

TUGAS AKHIR

PEMBUATAN *FILL* BERBENTUK *HONEYCOMB* PADA *WET COOLING TOWER*

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

RIKI KURNIANSYAH
2007230024



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2026**

HALAMAN PENGESAHAN

Proposal penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Riki Kurniansyah
NPM : 2007230024
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Pembuatan *Fill* Berbentuk *Honeycomb* Pada *Wet Cooling Tower*
Bidang ilmu : Kontruksi & Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 06 April 2026

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I




(Dr. Suherman, S.T., M.T)

Dosen Penguji II



(Dr. Sudirman, S.T., M.T)

Dosen Penguji III



(Dr. Khairul Umurani, S.T., M.T)

Ketua Program Studi Teknik Mesin



(Chandra A Siregar, S.T., M.T)

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Riki Kurniansyah
Tempat / Tanggal Lahir : Pulau Gambar / 08 Januari 2002
NPM : 2007230024
Bidang Keahlian : Konstruksi & Manufaktur
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“PEMBUATAN *FILL* BERBENTUK *HONEYCOMB* PADA *WET COOLING TOWER*“

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 06 April 2026
Saya yang menyatakan,



RIKI KURNIANSYAH
2007230024

ABSTRAK

Menara pendingin basah (*wet cooling tower*) adalah perangkat yang digunakan untuk menghilangkan panas dari sistem pendinginan, biasanya dalam industri atau pembangkit listrik. Cara kerjanya melibatkan evaporasi air: dengan cara air panas dari sistem disirkulasikan (disalurkan) ke atas menara pendingin (*cooling tower*), kemudian air disebar melewati bahan pengisi (*fill*), sehingga terjadi kontak langsung antara air dengan aliran udara. Proses evaporasi ini menghilangkan panas dari air, sehingga air yang kembali ke sistem memiliki suhu yang lebih rendah. Bagian yang berperan penting dalam proses pendinginan pada *cooling tower* adalah pengisi (*fill*). Tujuan penelitian ini membuat *fill* berbentuk *honeycomb* pada *wet cooling tower* menggunakan material plat aluminium. Proses pembuatan melibatkan pemotongan, penekukan, pelubangan, dan penyusunan plat untuk membentuk struktur yang mendukung aliran udara. Proses pembuatan *fill honeycomb* menggunakan meteran, jangka sorong, gunting plat, spidol, mistar baja, mal, bor tangan, *nylon cable tie*, tang potong, tang kombinasi. Membuat *fill honeycomb* menggunakan bahan plat aluminium ketebalan 0,20 mm. Plat aluminium sebelum dilakukan penekukan memiliki panjang awal 415 mm dan lebar awal 150 mm. Hasil akhir plat aluminium yang telah dilakukan penekukan memiliki panjang 250 mm dan lebar 150 mm. Lubang pada plat aluminium berdiameter 2 mm, fungsinya untuk menyatukan plat aluminium menggunakan *nylon cable tie*. Hasil akhir *fill honeycomb* terdiri dari 20 lembar susunan plat aluminium yang telah di tekuk, kemudian disatukan menggunakan *nylon cable tie*. Dimensi *fill honeycomb* yang telah dibuat memiliki panjang 250 mm, lebar 230 mm, dan tinggi 150 mm. Jumlah *fill honeycomb* yang dibuat sebanyak 3 unit.

Kata kunci : menara pendingin basah, *fill* berbentuk *honeycomb*, plat aluminium.

ABSTRACT

A wet cooling tower is a device used to remove heat from a cooling system, usually in industry or power plants. The way it works involves water evaporation: by means of which hot water from the system is circulated (channeled) to the top of the cooling tower, then the water is spread across the filling material, so that there is direct contact between the water and the air flow. This evaporation process removes heat from the water, so that the water returned to the system has a lower temperature. The part that plays an important role in the cooling process in a cooling tower is the fill. The aim of this research is to make a honeycomb fill in a wet cooling tower using aluminum plate material. The manufacturing process involves cutting, bending, punching, and arranging plates to form a structure that supports air flow. The process of making honeycomb fill uses a measuring tape, caliper, plate scissors, marker, steel ruler, mallet, hand drill, nylon cable tie, cutting pliers, combination pliers. Making honeycomb fill using aluminum plate with a thickness of 0.20 mm. The aluminum plate before bending has an initial length of 415 mm and an initial width of 150 mm. The final result of the aluminum plate that has been bent has a length of 250 mm and a width of 150 mm. The hole in the aluminum plate is 2 mm in diameter, its function is to join the aluminum plate together using a nylon cable tie. The final result of the honeycomb fill consists of 20 sheets of aluminum plate that have been bent, then joined together using nylon cable ties. The dimensions of the honeycomb fill that has been made are 250 mm long, 230 mm wide and 150 mm high. The number of honeycomb fills made was 3 units.

Keywords: wet cooling tower, honeycomb fill, aluminum plate.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **“PEMBUATAN *FILL* BERBENTUK *HONEYCOMB* PADA *WET COOLING TOWER*”** sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Dr. Khairul Umurani S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Suherman, S.T., M.T selaku dosen penguji I dan bapak Dr. Sudirman, S.T., M.T selaku dosen penguji II yang telah membimbing dan mengarahkan tugas akhir ini.
3. Bapak Chandra Amirsyah Siregar S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara .
4. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T selaku sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Ir. Ade Faisal, S.T, M.Sc., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Dr. Khairul Umurani S.T., M.T selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Affandi, S.T., M.T selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Kedua orang tua penulis: Ayahanda Sugiman dan Ibunda Ngatinem yang telah membesarkan, mengasuh, mendidik, serta senantiasa memberikan kasih sayang, do'a yang tulus, dan dukungan, sehingga penulis dapat menyelesaikan

studi di Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

9. Putri Andriani yang telah memberikan do'a dan dukungan kepada penulis.
10. Sahabat-sahabat penulis: Imam Natawijaya, Tulus Habonaran, Muhammad Fakhri, Librajib Alnabawi, Doli Hasibuan dan lainnya, yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.
11. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin UMSU yang telah memberi dukungan kepada penulis.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis dengan senang hati dan penuh lapang dada menerima kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tugas sarjana ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan semoga Allah SWT selalu merendahkan hati atas segala pengetahuan yang kita miliki. Aamiin Ya Rabbal Alamin.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Medan, 06 April 2026

Penulis



RIKI KURNIANSYAH

2007230024

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.4.1 Tujuan Umum	4
1.4.2 Tujuan khusus	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Definisi Menara Pendingin (<i>Cooling Tower</i>)	5
2.2 Manfaat Menara Pendingin (<i>Cooling Tower</i>)	6
2.3 Tipe Menara Pendingin (<i>Cooling Tower</i>)	6
2.3.1 Menara Pendingin Kering (<i>Dry Cooling Tower</i>)	6
2.3.2 Menara Pendingin Basah-Kering (<i>Wet-Dry Cooling Tower</i>)	7
2.3.3 Menara Pendingin Basah (<i>Wet Cooling Tower</i>)	8
2.4 Prinsip Kerja Menara Pendingin (<i>Cooling Tower</i>)	12
2.5 Konstruksi Menara Pendingin (<i>Cooling Tower</i>)	13
2.6 Kinerja menara pendingin (<i>cooling tower</i>)	15
2.7 Jenis- Jenis Bahan Pengisi (<i>Filler</i>)	16
2.8 Penekukan (<i>Bending</i>)	17
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Tempat dan Waktu	19
3.1.1 Tempat	19
3.1.2 Waktu	19

3.2	Bahan dan Alat	19
3.2.1	Bahan	19
3.2.2	Alat	21
3.3	Diagram Alir	26
3.4	Rancangan Alat Penelitian	26
3.5	Prosedur Pembuatan	28
3.5.1	Pembuatan <i>fill honeycomb</i> Pada <i>Wet Cooling Tower</i>	28
3.6	Prosedur Pengoperasian <i>wet cooling tower</i>	29
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1	Hasil Pembuatan <i>Fill</i> Berbentuk <i>Honeycomb</i> pada <i>Wet Cooling Tower</i>	30
4.1.1	Pembuatan <i>Fill</i> Berbentuk <i>Honeycomb</i>	30
4.1.2	Pemasangan <i>Fill Honeycomb</i> pada <i>Wet Cooling Tower</i>	35
4.2	Unjuk Kerja <i>Fill Honeycomb</i> Pada <i>Wet Cooling Tower</i>	36
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1	Kesimpulan	37
5.2	Saran	37
	DAFTAR PUSTAKA	38
	LAMPIRAN	
	LEMBAR ASISTENSI	
	SURAT KETERANGAN	
	BERITA ACARA	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Menara pendingin kering (<i>dry-cooling tower</i>)	7
Gambar 2. 2 Menara Pendingin Basah-Kering (<i>Wet-Dry Cooling Tower</i>)	8
Gambar 2. 3 Menara Pendingin Basah (<i>Wet Cooling Tower</i>)	8
Gambar 2. 4 Menara pendingin aliran angin alami aliran lawan arah (<i>Natural-Draft Counterflow Cooling Tower</i>)	9
Gambar 2. 5 Menara pendingin aliran angin alami aliran silang (<i>Natural-Draft Crossflow Cooling Tower</i>)	9
Gambar 2. 6 Menara pendingin aliran angin mekanik	10
Gambar 2. 7 Menara pendingin aliran angin gabungan (<i>combined draft cooling tower</i>)	12
Gambar 2. 8 Prinsip kerja menara pendingin (<i>cooling tower</i>)	12
Gambar 2. 9 Konstruksi menara pendingin (<i>cooling tower</i>)	13
Gambar 2. 10 <i>Range</i> dan <i>Approach</i> temperature pada menara pendingin (<i>cooling tower</i>)	15
Gambar 2. 11 Bahan pengisi jenis percikan (<i>splash fill</i>)	16
Gambar 2. 12 Bahan pengisi jenis <i>film</i> (<i>film fill</i>)	17
Gambar 2. 13 Bahan pengisi jenis sumbatan rendah (<i>low clog film fill</i>)	17
Gambar 3. 1 Plat Aluminium	20
Gambar 3. 2 <i>Nylon cable tie</i>	20
Gambar 3. 3 Spidol	21
Gambar 3. 4 Meteran	21
Gambar 3. 5 Jangka Sorong	22
Gambar 3. 6 Gunting Plat	22
Gambar 3. 7 Mistar Baja	23
Gambar 3. 8 Mal	23
Gambar 3. 9 Mesin Bor	23
Gambar 3. 10 Tang Kombinasi	24
Gambar 3. 11 Tang Potong	24
Gambar 3. 12 Palu	25
Gambar 3. 13 Mata Bor	25
Gambar 3. 14 Diagram Alir	26
Gambar 3. 15 Sketsa plat aluminium yang di lakukan penekukan sebelum disusun menjadi <i>fill honeycomb</i>	27
Gambar 3. 16 Sketsa <i>fill honeycomb</i>	28
Gambar 4. 1 Plat aluminium	31
Gambar 4. 2 Mengukur plat aluminium	31
Gambar 4. 3 Memotong plat aluminium menggunakan gunting	32
Gambar 4. 4 Proses penekukan plat aluminium	32
Gambar 4. 5 Melubangi plat aluminium yang telah ditebuk	33
Gambar 4. 6 Penyatuan plat aluminium menjadi <i>fill honeycomb</i>	34
Gambar 4. 7 <i>Fill honeycomb</i>	34
Gambar 4. 8 Pemasangan <i>fill honeycomb</i> pada <i>wet cooling tower</i>	35

