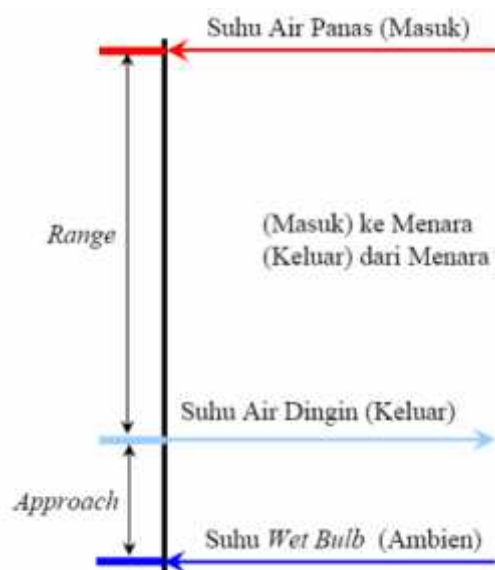


## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Pengertian *Cooling Tower*

*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 melintasi menara. Performa *cooling tower* biasanya dinyatakan dalam *range* dan *approach* seperti yang terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2.1. *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.

Temperatur udara umumnya diukur dengan menggunakan termometer biasa yang sering dikenal sebagai temperatur bola kering (*dry bulb temperature*), 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.

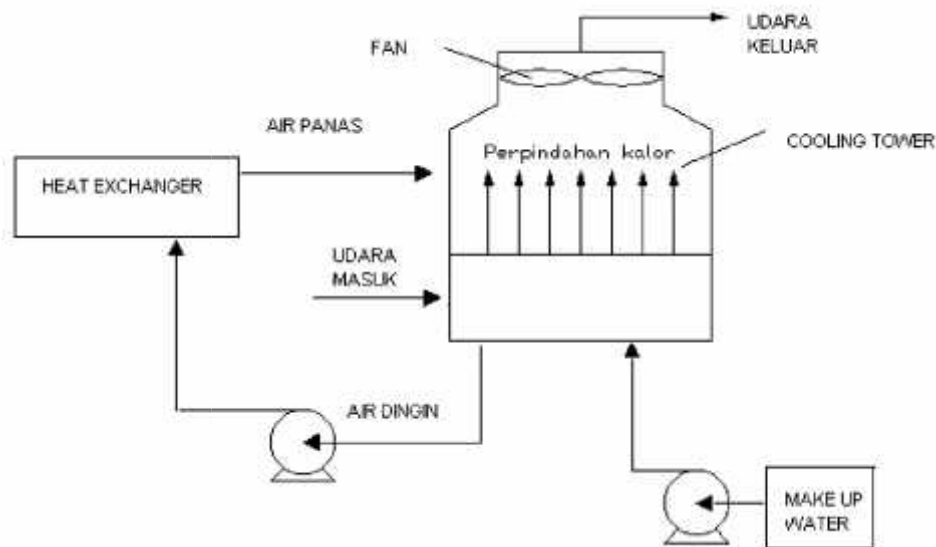
Penguapan akan berlangsung lambat pada kelembaban tinggi dan temperatur bola basah ( $T_{wb}$ ) identik dengan temperatur bola kering ( $T_{db}$ ). Namun pada kelembaban rendah sebagian air akan menguap, jadi temperatur bola basah akan semakin jauh perbedaannya dengan temperatur bola kering.

## **2.2. Fungsi *Cooling Tower***

Semua peralatan pendingin yang bekerja akan melepaskan kalor melalui kondensor, refrijeran 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 relatif sejuk (dingin) untuk dipergunakan kembali di suatu 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 biayanya lebih efektif dan efisien energinya.

