

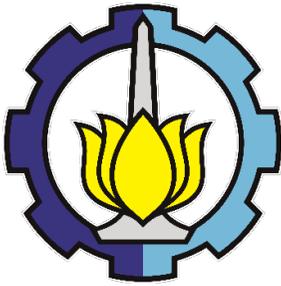
SKRIPSI – ME184834

**ANALISA EFISIENSI ANTARA SISTEM CENTRAL, SEMI CENTRAL
DAN SISTEM SPLIT PADA AIR CONDITIONING KAPAL OPV 80
METER**

**Diga Galani
NRP. 04211340000109**

**Dosen Pembimbing:
Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.phil.**

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**



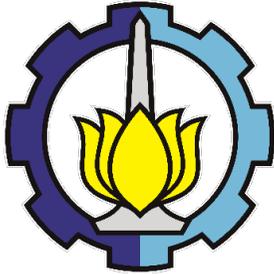
SKRIPSI – ME184834

**ANALISA EFISIENSI ANTARA SISTEM CENTRAL, SEMI CENTRAL
DAN SISTEM SPLIT PADA AIR CONDITIONING KAPAL OPV 80
METER**

**Diga Galani
NRP. 04211340000109**

**Dosen Pembimbing:
Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.phil.**

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**



FINAL PROJECT – ME184834

**ANALYSIS OF EFFICIENCY BETWEEN THE CENTRAL SYSTEM,
SEMI CENTRAL AND SPLIT SYSTEM IN AIR CONDITIONING OPV
80 METER SHIP**

**Diga Galani
NRP. 04211340000109**

**Bachelor Thesis Supervisor:
Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.phil.**

**DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA EFISIENSI ANTARA SISTEM *CENTRAL*, *SEMI CENTRAL*, DAN SISTEM *SPLIT* PADA *AIR CONDITIONING* KAPAL *OPV 80 METER*

SKRIPSI.

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi Marine Machinery and System (MMS)

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

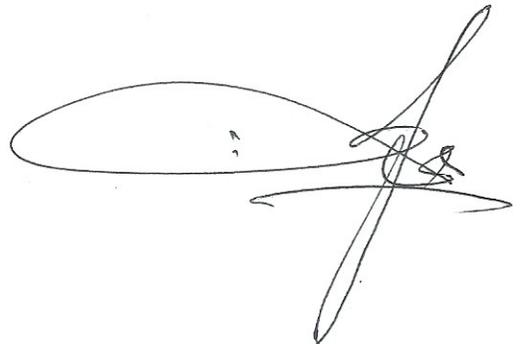
Oleh :

DIGA GALANI

NRP 04211340000109

Disetujui oleh Pembimbing Skripsi :

Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.phil.
NIP. 196809281991021001



SURABAYA
Januari, 2020

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA EFISIENSI ANTARA SISTEM *CENTRAL*, *SEMI CENTRAL*, DAN SISTEM *SPLIT* PADA *AIR CONDITIONING* KAPAL *OPV 80 METER*

SKRIPSI.

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi Marine Machinery and System (MMS)

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

DIGA GALANI

NRP 04211340000109

Disetujui oleh



Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan

[Signature]
Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph. D
NIP. 197903192008011008

SURABAYA
Januari, 2020

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

“Pada laporan tugas akhir yang saya susun ini, tidak terdapat tindakan plagiarisme dan menyatakan dengan sukarela bahwa semua data, konsep rancangan, bahan tulisan dan materi yang ada di laporan tersebut merupakan milik Laboratorium Marine Machinery and System (MMS) di Departemen Teknik Sistem Perkapalan ITS yang merupakan hasil studi penelitian dan berhak dipergunakan untuk pelaksanaan kegiatan kegiatan penelitian lanjutan serta pengembangannya”.

Nama	: Diga Galani
NRP	: 04211340000109
Judul Tugas Akhir	: Analisa Efisiensi antara Sistem <i>Central</i> , <i>Semi Central</i> , dan Sistem <i>Split</i> pada <i>Air Conditioning</i> Kapal <i>OPV</i> 80 Meter
Departemen	: Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas	: Fakultas Teknologi Kelautan ITS

Apabila di kemudian hari terbukti terdapat tindakan plagiarisme, maka saya akan bertanggung jawab sepenuhnya menerima sanksi yang diberikan oleh ITS sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Surabaya , 10 Januari 2020

Diga Galani

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

ANALISA EFISIENSI ANTARA SISTEM *CENTRAL*,*SEMI CENTRAL*, DAN SISTEM *SPLIT* PADA *AIR CONDITIONING* KAPAL *OPV* 80 METER

Nama Mahasiswa : Diga Galani
NRP : 04211340000109
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Agoes Santoso , M.Sc., M.phil.

ABSTRAK

Saat ini banyak kajian – kajian yang dilakukan di dunia perkapalan, dikarenakan perkembangan teknologi maritime di Indonesia mulai menemui titik kemajuan. Pengembangan yang dikaji antara lain adalah pada teknologi penggerak, system – system, dan *maneuvering* kapal. Pada tugas akhir ini akan dibuat suatu kajian tentang perbandingan efisiensi antara system central, semi central, dan system split pada air conditioning kapal opv 80 meter. Kajian ini dilakukan untuk dapat mengetahui system mana yang paling efisien yang dapat diterapkan pada kapal opv 80 meter, karena pemilihan system yang efektif tentu saja akan dapat menghemat dalam banyak sector, seperti *cost* dan *power*. *Offshore Patrol Vessel (OPV)* adalah kapal angkatan laut yang relative kecil yang umumnya dirancang untuk tugas pertahanan pantai. Ada banyak desain untuk kapal patroli. Kapal patrol dapat dioperasikan oleh angkatan laut negara, penjaga pantai, pasukan polisi atau bea cukai dan dapat ditujukan untuk lingkungan laut, muara, atau sungai. Biaya yang dibutuhkan untuk membangun kapal opv tidaklah murah , biayanya dapat mencapai trilyunan rupiah.

Kata kunci : *OPV 80 Meter* , *Split system* , *Central system*.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

ANALYSIS OF EFFICIENCY BETWEEN THE CENTRAL SYSTEM, SEMI CENTRAL, AND SPLIT SYSTEM IN AIR CONDITIONING OPV 80 METER SHIP

Student Name : Diga Galani
NRP : 04211340000109
Bachelor Thesis Supervisor : 1. Ir. Agoes Santoso , M.Sc., M.phil.

ABSTRACT

At present there are many studies carried out in the shipping world, because the development of maritime technology in Indonesia is starting to meet a point of progress. The development that was examined included the technology of propulsion, systems, and ship maneuvering. In this final project, a study will be made of the efficiency comparison between the central, semi-central system, and the split system in the 80 meter opv ship air conditioning. This study was conducted to find out which system is the most efficient that can be applied to 80 meter opv vessels, because the selection of an effective system will certainly be able to save in many sectors, such as cost and power. Offshore Patrol Vessel (OPV) is a relatively small navy ship that is generally designed for coastal defense tasks. There are many designs for patrol boats. Patrol boats can be operated by the country's navy, coast guard, police force or customs and can be intended for the marine, estuary, or river environments. The cost needed to build an opv ship is not cheap, the cost can reach trillions of rupiah.

Keywords: *OPV 80 Meter , Split Ac System, Central Ac System*

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan yang sebesar - besarnya kepada Allah SWT karena Penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir Sebagai syarat untuk lulus memperoleh gelar sarjana S1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan Judul :

“Analisa Efisiensi antara Sistem *Central*,*Semi Central*, dan Sistem *Split* pada *Air Conditioning* Kapal *OPV 80 Meter*”

Terselesaikannya tugas akhir ini terkait dengan bantuan berbagai pihak, maka penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Keluarga yang selalu memberikan bantuan dan dorongan, sehingga tugas akhir bisa terselesaikan. Khususnya untuk Ayah dan Ibu yang ada dirumah selalu memberikan do'a untuk terselesaikannya tugas akhir ini.
2. Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.phil. Selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing, mengarahkan dan memberikan bantuan yang banyak pada penyusunan tugas akhir ini.
3. Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS, yang telah memberikan kesempatan penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Teman – teman saya semuanya yang telah sangat banyak membantu dalam terselesaikan nya tugas akhir ini.

Penulis sadar bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu adanya kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan guna kebaikan di penulisan selanjutnya.

Akhir kata, semoga tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menjadi tambahan ilmu dan pedoman untuk penulisan selanjutnya.

Surabaya, Januari 2020

Penulis

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Skripsi	2
1.5. Manfaat.....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1. Pendahuluan.....	3
2.2. Offshore Patrol Vessel (OPV).....	4
2.3. Air Conditioning	6
2.4. HVAC (Heating,ventilation,and air conditioning).....	6
2.5. Split System	7
2.6. Jenis – jenis AC.....	8
2.7. Central System	13
2.8. Air Handling Unit (AHU).....	13
2.9. Kapasitas AC.....	14

2.10.	Ac Low Watt.....	15
2.11.	Ducting AC	15
2.12.	Cooling load.....	17
2.13.	External Loads	18
2.14.	Internal Loads.....	19
2.15.	Infiltrasi dan Ventilasi.....	21
2.16.	Ducting.....	21
2.17.	Duct Design.....	22
2.18.	Faktor Pengaruh pada Rancangan AC.....	25
BAB 3	METODOLOGI	27
3.1.	Identifikasi dan Perumusan Masalah	28
3.2.	Studi literatur.....	28
3.3.	Pengumpulan Data	28
3.4.	Analisa system central,semi central, dan system split	28
3.5.	Penerapan system air conditioning yang sudah dihitung pada OPV 80M.....	28
3.6.	Analisa Efisiensi	28
3.7.	Penarikan Kesimpulan dan Saran	28
BAB 4	ANALISA DAN PEMBAHASAN	29
4.1.	Rumus Perhitungan Kapasitas AC berdasarkan Besar Ruangan	29
4.2.	Perhitungan Kapasitas AC berdasarkan Ruangan Tiap Deck.....	29
4.2.1	Perhitungan dilakukan untuk mengetahui BTU tiap deck di kapal,perhitungan pertama dilakukan pada wheel deck :.....	29
4.2.2	Perhitungan kedua dilakukan pada 3 rd deck	30
4.2.3	Perhitungan ketiga dilakukan pada 2 nd deck	32
4.2.4	Perhitungan keempat dilakukan pada poop deck.....	33
4.2.5	perhitungan kelima dilakukan pada main deck	35
4.2.6	perhitungan keenam dilakukan pada tween deck	37
4.2.7	Perhitungan ketujuh dilakukan pada tanktop deck	40
4.3.	Penentuan AC Split type Wall Mounted Tiap Deck.....	41
4.3.1	Pada wheel deck tidak digunakan ac split type wall mounted	41
4.3.2	Pada 3 rd deck	41