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Waktu kegiatan penelitian

19

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan sumber daya alam yang sangat kaya, salah satunya energi panas bumi yang diolah dan dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga panas bumi. Secara umum, pemanfaatan panas bumi untuk menghasilkan uap digunakan sebagai tenaga penggerak turbin. Untuk mencapai efisiensi dan konversi energi, menara pendingin (*cooling tower*) dibutuhkan oleh industri ketika digunakan untuk peralatan atau sistem sirkulasi air. Tujuan dari menara pendingin adalah untuk mendinginkan air kondensasi agar dapat digunakan kembali dalam proses kondensasi. Selain itu, menara pendingin juga mampu mengirimkan uap ke atmosfer untuk pembuangan akhir. (Anggraini et al., 2020)

Sistem pendingin yang digunakan untuk mendinginkan mesin ada banyak macamnya, salah satunya menggunakan menara pendingin (*cooling tower*). Proses industri menghasilkan sejumlah besar panas yang harus dihilangkan untuk mempertahankan parameter operasi standar. Hal ini didasarkan pada perpindahan panas dan massa melalui kontak langsung antara udara sekitar dan air panas. (Anggraini et al., 2020)

Dalam industri, perpindahan panas merupakan proses yang berkesinambungan. Menara pendingin (*cooling tower*) merupakan salah satu alat pendukung penting dalam konservasi energi industri. Jika menara pendingin mempunyai kapasitas yang besar maka penggunaan air tawar sebagai air pendingin dapat diminimalkan sehingga dapat mengurangi biaya penyediaan air ke pabrik untuk menggunakan air tawar. Di sini, menara pendingin memproses air yang panas menjadi air dingin yang digunakan kembali dan bisa dirotasikan. Cooling tower juga merupakan perangkat yang berfungsi mengolah air untuk mengatasi permasalahan lingkungan.

Banyak proses manufaktur dan sebagian besar industri kimia reaksi menghasilkan panas yang harus dihilangkan secara permanen untuk mempertahankan parameter operasi standar. Menara pendingin (*cooling tower*) di

isi dengan *packing* yang biasa digunakan untuk melepaskan beban panas berlebih dari proses-proses ini. Seperti pada unit pembangkit tenaga listrik, pembangkit listrik tenaga panas dan nuklir, industri kimia dan minyak bumi serta sistem pendingin dan pendingin udara. Menara pendingin adalah perangkat perpindahan panas dan massa di mana dua cairan, udara dan air panas, terhubung langsung ke satu sama lain. Perangkat ini menggunakan panas evaporatif dan perpindahan massa air hangat yang sejuk. (Lemouari et al., 2009)

Biasanya menara pendingin (*cooling tower*) berbentuk menara kosong, tanpa bahan isian. Butiran-butiran air dijatuhkan dari puncak menara, sedangkan udara dihembuskan dari bawah. Dengan konfigurasi sedemikian, sehingga terjadi kontak yang baik, antara air panas dengan udara sebagai media pendingin. Mekanisme perpindahan kalor utamanya adalah kalor sensibel dan kalor laten penguapan, kerugian kalor radiasi diabaikan serta prosesnya dianggap adiabatik. Dua faktor yang menentukan laju perpindahan kalor dari air panas ke udara pendingin, adalah waktu kontak dan luas permukaan antar fase (air dan udara). Dengan memberikan bahan isian pada menara, maka ke dua faktor di atas diperbesar. (Johanes, 2010)

Menara pendingin (*cooling tower*) digunakan di pabrik untuk mendinginkan air panas dengan membuang panas dari peralatan yang perlu didinginkan. Laju perpindahan panas dari air panas ke udara di menara pendingin bergantung pada dua faktor, yakni waktu kontak antara air panas dan udara serta permukaan. Upaya peningkatan keduanya dilakukan dengan menambahkan material *packing* pada menara pendingin. Fungsi utama bahan pengisi pada menara pendingin adalah untuk memutus aliran dan mengurangi tetesan air sehingga meningkatkan waktu kontak dan luas kontak antara campuran air panas dan uap air.

Salah satu komponen pada menara pendingin adalah isian (*fill*). Studi eksperimental dilakukan untuk mengevaluasi perpindahan panas dan koefisien massa. Koneksi penukar panas mengembangkan variabel baru yang ditentukan. Pengaruh parameter kontrol seperti kisaran suhu, laju pembuangan panas dan efisiensi dianalisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat menara meningkat seiring dengan meningkatnya aliran udara pendingin, dan sifat tertinggi diperoleh

untuk susunan gelombang dengan jenis pengisian yang berbeda. (Novianarenti & Setyono, 2019)

Bagian yang berperan penting dalam proses pendinginan menara pendingin adalah pengisi (*fill*). *Fill* berperan sebagai saluran air pada menara pendingin (*cooling tower*) pada saat operasi pendinginan, berguna untuk meningkatkan kontak antara udara dengan air. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, ditemukan bahwa bentuk dan susunan pengisian menara pendingin telah berubah secara signifikan, sehingga menghasilkan penurunan suhu yang lebih baik dan biaya produksi yang lebih rendah. (Ayyam et al., 2018)

Proses kerja *fill honeycomb* pada menara pendingin (*cooling tower*), air panas dari sistem dialirkan oleh pompa melalui pipa menuju bagian atas menara pendingin dan disemprotkan melalui *nozzle* menjadi tetesan kecil. Tetesan ini kemudian jatuh mengenai *fill honeycomb*. Saat air mengenai *fill honeycomb*, air akan terpecah (menyebar) menjadi lapisan tipis dan memperlambat gerak jatuh air. Sehingga, meningkatkan luas permukaan air yang kontak dengan udara. Udara yang dihasilkan dari kipas atau *blower* dialirkan dari bawah menara pendingin yang akan melewati *fill honeycomb*. Setelah melewati *fill honeycomb*, air yang sudah kehilangan panas akan terkumpul di basin (bak penampungan), Suhu air menjadi lebih rendah dan siap digunakan kembali.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada judul tugas akhir ini adalah bagaimana cara membuat *fill* berbentuk *honeycomb* pada *wet cooling tower* dari bahan plat aluminium.

1.3 Ruang Lingkup

Adapun batasan-batasan yang diberikan agar pembahasan lebih terarah serta lebih mudah dimengerti, diantaranya :

1. Membuat bahan pengisi (*fill*) berbentuk *honeycomb* pada *wet cooling tower* menggunakan plat aluminium.
2. Bahan yang digunakan untuk pembuatan *fill* yaitu plat aluminium ketebalan 0,20 mm.

3. *Fill honeycomb* yang dibuat memiliki panjang 250 mm, lebar 230 mm, dan tinggi 150 mm, pada masing-masing *fill*.

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Tujuan umum pada penelitian ini yaitu untuk membuat pengisi (*fill*) pada menara pendingin basah (*wet cooling tower*) yang memiliki tingkat efektivitas yang baik terhadap perpindahan panas dari air.

1.4.2 Tujuan khusus

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah :

1. Untuk membuat *fill* berbentuk *honeycomb* pada *wet cooling tower*.
2. Untuk mengaplikasikan plat aluminium sebagai bahan pembuatan *fill* berbentuk *honeycomb* pada *wet cooling tower*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui cara pembuatan *fill* berbentuk *honeycomb* pada menara pendingin basah (*wet cooling tower*).
2. Untuk mengembangkan ide dalam pembuatan bahan pengisi (*fill*) pada menara pendingin basah (*wet cooling tower*).
3. Untuk mengetahui cara kerja menara pendingin basah (*wet cooling tower*).
4. Sebagai bahan referensi untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pembuatan bahan pengisi (*fill*).

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Menara Pendingin (*Cooling Tower*)

Menara pendingin (*cooling tower*) adalah suatu sistem refrigerasi yang melepaskan kalor ke udara. Menara pendingin (*cooling tower*) merupakan alat penukar panas (kalor) dimana fluida kerjanya ialah air dan udara yang berfungsi menurunkan suhu air pada proses pendinginan dengan cara mengontakkannya dengan udara sehingga sebagian air dapat menguap. (Ayyam et al., 2018)

Menara pendingin (*cooling tower*) merupakan suatu alat yang digunakan untuk menurunkan temperatur pada aliran air dengan cara mengekstraksi panas dari air dan mengemisikannya ke atmosfer. Menara pendingin dapat menurunkan suhu air lebih baik dari peralatan lain yang hanya menggunakan udara untuk membuang panas seperti radiator pada mobil, dengan demikian biaya yang keluar akan lebih efisien dan energy yang dibutuhkan akan menjadi efektif. (Deng & Calcibord, 2016)

Menara pendingin merupakan suatu ruangan dimana air panas disemprotkan atau dipancarkan ke bawah, dan udara atmosfer dialirkan melalui atau berlawanan dengan arah jatuhnya air panas yang disemprotkan. Dengan cara tersebut temperatur panas pada air dapat diturunkan atau didinginkan. Untuk menguapkan 1 kg air diperlukan kira-kira 600 kkal. Sebagian besar air pendingin dapat didinginkan dengan cara mengeluarkan kalor laten melalui penguapan pada sebagian air. Dengan demikian proses pendinginan tersebut dapat dilaksanakan. (Brilliantoro et al., 2023)

Cooling tower adalah suatu sistem refrigerasi yang melepaskan kalor ke udara. *Cooling tower* bekerja dengan cara mengontakkan air dengan udara dan menguapkan sebagian air tersebut. Luas permukaan air yang besar dibentuk untuk menyemprotkan air lewat nozzle atau memercikan air kebawah dari suatu bagian ke bagian lainnya. Bagian-bagian atau bahan – bahan pengisi biasanya terbuat dari kayu tetapi bisa juga dibuat dari plastik atau keramik. (Sastrawan & Subagyo, 2020)

