

# **KINERJA KONDENSOR PADA PT POMI UNIT 7 DAN 8**

## **LAPORAN MAGANG**



Oleh

**MOCH. ROGHIB KASFUL NGHOMAN ADITYA**

**H41200158**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ENERGI TERBARUKAN**

**JURUSAN TEKNIK**

**POLITEKNIK NEGERI JEMBER**

**2024**

**KINERJA KONDENSOR PADA PT POMI UNIT 7 DAN 8**

**LAPORAN MAGANG**



Oleh

**MOCH. ROGHIB KASFUL NGHOMAN ADITYA**

**H41200158**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ENERGI TERBARUKAN**

**JURUSAN TEKNIK**

**POLITEKNIK NEGERI JEMBER**

**2024**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
POLITEKNIK NEGERI JEMBER**

---

**LEMBAR PENGESAHAN**

**KINERJA KONDENSOR PADA PT POMI UNIT 7 DAN 8**

**Moch. Roghib Kasful Nghoman Aditya  
H41200158**

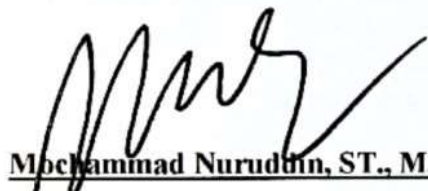
Telah melaksanakan Magang dan dinyatakan lulus

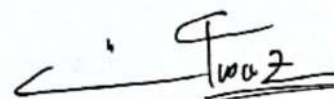
Pada Tanggal: 12 Januari 2024

Tim Penilai

Dosen Pembimbing Magang

Pembimbing Lapangan

  
Mochammad Nuruddin, ST., M.Si.  
NIP.19761111200121001

  
Widjanarko., S.T.  
BN.0058

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik

  
  
Mochammad Nuruddin, ST., M.Si.  
NIP.19761111200121001

## PRAKATA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas Rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat melakukan kegiatan magang dan menyelesaikan laporan magang, dengan judul “KINERJA KONDENSOR PADA PT POMI UNIT 7 DAN 8”

Penulis mengucapkan banyak terimakasih atas dukungan dan kerjasama kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan serta semangat kepada saya.
2. Direktur Politeknik Negeri Jember Bapak Saiful Anwar, S.TP., M.P.
3. Ketua Jurusan Teknik sekaligus Dosen Pembimbing Magang Bapak Mochamad Nuruddin., S.T., M.Si.
4. Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan Bapak Yuli Hananto., S.TP., M.Si.
5. Koordinator Magang Teknik Energi Terbarukan Bapak Dafit Ari Prasetyo, S.T., M.T.
6. PT POMI (*Paiton Operation & Maintenance Indonesia*) sebagai tempat kami melakukan kegiatan magang.
7. Bapak Budi Wicaksono selaku pembimbing lapang di lokasi Magang pada Depaterment CFA.
8. Bapak Widjanarko, S.T. selaku pembimbing lapang di lokasi Magang pada Depaterment Produksi.
9. Segenap karyawan di Departemen CFA dan Produksi pada PT POMI.
10. Isfina Unaizatul Zahroya, Intan Mahrunisa, dan Achmad Mansur sebagai rakan satu tim kegiatan Magang di PT POMI.
11. Teman – teman program studi Teknik Energi Terbarukan Angkatan 2020.
12. Diri saya sendiri, yang telah mampu melaksanakan magang dan menulis laporan magang ini.

Penulis menyadari bahwasanya tulisan ini jauh dari kata sempurna disebabkan oleh keterbatasan. Oleh karena itu, penulis membutuhkan kritik dan saran untuk mendukung kesempurnaan laporan ini. Semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat khususnya almamater yang saya banggakan.

Paiton, 29 Desember 2023

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized initial 'P' followed by several vertical strokes and a final flourish.

Penulis

## RINGKASAN

**Kinerja Kondensor pada PT POMI Unit 7 dan 8.** Moch. Roghib Kasful Nghoman Aditya NIM. H41200158, Tahun 2023, 75 halaman, Jurusan Teknik, Progam Studi Teknik Energi Terbarukan, Bapak Mochamad Nuruddin., S.T., M.Si. (Dosen Pembimbing), Bapak Budi Wicaksono (Pembimbing Lapang 1) dan Bapak Widjanarko, S.T. (Pembimbing Lapang 2)

Magang dilaksanakan di PLTU PT POMI Unit 7 & 8 yang berlokasi di Jalan Raya Surabaya Situbondo KM 141 Kecamatan Paiton, Kabupaten Probolinggo. Kegiatan magang dilaksanakan selama 4 bulan dimulai dari tanggal 01 September 2023 sampai dengan 31 Desember 2023.

PT POMI (Paiton Operation & Maintenance Indonesia) merupakan Perusahaan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang memiliki 3 unit dengan kapasitas 2 X 610 NMW pada Unit 7 & 8, serta 1 X 815 NMW pada Unit 3. Unit 7 & 8 yang dapat dijadikan pilihan tempat magang. PLTU PT POMI unit 7 & 8 total energi yang diproduksi per tahunnya rata – rata 9.158.580 MWH dengan konsumsi batu bara kira – kira 4,6 juta ton per tahun.

Untuk menghasilkan listrik terdapat banyak alat yang digunakan di PT POMI, salah satunya kondensor. Kondensor merupakan sebuah mesin pendingin yang berfungsi untuk mengubah uap menjadi air dengan cara perpindahan panas. Uap yang telah menggerakkan turbin diturunkan menuju kondensor dan didalam kondensor, uap tersebut bersentuhan dengan pipa-pipa yang berisi air pendingin, lalu air kondensat hasil dari perubahan uap menjadi air dialirkan oleh *condensate extraction pump* yang nantinya akan masuk ke dalam *boiler* kembali. Efisiensi kondensor dapat dipengaruhi oleh beberapa hal. Pengoperasian dan pemeliharaan yang baik dapat meningkatkan nilai efisiensi kondensor secara signifikan apabila dilakukan secara rutin dan benar sesuai dengan aturan yang berlaku. Untuk menjaga kualitas operasi kondensor diperlukan pemeliharaan secara terjadwal agar kondensor dapat bekerja dengan baik pada saat beroperasi. Dengan cara ini dapat meminimalisasi kerusakan serta dapat meningkatkan kinerja kondensor.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>iii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>x</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan .....	2
1.2.1 Tujuan Umum .....	2
1.2.2 Tujuan Khusus .....	3
1.3 Manfaat .....	3
1.4 Tempat dan Waktu Pelaksanaan .....	4
1.5 Metode Pelaksanaan .....	4
<b>BAB 2. KEADAAN UMUM PERUSAHAAN</b> .....	<b>5</b>
2.1 Sejarah Perusahaan .....	5
2.2 Gambaran Umum Perusahaan .....	6
2.2.1 Pemegang PT Paiton Energi .....	8
2.2.2 Personalia Perusahaan .....	9
2.2.3 Kondisi Lingkungan .....	9
2.3 <i>Vision</i> (Visi) .....	10
2.4 <i>Mission</i> (Misi) .....	10
2.5 <i>Values</i> (Nilai-Nilai).....	10

2.6 Bentuk dan Badan Hukum .....	10
2.7 Bidang Pekerjaan Perusahaan.....	11
2.8 Struktur Organisasi PT POMI .....	11
2.9 HSEC ( <i>Health, Safety, Environmental &amp; Compliance</i> ).....	15
<b>BAB 3. KEGIATAN UMUM LOKASI MAGANG.....</b>	<b>17</b>
3.1 Sistem Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) .....	17
3.2 Siklus <i>Rankine</i> .....	19
3.3 Komponen PLTU.....	22
3.4 Siklus Air .....	23
3.5 Siklus Uap .....	26
3.6 Siklus Bahan Bakar .....	29
3.7 Siklus Udara dan Gas Buang.....	32
3.8 Sistem Kelistrikan .....	35
<b>BAB 4. KINERJA KONDENSOR PADA PT POMI UNIT 7 DAN 8.....</b>	<b>37</b>
4.1 Pengertian Kondensor .....	37
4.2 Jenis Jenis Kondensor .....	38
4.3 Prinsip Kerja Kondensor .....	40
4.4 Komponen Penunjang Kondensor.....	43
4.5 Efisiensi Kondensor PT POMI UNIT 7&8 .....	46
4.6 Faktor Pengaruh Menurunnya Efisiensi Kondensor.....	47
4.7 Pembahasan .....	52
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>54</b>
5.1 Kesimpulan .....	54
5.2 Saran .....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>55</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>56</b>



## DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Data spesifikasi kondensor.....	41
4.2 Hasil perhitungan data aktual kondensor .....	47

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 PLTU Paiton Unit 3, 7 & 8.....	6
2.2 Logo PT POMI.....	6
2.3 <i>Project Structure</i> .....	8
2.4 Pemegang Saham PT Paiton <i>Energy</i> .....	9
2.5 Struktur Organisasi PT POMI Unit 3, 7 & 8.....	11
3.1 Siklus Kerja PLTU Paiton Unit 7 & 8.....	17
3.2 Siklus <i>Rankine</i> .....	20
3.3 Diagram T-s <i>Siklus Rankine ideal</i> .....	20
3.4 Gambar Siklus <i>Rankine re-heat regeneratif</i> .....	21
3.5 Diagram T-s Siklus <i>Rankine re-heat regeneratif</i> .....	21
3.6 Digram Siklus Air .....	24
3.7 Digram Siklus Uap.....	27
3.8 Digram Siklus Bahan Bakar.....	30
3.9 Digram Siklus Udara & Gas Buang.....	34
3.10 Digram Kelistrikan.....	36
4.1 Desain Kondensor .....	37
4.2 Keterangan Komponen Kondensor .....	38
4.3 Kondensor jenis kontak langsung .....	39
4.4 Kondensor <i>Single Pass</i> .....	40
4.5 Kondensor <i>Double Pass</i> .....	40
4.6 Kondensor .....	42
4.7 <i>Water Box</i> .....	42
4.8 <i>Tubes Kondensor</i> .....	43
4.9 <i>Circulating Water Pump</i> .....	44
4.10 <i>Vacum Pump</i> Kondensor .....	44
4.11 <i>Condensate Extraction Pump</i> .....	45
4.12 <i>Tubes Cleaning Ball</i> .....	45
4.13 Grafik hubungan antara tekanan vakum dan efisiensi .....	48
4.14 Grafik hubungan antara suhu air dan efisiensi.....	49

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1 Daftar Hadir Magang disahkan oleh Pembimbing Lapang.....	56
2 Denah/Peta Lokasi Magang (PT POMI PLTU PAITON).....	59
3 Dokumentasi Kegiatan Magang.....	61
4 Lembar Penilaian Pembimbing Lapang.....	63

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Magang merupakan kegiatan yang memiliki tujuan sebagai sarana bagi mahasiswa untuk menerapkan disiplin ilmu yang telah didapatkan dalam kegiatan perkuliahan pada dunia kerja. Mahasiswa diharapkan mampu mempersiapkan diri untuk memasuki dunia kerja, khususnya untuk mahasiswa vokasi. Pendidikan vokasional berbasis keahlian, dimana program pendidikan tersebut digunakan untuk mengembangkan keahlian khusus pada bidang keahlian masing-masing. Program Studi Teknik Energi Terbarukan yang berada di bawah naungan Jurusan Teknik merupakan salah satu program studi yang berada di Politeknik Negeri Jember yang lebih fokus pada bidang pembelajaran konversi energi dan bahan bakar alternatif.

Energi listrik merupakan energi yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat sebagai penunjang kehidupan sehari-hari. Selain masyarakat, beberapa perusahaan atau industri yang membutuhkan energi listrik dengan jumlah yang sangat besar sebagai penunjang produksi dari perusahaan atau industri itu sendiri. PT POMI (*Paiton Operations & Maintenance Indonesia*) merupakan perusahaan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) memiliki tiga unit dengan kapasitas 610 NMW pada masing-masing Unit 7 dan 8, serta 815 NMW pada Unit 3 yang berlokasi di Jl. Raya Surabaya Situbondo Km. 141 Paiton, Kabupaten Probolinggo. Pembangkit Listrik Tenaga Uap PT POMI Unit 7 dan Unit 8 setiap tahunnya mampu memproduksi energi listrik rata-rata 9.158.580 MWH dan mengkonsumsi batu bara mencapai 4,6 juta ton per tahun, sedangkan pada Unit 3 total energi listrik yang diproduksi per tahunnya rata-rata sebesar 6.425.460 MWH dan konsumsi batu bara mencapai 3,06 juta ton pertahun. Batu bara ini didatangkan dari berbagai tambang batu bara, salah satunya yaitu Adaro *Energy* dan Kideco Jaya Agung di Kalimantan Timur dengan menggunakan kapal tongkang yang kemudian disimpan di *coal plant*

dengan bantuan *jetty*. Batubara yang disimpan pada *coal pile*, selanjutnya dipindahkan menuju *coal silo* dengan melalui *coal conveyor*. *Coal conveyor* ini dilengkapi oleh komponen berupa magnet untuk mengangkat logam - logam yang tak diinginkan yang ikut terbawa pada batubara agar tidak ikut masuk ke *boiler*. Sebelum memasuki *coal silo* batubara dihancurkan dengan mesin *primary crusher*. *Coal silo* menampung batubara sementara yang nantinya akan dipindahkan ke *coal feeder* yang berfungsi mengatur kebutuhan batubara yang akan dimasukkan ke dalam *pulverizer*. *Pulverizer* berfungsi menggerus dan menghaluskan batubara menjadi serbuk halus sebelum masuk ke dalam *boiler*. PLTU Paiton Unit 3, 7 dan 8 dilengkapi dengan peralatan yang mendukung dalam prosesnya dan salah satunya adalah kondensor sebagai alat pengubah fasa uap menjadi fasa air dengan mekanisme perpindahan panas dari uap ke media pendingin berupa air laut, kemudian air dari hasil perubahan fasa tersebut dialirkan menuju *boiler* kembali untuk dijadikan uap.

Pada kondensor dapat dicari nilai efisiensinya dengan menggunakan 2 metode yaitu metode langsung dan tidak langsung. Ada juga beberapa faktor yang mempengaruhi nilai efisiensi pada kondensor yaitu kondisi tekanan vakum pada kondensor, temperature air pendingin, dan lain lain.

Pada laporan hasil magang ini akan dijelaskan mengenai proses perubahan fasa pada kondensor dan analisis faktor pengaruh menurunnya nilai efisiensi kondensor di pembangkit listrik tenaga uap PT POMI unit 7 & 8. Hasil laporan ini diharapkan dapat bermanfaat dan menambah wawasan mengenai prinsip kerja dan faktor yang mempengaruhi menurunnya efisiensi pada kondensor.

## **1.2 Tujuan**

Adapun tujuan dari pelaksanaan kegiatan Magang ini dibagi menjadi dua, yaitu tujuan secara umum dan khusus.

