

**LAPORAN
KERJA PRAKTIK**



**ANALISIS KINERJA *COOLING TOWER* JENIS
MECHANICAL INDUCED DRAFT CROSS FLOW PADA UNIT
2 DI PT.PLN IP UBP KAMOJANG**

**Disusun oleh :
Nadif Ramadhan
3331220047**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
2025**



No : 027/UJN.43.3.1/PK.03.08/2025

Kerja Praktik

ANALISIS KINERJA *COOLING TOWER* JENIS *MECHANICAL INDUCED DRAFT CROSS FLOW* PADA UNIT 2 DI PT. PLN IP UBP KAMOJANG

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Nadif Ramadhan

3331220047

telah diperiksa oleh Dosen Pembimbing dan diseminarkan

pada tanggal, 15 Mei 2025

Pembimbing Utama

Yusvardi Yusuf, S.T., M.T.
NIP. 1979103020031210001

Anggota Dewan Penguji

Ir. Drs. H. Aswata, MM., IPM
NIP. 201501022056

Koordinator Kerja Praktik

Miftahul Jannah, S.T., M.T.
NIP. 199103052020122017

Kerja Praktik ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk melanjutkan Tugas Akhir

Tanggal, 15 Mei 2025
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng
NIP. 198305102012121006



LEMBAR PENGESAHAN PERUSAHAAN
LAPORAN KERJA PRAKTIK

“ANALISIS KINERJA COOLING TOWER JENIS MECHANICAL INDUCED
DRAFT CROSS FLOW PADA UNIT 2 DI PT. PLN IP UBP KAMOJANG”

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI PERSYARATAN MATA KULIAH
KERJA PRAKTIK (MES-622318)
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA

Disusun Oleh:

Nama : Nadif Ramadhan
NPM : 3331220047
Periode : 1 Februari 2025 – 28 Februari 2025

Pembimbing

Senior Technician Enjiniring Panas
Bumi UBP Kamojang

Henry Octavianus

Senior Technician Enjiniring Panas
Bumi UBP Kamojang

Tutun Abdurahman

Mengetahui,

Junior Officer Humas dan Protokoler

Reza Rahman Ramadhan

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNTIRTA



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK MESIN
Jalan Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Ext.130. Laman : www.mesin.ft.untirta.ac.id

PENILAIAN KERJA PRAKTIK LAPANGAN OLEH INSTANSI/PERUSAHAAN

Nama Pembimbing Lapangan : Henrey Octavianus
Nama Mahasiswa : Nadif Ramedhan NPM: 33312200617
Nama Instansi/Perusahaan : PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang
Alamat Instansi/Perusahaan : Desa Leksana, Kec. Uban, Kab. Bandung, Jawa Barat
Periode Waktu Pelaksanaan KP : 01 Februari - 28 Februari 2025
Judul Laporan : Analisa Energi Cooling Tower jenis Mechanical
Induced draft pada unit 2 di PT. PLN IP UBP Kamojang

NO	ASPEK PENILAIAN	NILAI
Kemampuan Teknis/Materi		
1	Pengetahuan tentang pekerjaan	83
2	Kemampuan komunikasi secara ilmiah (cara berbicara dan mengemukakan pendapat)	85
3	Kemampuan Analisa	82
Kemampuan Non Teknis		
4	Disiplin/Tanggung Jawab	100
5	Kehadiran	100
6	Sikap	90
7	Kerjasama	85
8	Potensi Berkembang	80
9	Inisiatif	85
10	Adaptasi	85
Nilai Total		875
Nilai Rata-rata		87,5

Skala Penilaian :
50,00-54,99 = D
55,00-59,99 = C
60,00-64,99 = C+
65,00-69,99 = B-
70,00-74,99 = B
75,00-79,99 = B+
80,00-84,99 = A-
85,00-100,00 = A

Bandung, Februari 2025
Pembimbing Lapangan



Henrey Octavianus
NIP. 7393057K3



KATA PENGANTAR

Penulis mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-nya penulis bisa menyelesaikan kerja praktik ini dengan lancar dan tepat waktu. Tujuan dibuatnya laporan ini adalah untuk memenuhi persyaratan pada mata kuliah kerja praktik. Laporan ini berisikan tentang Analisis kinerja *Cooling tower Jenis Mechanical Induced draft Cross Flow* Pada Unit 2 di PT. PLN Indonesia Power UBP. Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Bapak Dr. Dwinanto, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang sudah membantu dan mengarahkan penulis dalam bidang akademik.
3. Bapak Yusvardi Yusuf, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing Kerja Praktik penulis yang sudah bersedia membantu dan meluangkan waktunya untuk membimbing penulis.
4. Ibu Miftahul Jannah, S.T., M.T selaku Koordinator Kerja Praktik Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
5. Seluruh staff dan jajaran dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
6. Orang tua penulis yang selalu mendoakan dan mendukung selama kerja praktik.
7. PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang yang sudah memfasilitasi pelaksanaan kerja praktik.
8. Mas Reza Rahman Ramadhan dan Mas Dito Hastha selaku penanggung jawab kerja praktik di PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang.
9. Bapak Henrey Octavianus selaku Dosen Pembimbing Lapangan saat kerja praktik yang sudah memberikan saran dan arahan saat kerja praktik.
10. Bapak Tutun Abdurahman selaku Dosen Pembimbing Lapangan saat kerja praktik yang sudah memberikan saran dan arahan saat kerja praktik.
11. Karyawan PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang Divisi Enjiniring Panas Bumi dan Pemeliharaan yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman.



12. Nazwan Naufal Azmi dan Muhamad Erlan Fahrizal selaku *partner* penulis saat kerja praktik.
13. Teman-teman se-angkatan Program PKL PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang atas kerjasamanya selama pelaksanaan kerja praktik.
14. Semua pihak yang sudah membantu saat pelaksanaan kerja praktik yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Oleh karenanya penulis mengucapkan banyak-banyak terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun laporan ini. Dalam penyusunan laporan ini penulis menyadari bahwa laporan yang penulis tulis ini masih jauh dari kata sempurna. Demikian semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun agar laporan ini sempurna dan menjadi lebih baik di laporan selanjutnya.

Cilegon, 25 Juni 2025

Nadif Ramadhan

3331220047



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN JURUSAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PERUSAHAAN	iii
LEMBAR PENILAIAN PERUSAHAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Kerja Praktik	2
1.4 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN	4
2.1 Sejarah PT. PLN Indonesia Power	4
2.2 Profil PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang	5
2.3 Visi, Misi, dan Kompetensi Inti Perusahaan	6
2.3.1 Visi	6
2.3.2 Misi	6
2.3.3 Kompetensi Inti	6
2.4 Budaya Perusahaan	6
2.5 Makna Bentuk dan Warna Logo PLN Indonesia Power	7
2.5.1 Bentuk	8
2.5.2 Warna	8
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	9
3.1 Diagram Alir	9
3.2 Panas Bumi	10
3.3 Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP)	11
3.4 Komponen Pada PLTP	13



3.4.1 <i>Steam Receiving Header</i>	13
3.4.2 Separator	14
3.4.3 Demister	15
3.4.4 Turbin Uap	16
3.4.1 Generator	16
3.4.2 <i>Main Condensor</i>	17
3.4.3 <i>Main Transformator</i>	18
3.4.4 <i>Cooling tower</i>	19
3.4.5 <i>Main Cooling Water Pump</i>	20
3.4.6 <i>Primary Cooling Water Pump</i>	20
3.4.7 <i>Secondary Cooling Water Pump</i>	21
3.5 Apa Itu <i>Cooling tower</i>	21
3.6 Prinsip Kerja <i>Cooling tower</i>	23
3.7 Jenis -Jenis <i>Cooling tower</i>	24
3.7.1 <i>Wet Cooling tower</i>	24
3.7.2 <i>Dry Cooling tower</i>	27
3.7.3 <i>Wet-Dry Cooling tower</i>	27
3.8 Metode Perhitungan Efisiensi <i>Cooling tower</i>	28
3.8.1 <i>Range</i>	28
3.8.2 <i>Approach</i>	29
3.8.3 Efektivitas	29
3.8.4 Perpindahan Panas Persatuan Waktu	29
BAB IV ANALISA PERMASALAHAN DAN PEMECAHAN MASALAH ..30	
4.1 Spesifikasi <i>Cooling tower</i> Unit 2	30
4.2 Data <i>Cooling tower</i> Unit 2	30
4.3 Data Hasil	31
4.4 Analisa Hasil.....	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Budaya Perusahaan	7
Gambar 2.2 Logo Perusahaan	8
Gambar 3.1 Diagram Alir	9
Gambar 3.2 Skema Kerja Panas Bumi Dalam PLTP	11
Gambar 3.3 Siklus Pembangkit Pada PLTP	12
Gambar 3.4 <i>Steam Receiving Header</i>	14
Gambar 3.5 Separator	14
Gambar 3.6 Demister	15
Gambar 3.7 Turbin Uap	16
Gambar 3.8 Generator	17
Gambar 3.9 <i>Main Condensor</i>	18
Gambar 3.10 <i>Main Transformator</i>	19
Gambar 3.11 <i>Cooling tower</i>	19
Gambar 3.12 <i>Range dan Approach</i>	22
Gambar 3.13 Prinsip Kerja <i>Cooling tower</i>	23
Gambar 3.14 <i>Natural Cooling tower</i>	25
Gambar 3.15 <i>Mechanical Cooling tower</i>	26
Gambar 3.16 <i>Combined Cooling tower</i>	27
Gambar 3.17 <i>Dry Cooling tower</i>	27
Gambar 3.18 <i>Wet – Dry Cooling tower</i>	28
Gambar 4.1 Data Aktual <i>Cooling tower</i>	33
Gambar 4.2 Grafik Kinerja <i>Cooling tower</i>	36



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data <i>Cooling tower</i> Unit 2.....	30
Tabel 4.2 Data Aktual <i>Cooling tower</i>	32



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era modern yang ditandai dengan pertumbuhan populasi dan industrialisasi yang pesat, kebutuhan akan energi yang berkelanjutan semakin menjadi perhatian utama. Ketergantungan masyarakat terhadap energi listrik mencakup berbagai sektor, mulai dari industri manufaktur, layanan publik, hingga kebutuhan rumah tangga. Seiring meningkatnya permintaan energi, muncul tantangan besar dalam menjaga keseimbangan antara ketersediaan energi dan dampak lingkungan yang ditimbulkan. Salah satu permasalahan utama yang dihadapi adalah tingginya emisi karbon serta perubahan iklim yang berkontribusi terhadap degradasi lingkungan. Oleh karena itu, optimalisasi penggunaan sumber daya energi, khususnya dalam sistem pendinginan pembangkit listrik, menjadi isu strategis dalam upaya meningkatkan efisiensi energi sekaligus mengurangi dampak ekologis.

Cooling tower merupakan salah satu komponen penting dalam sistem pendinginan pembangkit listrik, dengan peran utama dalam menjaga kestabilan suhu operasi dan efisiensi termal. Literatur menunjukkan bahwa *Cooling tower* jenis *mechanical induced draft cross flow* memiliki kontribusi signifikan terhadap optimalisasi kinerja pembangkit listrik. Penelitian terdahulu mengungkapkan bahwa peningkatan efisiensi *Cooling tower* tidak hanya berkontribusi terhadap pengurangan konsumsi energi tetapi juga membantu menekan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dalam proses produksi energi. Beberapa faktor utama yang memengaruhi performa *Cooling tower* meliputi desain struktural, kondisi lingkungan, dan parameter operasional, yang semuanya harus dipertimbangkan dalam upaya meningkatkan efisiensi sistem.

