



LAPORAN MAGANG INDUSTRI

ANALISA TERHADAP KEBOCORAN UDARA PANAS PADASAMBUNGAN FLANGE INLET RCA COOLER GT 2.1

PT. Indonesia Power Grati POMU

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

Disusun Oleh :

Ajusta Ananta Yogarizki

NRP : 2039201023

Dosen Pembimbing :

Giri Nugroho, ST., M.Sc,

NIP. 19791029 201212 1 002

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

2023



LAPORAN MAGANG INDUSTRI

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

Penulis:
Ajusta Ananta Yogarizki
NRP: 2039201023

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI
ENERGI
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**



LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Magang di

PT. PLN INDONESIA POWER GRATI

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

Surabaya, 7 Juli 2023

Peserta Magang

Ajusta Ananta Yogarizki

NRP. 2039201023

**Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Mesin**

Dr. Ir. Heru Mirmanto, MT

NIP. 196202161995121001

**Mengetahui,
Dosen Pembimbing**

Giri Nugroho, ST., M.Sc

NIP. 197910292012121002



LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Magang di

PT Indonesia Power Grati Pomu

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

Surabaya, 8 Juli 202

Peserta Magang

Ajusta Ananta Yogarizki

NRP. 2039201023

Mengetahui,
Pembimbing Lapangan

Satrio Amarela, S.T

NIP. 9417217621

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya berupa kesehatan, kesabaran, dan kemudahan sehingga laporan Magang Industri di PT. Indonesia Power Grati POMU dapat diselesaikan dengan baik tanpa ada halangan suatu apapun. Laporan Magang Industri ini disusun untuk memenuhi tugas dan syarat kelulusan pada mata kuliah Magang Industri.

Laporan ini disusun berdasarkan pengamatan lapangan yang dilakukan pada saat magang industri di PT. Indonesia Power Grati POMU. Magang Industri merupakan salah satu tugas yang harus ditempuh sebagai persyaratan menyelesaikan program studi D4 Teknologi Rekayasa Manufaktur Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terimakasih kepada PT. Indonesia Power Grati POMU yang telah memberikan kesempatan untuk magang industri selama periode 2 Februari – 30 Mei 2023, sehingga penulis memperoleh banyak pengalaman kerja praktik dan ilmu yang sangat berharga untuk masa depan penulis, dan juga terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, M.T. selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
2. Ibu Dr. Atria Pradityana, S.T., M.T. selaku koordinator Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
3. Bapak Mashuri, S.Si., M.T. selaku koordinator Magang Industri Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
4. Bapak Giri Nugroho, ST., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Magang Industri.
5. Bapak Satrio Amarela selaku pembimbing lapangan sebagai ahli muda pemeliharaan mesin Blok 1-2 Grati POMU yang telah membimbing saya selama di PLTGU Grati POMU.
6. Bapak Farid selaku Humas pada PT. Indonesia Power Grati POMU yang telah membantudalam pengajuan Magang di PLTGU Grati POMU.
7. Seluruh karyawan PLTGU Grati POMU. Khususnya pada bagian Pemeliharaan Mesin.
8. Kedua orang tua yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan.
9. Faizal dan Andri selaku teman kelompok Magang Industri pada bagian pemeliharaan mesin PLTGU Grati POMU, serta teman – teman Warga HMDM ITS.

Dalam menyusun laporan ini, penulis menyadari bahwa laporan magang yang dibuat masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini. Penulis berharap agar laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca dikemudian hari.

Surabaya, 5 Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
LEMBAR PENGESAHAN.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Magang.....	1
1.2.1 Tujuan Umum.....	1
1.2.2 Tujuan Khusus.....	2
1.3 Manfaat.....	2
BAB II.....	3
2.1 Pengenalan PT Indonesia Power.....	3
2.2 Visi, Misi dan Kompetensi Inti PT Indonesia Power.....	4
2.2.1 Visi.....	4
2.2.2 Misi.....	4
2.2.3 Kompetensi Inti Perusahaan PT Indonesia Power.....	4
2.2.4 Core Values PT. Indonesia Power.....	5
2.2.5 Tagline PT. Indonesia Power.....	5
2.3 Struktur Organisasi PT Indonesia Power.....	5
2.4 Struktur Grub Perusahaan.....	6
2.5 Profil Pembangkit Perusahaan.....	6
2.6 Lokasi PT. Indonesia Power Grati.....	7
BAB III.....	8
3.1 Pelaksanaan Magang.....	8
3.2 Metodologi Penyelesaian Tugas Khusus.....	25
3.2.1 Survei Lapangan dan Studi Literatur.....	25
3.2.2 Pengambilan Data pada Lapangan.....	25
3.2.3 Analisis Data.....	25
3.3 Diagram Alir Metodologi Pengerjaan Laporan Magang Industri.....	25

BAB IV	27
4. 1 Sejarah Singkat Perkembangan Turbin Gas.....	27
4. 1. 1 Mengenal PLTGU	27
4. 1. 2 Cara Kerja dari PLTGU.....	28
4. 1. 3 Cara PLTGU dalam Memproduksi Tenaga Listrik	28
4. 2 Pembangkit Listrik Tenaga gas dan Uap.....	28
4. 3 Perinsip Kerja Turbin Gas.....	29
4. 4 RCA (<i>Rotor Cooling Air</i>).....	45
4. 5 Spiral Wound Gasket+	47
4. 5. 3 Outering/Centering	48
4. 6 Macam-macam Type Flange	48
4. 7 Jenis-jenis dan Karakteristik Flange yang Paling Umum.....	51
4. 8 Pembagian Jenis Flange Berdasarkan Kemampuan Menahan Suhu dan tekanan	52
4. 9 Analisa.....	55
4. 9. 1 Alur RCA dan Posisi kerusakan pada SWG	55
4. 9. 2 Kesalahan dalam Menentukan Model dari SWG	55
4. 9. 2. 1 Penggantian SWG pada Sambungan Flane Inlet RCA GT 2.1 Peralatan yang Di Siapkan 55	
4. 9. 2. 2 Langkah-langkah Penggantian SWG	56
4. 9. 3 Hasil Analisis.....	58
4. 9. 3. 1 Flange Type Complite (Innering & Outering) ingi rilson 14’’ 150asme b 16 20..	58
4. 9. 3. 2 Contoh Ukuran SWG yang Ditentukan	61
4. 9. 3. 3 Kesalahan dalam pemasangan	61
BAB V.....	62
5. 1 Kesimpulan.....	62
5. 2 Saran.....	62
Daftar Pustaka	63
Lampiran 1. Surat Pengantar Magang	64
Lampiran 2. Surat Penerimaan magang	65
Lampiran 4. Lembar penilaian dari pembimbing lapangan/mitra.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Logo Perusahaan	3
Gambar 2. 2 Visi dan Misi	4
Gambar 2. 3 Kompetensi Inti	4
Gambar 2. 4 Core Values PT. Indonesia Power Core Values	5
Gambar 2. 5 Struktur Organisasi Perusahaan (PT. Indonesia Power).....	5
Gambar 2. 6 Struktur Grup Perusahaan (PT Indonesia Power).....	6
Gambar 2. 7 Profil Pembangkit Perusahaan (PT Indonesia Power).....	6
Gambar 2. 8 Lokasi PT Indonesia Power Grati.....	7
Gambar 3. 1 Diagram Alir PPerencanaan Penelitian	26
Gambar 4. 2 Alur Sistem Turbin GT 2.1	31
Gambar 4. 3 Diagram P-V dan T-S (https://images.app.goo.gl/aqhpZHqsqQMVLG4Z6)	34
Gambar 4. 4 Gas Turbin Start-Up/Stop Schedule	35
Gambar 4. 5 Kompoen Pendukung Gas Turbine Generator.....	38
Gambar 4. 6 Proses PLTU.....	39
Gambar 4. 7 Siklus Rankine.....	39
Gambar 4. 8 Turbin Uap.....	40
Gambar 4. 9 Kondensor.....	41
Gambar 4. 10 HRSG	41
Gambar 4. 11 Area Desalination plant	43
Gambar 4. 12 Area Waste Water Treatment Plant (WWTP) (Sumber : Dokumentasi Pribadi)	44
Gambar 4. 13 Sea water intake.....	45
Gambar 4. 14 RCA GT 2.1.....	46
Gambar 4. 15 Alur Sistem Udara Pendingin RCA.....	47
Gambar 4. 16 Aliran Udara Pendingin Silinder Turbin	47
Gambar 4. 17 Contoh SWG	48
Gambar 4. 18 Flange Type Raised Face.....	49
Gambar 4. 19 Flange Type Flat Face	49
Gambar 4. 20 Flange Type Male & Female.....	50
Gambar 4. 21 Flange Type Torque dan Groove.....	50
Gambar 4. 22 Flange Type Flat Face to Recessed	50
Gambar 4. 23 Contoh Flange (Sumber : https://www.aeroengineering.co.id/2021/05/jenis-jenis-flange-pada-pipa/)	51
Gambar 4. 24 Flange Type Basic	53
Gambar 4. 25 Flange Type Only Innering.....	53
Gambar 4. 26 Flange Type Only Outering.....	54
Gambar 4. 27 Flange Type Complite (Innering & Outering).....	54
Gambar 4. 28 Posisi kerusakan SWG di flange RCA	55

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Logbook Pelaksanaan Magang.....	8
Tabel 5. 1 Peringkat Suhu Tekanan Grub Material 1.1	59
Tabel 5. 2 Diameter Untuk Paking Spiral-Wound Menggunakan ASME B16.5 Flanges	60
Tabel 5. 3 Diameter Dalam pada Cincin Bagian Dalam Untuk Paking Spiral-Wound Menggunakan ASME B16.5 Flanges.....	60

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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

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

1.2 Tujuan Magang

1.2.1 Tujuan Umum

1. Untuk memenuhi Sistem kredit Semester (SKS) yang harus ditempuh sebagai prasyarat akademis di Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Manufaktur
2. Meningkatkan kepedulian dan partisipasi perusahaan dalam memberikan kontribusinya kepada pendidikan nasional.
3. Terciptanya suatu hubungan yang sinergis, jelas dan terarah antara dunia perguruan tinggi dan dunia kerja sebagai pengguna outputnya.
4. Membuka wawasan mahasiswa agar mengetahui dan memahami aplikasi ilmu di dunia industri dengan teori yang dipelajari di kampus, dan mampu menyerap serta berasosiasi dengan dunia kerja secara utuh.
5. Mahasiswa dapat meningkatkan kemampuan individu dengan mengamati serta dapat mencoba terjun langsung mempraktekkan pelaksanaan tugas sebagai seorang Engineer yang diharapkan akan diemban nantinya.
6. Menumbuhkan dan menciptakan pola berpikir konstruktif yang lebih berwawasan bagi mahasiswa.

7. Memahami proses produksi yang ada pada perusahaan guna mahasiswa dapat berorientasi dengan mudah kedepannya jika terjun kedalam dunia kerja secara langsung.

1.2.2 Tujuan Khusus

1. Untuk memahami pengerjaan proyek dari tahap perencanaan hingga finishing alat.
2. Peningkatan skill dari mulai *critical thinking* hingga *leadership* dalam memimpin sebuah tim.
3. Peningkatan skill dalam hal penggunaan *software* mekanikal (peningkatan skill desain).
4. Menambah wawasan terkait *purchasing* keuangan dalam pembuatan alat (penyusunan RAB hingga pelaporan realisasi dana).

1.3 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh oleh mahasiswa melalui magang industri antara lain:

1. Dapat mengenali lingkungan serta proses produksi dan pembangkitan energi listrik.
2. Dapat mempelajari dan memahami pengaruh kebocoran udara panas pada sambunganflange inlet rca cooler gt 2.1
3. Dapat meningkatkan keterampilan sikap dan profesi yang diterapkan di PT. IndonesiaPower grati POMU.
4. Dapat meningkatkan wawasan mahasiswa, meningkatkan kemampuan *softskill* maupun *hardskill*, serta menambah pengalaman kerja pada suatu industri terutama ketika mengikuti program Magang industri

BAB II

GAMBARAN UMUM PT INDONESIA POWER

2.1 Pengenalan PT Indonesia Power

PT PLN Indonesia Power adalah anak usaha PLN yang bergerak di bidang pembangkitan listrik. Untuk mendukung kegiatan bisnisnya, hingga akhir tahun 2021, perusahaan ini mengoperasikan sejumlah pembangkit listrik dengan total kapasitas terpasang sebesar 9.125 MW. Perusahaan ini memulai sejarahnya pada tahun 1995 dengan nama PT PLN Pembangkitan Jawa-Bali I atau biasa disingkat menjadi PT PJB I. Nama perusahaan ini kemudian diubah menjadi PT Indonesia Power pada tahun 2000. Perusahaan ini lalu mendirikan PT Artha Daya Coalindo, PT Cogindo Daya Bersama, PT Rekadaya ElektriKA, PT Indo Pusaka Berau, dan PT Indo Ridlatama Power berturut-turut pada tahun 1997, 1998, 2000, 2005, dan 2007. Pada tahun 2009, perusahaan ini mulai menyediakan jasa pengoperasian dan pemeliharaan untuk pembangkit listrik milik perusahaan lain. Pada tahun 2010, perusahaan ini membentuk Unit Jasa Pembangkitan (UJP) Banten 2. Tiga tahun kemudian, perusahaan ini juga mendirikan PT Putera Indotenaga. Pada tahun 2014, perusahaan ini membentuk UJP Pangkalan Susu, Unit Pembangkitan dan Jasa Pembangkitan (UPJP) Priok, UPJP Kamojang, dan UPJP Bali. Setahun kemudian, perusahaan ini juga mulai mengoperasikan PLTDG Pesanggaran yang berkapasitas 200 MW di Bali.

Pada tahun 2016, perusahaan ini membentuk UJP Cilegon. Antara tahun 2018 hingga 2020, perusahaan ini mulai mengoperasikan PLTU Muara Jawa yang berkapasitas 2x27,5 MW, PLTA Rajamandala yang berkapasitas 47 MW, PLTD Senayan yang berkapasitas 101 MW, dan PLTGU Add On Grati yang berkapasitas 183 MW. Antara tahun 2019 hingga 2020, perusahaan ini juga mulai mengoperasikan lima unit Mobile Power Plant (MPP) di Papua, yakni MPP Biak 2, MPP Merauke, MPP Sorong, MPP Nabire, dan MPP Manokwari yang total kapasitas terpasangnya sebesar 120 MW. Pada tahun 2021, perusahaan ini mulai mengoperasikan PLTU Kalbar 1 yang berkapasitas 2x100 MW dan PLTM Gunung Wugul yang berkapasitas 3 MW. Pada bulan September 2022, nama perusahaan ini diubah menjadi seperti sekarang untuk menegaskan statusnya sebagai salah satu subholding di internal PLN yang bergerak di bidang pembangkitan listrik.



Gambar 2. 1 Logo Perusahaan
Sumber : *PT. PLN Indonesia Power*

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

2.2 Visi, Misi dan Kompetensi Inti PT Indonesia Power

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

2.2.1 Visi

Menjadi Perusahaan Energi Terbaik yang Tumbuh Berkelanjutan.

2.2.2 Misi

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



Gambar 2. 2 Visi dan Misi
Sumber : PT. PLN Indonesia Power

2.2.3 Kompetensi Inti Perusahaan PT Indonesia Power

Operasi dan Pemeliharaan Pembangkit serta Pengembangan Bisnis Solusi Energi.



Gambar 2. 3 Kompetensi Inti
Sumber : PT. PLN Indonesia Power

2.2.4 Core Values PT. Indonesia Power

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



Gambar 2. 4 Core Values PT. Indonesia Power Core Values

Sumber: PT. Indonesia Power (www.bumn.go.id)

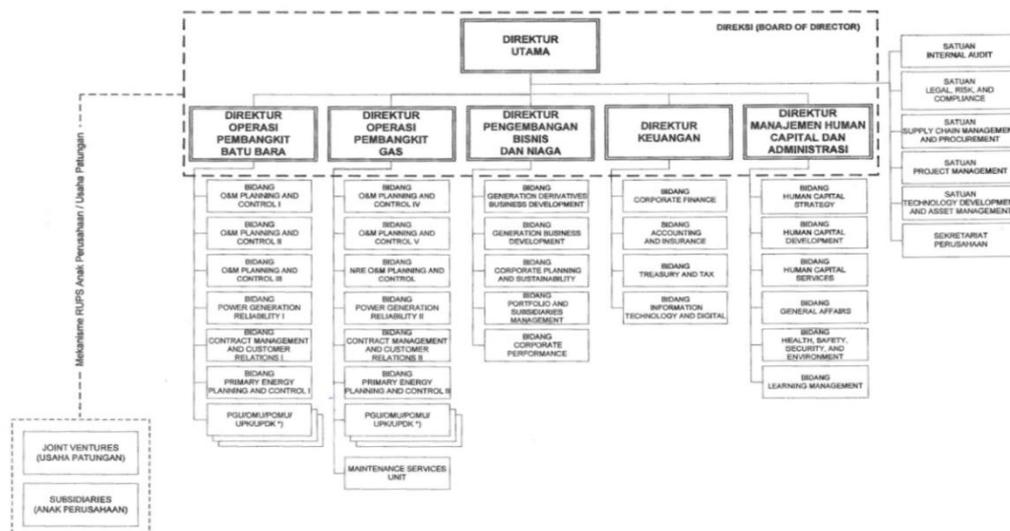
2.2.5 Tagline PT. Indonesia Power

“#EnergyOfThings”

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

2.3 Struktur Organisasi PT Indonesia Power

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

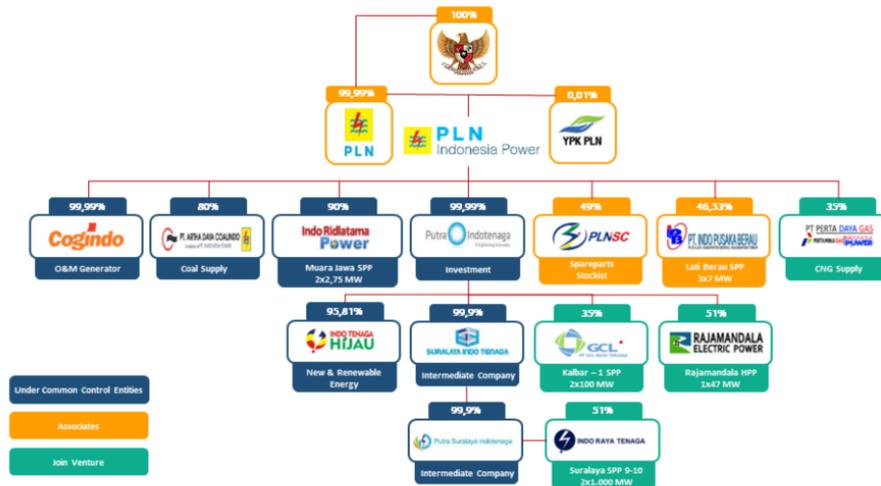


Gambar 2. 5 Struktur Organisasi Perusahaan (PT. Indonesia Power)

Sumber : PT. PLN Indonesia Power

2.4 Struktur Grup Perusahaan

Berikut adalah struktur grup Indonesia Power yang terdiri dari 4 Anak Perusahaan, 1 Perusahaan Patungan (Joint Venture Company), 2 Perusahaan Asosiasi, serta 5 Special Purpose Company (SPC) serta 1 Anak Perusahaan di bawah PT Putra Indotenaga, sebagaimana tergambar dalam struktur dibawah ini :



Gambar 2. 6 Struktur Grup Perusahaan (PT Indonesia Power)

Sumber : PT. PLN Indonesia Power

2.5 Profil Pembangkit Perusahaan

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

PROFIL PEMBANGKIT



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

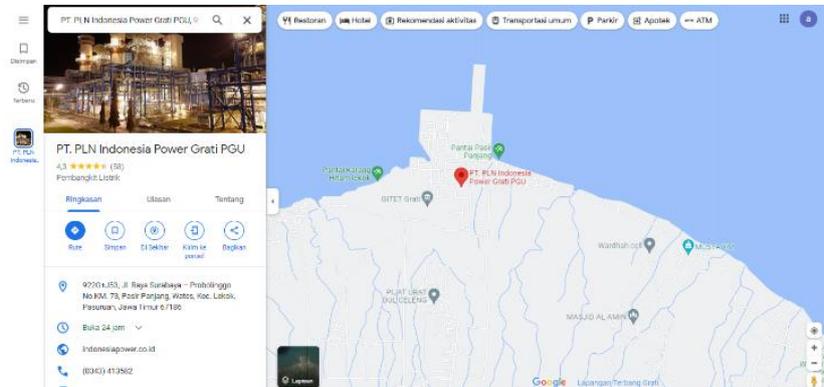
Total DTP : 1.460,06 MW DMN : 1.376,23 MW

Gambar 2. 7 Profil Pembangkit Perusahaan (PT Indonesia Power)

Sumber : PT. PLN Indonesia Power

2.6 Lokasi PT. Indonesia Power Grati

PT. PLN Indonesia Power Grati berada di Kabupaten Pasuruan tepatnya pada JL. Raya Surabaya – Probolinggo No.KM. 73, Pasir Panjang, Wates, Kec. Lekok, Pasuruan, Jawa Timur 67186.