### **1.2.1 Tujuan Umum**

Adapun tujuan umum dari pelaksanaan Magang ini adalah:

1. Terciptanya suatu hubungan yang sinergis, jelas dan terarah antara dunia perguruan tinggi dan dunia kerja.
2. Meningkatkan kepedulian dan partisipasi dunia industri dalam memberikan kontribusinya pada sistem pendidikan nasional.
3. Meningkatkan wawasan, pengetahuan, kreativitas dan pemahaman mahasiswa pada kegiatan disuatu perusahaan dengan bidang keilmuannya.
4. Untuk mengetahui dan memahami sistem kerja di dunia industri.
5. Diharapkan mahasiswa memahami, memperluas ilmu pengetahuan yang diperoleh sebagai bekal untuk memenuhi lapangan kerja yang sesungguhnya sesuai dengan program studi yang diambil.

#### 1.2.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari pelaksanaan Magang merupakan tujuan yang digunakan dalam pembahasan topik yang dikaji. Tujuan khusus Magang di PLTU Unit 7&8 PT POMI sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui fungsi dan prinsip kerja dari kondensor.
2. Untuk mengetahui nilai efisiensi pada kondensor.
3. Untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi efisiensi kondensor.

### **1.3 Manfaat**

Manfaat dari kegiatan magang di PLTU Unit 7 & 8 di PT POMI:

1. Menambah pengetahuan dan pengalaman mahasiswa dalam penerapan teori yang didapatkan di perkuliahan pada dunia kerja terutama dalam pembangkitan energi pada pembangkit listrik tenaga uap.
2. Mendapat pengalaman kerja di dunia industri terutama di PLTU yang bersifat teknis ataupun non teknis.
3. Menambah wawasan dalam penelitian tugas akhir atau skripsi yang dilakukan.

4. Memberikan sumbangsih pemikiran untuk pengembangan lebih lanjut pada PLTU PT POMI.
5. Menambah pengetahuan mengenai sistem kerja kondensor serta alat-alat yang digunakan di PLTU PT POMI Unit 7 & 8.
6. Mengetahui faktor apa saja yang paling mempengaruhi efisiensi kondensor, serta dapat memberikan sumbangsih pemikiran untuk lebih memperhatikan faktor yang dapat menyebabkan menurunnya efisiensi kondensor pada PT POMI.

#### **1.4 Tempat dan Waktu Pelaksanaan**

Magang dilaksanakan di PT POMI Paiton Probolinggo, Jawa Timur selama 4 bulan.

Tempat : PT POMI Paiton  
Alamat : Jl. Raya Surabaya Situbondo Km. 141 Paiton,  
Probolinggo, Jawa Timur  
Waktu : 01 September 2023 s/d 31 Desember 2023

#### **1.5 Metode Pelaksanaan**

Proses penulisan laporan Magang menggunakan Analisa kuantitatif diskriptif melalui data – data yang telah didapat. Agar mendapatkan informasi yang lebih akurat dilakukan cara sebagai berikut:

1. Metode Observasi

Metode ini dilakukan dengan cara pengamatan langsung di lapangan khususnya pada unit 7 & 8 untuk mengetahui sistem kerja dan komponen – komponen dalam sistem tersebut.

2. Metode Interview

Metode ini dilakukan dengan cara mendapatkan informasi mengenai kondensor sistem melalui diskusi atau tanya jawab dengan pihak mentor yang ahli di bidangnya.

3. Metode Studi Literatur

Metode ini dilakukan dengan cara membaca dokumen yang diberikan pembimbing maupun yang tersedia dari pihak industri.

## **BAB 2. KEADAAN UMUM PERUSAHAAN**

### **2.1 Sejarah Perusahaan**

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) paiton unit 7 & 8 merupakan unit pembangkit listrik yang menggunakan *turbin generator* berbahan bakar batubara sebagai penghasil uap panas (*steam*) dengan maksimum 2 x 640 NMW (*net*) atau 2 x 670 GMW (*gross*). Kedua unit ini beroperasi dengan faktor kemampuan rata – rata 85% per tahun serta memproduksi energi listrik rata – rata 9.158.580 MWH per tahun dengan mengkonsumsi batubara kira – kira 4,6 juta ton per tahun (bila *HHV* 4800 Kcal/Kg & *Heat Rate* 2447 kcal/kWh). Batubara tersebut didatangkan dari tambang di Kalimantan dengan menggunakan kapal atau tongkang. Batubara tersebut ditampung di penampungan batubara (*Coal Stock Pile*) di lokasi PLTU Paiton. PLTU Paiton Unit 7 & 8 ini dimiliki oleh Paiton *Energy Company* yang dioperasikan oleh PT Paiton *Operation & Maintenance* Indonesia (POMI). Pembangunan proyek ini ditujukan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik Jawa dan Bali. Proyek ini adalah implementasi dari kebijaksanaan pemerintah Indonesia dalam pertumbuhan diverifikasi energi. Dalam hal ini, kandungan batubara yang ada di Indonesia akan dimanfaatkan sebagai energi pembangkit listrik dan mengurangi ketergantungan terhadap minyak bumi.

PLTU Unit 3 Paiton merupakan salah satu proyek percepatan Pembangunan pembangkit listrik tahap II dengan kapasitas 1 x 815 NMW yang berbahan bakar batubara. Bilamana kemampuan beroperasi 90% dalam setahun maka perkiraan total energi yang dihasilkan 6.425.560 MW per tahun dan mengkonsumsi batubara sebesar 3.06 juta ton per tahun (bila *HHV* 4800 Kcal/Kg & *Heat Rate* 2286 kcal/kWh). Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) paiton unit 3, 7 & 8 dapat dilihat pada Gambar 2.1.





Gambar 2. 1 PLTU Paiton Unit 3, 7 & 8

(Sumber: PT POMI)

Mitsui & Co adalah Perusahaan dengan Jepang yang bergerak di beberapa bidang komoditas bisnis, antara lain sistem tenaga dan energi, besi dan baja, mesin – mesin berat, elektronik, bahan – bahan kimia, makanan, tekstil, real dan estate. Bisnis lain Mitsui antara lain adalah manajemen produk industri, teknologi informasi, bioteknologi, dan jasa keuangan. International Power (IP) adalah pemimpin Perusahaan pembangkit listrik yang mengoperasikan 15.219 MW (net) dan 1.649 MW dalam Pembangunan. International Power (IP) mempunyai beberapa pembangkit, naik yang telah dioperasikan maupun dalam proses Pembangunan antara lain Amerika, Australia, Inggris, Rep Ceko, Italia, Portugal, Spanyol, Turki, Saudi Arabia, Uni Emirat Arab, Indonesia, Malaysia, Pakistan, Puerto Rico, dan Thailand. PT POMI memiliki gambar logo pemegang saham perusahaan dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Logo PT POMI

(Sumber: PT POMPI)

## 2.2 Gambaran Umum Perusahaan

Kebutuhan energi listrik adalah hal yang paling vital dalam seluruh aktivitas kehidupan manusia guna meningkatkan kesejahteraan dan

kemakmuran hidup. Energi listrik sangat mempermudah dalam pemenuhan kebutuhan manusia, mengingat sifat dari energi listrik yang mudah disalurkan dan dikonversikan ke dalam bentuk energi yang lain, seperti energi cahaya, energi mekanik, energi kalor, dan sebagainya.

Perkembangan penduduk yang semakin pesat, mengakibatkan peningkatan konsumsi teknologi serta dunia usaha, sehingga kebutuhan akan energi listrik terus meningkat. Kebutuhan ini bahkan belum mampu dipenuhi secara optimal oleh PLN, oleh karena itu sejak diberlakukannya UU No. 15 Tahun 1985, PP No. 10 Tahun 1989 dan Keputusan Presiden Nomor 37 Tahun 1992 memberikan izin di bidang Pembangkit Transmisi dan Distribusi.

Sesuai dengan PERPRES 71 Tahun 2006, pemerintah telah menugaskan kepada PT PLN untuk melakukan percepatan Pembangunan pembangkit tenaga listrik yang menggunakan bahan bakar batubara. Pembangunan PLTU batubara dibagi menjadi 2 tahap yaitu tahap I kapasitas sekitar 10.000 MW untuk menggantikan PLTU bahan bakar minyak dan 10.000 MW tahap II untuk menjaga sebagian besar permintaan beban khususnya di Pulau Jawa Madura Bali yang akan dibangun baik oleh PT PLN maupun swasta.

Proses pembangkitan tenaga listrik diperlukan kontinuitas produksi energi listrik. Hal ini disebabkan karena PT POMI merupakan salah satu Pembangkit Listrik yang mensuplai listrik untuk wilayah Jawa dan Bali. Kapasitas total 1220 MW net atau 610 MW net untuk per unitnya, PLTU Paiton Unit 7 & 8 diharapkan mampu memenuhi kebutuhan listrik Masyarakat wilayah Jawa dan Bali. Kebutuhan wilayah Jawa dan Bali tersebut, PLTU Paiton Unit 7 & 8 dilengkapi dengan peralatan yang mendukung dalam sistem PLTU secara keseluruhan. Pemerintah atau PLN dalam hal penyediaan tenaga listrik di Jawa Madura Bali pada percepatan Pembangunan pembangkit listrik tahap II maka PT Paiton *Energy* dituntut pemerintah untuk proyek perluasan atau *Expansion Project* PLTU di paiton dengan membangun PLTU Unit 3 berkapasitas 1 x 815 NMW. Sehingga total PLTU batubara yang dikelola oleh PT Paiton *Energy* adalah 2045 NMW di Paiton, Probolinggo. Pembangunan

proyek ini ditujukan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik Jawa dan Bali. Proyek ini adalah implementasi dari kebijaksanaan pemerintah Indonesia dalam pertumbuhan diverifikasi energi. Dalam hal ini, kandungan batubara yang ada di Indonesia akan dimanfaatkan sebagai sumber pembangkit tenaga listrik, dan mengurangi ketergantungan terhadap minyak bumi.

Pengoperasian PLTU Unit 3, 7 & 8 PT Paiton *Energy* mengikat kerja sama *Operations & Maintenance* dengan PT Paiton *Operations & Maintenance* Indonesia (PT POMI). Mengoperasikan PLTU milik Paiton *Energy* untuk memenuhi ketentuan yang diatur dalam *Power Purchase Agreement* (PPA) dengan PLN yang dilengkapi dengan proyek struktur yang dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2. 3 *Project Structure*  
(Sumber: PT POMI)

### 2.2.1 Pemegang PT Paiton Energi

Perusahaan konsorsium dari PT Paiton *Energy* memiliki saham dari Mitsui & CO dari Jepang, Nebras dari Qatar, Tokyo Electric Power Co dari Jepang dan Batu Hitam Perkasa dari Indonesia. Berikut adalah pemegang saham pada PT POMI disajikan pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Pemegang Saham PT Paiton *Energy*  
(Sumber: PT POMS)

### 2.2.2 Personalia Perusahaan

PT POMS adalah Perusahaan yang tergolong besar ditinjau dari modal dan jumlah karyawan yang dimiliki. Hal ini dikarenakan operasi rutin Perusahaan sangat banyak dan harus ditangani dengan sungguh – sungguh. Sebagian besar karyawan tetap Perusahaan ini berpendidikan Sarjana dan Diploma. Disamping itu, ada juga karyawan kontrak yang dibawah PT POMS dengan level jabatan dan tingkat Pendidikan yang berbeda – beda sesuai dengan latar belakang pendidikannya. PT POMS membunyai sumber daya manusia yang terlatih dan berpengalaman dari berbagai disiplin ilmu sebanyak 411 karyawan tetap termasuk 3 orang asing sebagai *President Director & Sr. Manager*.

### 2.2.3 Kondisi Lingkungan

Sejak awal berdiri sampai sekarang, lokasi yang ditempati PT Paiton *Operations & Maintenance* Indonesia (PT POMS) berada di :

- Desa : Bhinor
- Kecamatan : Paiton
- Kabupaten : Probolinggo
- Provinsi : Jawa Timur

Perusahaan menempati area seluas ± 6 Hektar yang terdiri atas :

- *Administration Building* : ± 1 hektar
- Plant Pembangkit 7 & 8 : ± 2 hektar
- *Coal Handling Area* : ± 1 hektar

- *Ash Disposal Area* : ± 1 hektar

### 2.3 Vision (Visi)

Visi PT POMI “*Paiton Operation & Maintenance Indonesia (POMI) will be recognized as a World Class Operator of Power Plants*”. Arti dalam Bahasa Indonesia adalah *Paiton Operations & Maintenance Indonesia (POMI)* akan dikenal sebagai *Operator Power Plant* kelas dunia.

### 2.4 Mission (Misi)

Misi PT POMI *Paiton Operations & Maintenance Indonesia* “*Paiton Operations & Maintenance Indonesia (POMI) operates and maintains the Paiton Energy Plant by promoting safety and environmental best practices, offering sustained financial return for its Owners and achieving excellence in all that it does*”, yang berarti *Paiton Operations & Maintenance Indonesia (POMI)* mengoperasikan dan memelihara *Power Plant Paiton Energi* dengan mengutamakan standar terbaik di aspek keselamatan dan lingkungan, memberikan keuntungan finansial yang berkelanjutan kepada pemiliknya dan pencapaian terbaik di semua bidang.

### 2.5 Values (Nilai-Nilai)

Nilai – nilai Perusahaan kami sebagai berikut:

- ***Trust*** (Kepercayaan)
- ***Empowerment*** (Pemberdayaan)
- ***Teamwork*** (Kerjasama)
- ***Continous Improvement*** (Perbaikan yang berkelanjutan)

### 2.6 Bentuk dan Badan Hukum

Badan hukum PT POMI adalah perseroan terbatas. Perseroan terbatas merupakan badan usaha yang besarnya modal perseroan tercantum dalam anggaran dasar. Kekayaan Perusahaan terpisah dari kekayaan pribadi pemilik perusahaan sehingga memiliki harta kekayaan sendiri. Setiap orang dapat memiliki lebih dari satu saham yang menjadi bukti pemilikan perusahaan. Pemilik saham mempunyai tanggung jawab yang terbatas yaitu sebanyak saham yang dimiliki. Apabila hutang perusahaan melebihi kekayaan perusahaan, maka kelebihan hutang tidak menjadi tanggung jawab para

pemegang saham. Apabila perusahaan mendapat keuntungan maka keuntungan tersebut dibagi sesuai dengan ketentuan dan ketetapan. Pemilik saham akan memperoleh keuntungan yang disebut dividen yang besarnya tergantung pada besar kecilnya keuntungan yang diperoleh perseroan terbatas.

## 2.7 Bidang Pekerjaan Perusahaan

### A. Jasa Pelayanan

PT POMI tidak memberikan pelayanan secara langsung kepada konsumen Masyarakat. Akan tetapi, PT POMI hanya menjual daya listrik kepada PT PLN sesuai dengan kontrak perjanjian yang telah disetujui oleh kedua belah pihak (*PPA atau Power Purchase Agreement*). Oleh karena itu, di PT POMI tidak terdapat department marketing untuk menjual hasil produksi.