2.2 Manfaat Menara Pendingin (*Cooling Tower*)

Manfaat dari menara pendingin (*cooling tower*) yaitu untuk menurunkan suhu panas pada air yang berasal dari kondensor, selanjutnya panas tadi akan ikut oleh udara yang ditarik oleh kipas menara pendingin (*fan cooling tower*) menuju ke atas sehingga temperatur pada udara tersebut akan menjadi lebih panas dari sebelumnya, selanjutnya temperatur air akan menjadi lebih rendah dibandingkan sebelumnya yaitu dari temperatur awal 45 °C -50 °C menjadi air bertemperatur lebih rendah yaitu 30 °C – 25 °C. Kinerja dari menara pendingin dan juga kondisi lingkungan disekitar menara pendingin sangat mempengaruhi tinggi rendahnya temperatur air yang dihasilkan. Pendinginan air pada menara pendingin dianggap lebih efektif dibandingkan alat pendingin air lainnya, dikarenakan menara pendingin hanya menggunakan udara lingkungan sekitar sebagai media untuk mendinginkan airnya, tanpa memerlukan media pendingin lain. Selain itu, uap panas yang dihasilkan akan keluar melalui cerobong pada menara pendingin tanpa menyebabkan kerusakan atau efek samping bagi lingkungan sekitar, dengan demikian menara pendingin dianggap ramah lingkungan. Tidak hanya itu, pengoperasian pada menara pendingin yang mudah dipahami serta ekonomis karena tidak memerlukan biaya yang besar untuk perawatannya dibandingkan dengan sistem pendingin yang lain dimana pengoperasiannya terbilang rumit serta biaya perawatan yang lebih mahal. (Rahman & Mursadin, 2022)

2.3 Tipe Menara Pendingin (*Cooling Tower*)

Ada beberapa tipe pada menara pendingin (*cooling tower*), pada umumnya tipe tersebut berdasarkan sirkulasi air yang ada di dalamnya. Terdapat tiga tipe menara pendingin, yaitu: Menara pendingin kering (*Dry cooling tower*), Menara pendingin basah-kering (*Wet – dry cooling tower*), Menara pendingin basah (*Wet cooling tower*). (Sastrawan & Subagyo, 2020)

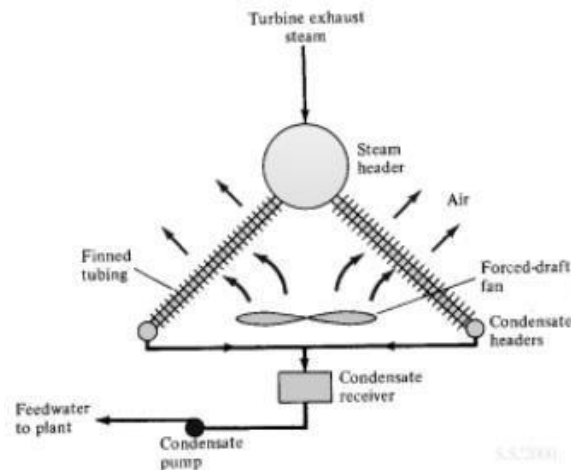
2.3.1 Menara Pendingin Kering (*Dry Cooling Tower*)

Menara pendingin kering (*dry cooling tower*) merupakan *cooling tower* yang air sirkulasinya dialirkan di dalam tabung-tabung bersirip yang dialiri udara. Semua kalor yang dikeluarkan dari air sirkulasi diubah. Menara pendingin kering (*dry cooling tower*) dirancang untuk dioperasikan dalam ruang tertutup. Menara

pendingin kering (*dry cooling tower*) seperti Gambar 2.1 mempunyai beberapa kelemahan, yaitu efisiensinya lebih rendah, sehingga mempengaruhi efisiensi siklus keseluruhan.

Ada dua jenis menara pendingin kering (*dry cooling tower*), yaitu:

- a) Menara pendingin kering langsung (*direct dry-cooling tower*).
- b) Menara pendingin kering tak langsung (*indirect dry-cooling tower*).

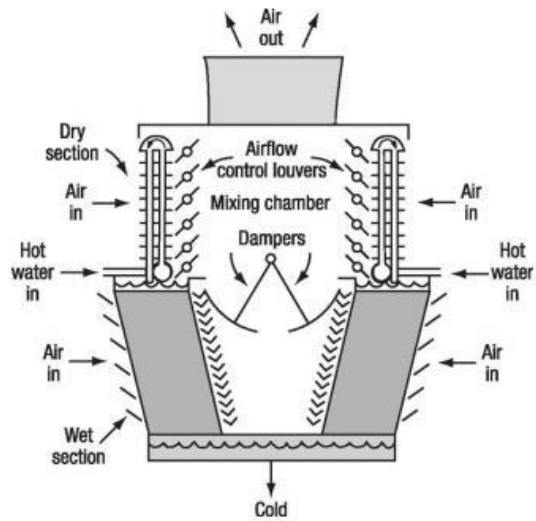


Gambar 2. 1 Menara pendingin kering (*dry-cooling tower*) (Fikri et al., 2022)

2.3.2 Menara Pendingin Basah-Kering (*Wet-Dry Cooling Tower*)

Menara pendingin baru yang diusulkan sebagai metode campuran ini dapat mengurangi konsumsi air hingga sekitar 20% dari menara pendingin tipe basah konvensional (yang merupakan masalah yang tidak diinginkan pada sistem pendingin pembangkit listrik).(Irawan, 2022)

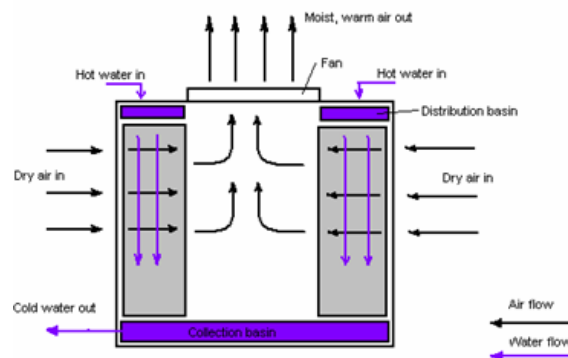
Menara pendingin basah-kering (*wet-dry cooling tower*) seperti Gambar 2.2 merupakan gabungan antara menara pendingin basah (*wet cooling tower*) dan menara pendingin kering (*dry cooling tower*). *Cooling tower* ini mempunyai dua jalur udara paralel dan dua jalur udara seri. Bagian atas *cooling tower* 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*). Udara pertama dipanaskan secara kering dan keluar dalam keadaan yang kering (kelembaban relatif rendah) daripada udara sekitar, sedangkan arus kedua biasanya jenuh.(Mesin et al., 2012)



Gambar 2. 2 Menara Pendingin Basah-Kering (*Wet-Dry Cooling Tower*) (Suhardi Putra, 2015)

2.3.3 Menara Pendingin Basah (*Wet Cooling Tower*)

Menara pendingin basah (*wet cooling tower*) seperti Gambar 2.3 mempunyai sistem distribusi air panas yang disemprotkan secara merata ke kisi-kisi, lubang-lubang atau batang-batang horizontal pada sisi *cooling tower* yang disebut *filler*. Udara masuk dari luar menara melalui kisi-kisi yang berbentuk celah-celah horizontal yang terpancang pada sisi *cooling tower*. Celah ini biasanya mengarah miring ke bawah supaya air tidak keluar.



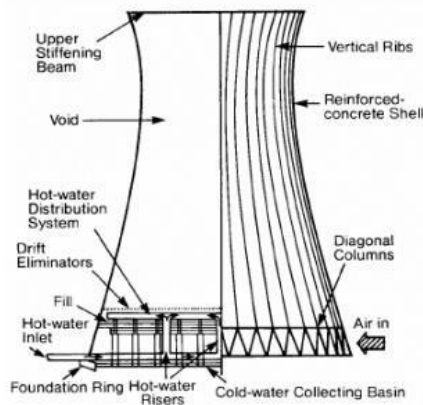
Gambar 2. 3 Menara Pendingin Basah (*Wet Cooling Tower*)(Irawan, 2022)

Menara pendingin basah (*wet cooling tower*) terbagi menjadi:

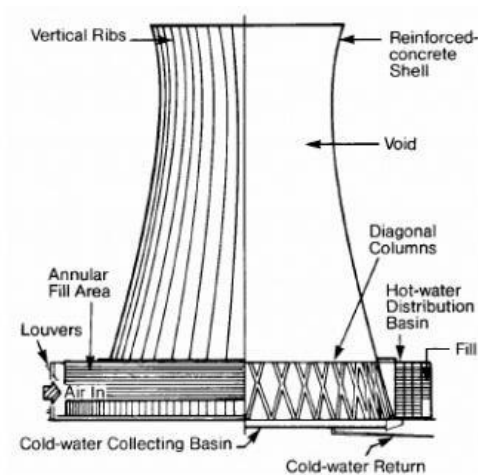
2.3.3.1 Menara Pendingin Basah Aliran Angin Alami (*Natural-Draft wet Cooling Tower*)

Menara pendingin aliran angin alami (*Natural-Draft Cooling Tower*) dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

- a) Menara pendingin aliran angin alami aliran lawan arah (*counterflow*).
- b) Menara pendingin aliran angin alami aliran silang (*crossflow*).



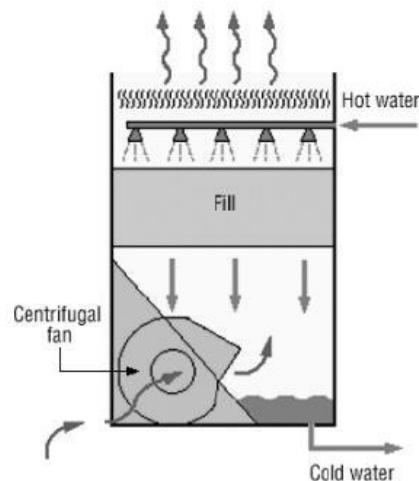
Gambar 2. 4 Menara pendingin aliran angin alami aliran lawan arah (*Natural-Draft Counterflow Cooling Tower*) (Suhardi Putra, 2015)



Gambar 2. 5 Menara pendingin aliran angin alami aliran silang (*Natural-Draft Crossflow Cooling Tower*) (Suhardi Putra, 2015)

2.3.3.2 Menara Pendingin Aliran Angin Mekanik (*Mechanical-Draft Cooling Tower*)

Pada menara pendingin aliran angin mekanik (*mechanical-draft cooling tower*) seperti pada Gambar 2.6, udara mengalir karena adanya satu atau beberapa kipas (*fan*) yang digerakkan secara mekanik. Fungsi kipas disini adalah untuk mendorong udara (*forced-draft*) atau menarik udara (*induced-draft*) melalui cerobong yang dipasang pada bagian bawah atau atas *cooling tower*.



Gambar 2. 6 Menara pendingin aliran angin mekanik (Suhardi Putra, 2015)

Berdasarkan fungsi kipas yang digunakan menara pendingin aliran angin mekanik dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu:

a) Tipe aliran angin dorong (*forced-draft*).

Pada tipe aliran angin dorong (*forced-draft*), kipas yang dipasang pada bagian bawah, mendorong udara melalui cerobong. Jenis ini secara teoritis lebih disukai karena kipas beroperasi dengan udara yang lebih dingin, sehingga konsumsi daya menjadi lebih kecil.

b) Tipe aliran angin tarik (*induced draft*).