Gambar 2. 8 Lokasi PT Indonesia Power Grati
Sumber : *PT. PLN Indonesia Power*

BAB III PELAKSANAAN MAGANG

3.1 Pelaksanaan Magang

Berikut jadwal kegiatan magang yang dilakukan selama empat bulan di PT. Indonesia Power dengan menggunakan pembagian tabel yaitu hari, tanggal, waktu dan keterangan kegiatan sebagai berikut.

Tabel 3.1 Logbook Pelaksanaan Magang

Hari Ke -	Hari, Tanggal	Jam Mulai	Jam Selesai	Kegiatan
1	Kamis, 2 Februari 2023	07.30	16.00	Perkenalan - Pengisian biodatahumas - Pembuatan id card dan face id humas - Penyuluhan k3 dan - Pengenalan perusahaanoleh pembimbing lapangan
2	Jum'at, 3 Februari 2023	07.30	16.00	Perkenalan - Pengisian biodatahumas - Pembuatan id card dan face id humas - Penyuluhan k3 dan - Pengenalan perusahaanoleh pembimbing lapangan
3	Senin, 6 Februari 2023	07.30	16.00	Perkenalan - Pengisian biodatahumas - Pembuatan id card dan face id humas - Penyuluhan k3 dan - Pengenalan perusahaanoleh pembimbing lapangan
4	Selasa, 7 Februari 2023	07.30	16.00	- Melakukan pemeriksaan pada Jacking oil Pump - Test Open/Close Diverter Damper 3.1 (dilakukan pengecekan dan dites stand by karena ada indikasi suara bising dan ternyata normal).

				<ul style="list-style-type: none"> - Preventive maintenance (PM) Auxiliary Gear Gas turbine 1.2 - Corrective Maintenance (CM) Pergantian Catridge Filter Supply Control Oil Gas turbine 1.2 - Preventive maintenance Diverter damper HRSG 3.2 - Preventive maintenance dan Pembuatan Lubang Drainase Condenser Vacuum Pump #B Steam turbine 3.0
5	Rabu, 8 Februari 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan check hp steam pada turbine valve - Identifikasi & Minor Repair Pada Area Bearing 3 Gas turbine 2.1 - Melakukan check and cleaning gas turbine enclosure fan - Preventive Maintenance & Tightness Check Steam Pressure Steam turbine Valve 3.0
6	Kamis, 9 Februari 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan pergantian Strainer/penyaring pada desalination plant - Pembersihan kerak deselation plant - Pengecoran dudukan pompa clorination plan - Melakukan pembersihan pada Filter air dari laut - Melakukan Pengecekan pada HRSG yang bocor
7	Jum'at, 10 Februari 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan Kegiatan santai berupa Lomba di pltgu grati - Pengecekan blowdown tank
8	Senin, 13 Februari 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan Pemeriksaan pada Compressor Washing Skid

				<ul style="list-style-type: none"> - Preventive maintenance SealAir Fan #A #B Gas turbine 3.1 - Preventive maintenance Weather Damper HRSG 3.1 - Preventive maintenance Diverter damper HRSG 3.1 - Preventive Hydraulic Power Unit for 17 Diverter damper HRSG 3.1 - Penambahan Oil Hidrolik Coupling Steam Preasure Boiler Feed Pump (BFP) Steam turbine 2.0
9	Selasa, 14 Februari 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan pemberian oli menggunakan Purifier - Inspeksi Tool Lube Oil Purifier Alfa Laval - Disassembly Line Tool Lube Oil Purifier Alfa Laval - Disassembly Bowl Parts Tool Lube Oil Purifier Alfa Laval - Drain Oli Pelumas Tool Lube Oil Purifier Alfa Laval - Disassembly Vertical Shaft, Upper & Lower Bearing Parts Tool Lube Oil Purifier Alfa Laval - Disassembly Gear Pump Tool Lube Oil Purifier Alfa Laval
10	Rabu, 15 Februari 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan Pemeriksaan condenser vacuum pump - Disassembly & Inspeksi Motor Tool Lube Oil Purifier Alfa Laval - & Inspeksi Horizontal Shaft Parts Tool Lube Oil Purifier Alfa Laval

				<ul style="list-style-type: none"> - Inspeksi Upper Bearing Parts Tool Lube Oil Purifier Alfa Laval - Inspeksi Lower Bearing Parts Tool Lube Oil Purifier Alfa Laval - Maintenance Weather Damper HRSG 3.2 - Preventive maintenance Seal Air Fan HRSG 3.2 - Preventive maintenance Diverter damper HRSG 3.2
11	Kamis, 16 Februari 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan pemeriksaan pada hidrolik oil pump GT 3 - Inspeksi Clearance Bowl Parts Parts Tool Lube Oil Purifier Alfa Laval - Disassembly dan Inspeksi Gear Pump Tool Lube Oil Purifier Alfa Laval - Inspeksi Menggunakan Dial Indicator Vertical Shaft Tool Lube Oil Purifier Alfa Laval - Inspeksi Menggunakan Dial Indicator Horizontal Shaft Tool Lube Oil Purifier Alfa Laval
12	Jum'at, 17 Februari 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan Pemeriksaan pada sea water Wooster Pump 3.0 - Preventive maintenance Ball Recirculation Pump Steam turbine 3.0 - Pembuatan Pondasi Saluran PLTMH di Outfall Desalination Plant Blok 2
13	Senin, 20 Februari 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan Pemeriksaan pada seal air fan 2.3 - Preventive maintenance Flash Tank Clean Drain

				<ul style="list-style-type: none"> Pump Steam turbine - Predictive Maintenance Pengecekan Vibrasi Pada Sea Water Booster Pump - Preventive maintenance Seal Air Fan dan Replacement Inlet Filter Unit HRSG 2.1 - Identifikasi & Minor Repair Oil Seal DE & NDE Steam Pressure Boiler Feed Pump #A Steam turbine 2.0
14	Selasa, 21 Februari 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Preventive maintenance Low Pressure Boiler Circulation Pump HRSG 1.1 1.2 1.3 - Cutting, Remove MOV Steam Pressure IBD HRSG & Pemasangan Temporary Pipe Line - Penambahan Line Venting Blowdown Transfer Pump #A HRSG 2.1 - Preventive maintenance Hydraulic Oil Pump #A #B Gas turbine 3.1
15	Rabu, 22 Februari 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan PM GT 3.1 Lube Oil Tank & Lube Oil Pump Piping - Melakukan PM. GT 3.1 Main Lifting Oil Pump & Piping - Melakukan PM GT 3.1 Auxiliary Lifting oil pump - Melakukan PM 67 3.1 Main Lube oil pump - Melakukan PM GT 3.1 Auxiliary Lube oil pump. - Melakukan PM 6T 3.1 Emergency Lube oil pump - Melakukan CM intake air vane

16	Kamis, 23 Februari 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan PM pada MLOP 1.2 - Preventive maintenance Seawater Feed Pump Blok 3 - Pemasangan Pompa Sumpit - Penggantian Mechanical Seal Low Pressure Boiler Circulating Pump #A HRSG 1.1
17	Jum'at, 24 Februari 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan PM pada seal air fan dan penggantian inlet filter hrsg 2.3 - Pengecekan pada Area Inlet By Pass Expansion Joint HRSG #2.3 - Repainting Pipa Cooling Water Rotor Cooling Air Cooler & Atomizing Air Cooler GT #2.3 Indikasi Korosi - Corrective Maintenance Air Filter Service Air Compressor #8 Steam Turbine 1.0
18	Senin, 27 Februari 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan PM gt 3.1 main lifting oil pump - Pergantian Jacking Oil Pump A Gas turbine blok 2. - Cleaning & Recoating Exhaust Fan Gas turbine blok 1.2 - Preventive maintenance & Purifikasi Hydraulic Tank Gas turbine 3.2 - PM Visual Check Seal Plate & Blade Diverter damper HRSG 1.2
19	Selasa, 28 Februari 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan PM pada GT 3.1 lube oil cooler - Melakukan PM pada RDS pump - Preventive maintenance (PM) Cleaning Pressure Filter

				<p>Hydraulic Oil Pump blok gas turbin 3.1</p> <ul style="list-style-type: none"> - Preventive maintenance (PM) Hydraulic Oil Pump nomer #A dan #B blok gas turbin 3.1 - Preventive maintenance (PM) Main and Auxialary Ltifting Oil Pump blok gas turbine 3.1 - Preventive maintenance (PM) Lube Oil Tank blok gas turbine 3.1
20	Rabu, 1 Maret 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan PM pada purifikasi control oil gt1.2 - Preventive Maintenance Strainer Lube Oil System Gas Turbine #1.2 - Preventive Maintenance Diverter Damper HRSG 1.2 - Swap Air Breather Lube Oil System Gas turbine 1.2 ke Gas turbine 2.3 - Preventive maintenance Auxiliary Gear Gas turbine 2.1 2.2
21	Kamis, 2 Maret 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan PM pada purifikasi control oilgt 2.2 - Preventive maintenance & Cleaning Main Oil Tank Gas turbine 2.1 2.2 - Melakukan Pembuatan grating u area panel room st 2.0lt 3 - Preventive maintenance and Replacement Catride Filter Supply Control Oil System Gas turbine 2.2 - Melakukan PM pada building oil drain - Identifikasi dan Perbaikan Kebocoran Line Tube HRSG 2.2
22	Jum'at, 3 Maret 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Corrective Maintenance Air Filter Service Air Compressor #8 Steam Turbine 1.0 - Preventive Maintenance Oil

				Purifier Circulating Pump Steam Turbine 1.0 - Preventive maintenance (PM) SealOil Pump Steam turbine blok 1.0
23	Senin, 6 Maret 2023	07.30	16.00	- Melakukan PM pada torque converter - Melakukan Pemasangan varnishtreatment control oil - Melakukan PM pada GT 3.2 cleaning indoor area cek fire dampers GT enclosuren - Preventive Maintenance Lube Oil System Gas Turbine Blok 3.2 - Preventive Maintenance Circulation Preheater Pump #A #B HRSG 3.2 - Penormalan Bushing Couple Motor Valve Low Pressure Feed Water HRSG 3.2
24	Selasa, 7 Maret 2023	07.30	16.00	- Inspeksi visual damper hrsg 2.3 - Penggantian Filter Varnish Removal Oil Purifier pada Control Oil System Gas turbine 2.3 - Preventive maintenance Manain Fuel Oil Pump Unit Gas turbine 2.2 2.3 - Penggantian Filter Varnish Removal Oil Purifier pada Control Oil System Gas turbine 2.3 - Pengecetan valvepada area hrsg 3.1 - Adjust Pemegang Limit Switch sisi Full Close sebelah Timur Diverter damper HRSG 2.3 - Disassembly Torque Converter Roll Out Gas turbine 2.3
25	Rabu, 8 Maret 2023	07.30	16.00	- Melakukan PM padaRDS ST 3.0

				<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan PM check and cleaning LP BFP ST 2.0 - Disengaged coupling motor pump cep block 3
26	Kamis, 9 Maret 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan Pengetesan pada uncoupling CEP BST 3.0 - Preventive maintenance (PM) Closed Cooling Water Pump (CCWP) blok Steam turbine 3.0 - Preventive maintenance (PM) Condensor Water Box Vacuum Priming Pump blok Steam turbine 3.0 - Pergantian Part Gear dan Bushing Motor Operated Valve Low Pressure Condensor blok HRSG 3.0
27	Jum'at, 10 Maret 2023	07.30	16.00	Terdapat Rapat bagi pekerja (Belajar mandiri)
28	Senin, 13 Maret 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan Perbaikan casing flexivle joint no 3 hrsg 1.2 yang retak pada bagian dalam sisi barat - Melakukan Cleaning dan recoating di areaexh damper HRSG 1.2 (bagian luar damper yang mengalami korosi dibersihkan dan dihilangkan). - Melakukan PM pada ST 3.0 CVP
29	Selasa, 14 Maret 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan Penggantian pada filter oil hp BFP ST2.0 - PM Jacking Oil Pump GT 2.1 #A & #B (pompa di WD dan di grease pada bagian bearingnya).

				<ul style="list-style-type: none"> - PM Regreasing Igv & Visual Check GT 2.1 (IGV di grease pada bearignya). - PM Torque Converter GT 2.1 (dilakukan pengecekan apakah ada ketidaknormalan seperti suara terlalu bising ataupun getaran).
30	Rabu, 15 Maret 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Cat line hp BFP yang korosif GT 3.1 - Adjust Pressure JOP #A GT 2.1 (Pressure JOP di setting karena habis ada perbaikan kompresor). - Cleaning Filter Seal Air Fan Diverter Da mper #A #B GT 2.1 (filter diganti karena kotor). - Cleaning & Recoating Exhaust Damper HRSG 1.2 (Dibersihkan bagian yang korosi). - PM purifikasi hydrolic tank st 3.0 - PM HRSG 3.1 - Recirculation pump A & B
31	Kamis, 16 Maret 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan Penggantian SWG pada sambungan flane inlet RCA GT 2.1 (bocor udara panas) (Spiral wound gasket / SWG diganti berfungsi sebagai pengaman antar dua komponen yang disatukan dan juga untuk mencegah kebocoran).
32	Jum'at, 17 Maret 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Senam pagi. - Preventive Maintenance Seal AirFan HRSG 3.2 - PM Phosphate Dosing Pumps For Il/Lp Drum 31-32 (Pompa dibersihkan dan

				diberi WD untuk mencegah korosi).
33	Senin, 20 Maret 2023	07.30	16.00	- Penambahan Oil Hidrolik Coupling High Preasure Boiler Feed Pump Steam Turbine 2.0 - Purifikasi Control Oil GT 2.3 (Dilakukan Purifikasi memakai alat purifier).
34	Selasa, 21 Maret 2023	07.30	16.00	- Offline washing GT2.1
35	Rabu, 22 Maret 2023	07.30	16.00	Libur raya nyepi
36	Kamis, 23 Maret 2023	07.30	16.00	Cuti bersama puasa
37	Jum'at, 24 Maret 2023	07.30	16.00	Izin
38	Senin, 27 Maret 2023	07.30	16.00	- Melakukan pergantian oil filter HP BFP A ST 2.0 sisi timur kotor Melakukan - Perbaiki Mechanical Seal LP BCP B HRSG 1.2 (ada indikasi mech seal pompa rusak dan terjadi kebocoran).
39	Selasa, 28 Maret 2023	07.30	16.00	- Melakukan PM pada finfan cooler gt blok 3 - Melakukan Penggantian belt finfan cooler GT 3.2 no 8
40	Rabu, 29 Maret 2023	07.30	16.00	- Preventive Maintenance FlashTank Clean Drain Pump Steam Turbine 3.0 - Identifikasi & Minor Repair Pada BV Drain LP TBV/Turbine Bypass Valve ST 2.0 (TBV diganti karena bocor).
41	Kamis, 30 Maret 2023	07.30	16.00	Melakukan Identifikasi & minor repair pada BV drain HP TBV HRSG 2.2 (bocor) Perbaiki Kebocoran Line LP Feed Water To Desuperheater HRSG 1.2

				(line diganti baru karena bocor).
42	Jum'at, 31Maret 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan Pengelasan pada seal besi pompa LP BCP - Pengecetan Ball Recirculation Pump ST 3.0 (pompa di cat karena sudah korosif).
43	Senin, 3 April 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Pasang & alignment pompa LP BCP B HRSG 1.2 (pompa di pasang kembali setelah diperbaiki). - Manual Cleaning Tube Inlet Sea Water Heat Exchanger A ST 2.0 (dibersihkan karena kotor).
44	Selasa, 4 April 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan Pemasangan isolation RCA cooler gt 2.1 (isolating diganti baru untuk peredam panas). - Cleaning tube inlet sea water he a st 2.0 - Cleaning Air Filter SAC B ST 1.0 (filter dibersihkan). - PM Check & Cleaning LP dan LP LPu Cooler (dibersihkan dengan WD). - Lanjut Pasang dan aligment pompa LP BCP B HRSG 1.2.
45	Rabu, 5 April 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan Perbaikan pompa clearpit ww tp - PM Replacemnet Lube Oil & Regreasing Gardan Coupling Pre heater Recirculating Pump (ganti oli dan pemberian grease pada kopling).
46	Kamis, 6 April 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeksi visual & pengukuran dimensi filter element CPS A/B STG 2.0 - PM Leaks Check Fuel Gas Heater GT 3.1 dan 3.2

