



## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Pengertian Umum**

Air Conditioning (AC) atau alat pengkondisi udara merupakan modifikasi pengembangan dari teknologi mesin pendingin. Alat ini dipakai bertujuan untuk memberikan udara yang sejuk dan menyediakan uap air yang dibutuhkan bagi tubuh. Untuk negara beriklim tropis yang terdiri dari musim hujan dan musim panas, pada saat musim panas suhu ruangan tinggi sehingga penghuni tidak nyaman.

Di lingkungan tempat kerja, AC juga dimanfaatkan sebagai salah satu cara dalam upaya peningkatan produktivitas kerja. Karena dalam beberapa hal manusia membutuhkan lingkungan udara yang nyaman untuk dapat bekerja secara optimal. Tingkat kenyamanan suatu ruang juga ditentukan oleh temperatur, kelembapan, sirkulasi dan tingkat kebersihan udara.

Untuk dapat menghasilkan udara dengan kondisi yang diinginkan, maka peralatan yang dipasang harus mempunyai kapasitas yang sesuai dengan beban pendinginan yang dimiliki ruangan tersebut. Untuk itu diperlukan survey dan menentukan besarnya beban pendinginan.

Secara garis besar beban pendinginan terbagi atas dua kelompok, yaitu beban pendinginan sensibel dan beban pendinginan laten. Beban pendinginan sensibel adalah beban panas yang dipengaruhi oleh perbedaan suhu, seperti beban panas yang lewat konstruksi bangunan, peralatan elektronik, lampu, dll. Sedangkan beban pendinginan laten adalah beban yang dipengaruhi oleh adanya perbedaan kelembapan udara.

Di dalam ruang Pengajaran Umum, untuk merencanakan penggunaan Air Conditioning (AC) perubahan pembebanan terjadi pada peralatan yang menghasilkan kalor seperti: lampu, komputer. Selain itu faktor manusia dan kecepatan udara yang masuk ke dalam ruangan juga mempengaruhi perubahan pembebanan, yang nilai bebannya dapat berubah-ubah baik secara acak maupun teratur.



## 2.2 Prinsip Kerja Pendingin Ruangan

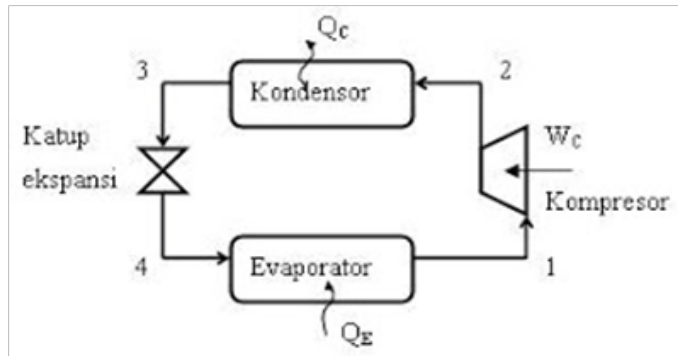
Kompresor AC yang ada pada sistem pendingin dipergunakan sebagai alat untuk memampatkan fluida kerja (refrigerant), jadi refrigerant yang masuk ke dalam kompresor AC dialirkan ke kondensor yang kemudian dimampatkan di kondensor. Di bagian kondensor ini refrigerant yang dimampatkan akan berubah fase dari refrigeran fase uap menjadi refrigeran fase cair, maka refrigerant mengeluarkan kalor yaitu kalor penguapan yang terkandung di dalam refrigeran. Adapun besarnya kalor yang dilepaskan oleh kondensor adalah jumlah dari energi kompresor yang diperlukan dan energi kalor yang diambil evaporator dari substansi yang akan didinginkan. Pada kondensor tekanan refrigerant yang berada dalam pipa-pipa kondensor relatif jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan refrigeran yang berada pada pipa-pipa evaporator.

Prinsip pendinginan udara pada AC melibatkan siklus refrigerasi, yakni udara didinginkan oleh refrigerant / pendingin (freon), lalu freon ditekan menggunakan kompresor sampai tekanan tertentu dan suhunya naik, kemudian didinginkan oleh udara lingkungan sehingga mencair. Proses tersebut diatas berjalan berulang-ulang sehingga menjadi suatu siklus yang disebut siklus pendinginan pada udara yang berfungsi mengambil kalor dari udara dan membebaskan kalor ini ke luar ruangan. Prinsip kerja mesin pendingin ruangan ditunjukkan pada Gambar 2.1.