Pada menara pendingin aliran tarik (*mechanical-draft cooling tower*), udara masuk dari sisi *cooling tower* melalui bukaan-bukaan yang cukup besar pada kecepatan rendah dan bergerak melalui bahan pengisi (*filling material*). Kipas dipasang pada puncak *cooling tower* dan membuang udara kalor dan lembab ke atmosfer.

Aliran udara masuk *cooling tower* pada dasarnya horizontal, tetapi aliran di dalam bahan pengisi (*filling material*) 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 menara pendingin aliran angin mekanik (*mechanical-draft cooling tower*) adalah:

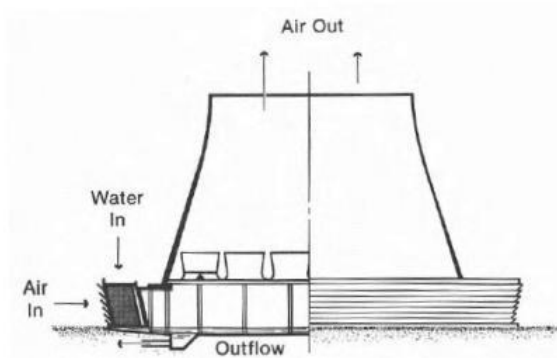
1. Mudah untuk di kontrol.
2. Ukuran dimensinya lebih kecil.

Kelemahan menara pendingin aliran angin mekanik adalah:

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

2.3.3.3 Menara Pendingin Aliran Angin Gabungan (*Combined Draft Cooling Tower*)

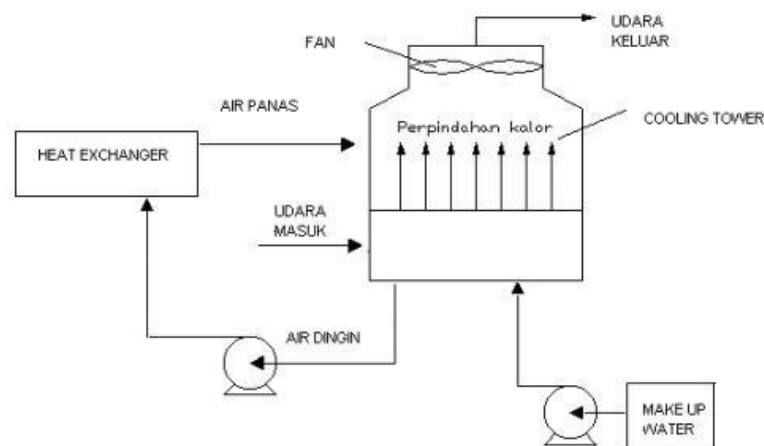
Menara pendingin aliran angin gabungan (*combined draft cooling tower*) seperti pada Gambar 2.7 biasanya mempunyai ukuran yang besar dan membutuhkan lahan yang luas, tetapi dengan konsumsi daya dan biaya operasi yang kecil. Sebaliknya menara pendingin aliran angin mekanik ukurannya lebih kecil, namun membutuhkan daya yang besar. Oleh sebab itu, kedua hal tersebut digabungkan di dalam menara pendingin aliran angin gabungan (*combined draft cooling tower*). Menara ini disebut juga menara pendingin hiperbola berkipas (*fan assisted hyperbolic tower*) atau hibrida (*hybrid tower*).



Gambar 2. 7 Menara pendingin aliran angin gabungan (*combined draft cooling tower*) (Suhardi Putra, 2015)

2.4 Prinsip Kerja Menara Pendingin (*Cooling Tower*)

Pada menara pendingin, perpindahan panas terjadi dari air ke udara. Menara pendingin menggunakan penguapan dimana sebagian air menguap di aliran udara dan dilepaskan ke atmosfer.



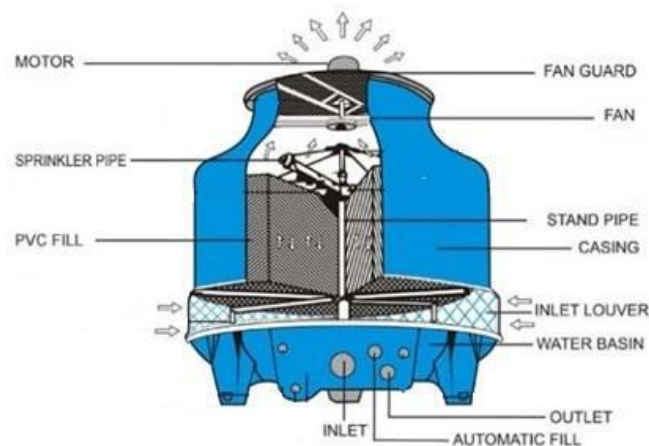
Gambar 2. 8 Prinsip kerja menara pendingin (*cooling tower*) (Mesin et al., 2012)

Prinsip kerja menara pendingin dapat dilihat pada Gambar 2.8. Air dipompa dari bak ke pemanas, yang kemudian dipanaskan dan dialirkan ke menara pendingin. Air panas yang keluar langsung masuk ke udara sekitar, dipaksa bergerak di bawah pengaruh kipas atau blower yang dipasang di bagian atas menara pendingin, kemudian air mengalir jatuh menuju ke bahan pengisi. Proses penguapan memerlukan banyak panas, dan beberapa molekul air menyerap panas

dari molekul air lainnya hingga panas yang dibutuhkan untuk proses penguapan tercapai. Air yang menyerap panas kemudian menjadi air pendingin.

Sistem ini sangat efektif dalam aplikasi pendinginan air karena suhu pemanasannya sangat rendah, mendekati suhu *wet-bulb* udara. Air yang telah didinginkan terkumpul di bak penampung. Menara pendingin dibangun dan dilengkapi dengan katup *make up water* untuk meningkatkan kapasitas pendinginan jika terjadi kehilangan air selama operasi pendinginan. (Mesin et al., 2012)

2.5 Konstruksi Menara Pendingin (*Cooling Tower*)



Gambar 2. 9 Konstruksi menara pendingin (*cooling tower*) (Suhardi Putra, 2015)

Secara garis besar konstruksi menara pendingin terdiri dari beberapa komponen struktural, antara lain sebagai berikut:

1) Kipas (*fan*)

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

2) Pelindung Kipas (*fan guard*)

Pelindung kipas berfungsi untuk mencegah kotoran/hewan yang bisa mengganggu kinerja dari *cooling tower* masuk kedalam *cooling tower*.

3) Kerangka pendukung menara (*tower supporter*)

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

4) Rumah *cooling tower* (*casing*)

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

5) Pompa Air

Pompa air berfungsi sebagai alat pemindah fluida air ke menara pendingin, dikarenakan posisi tangki air pendingin berada di atas. Sehingga membutuhkan bantuan pompa untuk memindahkan fluida air tersebut. (Hadimi & Rusadi, 2022)

6) Pipa pendistribusi (*Distribution Pipe*)

Pipa pendistribusi atau disebut sebagai *sprinkler pipe* berfungsi untuk mendistribusikan air panas merata ke permukaan *filler*. Sehingga perpindahan kalor air dapat menjadi efektif dan efisien. Pipa pendistribusi dilengkapi dengan lubang-lubang kecil untuk menyalurkan air.

7) Penampung air (*water basin*)

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

8) Lubang udara (*inlet louvre*)

Inlet louvre berfungsi sebagai tempat masuknya udara melalui lubang-lubang yang ada. Melalui *inlet louvre* akan terlihat kualitas dan kuantitas air yang akan didistribusikan. *Inlet louvre* terbuat dari seng.

9) Bahan Pengisi (*filling material*)

Filling material merupakan bagian dari *cooling tower* yang berfungsi untuk mencampurkan air yang jatuh dengan udara. Air masuk yang mempunyai suhu yang cukup tinggi akan disemprotkan ke *filling material*. Pada *filling material* inilah air yang mengalir turun ke *water basin* akan bertukar kalor dengan udara dari atmosfer. Oleh sebab itu, *filling material* harus dapat menimbulkan kontak yang baik antara air dan udara agar terjadi laju perpindahan kalor yang baik. *Filling material* harus kuat, ringan dan tahan lapuk. *Filling material* ini

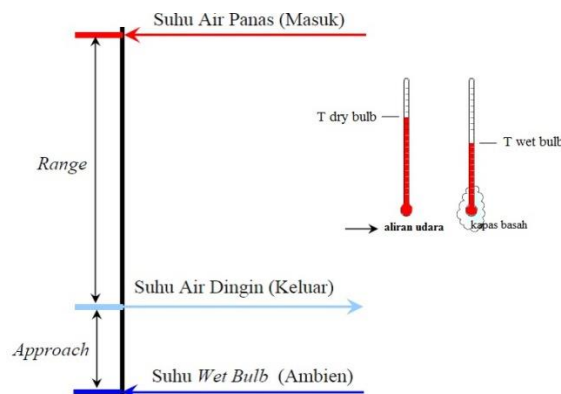
mempunyai peranan sebagai memecah air menjadi butiran-butiran tetes air dengan maksud untuk memperluas permukaan pendinginan sehingga proses perpindahan panas dapat dilakukan seefisien mungkin.

2.6 Kinerja menara pendingin (*cooling tower*)

Kinerja dari *Cooling Tower* dapat dievaluasi dengan cara mengkaji tingkat *range* dan *approach* saat ini terhadap nilai desain seperti Gambar 2.10, mengidentifikasi area terjadinya pemborosan energi, dan memberikan saran perbaikan. Faktor – faktor yang mempengaruhi kinerja dari *Cooling Tower* adalah kapasitas pendinginan, beban panas, *range*, temperatur bola basah (*wet bulb temperature*), dan *approach*.

Sebagai evaluasi kinerja, pemantauan dilaksanakan untuk mengukur parameter-parameter signifikan berikut ini:

- Temperatur udara masuk *wet bulb*
- Temperatur udara masuk *dry bulb*
- Temperatur air masuk *cooling tower*
- Temperatur air keluar *cooling tower*
- Temperatur udara keluar *wet bulb*
- Temperatur udara keluar *dry bulb*
- Laju aliran air
- Laju aliran udara (Mesin et al., 2012)



Gambar 2. 10 *Range* dan *Approach* temperature pada menara pendingin (*cooling tower*) (Fikri et al., 2022)

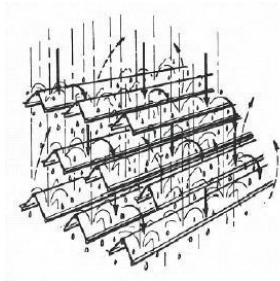
Beberapa studi telah melakukan evaluasi karakteristik kinerja berdasarkan parameter input, seperti laju aliran air dan udara, ketinggian menara, dan suhu air masuk, faktor lingkungan, faktor desain menara pendingin, menjadi dasar dari banyak penelitian menara pendingin. Kinerja menara pendingin ditunjukkan oleh parameter-parameter seperti Range, efektivitas, ϵ , koefisien perpindahan panas dan massa global, K_a , dan laju penguapan, M_{ev} , Karakteristik menara. (Umurani et al., 2023).

