin Uap (DP Tinggi/Kotor, Indikator Merah pada Parameter)
49	Kamis, 18 April 2024	07.30-16.00	• Persiapan Consumable untuk Overhaul CWP • Penggantian Kasa pada Mixbed
50	Jumat, 19 April 2024	07.30-16.00	• Perakitan Impeller pada LP BFP • Pengujian Mixbed di WTP (Setelah Penggantian Kasa)
51	Sabtu, 20 April 2024	-	Hari Libur
52	Minggu, 21 April 2024	-	Hari Libur

53	Senin, 22 April 2024	07.30-16.00	Overhaul CWP • Menutup Kanal Inlet menggunakan Stop Block (5 Stop Block) • Melepas Baut Pengunci Motor Listrik
54	Selasa, 23 April 2024	07.30-16.00	Overhaul CWP • Mengangkat Motor Listrik • Menguras Kanal (Bottom Travelling Screen) dengan Pompa Submersible • Mengangkat Penutup Travelling Screen
55	Rabu, 24 April 2024	07.30-16.00	Overhaul CWP • Mengangkat Pompa Utama • Membongkar Pompa Utama (Melepas Kolom 1 dan 2)
56	Kamis, 25 April 2024	07.30-16.00	Overhaul CWP • Membongkar Pompa Utama (Melepas Kopling, Melepas Shaft Atas, Membersihkan Kolom 1 dan 2)
57	Jumat, 26 April 2024	07.30-16.00	Overhaul CWP • Membongkar Pompa Utama (Melepas Delivery Bench, Melepas Bowl, Melepas Impeller)
58	Sabtu, 27 April 2024	-	Overhaul CWP • Membongkar Pompa Utama (Melepas Shaft Bawah Hari ke-1, Melepas Bantalan Karet, Mengangkat Basket)
59	Minggu, 28 April 2024	-	Overhaul CWP • Membongkar Pompa Utama (Melepas Shaft Bawah Hari ke-2 dengan Dry Ice) • Melepas Katodik Basket • Mengukur ID Kolom 1 dan 2 dengan Bore Gage
60	Senin, 29 April 2024	07.30-16.00	Overhaul CWP

			• Membongkar Pompa Utama (Melepas Shaft Bawah Hari ke-3 dengan Dry Ice dan pengelasan) • Mengukur ID Delivery Bench dan Bowl • Mengukur OD Shaft Atas dengan Mikrometer
61	Selasa, 30 April 2024	07.30-16.00	Overhaul CWP • Membongkar Pompa Utama (Mengukur ID Impeller dengan Bore Gage) • Mengukur OD Shaft Bawah • Mengukur OD Bantalan Karet (Rubber Bearing)
62	Rabu, 01 Mei 2024	07.30-16.00	Holiday (Labor Day)
63	Kamis , 02 Mei 2024	07.30-16.00	Overhaul CWP • Pengukuran Run Out Shaft Bawah (Data Sampel Pertama) • Pengukuran ID (Diameter Dalam) Impeller • Pemesinan ID (Diameter Dalam) Impeller
64	Jumat, 03 Mei 2024	07.30-16.00	Overhaul CWP • Pengukuran Run Out Shaft Bawah (Data Sampel Kedua) • Pelapisan Shaft (Shaft Bawah dan Shaft Atas) • Pemasangan Roller pada Ring Chain Travelling Screen • Pengujian PT (Penetrant Test) pada Permukaan Delivery Bend
65	Sabtu, 04 Mei 2024	07.30-16.00	Overhaul CWP • Run Out Lower Shaft (Third Data Sample • Pengukuran Clearance (diantara Rubber Bearing dan Shaft Sleeve)

			• Pengukuran OD (Outside Diameter) Shaft Sleeve dan Rubber Bearing • Diameter Diameter Delivery bend
66	Minggu, 05 Mei 2024	07.30-16.00	Overhaul CWP • Pemasangan Rubber Bearing Baru • Coating Delivery Bend Surface
67	Senin, 06 Mei 2024	07.30-16.00	Overhaul CWP • Pemasangan Shaft Sleeve Baru (Lower Shaft) • Coating Upper Shaft
68	Selasa, 07 Mei 2024	07.30-16.00	Overhaul CWP • Pemasangan Shaft Sleeve Baru (Upper Shaft) • Coating Tahap (Warna Grey)
69	Rabu, 08 Mei 2024	07.30-16.00	Overhaul CWP • Membuat special Tool untuk melepas shaft sleeve • Pemasangan Motor dan Basket travelling screen
70	Kamis, 09 Mei 2024	07.30-16.00	Overhaul CWP • Pemasangan Motor dan Basket travelling screen
71	Jumat, 10 Mei 2024	07.30-16.00	Sakit
72	Sabtu, 11 Mei 2024	07.30-16.00	Overhaul CWP • Pemasangan Baut-baut Pompa • Pemasangan Bell Mouth, Bowl, dan Impeller
73	Minggu, 12 Mei 2024	07.30-16.00	Overhaul CWP

			• Pemasangan Delivery bend, Column Pipe 1 and 2, Upper shaft, Shaft Coupling, dan Motor Stool • Pemasangan Pompa Kembali ke posisi semula
74	Senin, 13 Mei 2024	07.30-16.00	Overhaul CWP • Pemasangan Gland dan Coupling • Pemasangan Electric Motor • Alligment Pompa (dengan dial gage)
75	Selasa, 14 Mei 2024	07.30-16.00	Overhaul CWP • Pengukuran clearance impeller dan bell mouth
76	Rabu, 15 Mei 2024	07.30-16.00	Overhaul CWP • Pemasangan Packing Ring • Pengujian Motor Electric • Coating Rack and Car
77	Kamis, 16 Mei 2024	07.30-16.00	Overhaul CWP • 5s (Pembersihan area dan inspeksi) • Penutupan Overhaul CWP
78	Jumat, 17 Mei 2024	-	Sakit
79	Sabtu, 18 Mei 2024	-	Hari Libur
80	Minggu, 19 Mei 2024	-	Hari Libur
81	Senin, 20 Mei 2024	-	Sakit
82	Selasa, 21 Mei 2024	07.30-16.00	• Pelepasan Gearbox Generator (Isolating Valve Kondensor) • Investigasi SAC tank A and B auto drain trap abnormal

83	Rabu, 22 Mei 2024	07.30-16.00	• Pelepasan Worm gear (Isolating Valve Kondensor) • Pengukuran Piping (SWFP dan Screen) • Membuat drawing 2D Sea Water Feed Pump
84	Kamis, 23 Mei 2024	-	Hari Libur
85	Jumat, 24 Mei 2024	-	Hari Libur
86	Sabtu, 25 Mei 2024	-	Hari Libur
87	Minggu, 26 Mei 2024	-	Hari Libur
88	Senin, 27 Mei 2024	07.30-16.00	• Pelepasan Valve HSD • Pelepasan Strainer Booster Pump
89	Selasa, 28 Mei 2024	07.30-16.00	• Investigasi, DP Sea Water Feed Pump C High • Cleaning Strainer Sea Water Feed Pump C
90	Rabu, 29 Mei 2024	07.30-16.00	• RIRO (Roll In Roll Out) Strainer Sea Water Feed Pump DP High
91	Kamis, 30 Mei 2024	-	Izin
92	Jumat, 31 Mei 2024	-	Izin
93	Sabtu, 01 Juni 2024	-	Hari Libur
94	Minggu, 02 Juni 2024	-	Hari Libur
95	Senin, 03 Juni 2024	07.30-16.00	Overhaul Desalination Plant • Cleaning Strainer Sea Water Feed Pump • Open Main Hole Drain Cooler • Open Main Hole Brine Heater • Open Main Hole Evaporator

96	Selasa, 04 Juni 2024	07.30-16.00	Overhaul Desalination Plant • Open Sight Glass • Reassembly Condensate Pump • Open Main Hole Ejector Condensor • Cleaning Scale Main Hole Drain Cooler • Cleaning Sight Glass
97	Rabu, 05 Juni 2024	07.30-16.00	Overhaul Desalination Plant • Cleaning 2 sea water supply strainers. Progress 80%) • Cleaning stage 1-20 evaporator (15%) • Condensate pump failure (50%) • Disassy distillate pump (100%) • disassy brine blow down pump (50%) • Cleaning tube drain cooler (90%)
98	Kamis, 06 Juni 2024	07.30-16.00	Overhaul Desalination Plant • Cleaning 2 sea water supply strainers. Progress 82% • Cleaning stage 1-20 evaporator 25% • 70% condensate pump failure • Disassy brine pump blow down 100% • Cleaning tube drain cooler 100%
99	Jumat, 07 Juni 2024	07.30-16.00	Overhaul Desalination Plant • Cleaning 2 sea water supply strainers. Progress 85% • Cleaning stage 1-20 evaporator (35%) • Pelepasan demister per stage • Condensate pump failure (100%) • Cleaning condensate pump (50%) • Leaning part brine blow down pump (50%) • Penggantian valve dan line drain cooler (100%)

100	Sabtu, 08 Juni 2024	-	Hari Libur
101	Minggu, 09 Juni 2024	-	Hari Libur
102	Senin, 10 Juni 2024	07.30-16.00	Overhaul Desalination Plant • Cleaning 2 sea water supply strainers. Progress 87% • Cleaning stage 1-20 evaporator (60%) • Cleaning demister per stage • Instalasi condensate pump bearing • Cleaning dan coating brine blow down pump • Cleaning condenser ejector dan strainer • Pengelasan condensate pump baseplate
103	Selasa, 11 Juni 2024	07.30-16.00	Overhaul Desalination Plant • Instalasi dua sea water supply strainers. • Cleaning stage 1-20 of the evaporator • Assemble dan instalasi condensate pump • Assemble distillate pump (60%). • Assemble SWFP pump (50%). • Assemble brine blow down pump (15%). • Assemble condenser ejector (100%). • Welder cutting bolt strainer dan welding drain line
104	Rabu , 12 Juni 2024	07.30-16.00	Overhaul Desalination Plant • Install 2 sea water supply strainers • Assembly dan instalasi condensate pump (95%) • Distillate pump assembly (40%) • SWFP pump assembly (45%) • Brine blow down pump assembly (15%) • Assembly condenser ejector (80%)

			Welder cutting bolt strainer & welding line drain
105	Kamis, 13 Juni 2024	07.30-16.00	Overhaul Desalination Plant - Cleaning demister per stage, - Assembly & install condensate pump (95%) waiting to install motor & alignment - Distillate pump assembly (80%) - SWFP pump assembly (60%) - Brine blow down pump assembly (15%) - Welder cutting bolt strainer dan welding line drain (100%)
106	Jumat, 14 Juni 2024	07.30-16.00	Overhaul Desalination Plant - Clean the demister per stage (90%) - Assembly dan install condensate pump (95%) - Distillate pump assembly (80%) - SWFP pump assembly (60%) - Brine blow down pump assembly (15%) - Welder cutting bolt strainer dan welding line drain (100%) - Leak test drain cooler Finish (safe results)
107	Sabtu, 15 Juni 2024	-	Hari Libur
108	Minggu, 16 Juni 2024	-	Hari Libur
109	Senin, 17 Juni 2024	-	Hari Libur Idul Adha
110	Selasa, 18 Juni 2024	-	Hari Libur Idul Adha
111	Rabu, 19 Juni 2024	07.30-16.00	Overhaul Desalination Plant - Assembli <i>Brine blow down pump</i> (95%) - Assembli <i>distillate plug box</i> (100%)

			• <i>Cleaning tube evaporator (50%)</i> • <i>Coating finds corrosive roof demister. (100%)</i> • <i>Instalasi cathodic floor evaporator (90%)</i> • <i>Instalasi evaporator demister (20%)</i> • <i>Coating tube sheet (20%)</i> • <i>Repair sight glass (85%)</i>
112	Kamis, 20 Juni 2024	07.30-16.00	Overhaul Desalination Plant • Install cathodic protection (100%). • Install evaporator demister (45%). • Coat tube sheet (40%). • Repair sight glass (95%) • Instalasi Flange Line PI Sea Water (100%).
113	Jumat, 21 Juni 2024	07.30-16.00	Overhaul Desalination Plant • Assemble SWFP pump (75%). • Assemble brine blow down pump • Clean evaporator tubes (65%). • Install evaporator demister (65%). • Coat tube sheet (60%). • Repair sight glass (97%)
114	Sabtu, 22 Juni 2024	-	Hari Libur
115	Minggu, 23 Juni 2024	-	Hari Libur
116	Senin, 24 Juni 2024	07.30-16.00	Overhaul Desalination Plant • Assembly Distillate pump (80%) • Assembly SWFP pump (60%) • Leak test drain cooler Finish
117	Selasa, 25 Juni 2024	-	• Mengerjakan Laporan Magang
118	Rabu, 26 Juni 2024		

119	Kamis, 27 Juni 2024		
120	Jumat, 28 Juni 2024	07.30-16.00	• Pengambilan Data <i>Vibration</i> (Sebelum dan sesudah overhaul) • Pengambilan Data Discharge Pressure Pompa dan Temperatur Motor
121	Sabtu, 29 Juni 2024	-	Hari Libur
122	Minggu, 30 Juni 2024	-	

3.2 Metodologi Penyelesaian Tugas Khusus

Selama kegiatan magang industri pada Divisi *Maintenance Mechanical Engineering*, PT. PLN Nusantara Power UP Gresik, mahasiswa mendapati adanya relevansi teori (mata kuliah) dengan praktik yang telah didapat selama berkuliah. Mata kuliah yang dimaksud adalah Teknik Manajemen Pemeliharaan, Mekanika Fluida, dan Pompa. Hal ini sesuai dengan ranah kerja Divisi *Mechanical Engineering*, yaitu melaksanakan pemeliharaan dan perawatan alat operasi seperti pompa serta mengakomodir kesiapan fasilitas operasional di PT. PLN Nusantara Power UP Gresik. Tak hanya itu, Divisi *Engineering Section Mechanical* kerap melakukan analisa dan investigasi terhadap permasalahan atau kerusakan yang terjadi pada peralatan operasi yang dapat menghambat kegiatan operasional produksi listrik.

3.2.1 Survey Lapangan

Melakukan survei lapangan di PT. PLN Nusantara Power UP Gresik untuk menemukan sumber permasalahan dan mengikuti pekerjaan *preventive maintenance* dan *corrective maintenance* pompa di area proses.