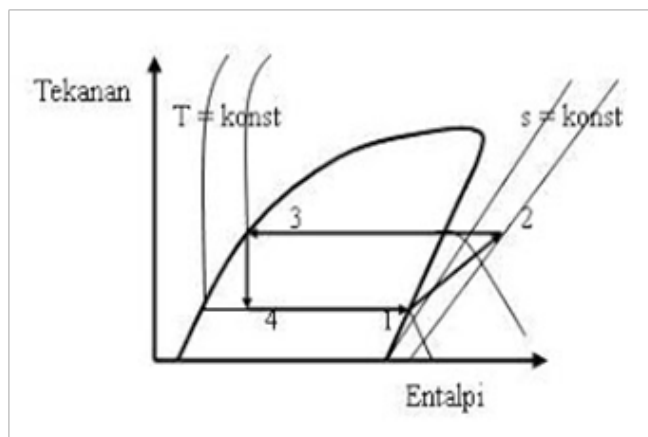
## 2.3 Siklus Kompresi Uap

### 2.3.1 Siklus Kompresi Uap Standart ( Standart Vapour Compression System )

Daur refrigerasi yang sederhana terdiri dari kompresor, kondensor, expansion valve, dan evaporator. Kemudiandari kondisi yang sederhana ini dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan.



Gambar2.1 :Skematis siklus refrigrasi kompresi uap



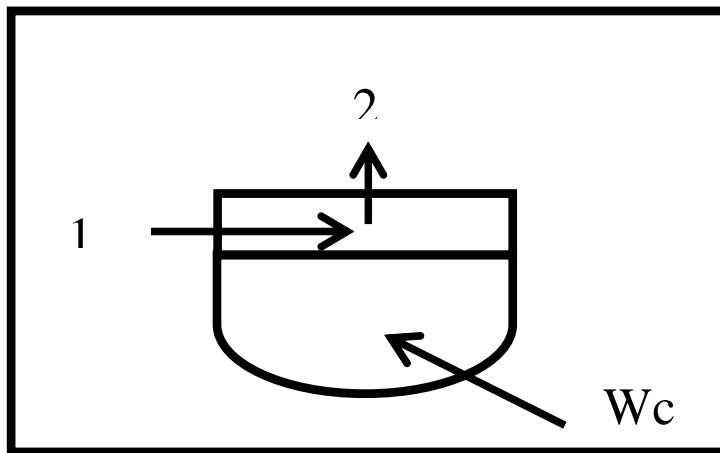
Gambar2.2 :Skematis siklus refrigrasi termasuk perubahan tekanannya

### 2.3.2 Siklus Sistem Refrigerasi

#### 1) Proses 1-2 :Proses Kompresi di Kompresor

Pada proses kompresi ideal (1-2s) tidak ada perpindahan panas yang terjadi antara refrigeran dan sekelilingnya (Proses Adiabatik), juga dianggap tidak ada kerugian gesekan antara refrigerant dengan komponen-komponen

kompresor. Proses ini juga disebut dengan proses isentropik, yaitu suatu proses dimana nilai dari entropinya adalah konstan. Kerja yang dialami kompresor merupakan masukan kerja ( W ) yang sebenarnya berdasarkan tingkat keadaan 1, oleh tekanan yang super panas.



Gambar2.3 :Simbol Kompresor

Persamaan keseimbangan energy ( balance energy )

$$W_c + h_1 - h_2 = 0$$

$$W_c = h_2 - h_1$$

Karena energy kinetic (  $E_k$  ) dan energy potensial (  $E_p$  ) maka untuk kompresi isentropic ideal, tingkat keadaan dua ditentukan oleh entropi ( sama dengan tingkat keadaan satu ) dan tekanannya, sehingga untuk kompresor adalah :

$$W_c = h_{2s} - h_1$$

Maka untuk kerja mesin sebenarnya adalah sebagai berikut :

$$W_c = \frac{W_c}{c}$$

Dimana :

