

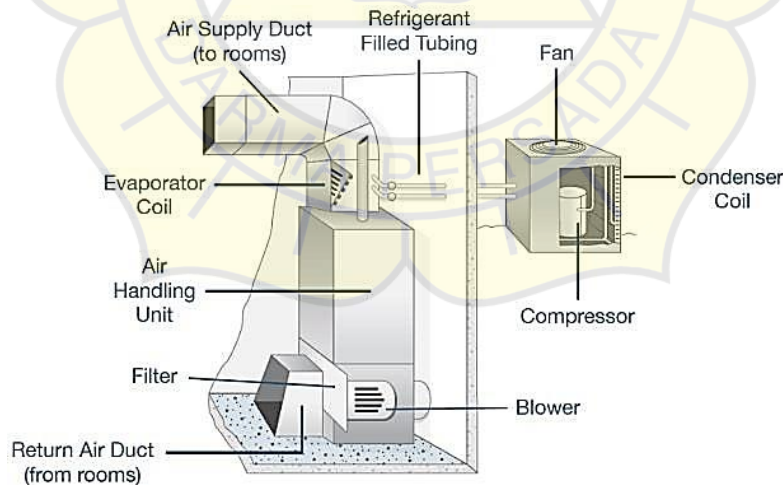
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Sistem Pengkondisian Udara (HVAC)

##### 2.1.1 Pengertian Sistem Pengkondisian Udara (HVAC)

HVAC (*heating, ventilating, and air conditioning*) merupakan salah satu sistem pemanas, sirkulasi udara dan pendingin yang pada umumnya dirangkai dalam satu sistem. HVAC umumnya terkait dengan pemanasan dan pendinginan industri. HVAC adalah sistem atau mesin yang melakukan tiga fungsi utama dengan tiga saluran terpisah yaitu pemanasan, pendinginan dan ventilasi udara. HVAC umumnya digunakan dalam bangunan komersial atau industri. Tujuan dari satu sistem HVAC adalah untuk membuat suasana yang nyaman bagi pengguna dengan mengkondisikan variabel dalam udara ruangan yang meliputi suhu, kelembaban dan udara bersih [2]. Pengkondisian udara adalah hal yang penting dalam suatu bangunan karena sistem pengkondisian udara yang baik akan menghasilkan udara segar sehingga diperolehnya kenyamanan yang baik bagi manusia maupun lingkungan. Dengan tingkat kenyamanan yang baik akan meningkatkan kinerja dari manusia maupun ruangan yang digunakan.



Gambar 1. Sistem HVAC

Sumber: Taufiqurrokhman, 2018 [3]

Dasar HVAC dapat didefinisikan secara lebih detail sebagai berikut:

**1. Heating (Pemanas):**

Pemanas adalah peralatan yang digunakan untuk menghasilkan panas untuk bangunan. Hal ini dapat dilakukan melalui pemanasan sentral. Sistem seperti itu terdiri dari *boiler*, tungku dan pompa kalor untuk memanaskan air, uap atau udara di lokasi pusat seperti ruang perapian di rumah atau ruang mekanis di gedung besar. Panas dapat ditransfer dengan konveksi, konduksi dan radiasi [2]. Dalam kasus air atau uap yang dipanaskan, pipa digunakan untuk mengangkut panas ke ruangan. Kebanyakan sistem pemanas air modern memiliki sirkulator semacam pompa untuk memindahkan air panas melalui sistem distribusi. Panas dapat ditransfer ke udara sekitarnya menggunakan radiator atau kumparan air panas (*hidro-air*) atau penukar panas lainnya. Radiator dapat dipasang di dinding atau dipasang di lantai untuk menghasilkan panas lantai.

**2. Ventilation (Ventilasi)**

Ventilasi adalah proses perubahan atau penggantian udara di ruangan untuk mengontrol suhu atau menghilangkan perpaduan kelembaban, bau, asap, panas, debu, bakteri di udara dan karbon dioksida untuk mengisinya dengan oksigen. Ventilasi meliputi pertukaran udara didalam dengan udara diluar serta sirkulasi udara di dalam ruangan [2]. Ini adalah salah satu faktor paling penting untuk menjaga kualitas udara dalam ruangan yang dapat diterima dalam ruangan.

Metode untuk ventilasi bangunan dapat dibagi menjadi jenis mekanik dan alami. Ventilasi mekanik disediakan oleh *Air Handling Unit* (AHU) yang digunakan untuk mengontrol kualitas udara dalam ruangan [2]. Kelembaban, bau dan kontaminan yang berlebihan di dalam ruangan seringkali dapat dikontrol melalui pengenceran atau penggantian dengan udara luar. Namun, dalam iklim yang lembab, energi lebih banyak diperlukan untuk menghilangkan kelembaban berlebih dari udara ventilasi.