3.2.2 Studi Literatur

Melakukan studi literatur sesuai dengan hasil survei lapangan yang telah dilakukan. Tahapan ini dilakukan dengan mencari dan mengumpulkan data teoritis, analisis, dan teknis dari arsip perusahaan atau internet. Sedangkan untuk jurnal ilmiah, buku dan laporan penelitian semuanya merupakan dokumen, dan dokumen tersebut akan dijadikan acuan dalam penulisan dan pembahasan referensi.

3.2.3 Pengambilan Data

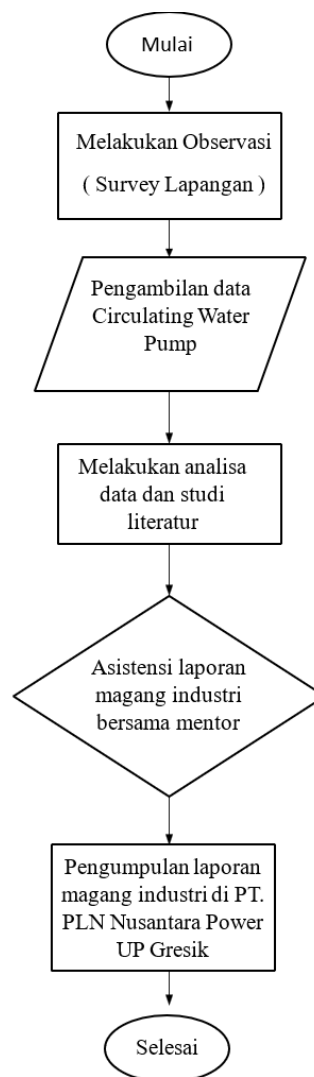
Pengambilan data dilakukan untuk melengkapi kebutuhan laporan magang industri.

3.2.4 Analisis Data

Melakukan analisa data terhadap Pompa Circulating Water Pump sebelum dan setelah perbaikan (*Overhaul*).

3.2.5 Diagram Alir Metodologi

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



Gambar 3. 1 Diagram Alir Metodologi Pengerjaan Laporan Magang

BAB IV

HASIL MAGANG

4.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gas Dan Uap

Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) merupakan pembangkit *thermal* yang memanfaatkan prinsip kerja dari Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) sehingga siklusnya disebut dengan *combine cycle power plant*. Bukan tanpa tujuan menggabungkan kedua prinsip kerja tersebut, yaitu untuk meningkatkan *Thermal Efficiency* yang terbilang cukup tinggi, sebesar 50%. Hal tersebut dikarenakan energi dari (PLTG) mempunyai *Thermal Efficiency* rendah yaitu 30% dan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) *Thermal Efficiency* sebesar 35%. Oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan listrik yang terus meningkat, maka dibutuhkan pembangkit listrik dengan siklus kombinasi (*combine cycle*) demi meningkatkan *Thermal Efficiency* yang baik

Rata – rata energi listrik yang dihasilkan PLTGU Unit Pembangkitan Gresik adalah 500 MW per blok. Total jumlah blok pembangkit listrik di PLTGU UP Gresik ada 3 blok, dimana tiap blok terdiri dari 3 Gas Turbin, 3 HRSG, dan 1 *Steam Turbin*.



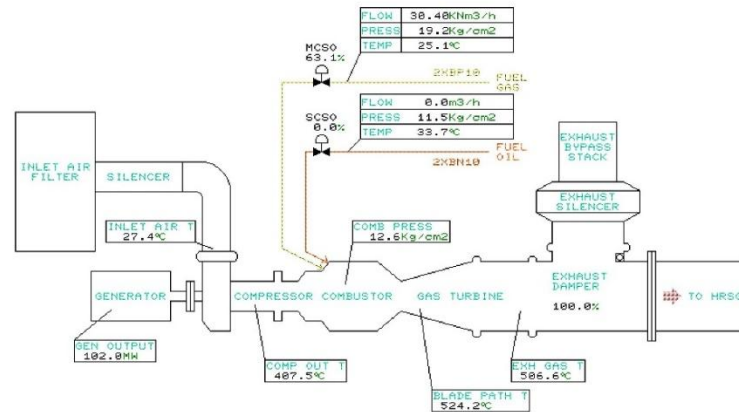
Gambar 4. 1 Konfigurasi Pembangkit PLTGU UP Gresik

4.2 Sistem Pembangkit PLTGU

Terdapat dua macam sistem yang digunakan dalam PLTGU yaitu *Open Cycle* dan *Combine Cycle*:

4.2.1 Sistem Close Cycle

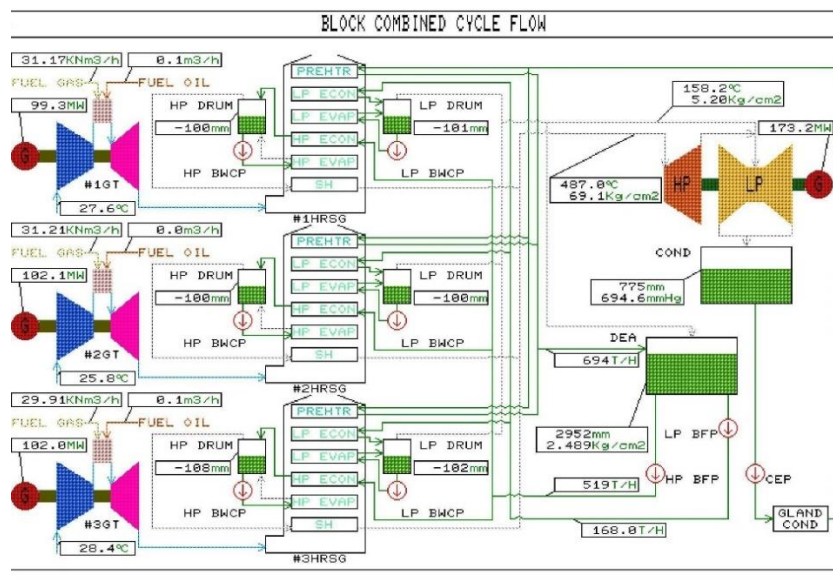
Pada proses open cycle, energi panas yang dihasilkan oleh gas buang (*exhaust gas*) gas turbine dialirkan langsung ke udara dan tidak dimasukkan kedalam HRSG untuk proses pembangkitan energi lagi.



Gambar 4. 2 Sistem Close Cycle pada PLTGU

4.2.2 Sistem Open Cycle

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

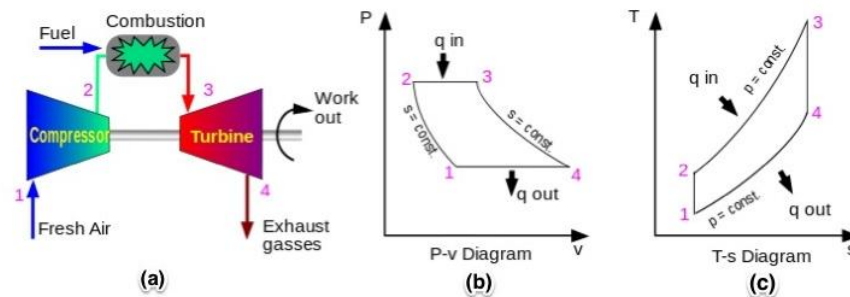


Gambar 4. 3 Sistem Combyne Cycle pada PLTGU

4.3 Komponen Sistem PLTGU

4.3.1 Sistem Turbin Gas Generator

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. Dalam sistem turbin gas menggunakan siklus **Brayton**.



Gambar 4. 4 a) Alur Siklus *Brayton*, b) P-V Diagram, c) T-S Diagram
(Sumber : air.eng.ui.ac.id)

Siklus *Brayton* adalah siklus ideal dari sistem *gas turbine*, siklus *brayton* terdiri dari proses :

- 1-2 : Proses kompresi isentropik di dalam kompresor
- 2-3 : Proses pemasukan kalor pada tekanan P konstan
- 3-4 : Proses ekspansi isentropik dalam turbin
- 4-1 : Proses pembuangan kalor.

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.



Gambar 4. 5 *Gas Turbine*

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*)



Gambar 4. 6 *Compressor*

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.



Gambar 4. 7 *Combuster Chamber*

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. 8 *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 standar *manual book* yang ada.
7. *Starting motor*, berfungsi memberikan tenaga awal pada saat start-up sistem GTG letak dari starting motor berada dalam *auxiliary*.



Gambar 4. 9 *Auxulury package*

Turbin gas yang digunakan di PLTGU Gresik 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 *cmpressoire*.

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 penyalan api, jadi terdapat kegagalan *firing* didalam *combuster*.

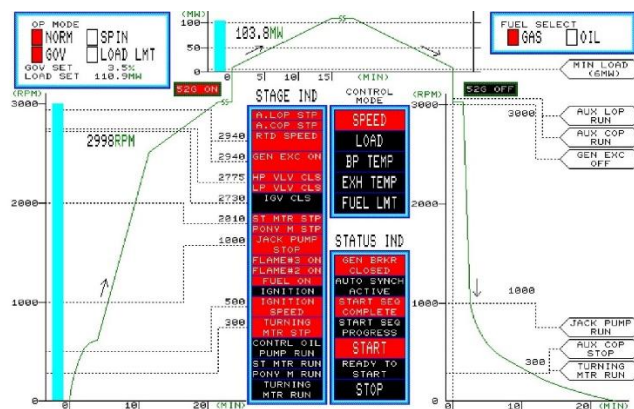
Gas hasil pembakaran dengan suhu dan tekanan tinggi kemudian mengalir ke turbin, mendorong dan memutar turbin sehingga menghasilkan tenaga mekanik putaran. Tenaga mekanik yang dihasilkan dari turbin ini sebagian digunakan untuk memutar kompresor dan sebagian digunakan untuk memutar generator yang menghasilkan energi listrik. Sedangkan gas buang hasil pembakaran dibuang melalui gas buang (*Stack*) ke atmosfer atau ke HRSG saat *combined cycle*.

4.3.2 Komponen pendukung *Gas Turbine Generator*

Komponen-komponen pendukung *gas turbine* sebagai berikut :

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. 10 *Gas Turbine Start/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 Turbine* 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.

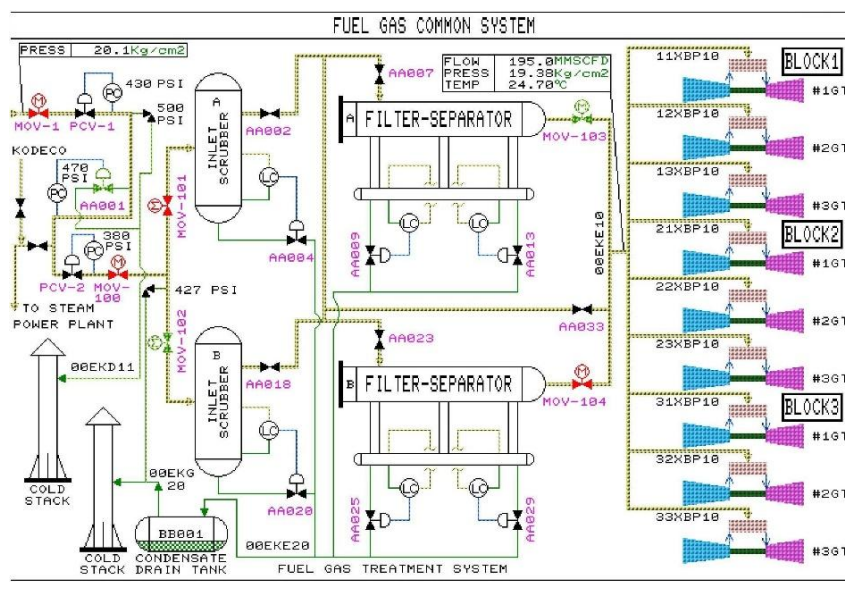


Gambar 4. 11 Gear Box

3. Fuel System

Pada Gas Turbine Generator UP Gresik menggunakan 2 bahan bakar yaitu *High Speed Diesel* dan *Compressed Natural Gas* yang disuplai oleh beberapa *Suplier* yang bekerja sama dengan PT PLN Nusantara Power UP Gresik. *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. 12 Platform penyuplai Bahan Bakar Gas

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 tekananya 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 kg/cm^2 akan muncul alarm *gas pressure low*. Dan jika tekanan terus menerus turun mencapai 18 kg/cm^2 secara otomatis *interlog change over* ke bahan bakar minyak. Pada saat tekanan 15 kg/cm^2 gas turbin akan trip, karena alarm *gas pressure low - low trip*.

4. Lubrication System / Lube Oil System

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

- a. *Lube oil Reservoir* berfungsi sebagai penampung minyak pelumas.

Didalamnya terdapat *filter* yang berguna menyaring kotoran. Setiap

beberapa waktu kondisi dari minyak pelumas selalu dikontrol oleh operator atau petugas pemeliharaan mesin untuk menjaga kualitas.

- b. *Main lube oil pump* (MOP), berfungsi sebagai pompa minyak pelumas bergerak bersamaan dengan poros turbin gas (pada 3000 RPM), pompa MOP berjenis *positive 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 adaah dari tegangan DC.
- e. *Vapour Extractor* berfungsi menghapus gas-gas yang terperangkap dalam reservoir tank dan membuatnya sedikit vacuum, untuk mengurangi kebocoran dari minya pelumas.

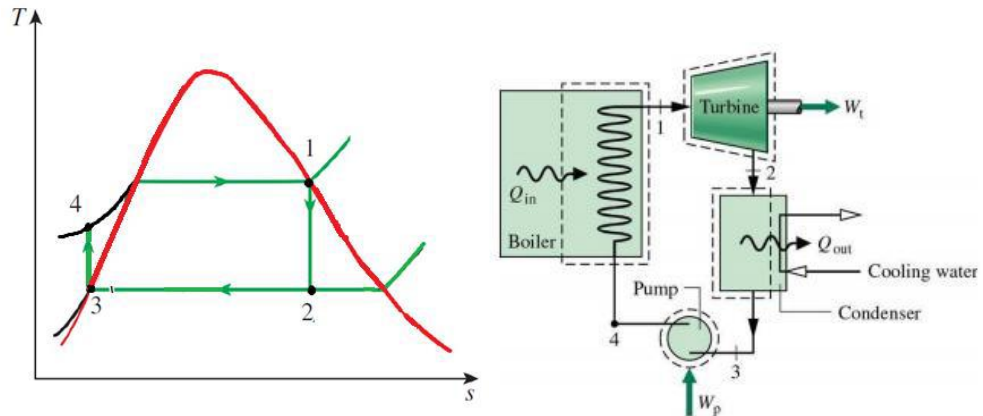
Sistem kerja Sistem kerja *lube oil system* adalah sebelum turbin gas dioperasikan, JOP (*Jacking Oil Pump*) menyala untuk menyuplai minyak pelumas ke *bearing* turbin gas dan generator untuk mengangkat poros agar permukaan poros tidak bergesekan dengan permukaan *bearing* secara langsung dan selanjutnya diputar pada putaran *turning gear*, yaitu pada putaran 3 rpm, tujuanya adalah menjaga kelurusan poros turbin atau menghindari defleksi di titik pusat beban poros. Selanjutnya setelah gas tubin berjalan dan putaran mulai naik hingga putaran nominal yaitu ± 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.