## 2.8 Struktur Organisasi PT POMI

Organisasi merupakan sarana dalam tercapainya suatu tujuan. Organisasi adalah tempat dan alat dari sekelompok badan usaha milik swasta maupun instansi pemerintah yang lebih menekankan pada subjek atau pelaku, yaitu interaksi antara orang – orang yang berada dalam organisasi tersebut. Adanya struktur organisasi akan memberikan suatu penjelasan terhadap pedelegasian tugas dan wewenang pada anggota organisasi, dengan demikian akan membantu kelancaran aktivitas organisasi tersebut. Berikut diagram struktur organisasi PT POMI disajikan pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Struktur Organisasi PT POMI Unit 3, 7 & 8

(Sumber: PT POMI)

Struktur organisasi di PT POMI Unit 3, 7 & 8 dibagi atas 8 departemen yaitu *Fuel & Ash Departement, Production Departement Community and Human Resources Departement Healthy Safety Environment and Compliance Departement, Procurement Departement, Engineering Departement, Maintenance Departement, Finance & Corporate Service Departement* yang masing – masing dipimpin oleh seorang manager yang membawahi supervisor atau *Shift Supervisor, Engineering, Senior Optech*, Teknisi, Sekretaris serta beberapa Administrasi. Keseluruhan Departement dipimpin oleh *Plant Manager* yang bertanggung jawab terhadap IPR – GDF di Regional Asia. Adapun tugas dan wewenang masing – masing departement adalah sebagai berikut.

*a. Plant Manager*

1. Bertanggung jawab untuk mengoperasikan dan pemeliharaan yang efektif di Paiton Unit 3, 7 & 8.
2. Bertanggung jawab terhadap kepastian pemenuhan pekerja kontrak.
3. Menetapkan dan mengarahkan kebijakan pada aktivitas operasi dan pemeliharaan.
4. Menetapkan sumber daya (pekerja) pada bidang yang sesuai.
5. Bertanggung jawab untuk pelatihan dan pengembangan karyawan.
6. Bertanggung jawab untuk meningkatkan dan implemetasi yang efektif menyangkut sistem manajemen mutu dan lingkungan.

*b. Community and HR Manager*

1. Bertanggung jawab untuk mengkoordinasikan hubungan antara pihak manajemen POMI dengan karyawan.
2. Bertanggung jawab untuk mengkoordinasikan program pelatihan bagi karyawan.
3. Bertanggung jawab untuk pengorganisasikan karyawam di departemen HR.
4. Bertanggung jawab untuk memenuhi sistem manajemen mutu dan lingkungan bersama – sama dengan departemennya.

5. Bertanggung jawab untuk perekrutan dan pemberhentian karyawan termasuk proses seleksi.
  6. Bertanggung jawab untuk mengkoordinasikan hubungan antara perusahaan dengan lingkungan sekitar.
  7. Mempromosikan hubungan yang baik antara publik dan pegawai dengan lingkungan Masyarakat sekitar dan juga dengan lingkungan plant.
  8. Bertanggung jawab untuk memelihara hubungan baik dengan media lokal dan bertindak sebagai juru bicara POMI.
- c. *Maintenance Manager*
1. Bertanggung jawab untuk pemenuhan bagian pemeliharaan dan perbaikan seluruh equipment plant.
  2. Bertanggung jawab untuk perorganisasian karyawan di departemen maintenance.
  3. Bertanggung jawab untuk memenuhi sistem manajemen mutu dan lingkungan bersama – sama dengan departemennya.
- d. *Purchasing and Contract Manager*
1. Bertanggung jawab untuk pemenuhan pembelian *equipment plant*.
  2. Bertanggung jawab untuk pengoperasian karyawan di departemen *Purchasing and Contract Manager*.
  3. Bertanggung jawab untuk memenuhi sistem manajemen mutu dan lingkungan bersama – sama departemennya.
- e. *Finance and Corp. Services Manager*
1. Bertanggung jawab untuk pemenuhan bagian administrasi yang menyangkut dengan *PPA dan OMA*.
  2. Bertanggung jawab terhadap pemeriksaan administrasi, akuntansi, pembelian, dan aktivitas gudang di Paiton Unit 3, 7 & 8.
  3. Bertanggung jawab untuk koordinasi anggaran Paiton Unit 3, 7 & 8.
  4. Bertanggung jawab untuk pengorganisasian karyawan di departemen *F* dan *CS*.



f. *Engineering Manager*

1. Bertanggung jawab untuk memonitor seluruh peralatan plat di Unit 3, 7 & 8.
2. Bertanggung jawab untuk merencanakan, mengorganisasi dan mengendalikan seluruh kegiatan perbaikan dan pemeliharaan di Paiton Unit 3, 7 & 8 untuk memastikan bahwa *plant* dalam kondisi siap untuk memenuhi kebutuhan lingkungan.
3. Bertanggung jawab untuk pengorganisasian karyawan di departemen *engineering*.
4. Bertanggung jawab untuk memenuhi sistem manajemen mutu dan lingkungan bersama – sama dengan departemennya.
5. Bertanggung jawab untuk memastikan bahwa pelaksanaan kerja departemen *engineering* setelah sesuai dengan departemen tenaga kerja Indonesia dan peraturan pemerintah yang berlaku.

g. *HSE and Compliance Manager*

1. Bertanggung jawab untuk safety keamanan semua pekerja plant.
2. Bertanggung jawab untuk memenuhi sistem manajemen mutu dan lingkungan bersama – sama dengan departemennya.
3. Bertanggung jawab untuk pengorganisasian karyawan di departemen *HSE dan Compliance Manager*.
4. Bertanggung jawab untuk melaksanakan keamanan, keselamatan kerja seluruh karyawan POMI.
5. Mengatur pengembangan kebijakan keselamatan dan Kesehatan dengan peraturan pemerintahan dan bertanggung jawab untuk memastikan pelaksanaan peraturan yang berlaku.

h. *Production Manager*

1. Bertanggung jawab untuk pemenuhan bagian operasional dan environmental yang menyangkut dengan *PPA, OMA, dan FSA*.
2. Bertanggung jawab untuk mengorganisasi karyawan di departemen produksi.

3. Mengorganisasi dan mengendalikan seluruh aktivitas operasi plant Unit 3, 7 & 8.
  4. Bertanggung jawab untuk memenuhi sistem manajemen mutu dan lingkungan bersama – sama dengan departemennya.
  5. Bertanggung jawab terhadap pengoperasian plant dan keamanan dari orang – orang bekerja dibawahnya sesuai dengan perundangan yang berlaku.
  6. Bertanggung jawab terhadap pengoperasian plant dengan memenuhi perundangan dari pemerintah.
- i. Fuel and Ash Manager*
1. Bertanggung jawab untuk pengorganisasian karyawan di departemen *Fuel and Ash*.
  2. Bertanggung jawab untuk memenuhi sistem manajemen mutu dan lingkungan bersama – sama dengan departemennya.
  3. Bertanggung jawab terhadap pekerjaan *fuel and ash* dan keamanan dari orang – orang yang bekerja di bawahnya sesuai dengan perundangan yang berlaku.
  4. Bertanggung jawab terhadap pekerjaan *fuel and ash* dengan memenuhi peraturan perundangan lingkungan dari pemerintah.
  5. Bertanggung jawab terhadap pengoperasian semua fasilitas *coal handling, ash handling, waste water treatment, system saluran, system sanitari, dan bengkel mobil*.

## **2.9 HSEC (Health, Safety, Environmental & Compliance)**

Salah satu kebijakan PT POMI adalah menyediakan lingkungan kerja yang aman, hal ini diterapkan dengan kebutuhan *Fire, Health and Safety Section*. PT POMI menekankan bahwa Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan tanggung jawab seluruh karyawan. Karena itu, *Health and Safety Section* disini hanya bertindak sebagai *resources* atau pemberi saran agar seluruh orang (karyawan dan tamu) yang berada di area PT POMI melaksanakan seluruh prosedur yang berkaitan dengan *Health and Safety Program*. *Health and Safety Program Safety Requirement*, berkaitan dengan

papan peringatan atau tanda keselamatan yang dipasang diseluruh area PLTU Unit 3, 7 & 8, dimana area tersebut dianggap rawan untuk keselamatan pekerja.

a. *Implements Procedure*

*Implements Procedure* berkaitan dengan peraturan – peraturan yang ada di PLTU Paiton Unit 3, 7 & 8. Programnya antara lain:

1. *Safety Induction* petunjuk awal untuk seluruh karyawan dan tamu di PT POMI tentang peraturan atau hal hal yang berkaitan dengan prosedut keamanan di PLTU Unit 3, 7 & 8.
2. *Safety Talk* program mingguan setiap Selasa untuk membicarakan tentang isu – isu *Health and Safety* seputar area PLTU Paiton Unit 3, 7 & 8.

b. POMI Program

POMI Program berkaitan dengan *Health and Safety* untuk seluruh karyawan PT POMI, seperti pemeriksaan Kesehatan, pengobatan, imunisasi, dll.

c. *Contract Program*

*Contract Program* berkaitan dengan *Health Safety* untuk seluruh tamu atau pekerja kontrak yang berada di area PLTU Paiton Unit 3, 7 & 8, seperti pemeriksaan keamanan peralatan dan surat izin kerja.

d. *Health and Safety Performance*

1. *Lost Time Injury (LTI)* yaitu kecelakaan kerja yang mengakibatkan hilangnya waktu kerja.
2. *Medical Treatment Injury (MTI)* yaitu kecelakaan kerja yang menyebabkan adanya perawatan keselamatan khusus dari dokter atau rumah sakit.

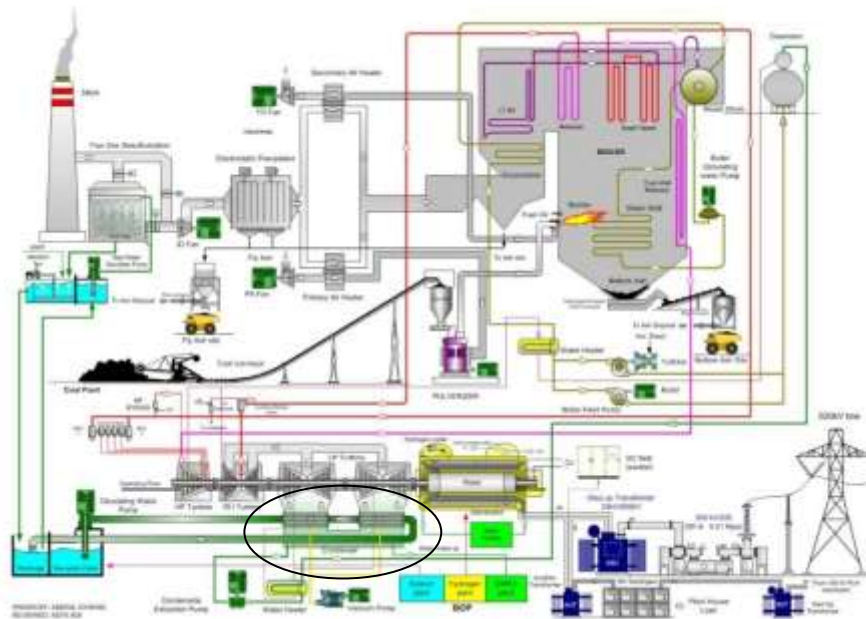
e. *Core Team*

*Core Team* bertindak sebagai *Emergency Response Team* yang menangani kebakaran, kecelakaan dan tumpahan gas atau bahan kimia di area PLTU Paiton Unit 3, 7 & 8.

## BAB 3. KEGIATAN UMUM LOKASI MAGANG

### 3.1 Sistem Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

Pembangkit listrik tenaga uap adalah pembangkit listrik yang mengubah bahan bakar (energi kimia) berupa uap pada suhu dan tekanan tinggi menjadi energi panas, kemudian energi panas (uap panas di bawah tekanan) diubah menjadi energi mekanik dengan gerakan putar. Energi mekanik (putaran) kemudian diubah menjadi energi listrik menggunakan generator pada poros turbin uap, sehingga pembangkit dapat menghasilkan listrik. Berikut siklus kerja PLTU Paiton Unit 7 & 8 disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Siklus Kerja PLTU Paiton Unit 7 & 8

(Sumber: PT POMI)

Sistem kendali yang digunakan pada PLTU adalah *Closed Loop Cycle* (sistem tertutup) air yang sama digunakan dalam proses kerja. Air berubah menjadi uap kering di *boiler*, setelah itu uap kering akan masuk ke turbin. Uap kering dari turbin diubah kembali menjadi air di kondensor (uap

terkondensasi). Berdasarkan lingkaran pada Gambar 3.1 kondensor juga mendapat suplai air tambahan (*water make up*) dari *Water Treatment Plant*.

Prinsip pengoperasian PLTU biasanya membakar batubara dalam *boiler* untuk memanaskan air dan mengubahnya menjadi uap kering pada suhu yang sangat tinggi (energi panas). Dengan bantuan uap, sudu turbin diputar sehingga generator yang terpasang pada poros turbin juga ikut berputar. Putaran generator menghasilkan listrik, dan listrik ini merupakan *output* utama dari PLTU. Keluaran lainnya adalah sisa pembakaran berupa partikel debu dan padatan yaitu *fly ash* dan *bottom ash* yang bisa digunakan pada industri lain.

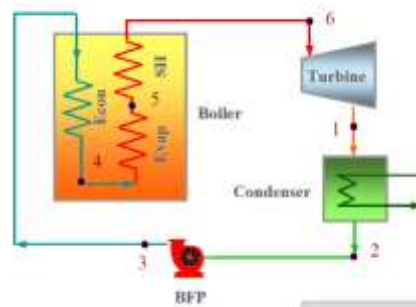
Bahan bakar yang digunakan pada proses kerja di PLTU Paiton adalah batubara dan *Fuel Oil*. Tetapi, bahan bakar utamanya adalah menggunakan batubara, sedangkan *Fuel Oil* hanya digunakan untuk start awal saja sampai batubara siap dialirkan ke *Boiler*. Batubara dipindahkan dari *Coal Plant* menggunakan *stacker reclaimer* dan *Conveyor* ke *Coal Silo*. Di dalam *Coal Silo* batubara ditampung sementara untuk dialirkan menuju *Coal Feeder*. *Coal Feeder* mengontrol volume batubara yang masuk ke *Pulviezer* sesuai dengan kebutuhan proses pembakaran. Di dalam *Pulviezer* batubara akan dihancurkan dan dihaluskan hingga menjadi serbuk halus. Batubara yang sudah menjadi serbuk halus akan dialirkan dengan udara bertemperatur tinggi dari *Primary Air Fan* yang sebelumnya telah dilalui proses *heat exchanger* di *Primary Air Heater*. Proses *heat exchanger* ini selain memanaskan suplai udara ke *Boiler* untuk membantu proses *combustion*. Sehingga pada proses *combustion* atau pembakaran batubara dapat terbakar cepat, serbuk batubara harus sudah terbakar dalam waktu 2-3 detik.

