

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Heating, Ventilating, and Air-Conditioning (HVAC)

HVAC adalah singkatan dari *Heating, Ventilating, and Air Conditioning*. Sistem ini menyediakan pemanas dan pendingin untuk bangunan perumahan dan komersial (Howell, R. H., Sauer, H. J., & Coad, W. J., 2005). Sistem HVAC dapat ditemukan di mana saja, dari rumah keluarga tunggal hingga kapal selam di mana sistem HVAC disediakan untuk kenyamanan lingkungan. Sistem ini menggunakan udara segar dari luar untuk memberikan kualitas udara dalam ruangan yang tinggi. V dalam HVAC, atau ventilasi, adalah proses penggantian atau pertukaran udara di dalam suatu ruang. Ini memberikan kualitas udara yang lebih baik di dalam ruangan dan melibatkan penghilangan kelembapan, asap, bau, panas, debu, bakteri di udara, karbon dioksida, dan gas lainnya serta kontrol suhu dan pengisian oksigen.

2.2. Cara Kerja HVAC

Proses perpindahan energi panas yang terkandung dalam udara di ruangan dan juga panas dari udara dari *fresh air* pada awalnya terjadi pada unit *Air Handling Unit* (AHU). Pada pemindahan panas dari ruangan pada unit AHU, panas berpindah dengan menggunakan fluida air maupun fluida *refrigerant* (Howell, R. H., Sauer, H. J., & Coad, W. J., 2005).

1. Dalam proses menggunakan air melalui koil AHU. Air dibawa menuju *evaporator* untuk proses perpindahan panas dari air menuju fluida kerja berupa *refrigerant*. Pada proses kompresi uap, fluida *refrigerant* membawa panas untuk dilepaskan ke lingkungan melalui *condenser*.
2. Dalam proses menggunakan fluida *refrigerant*, melalui koil AHU, panas udara ruangan akan berpindah ke *refrigerant* karena proses evaporasi, yang kemudian panas akan di bawa oleh fluida *refrigerant* menuju proses kompresi uap fluida untuk dilepaskan ke lingkungan melalui *condenser*.

2.3. Bagian-Bagian Sistem HVAC

Sistem HVAC umumnya dapat dibagi 2 diantaranya:

1. *Direct System* (Langsung)

Terdiri 2 bagian yaitu:

a. *Condenser*

Berfungsi untuk membuang panas yang di bawa melalui *refrigerant* yang telah di kompresi oleh *compressor*.

b. *Evaporator*

Berfungsi memindahkan panas dari ruangan melalui proses evaporasi *refrigerant* yang terjadi.

2. *Indirect System* (Tidak langsung)

Bagiannya terdiri dari :

a. *Chiller*

Merupakan mesin refrigerasi yang berfungsi untuk menghilangkan panas cairan pada sisi evaporatornya yang selanjutnya akan didistribusikan pada mesin penukar kalor FCU (*Fan Control Unit*) /AHU (*Air Handling Unit*).

b. FCU (*Fan Control Unit*)

Merupakan perangkat sederhana yang terdiri dari kumparan (*coil*) dan kipas. FCU digunakan untuk mengontrol suhu dalam ruangan yang dikendalikan oleh *on/off switch* atau thermostat. Karena kesederhanaannya itulah. FCU lebih ekonomis bila dibandingkan dengan AHU.

c. AHU (*Air Handling Unit*).

Merupakan alat yang digunakan untuk pengkondisian udara dan sirkulasi udara sebagai bagian dari sistem HVAC. AHU biasanya berupa unit berisi *blower*, elemen pemanas atau pendingin, filter, dan peredam suara.

2.4. Sistem Ventilasi

Ventilasi dalam kapal merupakan proses penggantian udara kotor dengan udara segar dari luar ke berbagai ruangan (*compartment*) kapal dengan tujuan untuk mempertahankan kebutuhan udara serta kelembapan udara di dalam ruangan kapal. Jumlah udara yang dibutuhkan untuk ventilasi di dalam kompartemen dihitung berdasarkan temperatur udara maksimum yang di ijinakan, kelembapan udara maksimum yang di ijinakan dan presentase CO² maksimum yang di ijinakan di dalam kompartemen. Hal ini di lakukakan dengan cara mengatur aliran udara atau emisi

ke dalam masing-masing ruangan, dengan mengganti udara yang telah kotor dengan udara segar (*fresh air*), yang berarti mengatur tingkatan temperatur, tekanan (*pressure*) dan komposisi kimia (*chemis*) udara di dalam ruangan. Jadi prinsip dari sistem ventilasi adalah untuk mengatur temperatur dan untuk mengalirkan udara keluar-masuk pada masing-masing ruangan kapal.