### 2.3. 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 2.2. Skema *Cooling Tower*

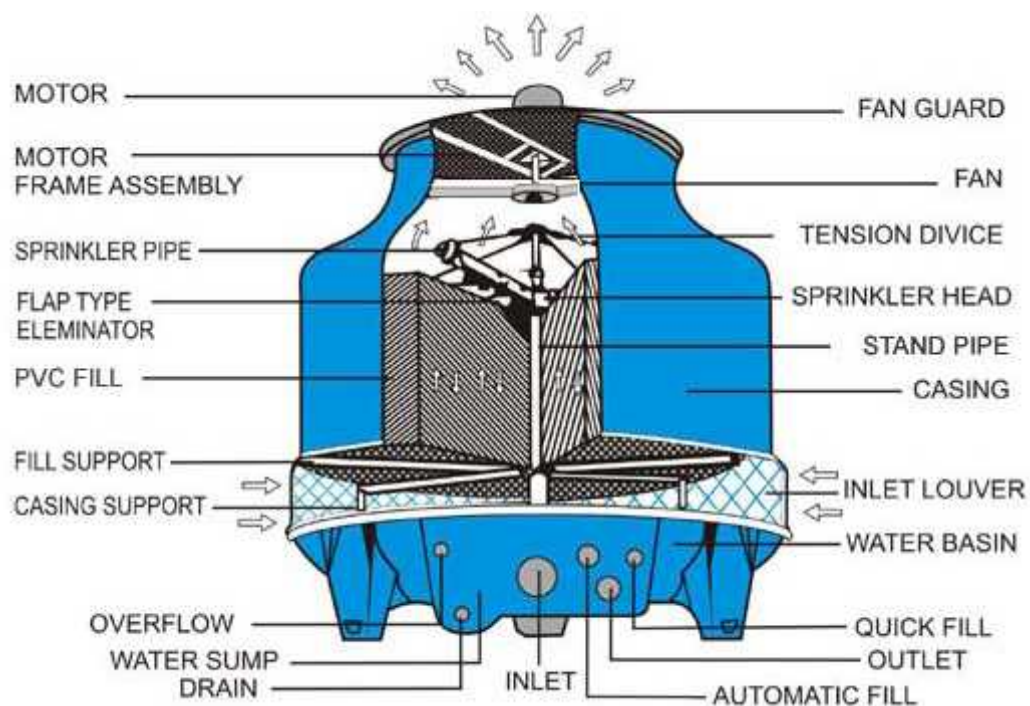
Prinsip kerja *cooling tower* dapat dilihat pada gambar di atas. Air dari bak/basin dipompa menuju *heater* untuk dipanaskan dan dialirkan ke *cooling tower*. Air panas yang keluar tersebut secara langsung melakukan kontak dengan udara sekitar yang bergerak secara paksa karena pengaruh *fan* atau *blower*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

## 2.4. Konstruksi *Cooling Tower*

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



Gambar 2.3. Konstruksi *Cooling Tower*

Konstruksi *cooling tower* secara garis besar terdiri atas:

### 2.4.1. *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.

#### **2.4.2. Kerangka Pendukung *Cooling Tower***

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

#### **2.4.3. *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.

#### **2.4.4. 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.

#### **2.4.5. *Water Basin***

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

#### **2.4.6. *Inlet Louver***

*Inlet louver* berfungsi sebagai 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.

#### **2.4.7. 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 disemprotkan ke bahan pengisi. Pada bahan pengisi inilah air yang mengalir turun ke *water basin* akan bertukar

kalor dengan udara segar dari atmosfer yang suhunya ( $28^{\circ}\text{C}$ ). 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 didinginkan pertama kali dialirkan ke lamella ini.

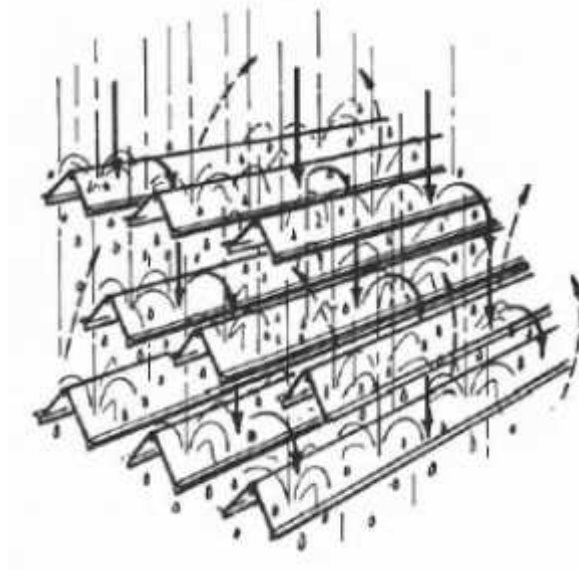
b. *2nd level packing*

Bahan pengisi yang lebih lembut untuk *second stage* pendinginan. Pabrik *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*)