Sisa pembakaran di *Boiler* berupa *Bottom Ash*, *Fly Ash*, dan  $\text{SO}_2$  (Sulfur Dioksida). *Bottom Ash* adalah batubara yang tidak terbakar dan turun ke dasar *Boiler* lalu dialirkan dengan *Submerged Scrapper Chain Conveyor* ke *Pipe Conveyor* menuju *Bottom Ash Silo*. *Fly Ash* adalah debu sisa pembakaran batubara yang ikut terbawa gas buang Sulfur Dioksida menuju *Backpass*. *Backpass* merupakan jalan keluar dari *Boiler* bagian belakang yang terdapat

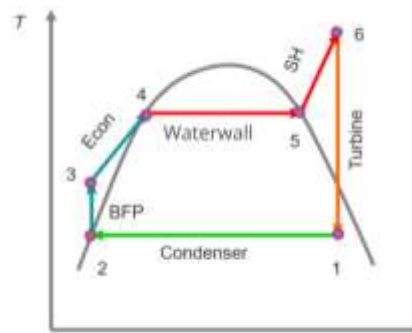
komponen seperti *LT SH (Low Temperature Super Heated)* dan *Economizer*. *Fly Ash* yang menuju *Backpass* akan jatuh ke *Economizer Hopper* dan sebagian lolos menuju *ESP (Electrostatic Precipitator)*. Di dalam *ESP*, *Fly Ash* akan ditangkap dengan cara elektrostatis sehingga *Fly Ash* dan gas buang Sulfur Dioksida akan terpisah. *Fly Ash* yang terjebak di *ESP* akan dibuang ke *Fly Ash Silo*, sedangkan gas buang Sulfur Dioksida akan menuju *Flue Gas Desulfurization (FGD)* yang dialirkan dengan *ID Fan*. Di dalam *FGD* gas buang akan dihilangkan kandungan Sulfur Dioksida dengan cara disemprot air laut. Sehingga yang keluar menuju *Stack* hanya uap panas atau gas panas. Di *Boiler* terdapat banyak pipa – pipa (*Economizer, Water Wall, LT SH, Super Heater, dan Reheater*) untuk mengalirkan air dan uap panas. Hasil pemanasan di *Boiler* berupa uap kering, lalu dialirkan menuju turbin yang dipasang seporos dengan generator yang dimana dapat menghasilkan tenaga listrik. Listrik yang dihasilkan sebesar 23 kV lalu dialirkan ke *GSU (Generator Step Up)* atau *Transformer Step Up* untuk dinaikkan tegangannya menjadi 500kV. Setelah tegangan menjadi 500 kV akan dialirkan ke 500 kV line dan ke jaringan PLN.

### **3.2 Siklus Rankine**

Siklus rankine adalah siklus standar untuk pembangkit listrik tenaga uap. Seperti pada Gambar 3.2 siklus rankine sederhana memiliki 4 komponen utama yaitu Pompa, *Boiler*, Turbin Uap, dan *Condensor*. Siklus rankine adalah siklus teoritis yang mendasari proses siklus di pembangkit listrik tenaga uap. Siklus rankine ini tidak sama dengan siklus udara yang ada. Hal ini terlihat pada fluida yang bekerja didalamnya, yaitu adanya proses penguapan dan kondensasi. Oleh karena itu apa yang dihasilkan dari siklus rankine ini pasti uap. Skema dan diagram T-s dari siklus rankine *re-heat ideal* dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3.



Gambar 3. 2 Siklus Rankine  
(Sumber : PT POMI)

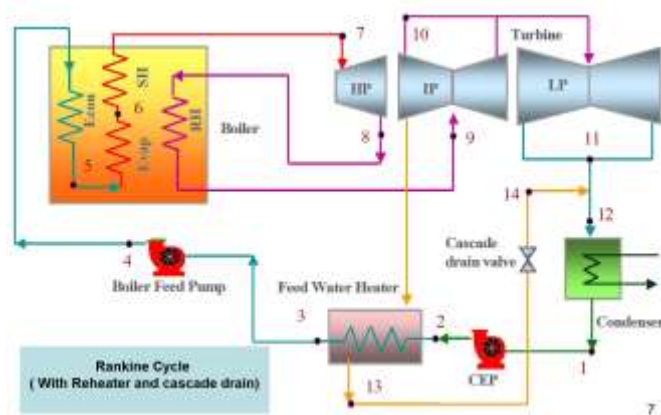


Gambar 3. 3 Diagram T-s Siklus Rankine ideal  
(Sumber: PT POMI)

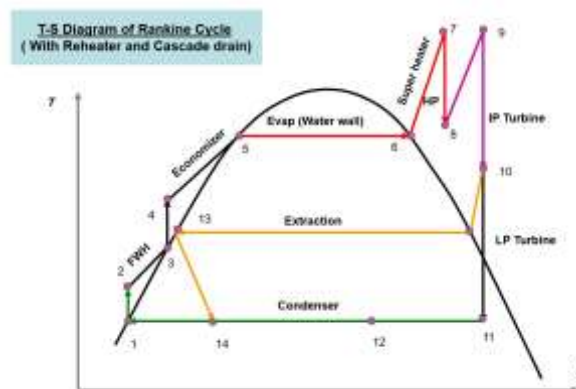
Pada siklus rankine ideal air akan mengalami proses seperti pada gambar 3.3 yang terdiri dari:

- 2-3. Proses kompresi-isentropik yaitu pemompaan air masuk kedalam *Boiler*. Disini tekanan bertambah dan suhu sedikit naik.
- 3-5. Proses pemberian kalor dengan tekanan yang konstan di dalam *Boiler* yang menjadikan air berubah menjadi uap panas lanjut. Volume bertambah besar, suhu bertambah tinggi dan entropi bertambah besar.
- 6-1. Proses ekspansi isentropik uap yang ada didalam turbin yang menjadikan turbin berputar yang berguna untuk memutar poros generator untuk menghasilkan listrik. Volume uap bertambah besar, tekanan menurun, suhu menurun, dan entropi konstan.
- 1-2. Proses pengembunan uap keluar turbin menjadi air kembali didalam kondensor pada tekanan yang konstan. Suhu konstan dan volume mengecil.

Pada penerapan siklus rankine ada beberapa modifikasi proses yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi termal. Seperti penggunaan *pre-heater* sebelum masuk ke *Boiler*, dan penggunaan *re-heat* dimana uap yang keluar dari *HP Turbine* dikembalikan ke *Boiler* untuk dipanaskan ulang sehingga dapat digunakan lagi untuk masuk ke *LP Turbine*. Skema dan diagram T-s dari siklus rankine *re-heat regeneratif* dapat dilihat pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5.



Gambar 3. 4 Gambar Siklus Rankine *re-heat regeneratif*  
(Sumber: PT POMI)



Gambar 3. 5 Diagram T-s Siklus Rankine *re-heat regeneratif*  
(Sumber: PT POMI)

Pada siklus rankine *re-heat regeneratif* akan mengalami beberapa proses seperti pada gambar diatas yang terdiri dari:



- 1-2. Kompresi isentropik pada pemompaan air masuk ke *FWH (Feed Water Heater)*. Tekanan bertambah tinggi dan suhu sedikit naik.
- 2-3. Penambahan kalor dengan tekanan konstan di *FWH (Feed Water Heater)* menjadi temperatur air mengalami peningkatan. Suhu bertambah tinggi, volume dan entropi bertambah besar.
- 3-4. Kompresi isentropik pada pemompaan air masuk ke *Economizer*. Tekanan bertambah tinggi dan suhu sedikit naik.
- 4-7. Proses pemberian kalor dengan tekanan yang konstan di dalam *Boiler* yang menjadikan air berubah menjadi uap panas lanjut. Volume bertambah besar, suhu bertambah tinggi dan entropi bertambah besar.
- 7-8. Expansi isentropik pada *HP Turbine*. Volume uap bertambah besar, tekanan dan suhu menurun sedangkan entropi konstan.
- 8-9. Pemanasan ulang uap dari *HP Turbine* dengan tekanan konstan. Suhu bertambah tinggi, volume dan entropi bertambah besar.
- 9-11: Expansi isentropic pada *LP Turbine*. Volume uap bertambah besar, tekanan dan suhu menurun sedangkan entropi konstan.
- 11-1: Pelepasan kalor dan pengembunan uap keluaran *LP Turbine* menjadi air kembali didalam kondensor dengan tekanan konstan. Suhu konstan dan volume mengecil.

### **3.3 Komponen PLTU**

#### *1. Boiler*

*Boiler* berfungsi untuk memanaskan dan mengubah air menjadi uap panas lanjut yang akan digunakan untuk memutar turbin uap.

#### *2. Kondensator*

Kondensator berfungsi untuk mengembunkan uap panas keluaran turbin. Proses ini mengubah uap menjadi air.

#### *3. Turbin Uap*

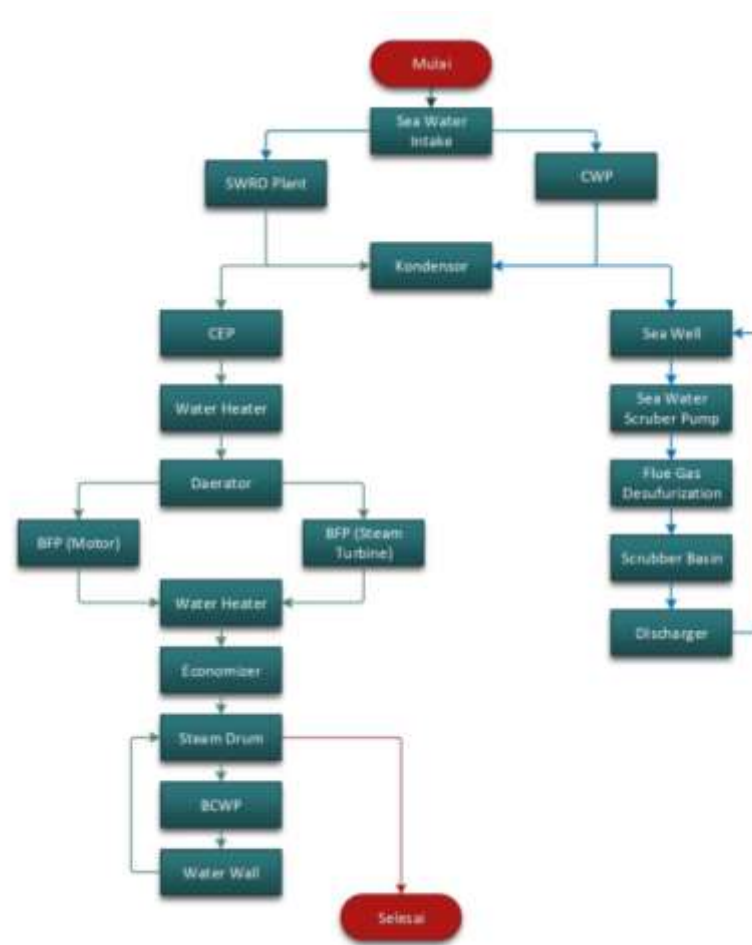
Turbin uap berfungsi mengonversikan atau mengubah energi potensial yang ada pada uap menjadi energi putar (energi mekanik). Turbin uap yang dipasang seporos dengan generator menyebabkan generator ikut berputar ketika turbin uap berputar.

#### 4. Generator

Generator berfungsi untuk mengubah energi putar (energi mekanik) menjadi energi listrik melalui proses induksi elektromagnetik.

### 3.4 Siklus Air

Sistem air berawal dari pemanfaatan air laut dengan menghilangkan kandungan garam menggunakan alat yang bernama *Sea Water Reverse Osmosis* (SWRO), kemudian air tersebut di treatment sampai air memenuhi kualitas untuk mengisi *Boiler* dan dialirkan ke *Condenser* melalui *Water Make Up* untuk membantu proses pendinginan steam menjadi air kembali. Uap yang telah menjadi air kemudian dipompa dengan *Condensor* menuju *Deaerator* yang melewati *Water Heater* (*Water Heater* diambil dari *Extraction Steam*), dimana *Water Heater* menggunakan uap dari LP (*Low Pressure*) *Turbin outlet* untuk memanaskan air dan kemudian air ditampung di *Deaerator* yang berfungsi untuk menghilangkan kandungan gas – gas tertentu sehingga dapat menghasilkan air murni. *Deaerator* memiliki dua *intake*, yaitu *Water Heater* dan uap dari *High Pressure* (HP) *Turbin* yang melewati *High Pressure* (HP) *Water Heater* dan satu *outlet*. Berikut *flowchart* sistem air disajikan pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Digram Siklus Air

(Sumber : Dokumen Pribadi)

*Deaerator* berfungsi sebagai reservoir air dari *Boiler Feed Pump* yang bercabang menjadi 3 (tiga) yaitu 1 (satu) pompa yang bertenaga motor dan 2 (dua) *Auxiliary Steam* dengan *Turbin*. *Boiler Feed Pump* dengan motor digunakan pada saat *plant* baru dihidupkan, karena uap belum dihasilkan jadi tidak menggunakan tenaga uap. *Boiler Feed Pump* ini dapat memindahkan air menuju *Steam Drum* yang melewati *High Pressure (HP) Water Heater* dan *Economizer*.

Air masuk ke *Steam Drum*, di *Steam Drum* air dan uap dipisahkan sehingga air dapat dipompa oleh *Boiler Circulating Water Pump* untuk dialirkan ke *Water Wall*, kemudian dari *Water Wall* air kembali ke *Steam Drum*, yang mana hal ini dinamakan sirkulasi paksa karena ada pompa. Ada beberapa

*boiler* yang tidak menggunakan pompa, hal tersebut tersirkulasi karena ada perbedaan densitas ketika waktu pembakaran air yang mendidih akan naik sendiri dan hal tersebut dinamakan natural.

a. *Sea Water Reverse Osmosis (SWRO)*

*Sea Water Reverse Osmosis* merupakan teknologi yang dapat mengubah air yang memiliki kandungan garam menjadi air tawar.

b. *Condenser*

*Condenser* merupakan salah satu komponen utama dari PLTU yang berfungsi untuk mengkondensasikan uap keluaran turbin menjadi air dengan pendingin air laut. Setelah *LP Turbin* diputar oleh uap, kemudian uap akan mengalir menuju *Condenser* untuk didinginkan lalu berubah menjadi air. Letak *Condenser* berada dibawah *LP Turbin*.

c. *Condensate Extraction Pump*

*Condensate Extraction Pump* berfungsi untuk memompa fluida yang telah berubah fase dari uap menjadi cair untuk selanjutnya diteruskan menuju *Daerator*.

d. *Water Heater*

*Water Heater* berfungsi memanaskan air sebelum diproses perubahan fasa menjadi uap.

e. *Deaerator*

*Deaerator* berfungsi untuk menyerap gas – gas yang terkandung pada air pengisi *boiler* terutama  $O_2$ , karena gas ini akan menimbulkan korosi dan gas – gas lain yang cukup bahaya adalah  $CO_2$ . Gas  $O_2$  dan  $CO_2$  akan bereaksi dengan material *boiler* dan menimbulkan korosi yang sangat merugikan. Penempatan posisi deaerator yang tinggi memungkinkan pemberian suction head yang cukup untuk *Boiler Feed Water Pump*.

f. *Boiler Feed Pump*

*Boiler Feed Pump* berfungsi mengalirkan *feed water* ke *steam drum*. Terdapat 2 *Boiler Feed Pump* penggerak turbin dan 1 penggerak motor. Untuk start awal menggunakan motor tetapi jika sistem berjalan menggunakan *auxillary steam*.

g. *Economizer*

*Economizer* berfungsi untuk meningkatkan temperature air sebelum menuju ke *Steam Drum*. Komponen ini berada dalam *boiler* yang terdiri dari rangkaian pipa – pipa yang menerima air dari *Water Heater*. Sumber panas yang diperlukan oleh alat tersebut berasal dari gas buang dalam *boiler*. Air mengalir dalam pipa – pipa, sementara di luar mengalir gas buang yang berasal dari hasil pembakaran *boiler*.

h. *Steam Drum*

*Steam Drum* berfungsi untuk memisahkan antara air dan uap basah setelah proses pemanasan yang terjadi di dalam *Boiler*. Memiliki fungsi sama dengan separator.

i. *Boiler Circulating Water Pump*

Pompa ini berfungsi untuk memompa air yang keluar dari *Steam Drum* untuk masuk ke *Water Wall* untuk dipanaskan menjadi uap basah.