4.3.3 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. 13 T-S Diagram dari Siklus *Rankine*

Pada Gambar 4. 13, terdapat empat proses pada siklus tersebut, berikut penjelasan mengenai empat proses tersebut:

Proses 1–2: Uap bertekanan dan temperatur tinggi dari boiler masuk ke turbin, terjadi proses ekspansi secara *isentropik* (ideal). Terjadi penurunan tekanan pada fluida kerja.

Proses 2–3: Fluida kerja keluar dari turbin dalam kondisi tekanan rendah, lalu fluida kerja masuk ke dalam kondensor dan terjadi proses kondensasi.

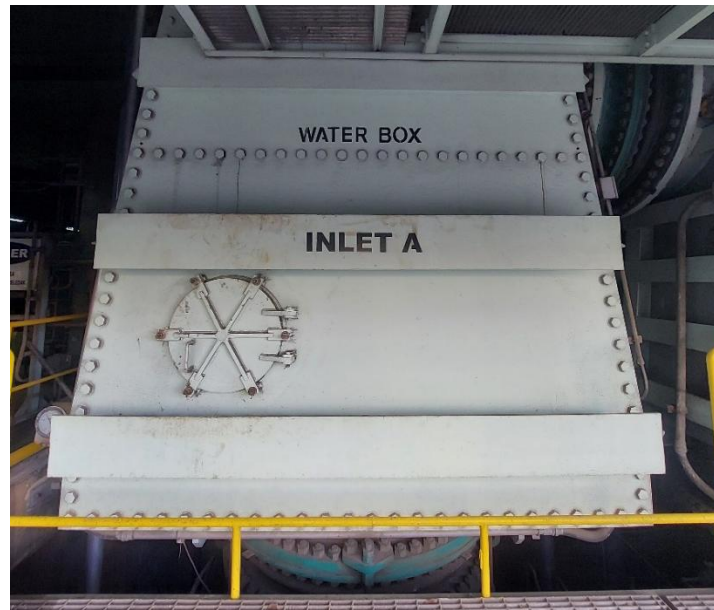
Proses 3–4: Fluida kerja yang berupa cair (air) memasuki pompa lalu dikompresi sehingga meningkatkan tekanan dari fluida kerja tersebut. Dan pada fase ini *fluida* kerja masih berwujud cair atau cair jenuh terjadi perubahan *entropy*.

Proses 4–1: Fluida kerja bertekanan tinggi dari hasil kompresi pada pompa masuk kedalam *boiler*. Pada *boiler* fluida secara isobaris (tidak ada perubahan tekanan fluida selama proses) panas *boiler* didapat dari hasil pembakaran diluar. Pada proses ini terjadi perubahan wujud fluida dari cair menjadi campuran dan kemudian jadi uap jenuh hingga uap lanjut (*superheated*).

4.3.4 Komponen Utama Steam Turbine Generator

1. Kondensor

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*.



Gambar 4. 14 Kondensor ST Blok 2

2. Pompa

Terdapat dua jenis pompa yang ada dalam sistem *Steam Turbine* diantaranya adalah:

a. *Condensate Extaction Pump* (CEP)

Pompa yang berfungsi menyuplai air condensate menuju *deaerator* dengan melalui proses *preheater* terlebih dahulu.

b. *Boiler Feed Pump* (BFP)

Pompa yang menyuplai air menuju *LP drum* dan *HP drum* dari *deaerator* dan melewati *economizer* terlebih dahulu.



Gambar 4. 15 Pompa HP BFP (*Hight Pressure Boiler Feed Pump*)



Gambar 4. 16 Pompa LP BFP (*Low Pressure Boiler Feed Pump*)

3. *Heat Recovery Steam Generator (HRSG)*

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° Celcius.



Gambar 4. 17 *Heat Recovery Steam Generator* Blok 2.3

Komponen – komponen 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 $\pm 290^{\circ}$ celcius, dan temperatur pada *Low Pressure Drum* berkisar $\pm 160^{\circ}$ 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 $\pm 550^{\circ}$ 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 $\pm 430^{\circ}$ celcius, sedangkan *evaporator low pressure* dipanaskan dengan temperatur keluaran dari turbin gas $\pm 220^{\circ}$ celcius.
- f. *Economizer*, untuk pemanasan air dari deaerator sebelum memasuki *steam drum* dan *evaporator*. *Economizer high pressure* dipanaskan dengan suhu keluaran dari gas turbin $\pm 420^{\circ}$ celcius. Sedangkan

economizer low pressure dipanaskan dengan temperatur keluaran dari turbin gas $\pm 220^{\circ} \text{ celcius}$.

Prinsip kerja dari HRSG adalah gas buang dari turbin gas yang temperaturnya tinggi ± 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 ± 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 *sumlementry 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 prosce 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* 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).

4.3.5 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 PT PLN Nusantara Power Up Gresik, berikut ini beberapa peralatan *Common Auxilliary* dan peralatan bantu:

1. *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*.



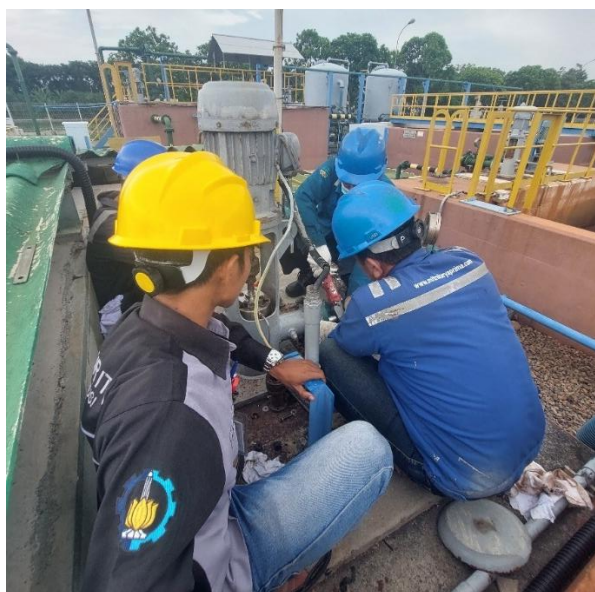
Gambar 4. 18 *Desalination Plant Area*

2. *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*

3. *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 (*PH* 7-14) . Bahan kimia yang digunakan untuk mengontrol *PH* adalah *HCL* dan *NAOH*.



Gambar 4. 20 *Waste Water Treatment Plant Area*

4. *Hydrogen (H₂) 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*, selain itu hidrogen juga digunakan sebagai pengurang oksigen didalam boiler supaya mencegah korosi.



Gambar 4. 21 *Hydrogen Plant*

5. *Chlorination Plant*, merupakan suatu unit yang berfungsi untuk menghasilkan dan mengelola klorin (Cl₂) yang digunakan dalam sistem pembangkit. Fungsi utama dari chlorination plant ini adalah untuk mengontrol pertumbuhan mikroorganisme, seperti bakteri, alga, dan biofilm, yang dapat berkembang dalam sistem air pendingin dan saluran air lainnya.



Gambar 4. 22 *Electro Chlorination Area*

6. *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. 23 *Sea Water Intake*

4. 4 Pompa Aksial

Pompa aksial adalah mesin yang menggerakkan fluida menggunakan baling-baling yang berputar di sekitar porosnya, mengarahkan aliran fluida sejajar dengan sumbu pompa (Karassik et al., 2001). Fluida dipindahkan sejajar dengan poros pompa, berbeda dengan pompa sentrifugal yang menggerakkan fluida secara radial. Pompa aksial memiliki karakteristik aliran besar dan tekanan (head) rendah, yang menjadikannya ideal untuk aplikasi seperti pengairan, drainase, dan pendinginan industri.

Pompa aksial biasanya digunakan dalam aplikasi di mana aliran volume besar diperlukan dengan peningkatan tekanan yang relatif rendah. Pompa aksial sering ditemukan dalam sistem pemompaan air yang besar seperti proyek pengalihan air, stasiun pemompaan air limbah, dan sistem pendingin untuk pembangkit listrik dan fasilitas industri lainnya.

Pompa aksial bekerja dengan menggunakan baling-baling yang dipasang pada poros berputar untuk menggerakkan fluida sejajar dengan sumbu pompa. Saat baling-baling berputar, mereka menciptakan dorongan yang menggerakkan fluida melalui pompa. Fluida masuk ke dalam pompa dari sisi inlet, kemudian dialirkan sepanjang poros oleh baling-baling, dan keluar dari sisi outlet dengan aliran yang tinggi namun tekanan yang relatif rendah. Efisiensi tinggi pada aliran besar dan head rendah membuat pompa aksial ideal untuk aplikasi seperti irigasi dan sistem pendinginan industri.



Gambar 4. 24 Pompa Aksial

4. 5 Klasifikasi Pompa Aksial

4.5.1 Berdasarkan Desain Baling-Baling

- Pompa Baling-Baling Tetap (*Fixed Blade Axial Flow Pump*)
- Pompa Baling-Baling Dapat Disesuaikan (*Adjustable Blade Axial Flow Pump*)

4.5.2 Berdasarkan Orientasi Pemasangan

- Pompa Aksial Vertikal (*Vertical Axial Flow Pump*)
- Pompa Aksial Horizontal (*Horizontal Axial Flow Pump*)

4.5.3 Berdasarkan Aplikasi Spesifik

- Memiliki Pompa Irigasi (*Irrigation Axial Flow Pump*):
- Digunakan Pompa Drainase (*Drainage Axial Flow Pump*)
- Pompa Sirkulasi (*Circulation Axial Flow Pump*)

4.5.4 Berdasarkan Aliran dan Tekanan

- Pompa Aliran Rendah dengan Head Tinggi (*Low Flow, High Head Axial Flow Pump*)
- Pompa Aliran Tinggi dengan Head Rendah (*High Flow, Low Head Axial Flow Pump*)

4.6 Maintenance

Menurut Moubray, J. (2001) mendefinisikan *maintenance* sebagai proses yang dirancang untuk memastikan bahwa semua sistem dan peralatan berfungsi dengan baik dengan meminimalkan kegagalan.

Maintenance, atau pemeliharaan, adalah aktivitas yang dilakukan untuk memastikan bahwa peralatan, sistem, atau fasilitas berfungsi dengan baik dan tetap dalam kondisi operasional. Tujuannya adalah untuk mencegah kerusakan, memperbaiki kerusakan yang terjadi, dan memastikan bahwa performa serta keandalan peralatan tetap optimal. Maintenance mencakup berbagai kegiatan, seperti pemeriksaan rutin, perbaikan, penggantian komponen, serta pencegahan kerusakan lebih lanjut.

4.6.1 Preventive Maintenance (Pemeliharaan Pencegahan)

Menurut Smith, R. (2004), *Preventive maintenance* adalah Pemeliharaan yang dilakukan secara terjadwal untuk mencegah terjadinya kerusakan atau kegagalan. Contoh nya Pemeriksaan rutin, pelumasan, penggantian komponen yang sudah tua sebelum gagal.

4.6.2 Corrective Maintenance (Pemeliharaan Korektif)

Menurut Kumar, U., & Kavi, S. (2009), *Corrective Maintenance* adalah Pemeliharaan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan atau kegagalan, untuk mengembalikan peralatan ke kondisi operasional. Contohnya Perbaikan mesin yang rusak, penggantian suku cadang yang pecah.

4.6.3 Predictive Maintenance (Pemeliharaan Prediktif)

Menurut Blanchard, B. S., & Fabrycky, W. J. (2006). *Predictive Maintenance* adalah Pemeliharaan yang didasarkan pada analisis data dan pemantauan kondisi

untuk memprediksi kapan perawatan harus dilakukan. Contohnya Penggunaan sensor untuk memantau getaran, suhu, dan kondisi lainnya untuk mengantisipasi kerusakan.

4. 7 *Run Out*

Run-out adalah proses pengukuran untuk menilai ketidaksejajaran atau ketidakstabilan pada permukaan poros selama rotasi. Ini dilakukan untuk memastikan apakah poros berputar dengan benar pada sumbu rotasinya atau mengalami deviasi yang dapat mempengaruhi kinerja dan umur panjang suatu pompa. *Run-out* sering digunakan sebagai indikator untuk menilai kondisi dan kelurusan poros.



Gambar 4. 25 *Run Out Shaft*

4.7.1 Sumbu Pengukuran *Run Out*

- *Radial*

Pengukuran deviasi *radial* dari sumbu poros. Ini mengukur seberapa jauh permukaan poros bergeser dari sumbu rotasi saat berputar. Pengukurannya biasanya dilakukan dengan *dial gauge* yang diletakkan pada sisi *radial* poros.

- *Axial*

Pengukuran deviasi aksial dari sumbu poros. Ini mengukur seberapa jauh poros bergerak maju atau mundur sepanjang sumbu rotasi saat berputar.

Pengukuran: Biasanya dilakukan dengan dial gauge yang diletakkan di sepanjang sumbu poros.

4.7.2 Tujuan Pengukuran *Run Out*

- Memastikan Keseimbangan
Mengidentifikasi ketidakseimbangan yang dapat menyebabkan getaran atau kerusakan.
- Evaluasi Kondisi
Menilai kondisi poros dan komponen terkait untuk mencegah kerusakan lebih lanjut.
- Perbaikan dan Penyesuaian
Membantu dalam penyesuaian dan perbaikan untuk memastikan bahwa poros beroperasi dengan benar.

4.7.3 Metode Pengukuran

- *Dial Gage*
Digunakan untuk mengukur deviasi dari sumbu poros dengan akurasi tinggi.
Evaluasi Kondisi
- CMM (*Coordinate Measuring Machine*)
Digunakan untuk pengukuran yang lebih kompleks dan akurat, termasuk run-out.

4.8 Vibrasi

Vibrasi atau getaran adalah gerakan osilasi suatu objek atau sistem di sekitar titik keseimbangan. Vibrasi dapat terjadi pada benda padat, cair, atau gas dan dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti gaya periodik, resonansi, atau ketidakseimbangan mekanis. Vibrasi dapat bersifat mekanis, seperti pada mesin dan struktur, atau akustik, seperti pada gelombang suara.