4.3.3 Pada 2 nd deck	41
4.3.4 Pada Poop deck	41
4.3.5 Pada Main Deck	41
4.3.6 Pada tween deck	42
4.3.7 Pada tanktop deck	42
4.4. Penentuan AC Split type Casette Tiap Deck.....	43
4.4.1 Pada Wheel deck	43
4.4.2 Pada 3 rd deck	43
4.4.3 Pada 2 nd deck	43
4.5. Penentuan AC Split Type Floor Standing Tiap Deck.....	43
4.6. Perhitungan AC Central	44
4.7. Perhitungan Ac Split dan Central (Campuran).....	44
4.8. Analisa dan Perbandingan antara ac split, central,dan gabungan split dan central.....	46
BAB 5 KESIMPULAN	49
5.1. Kesimpulan.....	49
5.2. Saran	49
REFERENSI.....	51
LAMPIRAN.....	52

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kapal Opv	4
Gambar 2.2 GA Kapal OPV.....	5
Gambar 2.3 Air Conditioning	6
Gambar 2.4 Komponen HVAC	7
Gambar 2.5 Sistem Kerja AC.....	8
Gambar 2.6 Unit AC Split Wall Mounted	10
Gambar 2.7 AC Split Cassette	11
Gambar 2.8 AC Split Floor Standing.....	12
Gambar 2.9 Unit AC Central	13
Gambar 2.10 Sistem Kerja AHU.....	14
Gambar 2.11 Ducting AC.....	17
Gambar 4.1 Wheel Deck.....	30
Gambar 4.2 3 rd Deck	31
Gambar 4.3 2 nd Deck.....	33
Gambar 4.4 Poop Deck.....	34
Gambar 4.5 Main Deck.....	36
Gambar 4.6 Tween Deck.....	39
Gambar 4.7 Tanktop Deck.....	40

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Offshore Patrol Vessel (OPV) adalah kapal angkatan laut yang relative kecil yang umumnya dirancang untuk tugas pertahanan pantai. Ada banyak desain untuk kapal patroli. Kapal patrol dapat dioperasikan oleh angkatan laut negara, penjaga pantai, pasukan polisi atau bea cukai dan dapat ditujukan untuk lingkungan laut, muara, atau sungai. Biaya yang dibutuhkan untuk membangun kapal opv tidaklah murah, biayanya dapat mencapai trilyunan rupiah. Oleh karena itu perancangan serta penerapan system system yang bekerja diharapkan agar dapat seefisien mungkin agar dapat menghemat dari banyak sector, seperti power dan cost.

Penghawaan buatan merupakan sesuatu yang dibutuhkan untuk ruangan yang memilikisuhu tinggi atau ruangan tertutup dengan tujuan membuat civitas yang berada didalam ruangantetap nyaman. System penghawaan buatan dapat berupa AC (*Air Conditioner*), kipas angin, *exhaust*, dan *air cooler*. Ruangan yang dirancang harus dilengkapi dengan fasilitas-fasilitas yang memadai, sistem penghawaan misalnya. Jika ruangan tersebut kurang akan ventilasi, maka fasilitas tambahan seperti AC dan kipas angin sangat dibutuhkan untuk menyejukkan ruangan.

Pendingin ruangan sekarang ini sudah umum dipakai di Indonesia, terutama kantor – kantor di daerah yang termasuk berudara panas. Udara sejuk bukan saja nyaman tetapi juga mempengaruhi manusia baik dari segi psikis maupun fisik dan tentunya dapat menaikkan prestasi kerja. Selain untuk manusia, ruangan sejuk sangat diperlukan untuk peralatan elektronik, mesin facsimile, mesin fotokopi dan computer. Jadi alat pendingin dan pengaturan udara ini sudah merupakan keharusan bagi manusia modern sekarang ini.

Selain itu untuk para penghuni ruangan perlu dipikirkan tingkat kenyamanannya, sehingga dalam perencanaan pengkondisian udara harus dipertimbangkan terhadap kondisi para penghuni, perbedaan temperature luar ruangan dan dalam ruangan lebih dari yang telah disesuaikan atau ditetapkan harus dihindari untuk mencegah thermal shock bagi para penghuni ruangan.

Oleh karena tubuh manusia akan bereaksi dengan cepat apabila dengan tiba – tiba dikenai perubahan kondisi udara, maka perbedaan antara temperature udara luar dan temperature ruangan yang didinginkan sebaliknya disesuaikan agar diperoleh udara yang sejuk pada bagian dalam ruangan tersebut.

Untuk itu dalam perencanaan maupun pengaturan suhu ruangan dianjurkan tidak melebihi perbedaan temperature luar dan dalam yang telah ditetapkan sebelumnya, diperlukan perancangan dan pemilihan yang handal dalam mendesain dan memilih system pengkondisian udara.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, rumusan masalah yang dapat diambil adalah :

1. Apa system air conditioning yang efisien antara system central, semi sentral, dan split pada air conditioning kapal opv 80 meter ?

1.3. Batasan Masalah

Untuk memperjelas permasalahan maka dibutuhkan batasan masalah yakni sebagai berikut :

1. Penghitungan dilakukan pada kondisi iklim di Indonesia
2. Tidak mengkaji system lain selain air conditioning system
3. Koefisien yang digunakan dalam perhitungan dianggap sama dengan di darat

1.4. Tujuan Skripsi

Tujuan yang ingin dicapai dalam skripsi ini adalah :

1. Untuk mendapatkan system air conditioning yang paling efektif pada kapal opv 80 meter sehingga dapat menghemat biaya dan energi yang dibutuhkan

1.5. Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari skripsi ini adalah :

1. Sebagai pertimbangan pemilihan system air conditioning pada kapal opv
2. Diharapkan dapat memperluas wawasan tentang kapal opv di Indonesia
3. Pemilihan system system yang lebih efisien akan dapat menghemat dalam banyak sector

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pendahuluan

Potensi laut Indonesia sangat berlimpah sehingga diharapkan dapat menjadi sector utama untuk perekonomian nasional. Karena hal itulah potensi tersebut harus dimanfaatkan secara maksimal dan berkelanjutan. Pemerintah, pengusaha, dan masyarakat mempunyai tanggung jawab berperan penting dan besar agar potensi tersebut dapat digunakan dan dapat meningkatkan pendapatan negara yang menjurus kepada kesejahteraan masyarakat.

Untuk menunjang hal tersebut, tentu saja dibutuhkan pengamanan khususnya dari pihak Bakamla. Berdasarkan RKP 2018 di bidang penguatan pertahanan, dana sebesar 1 triliun rupiah dianggarkan untuk pembangunan 2 unit kapal opv 80-90 m. pembangunan kapal opv ini tentu mempunyai makna yang sangat strategis bagi industry pertahanan dan keamanan nasional, hal ini bertujuan untuk menjaga kedaulatan wilayah perairan Indonesia dan wilayah yurisdiksi Indonesia. Kapal opv juga punya fungsi lain seperti penanganan baja laut, illegal fishing, penyelundupan, imigran gelap, penanganan kecelakaan laut, pengawasan perbatasan dan sebagainya.

Di jaman modern seperti saat ini, kemajuan teknologi sangat berdampak terhadap kelangsungan dan kenyamanan hidup manusia, misalnya penggunaan air conditioner (AC). AC merupakan sebuah alat penyejuk ruangan yang mampu mengkondisikan udara dalam ruangan serta memberikan efek nyaman bagi tubuh (Sofyan, 2010), namun kualitas udara dalam suatu ruangan yang menggunakan penyejuk ruangan merupakan faktor yang signifikan yang dapat mempengaruhi derajat kesehatan (Arjani, 2011). Kualitas udara dalam ruangan adalah udara didalam suatu bangunan yang dihuni atau ditempati untuk suatu periode sekurang-kurangnya 1 jam oleh orang dengan berbagai kesehatan yang berlainan (Suharyo, 2009).

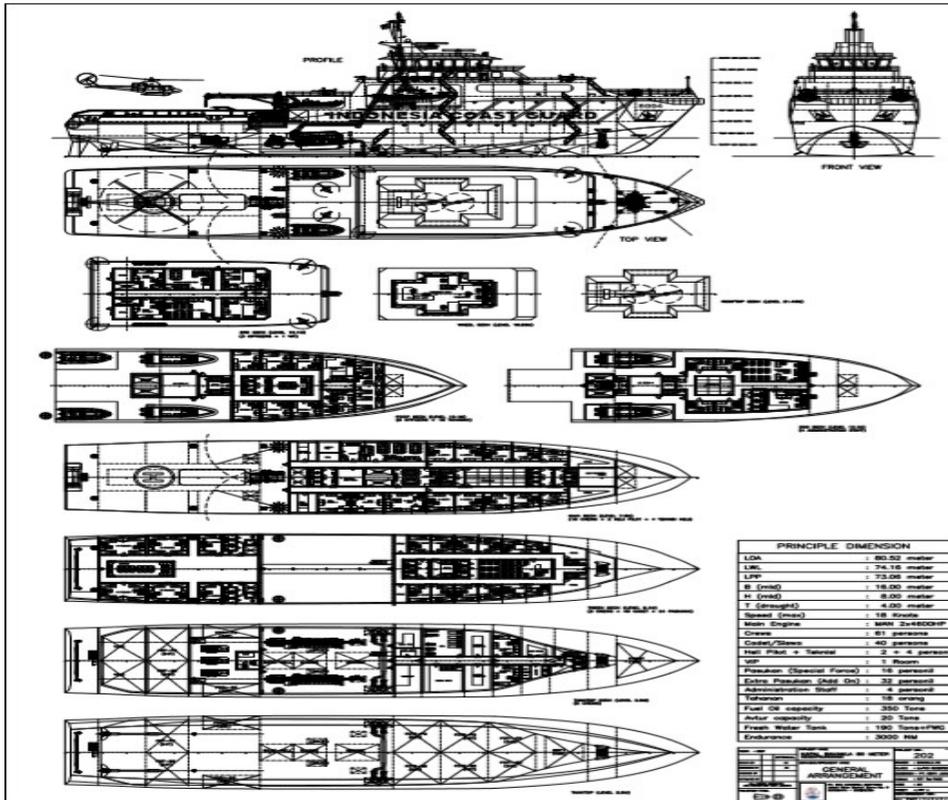
Timbulnya permasalahan yang mengganggu kualitas udara dalam suatu ruangan umumnya disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah suhu udara, kelembapan udara sistem ventilasi ruangan, dan kontaminan sisa hasil pernafasan. Suatu ruangan yang ditempati oleh banyak orang dengan berbagai kondisi kesehatan maka kemungkinan besar untuk dapat terpapar oleh resiko infeksi melalui kontak dengan orang lain. Ruangan yang di tempati oleh banyak orang dapat meningkatkan resiko timbulnya gangguan kesehatan. (Arjani, 2011).

2.2. Offshore Patrol Vessel (OPV)

Kapal patrol adalah kapal angkatan laut yang relative kecil yang umumnya dirancang untuk tugas pertahanan pantai. Ada banyak desain untuk kapal patrol. Mereka dapat dioperasikan oleh angkatan laut negara, penjaga pantai, pasukan polisi atau bea cukai dan dapat ditujukan untuk lingkungan laut atau muara dan sungai. Jumlah kapal patrol di Indonesia masih jauh dari rencana strategis TNI AL khususnya untuk kapal tipe menengah.