2.5 Perancangan Sistem HVAC Kapal Berdasarkan ISO 7547

Sistem pendinginan dirancang berdasarkan aturan ISO 7547 secara umum sistem harus dirancang untuk kondisi udara dengan spesifikasi pada musim panas dengan temperatur dan kelembaban udara dari lingkungan +35°C dan 70% . Kemudian dengan kondisi udara dalam ruangan +27°C dan 50%. Udara segar dari luar sudah ditentukan bahwa jumlah minimum harus tidak kurang dari 40% dari total suplai udara yang dibutuhkan

2.6 Perhitungan Beban Berdasarkan ISO 7547

2.6.1 Beban Panas Transmisi (Rambatan) (Φ)

Beban panas yang diakibatkan oleh rambatan pada lantai, lantai dan plafon ruangan ($Q_{transmission} = Q_{Tr}$). Beban dipengaruhi oleh koefisien perpindahan panas, dan luasan dari dinding. Berikut adalah rumus yang digunakan

$$\Phi = \Delta T 2002 (k_v A_v) + (k_g A_g) \text{ (watt) [5] (1)}$$

Dimana k_v Koefisien perpindahan panas menyeluruh dari luas A_v ($W/m^2 \text{ } ^\circ K$), A_v Luasan yang dirambati panas (m^2), k_g Koefisien perpindahan panas menyeluruh dari A_g ($W/m^2 \text{ } ^\circ K$), $A_g =$ Luasan dari Scuttles dan jendela persegi Panjang dan $\Delta T =$ Perbedaan temperatur antara udara dalam ruang yang dikondisikan terhadap temperatur luar ($^\circ C$)

Berikut adalah tabel yang memperlihatkan perbedaan temperatur antara ruangan yang berdampingan dapat dilihat pada tabel 1 dibawah

Tabel 1 Perbedaan Suhu

Deck or Bulkhead	$\Delta T.K$	
	Summer	Winter
Deck against tank provided with heating	43	17
Deck with bulkhead against boiler-room	28	
Deck and bulkhead against engine-room and against non-airconditioned gallery	18	
Deck and bulkhead against non-heated tanks. cargo spaces and equivalent	13	42
Deck and bulkhead against laundry	11	17
Deck and bulkhead against public sanitary space	6	0
Deck and bulkhead against private sanitary space		
a). with any part against exposed external surface	2	0
b). No. exposed	1	0
c). with any part against engine/boiler-room	6	0
d). Bulkhead against alleyway	2	5

Dan tabel yang memperlihatkan nilai koefisien transfer panas dapat dilihat pada tabel 2 dibawah

Tabel 2 Total Heat Transfer Koefisien

Surfaces	Totak heat transfer coefficient. kW/(m ² K)
Weather deck not exposed to sun's radiation and ship side and external bulkheads	0.9
Deck and bulkhead against engine-room. cargo space or other non-air-conditioned spaces	0.8
Deck and bulkhead against boiler-room or boiler in engine-room	0.7
Deck against open air or weather deck exposed to sun's radiation and deck against hot tanks	0.6
Side scuttles and rectangular windows. single glazing	6.5
Side scuttles and rectangular windows. double glazing	3.5
Bulkhead against alleyway. non-sound reducing	2.5
Bulkhead against alleyway. sound reducing	0.9

2.6.2 Beban Panas Yang Dikeluarkan Oleh Penghuni Ruangan (Φ_p)

Nilai panas yang dikeluarkan oleh manusia pada ruangan bersuhu 27°C dibagi menjadi nilai *latent* dan *sensible* sebagaimana diperlihatkan pada tabel 3

Tabel 3 Nilai Panas Latent dan Sensible

Activity	Type of heat	Emission (w)	
Seat at rest	Sensible heat	70	120
	Latent heat	50	
Medium/ heavy work	Sensible heat	85	235
	Latent heat	150	

2.6.3 Beban Panas Yang Diakibatkan Radiasi Sinar Matahari (Φ_s)

Besaran panas yang dihasilkan oleh radiasi panas sinar matahari ditentukan menggunakan rumus berikut:

$$\Phi_s = \Sigma A_v K \Delta T_r + \Sigma A_g G_s \quad [5] \quad \dots\dots\dots (2)$$

Dimana A_v Jumlah luasan yang terkena radiasi matahari (tanpa scuttle and jendela persegi), K Koefisien perpindahan panas berdasar tabel 2.2, ΔT_r adalah perbedaan temperatur permukaan yang diakibatkan panas matahari berdasarkan kondisi berikut; 12 K untuk permukaan terang vertical, 29 K untuk permukaan gelap vertical, 16 K untuk permukaan terang horizontal, 32 K untuk permukaan gelap horizontal, A_g permukaan kaca yang terkena langsung oleh sinar matahari, G_s Panas per meter persegi dari permukaan kaca (350 W/m² untuk kaca bening. 240 W/m² untuk kaca dengan inetrior shading.

