

LAPORAN MBKM

**ANALISIS KINERJA COOLING WATER SYSTEM
PADA POWER – GENERATOR 2 DI PT. INDAH
KIAT PULP & PAPER PERAWANG**

Muhammad Alif Zidan

NIM. 2220301025

Pembimbing

Hamid Azwar, S.T, M.T.

PROGRAM STUDI

TEKNIK ELEKTRONIKA TELEKOMUNIKASI

POLITEKNIK CALTEX RIAU

2026

LAPORAN MBKM

**Analisis Kinerja Cooling Water System pada Power –
Generator 2 di PT. Indah Kiat *Pulp & Paper* perawang**

Politeknik Caltex Riau



Disusun oleh:

Muhammad Alif Zidan

2220301025

PROGRAM STUDI

TEKNIK ELEKTRONIKA TELEKOMUNIKASI

POLITEKNIK CALTEX RIAU

2026

HALAMAN PENGESAHAN I
LAPORAN MBKM DI PT. INDAH KIAT PULP & PAPER
Tbk. PERAWANG

**“Analisis Kinerja Cooling water system pada Power –
Generator 2 di PT. Indah Kiat Pulp & Paper perawang”**



Disusun Oleh:

Muhammad Alif Zidan

2220301025

Diajukan sebagai salah satu persyaratan kelulusan Mata Kuliah

Kerja Praktik di Politeknik Caltex Riau

Perawang, 26 Januari 2026

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing

Hamid Azwar, S.T,M.T.

NIP.088309

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektronika Telekomunikasi

Cyntia Widiasari, S.ST., M.T.

NIP. 078519

HALAMAN PENGESAHAN II

LAPORAN MBKM DI PT. INDAH KIAT PULP & PAPER
Tbk. PERAWANG

"Analisis Kinerja Cooling water system pada Power –
Generator 2 di PT. Indah Kiat Pulp & Paper perawang"



Ditandatangani:

Mukhammad Zidan

0221361025

Diajukan sebagai salah satu persyaratan kelulusan Mata Kuliah
Kerja Praktik di Politeknik Caltex Riau

Perawang, 26 Januari 2026

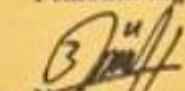
Disetujui Oleh:

Kepala Unit PG-2


Afraven

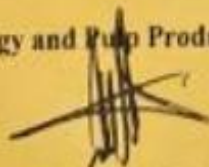
SAP.1014022

Pembimbing


Nario

SAP.1015470

Energy and Pulp Production School



Angga Rulli Putra, S.Psi., M.M

SAP. 1153408

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil 'alamin wa assholaatu wa assalaam 'ala Rosulillaah amma ba'du, segala puji bagi Allaah jalla dzikruhu yang telah memberikan ni'mat, rahmat dan barokah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan kerja praktik ini yang berjudul “Analisis Kinerja Cooling Water System pada Power – Generator 2 di PT. Indah Kiat *Pulp & Paper* perawang”.

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan mata kuliah Kerja Praktik pada Program Studi Teknik Elektronika Telekomunikasi Politeknik Caltex Riau.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah banyak memberikan bantuan dan dukungan yang tiada terhingga baik secara langsung maupun tidak langsung. Ucapan terima kasih tersebut penulis tujukan kepada:

1. *Allah subhaanahu wa ta'ala* atas rahmat dan barokah-Nya dan kepada Nabi *Muhammad shallallahu 'alaihi wa sallam* atas petunjuknya melalui sunnahnya, sehingga penulis bisa menyelesaikan laporan ini dengan tepat waktu.
2. Keluarga tersayang atas dukungan, kasih sayang tak terhingga dan doa terbaik yang selalu diucapkan kepada penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan laporan ini dengan tepat waktu.

-
3. Bapak Dr. Dadang Syarif Sihabudin Sahid, S.Si, M.Sc. selaku Direktur Politeknik Caltex Riau.
 4. Ibu Cyntia Wideasari, S.ST., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Elektronika Telekomunikasi Politeknik Caltex Riau.
 5. Ibu Wiwin Styorini, S.T., M.T. selaku Koordinator Kerja Praktik Program Studi Teknik Elektronika Telekomunikasi Politeknik Caltex Riau.
 6. Bapak Hamid Azwar, S.T,M.T. selaku Dosen Pembimbing Kerja Praktik Program Studi Teknik Elektronika Telekomunikasi Politeknik Caltex Riau.
 7. Bapak Sushil Mandora. selaku kepala seksi di divisi *Energy Division* (EGD) PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Tbk Perawang.
 8. Bapak Afriwen selaku Kepala unit *Power Generator 2* (PG2) selama kerja praktek PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Tbk Perawang.
 9. Seluruh Tim *Power Generator 2* (PG2) PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Tbk Perawang, yang telah memberikan wawasan dan pengetahuan pada saat Penulis melaksanakan Kerja Praktik dan Pembuatan laporan Kerja Praktik serta bantuannya kepada Penulis baik secara langsung ataupun tidak langsung.

-
10. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini yang namanya tidak dapat Penulis sebutkan satu per satu. Sehubungan dengan terbatasnya waktu dan kemampuan, Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini, masih jauh dari kata “sempurna”. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan segala saran dan kritik yang membangun sebagai pelajaran untuk kedepannya. Akhir kata, Penulis berharap semoga laporan kerja praktik ini dapat bermanfaat baik bagi Penulis maupun bagi Pembaca.

Perawang, 26 Januari 2026

M.Alif Zidan

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN I.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN II	iii
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Waktu Pelaksanaan.....	3
1.3 Tujuan Kerja Praktik	4
1.3.1 Tujuan Umum.....	4
1.3.2 Tujuan Khusus.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II PROFIL LEMBAGA.....	8
2.1 Sejarah Singkat PT. Indah Kiat Pulp and Paper	8
2.2 Uraian Singkat PT. Indah Kiat and Paper Tbk Perawang	11

2.3 Hasil Produksi	13
2.4 Nama dan Lokasi Perusahaan.....	13
2.5 Visi dan Misi Perusahaan	14
2.6 Struktur Organisasi PT. Indah Kiat Pulp and Paper TBK perawang	15
2.7 Logo Perusahaan	17
2.8 Makna dari Logo PT. Indah Kiat Pulp and Paper Tbk Perawang	18
2.9 Peta Lokasi	18
BAB III LANDASAN TEORI	20
3.1 Turbin Uap	20
3.1.1 Definisi dan Fungsi	20
3.1.2 Komponen Utama Turbin Uap	22
3.1.3 Auxiliary atau Alat Bantu Turbin Uap	27
3.2 Pengertian <i>Cooling Tower</i>	33
3.2.1 Prinsip Kerja Cooling Tower	34
3.2.2 Jenis – Jenis Cooling Tower.....	35
3.2.4 Kontruksi dan Komponen Penyusun Cooling Tower	40

BAB IV PEMBAHASAN	48
4.1 Resume Kerja Praktik dan MBKM	48
4.2 Tempat Pelaksanaan Kerja Praktik.....	51
4. 3 Flow Steam pada turbin.....	53
4.4 Proses Kondensasi Uap pada.....	55
4.5 Cooling Water System Pada unit Power Generator 2	57
4.5.1 Pendingin Kondensor	57
4.5.2 Pendingin Lube Oil Cooler.....	58
4.5.3 Pendingin Air Cooler.....	59
4.6. Alur kerja cooling water system pada Unit Power Generator 2 (PG -2).....	60
4.7 Permasalahan operasional serta upaya pengendalian dan pemeliharaan cooling water system.....	62
4.8 Analisa Parameter Operasional Cooling Water System	65
4.8.1 Ampere Motor Fan dan Pompa Cooling Water.	65
4.8.2 Flow Air Cooling Tower	66
4.8.3 Temperatur Cooling Water.....	67

4.8.4 Level Air Basin Cooling Tower	68
4.8.5 Keterkaitan Antar Parameter	70
4.8 Kegiatan Selama Kerja Praktik dan MBKM	71
BAB V KESIMPULAN	77
5.1 Kesimpulan.....	77
5.2 Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA.....	79
Lampiran.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 PT. Indah Kiat Pulp and Paper Tbk Perawang	12
Gambar 2. 2 Bagan Struktur Organisasi PT. Indah Kiat Pulp and Paper Tbk Perawang.....	15
Gambar 2. 3 Logo perusahaan PT. Indah Kiat Pulp and Paper Tbk. Perawang.....	17
Gambar 2. 4 Peta PT. Indah Kiat Pulp and Paper Tbk Perawang	19
Gambar 2. 5 Peta Lokasi Unit Power Generator 2 (PG-2).	19
Gambar 3. 1 Overview Prinsip kerja Turbine Uap.....	21
Gambar 3. 2 Rotor atau poros utama.....	22
Gambar 3. 3 Sudu – sudu / Blade turbin uap.....	23
Gambar 3. 4 Casing rotor	24
Gambar 3. 5 Diaphragm	24
Gambar 3. 6 Surface Condenser.....	25
Gambar 3. 7 Steam Jet Ejector	26
Gambar 3. 8 Bearing pada Turbin Uap	27
Gambar 3. 9 Oil Tank.....	28
Gambar 3. 10 Main Oil Pump	29
Gambar 3. 11 AC Auxiliary Oil Pump.....	29
Gambar 3. 12 DC Emergency Oil Pump	30

Gambar 3. 13 Oil Cooler dan Oil Filter.....	30
Gambar 3. 14 Condensate pump	31
Gambar 3. 15 Turbin system	32
Gambar 3. 16 Cooling Tower.....	33
Gambar 3. 17 Skema Cooling Tower.....	35
Gambar 3. 18 Natural draft Cooling Tower	36
Gambar 3. 19 Counter Flow and forced draft cooling tower	37
Gambar 3. 20 Counter Flow Cooling Tower.....	38
Gambar 3. 21 Cross Flow Cooling Tower	39
Gambar 3. 22 Tower Basin.....	40
Gambar 3. 23 Drift Eliminator	41
Gambar 3. 24 Louvers	41
Gambar 3. 25 Fan	42
Gambar 3. 26 Pompa Sirkulasi Cooling Tower	43
Gambar 3. 27 Fill.....	44
Gambar 3. 28 Strainer.....	45
Gambar 3. 29 Control Valve Make-up Water	46
Gambar 3. 30 Blowdown.....	47

Gambar 4. 1 Unit PG-2.....	52
Gambar 4. 2 Flow Steam pada DCS dan Turbin	55
Gambar 4. 3 Condensor Turbin	58
Gambar 4. 4 Oil Cooler	59
Gambar 4. 5 Air Cooler	60
Gambar 4. 6 Alur Sirkulasi Cooling Water System	62
Gambar 4. 7 Perawatan , logsheet, ampere fan dan motor serta monitor untuk pemantauan level dan temperature cooling Water	64
Gambar 4. 8 Amperemeter Motor dan CT	66
Gambar 4. 9 Interlock temperatur cooling tower pada DCS	68
Gambar 4. 10 Level cooling tower pada DCS.....	69
Gambar 4. 11 Pemantauan cooling Tower melalui DCS ...	70
Gambar 4. 12 Mencatat Logsheets Turbin 11-16	71
Gambar 4. 13 Start or Stop Oil Separator.....	72
Gambar 4. 14 Change Pompa Condesat	73
Gambar 4. 15 Autonomous Peralatan Turbin - Generator .	74
Gambar 4. 16 Test Pompa oli AC dan DC	75
Gambar 4. 17 Online Steam to User.....	75
Gambar 4. 18 Start or Stop Pompa Cooling Water	76

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Resume kerja Praktik.....	48
Tabel 4. 2 Kapasitas Load dan loading pada unit PG-2	52
Tabel 4. 3 Ampere motor dan fan CT.....	65
Tabel 4. 4 Flow air CT	66
Tabel 4. 5 Temperatur Inlet dan Outlet Kondenser.....	67
Tabel 4. 6 Level Air CT	68

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat sekarang ini, membuat kita untuk lebih membuka diri dalam menerima perubahan-perubahan yang terjadi akibat kemajuan dan perkembangan tersebut.

Dalam masa persaingan yang sedemikian ketatnya seperti ini, menyadari sumber daya manusia merupakan model utama dalam suatu usaha, maka kualitas tenaga kerja harus dikembangkan dengan baik. Jadi perusahaan atau instansi diharapkan memberikan kesempatan pada mahasiswa untuk lebih mengenal dunia kerja dengan cara menerima mahasiswa yang ingin mengadakan kegiatan MBKM (Merdeka Belajar Kampus Merdeka).