				(dilakukan pengecekan leaks/kebocoran gas dengan alat khusus).
47	Jum'at, 7 April 2023	07.30	16.00	CUTI BERSAMA (WAFAT ISA AL MASIH)
48	Senin, 10 April 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Preventive Maintenance High Pressure Boiler Feed Pump Steam Turbine 2.0 - Preventive Maintenance Torque Converter Gas Turbine 1.2 - Identifikasi & Minor Repair MOV CBD LP Drum (ada kebocoran pada seal, dan bisa diatasi dengan mengencangkan seal).
49	Selasa, 11 April 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Varnish Treatment Control Oil Gas Turbine 2.1 - Preventive Maintenance Lube Oil Pump Gas Turbine 2.1 - PM Inlet Air Filter Blok 2 (ganti oli kompresor tipe piston).
50	Rabu, 12 April 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Preventive Maintenance Lube Oil System Steam Turbine 3.0 - Preventive Maintenance Fan of Vent Steam Condensor di Steam Turbine 3.0 - Preventive Maintenance Fan of Vent Steam Condensor di Steam Turbine 3.0 - Preventive Maintenance Condensate Extraction Pump Steam Turbine 3.0 - Pengecekan Seal Air Fan dan Pergantian Inlet Filter Unit #1 dan #2 HRSG 2.3 (filter udara diganti). - Pengecekan Baut Pengikat Flange LP Downcomer Sisi Barat HRSG 2.2 (flange

				bocor dan menunggu material untuk diperbaiki).
51	Kamis, 13 April 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Preventive Maintenance Purifikasi Hydraulic Oil Tank 3.2 - Preventive Maintenance Lube Oil Cooler Gas Turbine 3.2 - PM Fuel Oil Drain Pump Gt 2.2 (bearing di grease, jenis pompa rotary/vane pump). - Identifikasi & Cleaning (Minor Repair) Valve Sampling LP Superheater Out 2.1 Pada Swass ST 2.0 (valve ada yang buntu).
52	Jum'at, 14 April 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Preventive Maintenance Low Pressure Boiler Feed Pump SteamTurbine 2.0 - Preventive Maintenance & Visual Check Condensate Extraction PumpSteam Turbine 2.0
53	Senin, 17 April 2023	07.30	16.00	Libur Hari Raya Idul Fitri
54	Selasa, 18 April 2023	07.30	16.00	Libur Hari Raya Idul Fitri
55	Rabu, 19 April 2023	07.30	16.00	Libur Hari Raya Idul Fitri
56	Kamis, 20 April 2023	07.30	16.00	Libur Hari Raya Idul Fitri
57	Jum'at, 21 April 2023	07.30	16.00	Libur Hari Raya Idul Fitri
58	Senin, 24 April 2023	07.30	16.00	Libur Hari Raya Idul Fitri
59	Selasa, 25 April 2023	07.30	16.00	Libur Hari Raya Idul Fitri
60	Rabu, 26 April 2023	07.30	16.00	Libur Hari Raya Idul Fitri
61	Kamis, 27 April 2023	07.30	16.00	Libur Hari Raya Idul Fitri

62	Jum'at, 28 April 2023	07.30	16.00	Libur Hari Raya Idul Fitri
63	Senin, 1 Mei 2023	07.30	16.00	- Perbaiki Anti Scale System Pump Desalination Plant Blok 3 - Preventive Maintenance Brine Blowdown Pump Desalination Plant Blok 2
64	Selasa, 2 Mei 2023	07.30	16.00	- Cleaning & Recoating Area Exhaust Damper HRSG 1.2 - Inspeksi dan Pengukuran Dimensi Filter Element Condensat Filter Sump Pump (CFS) A/B ST 2.0 (untuk persiapan RI). - Mengerjakan Laporan Magang.
65	Rabu, 3 Mei 2023	07.30	16.00	- Preventive Maintenance IGV (Inlet Guide Vanes) Gas Turbine 2.1 - Preventive Maintenance Jacking Oil Pump Gas Turbin 2.1 - Identifikasi dan Minor Repair Diverter Damper HRSG 3.1 (suara kasar saat swing) bersama CMT
66	Kamis, 4 Mei 2023	07.30	16.00	- Ganti Fliter Seal Air Fan Diverter Damper HRSG 2.1 - PM Purifikasi Hydraulic Tank GT 3.2.
67	Jum'at, 5 Mei 2023	07.30	16.00	- Senam pagi. - PM Drum Blok 3. - Recoating Line BFP HRSG 3.1
68	Senin, 8 Mei 2023	07.30	16.00	- Setting Lift Up Jacking Oil Pump Gas Turbine 2.1 - Cleaning & Recoating Exhaust Damper HRSG 1.2 (Dibersihkan bagian yang korosi).

69	Selasa, 9 Mei 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Preventive Maintenance Phosphat Dosing Pump HP Drum HRSG 3 - Perbaikan Pompa LP BCP #A HRSG 1.3 (Bocor).
70	Rabu, 10 Mei 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Identifikasi Kebocoran Mechanical Seal Low Pressure Boiler Circulating Pump HRSG 1.1 - Disassembly Coupling Motor Low Pressure Boiler Circulating Pump HRSG 1.1 - Alignment Pompa Service Water Blok 2.
71	Kamis, 11 Mei 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Minor Repair BV Drain HP TBVHRSG 2.2 - Perbaikan Line HP Water to Desuper heater HRSG 2.2 - Lub oil strainer GT 1.2 #B (kotor) - Lanjut Alignment Pompa Service Water Blok 2
72	Jum'at, 12 Mei 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Pemasangan Isolation RCA Cooler Gas Turbin 2.1 - Cleaning Tube Inlet Sea Water Heat Exchanger Steam Turbine 2
73	Senin, 15 Mei 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Cleaning Air Filter Service Air Compressor #B Steam Turbine 1.0 - Assembly Low - Pressure Boiler Circulation Pump #B HRSG 1.2
74	Selasa, 16 Mei 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaikan Kebocoran Flange Lube Oil Cooler Gas Turbine 1.2 - Replacement Spiral Wound Gasket pada Sambungan Flange Line Inlet Rotor Cooling Air Gas turbine 2.1
75	Rabu, 17 Mei 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Pengecekan Seal Shaft MCOP Gas Turbin 2.2

				<ul style="list-style-type: none"> - Identifikasi & Minor Repair Mech Seal Main Control Oil Pump Gas Turbine 2.1 - Identifikasi & Minor Repair Mech Seal Main Control Oil Pump Gas Turbine 2.1
76	Kamis, 18 Mei 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Purifikasi Control Oil Gas turbine 2.1 - Cleaning & Recoating Exhaust Fan Gas Turbine blok 1.2 - Preventive maintenance (PM) Condensor Water Priming Pump blok steam turbine 1.0
77	Jum'at, 19 Mei 2023	07.30	16.00	Preventive Pengecekan & Reagresing Chain Coupling Jacking Oil Pump Steam Turbine 1.0
78	Senin, 22 Mei 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Identifikasi & Minor Repair Motor Operated Valve (MOV) Continous Blow Down HP Drum - Identifikasi & Minor Repair Block Valve N2 HP Drum HRSG 1.3
79	Selasa, 23 Mei 2023	07.30	16.00	Preventive Maintenance Inlet Air Filter Compressor Gas Turbine Blok 1 & 2
80	Rabu, 24 Mei 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Penecekan Flange HP Down Coner HRSG 2.2 - Cleaning Seal Air Fan HRSG 2.3
81	Kamis, 25 Mei 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> - Preventive Maintenance Main Lube Oil Pump Steam Turbine 2.0 - Identifikasi & Minor Repair Valve Sampling HPSH Out 2.1 SWAS - Steam Turbine 2.1
82	Jum'at, 26 Mei 2023	07.30	16.00	- Training & Comisioning Varnish Removal Oil

				Purifier - Preventive Maintenance Jacking Oil Pump Steam Turbine 1.0 - Penambahan Oil Hidrolik CouplingHigh Pressure Boiler Feed Pump Steam Turbine 2.0 - Maintenance Jacking Oil PumpSteam Turbine 1.0 - Penambahan Oil Hidrolik CouplingHigh Pressure Boiler Feed Pump Steam Turbine 2.0
84	Selasa, 30 Mei 2023	07.30	16.00	Perpisahan dan dokumentasi fotobersama

3.2 Metodologi Penyelesaian Tugas Khusus

Dalam penyelesaian tugas khusus ini Metode yang digunakan untuk penyelesaian tugas ini diantaranya:

3.2.1 Survei Lapangan dan Studi Literatur

Survei lapangan di PT. Indonesia Power dilakukan untuk menemukan permasalahan dan bisa dilanjutkan dengan menentukan topik pembahasan tugas. Setelah dilakukan survei lapangan selanjutnya adalah studi literaturterkait dengan hasil survei lapangan yang telah dilakukan.

3.2.2 Pengambilan Data pada Lapangan

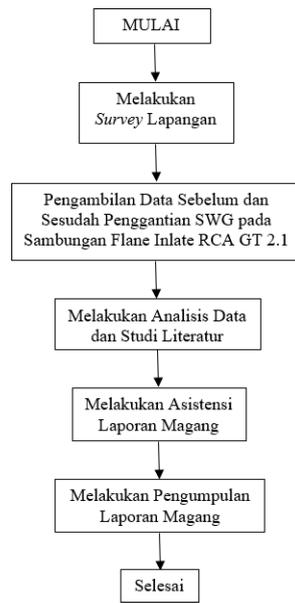
Setelah studi literatur, maka sudah ditemukan data apa saja yang diperlukan untuk melanjutkan analisis terkait kondisi lapangan di PT. Indonesia Power.

3.2.3 Analisis Data

Setelah Melihat proses pengoperasian pulsation damper pada pompa plunger bisa dianalisis bahwa perbedaan penggunaan pulsation damper dan tidak yang manatekanan yang dihasilkan oleh pompa plunger sendiri sangar besar dan juga saat pengoperasiannya menyebabkan getaran atau vibrasi yang mana getaran tersebut dapat dimaksimalkan oleh pulsation damper itu sendiri.

3.3 Diagram Alir Metodologi Pengerjaan Laporan Magang Industri

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



Gambar 3. 1 Diagram Alir Perencanaan Penelitian
Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

BAB IV

HASIL MAGANG

4. 1 Sejarah Singkat Perkembangan Turbin Gas

Pada tahun 1791, John Barber membuat prototype pertama untuk turbin gas, akan tetapi masalah mekanis seperti vibrasi yang tinggi menjadi problem yang sulit dipecahkan pada masa itu. Sama halnya dengan teknologi turbin uap berkembang dengan pesatnya seperti yang dihasilkan oleh Gustav De Laval (Swedia) dimana rotornya telah berputar dengan kecepatan 26.000 rpm akan tetapi pada saat bersamaan vibrasi meningkat pula yang kemudian membatasi umur turbin tersebut.

Charles Parson (Inggris) pada tahun 1884 dapat menyempurnakan turbin De Laval dengan mengubah arah aliran uap secara sentrifugal. Pada tahun 1900-an merupakan masa suram bagi perkembangan turbin gas. Sesungguhnya, teknologi turbin gas sangat bergantung dari teknologi turbin uap. Kemudian pada tahun 1903, Elling baru menemukan desain dengan suhu (Inlet Temperature = TRIT) sekitar 750° F. Dengan pesatnya kemajuan teknologi bahan, ilmu aerodinamika yang mengatur bentuk sudu (blades) turbin, maka berkembang pula teknologi turbin gas melampaui teknologi turbin uap.

Turbin gas komersial pertama dihasilkan oleh Rataeu (Prancis) tahun 1906, dengan tenaga mekanis sebesar 328 hp pada putaran 4000 rpm. Hingga saat ini teknologi bahan sangat menentukan tenaga yang dapat dihasilkan oleh suatu turbin. Semakin tahan material turbin menghadapi panas, maka semakin berpotensi untuk mempertinggi temperatur gas masuk turbin, yang mengakibatkan semakin tinggi tenaga yang dihasilkan. Di Indonesia hingga kini telah memiliki berbagai turbin gas yang beroperasi dengan temperatur cukup tinggi yaitu sekitar (1070~1200)°C.

4. 1. 1 Mengenal PLTGU

PLTGU atau singkatan dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap dan Gas, mengacu pada pembangkit yang menggabungkan dua tenaga, yakni tenaga uap dan tenaga gas. PLTGU merupakan kombinasi dari PLTG dan PLTU. Pembangkit listrik satu ini menggunakan sistem turbin guna menggerakkan generator listrik serta melakukan pemulihan terhadap panas limbah dari turbin untuk menghasilkan uap.

Proses perubahan energi itu juga melibatkan sistem kerja mekanik yang kemudian oleh generator pada siklus sederhana diubah menjadi tenaga listrik. Data menunjukkan bahwa tingkat efisiensi dari konversi tersebut dapat berkisar sekitar 30 sampai dengan 40 persen. Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat sebagian energi yang terbuang, di mana energi tersebut akan berakhir menjadi energi panas dalam proses pembakaran. Proses pembakaran tersebutlah yang nantinya menghasilkan energi tambahan.

Selain itu, terlibatnya turbin pada proses tersebut nampaknya dinilai memiliki tingkat efisiensi yang cukup tinggi. Penggunaan bahan bakar seperti solar umum digunakan sebagai

alternatif pada proses tersebut. Kombinasi antaragas serta uap lah yang memegang peranan penting untuk pembangkit listrik.

4. 1. 2 Cara Kerja dari PLTGU

Pada dasarnya, generator uap pemulih panas berperan sebagai penukarpanas yang menghasilkan uap untuk turbin dengan memberi jalan untuk aliran gas melalui tabung penukar panas tersebut. Generator dapat mengandalkansirkulasi yang terjadi secara alami atau memanfaatkannya dengan cara melibatkan penggunaan pompa.

Ketika gas panas tersebut dialirkan melewati tabung di mana air melakukansirkulasi, panas akan diserap guna memicu terciptanya uap dalam tabung. Tabung-tabung tersebut secara khusus disusun ke dalam beberapa bagian yang masing-masing memiliki fungsi berbeda. Tabung-tabung tersebut adalah economizer, evaporator, superheater serta preheater.

Udara akan melewati sebuah bagian tergantung dari kondisinya guna melalui proses pembersihan serta pendinginan. Tujuan diadakannya proses tersebut adalah untuk memastikan bahwa udara yang masuk merupakan udara yang aman untuk melalui kompresor turbin.

Setelah melalui proses tersebut, udara akan melalui proses kompresi, di mana akan bergabung dengan gas. Tujuannya adalah guna terciptanya tekanan memutar pada bilah turbin. Pada proses ini, generator akan berputar serta menghasilkan tenaga dalam jumlah besar dan juga limbah panas yang akan dialihkan guna menghasilkan tenaga tambahan.

4. 1. 3 Cara PLTGU dalam Memproduksi Tenaga Listrik

1. Turbin gas melakukan pembakaran bahan bakar

Udara akan dimampatkan oleh turbin gas lalu dicampurkan dengan bahan bakar yang telah dipanaskan dengan suhu sangat tinggi. Campuran tersebut akan bergerak melalui bilah turbin yang berputar. Putaran turbin yang terjadi dengan cepat akan menggerakkan generator di mana akan mengubah sebagian energi menjadi listrik.

2. Sistem pemulihan panas

Generator uap pemulih panas dari turbin gas akan menangkap panas buangan dan mengirimkannya menuju turbin uap

3. Turbin Uap penghasil listrik dari energi tambahan

Setelah menerima panas buangan dari generator uap pemulih panas, turbin uap akan berproses guna mengirimkan energi kepada poros penggerak generator. Nantinya, setelah proses tersebut berhasil terjadi, hasilnya adalah energi listrik tambahan.

4. 2 Pembangkit Listrik Tenaga gas dan Uap

Pembangkit listrik Tenaga uap dan Gas adalah sebuah gabungan dari 2 sistem pembangkit listrik yaitu Pembangkit listrik tenaga gas (PLTG) dan Pembangkit listrik

tenaga Uap (PLTU). Penggabungan dari kedua pembangkit ini dinilai lebih efisien karena menggabungkan 2 siklus dari pembangkit tersebut, yaitu Siklus Rankine pada PLTU dan siklus Brayton pada PLTG. Dan gabungan dari siklus tadi disebut dengan *combined cycle*. Sistem kerja dari PLTGU pada dasarnya adalah pemanfaatan energi panas yang dihasilkan oleh gas buang PLTG yang suhunya ± 500 derajat Celsius untuk memanaskan air yang selanjutnya akan menjadi uap jenuh kering. Uap inilah yang akan digunakan untuk memutar baling-baling pada turbin uap dan kemudian memutar shaft pada generator yang akan membangkitkan energi listrik.

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

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

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

4.3 Perinsip Kerja Turbin Gas

4.3.1 Teori Dasar

Turbin gas adalah salah satu mesin pengubah energi (*energy conversion machine*) seperti halnya turbin air yang mengubah tenaga potensial air karena perbedaan ketinggian (*head*), turbin uap yang mengubah tenaga uap dengan menurunkan entalpi yang dikandungnya atau seperti kincir angin di negeri Belanda yang mengubah tenaga aliran angin menjadi tenaga mekanis yang banyak dipergunakan untuk menggiling gandum. Dalam hal ini, turbin gas mengubah energi kimia hidrokarbon yang dikandung bahan bakar minyak atau gas yang komponen utamanya adalah gas methane CH_4 , yang direaksikan dengan oksigen yang terdapat dalam udara. Produk dari reaksi antara gas atau minyak hidrokarbon dengan oksigen adalah uap air (H_2O), karbondioksida (CO_2) dan panas (*heat* atau lebih tepat: energi). Reaksi kimia yang dapat menghasilkan energi disebut reaksi eksoterm (*exothermic reaction*). Gas hasil reaksi inilah yang sangat potensial untuk diubah menjadi energi mekanik.

4.3.2 Proses Kerja Turbin Gas

Untuk menyelenggarakan proses perubahan energi kimia menjadi energi

mekanik merupakan ilmu yang telah ratusan tahun dikembangkan ahli teknik yang berpijak dari hasil penelitian para ahli kimia, fisika dan seterusnya seperti Boyle, Guy Lussac, Lavoisier dan sebagainya.

Proses perubahan energi adalah suatu proses, yang berlangsung secara berkesinambungan (continuously) dari proses yang satu ke proses yang lain. Contoh populer teknologi yang sudah sangat kita kenal adalah proses yang terjadi pada mesin mobil (otomotif). Seorang Jerman OTTO telah menemukan proses ini sekitar tiga abad lalu dan masih dipergunakan sampai sekarang.