2.7 Jenis- Jenis Bahan Pengisi (*Filler*)

Ada beberapa jenis bahan pengisi, antara lain :

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

Jenis bahan ini adalah air jatuh diatas lapisan yang berurut dari batang pemercik horisontal, yang secara terus menerus pecah menjadi tetesan yang lebih kecil, sambil membasahi permukaan bahan pengisi. Luas permukaan butiran air adalah luas permukaan perpidahan kalor dengan udara. Bahan pengisi percikan dari plastik memberikan perpindahan kalor yang lebih baik, dapat dilihat pada Gambar 2.11 berikut.

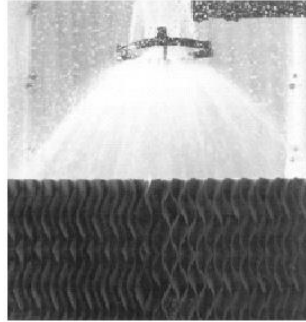


Gambar 2. 11 Bahan pengisi jenis percikan (*splash fill*) (Suhardi Putra, 2015)

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

Bagian ini terdiri dari permukaan lapisan plastik tipis dengan jarak berdekatan dimana diatasnya terdapat semprotan air, membentuk lapisan film yang tipis dan melakukan kontak dengan udara. Ada banyak macam bentuk seperti: datar, bergelombang, berlekuk dan bentuk lainnya. Pada bahan pengisi film, air membentuk lapisan tipis pada sisi-sisi lembaran pengisinya. Luas permukaan dari lembaran pengisi adalah luas perpindahan kalor dengan udara

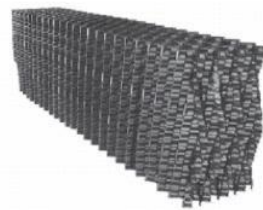
sekitar. Jenis bahan pengisi film lebih efisien dan memberi perpindahan kalor yang sama dalam volume yang lebih kecil daripada bahan pengisi jenis *splash*, dapat dilihat pada Gambar 2.12 berikut.



Gambar 2. 12 Bahan pengisi jenis *film* (*film fill*) (Suhardi Putra, 2015)

3. Bahan pengisi jenis sumbatan rendah (*Low clogfilm fill*)

Jenis pengisi ini dengan ukuran flute yang lebih tinggi, saat ini sedang dikembangkan untuk mengatasi air yang keruh. Jenis ini merupakan pilihan terbaik untuk jenis air yang berasal dari laut karena adanya penghematan daya kinerja dibandingkan tipe bahan pengisi jenis percikan konvensional, dapat dilihat pada Gambar 2.13 berikut.



Gambar 2. 13 Bahan pengisi jenis sumbatan rendah (*low clog film fill*) (Suhardi Putra, 2015)

2.8 Penekukan (*Bending*)

Penekukan atau *bending* merupakan proses deformasi secara plastik dari logam terhadap sumbu linier dengan hanya sedikit atau nyaris tidak mengalami perubahan luas permukaan dengan bantuan tekanan piston cetakan atau

pembentuk. Sedangkan proses *bending* merupakan proses penekukan atau pembengkokan menggunakan alat *bending* manual ataupun menggunakan mesin *bending*.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Tempat pelaksanaan penelitian Pembuatan *Fill* Berbentuk *Honeycomb* Pada *Wet Cooling Tower* dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU). Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan.

3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian dan pengujian dilaksanakan sejak tanggal pengesahan usulan judul penelitian oleh pengelola Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Tabel 3. 1 Waktu kegiatan penelitian

No	Uraian Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1.	Pengajuan Judul						
2..	Studi Literatur						
3.	Penyediaan Alat dan Bahan						
4.	Pembuatan <i>Fill</i> Berbentuk <i>Honeycomb</i> Pada <i>Wet Cooling Tower</i>						
5.	Penyelesaian Tulisan						
6.	Seminar Hasil						
7.	Sidang Sarjana						

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Adapun bahan yang digunakan untuk pembuatan *fill* berbentuk *honeycomb* pada *wet cooling tower* adalah sebagai berikut:

1. Plat Aluminium.

Plat aluminium seperti pada Gambar 3.1 digunakan sebagai bahan dalam pembuatan *fill* berbentuk *honeycomb* memiliki ketebalan 0,20 mm.



Gambar 3. 1 Plat Aluminium

2. *Nylon cable tie*.

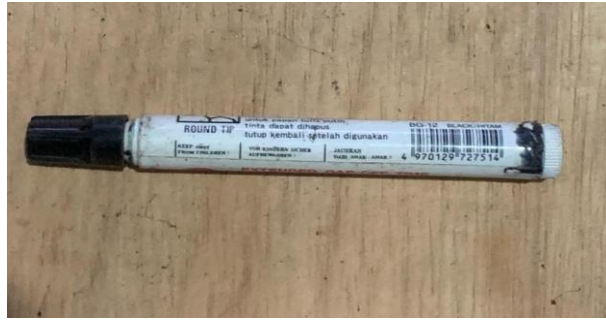
Nylon cable tie seperti pada Gambar 3.2 digunakan untuk mengikat atau menyatukan plat aluminium pada *fill honeycomb*.



Gambar 3. 2 *Nylon cable tie*

3. Spidol.

Spidol seperti pada Gambar 3.3 digunakan untuk memberi tanda (alat tulis) pada benda kerja yang akan dikerjakan.



Gambar 3. 3 Spidol

3.2.2 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam proses pembuatan *fill* pada *wet cooling tower* adalah sebagai berikut :

1. Meteran.

Meteran seperti pada Gambar 3.4 digunakan untuk mengukur jarak atau panjang pada bahan struktur penyusun pembuatan menara pendingin (*wet cooling tower*).



Gambar 3. 4 Meteran

2. Jangka Sorong.

Jangka sorong seperti pada Gambar 3.5 digunakan untuk mengukur panjang diameter luar maupun diameter dalam suatu benda.



Gambar 3. 5 Jangka Sorong

3. Gunting Plat.

Gunting plat seperti pada Gambar 3.6 digunakan untuk memotong plat aluminium sesuai ukuran yang telah ditentukan.



Gambar 3. 6 Gunting Plat

4. Mistar Baja.

Mistar baja seperti pada Gambar 3.7 digunakan sebagai penggaris pada benda kerja.



Gambar 3. 7 Mistar Baja

5. Mal .

Mal (besi nako 10 mm) seperti pada Gambar 3.8 digunakan sebagai pencetak untuk menekuk plat aluminium pada proses pembuatan *fill*.



Gambar 3. 8 Mal

6. Mesin Bor.

Mesin bor seperti pada Gambar 3.9 digunakan untuk melubangi plat aluminium.



Gambar 3. 9 Mesin Bor

7. Tang Kombinasi.

Tang kombinasi seperti pada Gambar 3.10 digunakan sebagai penjepit benda.



Gambar 3. 10 Tang Kombinasi

8. Tang Potong.

Tang potong seperti pada Gambar 3.11 digunakan sebagai alat pemotong dari sisa panjang kabel ties.



Gambar 3. 11 Tang Potong

9. Palu.

Palu seperti pada Gambar 3.12 digunakan sebagai pemukul atau pengetuk pada benda kerja.



Gambar 3. 12 Palu

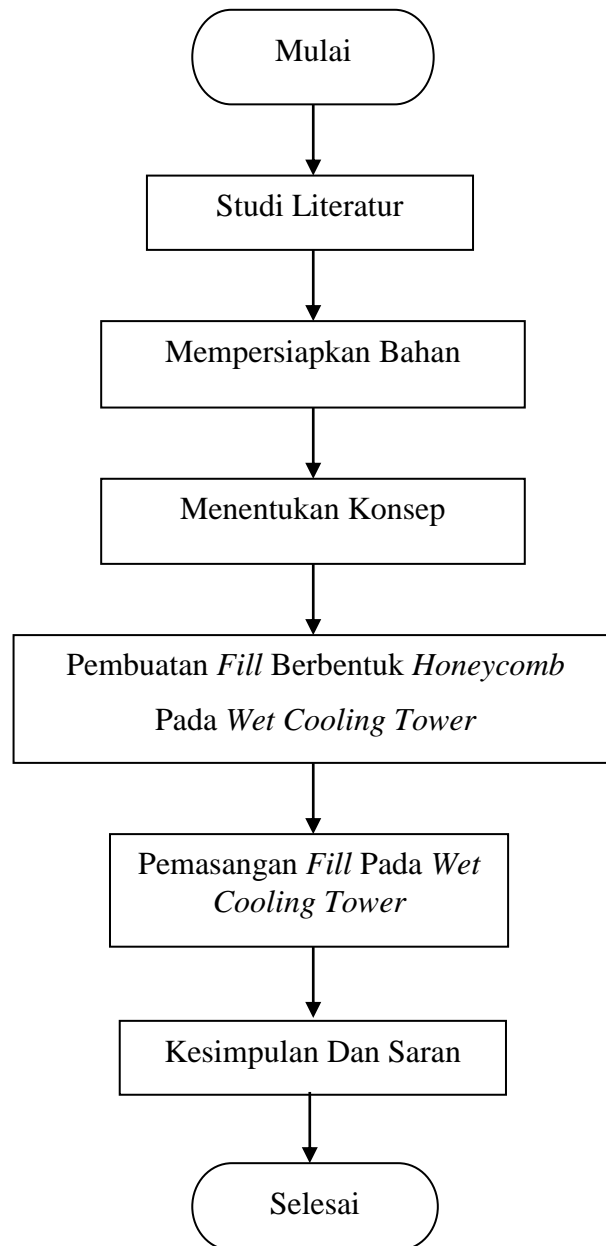
10. Mata Bor.

Mata bor seperti pada Gambar 3.13 digunakan sebagai mata pengebor untuk proses pelubangan pada benda kerja.