Praktek MBKM adalah penerapan seorang mahasiswa pada dunia nyata yang sesungguhnya, yang bertujuan untuk mengembangkan keterampilan dan etika pekerjaan, serta untuk mendapatkan kesempatan dalam menerapkan ilmu pengetahuan dan keterampilan yang ada kaitannya dengan kurikulum pendidikan. Praktik MBKM yang telah dilaksanakan penulis

yaitu pada PT. Indah Kiat Pulp & Paper di Perawang tepatnya pada unit Power Generator 2 (PG-2)

PT. Indah Kiat Pulp and Paper merupakan salah satu perusahaan terbesar di Asia Tenggara yang memproduksi pulp, kertas, dan tisu. Untuk mendukung kelancaran proses produksi, perusahaan memerlukan pasokan energi Listrik yang stabil dan andal. Kebutuhan energi tersebut dipenuhi melalui sistem pembangkit tenaga mandiri yang terdiri dari boiler, turbin uap, dan generator.

Salah satu area pembangkit pada PT. Indah Kiat Pulp and Paper adalah Unit Power Generator 2 (PG-2) dengan 9 turbin aktif dengan kapasitas total load dengan kondisi optimum yakni sekitar ± 300 MW sehingga unit PG-2 cukup berperan penting dalam memasok pasokan Listrik dan steam untuk kebutuhan operasional pabrik, Namun sebelum energi Listrik tadi dapat digunakan untuk operasional pabrik terlebih dahulu dilakukan sinkronisasi generator dengan grid. Hal ini dilakukan agar tegangan , frekuensi dan sudut fasa antara generator turbin sama dengan grid sehingga stabilitas jaringan listrik saat operasional pabrik stabil dan terhindar dari gangguan yang dapat mempengaruhi proses produksi. Dengan produksi listrik dan steam yang cukup besar tentunya sebuah alata tau mesin membutuhkan pendinginan agar komponen-komponen turbin dan generator dapat bekerja optimal.

Berdasarkan hal tersebut, penulis tertarik untuk melakukan analisis lebih mendalam mengenai Analisis Kinerja Cooling Water System pada Power – Generator 2 di PT. Indah Kiat *Pulp & Paper* perawang. Oleh karena itu, pada laporan kerja MBKM ini, penulis mengambil judul “Analisis Kinerja Cooling Water System pada Power – Generator 2 di PT. Indah Kiat *Pulp & Paper* perawang.”

1.2 Waktu Pelaksanaan

Pelaksanaan praktik MBKM mengikuti jadwal yang berlaku di PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Tbk Perawang. Adapun jadwalnya sebagai berikut:

Perusahaan	: PT. Indah Kiat <i>Pulp & Paper</i> Tbk. Perawang.
Unit	: <i>Power Generator - 2</i>
Divisi	: <i>Energy Division (EGD)</i>
Tanggal	: 1 September 2025 – 1 Februari 2026
Hari	: Senin s.d Jumat
Waktu	: 07.00 – 17.00 WIB
Tempat	: PT. Indah Kiat <i>Pulp and Paper</i> Tbk. Perawang, <i>Power Generator - 2 (PG-2)</i> , Jalan Raya Minas-Perawang KM. 26, Desa Pinang Sebatang, Kecamatan Tualang, Kabupaten Siak, Provinsi Riau.

1.3 Tujuan Kerja Praktik

Tujuan dari pelaksanaan kerja praktik ini, antara lain:

1.3.1 Tujuan Umum

- a. Memenuhi Satuan Kredit Semester (SKS) pada sistem perkuliahan di Politeknik Caltex Riau.
- b. Mendapatkan pengalaman kerja teknis di lapangan sehingga dapat memahami konsep non akademis di dunia nyata.
- c. Mampu beradaptasi disegala kondisi lingkungan kerja dan dapat mengantisipasi berbagai permasalahan yang timbul di lapangan.
- d. Mengetahui alat – alat pendukung turbin dan bagaimana operasional yang ada pada unit PG-2,dan cara kerjanya.

1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Mengenal ruang lingkup PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Tbk Perawang
- b. Membandingkan atau menambah keterampilan dan kompetensi yang didapat diperkuliahan dengan yang didapatkan selama kerja praktik.
- c. Mengetahui kompetensi apa saja yang diperlukan dalam dunia kerja khususnya penerapan ilmu di dunia kerja.
- d. Menambah pengalaman dalam bekerja.

1.4 Manfaat Kerja Praktik

Kerja praktik memiliki banyak manfaat baik bagi Politeknik Caltex Riau, PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Tbk. Perawang, ataupun bagi Mahasiswa. Adapun manfaatnya sebagai berikut:

1. Politeknik Caltex Riau
 - a. Terjalinnnya hubungan kerja sama yang baik antara PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Tbk. Perawang dengan Politeknik Caltex Riau.
 - b. Sebagai sarana promosi seputar Politeknik Caltex Riau di lingkungan perusahaan.
 - c. Menjadi tolak ukur kualitas SDM yang dihasilkan oleh Politeknik Caltex Riau (Mahasiswa).
2. PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Tbk. Perawang
 - a. Adanya tambahan SDM yang dapat membantu pekerjaan di PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Tbk. Perawang.
 - b. Terjalinnnya hubungan kerja sama yang baik antara perusahaan dan Politeknik Caltex Riau.
3. Mahasiswa
 - a. Menambah wawasan, keterampilan, dan pengalaman dalam dunia pekerjaan.
 - b. Meningkatkan kreativitas di lingkungan pekerjaan.
 - c. Mengetahui prosedur kerja secara langsung di PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Tbk Perawang.

-
- d. Belajar tentang tanggung jawab atas pekerjaan dan dapat mengatasi tekanan dalam tugas yang diberikan.
 - e. Melatih disiplin dan menaati peraturan yang ditetapkan oleh lembaga/instansi tempat kerja Praktik.
 - f. Mendapatkan ilmu baru.

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan Kerja Praktik ini secara keseluruhan terdiri dari 5 bab. Adapun pokok pembahasan masing masing bab secara garis besar sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab I berisi uraian tentang latar belakang kerja praktik, pelaksanaan kerja praktik, Tujuan dan Manfaat Kerja Praktik, dan sistematika penulisan laporan kerja praktik.

BAB II PROFIL LEMBAGA

Bab II berisi uraian tentang gambaran umum dari PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Tbk. Perawang, seperti sejarah singkat, jenis produksi, visi dan misi, ataupun struktur organisasi yang ada di PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Tbk. Perawang Mill.

BAB III LANDASAN TEORI

Bab III berisi uraian tentang teori dan referensi yang berhubungan dengan judul kerja praktik.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab IV berisi tentang pembahasan terkait judul serta kegiatan penulis selama kerja praktik baik secara keseluruhan maupun secara khusus di Seksi Power Generator (PG-2) PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Tbk Perawang.

BAB V PENUTUP

Bab V merupakan bab penutup dari laporan kerja praktik yang berisikan tentang kesimpulan dan saran yang bermanfaat baik bagi Pembaca ataupun PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Tbk. Perawang kedepanny

BAB II

PROFIL LEMBAGA

2.1 Sejarah Singkat PT. Indah Kiat Pulp and Paper

PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* (PT. IKPP) didirikan oleh Bapak Soetopo Janarto. Bapak Soetopo Janarto lahir di Pematang Siantar, Sumatera Utara pada tanggal 1 Juni 1934 PT Indah Kiat *Pulp and Paper* Tbk adalah sebuah perusahaan yang bergerak di bidang industri *Pulp and Paper* terpadu dengan status penanaman modal asing (PMA). berdirinya dipelopori oleh Bapak Soetopo Jananto (Yap Sui Kie). Saat itu beliau memimpin perusahaan Berkat Group.

Pada tahun 1975, Berkat Group yang mempunyai banyak anak perusahaan tersebut mengajak:

1. Chung Hwa *Pulp Corporation*, Taiwan
2. Yuen Foong Yu *Paper Manufacturing*, Taiwan.

Untuk mendirikan perusahaan *Pulp* dan kertas di Indonesia kemudian mereka melakukan survey pertama untuk study kelayakan di lokasi antara lain:

1. Pabrik Kertas di Serpong, Tangerang Jawa Barat.
2. Pabrik *Pulp* di Jawa Tengah, Jambi, Riau serta tujuh daerah lainnya.

Pada tanggal 11 September 1976, Presiden Republik Indonesia mengeluarkan surat rekomendasi pendirian pabrik *pulp*

dan kertas yang berstatus Penanaman Modal Asing (PMA). Setelah 12 hari, tepatnya pada tanggal 23 September 1976 Menteri Perindustrian mengeluarkan izin pendirian pabrik *pulp* dan kertas. Pada tanggal 17 Desember dihadapan notaris Bapak Ridwan Soesilo, Bapak Soetopo membuat akta pendirian perusahaan dengan nama PT Indah Kiat *Pulp and Paper Corp.* Nama Indah Kiat berarti cara jujur. Indah adalah nama yang diambil dari istrinya, Indah Berliani Soetopo.

Pada tahun 1977 dilakukan studi kelayakan yang dilanjutkan dengan pembangunan pabrik kertas budaya Tahap I (Kertas cetak dan tulis bebas kayu) dengan memasang dua mesin kertas berkapasitas masing-masing 50 ton/hari. Pabrik tersebut berada di tepi sungai Cisadane. Seiring dengan perkembangannya, pabrik kertas Tangerang menambah satu unit mesin lagi pada tahun 1982, sehingga kapasitas produksi menjadi 150 ton/hari.

Pada tahun 1980 dilakukan studi kelayakan lanjutan di Jalan Raya Minas KM 26, Desa Pinang Sebatang Perawang, Kecamatan Tualang, Kabupaten Siak Sri Indrapura, Riau. Pada tanggal 24 Mei 1984 PT Indah Kiat *Pulp and Paper* Perawang diresmikan oleh Presiden Republik Indonesia, Soeharto. Pada hari tersebut dilakukan percobaan untuk memproduksi mesin *pulp* dengan kapasitas 300 ADT/hari.

PT Indah Kiat *Pulp and Paper* Perawang merupakan pabrik *pulp* sulfat atau dikenal dengan proses *craft* berbahan

dasar kayu pertama di Indonesia, pada tahun yang sama dibangun Hutan Tanaman Rakyat (HTR) seluas 300.000 hektar yang terhubung dengan PT Arara Abadi. Jenis kayu yang ditanam antara lain *Accasia mangium*, *Accacia crassicarpa*, dan *Eucaliptus urophilia*.

Pada tahun 1985 PT Satria Perkasa Agung milik Grup Sinar Mas bergabung sebagai pemegang saham, setelah itu Presiden Direktur dijabat oleh Bapak Teguh Ganda Wijaya (Oei Tjie Goan). Di bawah bendera Sinar Mas *Group* (APP), PT IKPP berkembang pesat. Pada bulan April 1987 pabrik kertas Tangerang meningkatkan kapasitasnya menjadi 250 ton/hari. Pada tanggal 14 Desember 1989 pabrik kertas Perawang menghasilkan produksi komersial dengan kapasitas 200 ton/hari, keberadaan pabrik kertas ini menjadikan PT IKPP sebagai pabrik *pulp* dan kertas terintegrasi.

Pada tahun 1991 PT IKPP mengoperasikan pabrik kertas II dengan kapasitas produksi komersial 575 ton/hari dan total produksi 725 ton/hari. PT IKPP merupakan pabrik kertas terbesar dan tercanggih di Asia Tenggara. PT IKPP juga membeli pabrik kertas Sinar Dunia Makmur yang berlokasi di KM 76 Jl. Raya Serang, Desa Kragilan, Kecamatan Sentul, Kabupaten Serang, Jawa Barat, dengan kapasitas produksi 900 ton/hari. Pada akhir tahun 1993, pabrik *pulp* tahap III telah memproduksi secara komersial dengan kapasitas 1300 adt/hari.

Pada tahun 1994 pabrik *pulp* I dan pabrik *pulp* II digabungkan dan diubah kapasitasnya menjadi 1200 adt/hari sehingga total kapasitas produksi menjadi 2500 adt/hari. Pada bulan Desember 1996 pabrik *pulp* fase V memulai produksi komersial dengan kapasitas 1600 adt/hari sehingga total kapasitas menjadi 4100 adt/hari. Pada November 1997 pabrik kertas tahap III beroperasi dengan kapasitas 1600 ton/hari, sehingga total kapasitas produksi *pulp* menjadi 4.500 adt/hari dan kertas 2.125 ton/hari. Perusahaan terus berkembang dan pada tahun 2019 total kapasitas produksi tahunan adalah 3,0 juta ton *pulp*, 1,7 juta ton kertas budaya, 108 ribu ton tisu, dan 2,1 juta ton Kertas kemasan.