Siklus untuk turbin gas, dikenal Siklus Brayton, yang merupakan siklus fundamental bagi pengembangan turbin gas. Siklus ini terdiri dari:

- Proses Kompresi udara oleh Kompresor (Compression process).
- Proses Pembakaran didalam Ruang bakar (Combustion process).
- Proses Ekspansi gas didalam Turbin (Expantion process).
- Proses Pembuangan gas bekas (Exhaust process).

Tidak seperti pada siklus OTTO, pada turbin gas proses kompresi, pembakaran dan ekspansi berlangsung pada komponen atau bagian lokasi yang berlainan. Dengan melihat skematik/gambar 2.1 dibawah ini, tinjauan untuk setiap proses tersebut adalah sebagai berikut.

Konstruksi kompresor dengan barisan sudu (blades) memungkinkan untuk menarik udara secara kontinu. Proses kompresi ini memerlukan energi masuk (dalam hal ini di suplai oleh turbin yang seporos) dan proses idealnya dianggap isentropik yang berarti tidak ada energi yang diubah menjadi kenaikan suhu udara, semua energi diubah menjadi kenaikan tekanan. Akan tetapi kondisi ini tentu saja tidak bisa dicapai karena adanya gesekan di rumah kompresor, sudu jalan (blades) dan sudu tetap (vanes), kerugian gesekannya (friction losses) akan meningkat jika kondisi sudu bertambah kotor.

Selama melintasi bagian kompresor ini, molekul udara mengalir dengan sangat cepat, karena pada bagian akhir udara hasil kompresi akan masuk kedalam bejana ruang bakar maka molekul udara tadi akan mengalami tekanan stagnasi. Tekanan akhir dari kompresor ini dikenal dengan P_d (compressor discharge pressure). P_d yang dihasilkan kompresor aksial ini dapat mencapai rerata 13 barg pada kerja maksimumnya.

4. 3. 3 Proses Kompresi pada Kompresor

Proses penghisapan dan kompresi udara atmosfer dilakukan secara bersamaan dan kontinu (pada siklus OTTO dilakukan pada langkah yang berbeda).

4. 3. 4 Proses Pembakaran di dalam Ruang Bakar

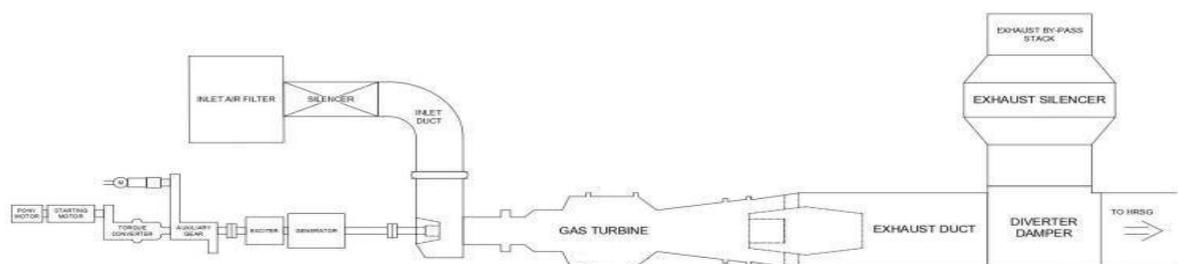
Udara kompresi sebagian besar digunakan untuk proses pembakaran yang didahului dengan mendinginkan dinding ruang bakar menuju keatas, selanjutnya berfungsi sebagai udara-primair pembakaran, sedangkan bagian lain yang melalulubang dinding ruang bakar berfungsi sebagai udara-secunder untuk proses pembakaran sempurna

disamping berfungsi juga untuk menurunkan suhu hasil pembakaran agar tercapai suhu yang diinginkan. Udara yang dihasilkan kompresor untuk udara pembakaran, sebagian (8 10)% udara dipakai untuk media pendinginporos dan sudu turbin, nosel turbin (cooling air), udara perapat (sealing air) dan udara pengaturan (control air).

Nyala api dalam ruang bakar tidak diharapkan menjilat dinding ruang bakar melalui' pengaturan udara primair dan sekundernya yaitu dengan mengalir secara film (melapisi) melalui laluan yang telah tersedia pada konstruksi ruang bakarnya. Temperatur gas keluar ruang bakar (Temperature Inlet Turbine = TIT) untuk instalasi turbin gas ini dijaga maksimum 1070°C. Pada kondisi suhu ini daya maksimum yang dapat dihasilkan turbin diperbolehkan secara terus menerus sampai batas jam operasinya. Penentuan dan pengaturan suhu TIT adalah berdasarkan pembacaan suhu oleh beberapa termokopel yang terpasang pada sisi keluar turbin (exhaust) yang dikenal dengan Temperature After Turbine (TAT) yang dikompensasi dengan suhu dan tekanan keluar kompresor (Pcd).

Didalam sistem pembakaran, dibutuhkan beberapa faktor yang menentukan terjadi atau tidaknya suatu proses pembakaran yang baik:

- Kecepatan udara lokal di dalam ruang bakar harus dibawah kecepatan nyala (flame speed) dengan temperatur nyala api yang cukup.
- Rasio bahan bakar terhadap udara (fuel air ratio: $f = F/A$) setempat, harus di dalam batas penyalaan (flamability limit) dari bahan bakar (sekitar $0,004 < F/A < 0,027$). Untuk mencapai ini, sebagian udara dimasukan ke daerah primair (primary zone), yaitu daerah dimana fuel injektor berada. Perbandingan udara terhadap bahan bakar (air fuel ratio $= A/F$) secara menyeluruh untuk turbin- gas siklus terbuka sederhana sekitar (50: 1 s.d. 120: 1)'.
(Note: The original text contains a typo "air" instead of "fuel" in the ratio definition.)
- Waktu tunggu (residence time) yang cukup untuk reaksi kimia yang sedang berlangsung/terjadi.
- Campuran acak (turbulence mixing) antara bahan bakar dan udara didalamruang bakar.



Gambar 4. 1 Alur Sistem Turbin GT 2.1

Sumber : PT. PLN Indonesia Power

Gas Turbine, adalah suatu pembangkit energi mekanik dari suatu proses konversi energi dari energi panas menjadi energi kinetik selanjutnya menjadi energi mekanik yang mampu menggerakkan poros turbin dengan massa gas pembakaran bahan bakar. Dalam proses operasinya Gas Turbin ditunjang dengan alat bantu khusus yang meliputi: Lubricating Oil System, Control Oil System, Turning Motor, Pony Motor, Starting Motor, Cooling Water System, Exhaust Duck System, Turbine Supervisory Instrumen.

1. Pony Motor & Starting Motor

Peralatan Start (Starting System) di dalam turbin gas digunakan sebagai penggerak mula, hal ini diperlukan karena pada saat start kondisi turbin masih belum mampu menggerakkan generator dan kompressor dikarenakan belum terjadinya pembakaran. Starting turbin gas memerlukan momen yang besar karenaberat dari turbin dan generator sehingga dipasang pony motor yang di pasang secara seri dengan starting motor. Mula-mula starting device dioperasikan untuk menggerakkan turbin gas dan generator. Pada putaran tertentu, kompressor telah menghasilkan udara bertekanan, dan pembakaran dilakukan di ruang bakar. Gas hasil pembakaran tersebut dapat menggerakkan turbin. Jika hal itu tercapai, makastarting device dilepas dari poros turbin dan generator.

2. Torque Converter

Konverter torsi atau kopling fluida adalah kopling yang terpasang pada transmisi otomatis ataupun transmisi variable kontinu. Konverter torsi berkerja dengan melipat gandakan torsi mesin dengan memanfaatkan gaya sentrifugal dari fluida transmisi otomatis.

3. Exciter

Untuk menjadikan main field rotor menghasilkan medan magnet, dibutuhkan sumber listrik pembangkit. Sebagai pembangkit atau sumber listrik bantu untuk mengubah main field rotor menjadi medan magnet utama pada alternator adalah gulungan exciter (pembangkit).

Exciter adalah penghasil listrik yang dialirkan ke main field rotor (gulungan utama pada rotor). Fungsi exciter pada generator yakni untuk mensuplai atau menghasilkan tegangan listrik untuk di alirkan ke gulungan rotor utama pada generator agar gulungan rotor dapat mengubah listrik tersebut menjadi medan magnet.

Exciter menghasilkan listrik arus bolak-balik (AC), lalu di serahkan atau di rubah menjadi listrik DC (Direct Current) oleh diode penyearah atau disebut rotating rectifier sebelum di alirkan ke gulungan rotor utama

4. Generator

Generator merupakan generator berfungsi sebagai alat pembangkit listrik

dengan menggunakan tenaga putaran yang diperoleh dari turbin uap. Tenaga penggeraknya berasal dari uap kering yang dihasilkan oleh HRSG dengan putaran 3000 RPM, berpendingin hidrogen dan tegangan keluar 11,5 KV. Pada PLTGU, satu buah generator ini menghasilkan daya kurang lebihnya sekitar 200 MW. PT.Indonesia Power Unit Bisnis pembangkitan Semarang memiliki 1 buah steam turbine generator untuk bagian PLTGU-nya.

5. Air Filter

Air Filter merupakan filter yang berfungsi untuk menyaring udara bebas agar udara yang mengalir menuju ke compressor merupakan udara yang bersih.

6. Gas Turbine

Gas Turbine adalah turbin yang berputar dengan menggunakan energi Gas

panas yang dihasilkan dari combustion chamber. Hasil putaran dari turbin inilah yang akan diubah oleh generator untuk menghasilkan listrik.

7. By Pass Damper

By Pass Damper merupakan Katup yang berfungsi untuk membuka tutup udara panas yang dihasilkan oleh turbin yang akan dihantarkan ke HRSG. Jika open cycle hasil pembakaran di buang ke by-pass combine cycle hasil pembakaran akan dilanjutkan ke HRSG.

Pony motor untuk memutar starting motor. Pony motor memiliki daya yang paling kecil digunakan untuk memutar yang dayanya lebih besar. Starting motor ini berfungsi untuk memutar awal dari gas turbin atau kompresor hingga terjadi pembakaran. Apabila terjadi kebakaran, akan ada energi yang dihasilkan dari pembakaran tersebut dan akan memutar gas turbin. Starting motor dihubungkan terlebih dahulu ke Torque Converter untuk membawa minyak hidrolis agar pemindahan torsi nya dapat secara bertahap. Lalu, Torque Converter dihubungkan ke Auxiliary Gear dan menyambung ke Generator lalu menyambung ke kompresor gas turbin. Auxiliary Gear Terhubung ke Turning rotor, fungsi dari turning motor sendiri yakni untuk memutar saat gas turbin dalam kondisi stand by/ tidak beroperasi. Inlet Air Filter merupakan sumber udara yang berasal dari luar untuk kompresornya, yang awalnya ada pembakaran lalu melewati gas turbin lalu masuk ke by pass damper, lalu pada saat open cycle hasil pembakaran yang berasal dari gas turbin dibuang ke by pass damper. Jika combine cycle hasil pembakaran yang berasal dari gas turbin lanjut ke HRSG

- **Open Cycle (siklus terbuka)**

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

- **Combined Cycle (siklus kombinasi)**

Di bidang industri saat ini, dilakukan usaha untuk meningkatkan efisiensi turbin gas yaitu dengan cara menggabungkan siklus turbin gas dengan siklus proses sehingga diperoleh siklus gabungan yang biasa disebut dengan istilah “Cogeneration”. Sedangkan untuk meningkatkan efisiensi termal turbin gas yang digunakan sebagai unit pembangkit listrik (PLTG), siklus PLTG digabung dengan siklus PLTU sehingga terbentuk siklus gabungan yang disebut “Combined Cycle” atau Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU).

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

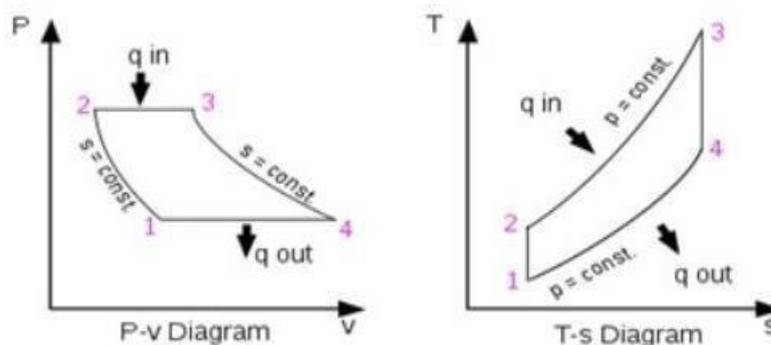
4.3.5 Proses yang terjadi pada PLTG

Pertama, turbin gas berfungsi menghasilkan energi mekanik untuk memutar kompresor dan rotor generator yang terpasang satu poros, tetapi pada saat start up fungsi ini terlebih dahulu dijalankan oleh penggerak mula (prime mover).

Penggerak mula ini dapat berupa diesel, motor listrik atau generator turbin gas itu sendiri yang menjadi motor melalui mekanisme SFC (Static frequency Converter). Setelah kompresor berputar secara kontinu, maka udara luar terhisap hingga dihasilkan udara bertekanan pada sisi discharge (tekan) kemudian masuk ke ruang bakar.

Kedua, proses selanjutnya pada ruang bakar, jika start up menggunakan bahan bakar cair (fuel oil) maka terjadi proses pengkabutan (atomizing) setelah itu terjadi proses pembakaran dengan penyala awal dari busi, yang kemudian dihasilkan api dan gas panas bertekanan. Gas panas tersebut dialirkan ke turbin sehingga turbin dapat menghasilkan tenaga mekanik berupa putaran. Selanjutnya gas panas dibuang ke atmosfer dengan temperatur yang masih tinggi.

Proses seperti tersebut diatas merupakan siklus turbin gas, yang merupakan penerapan Siklus Brayton. Siklus tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4. 2 Diagram P-V dan T-S

(<https://images.app.goo.gl/aqhpZHqsqQMVLG4Z6>)

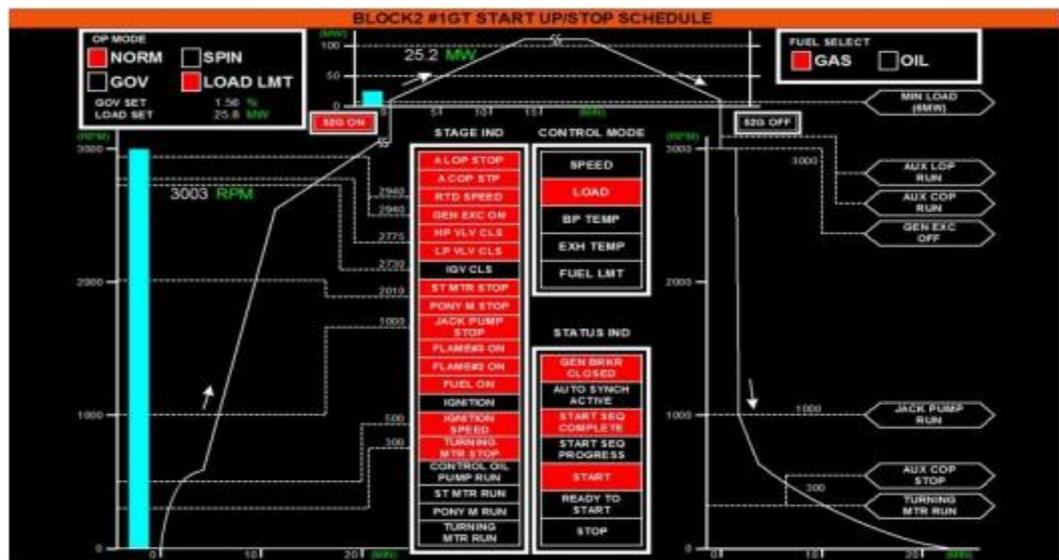
Siklus seperti gambar, terdapat empat langkah:

- Langkah 1-2 : Udara luar dihisap dan ditekan di dalam kompresor, menghasilkan udara bertekanan (langkah kompresi)
- Langkah 2-3 : Udara bertekanan dari kompresor dicampur dengan bahan bakar, terjadi reaksi pembakaran yang menghasilkan gas panas (langkah pemberian panas)
- Langkah 3-4 : Gas panas hasil pembakaran dialirkan untuk memutar turbin (langkah ekspansi)
- Langkah 4-1 : Gas panas dari turbin dibuang ke udara luar (langkah pembuangan)

Salah satu kelemahan mesin turbin gas (PLTG) adalah efisiensi termalnya yang rendah. Rendahnya efisiensi turbin gas disebabkan karena banyaknya pembuangan panas pada gas buang. Dalam usaha untuk menaikkan efisiensi termal tersebut, maka telah dilakukan berbagai upaya sehingga menghasilkan mesin siklus kombinasi seperti yang dapat kita jumpai saat ini.

4.3.6 Komponen Pendukung Gas Turbin Generator

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



Gambar 4.3 Gas Turbin Start-Up/Stop Schedule
(Sumber : PT. PLN Indonesia Power)

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

1. Pemeriksaan dan persiapan sebelum start turbin gas
2. Ready to Start
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 shaft naik
6. Setelah turbin gas mampu berputar sendiri starting device dilepas
7. Putaran bertambah dan mencapai full speed no load
8. Sinkronisasi generator
9. Pembebanan generator dengan turbin gas

2. Accessory gear box

Merupakan peralatan yang bertugas memindahkan putaran dari penggerak awal (starting motor) ke poros turbin yang akan digerakkan.

3. Fuel System

Pada Gas turbine Generator Grati menggunakan 2 bahan bakar yaitu high Speed Diesel dan Natural Gas yang disuplay oleh beberapa Suplayer yang bekerjasama dengan PLTGU Grati PGU fuel System berfungsi untuk menyediakan bahanbakar untuk pembakaran yang didesain untuk fungsi:

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

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 dipompadengan 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 berkerja membuka, sehingga disalurkan pipa tidak terisi bahan bakar dengan tujuan agar tidak terjadi pembakaran manifold. Selain itu agar tidak terjadi ledakan dibuang melalui combuster shell valve selama turbin gas tidak beroperasi. Selanjutnya bahan bakar tersebut akan ditampung dalam drain tank untuk selanjutnya dikembalikan ke tanki bahan bakar oleh drain pump.

