

**LAPORAN MAGANG INDUSTRI
PPSDM MIGAS CEPU**



Disusun oleh,
Faisal Rizki Prayoga
10211710010086

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA
KONVERSI ENERGI
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBERR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN
0 LAPORAN KERJA PRAKTIK
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
ANALISA KINERJA NATURAL DRAFT COOLING TOWER PADA
AREA BOILER UNIT
di PPSDM MIGAS , CEPU

PPSDM MIGAS
(1 September – 30 September 2020)

Disusun oleh:

Faisal Rizki Prayoga

10211710010086

Telah disahkan dan disetujui:

**Kepala Sub Bidang Sarana
Prasarana**
Pengembangan SDM dan informasi


(Dr. Yoeswono , S.Si.,M.Si.)
NIP. 197107161991031002

Pembimbing Lapangan
PPSDM MIGAS Cepu


(Soegianto A.Md)
NIP. 197009071991031003

Kepala Bidang Program dan Evaluasi



(Waskito Tunggul Nusanto , S.Kom. , M.T.)
NIP. 196901241991031001



LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN KERJA PRAKTIK
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

ANALISA KINERJA NATURAL DRAFT COOLING TOWER PADA
AREA BOILER UNIT
di PPSDM MIGAS , CEPU

PPSDM MIGAS

(1 September – 30 September 2020)

Disusun oleh:

Faisal Rizki Prayoga 10211710010086

Telah disahkan dan disetujui:

Dosen Pembimbing

Kerja Praktik

(Dr. Ir. Bambang Sampurno MT.)

NIP. 196509191990031003

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa sehingga kami dapat menyelesaikan praktek kerja di PPSDM MIGAS sampai dengan selesainya penyusunan laporan ini.

Dalam rangka memenuhi salah satu syarat kurikulum tingkat sarjana terapan di Departemen Teknik Mesin Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, maka kami selaku mahasiswa dapat mengambil kesempatan dalam magang industri ini untuk menyelesaikan dan membandingkan antara ilmu yang telah diperoleh di perguruan tinggi dan penerapannya di bidang industri yang dalam hal ini adalah industri perminyakan dan gas bumi. Laporan ini disusun berdasarkan hasil praktik kerja lapangan di PPSDM MIGAS dari tanggal 1 s.d. 30 September 2020.

Selama melakukan praktik kerja, kami mendapat bimbingan, dorongan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, kami ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada

1. Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, hidayah, bimbingan, petunjuk, dan cinta kasih-Nya yang tiada henti diberikan kepada kami.
2. Ayah dan Ibu serta keluarga tercinta atas doa, dukungan moral, dan materialnya.
3. Bapak Ir. Wakhid Hasyim, M.T. selaku Kepala Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi.
4. Bapak Waskito Tunggul Nusanto, S. Kom., M.T. selaku Kepala Bidang Program dan Evaluasi.
5. Bapak Dr. Yoeswono, S. Si., M. Si. selaku Kepala Sub Bidang Sarana Prasarana Pengembangan Sumber Daya Manusia dan Informasi
6. Bapak Soegianto A.Md. selaku pembimbing lapangan kerja praktik PPSDM MIGAS.
7. Bapak Ahmad Rosyidi, S.Ag. selaku pengelola praktik kerja lapangan PPSDM MIGAS.
8. Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, M.T. selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

9. Ibu Dr. Atria Pradityana, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Departemen Teknik Mesin Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
10. Bapak Dr.Ir. Bambang Sampurno , M.T. selaku Dosen Pembimbing di Departemen Teknik Mesin Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
11. M.Rayhan Hidayat T, Faisal Rizki Prayoga, dan Andino Septian selaku rekan praktik kerja lapangan di PPSDM Migas
12. Teman-teman Departemen Teknik Mesin Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember angkatan 2017 atas bantuan dan dukungannya
13. Seluruh pihak yang telah membantu saya selama melakukan kerja praktek dan dalam penyusunan laporan ini

Kami menyadari bahwa laporan ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu kami mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak untuk menyempurnakan laporan ini.

Akhirnya, kami selaku penyusun mohon maaf kepada semua pihak apabila dalam melakukan praktik kerja lapangan dan dalam penyusunan laporan ini terdapat kesalahan. Kami berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Blora, Cepu, September 2020

Faisal Rizki Prayoga

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	I
LEMBAR PENGESAHAN	II
LEMBAR PENGESAHAN	III
KATA PENGANTAR	IV
DAFTAR ISI.....	VI
DAFTAR GAMBAR	IX
DAFTAR TABEL.....	X
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.2.1 Tujuan Umum	2
1.2.2 Tujuan Khusus	2
1.3 Batasan Masalah Kerja Praktek	3
1.4 Waktu dan Pelaksanaan.....	3
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II ORIENTASI UMUM.....	5
2.1 Penjelasan Umum.....	5
2.1.1 Tugas Pokok dan Fungsi PPSDM MIGAS	5
2.1.2 Sejarah Singkat PPSDM MIGAS	6
2.1.3 Stuktur Organisasi dan Kepegawaian	9
2.1.4 Lokasi PPSDM MIGAS.....	10
2.2 Orientasi Perusahaan.....	10
2.2.1 Unit Keselamatan Kerja dan Pemadam Kebakaran	10
2.2.2 Unit <i>Boiler</i>	11
2.2.3 Unit Perpustakaan	12
2.2.4 Laboratorium Dasar	13
2.2.5 Laboratorium Pengujian Hasil Produksi.....	13

BAB III METODELOGI	15
3.1 Landasan Teori	15
3.1.1 Pengertian Cooling Tower	15
3.1.2 Fungsi Cooling Tower	17
3.1.3 Prinsip Kerja Cooling Tower	17
3.2 Konstruksi Cooling Tower	18
3.2.1 Fan.....	19
3.2.2 Kerangka Pendukung Cooling Tower.....	19
3.2.3 Casing Cooling Tower	20
3.2.4 Pipa Sprinkler.....	20
3.2.5 Water Basin.....	20
3.2.6 Inlet Louver.....	20
3.2.7 Bahan Pengisi.....	20
3.3 Klasifikasi Cooling Tower	24
3.3.1 Wet Cooling Tower.....	24
3.3.1.1 Natural Draft Cooling Tower.....	24
3.3.1.2 Mechanical Draft Cooling Tower	26
3.3.1.3 Combined Draft Cooling Tower	27
3.3.2 Dry Cooling Tower	28
3.3.3 Wet Dry Cooling Tower.....	29
3.4 Packing Cooling Tower	30
3.4.1 Definisi Packing	30
3.4.2 Karakteristik Packing.....	30
3.4.3 Jenis packing Cooling Tower.....	31
3.4.4 Cara Penyusun Packing.....	34
3.4.5 Karakteristik Random Packing	35
3.4.6 Keuntungan penggunaan Random Packing	36
3.5 Faktor yang Mempengaruhi Performa Cooling Tower.....	37
3.5.1 Range	37
3.5.2 Approach.....	37
3.5.3 Efektivitas Pendingin	38
3.5.4 Kapasitas Pendingin.....	38

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Proses Water Treatment Plant PPSDM MIGAS	39
4.2 Alur Proses Boiler PPSDM MIGAS	39
4.3 Proses Pasokan Air Umpan (Water Sistem)	40
4.4 Perhitungan Natural Draft Cooling Tower.....	41
4.4.1 Kinerja Design Natural Draft Cooling Tower KST N	41
4.4.2 Kinerja Natural Draft Cooling Tower KST N Pada kondisi Operasional	44
BAB V PENUTUP.....	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Struktur Organisasi PPSDM Migas</i>	9
Gambar 2.2	<i>Peta Letak PPSDM Migas</i>	10
Gambar 3.1	<i>Range dan approach Temperatur pada cooling tower</i>	16
Gambar 3.2	<i>Skema Cooling Tower</i>	18
Gambar 3.3	<i>Konstruksi Cooling Tower</i>	19
Gambar 3.4	<i>Splash Fill</i>	22
Gambar 3.5	<i>Film Fill</i>	23
Gambar 3.6	<i>Low-Clog Film Fill</i>	23
Gambar 3.7	<i>Natural draft Cooling Tower Aliran Counterflow</i>	25
Gambar 3.8	<i>Natural Draft Cooling Tower Aliran Crossflow</i>	25
Gambar 3.9	<i>Induced Draft Cooling Tower Aliran Counter Flow</i>	27
Gambar 3.10	<i>Induced Draft Cooling Tower Aliran Crossflow</i>	27
Gambar 3.11	<i>Combined Draft Cooling Tower</i>	28
Gambar 3.12	<i>Wet-Dry Cooling Tower</i>	30
Gambar 3.13	<i>Macam-macam Jenis Packing</i>	33
Gambar 3.14	<i>Penyusunan Random Packing</i>	34

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Karakteristik Random Packing	35
-----------	------------------------------------	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia dewasa ini cukup pesat. Sehubungan dengan hal itu, perguruan tinggi sebagai tempat yang menghasilkan sumber daya manusia berkualitas, berkepribadian mandiri, dan memiliki kemampuan intelektual yang baik harus semakin meningkatkan mutu output-nya.

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya sebagai salah satu institusi (perguruan tinggi) di Indonesia berupaya untuk mengembangkan sumber daya manusia dan IPTEK guna menunjang pembangunan industri, serta sebagai research university untuk membantu pengembangan kawasan timur Indonesia. Lulusan dari ITS Surabaya diharapkan siap untuk dikembangkan ke bidang yang sesuai dengan disiplin ilmunya. Sejalan dengan upaya tersebut, kerjasama dengan industri perlu untuk ditingkatkan, yang dalam hal ini bisa dilakukan dengan jalan Study Ekskursi, Kerja Praktek, Magang, Joint Research, dan lain sebagainya.

Kerja praktek merupakan salah satu mata kuliah wajib yang harus ditempuh oleh mahasiswa D4 Teknik Mesin Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Selain itu kegiatan tersebut diharapkan dapat menempuh pengetahuan mahasiswa di dunia industri.

Wawasan mahasiswa tentang dunia kerja yang berkaitan dengan industrialisasi sangat diperlukan. Hal ini sehubungan dengan kondisi Indonesia yang merupakan negara berkembang, dimana teknologi masuk dan diaplikasikan oleh industri terlebih dahulu sebelum dikembangkan lebih lanjut. Selain itu energi yang dibutuhkan oleh industri – industri tersebut yang semakin meningkat maka diperlukannya pengembangan lebih lanjut mengenai sumber energi dan efisiensi sistem kelistrikan.

Pemahaman tentang permasalahan di dunia industry diharapkan dapat menunjang pengetahuan terioritis yang didapat dari materi kuliah, sehingga

mahasiswa dapat menjadi salah satu sumber daya manusia yang siap bersaing untuk menghadapi tantangan di era globalisasi.

Oleh karena itu manfaat pada Kerja Praktek yang dilakukan di PPSDM MIGAS Cepu diharapkan Mahasiswa mampu memahami proses yang ada pada Cooling Tower dan menerapkan ilmu yang telah diperoleh dibangku kuliah serta mengenal secara langsung proses dari Cooling Tower yang ada di PPSDM MIGAS Cepu.

1.2 Tujuan

Tujuan pelaksanaan kerja praktek di PPSDM MIGAS Cepu Unit Boiler khususnya Cooling Tower dapat dibagi menjadi dua bagian, yakni tujuan umum dan tujuan khusus :

1.2.1 Tujuan Umum

Secara umum tujuan umum dari pelaksanaan kerja praktek ini antara lain :

1. Terwujudnya pola hubungan yang jelas dan terarah antara dunia perguruan tinggi sebagai pencetak tenaga kerja profesional dan pelaku dunia industri sebagai pengguna outputnya.
2. Dunia industri mampu mewujudkan kepedulian dan partisipasinya dalam upayanya untuk ikut memberikan kontribusi pada sistem pendidikan nasional.
3. Membuka wawasan mahasiswa agar dapat mengetahui dan memahami sistem kerja di dunia industri sekaligus mampu mengadakan pendekatan, penyerapan dan pemecahan masalah yang berasosiasi dengan dunia kerja secara utuh.
4. Menumbuhkembangkan pola berpikir konstruktif yang berwawasan bagi mahasiswa untuk persiapan memasuki dunia kerja.

1.2.2. Tujuan Khusus

Secara khusus tujuan umum dari pelaksanaan kerja praktek ini antara lain :

1. Untuk memenuhi beban satuan kredit semester (SKS) yang harus ditempuh sebagai persyaratan akademis di Jurusan Teknik Mesin Industri ITS.

2. Mengetahui lebih jauh tentang teknologi yang sesuai dengan bidang yang dipelajari di Jurusan Teknik Mesin Industri ITS.
3. Mengetahui secara langsung tentang proses-proses “Proses Pengolahan Minyak ” yang berkaitan dengan Mechanical Engineering di PPSDM MIGAS CEPU

1.3. Batasan Masalah Kerja Praktek

Mengingat luasnya bidang kerja yang ada serta terbatasnya alokasi waktu yang tersedia, maka akan diambil beberapa batasan masalah dalam laporan kerja praktek ini. Adapun batasan masalahnya antara lain :

1. Hal-hal formal seperti profil, departemen dan lain-lain didapatkan dari penjelasan petugas yang dikunjungi serta studi literatur di perpustakaan PPSDM MIGAS CEPU.
2. Penjelasan sistem dan proses kerja didapatkan dari pembimbing kerja praktik dan disesuaikan dengan pengamatan secara langsung di lapangan khususnya berbagai sektor yang berhubungan dengan pengawasan pembimbing.

1.4 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Tempat dan waktu dilaksanakannya kerja praktek yaitu :

- Tempat : PPSDM MIGAS CEPU
- Waktu : 1 September – 31 September 2020.