Dapur dan kamar mandi biasanya memiliki *exhaust* mekanik untuk mengontrol bau dan kelembaban. Faktor-faktor dalam desain sistem tersebut termasuk laju aliran yang merupakan fungsi dari kecepatan kipas, ukuran lubang pembuangan dan tingkat kebisingan. Kipas penggerak langsung tersedia untuk banyak aplikasi, dan dapat mengurangi kebutuhan perawatan.

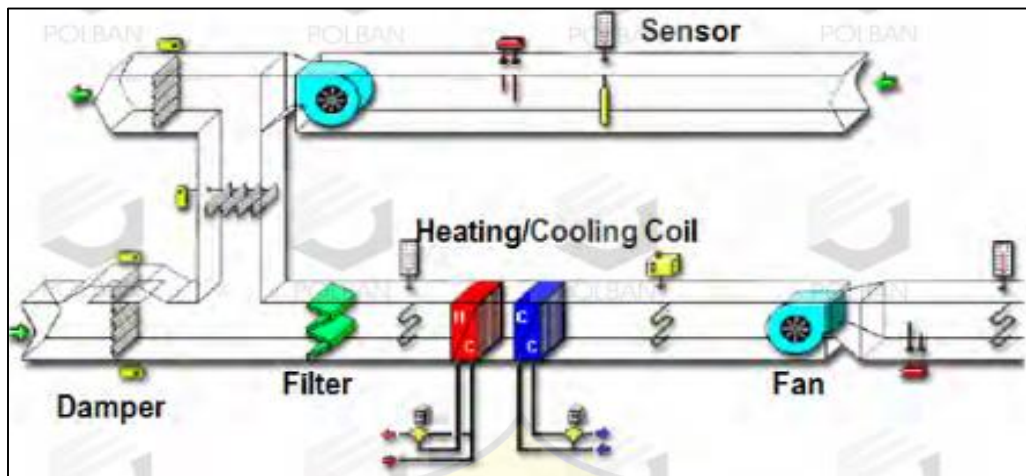
### 3. *Air Conditioning* (AC)

Sistem pendingin udara memiliki kontrol pendinginan dan kelembaban untuk seluruh atau sebagian bangunan. Bangunan ber-AC seringkali memiliki jendela tertutup karena jendela yang terbuka akan bekerja melawan sistem yang dimaksudkan untuk mempertahankan kondisi udara dalam ruangan yang konstan. Di luar, udara segar umumnya ditarik ke dalam sistem oleh ventilasi ke bagian penukar panas dalam ruangan sehingga menciptakan tekanan udara positif AC dan refrigerasi disediakan untuk menghilangkan/melepas panas. Panas dapat dihilangkan/dilepas melalui radiasi, konveksi dan konduksi [2]. Media konduksi refrigerasi seperti air, udara, es dan bahan kimia disebut sebagai *refrigerant*.

*Refrigerant* digunakan baik dalam sistem pompa kalor dimana kompresor digunakan untuk menggerakkan siklus pendinginan termodinamik atau dalam sistem pendinginan bebas yang menggunakan pompa untuk mensirkulasi *refrigerant* dingin (biasanya air atau campuran glikol).

#### 2.1.2 Cara Kerja Sistem Pengkondisian Udara (HVAC)

Prinsip kerja sistem HVAC (*Heating, Ventilating, and Air Conditioning*) sebagai pergantian udara ruangan dengan udara segar dari lingkungan [4]. Kolaborasi udara masuk menuju AHU (*Air Handling Unit*) melewati beberapa bagian seperti: *filter*, *fan* (*blower*), koil *evaporator* (*cooling*) dan pemanas (*heating*). Setelah terjadi penurunan suhu kemudian disalurkan oleh saluran udara (*ducting*) ke ruangan hingga merata.



Gambar 2. Cara kerja HVAC

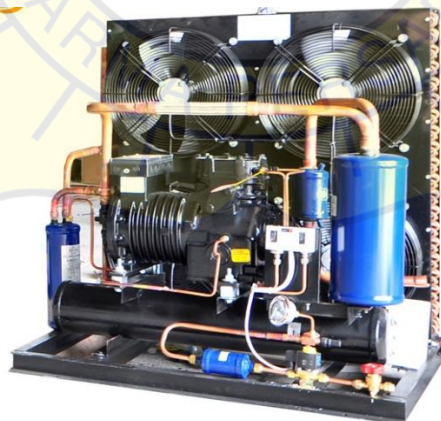
Sumber: Training TAC HVAC [5]

### 2.1.3 Komponen Sistem Pengkondisian Udara (HVAC)

Prinsip kerja mesin pendingin pada umumnya adalah mengambil kalor dari ruang yang didinginkan untuk selanjutnya kalor tersebut dibuang keluar.

#### 1. *Compressor*

Udara dipompa oleh *compressor* sehingga merubah bentuk dari fasa uap menjadi fasa cair, perubahan ini disebut proses kondensasi, proses kondensasi selalu disertai dengan pelepasan kalor [6].