Mengingat pentingnya efisiensi *Cooling tower* dalam mendukung keberlanjutan sektor energi, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja *Cooling tower* jenis *mechanical induced draft cross flow* yang digunakan pada unit 2 di PT. PLN IP UBP Kamojang. Studi ini akan mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh terhadap efisiensi sistem pendinginan serta



memberikan rekomendasi berbasis data guna meningkatkan kinerja *Cooling tower*. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada optimalisasi pengelolaan energi, tidak hanya dalam konteks operasional pembangkit listrik tetapi juga dalam mendukung kebijakan energi yang lebih ramah lingkungan.

Sebagai langkah konkret dalam menghadapi tantangan energi global, penelitian ini menegaskan bahwa *Cooling tower* yang beroperasi dengan optimal akan memberikan manfaat ganda yaitu meningkatkan kinerja pembangkit listrik serta mengurangi dampak lingkungan. Melalui pendekatan analitis yang komprehensif, studi ini bertujuan untuk memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai strategi peningkatan efisiensi *Cooling tower*, sehingga dapat menjadi referensi bagi industri energi dalam menghadapi tantangan keberlanjutan dan efisiensi energi di masa depan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam laporan kerja praktik di PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang ini sebagai berikut :

1. Bagaimana prinsip kerja *Cooling tower* pada pembangkit listrik tenaga panas bumi.
2. Berapakah nilai efisiensi *Cooling tower* unit 2 secara aktual dan berdasarkan nilai data desain pada pembangkit listrik tenaga panas bumi di PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang.

1.3 Tujuan Kerja Praktik

Berikut adalah tujuan dilaksanakannya kerja praktik di PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang :

1. Mengetahui prinsip kerja dari *Cooling tower* pada pembangkit listrik tenaga panas bumi.
2. Mengetahui nilai efisiensi pada *Cooling tower* unit 2 yang digunakan pada pembangkit listrik tenaga panas bumi di PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang.



1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang ada pada laporan kerja praktik tentang efisiensi turbin di PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang kali ini yaitu :

1. Variabel bebasnya adalah besarnya nilai temperatur input dan output pada *Cooling tower* serta temperatur bola basah dan bola kering pada *Cooling tower*.
2. Variabel kontrolnya adalah *Cooling tower* unit 2 yang digunakan untuk menentukan nilai efisiensi pada *Cooling tower*.
3. Variabel terikatnya adalah nilai efisiensi yang didapatkan pada *Cooling tower* unit 2 dari PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang.



BAB II

TINJAUAN UMUM PERUSAAN

2.1 Sejarah PT. PLN Indonesia Power

Sejarah PT Indonesia Power dimulai dari kebijakan pemerintah Indonesia yang mendorong deregulasi di sektor ketenagalistrikan. Melalui Keputusan Presiden No. 37 tahun 1992, pemerintah membuka peluang bagi pemanfaatan sumber dana swasta dalam pembangkit listrik. Menanggapi kebijakan ini, PLN mengambil langkah strategis dengan mengubah statusnya menjadi perusahaan perseroan (Persero) pada tahun 1994, menandai awal transformasi menuju profesionalisme dalam pengelolaan energi.

Pada 3 Oktober 1995, PT PLN (Persero) mendirikan dua anak perusahaan sebagai upaya untuk memisahkan misi sosial dan komersial yang dijalankan oleh Badan Usaha Milik Negara. Lima tahun setelah berdirinya PLN PJB 1, manajemen perusahaan mengumumkan perubahan nama menjadi PT Indonesia Power pada 3 Oktober 2000. Langkah ini diambil untuk menghadapi persaingan yang semakin ketat di sektor ketenagalistrikan dan sebagai persiapan menuju privatisasi, menunjukkan komitmen perusahaan untuk beradaptasi dengan dinamika pasar.

Meskipun baru diresmikan pada pertengahan 1990-an, Indonesia Power telah mewarisi berbagai aset pembangkit listrik bersejarah, termasuk PLTA Plengan, PLTA Ubrug, dan PLTA Ketenger, yang telah beroperasi sejak tahun 1920-an. Dengan pengalaman dan infrastruktur yang kuat, perusahaan ini kini mengelola delapan Unit Bisnis Pembangkitan yang tersebar di berbagai lokasi strategis, seperti Priok, Suralaya, dan Bali, dengan total kapasitas daya mencapai 8.993 MW, menjadikannya sebagai perusahaan pembangkitan listrik terbesar di Indonesia.

Transformasi terbaru terjadi pada 21 September 2022, ketika perusahaan bertransformasi menjadi PLN Indonesia Power, memperkuat posisinya sebagai penyedia solusi energi terkemuka di Asia Tenggara dengan total kapasitas mencapai 21,08 GW. Saat ini, Indonesia Power tidak hanya berfokus pada penyediaan tenaga listrik, tetapi juga mengembangkan bisnis beyond KWh,



menunjukkan komitmen perusahaan untuk berinovasi dan berkontribusi pada keberlanjutan energi di Indonesia.

2.2 Profil PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang

PT PLN Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkitan (UBP) Kamojang mengelola Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) yang terdiri dari 17 unit pembangkit berkapasitas sebesar 575 MW diantaranya :

1. Unit PLTP Kamojang (3 Unit sebesar 140 MW) yang terletak di Desa Laksana, Kec. Ibum, Kab. Bandung - Jawa Barat
2. Unit PLTP Darajat (1 Unit sebesar 55 MW) yang terletak di Desa Padaawas, Kec. Pasirwangi, Kab. Garut - Jawa Barat
3. Unit PLTP Gunung Salak (3 Unit Sebesar 180 MW) yang terletak di Desa Purwabakti, Kec. Pamijahan, Kab. Sukabumi - Jawa Barat
4. Unit PLTP Lahendong (4 Unit Sebesar 80 MW) yang terletak di Leilem Dua, Sonder, Kota Tomohon - Sulawesi Utara
5. Unit PLTP Ulubelu (2 Unit Sebesar 110 MW) yang terletak di Desa Pagaralam, Kec. Ulubelu, Kab. Tanggamus – Lampung

Selain mengelola pembangkit listrik yang dimiliki oleh PT PLN Indonesia Power, Unit Bisnis Pembangkitan (UBP) Kamojang juga bertanggung jawab atas layanan Operasi dan Pemeliharaan (O&M) di Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) milik PT PLN (Persero), yaitu Unit PLTP Ulumbu yang terdiri dari empat unit dengan total kapasitas 10 MW. PLTP Ulumbu terletak di Desa Wewo, Kecamatan Satarmese, Kabupaten Manggarai, Nusa Tenggara Timur.

UBP Kamojang sendiri merupakan pelopor dalam pengelolaan PLTP di Indonesia, karena menjadi PLTP pertama yang beroperasi sejak tahun 1982. Keberhasilan UBP Kamojang dalam mengelola pembangkit ini telah diakui melalui berbagai penghargaan, baik di tingkat nasional maupun internasional. Salah satu prestasi yang membanggakan adalah perolehan PROPER Emas yang diberikan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, yang menunjukkan komitmen perusahaan terhadap praktik ramah lingkungan.



2.3 Visi, Misi, dan Kompetensi Inti Perusahaan

Sebagai salah satu perusahaan pembangkit listrik terbesar di Indonesia, PT PLN Indonesia Power memiliki peran krusial dalam menjaga ketahanan energi nasional. Dalam operasionalnya, perusahaan ini tidak hanya fokus pada penyediaan listrik, tetapi juga berkomitmen untuk mengembangkan inovasi, menerapkan prinsip keberlanjutan, dan meningkatkan efisiensi energi. Visi dan misi perusahaan menjadi landasan utama dalam menetapkan kebijakan serta strategi bisnis yang diambil.

Visi perusahaan menggambarkan tujuan jangka panjang yang ingin dicapai, sementara misi berfungsi sebagai langkah konkret untuk merealisasikan tujuan tersebut. Dengan visi dan misi yang terarah, PT PLN Indonesia Power berusaha untuk menyediakan solusi energi yang mendukung kemajuan negara. Berikut adalah Visi, Misi, dan Kompetensi Inti dari PT PLN Indonesia Power :

2.3.1 Visi

“Menjadi perusahaan listrik terkemuka dan berkelanjutan di kawasan Asia Tenggara maupun kawasan lainnya”

2.3.2 Misi

“Menyediakan solusi energi yang hijau, inovatif dan terjangkau yang melampaui harapan pelanggan”

2.3.3 Kompetensi Inti

Berikut adalah beberapa kompetensi inti yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan dari PT. PLN Indonesia Power :

1. Pengembangan bisnis solusi energi yang end-to-end
2. Enjiniring dan pengembangan proyek
3. Operations and maintenance excellence berbasis digital
4. Solusi transisi energi dan operasi rendah karbon

2.4 Budaya Perusahaan

PT. PLN Indonesia Power merupakan bagian dari Badan Usaha Milik Negara (BUMN). Sebagai bagian dari Badan Usaha Milik Negara (BUMN), PT PLN Indonesia Power tidak hanya berperan dalam penyediaan energi listrik negara, PT PLN Indonesia Power juga mengedepankan budaya perusahaan yang

sejalan dengan nilai – nilai yang sudah diterapkan oleh Badan Usaha Milik Negara (BUMN). Budaya perusahaan ini menjadi suatu landasan utama dalam membentuk etos kerja, identitas, dan juga tata kelola yang berorientasi pada inovasi dan profesionalisme.

Dalam operasionalnya, PT. PLN Indonesia Power menerapkan nilai – nilai utama AKHLAK yaitu Amanah, Kompeten, Harmonis, Loyal, Adaptif, dan Kolaboratif sebagai pedoman bagi seluruh karyawan atau pegawai dalam menjalankan tugas. Tujuan dari budaya perusahaan ini adalah untuk menciptakan lingkungan kerja yang produktif dan berintegritas.



Gambar 2.1 Budaya Perusahaan

(Sumber : PLN Indonesia Power, 2025)

2.5 Makna Bentuk dan Warna Logo PLN Indonesia Power

Berikut adalah logo resmi PT PLN Indonesia Power, yang melambangkan identitas dan komitmen perusahaan sebagai penyedia listrik terbesar di Indonesia. Desain logo ini mencerminkan energi, inovasi, dan keberlanjutan yang selalu menjadi landasan dalam setiap langkah perusahaan sebagai berikut:



Gambar 2.2 Logo Perusahaan

(Sumber : PLN Indonesia Power, 2025)



2.5.1 Bentuk

- a) Tiga gelombang memiliki arti gaya rambat energi listrik yang dialirkan oleh tiga bidang usaha utama yang digeluti perusahaan yaitu pembangkitan, penyaluran dan distribusi yang seiring sejalan dengan kerja keras para insan perusahaan guna memberikan pelayanan terbaik bagi pelanggan.
- b) Petir atau kilat melambangkan tenaga listrik yang terkandung di dalamnya sebagai produk jasa utama yang dihasilkan oleh perusahaan. Selain itu, petir pun mengartikan kerja cepat dan tepat pada insan perusahaan dalam memberikan solusi terbaik bagi para pelanggannya.
- c) Bidang persegi panjang vertikal melambangkan bahwa perusahaan merupakan wadah atau organisasi yang terorganisir dengan sempurna.