2.2 Uraian Singkat PT. Indah Kiat and Paper Tbk Perawang

PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Tbk Perawang memiliki luas 1.500 hektar yang terletak di tepi Sungai Siak tepatnya di Jl. Raya Minas Perawang KM 26 Ds. Pinang Sebatang Kec. Tualang Kab. Siak. Pabrik kertas ini berdiri pada Desember 1976 yang dipelopori oleh Soetopo Jonanto. Selesai dibangun dan mulai beroperasi pada tanggal 24 Mei 1984. Berikut adalah gambar Pabrik PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Tbk Perawang dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. IPT. Indah Kiat Pulp and Paper Tbk Perawang

Pabrik ini memiliki beberapa fase pembangunan sehingga menjadi sebesar sekarang. Pada tahun 1988 merupakan pembangunan fase I pabrik kertas Perawang dimulai dengan memasang satu *line* mesin kertas budaya (*wood free printing & writing paper*) yang berkapasitas 150 ton per hari. Adanya pabrik kertas ini menjadikan pabrik kertas Perawang sebagai pabrik *pulp* dan Kertas terpadu. Selanjutnya pada tahun 1989 dilakukan pembangunan pabrik *pulp* fase II di Perawang dengan kapasitas 500 ton per hari. Pembangunan pabrik kertas fase II di Pinang Sebatang dimulai dengan pemasangan mesin kertas berkapasitas 500 ton per hari yang merupakan salah satu mesin kertas budaya terbesar di Asia. Pembangunan fase II pabrik *pulp* dimulai (*pulp* 8) dengan kapasitas 1300-ton perhari dimana uji coba produksi dilakukan pada akhir tahun. Pada tahun 1995 pabrik *pulp* fase III beroperasi secara komersial, bergabung bersama-sama pabrik *pulp* I & II untuk menghasilkan *pulp* yang bermutu tinggi

sehingga kapasitasnya dapat ditingkatkan dari 800-ton menjadi 1200-ton perhari. Pada tahun berikutnya dilakukan pembangunan pabrik *pulp* fase IV yang mana memiliki kapasitas sebanyak 1600-ton per hari.

2.3 Hasil Produksi

PT. Indah Kiat adalah perusahaan yang memproduksi *pulp*, kertas budaya, kertas industri dan tisu. Kegiatan produksi perusahaan dimulai dari pengolahan kayu menjadi *pulp* dan kertas serta pengolahan kertas bekas menjadi kertas industri. *Pulp* digunakan sebagai bahan baku kertas dan tisu serta kertas industri lainnya. Saat ini perusahaan memiliki fasilitas produksi di Perawang, Serang, dan Tangerang-Banten dengan total kapasitas produksi tahunan pada tahun 2019 adalah 3 juta ton *pulp*, 1,7 juta ton kertas budaya, 108 ribu ton tisu, dan 2,1 juta ton kemasan. Pada tahun yang sama, perusahaan telah mengeksport sekitar 52% produknya terutama ke negara- negara di Asia, Eropa, Amerika Serikat, Timur Tengah, Afrika, dan Australia dan sisanya 48% untuk memenuhi permintaan pasar lokal.

2.4 Nama dan Lokasi Perusahaan

Nama Perusahaan	: PT. Indah Kiat <i>Pulp and Paper</i> Tbk Perawang Mill
Anak Cabang dari	: APP Sinarmas
Alamat	: Jalan Raya Minas Perawang KM

26 Desa Pinang Sebatang,
Kecamatan Tualang, Kabupaten
Siak Sri Indrapura, Provinsi
Riau

No. *Telephone* : (+62) 761 91088
(+62) 761 91030

Fax : (+62) 761 91313

Email : hr_ikpp-perawang@app.co.id

2.5 Visi dan Misi Perusahaan

Visi dan misi ini diterapkan menjadi tolak ukur keberhasilan bagi PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Tbk Perawang. Berikut ini adalah visi dan misi perusahaan.

2.5.1 Visi

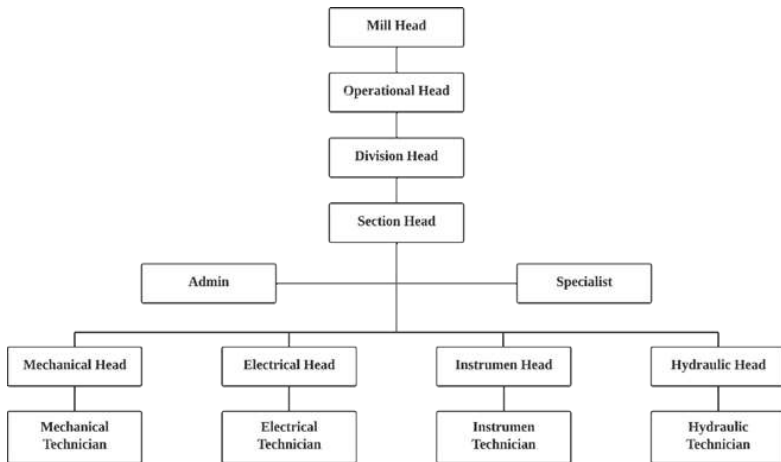
Menjadi perusahaan kertas berstandar Internasional dengan kualitas produk unggulan untuk mampu bersaing di tingkat lokal maupun global.

2.5.2 Misi

Bekerja dengan integritas dan komitmen kepada pelanggan, karyawan, dan pemegang saham dan terus meningkatkan kualitas dan kinerja serta keunggulan produk.

Struktur Organisasi PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Tbk. Perawang dapat dilihat pada Gambar 2.2.

2.6 Struktur Organisasi PT. Indah Kiat Pulp and Paper TBK perawang



Gambar 2. 2 Bagan Struktur Organisasi PT. Indah Kiat Pulp and Paper Tbk Perawang

Job description struktur organisasi PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Tbk Perawang:

1. *Mill Head* di PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Tbk Perawang, *Mill Head* adalah seseorang yang berwenang memimpin karyawan di satu kawasan pabrik (PT. IKPP Perawang). Tugas pokoknya adalah:

-
- a. Memimpin dan mendorong upaya untuk mencapai visi dan misi perusahaan pabrik IKPP Perawang.
 - b. Memimpin, mengendalikan dan memantau pengelolaan dan pengembangan SDM.
 - c. Merencanakan, meneliti, menyetujui dan realisasi rencana kerja, rencana anggaran operasi, rencana anggaran investasi jangka pendek, menengah dan panjang, pengelolaan lingkungan keselamatan dan kesehatan kerja, operasi pabrik, pemeliharaan pabrik dan fungsi penunjang lainnya.
2. *Operational Head*, Memiliki tugas mengkoordinir, merencanakan, mengevaluasi pelaksanaan pengoperasian pabrik, kelengkapan yang berkaitan dengan kegiatan operasi pabrik secara aman, efektif dan efisien sesuai dengan target yang ditetapkan.
 3. *Division Head Maintenance (EMA)* adalah seseorang yang memimpin pemeliharaan di satu pabrik (PT. IKPP Perawang) agar semua peralatan pabrik berfungsi dengan baik. Memimpin seluruh seksi di bidang *Maintenance*.
 4. *Section Head* , seseorang yang bertugas memimpin pemeliharaan di suatu kawasan di dalam Pabrik (*Paper Machine* 1 dan 2). Menyelenggarakan Pekerjaan Jasa dan Konstruksi Sipil, Mekanik, Elektrik, *Instrument*, dan *Hydraulic*.
-

-
5. *Admin*, orang yang mengurus tata kelola Administrasi dan Sistem dalam Pabrik.
 6. *Specialist*, orang yang ahli di bidangnya dan akan menangani masalah khusus yang terkait bidangnya.
 7. *Unit Head*, orang yang bertanggung jawab di 1 bidang (*Mechanical Head, Instrument Head, Electrical Head, dan Hydraulic Head*) dan memimpin teknisi sesuai bidangnya untuk proses pemeliharaan di area kerjanya (PPM 1 dan 2).
 8. *Technician*, orang yang bertanggung jawab dan terjun langsung kelapangan untuk memantau, memperbaiki, merawat, dan mengembangkan peralatan sesuai dengan bidangnya.

2.7 Logo Perusahaan

Berikut adalah logo PT. Indah Kiat *Pulp and Paper Tbk* Perawang yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Logo perusahaan PT. Indah Kiat Pulp and Paper Tbk.
Perawang

2.8 Makna dari Logo PT. Indah Kiat Pulp and Paper Tbk Perawang

Logo PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* memiliki makna antara lain:

1. Kotak merah dengan bulatan putih berarti kekuatan *group* yang kuat karena didukung oleh banyak *group*. Saat ini PT. Sinarmas *Group* mempunyai aktivitas bisnis di berbagai bidang seperti agrikultur, telekomunikasi, asuransi, dan masih banyak lagi. Hal ini menunjukkan bahwa posisi perusahaan sangat kuat karena menguasai berbagai bidang industri.
2. Nama indah kiat berarti perpaduan keindahan dan kekuatan perusahaan
3. Logo pohon berwarna hijau dengan tulisan IK menggambarkan bahwa pohon adalah bahan baku utama dari industri perusahaan. Oleh sebab itu, pohon adalah aset yang berharga dan perlu dilestarikan.

2.9 Peta Lokasi

PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Tbk Perawang merupakan salah satu perusahaan produsen *pulp* dan Kertas yang bergerak dalam pada bidang pengolahan kayu untuk menghasilkan *pulp* dan berbagai produk kertas. PT. Indah Kiat

Pulp and Paper Tbk Perawang terletak di Jalan Raya Minas Perawang Km 26 Desa Pinang Sebatang, Kecamatan Tualang, Kabupaten Siak Sri Indrapura, Provinsi Riau.



Gambar 2. 4 Peta PT. Indah Kiat Pulp and Paper Tbk Perawang



Gambar 2. 5 Peta Lokasi Unit Power Generator 2 (PG-2)

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Turbin Uap

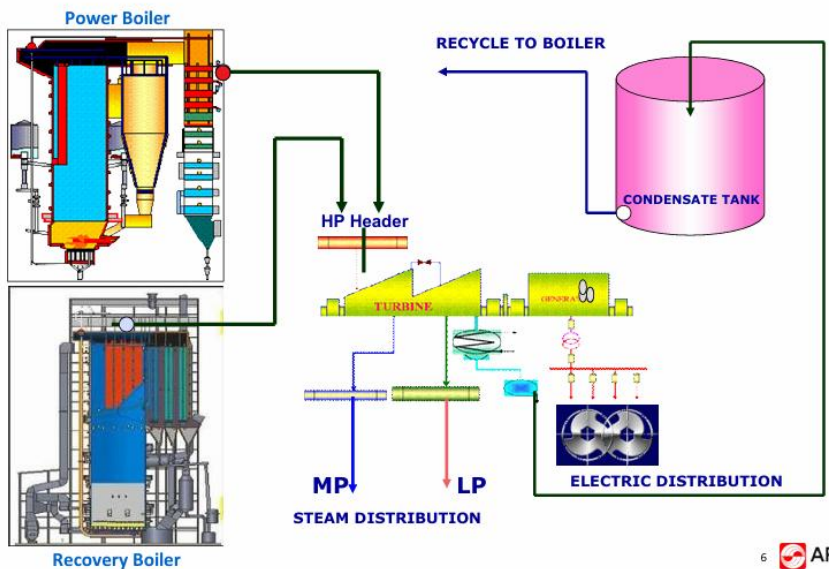
3.1.1 Definisi dan Fungsi

Turbin uap merupakan salah satu mesin konversi energi yang berfungsi mengubah energi termal dari uap bertekanan dan bertemperatur tinggi menjadi energi mekanik berupa putaran pada poros. Turbin ini termasuk ke dalam jenis mesin kalor eksternal (*external combustion engine*), karena sumber panasnya dihasilkan di luar mesin, yaitu dari ketel uap (boiler). Turbin uap memiliki peranan penting dalam berbagai sektor industri, khususnya di bidang pembangkitan tenaga listrik dan industri proses seperti pabrik pulp and paper. Dengan keunggulan efisiensi konversi energi yang tinggi serta kemampuannya menghasilkan daya dalam skala besar, turbin uap menjadi pilihan utama sebagai penggerak generator.

Selain menghasilkan listrik, turbin uap juga berfungsi menyediakan uap sisa (*extraction steam*) untuk keperluan proses produksi di pabrik. Di industri pulp and paper, misalnya, uap sisa ini digunakan dalam proses pemasakan pulp, pengeringan kertas, hingga bleaching. Dengan demikian, turbin uap mendukung konsep *cogeneration* atau pembangkitan bersama energi listrik dan panas, yang mampu meningkatkan efisiensi energi secara

keseluruhan dan mengurangi konsumsi bahan bakar tambahan. Sistem cogeneration ini tidak hanya bermanfaat dari segi efisiensi, tetapi juga berdampak positif pada keberlanjutan operasional pabrik.

penggerak utama pembangkit listrik sekaligus pemasok uap proses, menjadikannya bagian vital dalam mendukung produktivitas dan efisiensi energi di industri khususnya di PT. Indah kiat.