Gambar 3. *Compressor*

Sumber: Shanghai Shenglin M&E Technology Co., Ltd., 2010 [7]

## 2. Kondensor

Kondensor adalah komponen yang berfungsi melepaskan sebagai akibat perubahan refrigeran dari fasa uap menjadi fasa cair [6].

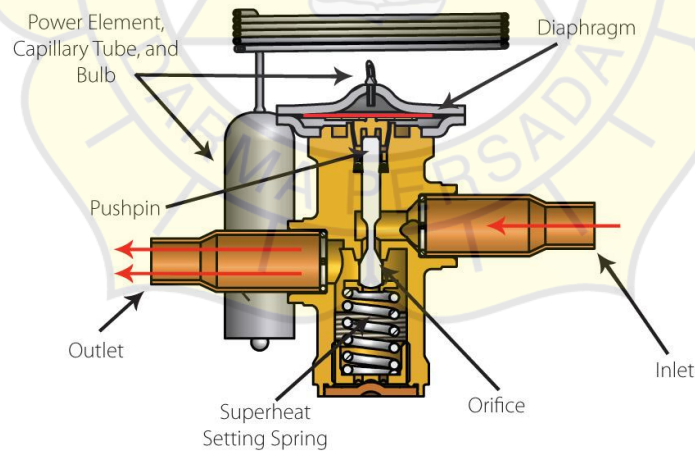


Gambar 4. Kondensor

Sumber: Auto 2000 Member of Astra [8]

## 3. *Expansion valve*

Berfungsi untuk menurunkan tekanan refrigeran sehingga berubah dari fasa cair menjadi fasa uap atau evaporasi [6].

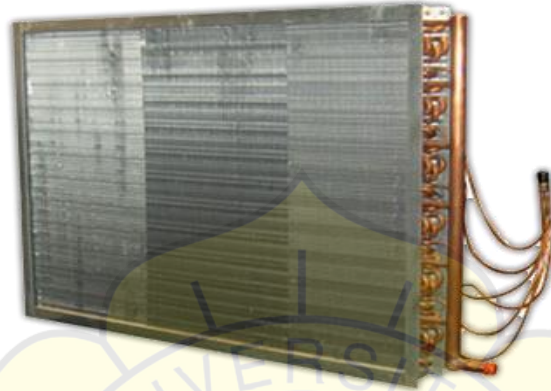


Gambar 5. *Expansion valve*

Sumber: Operating and Troubleshooting Thermostatic Expansion Valves, The News, 2016 [9]

#### 4. **Evaporator**

Berfungsi untuk menyerap kalor selama proses evaporasi, kalor diambil dari udara yang dilewatkan melalui evaporator ini [6].



Gambar 6. Evaporator

Sumber: Coil Company Heat Exchange and Air Handling [10]

#### 5. **Blower**

Blower adalah kipas yang berfungsi untuk mengalirkan udara dari ruangan atau dari *fresh air* melewati *filter* dan evaporator [6].

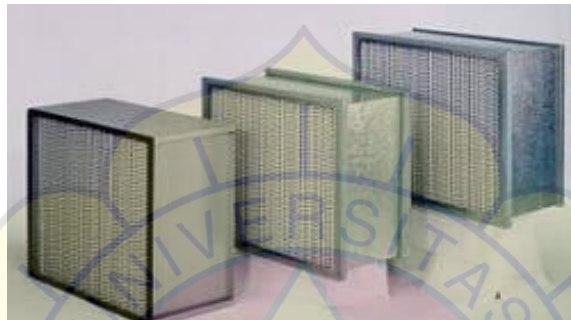


Gambar 7. *Blower*

Sumber: GlobalSpec Engineering 360 [11]

## 6. *Filter*

Berfungsi untuk menyaring partikel-partikel dari udara sehingga udara menjadi lebih bersih. *Filter* terdiri dari bermacam-macam tingkatan, mulai dari *pre filter*, *medium filter*, *HEPA filter* sampai *ULPA filter*. Pemakaian *filter* tergantung dari kelas kebersihan ruangan yang diinginkan. Secara umum, semakin sering pertukaran udara didalam ruangan maka tingkat kebersihan udara akan semakin bersih [6].

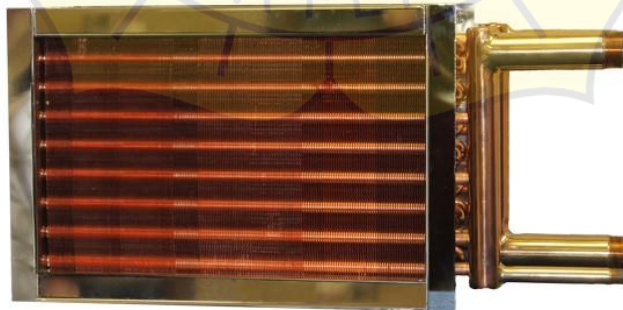


Gambar 8. *Filter*

Sumber: Indiamart [12]

## 7. *Heating Coil*

Berfungsi untuk memanaskan kembali udara yang telah melewati evaporator, gunanya agar udara tidak terlalu dingin dan untuk menurunkan *relative humidity* (RH). RH yang rendah diperlukan selain untuk stabilitas produk juga untuk mengendalikan pertumbuhan mikroba [6].