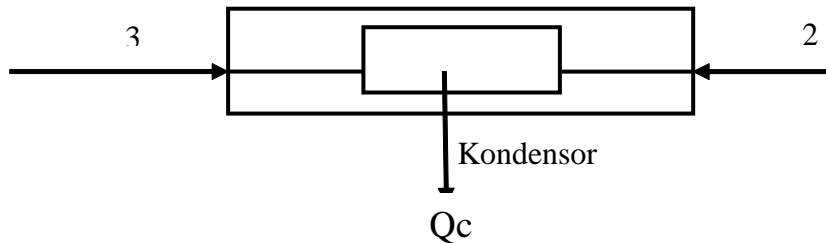
$W_c$  = kerja kompresor ( kJ/kg )

$h_1, h_2, h_3$  = enthalpy ( kJ/kg )

$c$  = efisiensi isentropic kompresor

## 2) Proses 2-3 : Proses Pembuangan Panas ( Kondensasi ) di Kondensor

Pada proses ini tidak terjadi penurunan tekanan (Drop Pressure) sehingga proses disebut isobarik, yaitu suatu proses yang dimana tekanannya adalah konstan. Proses ini merubah refrigerant dari kondisi uap lanjut (titik 2) menjadi cairan jenuh (titik 3) dilakukan dengan jalan mengalirkan udara melalui kondensor, sehingga di dalam area ini terjadi proses perpindahan panas (kondensasi) antara refrigerant dengan udara. Dari tingkat keadaan biasa ditentukan pula harga  $h_3$  yang ditentukan oleh tekanan pada pengeluaran kompresor dalam kondisi cairan jenuh setelah kondensasi.



Gambar 2.4 : Simbol Kondensor

Persamaan keseimbangan energy ( balance energy )

$$h_2 - Q_c - h_3 = 0$$

$$Q_c + h_3 = h_2$$

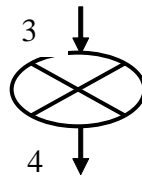
$$Q_c = h_2 - h_3$$

Dimana :

$Q_c$  = laju perpindahan kalor ( kJ/kg )

### 3) Proses 3-4 : Proses Ekspansi pada Katup Ekspansi

Pada proses ekspansi ini terjadi penurunan tekanan tanpa terjadi perubahan enthalpi dari kondisi cairan jenuh (titik 3) menjadi kondisi campuran (titik 4). Dengan terjadinya penurunan tekanan menyebabkan temperatur refrigerant menjadi turun juga. Refrigerant dengan suhu yang sangat dingin ini dialirkan ke dalam evaporator untuk dihembuskan keluar. Proses yang terjadi adalah penurunan tekanan dengan enthalpy konstan yang disebut throttling yang menghasilkan penurunan temperatur yang berarti, sehingga nilai  $h_3 = h_4$

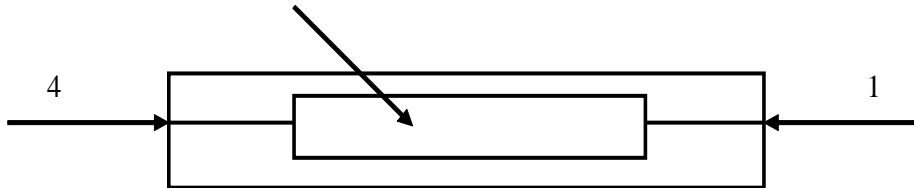


Gambar 2.5 : Simbol Katup Ekspansi

### 4) Proses 4-1 : Proses Penyerapan Panas (Evaporasi) di Evaporator

Dalam proses ini tidak terjadi penurunan tekanan seperti halnya pada kondensor, proses ini merubah kondisi refrigerant dari kondisi campuran (titik 4) menjadi uap jenuh (titik 1) dengan jalan melewati udara melalui evaporator. Didalam ruang ini terjadi perpindahan panas antara refrigerant dengan udara. Temperatur refrigerant naik sampai menjadi uap jenuh, sedangkan udara yang keluar melalui evaporator menjadi dingin. Udara dingin inilah yang dimanfaatkan untuk

mendinginkan udara disekitar ruangan atau dimanfaatkan sebagai pengkondisian udara.