6 APP

Gambar 3. 1 Overview Prinsip kerja Turbine Uap

3.1.2 Komponen Utama Turbin Uap

Secara umum komponen utama turbin uap mencakup beberapa bagian yakni:

1. Rotor atau Poros Utama

Rotor adalah komponen utama yang berputar dalam turbin. Pada rotor terpasang deretan sudu gerak (moving blades) yang menerima gaya dorong dari uap. Keseimbangan (balancing) rotor sangat penting untuk menghindari getaran berlebih yang bisa menyebabkan kerusakan mekanis.



Gambar 3. 2 Rotor atau poros utama

2. Sudu-Sudu (Blades)

Terdiri dari:

-
- Sudu tetap (fixed/stationary blades): berfungsi mengarahkan aliran uap ke sudu gerak dengan sudut dan kecepatan tertentu.
 - Sudu gerak (moving blades): menangkap energi kinetik uap dan memutar rotor.

Desain sudu sangat mempengaruhi efisiensi turbin, di mana bentuknya dirancang agar mampu menahan gaya sentrifugal dan beban panas tinggi.



Gambar 3. 3 Sudu – sudu / Blade turbin uap

3. Silinder atau Casing (Stator)

Bagian stasioner yang berfungsi sebagai rumah bagi rotor dan memandu aliran uap supaya tetap berada dalam jalur yang diinginkan. Casing harus cukup kuat untuk menahan tekanan tinggi dan memiliki insulasi panas agar efisiensi termal tetap terjaga.



Gambar 3. 4 Casing rotor

4. Diaphragm

Berfungsi memisahkan tingkat-tingkat tekanan (stages) pada turbin dan sebagaiudukan sudu tetap. Struktur diaphragm didesain sesuai perbedaan tekanan dan temperatur pada masing-masing stage.



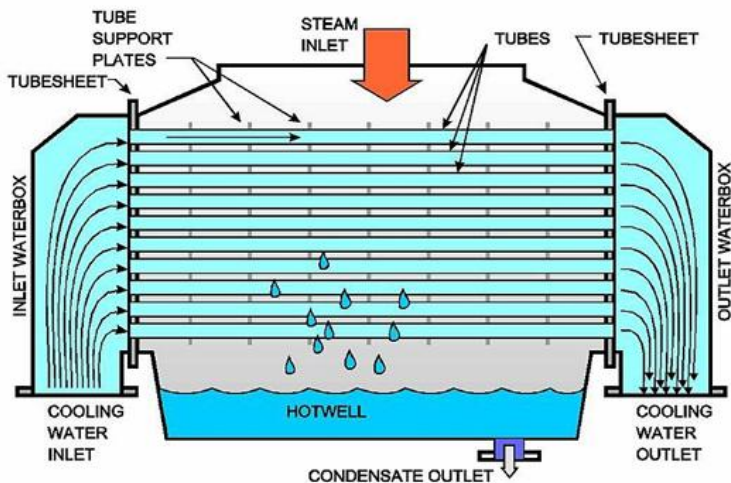
Gambar 3. 5 Diaphragm

5. Nosel (Nozzle Box)

Tempat terjadinya konversi energi potensial (tekanan) uap menjadi energi kinetik. Nosel mengarahkan uap agar mengenai sudu gerak dengan kecepatan optimal.

6. Kondensor

Kondenser merupakan sebuah alat heat Exchanger yakni alat yang mengubah uap bekas turbin (exhaust steam) menjadi air (kondensat) dengan cara pendinginan. Dengan tekanan rendah di kondensor, efisiensi turbin dapat meningkat.

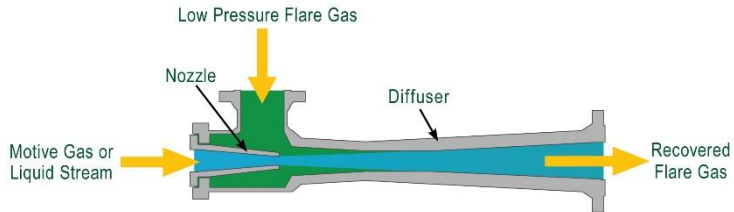


Gambar 3. 6 Surface Condenser

7. Steam Jet Ejector

Berfungsi sebagai alat pembuang udara/gas selama operasi normal yang tidak terkondensasi dari dalam kondenser dan

menaikkan vakum kondenser pada start awal turbin.terdapat tiga bagian utama dari steam jet ejector yakni mixing chamber , working nozzle dan diffusing pipe.



Gambar 3. 7 Steam Jet Ejector

8.Bearing

Terdapat dua jenis bearing didalam turbin uap yakni :

- Journal bearing berfungsi untuk menahan beban radial (tegak lurus terhadap poros) serta menjaga kestabilan putaran rotor agar tetap sejajar dan mengurangi gesekan, sehingga operasi turbin lebih halus dan aman.
- Thrust bearing digunakan untuk menahan beban aksial (sejajar sumbu poros) yang timbul akibat dorongan uap, menjaga posisi rotor agar tidak bergerak maju atau mundur secara berlebihan.



Gambar 3. 8 Bearing pada Turbin Uap

3.1.3 Auxiliary atau Alat Bantu Turbin Uap

Dalam sistem turbin uap (steam turbine), *auxiliary system* atau peralatan bantu adalah komponen-komponen tambahan yang berfungsi mendukung operasi utama turbin agar dapat berjalan dengan aman, efisien, dan andal. Peralatan bantu ini tidak menghasilkan energi langsung, tetapi sangat penting untuk menjaga kestabilan operasi, mengontrol parameter kerja, serta melindungi turbin dari kerusakan.

Fungsi utama dari auxiliary turbine atau sistem bantu turbin uap meliputi:

- Menyediakan sistem pelumasan (lube oil system) untuk mengurangi gesekan pada bantalan.

-
- Menyediakan sistem pendingin untuk menjaga suhu oli, bantalan, dan bagian penting lainnya.
 - Menyediakan sistem vakum dan kondensasi untuk mendukung konversi uap menjadi air kembali (condensate).
 - Menyediakan sistem start-up seperti turning gear agar rotor tidak mengalami deformasi akibat pendinginan tidak merata.
 - Menjamin suplai oli kontrol pada saat start-up, shutdown, dan kondisi darurat.

Beberapa komponen Auxiliary turbin uap yakni mencakup ;

1. *Oil Reservoir (Oil Tank)*

Berfungsi sebagai penampung oli untuk sistem pelumasan dan kontrol



Gambar 3. 9 Oil Tank

2. *Main Oil Pump*

Main Oil Pump adalah pompa yang mensirkulasikan oli ke bearing dan system control selama turbin beroperasi dalam keadaan normal.



Gambar 3. 10 Main
Oil Pump

3. AC Auxiliary Oil Pump

Digunakan untuk mensirkulasikan oli saat turbin belum beroperasi secara penuh seperti saat turbin shutdown atau saat kondisi turbin akan *start up*



Gambar 3. 11 AC Auxiliary Oil
Pump

4. DC Emergency Oil Pump

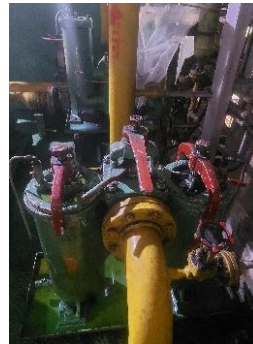
Pompa DC ini digunakan jika pompa utama dan Auxiliary pump gagal dalam mensirkulasikan oli ke bagian – bagian turbin.



Gambar 3. 12 DC Emergency Oil Pump

5. Oil Cooler dan Oil Filter

Oil cooler digunakan untuk mendinginkan oli sebelum digunakan, sedangkan oil filter berfungsi menyaring kotoran agar kualitas oli terjaga.



Gambar 3. 13 Oil Cooler dan Oil Filter

6. *Condesate pump*

Pompa yang berfungsi untuk mentransfer atau memindahkan air hasil kondensasi dari turbin menuju tangki pengembalian condensate.

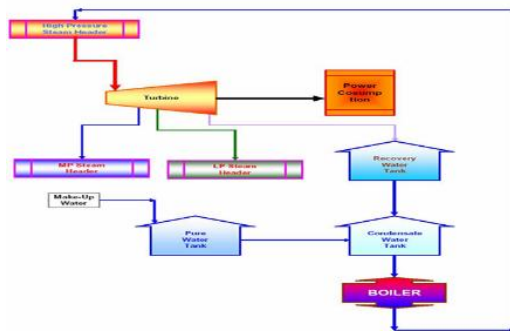


Gambar 3. 14 Condesate pump

3.1.4 Prinsip Kerja Turbin Uap

Turbin uap merupakan mesin konversi energi yang memanfaatkan energi termal dari uap air bertekanan tinggi untuk menghasilkan energi mekanik berupa putaran poros (Apriandi and Mursadin 2016). Proses dimulai dari boiler yang memanaskan air hingga menjadi uap jenuh, kemudian dialirkan ke superheater untuk meningkatkan suhunya hingga mencapai kondisi superheated. Uap superheated dengan tekanan dan temperatur tinggi ini dialirkan melalui nosel ke sudu-sudu turbin, di mana energi panas dan tekanannya dikonversi menjadi energi kinetik. Uap berkecepatan tinggi tersebut mendorong sudu gerak (moving blades) dan menyebabkan poros turbin berputar.

Putaran poros turbin kemudian diteruskan ke generator untuk menghasilkan energi listrik. Dalam sistem turbin uap di PT. Indah Kiat, digunakan sistem ekstraksi uap tekanan menengah (MP) dan tekanan rendah (LP), di mana sebagian uap diambil dari tahap tengah dan akhir proses ekspansi untuk digunakan kembali dalam proses pemanasan atau kebutuhan proses industri lainnya (Steam Turbin EPPS 2020). Sistem ini membantu meningkatkan efisiensi keseluruhan dengan memanfaatkan energi uap sebelum benar-benar dibuang ke kondensor. Uap sisa yang tidak diekstraksi dikondensasikan kembali menjadi air di kondensor dan dialirkan kembali ke boiler melalui feedwater pump, membentuk siklus tertutup yang dikenal sebagai Siklus Rankine.



Gambar 3. 15 Turbin system

3.2 Pengertian *Cooling Tower*

Cooling tower merupakan suatu alat penukar panas (*Heat Exchanger*) yang berfungsi untuk menurunkan temperatur air pendingin dengan memindahkan panas dari air ke udara di lingkungan sekitar. Dalam sistem pembangkit listrik khususnya di unit Power–Generator 2 *cooling tower* digunakan untuk menyerap panas dari *heat exchanger* pada kondensor turbin uap, *oil cooler* pada sistem pelumasan, serta *air cooler* pada generator.

Air pendingin yang telah mengalami kenaikan temperatur dialirkan ke *cooling tower* untuk diturunkan temperaturnya sebelum disirkulasikan kembali ke sistem. Kinerja *cooling tower* yang baik akan menjaga temperatur kondensor tetap rendah, temperatur oli pelumas stabil, serta temperatur winding generator berada dalam range yang ideal, sehingga meningkatkan efisiensi dan kinerja dari turbin dan generator.

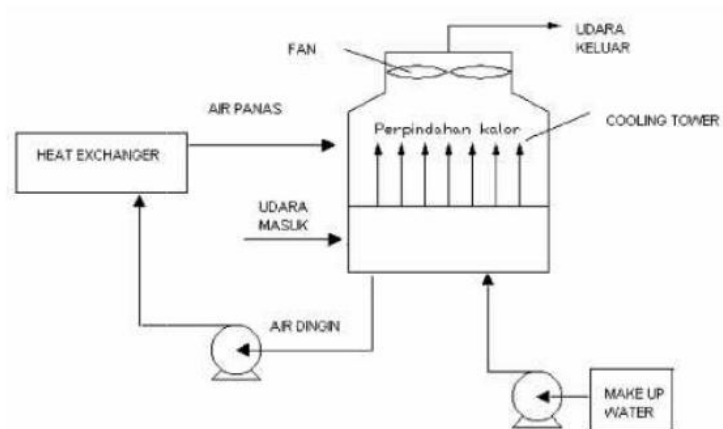


Gambar 3. 16 Cooling Tower

3.2.1 Prinsip Kerja Cooling Tower

Prinsip kerja cooling tower pada dasarnya Adalah pelepasan kalor dan perpindahan kalor, perpindahan kalor atau panas pada cooling tower berlangsung melalui kontak langsung (*direct contact heat exchanger*) antara udara dan air. Cara kerjanya didasarkan pada mekanisme *evaporative cooling*, yaitu proses pendinginan air melalui penguapan sebagian kecil air ke udara. Air panas yang berasal dari sistem pendingin dialirkan ke bagian atas cooling tower dan didistribusikan secara merata melalui nozzle ke atas media pengisi (fill) untuk memperbesar luas permukaan kontak antara air dan udara.