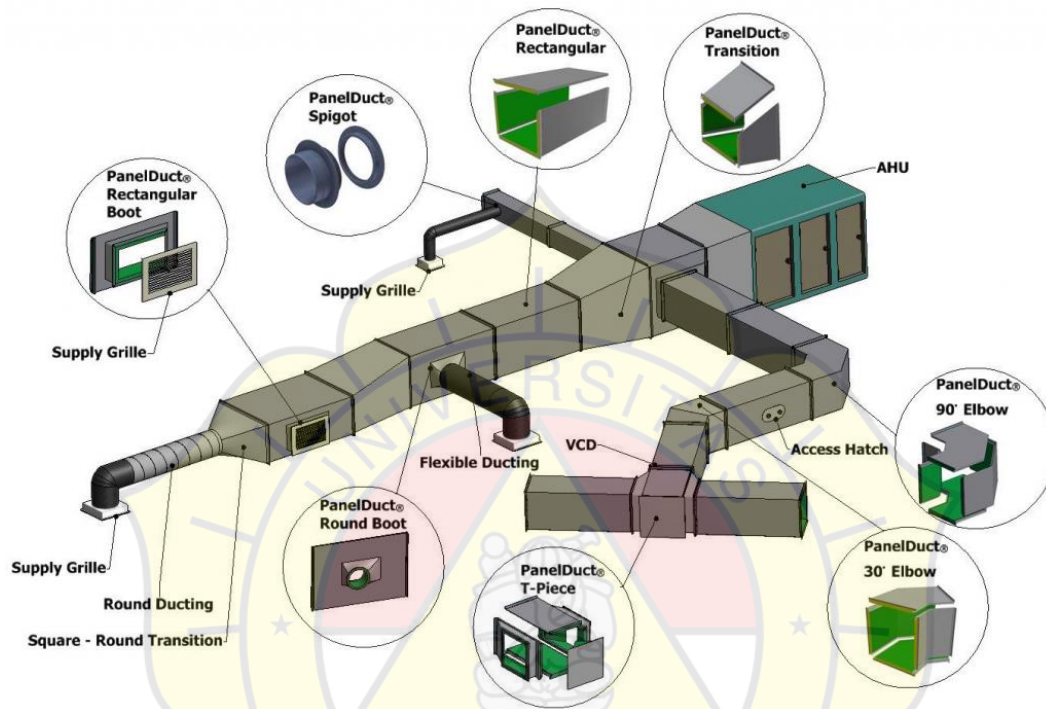


Gambar 9. *Heating coil*

Sumber: HVAC and Plumbung Product News, 2016 [13]

## 8. Ducting

*Return duct* adalah saluran udara dari ruangan ke *indoor unit* (*indoor unit* terdiri dari *blower*, evaporator, *heating coil*, dan *filter*). *Supply duct* mengalirkan udara dari *indoor unit* ke dalam ruangan [14].



Gambar 10. Ducting

Sumber: JasaBangun, Instalasi Ducting AC, 2018 [15]

### 2.1.4 Macam-Macam Type Sistem Pengkondisian Udara (HVAC)

Sebuah AC terdiri dari dua kumparan yang saling terhubung, yaitu kumparan evaporator yang diletakkan di dalam ruangan dan kumparan kondensator yang ditempatkan di luar ruangan [16]. Kumparan tersebut berisi *refrigerant* yang mengalir secara terus-menerus.

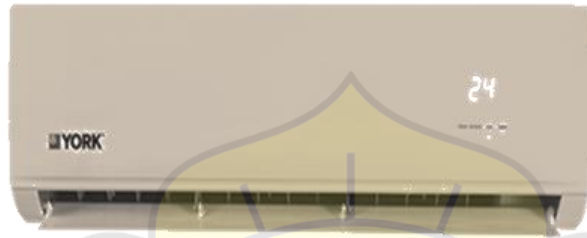
Prinsip kerja AC sangat sederhana, yaitu menjaga agar kumparan evaporator tetap dingin (lebih dingin dari suhu ruangan) dan kumparan kondensator tetap panas (lebih panas dari suhu atmosfer). *Refrigerant* yang mengalir akan menyerap panas dari dalam ruangan dan membuangnya ke luar ruangan [16]. Seiring perkembangan teknologi, kini



AC diproduksi dalam beragam jenis dengan penggunaan yang berbeda-beda. Berikut ini beberapa jenis AC:

### 1. *AC Split Wall*

Jenis AC *split* ini terdiri dari dua bagian yang ditempatkan di dalam ruangan (*indoor*) dan di luar ruangan (*outdoor*). Kapasitas AC split bervariasi antara 0,5PK–2 PK [17].