Gambar2.6 : Simbol Evaporator

Persamaan keseimbangan energy ( balance energy )

$$Q_e + h_4 - h_1 = 0$$

$$Q_e = h_1 - h_4$$

Dimana :

$Q_e$  = laju perpindahan energy ( kJ/ kg )

Untuk lebih amannya dalam perencanaan maka  $Q_c$  dan  $Q_e$  sebaliknya dikalikan dengan factor keamanan, yaitu 5% - 10%. Sehingga pelepasan kalor actual pada kondensor adalah :

$$Q_c = Q_c + Q_c \cdot f_k$$

Dan penyerapan kalor actual oleh evaporator adalah :

$$Q_e = Q_e + Q_e \cdot f_k$$



## 2.4 Komponen Utama yang Membentuk Sistem Refrigerasi

### 2.4.1 Kompresor

Kompresor adalah suatu alat pada mesin pendingin. Daya hisapnya yang menghisap dan memompa gas digerakkan oleh electromotor. Sehingga menaikkan tekanan yang mengakibatkan adanya kompresi yang bertujuan untuk memudahkan cairan kembali dari refrigerant. Pada waktu uap refrigerant dihisap masuk ke kompresor berlangsung maka temperaturnya akan naik. Jumlah refrigerant yang bersirkulasi didalam daur refrigerant tergantung pada jumlah uap yang dihisap masuk kedalam kompresor.

### 2.4.2 Kondensor

Kondensor adalah suatu jaringan pipa yang berfungsi sebagai pengembunan udara yang dipompakan dari kompresor akan mengalami penukaran, sehingga mengalir ke pipa kondensor. Selanjutnya udara yang berada dalam pipa kondensor akan mengalami pengembunan dan menjadi cair jenuh. Dari sini, udara yang sudah mengembun dan menjadi zat cair jenuh akan mengalir menuju pipa evaporator melalui katup ekspansi.

### 2.4.3 Katup Ekspansi

Elemen dasar dari sistem refrigerant selain dari kompresor, kondensor, dan evaporator adalah katup ekspansi. Katup ekspansi ini mempunyai dua kegunaan yaitu menurunkan tekanan refrigerant cair dan mengatur aliran refrigerant ke evaporator. Katup ekspansi menurut cara kerjanya dibedakan menjadi 4 bagian yaitu :

#### a) Pipakapiler

Berupa pipa kecil dari tembaga dengan lubang berdiameter sekitar +1 mm, dengan panjang yang disesuaikan dengan keperluannya hingga beberapa centimeter. Pada berbagai unit refrigerasi yang menggunakannya pipa ini biasanya diuntai





agar terlindung dari kerusakan dan ringkas penempatannya. Lubang saluran yang sempit dan panjangnya pipa kapiler ini merupakan hambatan bagi aliran refrigerant yang melintasinya, hambatan itulah yang membatasi besarnya aliran itu. Pipa kapiler ini menghasilkan aliran yang konstan.

b) Katup Ekspansi Tangan ( hand/manual expansion valve )

Adalah pengatur aliran yang berupa katup atau keran biasa, yang dioperasikan untuk mengatur bukaan secara manual.

c) Katup Ekspansi Termostatik ( Thermostatic expansion valve )

Pada piranti ini terdapat bagian yang dapat bekerja secara termostatik, yaitu mempunyai sensor suhu yang dilekatkan pada bagian keluaran evaporator. Perubahan suhu yang terjadi pada keluaran evaporator itu menjadi indikator besar-kecilnya beban refrigerasi. Variasi suhu itu dimanfaatkan untuk mengaturnya TEV, sehingga besarnya laju aliran melintasinya juga menjadi terkontrol.

d) Katup Pelampung ( float valve – FV )

Piranti ekspansi jenis ini biasanya dirangkaikan dengan evaporator jenis “genangan” ( flooded evaporator, wet evaporator ). Ketinggian muka (level) cairan dalam tendon ( reservoir ) cairan evaporator menjadi pendorong pelampung yang menjadi pengatur besarnya bukaan katup.

### 2.4.4 Evaporator

Evaporator adalah suatu jaringan atau bentuk pipa yang dikonstruksikan sedemikian rupa berfungsi sebagai alat penguapan. Pipa evaporator ada yang terbuat dari bahan tembaga, besi, aluminium, atau dari kuningan. Namun kebanyakan terbuat dari aluminium dan besi.