Vibrasi memiliki 3 ukuran yang dijadikan parameter dari pengukuran suatu getaran, ketiga parameter itu ialah sebagai berikut :

4.8.1 Amplitudo

Amplitudo adalah besaran maksimal dari sebuah osilasi atau getaran yang diukur dari titik keseimbangan atau posisi tengah. Dalam konteks getaran atau gelombang, amplitudo menunjukkan sejauh mana sesuatu bergerak atau berosilasi dari posisi tengahnya. Amplitudo merupakan ukuran dari energi yang

ditransmisikan oleh getaran atau gelombang tersebut; semakin besar amplitudo, semakin besar energi yang dikandungnya.

4.8.2 Frekuensi

Frekuensi adalah jumlah siklus atau osilasi yang terjadi dalam suatu periode waktu tertentu, biasanya diukur dalam detik. Satuan frekuensi adalah Hertz (Hz), yang didefinisikan sebagai satu siklus per detik. Dalam konteks getaran dan gelombang, frekuensi menggambarkan seberapa sering suatu peristiwa periodik terjadi dalam satu detik. Frekuensi merupakan salah satu parameter penting dalam analisis dan pengendalian getaran serta berbagai fenomena gelombang.

4.8.2 Fase Vibrasi

Fase vibrasi adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan posisi relatif dari suatu titik pada gelombang getaran atau osilasi pada waktu tertentu dibandingkan dengan titik referensi. Fase diukur dalam derajat atau radian, di mana satu siklus penuh dari gelombang mewakili 360 derajat atau 2π radian. Dalam konteks getaran, fase menunjukkan bagaimana dua atau lebih gelombang getaran berhubungan satu sama lain dalam waktu.

4.9 Overhaul

Overhaul merupakan prosedur perbaikan mendalam yang diterapkan pada mesin, perangkat, atau sistem untuk mengembalikan kondisi fungsionalnya ke tingkat optimal. Menurut (Seo & Bai, 2004) *Overhaul* itu seperti meremajakan suatu mesin sehingga setelah dilakukan *overhaul*, mesin mempunyai performa yang bisa dibilang setara dengan kondisi baru. *Overhaul* di PT PLN Nusantara Power UP Gresik masuk kedalam kategori *preventive maintenance* dikarenakan overhaul dilakukan berdasarkan *time based* (Setiap 2 tahun sekali). Proses ini mencakup pembongkaran lengkap, pembersihan, pemeriksaan setiap komponen untuk mendeteksi keausan atau kerusakan, penggantian komponen yang sudah tidak layak pakai, serta *reassembly* dengan penyesuaian dan pengujian untuk memastikan kinerja yang sesuai dengan standar. *Overhaul* umumnya dilakukan secara berkala berdasarkan jadwal perawatan atau ketika terjadi penurunan signifikan dalam performa mesin atau sistem tersebut.

4.10 Circulating Water Pump

Circulating Water Pump merupakan pompa yang berfungsi sebagai pompa air laut untuk pendinginan ekstraksi *steam* dari LP (*Low Pressure*) turbin di *Condensor & pendingin air* di CWHE (*Cooling Water Heat Exchanger*)

4.10.1 Spesifikasi *Circulating Water Pump*

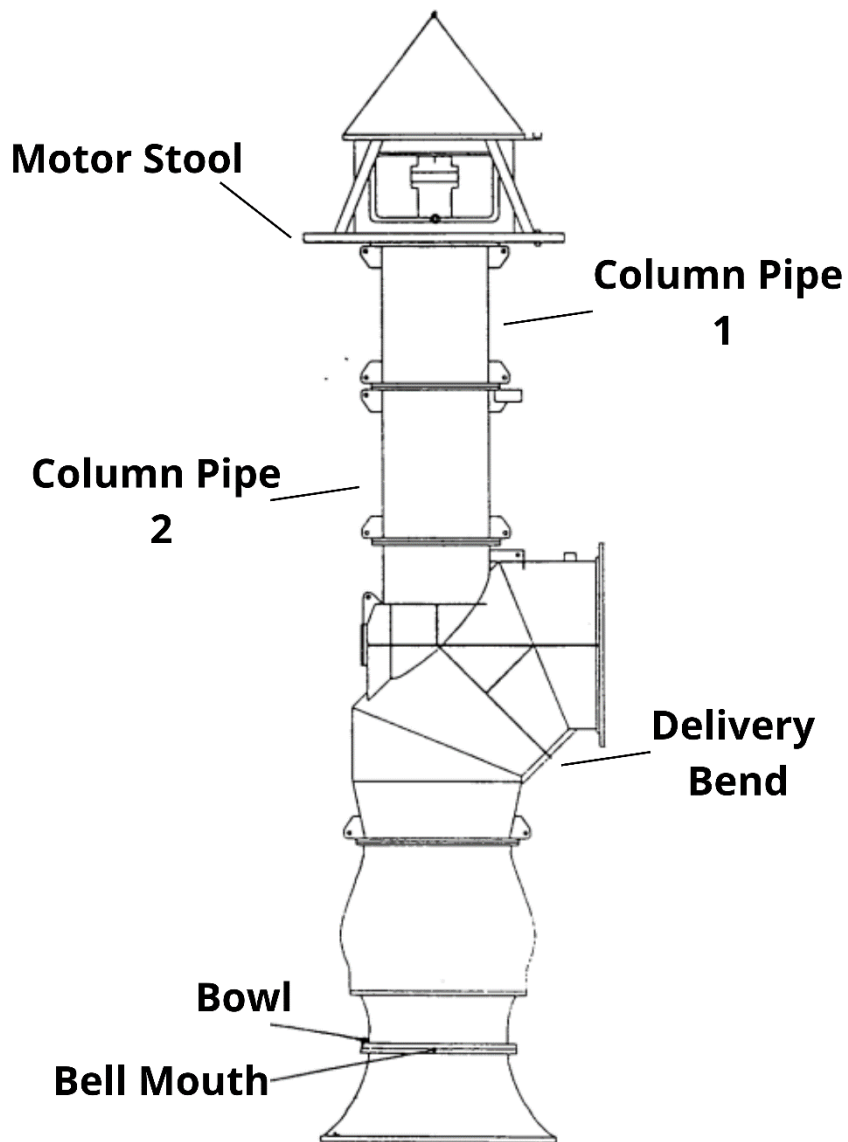
Berikut adalah data spesifikasi pompa *Circulating Water Pump* di PT PLN Nusantara Power Up Gresik :

- Type = BSn 1320 Single stage
- Liquid = *Sea water*
- Quantity = 27.000 m³/hour
- Discharge Head = 8.5 m
- Pump Loss = 0.3 m
- Total Head = 8.8 m
- Pump Speed = 295 rpm
- Efficiency of Pump Prop = 90%
- NPSH Available = 12m
- NPSH Required = 6.3 m
- Thrust Losses = In Motor
- Pump Power = 736 KW
- Transmission Loss = 1 KW
- Power at Pump Coupling = 737 KW
- Motor Rating = 960 KW



Gambar 4. 26 *Circulating Water Pump*

4.10.2 Struktur Komponen *Circulating Water Pump*



Gambar 4. 27 Stuktur *Circulating Water Pump*

4.10.3 Komponen *Circulating Water Pump*

1. Motor, berfungsi sebagai penggerak pompa *circulating Water Pump*.



Gambar 4. 28 *Motor Circulating Water Pump*

2. *Motor Stool*, berfungsi sebagai dudukan (bangku) untuk motor pompa *Circulating water pump*



Gambar 4. 29 *Motor Stool*

3. *Column Pipe 1 & 2*



Gambar 4. 30 *Column Pipe 1 & 2*

4. *Delivery Bend*



Gambar 4. 31 *Delivery Bend*

5. *Bowl*



Gambar 4. 32 *Bowl*

6. *Impeller*



Gambar 4. 33 *Impeller*

7. *Bell Mouth*



Gambar 4. 34 *Bell Mouth*

8. *Upper Shaft*



Gambar 4. 35 *Upper Shaft*

9. *Lower Shaft*



Gambar 4. 36 *Lower Shaft*

10. Rubber Bearing



Gambar 4. 37 *Rubber Bearing*

11. Moving Coupling



Gambar 4. 38 *Moving Coupling*

12. Shaft Sleeve



Gambar 4. 39 *Shaft Sleeve*

4. 11 Overhaul Circulating Water Pump

Pengoperasian *Circulating Water Pump* secara terus menerus (24 jam) dapat mengakibatkan penurunan performa dan *lifetime*. Hal ini tentunya akan berpengaruh terhadap efisiensi dan juga biaya operasional. Selain itu, bisa mengakibatkan kegagalan-kegagalan atau kerusakan pada komponen seperti kebocoran *gland*, *rubber bearing* rusak, PI (*Pressure Indicator*) Abnormal dan lain-lain yang mempunyai ketertarikan dengan maintenance sistem yang dikerjakan.

Untuk menanggulangi terjadinya hal diatas pada circulating water pump, maka perlu dilakukan upaya *maintenance* dengan cara perbaikan mesin, salah satunya adalah dengan melakukan *Overhaul*. *Overhaul* adalah kegiatan perbaikan pada suatu mesin / perangkat yang mampu meningkatkan efisiensi. Menurut (Seo & Bai, 2004) *Overhaul* itu seperti meremajakan suatu mesin sehingga setelah dilakukan *overhaul*, mesin mempunyai performa yang bisa dibilang setara dengan kondisi baru. *Overhaul* pada *Circulating Water Pump* mempunyai jadwal pemeliharaan tahunan yaitu dilakukan 1 kali dalam kurun waktu 3 tahun. *Overhaul Circulating Water Pump* di PT PLN Nusantara Power Up Gresik kali ini dilakukan pada tanggal 22 April – 16 Mei 2024.

4. 6. 1 Tujuan Overhaul Circulating Water Pump

1. Mengembalikan Performa Optimal

Overhaul bertujuan untuk memulihkan performa pompa agar dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi desain awal, termasuk kapasitas aliran, tekanan, dan efisiensi. Ini penting untuk menjaga aliran air pendingin yang konsisten dalam sistem pembangkit listrik.

2. Mencegah Kegagalan Operasional

Dengan melakukan overhaul, komponen-komponen yang aus atau rusak dapat diganti atau diperbaiki sebelum menyebabkan kegagalan operasional yang lebih serius. Hal ini membantu mencegah downtime yang tidak terencana dan menghindari kerugian operasional.

3. Memperpanjang Umur Peralatan

Overhaul bertujuan untuk memperpanjang umur pompa dengan mengganti bagian-bagian yang sudah aus dan melakukan perawatan yang diperlukan. Ini membantu menunda kebutuhan untuk penggantian pompa secara keseluruhan, yang bisa sangat mahal.

4. Mengoptimalkan Efisiensi Energi

Dengan memastikan bahwa pompa beroperasi pada kondisi optimal, overhaul membantu mengurangi konsumsi energi yang tidak perlu. Pompa yang tidak efisien memerlukan lebih banyak daya untuk menghasilkan aliran air yang sama, sehingga overhaul dapat membantu mengurangi biaya operasional.

4. 6. 2 Parameter *Overhaul Circulating Water Pump*

Parameter overhaul untuk *circulating water pump* (CWP) meliputi berbagai aspek yang perlu diperiksa (diperbaiki) dan ada yang diganti untuk memastikan pompa dapat berfungsi dengan optimal setelah overhaul. Berikut adalah parameter-parameter utama yang biasanya langsung diganti saat proses overhaul :

Tabel 4. 1 Komponen-komponen yang diganti

No	Nama Komponen	Keterangan	Gambar
1	Alumunium Anoda	Ganti baru	
2	<i>Side Roll</i>	Ganti baru	

3	<i>Roller</i>	Ganti baru	
4	<i>Bushing</i>	Ganti baru	
5	<i>Pin</i>	Ganti baru	
6	<i>Nozzle Spray</i>	Ganti baru	
7	<i>Rubber Bearing</i>	Ganti baru	

8	<i>Shaft Sleeve</i>	Ganti baru	
9	<i>O-ring inner column dan rubber bearing</i>	Ganti baru	

4. 6. 3 Peralatan dan Material

Berikut merupakan peralatan dan material yang dibutuhkan pada saat *overhaul circulating water pump* :

Tabel 4. 2 Peralatan dan material

1	<i>Crane 25 Ton</i>	19	<i>Outside Diameter</i>
2	<i>Stop Block</i>	20	<i>Inside Diameter</i>
3	<i>Submersible Pump</i>	21	<i>Dial Gage</i>
4	Kunci Pas, Ring, Pipa, shock	22	Kertas Gosok (Amplas)
5	<i>Impact</i>	23	<i>Scaffolding</i>
6	<i>Ratchet</i>	24	<i>Chain Block</i>
7	Gerinda	25	<i>Body Harnest</i>
8	Palu besi dan palu karet	26	<i>Wire Rope</i>
9	Las Listrik	27	<i>Eye Bolt</i>
10	Las Asetelin	28	<i>D Bolt</i>
11	<i>Cutting Laser (Las)</i>	29	Plat
12	Dongkrak Hidrolik 100 ton	30	<i>Shim</i>
13	<i>Forklift</i>	31	Lampu sorot
14	<i>Bore Gauge</i>	32	Kain majun
15	<i>Red silicon</i>	33	Sarung tangan
16	<i>RTV sealant</i>	34	Coating (cat)
17	Deterjen	35	Dry Ice
18	Dempul	36	Spons

4. 6. 1 Prosedur Pekerjaan *Overhaul Circulating Water Pump*

Tabel 4. 3 Prosedur Pekerjaan *Overhaul Circulating Water Pump*

NO	PEKERJAAN
I	Travelling dan Bar Screen
1	Pasang stop block pada inlet tunnel CWP
2	Kosongkan pit & lakukan pembersihan
3	Bersihkan <i>bar screen</i> dari kotoran/tiram
4	Lepas <i>cover travelling</i> (lakukan pembersihan dan <i>coating</i>)
5	Lepas <i>mesh travelling screen</i> (lakukan pengecekan dan pembersihan <i>mesh</i>)
6	Periksa alumunium anoda (ganti baru)
7	Lepas link chain (ganti <i>side roller</i> , <i>bushing</i> dan <i>pin</i>)
8	Lakukan pengecekan pada <i>spray nozzle</i> (ganti baru)
9	Lepas rantai (lakukan pembersihan pada rantai, tambahkan <i>grease</i>)
10	Ganti minyak pada <i>reduction gear</i>
11	Periksa rantai dan <i>adjust</i> kekencangan rantai
12	Pasang <i>spray nozzle</i>
13	Pasang <i>link chain</i> dan <i>adjust level shaft chain</i>
14	Pasang <i>mesh travelling screen</i>
15	Pasang <i>cover travelling screen</i>