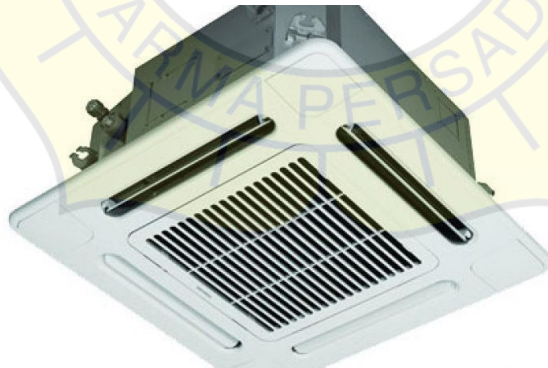


Gambar 11. *AC Split Wall*

Sumber: KontraktorHVAC PT. Mechtron Mastevi Indonesia, [18]

### 2. *AC Cassette*

Jenis AC *cassette* banyak digunakan di ruangan yang lebih luas dan tinggi, seperti perkantoran besar, ruko, atau ruang pertemuan dengan kapasitas 1 PK hingga 6 PK. Jenis AC *cassette* terdiri dari bagian *indoor* dan *outdoor* [17]. Namun, bagian *indoor* tidak dipasang di dinding, tetapi di langit-langit ruangan.



Gambar 12. *AC Cassette*

Sumber: KontraktorHVAC PT. Mechton Mastevi Indonesia [19]

### 5. AC Central

AC *central* biasa digunakan di hotel, gedung bertingkat, dan mal, karena memiliki kapasitas yang sangat besar. Cara kerja AC jenis ini adalah udara didinginkan di *cooling plant* yang terletak di luar ruangan, kemudian dialirkan ke dalam gedung [22].

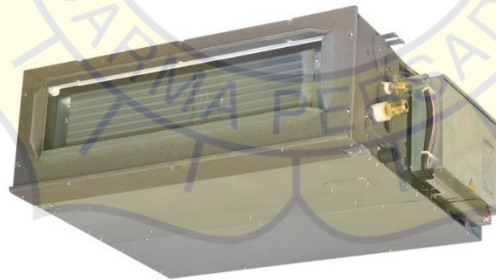


Gambar 15. AC Central

Sumber: KontraktorHVAC, 2017 [23]

### 6. AC Split Duct

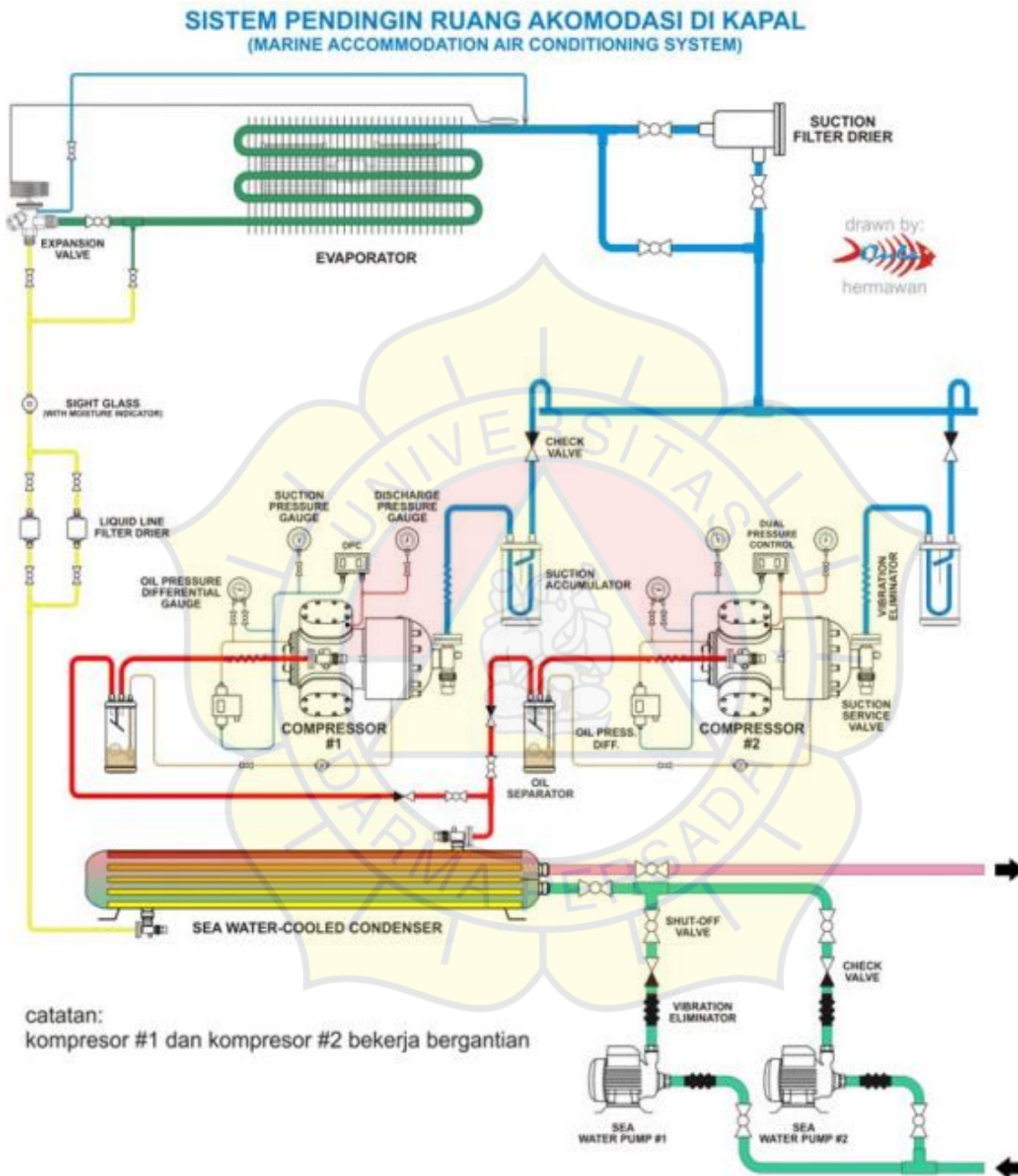
Mesin AC jenis *split duct* bekerja dengan cara membagi hawa dingin ke semua ruangan melalui sistem *ducting*. Pada AC *split duct* terdapat banyak pengatur suhu, tetapi memiliki satu titik kontrol yang terpusat. Jenis AC *ducting* juga sering digunakan di mal atau ruangan yang luas [22].