1.5 Metode Penelitian

Dalam pengumpulan data, penulis menggunakan metode – metode sebagai berikut :

1. Metode Studi Literatur
Merupakan metode pengumpulan data dengan cara membaca, mempelajari, dan memahami buku – buku referensi dari berbagai sumber, baik itu dari Perpustakaan PPSDM MIGAS CEPU, manual book perusahaan, pencarian di buku atau diktat kuliah, dan mencari sumber literature di internet.

2. Metode Observasi

Merupakan metode pengumpulan dengan cara pengamatan langsung pada objek penelitian.

3. Metode Interview

Merupakan metode pengumpulan dengan cara mewawacarai karyawan dan staff yang berkaitan dengan masalah yang dibahas.

4. Metode Survei

5. Merupakan metode pengumpulan dengan cara mendatangi objek secara langsung yang berkaitan dengan materi laporan sebagai bahan pertimbangan.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan laporan kerja praktek ini, penulis membaginya dalam enam bab dan tiap–tiap bab terdiri dari beberapa sub bab. Sistematika laporan kerja praktek ini adalah sebagai berikut :

Bab 1 Pendahuluan

Dalam bab ini menjelaskan tentang latar belakang, tujuan, batasan masalah kerja praktek, waktu dan tempat pelaksanaan, metode penelitian, serta sistematika penulisan.

Bab 2 Orientasi Umum

Bab ini berisi tentang segala hal yang berkaitan dengan perusahaan tempat dilaksanakannya kerja praktek.

Bab 3 Metodologi

Berisi tentang penjelasan Pengertian dan fungsi komponen penyusun dalam tiap bagian Cooling Tower

Bab 4 Hasil Dan Pembahasan

Berisi Tentang Hasil data dan perhitungan yang diperoleh

Bab 5 Penutup

Berisi tentang Kesimpulan dan Saran bagi PPSDM MIGAS CEPU khususnya pada Unit Cooling tower di Boiler

BAB II ORIENTASI UMUM

2.1. Penjelasan Umum

2.1.1. Tugas Pokok dan Fungsi PPSDM MIGAS

Berdasarkan Peraturan Menteri ESDM Nomor 13 Tahun 2016 PPSDM Migas Cepu memiliki tugas dan fungsi sebagai berikut:

1. Tugas Pokok
“Melaksanakan pengembangan sumber daya manusia di bidang minyak dan gas bumi”.
2. Fungsi
 - a. Penyiapan penyusunan kebijakan teknis pengembangan sumber daya manusia di bidang minyak dan gas bumi.
 - b. Penyusunan program, akuntabilitas kinerja dan evaluasi serta pengelolaan informasi pengembangan sumber daya manusia di bidang minyak dan gas bumi.
 - c. Penyusunan perencanaan dan standarisasi pengembangan sumber daya manusia di bidang minyak dan gas bumi.
 - d. Pelaksanaan penyelenggaraan pendidikan dan pelatihan di bidang minyak dan gas bumi.
 - e. Pelaksanaan pengelolaan sarana prasarana dan informasi pengembangan sumber daya manusia di bidang minyak dan gas bumi.
 - f. Pemantauan, evaluasi dan pelaporan pelaksanaan tugas di bidang Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi.
 - g. Pelaksanaan administrasi Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi

2.1.2 Sejarah Singkat PPSDM MIGAS

Pusat Pelatihan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi (PPSDM Migas) merupakan salah satu tempat pengolahan minyak mentah atau crude oil yang dihasilkan oleh PT Pertamina EP Region Jawa Area Cepu. Crude oil Pertamina yang ditambang darisumur daerah Kawengan dan Nglobo dengan bantuan pompa dialirkan ke unit kilang Cepu untuk diolah menjadi bahan bakar seperti pertasol, kerosin, solar, PHsolar dan residu. Selain itu PPSDM Migas juga memproduksi non minyak yaitu wax (lilin).

PPSDM Migas selain sebagai pengolah (refinery) minyak juga mempunyai tugas pokok melaksanakan pendidikan dan pelatihan bidang migas. PPSDM Migas bertanggung jawab kepada Kepala Badan Diklat Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) menurut Surat Keputusan Menteri Sumber Daya dan Mineral No. 150 Tahun 2001 dan telah diperbarui dengan Peraturan Menteri ESDM No. 18 Tahun 2010 tanggal 22 November 2010.

Visi : Menjadi Pusat Pendidikan dan Pelatihan Minyak dan Gas Bumi yang unggul dengan mewujudkan tata pemerintahan yang bersih, baik, transparan dan terbuka.

Misi:

1. Meningkatkan kapasitas aparatur negara dan Pusdiklat Migas untuk mewujudkan tata pemerintahan yang baik.
2. Meningkatkan kompetensi tenaga kerja sub sektor migas untuk berkompetensi melalui mekanisme ekonomi pasar.
3. Meningkatkan kemampuan perusahaan minyak dan gas bumi menjadi lebih kompetitif melalui program pengembangan Sumber Daya Manusia.

Ditinjau dari sejarah berdirinya Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi mengalami pergantian nama sejak ditemukan minyak di Cepu sampai sekarang. Kilang minyak di daerah Cepu terletak antara Jawa Tengah dan Jawa Timur. Berdasarkan

sejarah berdirinya, umur kilang minyak Cepu telah mencapai 100 tahun lebih dan pengolahannya telah mengalami tiga periodisasi yaitu :

1. Zaman Hindia Belanda (1886 – 1942)

Pada tahun 1886 seorang sarjana tambang Mr. Adian Stoop berhasil mengadakan penyelidikan minyak bumi di Jawa. Pada tahun 1887 Mr. Adian Stoop mendirikan DPM (Dordtsche Petroleum Maatschappij) dan mengadakan pengeboran pertama di Surabaya. Pada tahun 1890 didirikan pengeboran minyak di daerah Wonokromo.

Selain di Surabaya Mr. Adian Stoop juga mengadakan pengeboran minyak di daerah Rembang. Pada bulan Januari 1893, dari Ngawi dengan menggunakan rakit Mr. Adian Stoop menyusuri Bengawan Solo menuju Ngareng dan Cepu (Panolan). Pengeboran pertama di Ngareng berhasil dengan memuaskan. Di daerah ini kemudian didirikan perusahaan minyak yang akhirnya menjadi “Pusdik Migas”. Organisasinya berpusat di Jawa Timur yang dikuasai oleh Bataafche Petroleum Maatschappij (BPM) sampai perang dunia ke-2.

2. Zaman Jepang (1942 – 1945)

Pada bulan Maret 1942 sebelum lapangan minyak dan kilang minyak direbut Jepang, oleh BPM dilakukan politik bumi hangus, sehingga kilang minyak di Cepu tidak berfungsi lagi. Kemudian Jepang memanggil lagi mantan pegawai BPM untuk membangun kilang tersebut. Pada tahun 1944 kilang tersebut dapat dioperasikan kembali.

3. Masa Indonesia Merdeka (1945 – 2001)

Setelah proklamasi kemerdekaan, lahir Perusahaan Tambang Minyak Negara (PTMN) di Cepu. Daerah operasinya meliputi lapangan minyak Wonocolo, Nglobo, Kawengan, Ledok, dan Semanggi. Administrasi Sumber Minyak (ASM), menyerahkan pada pemerintah sipil. Untuk itu dibentuk panitia kerja yaitu, Badan Penyelenggara Perusahaan Negara yang kemudian melahirkan Perusahaan Tambang Minyak Rakyat Indonesia (PTMRI). Untuk

mengatasi kesulitan yang dihadapi perusahaan, maka pada tahun 1957, PTMRI diubah menjadi Perusahaan Tambang Minyak Nglobo CA. Perusahaan ini dikelola oleh pemerintah. Sejak PTMRI sampai Perusahaan Tambang Minyak Nglobo CA, banyak mengalami kemajuan.

Pada tahun 1966 Tambang Minyak Nglobo CA diubah menjadi PERMIGAN, sedang kilang minyak Cepu dan lapangan minyak Kawengan dibeli oleh pemerintah Indonesia dari ASM dan pada tahun 1962 pengolahannya dilimpahkan pada PN PERMIGAN. Pada tanggal 4 Januari 1966 PN PERMIGAN dijadikan Pusat Pendidikan dan Latihan Lapangan Minyak dan Gas Bumi (PUSDIKLAP MIGAS) yang merupakan bagian dari Lembaga Minyak dan Gas Bumi (LEMIGAS) yang berkantor pusat di Cipulir Jakarta. Sejak saat itu kilang beserta lapangan berfungsi sebagai alat peraga pendidikan. Pada tanggal 7 Februari 1967 diresmikan Akademi Minyak dan Gas Bumi (AKAMIGAS) angkatan I.

Berdasarkan SK Menteri Pertambangan dan Energi No. 646 tanggal 26 Desember 1977 PUSDIKLAP MIGAS yang merupakan bagian dari LEMIGAS (Lembaga Minyak dan Gas Bumi) diubah menjadi Pusat Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi Lembaga Minyak dan Gas Bumi (PPTMGB LEMIGAS) dan berdasarkan SK Presiden No. 15 tanggal 15 Maret 1984 pasal 107, LEMIGAS Cepu ditetapkan sebagai Lembaga Pemerintah dengan nama Pusat Pengembangan Tenaga Perminyakan dan Gas Bumi (PPT MIGAS).

Periode 2001 – 2016

Tahun 2001, PPTMIGAS diubah menjadi PUSDIKLAT MIGAS dengan Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 150 tahun 2001 dan diperbarui dengan Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral No. 18 tahun 2010.

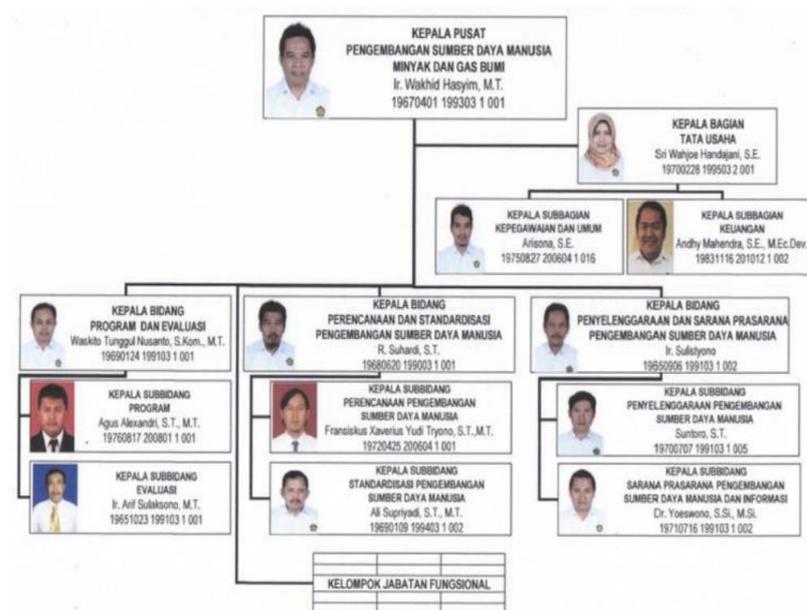
Periode 2016 – sekarang

Sesuai Peraturan Menteri No. 13 tahun 2016 tentang organisasi dan tata kerja Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, PUSDIKLAT Migas Cepu berubah nama menjadi Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak Dan Gas Bumi (PPSDM MIGAS) Cepu. (<https://www.esdm.go.id>, 2018)

2.1.3 Stuktur Organisasi dan Kepegawaian

Struktur organisasi yang ada di PPSDM MIGAS Cepu terdiri dari pimpinan tertinggi sebagai kepala PPSDM MIGAS Cepu .Pimpinan tertinggi membawahi kepala bagian dan kepala bidang yang bertugas memimpin unit-unit di PPSDM MIGAS Cepu.

Kepala bagian dan kepala bidang membawahi sub. bagian dan sub. bidang dari unit-unit yang terkait. Di setiap unit terdapat pengawas unit dan pengelola unit yang dipimpin oleh sub bagian masing-masing unit. Selain itu, dalam kegiatan operasional PPSDM MIGAS Cepu setiap unit memiliki masing-masing karyawan atau bawahan yang handal dalam setiap masing-masing bidang yang dijalankan.