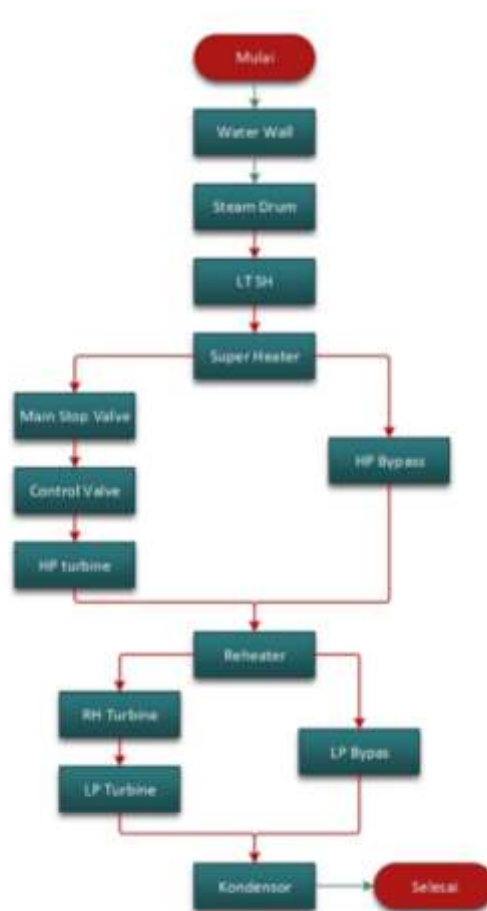
j. *Water Wall*

*Water Wall* merupakan tempat pemanasan air dengan siklus tertutup air yang keluar dari *Steam Drum* kemudian dijadikan uap basah dengan cara dipanaskan yang kemudian uap basah dikembalikan ke *Steam Drum*. *Water Wall* terletak di dalam *Boiler*.

### 3.5 Siklus Uap

Sistem uap dimulai dari *water wall* karena titik panas berada di *water wall*, sehingga terjadi perubahan fasa dari air menjadi uap (uap campuran). Di *steam drum* dipisahkan antara uap dan air menggunakan alat bernama *separator* kemudian uap dilanjutkan ke LTSH (*Low Temperature Super Heater*). Tingkatan pemanasan ada 3 yaitu: *LTSH*, *Secondary Super Heater* dan *Final Super Heater*. Dari *super heater* menuju ke HP turbin, pada turbin terdapat *Main Stop Valves* (MSV) yang dapat digunakan untuk kondisi turbin saat beroperasi atau tidak, jika beroperasi MSV akan terbuka begitu sebaliknya, *control valves* yang dapat mengatur jumlah uap. Dari HP turbin setelah uapnya digunakan akan menuju turbin. Uap ini merupakan energi panas dimana dari energi kimia melalui pembakaran dari batu bara menjadi

energi panas. Dan energi panas ini yang akan dibawa oleh steam menuju turbin sehingga menjadi energi mekanik. Setelah digunakan energinya kemudian uap tersebut dipanaskan kembali ke *reheater* dan digunakan kembali ke *reheat* turbin lalu dibawa ke LP turbin kemudian uapnya didinginkan menjadi air kembali dan hal ini dinamakan siklus tertutup. Karena ada *losses*, maka air yang digunakan perlu ditambah. Berikut *flowchart* sistem uap disajikan pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Digram Siklus Uap

(Sumber : Dokumen Pribadi)

a. *Steam Drum*

*Steam Drum* berfungsi untuk memisahkan antara air dan uap basah setelah proses pemanasan yang terjadi di dalam *boiler*. *Steam drum* juga berfungsi sebagai tempat penampungan *feedwater*.

b. *LTSH (Low Temperature Super Heater)*

*Low Temperature Super Heater* merupakan tempat untuk memanaskan *saturated steam* yang keluar dari *Steam Drum*. *Low Temperature Super Heater (LTSH)* juga berfungsi untuk meningkatkan *temperature* uap basah yang keluar dari *Steam Drum* dan juga merubah dari uap basah menjadi uap kering.

c. *Super Heater*

*Super Heater* merupakan alat untuk memanaskan uap kering yang keluar dari *LTSH* dengan memanfaatkan gas panas hasil pembakaran. Panas dari gas ini dipindahkan ke uap kering yang ada dalam pipa *Super Heater*, sehingga berubah menjadi *superheated steam*. Terdapat 2 panel yang ada di *super heater* ini yaitu *super heater division panel* dan *super heater final*.

1. *Super Heater Division Panel*

*Division Superheater Panel* atau yang dapat disebut juga dengan *second superheater* merupakan tempat dimana steam yang sudah kering dipanaskan kembali agar menaikkan temperatur pada uap kering.

2. *Final Super Heater*

*Final Super Heater* adalah tempat dimana uap yang kering dinaikkan temperaturnya sebelum akhirnya keluar dan masuk ke Turbin untuk menggerakkan HP Turbine.

d. *MSV (Main Stop Valve)*

*Main Stop Valve (MSV)* adalah sebuah katub yang men-*start* atau men-*stop* aliran uap.

e. *Control Valves*

*Control Valves* berfungsi untuk mengendalikan uap dengan cara membuka/menutup penuh atau membuka/menutup sebagian respon terhadap sinyal yang diterima dari pengendali yang membandingkan

*setpoint* untuk variabel proses yang nilainya akan diberikan oleh sensor yang dapat memantau perubahan dalam kondisi seperti itu.

f. *HP Turbine (High Pressure)*

*Superheated Steam* yang dihasilkan oleh *super heater* akan masuk ke dalam turbin untuk menggerakkan sudu – sudu *high pressure (HP) turbine*. Uap tersebut masuk ke *steam jet*. Disini kecepatan uap dinaikkan, sebagian energi kinetik dari uap tersebut dikirim kesudu-sudu turbin untuk berputar. Besar dan kecil beban sangat berpengaruh sekali terhadap uap yang dihasilkan. Bila beban cukup tinggi, maka uap yang dibutuhkan juga besar dan sebaliknya jika beban rendah, maka uap yang dibutuhkan juga rendah.

g. *Reheat*

*Reheater* merupakan salah satu alat pada bagian *boiler* yang berfungsi untuk memanaskan kembali uap keluaran dari turbin uap (*HP Turbine*), sehingga kembali menjadi uap *superheated*.

h. *RH Turbine dan LP Turbine (Reheat dan Low Pressure)*

Setelah tekanan dan temperatur *Superheated steam* turun maka *Superheated steam* tersebut akan dikembalikan ke *boiler* untuk pemanasan ulang. Pemanasan ulang ini berlangsung dibagian *boiler* yang disebut *Reheater*. *Superheated steam* akan dikembalikan untuk memutar *Reheat (RH) Turbine* dan *Low Pressure (LP) Turbine*. Sehingga dari gerakan sudu-sudu ini akan memperkuat gerakan poros turbin. Poros turbin ini dihubungkan dengan poros generator menggunakan kopling tetap (*fixed coupling*). Sehingga pada generator terjadi perubahan energi dari energi mekanik menjadi energi listrik.

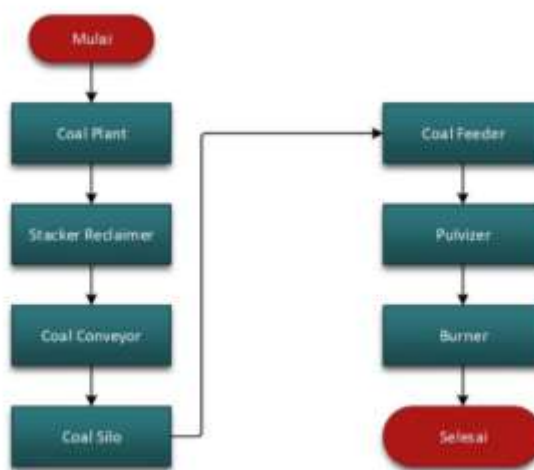
### 3.6 Siklus Bahan Bakar

Sistem bahan bakar ini dimulai dari *coal plant* dengan alat yang bernama *stacker reclaimer* yang berfungsi untuk memindahkan batu bara ke *coal conveyor*. *Coal conveyor* memindahkan bahan bakar ke *coal silo*, dari *coal silo* turun ke *coal feeder* yang berfungsi untuk mengatur bahan bakar



yang dibutuhkan sesuai kebutuhan proses dan selanjutnya menuju *Pulverizer*. Pada *pulverizer* terdapat empat proses yaitu: *drying*, *grinding*, *classifying*, *transport*. Dari *pulverizer* lalu menuju *furnace (burner)* di *furnace* terdapat *fuel oil* untuk penyalaan awal.

Terdapat dua jenis bahan bakar yang digunakan dalam proses pemanasan air pada PLTU Paiton unit 7 dan 8 yaitu *Fuel Oil* (solar) dan *Coal* (batu bara). Berikut *flowchart* sistem bahan bakar *Coal* (batu bara) disajikan pada Gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Digram Siklus Bahan Bakar

(Sumber : Dokumen Pribadi)

a. *Coal Plant*

*Coal Plant* merupakan tempat penampungan sementara batu-bara. Pada *Coal Plant* terjadi proses *stacking* dan juga *reclaim* batubara.

b. *Stacker Reclaimer*

Alat ini merupakan sebuah *Conveyor* yang kompleks dan terpasang pada sebuah struktur yang dapat bergerak. Didalam proses *stacking*, *Stacker* menyalurkan batu-bara melalui sebuah lengan yang dapat diatur agar selalu diam ditempat, sehingga batu-bara yang tumpah melalui lengan itu akan membentuk timbunan yang tinggi. Didalam proses *reclaim*, *reclaimer* melakukan pengambilan batu bara yang ada pada *coal pile* yang nantinya menuju ke *coal conveyor*.

c. *Coal Conveyor*

*Coal Conveyor* merupakan suatu sistem mekanik yang berfungsi untuk memindahkan batu-bara dengan jumlah banyak dari satu tempat ke tempat yang lain. Pada unit 7 dan 8 menggunakan jenis *Belt Conveyor*. *Belt Conveyor* berbentuk semacam sabuk besar yang terbuat dari karet yang bergerak melewati *Head Pulley* dan *Tail Pulley*, keduanya berfungsi untuk menggerakkan *Belt Conveyor*, serta *Transioning Pulley* yang berfungsi sebagai peregang *Belt Conveyor*.

d. *Coal Silo*

*Coal Silo* merupakan tempat menampung batu-bara sebelum dijatuhkan menuju ke *Coal Feeder*. Terdapat 6 buah *Coal Silo*, dimana masing masing memiliki kapasitas sebesar 600 ton, namun *Coal Silo* yang beroperasi hanya berjumlah 5 unit, sehingga jumlahnya mencapai  $600 \times 5 = 3000$  ton.

e. *Coal Feeder*

*Coal Feeder* adalah alat yang berfungsi untuk mengalirkan batubara dari *Coal Silo* menuju *Pulverizer* sesuai kebutuhan. Didalam *Coal Feeder* terdapat motor yang digunakan untuk mengatur kecepatan dari *Belt Conveyor*. *Coal Feeder* mengatur banyak sedikitnya batubara yang dialirkan ke *Pulverizer* berdasarkan beban yang masuk kedalamnya.

Ketika beban yang terpasang besar maka *Coal Feeder* akan memerintahkan *Belt Conveyor* untuk berjalan lebih cepat dengan maksud bahwa batubara yang masukan kedalam *Pulverizer* akan lebih banyak, sehingga proses pembakaran juga akan semakin banyak dan daya yang dihasilkan akan lebih besar. Sebaliknya, jika beban yang terpasang sedikit maka *Coal Feeder* akan memerintahkan *Belt Conveyor* untuk berjalan lambat sehingga daya yang dihasilkan juga akan berkurang.

f. *Pulverizer*

*Pulverizer* merupakan alat untuk menghancurkan atau menggiling batubara sehingga menjadi serbuk halus yang kemudian bersama dengan udara panas primer akan ditransferkan ke *Furnace*. Fungsi lain dari *Pulverizer* adalah untuk mengeringkan batu-bara dan juga untuk mengklasifikasikan batu-bara. Pengeringan batubara bertujuan agar batubara mudah dihaluskan serta dibakar, sedangkan pengklasifikasian batu-bara bertujuan untuk memastikan bahwa batubara yang masuk kedalam *boiler* benar-benar halus, dan memisahkan dari benda benda asing. Batubara atau benda asing yang tidak tergiling akan keluar melalui sebuah lubang yang ditampung pada *Pyrites Hopper* dan kemudian akan dibawa bersama dengan *Bottom Ash* untuk selanjutnya diproses pada *Bottom Ash Handling System*. Dalam penggunaan *Pulverizer* yang perlu diperhatikan adalah temperatur udara primer, karena temperatur yang terlalu tinggi dapat membakar batubara di dalam *Pulverizer* dan dapat menyebabkan kebakaran dan ledakan pada *pulverizer* serta membuat unit trip. Sedangkan jika temperatur terlalu rendah maka batubara tidak benar benar kering sehingga sulit untuk dihaluskan dan dibakar.