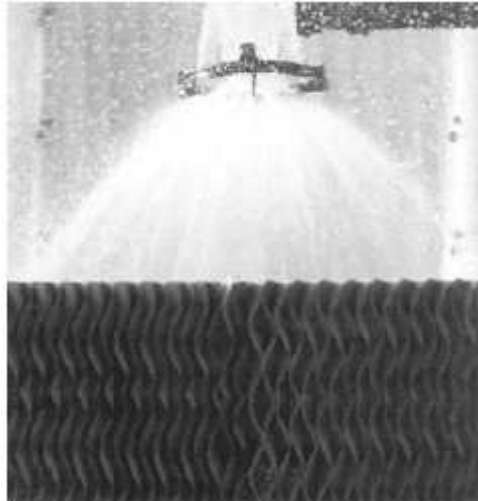
Air jatuh diatas lapisan yang berurut dari batang pemercik horisontal, secara terus menerus pecah menjadi tetesan yang lebih kecil, sambil membasahi permukaan bahan pengisi. Luas permukaan butiran air adalah luas permukaan perpindahan kalor dengan udara. Bahan pengisi percikan dari plastik memberikan perpindahan kalor yang lebih baik daripada bahan pengisi percikan dari kayu.



Gambar 2.4. *Splash Fill*

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

Bahan pengisi jenis film terdiri dari permukaan plastik tipis dengan jarak yang berdekatan dimana 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 2.5. *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 daya dan kinerjanya dibandingkan tipe bahan pengisi jenis percikan konvensional.



Gambar 2.6. *Low - Clog Film Fill*



## **2.5. Klasifikasi *Cooling Tower***

Ada banyak klasifikasi *cooling tower*, namun pada umumnya pengklasifikasian dilakukan berdasarkan sirkulasi air yang terdapat di dalamnya.

*Cooling tower* dapat diklasifikasikan atas tiga bagian, yaitu:

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

### **2.5.1. *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 terpancang pada sisi menara. Celah ini biasanya mengarah miring ke bawah supaya air tidak keluar.

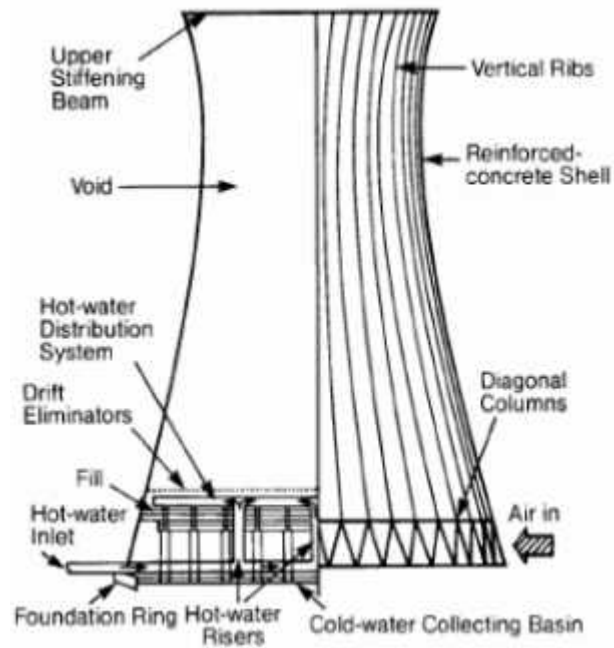
Pertemuan antara air dan udara menyebabkan terjadinya perpindahan kalor sehingga air menjadi dingin. Air yang telah dingin itu berkumpul di kolam atau bak di dasar menara dan dari situ diteruskan ke dalam kondensor atau dibuang keluar, sehingga udara sekarang kalor dan lembab keluar dari atas menara.