Gambar 2.1 Kapal Offshore Patrol Vessel



Gambar 2.2 GA Kapal OPV 80 Meter

Spesifikasi kapal OPV 80 meter yang digunakan :

LOA	: 80.52 meter
LWL	: 74.16 meter
LPP	: 73.06 meter
B (mid)	: 16.00 meter
H (mid)	: 8.00 meter
T (draught)	: 4.00 meter
Speed (max)	: 18 knots
Main Engine	: MAN 2X4600HP
Crews	: 61 Persons
Cadet/siswa	: 40 Persons
Heli pilot +teknisi	: 2 + 4 Persons
VIP	: 1 Room
Pasukan	: 16 personil
Extra Pasukan	: 32 personil
Administration Staff	: 4 personil
Tahanan	: 18 orang
Fuel Oil Capacity	: 350 Tons
Avtur Capacity	: 20 Tons
Fresh Water Tank	: 190 Tons+FWG
Endurance	: 3000 NM

2.3. Air Conditioning

Air conditioning, penyejuk udara, pendingin udara, pengkondisi udara, penyamaran udara atau AC adalah system atau mesin yang dirancang untuk menstabilkan suhu udara dan kelembapan suatu area (yang digunakan untuk pendinginan maupun pemanasan tergantung pada sifat udara pada waktu tertentu). Umumnya AC menggunakan siklus refrigerasi tetapi kadang kadang menggunakan penguapan, biasanya AC digunakan untuk kenyamanan pendingin pada ruangan atau kendaraan. Proses ini paling sering digunakan untuk mencapai lingkungan yang nyaman biasanya untuk manusia dan hewan, pendingin ruangan juga digunakan untuk mendinginkan dan melembapkan ruangan yang dipenuhi dengan perangkat elektronik penghasil panas seperti server computer, amplifier daya, dan menyimpan beberapa produk seperti makanan.

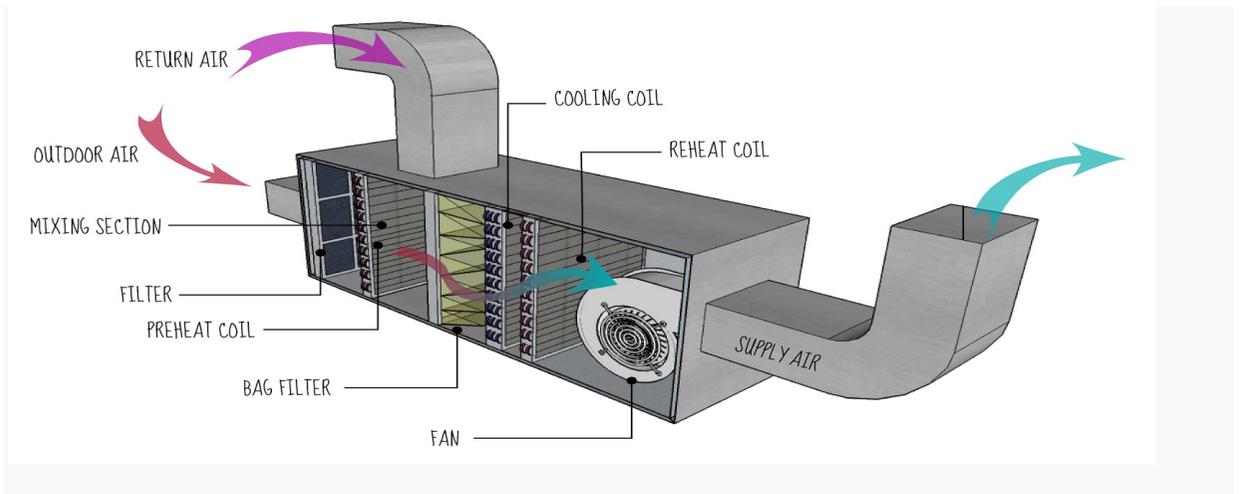


Gambar 2.3 Air Conditioning

Pendingin udara biasanya menggunakan kipas angin untuk mendistribusikan udara terkondisi ke ruang yang ditempati seperti bangunan untuk meningkatkan kenyamanan thermal dan kualitas udara dalam ruangan. Ac berkisar dari unit yang kecil hingga unit besar, unit kecil biasanya dapat mendinginkan kamar, sedangkan unit besar biasanya dapat mendinginkan seluruh bangunan.

2.4. HVAC (Heating, ventilation, and air conditioning)

Dalam Konstruksi, system pemanas, ventilasi, dan pendingin udara yang lengkap biasa disebut sebagai HVAC. HVAC adalah teknologi kenyamanan lingkungan indoor. Tujuannya adalah untuk memberikan kenyamanan thermal dan kualitas udara dalam ruangan yang dapat diterima. Desain system HVAC adalah subdisiplin teknik mesin, berdasarkan prinsip – prinsip termodinamika, mekanika fluida, dan perpindahan panas.



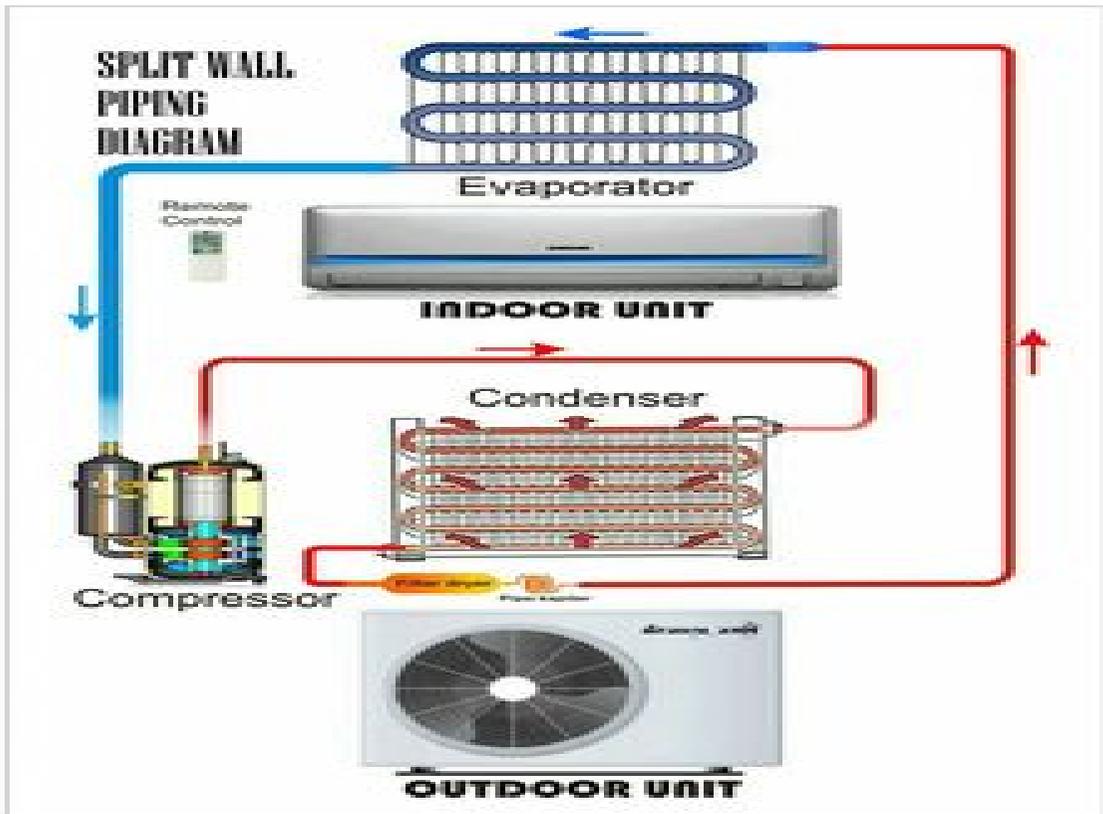
Gambar 2.4 Komponen HVAC

HVAC adalah bagian penting dari struktur bangunan, industry sector kecil dan besar, dan juga kendaraan. Dimana kondisi bangunan yang aman dan nyaman berkaitan dengan kondisi suhu dan kelembapan, menggunakan udara segar dari luar. V dalam HVAC adalah proses pertukaran atau penggantian udara di ruang apa pun untuk memberikan kualitas udara dalam ruangan yang tinggi yang melibatkan kontrol suhu, penambahan oksigen, dan penghilangan kelembapan, bau, asap, panas, debu, bakteri yang terbawa udara, karbon dioksida, dan gas lainnya. Ventilasi menghilangkan bau tidak sedap dan kelembapan yang berlebihan, memperkenalkan udara luar, menjaga sirkulasi udara bangunan bagian dalam, dan mencegah stagnasi udara interior.

2.5. Split System

Pendingin udara sistem split punya dua bentuk: sistem mini-split dan central. Pada kedua jenis, penukar panas lingkungan-dalam (evaporatif) dipisahkan oleh jarak tertentu dari penukar panas lingkungan-luar (unit kondensasi).

AC split terdiri dari unit outdoor dan unit indoor. Unit luar ruang dipasang di atau dekat dinding luar ruangan yang ingin kita dinginkan. Unit ini menampung kompresor, koil kondensor, dan koil ekspansi atau pipa kapiler. Unit indoor yang tampak ramping ini berisi koil pendingin, blower panjang, dan filter udara. Pemasangan AC split jauh lebih sederhana karena tidak memerlukan saluran kerja. Sebaliknya, unit indoor dan outdoor dihubungkan dengan satu set kabel listrik dan tubing. Ini bagus untuk lingkungan. Pekerjaan saluran yang diperlukan untuk banyak unit A / C tradisional umumnya meningkatkan pengeluaran energi, karena banyak unit A / C terpusat kehilangan banyak energi karena pertukaran panas dalam sistem saluran udara. Tanpa jaringan saluran, ada sedikit peluang untuk kehilangan panas atau energi dalam sistem AC split.



Gambar 2.5 Sistem Kerja AC

Sistem pendingin udara semacam ini memiliki banyak keunggulan dibandingkan AC tradisional. Satu manfaat yang jelas adalah suara dari sistem pendingin udara split. Bagian-bagian dari AC yang paling berisik adalah kompresor dan kipas yang mendinginkan kondensor. Dalam sistem split, kompresor dan kipas untuk kondensor terletak di luar ruangan yang sedang didinginkan dan karenanya sumber kebisingan utama dihilangkan.

2.6. Jenis – jenis AC

Terdapat berbagai macam jenis, merk, maupun model AC. Berikut adalah beberapa contoh jenis ac :

Ac Split Wall Mounted

Masuk dalam kategori negara tropis membuat cuaca di Indonesia menjadi cenderung panas sehingga pendingin ruangan dibutuhkan. Pengertian AC split adalah perangkat alat yang berfungsi untuk mengatur kondisi suhu pada ruangan menjadi lebih rendah dari suhu yang ada terdapat dalam lingkungan sekitar. Semua jenis atau tip Air Conditioner atau penyejuk udara akan bekerja maksimal apabila kondisi ruangan dalam keadaan rapat, tidak ada lubang ventilasi atau jendela yang terbuka. Apabila sebuah ruangan terpasang AC split namun jendela atau ventilasinya terbuka, maka komponen atau sistem kerja AC untuk mendinginkan udara tidak akan berfungsi.