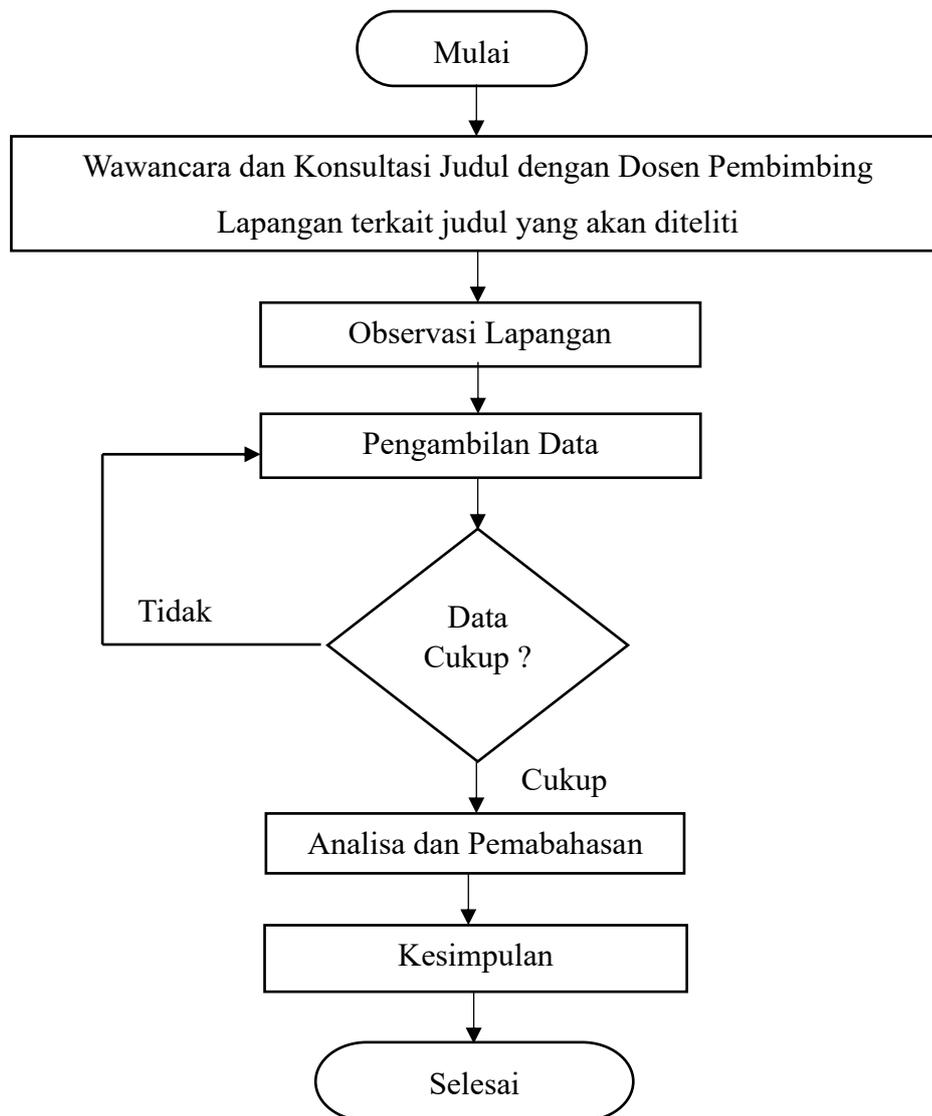
2.5.2 Warna

- a) Warna merah melambangkan kedewasaan perusahaan sebagai perusahaan listrik pertama di Indonesia dan kedinamisan gerak laju perusahaan.
- b) Warna kuning menggambarkan pencerahan seperti yang diharapkan perusahaan bahwa listrik mampu menciptakan pencerahan bagi kehidupan masyarakat.
- c) Warna biru menampilkan kesan konstan seperti halnya listrik yang tetap diperlukan dalam kehidupan manusia. Biru juga melambangkan keandalan yang dimiliki insan – insan perusahaan dalam memberikan pelayanan terbaik bagi para pelanggannya.

BAB III TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Diagram Alir

Berikut dibawah ini merupakan diagram alir yang digunakan pada saat kerja praktik dengan tujuan menganalisis efisiensi kinerja *Cooling tower* unit 2 pada PT. PLN IP UBP Kamojang :



Gambar 3.1 Diagram Alir
(Sumber : Dokumen Pribadi)



Berikut adalah deskripsi dari tiap – tiap diagram alir yang dilakukan yaitu :

1. Mulai

Mulai adalah tahap awal dari setiap proses yang akan dilakukan pada diagram alir dan proses pelaksanaan kerja praktik.

2. Wawancara

Wawancara adalah tahap pengajuan dan konsultasi judul yang akan diangkat pada laporan akhir kerja praktik dan pengajuan data yang akan dicantumkan pada laporan akhir kerja praktik. Proses wawancara ini dilakukan bersama dosen pembimbing lapangan pada saat kerja praktik.

3. Observasi Lapangan

Observasi lapangan merupakan pencarian informasi letak data yang akan Diambil untuk mengetahui kondisi aktual dilapangan secara langsung.

4. Pengambilan Data

Pengambilan data yaitu suatu langkah yang dilakukan untuk mendapatkan nilai yang akan diolah dan dianalisa pada laporan akhir.

5. Analisa Hasil

Analisa merupakan kegiatan yang dilakukan dengan membahas data yang sudah didapatkan dan sudah diolah sebelumnya.

6. Kesimpulan

Kesimpulan adalah hasil yang diperoleh setelah menganalisa dan melakukan pembahasan.

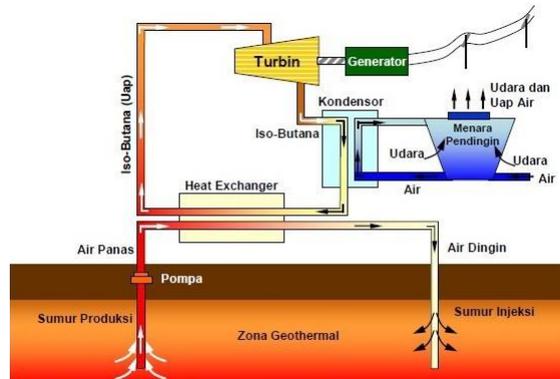
7. Selesai

Selesai merupakan akhir dari semua proses yang sudah dilakukan.

3.2 Panas Bumi

Energi panas bumi adalah energi yang tersimpan dalam batuan dan fluida di bawah permukaan bumi. Indonesia memiliki potensi panas bumi yang sangat besar karena terletak di jalur Cincin Api Pasifik (*Ring of Fire*), yang membentang dari Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, hingga Sulawesi dan Maluku. Menurut Dewan Energi Nasional (2020), total potensi panas bumi Indonesia mencapai 23.965,5 MW, namun hingga 2019 baru sekitar 9% yang dimanfaatkan. Potensi terbesar berada di Sumatera (5.846 MW), Jawa (5.652

MW), dan Sulawesi (1.341 MW). Dengan pemanfaatan yang optimal, panas bumi dapat menjadi sumber energi bersih yang mendukung transisi energi nasional. (Ahluriza & Harmoko, 2021)



Gambar 3.2 Skema Kerja Panas Bumi Dalam PLTP

(Sumber : <https://indonesiare.co.id/>)

Energi panas bumi adalah energi panas yang dihasilkan dan disimpan di dalam lapisan bumi. Sumber utama energi ini berasal dari proses pembentukan bumi (sekitar 20%) dan peluruhan radioaktif mineral di dalam kerak bumi (sekitar 80%). Perbedaan suhu antara inti bumi dan permukaannya menciptakan gradien panas bumi, yang memicu aliran panas secara konduksi dari inti ke permukaan. Inti bumi memiliki temperatur lebih dari 5000°C , yang menyebabkan bebatuan di sekitarnya meleleh dan membentuk magma. Magma yang bergerak naik secara konveksi memanaskan kerak bumi dan air tanah hingga mencapai suhu sekitar 300°C . Air panas bertekanan tinggi ini dapat keluar melalui celah kerak bumi dan menghasilkan uap, yang kemudian dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin dalam pembangkit listrik. Setelah digunakan, fluida dikembalikan ke dalam tanah untuk membentuk siklus pemanfaatan yang berkelanjutan. Meskipun investasi awalnya relatif tinggi, pembangkit listrik tenaga panas bumi memiliki biaya operasional yang lebih rendah dibandingkan pembangkit berbahan bakar fosil. (Adistia, Nurdiansyah, & Fariko, 2020)

3.3 Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP)

Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) merupakan solusi energi yang bersumber dari panas bumi, salah satu bentuk energi terbarukan yang



Selanjutnya, uap mengalir ke *Demister*, yang berfungsi meningkatkan fraksi uap serta menghilangkan partikel air halus (*mist*) yang masih terbawa, sehingga menghasilkan uap kering berkualitas tinggi. Uap kering bertekanan tinggi ini kemudian dialirkan ke turbin untuk menggerakkan poros turbin dan menghasilkan daya mekanik yang selanjutnya dikonversi menjadi energi listrik. Sebagian kecil uap juga dimanfaatkan untuk mendukung sistem *Steam Ejector* dan *Gas Removal System*, yang berperan dalam menjaga efisiensi dan kestabilan sistem pembangkit secara keseluruhan. Dengan sistem pengolahan uap yang terstruktur dan efisien ini, PLTP mampu menghasilkan energi listrik secara berkelanjutan sekaligus menjaga performa operasional tetap optimal. (Wicaksono, Widjonarko, & Rudiyanto, 2020)

3.4 Komponen Pada PLTP

Untuk menghasilkan energi listrik dari panas bumi secara efisien dan berkelanjutan, dibutuhkan sistem yang tersusun atas berbagai komponen teknis yang saling terintegrasi. Setiap komponen memiliki peran vital dalam memastikan proses konversi energi berjalan dengan optimal, aman, dan stabil. Pemahaman terhadap fungsi dan mekanisme kerja komponen-komponen ini menjadi kunci dalam pengoperasian dan pemeliharaan unit pembangkit yang handal. Komponen pada pembangkit berisikan berbagai peralatan dan memiliki fungsinya masing-masing yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

3.4.1 *Steam Receiving Header*

Steam Receiving Header berperan aktif dalam menstabilkan aliran uap sebelum memasuki turbin, sehingga kualitas dan tekanan uap tetap terjaga. Komponen ini merupakan bejana bertekanan yang dirancang khusus untuk menerima dan menampung uap dari sumur produksi. Di dalamnya, terdapat sistem vent valve yang secara otomatis membuang kelebihan uap jika terjadi tekanan berlebih. Fungsi ini tidak hanya menjaga kestabilan tekanan, tetapi juga melindungi peralatan hilir dari potensi kerusakan akibat fluktuasi aliran. Dengan mengendalikan laju dan tekanan uap secara konsisten, *Steam Receiving Header* memastikan bahwa turbin menerima suplai uap dalam kondisi ideal, sehingga proses

pembangkitan energi dapat berjalan dengan efisien dan tanpa gangguan. Perannya yang krusial menjadikannya sebagai salah satu komponen inti dalam menjamin keandalan operasional PLTP secara keseluruhan.