Gambar 1.1. *Struktur Organisasi PPSDM MIGAS Cepu*

Sumber : Humas PPSDM Migas Cepu

2.1.4 Lokasi PPSDM MIGAS

Pusat Pengembangan Sumber Daya manusia Minyak dan Gas Bumi berlokasi di Jalan Sorogo 1, Kelurahan Karangboyo, Kecamatan Cepu, Kabupaten Blora, Provinsi Jawa Tengah dengan areal sarana dan prasarana pendidikan dan pelatihan seluas 120 hektar. Di tinjau dari segi geografis dan ekonomis, lokasi tersebut cukup strategis karena didukung oleh beberapa faktor yaitu:

1. Lokasi Praktek

Lokasi PPSDM MIGAS berdekatan dengan lapangan minyak milik Pertamina, Exxon Mobil Cepu Limited, Petrochina, tambang rakyat Wonocolo serta singkapan-singkapan geologi, sehingga memudahkan peserta diklat untuk melakukan *field study*

2. Sarana Transportasi

Kota Cepu dilewati oleh jalur kereta api yang Surabaya – Jakarta dan jalan raya yang menghubungkan kota-kota besar di sekitarnya, sehingga memudahkan untuk bepergian

3. Letaknya yang berbatasan antara Jawa Tengah dan Jawa Timur



Gambar 2.2 Peta Letak PPSDM MIGAS Cepu

2.2 Orientasi Perusahaan

2.2.1 Unit Keselamatan Kerja dan Pemadam Kebakaran

Unit K3LL (Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lindungan Lingkungan) dibentuk dengan tujuan untuk mencegah dan menanggulangi segala sesuatu yang menyebabkan kecelakaan kerja yang

mempengaruhi terhadap proses produksi, sehingga sumber-sumber produksi dapat digunakan secara efisien dan produksi dapat berjalan lancar tanpa adanya hambatan yang berarti Unit K3LL PPSDM MIGAS Cepu mempunyai tugas yang meliputi:

1. Tugas Rutin
 - a. Menyusun rencana pencegahan terhadap kecelakaan kerja
 - b. Melakukan inspeksi secara berkala atau khusus
 - c. Melakukan pemeriksaan alat - alat pemadam kebakaran
 - d. Mengadakan *safety training* baik kepada personil pemadam api maupun pegawai biasa
2. Tugas Non Rutin
 - a. Melaksanakan pelayanan pemadam api dan keselamatan kerja di luar PPSDM MIGAS Cepu
 - b. Melakukan penyelidikan terhadap kecelakaan kerja yang sama
 - c. Menanamkan kesadaran kepada semua pegawai akan pentingnya pencegahan kebakaran dan keselamatan kerja
 - d. Melakukan kampanye keselamatan kerja kepada para pegawai
3. Tugas Darurat
 - a. Memberikan pertolongan dan penanggulangan terhadap terjadinya kecelakaan kerja
 - b. Memadamkan api jika terjadi kebakaran baik dilingkungan PPSDM MIGAS Cepu maupun di luar

2.2.2 Unit Boiler

Boiler merupakan peralatan yang sangat diperlukan untuk menunjang proses kilang pada industri migas. *Boiler* atau biasa disebut ketel uap adalah suatu bejana tertutup yang digunakan untuk mengubah air menjadi uap atau dengan kata lain mentransfer panas yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar (baik dalam bentuk padat, cair, atau gas) sehingga berubah wujud menjadi uap. Di dalam *boiler*, energi kimia dari bahan bakar di ubah menjadi panas melalui proses pembakaran dan panas

yang dihasilkan sebagian besar diberikan kepada air yang berada di dalam ketel, sehingga air berubah menjadi uap.

Boiler tersebut dibuat dari bahan baja dengan bentuk bejana tertutup yang di dalamnya berisi air, sedangkan air tersebut dipanasi dari hasil pembakaran bahan bakar residu. Untuk menyediakan kebutuhan uap atau *steam* di PPSDM MIGAS Cepu maka *boiler* yang tersedia berjumlah 3 unit, yang terdiri dari:

1. Dua unit *boiler* tipe AL-LSB-6000 dengan masing-masing memiliki kapasitas sebesar 6 ton/jam
2. Satu unit *boiler* tipe Wanson yang memiliki kapasitas sebesar 6,6 ton/jam

Dalam pengoperasiannya, boiler di PPSDM MIGAS Cepu hanya dioperasikan 1 unit saja, karena kebutuhan *steam* untuk kilang sudah tercukupi.

2.2.3 Unit Perpustakaan

Perpustakaan PPSDM MIGAS mempunyai sistem pelayanan terbuka (*open access*) yang meliputi:

- a. Pelayanan reguler (pegawai dan dosen)
- b. Pelayanan non reguler (peserta kursus, praktikan)

Koleksi perpustakaan antara lain: buku–buku diklat, majalah ilmiah, laporan penelitian, skripsi, ebook, laporan kerja praktek dan bahan audio visual.

Adapun tugas–tugas perpustakaan PPSDM MIGAS Cepu yaitu:

- a. Melakukan perencanaan, pengembangan koleksi, yang mencakup buku, majalah ilmiah, laporan penelitian, skripsi, laporan kerja praktek, diklat/ hand out serta bahan audio visual
- b. Melakukan pengolahan dan proses pengolahan bahan pustaka meliputi refrigrasi/inventaris, katalogisasi, klasifikasi, shelving dan filing
- c. Laporan penggunaan laboratorium bahasa untuk mahasiswa Akamigas, pegawai, dosen, instruksi, peserta khusus dan lain-lain

- d. Layanan audio visual pemutaran film dan kaset video ilmiah untuk mahasiswa Akamigas, pegawai, dosen, instruksi, peserta khusus dan lain-lain
- e. Layanan kerjasama antara perpustakaan dan jaringan informasi nasional

2.2.4 Laboratorium Dasar

PPSDM MIGAS Cepu memiliki Laboratorium Dasar atau yang biasa disebut dengan Laboratorium Pengujian. Laboratorium ini terbuka untuk pelayanan umum. Unit yang tersedia pada laboratorium ini antara lain:

1. Laboratorium Kimia
2. Laboratorium Minyak Bumi
3. Laboratorium Sipil
4. Laboratorium Geologi
5. Laboratorium Lingkungan

2.2.5 Laboratorium Pengujian Hasil Produksi

PPSDM MIGAS juga memiliki Laboratorium Pengujian Hasil Produksi (Laboratorium PHP) sebagai unit pengujian produk hasil *Crude Distillation Unit*. Spesifikasi pengujian sampel produk Pertasol CA, Pertasol CB, Pertasol CC antara lain:

1. Densitas pada 15°C
2. Distilasi : IBP dan *end point*
3. Warna Saybolt
4. Korosi bilah Tembaga, 2 hrs / 100°C
5. *Doctor Test*
6. *Aromatic Content*

Spesifikasi pengujian sampel produk residu antara lain :

1. Nilai Kalori
2. Densitas pada 15°C
3. Viskositas Kinematik pada 50°C

4. Kandungan Sulfur
5. Titik Tuang
6. Titik Nyala
7. Residu Karbon
8. Kandungan Abu
9. Sedimen Total
10. Kandungan Air
11. Vanadium
12. Alumunium + silikon
Spesifikasi pengujian sampel produk solar (jenis minyak solar 48)
antara lain :
 1. Bilangan Cetana
 2. Densitas pada 15°C
 3. Viskositas pada 40°C
 4. Kandungan Sulfur
 5. Distilasi : T95
 6. Titik Nyala
 7. Titik Tuang
 8. Residu
 9. Kandungan Air
 10. *Biological Growth*
 11. Kandungan Fame
 12. Kandungan Metanol dan Etanol
 13. Korosi Bilah Tembaga
 14. Kandungan Abu
 15. Kandungan Sedimen
 16. Bilangan Asam Kuat
 17. Bilangan Asam Total
 18. Partikulat
 19. Penampilan Visual
 20. Warna

BAB III

METODELOGI

3.1 Landasan Teori

3.1.1 Pengertian Cooling Tower

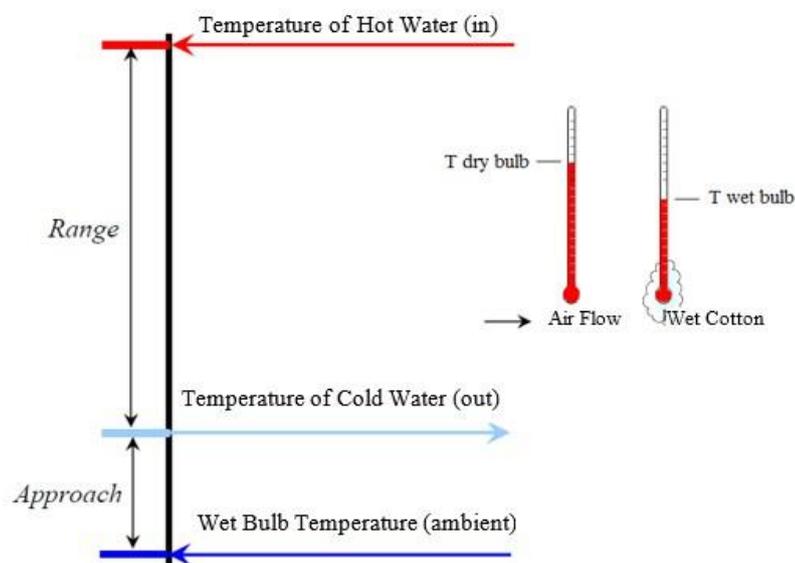
Cooling Tower atau menara pendingin didefinisikan sebagai alat penukar kalor yang fluida kerjanya adalah udara dan air yang berfungsi mendinginkan air dengan mengontakkannya ke udara sehingga menguapkan sebagian kecil dari air tersebut. Dalam kebanyakan menara pendingin yang melayani sistem refrigerasi dan penyamanan udara, menggunakan satu atau lebih kipas propeler untuk menggerakkan udara secara vertikal keatas atau horizontal melintasi menara.

Fungsi menara pendingin adalah memproses air panas menjadi air dingin, sehingga dapat digunakan kembali sebagai sprint pada maen condensor dan bis diinjeksikan kembali. Selain itu *Cooling Tower* juga berfungsi untuk unit pembuangan akhir yang berupa uap atau gas ke atmosfer. Cooling Tower memanfaatkan air dan udara pada proses perpindahan panas yang dibuang ke atmosfer. Didalam sistem menara pendingin terdapat beberapa konstruksi peralatan diantaranya adalah fan, spray nozzle (springkel), fill (packing), basin dan pump.

Menara Pendingin mampu menurunkan suhu air lebih dari peralatan-peralatan yang hanya menggunakan udara untuk membuang panas, seperti radioator dalam mobil dan oleh karena itu biayanya lebih efektif dan efisien energinya. Kinerja menara pendingin dievaluasi untuk mengkaji tingkat *approach* dan *cooling range* saat ini, identifikasi area terjadinya pemborosan energi dan memberikan saran perbaikan. Walaupun, *range* (kisaran) dan *approach* (pendekatan) harus dipantau *approach* merupakan indikator yang lebih baik untuk kinerja menara pendingin. Semakin rendah temperatur bola basah udara yang masuk maka akan menjadi semakin efektif menara pendingin tersebut, karena

temperature air yang keluar juga akan semakin rendah apabila temperature bola basah udara yang masuk semakin rendah.

Cooling Tower didefinisikan sebagai alat penukar kalor yang berfungsi mendinginkan air melalui kontak langsung dengan udara yang mengakibatkan sebagian kecil air menguap. Cooling tower yang bekerja pada sistem pendinginan udara biasanya menggunakan pompa sentrifugal untuk menggerakkan air leintasi menara. Performa cooling tower biasanya dinyatakan dalam range dan approach seperti yang terlihat pada gambar tersebut



Gambar 3.1 *Range dan approach Temperatur pada cooling tower*

Range adalah perbedaan suhu antara tingkat suhu air masuk *cooling tower* dengan tingkat suhu air yang keluar *cooling tower* atau selisih antara suhu air panas dan suhu air dingin , sedangkan *approach* adalah perbedaan antara temperatur air keluar *cooling tower* dengan temperatur bola basah udara yang masuk atau selisih antara suhu air dingin dan temperatur bola basah (wet bulb) dari udara atmosfer.

Temperature udara pada umumnya diukur dengan menggunakan termometer biasa yang sering dikenal sebagai temperatur bola kering (*dry bulb temperatur*) , sedangkan temperatur bola basah (*wet bulb temperature*) adalah temperatur yang bolanya diberi kasa basah,

sehingga jika air menguap dari kasa dan bacaan suhu pada termometer menjadi lebih rendah daripada temperatur bola kering.

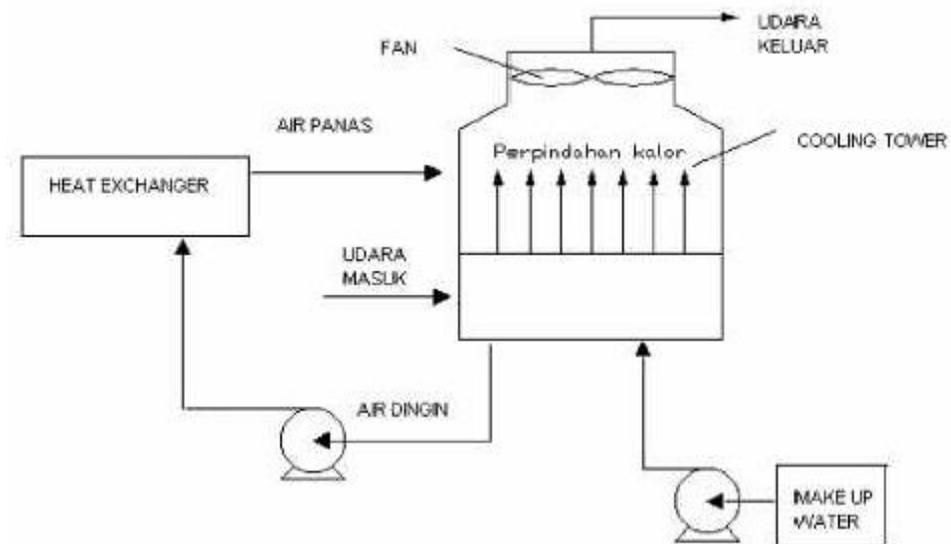
Penguapan akan berlangsung lambat pada kelembapan tinggi dan temperatur bola basah (Twb) identik dengan temperatur bola kering (Tdb). Namun pada kelembapan rendah sebagian air akan menguap, jadi temperatur bola basah akan semakin jauh perbedaannya dengan temperatur bola kering.

3.1.2 Fungsi Cooling Tower

Semua peralatan pendingin yang bekerja akan melepaskan kalor melalui kondensor, refrigeran akan melepas kalornya kepada air pendingin sehingga air menjadi panas. Air panas ini akan dipompakan ke cooling tower. Cooling tower secara garis besar berfungsi untuk menyerap kalor dari air tersebut dan menyediakan sejumlah air yang relative sejuk (dingin) untuk dipergunakan kembali disuatu instalasi pendingin atau dengan kata lain cooling tower berfungsi untuk menurunkan suhu aliran air dengan cara mengekstraksi panas dari air dan mengemisikannya ke atmosfer. Cooling tower mampu menurunkan suhu air lebih rendah dibandingkan dengan peralatan-peralatan yang hanya menggunakan udara untuk membuang panas, seperti radiator dalam mobil, dan oleh karena itu biayangnya lebih efektif dan efisien energinya.