Untuk dapat menghasilkan proses sirkulasi udara yang membuat udara dalam suatu ruangan menjadi sejuk cenderung dingin, AC split memiliki beberapa komponen penyusun. Beberapa komponen tersebut antara lain:

- Evaporator

Komponen pertama adalah evaporator. Evaporator pada ac jenis ini diproduksi dari pipa berbahan tembaga dengan panjang serta diameter yang disesuaikan. Desain evaporator sengaja dibuat berlekuk-lekuk untuk menghemat tempat dan mampu menyerap suhu panas pada udara ruangan secara efektif.

- Filter udara

Udara yang telah melalui evaporator akan segera disaring oleh filter udara. Filter udara bekerja supaya udara hasil sirkulasi menjadi bersih dan terbebas dari polutan atau virus berbahaya.

- Motor blower

Selanjutnya terdapat motor blower yang berfungsi sebagai sirkulator udara agar sampai ke evaporator. Motor blower juga akan mengatur capaian suhu udara seperti yang diinginkan. Pengaturan suhu dapat dilakukan pengguna ac dengan remote kontrol AC split.

- Control panel electric dan sensor suhu

Komponen ini dapat dibilang sebagai komponen pokok karena berfungsi untuk mengatur seluruh kinerja komponen lainnya seperti blower, fan hingga timer.

- Kondensor

Komponen yang selanjutnya adalah kondensor yang terbuat dari pipa berbahan tembaga. Komponen ini berfungsi sebagai pelepas suhu panas udara yang terbawa oleh Freon untuk dilepas menjadi udara dingin di ruangan.

Keunggulan penggunaan AC Split

Banyak sekali kelebihan AC split yang dapat dirasakan secara langsung oleh penggunanya. Pertama, ac split lebih ringkas bentuknya sehingga tidak memakan begitu banyak tempat. Sistem pemasangan ac split juga jauh lebih mudah jika dibandingkan dengan ac sentral. AC split juga jauh lebih hemat energi serta hemat biaya karena dibekali dengan teknologi yang mampu mendinginkan ruang-ruang secara terpisah. Desain pendingin ruangan ini juga sangat artistic sehingga dapat membuat tampilan ruangan menjadi lebih stylish. yang tak kalah seru, AC split selalu dilengkapi dengan remote yang dapat memudahkan untuk pengaturannya meskipun dari jarak jauh.

Setelah mengulas berbagai informasi mengenai AC wall mounted split di atas, dapat diketahui bahwa pendingin ruangan jenis ini memang sangat tepat untuk diaplikasikan di rumah-rumah hingga ke jenis bangunan besar.



Gambar 2.6 Unit AC Split Wall Mounted

Ac Split Cassette

Cassette AC merupakan tipe indoor AC dengan aliran udara seragam 360 ° menetapkan standar dan menghindari suhu yang tidak merata dan ketidaknyamanan yang disebabkan oleh angin. Karakter AC Cassette yang simple memudahkan pengguna beradaptasi dengan ruang instalasi, tubuh mesin yang compact dan operasi yang tenang. Tipe AC yang sangat cocok di gunakan untuk ruangan – ruangan yang besar dan terbuka, seperti contoh nya kantor dan restaurant.

Bagian pada AC Cassette

AC cassette merupakan seperangkat alat yang digunakan untuk menurunkan suhu udara pada ruangan tertentu. Biasanya AC ini dipasang pada langit-langit udara. Unit indoor dari AC ini diletakkan di plafon dan outdoor-nya diletakkan cukup jauh agar tidak mengganggu distribusi aliran udara.

Pemasangan atau instalasi AC cassette ini cukup mudah dan tidak menempati ruangan yang luas. Oleh karena itu, ac ini sangat digemari oleh pelaku industri dan sering dipasang di mall serta banyak juga dipasang di gedung perkantoran. Komponen dari AC ini antara lain sensor temperatur, sensor jumlah orang yang ada di ruangan, sinyal infra red, blower, kondensor, dan yang terakhir adalah auto swing.

Kelebihan dari AC cassette antara lain:

1. Jika kita membandingkan AC ini dengan jenis pendingin ruangan yang lain maka AC cassette lebih unggul. Hal ini karena instalasinya yang mudah serta ukuran ac cassette tidak terlalu besar dengan desain yang sederhana namun elegan.
2. Dibekali dengan sensor ganda. AC cassette yang memiliki sensor ganda bisa memaksimalkan kinerjanya dalam menurunkan suhu udara di seluruh ruangan dengan cakupan yang luas. Sensor ini sendiri akan meningkatkan metode kerja pendingin udara sehingga menciptakan kesejukan yang maksimal.
3. Terdapat kendali aliran udara. Pada proses instalasi AC cassette diarahkan agar AC ini bisa kita dikontrol dengan mudah. Sehingga penyebaran suhu udara jauh lebih merata dan cepat.
4. Efisiensi aliran udara. Dengan kontrol yang baik, maka aliran udara dari AC ini bisa didistribusikan secara merata. Sehingga tidak ada pemborosan pada aliran udaranya. Hal ini tentu bisa menghemat daya listrik yang digunakan serta menghemat biaya pengeluaran.
5. Dilengkapi dengan deteksi jumlah orang yang ada dalam ruangan. Sensor infrared pada AC ini bisa mendeteksi jumlah orang yang ada pada suatu ruangan yang dipasang AC cassette. Jika

sensor tersebut mendeteksi jumlah orang yang lebih banyak maka suhu udara akan dibuat semakin dingin, demikian juga jika terdeteksi jumlah orang sedikit maka suhu udara akan dinaikkan.

6. Perawatan dan maintenance AC yang mudah dan cepat.

Demikianlah penjelasan mengenai kelebihan serta fitur yang terdapat pada AC Cassette. Jika ingin membeli AC jenis ini kita harus mempertimbangkan fungsi serta kebutuhannya. Hal ini dilakukan agar manfaat AC jenis ini bisa kita optimalkan. Tidak lupa juga untuk melakukan perawatan sehingga AC ini bisa tahan lama.



Gambar 2.7 AC Split Cassette

Ac split Floor Standing

AC floor standing sangat banyak diminati oleh masyarakat sebagai pendingin ruangan yang fleksibel dan praktis. Dikatakan praktis serta fleksibel karena unit air conditioner ini sangat mudah dipindah atau ditempatkan sesuai keinginan dan kebutuhan. Hasil aliran udara yang diberikan AC floor standing juga tidak kalah melimpah dan nyaman. Seperti pendingin udara permanen yang telah banyak diaplikasikan mulai dari perumahan hingga perkantoran yang mengusung teknik central maupun split yang sulit untuk dipindah lokasinya.

Pengertian AC Floor Standing

Tiba pada ulasan mengenai definisi serta sistem kerja AC floor standing. AC floor standing adalah unit pendingin ruangan berbentuk balok yang sangat mirip dengan kulkas atau refrigerator. Karena praktis, pendingin ruangan ini banyak diaplikasikan di berbagai jenis fungsi ruangan (*indoor*). Berbagai acara sering memanfaatkan kinerja jenis air conditioner jenis ini seperti hajatan pernikahan

dan jenis pesta lainnya. Kapasitas Air Conditioner atau PK AC yang terdapat di pasaran cukup lengkap, mampu menyesuaikan dengan kebutuhan.

Cara kerja AC Standing Floor

Masuk ke pembahasan tentang sistem atau cara kerja dari AC jenis floor standing yang saat ini banyak diminati masyarakat karena kemudahan dan kepraktisannya. Jika dilihat dari cara peletakannya dan penggunaannya, AC standing floor memang cenderung sangat mirip dengan kipas angin. Bahkan fungsi secara garis besar dari unit pendingin ruangan ini juga sama dengan kipas angin yakni untuk menyejukkan udara dalam ruangan tersebut sehingga terhindar dari udara pengap dan panas.

Namun cara kerja dan instalasi AC floor standing jelas berbeda dengan kipas angin atau fan biasa. Pendingin ruangan standing floor menerapkan sistem refrigerant (freon), dan terdiri dari indoor dan outdoor sama seperti pada jenis AC lainnya. Di karenakan jenis indoor nya yang mudah diletakan dan tidak bersifat permanen, maka jenis AC floor standing memberikan kemudahan dan fleksibilitas extra dalam pemindahan atau pemosisian indoor AC.

Tak jarang para produsen juga menerapkan teknologi turbo cooling function yang mampu mempercepat proses pendinginan pada AC standing floor. Bahkan tidak jarang unit yang mengaplikasikan auto swing louver yang mampu bergerak secara otomatis untuk menyebarkan udara sejuk atau dingin menjadi lebih merata ke beberapa titik.

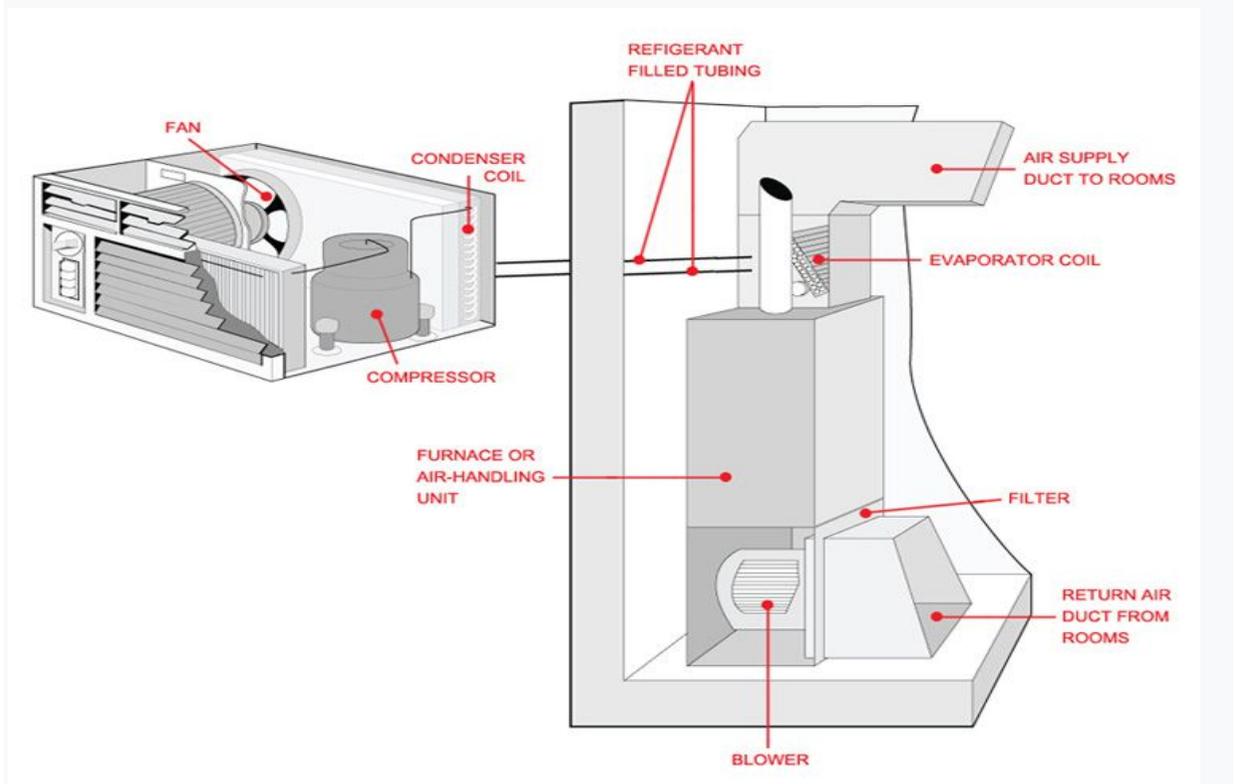
Demikianlah ulasan lengkap mengenai AC floor standing yang sangat ringkas dan praktis. Penggunaan pendingin ruangan jenis in tak hanya dapat diterapkan di dalam ruangan atau indoor saja namun juga dapat diaplikasikan di luar ruangan atau outdoor.