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

Gas turbin memerlukan sistem pelumasan secara kontinu untuk menunjang kinerja dari setiap komponen di dalamnya. Lube oil system terdiri dari:

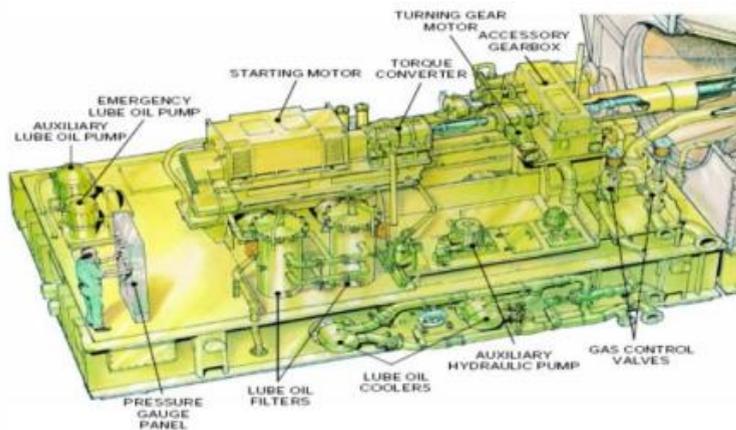
- a. Lub oil Reservoir berfungsi sebagai penampung minyak pelumas. Di dalamnya terdapat filter yang berguna menyaring kotoran. Setiap beberapa waktu kondisi dari minyak pelumas selalu dikontrol oleh operator atau petugas pemeliharaan mesin untuk menjaga kualitas
- b. Main lube oil pump (MOP), berfungsi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

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

putaran 3 rpm, tujuannya adalah menjaga kelurusan poros turbin atau menghindari defleksi di titik pusat beban poros. Selanjutnya setelah gas turbine berjalan dan putaran mulai naik hingga putaran nominal yaitu ± 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 HeatExchanger. Setelah digunakan untuk mendinginkan berbagai macam kebutuhan, maka air tadi akan mengalami peningkatan nilai temperature maka akan didinginkan kembali di ACWC (air cooled water cooling) yang prinsip kerjanya seperti radiator.

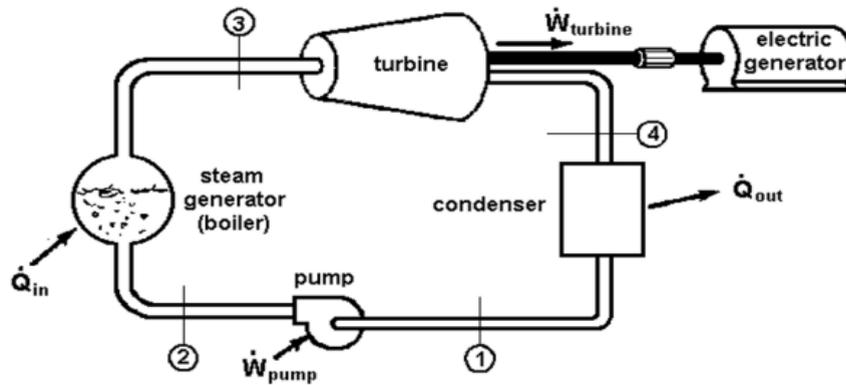


Gambar 4. 4 Kompoen Pendukung Gas Turbine Generator

Sumber : *Divisi Pemeliharaan Mesin PT. PLN Indonesia Power Grati PGU*

4. 3. 7 Komponen Utama Sismtem PLTU

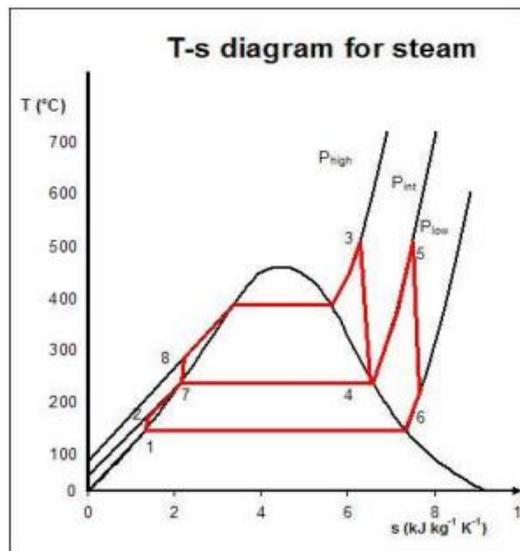
Sistem Steam turbine generator menganut prinsip siklus Rankine, selain itu pembangkit listriknya menggunakan Generator yang digerakkan oleh turbin uap. Secara konstruksional Steam turbine Generator terdapat lima komponen utama yaitu rumah kondenser, Pompa, HRSG, Turbin Uap dan Generator



Gambar 4. 5 Proses PLTU

Sumber: *Divisi Pemeliharaan Mesin PT. PLN Indonesia Power Grati PGU*

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



Gambar 4. 6 Siklus Rankine

(Sumber: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Regenerative_rankine_cycle.jpg)

prinsip kerja siklus rankine, yaitu pemanasan suatu fluida (air) oleh heat exchanger kemudian berubah menjadi uap panas. Lalu uap panas tadi masuk kedalam steam turbin sehingga dapat menggerakkan generator Setelah itu uap yang keluar dari generator masukdalam kondensor dan berubah menjadi air kembali Kemudian air dipompamasuk ke dalam heat exchanger untuk dipanaskan. Dan seterusnya sehingga membentuk suatu siklus yang dinamakan siklus rankine.

1. Turbin uap

Steam turbine (turbin uap) merupakan penggerak yang mengubah energi potensial uap menjadi energi kinetik dan selanjutnya diubah menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran poros turbin. Pada turbin uap blok 2 Grati memiliki 2 jenis preassure yaitu low preassure dan high preassure



Gambar 4. 7 Turbin Uap

(Sumber : *Divisi Pemeliharaan Mesin PT. PLN Indonesia Power Grati PGU*)

1. Genarator Generator

berfungsi untuk menghasilkan energi listrik. Dimana di dalam generator terjadi proses perubahan energi mekanik menjadi energi listrik. Spesifikasi generator uap pada PT. PLN Indonesia Power Grati:

Pabrikan	: Siemens AG, Germany
Tipe	: TLRI 108/36-508 LEFT
Tahun	: 1995
Fasa	: 3 phasa, YY-WVU
Frekuensi/putaran	: 50 Hz/ 50 s-1
Ekssitasi	: 375 V, 866 A Klas
Isolasi	:Mat F, IM7215 IP 54
Pendingin	: Air Cooling 34 oC 41

2. 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. 8 Kondensor
(Sumber : *Dokumentasi Pribadi*)

3. Pompa

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

- a. CEP (Condensate Extraction Pump) merupakan pompa yang berfungsi sebagai menyuplai air condensate menuju daerator dengan melalui proses preheater terlebih dahulu.
- b. BFP (Boiler Feed Pump) merupakan pompa yang digunakan untuk memompa air menuju LP Drum dan HP Drum dari daerator dan melewati economizer terlebih dahulu.

4. HRSG (Heat Recovery Steam Generator)

Heat Recovery Steam Generator adalah peralatan yang berfungsi untuk mengubahair menjadi uap pada temperatur dan tekanan tertentu dengan memanfaatkan energi kalor gas buang (exhaust) dari Turbin gas Generator (GTG) yang tinggi dengan temperatur 500°C



Gambar 4. 9 HRSG
(Sumber : *Dokumentasi Pribadi*)

Komponen utama didalam HRSG, adalah sebagai berikut:

- A. Deaerator, untuk menghilangkan kandungan oksigen terlarut pada feedwater.
- B. Drum, sebagai water reservoir. Temperatur pada High Pressure Drum berkisar $\pm 290^{\circ}\text{C}$, dan temperatur pada Low Pressure Drum berkisar $\pm 160^{\circ}\text{C}$.
- 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 $\pm 550^{\circ}\text{C}$
- 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 $\pm 430^{\circ}\text{C}$, sedangkan evaporator low pressure dipanaskan dengan temperatur keluaran dari turbin gas $\pm 220^{\circ}\text{C}$.
- F. Economizer, untuk pemanasan air dari deaerator sebelum memasuki steam drum dan evaporator. Economizer high pressure dipanaskan dengan suhu keluaran dari gas turbin $\pm 420^{\circ}\text{C}$. Sedangkan economizer low pressure dipanaskan dengan temperatur keluaran dari turbin gas $\pm 220^{\circ}\text{C}$.

Prinsip kerja dari HRSG adalah gas buang dari turbin gas yang temperaturnya tinggi $\pm 500^{\circ}\text{C}$ dialirkan masuk ke HRSG untuk memanaskan air didalam pipa - pipa pemanas, kemudian gas buang ini dibuang ke atmosfer melalui cerobong dengan temperatur yang sudah rendah $\pm 130^{\circ}\text{C}$. 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 dilakukan dengan aliran berlawanan atau crossflow, dan sirkulasi airnya cepat.

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

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

- a. Sistem minyak pelumas steam turbine berfungsi untuk melumasi bearing turbin uap dan bearing generator, dimana pada sistem ini terdapat peralatan Main Lube Oil Pump (MOP), Emergency Oil Pump (EOP), dan Lube Oil Cooler.
- b. Sistem pendingin minyak pelumas, berfungsi untuk mendinginkan minyak pelumas yang panas setelah digunakan untuk melumasi bearing 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.

Sistem pendingin siklus tertutup, berfungsi untuk mendinginkan lube oil cooler steam turbine, generator hydrogen cooler (GHC) Steam turbine, dan hydraulic oil cooler sertabearing - bearing pompa di HRSG. Sistem ini terdiri dari Closed Cycle Cooling Water heat exchanger (CCCW) dan Closed Cycle Cooling Water Pump (CCCWP).

4. 3. 8 Peralatan Common Auxilliary dan Peralatan Bantu.

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

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



Gambar 4. 10 Area Desalination plant
(Sumber : *Dokumentasi Pribadi*)

3. *Water Treatment Plant (WTP)*, *Demineralized Water Plant* (Pabrik Air Demineralisasi) dalam Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) adalah fasilitas atau sistem yang bertugas menghasilkan air demineralisasi atau air yang bebas dari mineral dan garam terlarut dari air tawar (raw water) yang dihasilkan dari desalination plant. Air demineralisasi digunakan dalam berbagai proses di PLTGU yang memerlukan air dengan tingkat kemurnian yang tinggi, seperti cooling system, dan feed water. *Demineralized Water Plant* dalam PLTGU memainkan peran penting dalam memastikan pasokan air dengan kemurnian yang tinggi untuk proses operasional yang memerlukan air berkualitas tinggi. Hal ini membantu mencegah pembentukan endapan mineral, korosi, dan kerusakan peralatan yang disebabkan oleh kandungan mineral dan garam dalam air biasa.
4. *Waste Water Treatment Plant (WWTP)*, merupakan suatu unit yang berfungsi untuk mengolah air sisa / air limbah dari HRSG, steam turbine dan air limbah dari tempat lain. Air limbah ini tidak dapat langsung dibuang ke lingkungan, karena akan membahayakan lingkungan sehingga harus diolah dulu untuk mengontrol PH agar sesuai dengan lingkungan. Bahan kimia yang digunakan untuk mengontrol PH adalah HCL dan NAOH.



Gambar 4. 11 *Area Waste Water Treatment Plant (WWTP)*
(Sumber : *Dokumentasi Pribadi*)

5. *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.
6. *Chlorination Plant*, merupakan suatu unit yang berfungsi untuk menghasilkan atau memproduksi senyawa klorin untuk melemahkan biota

laut dengan harapan tidak menempel pada peralatan sehingga mengganggu proses pendinginan.

7. *Sea Water Intake* merupakan unit tempat masuknya air laut yang akan digunakan sebagai air pendingin dan air penambah. Di water intake juga terdapat injeksi chlorin yang telah diproduksi pada chlorination plant, serta terdapat beberapa pompa yang meliputi :
 - a. Screen Wash Pump, pompa yang digunakan untuk menyemprot travelling screen
 - b. Sea Water Feed Pump merupakan pompa yang digunakan untuk mengalirkan air menuju chlorine plant dan desalination plant.
 - c. Circulating Water Pump (CWP) merupakan pompa yang digunakan untuk memasok air ke kondensor yang digunakan sebagai pendingin lube oil cooler pada steam turbine.



Gambar 4. 12 Sea water intake
(Sumber : *Dokumentasi Pribadi*)

4. 4 RCA (*Rotor Cooling Air*)

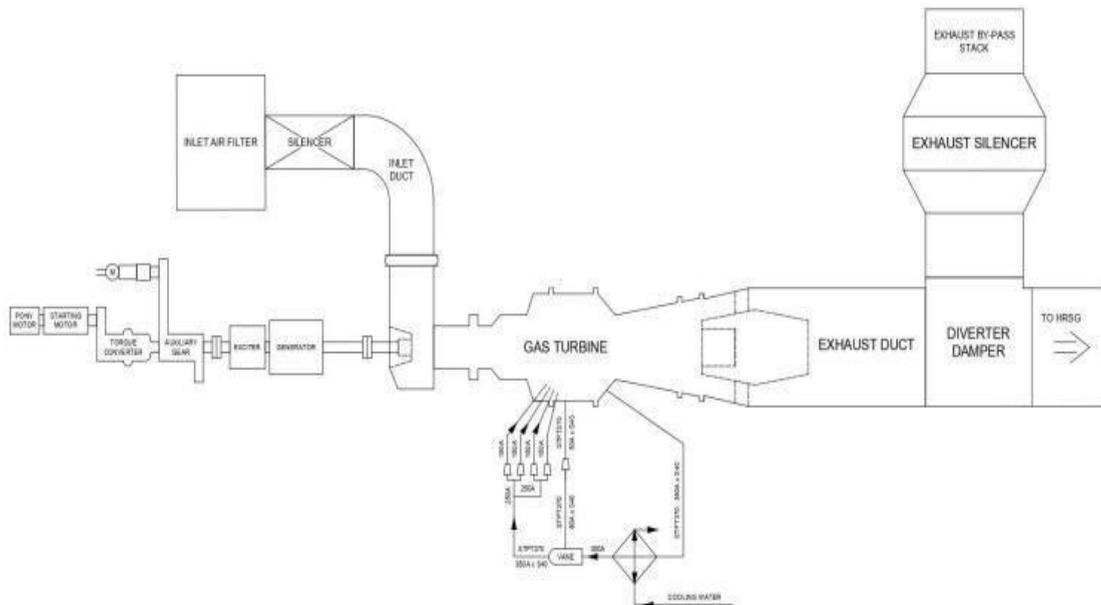
Sistem udara pendingin ini diambil dari kombustor atau ruang bakar. Sistem pendingin ini digunakan untuk mendinginkan sudu, nama lain dari sitem ini adalah Rotor Coolong Air atau yang disebut RCA.



Gambar 4. 13 RCA GT 2.1
(Sumber : *Dokumentasi Pribadi*)

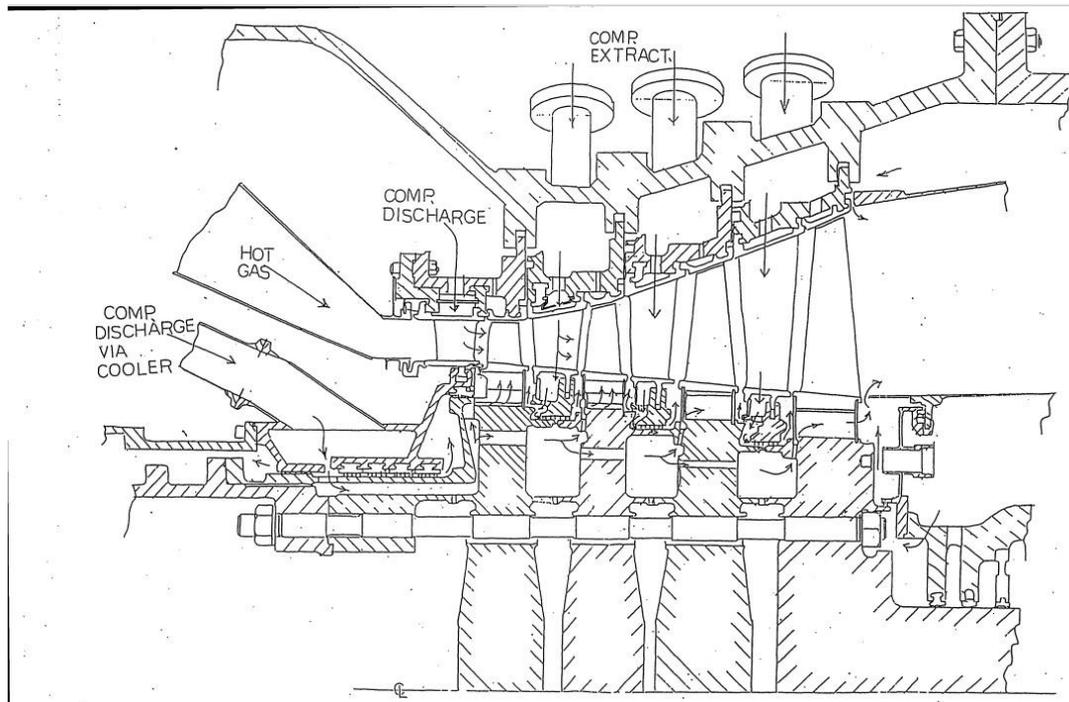
Udara yang berasal dari kombustor atau ruang bakar diambil sebagian melalui pipa dengan diameter 350A x S40 atau sekitar 14 inchi. Aliran ini akan melalui sistem pendinginan yang menggunakan air yang berasal dari radiator untuk mendinginkan udara yang berasal dari kombustor. Setelah melalui pendinginan, udara akan melalui vane atau penyaringan untuk disaring. Penyaringan dilakukan untuk mencegah kotoran masuk yang dapat merusak komponen. Setelah itu udara akan mengalir ke sudu row 1 turbin. Udara yang masuk ke row 1 turbin digunakan untuk menjaga temperatur sudu sehingga akan memperpanjang umur pemakaian dari komponen ini. Selain diarahkan ke sudu row 1 turbin, udara yang sudah disaring juga digunakan untuk mendinginkan rotor turbin. Oleh sebab itu, sistem pendingin ini disebut sebagai Rotor Cooling Air atau disingkat RCA. Udara masuk kedalam rotor melalui 4 pipa dengan diameter 150A x S40 atau sekitar 6 inchi. Keempat pipa ini masuk melalui kiri atas, kanan atas, kiri bawah, dan kanan bawah

43 bagian turbin gas. Sistem ini berfungsi sebagai pendingin dari rotor turbin gas sehingga suhu rotor akan tetap terjaga pada suhu yang aman untuk digunakan. Selain itu, pendinginan juga dilakukan untuk memperpanjang umur dari rotor turbin gas seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 14 Alur Sistem Udara Pendingin RCA
(Sumber : *PT PLN Indonesia Power*)

Udara pada RCA masuk ke sudu yang ada pada rongga yang ada didalam rotor seperti pada gambar dibawah ini

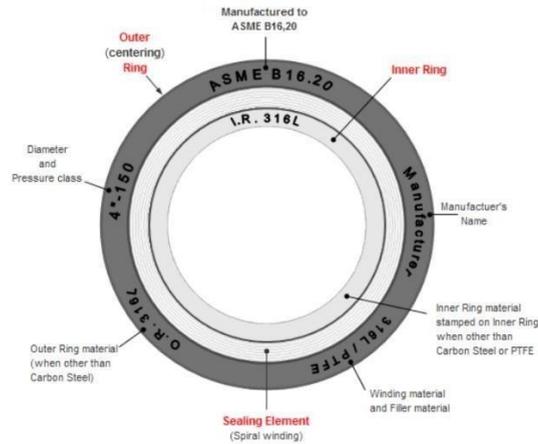


Gambar 4. 15 Aliran Udara Pendingin Silinder Turbin
(Sumber : *PT PLN Indonesia Power*)

4. 5 Spiral Wound Gasket+

Seperti yang kita ketahui, Spiral Wound Gasket (SWG) adalah salah satu jenis gasket semi metal yang paling banyak digunakan di dunia industri. Secara konstruksi SWG terdiri dari 3 komponen utama, yaitu basic seal, innering, dan outering.