*Wet cooling tower* dapat dibagi menjadi:

#### **1. *Natural Draft Cooling Tower***

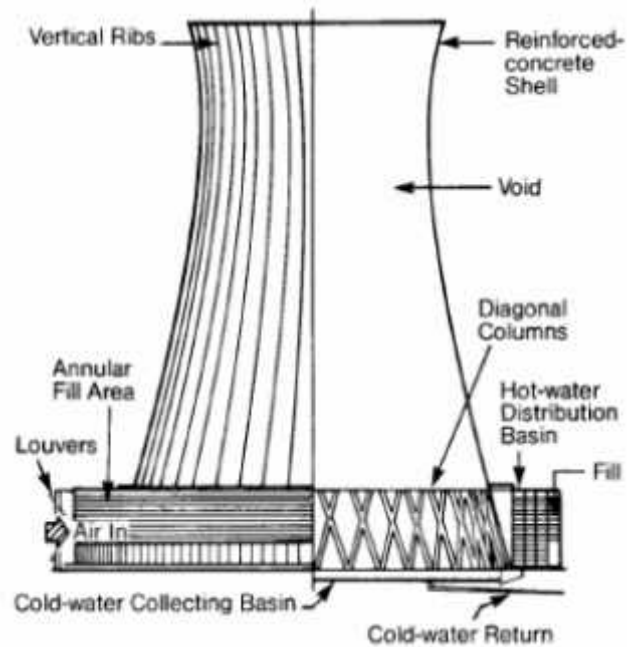
*Natural draft cooling tower* tidak menggunakan kipas (*fan*). Aliran udaranya bergantung semata - mata pada tekanan dorong alami. Pada *natural draft cooling tower* tidak ada bagian yang bergerak, udara mengalir ke atas akibat adanya perbedaan massa jenis antara udara atmosfer dengan udara kalor lembab di dalam *cooling tower* yang bersuhu lebih tinggi daripada udara atmosfer di sekitarnya.

a. *Natural Draft Cooling tower Aliran Counterflow*



Gambar 2.7. *Natural Draft Cooling Tower Aliran Counterflow*

b. *Natural Draft Cooling tower Aliran Crossflow*



Gambar 2.8. *Natural Draft Cooling Tower Aliran Crossflow*

## 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*)

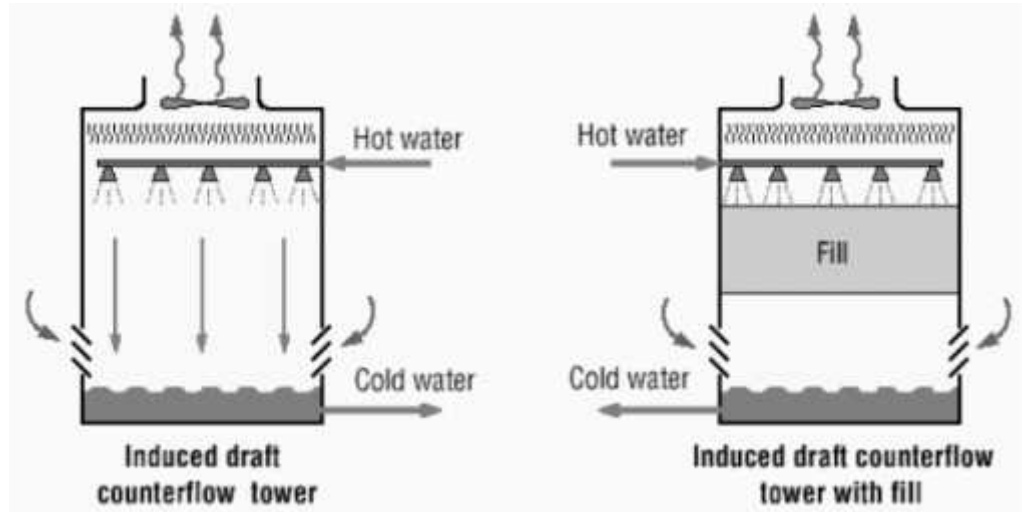
Aliran udara masuk menara pada dasarnya horizontal, tetapi aliran di dalam bahan pengisi ada yang horizontal seperti yang terdapat pada *cooling tower* aliran silang (*cross flow*) dan ada pula yang vertikal seperti *cooling tower* aliran lawan arah (*counter flow*). Aliran lawan arah lebih sering dipakai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