Gambar 2.8 AC Split Floor Standing

2.7. Central System

Pendingin udara sentral (atau AC sentral) adalah sistem di mana udara didinginkan di lokasi pusat dan didistribusikan ke dan dari kamar oleh satu atau lebih kipas dan saluran udara. Pekerjaan kompresor pendingin udara inilah yang membuat seluruh proses pendingin udara memungkinkan. Kompresi gas refrigeran memungkinkannya mengeluarkan panas dari rumah, yang merupakan cara udara dingin dibuat.



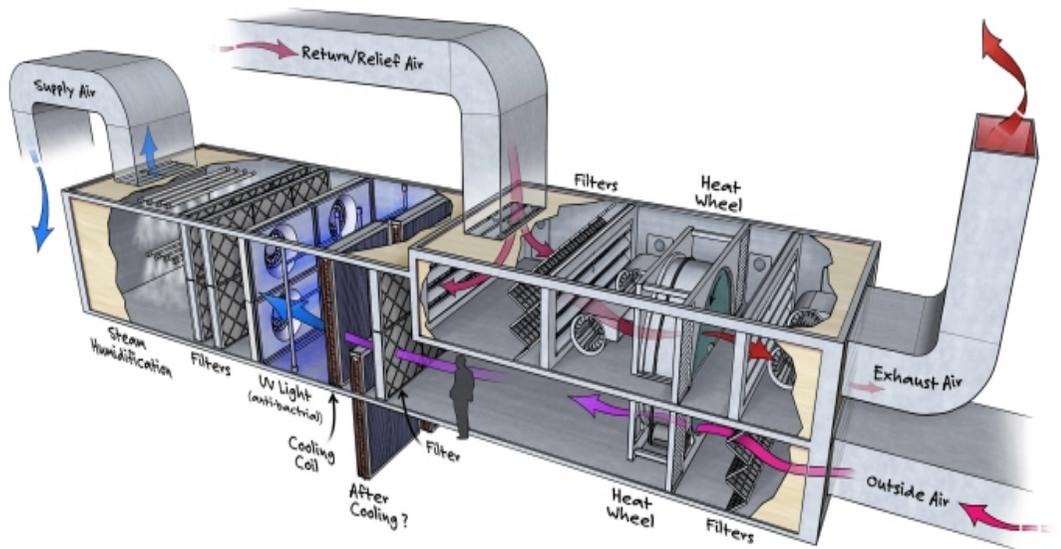
Gambar 2.9 Unit AC Central

Dalam AC sentral, evaporator, kondensator, dan kompresor semuanya terletak di satu kabinet, yang biasanya diletakkan di atap atau di atas pelat beton di sebelah fondasi rumah. Pasokan udara dan saluran balik datang dari dalam ruangan melalui dinding luar rumah atau atap untuk terhubung dengan AC yang dikemas, yang biasanya terletak di luar ruangan.

2.8. Air Handling Unit (AHU)

Air Handling Unit merupakan bagian penting dalam sistem AC central sebagai alat penghantar udara yang telah dikondisikan dari sumber dingin ataupun panas ke ruang yang akan dikondisikan. AHU adalah komponen penukar kalor dimana air dingin hasil pendinginan oleh evaporator disirkulasikan ke coil yang ada pada AHU, kemudian udara dinginnya di sirkulasikan oleh blower dan di distribusikan ke ruangan melalui ducting.

Komponen AHU terdiri dari Motor, Blower, Coil dan Filter. Penggunaan AHU biasanya untuk ruangan berkapasitas besar di atas 60.000 Btu/hour, pada Hotel biasanya untuk suplay udara pada ruang pertemuan seperti ballroom, ruang meeting dan Lobby. Adapun komponen-komponen pada AHU adalah sebagai berikut :



Gambar 2.10 Sistem Kerja AHU

Prinsip kerja secara sederhana pada air handling unit ini adalah dengan menghisap udara dari ruangan (return air) yang kemudian di campur dengan udara segar dari lingkungan (fresh air) dengan komposisi yang bisa di ubah ubah. Campuran tersebut masuk menuju AHU melewati filter, coil pendingin, dan fan (blower), setelah ini udara yang telah mengalami penurunan temperatur di distribusikan secara merata ke setiap ruangan melewati saluran udara (ducting) yang telah di rancang terlebih dahulu sehingga lokasi yang jauh bisa terjangkau dan merata.

2.9. Kapasitas AC

Kebutuhan akan kapasitas dari Ac tentunya yang menentukan adalah seberapa besar ruangan yang akan di tempatkan Ac tersebut. Untuk menghitung kebutuhan ac ruangan menggunakan perhitungan berikut :

$$\text{Rumus Kebutuhan BTU} = (L \times W \times H \times I \times E) / 60$$

L = Panjang Ruangan (Dalam Feet)

W = Lebar Ruangan (Dalam Feet)

H = Tinggi Ruangan (Dalam Feet)

I = Nilai 10 jika ruangan berinsulasi (berada di lantai bawah atau terhimpit dengan ruangan lain). Nilai 18 jika ruangan tidak berinsulasi (di lantai atas)

E = Nilai 16 jika dinding terpanjang berada di sisi depan.
Nilai 17 jika berada di sisi kanan.
Nilai 18 jika berada di sisi belakang.
Nilai 20 jika berada di sisi kiri.
(1 meter = 3,28 Feet)

Ukuran AC berdasarkan BTU / PK

AC 1/2 PK = ± 5.000 BTU/h
AC 3/4 PK = ± 7.000 BTU/h
AC 1 PK = ± 9.000 BTU/h
AC 1 1/2 PK = ± 12.000 BTU/h
AC 2 PK = ± 18.000 BTU/h

Ada 3 faktor yang perlu diperhatikan pada saat menentukan kebutuhan pk ac yaitu daya pendinginan ac, daya listrik, dan pk compressor ac.

2.10. Ac Low Watt

AC Low Watt memiliki cara kerja yang sama dengan AC Standard. Perbedaannya terletak pada kompressornya yang menggunakan daya listrik yang lebih kecil. Untuk mencapai kemampuan yang sama maka AC Low Watt memperkuat kipas angin pada outdoor unit. Secara umum, AC Low Watt memiliki harga lebih mahal dari AC Standard tetapi menggunakan listrik yang lebih efisien sehingga biaya listrik anda akan lebih murah hingga ~20-30% per bulannya.

Tipe AC Low Watt ini juga cocok digunakan untuk rumah yang memiliki daya listrik kecil karena memiliki tarikan listrik awal yang paling kecil dibandingkan dengan tipe AC Standard dan AC Inverter. Sebagai contoh AC Low Watt 1PK dari Sharp menggunakan daya listrik 690W apabila dibandingkan dengan 900W yang diperlukan AC Standard 1PK dari Sharp. Kekurangan AC Low Watt hanya pada fakta bahwa ruangan akan terasa dingin lebih lambat dibandingkan AC Standard karena AC ini menggunakan tenaga yang paling sedikit.

2.11. Ducting AC

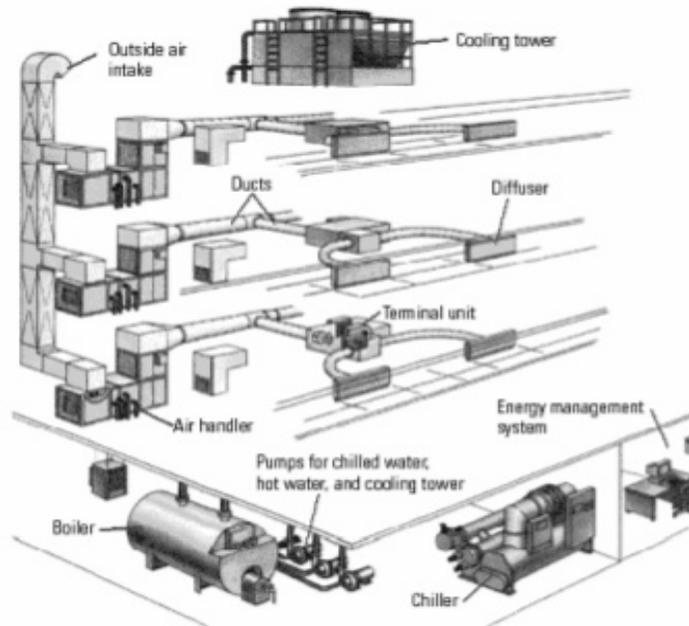
Ducting untuk AC biasanya dipakai untuk instalasi AC sentral atau AC Split Duct. AC Sentral biasanya diperuntukkan untuk instalasi AC di satu gedung yang tidak memiliki pengatur suhu sendiri-sendiri (misalnya per ruang). Semua dikontrol di satu titik dan kemudian hawa dinginnya didistribusikan dengan pipa ke ruangan-ruangan. Dengan AC Central yang bisa dilakukan cuma mengecilkan dan membesarkan lubang tempat hawa dingin AC masuk ke ruang kita. Contoh AC Central adalah di mall atau di dalam bis ber-AC.

Sedangkan Sistem ducting untuk AC, atau juga populer dengan sebutan Air Handling System, merupakan bagian penting dalam sistem AC sebagai alat penghantar udara yang telah dikondisikan dari sumber dingin ataupun panas ke ruang yang akan dikondisikan. Perkembangan desain ducting untuk AC hingga saat ini sangat dipengaruhi oleh tuntutan efisiensi, terutama efisiensi energi, material, pemakaian ruang, dan perawatan.

Selain efisiensi, juga ada tuntutan kenyamanan (termasuk kesehatan dan keselamatan) bagi pengguna. Oleh karena itu dalam desain ducting meliputi pula desain untuk kebutuhan ventilasi, filtrasi, dan humidity. Tiap tipe sistem ducting memiliki manfaat untuk aplikasi tertentu. Suatu tipe sistem yang tidak umum dipakai mungkin lebih efisien bila dipakai untuk suatu aplikasi tertentu yang tergolong unik. Saat ini telah banyak dikembangkan berbagai tipe sistem ducting, dan ini akan terus berkembang untuk memenuhi kebutuhan munculnya aplikasi-aplikasi yang baru. Dalam suatu desain ducting untuk suatu gedung tertentu, sangat mungkin beberapa tipe dipakai untuk memenuhi masing-masing kebutuhan.