g. *Burner (Furnace)*

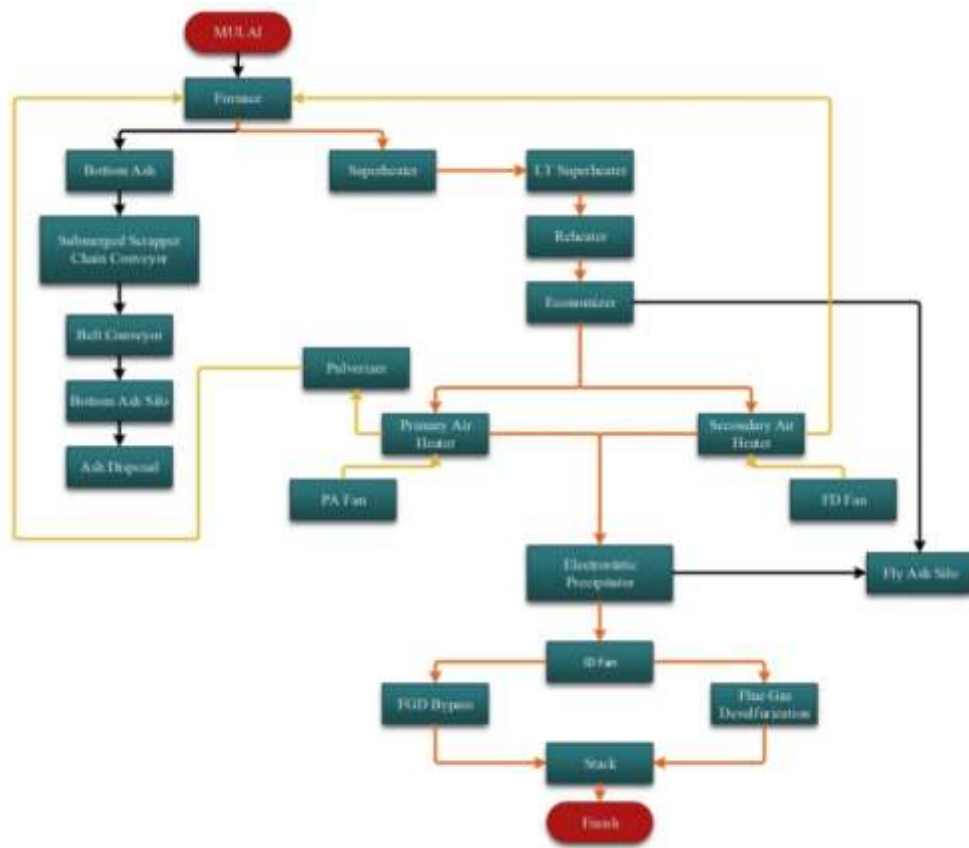
Batubara merupakan bahan bakar utama yang digunakan pada PLTU namun untuk startup dibutuhkan bahan bakar lain yaitu solar (*Fuel Oil*). Panas yang diperlukan untuk pembakaran disediakan oleh Ignitor yang kemudian membakar *Fuel Oil*. Panas yang dihasilkan cukup untuk menyalakan bahan bakar batubara yang masuk *Boiler* sehingga setelah itu ignitor dapat dimatikan

### **3.7 Siklus Udara dan Gas Buang**

Udara pembakaran ada 2 (dua) macam, yaitu *Primary Air* (udara primer) dan *Secondary Air* (udara sekunder). Udara primer dipasok oleh PA fan yang dihembuskan menuju *Pulverizer* dengan bersama serbuk batu bara akan dialirkan ke *Furnace*. Suhu udara primer tidak boleh terlalu tinggi maupun terlalu rendah karena akan mengakibatkan batu bara menyala pada

*Pulverizer* dan akan mengakibatkan ledakan, sedangkan suhu terlalu rendah akan mengakibatkan batu bara tidak cepat kering.

Udara primer tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan turbulensi untuk melakukan pencampuran bahan bakar secara sempurna, untuk itu diperlukan pasokan udara sekunder yang dihasilkan oleh *FD Fan*. *FD fan* sendiri berkaitan dengan kebutuhan udara pembakaran. Faktor terjadinya pembakaran ada empat yaitu: faktor udara, bahan bakar, panas, dan reaksi kimia. Pada PLTU perlu diperhatikan terkait kebutuhan udara dan bahan bakar jika ada tambahan udara yang masuk pada daerah *Flue Gas* akan terjadi ledakan. Pada daerah *Secondary Air Heater* dipanaskan dari *Flue Gas* dengan *air heater* kemudian masuk ke ruang bakar. selain terjadi pembakaran diruang bakar juga terjadi tekanan yang positif jika ada api, maka dari itu terdapat *ID fan* yang untuk menjaga tekanan di ruang bakar tetap negatif. Setelah itu, sisa dari pembakaran akan berfungsi sebagai sumber panas untuk *water wall*, *super heater*, *LTSH*, *economizer* dan juga memanaskan *air heater*. Terdapat penyaringan debu yang akan dialirkan menuju *Flue Gas Desulfurization (FGD)* yang berfungsi untuk menurunkan kadar  $\text{SO}_2$  yang terdapat pada batu bara agar ramah lingkungan dan tidak terjadi hujan asam. Terdapat *Bypass* yang merupakan tempat *oil FGD* jika masih terjadi pembakaran melalui *Stack*, dan dibuang ke udara bebas dengan catatan memenuhi syarat UU tentang lingkungan. Berikut *flowchart* sistem udara dan gas buang pada Gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Digram Siklus Udara & Gas Buang

(Sumber : Dokumen Pribadi)

a. *Primary dan Secondary Air Heater*

*Primary Air Heater* berfungsi untuk memanaskan udara bertekanan yang dipasok oleh PA Fan yang nantinya akan dialirkan ke dalam *Pulverizer* untuk membantu pengeringan batu bara agar mudah dihaluskan.

Fungsi dari *Primary Air Heater* dan *Secondary Air Heater* sebenarnya hampir sama, namun *Secondary Air Heater* mengalirkan udara yang lebih panas lalu kemudian dialirkan menuju *Furnace* untuk membantu mempermudah proses pembakaran.

b. *Electrostatic Precipitator*

*Fly Ash* yang terbawa bersamaan dengan gas sisa hasil pembakaran akan diarahkan menuju *Electrostatic Precipitator (ESP)* ditarik Menggunakan *Induce Draft (ID) Fan*. *ESP* digunakan sebagai pemisah *Fly*

*Ash* dengan gas sisa hasil pembakaran menggunakan medan magnet elektrik. *Fly Ash* yang terpisah dengan gas buang akan menuju ke *Fly Ash Silo* sedangkan gas sisa pembakaran akan menuju ke *Flue Gas Desulfurization (FGD)*.

c. *ID Fan, FD Fan, dan PA Fan*

Hanya bergantung pada udara primer saja tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan untuk melakukan pencampuran bahan bakar secara sempurna. Oleh karena itu dibutuhkan udara sekunder yang berasal dari *FD Fan*. *ID Fan* digunakan sebagai penyalur gas sisa gas buang yang telah melewati *air heater* untuk diproses menuju *Flue Gas Desulfurization (FGD)*.

d. *Flue Gas Desulfurization*

*Flue Gas Desulfurization (FGD)* merupakan tempat terakhir sebelum gas hasil pembakaran batu bara di buang ke udara bebas melalui cerobong asap (*Stack*). Saat udara panas tersebut memasuki *FGD* maka akan terjadi pengurangan atau menghilangkan kadar gas sulfur ( $\text{SO}_2$ ) dan gas gas polutan lainnya yang dapat mencemarkan lingkungan. Untuk di PLTU Paiton, Khususnya unit 7&8 terdapat sebuah sistem penangan khusus untuk menyerap zat - zat berbahaya yang terkandung dalam gas sisa yang dihasilkan oleh proses pembakaran batu bara di dalam *Furnace*, yaitu menggunakan *flue gas desulfurization (FGD)*.

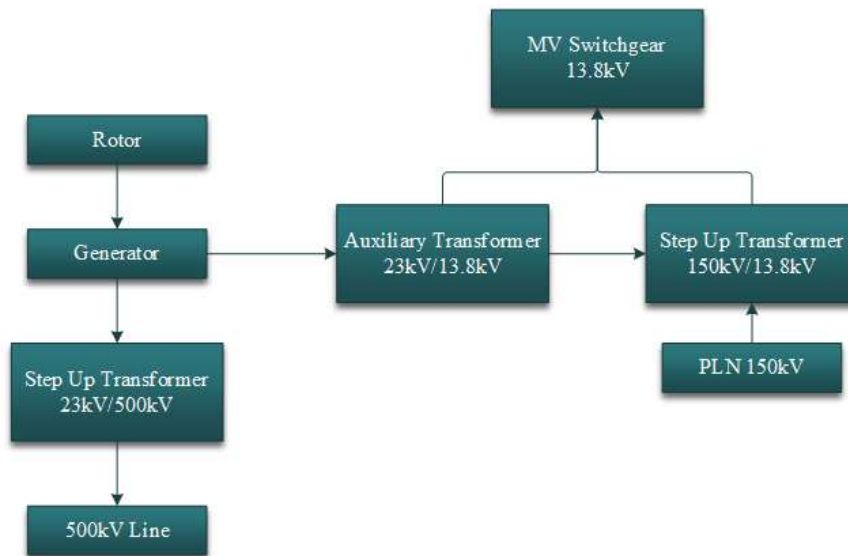
e. *Stack*

*Stack* berfungsi untuk memindahkan gas buang dari *boiler* dan membuangnya ke atmosfer. Gas buang yang masuk kedalam *Stack* adalah gas buang yang telah dihilangkan baik residu dan gas gas berbahaya, sehingga tidak akan mencemari lingkungan saat keluar dari *stack*.

### 3.8 Sistem Kelistrikan

Ketika rotor berputar akan menghasilkan daya mekanik berupa putaran. generator yang dikopel langsung dengan turbin berputar menghasilkan energi listrik. Terdapat trafo dari yang dikirim ke jaringan dari 23 KV – 500 KV dan juga melalui *auxiliary transformer* yang digunakan

untuk kebutuhan internal (*plant house load*). Jika Unit dalam keadaan inservice energi yang didapatkan bersumber dari *start up transformer* yang powernya diambil dari PLN 150 KV. Berikut flowchart sistem elektrikal disajikan pada gambar 3.10.

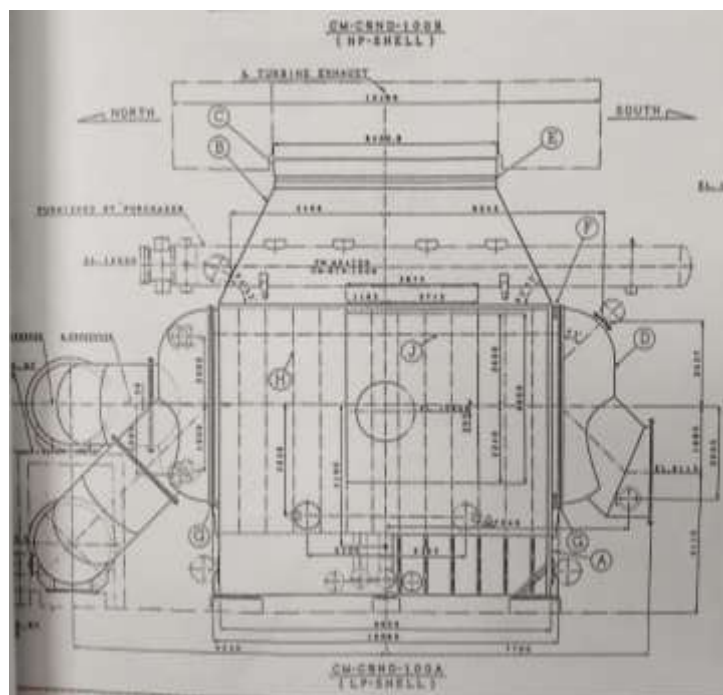


Gambar 3. 10 Digram Kelistrikan  
(*Sumber : Dokumen Pribadi*)

## BAB 4. KINERJA KONDENSOR PADA PT POMIC UNIT 7 DAN 8

### 4.1 Pengertian Kondensor

Kondensor merupakan alat penukar kalor yang berfungsi untuk mengkondensasikan uap keluaran turbin. Uap setelah memutar turbin langsung mengalir menuju kondensor untuk diubah menjadi air (dikondensasikan), hal ini terjadi karena uap bersentuhan langsung dengan pipa-pipa (*tubes*) yang didalamnya dialiri oleh air pendingin (Gunarto, dkk. 2019). Proses perubahan uap menjadi air di kondensor menimbulkan pelepasan panas dari uap ke air pendingin. Jumlah panas yang berpindah atau diserap air pendingin sangatlah besar mengingat jumlah uap bekas turbin juga besar. Panas ini kemudian dibuang ke laut atau ke udara tanpa dapat dimanfaatkan (Jantri, 2021). Desain dan komponen pada kondensor dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.



Gambar 4. 1 Desain Kondensor

(Sumber : Buku I&O Steam Surface Condenser)



PART SYM	NAME OF PART	MATERIAL	CODE ASTM
A	SHELL	CARBON STEEL	A283 Gr.C
B	EXHAUST NECK	CARBON STEEL	A283 Gr.C
C	EXHAUST CONNECTION	CARBON STEEL	A283 Gr.C
D	WATERBOXES	CARBON STEEL	A283 Gr.C
E	EXHAUST EXP. JOINT	REINFORCED RUBBER	————
F	SHELL EXP. JOINT	CARBON STEEL	A283 Gr.C
G	TUBESHEETS	SOLID TITANIUM	B265 Gr.3
H	TUBE SUPPORT PLATES	CARBON STEEL	A283 Gr.C
J	TUBES	TITANIUM	S338 Gr.2
K	CROSSOVER PIPING	CARBON STEEL	A283 Gr.C
L	REHEATING TRAYS	CARBON STEEL	A283 Gr.C
M	CONDENSATE CONNECTION PIPES	CARBON STEEL	A106 Gr. B

Gambar 4. 2 Keterangan Komponen Kondensor

(Sumber : Buku I&O Steam Surface Conndenser)

Oleh karena itu kondensor merupakan salah satu komponen utama yang sangat penting, maka kemampuan kondensor dalam mengkondensasikan uap keluaran turbin harus benar-benar diperhatikan, sehingga perpindahan panas antara fluida pendingin dengan uap keluaran turbin dapat maksimal dan pengkondensasian terjadi dengan baik.

#### 4.2 Jenis Jenis Kondensor

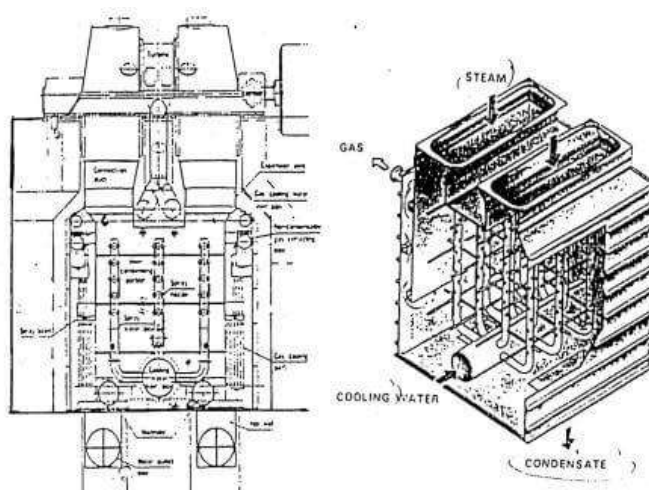
Pada siklus pembangkit, kondensor dengan jenis kontak langsung yang banyak digunakan. Jenis ini banyak digunakan pada pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) yang siklus kerjanya terbuka. Kondensor merupakan peralatan vital yang kinerjanya sangat berpengaruh terhadap daya keluaran turbin uap sekaligus efisiensi dari pembangkit itu sendiri (Alief Rakman, 2020). Kemampuan kondensor di dalam proses kondensasi menentukan berapa besar daya yang mampu dihasilkan oleh turbin uap tersebut. Dilihat dari proses perpindahan panasnya ada dua jenis kondensor, yaitu:

##### a. Kondensor Kontak Langsung (*Dirrect Contact Condenser*)

*Dirrect Contact* uap secara langsung. Perpindahan panas pada kondensor ini dilakukan dengan menyempotkan air pendingin ke aliran uap secara langsung. Air kondensat yang terkumpul di kondensor sebagian digunakan sebagai air pendingin kondensor dan selebihnya dibuang.