NO	PEKERJAAN
II	Circulating Water Pump
1	Lepas <i>cover</i> kopling
2	Lepas koneksi pipa <i>lube water</i> .
3	Lepas baut kopling.
4	Lepas <i>Spacer (Screwed Distance Piece)</i> dan <i>Disc</i> Kopling
5	Lepas baut pengikat pompa ke pedestal.
6	Lepas baut <i>discharge</i> dan baut <i>support delivery</i>
7	Angkat pompa CWP ke tempat yang terbuka

8	Bongkar/ <i>Disassembling</i> pompa (Setiap tahapan, lakukan pengukuran <i>clearance</i>)
9	Lakukan pembersihan pada <i>Casing, impeller, shaft</i> dan <i>Key</i>
10	Lakukan pembersihan pada <i>Coulum, Shaft Sleeve</i>
11	Lakukan pembersihan pada <i>Delivery Bend</i> dan <i>Discharge pipe</i>
12	Lakukan pembersihan pada <i>Rubber bearing</i>
13	Lakukan pembersihan pada <i>bowl</i>
14	Periksa <i>casing</i> dan <i>delivery bend</i> dari <i>crack</i>
15	Periksa <i>bowl</i> terhadap <i>crack</i>
16	Lakukan <i>coating</i> pada <i>bowl</i>
17	Periksa <i>crack, pitting</i> , diameter dan kelurusan pada <i>shaft</i>
18	Periksa <i>crack</i> dan kelurusan pada <i>coulum</i>
19	Penggantian <i>shaft Sleeve</i>
20	Penggantian <i>Rubber bearing</i>
21	<i>Reassembly</i> pompa
22	Ganti <i>o-ring inner column</i>
23	Ganti <i>o-ring rubber bearing</i>
24	Ganti <i>gland packing</i>
25	Pemasangan baut <i>discharge</i>
26	Pemasangan baut pedestal
27	Pemasangan baut <i>support</i>
28	Pemasangan <i>disc</i> kopling
29	Pemasangan <i>spacer</i>
30	Pemasangan <i>lube water pipe</i>
31	<i>Alignment</i> motor dan pompa
32	Periksa <i>clearance axial impeller</i>
33	Periksa <i>lube water system</i>

NO	PEKERJAAN
III	Finishing
1	Lepas stop blok
2	Lakukan pengecekan vibrasi
3	Lakukan pengecekan temperatur
4	Lakukan Pengecekan <i>discharge pressure</i>
5	Lakukan <i>performance test travelling screen</i>

4. 12 Analisa Perbedaan Nilai Temperatur Motor dan *Discharge Pressure* Pompa CWP Sebelum dan Sesudah *Overhaul*

Parameter (Sensor) yang dipasang pada pompa CWP hanya ada 2, yaitu Termometer yang dipasang pada motor, dan *Pressure gauge* yang dipasang pada *Discharge* pompa CWP, berikut adalah perbandingan nilai temperatur dan *discharge pressure* pada pompa CWP sebelum dan sesudah *overhaul*

4.8.1 Nilai Temperature dan *Discharge Pressure* Sebelum *Overhaul*



Gambar 4. 40 Nilai Temperatur Motor Sebelum *Overhaul*



Gambar 4. 41 *Discharge Pressure Pompa CWP Sebelum Overhaul*

4.8.1 Nilai Temperature dan *Discharge Pressure* Setelah Overhaul



Gambar 4. 42 Nilai Temperatur Motor Setelah Overhaul



Gambar 4. 43 Nilai *Discharge Pressure* Pompa CWP Setelah Overhaul

Dari data diatas didapatkan bahwa :

Sebelum *Overhaul*

- Temperatur Motor : 93° Celcius
- *Discharge Pressure* Pompa : 0,6 Kg/cm²

Setelah *Overhaul*

- Temperatur Motor : 80° Celcius
- *Discharge Pressure* Pompa : 1,0 Kg/cm²

Setelah dilakukan perbaikan (*Overhaul*), terdapat beberapa parameter yang mempengaruhi peningkatan *discharge pressure* dan juga temperatur motor. Berikut adalah parameter-parameter yang mempengaruhi peningkatan *discharge pressure* dan temperatur motor.

1. Penggantian *Rubber Bearing*
2. Pembersihan Kotoran di area *suction*
3. Penggantian *Cooling Oil* pada motor

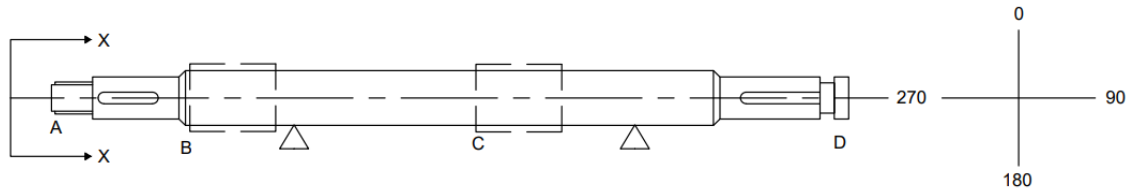
Setelah dilakukan penggantian *rubber bearing*, Pembersihan kotoran di area *suction* dan penggantian *cooling oil* pada motor, dari hasil pengukuran *discharge pressure* dan temperatur pada motor, didapatkan bahwa terdapat peningkatan *discharge pressure* pada pompa yang sebelumnya hanya 0,6 kg/cm² menjadi 1kg/cm², serta terdapat penurunan temperatur pada motor yang tadinya 93 derajat celcius menjadi 80 derajat celsius. Dari Analisa tersebut dapat disimpulkan bahwasannya *overhaul* dapat meningkatkan performa pada pompa (Peningkatan *discharge pressure* dan penurunan temperatur pada motor)

4. 13 Proses *Run Out Lower & Upper Shaft CWP (Circulating Water Pump)* 2A PLTGU

Proses *Run Out CWP* 2A menggunakan 2 *Dial gauge*. *Dial gage* yang pertama digunakan untuk mengambil data pada sumbu aksial supaya *shaft* tidak bergeser ketika dirotasi dan *dial gage* yang kedua digunakan untuk mengambil data sumbu radial. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan 4 titik sampel (A, B, C, D) pada *upper shaft*, dan 5 titik sampel (A, B, C, D, E) pada *lower shaft*. Baik atau tidaknya *run out value* tergantung pada hasil pengukuran. Hasil *run out value* dikatakan baik apabila indikator pada *dial gage* menunjukkan angka 0 pada akhir rotasi (dengan titik rotasi dimulai dari 0 juga). Sementara itu, hasil *run out value* dikatakan tidak baik ketika indikator *dial gauge* menunjukkan angka yang jauh dari 0 (dengan titik rotasi dimulai dari 0 juga) atau melebihi

batas toleransi *run out value* (2,5-5 mm), misalnya jika hasil run out value didapatkan 10,5 mm, maka run out value tersebut melebihi batas toleransinya, sehingga shaft harus diluruskan kembali.

4.8.1 Data Hasil Pengukuran *Upper Shaft*

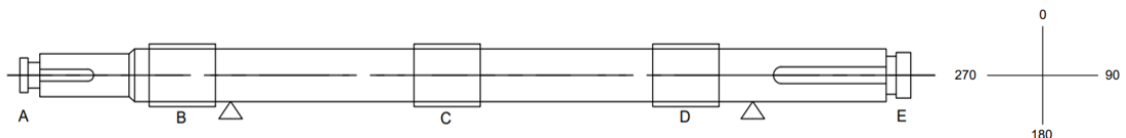


Gambar 4. 44 Titik *Run Out Upper Shaft* CWP

Tabel 4. 4 Data Hasil Pengukuran *Run Out Upper Shaft* CWP

	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	360°	Max
A	0	-5,3	-10,4	-12,1	-11,2	-7,2	-3	+2	0	+5
B	0	-1,2	-1,2	-1,5	-1,8	-1,6	-1,5	-1,4	-3	+5
C	0	5	5	7	1	6	7	4	-1	+5
D	0	-1	-2,5	-3,4	-3,2	-2,7	-1	1	-2	+5

4.8.2 Data Hasil Pengukuran *Lower Shaft*



Gambar 4. 45 Titik *Run Out Lower Shaft* CWP

Tabel 4. 5 Data Hasil Pengukuran *Run Out Lower Shaft* CWP

	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	360°	Max
A	0	4,1	8,1	12,0	9,7	6,2	2,2	7	0	+5
B	0	2,9	4,7	6,2	5,4	-3,1	1,9	5	2	+5
C	0	-5,2	-9,0	-10,8	-5,4	-6	3,8	4,3	-1	+5
D	0	-3	1	-3	8	2	7	4	0	+5
E	0	-29	-75	-127	-135	-105	-57	-11	1	+50

Dari hasil pengukuran diatas didapatkan bahwa, *run out value* terbesar dari *upper shaft* adalah 12,1 mm dan *run out value* terbesar dari *lower shaft* adalah 13,5 mm. dari hasil pengukuran tersebut bisa disimpulkan bahwa *upper* dan *lower shaft*

pada pompa cwp memiliki *run out value* yang lebih besar daripada toleransinya, atau bisa dikatakan *shaft* mengalami *bending* (bengkok) sehingga shaft CWP perlu di luruskan ulang atau diganti dengan yang baru.

4. 14 Analisa Vibrasi Sebelum dan Sesudah *Overhaul*

4.8.2 Pengukuran Vibrasi Sebelum *Overhaul*

Pada pengukuran vibrasi sebelum *overhaul* dilakukan dibagian DE (*Drive End*) saja, dikarenakan sisi NDE (*Non-Drive End*) *cover* motornya belum terbuka, sehingga kali ini hanya membandingkan data vibrasi sebelum dan sesudah *overhaul* dibagian DE (*Drive End*).

Berikut data hasil pengukuran vibrasi dibagian DE (*Drive End*) Motor CWP 2A sebelum *overhaul* :

Database: PLTGU13.rbm

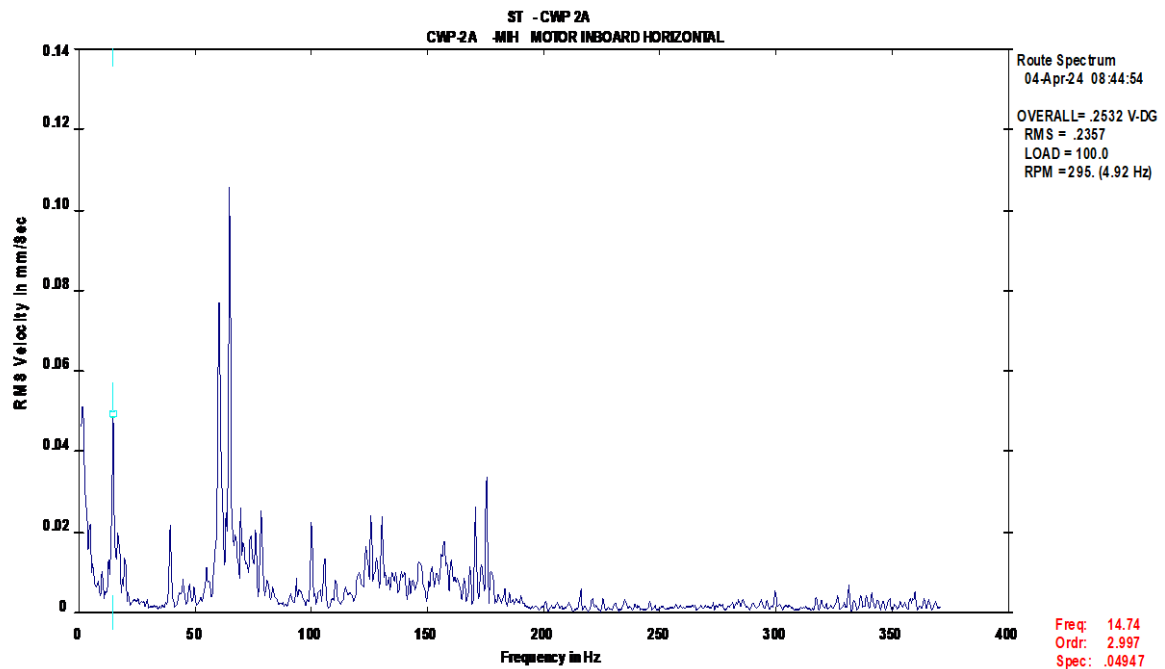
Station: PLTGU STEAM TURBINE

Report Date: 28-Jun-24 09:23

Period Reported:03-Apr-24 To 05-Apr-24

Machine 1: CWP 2A

<i>DATE TIME RPM OVERALL</i>			
<i>CWP-2A - MIH-MOTOR INBOARD HORIZONTAL</i>			
		(RPM)	mm/Sec
	04-Apr-24 08:44	295.	.253
<i>Early Warning Limit</i>	-----		.113
<i>Alert Limit Value</i>	-----		3.890
<i>Fault Limit Value</i>	-----		5.304
<i>CWP-2A - M2P-MOTOR IN BOARD HORIZONTAL PV</i>			
		(RPM)	G-s
	04-Apr-24 08:44	295.	.546
<i>Baseline Value</i>	-----		.203
<i>Early Warning Limit</i>	-----		.354
<i>Alert Limit Value</i>	-----		1.000
<i>Fault Limit Value</i>	-----		2.000



Gambar 4. 46 Grafik RMS Frekuensi Motor Inboard Horizontal Sebelum Overhaul

Berdasarkan data di atas, didapatkan bahwa vibrasi motor CWP-2A MIH-
MOTOR INBOARD HORIZONTAL.