3.1.3 Prinsip Kerja Cooling Tower

Prinsip kerja *Cooling tower* berdasarkan pada pelepasan kalor dan perpindahan kalor. Perpindahan kalor pada cooling tower berlangsung dari air ke udara. Cooling Tower menggunakan penguapan dimana sebagian air diuapkan ke aliran udara yang bergerak dan kemudian dibuang ke atmosfer, sehingga air yang tersisa didinginkan secara signifikan.



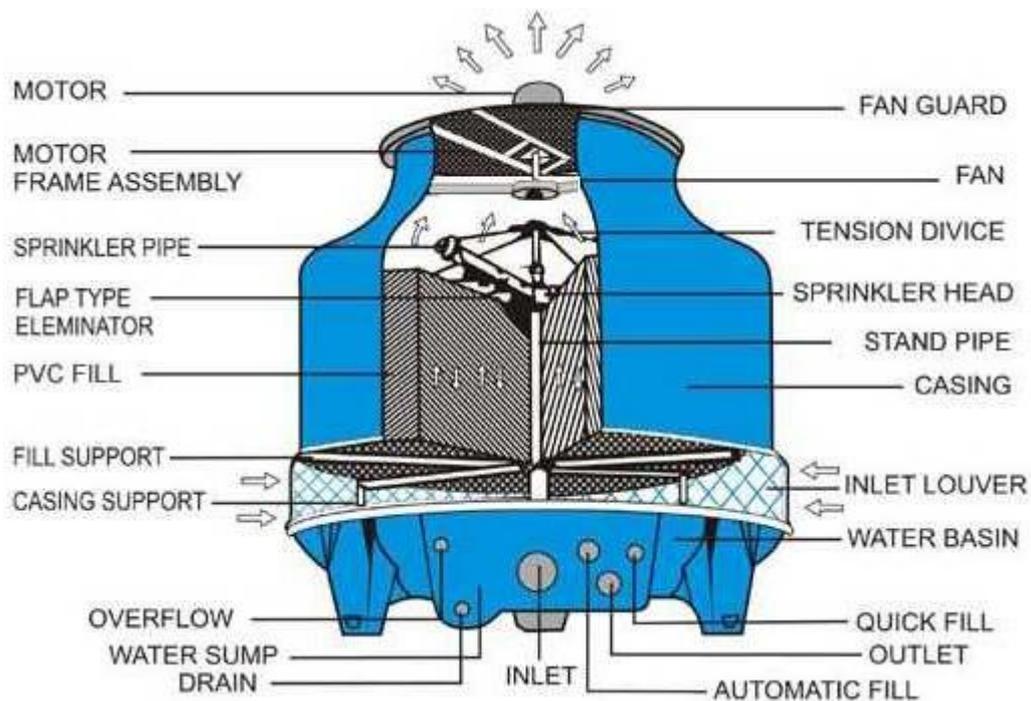
Gambar 3.2 Skema Cooling Tower

Prinsip kerja *cooling tower* dapat dilihat pada gambar diatas. Air dari bak/basin dipompa menuju heater untuk dipanaskan dan dialirkan ke *cooling tower*. Air panas yang keluar tersebut secara langsung melakukan kontak dengan udara sekitar yang bergerak secara paksa karena pengaruh fan atau blower yang terpasang pada bagian atas *cooling tower*, lalu mengalir jatuh ke bahan pengisi.

Sistem ini sangat efektif dalam proses pendinginan air karena suhu kondensasinya sangat rendah mendekati suhu *wet bulb* udara. Air yang sudah mengalami penurunan suhu ditampung ke dalam bak/basin. Pada *cooling tower* juga dipasang katup make up water untuk menambah kapasitas air pendingin jika terjadi kehilangan air ketika proses *evaporative cooling* tersebut sedang berlangsung.

3.2 Konstruksi Cooling Tower

Adapun konstruksi *cooling tower* jenis *induced draft* aliran *counterflow* adalah sebagai berikut :



Gambar 3.3 Konstruksi Cooling Tower

Konstruksi cooling tower secara garis besar terdiri atas :

3.2.1 Fan

Fan merupakan bagian terpenting dari sebuah *cooling tower* karena berfungsi untuk menarik udara dingin dan mensirkulasikan udara tersebut di dalam menara untuk mendinginkan air. Jika fan tidak berfungsi maka kinerja *cooling tower* tidak akan optimal. Fan digerakkan oleh motor listrik yang dikopel langsung dengan poros kipas.

3.2.2 Kerangka Pendukung Cooling Tower

Kerangka pendukung *cooling tower* berfungsi untuk mendukung *cooling tower* agar dapat berdiri kokoh dan tegak. Kerangka pendukung terbuat dari baja

3.2.3 Casing Cooling Tower

Casing *cooling tower* harus memiliki ketahanan yang baik terhadap segala cuaca dan umur pakai (life time) yang lama. Casing terbuat dari seng atau plastik.

3.2.4 Pipa Sprinkler

Pipa *sprinkler* merupakan pipa yang berfungsi untuk mensirkulasikan air secara merata pada *cooling tower*, sehingga perpindahan kalor air dapat menjadi efektif dan efisien. Pipa *sprinkler* dilengkapi dengan lubang-lubang kecil untuk menyalurkan air.

3.2.5 Water Basin

Water *basin* berfungsi sebagai penampung air sementara yang jatuh dari *filling material* sebelum disirkulasikan kembali ke kondensor. Water *basin* terbuat dari seng.

3.2.6 Inlet Louver

Inlet louver berfungsi untuk tempat masuknya udara melalui lubang lubang yang ada. Melalui *Inlet louver* akan terlihat kualitas dan kuantitas air yang akan didistribusikan. *Inlet louver* terbuat dari seng.

3.2.7 Bahan Pengisi

Bahan pengisi merupakan bagian dari *cooling tower* yang berfungsi untuk mencampurkan air yang jatuh dengan udara yang bergerak naik. Air masuk yang mempunyai suhu yang cukup tinggi (33°C) akan di semprotkan ke bahan pengisi.

Pada bahan pengisi inilah air yang mengalir turun ke *water basin* akan bertukar kalor dengan udara segar dari atmosfer yang suhunya (28°C). Oleh sebab itu, bahan pengisi harus dapat menimbulkan kontak yang

baik antara air dan udara agar terjadi laju perpindahan kalor yang baik. Bahan pengisi harus kuat, ringan dan tahan lapuk.

Bahan pengisi ini mempunyai peranan sebagai memecah air menjadi butiran-butiran tetes air dengan maksud untuk memperluas permukaan pendinginan sehingga proses perpindahan panas dapat dilakukan se efisien mungkin.

Bahan pengisi ini umumnya terdiri dari 2 jenis lapisan :

a. 1st level packing

Bahan pengisi lapisan atas yang mempunyai celah sarang lebah lebih besar dimaksudkan untuk pendinginan tahap pertama. Fluida yang akan di dinginkan pertama kali dialirkan ke lamella ini.

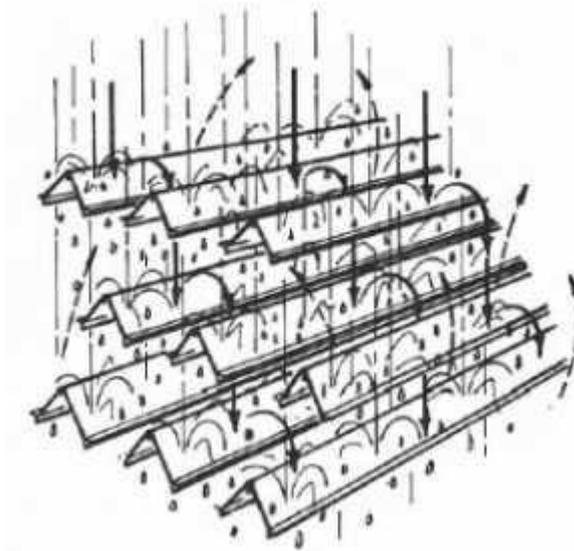
b. 2nd level packing

Bahan pengisi yang lebih lembut untuk *second stage* pendinginan. Pabrikan *package cooling tower* umumnya merancang *filling material* pada stage ini lebih tebal sehingga dapat menampung kapasitas fluida yang lebih banyak.

Jenis bahan pengisi dapat dibagi menjadi :

a. Bahan pengisi jenis percikan (*splash fill*)

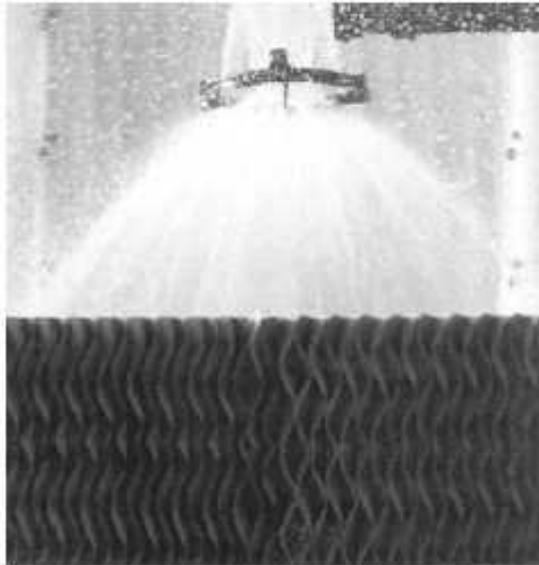
Air jatuh di atas lapisan yang berurut dari batang pemercik horizontal secara terus-menerus pecah menjadi tetesan yang lebih kecil, sambil membasahi permukaan bahan pengisi luas permukaan butiran air adalah luas permukaan perpindahan kalor dengan udara bahan pengisi percikkan dari plastik memberikan perpindahan kalor yang lebih baik daripada bahan pengisi percikkan kayu



Gambar 3.4 *Splash Fill*

b. Bahan pengisi jenis film (*film fill*)

Bahan pengisi jenis film terdiri dari permukaan plastik tipis dengan jarak yang berdekatan di mana di atasnya terdapat semprotan air, membentuk lapisan film yang tipis dan melakukan kontak dengan udara. permukaannya dapat berbentuk datar, bergelombang, berlekuk, atau pola lainnya. pada bahan pengisi film, Air membentuk lapisan tipis pada sisi-sisi lembaran pengisi. luas permukaan dari lembaran pengisi adalah luas perpindahan kalor dengan udara sekitar. jenis bahan pengisi film Lebih efisien dan memberi perpindahan kalor yang sama dalam volume yang lebih kecil daripada bahan pengisi jenis *splash* . Bahan pengisi film dapat menghasilkan penghematan listrik yang signifikan melalui kebutuhan air yang lebih sedikit dan head pompa yang lebih kecil.



Gambar 3.5 *Film Fill*

c. Bahan pengisi sumbatan rendah (*low-clog film fill*)

Bahan pengisi sumbatan rendah dengan ukuran *flute* yang lebih tinggi, saat ini dikembangkan untuk menangani air yang keruh. jenis ini merupakan pilihan terbaik untuk air laut karena adanya penghematan biaya dan kinerjanya dibandingkan tipe bahan pengisi jenis percikan konvensional.



Gambar 3.6 *Low-Clog Film Fill*

3.3 Klasifikasi Cooling Tower

Ada banyak klasifikasi cooling Tower, namun pada umumnya mengklasifikasikan dilakukan berdasarkan Sirkulasi air yang terdapat di dalamnya

Cooling tower dapat di klasifikasikan atas tiga bagian, yaitu :

1. *Wet cooling tower*
2. *Dry cooling tower*
3. *Wet – dry cooling tower*

3.3.1 Wet Cooling Tower

Wet Cooling tower mempunyai sistem distribusi air panas yang disemprotkan secara merata ke kisi-kisi , lubang-lubang atau batang-batang horizontal pada sisi menara yang disebut isian. Udara masuk dari luar menara melalui kisi-kisi yang berbentuk celah-celah horizontal yang terpengang pada sisi menara. Celah ini biasanya mengarah miring ke bawah supaya air tidak keluar.

Pertemuan antara air dan udara menyebabkan terjadinya perpindahan kalor sehingga air menjadi dingin. Air yang telah dingin itu berkumpul di kolam atau bak di dasar menara dan dari situ diteruskan ke dalam kondensator atau dibuang keluar , sehingga udara sekarang kalor dan lembab keluar dari atas menara.