Pada bagian dalam ditempatkan beberapa buah pipa dan nosel penyemprot. Air pendingin mengalir melalui pipa dan nosel penyemprot

karena perbedaan tekanan dan gaya gravitasi antara penampungan air pendingin (*Basin Cooling Tower*) dengan kondensor. Uap yang terkena semprotan air pendingin akan melepaskan panasnya dan selanjutnya diserap oleh air penyemprot. Uap yang telah melepaskan panasnya akan mengembun (terkondensasi) menjadi air bercampur dengan air penyemprot, sehingga kedua fluida tersebut mencapai temperatur akhir yang sama di *Hot Well*. Dilengkapi dengan gambar pendukung kondensor jenis kontak langsung dapat dilihat pada Gambar 4.3.



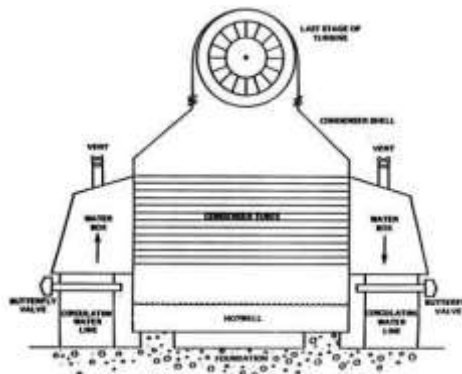
Gambar 4. 3 Kondensor jenis kontak langsung

(Sumber : rakhman.net)

b. Kondensor Permukaan (*Surface Condenser*)

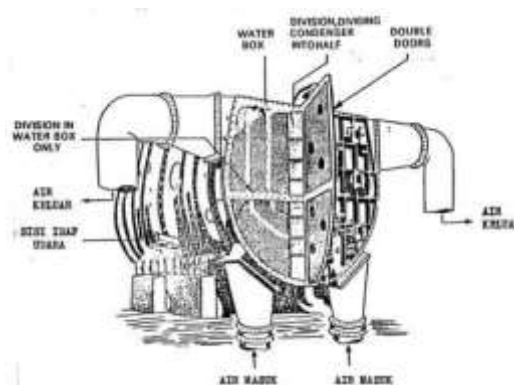
Pada Jenis ini, uap terpisah dari air pendingin, uap berada diluar pipa-pipa sedangkan air pendingin berada didalam pipa. Perpindahan panas dari uap ke air terjadi melalui perantaraan pipa-pipa. kemurnian air pendingin tidak menjadi masalah karena terpisah dari air kondensat.

Dengan penyekatan yang tepat ruang air (*water box*) dari air pendingin dapat dibuat satu atau dua aliran melintas sebelum mencapai keluaran. Apabila aliran air pendingin hanya sekali melintas, maka disebut kondensor lintasan tunggal (*single pass*), sedang apabila air pendingin melintasi dua kali, maka disebut kondensor lintasan ganda (*double pass*). Kondensor *surface* jenis *single pass* dan *double pass* dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5.



Gambar 4. 4 Kondensor *Single Pass*

(Sumber : rakhman.net)



Gambar 4. 5 Kondensor *Double Pass*

(Sumber : rakhman.net)

### 4.3 Prinsip Kerja Kondensor

Pada bagian sebelumnya sudah sempat dijelaskan, bahwa kondensor bekerja dengan cara mengalirkan uap ke sebuah ruangan berisi pipa. Uap tersebut akan mengalir di bagian *shell side* atau luaran pipa. Sedangkan pipa dialiri oleh air yang berfungsi sebagai pendingin (Alief Rakhman, 2020). Lebih lanjut, cara kerja kondensor terbagi menjadi dua karena alat ini juga terdiri dari dua jenis, yaitu *surface* dan *direct contact* kondensor.

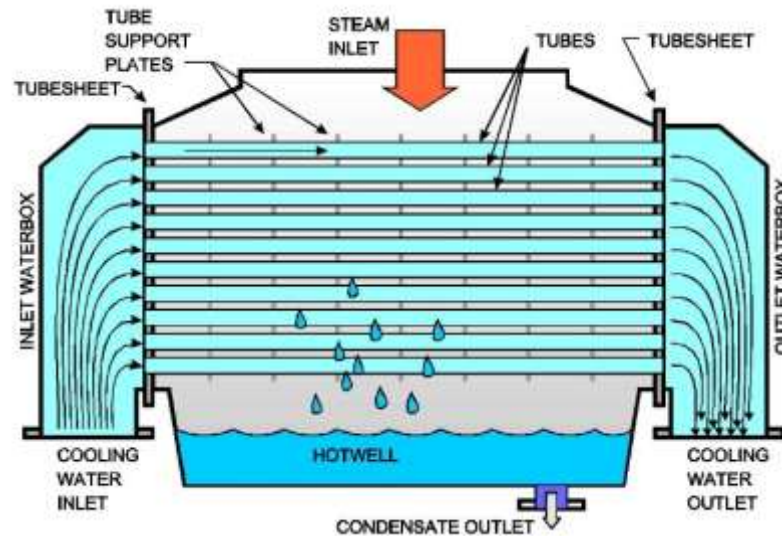
PT POMI sendiri menggunakan kondensor jenis *surface*. Pada kondensor jenis ini, pengubahan dilakukan dengan cara mengalirkan uap ke dalam ruangan berisi pipa hingga uap memenuhi bagian luar pipa. Pada pipa sendiri dialirkan air yang berfungsi sebagai elemen pendingin. Uap yang memiliki temperatur panas akan bersentuhan langsung dengan pipa yang

bersuhu dingin karena sudah dialiri air di dalamnya. Kalor atau energi panas dari uap pun akan terserap. Hal ini membuat suhunya turun, kemudian terjadilah proses kondensasi. Berikut adalah spesifikasi kondensor PT POMI disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data spesifikasi kondensor

Keterangan		Unit	Low Pressure Shell	High Pressure Shell
<i>Heat Duty</i>		kJ/h	1,4807x10 <sup>9</sup>	1,4807x10 <sup>9</sup>
<i>Cooling Surface</i>		m <sup>2</sup>	14650	13980
<i>Condenser Pressure</i>		kPa	7,365	9,227
<i>Cooling Water Inlet Temp.</i>		°C		29,2
<i>Water Velocity in Tubes</i>		m/s	2,28	2,28
<i>Colling Water Quality</i>		-		Sea Water
<i>Outside Diameter</i>		mm		31,75
<i>Tubes</i>	<i>Thickness</i>	mm	0,71	0,89
	<i>Effective Length</i>	mm	10060	9600
	<i>Number</i>	-	14600	14600
<i>Hotwell Capacity</i>		m <sup>3</sup>	95 (Normal Water Level)	
<i>Design Pressure</i>	<i>Shell Side</i>	kPa	98 & Vac	
	<i>Waterbox Side</i>	kPa	545 & -70kPa (-10,1 Psig)	
<i>Design Temperature</i>	<i>Shell Side</i>	°C	80	
	<i>Waterbox Side</i>	°C	49	

(Sumber : Buku I&O Steam Surface Condenser)



Gambar 4. 6 Kondensor  
(Sumber : google images)

Komponen utama kondensor yaitu :

a. *Shell*

*Shell* kondensor merupakan tempat dari pipa-pipa (*tubes*) yang sisi dalam *shell* dimanfaatkan untuk mengalirkan fluida uap dari turbin bertekanan rendah menuju *hotwel*.

b. *Water Box*

*Water Box* adalah tempat air pendingin sebelum masuk ke pipa didalam kondensor. *Water box* dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 4. 7 Water Box  
(Sumber : PT POMI)

c. *Tubes*

*Tubes* merupakan tempat untuk mengalirkan fluida pendingin yaitu air laut untuk mengondensasikan uap keluaran turbin bertekanan rendah. Tubes kondensor dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Tubes Kondensor

(Sumber : PT POMI)

d. *Hotwell*

*Hotwell* adalah tempat untuk menampung air kondensat dari uap yang sudah dikondensasi.

Perlu diketahui bahwa *surface* kondensor terbagi lagi menjadi dua jenis. Keduanya dibedakan berdasarkan bagaimana cara masuk uap serta air pendingin.

1. *Horizontal* kondensor

Air untuk mendinginkan uap akan dimasukkan melalui sisi bagian bawah. Selanjutnya masuk ke dalam pipa dan keluar di sisi atas. Sementara itu, uap masuk melalui bagian tengah kondensor, selanjutnya keluar melalui kondensat di sisi bawah.

2. *Vertical* kondensor

Berbeda dengan tipe horizontal di atas, air pendingin akan dimasukkan melalui sisi bagian bawah. Berikutnya, air tersebut dialirkan ke dalam pipa dan dikeluarkan melalui saluran di sisi atas kondensor.

#### 4.4 Komponen Penunjang Kondensor

Pada pengoperasian kondensor ada beberapa komponen penunjang penting yang dioperasikan pada saat pengoperasian kondensor. Komponen penunjang pada kondensor yaitu:

### 1. *Circulating Water Pump (CWP)*

*Circulating water pumpu (CWP)* adalah pompa yang digunakan untuk mengalirkan air pendingin (*cooling water*) menuju ke dalam *tube* kondensor. Media pendingin yang digunakan oleh PT POMI yaitu berupa air laut. *Circulating water pumpu (CWP)* dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Circulating Water Pump

(*Sumber* : Dokumen Pribadi)

### 2. *Vacuum Pump*

*Vacuum pump* merupakan pompa yang digunakan untuk menjaga kondensor bekerja dalam keadaan dibawah tekanan atmosfer, dengan cara menghilangkan udara atau gas dari suatu ruang kondensor sehingga menciptakan tekanan vakum didalamnya. Hal ini dilakukan agar uap dari turbin bertekanan rendah dapat dngan mudah mengalir ke kondensor. *Vacuum pump* dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Vacum Pump Kondensor

(*Sumber* : Dokumen Pribadi)

### 3. *Condensate Extraction Pump (CEP)*

*Condensate extraction pump (CEP)* merupakan pompa yang memiliki fungsi utama yaitu untuk mengeluarkan air kondensat dari dalam kondensor menuju proses selanjutnya. *Condensate extraction pump (CEP)* dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4. 11 Condensate Extraction Pump

(Sumber : Dokumen Pribadi)

### 4. *Tubes Cleaning Balls*

*Tubes cleaning balls* berfungsi untuk membersihkan kotoran atau endapan yang mungkin menempel pada dinding dalam *tube* kondensor. Penggunaan bola – bola pembersih ini membantu mempertahankan efisiensi pertukaran panas dengan menjaga *tube* tetap bersih dari lapisan kotoran atau endapan yang dapat menghambat aliran fluida pendingin. *Tubes cleaning balls* dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4. 12 Tubes Cleaning Ball

(Sumber : Dokumen Pribadi)



#### 4.5 Efisiensi Kondensor PT POMI UNIT 7&8

Efisiensi kondensor adalah rasio antara kenaikan suhu air pendingin dengan selisih suhu masuk air pendingin dan temperatur uap jenuh.

Rumus efisiensi kondensor dapat dihitung sebagai berikut: (Akmad Ghozali, dkk., 2020)

$$Efisiensi = \frac{t_2 - t_1}{t_s - t_1} \times 100$$

Dimana :

$t_s$  : temperatur saturated (°C)

$t_1$  : temperatur masuk air pendingin kondensor (°C)

$t_2$  : temperatur keluar air pendingin kondensor (°C)

Perhitungan :

$$\begin{aligned} Efisiensi &= \frac{t_2 - t_1}{t_s - t_1} \times 100 \\ &= \frac{38,767 - 30,988}{42,77 - 30,988} \times 100 \\ &= \frac{7,772}{11,782} \times 100 \\ &= 65,97\% \end{aligned}$$

Hasil perhitungan dari data aktual kondensor pada tanggal 19 Desember 2023 dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil perhitungan data aktual kondensor

JAM	Suhu air pendingin masuk [°C]	Suhu air pendingin keluar [°C]	Suhu uap turbin keluar [°C]	Tekanan vakum kondensor [mmHg]	Efisiensi kondensor [%]
7:00	31,01	38,78	42,79	67,82	65,959252
8:00	31,03	38,8	42,77	70,99	66,183986
9:00	31,05	38,91	43,06	72,27	65,445462
10:00	31,07	39,16	43,08	71,95	67,360532
11:00	31,07	39,16	43,1	71,63	67,248545
12:00	31,05	38,22	41,99	71,31	65,539305
13:00	30,99	38,79	42,83	70,99	65,878378
14:00	30,93	38,76	42,85	70,66	65,687919
15:00	30,87	38,6	42,7	70,34	65,342349
16:00	30,81	38,49	42,53	70,02	65,529010
<b>RATA RATA</b>	<b>30,988</b>	<b>38,767</b>	<b>42,77</b>	<b>70,798</b>	<b>65,97</b>

(Sumber: PT POMI)

Dapat dilihat bahwa rata-rata efisiensi kondensor pada tanggal 19 Desember 2023 di PT POMI dengan menggunakan rumus rasio antara kenaikan suhu air pendingin dengan selisih suhu masuk air pendingin dan temperatur uap jenuh maka didapatkan nilai yaitu sebesar 65,97%. Hasil ini dianalisis bahwa efisiensi kondensor cukup menurun dari 73,5% hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, maka upaya yang dapat dilakukan yaitu melakukan perawatan peralatan secara rutin dan dilakukan overhaul yang akan dilaksanakan pada bulan Januari 2024.