Udara lingkungan kemudian dialirkan ke dalam menara, baik secara alami maupun dengan bantuan kipas, dan berkontak langsung dengan air yang mengalir turun. Pada proses ini, sebagian air menguap dan menyerap panas laten dari air, sehingga menyebabkan penurunan temperatur air secara signifikan. Udara yang telah membawa panas dan uap air dikeluarkan ke atmosfer, sedangkan air yang telah mengalami pendinginan dikumpulkan pada basin di bagian bawah cooling tower untuk selanjutnya disirkulasikan kembali ke sistem pendingin.



Gambar 3. 17 Skema Cooling Tower

3.2.2 Jenis – Jenis Cooling Tower

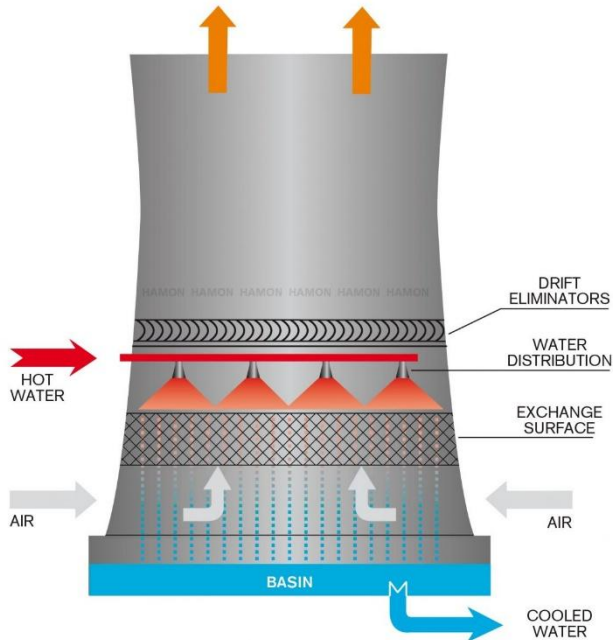
Jenis – jenis cooling tower dibagi berdasarkan arah aliran udara serta metode mekanik, dimana penggunaannya mempertimbangkan efisiensi pendinginan yang akan dicapai dan juga mempertimbangan sesuai kebutuhan industry.

3.2.3.1 Berdasarkan metode mekanik

1. Natural draft Cooling Tower

Pada jenis Cooling tower natural draft desainnya tidak menggunakan kipas (fan), sehingga aliran udaranya hanya bergantung pada tekanan dorong alami atau memanfaatkan

perbedaan densitas antara udara panas dan dingin jenis cooling tower ini biasanya digunakan pada industri berskala besar karena memiliki kapasitas pendinginan yang besar.



Gambar 3. 18 Natural draft Cooling Tower

2.Mechanical Draft Cooling Tower

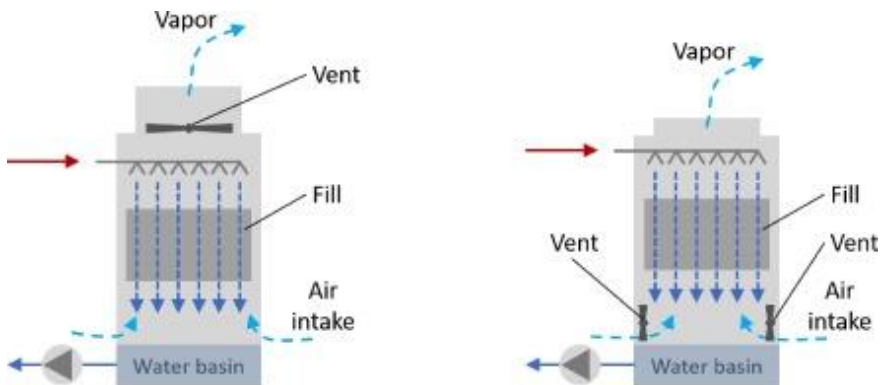
Perbedaan utama antara mechanical dan natural draft cooling tower adalah penggunaan kipas (Fan) sehingga proses pendinginan dapat disesuaikan dengan kebutuhan sistem, selain itu keunggulan mechanical draft cooling tower

dibanding natural draft cooling tower adalah desainnya dapat dibuat lebih kompak.

Untuk mechanical draft cooling tower sendiri dibagi menjadi 2 berdasarkan posisi dan cara kipas (Fan) dalam mengalirkan udara yaitu forced draft dan induced draft. Pada forced draft cooling tower, kipas (Fan) ditempatkan di sisi masuk udara (inlet) dan berfungsi mendorong udara masuk ke dalam menara pendingin sedangkan pada induced draft cooling tower, kipas (Fan) dipasang di bagian atas menara (Outlet) untuk menarik udara keluar sehingga aliran udara lebih merata dan proses perpindahan panas menjadi lebih efektif.

3.2.3.2 Berdasarkan arah aliran udara

1. Counter Flow Cooling Tower

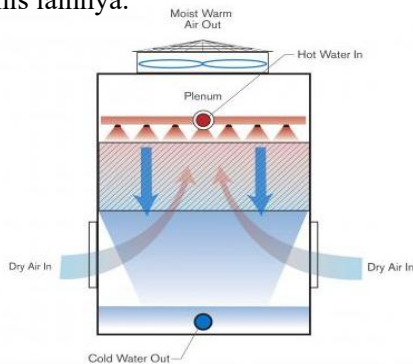


Gambar 3. 19 Counter Flow and forced draft cooling tower

Counter flow cooling tower adalah jenis menara pendingin di mana aliran udara bergerak berlawanan arah (countercurrent) dengan aliran air panas. Air panas disemprotkan dari bagian atas cooling tower dan mengalir ke bawah, sedangkan udara masuk dari bagian bawah dan bergerak ke atas menuju kipas.

Interaksi antara udara dingin dan air panas terjadi secara intensif sepanjang lintasan aliran, sehingga proses perpindahan panas dan penguapan berlangsung lebih efektif. Oleh karena itu, counter flow cooling tower memiliki efisiensi pendinginan yang tinggi dan mampu menurunkan temperatur air dengan baik.

Namun, desain counter flow cooling tower relatif lebih kompleks dan membutuhkan sistem distribusi air bertekanan, sehingga biaya instalasi dan perawatan cenderung lebih tinggi dibandingkan jenis lainnya.



Gambar 3. 20 Counter Flow Cooling Tower

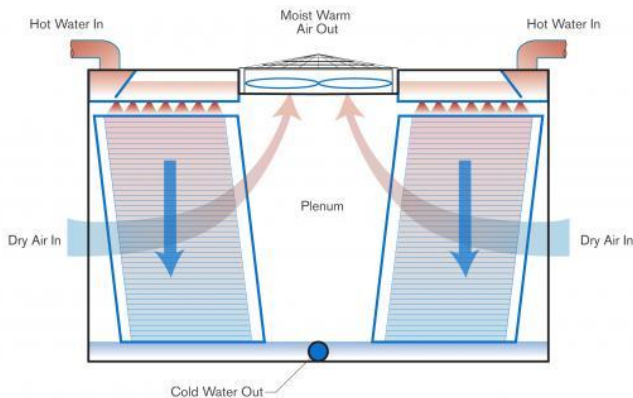
2. Cross Flow Cooling Tower

Cross flow cooling tower merupakan jenis menara pendingin di mana aliran udara bergerak secara horizontal dan

tegak lurus (cross) terhadap aliran air. Air panas dialirkan dari bagian atas dan jatuh ke bawah melalui fill, sementara udara masuk dari sisi samping menara.

Proses perpindahan panas terjadi ketika udara melintasi tirai air yang jatuh, sehingga pendinginan berlangsung secara kontinu. Cross flow cooling tower memiliki konstruksi yang lebih sederhana dan tidak memerlukan tekanan tinggi untuk distribusi air, sehingga konsumsi energi pompa relatif lebih rendah.

Kelebihan lain dari cross flow cooling tower adalah kemudahan dalam inspeksi dan perawatan. Namun, dibandingkan dengan counter flow, efisiensi pendinginan cross flow cooling tower umumnya lebih rendah dan membutuhkan ukuran menara yang lebih besar untuk kapasitas pendinginan yang sama.



Gambar 3. 21 Cross Flow Cooling Tower

3.2.4 Kontruksi dan Komponen Penyusun Cooling Tower

1. Tower Basin (Bak Penampung)

Tower basin merupakan bagian bawah cooling tower yang berfungsi sebagai tempat penampungan air pendingin setelah mengalami proses pendinginan. air yang terkumpul di basin selanjutnya dipompa kembali menuju kondensor untuk digunakan kembali dalam siklus pendinginan pembangkit. Keberadaan basin sangat penting untuk menjaga kontinuitas sirkulasi air pendingin dalam sistem pembangkit



Gambar 3. 22 Tower Basin

2. Drift Eliminator

Drift eliminator berfungsi untuk menangkap butiran air yang terbawa oleh aliran udara keluar dari cooling tower. Komponen ini bekerja dengan memaksa aliran udara berubah arah sehingga butiran air dapat terpisah dan jatuh kembali ke dalam

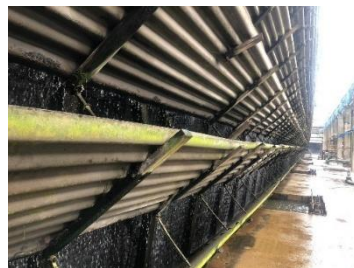
tower. Dalam sistem pembangkit, drift eliminator berperan mengurangi kehilangan air pendingin dan mencegah dampak lingkungan akibat uap air berlebih



Gambar 3. 23 Drift Eliminator

4. Louvers

Louvers merupakan sirip atau papan miring yang terletak pada sisi cooling tower sebagai jalur masuk udara. Selain mengarahkan aliran udara ke dalam tower, louvers juga berfungsi mencegah percikan air keluar dari cooling tower. Pada sistem pembangkit, louvers membantu menjaga efisiensi pendinginan serta keselamatan area sekitar cooling tower



Gambar 3. 24 Louvers

5. Fan (Kipas)

Fan berfungsi mengalirkan udara melalui cooling tower, baik dengan cara mendorong maupun menarik udara. Pada sistem pembangkit, kipas umumnya digunakan untuk memastikan aliran udara yang stabil dan cukup guna mendukung proses pendinginan air kondensor. Kinerja fan yang optimal sangat memengaruhi efisiensi cooling tower secara keseluruhan.



Gambar 3. 25 Fan

6. Pompa sirkulasi

Pompa sirkulasi merupakan komponen penting dalam sistem cooling tower pada pembangkit listrik yang berfungsi untuk mengalirkan air pendingin secara kontinu dari tower basin atau cold well menuju kondensor, serta mengembalikannya kembali ke cooling tower setelah menyerap panas.

Dalam sistem pembangkit, pompa sirkulasi memastikan debit dan tekanan air pendingin tetap sesuai dengan kebutuhan kondensor. Aliran air yang stabil sangat diperlukan agar proses

kondensasi uap bekas turbin dapat berlangsung secara optimal dan tekanan vakum kondensor tetap terjaga.

Pompa sirkulasi umumnya dipasang pada bagian cold well untuk menghindari kavitasi dan menjaga keandalan operasi. Kinerja pompa yang baik akan mendukung efektivitas cooling tower dalam menurunkan temperatur air pendingin. Sebaliknya, gangguan pada pompa sirkulasi dapat menyebabkan penurunan aliran air pendingin, meningkatnya temperatur air masuk kondensor, serta menurunnya efisiensi turbin uap.



Gambar 3. 26 Pompa Sirkulasi Cooling Tower

7. Fill

Fill merupakan komponen utama pada cooling tower yang berfungsi untuk memperbesar luas permukaan kontak antara air dan udara, sehingga proses perpindahan panas dan massa dapat berlangsung secara optimal. Air panas dari sistem proses dialirkan

ke atas fill dan kemudian mengalir turun melewati permukaan fill dalam bentuk lapisan tipis atau tetesan kecil, sementara udara mengalir berlawanan arah atau searah tergantung pada jenis cooling tower yang digunakan.

Secara prinsip, fill bekerja dengan cara memperlambat laju aliran air dan memecah aliran air menjadi film atau percikan, sehingga waktu kontak antara air dan udara menjadi lebih lama. Kondisi ini meningkatkan proses pendinginan evaporatif, di mana sebagian panas air dilepaskan ke udara melalui penguapan.