Selain biaya instalasi, efisiensi dan operasional sistem ducting harus menjadi perhatian penting. Dahulu ketika harga energi, material dan ruang belum terlalu menjadi pertimbangan, desain ducting tidak terlalu memiliki banyak batasan. Salah satu contoh dalam hal energi adalah mulai populernya sistem Variable Air Volume di tahun 1970-an, terlebih sejak terjadinya embargo minyak Arab di tahun 1973-1974 yang memaksa seluruh industri melakukan peningkatan efisiensi energi. Sejak masa tersebut terjadi kecenderungan penggantian sistem dari Constant Air Volume ke Variable Air Volume. Dalam hal penggunaan material sangat jelas, yaitu semakin besar penggunaan material maka semakin besar biaya instalasi, dan bahkan perawatan sistem.

Dalam hal pemakaian ruang, saat ini ruang sekecil apapun sangat berharga, sehingga dalam perancangan gedung terjadi pengurangan tinggi ceiling, juga tinggi antar lantai, yang di masa lalu hal ini belum terlalu menjadi perhatian utama. Berbagai pertimbangan sering memunculkan benturan dalam mendesain sistem ducting. Misalnya pertimbangan ruang versus energi. Pengurangan tinggi ceiling akan menyebabkan lebih tingginya tekanan udara yang dibutuhkan di dalam ducting, yang berarti lebih tingginya kebutuhan energi. Namun saat ini terjadi kecenderungan untuk mengutamakan efisiensi energi dan kelestarian lingkungan. Bahkan beberapa negara membuat regulasi yang mengarahkan desainer, developer, dan user pada hal tersebut. Tentu saja ini menjadi tantangan dan peluang besar bagi para desainer untuk menentukan kombinasi tipe sistem ducting yang tepat, atau bahkan melakukan inovasi.



Gambar 2.11 Ducting AC

2.12. Cooling load

Cooling load atau beban pendinginan adalah jumlah energy panas yang harus dipindahkan pada suatu ruangan atau bangunan oleh peralatan atau mesin HVAC agar temperature ruangan yang dikondisikan tetap terjaga. Perhitungan cooling load juga dapat dimanfaatkan untuk tujuan – tujuan seperti berikut :

- Menyediakan informasi untuk pemilihan mesin dan desain system HVAC.
- Menyediakan data untuk evaluasi adanya kemungkinan penurunan beban pendinginan.

Terdapat dua tipe heat gain dalam pembahasan cooling load, yaitu sensible heat dan latent heat, sensible heat / kalor sensible merupakan kalor yang secara langsung dapat dirasakan, sedangkan latent heat / kalor laten merupakan kalor yang tidak dapat dirasakan secara langsung.

Memperoleh komponen cooling load dari sumber beban

Komponen sensible cooling load yang didapat dari sumber beban, dikalkulasi dengan menggunakan table factor konversi , “ Cooling Load Temperature Differences “ (CLTD) atau “ Cooling Load Factor “ (CLF). Cooling loads dari atap, dinding luar dan konduksi kaca

dikalkulasikan dalam suatu step proses menggunakan factor CLTD. Metode ini menggantikan metode sebelumnya yaitu metode “ Total Equivalent Temperature Difference “ (TETD).

Kondisi Indoor dan Outdoor design

Desain temperature udara ruang yang diinginkan akan bervariasi sesuai dengan aktivitas dan fungsi dari suatu ruangan atau bangunan. Sedangkan desain kondisi luar ruang akan tergantung oleh lokasi dan data kondisi cuaca pada suatu wilayah.

Informasi yang diharapkan (output)

Hasil dari kalkulasi adalah total cooling load dari suatu ruang, zona atau grup dari beberapa zona. Cooling load harus cukup akurat agar tepat dalam memilih peralatan atau mesin dan supply udara. Untuk memudahkan dalam kalkulasi cooling load, maka kalkulasi dikategorikan menjadi tiga bagian :

1. External loads
2. Internal loads
3. Infiltration and ventilation loads

2.13. External Loads

komponen external load adalah sebagai berikut :

1. Konduksi kalor melalui dinding luar dan atap.
2. Konduksi kalor melalui partisi interior, langit – langit ruangan dan lantai.
3. Konduksi panas dari fenestration.
4. Efek radiasi matahari.

Efek konduksi dan nilai U

Konduksi steady state perpindahan kalor melalui atap, dinding atau kaca adalah :

$$q = (UA) \times \Delta t \text{ or } (A / R_t) \times \Delta t$$

Dimana :

q = laju perpindahan kalor, Btu/hr

Δt = perbedaan temperature, deg F

R_t = jumlah total resistansi termal, (hr.ft².F)/Btu

$R_t = R_1 + R_2 = \dots = 1/U$

$U = \text{koefisien transmisi, Btu/(hr.ft}^2\text{.F)} = 1/Rt$

$A = \text{luas permukaan area, ft}^2$

Persamaan unsteady-state untuk cooling load :

$$q = U \times A \times CLTD$$

Dimana :

$q = \text{cooling load}$

$CLTD = \text{Cooling Load Temperature Difference , deg F}$

Glass Solar Load

Konsep CLTD yang diaplikasikan pada kaca, hanya memperhitungkan cooling load karena konduksi. Sedangkan solar heat gain melalui fenestration, didapatkan dari shading coefficient (SC) dari jenis kaca tertentu dan solar heat gain factor (SGHF). Persamaan cooling load yang berlaku adalah :

$$q = A \times (SC) \times (SHGF_{\text{max}}) \times (CLF)$$

Dimana :

$q = \text{cooling load akibat dari radiasi matahari melalui kaca, Btu/hr}$

$A = \text{permukaan area kaca}$

$SC = \text{shading coefficient}$

$SGHF_{\text{max}} = \text{maksimum SGHF pada bulan, dan orientasi}$

$CLF = \text{cooling load factor}$

2.14. **Internal Loads**

Internal loads terdiri dari komponen cooling loads yang terbentuk dari sumber kalor yang ada di dalam ruangan yang ada di dalam ruangan yang dikondisikan. Komponen tersebut adalah : pencahayaan, manusia, dan peralatan atau mesin.

Pencahayaan

Pencahayaan menimbulkan kalor karena adanya supply energy listrik. Energy tersebut berkonveksi ke udara dan juga melalui radiasi. Kalor yang dihasilkan dari pencahayaan adalah sensible heat / kalor sensible.

$$q = 3,41 \times W \times \text{Fuse} \times \text{Fal} \times \text{CLF}$$

Dimana :

q = sensible cooling load

3,41 = factor konversi Btu / hr per watt

W = total lamp wattage

Fuse = factor penggunaan lampu

Fal = special ballast allowance factor

CLF = cooling load factor, menurut waktu penggunaan

Manusia

Tubuh manusia menghasilkan kalor melalui proses metabolisme dan melepaskannya melalui radiasi kulit atau pakaian juga melalui proses konveksi dan penguapan melalui kulit, pakaian dan proses bernafas. Kalor yang dihasilkan melalui uap lembab dari tubuh adalah kalor laten dan selain itu adalah kalor sensible.

$$Q_s = q_s / \text{orang} \times \text{jumlah orang} \times \text{CLF}$$

$$Q_l = q_l / \text{orang} \times \text{jumlah orang}$$

Dimana :

Q_s = sensible cooling load

q_s = sensible heat gain per orang

Q_l = latent cooling load

Peralatan dan mesin

Kondisi peralatan dan mesin yang menghasilkan kalor adalah sebagai berikut :

- a. Peralatan elektrik , gas dan uap seperti pada peralatan masak dan mesin pengering dapat melepaskan kalor ke ruangan. Hal ini menimbulkan adanya kalor laten dan kalor sensible.
- b. Mesin elektrik seperti kalkulator, mesin tik, dan motor listrik berpotensi menghasilkan kalor yang signifikan pada internal load untuk pengaplikasian komersial.

$$q_s = \text{sensible} \times \text{CLF}$$

2.15. Infiltrasi dan Ventilasi

Udara luar dalam bentuk infiltrasi dan ventilasi menimbulkan tipe special dari beban pendinginan yang terjadi pada ruangan. Ventilasi disupply untuk memenuhi aroma dan standar udara yang bersih, sedangkan infiltrasi timbul dari leakage yang terkontrol atau tidak terkontrol pada pintu, jendela atau dinding.

Persamaan cooling load dari infiltrasi dengan air change method :

$$\text{Airflow} = \text{volume} \times \text{air change per hour} / 60$$

$$q_s = 1,085 \times \text{airflow} \times \Delta t$$

Dimana :

$$q_s = \text{sensible heat gain dari infiltrasi}$$

$$1,085 = \text{produk dari densitr dan kalor spesifik}$$

$$\text{Airflow} = \text{kuantitas udara infiltrasi pada ruangan, cfm}$$

$$\Delta t = \text{selisih antara desain temperature luar dan temperature dalam}$$

$$q_l = 0,7 \times \text{airflow} \times \Delta W$$

Dimana :

$$q_l = \text{latent heat gain dari infiltrasi}$$

$$0,7 = \text{latent heat factor}$$

$$\Delta W = \text{selisih desain rasio kelembaban luar dan desain rasio kelembaban dalam}$$

Persamaan cooling load dari ventilasi :

$$\text{Ventilation airflow} = \text{jumlah orang} \times \text{cfm/orang}$$

$$q_s = 1,085 \times \text{airflow} \times \Delta t$$

$$q_l = 0,7 \times \text{airflow} \times \Delta W$$

2.16. Ducting

Selain perlengkapan air handler dan perlengkapan distribusi udara untuk ruangan yang telah dikondisikan, ada juga system ducting yang merupakan perantara kedua system di atas. Untuk memenuhi fungsi ducting, system perlu didesain terhadap ketersediaan ruang ducting, friction loss, kecepatan, suara, kalor dan rugi kebocoran.

2.17. Duct Design

Dalam desain ducting dengan system kecepatan rendah atau system kecepatan tinggi dibutuhkan data. Data – data yang dibutuhkan adalah data standar grafik air friction, data rekomendasi kecepatan, kerugian pada elbows dan fittings, dan metode yang umum digunakan untuk mendesain system distribusi udara.

Friction Chart

Pada duct dimana ada aliran udara, maka di sana akan terjadi rugi tekanan yang berkelanjutan. Kerugian ini disebut juga duct friction loss dan tergantung pada hal berikut ini :

- Kecepatan udara
- Ukuran duct
- Kekasaran permukaan bagian dalam
- Panjang duct

Mengubah salah satu dari keempat factor diatas akan mempengaruhi rugi friction pada system ducting. Hubungan factor–factor diatas dapat diilustrasikan melalui persamaan berikut :

$$\Delta P = 0,03f (L/d^{1,22}) (v/1000)^{1,52}$$

Dimana :

ΔP = rugi friction

F = kekasaran permukaan internal

L = panjang duct

d = diameter duct

v = kecepatan udara

persamaan diatas merupakan dasar dalam pembuatan standar grafik friction loss.