Gambar 3.4 *Steam Receiving Header*

(Sumber : Dokumen Perusahaan)

3.4.2 Separator

Separator memainkan peran penting dalam menjaga kualitas uap yang digunakan pada proses pembangkitan listrik di PLTP. Komponen ini dirancang untuk mengakomodasi variasi aliran fluida dari sumur-sumur produksi, khususnya pada sistem dua fase yang mengandung campuran uap (steam) dan partikel padat yang berasal dari sumur produksi. Melalui proses pemisahan yang efisien, separator secara aktif memisahkan uap dari partikel padat guna menghasilkan uap murni yang siap digunakan untuk menggerakkan turbin. (Wicaksana, 2019)



Gambar 3.5 Separator

(Sumber : Dokumen Perusahaan)

Kinerja separator sangat menentukan keberhasilan sistem, karena tingkat kemurnian uap berpengaruh langsung terhadap efisiensi dan keandalan turbin. Oleh karena itu, separator dituntut untuk mampu memaksimalkan rasio pemisahan, menghasilkan uap dengan kandungan brine seminimal mungkin. Dengan menghasilkan uap yang benar-benar bersih, separator tidak hanya meningkatkan efisiensi proses pembangkitan, tetapi juga memperpanjang umur pakai peralatan dan mengurangi risiko korosi serta endapan pada komponen turbin. (Wicaksana, 2019)

3.4.3 Demister

Demister merupakan salah satu komponen penting dalam sistem PLTP yang berfungsi untuk memisahkan uap kering dari uap basah. Peran utamanya adalah meningkatkan efisiensi penghilangan tetesan cairan mikroskopis yang masih terbawa dalam aliran uap, sehingga menghasilkan uap kering berkualitas tinggi yang siap digunakan untuk menggerakkan turbin.



Gambar 3.6 Demister

(Sumber : Dokumen Perusahaan)

Demister biasanya berbentuk *coalescer* tipe *mesh*, paket baling-baling atau struktur khusus lainnya yang dirancang untuk mengumpulkan kabut menjadi tetesan cairan yang lebih besar dan berat, sehingga dapat dengan mudah terpisah dari aliran uap utama. Proses ini sangat penting untuk menghindari kerusakan pada turbin akibat kandungan air, yang dapat menyebabkan erosi dan penurunan efisiensi kinerja. Selain

digunakan dalam PLTP, demister juga berperan dalam proses kondensasi uap pada unit seperti pabrik desalinasi, di mana uap akan mengembun pada tabung dan air hasilnya dikumpulkan sebagai distilat. Dengan kemampuannya menyaring tetesan air berukuran mikro, demister menjadi komponen vital dalam menjaga kemurnian uap, sekaligus memperpanjang umur operasional peralatan pembangkit. (Tangkere, Palilingan, & Poliii, 2021)

3.4.4 Turbin Uap

Turbin uap merupakan salah satu mesin konversi energi yang berperan penting dalam pembangkitan tenaga mekanik dari energi panas. Prinsip kerjanya didasarkan pada pemanfaatan energi termal yang terkandung dalam uap air bertekanan dan bersuhu tinggi. Uap tersebut diarahkan ke sudu-sudu turbin, sehingga menghasilkan gaya dorong yang menyebabkan poros turbin berputar. Proses ini berlangsung melalui ekspansi uap di dalam ruang turbin, yang menyebabkan tekanan dan suhu uap menurun secara signifikan setelah melewati sudu. Efisiensi turbin uap yang tinggi menjadikannya komponen vital dalam berbagai sistem pembangkit listrik termal maupun aplikasi industri lainnya. (Caturwati, Rosyadi, & Dwinanto, 2024)



Gambar 3.7 Turbin Uap

(Sumber : Dokumen Perusahaan)

3.4.1 Generator

Generator merupakan perangkat elektromekanis yang berfungsi mengubah energi mekanik menjadi energi listrik melalui prinsip induksi elektromagnetik. Energi mekanik yang dihasilkan oleh turbin, berupa

torsi dan putaran poros, diteruskan ke rotor generator yang terdiri atas kumparan kawat penghantar. Rotor ini berputar di dalam medan magnet yang dihasilkan oleh stator. Proses ini menyebabkan terjadinya perubahan fluks magnetik terhadap waktu, sehingga timbul gaya gerak listrik (ggl) induksi pada kumparan rotor, sesuai dengan Hukum Faraday. Ggl ini menghasilkan arus listrik bolak-balik (AC) yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Semakin besar energi mekanik yang dipasang oleh turbin, maka semakin besar pula energi listrik yang dapat dihasilkan oleh generator, asalkan efisiensi sistem tetap optimal. (Caturwati, Rosyadi, & Dwinanto, 2024)



Gambar 3.8 Generator

(Sumber : Dokumen Perusahaan)

3.4.2 *Main Condensor*

Pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP), umumnya digunakan dua jenis kondensor, yaitu kondensor utama (*main condenser*) dan interkondensor (*intercondenser*). Kondensor utama berfungsi sebagai komponen yang langsung berhubungan dengan turbin, dan jumlahnya hanya satu unit. Sementara itu, interkondensor yang berjumlah lebih dari satu unit, digunakan dalam sistem gas removal untuk menjaga efisiensi proses pembangkitan. Fungsi utama kondensor adalah menciptakan kondisi tekanan vakum (tekanan di bawah tekanan atmosfer) secara termodinamik, bukan secara mekanik. Proses ini terjadi ketika uap hasil ekspansi dari turbin yang masih memiliki kandungan panas dan sebagian berbentuk gas dialirkan ke dalam kondensor dan bercampur dengan air pendingin. Akibat proses kondensasi, uap akan

berubah fase menjadi cairan, yang secara signifikan menurunkan volumenya. (Caturwati, Rosyadi, & Dwinanto, 2024)



Gambar 3.9 *Main Condensor*

(Sumber : Dokumen Perusahaan)

Berdasarkan prinsip kesetimbangan massa dan energi, perubahan fase ini menyebabkan penyusutan volume yang drastis, karena uap air memiliki volume ratusan kali lebih besar dibanding air dalam massa yang sama. Penurunan volume ini menurunkan tekanan dalam ruang kondensor, hingga tercipta kondisi vakum. Vakum ini sangat penting untuk mempertahankan laju alir uap dari turbin serta meningkatkan efisiensi termal dari keseluruhan sistem pembangkit.

3.4.3 *Main Transformator*

Transformator atau trafo merupakan perangkat elektromagnetik yang berfungsi untuk mentransfer daya listrik antar dua rangkaian melalui induksi elektromagnetik, dengan perubahan tingkat tegangan baik dari tinggi ke rendah maupun sebaliknya pada frekuensi yang tetap. Transformator memainkan peran sentral dalam sistem transmisi dan distribusi energi listrik, karena kemampuannya untuk meningkatkan efisiensi penyaluran daya jarak jauh serta menjamin kestabilan tegangan yang digunakan oleh konsumen.

Prinsip kerja transformator didasarkan pada Hukum Faraday tentang Induksi Elektromagnetik dan Gaya Lorentz. Ketika arus bolak-balik (AC) mengalir melalui kumparan primer yang melilit inti besi, perubahan medan magnet yang dihasilkan oleh arus tersebut akan menginduksi tegangan pada kumparan sekunder yang juga melingkari inti besi yang

sama. Fenomena ini menyebabkan munculnya beda potensial pada ujung-ujung kumparan sekunder. Besarnya tegangan output tergantung pada rasio jumlah lilitan kumparan primer dan sekunder. Dengan demikian, transformator dapat digunakan sebagai alat penaik tegangan (*step-up*) maupun penurun tegangan (*step-down*), sesuai dengan kebutuhan sistem tenaga listrik. (Mangago, 2015)



Gambar 3.10 *Main Transformator*

(Sumber : Dokumen Perusahaan)

3.4.4 *Cooling tower*

Cooling tower atau menara pendingin merupakan perangkat pendingin evaporatif yang dirancang untuk menurunkan suhu air atau media kerja lainnya hingga mendekati temperatur bola basah udara sekitar. Prinsip kerja *Cooling tower* didasarkan pada perpindahan panas melalui proses evaporasi parsial, di mana sebagian kecil air menguap ke udara dan membawa serta energi panas dari sisa air yang tersisa, sehingga menurunkan temperatur totalnya. (Melkias, 2020)



Gambar 3.11 *Cooling tower*

(Sumber : Dokumen Perusahaan)



Peralatan ini memiliki peran penting dalam berbagai fasilitas industri, seperti pembangkit listrik, kilang minyak, pabrik petrokimia, pengolahan gas alam, industri makanan, hingga manufaktur semi-konduktor. Dalam konteks pembangkit listrik, air pendingin yang telah menyerap panas dari kondenser dipompakan kembali menuju *Cooling tower* menggunakan pompa air pendingin utama (*main cooling water pump*) (Sentana & Hadinata, 2005). Di dalam *Cooling tower*, air tersebut didinginkan sebelum disirkulasikan kembali ke sistem, sehingga menjaga efisiensi termal dan kinerja keseluruhan sistem pendingin. Dengan kata lain, *Cooling tower* berfungsi sebagai unit pembuangan panas dari sistem, sekaligus menjaga siklus pendinginan tetap berjalan dengan suhu kerja yang optimal. Efisiensi proses ini sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, khususnya suhu dan kelembaban udara sekitar.

3.4.5 Main Cooling Water Pump

Main Cooling Water Pump (MCWP) merupakan pompa sentrifugal yang digerakkan oleh motor listrik tiga fasa, dan berfungsi untuk memompakan air kondensat dari main condenser menuju *Cooling tower*. Dalam sistem PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi) Unit 2, umumnya terdapat dua unit MCWP yang dipasang secara paralel untuk menjamin kontinuitas sirkulasi air pendingin. Pengoperasian MCWP dilakukan secara berurutan (*sekuensial*), di mana satu unit pompa beroperasi sebagai unit utama, sedangkan unit lainnya berfungsi sebagai cadangan (*standby*). Sistem ini dirancang untuk menjaga stabilitas aliran air menuju *Cooling tower*. Apabila satu unit MCWP tidak mampu memenuhi kebutuhan debit air pendingin, maka unit cadangan akan otomatis diaktifkan untuk mendukung kinerja sistem pendingin. (Mangago, 2015)

3.4.6 Primary Cooling Water Pump

Primary Cooling Water Pump (PCWP) merupakan pompa yang berfungsi untuk mensirkulasikan air pendingin dari *Cooling tower* menuju beberapa komponen penting dalam sistem pembangkit, seperti *intercondenser* dan *aftercondenser*. Peran utama PCWP adalah



membantu proses kondensasi uap yang masih tersisa dari hasil ekspansi, sehingga efisiensi sistem termal dapat tetap terjaga. Pada umumnya, PCWP beroperasi sebagai unit bantu (*auxiliary*) dan diatur secara *sequence* satu unit bekerja aktif, sementara unit lainnya berada dalam kondisi standby. Pengaturan ini bertujuan untuk menjamin kontinuitas sistem pendingin serta mengurangi risiko kegagalan pompa akibat beban kerja berlebih. (Mangago, 2015)

3.4.7 Secondary Cooling Water Pump

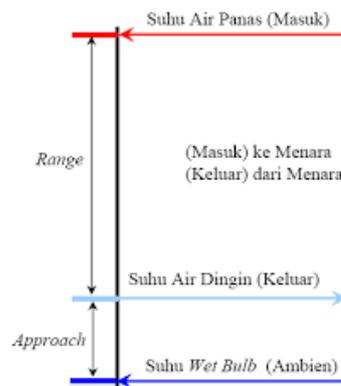
Secondary Cooling Water Pump (SCWP) merupakan pompa yang digerakkan oleh motor listrik dan berfungsi penting dalam mendukung sistem pendinginan pada peralatan penunjang pembangkit listrik. Pompa ini bertugas untuk mensirkulasikan air pendingin yang digunakan dalam berbagai proses penyerapan panas melalui heat exchanger, khususnya untuk mendinginkan komponen-komponen vital seperti generator, minyak pelumas (*oil*), dan udara dari kompresor. (Mangago, 2015)

Dalam sistem pendingin sekunder, air pendingin tidak bersentuhan langsung dengan komponen utama yang menghasilkan panas. Sebaliknya, panas dipindahkan secara tidak langsung melalui penukar panas (*heat exchanger*), sehingga sistem tetap aman dari kontaminasi dan menjaga kestabilan suhu kerja perangkat. Pendinginan generator sangat krusial untuk menghindari *overheating* yang dapat menurunkan efisiensi kerja atau bahkan merusak sistem kelistrikan. Demikian pula, minyak pelumas yang bersirkulasi dalam sistem mekanik harus dijaga pada temperatur tertentu agar viskositasnya tetap stabil dan fungsi pelumasannya optimal.