Gambar 3. 13 Mata Bor

3.3 Diagram Alir

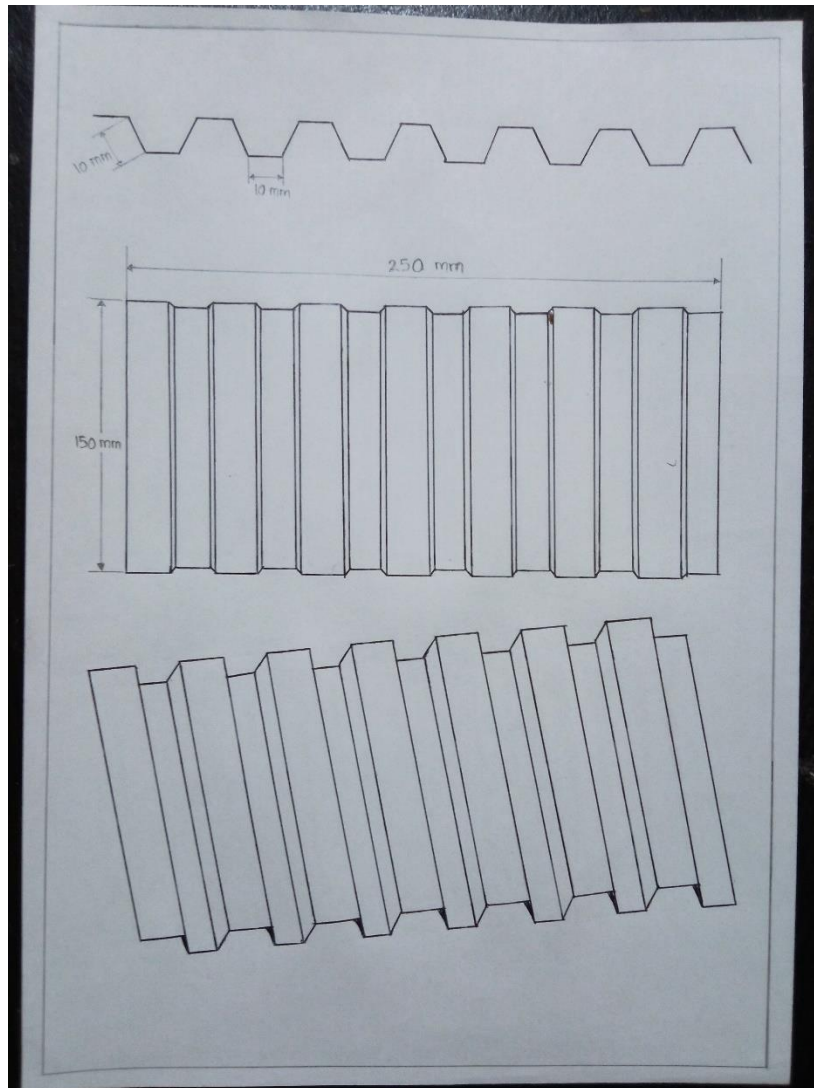


Gambar 3. 14 Diagram Alir

3.4 Rancangan Alat Penelitian

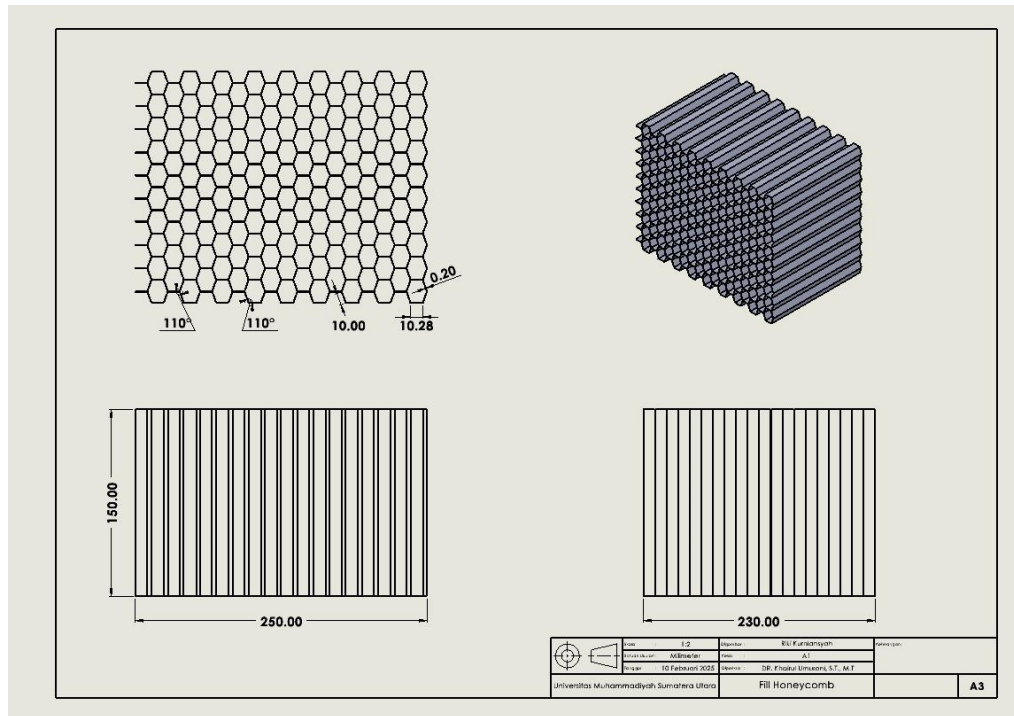
Gambar ini sebagai acuan pembuatan *fill* berbentuk *honeycomb* pada *wet cooling tower*. Dapat dilihat pada Gambar 3.15 dan Gambar 3.16

Plat aluminium yang telah dilakukan penekukan memiliki ukuran panjang 250 mm dan lebar 150 mm. Panjang pada tiap gelombang berukuran 10 mm.



Gambar 3. 15 Sketsa plat aluminium yang di lakukan penekukan sebelum disusun menjadi *fill honeycomb*

Plat aluminium yang telah dilakukan penekukan akan disusun dan disatukan menjadi sebuah *fill honeycomb*. Ukuran pada *fill honeycomb* tersebut memiliki dimensi panjang 250 mm, lebar 230 mm, dan tinggi 150 mm.



Gambar 3. 16 Sketsa *fill honeycomb*

3.5 Prosedur Pembuatan

Prosedur pembuatan *fill honeycomb* pada *wet cooling tower* menggunakan plat aluminium. Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pembuatan *fill* berbentuk *honeycomb* pada *wet cooling tower* adalah sebagai berikut :

3.5.1 Pembuatan *Fill Honeycomb* Pada *Wet Cooling Tower*

1. Mempersiapkan perlengkapan seperti gunting plat, meteran, mal penekuk, bor tangan, kabel ties, tang potong, tang kombinasi, jangka sorong, spidol, dan lain-lain.
2. Menyediakan plat aluminium dengan ketebalan 0,20 mm.
3. Kemudian ukur plat aluminium dengan panjang 415 mm dan lebar 150 mm.
4. Kemudian potong plat aluminium sebanyak yang dibutuhkan sesuai ukuran tersebut.
5. Selanjutnya lakukan proses penekukan pada plat aluminium yang telah dipotong sesuai ukuran, menggunakan alat bantu pencetak (mal).

6. Lakukan penekukan untuk membuat pola pada tiap plat aluminium menggunakan mal.
7. Setelah proses penekukan plat aluminium selesai, lakukan pengukuran dan pemotongan pada plat aluminium yang telah ditebuk dengan panjang 250 mm dan lebar 150 mm.
8. Jika semua plat aluminium sudah selesai ditebuk sesuai pola dan ukurannya, kemudian lakukan proses perlubangan pada bagian tepi plat aluminium menggunakan mesin bor dengan diameter lubang 2 mm.
9. Kemudian susun dan gabungkan plat aluminium tersebut menjadi satu rangkaian menggunakan *nylon cable tie* hingga menjadi *fill honeycomb* yang berdimensi panjang 250 mm, lebar 230 mm, dan tinggi 150 mm.
10. Membuat *fill honeycomb* sebanyak 3 unit.
11. Aplikasikan *fill honeycomb* pada *wet cooling tower*.

3.6 Prosedur Pengoperasian *Wet Cooling Tower*

Langkah langkah yang dilakukan dalam melakukan prosedur pengoperasian *wet cooling tower* adalah sebagai berikut :

1. Isi air pada bak penampung.
2. Hidupkan heater untuk memanaskan air pada bak penampung air.
3. Gunakan stopwatch untuk mengukur lamanya waktu pemanasan.
4. Setelah temperatur air bernilai 50 °C, maka nyalakan pompa dan blower. Kemudian sirkulasikan air panas menuju *cooling tower* melalui pipa pvc yang telah terpasang.
5. Ukur debit air yang mengalir menggunakan water meter.
6. Gunakan thermometer untuk mengukur temperatur air panas yang masuk dan temperatur air dingin yang keluar dari *cooling tower*.
7. Catat nilai kelembaban dan temperatur *drybulb* udara keluar yang muncul pada monitor data logger.
8. Catat semua data hasil pembacaan alat.
9. Apabila proses pengoperasian alat telah selesai dilakukan, maka matikan dan rapikan semua peralatan yang telah digunakan.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembuatan *Fill* Berbentuk *Honeycomb* Pada *Wet Cooling Tower*

4.1.1 Pembuatan *Fill* Berbentuk *Honeycomb*

Fill honeycomb ialah bahan pengisi pada *Wet Cooling Tower* yang terdiri dari beberapa susunan plat yang dibuat pola bergelombang menggunakan material plat aluminium. Fungsi *fill honeycomb* yaitu untuk memecah aliran air panas dan memperlambat gerak jatuh air pada *Wet Cooling Tower*, sehingga akan mempercepat proses pendinginan pada air. Dimana air panas akan di semprotkan dan jatuh ke permukaan *fill*, sehingga panas dari air akan diserap oleh *fill*, kemudian panas tersebut dilepaskan ke udara.

Membuat *fill Honeycomb* yang berdimensi panjang 250 mm, lebar 230 mm, dan tinggi 150 mm, pada masing-masing *fill*. Jumlah susunan plat aluminium pada tiap *fill honeycomb* terdiri dari 20 lembar plat aluminium yang telah ditekuk menjadi pola bergelombang. Panjang awal plat aluminium sebelum dilakukan penekukan yaitu dengan panjang 415 mm, dan lebar 150 mm. Proses pembentukan pola penekukan pada plat Aluminium menggunakan alat bantu cetak seperti (mal) untuk proses penekukan plat aluminium. Hasil akhir plat aluminium yang telah dilakukan penekukan memiliki panjang 250 mm, dan lebar 150 mm. Lubang pada tepi plat aluminium berdiameter 2 mm, fungsi nya untuk menyatukan plat aluminium menggunakan *nylon cable tie* sehingga menjadi bentuk *fill honeycomb*.