Gambar 16. AC Split Duct

Sumber: Shopee Multielektronik1, 2018 [24]

Berikut adalah penggambaran sistem pendingin ruang akomodasi di kapal



Gambar 17. Sistem pendingin ruang akomodasi kapal

Sumber: PT. Teach Intregation, 2010 [25]

## **2.2 Sistem Ducting**

### **2.2.1 Penjelasan Tentang Ducting**

Saluran ducting dapat di gunakan untuk pemanasan, ventilasi, dan *air conditioning* (HVAC) untuk mengirimkan dan memindahkan udara. Ini diperlukan aliran udara meliputi, sebagai contoh *supply air*, *return air*, dan *exhaust air*. Saluran ducting juga mengirimkan umum nya sebagai bagian dari *supply air*, ventilasi udara. Sedemikian saluran udara ke kapal adalah salah satu metode kualitas udara di dalam ruangan yang bisa di terima seperti kenyamanan termal [26].

Sistem saluran ducting sering di sebut *ductwork*. Perencanaan (mempersiapkan), pengukuran, pengotimalan, perincian, dan menemukan kerugian tekanan melalui sistem saluran pipa disebut *duct design*.

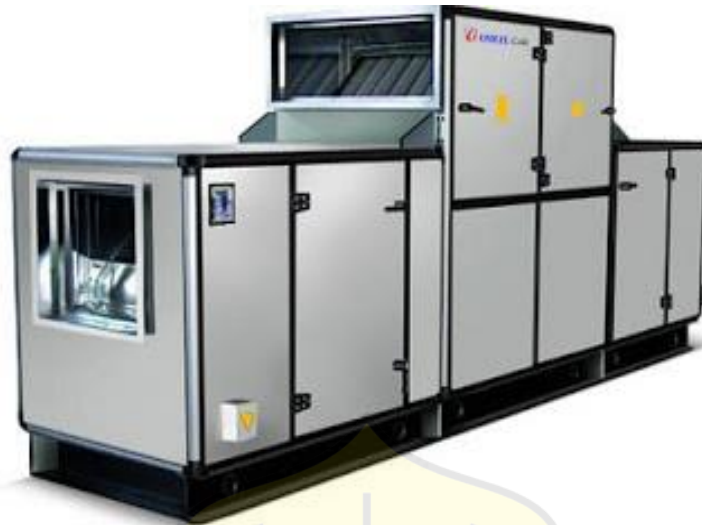
### **2.2.2 Komponen Sistem Ducting**

Pada perancangan sistem ducting terdapat beberapa komponen utama yaitu: *Air Handling Unit (AHU)*, *Ducting*, *Diffuser*, *Grille* [26]. Komponen-komponen tersebut dijabarkan sebagai berikut:

#### **1. Air Handling Unit (unit)**

*Air handler* atau *air handling unit* (AHU) adalah suatu alat yang digunakan untuk mensirkulasikan udara sebagai bagian dari sistem HVAC atau sistem pemanasan (*heating*), pensirkulasian udara umumnya, *air handler* berbentuk kotak mental yang berisi *blower*, elemen pemanas dan pendingin ruangan penyaring udara, peredam suara dan pengatur api pemanas [27].