Secara keseluruhan:

- Nilai RMS (*Root Mean Square*): 0,2357 mm/s
- Beban (*Load*): 100,0%
- Kecepatan Putar (RPM): 295 (4,92 Hz)

Spektrum Frekuensi:

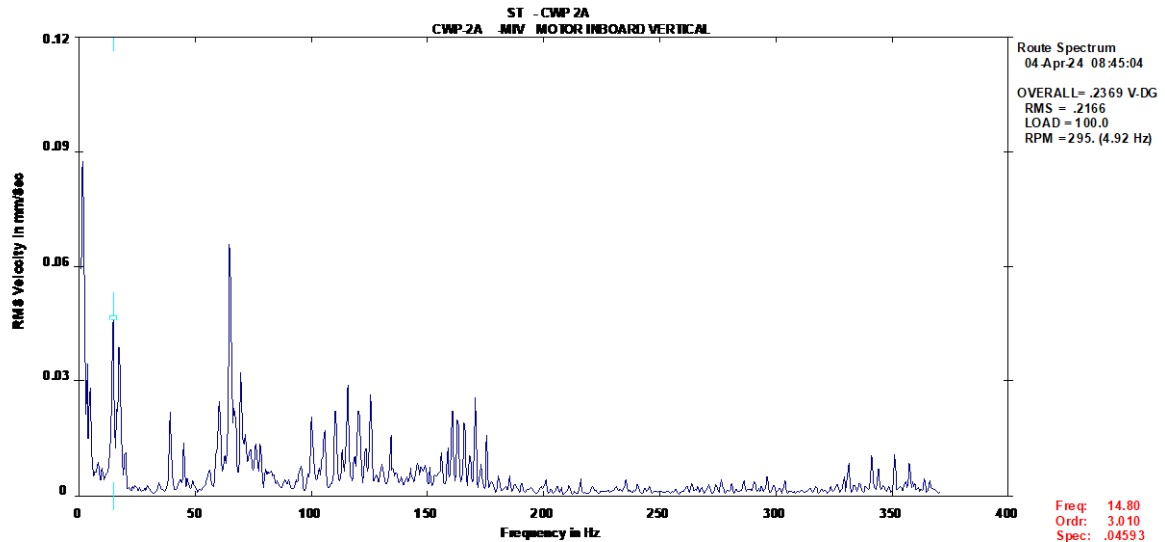
- Frekuensi Puncak: 14,74 Hz
- Urutan (*Order*): 2,997
- Spektrum (*Spec*): 0,04947 mm/s

Interpretasi :

- Nilai RMS vibrasi horizontal tergolong normal. Batas aman nilai RMS vibrasi horizontal untuk motor listrik umumnya adalah 0,25 mm/s.
- Frekuensi puncak vibrasi horizontal terjadi pada urutan 2,997, yang menunjukkan kemungkinan adanya ketidakseimbangan (*unbalance*) pada rotor motor. Ketidakseimbangan terjadi ketika massa rotor motor tidak terdistribusi secara merata, sehingga menyebabkan getaran pada frekuensi yang merupakan kelipatan dari kecepatan putaran motor.
- Nilai spektrum vibrasi horizontal pada frekuensi puncak tergolong rendah. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat ketidakseimbangan pada rotor motor tidak terlalu parah.

CWP-2A - MIV-MOTOR INBOARD VERTICAL

	(RPM)	mm/Sec
04-Apr-24 08:45	295.	.237
Early Warning Limit	-----	.127
Alert Limit Value	-----	3.890
Fault Limit Value	-----	5.304



Gambar 4. 47 Grafik RMS *Frekuensi Motor Inboard Vertical* Sebelum Overhaul

Berdasarkan data di atas, didapatkan bahwa vibrasi motor CWP-2A MIV-*MOTOR INBOARD VERTICAL*.

Secara keseluruhan:

- Nilai RMS (*Root Mean Square*): 0,2166 mm/s
- Beban (*Load*): 100,0%
- Kecepatan Putar (RPM): 295 (4,92 Hz)

Spektrum Frekuensi:

- Frekuensi Puncak: 14,80 Hz
- Urutan (*Order*): 3,010
- Spektrum (*Spec*): 0,04593 mm/s

Interpretasi :

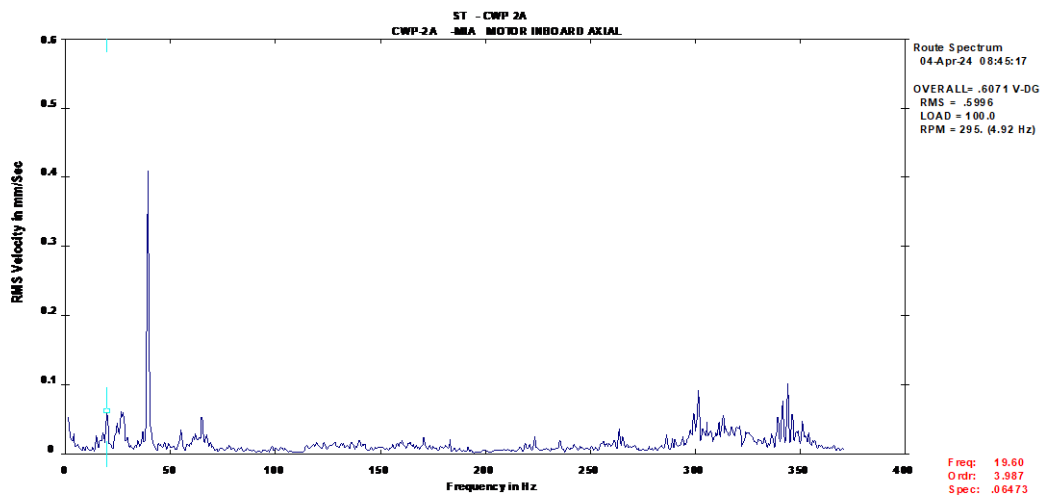
- Nilai RMS vibrasi vertikal tergolong normal. Batas aman nilai RMS vibrasi vertikal untuk motor listrik umumnya adalah 0,25 mm/s.
- Frekuensi puncak vibrasi vertikal terjadi pada urutan 3,010, yang menunjukkan kemungkinan adanya ketidakseimbangan (*unbalance*) pada rotor motor. Ketidakseimbangan terjadi ketika massa rotor motor tidak

terdistribusi secara merata, sehingga menyebabkan getaran pada frekuensi yang merupakan kelipatan dari kecepatan putaran motor.

- Nilai spektrum vibrasi vertikal pada frekuensi puncak tergolong rendah. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat ketidakseimbangan pada rotor motor tidak terlalu parah.

CWP-2A - MIA-MOTOR INBOARD AXIAL

	(RPM)	mm/Sec
04-Apr-24 08:45	295.	.607
Early Warning Limit	-----	.129
Alert Limit Value	-----	3.890
Fault Limit Value	-----	5.304



Gambar 4. 48 Grafik RMS *Frekuensi Motor Inboard Axial* Sebelum Overhaul

Berdasarkan data di atas, didapatkan bahwa vibrasi motor CWP-2A MIA-*MOTOR INBOARD AXIAL*.

Secara keseluruhan:

- Nilai RMS (*Root Mean Square*): 0,2284 mm/s
- Beban (*Load*): 100,0%
- Kecepatan Putar (RPM): 295 (4,92 Hz)

Spektrum Frekuensi:

- Frekuensi Puncak: 19,60 Hz
- Urutan (*Order*): 3,987
- Spektrum (*Spec*): 0,06473 mm/s

Interpretasi :

- Nilai RMS vibrasi aksial tergolong normal. Batas aman nilai RMS vibrasi aksial untuk motor listrik umumnya adalah 0,25 mm/s.
- Frekuensi puncak vibrasi aksial terjadi pada urutan 3,987, yang menunjukkan kemungkinan adanya ketidaksejajaran (*misalignment*) pada poros motor. Ketidaksejajaran terjadi ketika poros motor tidak sejajar dengan sumbu motor, sehingga menyebabkan getaran pada frekuensi yang merupakan kelipatan dari kecepatan putaran motor.
- Nilai spektrum vibrasi aksial pada frekuensi puncak tergolong rendah. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat ketidaksejajaran pada poros motor tidak terlalu parah.

4.8.2 Pengukuran Vibrasi Sesudah *Overhaul*

Pada pengukuran vibrasi sesudah overhaul dilakukan 2 titik pengukuran, yaitu di DE (*Drive End*) dan NDE (*Non-Drive End*), tetapi yang akan dibandingkan adalah dititik DE (*Drive End*) nya, karena pengukuran vibrasi sebelum overhaul hanya dilakukan pada sisi DE (*Drive End*) nya saja.

Berikut data hasil pengukuran vibrasi dibagian DE (*Drive End*) Motor CWP 2A sesudah *overhaul* :

Database: PLTGU13.rbm

Station: PLTGU STEAM TURBINE

Report Date: 28-Jun-24 09:25

Period Reported: 14-May-24 To 16-May-24

Machine 1: CWP 2A

DATE TIME RPM OVERALL

--- --- -- -----

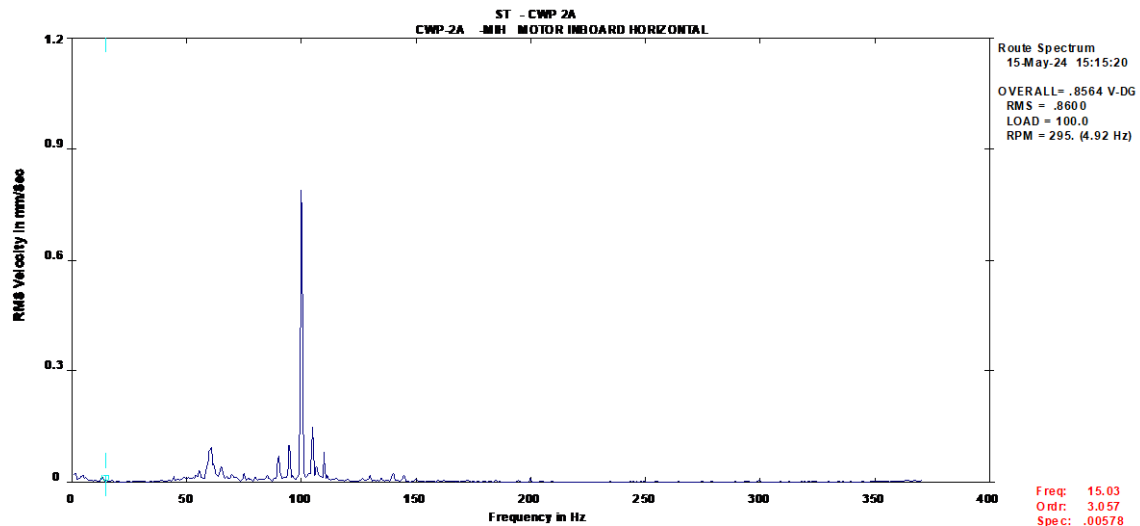
CWP-2A - MIH-MOTOR INBOARD HORIZONTAL

	(RPM)	mm/Sec
15-May-24 15:15	295.	.856
<i>Early Warning Limit</i> -----		.113
<i>Alert Limit Value</i> -----		3.890
<i>Fault Limit Value</i> -----		5.304

CWP-2A - M2P-MOTOR IN BOARD HORIZONTAL PV

	(RPM)	G-s
15-May-24 15:15	295.	.097

<i>Baseline Value</i>	-----	.203
<i>Early Warning Limit</i>	-----	.354
<i>Alert Limit Value</i>	-----	1.000
<i>Fault Limit Value</i>	-----	2.000



Gambar 4. 49 Grafik RMS *Frekuensi Motor Inboard Horizontal* Sesudah *Overhaul*

Berdasarkan data di atas, didapatkan bahwa vibrasi motor CWP-2A MIH-*MOTOR INBOARD HORIZONTAL*.

Secara keseluruhan:

- Nilai RMS (*Root Mean Square*): 0,1883 mm/s
- Beban (*Load*): 100,0%
- Kecepatan Putar (RPM): 300 (5 Hz)

Spektrum Frekuensi:

- Frekuensi Puncak: 15,03 Hz
- Urutan (*Order*): 3,006
- Spektrum (*Spec*): 0,04053 mm/s

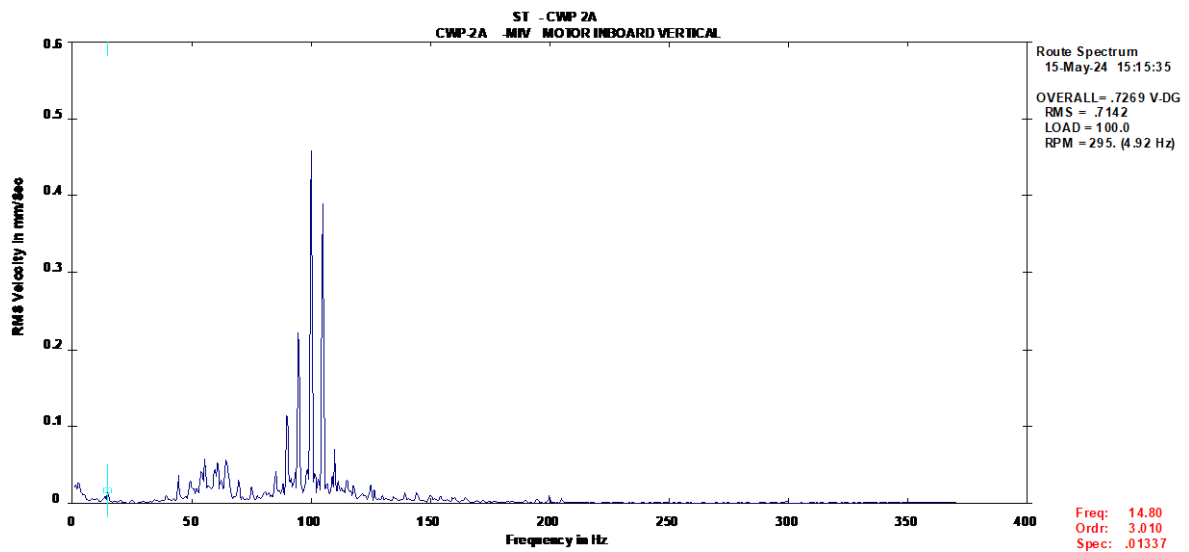
Interpretasi :

- Nilai RMS vibrasi horizontal tergolong normal. Batas aman nilai RMS vibrasi horizontal untuk motor listrik umumnya adalah 0,25 mm/s.
- Frekuensi puncak vibrasi horizontal terjadi pada urutan 3,006, yang menunjukkan kemungkinan adanya ketidakseimbangan (*unbalance*) pada rotor motor. Ketidakseimbangan terjadi ketika massa rotor motor tidak terdistribusi secara merata, sehingga menyebabkan getaran pada frekuensi yang merupakan kelipatan dari kecepatan putaran motor.

- Nilai spektrum vibrasi horizontal pada frekuensi puncak tergolong rendah. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat ketidakseimbangan pada rotor motor tidak terlalu parah.

CWP-2A - MIV-MOTOR INBOARD VERTICAL

	(RPM)	mm/Sec
15-May-24 15:15	295.	.727
Early Warning Limit	-----	.127
Alert Limit Value	-----	3.890
Fault Limit Value	-----	5.304



Gambar 4. 50 Grafik RMS Frekuensi Motor Inboard Vertical Sesudah Overhaul

Berdasarkan data di atas, didapatkan bahwa vibrasi motor CWP-2A MIV-MOTOR INBOARD VERTICAL.