Keunggulan *mechanical draft cooling tower* adalah:

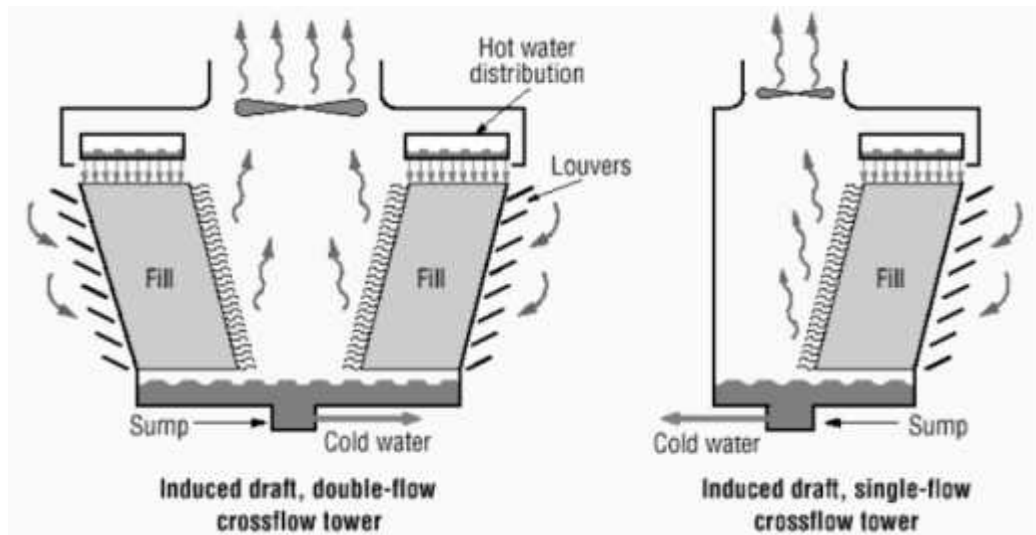
1. Terjaminnya jumlah aliran udara dalam jumlah yang diperlukan pada segala kondisi beban dan cuaca.
2. Biaya investasi dan konstruksinya lebih rendah
3. Ukuran dimensinya lebih kecil.

Kelemahan *mechanical draft cooling tower* adalah:

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



Gambar 2.9. *Induced Draft Cooling Tower Aliran Counterflow*

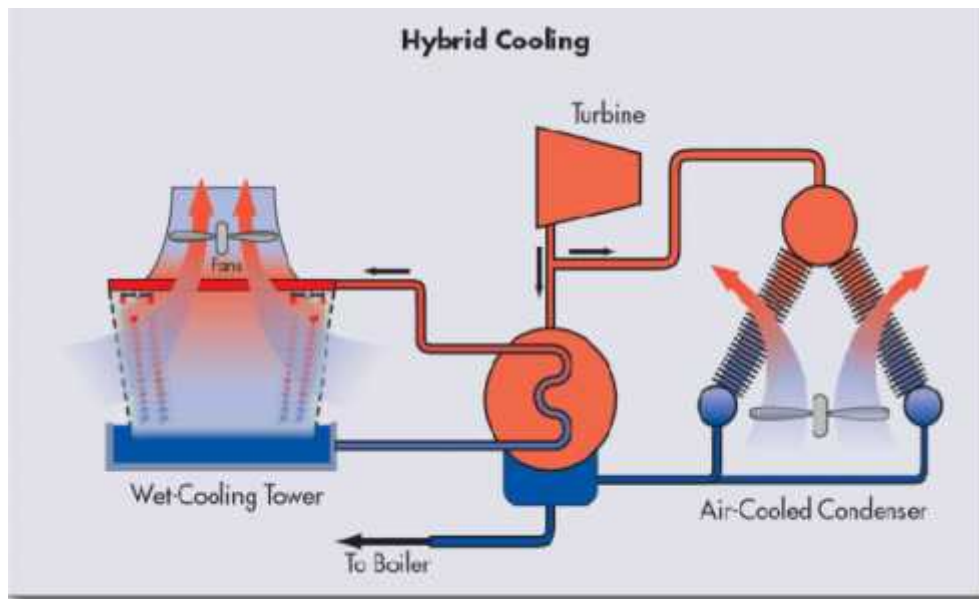


Gambar 2.10. *Induced Draft Cooling Tower Aliran Crossflow*

### 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 2.11. *Combined Draft Cooling tower*

### 2.5.2. *Dry Cooling Tower*

*Dry cooling tower* adalah *cooling tower* yang air 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 berkala sesering *cooling tower* basah.
2. Tidak memerlukan zat kimia aditif 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.

### **2.5.3. Wet - Dry Cooling Tower**

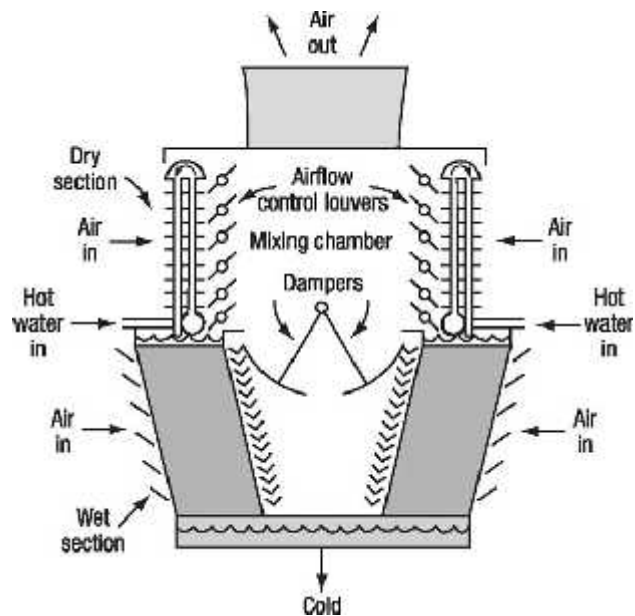
*Wet - dry cooling tower* merupakan gabungan antara *dry cooling tower* dan *wet cooling tower*. *Cooling tower* ini mempunyai dua jalur udara paralel dan dua jalur udara seri.

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 relatif rendah) daripada udara sekitar, sedangkan arus kedua biasanya jenuh.

*Wet - dry cooling tower* mempunyai keunggulan, yaitu:

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



Gambar 2.12. *Wet - Dry Cooling Tower*

## 2.6. *Packing Cooling Tower*

### 2.6.1. *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 massa dan panas ini dipengaruhi oleh luas daerah kontak, antara fluida panas dan fluida dingin, waktu kontak, kecepatan fluida, dan temperatur fluida.

### 2.6.2. *Karakteristik Packing*

Penggunaan *packing* yang tepat akan memaksimalkan kemampuan *cooling tower*, karakteristik - karakteristik *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.

### **2.6.3. Jenis *Packing Cooling Tower***

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

#### 1. *Wood Gids*

Jenis ini pressure dropnya sangat rendah, efisiensi terhadap kontak sangat rendah namun tinggi pada HETP atau 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 inci. Ketebalan *packing* jenis ini bervariasi tergantung produsen, dan beberapa dimensi serta perubahan permukaan yang tersedia dengan ketebalan dinding. Ukurang *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. Efisiensinya rendah.

#### 3. *Berl Saddles*

*Packing* jenis ini lebih efisien daripada *raschig ring*, pada sebagian besar aplikasi, tetapi biayanya lebih mahal. Wadah *packing* dan *berl saddles* juga



menciptakan ruang - ruang sempit yang mana menyalurkan fluida tetapi tidak sebanyak *raschig 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 Designs*

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) dari *raschig ring*, dan HTU yang rendah (dalam beberapa sistem juga lebih rendah dari *berl saddles*). Distribusi cairan yang baik, kapasitas tinggi, sisi dorong yang cukup di dinding kolom. Tersedia dalam bentuk logam, plastik dan 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 relatif rendah.