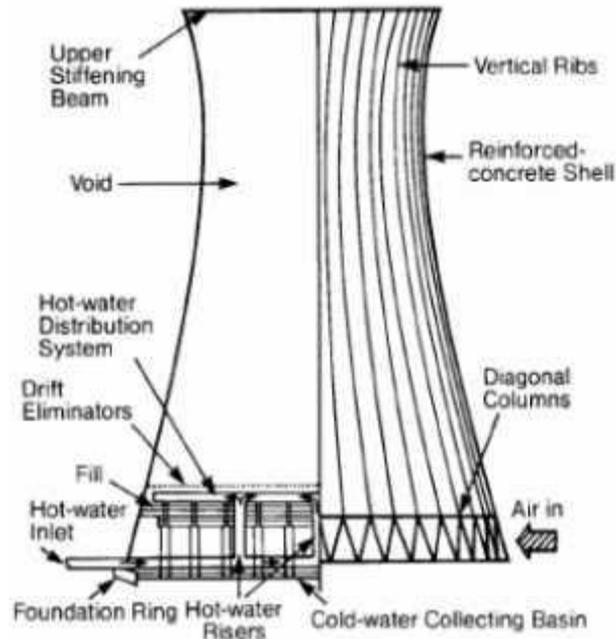
Wet cooling tower dapat dibagi menjadi :

3.3.1.1 Natural Draft Cooling Tower

Natural Draft Cooling Tower tidak menggunakan kipas(fan). Aliran udaranya bergantung semata-mata pada tekanan dorong alami. Pada natural draft cooling tower tidak ada bagian yang bergerak , udara mengalir ke atas akibat adanya perbedaan massa jenis antara udara

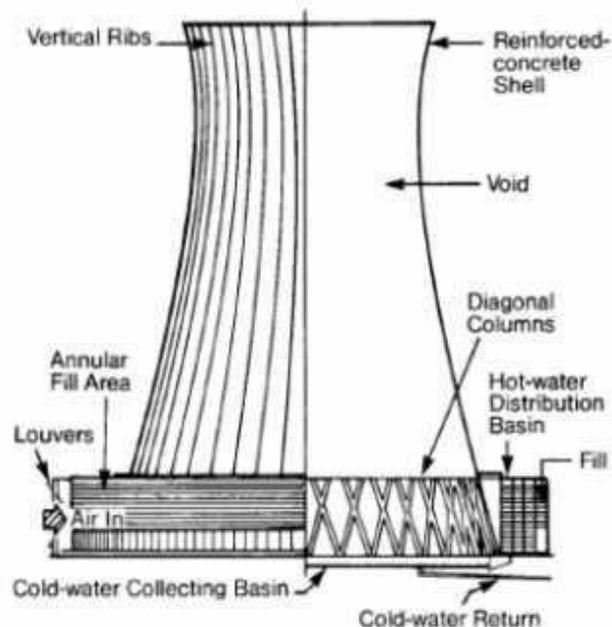
atmosfer dengan udara kalor lembab di dalam cooling tower yang bersuhu lebih tinggi daripada udara atmosfer di sekitarnya.

a. Natural Draft Cooling Tower Aliran Counterflow



Gambar 3.7 *Natural draft Cooling Tower Aliran Counterflow*

b. Natural Draft Cooling Tower Aliran Crossflow



Gambar 3.8 *Natural Draft Cooling Tower Aliran Crossflow*

3.3.1.2 Mechanical Draft Cooling Tower

Sistem mechanical draft cooling tower dilengkapi dengan satu atau beberapa kipas (fan) yang digerakkan secara mekanik sehingga dapat mengalirkan udara. Berdasarkan fungsi kipas yang digunakan cooling tower aliran angin mekanik dapat dibagi menjadi 2 jenis yaitu :

- a. Tipe aliran angin dorong (forced draft)
- b. Tipe aliran angin tarik (induced draft)

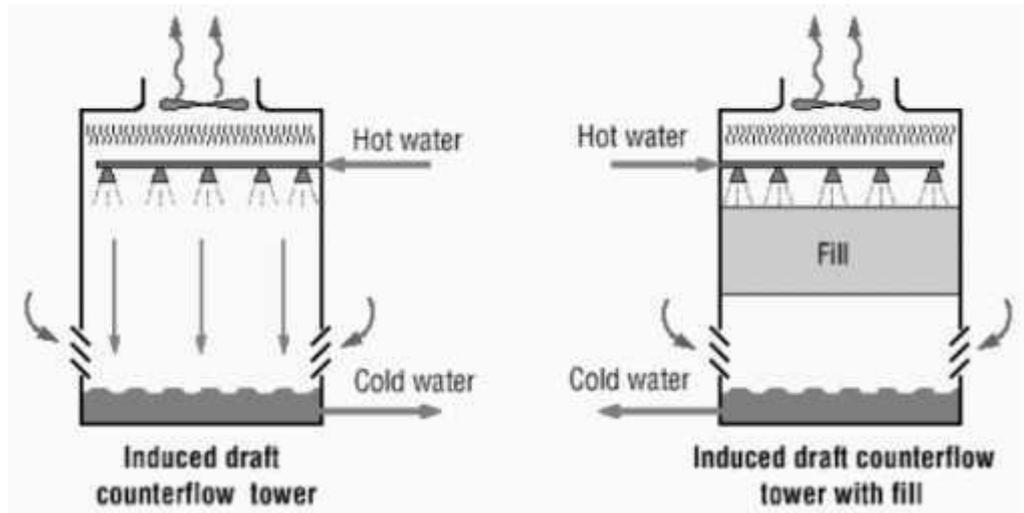
Aliran udara masuk menara pada dasarnya horizontal , tetapi aliran di dalam bahan pengisi ada yang horizontal seperti yang terdapat pada cooling tower aliran silang (cross flow) dan ada pula yang vertikal seperti cooling tower aliran lawan arah (counter flow). Aliran lawan arah lebih sering dipakai dan dipilih karena efisiensi termalnya lebih baik daripada aliran silang.

Keunggulan mechanical draft cooling tower adalah :

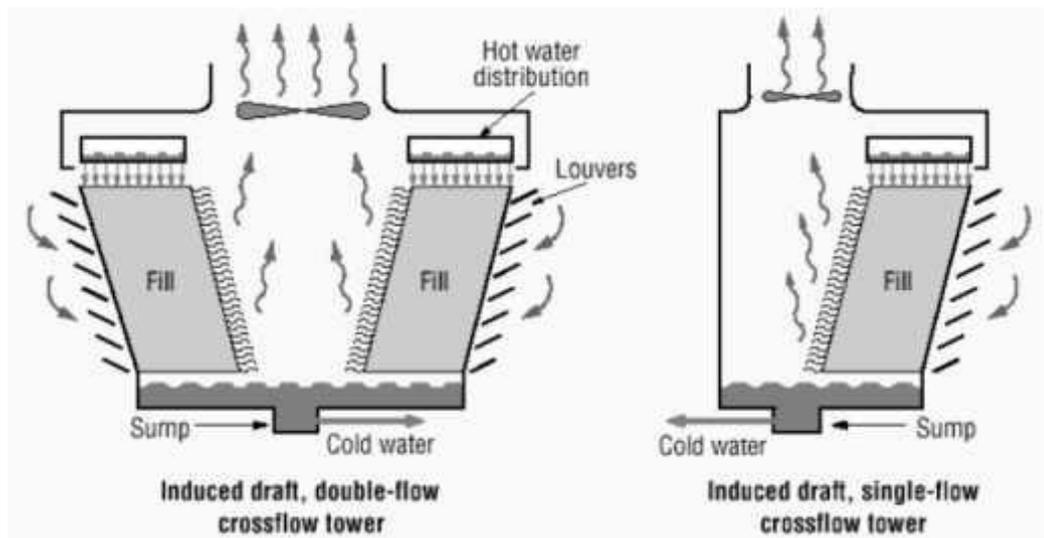
1. Terjaminnya jumlah aliran udara dalam jumlah yang diperlukan pada segala kondisi beban dan cuaca.
2. Biaya investasi dan konstruksinya lebih rendah
3. Ukuran dimensinya lebih kecil.

Kelemahan *mechanical draft cooling tower* adalah :

1. Kebutuhan daya yang besar
2. Biaya operasi dan pemeliharaan yang besar
3. Bunyinya lebih ribut



Gambar 3.9 *Induced Draft Cooling Tower Aliran Counter Flow*



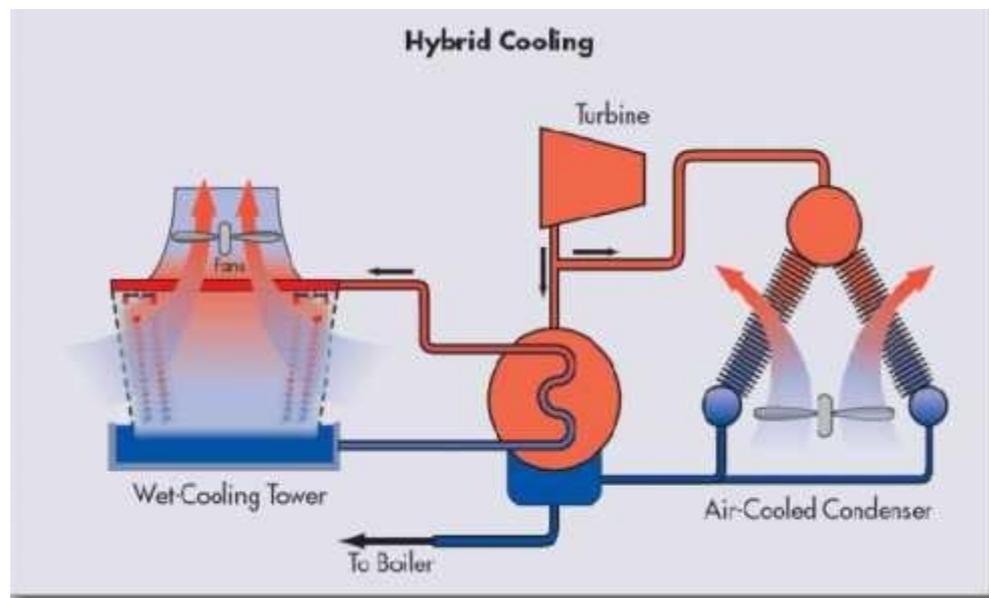
Gambar 3.10 *Induced Draft Cooling Tower Aliran Crossflow*

3.3.1.3 Combined Draft Cooling Tower

Natural draft cooling tower biasanya mempunyai ukuran yang besar dan membutuhkan lahan yang luas, tetapi dengan konsumsi daya dan biaya operasi yang kecil . Sebaliknya Mechanical draft cooling tower ukurannya lebih kecil , namun membutuhkan daya yang besar. Oleh sebab itu , kedua hal tersebut digabungkan di dalam combined draft

cooling tower. Menara ini disebut juga cooling tower hiperbola berkipas (fan assisted hyperbolic tower).

Menara hibrida terdiri dari cangkang beton, tetapi ukurannya lebih kecil dimana diameternya sekitar dua pertiga diameter menara aliran angin mekanik. Di samping itu, terdapat sejumlah kipas listrik yang berfungsi untuk mendorong angin. Menara ini dapat dioperasikan pada musim dingin tanpa menggunakan kipas, sehingga lebih hemat listrik.



Gambar 3.11 *Combined Draft Cooling Tower*

3.3.2 Dry Cooling Tower

Dry cooling tower adalah cooling tower yang airnya sirkulasinya dialirkan di dalam tabung-tabung bersirip yang dialiri udara. Semua kalor yang dikeluarkan dari air sirkulasi diubah. Dry cooling tower dirancang untuk dioperasikan dalam ruang tertutup.

Cooling tower jenis ini banyak mendapat perhatian akhir-akhir ini karena keunggulannya yaitu :

1. Tidak memerlukan pembersihan berskala sesering cooling tower basah.

2. Tidak memerlukan zat kimia adiktif yang banyak.
3. Memenuhi syarat peraturan pengelolaan lingkungan mengenai pencemaran termal dan pencemaran udara pada lingkungan.

Meskipun begitu, cooling tower kering mempunyai beberapa kelemahan, yaitu efisiensinya lebih rendah, sehingga mempengaruhi efisiensi siklus keseluruhan.

3.3.3 Wet-Dry Cooling Tower

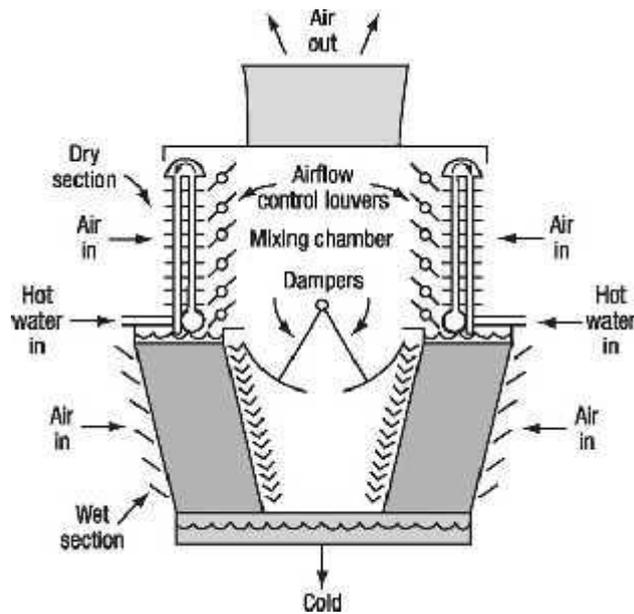
Wet-dry cooling tower merupakan gabungan antara dry cooling tower dan wet cooling tower. Cooling tower ini mempunyai dua jalur udara parallel dan dua jalur udara seri.

Bagian atas menara di bawah kipas adalah bagian kering yang berisi tabung-tabung bersirip. Bagian bawah adalah ruang yang lebar yang merupakan bagian yang basah yang terdiri dari bahan pengisi (filling material). Air sirkulasi yang panas masuk melalui kepala yang terletak di tengah. Air mula-mula mengalir naik turun melalui tabung bersirip di bagian kering, kemudian meninggalkan bagian kering dan jatuh ke isian di bagian basah menuju bak penampung air dingin. Sedangkan udara ditarik dalam dua arus melalui bagian kering dan basah. Kedua arus menyatu dan bercampur di dalam menara sebelum keluar.

Oleh karena arus pertama dipanaskan secara kering dan keluar dalam keadaan yang kering (kelembaban relative rendah) daripada udara sekitar, sedangkan arus kedua biasanya jenuh.

Wet-dry cooling tower mempunyai keunggulan, yaitu :

1. Udara keluar tidak jenuh sehingga mempunyai keputan yang lebih sedikit.
2. Penyusutan karena penguapan jauh berkurang karena air mengalami pendinginan awal di bagian kering.



Gambar 3.12 *Wet-Dry Cooling Tower*

3.4 Packing Cooling Tower

3.4.1 Definisi Packing

Packing adalah jenis bahan isian pada *cooling tower* yang bahannya khusus, seperti kayu sipres yang mempunyai daya tahan terhadap air dan udara. *Packing* bekerja berdasarkan prinsip perpindahan panas massa dan panas pada *Cooling tower*.