Secara keseluruhan:

- Nilai RMS (*Root Mean Square*): 0,2166 mm/s
- Beban (*Load*): 100,0%
- Kecepatan Putar (RPM): 295 (4,92 Hz)

Spektrum Frekuensi:

- Frekuensi Puncak: 14,80 Hz
- Urutan (*Order*): 3,010
- Spektrum (*Spec*): 0,04593 mm/s

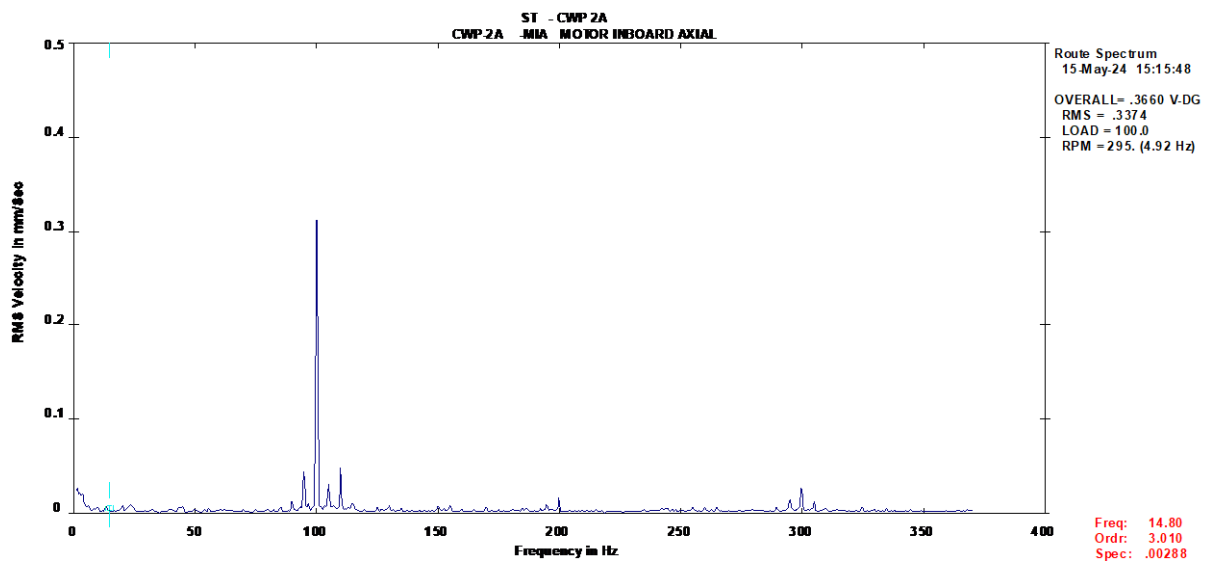
Interpretasi :

- Nilai RMS vibrasi vertikal tergolong normal. Batas aman nilai RMS vibrasi vertikal untuk motor listrik umumnya adalah 0,25 mm/s.

- Frekuensi puncak vibrasi vertikal terjadi pada urutan 3,010, yang menunjukkan kemungkinan adanya ketidakseimbangan (*unbalance*) pada rotor motor. Ketidakseimbangan terjadi ketika massa rotor motor tidak terdistribusi secara merata, sehingga menyebabkan getaran pada frekuensi yang merupakan kelipatan dari kecepatan putaran motor.
- Nilai spektrum vibrasi vertikal pada frekuensi puncak tergolong rendah. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat ketidakseimbangan pada rotor motor tidak terlalu parah.

CWP-2A - MIA-MOTOR INBOARD AXIAL

	(RPM)	mm/Sec
15-May-24 15:15	295.	.366
Early Warning Limit -----		.129
Alert Limit Value -----		3.890
Fault Limit Value -----		5.304



Gambar 4. 51 Grafik RMS Frekuensi Motor Inboard Axial Sesudah Overhaul

Berdasarkan data di atas, didapatkan bahwa vibrasi motor CWP-2A MIA-MOTOR INBOARD AXIAL.

Secara keseluruhan:

- Nilai RMS (*Root Mean Square*): 0,2284 mm/s
- Beban (*Load*): 100,0%
- Kecepatan Putar (RPM): 300 (5 Hz)

Spektrum Frekuensi:

- Frekuensi Puncak: 14,80 Hz
- Urutan (*Order*): 3,010
- Spektrum (*Spec*): 0,00288 mm/s

Interpretasi :

- Nilai RMS vibrasi aksial tergolong normal. Batas aman nilai RMS vibrasi aksial untuk motor listrik umumnya adalah 0,25 mm/s.
- Frekuensi puncak vibrasi aksial terjadi pada urutan 3,010, yang menunjukkan kemungkinan adanya ketidakseimbangan (*unbalance*) pada rotor motor. Ketidakseimbangan terjadi ketika massa rotor motor tidak terdistribusi secara merata, sehingga menyebabkan getaran pada frekuensi yang merupakan kelipatan dari kecepatan putaran motor.
- Nilai spektrum vibrasi aksial yang relatif rendah (0,0028 mm/s) pada frekuensi puncak menunjukkan bahwa tingkat ketidakseimbangan pada rotor motor tidak terlalu parah.

Dari data hasil perbandingan pengukuran vibrasi sebelum dan sesudah *overhaul* diatas, didapatkan perubahan pada vibrasi motor di beberapa titik pengukuran. Pada MIH dan MIV, kecepatan vibrasi meningkat dari 0.253 mm/s menjadi 0.856 mm/s dan dari 0.237 mm/s menjadi 0.727 mm/s, namun masih berada di bawah batas *early warning*. Sebaliknya, pada M2P dan MIA, vibrasi menurun secara signifikan dari 0.546 G-s menjadi 0.097 G-s dan dari 0.607 mm/s menjadi 0.366 mm/s, menunjukkan perbaikan yang signifikan. Secara keseluruhan, *overhaul* memberikan dampak positif pada beberapa titik pengukuran, terutama pada M2P dan MIA, meskipun ada peningkatan pada MIH dan MIV yang masih dalam batas aman. Monitoring lanjutan diperlukan untuk memastikan stabilitas kondisi tersebut.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan praktik kerja lapangan yang telah dilakukan, maka dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut :

1. *Overhaul* terbukti memberikan dampak positif terhadap pompa *circulating water pump*, dibuktikan dengan peningkatan performa (Penurunan temperatur dari motor yang tadinya 93° Celsius, turun menjadi 80° Celsius. Peningkatan *discharge Pressure* yang tadinya 0,6 Kg/cm² menjadi 1 Kg / cm².
2. Setelah dilakukan *run out* pada *lower* dan *upper shaft*, didapatkan *run out value* 12,1 mm dan *run out value* terbesar dari *lower shaft* adalah 13,5 mm, *run out value* dari kedua *shaft* tersebut melebihi toleransi yang telah ditentukan, sehingga bisa disimpulkan *lower* dan *upper shaft* dalam kondisi bending (bengkok).
3. *Overhaul* memberikan dampak positif pada beberapa titik pengukuran vibrasi, terutama pada M2P dan MIA, meskipun ada peningkatan pada MIH dan MIV yang masih dalam batas aman.

5.2 Saran

1. Diharapkan untuk PT. PLN Nusantara Power UP Gresik tetap menjalin kerjasama yang baik antara perusahaan dengan Lembaga Pendidikan, Khususnya Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
2. Diharapkan dalam pelaksanaan Magang Industri diterapkan jadwal yang sistematis dan diberikan penugasan sesuai bidang yang di ambil agar ilmu yang diberikan dapat diserap secara maksimal.
3. Dalam melaksanakan pekerjaan overhaul diharapkan bisa bekerja sesuai dengan prosedur yang berlaku dan utamakan keselamatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bangun, R., & Darmawan. (2016). Perencanaan Pemeliharaan Mesin produksi Dengan Menggunakan Metode *Realiability Centered Maintenance* (RCM) II Pada Mesin *Blowing OM* . Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri , 997-1008.
- Karassik, I.J., Messina, J.P., Cooper, P., & Heald, C.C. (2001). *Pump Handbook*. McGraw-Hill.
- Tavana, M. (2013). *Performance-Based Maintenance: Decision-Making in Maintenance Engineering*. Springer.
- Stepnowski, A., & Dixon, S.L. (2013). *Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery*. Butterworth-Heinemann.
- Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM: *Total Productive Maintenance*. Productivity Press.
- Dixon, S.L., & Budynas, R.G. (2011). *Shigley's Mechanical Engineering Design*. McGraw-Hill.
- Bhattacharya, S.K., & Gupta, A. (2006). *Machinery Vibration and Rotor Dynamics*. CRC Press.
- Nechleba, M. (1957). *Axial and Mixed Flow Pumps: Theory, Design and Application*. Artia.
- Brennen, C.E. (1994). *Hydrodynamics of Pumps*. Oxford University Press.
- Gülich, J.F. (2014). *Centrifugal Pumps*. Springer.
- Dayus, A. (2007). Manajemen Pemeliharaan Mesin. Jakarta: Universitas Darma Persada.
- Smith, R. (2004). *Plant Maintenance Management*. CRC Press.
- Kumar, U., & Kavi, S. (2009). *Maintenance Management*. CRC Press.
- Blanchard, B. S., & Fabrycky, W. J. (2006). *Systems Engineering and Analysis*. Pearson.
- Moubray, J. (2001). *Reliability-centered Maintenance*. Industrial Press Inc.
- Rao, S.S. (2017). *Mechanical Vibrations*. Pearson.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Pengantar Magang



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI

Gedung VOKASI AA dan BB, R. Sekretariat AA Lt.2, Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111

Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275

Fax: 5932625

<https://www.its.ac.id/tmi/> email: mesin_fvokasi@its.ac.id

Nomor : **5760/IT2.IX.7.1.2/B/PM.02.00/I/2024**

Lampiran : -

Perihal : Permohonan Magang Industri

Kepada Yth.:

PT. PLN Nusantara Power – Up Gresik

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

Dalam rangka untuk meningkatkan kompetensi diri, membuka wawasan & pengalaman dalam dunia usaha dan untuk memenuhi kewajiban kurikulum bagi mahasiswa Departemen Teknik Mesin Industri Prodi Teknologi Rekayasa Konversi Energi Fakultas Vokasi ITS, maka bersama ini Kami bermaksud mengajukan permohonan program magang dan kiranya mahasiswa tersebut dapat diizinkan untuk melaksanakan magang di PT. PLN Nusantara Power – Up Gresik

Pelaksanaan magang yang Kami rencanakan adalah:

Lama magang selama : 4 (Empat) bulan

Yang akan dimulai tanggal : 26 Februari 2024 – 30 Juni 2024

Adapun data nama mahasiswa tersebut sebagai berikut :

No.	Nama	NRP	No. Hp	Email
1	Muhammad Iqbal Baihaqi	2039211025	082230638329	iqbalbaihaqi160301@gmail.com
2	Adi Setiawan	2039211044	083869235782	adisetiawan142711@gmail.com

Besar harapan Kami untuk bisa diterima dan mohon untuk jawaban atas surat permohonan Kami ini dapat dikirimkan melalui email: mesin_fvokasi@its.ac.id.

Demikian permohonan Kami, atas perhatian dan kerjasamanya yang baik Kami sampaikan terima kasih.



Surabaya, 24 Januari 2024

Kepala Departemen Teknik Mesin Industri,

Dr. Ir. Heru Mirmanto M.T.

196202161995121001

Lampiran 2. Surat Penerimaan Magang



Nomor : 0167/335/PLNNP030001/2024 16 Februari 2024
Lampiran : -
Sifat : Segera
Hal : Penerimaan Praktek Kerja Lapangan (PKL) Kepada
Mahasiswa di PT PLN Nusantara Power Yth. Kepala Departemen
Unit Pembangkitan Gresik Teknik Mesin Industri
Institut Teknologi Sepuluh
Nopember
Gedung Vokasi AA dan BB,R.
Sekretariat AA Lt.2, Kampus ITS
Sukolilo Surabaya (60111)

Dengan hormat,

Menunjuk surat Saudara nomor : 5760/IT2.IX.7.1.2/B/PM.02.00/I/2024, tanggal 24 Januari 2024, Perihal Permohonan Praktek Kerja Lapangan (PKL), dengan ini kami sampaikan bahwa kegiatan PKL/Kerja Praktik di PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Gresik menggunakan metode 50% dilakukan secara *Online* dan 50% secara *Offline*. Untuk selanjutnya, terkait dengan Permohonan Kerja Praktik mahasiswa Saudara, pada prinsipnya kami **Dapat Menerima** mahasiswa atas nama :

1. ADI SETIAWAN NIM : 2039211025

dan telah kami jadwalkan mulai dari **01 Maret - 28 Juni 2024** dengan pembimbing (mentor) PKL :

NAMA : ARDIKA OKI SETIAWAN

NID : 9115291ZJY

BAGIAN : HAR MESIN PLTGU

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

1. Tidak diperkenankan memanfaatkan data dan informasi untuk kepentingan di luar PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Gresik sebelum mendapatkan persetujuan dari Pejabat yang berwenang.
2. Surat Keterangan Selesai PKL diberikan ketika mahasiswa mengumpulkan laporan kegiatan yang telah disahkan oleh Pejabat PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Gresik yang berwenang dan Perguruan Tinggi.
3. Selama melaksanakan kegiatan wajib mengikuti ketentuan dan aturan yang berlaku bagi karyawan/tamu di lingkungan PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Gresik, termasuk ketentuan mengenai jam kerja perusahaan (akan disampaikan secara rinci 1 (satu) minggu sebelum pelaksanaan kegiatan dimulai).

Dimohon bagi mahasiswa untuk melakukan konfirmasi kepada PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Gresik melalui telepon ke nomor (031) 3984540 Ext. 8215/1101 selambat-lambatnya 1 (satu) minggu setelah terbitnya surat ini.

Demikian disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.