1. Sediakan plat Aluminium dengan ketebalan 0,20 mm, dimana plat Aluminium ini berfungsi sebagai bahan pembuatan *fill* pada menara pendingin basah, yaitu *fill honeycomb* pada *wet cooling tower*. Dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4. 1 Plat aluminium

2. Mengukur Plat Aluminium menggunakan meteran atau rol. Dengan panjang ukuran yang dibuat yaitu 415 mm dan lebar 150 mm. Dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4. 2 Mengukur plat aluminium

3. Jika plat aluminium sudah diukur panjang dan lebarnya, maka akan dilakukan pemotongan pada plat aluminium untuk tahap pembuatan *fill*. Potong plat aluminium menggunakan gunting khusus pemotong plat. Dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4. 3 Memotong plat aluminium menggunakan gunting

4. Selanjutnya membuat pola bergelombang pada plat aluminium yang telah di potong. Lakukan penekukan pada plat aluminium menggunakan alat bantu cetak (mal). Mal tersebut akan diletakkan pada plat aluminium untuk membentuk pola bergelombang pada tiap plat. Penekukan pada plat aluminium dilakukan dengan metode manual, setelah dilakukan penekukan maka lembaran aluminium akan membentuk pola bergelombang. Dapat dilihat pada Gambar 4.4



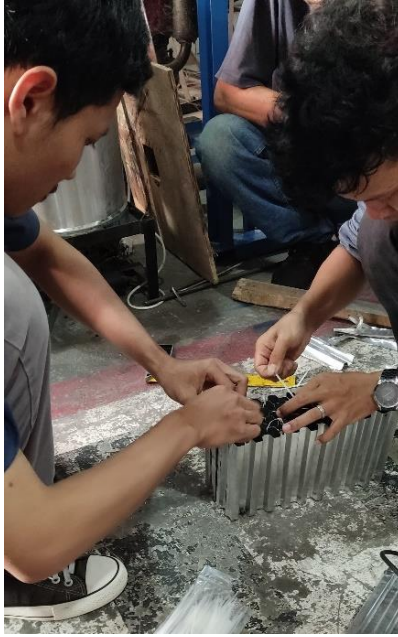
Gambar 4. 4 Proses penekukan plat aluminium

5. Kemudian lakukan proses perlubangan menggunakan mesin bor tangan pada bagian tepi untuk tiap plat aluminium yang sudah di tekuk. Fungsi lubang pada tepi plat aluminium yaitu untuk menyatukan plat aluminium menggunakan *nylon cable tie*. Dapat dilihat pada Gambar 4.5



Gambar 4. 5 Melubangi plat aluminium yang telah ditekuk

6. Setelah itu, susun dan satukan plat aluminium tersebut menjadi satu rangkaian menggunakan *nylon cable tie*. Sehingga menjadi *fill honeycomb* yang berdimensi panjang 250 mm, lebar 230 mm, dan tinggi 150 mm. Dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7



Gambar 4. 6 Penyatuan plat aluminium menjadi *fill honeycomb*



Gambar 4. 7 *Fill honeycomb*

4.1.2 Pemasangan *Fill Honeycomb* Pada *Wet Cooling Tower*

Ini merupakan tahapan dimana *fill honeycomb* yang telah selesai dibuat akan dipasang pada menara pendingin basah (*wet cooling tower*), untuk meningkatkan proses pendinginan air panas pada menara pendingin basah (*wet cooling tower*). Dimana, air panas yang disemprotkan dari atas menara pendingin akan jatuh mengenai *fill honeycomb* tersebut. Sehingga, gerak jatuh air panas akan sedikit terhambat oleh *fill honeycomb* dan membuat proses pendinginan air menjadi lebih baik. Dapat dilihat pada Gambar 4.8



Gambar 4. 8 Pemasangan *fill honeycomb* pada *wet cooling tower*

4.2 Unjuk Kerja *Fill Honeycomb* Pada *Wet Cooling Tower*

1. Aliran Air 4 Liter

Pengujian *fill honeycomb* pada menara pendingin dilakukan dengan aliran 4 liter dengan suhu 50 °C. Pada percobaan ini suhu awal air masuk pada *wet cooling tower* 50,2 °C, suhu air saat mengenai *fill honeycomb* pertama 47,4 °C, suhu air saat mengenai *fill honeycomb* kedua 42,5 °C, suhu air saat mengenai *fill honeycomb* ketiga 37,6 °C dan suhu akhir air keluar pada *wet cooling tower* 32,5 °C.

2. Aliran Air 5 Liter

Pengujian *fill honeycomb* pada menara pendingin dilakukan dengan aliran 5 liter dengan suhu 50 °C. Pada percobaan ini suhu awal air masuk pada *wet cooling tower* 50,4 °C, suhu air saat mengenai *fill honeycomb* pertama 47,9 °C, suhu air saat mengenai *fill honeycomb* kedua 43,3 °C, suhu air saat mengenai *fill honeycomb* ketiga 38,8 °C dan suhu akhir air keluar pada *wet cooling tower* 33,8 °C.

3. Aliran Air 6 Liter

Pengujian *fill honeycomb* pada menara pendingin dilakukan dengan aliran 6 liter dengan suhu 50 °C. Pada percobaan ini suhu awal air masuk pada *wet cooling tower* 50,3 °C, suhu air saat mengenai *fill honeycomb* pertama 48,1 °C, suhu air saat mengenai *fill honeycomb* kedua 43,9 °C, suhu air saat mengenai *fill honeycomb* ketiga 39,8 °C dan suhu akhir air keluar pada *wet cooling tower* 35 °C.

4. Aliran Air 7 Liter

Pengujian *fill honeycomb* pada menara pendingin dilakukan dengan aliran 7 liter dengan suhu 50 °C. Pada percobaan ini suhu awal air masuk pada *wet cooling tower* 50,5 °C, suhu air saat mengenai *fill honeycomb* pertama 48,6 °C, suhu air saat mengenai *fill honeycomb* kedua 44,08 °C, suhu air saat mengenai *fill honeycomb* ketiga 41,1 °C dan suhu akhir air keluar pada *wet cooling tower* 36,5 °C.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembuatan *fill honeycomb* yang telah dilakukan, maka dapat kesimpulan yaitu :

1. Hasil akhir plat aluminium yang telah dilakukan penekukan memiliki panjang 250 mm dan lebar 150 mm. Lubang pada sisi plat aluminium berdiameter 2 mm, fungsinya untuk menyatukan plat aluminium menggunakan *nylon cable tie*. Hasil akhir pada *fill honeycomb* terdiri dari 20 lembar susunan plat aluminium yang telah di tekuk, kemudian disatukan menggunakan *nylon cable tie*. Dimensi pada tiap *fill honeycomb* yang telah dibuat memiliki panjang 250 mm, lebar 230 mm, dan tinggi 150 mm. Jumlah *fill honeycomb* yang dibuat sebanyak 3 unit.
2. *Fill honeycomb* dengan material plat aluminium dapat meningkatkan efisiensi proses pendinginan air pada *wet cooling tower*. Dimana, desain ini memungkinkan distribusi air yang lebih merata dan memperluas kontak antara air panas dengan udara. Dengan menggunakan material aluminium maka perpindahan panas akan jadi lebih efektif, karena panas dari air akan lebih mudah diserap dan dilepas oleh *fill honeycomb*.

5.2 Saran

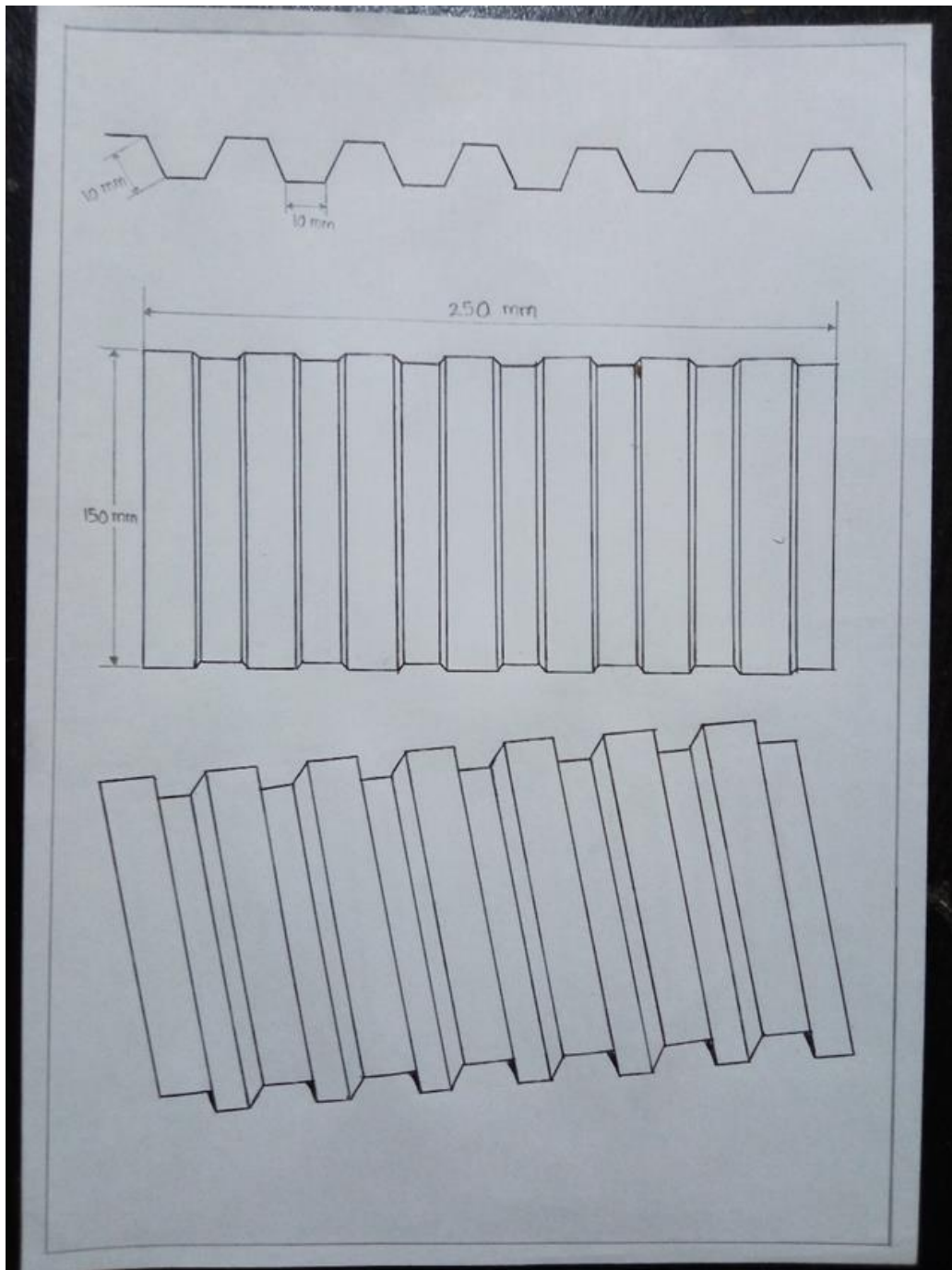
1. Untuk penelitian selanjutnya, pembuatan *fill* pada *wet cooling tower* bisa menggunakan material yang lain dan juga bentuk *fill* yang berbeda.
2. Utamakan keselamatan dan kesehatan saat mengoperasikan menara pendingin basah (*wet cooling tower*).