Kuantitas Udara

Total kuantitas supply udara yang dibutuhkan pada tiap tiap ruang ditentukan dari perhitungan cooling load.

Diameter Duct

Terdapat table yang menunjukkan ukuran duct persegi panjang setara dengan berbagai diameter duct yang tertera pada grafik friction loss untuk duct berbentuk bulat. Duct bentuk persegi panjang ini memiliki penampang area yang mampu membawa kuantitas udara dan memiliki rugi friction setara dengan duct berbentuk bulat. Untuk menentukan ukuran duct

persegi panjang ini, harus menentukan dahulu duct bentuk bulat yang didapat dari perhitungan kuantitas udara dan kecepatan udara.

Kecepatan Udara

Desain kecepatan udara bergantung kepada tingkat suara yang diperbolehkan, biaya awal dan biaya operasional. Terdapat table yang menunjukkan rekomendasi kecepatan udara untuk supply dan return air dalam system duct kecepatan rendah. Rekomendasi ini berdasarkan pengalaman.

Friction Rate

Tingkat friction pada grafik friction loss diberikan dalam bentuk inches of water per 100 ft setara dengan panjang dari duct. Total panjang duct pada bagian tersebut kemudian dikalikan dengan tingkat friction untuk mendapatkan nilai rugi friction. Total panjang duct termasuk semua elbow dan fitting yang ada pada salah satu bagian duct.

Tekanan Kecepatan Udara

Grafik friction loss dapat menunjukkan garis konversi tekanan kecepatan udara. Tekanan kecepatan udara dapat dicari dengan membaca secara vertical ke atas dari perpotongan antara garis konversi dan kecepatan udara yang digunakan.

Flexible metal conduit

Pipa penyalur fleksibel sering digunakan untuk menyalurkan udara dari riser atau branch header ke terminal ac pada system kecepatan udara tinggi. Rugi friction pada pipa penyalur ini lebih tinggi daripada duct bentuk bulat.

Fan Conversion Loss or Gain

Sebagai tambahan pada kalkulasi dalam menentukan tekanan statis pada fan discharge, fan conversion loss or gain harus dimasukkan. Besar hasil konversi ini bias saja signifikan, terutama pada system kecepatan udara tinggi.

Jika kecepatan udara pada duct lebih tinggi dari kecepatan fan outlet, gunakan persamaan di bawah ini untuk mendapatkan nilai rugi tambahan tekanan statis yang dibutuhkan:

$$\text{Loss} = 1,1 [(V_d/4000)^2 - (V_f/4000)^2]$$

Dimana :

V_d = kecepatan udara duct

V_f = kecepatan udara fan outlet

Loss = in.wg

Jika kecepatan udara fan outlet lebih tinggi daripada kecepatan udara duct, maka gunakan persamaan dibawah ini :

$$\text{Gain} = 0,75 [(VF/4000)^2 - (Vd/4000)^2]$$

Metode Desain Duct

Prosedur umum dalam merancang system duct adalah menjaga tata letak secara sederhana dan membuat saluran duct secara simetris. Supply terminal dilokasikan untuk menyediakan distribusi udara ke ruangan secara benar dan duct dibuat untuk menghubungkan keluaran supply udara tersebut.

Desain untuk system distribusi udara dengan kecepatan rendah dapat dilakukan dengan tiga metode seperti dibawah ini :

1. Velocity reduction
2. Equal friction
3. Static regain

Ketiga metode ini menghasilkan hasil yang berbeda dalam tingkat akurasi, ekonomi dan kegunaan.

Equal friction Method

Metode ini merupakan metode yang paling umum digunakan dalam desain system ducting. Metode pemilihan ukuran ducting ini digunakan untuk system ducting supply, exhaust dan return air dimana diterapkannya kesamaan friction loss per foot panjang duct pada seluruh system.

Prosedur umum yang dilakukan pertama kali adalah menentukan kecepatan inisial pada duct utama yang dekat dengan fan. Kecepatan udara dapat ditentukan dengan table rekomendasi kecepatan udara sesuai dengan batasan tingkat suara. Lalu dengan menggunakan grafik friction loss dapat menentukan inisial friction loss dari nilai kecepatan udara dari nilai kuantitas udara. Inisial friction loss ini digunakan di sepanjang system ducting dan digunakan untuk menentukan diameter duct yang setara berdasarkan grafik friction loss for round duct.

Untuk mempercepat proses kalkulasi equal friction, sering digunakan table persentasi penampang area pada cabang duct. Area penampang yang didapat pada hasil table ini digunakan untuk memperoleh diameter duct yang setara pada table friction loss, lalu disetarakan lagi dengan table ukuran duct bentuk persegi panjang. Prosedur ini otomatis akan menurunkan kecepatan udara pada arah aliran.

Untuk menentukan total friction loss pada system ducting, agar fan yang digunakan mampu mengalirkan udara, merupakan hal yang penting untuk menghitung kerugian pada tahanan tertinggi aliran duct. Friction loss pada elbow dan fitting harus diperhitungkan.

2.18. Faktor Pengaruh pada Rancangan AC

a. Primer

Pengaruh yang utama pada rancangan dan pemilihan ac adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan atau fungsi ruang

Penggunaan ruang berpengaruh terhadap suhu ruangan karena pada dasarnya manusia yang mengisi suatu ruangan mengeluarkan kalori yang cukup tinggi. Kamar tidur yang hanya diisi dua orang berbeda dengan ruang keluarga yang frekwensi keluar masuk penghuninya cukup tinggi. Semakin banyak pengguna maka semakin besar daya AC yang dibutuhkan.

2. Ukuran Ruangan

Ukuran ruangan menentukan berapa banyak BTU (british thermal unit) atau kecepatan pendinginan. BTU adalah kecepatan pendinginan untuk ruangan satu meter persegi dengan tinggi standar (umumnya tiga meter). Semakin besar satu ruangan tentunya akan semakin besar pula BTU yang dibutuhkan.

3. Beban pendinginan

Beban pendinginan berasal dari dalam ruangan (internal heat gain). Misalnya dari jumlah penghuni, dan penggunaan penerangan, seperti lampu. Beberapa jenis lampu mengeluarkan panas yang tinggi, yang berarti juga harus memilih AC dengan daya yang lebih tinggi. Selain dari dalam, beban pendinginan juga berasal dari luar. Seperti cahaya matahari yang mengeluarkan energi panas melalui dinding, atap atau jendela

4. Banyaknya jendela kaca

Saat ini banyak rumah yang mempunyai jendela kaca atau menggunakan blok kaca (glass block). Untuk ruangan yang menggunakan kaca sebanyak 70% atau lebih, sebaiknya gunakan kaca film yang dapat menahan sinar ultraviolet untuk mengurangi beban pendinginan.

5. Penempatan AC

Pemasangan unit indoor perlu memperhatikan arus angin (air flow) dari blower AC. Penentuan arus angin atau hembusan yang tepat membuat udara yang dikeluarkan lebih merata dan tidak hanya berkumpul di satu titik. Selain itu, agar arus angin tidak mengenai pengguna secara langsung. Terpaan angin dingin secara terus menerus dapat berakibat buruk bagi kesehatan. Usahakan mengarahkan swing ke bagian atas kepala karena udara yang dikeluarkan AC mempunyai berat jenis yang lebih berat dari udara. Penempatan kompresor harus diletakkan ditempat dengan sirkulasi udara yang cukup, ada tempat untuk udara masuk dan udara keluar, dan terlindung dari hujan. Untuk AC ukuran 1 PK, jarak yang aman antara unit indoor dengan kompresor berkisar antara 5-7 meter. Jika memasang AC lebih dari satu, hindari peletakkan kompresor secara berhadapan dengan kompresor lain. Sebaiknya letakkan sejajar sehingga sirkulasi udara tidak terganggu.

b. Sekunder

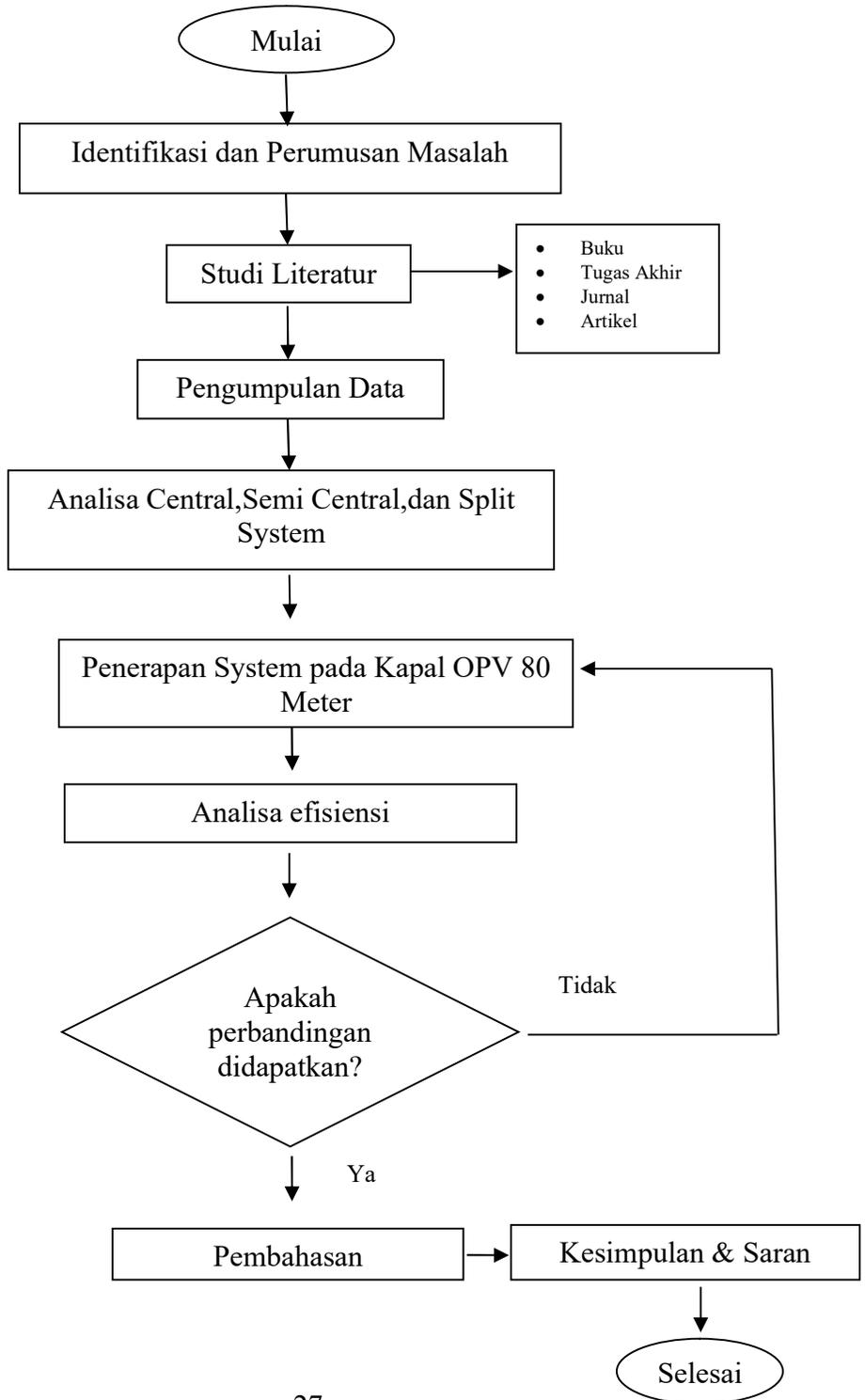
Pengaruh yang sekunder pada rancangan dan pemilihan ac adalah sebagai berikut :

1. Kondisi ruangan
2. Fungsi dan kapasitas ruangan
3. Jenis dan macam material yang dipakai

Prinsip dasar AC sebagai pemindah kalor menggunakan media pembawa kalor yang berupa larutan pendingin.