Evaporator dapat dibagi ke dalam beberapa golongan sesuai dengan keadaan refrigeran yang ada didalamnya yaitu: Jenis ekspansi



kering (Dry atau direct expansion evaporator) dan evaporator jenis basah (Flooded evaporator). Pada evaporator jenis ekspansi kering, cairan refrigeran yang diekspansikan melalui katup ekspansi, pada waktu masuk ke dalam evaporator sudah dalam keadaan campuran cair dan uap sehingga keluar dari evaporator dalam keadaan uap kering. Oleh karena sebagian dari evaporator terisi oleh uap refrigeran maka perpindahan kalor yang terjadi tidak begitu besar jika dibandingkan dengan keadaan dimana evaporator terisi oleh refrigeran cair.

Pada evaporator jenis basah sebagian besar dari evaporator terisi oleh refrigeran cair. Proses penguapannya terjadi seperti pada ketel uap. Gelembung refrigeran yang terjadi karena pemanasan akan naik dan pecah pada permukaan cairan atau terlepas dari permukaannya. Sebagian refrigeran kemudian masuk ke dalam akumulator (liquid receiver) yang memisahkan uap dari cairan, maka refrigeran dalam bentuk uap sajalah yang akan masuk ke dalam kondensor.

Ditinjau dari konstruksi evaporator dapat dibagi menjadi tiga yaitu: evaporator tabung dan koil, evaporator tabung dan pipa jenis ekspansi kering, dan evaporator koil dengan pendinginan udara. Pada evaporator tabung dan koil terdapat koil pipa tunggal atau koil pipa ganda di dalam sebuah silinder.

Refrigeran mengalir di dalam koil pipa untuk mendinginkan air atau larutan garam yang ada dibagian luar koil. Evaporator jenis ini hanya dipakai pada mesin refrigerasi yang kecil karena laju perpindahan kalornya sangat rendah. Evaporator jenis Tabung dan Pipa Ekspansi Kering menggunakan banyak pipa yang dipasang di dalam tabung. Refrigeran mengalir di dalam pipa sedangkan cairan yang akan didinginkan mengalir dibagian luar pipa refrigeran yaitu di dalam tabung.

Pelat sekat yang ada di dalam silinder berfungsi menunjang pipa refrigeran dan mengarahkan aliran cairan yang hendak didinginkan sehingga dapat mengalir tegak lurus pada pipa dengan kecepatan yang lebih tinggi. Hal ini akan menyebabkan laju perpindahan kalornya makin baik karena kontak antara cairan yang hendak didinginkan dengan pipa refrigeran dapat dibuat lebih baik. Di dalam evaporator, refrigeran menguap sempurna dan selanjutnya mengalir ke dalam



kompresor. Sedangkan bentuk atau konstruksi evaporator kering untuk lemari es ada tiga macam yaitu:

- Permukaan datar (plate surface)
- Pipa (bare tube)
- Pipa dengan sirip-sirip (finned tube)

Adapun cara kerja evaporator adalah menguapkan gas yang masuk dari pipa kondensor. Gas refrigerant dari kompresor masih dalam temperature yang sangat tinggi, artinya kalorinya ( panasnya ) dinaikkan. Setelah itu karena dorongan dari kompresor, ia mengalir masuk masuk pipa-pipa kondensor. Dalam pipa kondensor ini, gas mengalami perubahan menjadi dingin, selanjutnya mengalir terus menuju pipa kapiler, dari pipa kapiler merambat menuju ke pipa evaporator.

### 2.4.5 Refrigerant

Refrigerant adalah media perpindahan panas, yang menyerap panas atau kalor dengan penguapan ( evaporator ) pada temperature rendah dan memberikan kalor dengan pengembunan ( kondensor ) pada temperature dan tekanan tinggi.

Refrigerant dalam perdagangan telah diklasifikasi oleh ASRE ( American Society of Refrigerating Engineers ). Standart dari ASRE membagi refrigerant dalam beberapa kelompok penting yaitu senyawa Halokarbon, Anorganik, Hidrokarbon, dan Aezotop.

Pada refrigerator, refrigerant yang ideal sekurang-kurangnya mengikuti sifat-sifat sebagai berikut :

- a) Tekanan penguapan positif mencegah kemungkinan terjadinya kebocoran udara kedalam sistem selama operasi.
- b) Suhu pembekuan harus cukup rendah, agar pemadatan refrigerant tidak terjadi selama operasi normal.
- c) Daya larut minyak pelumas. Minyak yang digunakan sebagai pelumas dalam refrigerator, terutama pada sistem, harus mudah larut, karena bersentuhan langsung dengan refrigerant.