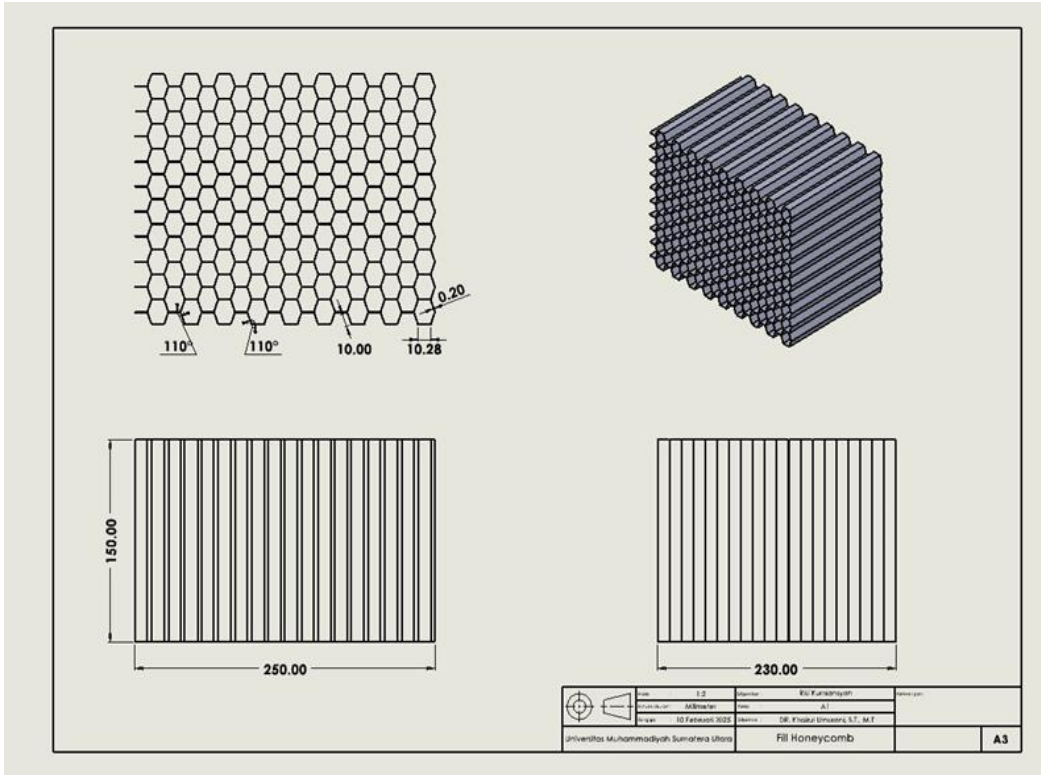
DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, E., Anwar, S., & Rudiyanto, B. (2020). *Elyvia Anggraini, Saiful Anwar, dan Bayu Rudiyanto *. 1*, 79–88.
- Ayyam, K., Sari, M. P., Ma, Z., & P, W. D. (2018). *Perbandingan Kerja Antar Bahan Pengisi pada Menara Cooling Tower dengan Sistem Destilasi Uap*. 2(1), 19–29.
- Brilliantoro, B., Turnip, P., & A, E. S. (2023). *Analisa Pengaruh Volume Bahan Pengisi Terhadap Temperatur Fluida di Menara Pendingin*
PENDAHULUAN Pada jaman sekarang , banyak industri-industri besar yang telah berkembang yang menggunakan mesin-mesin berat sebagai hasil dari produksinya , sedangkan mesin. 1(1), 34–43.
- Dengan, C., & Calciboard, P. (2016). *Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember*.
- Fikri, M. I., Wuryanti, S., & Syafitri, D. A. (2022). Design of Filler Shape Variations in Induced Draft Counterflow Type Cooling Towers at PT Indolakto–Jakarta. *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 13(1), 837–842.
- Hadimi, H., & Rusadi, R. (2022). Pembuatan model alat pembuang panas untuk air pendingin alat praktikum heat exchanger merk PA Hilton seri H101 di laboratorium teknik mesin. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 11(1), 11–18. <https://doi.org/10.24127/trb.v11i1.1768>
- Irawan, T. (2022). *1003-3691-1-Pb*. 6(1), 53–62.
- Johanes, S. (2010). *Karakteristik Menara Pendingin dengan Bahan Isian Ijuk*. 33(3), 188–194.
- Lemouari, M., Boumaza, M., & Kaabi, A. (2009). *Experimental analysis of heat and mass transfer phenomena in a direct contact evaporative cooling tower*. 50, 1610–1617. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2009.02.002>
- Mesin, J. T., Industri, F. T., & Indonesia, U. I. (2012). *AIR YANG DIDAPAT DARI VARIASI BENTUK FILLER PADA PROSES PENDINGINAN COOLING TOWER*.
- Novianarenti, E., & Setyono, G. (n.d.). *Peningkatan Performansi Cooling Tower*

- Tipe Induced Draft Counter Flow Menggunakan Variasi Bentuk Filler*. 4(1).
<https://doi.org/10.21070/r.e.m.v4i1.1766>
- Novianto, S., Setia Nugraha, A., Putro Prakoso, A., Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Texmaco, J., & Magister, P. (2018). Pengujian Kinerja Cooling Tower Dengan Variasi Waktu Pengujian Di Laboratorium Termodinamika Sekolah Tinggi Teknologi Texmaco. *Seminar Nasional Cendekiawan Ke, 4*, 741–746.
- Rahman, R., & Mursadin, A. (2022). Analisis Kinerja Cooling Tower Menggunakan Metode Range Dan Approach Di Pltu Asam-Asam. *Jtam Rotary*, 4(2), 129. https://doi.org/10.20527/jtam_rotary.v4i2.6411
- Sastrawan, I. K. G., & Subagyo, R. (2020). ANALISA PERPINDAHAN PANAS COOLING TOWER (INDUCED DRAFT) PLTU I PULANG PISAU (2 x 60 MW). *Jtam Rotary*, 2(2), 171.
https://doi.org/10.20527/jtam_rotary.v2i2.2413
- Suhardi Putra, R. (2015). Analisa Perhitungan Beban Cooling Tower Pada Fluida Di Mesin Injeksi Plastik. *Jurnal Teknik Mesin*, 4(2), 19.
<https://doi.org/10.22441/jtm.v4i2.1010>
- Umurani, K., Syuhada, A., Maulana, M. I., & Fuadi, Z. (2023). *Pengaruh Rasio Massa Air dan Udara Terhadap Unjuk Kerja Forced Draft Wet Cooling Sudut Inklinasi Splash Fill Berlubang*. 8(2502), 35–41.

LAMPIRAN









LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : PEMBUATAN *FILL* BERBENTUK *HONEYCOMB*
PADA *WET COOLING TOWER*
Nama : Riki Kurniansyah
NPM : 2007230024
Dosen Pembimbing : Dr. Khairul umurani, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
		Perbaiki Spesifikasi.	h
		Perbaiki Pendahuluan.	h
		Perbaiki Tinjauan Pustaka.	h
		Perbaiki Alat dan Bahan.	h
		Perbaiki Tujuan Penelitian.	h
		Metode Penelitian.	h
		Perbaiki Hasil dan Pembahasan.	h
		Perbaiki Kesimpulan.	h
		Acc, Seminar Hasil.	h



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak KPIPT/XU/2022
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
<https://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [f](#)umsumedan [ig](#)umsumedan [t](#)umsumedan [v](#)umsumedan

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor: 152/AU/UMSU-07/F/2024

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Tanggal 07 Februari 2024 dengan ini Menetapkan :

NAMA : RIKI KURNIANSYAH
NPM : 2007230024
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : 8 (DELAPAN)
Judul Tugas Akhir : PEMBUATAN FILL BERBENTUK HONEY COMB PADA .
WET COOLING TOWER .

Dosen Pembimbing : KHAIRUL UMURANI ST.MT .

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik MESIN
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan 26 Rajab 1445 H
07 Februari 2024 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



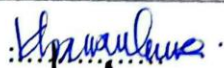


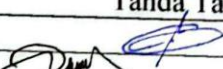

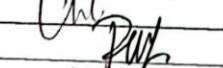
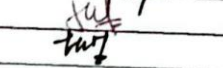
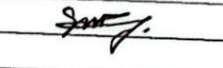
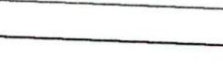
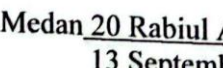
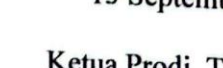
**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK Mesin
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2024 – 2025**

Peserta seminar

Nama : Riki Kurniansyah

NPM : 2007230024

Judul Tugas Akhir : Pembuatan Fill Berbentuk Honeycomb Pada Wet Cooling Tower .

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Dr Khairul Umurani ST.MT		
Pembanding – I	: Dr Suherman ST.MT		
Pembanding – II	: Dr Sudirman ST.MT		
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	2107230101	Arega Yuno Pratama	
2	2107230019	Muhammad Dicky Pradana	
3	2207230168P	Armada Sumitro	
4	2007230005	NIANAN G JADILAH	
5	2107230067	Rama Afridan	
6	2107230036	Jamil Al Hamid Nasution	
7	207220020	Mhd. Fehrozi	
8	190723000	sabarullah Hosi6000	
9			
10			

Medan 20 Rabiul Awal 1447 H
13 September 2025 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar ST.MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Riki Kurniansyah
NPM : 2007230024
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Fill Berbentuk Honeycomb Pada Wet Cooling Tower .

Dosen Pembanding – I : Dr Suherman ST.MT
Dosen Pembanding – II : Dr Sudirman ST.MT
Dosen Pembimbing – I : Dr Khairul Umurani ST.MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....
.....

Medan 20 Rabiul Awal 1447 H
13 September 2025 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- 1



Chandra A Siregar ST.MT



Dr Suherman ST.MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Riki Kurniansyah
NPM : 2007230024
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Fill Berbentuk Honeycomb Pada Wet Cooling Tower .

Dosen Pembanding – I : Dr Suherman ST.MT
Dosen Pembanding – II : Dr Sudirman ST.MT
Dosen Pembimbing – I : Dr Khairul Umurani ST.MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
- perbaikan gambar
- susun kembali data prosedur.
.....
.....
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

Medan 20 Rabiul Awal 1447 H
13 September 2025 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar ST.MT

Dosen Pembanding- II



Dr Sudirman ST.MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Riki Kurniansyah
Jenis Kelamin : Laki - laki
Tempat, Tanggal Lahir : Pulau Gambar, 08 Januari 2002
Alamat : Dusun VIII, Pulau Gambar
Kec. Serba Jadi
Kab. Serdang Bedagai
Agama : Islam
E-mail : rikikurniansyah81@gmail.com
No. Telp/Hp : 085260120285

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

Tahun 2020 - 2026 Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Tahun 2017 - 2020 SMK Swasta Awal Karya Pembangunan Galang
Tahun 2014 - 2017 SMP Swasta Awal Karya Pembangunan Galang
Tahun 2008 - 2014 SD Negeri 106844 Serba Jadi