Ketiga komponen ini bisa dikombinasikan menjadi beberapa konstruksi sesuai kebutuhan, seperti basic seal only, basic seal + innering, basic seal + outerring, atau secara lengkap berupa basic seal + innering + outerring.



Gambar 4. 16 Contoh SWG

(Sumber : www.tokopedia.com/jayamangalla/spiral-wound-gasket-38-x-75-x-4?utm_source=google)

4. 5. 1 Basic Seal

Bagian ini merupakan main sealing component. Fungsi sealing yang kita butuhkan terletak pada basic seal. Basic seal terdiri dari dua komponen, yaitu filler dan hoop/winding. Filler berbahan non metal, seperti graphite, PTFE, non Asbestos, mica, ceramic, dan thermiculite. Sedangkan winding berbahan metal, seperti stainless steel (SS304,SS316,SS321), duplex, titanium, dsb.

4. 5. 2 Innering

Bagian ini digunakan untuk memberikan tambahan dukungan terhadap material winding, melindungi dari akumulasi partikel solid pada media yang bisamerusak basic seal serta mengurangi efek turbelensing pada proses. Material innering sendiri berbahan metal, seperti carbon steel, SS304, SS316, SS321, duplex, titanium, dsb.

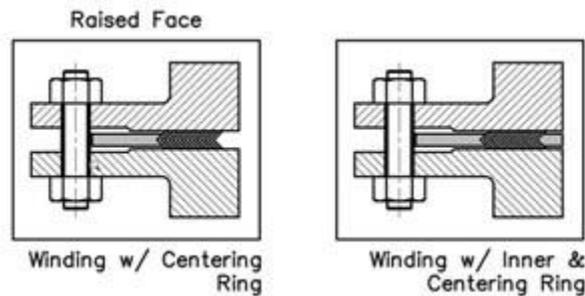
4. 5. 3 Outerring/Centering

Bagian ini digunakan sebagai centering position gasket di flange yang mempermudah penempatan gasket pada titik tengahnya saat instalasi. Selain itu, outerring juga melindungi gasket body dan mencegah kerusakan akibat over compression ketika bolting. Material innering berbahan metal, seperti carbon steel, SS304, SS316, SS321, duplex, titanium, dsb.

4. 6 Macam-macam Type Flange

4. 6. 1 Flange Type Raised Face

Pada flange type ini general aplikasi bisa menggunakan konstruksi basic seal + outering. Namun, bila diaplikasikan pada high pressure, high temperature pressure yang fluktuatif, serta menggunakan filler PTFE, maka konstruksi yang digunakan adalah SWG Complete (basic seal + innering + outering).

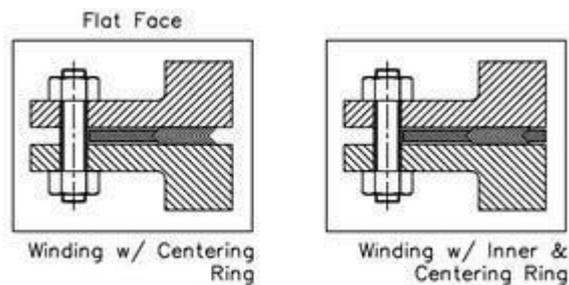


Gambar 4. 17 Flange Type Raised Face

(Sumber: <https://academy.fajarbenua.co.id/bagaimana-cara-memilih-tipe-konstruksi-spiral-wound-gasket-yang-tepat/>)

4. 6. 2 Flange Type Flat Face

Pada flange type ini general aplikasi bisa menggunakan konstruksi basic seal + outering. Namun, bila diaplikasikan pada high pressure, high temperature, pressure yang fluktuatif, serta penggunaan filler PTFE, maka konstruksi yang digunakan adalah SWG Complete (basic seal + innering + outering).

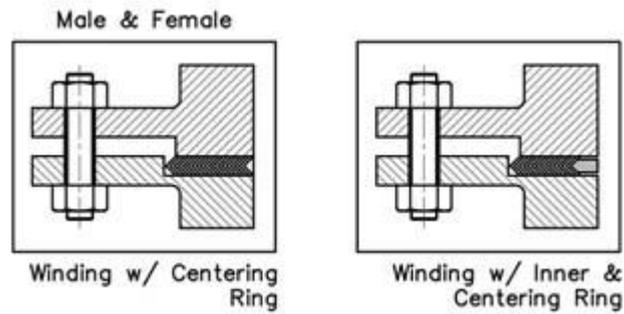


Gambar 4. 18 Flange Type Flat Face

(Sumber: <https://academy.fajarbenua.co.id/bagaimana-cara-memilih-tipe-konstruksi-spiral-wound-gasket-yang-tepat/>)

4. 6. 3 Flange Type Male & Female

Pada flange type ini general aplikasi bisa menggunakan konstruksi basic seal only. Namun, bila diaplikasikan pada high pressure, high temperature, pressure yang fluktuatif, serta penggunaan filler PTFE, maka konstruksi yang digunakan adalah SWG basic seal + innering.

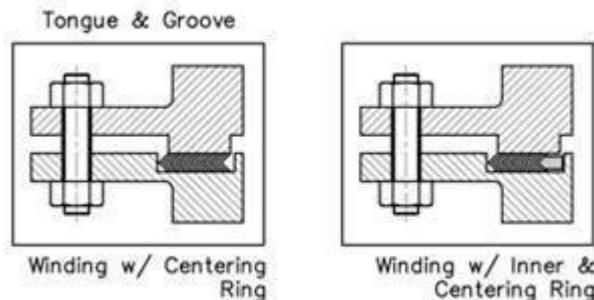


Gambar 4. 19 Flange Type Male & Female

(Sumber: <https://academy.fajarbenua.co.id/bagaimana-cara-memilih-tipe-konstruksi-spiral-wound-gasket-yang-tepat/>)

4. 6. 4 Flange Type Torque dan Groove

Pada flange type ini general aplikasi bisa menggunakan konstruksi basic sealonly. Namun, bila diaplikasikan pada high pressure, high temperature, pressure yang fluktuatif, serta penggunaan filler PTFE, maka konstruksi yang digunakan adalah SWG basic seal + innering.

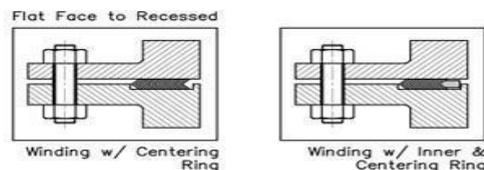


Gambar 4. 20 Flange Type Torque dan Groove

(Sumber: <https://academy.fajarbenua.co.id/bagaimana-cara-memilih-tipe-konstruksi-spiral-wound-gasket-yang-tepat/>)

4. 6. 5 Flange Type Flat Face to Recessed

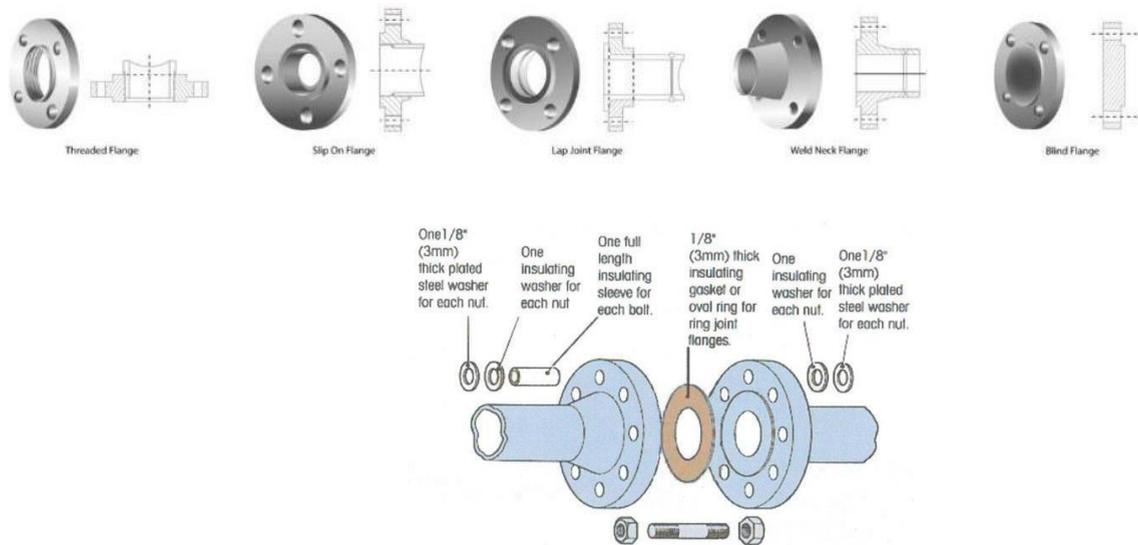
Pada flange type ini general aplikasi bisa menggunakan konstruksi basic sealonly. Namun, bila diaplikasikan pada high pressure, high temperature, pressure yang fluktuatif, serta penggunaan filler PTFE, maka konstruksi yang digunakan adalah SWG basic seal + innering



Gambar 4. 21 Flange Type Flat Face to Recessed

(Sumber: <https://academy.fajarbenua.co.id/bagaimana-cara-memilih-tipe-konstruksi-spiral-wound-gasket-yang-tepat/>)

4.7 Jenis-jenis dan Karakteristik Flange yang Paling Umum



Gambar 4. 22 Contoh Flange (Sumber :

<https://www.aeroengineering.co.id/2021/05/jenis-jenis-flange-pada-pipa/>)

4.7.1 Theaded Flanges

Dikenal sebagai flange berulir. Model ini memiliki ulir di dalam lubang flange yang pas dengan ulir jantan yang cocok pada pipa atau fitting. Koneksi berulir dapat mengurangi pengelasan dalam sambungan. Cukup cocokkan ulir kepipa yang ingin sambungkan.

4.7.2 Slip-On Flanges

Silp-on sangat umum dan tersedia dalam berbagai ukuran untuk mengakomodasi sistem dengan laju aliran tinggi. Cukup cocokkan flange dengan diameter luar pipa yang ingin Anda sambungkan. Pemasangannya sedikit lebih teknis karena Anda memerlukan las fillet di kedua sisi untuk mengamankan flange ke pipa.

4.7.3 Lap Joint Flanges

Menampilkan desain dua bagian, Lap joint memerlukan pengelasan dari ujung rintisan ke pipa atau pemasangan dengan menggunakan penyangga untuk membuat sambungan bergelang. Desain ini membuat jenis ini populer untuk digunakan dalam sistem dengan ruang fisik terbatas atau sistem yang memerlukan pembongkaran dan pemeliharaan yang sering.

4.7.4 Weld Neck Flanges

Seperti lap joint, Weld neck memerlukan pengelasan untuk

pemasangan. Kinerja dalam sistem dengan beberapa tikungan berulang dan keandalannya dalam sistem bertekanan tinggi dan bersuhu tinggi menjadikannya pilihan utama pada sistem perpipaan proses.

4.7.5 Blind Flanges

Digunakan untuk mengakhiri atau mengisolasi sistem perpipaan. Blind flange pada dasarnya adalah cakram kosong yang dapat dipasang dengan baut. Ketika dipasang dengan benar dan dikombinasikan dengan gasket yang benar, flange dapat menjadi segel kuat tetapi mudah dilepas saat dibutuhkan

4.8 Pembagian Jenis Flange Berdasarkan Kemampuan Menahan Suhu dan tekanan

Dapat ditentukan menggunakan angka dan akhiran “#”, “lb”, atau “class”. Akhiran ini dapat ditukar namun akan berbeda berdasarkan wilayah atau vendor. Klasifikasinya adalah sebagai berikut:

- 150#
- 300#
- 600#
- 900#
- 1500#
- 2500#

Toleransi tekanan dan suhu yang tepat akan bervariasi menurut bahan yang digunakan, desain flange, dan ukuran flange. Satu-satunya hal yang konstan adalah bahwa dalam semua kasus adalah nilai tekanan menurun seiring dengan kenaikan suhu.

Flange berada di bawah standard global yang ditetapkan oleh American Society of Mechanical Engineers (ASME) – ASME B16.5 & B16.47. Jika Anda mencoba untuk mengganti atau memverifikasi bagian yang ada, Flange harus menyertakan penanda.

Standard menawarkan dasar yang kokoh tentang dasar-dasar desain flange dan cara memilih flange yang ideal untuk sistem perpipaan Anda. Namun, dengan berbagai macam flange stainless steel dan bahan flange lain yang tersedia, tidak mungkin untuk membuat daftar setiap konfigurasi, detail, atau pertimbangan.

4.8.1 Type Basic (Standart)

Type basic adalah salah satu jenis dari Spiral Wound Gasket (SWG) dimana hanya berisi bagian winding dan Filler saja. Type basic ini biasanya digunakan untuk jenis flange yang mengandung Groove. Adapun Untuk Fillernya sendiri material yang digunakan biasanya adalah : Graphite , PTFE , Non asbestos, atau silica.



Gambar 4. 23 Flange Type Basic

(Sumber : <https://atroindonesia.com/swg- spiral-wound-gasket/>)

4. 8. 2 Type Only Innering

Type Innering adalah salah satu gasket spiral woud dimana hanya ada 3 bagian, Innering, winding dan Filler. Adapun untuk Material innering sendiri bisa Carbon Steel, Stailless Steel SS 304 , 316, 316 L, Hastelloy, Monel , Dll. Sedangkan Untuk Fillernya sendiri material yang digunakan biasanya adalah : Graphite , Ptfе , Non asbestos, atau Silica.



Gambar 4. 24 Flange Type Only Innering

(Sumber : <https://atroindonesia.com/swg- spiral-wound-gasket/>)

4. 8. 3 Type Only Outerring

Type Outerring adalah salah satu gasket spiral woud dimana terdiri dari winding/ hoop , Filler dan Outerring (Tanpa Innering). Adapun untuk Material Outerring sendiri bisa Carbon Steel, Stailless Steel SS 304 , 316, 316 L, Hastelloy, Monel , Dll. Sedangkan Untuk Fillernya sendiri material yang digunakan biasanya adalah : Graphite , Ptfе , Non asbestos, atau Silica.

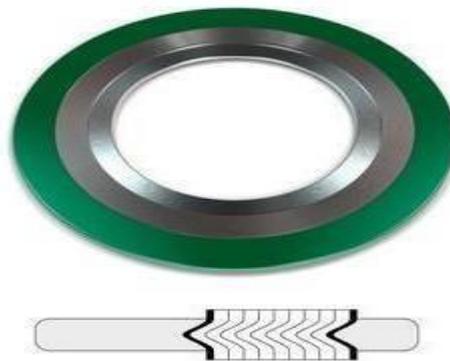


Gambar 4. 25 Flange Type Only Outerring

(Sumber : <https://atroindonesia.com/swg- spiral-wound-gasket/>)

4. 8. 4 ZAType Complite (Innering & Outerring)

Type complite adalah dimana Spiral Wound Gasket yang anda pesan adalah termasuk innering, Hoop/winding, Filler & Outerring. Untuk yang type complite ini anda hanya perlu menyebutkan kebutuhan material innering ,material Filler, Material Outerring dan yang terakhir adalah type flange yang digunakan. Apakah Menggunakan Ansi atau Jis atau DIN

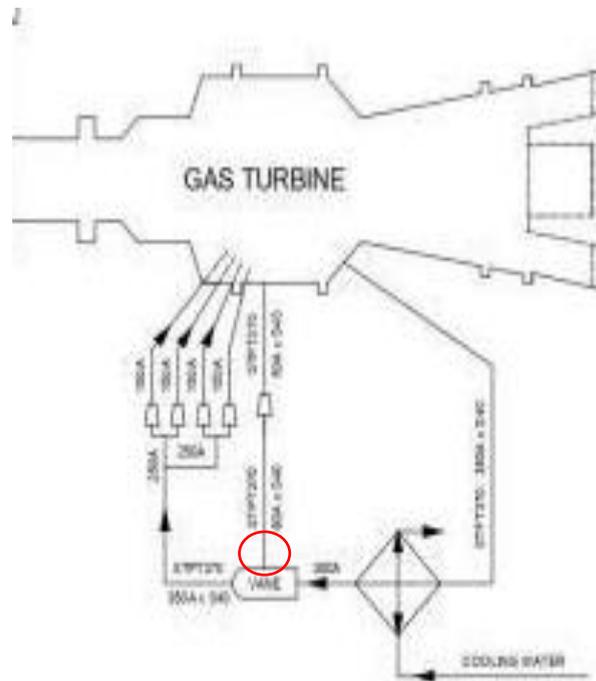


Gambar 4. 26 Flange Type Complite (Innering & Outerring)

(Sumber : <https://atroindonesia.com/swg- spiral-wound-gasket/>)

4.9 Analisa

4.9.1 Alur RCA dan Posisi kerusakan pada SWG



Gambar 4. 27 Posisi kerusakan SWG di flange RCA

(Sumber : PT PLN Indonesia Power)

4.9.2 Kesalahan dalam Menentukan Model dari SWG

4.9.2.1 Penggantian SWG pada Sambungan Flane Inlet RCA GT

2.1 Peralatan yang Di Siapkan

Tabel 4. 1 Peralatan yang perlu disiapkan

Nama barang	Gambar barang
a. Kunci ring pukul ukuran 46	
b. Linggis membuka flange	

c. Grinda dipakai jika ada baut yang tidak bisa di buka	
d. Palu digunakan untuk memukul kunci ring jika baut susah di buka	
e. Obeng min mengambil swg	

4. 9. 2. 2 Langkah-langkah Penggantian SWG

1. Melepaskan Isolation RCA

Membuka lapisan seng dengan obeng min dan membuka busa penghalang panas



2. Membuka baut flange rca

Membuka baut dengan dua kunci ring satu untuk memutar satu untuk menahan



3. Menggrenda baut yang tidak bisa terbuka

Menggrenda pas tengah pada baut untuk mematahkan baut yang tidak bisa terbuka.