Gambar 3. 27 Fill

7.Strainer

Strainer merupakan komponen pada sistem cooling water yang berfungsi untuk menyaring kotoran, partikel padat, dan material asing yang terbawa bersama aliran air pendingin sebelum air masuk ke pompa sirkulasi dan kondensor. Pada sistem

pembangkit listrik, strainer memiliki peran penting dalam melindungi peralatan utama dari kerusakan dan penurunan kinerja.

Strainer umumnya dipasang pada sisi hisap (suction) pompa sirkulasi atau pada jalur masuk air menuju kondensor. Dengan adanya strainer, partikel-partikel seperti lumpur, serpihan material, dan organisme kecil dapat tertahan sehingga tidak masuk ke pompa maupun pipa-pipa kondensor. Hal ini membantu mencegah terjadinya penyumbatan, erosi, serta fouling pada permukaan perpindahan panas kondensor.



Gambar 3. 28 Strainer

8. Make up Water

Make-up water system merupakan sistem penambahan air pada cooling tower yang berfungsi untuk mengganti kehilangan air selama proses operasi. Kehilangan air pada sistem pendinginan pembangkit umumnya terjadi akibat proses penguapan, drift

(butiran air yang terbawa udara), serta pembuangan air melalui sistem blowdown.



Gambar 3. 29 Control Valve Make-up Water

9. Blowdown

Sistem blowdown pada cooling tower merupakan proses pembuangan sebagian air sirkulasi secara terkontrol untuk menjaga kualitas air pendingin agar tetap berada dalam batas operasi yang diizinkan. Selama proses pendinginan, air di dalam cooling tower mengalami penguapan, di mana hanya molekul air murni yang menguap sedangkan zat terlarut seperti garam, dan kontaminan lainnya akan tertinggal dan terakumulasi dalam air sirkulasi. Akumulasi ini menyebabkan peningkatan Total Dissolved Solids (TDS) dan konduktivitas air.

Apabila konsentrasi zat terlarut tidak dikendalikan, maka dapat menimbulkan berbagai permasalahan operasional seperti

pembentukan kerak (scaling), korosi pada peralatan, serta pertumbuhan mikroorganisme (fouling biologis) yang dapat menurunkan efisiensi perpindahan panas dan mempercepat kerusakan komponen sistem pendingin.



Gambar 3. 30 Blowdown

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Resume Kerja Praktik dan MBKM

Tabel *resume* kegiatan Kerja Praktek (KP) di unit *Power Generator 2 (PG-2)* PT. Indah Kiat *Pulp And Paper* Tbk. Perawang dari bulan september sampai dengan bulan Februari . *Resume* dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 *Resume* kerja Praktik

No	Jenis Kegiatan	Waktu Kegiatan	Deskripsi
1	<i>Safety induction</i> serta pengenalan seputar PT. Indah Kiat <i>Pulp and Paper</i> Perawang	17 Februari 2025 – 20 Maret 2025	➤ Pengarahan K3 dan Peraturan di pabrik oleh <i>Safety</i> ➤ Pemberian <i>helm</i>, dan APD. ➤ Pengenalan proses pengolahan <i>Pulp and Paper</i>
2	Pengenalan Unit PG-2	20 Februari - 21 Februari 2025	➤ Pemberian Materi oleh Pembimbing seputar Unit <i>Power Generator 2 (PG-2)</i>

No	Jenis Kegiatan	Waktu Kegiatan	Deskripsi
3	<i>Trainng / Visit DCS</i>	24 Februari - 28 Februari 2025	➤ Belajar mengenai sistem turbin uap serta steam distribusion pada unit PG-2
4	Mengoperasionalkan Turbin pada unit PG-2	3 Februari – 1 Juli 2025 / 1 September 2025 – 30 Februari 2026	➤ Mengisi logsheet Turbin 11-16 ➤ Mengisi Logsheets Cooling Tower P.8 dan P.9 ➤ Mengisi Logsheets Turbin 18-19 ➤ Start Oil Separator ➤ Training Start TG-19 ➤ Backwash Condenser ➤ Online / Offline distribusi steam ke user ➤ Start dan Stop Turbin

No	Jenis Kegiatan	Waktu Kegiatan	Deskripsi
			➤ Autonomous area PG-2 ➤ Check MCC turbin dan Cooling Tower P.8 – P.9 , MCC ➤ Blow Inlet dan Outlet Cooling Tower P.9 ➤ Test start AC/DC Oil pump ➤ Start Fan Cooling Tower ➤ Start Pompa Cooling Tower ➤ Cuci Oil Separator ➤ Backwash Oil Cooler ➤ Cuci Lub oil filter ➤ Ambil Sampel Oli ➤ Test Start Compressor ➤ Ambil sampel

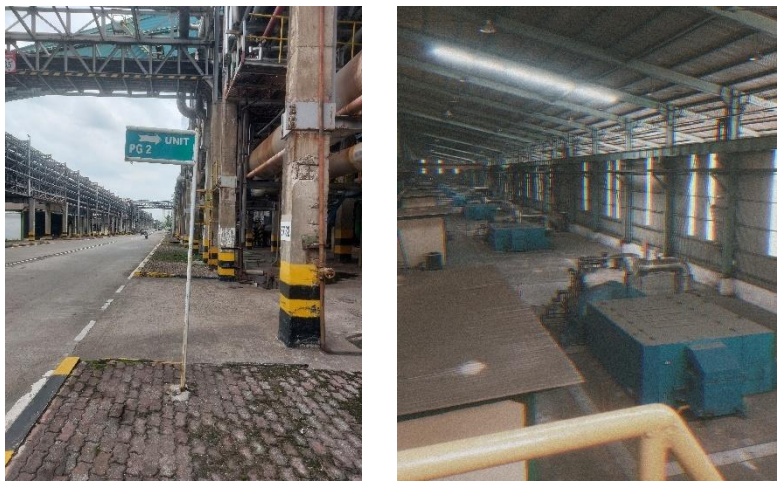
No	Jenis Kegiatan	Waktu Kegiatan	Deskripsi
			➤ kondensat ➤ Belajar control di DCS ➤ Change Condesat pump ➤ Start Up Turbin ➤ Stop Turbin ➤ dll

4.2 Tempat Pelaksanaan Kerja Praktik

PT. Indah Kiat Pulp and Paper memiliki sistem pembangkit tenaga yang terintegrasi untuk menunjang kelangsungan proses produksi secara berkelanjutan. Salah satu area vital dalam mendukung kebutuhan energi pabrik adalah Power Plant, yang berfungsi sebagai penyedia energi listrik dan uap (steam) bagi seluruh unit produksi, termasuk unit pulp, kertas, dan chemical plant. Energi listrik yang dihasilkan digunakan untuk mengoperasikan mesin-mesin industri, sedangkan uap digunakan dalam berbagai proses termal, seperti pemasakan chip kayu, pemutihan pulp, dan pengeringan kertas.

Power Plant terdiri dari beberapa unit utama, antara lain boiler (ketel uap), steam turbine (turbin uap), dan generator. Bahan bakar yang digunakan umumnya berasal dari limbah hasil produksi pulp

seperti black liquor, serta biomassa lain seperti bark (kulit kayu). Uap bertekanan tinggi yang dihasilkan dari boiler akan diarahkan ke turbin untuk menggerakkan poros turbin yang kemudian menggerakkan generator guna menghasilkan listrik. fokus pembahasan dilakukan pada area Power Generator 2 (PG-2).



Gambar 4. 1 Unit PG-2

Tabel 4. 2 Kapasitas Load dan loading pada unit PG-2

Turbin Load capacity & Loading specification					
TG	HP	MP	LP	Cond	MW
TG.11	231.0 t/h	50.0 t/h	130.0 t/h	80.0 t/h	37
TG.12	231.0 t/h	50.0 t/h	130.0 t/h	80.0 t/h	37
Turbin Load capacity & Loading specification					
TG	HP	MP	LP	Cond	MW

TG.13	231.0 t/h	50.0 t/h	130.0 t/h	80.0 t/h	37
TG.14	231.0 t/h	50.0 t/h	130.0 t/h	80.0 t/h	37
TG.15	231.0 t/h	50.0 t/h	130.0 t/h	80.0 t/h	37
TG.16	231.0 t/h	50.0 t/h	130.0 t/h	80.0 t/h	37
TG.17	231.0 t/h	50.0 t/h	130.0 t/h	80.0 t/h	37
TG.18	168.0 t/h	50.0 t/h	165.0 t/h	-	24
TG.19	168.0 t/h	50.0 t/h	165.0 t/h	-	24
TOTAL	1953.0 t/h	450 t/h	1243.0 t/h	560.0 t/h	307

4.3 Flow Steam pada turbin

Uap yang digunakan untuk menggerakkan turbin uap dihasilkan dari boiler melalui proses pemanasan air hingga mencapai tekanan ± 60 Bar dan temperatur ± 430 C yang . Uap yang dihasilkan memiliki energi termal yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi penggerak turbin. Dari boiler, uap dialirkan ke header dan diteruskan menuju pipa utama (*main steam line*) menuju turbin.

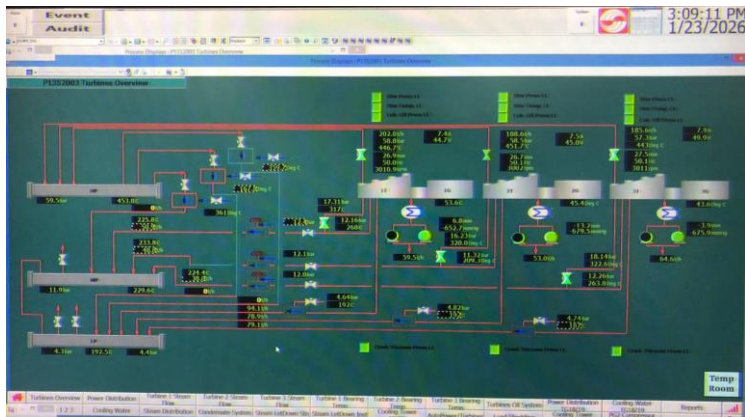
Sebelum memasuki turbin, aliran uap melewati katup pengatur (*Governor Valve*) yang berfungsi untuk mengendalikan laju aliran uap sesuai dengan kebutuhan beban (load). Pengaturan aliran uap ini bertujuan untuk menjaga kestabilan putaran turbin serta menyesuaikan daya keluaran generator dengan beban sistem. Setelah melewati governor Valve uap bertekanan tinggi masuk ke dalam turbin dan diarahkan ke sudu-sudu turbin.

Di dalam turbin, uap mengalami proses ekspansi sehingga energi panas dan tekanan uap diubah menjadi energi mekanik

berupa putaran poros turbin. Selama proses ini berlangsung, tekanan dan temperatur uap secara bertahap menurun akibat perpindahan energi ke sudu-sudu turbin. Poros turbin yang berputar terhubung langsung dengan generator, sehingga energi mekanik yang dihasilkan digunakan untuk membangkitkan energi listrik.

Uap sisa yang telah melewati seluruh tingkat sudu turbin selanjutnya dialirkan menuju kondensor. Di dalam kondensor, uap bekas mengalami proses kondensasi akibat pelepasan panas ke media pendingin, sehingga berubah fase menjadi air kondensat. Proses kondensasi ini bertujuan untuk menurunkan tekanan di sisi keluaran turbin dan meningkatkan efisiensi kerja turbin.

Air kondensat yang dihasilkan kemudian dipompa kembali menuju sistem pengolahan air (Polisher) untuk selanjutnya digunakan kembali sebagai air pengisi boiler. Dengan demikian, proses aliran uap dari boiler hingga kondensor membentuk suatu siklus tertutup pada sistem pembangkit tenaga uap.



Gambar 4. 2 Flow Steam pada DCS dan Turbin

4.4 Proses Kondensasi Uap pada kondesor

. Kondensor pada sistem pembangkit tenaga uap berfungsi sebagai *heat exchanger* yang memindahkan panas dari uap bekas turbin ke media pendingin, sehingga uap dapat diubah kembali menjadi air kondensat dan digunakan kembali dalam siklus pembangkit.

Pada kondensor, uap bekas mengalir di sisi luar pipa (*shell side*), sedangkan air pendingin mengalir di dalam pipa (*tube side*). Air pendingin yang digunakan memiliki temperatur lebih rendah dibandingkan uap bekas turbin. Perbedaan temperatur antara kedua fluida tersebut menyebabkan terjadinya perpindahan panas secara tidak langsung melalui dinding pipa kondensor. Proses perpindahan panas ini berlangsung tanpa adanya kontak langsung antara uap dan air pendingin.

Perpindahan panas dari uap ke air pendingin menyebabkan uap kehilangan energi panas laten. Ketika energi panas laten uap dilepaskan, uap mengalami perubahan fase dari uap menjadi cairan (air kondensat). Proses ini merupakan karakteristik utama dari kerja kondensor sebagai *heat exchanger* tipe kondensasi, di mana fluida panas mengalami perubahan fase sedangkan fluida pendingin hanya mengalami kenaikan temperatur.