2.6.4 Beban Panas Yang Dihasilkan Oleh Lampu Penerangan (Φ_l)

Lampu penerangan dalam suatu ruangan menghasilkan panas dan ditentukan menggunakan table 4 dibawah

Tabel 4 Panas dari penerangan(Φ_l)

No.	Space	Heat gain from general lighting (W/m ²)	
		Incandescent	Fluorecent
1	Cabin. etc	15	8
2	Mess or Dining Room	20	10
3	Gymnasium. etc.	40	20

2.6.5 Beban Panas Yang Dihasilkan Oleh Peralatan (Φ_m)

Data spesifikasi peralatan yang terpasang didalam suatu ruangan mengikuti data dari manufaktur produsen peralatan tersebut yang akan digunakan untuk menghitung jumlah beban panas yang dihasilkan. Contoh panas yang diperoleh dari peralatan, dll di kabin radio harus diambil sebagai 2.5 W.

2.7 Perhitungan Kapasitas Udara

Kapasitas udara adalah jumlah total udara yang di sirkulasikan ulang dan udara segar yang harus disuplai kedalam ruangan untuk mencapai suhu pengkondisian yang sesuai dengan beban pendinginan yang dibutuhkan ruangan tersebut. Untuk menentukannya digunakan rumus dibawah:

$$V_s = QT \rho \cdot C_p \cdot \Delta T \text{ (m}^3 \text{ h) [6]..... (3)}$$

Dimana V_s = Kapasitas udara yang disuplai (m³/h), QT = Total panas yang diderita ruang (watt), ρ = Density udara (dengan asumsi rata-rata pada tekana atmosfer 1.2 kg/m³), C_p = Panas spesifik udara (1.025 kJ/Kg °C), Δt =Perbedaan temperatur udara dingin yang masuk ruangan dengan temperatur kriteria nyaman dan sehat bagi manusia. dimana dengan memperhatikan kesehatan maka didesain tidak lebih dari 10°C.

Dalam penentuan jumlah udara segar bergantung pada pada setiap standar yang dipakai karena kebutuhan udara segar berbeda-beda setiap asosiasi di dunia yang dapat dilihat pada tabel 5 dibawah

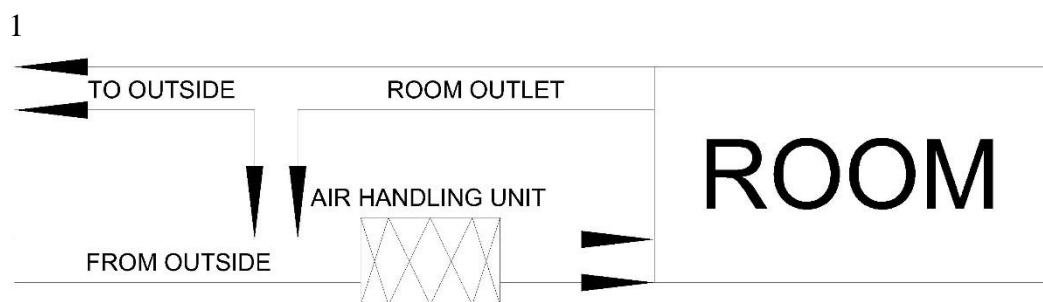
Tabel 5 Jumlah Udara Segar Tiap Standart

Assosiasi	Kebutuhan Udara Segar	Ket
DT 1 (British)	1. Public Room: 17 m ³ /h/p	h: hour p: person
	2. Private Room: 25.5 m ³ /h/p	
NSC (DNS) (Norway)	25 m ³ /h/p	
USA	17 m ³ /h/p	
DSS (Denmark)	20 m ³ /h/p	
GL (Germany)	30 m ³ /h/p	
MESS (Japan)	1. Public Room: 17 m ³ /h/p	
	2. Private Room: 25.5 m ³ /h/p	
	3. Total: 30 %	
PT. PAL Indonesia	1. Commercial ships	
	Public Room: 17 m ³ /h/p	

	Private Room : 20-30 m ³ /h/p	
	2. Navy Ship: 20 m ³ /h/p	
	3. Total: 20-30 %	
ISO 7547	28.8 m ³ /h/p total 40%	

2.8 Perhitungan Udara Sirkulasi

Kapasitas udara yang di sirkulasi bergantung pada volume udara yang resirkulasi dikurangi oleh volume *fresh air* yang ditentukan sebesar jumlah minimumnya tidak kurang dari 40% dari total suplai udara yang dibutuhkan untuk pengkondisian udara. Gambaran skema sirkulasi udara segar dapat dilihat pada gambar



Gambar 1 Skema Sirkulasi Udara Segar

$$V\dot{s} = V\dot{f}a + V\dot{r} \quad [6] \quad \dots\dots\dots (4)$$

Dimana $V\dot{s}$ Volume rate udara yg sudah dikondisikan untuk disuplai di ruangan (m^3/s), $V\dot{f}a$ Volume rate udara segar dari luar (outside)(m^3/s), $V\dot{r}$ Volume rate udara ruangan (outlet room) yang digunakan kembali (m^3/s)