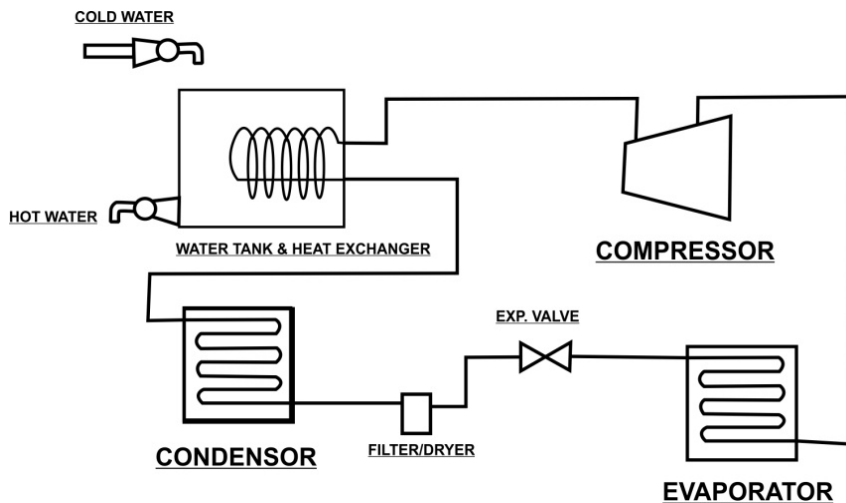


- d) Tidak mudah terbakar, uap refrigerant tidak boleh terbakar atau mengakibatkan kebakaran pada setiap konsentrasi dengan udara.
- e) Mempunyai tekanan kondensasi yang tidak terlalu tinggi, karena dengan tekanan kondensasi yang tinggi memerlukan kondensor yang besar dan kuat, juga pipa-pipa harus kuat dan kemungkinan terjadinya kebocoran sangat besar.
- f) Kekuatan di elektrik yang tinggi.
- g) Mempunyai struktur kimia yang stabil, tidak boleh terurai setiap kali dimampatkan, diembunkan, dandiupkan.

Sifat-sifat di atas jarang sekali dijumpai pada refrigerant yang mempunyai sifat secara mutlak memuaskan untuk semua sistem pendingin.

### **2.5 Air Conditioner Water Heater**

Air Conditioner Water Heater adalah sistem yang memanfaatkan panas buang dari sistem pendinginan untuk memanaskan air. Sebagian kalor dari refrigeran yang sudah dikompresi oleh kompresor digunakan untuk memanaskan air dengan bantuan alat penukar kalor. Penukar kalor inilah yang sangat menentukan kinerja dari ACWH. Dibutuhkan penukar kalor yang dapat memindahkan kalor semaksimal mungkin dari refrigeran tanpa menyebabkan pressure drop berlebihan yang dapat mempengaruhi kinerja sistem pendinginan.



Gambar 2.6 Rangkaian Air Conditioner Water Heater

Prinsip kerja Air Conditioner Water Heater adalah:

1) Proses 1-2

Uap refrigeran dihisap kompresor kemudian ditekan sehingga tekanan dan temperatur refrigeran naik.

2) Proses 2-2

Panas refrigeran ditransfer kepada air di dalam penukar kalor sehingga air mengalami kenaikan temperatur sedangkan refrigeran mengalami penurunan dan sebagian telah berubah fasa menjadi cairan.

3) Proses 2-3

Refrigeran didinginkan pada kondensor seperti pada siklus pendinginan biasa

4) Proses 3-4

Refrigeran keluaran kondensor dan penukar kalor digabungkan sebelum diekspansi. Cairan refrigeran dengan tekanan dan temperatur tinggi diekspansikan sehingga mengalami penurunan tekanan dan temperatur.



### 5) Proses 4-1

Refrigeran di evaporator dalam keadaan temperatur rendah sehingga dapat menyerap kalor ruangan. Cairan refrigeran menguap secara berangsur-angsur karena menerima kalor sebanyak kalor laten penguapan. Selama proses penguapan di dalam pipa terdapat campuran refrigeran fase cair dan uap. Proses ini berlangsung pada tekanan tetap sampai mencapai derajat superheat

Secara teoritis dengan penggunaan Air Conditioner Water Heater dapat meningkatkan jumlah kalor yang dapat dibuang yang berarti dapat menambah beban pendinginan (cooling load) yang dapat dipindahkan dengan kerja kompresor yang sama. Namun perlu diperhatikan jika beban pendinginan tidak ditambah, akan mengakibatkan refrigeran yang masuk ke dalam kompresor masih berada dalam kubah uap (berfasa campuran antara liquid dan vapor) sehingga dapat merusak kompresor.