3.5 Apa Itu Cooling tower

Cooling tower atau menara pendingin merupakan alat penukar kalor yang berfungsi untuk menurunkan suhu air melalui proses pendinginan evaporatif, yaitu perpindahan panas akibat kontak langsung antara air panas dan udara. Dalam proses ini, sebagian kecil dari air menguap, dan melalui penguapan tersebut, kalor laten dari air terserap oleh udara, sehingga menyebabkan

penurunan suhu air yang tersisa (Afriyanti, 2021). Teknologi ini banyak digunakan dalam sistem pendinginan industri seperti pembangkit listrik, pabrik kimia, dan fasilitas manufaktur besar. Umumnya, pompa sentrifugal digunakan untuk mengalirkan air panas ke dalam menara pendingin agar dapat didistribusikan secara merata dan meningkatkan efisiensi pertukaran panas.



Gambar 3.12 Range dan Approach

(Sumber : Handoyo,2015)

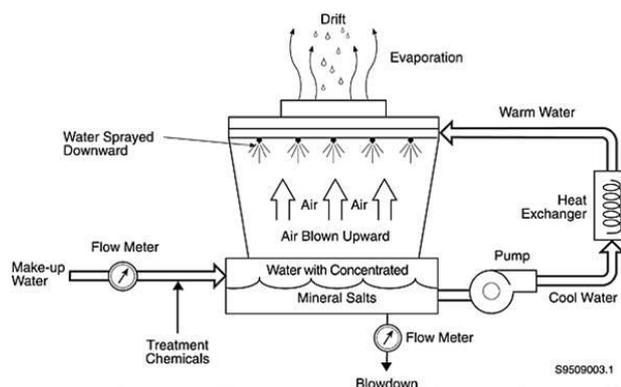
Kinerja *Cooling tower* dinilai menggunakan dua parameter utama, yaitu *range* dan *approach*. *Range* adalah selisih suhu antara air yang masuk (panas) dan air yang keluar (dingin) dari *Cooling tower*. Nilai *range* yang besar menunjukkan bahwa *Cooling tower* berhasil melepaskan lebih banyak panas. Sementara itu, *approach* adalah selisih antara suhu air keluar dengan temperatur bola basah (*wet bulb temperature*) udara masuk, yang merupakan batas teoritis pendinginan maksimum yang dapat dicapai dengan metode evaporatif (Muhsin & Pratama, 2018).

Temperatur udara sendiri dapat diukur dalam dua cara, yaitu temperatur bola kering (*dry bulb*) dan temperatur bola basah (*wet bulb*). Temperatur bola kering adalah suhu udara yang diukur dengan termometer biasa, sedangkan temperatur bola basah diukur dengan termometer yang dilapisi kasa basah, yang mensimulasikan efek penguapan. Ketika air menguap dari kasa tersebut, suhu yang terbaca pada termometer menurun. Semakin kecil nilai *approach*, maka semakin tinggi efisiensi pendinginan *Cooling tower* karena suhu air yang keluar semakin mendekati suhu minimum yang bisa dicapai melalui proses evaporasi. (Handoyo, 2015)

3.6 Prinsip Kerja *Cooling tower*

Cooling tower merupakan salah satu alat penukar panas yang digunakan untuk menurunkan temperatur air dengan memanfaatkan proses perpindahan panas dari air ke udara. Teknologi ini memungkinkan air panas yang berasal dari sistem pendingin seperti kondensor untuk didinginkan dan digunakan kembali secara efisien. Proses pendinginan ini dilakukan dengan mengekstraksi panas dari air ke udara melalui kontak langsung, di mana sebagian air mengalami penguapan, sehingga suhu air menurun secara signifikan. Berbeda dengan peralatan seperti radiator yang hanya mengandalkan aliran udara, *Cooling tower* mampu menghasilkan pendinginan yang lebih efektif dengan konsumsi energi yang relatif lebih rendah. (Rahman & Mursadin, 2022)

Prinsip kerja *Cooling tower* dimulai ketika air panas dialirkan ke bagian atas menara dan melewati media pengisi (*filler*) yang memperluas area kontak. Sementara itu, udara segar masuk dari sisi menara dan bergerak ke atas secara berlawanan arah dengan aliran air. Interaksi langsung antara air dan udara di dalam *filler* memungkinkan perpindahan panas secara intensif, di mana sebagian air menguap dan membawa panas ke atmosfer. Udara panas yang terbentuk akibat penguapan kemudian keluar melalui bagian atas menara. Dengan mekanisme ini, *Cooling tower* tidak hanya meningkatkan efisiensi sistem pendinginan, tetapi juga mendukung penghematan energi dalam skala industri. (Afriyanti, 2021)



Gambar 3.13 Prinsip Kerja *Cooling tower*

(Sumber : Afriyanti,2021)

Prinsip kerja *Cooling tower* dapat dijelaskan melalui alur proses pendinginan air yang ditunjukkan pada Gambar 3.11. Sebelum sistem



beroperasi, air penambah (*make-up water*) yang telah melalui proses *treatment* dimasukkan sebagai media pendingin awal. Air ini kemudian dipompakan ke dalam *heat exchanger* untuk menyerap panas dari uap proses, sehingga menghasilkan air dengan temperatur tinggi sebagai keluaran. Air panas tersebut dialirkan ke *hot basin* pada *Cooling tower*, tempat awal terjadinya proses pendinginan.

Udara dari lingkungan dihisap oleh *cooling fan* dan dialirkan secara berlawanan arah dengan aliran air. Di dalam menara pendingin, terjadi perpindahan panas antara air panas dan udara: udara menyerap panas dan sebagian air menguap, lalu udara panas yang membawa uap air tersebut dilepaskan ke atmosfer. Sementara itu, air yang telah mengalami penurunan suhu akan terkumpul di *cold basin*, dan kembali digunakan untuk proses pendinginan di *heat exchanger*. Untuk menjaga kualitas air, sebagian air dari *cold basin* akan dibuang melalui proses *blowdown*, kemudian direinjeksikan kembali ke dalam perut bumi, sesuai dengan sistem sirkulasi air di Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP). Proses ini menunjukkan efisiensi dan keberlanjutan sistem *Cooling tower* dalam mendukung siklus energi panas bumi. (Afriyanti, 2021)

3.7 Jenis -Jenis *Cooling tower*

Cooling tower merupakan sistem penting dalam proses pendinginan industri yang bekerja dengan cara mengalirkan air dan udara untuk menurunkan suhu. Salah satu cara mengklasifikasikan *Cooling tower* adalah berdasarkan bagaimana air bersirkulasi di dalam sistem tersebut. Berdasarkan cara bersirkulasinya *Cooling tower* terbagi menjadi beberapa jenis yaitu:

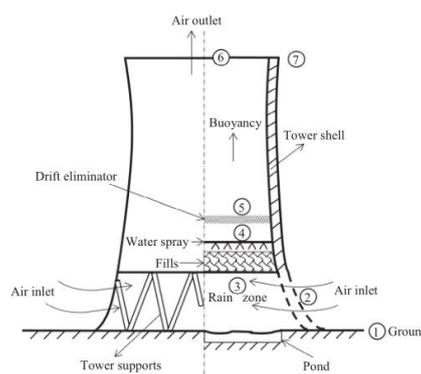
3.7.1 *Wet Cooling tower*

Wet Cooling tower atau menara pendingin basah bekerja dengan memanfaatkan perpindahan panas antara air dan udara melalui proses penguapan. Pada jenis ini, air panas dari sistem utama dialirkan ke menara dan didinginkan hingga mencapai suhu yang bisa lebih rendah dari suhu bola basah udara sekitar, terutama jika udara dalam kondisi relatif kering. Saat udara kering bersentuhan dengan aliran air panas,

terjadi penyerapan uap air secara maksimal, yang mengakibatkan pelepasan panas dari air. Akibatnya, suhu air turun secara signifikan. Air dingin yang dihasilkan akan mengalir ke kolam penampung di dasar menara untuk kemudian didistribusikan kembali ke sistem, sementara udara yang telah menyerap panas dan uap air akan dilepaskan ke atmosfer melalui bagian atas menara. (Afriyanti, 2021). *Wet Cooling tower* ini terbukti efisien dalam menghilangkan panas dan banyak digunakan di berbagai sektor industri. Terdapat beberapa jenis dari menara pendingin basah sebagai berikut:

a. *Natural Draft Cooling tower*

Pada sistem ini, aliran udara tercipta secara alami melalui perbedaan densitas antara udara panas yang naik di dalam cerobong menara dan udara luar yang lebih dingin. Udara yang lebih ringan di dalam menara mendorong terjadinya aliran ke atas, menciptakan sirkulasi tanpa bantuan kipas atau alat mekanis. Keunggulan dari sistem ini adalah minimnya kebutuhan energi dan perawatan karena tidak ada komponen berputar. Meski membutuhkan biaya konstruksi awal yang cukup tinggi dan lahan yang luas, *natural draft Cooling tower* sangat menguntungkan untuk penggunaan jangka panjang dan efisiensi operasional. (Afriyanti, 2021)