Selain berfungsi sebagai media kondensasi, kondensor juga berperan dalam menciptakan kondisi tekanan rendah (vakum) pada sisi keluaran turbin. Tekanan rendah ini terjadi akibat berkurangnya volume uap setelah mengalami kondensasi. Kondisi vakum tersebut sangat penting untuk meningkatkan efisiensi turbin, karena memperbesar perbedaan tekanan antara sisi masuk dan sisi keluar turbin.

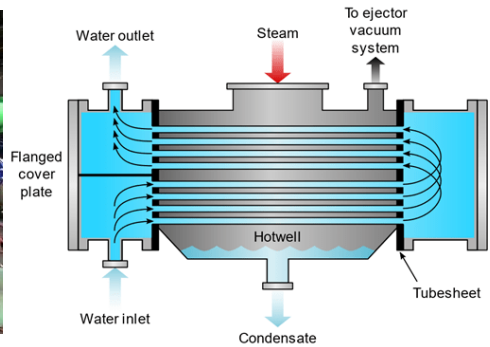
4.5 Cooling Water System Pada unit Power Generator 2

Sistem pendingin yang digunakan pada Unit Power Generator 2 merupakan sistem pendingin sirkulasi terbuka (*open recirculating system*) yang menggunakan *cooling tower*. Dimana Air pendingin disirkulasikan secara terus-menerus dari pembangkit menuju *cooling tower* dan kemudian dialirkan kembali ke pembangkit Adapun komponen – komponen turbin – generator yang membutuhkan supply air pendingin adalah sebagai berikut

4.5.1 Pendingin Kondensor

Pada kondensor, air pendingin digunakan sebagai media untuk menyerap panas dari uap bekas turbin. Air pendingin mengalir di dalam pipa-pipa kondensor, sedangkan uap bekas turbin mengalir di sisi luar pipa. Proses perpindahan panas ini menyebabkan uap mengalami kondensasi dan berubah fase menjadi air kondensat.

Kinerja pendinginan kondensor sangat dipengaruhi oleh temperatur dan laju aliran air pendingin yang berasal dari *cooling tower*. Semakin rendah temperatur air pendingin yang masuk ke kondensor, maka proses kondensasi akan berlangsung lebih efektif sehingga tekanan di sisi keluaran turbin dapat dijaga tetap rendah.

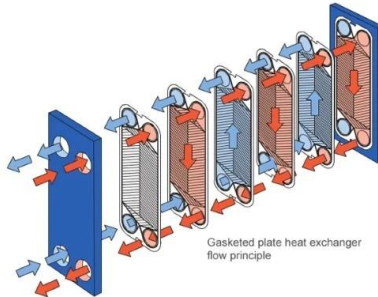


Gambar 4. 3 Condensor Turbin

4.5.2 Pendingin Lube Oil Cooler

Selain digunakan untuk pendinginan kondensor, air pendingin dari sistem *cooling water* juga dimanfaatkan untuk mendinginkan oli pelumas pada turbin dan generator melalui *lube oil cooler*. Oli pelumas berfungsi untuk melumasi bantalan serta mengurangi gesekan pada komponen berputar. Selama operasi, oli mengalami kenaikan temperatur akibat gesekan dan panas dari peralatan.

Oli yang mengalami kenaikan temperatur dialirkan melalui *lube oil cooler* untuk didinginkan menggunakan air pendingin dari *cooling tower*. Proses pendinginan ini bertujuan untuk menjaga temperatur oli tetap stabil sehingga sifat pelumasan oli tidak menurun

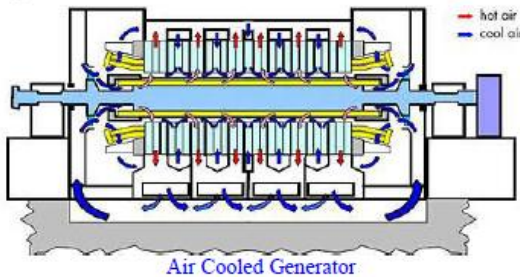


Gambar 4. 4 Oil Cooler

4.5.3 Pendingin Air Cooler

Sistem *cooling water* juga digunakan pada *air cooler* yang berfungsi untuk menurunkan temperatur udara pada generator. Udara disekitar generator akan mengalami kenaikan temperatur selama proses operasional dan akan didinginkan melalui *air cooler* dengan memanfaatkan air pendingin sebagai media perpindahan panas.

Pendinginan pada *air cooler* bertujuan untuk menjaga kondisi temperature disekitar generator akan menurun . sehingga generator akan berjalan optimal serta mencegah terjadinya overheating pada kumparan rotor maupun stator.



Gambar 4. 5 Air Cooler

4.6. Alur kerja cooling water system pada Unit Power Generator 2 (PG -2)

Pada kondisi operasional air pendingin yang telah menyerap panas dari peralatan pembangkit dialirkan menuju menara pendingin (*cooling tower*) untuk mengalami proses pendinginan. Menara pendingin berfungsi untuk menurunkan temperatur air pendingin sebelum disirkulasikan kembali ke sistem pendinginan..

Air panas yang berasal dari kondensor ,air cooler dan oil cooler dialirkan ke bagian atas menara pendingin dan disemprotkan melalui *nozzle* agar terdistribusi secara merata. Selanjutnya, air mengalir ke bawah melewati media isian (*fill*) yang berfungsi memperbesar luas permukaan kontak antara air dan udara sehingga proses pelepasan panas dapat berlangsung secara efektif.

Udara lingkungan masuk ke dalam menara pendingin melalui *louvers* dan dialirkan oleh kipas (*fan*). Kontak langsung antara udara dan air panas menyebabkan terjadinya perpindahan panas serta penguapan sebagian air. Panas yang dilepaskan dari air pendingin akan terbawa keluar bersama aliran udara buang, sedangkan air yang telah mengalami penurunan temperatur ditampung di bagian bawah menara pendingin (*basin*).

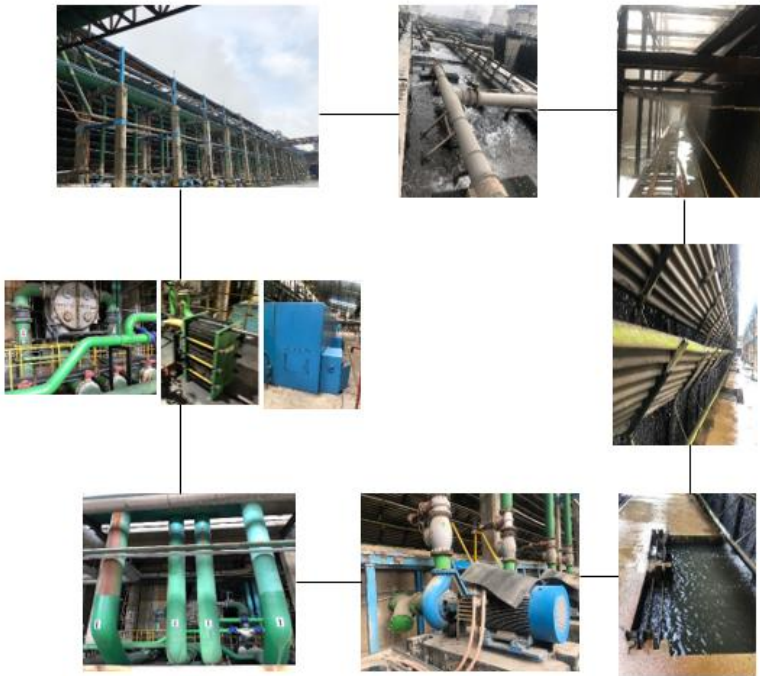
Air pendingin yang terkumpul di *basin* kemudian dipompa kembali menuju sistem distribusi air pendingin. Pada tahap ini, aliran air pendingin dibagi ke beberapa jalur sesuai dengan kebutuhan pendinginan pada peralatan pembangkit. Sebagian aliran air pendingin dialirkan menuju kondensor untuk menyerap panas dari uap bekas turbin dan mendukung proses kondensasi sehingga tekanan pada sisi keluaran turbin dapat dijaga tetap rendah.

Selain menuju kondensor, sebagian aliran air pendingin dialirkan menuju pendingin oli pelumas (*oil cooler*). Pendingin oli pelumas berfungsi untuk menurunkan temperatur oli pada sistem pelumasan turbin dan generator yang mengalami kenaikan temperatur selama operasi. Pendinginan ini bertujuan untuk menjaga kualitas oli serta keandalan bantalan turbin dan generator.

Air pendingin juga dialirkan menuju pendingin udara (*air cooler*) yang digunakan untuk menurunkan temperatur udara atau fluida tertentu pada peralatan pendukung pembangkit. Dengan

temperatur yang terjaga dalam batas operasi, kinerja peralatan pendukung dapat dipertahankan secara optimal.

Setelah digunakan pada kondensor, pendingin oli, dan pendingin udara generator, air pendingin kembali dialirkan menuju menara pendingin untuk didinginkan kembali



Gambar 4. 6 Alur Sirkulasi Cooling Water System

4.7 Pengendalian dan Pemeliharaan Cooling Water System

Pada sistem *cooling water*, terdapat beberapa permasalahan operasional yang berpotensi terjadi, antara lain kehilangan air akibat proses penguapan (*evaporation loss*) dan *drift*, penyumbatan pada *strainer* yang disebabkan oleh kotoran atau partikel padat, serta penurunan efektivitas pendinginan akibat pengaruh kondisi cuaca lingkungan. Apabila permasalahan tersebut tidak ditangani dengan baik, maka dapat menyebabkan penurunan kinerja sistem pendinginan dan berpengaruh terhadap keoptimalan pembangkit / Turbin.

Untuk mengantisipasi dan meminimalkan dampak dari permasalahan tersebut, dilakukan berbagai upaya pengendalian dan pemeliharaan sistem pendinginan. Upaya yang dilakukan meliputi pemeriksaan dan pembersihan *strainer* secara berkala untuk mencegah penyumbatan aliran air, pemantauan level air pada *tower basin* guna memastikan kecukupan air pendingin, serta pengoperasian pompa sirkulasi sesuai dengan prosedur operasi standar. Selain itu, pengaturan *make-up water* dan *blowdown* juga dilakukan untuk menjaga keseimbangan volume air serta kualitas air pendingin dalam sistem.

Upaya pengendalian lainnya dilakukan melalui pemantauan arus listrik (*ampere*) motor pompa dan motor *fan cooling tower* melalui *Motor Control Center* (MCC). Nilai arus

listrik yang melebihi atau lebih rendah dari kondisi normal dapat menjadi indikasi adanya gangguan pada sistem, seperti beban berlebih akibat penyumbatan aliran, gangguan mekanis pada *fan* atau pompa, serta ketidakseimbangan operasi motor. Dengan adanya pemantauan ini, tindakan korektif dapat dilakukan lebih awal sebelum gangguan menjadi lebih serius.



Gambar 4. 7 Perawatan , logsheet, amper fan dan motor serta monitor untuk pemantauan level dan temperature cooling Water

4.8 Analisa Parameter Operasional Cooling Water System

4.8.1 Ampere Motor Fan dan Pompa Cooling Water

Sebagai dasar analisa, digunakan data acuan ampere motor fan dan pompa cooling water yang merepresentasikan kondisi operasi normal peralatan. Data acuan ini berfungsi sebagai pembandingan terhadap kondisi aktual di lapangan.

Tabel 4. 3 Ampere motor dan fan CT

Kondisi Operasional	Ampere(A) Motor / Pompa CT	Ampere (A)FAN
Normal	280 - 300	120 – 150
Tinggi	300>	150>
Rendah	<280	<120

Arus listrik (ampere) pada motor fan cooling tower dan pompa sirkulasi merupakan salah satu parameter utama yang digunakan untuk memantau kondisi beban motor, Pada kondisi operasi normal, nilai ampere berada dalam batas yang stabil sesuai range diatas. Kenaikan ampere pada motor fan umumnya menandakan adanya peningkatan beban mekanis, seperti fan yang mulai kotor, hambatan aliran udara akibat fouling pada fill, atau gangguan mekanis pada sistem fan. Sementara itu, kenaikan ampere pada motor pompa dapat disebabkan oleh debit aliran air yang terlalu besar, adanya sumbatan pada strainer pompa, atau kondisi bearing dan impeller yang mulai mengalami keausan.

Untuk menjaga menjaga kondisi tetap aman dilakukan pemantauan ampere secara rutin melalui MCC dan pencatatan pada logsheet, serta pemeriksaan mekanis apabila terjadi perubahan nilai ampere dari kondisi normal.