Berdasarkan standar temperatur air panas untuk kepentingan mandi dan mencuci tangan, maka temperatur yang harus dicapai oleh sistem Air Conditioner Water Heater adalah 40-45°C. Sedangkan untuk kepentingan mandi, rata-rata seorang dewasa membutuhkan air 50L. Dengan asumsi bahwa sebuah apartemen dihuni oleh 2 orang dan setiap orangnya mandi menggunakan air panas minimum 1 kali per hari, maka jumlah air panas yang harus disuplai sistem ACWH adalah 100 L/hari.

## 2.6 Pengertian Efektifitas

Pengertian efektifitas secara umum menunjukkan sampai seberapa jauh tercapainya suatu tujuan yang terlebih dahulu ditentukan. Hal tersebut sesuai dengan pengertian efektifitas menurut Hidayat (1986) yang menjelaskan bahwa :

**“Efektifitas adalah suatu ukuran yang menyatakan seberapa jauh target (kuantitas, kualitas dan waktu) telah tercapai. Dimana makin besar presentase target yang dicapai, makin tinggi efektifitasnya”.**

Sedangkan pengertian efektifitas menurut Schemerhon John R. Jr. (1986:35) adalah sebagai berikut :



**“ Efektifitas adalah pencapaian target output yang diukur dengan cara membandingkan output anggaran atau seharusnya (OA) dengan output realisasi atau sesungguhnya (OS), jika  $(OA) > (OS)$  disebut efektif ”.**

Adapun pengertian efektifitas menurut Prasetyo Budi Saksono (1984) adalah :

**“ Efektifitas adalah seberapa besar tingkat kelekatan output yang dicapai dengan output yang diharapkan dari sejumlah input “.**

Dari pengertian-pengertian efektifitas tersebut dapat disimpulkan bahwa efektifitas adalah suatu ukuran yang menyatakan seberapa jauh target (kuantitas,kualitas dan waktu) yang telah dicapai oleh manajemen, yang mana target tersebut sudah ditentukan terlebih dahulu. Berdasarkan hal tersebut maka untuk mencari tingkat efektifitas dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Efektifitas} = \text{Output Aktual} / \text{Output Target} \geq 1$$

- Jika output aktual berbanding output yang ditargetkan lebih besar atau sama dengan 1 (satu), maka akan tercapai efektifitas.
- Jika output aktual berbanding output yang ditargetkan kurang daripada 1 (satu), maka efektifitas tidak tercapai.

## 2.7 Metode Perhitungan Efektifitas Penukar Kalor

Air conditioner Water Heater adalah pemanas air yang memanfaatkan suhu freon yang sangat tinggi pada saat keluar dari kompresor. Pada AC biasa, suhu tersebut akan diturunkan lagi (dibuang ) pada kondensor dengan cara ditiup dengan kipas. Sebelum masuk kondensor, aliran freon panas tersebut dibelokkan kedalam tangki yang berisi air dingin. Di dalam tangki ada pipa - pipa yang disebut Heat Exchanger. Sehingga terjadi kontak antara freon panas dan air dingin pada heat exchanger. Air yang semula dingin perlahan akan memanaskan sesuai dengan suhu freon. Sebaliknya freon yang semula sangat panas akan sedikit menurun temperaturnya sebagai hasil kontak dengan air dingin tersebut.

Metode perhitungan pada penelitian ini menggunakan rumus metode efektifitas pendinginan. Metode efektifitas mempunyai beberapa keuntungan untuk menganalisa perbandingan berbagai jenis penukar kalor dalam memilih jenis yang terbaik untuk melaksanakan pemindahan kalor tertentu.



## Tugas Akhir

---

Efektifitas penukar kalor (Heat Exchange Effectiveness) didefinisikan sebagai berikut:

$$Q = \dots\dots\dots$$

Perpindahan kalor yang sebenarnya (actual) dapat dihitung dari energi yang dilepaskan oleh fluida panas/energi yang diterima oleh fluida dingin untuk penukar kalor aliran lawan arah.