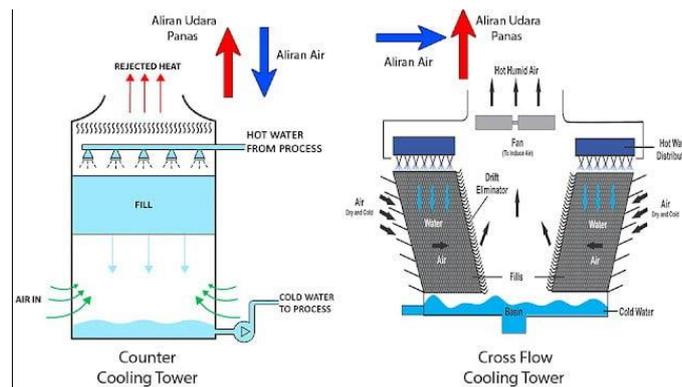
Gambar 3.14 *Natural Cooling tower*

(Sumber : Afriyanti,2021)

b. *Mechanical Draft Cooling tower*

Sebuah menara pendingin yang menggunakan kipas mekanik untuk menggerakkan aliran udara. Sistem ini memungkinkan kendali

aliran udara yang lebih stabil dan fleksibel. Berdasarkan arah aliran udara, sistem ini dibagi menjadi dua tipe: *forced draft*, di mana udara didorong oleh kipas dari luar ke dalam menara, dan *induced draft*, di mana kipas menarik udara dari dalam menara ke luar. Dalam penerapannya, aliran udara masuk ke menara bisa horizontal atau vertikal, tergantung pada desain bahan pengisi (*filling*). Jenis aliran *counterflow* (aliran berlawanan antara air dan udara) lebih umum digunakan karena memberikan efisiensi termal yang lebih tinggi dibanding aliran silang (*crossflow*). *Induced draft Cooling tower* dengan aliran *counterflow* sangat direkomendasikan untuk industri yang membutuhkan pendinginan tinggi dan efisiensi energi yang optimal. (Afriyanti, 2021)

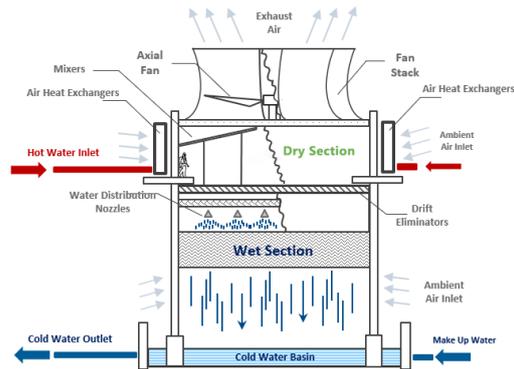


Gambar 3.15 *Mechanical Cooling tower*

(Sumber : Afriyanti,2021)

c. *Combined Draft Cooling tower*

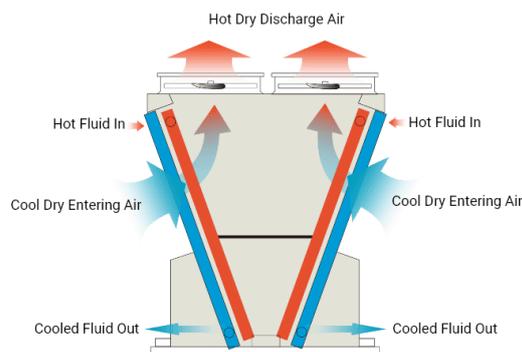
Cooling tower ini merupakan kombinasi antara *natural draft* dan *mechanical draft*. *Natural draft* dikenal efisien dalam konsumsi energi namun memerlukan ruang yang luas, sementara *mechanical draft* lebih fleksibel dalam pemasangan namun menggunakan daya listrik lebih besar. Dengan menggabungkan keduanya, *combined draft Cooling tower* menawarkan efisiensi energi sekaligus fleksibilitas operasional yang lebih tinggi, menjadikannya pilihan cerdas untuk kebutuhan industri yang kompleks. (Afriyanti, 2021)



Gambar 3.16 *Combined Cooling tower*
(Sumber : Afriyanti,2021)

3.7.2 *Dry Cooling tower*

Berbeda dengan *wet Cooling tower*, *dry Cooling tower* bekerja tanpa proses penguapan. Dalam sistem ini, air sirkulasi dialirkan melalui tabung-tabung bersirip yang ditiup udara dari luar. Semua panas yang dibawa oleh air disalurkan melalui permukaan tabung, dan kemudian dihilangkan ke udara melalui konduksi dan konveksi, tanpa kehilangan massa air. Sistem ini sangat cocok untuk lingkungan yang sensitif terhadap kelembaban atau keterbatasan air, serta dapat dioperasikan di ruang tertutup, membuatnya ideal untuk fasilitas dengan ruang terbatas dan persyaratan kebersihan tinggi. (Afriyanti, 2021)

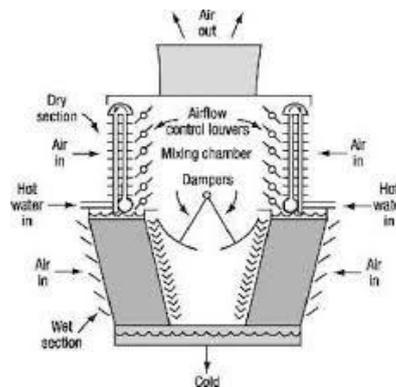


Gambar 3.17 *Dry Cooling tower*
(Sumber : Afriyanti,2021)

3.7.3 *Wet-Dry Cooling tower*

Wet-dry Cooling tower adalah solusi inovatif yang menggabungkan keunggulan dari sistem *wet* dan *dry*. Menara ini memiliki dua jalur udara: satu untuk bagian kering dan satu lagi untuk bagian basah. Di bagian atas

menara terdapat tabung-tabung bersirip yang berfungsi sebagai area pendinginan kering. Sementara itu, bagian bawah menara berisi bahan pengisi yang berfungsi sebagai area pendinginan basah. Air panas dari sistem utama masuk melalui kepala di tengah menara, mengalir melewati bagian kering terlebih dahulu, lalu jatuh ke bagian basah sebelum akhirnya terkumpul di bak penampung sebagai air dingin. Udara ditarik melalui dua jalur berbeda dan kemudian bercampur di dalam menara sebelum dilepaskan keluar. Kombinasi dua metode ini memungkinkan pendinginan yang efisien sekaligus menghemat penggunaan air dan energi, menjadikan *wet-dry Cooling tower* sebagai pilihan yang ideal untuk lingkungan dengan variasi iklim atau keterbatasan sumber daya. (Afriyanti, 2021)



Gambar 3.18 *Wet-Dry Cooling tower*

(Sumber : Afriyanti,2021)

3.8 Metode Perhitungan Efisiensi *Cooling tower*

Dalam meningkatkan efisiensi sistem pendingin seperti *Cooling tower*, penting bagi kita untuk memahami metode perhitungannya secara akurat. Salah satu cara yang paling efektif adalah dengan menghitung nilai *range* dan *approach*, yang berperan penting dalam menentukan tingkat efektivitas pendinginan.

3.8.1 *Range*

Range adalah selisih suhu antara air panas yang masuk dan air dingin yang keluar dari *Cooling tower*. Semakin besar nilai *range*, semakin banyak panas yang berhasil dilepaskan, artinya performa sistem



pendingin semakin optimal. Nilai ini dapat dihitung dengan rumus sederhana dan menjadi indikator awal keberhasilan proses pendinginan. (Muhsin & Pratama, 2018)

$$\text{Range } (^{\circ}\text{C}) = \text{temperatur air masuk } (^{\circ}\text{C}) - \text{temperatur air keluar } (^{\circ}\text{C})$$

3.8.2 Approach

Approach adalah selisih antara suhu air dingin keluar dan suhu *wet bulb ambient* (suhu udara lembap di sekitar). Nilai *approach* yang kecil menunjukkan bahwa suhu air dingin mendekati suhu lingkungan yang ideal, menjadi sebuah tanda bahwa *Cooling tower* bekerja sangat efisien. Oleh karena itu, pendekatan ini dianggap lebih representatif dalam mengukur performa sistem pendingin secara keseluruhan. (Melkias, 2020)

$$\text{Approach } (^{\circ}\text{C}) = \text{temperatur air keluar } (^{\circ}\text{C}) - \text{temperatur bola basah } (^{\circ}\text{C})$$

3.8.3 Efektivitas

Efektivitas pendinginan dihitung dari rasio antara nilai *range* aktual dan *range ideal*. Semakin tinggi nilai efektivitas, semakin maksimal sistem pendinginan dalam bekerja. Rumus perhitungannya sederhana, namun memiliki dampak besar terhadap pengambilan keputusan dalam pengoperasian dan perawatan *Cooling tower*. (Melkias, 2020)

$$\text{Efektivitas } (\%) = \frac{\text{Range}}{(\text{Range} + \text{Approach})} \times 100$$

3.8.4 Perpindahan Panas Persatuan Waktu

Perpindahan panas persatuan waktu adalah perpindahan energi akibat adanya perbedaan suhu di antara dua tempat yang berbeda dalam kurun waktu tertentu. Bahasan utama dalam perpindahan panas ialah cara energi di dalam panas dapat berpindah tempat dan laju perpindahannya dalam kondisi tertentu.

$$H = \frac{Q}{t}$$

Dimana:

H = Kalor yang merambat persatuan waktu (watt)

Q = Kalor (J)

t = Waktu (s)



BAB IV

ANALISA PERMASALAHAN DAN PEMECAHAN MASALAH

4.1 Spesifikasi *Cooling tower* Unit 2

Berikut merupakan spesifikasi dari *Cooling tower* pada unit 2 yang digunakan sebagai media pendingin pada sistem pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) di PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang:

Pabrik Pembuat	: PT. Mitsubishi Heavy Industries, LTD
Tahun Pembuatan	: 1986
Tipe	: <i>Mechanical Induced Draft Cross flow</i>
Kapasitas	: $12.960 \text{ m}^3/\text{jam}$
Temperatur Masuk	: $43 \text{ }^\circ\text{C}$
Temperatur Keluar	: $27 \text{ }^\circ\text{C}$
Temperatur Bola Basah	: $18,5 \text{ }^\circ\text{C}$
Panjang	: 59.5 m
Tinggi	: 12,1 m
Lebar	: 22,02 m

4.2 Data *Cooling tower* Unit 2

Berikut dibawah ini merupakan data yang dihasilkan oleh *Cooling tower* unit 2 pada sistem pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) di PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang.

Tabel 4.1 Data *Cooling tower* Unit 2 Bulan Oktober 2019

Tanggal	Tin ($^\circ\text{C}$)	Tout ($^\circ\text{C}$)	Twb ($^\circ\text{C}$)	Aliran (T/Jam)	Daya Keluar (MW)
3	53,56	32,60	20,00	13,6	54,2
4	51,31	30,86	17,56	13,5	54,2
5	51,16	30,78	17,56	13,6	54,5
6	52,12	31,79	19,67	13,5	54,5
7	48,9	32,10	20,00	13,8	54,5



10	53,0	31,52	18,78	13,5	54,3
11	53,2	31,96	19,00	13,6	54,5
12	53,6	32,47	20,11	13,5	54,5
Rata – rata	51,74	31,51	19,09	13,58	54,43

Dari data *Cooling tower* pada unit 2 dapat diketahui jika pada tanggal 3,7, dan 12 temperatur bola basah mengalami kenaikan yang semula 17,56°C hingga 20°C. Kenaikan temperatur ini bisa terjadi karena beberapa faktor seperti kondisi cuaca lingkungan sekitar yang cenderung lembab dan memiliki temperatur rendah sehingga membuat proses evaporasi berjalan kurang maksimal dan efektivitas pendinginan berkurang yang membuat temperatur bola basah meningkat.