4. Mengambil SWG yang rusak dan diganti baru

Mengganti swg yang sudah rusak dengan yang baru.



5. Penutupan kembali

Menutup kembali isolation flange rca



4.9.3 Hasil Analisis

4.9.3.1 Flange Type Complite (Innering & Outerring) ingi rilson 14'' 150 asme b 16 20

Type complite adalah dimana Spiral Wound Gasket termasuk innering, Hoop/winding, Filler & Outerring.

Nominal Designation	Forgings	Castings	Plates
C-Si	A105 (1)	A216 Gr. WCB (1)	A515 Gr. 70 (1)
C-Mn-Si	A350 Gr. LF2 (1)	...	A516 Gr. 70 (1), (2)
C-Mn-Si	...	...	A537 Cl. 1 (3)
C-Mn-Si-V	A350 Gr. LF6 Cl. 1 (4)	...	...
3 ¹ / ₂ Ni	A350 Gr. LF3 (5)	...	...

Temp., °C	Working Pressures by Classes, bar						
	Class						
	150	300	400	600	900	1500	2500
-29 to 38	19.6	51.1	68.1	102.1	153.2	255.3	425.5
50	19.2	50.1	66.8	100.2	150.4	250.6	417.7
100	17.7	46.6	62.1	93.2	139.8	233.0	388.3
150	15.8	45.1	60.1	90.2	135.2	225.4	375.6
200	13.8	43.8	58.4	87.6	131.4	219.0	365.0
250	12.1	41.9	55.9	83.9	125.8	209.7	349.5
300	10.2	39.8	53.1	79.6	119.5	199.1	331.8
325	9.3	38.7	51.6	77.4	116.1	193.6	322.6
350	8.4	37.6	50.1	75.1	112.7	187.8	313.0
375	7.4	36.4	48.5	72.7	109.1	181.8	303.1
400	6.5	34.7	46.3	69.4	104.2	173.6	289.3
425	5.5	28.8	38.4	57.5	86.3	143.8	239.7
450	4.6	23.0	30.7	46.0	69.0	115.0	191.7
475	3.7	17.4	23.2	34.9	52.3	87.2	145.3
500	2.8	11.8	15.7	23.5	35.3	58.8	97.9
538	1.4	5.9	7.9	11.8	17.7	29.5	49.2

NOTES:

- (1) Prolonged use above 425°C is permissible but not recommended. Prolonged exposure above 425°C may cause the carbide phase of steel to convert to graphite.
(2) Not to be used over 455°C.
(3) Not to be used over 370°C.
(4) Not to be used over 260°C.
(5) Not to be used over 345°C.

Tabel 5. 1 Peringkat Suhu Tekanan Grub Material 1.1

Dari tabel di atas dan data yang sudah ditemukan dimana swg yang di pakai model esme 150. Dari parameter performance gt di temukan parameter temperatur dan press, comp outlet 407,7c combuster press 12,8 bar menghasilkan swg masuk dalam class 300.

SI Units, mm																	
Flange Size (NPS)	Outside Diameter of Gasket [Note (1)]			Inside Diameter of Gasket by Class [Notes (2), (3)]							Outside Diameter of Centering Ring by Class [Note (4)]						
	Classes 150, 300, 400, 600	Classes 900, 1500, 2500		150	300	400	600	900	1500	2500	150	300	400	600	900	1500	2500
	1/2	31.8	31.8	19.1	19.1	[Note (5)]	19.1	[Note (5)]	19.1	19.1	47.8	54.1	[Note (5)]	54.1	[Note (5)]	63.5	69.9
3/4	39.6	39.6	25.4	25.4	[Note (5)]	25.4	[Note (5)]	25.4	25.4	57.2	66.8	[Note (5)]	66.8	[Note (5)]	69.9	76.2	
1	47.8	47.8	31.8	31.8	[Note (5)]	31.8	[Note (5)]	31.8	31.8	66.8	73.2	[Note (5)]	73.2	[Note (5)]	79.5	85.9	
1 1/4	60.5	60.5	47.8	47.8	[Note (5)]	47.8	[Note (5)]	47.8	39.6	76.2	82.6	[Note (5)]	82.6	[Note (5)]	88.9	104.9	
1 1/2	69.9	69.9	54.1	54.1	[Note (5)]	54.1	[Note (5)]	47.8	47.8	85.9	95.3	[Note (5)]	95.3	[Note (5)]	98.6	117.6	
2	85.9	85.9	69.9	69.9	[Note (5)]	69.9	[Note (5)]	58.7	58.7	104.9	111.3	[Note (5)]	111.3	[Note (5)]	143.0	146.1	
2 1/2	98.6	98.6	82.6	82.6	[Note (5)]	82.6	[Note (5)]	69.9	69.9	124.0	130.3	[Note (5)]	130.3	[Note (5)]	165.1	168.4	
3	120.7	120.7	101.6	101.6	[Note (5)]	101.6	95.3	92.2	92.2	136.7	149.4	[Note (5)]	149.4	168.4	174.8	196.9	
3 1/2	133.4	[Note (5)]	114.3	114.3	[Note (5)]	104.8	[Note (5)]	[Note (5)]	[Note (5)]	161.9	165.1	[Note (5)]	161.9	[Note (5)]	[Note (5)]	[Note (5)]	
4	149.4	149.4	127.0	127.0	120.7	120.7	120.7	117.6	117.6	174.8	181.1	177.8	193.8	206.5	209.6	235.0	
5	177.8	177.8	155.7	155.7	147.6	147.6	147.6	143.0	143.0	196.9	215.9	212.9	241.3	247.7	254.0	279.4	
6	209.6	209.6	182.6	182.6	174.8	174.8	174.8	171.5	171.5	222.3	251.0	247.7	266.7	289.1	282.7	317.5	
8	263.7	257.3	233.4	233.4	225.6	225.6	222.3	215.9	215.9	279.4	308.1	304.8	320.8	358.9	352.6	387.4	
10	317.5	311.2	287.3	287.3	274.6	274.6	276.4	266.7	270.0	339.9	362.0	358.9	400.1	435.1	435.1	476.3	
12	374.7	368.3	339.9	339.9	327.2	327.2	323.9	323.9	317.5	409.7	422.4	419.1	457.2	498.6	520.7	549.4	
14	406.4	400.1	371.6	371.6	362.0	362.0	355.6	362.0	[Note (5)]	450.9	485.9	482.6	492.3	520.7	577.9	[Note (5)]	
16	463.6	457.2	422.4	422.4	412.8	412.8	412.8	406.4	[Note (5)]	514.4	539.8	536.7	565.2	574.8	641.4	[Note (5)]	
18	527.1	520.7	474.7	474.7	469.9	469.9	463.6	463.6	[Note (5)]	549.4	596.9	593.9	612.9	638.3	704.9	[Note (5)]	
20	577.9	571.5	525.5	525.5	520.7	520.7	520.7	514.4	[Note (5)]	606.6	654.1	647.7	682.8	698.5	755.7	[Note (5)]	
24	685.8	679.5	628.7	628.7	628.7	628.7	628.7	616.0	[Note (5)]	717.6	774.7	768.4	790.7	838.2	901.7	[Note (5)]	

U.S. Customary Units, in.																	
Flange Size (NPS)	Outside Diameter of Gasket [Note (1)]			Inside Diameter of Gasket by Class [Notes (2), (3)]							Outside Diameter of Centering Ring by Class [Note (4)]						
	Classes 150, 300, 400, 600	Classes 900, 1500, 2500		150	300	400	600	900	1500	2500	150	300	400	600	900	1500	2500
	1/2	1.25	1.25	0.75	0.75	[Note (5)]	0.75	[Note (5)]	0.75	0.75	1.88	2.13	[Note (5)]	2.13	[Note (5)]	2.50	2.75
3/4	1.56	1.56	1.00	1.00	[Note (5)]	1.00	[Note (5)]	1.00	1.00	2.25	2.63	[Note (5)]	2.63	[Note (5)]	2.75	3.00	
1	1.88	1.88	1.25	1.25	[Note (5)]	1.25	[Note (5)]	1.25	1.25	2.63	2.88	[Note (5)]	2.88	[Note (5)]	3.13	3.38	

Tabel 5. 2 Diameter Untuk Paking Spiral-Wound Menggunakan ASME B16.5 Flanges

Dari tabel atas ditemukan flange ring 14 class 300 outside diameter gasket 406,4 inside diameter gasket 371,6 od cr 485,6

Flange Size (NPS)	Inside Diameter of Inner Ring by Pressure Class, mm (in.)						
	150	300	400	600	900	1500	2500
1/2	14.2 (0.56)	14.2 (0.56)	[Note (1)]	14.2 (0.56)	[Note (1)]	14.2 (0.56)	14.2 (0.56)
3/4	20.6 (0.81)	20.6 (0.81)	[Note (1)]	20.6 (0.81)	[Note (1)]	20.6 (0.81)	20.6 (0.81)
1	26.9 (1.06)	26.9 (1.06)	[Note (1)]	26.9 (1.06)	[Note (1)]	26.9 (1.06)	26.9 (1.06)
1 1/4	38.1 (1.50)	38.1 (1.50)	[Note (1)]	38.1 (1.50)	[Note (1)]	38.1 (1.50)	38.1 (1.50)
1 1/2	44.5 (1.75)	44.5 (1.75)	[Note (1)]	44.5 (1.75)	[Note (1)]	44.5 (1.75)	44.5 (1.75)
2	55.6 (2.19)	55.6 (2.19)	[Note (1)]	55.6 (2.19)	[Note (1)]	55.6 (2.19)	55.6 (2.19)
2 1/2	66.5 (2.62)	66.5 (2.62)	[Note (1)]	66.5 (2.62)	[Note (1)]	66.5 (2.62)	66.5 (2.62)
3	81.0 (3.19)	81.0 (3.19)	[Note (1)]	81.0 (3.19)	[Note (1)]	81.0 (3.19)	81.0 (3.19)
3 1/2	101.1 (3.98)	101.1 (3.98)	[Note (1)]	101.1 (3.98)	[Note (1)]	101.1 (3.98)	101.1 (3.98)
4	106.4 (4.19)	106.4 (4.19)	102.6 (4.04)	102.6 (4.04)	102.6 (4.04)	102.6 (4.04)	102.6 (4.04)
5	131.8 (5.19)	131.8 (5.19)	128.3 (5.05)	128.3 (5.05)	128.3 (5.05)	128.3 (5.05)	128.3 (5.05)
6	157.2 (6.19)	157.2 (6.19)	154.9 (6.10)	154.9 (6.10)	154.9 (6.10)	154.9 (6.10)	154.9 (6.10)
8	215.9 (8.50)	215.9 (8.50)	205.7 (8.10)	205.7 (8.10)	205.7 (8.10)	205.7 (8.10)	205.7 (8.10)
10	268.2 (10.56)	268.2 (10.56)	255.3 (10.05)	255.3 (10.05)	255.3 (10.05)	246.1 (9.69)	246.1 (9.69)
12	317.5 (12.50)	317.5 (12.50)	307.3 (12.10)	307.3 (12.10)	307.3 (12.10)	292.1 (11.50)	292.1 (11.50)
14	349.3 (13.75)	349.3 (13.75)	342.9 (13.50)	342.9 (13.50)	342.9 (13.50)	320.8 (12.63)	320.8 (12.63)
16	400.1 (15.75)	400.1 (15.75)	389.9 (15.35)	389.9 (15.35)	389.9 (15.35)	374.7 (14.75)	368.3 (14.50)
18	449.3 (17.69)	449.3 (17.69)	438.2 (17.25)	438.2 (17.25)	438.2 (17.25)	425.5 (16.75)	425.5 (16.75)
20	500.1 (19.69)	500.1 (19.69)	489.0 (19.25)	489.0 (19.25)	489.0 (19.25)	482.6 (19.00)	476.3 (18.75)
24	603.3 (23.75)	603.3 (23.75)	590.6 (23.25)	590.6 (23.25)	590.6 (23.25)	577.9 (22.75)	577.9 (22.75)

GENERAL NOTES:

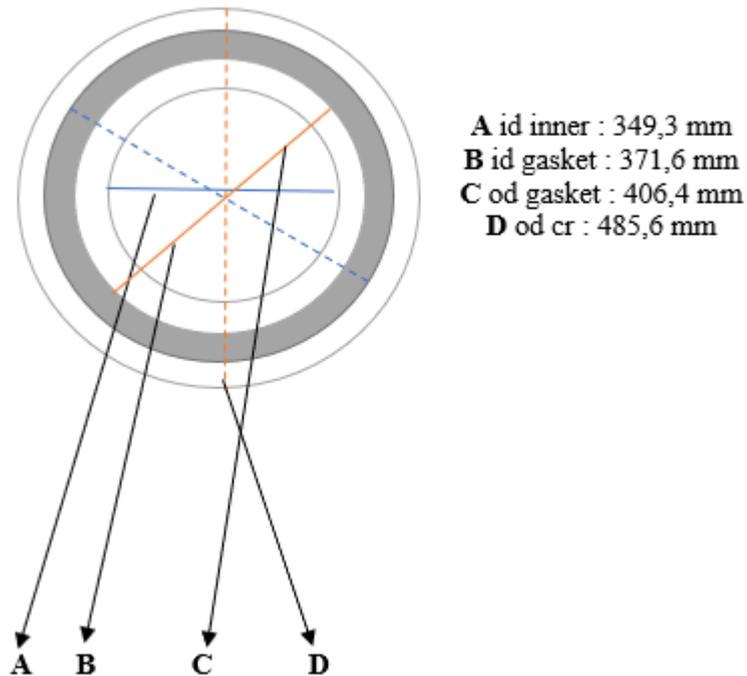
- (a) The inner-ring thickness shall be 2.97 mm to 3.33 mm (0.117 in. to 0.131 in.).
- (b) For sizes NPS 1/2 through NPS 3, the inside diameter tolerance is ±0.8 mm (±0.03 in.); for larger sizes, the inside diameter tolerance is ±1.5 mm (±0.06 in.). See Table SW-2.5-1 for minimum pipe wall thicknesses that are suitable for use with standard inner rings.
- (c) Refer to para. SW-2.5 for required use of inner rings.

NOTE: (1) There are no Class 400 flanges in NPS 1/2 through NPS 3 1/2 (use Class 600); Class 900 flanges in NPS 1/2 through NPS 2 1/2 or in NPS 3 1/2 (use Class 1500); Class 1500 flanges in NPS 3 1/2 or Class 2500 flanges in NPS 3 1/2 or NPS 14 and larger.

Tabel 5. 3 Diameter Dalam pada Cincin Bagian Dalam Untuk Paking Spiral-Wound Menggunakan ASME B16.5 Flanges

Dari ring 14 class 300 ditemukan inside diameter inner 349,3 mm

4.9.3.2 Contoh Ukuran SWG yang Ditentukan



4.9.3.3 Kesalahan dalam pemasangan

Ada beberapa kesalahan pemasangan yang bisa membuat swg tidak bekerja secara baik atau bisa mengalami kerusakan contohnya

- Kesalahan dalam pemasangan baut yang tidak rata. Serta, flange yang tidak lurus sehingga membuat SWG tidak pas saat di pasang sehingga terjadi gap.
- kesalahan dalam mengencangkan baut yang terlalu rapat hingga SWG tidak berfungsi

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. PT. Indonesia Power Grati berfokus pada penyedia tenaga listrik Unit Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) Grati mampu menghasilkan listrik sebesar 1350 MW yang terbagi atas 3 blok. Blok 1 terdiri atas 1 GT (gas turbine) dan 1 ST (Steam Turbine). Blok 2 terdiri atas 3 GT (gas turbine) dan 1 ST (Steam Turbine). Blok 3 terdiri atas 2 GT (gas turbine) dan 1 ST (Steam turbine).
2. Open Cycle (siklus terbuka) Pada proses open cycle, energi panas yang dihasilkan oleh gas buang (exhaust gas) gas turbine dialirkan langsung ke udara dan tidak dimasukkan kedalam HRSG untuk proses pembangkit energi lagi. Combined Cycle (siklus kombinasi) Di bidang industri saat ini, dilakukan usaha untuk meningkatkan efisiensi turbin gas yaitu dengan cara menggabungkan siklus turbin gas dengan siklus proses sehingga diperoleh siklus gabungan yang biasa disebut dengan istilah "Cogeneration". Sedangkan untuk meningkatkan efisiensi termal turbin gas yang digunakan sebagai unit pembangkit listrik (PLTG), siklus PLTG digabung dengan siklus PLTU sehingga terbentuk siklus gabungan yang disebut "Combined Cycle" atau Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU).
3. GT (gas turbine) memiliki pendingin berupa rca (rotor cooling air) pendingin rotor menggunakan udara agar umur rotor lebih lama. Ditemukan kerusakan di flange rca yang membuat udara panas keluar dikarenakan swg yang sudah rusak
4. SWG yang digunakan di GT Indonesia Power Type Complite (Innering & Outer) di pasang di Flange Type Flat Face
5. Ditemukan 2 kemungkinan yang membuat swg mengalami kerusakan yaitu salah dalam model swg yang tidak sesuai dengan standart yang ditentukan dan salah dalam pemasangan yang dilakukan bisa dari salah dalam pengencangan baut atau dari pengencangan yang terlalu berlebihan yang membuat swg menjadi tidak berfungsi untuk seal.
6. Dari kebocoran panas yang terjadi di flange rca ditemukan kerusakan pada swg karena masa pakai . dilakukan pencocokan di atas menggunakan tabel yang tertera sudah menghasilkan data ukuran swg untuk sambungan flange inlet rca cooler gt 2.1. ditemukan ring 14 class 300 dan dilanjutkan dengan menentukan contoh ukuran dari data yang sudah ditemukan ukuran inside diameter inner 349,3 mm, inside diameter gasket 371,6 mm, outside diameter gasket 406,4 mm, outside diameter centering ring 485,6 mm..

5.2 Saran

Sebaiknya sebelum melakukan pemasangan swg Dilakukan lagi pengecekan terhadap ukuran dari swg yang akan di pasang pada sambungan flange inlet RCA Cooler gt 2.1 dan dalam melakukan pemasangan harus sesuai dengan prosedur yang sudah ada.