Besarnya laju perpindahan panas dan massa ini dipengaruhi oleh luas daerah kontak, antara fluida panas dan fluida dingin, waktu kontak, kecepatan fluida, dan temperature fluida.

3.4.2 Karakteristik Packing

Penggunaan packing yang tepat akan memaksimalkan kemampuan *cooling tower*, karakteristik karekteristik packing yang baik antara lain :

1. Tidak bereaksi kimia dengan fluida yang berada di dalam *cooling tower*

2. Karakter fisiknya kuat, tetapi tidak terlalu berat
3. Mengandung cukup banyak laluan untuk kedua arus tanpa terlalu banyak zat cair yang terperangkap (hold up) atau menyebabkan penurunan tekanan terlalu tinggi
4. Memungkinkan terjadinya kontak yang memuaskan antara zat cair dan gas
5. Tidak terlalu mahal

3.4.3 Jenis Packing Cooling Tower

Berbagai jenis packing yang sering diaplikasikan dalam dunia di industry, antara lain :

1. Wood Gids

Jenis ini reset grupnya sangat rendah, efisiensi terhadap kontak sangat rendah Namun tinggi pada HTEP dan HTU. baik digunakan pada menara dengan tekanan atmosfer berbentuk persegi atau persegi panjang.

2. Raschig Ring

Jenis ini berbentuk silinder berlubang. tersedia dalam berbagai variasi bahan yang disesuaikan dengan kebutuhan. strukturnya sangat bising. range diameternya $\frac{1}{4}$ - 4 inch. ketebalan paking jenis ini bervariasi tergantung produsen, dan beberapa dimensi serta perubahan permukaan yang tersedia dengan ketebalan dinding. Ukuran packing maks $\frac{1}{30}$ x diameter. Air yang mengalir melalui packing ini akan masuk ke lubang-lubang dan mengarahkan cairan yang lebih pada dinding menara. Efisiensi rendah.

3. Berl Saddles

Packing jenis ini lebih efisien dari raschig ring, pada sebagian besar aplikasi, tetapi biayanya mahal. Eadah packing dan berl saddles juga menciptakan ruang-ruang sempit yang mana menyalurkan fluida tetapi tidak sebanyak rischig ring. Berl saddles memiliki HTU yang rendah dan pressure drop dengan flooding point yang lebih tinggi dari raschig ring.

4. Intalox Saddles And Other Saddle Design

Salah satu packing yang paling efisien, tetapi lebih mahal. Higher flooding lebih tinggi dan pressure drop yang rendah daripada raschig ring atau berl saddles. Nilai HTU yang rendah paling umum untuk sistem cooling tower.

5. Pall Rings

Pall rings menurunkan pressure drop (kurang dari setengah raschig ring), dan HTU yang rendah (dalam beberapa sistem lebih rendah dari berl saddles). Distribusi cairan baik, kapasitas tinggi, sisi dorong yang cukup di dinding kolom. Tersedia dalam bentuk logam, plastic keramik.

6. Lessing Rings

Data kinerjanya tidak banyak tersedia , namun secara umum sedikit lebih baik daripada raschig ring, pressure drop sedikit lebih tinggi. Sisi dorong yang tinggi pada dinding cooling tower.

7. Cross Partition Rings

Cross Partition Rings biasanya digunakan sebagai lapisan pertama pada support grid dan memiliki pressure drop yang relative rendah.

8. Stedman Packing

Jenis ini tersedia dalam logam saja , biasanya digunakan dalam proses distilasi dalam kolom berdiameter kecil tidak melebihi 24 inci. Paling cocok untuk pekerjaan laboratorium.

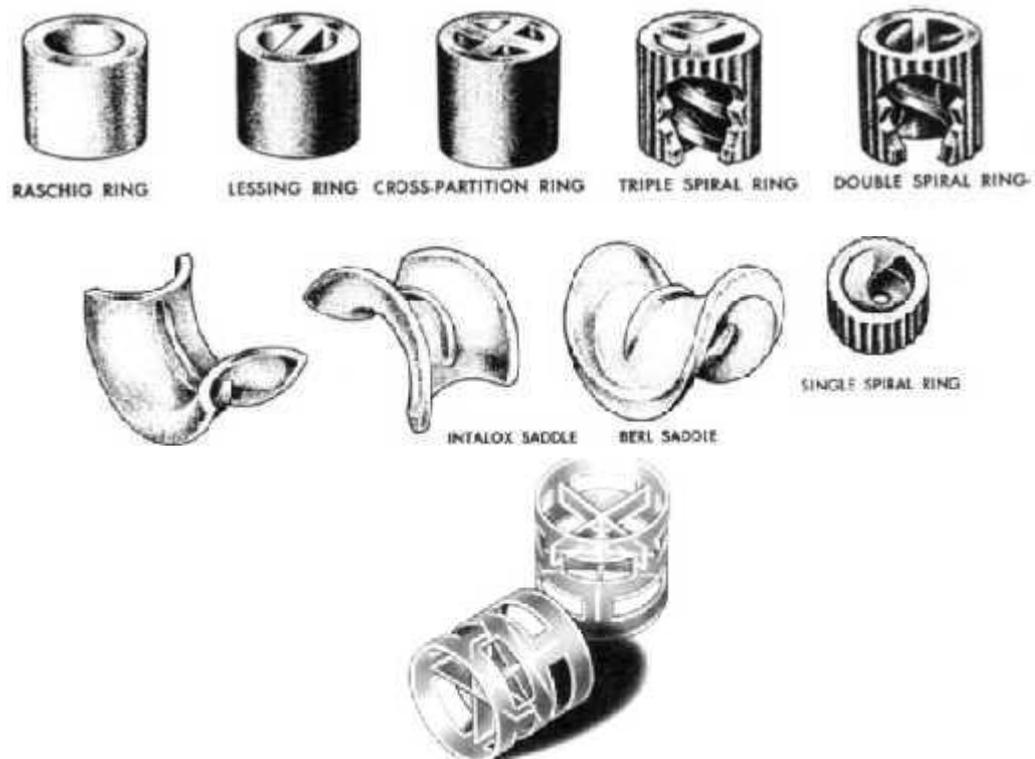
9. Goodloe Packing dan Wire Mesh Packing

Packing ini tersedia dalam logam dan plastic , digunakan pada menara yang besar maupun kecil untuk distilasi , absorbtion , scrubbing, dan ekstraksi cair.

Efisiensi tinggi , dan pressue drop rendah.

10. Cannon Packing

Jenis ini tersedia dalam logam saja , memiliki pressure drop yang rendah , batas flooding HETP tidak melebihi rasching ring , digunakan dalam skala laboratorium atau semi plant.



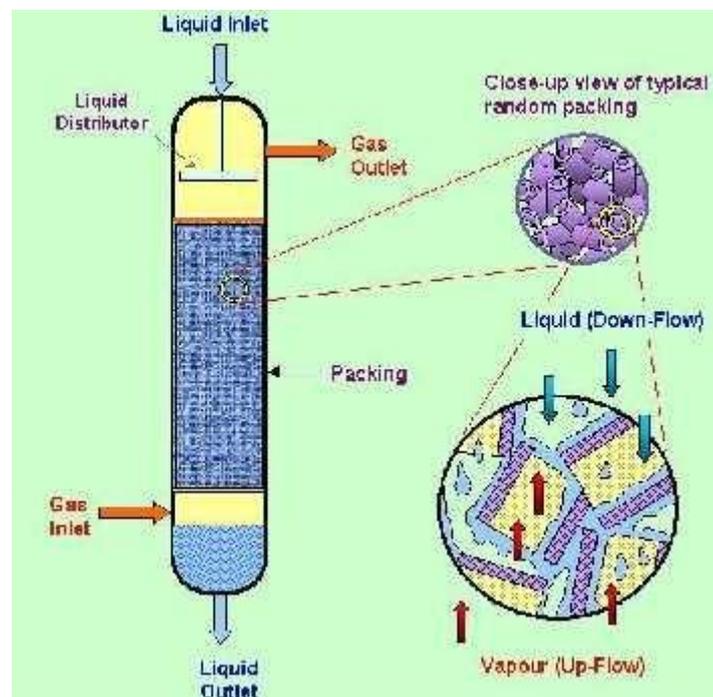
Gambar 3.13 *Macam-macam Jenis Packing*

3.4.4 Cara Penyusunan Packing

Penyusunan packing pada cooling tower dapat dibagi menjadi 2 cara ,
yaitu :

1. Random Packing

- a. Hanya dituang dan dibiarkan jatuh ke dalam kolom (acak)
- b. Jenis Packing yang digunakan adalah raschig ring , leasing ring.
- c. Luas permukaan besar , pressure drop gas besar , ukuran packing kecil , dan biayanya kecil.



Gambar 3.14 Penyusunan Random Packing

2. Regular Packing

- a. Disusun secara teratur.
- b. Jenis packing yang digunakan adalah raschig ring, dan wood grid.
- c. Pressure drop gas kecil , aliran fluida besar, dan biaya besar.

3.4.5 Karakteristik Random Packing

Tabel 3.1 Karakteristik Random Packing

Packing Type	Material	Nominal size, in.	Bulk density, lb/ft ³	Total Area, ft ² /ft ³	Porosity	Packing Factors, F _p
Raschig Rings	Ceramic	½	55	112	0.64	580
		1	42	84	0.74	55
		1-1/2	43	37	0.73	96
		2	41	28	0.74	66
Pall Rings	Meta	1	30	60	0.94	56
		1-1/2	24	36	0.95	40
		2	22	31	0.96	27
	Plastic	1	5.5	60	0.93	55
		1-1/2	4.8	36	0.91	40
		2	4.5	30	0.90	27
Berl Saddles	Ceramic	½	54	142	0.62	240
		1	45	70	0.63	110
		1-1/2	40	40	0.71	65
Intalox Saddles	Ceramic	½	48	190	0.71	200
		1	42	70	0.73	92
		1-1/2	39	50	0.73	52
		2	38	30	0.73	40
		3	38	20	0.73	22
Hly-Pak	Meta	1	19	54	0.93	45
		2	14	20	0.97	26

Penjelasan tabel diatas diuraikan sebagai berikut :

1. Berdasarkan table dapat dilihat bahwa *packing* dapat dibuat dari material yang berbeda-beda seperti logam , plastic , keramik , karbon , *stoneware* dan lainnya. *Packing* logam biasanya disukai karena kekuatan unggul dan kemampuan dibasahnya bagus. *Packing* plastic (*polypropylene*) tidak mahal dan memiliki cukup kekuatan, tetapi kemampuan dibasahnya kurang pada saat laju liquid rendah. Keramik *packing* berguna untuk mencegah korosi pada saat peningkatan suhu , dimana plastic *packing* mungkin tidak cocok. Keramik *packing* juga memiliki kemampuan dibasahi yang baik

tetapi kekuatannya lebih rendah dibandingkan dengan logam *packing*.

2. Berdasarkan tabel juga dapat dilihat bahwa ukuran *packing* yang meningkat , menyebabkan area total yang tersedia menjadi berkurang.

Ukuran *packing* meningkat , maka efisiensi perpindahan massa berkurang

3.4.6 Keuntungan Penggunaan Random Packing

Jika kita bandingkan antara *random packing* dengan *regular packing* dalam penggunaan pada kondisi operasi yang sama , maka yang lebih efektif dan efisien dalam penggunaannya adalah *random packing*. Hal ini terjadi karena sebab sebagai berikut :

1. Pada *random packing* , dikarenakan susunan *packing* yang sembarang dan tak beraturan , maka mengakibatkan luas bidang kontak dibanding *regular packing* sehingga perpindahan panasnya lebih besar .
2. Pada *random packing* , karena letak dan susunan *packing* yang tak beraturan maka waktu yang dibutuhkan fluida untuk melewati *packing* akan lebih lama menyebabkan besarnya perpindahan panas lebih tinggi.
3. Pada *regular packing* laju alir fluida lebih besar dibanding *random packing* sehingga waktu kontak antara dua fluida lebih pendek sehingga besarnya koefisien difusi lebih kecil yang artinya perpindahan panasnya juga kecil.

Berdasarkan factor-faktor diatas , dapat disimpulkan bahwa *random packing* lebih bagus daripada *regular packing*.

3.5 Faktor yang mempengaruhi performa Cooling Tower

Faktor-faktor yang mempengaruhi performansi dari cooling tower adalah sebagai berikut :

- a. Jumlah permukaan air yang mengalami kontak dengan udara , dan lama waktu saat pengontakan air dengan udara.
- b. Kecepatan udara yang melalui menara
- c. Arah aliran udara yang berhubungan dengan permukaan kontak air (Paralel tegak lurus atau berlawanan).

Performa *cooling tower* dievaluasi untuk membahas nilai rancangan , identifikasi pemborosan energi , dan untuk sarana perbaikan pada mesin *cooling tower* , sehingga harapannya setelah dianalisa akan memberikan dampak yang lebih pada performa *cooling tower*. Parameter yang digunakan untuk mengukur performa *cooling tower* adalah sebagai berikut :

3.5.1 Range

Range adalah perbedaan atau jarak antara temperature air masuk dan keluar menara pendinginan. Nilai *range* yang tinggi menunjukkan bahwa menara pendingin mampu menurunkan suhu air secara efektif dan cara kinerjanya baik. Akan tetapi *Range* bukan ditentukan oleh menara pendingin , tetapi oleh proses yang dilayaninya. *Range* pada alat penukar panas ditentukan oleh seluruh beban panas dan laju sirkulasi air melalui penukar panas dan menuju air pendingin.

$$Range = Suhu\ air\ masuk\ CT - Suhu\ air\ keluar\ CT$$

3.5.2 Approach

Approach adalah perbedaan antara suhu air dingin keluar *cooling tower* dan temperature *wet bulb*. Semakin rendah nilai *approach* maka semakin

baik kinerja *cooling tower*. Semakin dekat *approach* terhadap *wet bulb* maka semakin mahal *cooling tower* karena akan meningkatkan ukuran *cooling tower* tersebut. *Approach* merupakan indikator yang lebih baik untuk kinerja menara pendingin.

$$\text{Approach} = \text{Suhu air keluar CT} - \text{Suhu wet bulb CT}$$

3.5.3 Efektifitas Pendingin

Efektivitas pendingin adalah perbandingan antara *range* dan *range* ideal. Semakin Tinggi nilai perbandingan maka semakin tinggi efektivitas perbandingan pada *cooling tower*.