4.3 Data Hasil

Setelah data harian *Cooling tower* diperoleh langkah selanjutnya ialah menghitung efisiensi atau kinerja dari *Cooling tower* pada unit 2 menggunakan metode *range* dan *approach*. Pada perhitungan efisiensi digunakan data temperatur masuk dan keluar harian serta data temperatur bola basah. Sebelum menghitung data efektifitas harian perlu dihitung data design sebagai bahan perbandingan dalam penentuan kinerja *Cooling tower*, data kinerja berdasarkan design dapat dihitung sebagai berikut:

a) Data *Design*

1. *Range*

$$Range = T_{inct} - T_{outct}$$

$$Range = 43^{\circ}C - 27^{\circ}C$$

$$Range = 16^{\circ}C$$

2. *Approach*

$$Approach = T_{outct} - T_{wb}$$

$$Approach = 27^{\circ}C - 18,5^{\circ}C$$

$$Approach = 8,5^{\circ}C$$

3. Efektivitas

$$\text{Efektivitas CT} = \frac{\text{Range}}{(\text{Range} + \text{Approach})} \times 100\%$$

$$\text{Efektivitas CT} = \frac{16^\circ\text{C}}{(16^\circ\text{C} + 8,5^\circ\text{C})} \times 100\%$$

$$\text{Efektivitas CT} = 65,31\%$$

Setelah memperoleh data efektivitas desain, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai efektivitas harian untuk tanggal 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, dan 12. Perhitungan ini bertujuan untuk membandingkan kinerja aktual *Cooling tower* dengan nilai desain yang telah ditetapkan. Data efektivitas desain digunakan sebagai acuan dalam menganalisis efisiensi *Cooling tower* pada unit 2. Dengan melakukan perbandingan ini, dapat diidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan nilai efektivitas.

b) Data Aktual/Harian

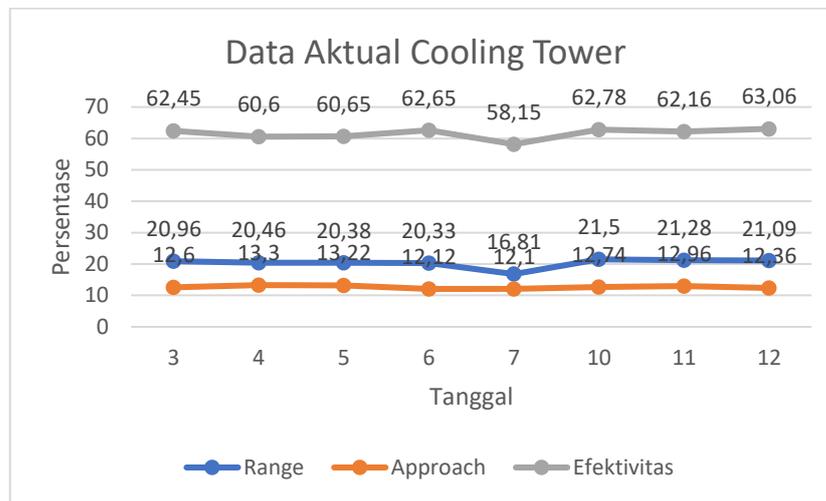
Data aktual diperoleh dengan menghitung nilai rata-rata temperatur air yang masuk dan keluar dari *Cooling tower* selama periode operasional 8 jam kerja secara kontinu. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan pencatatan suhu pada interval waktu tertentu untuk memastikan akurasi dan konsistensi data. Hasil dari data ini kemudian disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini, yang memberikan gambaran mengenai perbedaan temperatur selama proses pendinginan berlangsung.

Tabel 4.2 Data Aktual *Cooling tower* Unit 2 Bulan Oktober 2019

Tanggal	Range (°C)	Approach (°C)	Efektivitas (%)	Efektivitas Losses (%)
3	20,96	12,6	62,45	2,86
4	20,46	13,30	60,60	4,71
5	20,38	13,22	60,65	4,66
6	20,33	12,12	62,65	2,66
7	16,81	12,10	58,15	7,16
10	21,50	12,74	62,78	2,52
11	21,28	12,96	62,16	3,15

12	21,09	12,36	63,06	2,25
Rata-rata	20,35	12,68	61,56	3,75

Berdasarkan hasil pencatatan, *Cooling tower* unit 2 memiliki rata-rata efektivitas sebesar 61,56%, dengan nilai range suhu mencapai 20,35°C dan approach sebesar 12,68°C. Jika dibandingkan dengan spesifikasi desain, terdapat perbedaan yang cukup signifikan, di mana *Cooling tower* dirancang untuk memiliki range suhu sebesar 16°C, approach sebesar 8,5°C, dan efektivitas mencapai 65,31%. Untuk memahami lebih lanjut pola perbedaan yang terjadi, data aktual disajikan dalam bentuk grafik seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Data Aktual *Cooling tower*

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Dari grafik yang disajikan kita dapat melihat bahwa adanya sebuah perbedaan yang menunjukkan bahwa kinerja aktual *Cooling tower* unit 2 belum sepenuhnya sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang. Salah satu indikasi utama dari ketidaksesuaian ini adalah selisih efektivitas sebesar 3,75%, yang mengarah pada potensi penurunan kinerja dalam proses pendinginan. Perbedaan nilai ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti efisiensi perpindahan panas yang menurun, kondisi operasional yang berubah, atau adanya kendala teknis pada sistem pendingin.



4.4 Analisa Hasil

Efektivitas atau kinerja *Cooling tower* merujuk pada kemampuan unit dalam menurunkan suhu air hasil kondensasi hingga mencapai temperatur yang lebih rendah dibandingkan suhu air masuk. Semakin rendah suhu air yang dihasilkan, semakin optimal kinerja *Cooling tower* dalam proses pendinginan. Evaluasi efisiensi *Cooling tower* bertujuan untuk menilai sejauh mana unit tersebut mampu bekerja sesuai dengan spesifikasi desain yang telah ditetapkan. Analisis ini juga digunakan untuk menentukan apakah kinerja *Cooling tower* masih berada dalam batas toleransi operasional atau memerlukan tindakan pemeliharaan guna mengembalikan performanya ke kondisi optimal.

Dalam analisis efisiensi ini, terdapat beberapa parameter utama yang digunakan, antara lain suhu *range*, nilai *approach*, dan persentase efektivitas *Cooling tower*. Berdasarkan data yang diperoleh, terdapat perbedaan antara kinerja aktual unit dengan spesifikasi desain yang dapat disebabkan oleh berbagai faktor yang mempengaruhi performa sistem. Perbedaan ini dapat berdampak pada efektivitas pendinginan, sehingga proses penurunan suhu tidak berjalan secara maksimal. Jika *Cooling tower* mampu bekerja lebih optimal dalam mendinginkan air kondensat, maka berbagai keuntungan dapat diperoleh, seperti peningkatan efisiensi energi, pengurangan biaya operasional, perpanjangan umur peralatan, serta dampak lingkungan yang lebih positif dengan mengurangi emisi panas dan konsumsi sumber daya secara lebih efisien.

Berdasarkan data operasional selama delapan hari pada Oktober 2019, *Cooling Tower* (CT) Unit 2 menunjukkan bahwa sistem masih beroperasi secara efektif dan mampu memenuhi kebutuhan termal sistem pembangkit secara konsisten. Suhu rata-rata air masuk (Tin) sebesar $51,74^{\circ}\text{C}$ dan suhu keluar (Tout) sebesar $31,51^{\circ}\text{C}$ menghasilkan penurunan suhu rata-rata (*range*) sebesar $20,23^{\circ}\text{C}$. Kondisi ini menandakan bahwa proses perpindahan panas berlangsung cukup baik, meskipun belum sepenuhnya mencapai performa optimal seperti yang tercantum dalam spesifikasi desain.

Efektivitas aktual *cooling tower* tercatat sebesar 61,56%, atau lebih rendah 3,74% dibandingkan nilai desain sebesar 65,3%. Penurunan ini, meskipun masih dalam batas toleransi, menunjukkan adanya penyimpangan kinerja yang berpotensi



memengaruhi efisiensi sistem secara jangka panjang. Nilai *approach* sebesar $12,68^{\circ}\text{C}$ turut memperkuat bahwa suhu air keluar masih cukup dekat dengan suhu bola basah lingkungan, namun belum mencapai kondisi ideal pendinginan maksimum.

Salah satu parameter teknis penting yang memengaruhi performa sistem adalah debit aliran air. Selama periode pengamatan, aliran rata-rata tercatat sebesar $13,58 \text{ ton/jam}$, dengan fluktuasi harian yang relatif kecil. Meskipun berada dalam rentang operasional wajar, deviasi kecil dari nilai optimal dapat berdampak nyata terhadap efektivitas perpindahan panas. Aliran yang terlalu rendah menyebabkan distribusi air pada media fill menjadi tidak merata, sehingga luas permukaan kontak dengan udara menurun. Sebaliknya, jika aliran terlalu tinggi, air dapat melewati media terlalu cepat tanpa cukup waktu untuk mentransfer kalor secara maksimal.

Laju perpindahan kalor aktual (H) sebesar $320,51 \text{ kW}$ menunjukkan bahwa sistem masih memiliki kapasitas signifikan dalam membuang energi panas ke lingkungan. Ini menandakan bahwa pendinginan masih berlangsung, namun belum sepenuhnya efisien. Nilai H yang tinggi tidak selalu berbanding lurus dengan efektivitas sistem, karena besarnya kalor yang dibuang juga dipengaruhi oleh kualitas interaksi antara air dan udara. Jika distribusi aliran air tidak optimal, sebagian energi panas dapat lolos tanpa sempat ditransfer secara efisien ke udara, sehingga efektivitas aktual tetap lebih rendah dari target desain.

Dengan mempertimbangkan data operasional, penurunan efektivitas, serta analisis laju kalor, dapat disimpulkan bahwa *Cooling Tower* Unit 2 masih menjalankan fungsi termalnya dengan cukup baik, namun menunjukkan gejala penyimpangan performa yang perlu diwaspadai. Untuk memastikan sistem tetap bekerja mendekati spesifikasi desain, diperlukan strategi pengoptimalan debit aliran air melalui pemantauan *real-time*, kalibrasi sistem distribusi, serta evaluasi berkala terhadap performa media fill. Upaya ini penting agar kapasitas perpindahan panas yang besar benar-benar dikonversikan menjadi efisiensi termal yang tinggi dan stabil dalam jangka panjang.

Namun, perlu dicermati bahwa penurunan efisiensi *cooling tower* juga memberikan dampak terhadap kinerja kondensor, yang sangat bergantung pada suhu air pendingin untuk mengembunkan uap dari turbin. Rata-rata suhu air keluar



dari *cooling tower* sebesar $31,51^{\circ}\text{C}$ menyebabkan kondensor harus bekerja lebih keras untuk menurunkan suhu uap menjadi air. Hal ini akan menyebabkan peningkatan tekanan *back pressure* di dalam kondensor. Tekanan ini bisa mengganggu keseimbangan termodinamika proses kondensasi yang ideal dalam siklus Rankine. Jika tidak dikontrol, kondisi tersebut dapat menurunkan efisiensi siklus pembangkit secara keseluruhan.

Tekanan kondensor yang lebih tinggi dari ideal mengakibatkan penurunan efektivitas dalam proses kondensasi dan dapat memperlambat proses daur ulang air menuju boiler. Hal ini juga berisiko mengganggu keseimbangan pasokan air umpan dan tekanan uap dalam sistem. Jika situasi ini terjadi terus-menerus tanpa adanya evaluasi atau tindakan perawatan, maka kinerja kondensor berpotensi menurun dalam jangka panjang. Penurunan ini tidak hanya memengaruhi efisiensi sistem, tetapi juga meningkatkan potensi kegagalan komponen akibat kelelahan termal. Oleh sebab itu, pemantauan performa CT menjadi krusial untuk menjaga performa kondensor tetap stabil.