Gambar 4. 8 Amperemeter Motor dan CT

4.8.2 Flow Air Cooling Tower

Tabel 4. 4 Flow air CT

Flow M ³ / H	Keterangan
270 M ³ / H – 300 M ³ / H	Kondisi Normal
<270 M ³ / H atau > 300 M ³ / H	Abnormal

Flow air pendingin pada cooling tower sangat berpengaruh terhadap kemampuan sistem dalam menyerap dan membuang panas dari kondensor, oil cooler, dan air cooler. Apabila flow air terlalu rendah, proses perpindahan panas menjadi tidak optimal sehingga temperatur air keluar kondensor meningkat dan

berdampak pada penurunan vakum kondensor serta efisiensi turbin. Sebaliknya, flow air yang terlalu tinggi akan meningkatkan beban pompa dan konsumsi energi listrik, serta dapat mempercepat keausan peralatan. Perubahan flow air biasanya dipengaruhi oleh kondisi pompa, bukaan valve, dan kebersihan strainer. Oleh karena itu, pengendalian flow dilakukan dengan memastikan strainer dalam kondisi bersih, pengaturan valve sesuai kebutuhan operasi, serta pelaksanaan backwash apabila terindikasi adanya penyumbatan pada jalur air pendingin.

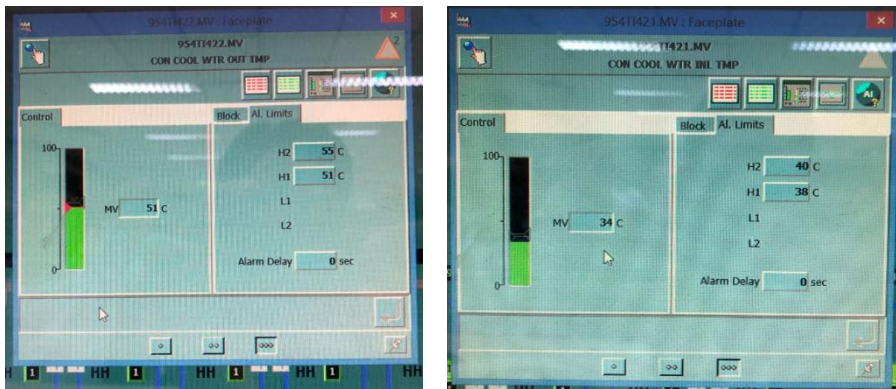
4.8.3 Temperatur Cooling Water

Tabel 4. 5 Temperatur Inlet dan Outlet Kondensor

Titik pengukuran	Temperature (C)	Kondisi
Inlet Condenser	< 38 C	Normal
	>40 C	Abnormal
Outlet Condenser	< 50 C	Normal
	>55 C	Abnormal

Temperatur cooling water dipantau pada sisi inlet dan outlet kondensor maupun cooling tower untuk menilai efektivitas proses pendinginan. Kenaikan temperatur air masuk kondensor menunjukkan bahwa kinerja cooling tower menurun, yang dapat disebabkan oleh fan yang tidak beroperasi optimal, kondisi fill yang kotor, atau pengaruh suhu lingkungan yang tinggi. Temperatur air keluar cooling tower yang terlalu tinggi juga

mengindikasikan bahwa proses pendinginan evaporatif tidak berjalan dengan baik. Untuk mengendalikan kondisi ini, dilakukan pengaturan jumlah fan yang beroperasi sesuai dengan kebutuhan beban, pembersihan fill dan drift eliminator, serta pemantauan temperatur secara kontinu melalui panel indikator atau sistem DCS.



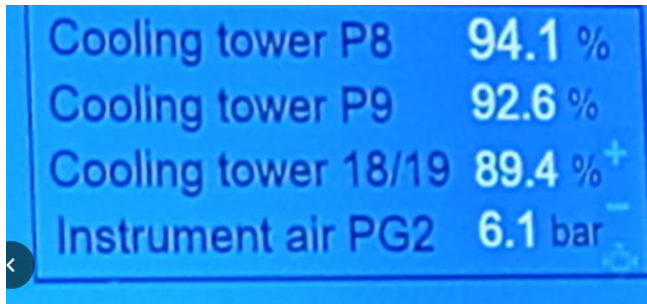
Gambar 4. 9 Interlock temperatur cooling tower pada DCS

4.8.4 Level Air Basin Cooling Tower

Tabel 4. 6 Level Air CT

Level air CT (%)	Keterangan
80 – 98 %	Normal
<80%	Underlevel

Level air pada basin cooling tower berfungsi untuk menjamin kontinuitas suplai air ke pompa sirkulasi dan mencegah terjadinya kavitasi. Level basin yang terlalu rendah dapat menyebabkan pompa menghisap udara sehingga menimbulkan getaran, penurunan flow, dan potensi kerusakan pompa. Sebaliknya, level air yang terlalu tinggi dapat menyebabkan overflow dan pemborosan air pendingin. Fluktuasi level basin dipengaruhi oleh laju make-up water, kehilangan air akibat evaporasi dan drift, serta pengaturan blowdown. Oleh karena itu, pengendalian level basin dilakukan melalui pengaturan make-up water secara otomatis maupun manual, pengecekan valve make-up dan blowdown, serta pemantauan level air secara rutin.



Gambar 4. 10 Level cooling tower pada DCS

4.8.5 Keterkaitan Antar Parameter

Keempat parameter tersebut saling berkaitan dalam satu sistem cooling water. Penurunan level basin dapat menyebabkan berkurangnya flow air pendingin, yang selanjutnya berdampak pada kenaikan temperatur dan perubahan beban motor pompa. Demikian pula, peningkatan temperatur air pendingin dapat meningkatkan beban kerja fan cooling tower yang tercermin dari kenaikan ampere motor. Oleh karena itu, pengendalian Cooling Water System pada Unit Power Generator 2 dilakukan secara terpadu melalui pemantauan parameter operasi secara berkesinambungan agar sistem pendinginan tetap optimal dan mampu mendukung kinerja turbin dan generator secara optimal.



Gambar 4. 11 Pemantauan cooling Tower melalui DCS

4.8 Kegiatan Selama Kerja Praktik dan MBKM

Berikut beberapa kegiatan yang dilakukan selama proses kerja praktik berlangsung:

1. Mengisi Logsheet Turbin Generator

Mengisi logsheet Turbin Generator kegiatan ini dilakukan untuk memantau parameter – parameter yang ada pada Turbin Generator seperti inlet steam press, vacuum condenser, temperatur Oli dan lain lain ,parameter- parameter ini dijaga agar menjaga turbin geneerator dari kerusakan dan trip saat beroperasi dalam keadaan normal



Gambar 4. 12 Mencatat Logsheet Turbin 11-16

2. Start Oil Separator

Saat turbin generator dalam kondisi normal oli dapat tercemar oleh air maupun kotoran yang berasal dari partikel partikel aus maupun kebocoran steam sehingga menyebabkan oli menjadi kotor dan terdapat kontaminan air , oleh karena itu oil separator akan distart saat pagi hari hingga pukul 5 sore sehingga oli yang dipakai dalam turbin generator bebas dari kontaminan



Gambar 4. 13 Start or Stop Oil Separator

3. Change Condesate Pump

Setiap satu minggu sekai pompa untuk memompa air kondesat hasil ekstrasi turbin akan di change ke pompa

lainnya terdapat dua pompa kondesat untuk masing masing turbin dan akan di change setiap 1 minggu sekali agar membagi masa pakai pompa serta menjaga pompa dari keausan , namun pompa ini dapat berjalan secara bersamaan terutama saat keadaan darurat seperti turbin trip atau level kondenser yang tinggi.



Gambar 4. 14 Change Pompa Condesat

4. Autonomous Turbin Generator

Autonomous turbin generator adalah kegiatan yang dilakukan selama mengoperasikan turbin generator yakni berupa kegiatan menjaga kebersihan dari peralatan turbin generator agar tetap terjaga bersih bebas dari kontaminan dan juga menjaga keamanan kerja (safety)

seperti terhindar dari bahaya terpeleket , tersandung maupun terjatuh akibat tumpahan oli atau air. Selain itu juga menghindari adanya potensi kebakaran dengan menghilangkan debu dan oli yang berpotensi menimbulkan kebakaran.



Gambar 4. 15 Autonomous Peralatan Turbin - Generator

5. Test Start Pompa AC/DC

Kegiatan ini dilakukan setiap awal bulan dimana pompa AC/DC akan dites untuk melihat apakah pompa dalam keadaan normal atau tidak, karena jika ditemukan abnormality maka harus segera mungkin untuk dilakukan perbaikan , karena kedua pompa ini merupakan pengganti pompa oli utama (Main Oil Pump) saat turbin trip atau shutdown.



Gambar 4. 16 Test Pompa oli AC dan DC

6. Online line Steam to customer

Saat konsumen lapangan membutuhkan steam untuk produksi nya maka steam akan dikirimkan melalui jalur pipa / pipeline dari lokasi unit Power-Generator (PG-2) ke lokasi customer biasanya pengguna steam ini ada di bagian produksi kertas,tisu maupun bagian chemical.



Gambar 4. 17 Online Steam to User

7. *Start or Stop Cooling Tower Pump*

Saat press pada inlet air pendingin condenser turun biasanya untuk menaikkan pressnya yakni dengan menambah pompa yang running begitu pula sebaliknya saat press tinggi pompa dapat dikurangi agar press dapat stabil dimana press yang dijaga di range 2.2 – 2.4 kg/cm²



Gambar 4. 18 Start or Stop Pompa Cooling Water

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Selama pelaksanaan kerja praktek di PT. Indah Kiat *Pulp & Paper* Tbk Perawang. Penulis banyak sekali mendapatkan pengalaman dan pengetahuan yang berguna untuk diterapkan nantinya dalam pendidikan maupun setelah tamat nantinya. Maka dari itu penulis dapat mengambil kesimpulan dari penelitian selama kerja praktek ini adalah:

1. Proses operasional turbin uap di PG-2 merupakan bagian vital dalam penyediaan energi listrik dan uap untuk mendukung seluruh proses produksi pabrik, termasuk unit pulp, kertas, dan chemical plant. Dan unit lainnya.
2. Cooling Water System merupakan sistem pendukung yang sangat penting dalam operasi turbin uap dan peralatan pembangkit di PG-2. Sistem ini berfungsi untuk menjaga temperatur kerja peralatan, seperti kondensor dan bearing, agar tetap berada pada batas aman sehingga kinerja turbin dapat berlangsung secara optimal dan stabil.
3. Pengoperasian Cooling Water System harus dilakukan sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP),

baik saat start-up, operasi normal, maupun saat penghentian sistem. Penerapan SOP yang tepat bertujuan untuk mencegah terjadinya overheating, gangguan operasional, serta kerusakan pada peralatan pembangkit.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil kerja praktik yang sudah dilakukan, penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Mahasiswa kerja praktek harus lebih aktif bertanya untuk meningkatkan pengetahuan dan *softskill* yang dibutuhkan di dunia kerja.
2. Perlu adanya Evaluasi , training dan Pembaruan SOP pada unit PG-2 seperti panduan khusus terkait troubleshooting saat terjadi masalah yang akan membantu mempercepat penanganan masalah.
3. Pembaruan beberapa equipment pada turbin seperti jalur pipa ,valve, dan beberapa equipment lainnya yang sekiranya sudah aus termakan usia.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriandi, Riyki, and Aqli Mursadin. 2016. 1 2.67. *The Average Value of Turbine Efficiency in August 1999 Was 39.*
- Steam Turbin EPPS. 2020. *STEAM TURBINE Energy & Pulp Production School.*

Lampiran

Dokumentasi kerja praktik



Autonomus Turbin - Generator



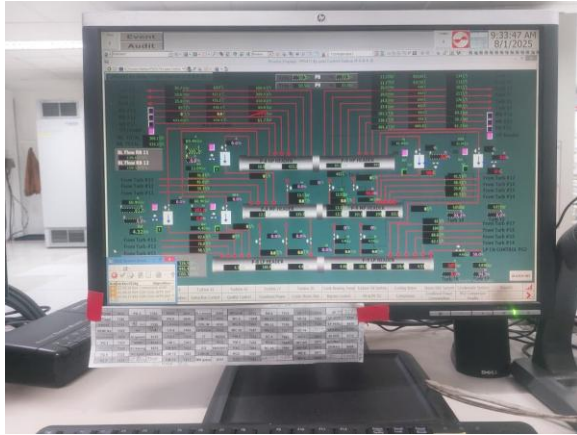
Mencatat Logsheet Turbin – Generator



Start Pompa Cooling Tower



Foto Turbin – Generator di Unit PG-2



DCS Turbin Generator 11-17



Backwash Condenser



Pembersihan Strainer Cooling Tower