Efektivitas pendingin

$$= \frac{\text{temperatur air masuk} - \text{temperatur air keluar}}{\text{temperatur air masuk} - \text{temperatur wet bulb}} \times 100\%$$

3.5.4 Kapasitas Pendingin

Kapasitas Pendingin merupakan panas yang dibuang dalam *kKal/jam*, sebagai hasil dari kecepatan aliran massa air, panas spesifik dan perubahan suhu.

$$Q = \dot{m} \times C_p \times \Delta T$$

Dimana

Q = kapasitas pendinginan (kW)

\dot{m} = debit air spesifik (kg/s)

ΔT = perbedaan suhu air masuk dan suhu air keluar ($^{\circ}\text{C}$)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Water Treatment Plant PPSDM MIGAS Cepu

Water Treatment digunakan sebagai menyuplai kebutuhan air yang digunakan dalam proses industry berupa boiler , kondensor dan air proses lainnya serta digunakan untuk mencukupi kebutuhan air bersih di perusahaan maupun untuk masyarakat di sekitar PPSDM Migas. Air yang digunakan berasal dari aliran sungai Bengawan Solo , dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Sungai Bengawan Solo airnya tidak pernah kering walaupun di musim kemarau
2. Tingkat pencemaran air pada Sungai Bengawan Solo tidak terlalu tinggi
3. Lokasinya yang dekat dengan pabrik

Fungsi dari water treatment adalah sebagai berikut :

1. Penyediaan air pendingin
2. Penyediaan air pemadam kebakaran
3. Penyediaan air umpan boiler

4.2 Alur Proses Boiler PPSDM MIGAS Cepu

Boiler plant adalah unit yang bertugas untuk memproduksi *steam* dan pembakaran bahan bakar. Pada *boiler plant* memiliki beberapa tugas sebagai berikut :

1. Penyedia steam atau uap bertekanan

Proses penyediaan steam dilakukan dengan menggunakan air umpan masuk yang dimasukkan kedalam boiler melalui drum diameter fire tube dan keluar dari boiler sudah berubah menjadi steam (uap bertekanan) yang ada pada keadaan superheated dan mempunyai tekanan $\pm 6 \text{ kg/cm}^2$

2. Penyedia udara bertekanan

Untuk mendapatkan udara bertekanan yang berfungsi sebagai tenaga pneumatic untuk instrumentasi, udara dilewatkan ke filter kemudian

dimasukan kedalam compressor. Keluar kompresor udara dilewatkan pada heat exchanger untuk didinginkan dengan media pendinginan air sehingga suhunya berubah. Setelah itu masuk ke separator untuk membuang kondensatnya yang selanjutnya dimasukan kedalam air dryer untuk mengeringkan udara

3. Penyedia air lunak

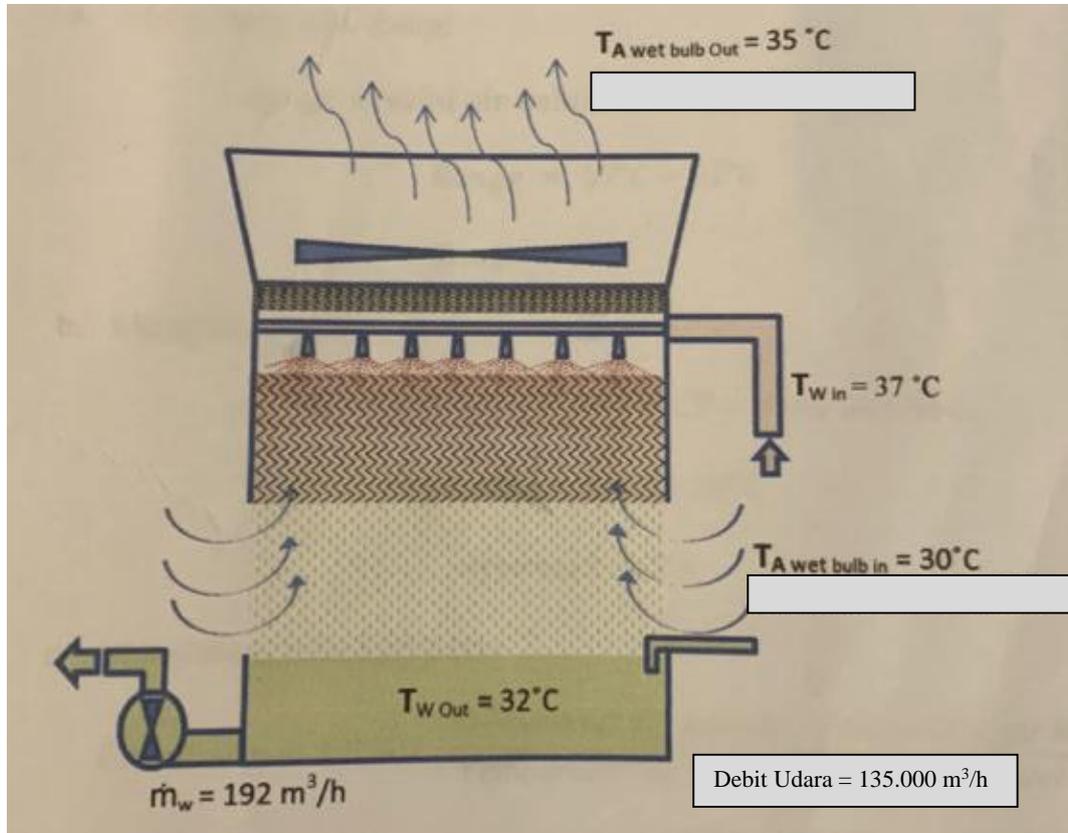
Air lunak digunakan untuk umpan boiler dan air pendingin mesin. Air industry yang berasal dari unit pengolahan air dimasukan kedalam softener sehingga kesadahan air menurun. Air yang digunakan untuk umpan boiler arus memenuhi persyaratan yaitu dengan kesadahan mendekati PH air sekitar 8,5 – 9,5. Hal ini berguna untuk mencegah cepatnya korosi dan kerak pada boiler sehingga menurunkan efisiensi boiler karena perpindahan panas ke boiler berkurang dan kerusakan pipa pipa boiler.

4.3 Proses Pasokan Air Umpan (Water System)

Pada proses water system, air umpan pada boiler yang di pompakan dengan BFWP (Boiler Feed Water Pump) dengan tekanan ± 14 MPa dan temperature air $\pm 150^{\circ}\text{C}$ masuk melalui HP heater dengan temperature keluar air menjadi $\pm 220^{\circ}\text{C}$, selanjutnya masuk ke distributed header kemudia masuk ke Lower Economizer dengan memanfaatkan panas gas buang maka temperature keluaran mencapai $\pm 270^{\circ}\text{C}$, kemudian ke Upper Economizer dan Economizer Hanger dengan capaian temperature $\pm 300^{\circ}\text{C}$ selanjutnya air akan masuk kedalam Steam Drum dengan tekanan sekitar 10 MPa. Didalam Steam Drum akan terjadi pemisahan wujud steam dan air, untuk yang berwujud steam akan masuk ke proses pengolahan uap lanjut pada steam system, sedangkan yang berwujud air akan turun dari steam drum melalui down comer dengan prinsip natural circulation, selanjutnya air akan menyebar melalui header dibawah water wall untuk naik menyebar ke water wall dengan menyerap panas dari proses pembakaran selanjutnya air dengan kandungan steam akan naik kembali ke steam drum sehingga akan terjadi pemisahan wujud, siklus tersebut akan terjadi secara berulang dan terus menerus.

4.4 Perhitungan Natural Draft Cooling Tower

4.4.1 Kinerja Desain Natural Draft Cooling Tower KST-N



Dari gambar ilustrasi design di atas induced draft cooling tower tersebut berikut parameter-parameter yang diketahui :

- T Water in : 37 °C
- T Water out : 32 °C
- T Wet bulb in : 30 °C
- T Wet bulb out : 35 °C
- Laju Aliran Air : 192 m³/h
- Debit Udara : 135.000 m³/h
- siklus konsentrasi (C.O.C) ditentukan design adalah 4

a. Menghitung nilai *Range*

$$\begin{aligned}
 \text{Range} &= \text{suhu air masuk CT} - \text{suhu air keluar CT} \\
 &= 37^0 - 32^0
 \end{aligned}$$

$$= 5^0$$

b. Menghitung nilai *Approach*

$$\begin{aligned} \text{Approach} &= \text{suhu air keluar CT} - \text{suhu wet bulb} \\ &= 32^0 - 30^0 \\ &= 2^0 \end{aligned}$$

c. Menghitung nilai Efektivitas

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas} &= 100\% \left[\frac{T_{\text{air masuk}} - T_{\text{air keluar}}}{T_{\text{air masuk}} - T_{\text{wet bulb}}} \right] \\ &= 100\% \times \frac{5^{\circ\text{C}}}{2^{\circ\text{C}} + 5^{\circ\text{C}}} \\ &= 100\% \times \frac{5}{7} \\ &= 71\% \end{aligned}$$

d. Laju Aliran Massa Air

Massa Jenis Air 37⁰ C (Tabel A3 Heat Transfer) 993,3 kg/m³

$$\begin{aligned} L &= Q_{\text{air}} \times \rho_{\text{air } 37^{\circ\text{C}}} \\ &= 192 \text{ m}^3/\text{h} \times 993,3 \text{ kg/m}^3 \\ &= 190713,6 \text{ kg/h} \\ &= 52,976 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

e. Laju Aliran Massa Udara

Massa Jenis Udara 30⁰C (Tabel A4 Heat Transfer)

30⁰C + (273⁰ C) K = 303⁰ K

$$\frac{310 - 300}{310 - 303} = \frac{1.139 - 1.177}{1.139 - x}$$

$$\frac{10}{7} = \frac{-0.038}{1.139 - x}$$

$$11.39 - 10x = -0.266$$

$$-10x = -0.266 - 11.39$$

$$-10x = -11.656$$

$$x = 1.1656 \text{ kg/m}^3$$

$$G = Q_{\text{udara}} \times \rho_{\text{udara } 30^{\circ\text{C}}}$$

$$= 135.000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 1.1656 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$=157.356 \frac{kg}{h}$$

$$=43.71 \frac{kg}{s}$$

f. Perbandingan L/G Cooling Range

$$= \frac{190713.6}{157356}$$

$$=1.211$$

g. Menghitung Kehilangan Air akibat Evaporation

$$We = 0.00085 \times \frac{192m^3}{h} \times 5$$

$$= 0.816 \frac{m^3}{h}$$

h. Menghitung Kehilangan Air akibat Blowdown

$$Wb = \frac{\text{kehilangan penguapan}}{C.O.C - 1}$$

$$= \frac{0.816 \frac{m^3}{h} (We)}{4-1}$$

$$= 0.272 \frac{m^3}{h}$$

i. Menghitung Kapasitas Pendingin

$$Q = m \times Cp \times \Delta T$$

$$= 52.976 \frac{kg}{s} \times 4.19 \frac{kJ}{kg.K} \times 278^\circ K$$

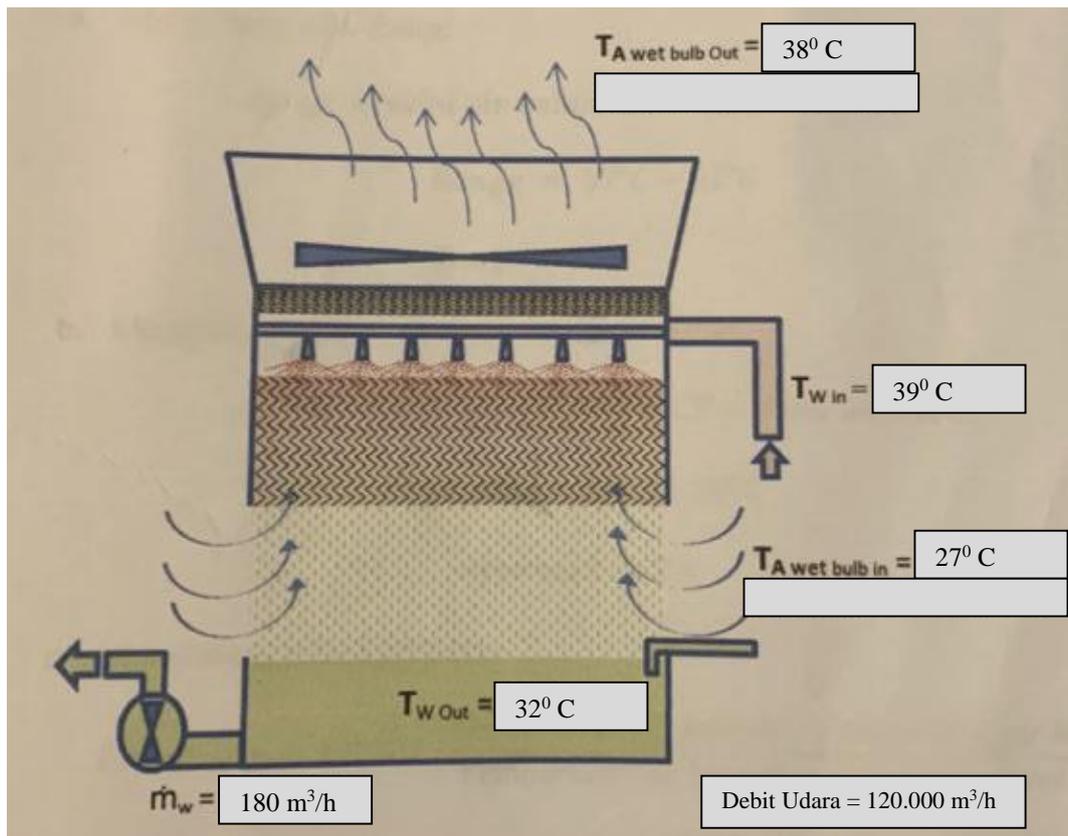
$$= 61706,3 \frac{kJ}{s}$$

Dimana :