Selain berdampak pada kondensor, pendinginan yang kurang optimal juga memengaruhi kinerja turbin uap, terutama di sisi keluaran menuju kondensor. Turbin memerlukan tekanan keluaran yang rendah untuk mengoptimalkan ekspansi uap dan menghasilkan daya mekanik maksimal. Ketika tekanan di kondensor meningkat akibat air pendingin yang terlalu panas, maka rentang ekspansi turbin menyempit. Akibatnya, turbin tidak mampu menghasilkan daya sebesar yang dirancang karena tidak semua energi termal dapat dikonversi menjadi energi mekanik. Hal ini pada akhirnya akan mengurangi efisiensi termal keseluruhan dari proses pembangkitan.

Walaupun turbin masih beroperasi dalam batas produksi yang diharapkan, penurunan efisiensi tetap terjadi secara teknis dan akumulatif. Untuk menghasilkan daya yang sama, turbin akan membutuhkan uap dalam jumlah lebih besar, sehingga konsumsi energi primer ikut meningkat. Kondisi ini juga meningkatkan beban kerja turbin, yang dalam jangka panjang dapat menimbulkan penurunan umur pakai komponen dan peningkatan biaya pemeliharaan. Apabila efisiensi *cooling tower* tidak ditingkatkan, maka turbin akan semakin sulit mencapai performa optimalnya.



Oleh karena itu, peningkatan efisiensi CT secara langsung akan meningkatkan kinerja dan efisiensi turbin.

Meskipun terdapat beberapa penurunan teknis pada *cooling tower* dan efeknya terhadap komponen sistem, daya aktual yang dihasilkan oleh generator tetap berada di angka 54,43 MW, hanya terpaut 0,57 MW dari kapasitas maksimum 55 MW. Pencapaian ini menunjukkan bahwa sistem pembangkit masih beroperasi secara efisien dan konsisten dalam memenuhi kebutuhan pasokan listrik nasional. Bahkan dalam kondisi *cooling tower* yang tidak sepenuhnya optimal, performa generator tetap dapat mendekati batas desainnya. Hal ini menjadi bukti bahwa sistem pendingin masih berfungsi cukup baik untuk menjaga kinerja generator. Namun demikian, pendekatan yang bersifat preventif dan evaluatif tetap dibutuhkan agar ketahanan daya ini dapat dipertahankan dalam jangka panjang.

Secara keseluruhan, penurunan efisiensi *cooling tower* sebesar 3,74% memang belum menunjukkan dampak drastis pada output *output* daya dalam jangka pendek. Namun, apabila dibiarkan terus berlangsung, kondisi ini dapat menyebabkan kenaikan biaya operasional, peningkatan konsumsi energi pendukung, serta mempercepat degradasi komponen. Oleh sebab itu, perusahaan perlu melakukan pemantauan berkala, pembersihan *fouling*, serta pengaturan aliran udara dan air untuk menjaga efisiensi tetap mendekati standar desain. Strategi pemeliharaan ini sangat penting untuk mempertahankan kinerja optimal generator dan turbin. Dengan begitu, pembangkit tidak hanya dapat memenuhi kebutuhan energi nasional, tetapi juga tetap kompetitif dan efisien secara ekonomis.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat penulis berikan setelah melaksanakan program Kerja Lapangan di PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang ialah:

- 1 *Cooling tower* bekerja berdasarkan prinsip perpindahan panas melalui proses penguapan. Air panas yang bersirkulasi dalam menara bersentuhan langsung dengan udara, menyebabkan sebagian air menguap dan membawa panas keluar dari sistem. Proses ini menghasilkan air dengan suhu yang lebih rendah, yang kemudian digunakan kembali dalam sistem pendinginan
- 2 Berdasarkan hasil analisis, diperoleh rata-rata efektivitas *Cooling tower* sebesar 61,56%, yang masih berada di bawah spesifikasi desain. Nilai ini mengindikasikan bahwa sistem belum bekerja pada tingkat optimal, yang dapat disebabkan oleh faktor seperti fouling pada komponen perpindahan panas, ketidakseimbangan aliran udara, atau kondisi lingkungan yang tidak stabil.

5.2 Saran

Berikut ini merupakan saran yang dapat penulis berikan setelah melaksanakan program Kerja Lapangan di PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang ialah:

- 1 Menambahkan *make-up water* pada sistem *Cooling tower* untuk menjaga konsentrasi air agar tidak mengalami kejenuhan guna meningkatkan efektivitas *Cooling tower*.
- 2 Menggunakan *pre-cooling system* seperti *spray cooling* sebelum air masuk ke *Cooling tower* agar suhu air lebih rendah dan meningkatkan efektivitas pendinginan.
- 3 Mengatur kecepatan kipas secara otomatis menggunakan *Variable Frequency Drive* (VFD) agar kipas hanya bekerja pada kecepatan yang diperlukan, menghemat energi saat beban pendinginan rendah.



DAFTAR PUSTAKA

- Tangkere, G. G., Palilingan, R. N., & Poliii, J. (2021). ANALISA KINERJA DEMISTER SELAMA TAHUN 2019 DI PLTP LAHENDONG. *JURNAL FISTA: FISIKA DAN TERAPANNYA Volume 2, Nomor 1*, 21-24.
- Adistia, N. A., Nurdiansyah, R. A., & Fariko, J. (2020). POTENSI ENERGI PANAS BUMI, ANGIN, DAN BIOMASSA MENJADI. VOL. 22, NO. 2, 105-116.
- Afriyanti, F. (2021). *ANALISA PENINGKATAN KUALITAS AIR PENDINGIN UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI COOLING TOWER PLTP KAMOJANG UNIT I*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Ahluriza, P., & Harmoko, U. (2021). Analisis Pemanfaatan Tidak Langsung Potensi Energi Panas Bumi di Indonesia. *JEBT: Jurnal Energi Baru & Terbarukan*, Vol. 2, No. 1, pp 53–59.
- Caturwati, N. K., Rosyadi, I., & Dwinanto. (2024). *Mesin Konversi Energi II*. Serang: UNTIRTA PRESS.
- Handoyo, Y. (2015). Analisis Performa *Cooling tower* LCT 400 Pada P.T. XYZ, Tambun Bekasi. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 38-52.
- Khadijah, N. S. (2017). ANALISIS PEMBANGUNAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI. *Jurnal Ketahanan Energ*, 30-45.
- Mangago, M. M. (2015). *PEMELIHARAAN TRANSFORMATOR DAYA 30 MVA DI PLTP*. Manado: Politeknik Negeri Manado.
- Melkias, A. A. (2020). Analisa Performa Pada *Cooling tower* Jenis Mechanical Draft Crossflow. *Jurnal Energi*, 24-28.
- Muhsin, A., & Pratama, Z. (2018). ANALISIS MESIN *COOLING TOWER* MENGGUNAKAN RANGE DAN APPROACH. *Jurnal OPSI*, 119-124.
- Rahman, & Mursadin, A. (2022). Analisis Kinerja *Cooling tower* Menggunakan Metode Range dan Approach di PLTU Asam - Asam. *Rotary*, 129-140.
- Sentana, A., & Hadinata, T. (2005). SISTEM OPERASI DAN ANALISIS MENARA PENDINGIN (*COOLING TOWER*) PLTP KAMOJANG. *Infomatek Volume 7 Nomor 2*, 105-114.



- Wicaksana, A. (2019). *ANALISA RISIKO WELL PIPES DAN SEPARATOR PADA FASILITAS PEMBANGKIT GEOTHERMAL WAYANG WINDU MENGGUNAKAN METODE RISK-BASED INSPECTION (RBI)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Wicaksono, A., Widjonarko, & Rudiyanto, B. (2020). OPTIMASI TEKANAN VAKUM MAIN CONDENSER MENGGUNAKAN. *Prosiding Seminar Nasional NCIET Vol.1*, 67-78.



LAMPIRAN



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA

FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK MESIN

Jalan Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilgon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Ext.130. Laman : www.mcsin.ft.unirta.ac.id

DAFTAR HADIR DAN KEGIATAN KERJA PRATIK

NAMA : Nadof Ramadhani
NPM : 333220097
JUDUL : Analisis kinerja cooling tower jenis mechanical induced draft cross flow pada unit 2 di PT. PLN IP UBP Kamojang
NAMA TEMPAT KERJA PRAKTIK : Pt. PLN Indonesia Power UBP Kamojang
WAKTU KERJA PRAKTIK : 01 Februari s.d 20 Februari 2025

HARI KE-	HARI/TANGGAL	URAIAN KEGIATAN	PARAF PEMBIMBING LAPANGAN
1	1 Februari 2025	Libur	
2	2 Februari 2025	Libur	
3	3 Februari 2025	Libur	
4	4 Februari 2025	Materi Awal, Plant Tour, Pengenalan Profil dan Budaya Perusahaan	df
5	5 Februari 2025	Safety Induction, Pembagian Kelompok dan Mentor	df
6	6 Februari 2025	Mentoring Awal dan Preview Materi Perusahaan	df
7	7 Februari 2025	Memperingati HUT Kamojang dan Mencari tahu tentang bidang kerja engineering panas bumi	df
8	8 Februari 2025	Libur	df
9	9 Februari 2025	Libur	
10	10 Februari 2025	Mentoring membahas topik atau judul yang akan dibawa di laporan	df
11	11 Februari 2025	Sosialisasi Kesehatan dari Bidang K3	df
12	12 Februari 2025	Visual inspection cooling tower	df
13	13 Februari 2025	Lomba Pemadam serta Pembuatan PPT bidang kerja mentor yang akan di presentasikan	df
14	14 Februari 2025	Hidrogen Plant Tour	df
15	15 Februari 2025	Libur	
16	16 Februari 2025	Libur	
17	17 Februari 2025	Knowledge Sharing "Personality Development"	df



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK MESIN

Jalan Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Ext.130. Laman : www.mcsin.ft.untirta.ac.id

HARI KE-	HARI/TANGGAL	URAIAN KEGIATAN	PARAF PEMBIMBING LAPANGAN
18	18 Februari 2025	Knowledge Sharing "Dunia Kerja"	<i>[Signature]</i>
19	19 Februari 2025	Presentasi bidang kerja mentor	<i>[Signature]</i>
20	20 Februari 2025	Mentoring progres pengolahan data	<i>[Signature]</i>
21	21 Februari 2025	Safety patrol dan plant visit gedung pembangkit	<i>[Signature]</i>
22	22 Februari 2025	Libur	
23	23 Februari 2025	Libur	
24	24 Februari 2025	Membuat PPT Presentasi Sidang Akhir	<i>[Signature]</i>
25	25 Februari 2025	Knowledge Sharing dengan Divisi RCBM	<i>[Signature]</i>
26	26 Februari 2025	Geothermal Forum dan Presentasi Akhir	<i>[Signature]</i>
27	27 Februari 2025	Menyusun Laporan Akhir	<i>[Signature]</i>
28	28 Februari 2025	Penutupan	<i>[Signature]</i>

Mengetahui,
Koordinator Kerja Praktek

[Signature]
Miftahul Jannah, ST., MT
NIP. 199103052020122017

Bandung, Februari 2025

Pembimbing Lapangan

[Signature]
Henrey Octavianus
NIP. 7393057K3



DOKUMENTASI KERJA PRAKTIK