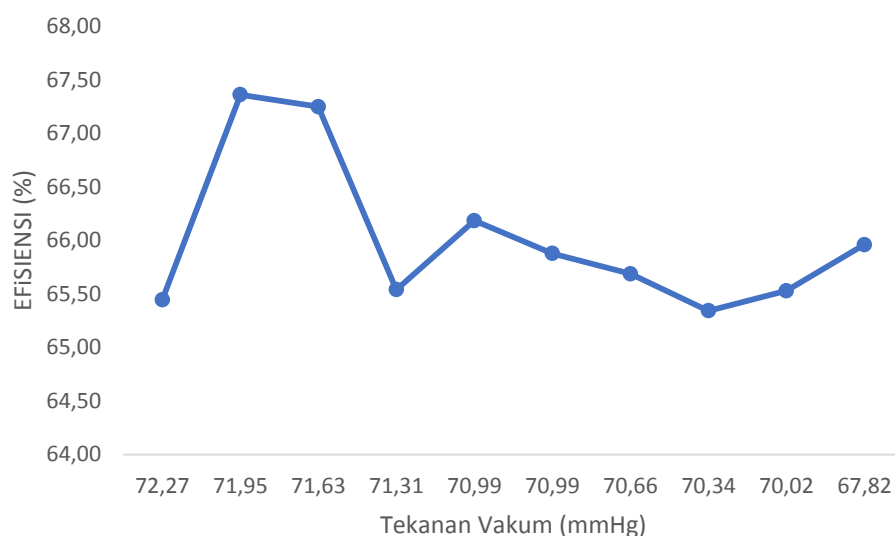
#### 4.6 Faktor Pengaruh Menurunnya Efisiensi Kondensor

Diketahui bahwa pada kondensor terjadi perubahan fasa yang awalnya berupa fasa uap dengan rata rata *temperature* 42,77°C menjadi fasa air dengan *temperature* diperkirakan 38°C dan rata rata tekanan vakum 70,798 mmHg dengan bantuan air pendingin berupa air laut dengan *temperature* 31°C.

Namun efisiensi kondensor sendiri dapat menurun oleh beberapa faktor yaitu :

- a. Tekanan vakum

Tekanan vakum dalam sistem kondensor dapat mempengaruhi efisiensi kondensor. Tekanan vakum yang ideal dalam kondensor dapat meningkatkan kinerja kondensor, sehingga memungkinkan perpindahan panas yang terjadi dalam kondensor menjadi lebih efisien. Grafik hubungan antara tekanan vakum dengan efisiensi kondensor disajikan pada



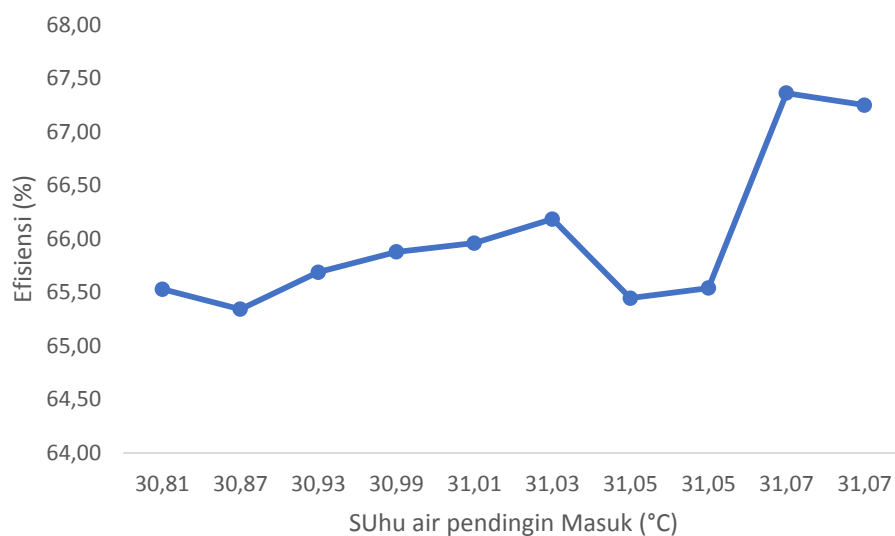
Gambar 4. 13 Grafik hubungan antara tekanan vakum dengan efisiensi  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Dapat diamati bahwa semakin rendah tekanan vakum kondensor, efisiensi pada kondensor cenderung menurun. Hal ini mengindikasikan adanya keterkaitan negatif antara tekanan vakum dan kinerja kondensor.

Grafik menunjukkan bahwa terdapat titik dimana efisiensi kondensor mencapai puncaknya pada tekanan vakum 71,95 mmHg setelah mengalami penurunan dari tekanan sebelumnya yaitu 72,27 mmHg, dimana semakin rendah nilai tekanan maka semakin tinggi nilai tekanan vakumnya. Namun, perlu diketahui juga bahwa menciptakan tekanan vakum yang terlalu tinggi juga dapat menimbulkan resiko kerusakan pada sistem. Oleh karena itu, penting untuk menjaga tekanan vakum agar tetap optimal guna mencapai kinerja kondensor yang maksimal.

b. Temperatur air pendingin

Hubungan antara air pendingin dan efisiensi kondensor dapat dijelaskan bahwa saat temperatur meningkat, menyebabkan perbedaan suhu antara uap turbin yang keluar dengan air pendingin menjadi kecil. Penurunan temperatur air pendingin dapat menyebabkan perbedaan suhu yang lebih besar antara uap turbin dengan air pendingin. Semakin tinggi perbedaan suhu antar air pendingin dengan uap keluaran turbin maka akan meningkatkan efisiensi kondensor. Semakin rendah perbedaannya maka akan menurunkan efisiensi kondensor (Satriyo Yudi Baskoro, 2016). Grafik hubungan antara suhu air pendingin dengan efisiensi disajikan pada Gambar 4.14.



Gambar 4. 14 Grafik hubungan antara suhu air dengan efisiensi  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Grafik pada Gambar 4.14 menunjukkan hubungan antara temperatur air pendingin dengan efisiensi kondensor. Perubahan suhu pada air pendingin tidak terlalu signifikan, namun dapat dilihat efisiensi kondensor mengalami kenaikan pada saat jam 10:00 – 11:00 dengan suhu air

pendingin mencapai 31,07 °C. Namun perbedaan suhu antara air pendingin dengan suhu uap yang keluar dari turbin pada jam tersebut lebih tinggi dari pada jam-jam sebelumnya dapat disimpulkan bahwa perbedaan suhu antara uap dan air pendingin tersebut yang mempengaruhi efisiensi kondensor itu sendiri.

Perubahan suhu air pendingin juga dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu tekanan, laju air pendingin, dan faktor cuaca. Maka menjaga dan memastikan bahwa suhu air pendingin tetap optimal cukup diperlukan. Upaya dalam menjaga dan memastikan bahwa suhu air pendingin tetap dalam rentang yang diinginkan untuk mendukung efisiensi transfer panas dan kinerja kondensor.

c. Laju aliran air pendingin

Laju aliran air pendingin yang tidak optimal pada kondensor dapat menurunkan efisiensi kondensor. Jika aliran air terlalu rendah ataupun terlalu tinggi, kondisi tersebut dapat menyebabkan peningkatan suhu pada kondensor (Putera, B, R. 2022). Sirkulasi air yang kurang efektif dapat menyebabkan kesulitan dalam penyerapan panas dari uap yang akan dikondensasikan, sehingga efisiensi kondensor dapat menurun.

Penurunan laju aliran air pendingin pada kondensor dapat mengakibatkan beberapa dampak terhadap efisiensi kondensor. Secara umum, jika laju aliran air menurun dapat menyebabkan sebagai berikut:

1. Peningkatan suhu

Aliran air yang rendah dapat menyebabkan kenaikan suhu kondensor karena kurangnya kapasitas pendingin. Suhu kondensor yang tinggi dapat menyebabkan penurunan efisiensi sistem secara keseluruhan

2. Penurunan pertukaran panas

Laju aliran air yang rendah dapat mengurangi pertukaran panas antara uap dari turbin dengan fluida pendingin pada kondensor. Hal tersebut dapat menurunkan efisiensi dalam mengekstrak panas dari sistem.

### 3. Korosi dan *fouling*

Aliran air yang rendah dapat meningkatkan risiko korosi atau pengendapan didalam *tube-tube* kondensor, yang dapat membatasi pertukaran panas dan menurunnya efisiensi pada kondensor.

Oleh karena itu, menjaga laju aliran air pendingin yang sesuai dengan desain kondensor sangatlah penting untuk memastikan kinerja kondensor yang optimal. Beberapa upaya untuk menjaga laju aliran air pendingin tetap terjaga yaitu:

1. Menjaga kinerja CWP (*Circulating Water Pump*)
2. Menjaga kebersihan air pendingin dengan menggunakan komponen *drum screen*
3. Perawatan berkala

Dengan menerapkan langkah - langkah tersebut, dapat menjaga kinerja kondensor optimal pada kondensor dan menghindari potensi penurunan efisiensi akibat penurunan aliran air pendingin.

#### d. Level *water box*

Pada sistem pendinginan kondensor, level air dalam *water box* dapat berpengaruh pada efisiensi kondensor. *Water box* adalah bagian dari sistem pendinginan yang memungkinkan air atau fluida pendingin yang mengalir ke dalam kondensor untuk menyerap panas yang dihasilkan oleh uap turbin yang mengalir di dalamnya.

Pengaruh level air dalam *water box* terhadap efisiensi kondensor dapat dijelaskan sebagai berikut:

##### 1. Pengaruh pada Transfer Panas

Level air yang terlalu rendah dalam *water box* dapat mengurangi kemampuan kondensor untuk menyerap panas secara

efektif. Hal ini bisa mengakibatkan suhu yang tidak optimal dalam kondensor, dan mengurangi efisiensi pendinginan.

## 2. Peningkatan Kinerja Kondensor

Dengan menjaga level air yang tepat dalam *water box*, kondensor dapat beroperasi pada suhu yang diinginkan. Hal ini memungkinkan sistem untuk mengoptimalkan transfer panas antara uap yang masuk dan cairan pendingin, meningkatkan efisiensi kondensor.

Penting untuk dicatat bahwa selain level air dalam *water box*, faktor-faktor lain seperti aliran air, kualitas air, dan desain kondensor juga dapat mempengaruhi efisiensi kondensor secara keseluruhan. Dalam prakteknya, pemeliharaan yang teratur dan pengawasan terhadap semua variabel terkait dapat membantu menjaga efisiensi kondensor dalam kondisi optimal. Upaya dalam menjaga level *water box* adalah dengan pengoperasian komponen *Priming Vacuum Pump*, komponen tersebut berfungsi untuk mengeluarkan udara yang ada pada *water box* untuk menjaga levelnya.

## 4.7 Pembahasan

Secara umum prinsip kerja kondensor yaitu mengubah fasa uap menjadi fasa air dengan metode pertukaran panas. PT POMI sendiri menggunakan kondensor jenis surface. Pada kondensor jenis ini, perubahan dilakukan dengan cara mengalirkan uap ke dalam ruangan berisi pipa hingga uap memenuhi bagian luar pipa. Pada pipa sendiri dialirkan air yang berfungsi sebagai elemen pendingin. Data aktual dari PT POMI khususnya pada tanggal 19 Desember 2023 berupa parameter suhu air pendingin masuk, suhu air pendingin keluar, dan juga suhu uap turun dari tubin yang kemudian diolah dengan melakukan perhitungan efisiensi kondensor menggunakan metode rasio antara kenaikan suhu air

pendingin dengan selisih suhu masuk air pendingin dan temperatur uap jenuh mendapatkan hasil yaitu rata-rata sebesar 65,97% dan nilai tersebut cukup kecil oleh karena itu akan dilakukan overhaul pada unit 7&8 bulan januari mendatang. Namun ada juga beberapa faktor yang mempengaruhi nilai efisiensi kondensor yaitu antara lain tekanan vakum, temperatur air pendingin, lajur aliran air, dan level *water box*. Menjaga beberapa faktor yang dapat menyebabkan efisiensi kondensor menurun sangatlah penting yang bertujuan untuk memastikan kinerja kondensor yang optimal.



## **BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan pada data aktual dan survei sekunder, maka peneliti dapat memberikan kesimpulan bahwa:

1. Kondensor merupakan alat yang dapat mengubah uap menjadi air dengan cara pertukaran panas. Secara umum prinsip kerja kondensor yaitu, Uap setelah memutar turbin langsung mengalir menuju kondensor untuk diubah menjadi air (dikondensasikan), hal ini terjadi karena uap bersentuhan langsung dengan pipa-pipa (*tubes*) yang didalamnya dialiri oleh air pendingin
2. Efisiensi yang dihasilkan kondensor dengan perhitungan data aktual pada tanggal 19 Desember 2023 mendapatkan nilai dengan rata-rata 65,97%.
3. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi nilai efisiensi kondensor yaitu antara lain tekanan vakum, temperatur air pendingin, lajur aliran air, dan level *water box*.

### **5.2 Saran**

Setelah melaksanakan Praktik Kerja Lapangan di PT POMI penulis memiliki saran yaitu Perawatan alat perlu diperhatikan. Selain agar alat tersebut memiliki umur yang panjang, alat juga memiliki nilai efisiensi yang diinginkan, karena jika perawatan alat tersebut diperhatikan maka akan meminimalisasi resiko menurunnya efisiensi pada alat tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alief Rakhman. 2020. *Jenis Kondensor*. <https://rakhman.net/power-plant-id/jenis-kondensor/>. Diakses tanggal 29 November 2023.
- Alief Rakhman. 2020. *Prinsip Kerja Kondensor*. <https://rakhman.net/power-plant-id/prinsip-kerja-kondensor/>. Diakses tanggal 29 November 2023.
- Baskoro, S, T. (2016). EVALUASI THERMAL PERUBAHAN TINGKAT KEADAAN AIR PENDINGIN KONDENSOR PADA PEMBANGKIT LISTRIK DENGAN SIKLUS GABUNGAN. (Tesis, Institut Teknologi Sepuluh November,2016).
- Ghozali, A. Nofirman, dan Rusjdi, H. 2020. Pengaruh Overhaul Terhadap Efektivitas Kondensor Di PT. Indonesia Power Up Surabaya Unit III. *Jurnal Power Plant*. 8(1):59-70.
- Gunarto. Riyanto. dan Irawan, D. 2019. STUDI KASUS VARIASI PERUBAHAN TEKANAN VAKUM TERHADAP *PERFORMANCE* KONDENSOR PADA PLTU DI PT. ICA TAYAN KALIMANTAN BARAT, Pangkalpinang: 3-4 September 2019. Hal. 182-186.
- Jantri. dan Armelia, P. 2021. ANALISA PENURUNAN KINERJA KONDENSOR PADA TURBIN PLTU UNIT 4 DI PT. PLN (Persero) UNIT PEMBANGKITAN (UPK) BELAWAN. *Jurnal Teknologi Mesin Uda*. 2(1):27-38.
- Lini, A, S, Z. dan Rudyanto, B. 2016. PENENTUAN NILAI EFEKTIVITAS *CONDENSER* DI PLTU PAITON UNIT 5 PT. YTL JAWA TIMUR. *Jurnal Ilmiah Rotary*. 1(1):1-7.
- Putera, B, R. Melkias, A, A. dan Maridjo. 2022. Analisis Pengaruh Temperatur dan Laju Alir Air Pendingin Terhadap Kinerja Kondensor Di PLTU Cirebon Unit 1. *Jurnal Energi*. 11(2):24-29.
- Woodward, A. R. 2003. *Modern Power Station Practice 3rd Edition Vol C*. New York : Pergamon Press.