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

$$m = \rho \times V_{\text{air}}/t$$

Dimana :

Q = kalor yang dibutuhkan untuk memanaskan air ( joule/s )

$\rho$  = massa air ( kg/m<sup>3</sup> )

V = volume air ( m<sup>3</sup> )

t = waktu ( s )

CP = kalor spesifik air ( J/kg.K )

$\Delta t$  = temperatur awal dan akhir air ( °C )

Untuk menentukan perpindahan kalor maksimum bagi penukar kalor itu dipahami bahwa nilai maksimum akan didapat bila salah satu fluida mengalami perubahan suhu sebesar beda suhu maksimum yang terdapat dalam penukar kalor itu, yaitu selisih suhu masuk fluida panas dan fluida dingin.

Fluida yang mungkin mengalami beda suhu maksimum ini ialah yang mempunyai minimum, syarat keseimbangan energi bahwa energi yang diterima oleh fluida yang satu sama dengan energi yang dilepas oleh fluida yang lain. Jika fluida yang mengalami nilai mc yang lebih besar yang dibuat mengalami beda suhu yang lebih besar dari maksimum, dan ini tidak dimungkinkan. Jadi perpindahan kalor yang mungkin dinyatakan:



## 2.8 Alat Dan Bahan Penelitian

### 2.8.1 Persiapan Alat Pengujian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut

1. AC dengan daya 1 PK
2. Tangki penyimpanan air
3. Stopwatch
4. Thermolaser

### 2.8.2 Persiapan Bahan Pengujian

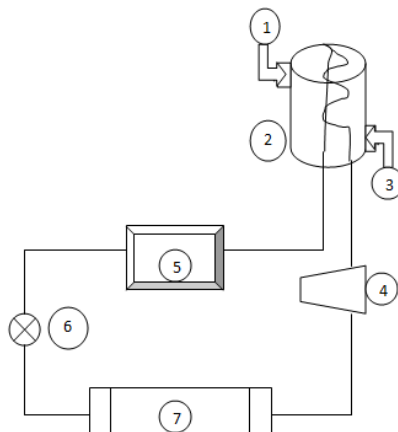
Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

**2.8.2 Heat exchanger dengan panjang pipa 1 m**

**3.8.2 Heat exchanger dengan panjang pipa 2 m**

**4.8.2 Heat exchanger dengan panjang pipa 3 m**

### 2.8.3 Skema Alat Pengujian



Gambar 2.7 Skema alat uji penukar kalor



Keterangan :

- |               |                   |               |
|---------------|-------------------|---------------|
| 1. Water in   | 4. Kompresor      | 7. Evaporator |
| 2. Tangki air | 5. Kondensor      |               |
| 3. Water out  | 6. Katup ekspansi |               |

## 2.9 Metode Penelitian

Pengujian diawali dengan proses penyusunan peralatan, serta diperiksa dan disetting agar dapat dioperasikan dengan baik. Pelaksanaan pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Hidupkan mesin AC
2. Set suhu tertinggi pada remote AC (max)
3. Catat debit aliran fluida (m<sup>3</sup>/min)
4. Ukur temperatur air  
t1: Temperature awal air (°C)  
t2: Temperatur akhir air (°C)
5. Mencatat data pengamatan pada menit ke 10 sebanyak 3 kali percobaan
6. Semua data yang diambil dimasukkan ke dalam tabel data
7. Matikan mesin
8. Lakukan langkah 1 sampai dengan 7 untuk tiap pengambilan data pada setiap variasi percobaan
9. Lakukan metode sampel random untuk analisa data



### 2.10 Analisis

Penelitian ini bersifat eksploratif yang bertujuan untuk melihat fenomena atau keadaan tertentu. Model analisis yang diambil ialah dengan mengumpulkan data, kemudian data yang bersifat kuantitatif diproses dengan cara diklasifikasikan dan dihitung dengan menggunakan suatu rumus terapan. Data tersebut selanjutnya diproses lebih untuk kepentingan visualisasi datanya.

Visualisasi ini bertujuan untuk mempermudah penulis maupun orang lain untuk memahami penelitian ini. Cara visualisasi dalam analisis data penelitian ini ialah dengan menampilkan data dalam bentuk diagram garis, sehingga dapat menggambarkan fenomena yang terjadi dengan jelas.