MOCHAMAD FAUZI ISKANDAR

PT PLN NUSANTARA POWER, UNIT PEMBANGKITAN GRESIK

Jl. Harun Tohir No. 1 Kab. Gresik 61112
Telp. : (031) 3984540 - 45 hunting
Email : plnnusantarapower.co.id

Lampiran 3. Form Penilaian dari Dosen Pembimbing

Form Penilaian dari Pembimbing Departemen
 Nama Mahasiswa : Adi Setiawan
 NRP : 2039211044
 Nama Mitra/Industri : PT PLN Nusantara Power Up Gresik
 Unit Kerja : Pemeliharaan Mesin PLTGU dan CNG
 Nama Pembimbing Lapangan : Ardika Oki P.S
 Waktu Magang : 01 Maret - 30 Juni 2024

No	Nilai	Bobot SKS	<56	56-60	61 – 65	66-75	75-85	≥86
1	Luaran 1	3	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92 – 95%	>95%
2	Luaran 2	3	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92 – 95%	>95%
3	Luaran 3	3	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	93 – 95%	>95%
4	Proposal Penelitian	2	SKB	KB	CB	B	BS	SBS
5	Ringkasan Eksekutif	2	SKB	KB	CB	B	BS	SBS
6	Presentasi Akhir	1	SKB	KB	CB	B	BS	SBS
	Jumlah Nilai	14	Nilai Akhir Dosen = $\frac{\sum \text{Nilai} \times \text{Bobot}}{14}$			78		

SKB : sangat kurang baik; KB : kurang baik; CB : cukup baik; B : baik; BS : Baik sekali; SBS : sangat baik sekali
 URAIAN NILAI ANGKA AKHIR NILAI
 Nilai Akhir Pembimbing Lapangan
 Nilai Akhir Dosen
 Nilai Angka Magang = $\frac{\text{Nilai Akhir PL} + \text{Nilai Akhir Dosen}}{2}$
 Surabaya 15 Juli 2024
 Dosen Pembimbing Magang,

AB


 Ir. Arino Anzip, M.Eng.Sc
 NIP. 196107141988031003

Lampiran 4. Form Penilaian dari Pembimbing Lapangan

Nama Mahasiswa : Adi Setiawan NRP : 2039211044
 Nama Mitra/Industri : PT PLN Nusantara Power Up Gresik Unit Kerja : Pemeliharaan Mesin PLTGU
 Nama Pembimbing Lapangan : Ardika Oki P S Waktu Magang : 1 maret -30 juni 2024

NO	KOMPONEN	NILAI	KRITERIA PENILAIAN							
			<56	56-60	61-65	66-75	75-85	≥86		
1	Kehadiran	72	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92-95%	>95%		
2	Kecepatan waktu kerja*	86	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92-95%	>95%		
3	Bekerja sesuai Prosedur dan K3**	90	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	93-95%	>95%		
4	Sikap positif terhadap atasan/pembimbing	88	SKB	KB	CB	B	BS	SBS		
5	Inisiatif dan solusi kerja	82	SKB	KB	CB	B	BS	SBS		
6	Hubungan kerja dengan pegawai/lingkungan	86	SKB	KB	CB	B	BS	SBS		
7	Kerjasama tim	90	SKB	KB	CB	B	BS	SBS		
8	Mutu pelaksanaan pekerjaan	80	SKB	KB	CB	B	BS	SBS		
9	Target pelaksanaan pekerjaan	70	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%		
10	Kontribusi peserta terhadap pekerjaan	90	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%		
11	Kemampuan mengimplementasikan Alat	84	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%		
	Jumlah Nilai	83,55	Nilai Akhir PL = $\sum \text{Nilai} / 11$							

*)Kehadiran **)Kecepatan Waktu

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

ABSENSI KEHADIRAN MAGANG

a. Izin :2.....hari b. Sakit :5.....hari c. Tidak hadir :-.....hari

Surabaya, 14 Agustus 2024

Pembimbing Magang,

(.....Ardika Oki P.S.....)

NIP. 9115291237

Keterangan:

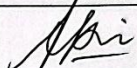
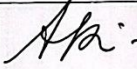
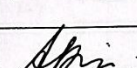
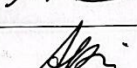
1. Apabila mitra /instansi tidak menyediakan stempel, maka lembar ini harus dicetak pada kertas dengan KOP Mitra/Instansi
2. Mohon nilai dimasukkan pada amplop tertutup dengan dibubuhkan stempel pada atas amplop



Lampiran 5. Form Bukti Bimbingan Magang Oleh Dosen Departemen

Form Pembimbingan Laporan Magang

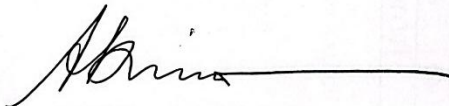
Nama Mahasiswa : Adi Setiawan
 NRP : 2039211044
 Nama Mitra : PT PLN Nusantara Power Up Gresik
 Unit Kerja : Pemeliharaan Mesin PLTGU dan CNG
 Nama Pembimbing Lapangan : Ardika Oki P.S
 Nama Pembimbing Departemen : Ir. Arino Anzip, M.Eng.Sc
 Waktu Magang : 01 Maret - 30 Juni 2024

No	Tanggal	Materi Yang Dibahas	Tanda Tangan Pembimbing
1	10 Maret 2024	Asistensi Pengenalan tempat magang	
2	25 Maret 2024	Asistensi Penentuan topik laporan (Overhaul Pompa CWP dan Gas Turbine)	
3	20 Mei 2024	Asistensi Logbook magang (Bab 1-3)	
4	15 Juni 2024	Asistensi Pembahasan Data Performa Pompa Sebelum dan Sesudah Overhaul	
5	10 Juli 2024	Asistensi Bab 4	
6	15 Juli 2024	Asistensi Pengecekan format laporan magang	

*) Minimal bimbingan laporan MAGANG dilakukan sebanyak 5x

Surabaya, 15 Juli 2024

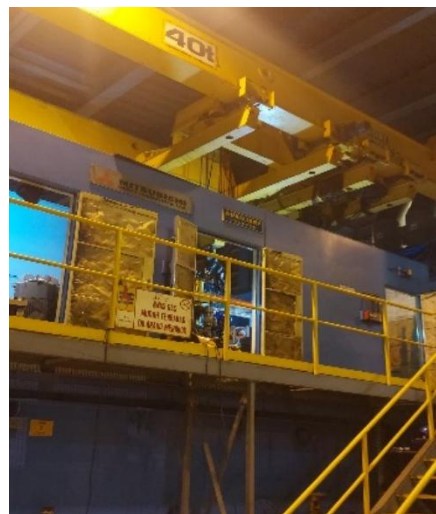
Dosen Pembimbing MAGANG,



Ir. Arino Anzip, M.Eng.Sc
 NIP. 196107141988031003

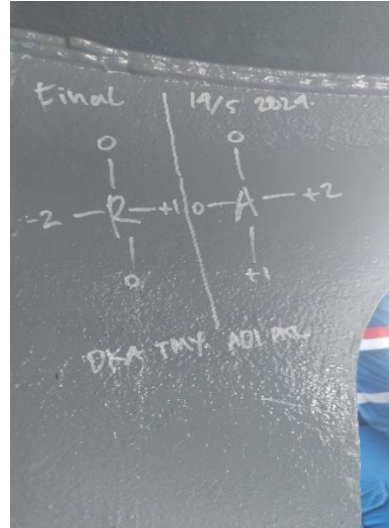
Lampiran 6. Dokumentasi Peserta Magang













Lampiran 7. Curriculum Vitae



Adi Setiawan

<https://www.linkedin.com/in/adi-setiawan-01b500222/>

Dsn. Mluwu, RT 02, RW 01, Ds. Tapelan, Kec. Ngraho, Bojonegoro

I am an active student in the Department of Industrial Mechanical Engineering, Sepuluh Nopember Institute of Technology. I have high commitment, responsibility, never give up and like working with a team, I have a good personality, don't get bored easily, like learning new things and always try to upgrade myself to be better.

EDUCATIONAL EXPERIENCE

Bachelor of Applied Science

Department of Mechanical Industrial Engineering, ITS

August 2021 – Present

- Average GPA (Semester 1-5): 3,48

Engineer, SMk Negeri 2 Bojonegoro

July 2018– July 2021

- Final Score: 87,52
- Professional Certification Helper in the Field of Automotive Vehicle Engineering
- Technician In Accessoris Workshop

ORGANISATIONAL EXPERIENCE

Field Division, Mahasiswa Penggerak Asrama (MPA) ITS

February 2023 – Present

- Responsible for matters relating to checking dormitory assets
- Monitoring motorized vehicles owned by dormitory residents
- Carry out asset data collection and provide actions according to asset conditions

CAD Division Expert Staff, Students Engineering Challenge 5.0

21 October – 22 October 2023

- Create material questions and answers for competition participants
- Create a marking scheme as a reference for assessing the results of the competition participants' work
- provide briefings to participants before starting the competition, as well as being a supervisor during the competition process

Volunteer, Students Engineering Challenge 3.0

23 October – 07 November 2021

- Create Video Branding About SEC 3.0
- Promote Sec 3.0 With Videos That Have Been Created
- Observe During the Activity and Take New Inserts to be Used as References in Future Activities

PSDA Staff, ITS Chess UKM

August – December 2022

- Providing Regular Training to ITS Chess UKM members
- Create Materials for Routine Training
- Responsibility About Upgrading For Member

Mechanical Division Of Fixed Wing, Bayucaraka Research Team ITS

March – December 2022

- Responsible for Creating a UAV Prototype Design for a Fixed Wing Aircraft
- Manufacture From the Design That has Been Created
- Carry out Routine Research to Correct Deficiencies in Design, Material, Shape and Other Properties Related to Mechanics

OTHER EXPERIENCE

Internship

Bayucaraka Research Team ITS

January – February 2023

- Learn About How to Design Prototype UAV
- Learn About Proses Manufacturing from Design Prototype
- Learn About How to Use Tools Manufacturing

Internship

Accessoris Workshop Bojonegoro

October 2019 – March 2020

- Learn About Air Conditioning, Electrical, and Others Accessoris in the Car
- Learn About Maintenance Problem From Air Conditioning, Electrical and Others
- Learn About How to Use Tools

Kuliah Kerja Nyata (KKN)

Utilization of Portable Tire Rim Removal Tools to Facilitate Changing RTG Crane Tires at Nilam Terminal, Tanjung Perak Port - Surabaya

Juny-December 2023

- Learn About How to Make Portable Tire Rim Removal Tools
- learn how Portable Tire Rim Removal Tools work

Speaker

Line Tracer Robotics (Sidoarjo, East Java)

20 November 2022

- Provides an Introduction to Line Tracer Robots
- Provides Material Regarding the Components in the Line Tracer Robot
- Tell How to Operate the Lire Tracer Robot

Speaker

Basic Drafter Autodesk Fusion 360

10 February 2023

- Provides Material Regarding the Basics of Autodesk Fusion 360 Software
- Introducing the Tools and Their Functions in the Autodesk Fusion 360 Software
- Provides Tips and Tricks for Making Models Quickly by Practicing Them Directly

SKILLS

Soft skill:

- Communication
- Team Work
- Time Management
- Leadership

Hard skill:

- Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint)
- Computer Aided Drawing (AutoCAD, Solidwork, Fusion 360, Inventor)
- Piping and Instrumentation Diagram (Autocad Plant 3D, Microsoft Visio)
- Fluidsim (Circuit Pneumatic and Hidrolik)
- Electrical and Mechanical Motor Service

Lampiran 8. Transkrip Sementara

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER TRANSKRIP SEMENTARA / TEMPORARY ACADEMIC TRANSCRIPT



FAKULTAS VOKASI
FACULTY OF VOCATIONAL

Departemen / *Department* : Teknologi Rekayasa
Konversi Energi / *Energy Conversion Engineering Technology*
Nama / *Name* : Adi Setiawan
NRP / *ID No* : 2039211044
Tempat, Tanggal Lahir / *Place, Date of Birth* : Bojonegoro, 27 November 2002

Indeks Prestasi / *GPA* : 3.48
Tahun Masuk / *Entrance Year* : 2021

No	Kode	Mata Kuliah	Sem	Kr	Nilai
	<i>Code</i>	<i>Subject</i>	<i>Sem</i>	<i>Cr</i>	<i>Grade</i>
1	UG191911	Pancasila	1	2	AB
2	VM191141	Menggambar Teknik	1	3	AB
3	VM191142	Ilmu Bahan	1	2	A
4	VM191143	Statika	1	2	AB
5	VM191144	Pengukuran Teknik	1	3	AB
6	VW191901	Matematika Teknik	1	3	A
7	VW191902	Fisika Terapan	1	3	AB
8	UG191901	Agama Islam	2	2	AB
9	VM191245	Menggambar Mesin	2	3	A
10	VM191246	Bahan Teknik	2	3	A
11	VM191247	Mekanika Kekuatan	2	2	A
12	VM191248	SMK3 dan K3L	2	2	A
13	VM191249	Termodinamika	2	3	AB
14	VW191903	Kimia Terapan	2	3	AB
15	UG191914	Bahasa Inggris	3	2	B
16	VM191350	Computer Aided Dra	3	3	AB
17	VM191351	Mekanika Fluida	3	3	AB
18	VM191352	Perpindahan Panas	3	3	AB
19	VM191353	Elemen Mesin 1	3	3	B
20	VM191354	Mekatronika	3	3	A
21	VM191355	Proses Manufaktur	3	3	AB

No	Kode	Mata Kuliah	Sem	Kr	Nilai
	<i>Code</i>	<i>Subject</i>	<i>Sem</i>	<i>Cr</i>	<i>Grade</i>
22	UG191912	Bahasa Indonesia	4	2	AB
23	VM191456	Teknik Kendaraan R	4	3	B
24	VM191457	Piping and Instrume	4	3	A
25	VM191458	Elemen Mesin 2	4	3	A
26	VM191459	Pompa	4	3	AB
27	VM191460	Hidrolik	4	3	BC
28	VW191904	Aplikasi Teknologi C	4	3	A
29	VN231524	Energ Baru Terbar	5	3	B
30	VN231525	Teknik Otomotif 2	5	3	B
31	VN231526	Kompresor	5	3	B
32	VN231527	Sistem Pneumatik	5	3	B
33	VN231528	Teknik & Manajeme	5	3	AB
34	VN231529	Turbine	5	2	B
35	VN231530	Green Vehicle	5	3	B
Jumlah Kredit / <i>Total of Credits</i>					96

Catatan Nilai / <i>Grade Explanation (Points)</i>
A Istimewa / <i>Excellent (4)</i>
AB Baik Sekali / <i>Very Good (3.5)</i>
B Baik / <i>Good (3)</i>
BC Cukup Baik / <i>Sufficient (2.5)</i>
C Cukup / <i>Fair (2)</i>
D Kurang / <i>Poor (1)</i>
E Kurang Sekali / <i>Very Poor (0)</i>



Surabaya, 11 Januari 2024
Direktur Pendidikan,
Director of Education

[Signature]

Prof.Dr.Eng. Siti Machmudah, S.T., M.Eng.
NIP. 197305121999032001

- This document is only use for: student exchange, short program; internship program; scholarship; and registration to master degree.
- Should any data differences occur, then the valid data will refer to Online Academic Information System.