#### 8. *Stedman Packing*

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

### 9. *Goodloe Packing* dan *Wire Mesh Packing*

*Packing* ini tersedia dalam logam dan plastik, digunakan pada menara yang besar maupun kecil untuk distilasi, *absorbstion*, *scrubbing*, dan ekstraksi cair. Efisiensi tinggi, dan *pressure 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*.



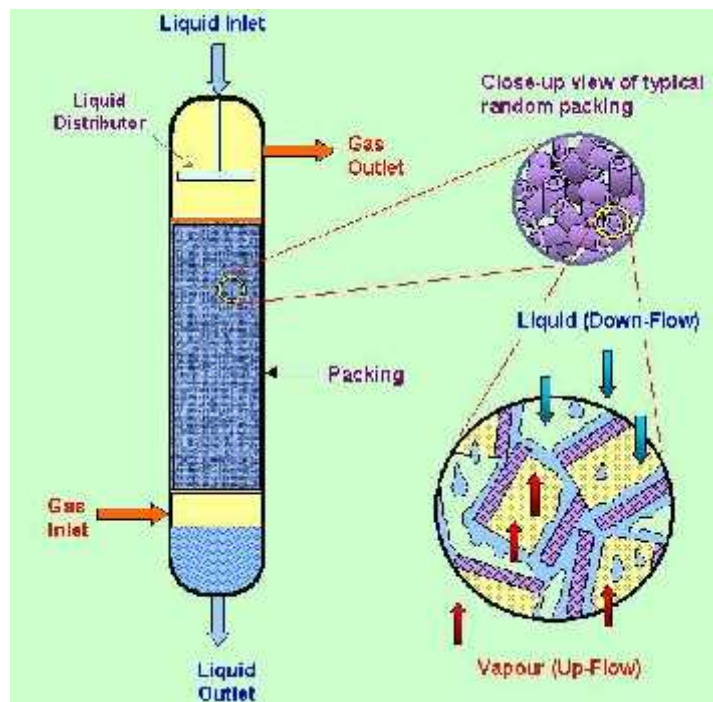
Gambar 2.13. Macam - Macam Jenis *Packing*

#### 2.6.4. 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 2.14. 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.

## 2.6.5. Karakteristik *Random Packing*

Tabel 2.1. Karakteristik *Random Packing*

Packing Type	Material	Nominal size, in.	Bulk density, lb/ft <sup>3</sup>	Total Area, ft <sup>2</sup> /ft <sup>3</sup>	Porosity	Packing Factors, F <sub>r</sub>
Raschig Rings	Ceramic	½	55	112	0.64	580
		1	42	56	0.74	155
		1-1/2	43	37	0.73	95
		2	41	26	0.74	65
Pall Rings	Meta	1	30	63	0.94	56
		1-1/2	24	39	0.95	40
		2	22	31	0.93	27
	Plastic	1	5.5	63	0.93	55
		1-1/2	4.8	39	0.91	40
Berl Saddles	Ceramic	½	54	142	0.62	240
		1	45	76	0.63	110
		1-1/2	40	46	0.71	65
Intalox Saddles	Ceramic	½	48	190	0.71	200
		1	42	76	0.73	92
		1-1/2	39	59	0.73	52
		2	38	36	0.73	40
		3	36	26	0.73	22
Hly-Pak	Meta	1	19	54	0.93	45
		2	14	29	0.97	26

Penjelasan tabel diatas diuraikan sebagai berikut :

1. Berdasarkan tabel dapat dilihat bahwa *packing* dapat dibuat dari material yang berbeda - beda seperti logam, plastik, keramik, karbon, *stoneware* dan lainnya. *Packing* logam biasanya disukai karena kekuatan unggul dan kemampuan dibasahnya bagus. *Packing* plastik (*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 plastik *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.

#### **2.6.6. 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 - sebab sebagai berikut :

1. Pada *random packing*, dikarenakan susunan *packing* yang sembarang dan tak beraturan, maka mengakibatkan luas bidang kontak yang lebih besar 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 faktor - faktor diatas, dapat disimpulkan bahwa *random packing* lebih bagus daripada *regular packing*.