Daftar Pustaka

- Avenue, T. P. (2017). *Metallic Gaskets*. New York: the American Society of Mechanical /Engineers.
- Damareta, F. (2022). *Sistem cooling air pada gas turbine m701*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Grup, k. (2015). *Gasket and seal*. Surabaya: klinger grup world.
- Koswara, E. (2019). *Laporan praktek kerja lapangan di pt indonesia power unit bisnis pembangunan saguling Bandung*. Bandung: Unikom.
- PT. Atro Indonesia Gemilang. (n.d.). *Spiral Wound Gasket (swg)*. retrieved from atro Indonesia.com: <https://atro Indonesia.com/swg-spiral-wound-gasket/>
- Sabrina, I. Z. (2022, 3 14). *Megah Anugrah Energi*. retrieved from solar industri.com: <https://solarindustri.com/blog/apa-itu-pltgu/>
- Scribd. . *Profil PT Indonesia Power*. retrieved from scribd.com: https://www.scribd.com/embeds/211443168/content?Start_page=1&view_mode=scroll&access_key=key-ffexxf7r1bzefwu3hkfwf
- Sealing. (2022, 10 18). *Ruang Engineer*. retrieved from ruangengineer.id: <https://ruangengineer.id/artikel/bagaimana-cara-memilih-tipe-konstruksi-spiral-wound-gasket-yang-tepat-5?T=product>

Lampiran 1. Surat Pengantar Magang

myITS Office

<https://eperkantoran.its.ac.id/draft/96010/show>



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 : 6765/IT2.IX.7.1.2/B/PM.02.00/2022

Lampiran : -

Perihal : Permohonan Magang Industri

Kepada Yth.:

PT. Indonesia Power Grati POMU

Jl. Raya Surabaya – Probolinggo KM. 73, Lekok, Pasir,

Panjang, Wates, Kec. Lekok, Pasuruan, Jawa Timur 67186

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. Indonesia Power Grati POMU.

Pelaksanaan magang yang Kami rencanakan adalah:

Lama magang selama : 4 (Empat) bulan

Yang akan dimulai tanggal : 2 Februari 2023 – 30 Mei 2023

Adapun data nama mahasiswa tersebut sebagai berikut:

No.	Nama	NRP	No. Hp
1	Andri Darmawan	2039201020	08979057021
2	Ajusta Ananta Yogarizki	2039201023	081211345298
3	Rizki Faizal Alam	2039201054	089676303520

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, 14 Nopember 2022
Kepala Departemen Teknik Mesin Industri

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

Lampiran 2. Surat Penerimaan magang

myITS Office

<https://eperkantoran.its.ac.id/draft/96010/show>



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 : 6765/IT2.IX.7.1.2/B/PM.02.00/2022

Lampiran : -

Perihal : Permohonan Magang Industri

Kepada Yth.:

PT. Indonesia Power Grati POMU

Jl. Raya Surabaya – Probolinggo KM. 73, Lekom, Pasir,

Panjang, Wates, Kec. Lekom, Pasuruan, Jawa Timur 67186

Dalam rangka untuk meningkatkan kompetensi diri, membuka wawasan & pengalaman dalam dunia usaha dan untuk memenuhi kewajiban kurikulum bagi mahasiswa Departemen Teknik 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. Indonesia Power Grati POMU.

Pelaksanaan magang yang Kami rencanakan adalah:

Lama magang selama : 4 (Empat) bulan

Yang akan dimulai tanggal : 2 Februari 2023 – 30 Mei 2023

Adapun data nama mahasiswa tersebut sebagai berikut:

No.	Nama	NRP	No. Hp
1	Andri Darmawan	2039201020	08979057021
2	Ajusta Ananta Yogarizki	2039201023	081211345298
3	Rizki Faizal Alam	2039201054	089676303520

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, 14 Nopember 2022
Kepala Departemen Teknik Mesin Industri

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

Lampiran 3. Form Bukti Pembimbingan Laporan Magang (Dosen Departemen)

Nama Mahasiswa : Ajusta Ananta Yogarizki
 NRP : 2039201023
 Nama Mitra : PT. Indonesia Power
 Unit Kerja : Dept.
 Nama Pembimbing Lapangan : Satrio Amarela
 Nama Pembimbing Departemen :
 Waktu Magang :

No	Tanggal	Materi Yang Dibahas	Tanda Tangan Pembimbing
1	Rabu, 7 Juni 2023	Melengkapi pembahasan dari flange rca Agar pembahasan dari awal bisa secara urut dan diberikan gambar posisi flange. Memasukan apa saja yang bisa membuat swg rusak	
2	Senin, 19 Juni 2023	Penambahan materi pada bab 5 yakni tugas khusus dan analisa	
3	Rabu, 21 Juni 2023	Tambahkan Tugas Khusus dan Rapikan Proposal	
4	Senin, 26 Juni 2023	Kesimpulan Lebih Terperinci Tambah gambar teknik RCA dan Penjelasan Alur	
5	Selasa 27 Juni 2023	Berbaiki bab 3 dan 4 perihal halaman bab 3 terlalu banyak	
6	Selasa, 4 Juli 2023	merapikan nomor pada sub bab dan font yang tidak sama	

*) Minimal bimbingan laporan MAGANG dilakukan sebanyak 5x
 Surabaya, 7 Juli 2023

Dosen Pembimbing MAGANG,



Giri Nugroho, ST., M.Sc.

NIP. 19791029 201212 1 002

Lampiran 4. Lembar penilaian dari pembimbing lapangan/mitra

Nama Mahasiswa	: Ajusta Ananta Yogarizki	NRP	: 2039201023
Nama Mitra/Industri	: PT PLN IP GRATI POMU	Unit Kerja	: Pemeliharaan Mesin
Nama Pembimbing Lapangan	: Satrio Amarela	Waktu Magang	: 02 Februari – 30 Mei 2023

NO	KOMPONEN	NILAI	KRITERIA PENILAIAN						
			<56	56-60	61-65	66-75	75-85	≥86	
1	Kehadiran	81	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92-95%	>95%	
2	Ketepatan waktu kerja*	95	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92-95%	>95%	
3	Bekerja sesuai Prosedur dan K3**	95	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	93-95%	>95%	
4	Sikap positif terhadap atasan/pembimbing	95	SKB	KB	CB	B	BS	SBS	
5	Inisiatif dan solusi kerja	95	SKB	KB	CB	B	BS	SBS	
6	Hubungan kerja dengan pegawai/lingkungan	95	SKB	KB	CB	B	BS	SBS	
7	Kerjasama tim	95	SKB	KB	CB	B	BS	SBS	
8	Mutu pelaksanaan pekerjaan	90	SKB	KB	CB	B	BS	SBS	
9	Target pelaksanaan pekerjaan	95	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%	
10	Kontribusi peserta terhadap pekerjaan	95	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%	
11	Kemampuan mengimplementasikan Alat	90	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%	
	Jumlah Nilai	1021	<i>Nilai Akhir PL = Σ Nilai/11</i>					92,81	

*)Kehadiran **) Ketepatan Waktu

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

ABSENSI KEHADIRAN MAGANG

a. Izin : 4 hari b. Sakit : - hari c. Tanpa Izin : - hari

Pasuruan, 27 Juni 2023
Pembimbing Magang,



(Satrio Amarela, S.T)
NIP: 9417217621

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. Foto Magang





6. Table 2-1.1 Pressure–Temperature Ratings for Group 1.1 Materials

Nominal Designation	Forgings			Castings		Plates	
C-Si	A105 (1)			A216 Gr. WCB (1)		A515 Gr. 70 (1)	
C-Mn-Si	A350 Gr. LF2 (1)			...		A516 Gr. 70 (1), (2)	
C-Mn-Si	...			...		A537 Cl. 1 (3)	
C-Mn-Si-V	A350 Gr. LF6 Cl. 1 (4)			...		...
3½Ni	A350 Gr. LF3 (5)			...		...

Working Pressures by Classes, bar							
Temp., °C	Class						
	150	300	400	600	900	1500	2500
-29 to 38	19.6	51.1	68.1	102.1	153.2	255.3	425.5
50	19.2	50.1	66.8	100.2	150.4	250.6	417.7
100	17.7	46.6	62.1	93.2	139.8	233.0	388.3
150	15.8	45.1	60.1	90.2	135.2	225.4	375.6
200	13.8	43.8	58.4	87.6	131.4	219.0	365.0
250	12.1	41.9	55.9	83.9	125.8	209.7	349.5
300	10.2	39.8	53.1	79.6	119.5	199.1	331.8
325	9.3	38.7	51.6	77.4	116.1	193.6	322.6
350	8.4	37.6	50.1	75.1	112.7	187.8	313.0
375	7.4	36.4	48.5	72.7	109.1	181.8	303.1
400	6.5	34.7	46.3	69.4	104.2	173.6	289.3
425	5.5	28.8	38.4	57.5	86.3	143.8	239.7
450	4.6	23.0	30.7	46.0	69.0	115.0	191.7
475	3.7	17.4	23.2	34.9	52.3	87.2	145.3
500	2.8	11.8	15.7	23.5	35.3	58.8	97.9
538	1.4	5.9	7.9	11.8	17.7	29.5	49.2

NOTES:

- (1) Prolonged use above 425°C is permissible but not recommended. Prolonged exposure above 425°C may cause the carbide phase of steel to convert to graphite.
- (2) Not to be used over 455°C.
- (3) Not to be used over 370°C.
- (4) Not to be used over 260°C.
- (5) Not to be used over 345°C.

7. Table SW-2.1-1 Dimensions for Spical-Wound Gaskets Used With ASME B16.5 Flanges

SI Units, mm																
Flange Size (NPS)	Outside Diameter of Gasket [Note (1)]		Inside Diameter of Gasket by Class [Notes (2), (3)]								Outside Diameter of Centering Ring by Class [Note (4)]					
	Classes 150, 300, 400, 600	Classes 900, 1500, 2500	150	300	400	600	900	1500	2500	150	300	400	600	900	1500	2500
	1/2	31.8	31.8	19.1	19.1	[Note (5)]	19.1	[Note (5)]	19.1	19.1	47.8	54.1	[Note (5)]	54.1	[Note (5)]	63.5	69.9
3/4	39.6	39.6	25.4	25.4	[Note (5)]	25.4	[Note (5)]	25.4	25.4	57.2	66.8	[Note (5)]	66.8	[Note (5)]	69.9	76.2
1	47.8	47.8	31.8	31.8	[Note (5)]	31.8	[Note (5)]	31.8	31.8	66.8	73.2	[Note (5)]	73.2	[Note (5)]	79.5	85.9
1 1/4	60.5	60.5	47.8	47.8	[Note (5)]	47.8	[Note (5)]	47.8	39.6	76.2	82.6	[Note (5)]	82.6	[Note (5)]	88.9	104.9
1 1/2	69.9	69.9	54.1	54.1	[Note (5)]	54.1	[Note (5)]	47.8	47.8	85.9	95.3	[Note (5)]	95.3	[Note (5)]	98.6	117.6
2	85.9	85.9	69.9	69.9	[Note (5)]	69.9	[Note (5)]	58.7	58.7	104.9	111.3	[Note (5)]	111.3	[Note (5)]	143.0	146.1
2 1/2	98.6	98.6	82.6	82.6	[Note (5)]	82.6	[Note (5)]	69.9	69.9	124.0	130.3	[Note (5)]	130.3	[Note (5)]	165.1	168.4
3	120.7	120.7	101.6	101.6	[Note (5)]	101.6	95.3	92.2	92.2	136.7	149.4	[Note (5)]	149.4	168.4	174.8	196.9
3 1/2	133.4	[Note (5)]	114.3	114.3	[Note (5)]	104.8	[Note (5)]	[Note (5)]	[Note (5)]	161.9	165.1	[Note (5)]	161.9	[Note (5)]	[Note (5)]	[Note (5)]
4	149.4	149.4	127.0	127.0	120.7	120.7	120.7	117.6	117.6	174.8	181.1	177.8	193.8	206.5	209.6	235.0
5	177.8	177.8	155.7	155.7	147.6	147.6	147.6	143.0	143.0	196.9	215.9	212.9	241.3	247.7	254.0	279.4
6	209.6	209.6	182.6	182.6	174.8	174.8	174.8	171.5	171.5	222.3	251.0	247.7	266.7	289.1	282.7	317.5
8	263.7	257.3	233.4	233.4	225.6	225.6	222.3	215.9	215.9	279.4	308.1	304.8	320.8	358.9	352.6	387.4
10	317.5	311.2	287.3	287.3	274.6	274.6	276.4	266.7	270.0	339.9	362.0	358.9	400.1	435.1	435.1	476.3
12	374.7	368.3	339.9	339.9	327.2	327.2	323.9	323.9	317.5	409.7	422.4	419.1	457.2	498.6	520.7	549.4
14	406.4	400.1	371.6	371.6	362.0	362.0	355.6	362.0	[Note (5)]	450.9	485.9	482.6	492.3	520.7	577.9	[Note (5)]
16	463.6	457.2	422.4	422.4	412.8	412.8	412.8	406.4	[Note (5)]	514.4	539.8	536.7	565.2	574.8	641.4	[Note (5)]
18	527.1	520.7	474.7	474.7	469.9	469.9	463.6	463.6	[Note (5)]	549.4	596.9	593.9	612.9	638.3	704.9	[Note (5)]
20	577.9	571.5	525.5	525.5	520.7	520.7	520.7	514.4	[Note (5)]	606.6	654.1	647.7	682.8	698.5	755.7	[Note (5)]
24	685.8	679.5	628.7	628.7	628.7	628.7	628.7	616.0	[Note (5)]	717.6	774.7	768.4	790.7	838.2	901.7	[Note (5)]

U.S. Customary Units, in.																
Flange Size (NPS)	Outside Diameter of Gasket [Note (1)]		Inside Diameter of Gasket by Class [Notes (2), (3)]								Outside Diameter of Centering Ring by Class [Note (4)]					
	Classes 150, 300, 400, 600	Classes 900, 1500, 2500	150	300	400	600	900	1500	2500	150	300	400	600	900	1500	2500
	1/2	1.25	1.25	0.75	0.75	[Note (5)]	0.75	[Note (5)]	0.75	0.75	1.88	2.13	[Note (5)]	2.13	[Note (5)]	2.50	2.75
3/4	1.56	1.56	1.00	1.00	[Note (5)]	1.00	[Note (5)]	1.00	1.00	2.25	2.63	[Note (5)]	2.63	[Note (5)]	2.75	3.00
1	1.88	1.88	1.25	1.25	[Note (5)]	1.25	[Note (5)]	1.25	1.25	2.63	2.88	[Note (5)]	2.88	[Note (5)]	3.13	3.38

8. Table SW-2.1-4 Inside Diameters of Inner Rings for Spiral-Wound Gaskets for Use With ASME B16.5 Flanges

Flange Size (NPS)	Inside Diameter of Inner Ring by Pressure Class, mm (in.)						
	150	300	400	600	900	1500	2500
1/2	14.2 (0.56)	14.2 (0.56)	[Note (1)]	14.2 (0.56)	[Note (1)]	14.2 (0.56)	14.2 (0.56)
3/4	20.6 (0.81)	20.6 (0.81)	[Note (1)]	20.6 (0.81)	[Note (1)]	20.6 (0.81)	20.6 (0.81)
1	26.9 (1.06)	26.9 (1.06)	[Note (1)]	26.9 (1.06)	[Note (1)]	26.9 (1.06)	26.9 (1.06)
1 1/4	38.1 (1.50)	38.1 (1.50)	[Note (1)]	38.1 (1.50)	[Note (1)]	33.3 (1.31)	33.3 (1.31)
1 1/2	44.5 (1.75)	44.5 (1.75)	[Note (1)]	44.5 (1.75)	[Note (1)]	41.4 (1.63)	41.4 (1.63)
2	55.6 (2.19)	55.6 (2.19)	[Note (1)]	55.6 (2.19)	[Note (1)]	52.3 (2.06)	52.3 (2.06)
2 1/2	66.5 (2.62)	66.5 (2.62)	[Note (1)]	66.5 (2.62)	[Note (1)]	63.5 (2.50)	63.5 (2.50)
3	81.0 (3.19)	81.0 (3.19)	[Note (1)]	81.0 (3.19)	78.7 (3.10)	78.7 (3.10)	78.7 (3.10)
3 1/2	101.1 (3.98)	101.1 (3.98)	[Note (1)]	91.4 (3.60)	[Note (1)]	[Note (1)]	[Note (1)]
4	106.4 (4.19)	106.4 (4.19)	102.6 (4.04)	102.6 (4.04)	102.6 (4.04)	97.8 (3.85)	97.8 (3.85)
5	131.8 (5.19)	131.8 (5.19)	128.3 (5.05)	128.3 (5.05)	128.3 (5.05)	124.5 (4.90)	124.5 (4.90)
6	157.2 (6.19)	157.2 (6.19)	154.9 (6.10)	154.9 (6.10)	154.9 (6.10)	147.3 (5.80)	147.3 (5.80)
8	215.9 (8.50)	215.9 (8.50)	205.7 (8.10)	205.7 (8.10)	196.9 (7.75)	196.9 (7.75)	196.9 (7.75)
10	268.2 (10.56)	268.2 (10.56)	255.3 (10.05)	255.3 (10.05)	246.1 (9.69)	246.1 (9.69)	246.1 (9.69)
12	317.5 (12.50)	317.5 (12.50)	307.3 (12.10)	307.3 (12.10)	292.1 (11.50)	292.1 (11.50)	292.1 (11.50)
14	349.3 (13.75)	349.3 (13.75)	342.9 (13.50)	342.9 (13.50)	320.8 (12.63)	320.8 (12.63)	[Note (1)]
16	400.1 (15.75)	400.1 (15.75)	389.9 (15.35)	389.9 (15.35)	374.7 (14.75)	368.3 (14.50)	[Note (1)]
18	449.3 (17.69)	449.3 (17.69)	438.2 (17.25)	438.2 (17.25)	425.5 (16.75)	425.5 (16.75)	[Note (1)]
20	500.1 (19.69)	500.1 (19.69)	489.0 (19.25)	489.0 (19.25)	482.6 (19.00)	476.3 (18.75)	[Note (1)]
24	603.3 (23.75)	603.3 (23.75)	590.6 (23.25)	590.6 (23.25)	590.6 (23.25)	577.9 (22.75)	[Note (1)]

GENERAL NOTES:

- (a) The inner-ring thickness shall be 2.97 mm to 3.33 mm (0.117 in. to 0.131 in.).
 (b) For sizes NPS 1/2 through NPS 3, the inside diameter tolerance is ±0.8 mm (±0.03 in.); for larger sizes, the inside diameter tolerance is ±1.5 mm (±0.06 in.). See Table SW-2.5-1 for minimum pipe wall thicknesses that are suitable for use with standard inner rings.
 (c) Refer to para. SW-2.5 for required use of inner rings.

NOTE: (1) There are no Class 400 flanges in NPS 1/2 through NPS 3 1/2 (use Class 600); Class 900 flanges in NPS 1/2 through NPS 2 1/2 or in NPS 3 1/2 (use Class 1500); Class 1500 flanges in NPS 3 1/2; or Class 2500 flanges in NPS 3 1/2 or NPS 14 and larger.