*Air handler* di hubungkan pada saluran yang mengalirkan udara yang telah di inginkan menuju ke dalam ruangan di kapal dan mengalirkan kembali ke dalam AHU [27]. Terkadang proses sirkulasi AHU dilakukan secara langsung melalui dan dari ruangan – ruangan tanpa membutuhkan suatu saluran pengalir udara.



Gambar 18. *Air handling unit*

Sumber: Carakerjapro, 2017 [28]

Prinsip kerja secara sederhana pada *Air Handling Unit* ini adalah menyedot udara dari ruangan (*retrun air*) yang kemudian dicampur dengan udara segar dari lingkungan (*fresh air* dengan komposisi yang bisa diubah – ubah sesuai keinginan. Campuran udara tersebut masuk menuju AHU melewati filter, *fan sentrifugal* dan koil pendingin. Setelah itu udara yang telah mengalami penurunan temperatur didistribusikan secara merata ke setiap ruangan melewati *ducting* yang telah dirancang terlebih dahulu sehingga lokasi jauh pun bisa terjangkau.

## 2. *Ducting*

Fungsi dari sistem *ducting* adalah untuk menyalurkan udara terkondisi dari *Air Handling Unit* (AHU) untuk ke ruangan – ruangan yang membutuhkan pengkondisian dan mengembalikan udara dari ruangan-ruanagan yang membutuhkan *Air Handling Unit* (AHU) untuk diproses kembali [29]. Bentuk dari *ducting* dapat berupa lingkaran, segi empat atau oval tergantung pada kebutuhan dan fungsinya. Tetapi yang paling populer adalah *ducting* segi empat.

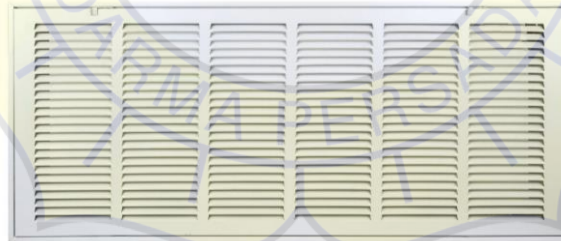


Gambar 19. *Ducting* segi empat

Sumber: Ashrae, 2005 [29]

### 3. *Grille*

Di dalam pemanasan ventilasi dan pengkondisian udara untuk distribusi dalam ruangan, *grille* adalah bagian dari sistem pengkondisian udara. Kebanyakan *grille* untuk HVAC digunakan sebagai kembali atau *exhaust air inlets* menuju *ducting*. Tetapi beberapa kali digunakan sebagai *supply air outlets* sebagai contoh, *diffuser* dan *nozzles* juga digunakan sebagai *supply air outlets* [29].



Gambar 20. *Grille*

Sumber: Homedepot, 2017 [30]

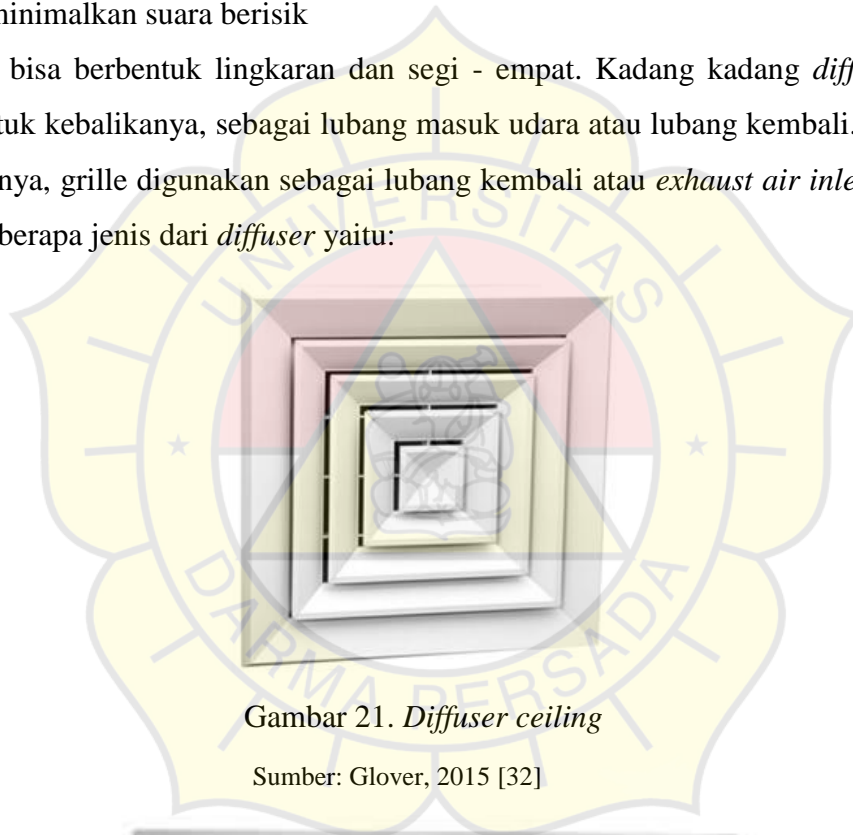
### 4. *Diffuser*

*Diffuser* digunakan secara umum dalam pemanasan, ventilasi, dan sistem pengkondisian udara *diffuser* bisa digunakan untuk sistem HVAC yang terdiri dari

udara secara keseluruhan maupun campuran dari udara dan air [31]. Sebagai bagian dari subsistem dari distribusi udara di dalam ruangan, maka dapat memberikan beberapa tujuan:

- Untuk mengirimkan udara saat pengkondisian maupun pada ventilasi ;
- Meratakan distribusi aliran udara, pada arah yang di inginkan ;
- Untuk meningkatkan pencampuran udara yang berasal dari ruangan ke dalam udara utama atau udara luar untuk dikeluarkan ;
- Meminimalkan suara berisik

*Diffuser* bisa berbentuk lingkaran dan segi - empat. Kadang kadang *diffuser* di gunakan untuk kebalikanya, sebagai lubang masuk udara atau lubang kembali. Tetapi pada umumnya, grille digunakan sebagai lubang kembali atau *exhaust air inlets* [31]. Terdapat beberapa jenis dari *diffuser* yaitu:



Gambar 21. *Diffuser ceiling*

Sumber: Glover, 2015 [32]

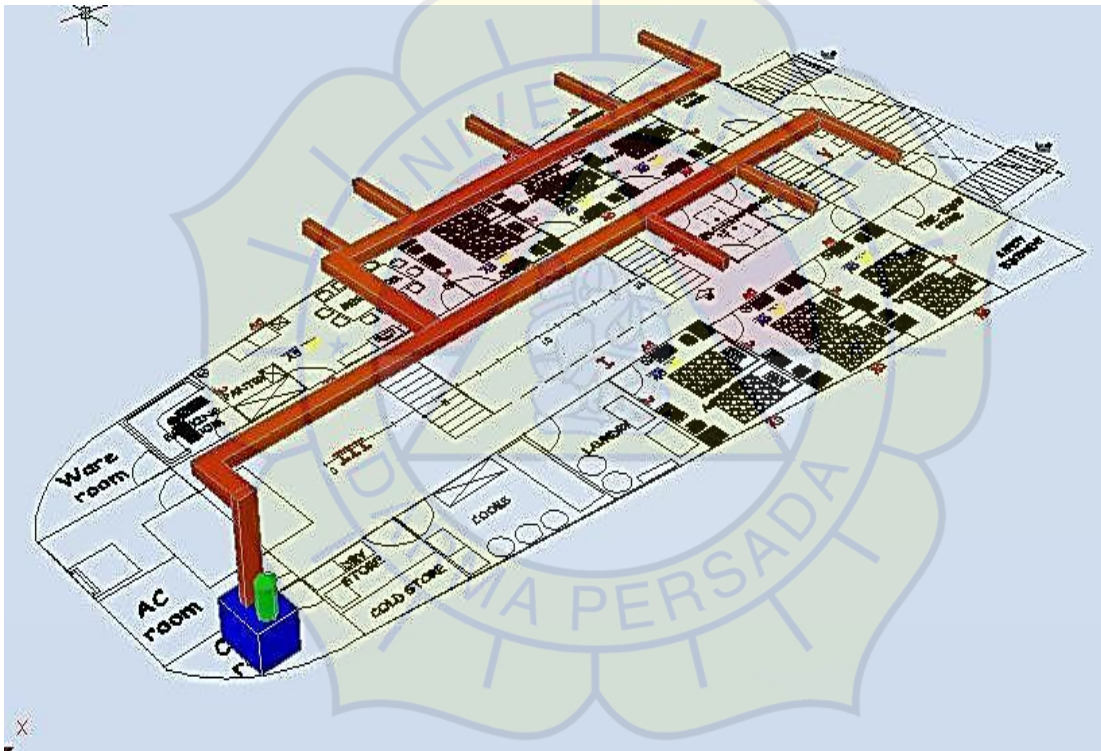


Gambar 22. *Diffuser linea*

Sumber: Glover, 2015 [32]

### 2.2.3 Perancangan Saluran Udara

Udara yang disuplai ke dalam ruangan untuk keperluan ventilasi, pemanasan dan pendinginan memerlukan sistem saluran yang dirancang dengan baik, demikian pula dengan udara balik [33]. Pertimbangan dalam perancangan antara lain biaya ruang yang tersedia, tingkat kebisingan kemudahan dalam operasi, estetika. Dalam perancangan perlu juga pelajari mengenai kondisi bangunan secara menyeluruh, kemudian gambar skema saluran udara beserta *outlet* dan *inlet* nya, hidari penghalang yang mungkin ada dalam bangunan [33]. Sistem yang paling baik adalah yang paling sederhana dan langsung menuju pada sasaran.



Gambar 23. Saluran udara

Sumber: Canmet Energy, 2017 [34]