1. Suhu wet bulb udara masuk menara;
2. Suhu dry bulb udara masuk menara;
3. Suhu air masuk menara;
4. Suhu air keluar menara;
5. Debit air, merupakan data untuk mendapatkan laju aliran massa air L;
6. Debit udara, merupakan data untuk mendapatkan laju aliran massa udara G;
7. Untuk beberapa data dapat diasumsikan yaitu:

- a. Aliran massa udara dikendalikan fan sehingga G konstan.
- b. C_p air = 4,19 kJ/kg.K dari Tabel A.3 heat transfer

4.4.2 Kinerja Natural Draft Cooling Tower KST-N pada kondisi Operasional



Dari gambar ilustrasi design di atas induced draft cooling tower tersebut berikut parameter-parameter yang diketahui :

- T Water in : 39°C
- T Water out : 32°C

- T Wet bulb in : 27 °C
- T Wet bulb out : 38 °C
- Laju Aliran Air : 180 m³/h
- Debit Udara : 120.000 m³/h
- siklus konsentrasi (C.O.C) ditentukan design adalah 4

a. Menghitung nilai *Range*

$$\begin{aligned} \text{Range} &= \text{suhu air masuk CT} - \text{suhu air keluar CT} \\ &= 39^0 - 32^0 \\ &= 7^0 \end{aligned}$$

b. Menghitung nilai *Approach*

$$\begin{aligned} \text{Approach} &= \text{suhu air keluar CT} - \text{suhu wet bulb} \\ &= 32^0 - 27^0 \\ &= 5^0 \end{aligned}$$

c. Menghitung nilai Efektivitas

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas} &= 100\% \left[\frac{T \text{ air masuk} - T \text{ air keluar}}{T \text{ air masuk} - T \text{ wet bulb}} \right] \\ &= 100\% \times \frac{7^{\circ}\text{C}}{7^{\circ}\text{C} + 5^{\circ}\text{C}} \\ &= 100\% \times \frac{7}{12} \\ &= 58.3\% \end{aligned}$$

d. Laju Aliran Massa Air

Massa Jenis Air 39 ° C (Tabel A3 Heat Transfer) 992.5 kg/m³
(Interpolasi)

$$\begin{aligned} \frac{47 - 37}{47 - 39} &= \frac{989.3 - 993.3}{989.3 - x} \\ \frac{10}{8} &= \frac{-4}{989.3 - x} \\ 9893 - 10x &= -32 \\ -10x &= -32 - 9893 \\ -10x &= -9925 \\ x &= 992,5 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$L = Q_{air} \times \rho \text{ air } 39^{\circ}\text{C}$$

$$= 180 \text{ m}^3/\text{h} \times 992.5 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$= 178650 \text{ kg}/\text{h}$$

$$= 49.625 \text{ kg}/\text{s}$$

e. Laju Aliran Massa Udara

Massa Jenis Udara 27⁰C (Tabel A4 Heat Transfer) 1.177 kg/m³

$$27^0\text{C} + (273^0 \text{ C}) \text{ K} = 300^0 \text{ K}$$

$$G = Q_{udara} \times \rho_{udara} \text{ 27}^0\text{C}$$

$$= 135000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 1.177 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$= 158895 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$= 44.13 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

f. Perbandingan L/G Cooling Range

$$L/G = \frac{178690}{158895}$$

$$= 1.124$$

g. Menghitung Kehilangan Air akibat Evaporation

$$W_e = 0.00085 \times \frac{180 \text{ m}^3}{\text{h}} \times 7$$

$$= 1.071 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

h. Menghitung Kehilangan Air akibat Blowdown

$$W_b = \frac{\text{kehilangan penguapan}}{C.O.C - 1}$$

$$= \frac{1.071 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} (W_e)}{4 - 1}$$

$$= 0.357 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

i. Menghitung Kapasitas Pendingin

$$Q = m \times C_p \times \Delta T$$

$$= 49.625 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \times 4.19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \times 280^0\text{K}$$

$$= 588220.05 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}$$

Dimana :

1. Suhu wet bulb udara masuk menara;
2. Suhu dry bulb udara masuk menara;
3. Suhu air masuk menara;
4. Suhu air keluar menara;
5. Debit air, merupakan data untuk mendapatkan laju aliran massa air L ;
6. Debit udara, merupakan data untuk mendapatkan laju aliran massa udara G ;
7. Untuk beberapa data dapat diasumsikan yaitu:
 - a. Aliran massa udara dikendalikan fan sehingga G konstan.
 - b. C_p air = 4,19 kJ/kg.K dari Tabel A.3 heat transfer

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari data yang telah diperoleh selama kerja praktek di PPSDM MIGAS Cepu selama satu bulan saya telah mendapatkan proses kerja dari wet cooling tower dan natural draft cooling tower serta mendapatkan nilai efisiensi dari masing masing jenis cooling tower dengan membandingkan hasil pendinginan pada desain dan pada saat di operasikan.

Pada data desain Natural draft cooling tower memiliki efisiensi sebesar 71% sedangkan efisiensi pada saat operasi 58.3% . ada beberapa factor yang mempengaruhi hal tersebut bisa terjadi karena perbedaan cuaca saat proses pengambilan data di lapangan. Serta kemungkinan di akibatkan oleh kerja mesin, apabila jam kerja mesin sudah tinggi maka proses pendinginan yang dilakukan akan semakin sulit juga. Karena apabila suhu sedang tinggi maka efisiensi natural draft cooling tower akan lebih rendah dibandingkan dengan kondisi lingkungan dengan suhu yang lenih rendah.

5.2 Saran

Hendaknya agar kinerja dari setiap *cooling tower* selalu dalam performa terbaiknya maka perlunya dilakukan perawatan yang lebih rutin dan selalu melakukan pengukuran suhu air masuk dan keluar cooling tower. Dan juga dapat menambah unit cooling tower yang ada agar kerja per unit cooling tower dapat diturunkan jam kerjanya sehingga unit bisa beroperasi semaksimal mungkin. Serta diberi parameter untuk pengukuran yang lebih lengkap lagi agar data yang dicari lebih lengkap dan rinci. Dengan demikian diharapkan dapat mempermudah mencari pusat masalah apabila terjadi suatu saat nanti pada unit natural draft cooling tower

DAFTAR PUSTAKA

1. Handoyo, Y., 2015. Analisis *Performa Cooling Tower* LCT 400 Pada P.T. XYZ , Tambun Bekasi. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* , Vol. 3 , No.1. Universitas Islam 45 Bekasi
2. Putra, S.R., Soekardi, C., 2015. Analisa Perhitungan Beban *Cooling Tower* pada Fluida di Mesin Injeksi Plastik. *JTM* Vol.04 , No.2 , Juni 2015. Fakultas Teknik , Universitas Mercu Buana.
3. Siallagan , P , H., 2017. Analisa Kinerja *Cooling Tower* 8330 CT01 Pada *Water Treatment Plant-2* PT Krakatau Steel (Persero). TBK. *Jurnal Teknik Mesin*. Vol.06 , No.3 , Juni 2017.

Lampiran

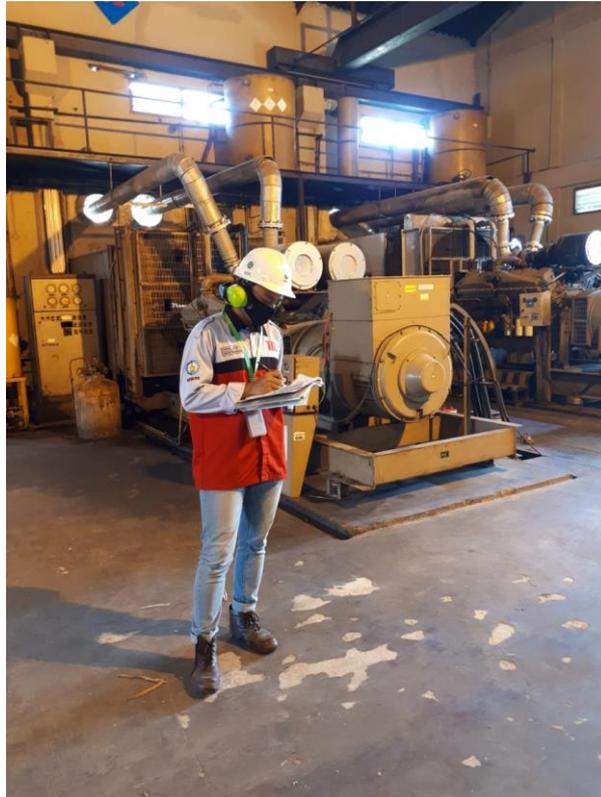
1. Pompa pada cooling tower



2. Unit Natural Draft Cooling Tower KST-N



3. Foto pada Unit PLTD



4. Pengukuran Temperatur Air







5. Simulasi Pengeboran



LAMPIRAN 1 Surat Keterangan Magang



KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
REPUBLIK INDONESIA
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
PUSAT PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
MINYAK DAN GAS BUMI

JALAN SOROGO 1 CEPU, BLORA-JAWA TENGAH
TELEPON : (0296) 421888 FAKSIMILE : (0296) 421891 <http://ppsdmmigas.esdm.go.id> E-mail : info.ppsdmmigas@esdm.go.id

SURAT KETERANGAN

Nomor : 271 Ket./05.06/BPM/2020

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Waskito Tunggul Nusanto, S.Kom., M.T.
Jabatan : Kepala Bidang Program dan Evaluasi
Unit Kerja : PPSDM Migas

Dengan ini menerangkan bahwa nama tersebut di bawah ini :

Nama : Faisal Rizki Prayoga
NIM : 10211710010086
Program Studi : Teknik Mesin Industri
Sekolah / Universitas : Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Telah menyelesaikan Kerja Praktik dengan judul tugas khusus "**ANALISA KINERJA NATURAL DRAF COOLING TOWER PADA AREA BOILER UNIT**" di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi pada tanggal 01 s/d 30 September 2020.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Cepu, 25 September 2020

Waskito Tunggul Nusanto,
Kepala Bidang Program dan Evaluasi



Waskito Tunggul Nusanto, S.Kom., M.T.
NIP. 19690124 199103 1 001

LAMPIRAN 2 Surat Diterima Magang



KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
REPUBLIK INDONESIA
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL

PUSAT PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA MINYAK DAN GAS BUMI

JALAN SOROGO 1 CEPU, BLORA-JAWA TENGAH

TELEPON: (0296) 421888 FAKSIMILE: (0296) 421891 <https://ppsdmmigas.id> E-mail: info.ppsdm.migas@esdm.go.id

Nomor : 331/05.06/BPM/2020 04 Agustus 2020
Sifat : Segera
Lampiran : --
Hal : Jawaban Permohonan Praktik Kerja Lapangan

Yang Terhormat,
Dekan Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Departemen Teknik Mesin Industri, Kampus ITS Sukolilo-Surabaya 60111

Membalas permohonan Saudara yang diterima pada tanggal 01 Juli 2020 hal Permohonan Praktik Kerja Lapangan dengan kode: Hi4Djh20070109, dengan ini kami sampaikan bahwa permohonan tersebut dapat kami terima pada tanggal 01 September 2020 s/d 30 September 2020 atas nama siswa/mahasiswa sebagai berikut:

No	Nama	NIM	Jurusan
1	Farid Ramadhani	10211710010109	D4 Teknik Mesin
2	Nur Huda Yudi Wijaya	10211710010031	D4 Teknik Mesin
3	Andino Septian	10211710010070	D4 Teknik Mesin
4	Faisal Rizki Prayoga	10211710010086	D4 Teknik Mesin
5	M. Rayhan Hidayat Tadjri	10211710010104	D4 Teknik Mesin

Sehubungan dengan hal tersebut dimohon peserta Praktik Kerja Lapangan agar memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Peserta wajib hadir saat pembukaan pada tanggal 01 September 2020, jam 07.30 WIB.
2. Selama Praktik Kerja Lapangan, peserta tidak di pungut biaya.
3. Menyiapkan program kegiatan dan judul tugas khusus.
4. Menyerahkan pas photo berwarna 3 x 4 cm sebanyak 1 lembar.
5. Peserta wajib mengenakan atribut almamater (jaket, Wearpack/Koprol).
6. Membawa Alat Pelindung Diri (APD), Sepatu dan Helm Keselamatan Kerja.
7. Apabila terjadi kecelakaan kerja, baik yang disengaja maupun tidak oleh peserta, tidak menjadi beban dan tanggung jawab PPSDM Migas
8. Mematuhi peraturan yang berlaku di PPSDM Migas dan lingkungan tempat tinggal peserta Praktik Kerja Lapangan.

Konfirmasi lebih lanjut dapat menghubungi Pelaksana Praktik Kerja Lapangan dan Tugas Akhir di nomor 081228812877 (Ahmad Rosyidi).

Atas perhatian dan kerja samanya, diucapkan terima kasih.

a.n. Kepala
Kepala Bidang Program dan Evaluasi



Waskito Tunggal Nusanto, S.Kom., M.T
NIP. 19690124 199103 1 001