BAB III METODOLOGI

Penelitian ini memiliki tahapan-tahapan tertentu untuk mencapai tujuannya. Tahapan-tahapan tersebut direpresentasikan dalam suatu diagram alir seperti pada gambar di bawah ini :



3.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Langkah awal dari pengerjaan tugas akhir ini adalah dengan melakukan identifikasi terhadap permasalahan yang ada. Agar penelitian ini lebih fokus, maka ada perancangan yang dilakukan dengan menggunakan aspek-aspek yang mempengaruhi efisiensi system central, semi central, dan system split pada air conditioning kapal opv 80 meter. Adapun hasil yang dituliskan disini masih berupa dugaan sementara dan perlu dilakukan studi lebih lanjut untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

3.2. Studi literatur

Studi literatur yang digunakan ada beberapa referensi penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Referensi yang digunakan adalah :

- a. Buku
- b. Jurnal
- c. Artikel
- d. Tugas Akhir

Referensi tersebut didapatkan dengan menggunakan internet, perpustakaan maupun Ruang Baca Fakultas. Hal ini dimaksudkan agar pencarian yang dilakukan lebih spesifik dan akurat. Studi literature penting untuk dilakukan untuk memperkuat pernyataan tentang hal – hal yang berhubungan dengan kapal opv, air conditioning system dan juga type nya.

3.3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperlukan untuk membantu pengerjaan dari tugas akhir ini. Data yang sudah ada didapat dari jurnal yang sudah ada, data – data di internet, serta rancangan gambar kapal opv 80 meter, pengertian tentang air conditioning, pengertian ac split, central dan semi central serta perhitungan ducting.

3.4. Analisa system central, semi central, dan system split

Menghitung system central, semi central, dan system split pada air conditioning menggunakan rumus rumus yang sudah ada.

3.5. Penerapan system air conditioning yang sudah dihitung pada OPV 80M

Dari data-data yang sudah didapatkan, dilakukan perhitungan agar sistem yang didapatkan lebih efektif dan efisien. Perhitungan yang dilakukan menggunakan rumus-rumus yang ada, serta aplikasi Microsoft Excel untuk media perhitungan.

3.6. Analisa Efisiensi

Data-data yang didapat dari perhitungan dan penerapan pada kapal akan dibandingkan agar didapatkan hasil yang diinginkan.

3.7. Penarikan Kesimpulan dan Saran

Penarikan kesimpulan dan saran akan dilakukan ketika seluruh proses hingga analisa data telah dilakukan. Kesimpulan diambil sesuai dengan hasil dari analisa yang dilakukan.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Rumus Perhitungan Kapasitas AC berdasarkan Besar Ruangan

$$\text{Rumus Kebutuhan BTU} = (L \times W \times H \times I \times E) / 60$$

L = Panjang Ruangan (Dalam Feet)

W = Lebar Ruangan (Dalam Feet)

H = Tinggi Ruangan (Dalam Feet)

I = Nilai 10 jika ruangan berinsulasi (berada di lantai bawah atau terhimpit dengan ruangan lain). Nilai 18 jika ruangan tidak berinsulasi (di lantai atas)

E = Nilai 16 jika dinding terpanjang bagian depan.

Nilai 17 jika bagian kanan.

Nilai 18 jika bagian belakang.

Nilai 20 jika bagian kiri.

(1 meter = 3,28 Feet)

Ukuran AC berdasarkan BTU / PK

AC 1/2 PK = ± 5.000 BTU/h

AC 3/4 PK = ± 7.000 BTU/h

AC 1 PK = ± 9.000 BTU/h

AC 1 1/2 PK = ± 12.000 BTU/h

AC 2 PK = ± 18.000 BTU/h

Perhitungan kebutuhan BTU pada kapal opv 80 meter nantinya akan dihitung per deck. Kapal opv 80 meter mempunyai 8 deck yang terdiri dari rooftop deck, wheel deck, 3rd deck, 2nd deck, poop deck, main deck, tween deck, dan tanktop deck.

4.2. Perhitungan Kapasitas AC berdasarkan Ruangan Tiap Deck

4.2.1 Perhitungan dilakukan untuk mengetahui BTU tiap deck di kapal, perhitungan pertama dilakukan pada wheel deck :

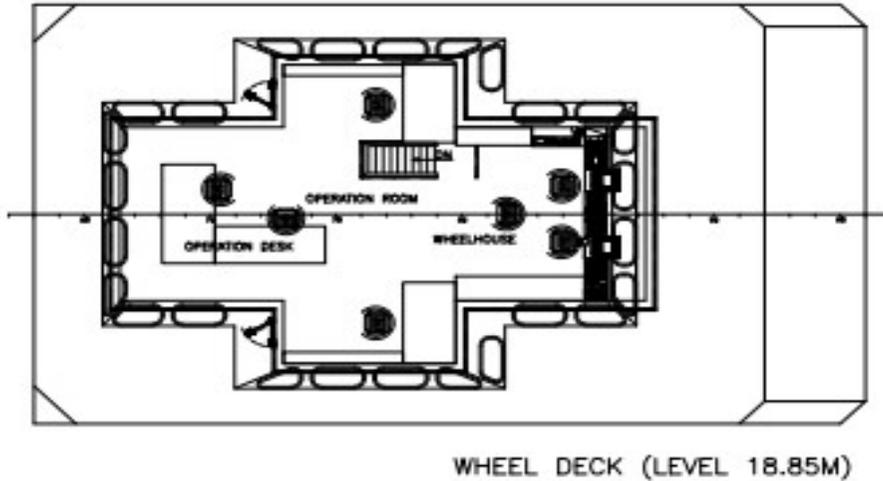
1) Pada Operation Room

$$P = 12\text{m} = 39.36\text{ft} \quad I = 10$$

$$L = 15\text{m} = 49.2\text{ft} \quad E = 20$$

$$T = 2.6\text{m} = 8.5\text{ft}$$

$$\text{BTU} = (39.36 \times 49.2 \times 8.5 \times 10 \times 20) / 60 = 54,867 \text{ BTU}$$



Gambar 4.1 Wheel Deck

Jumlah Total BTU pada Wheel Deck yaitu 54,867 BTU

4.2.2 Perhitungan kedua dilakukan pada 3rd deck :

1) Pada vip room $P = 9\text{m}$ $T = 2.75\text{m}$ $E = 17$

$L = 7\text{m}$ $I = 10$

$$\text{BTU} = (29.52 \times 22.96 \times 9.02 \times 10 \times 17) / 60 = 17,321 \text{ BTU}$$

2) pada officer lounge room $P = 9\text{m}$ $T = 2.75\text{m}$ $E = 17$

$L = 7\text{m}$ $I = 10$

$$\text{BTU} = (29.52 \times 22.96 \times 9.02 \times 10 \times 17) / 60 = 17.321 \text{ BTU}$$

3) pada chief engineer room $P = 6\text{m}$ $T = 2.75\text{m}$ $E = 17$

$L = 7\text{m}$ $I = 10$

$$\text{BTU} = (19.68 \times 22.96 \times 9.02 \times 10 \times 17) / 60 = 11,547 \text{ BTU}$$

4) pada chief officer room P = 6m T= 2.75m E = 20
L = 7m I = 10

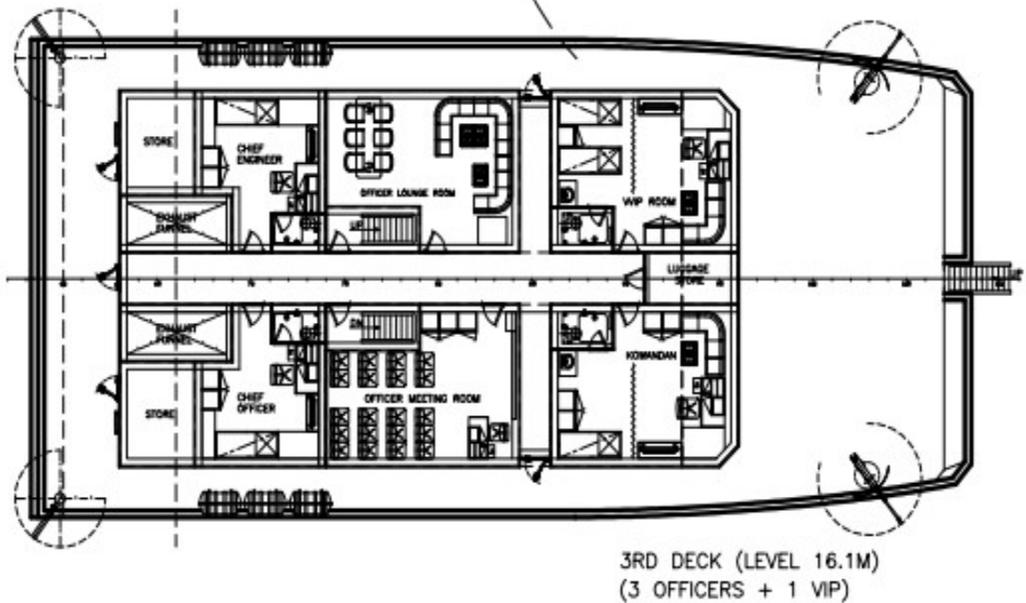
$$BTU = (19.68 \times 22.96 \times 9.02 \times 10 \times 20) / 60 = 13,585 \text{ BTU}$$

5) pada officer meeting room P = 10m T = 2.75m E= 20
L = 7m I = 10

$$BTU = (32.8 \times 22.96 \times 9.02 \times 10 \times 20) / 60 = 22,642 \text{ BTU}$$

6) pada kamar komandan P = 9m T=2.75m E = 20
L = 7m I = 10

$$BTU = (29.52 \times 22.96 \times 9.02 \times 10 \times 20) / 60 = 20,378 \text{ BTU}$$



Gambar 4.2 3rd Deck

Total BTU tiap ruangan pada 3rd deck :

$$\text{Vip room} + \text{officer lounge room} + \text{chief engineer room} + \text{chief officer room} + \text{officer meeting room} + \text{commander room} = 17,321 + 17.321 + 11,547 + 13,585 + 22,642 + 20,378 = 102,794 \text{ BTU}$$

4.2.3 Perhitungan ketiga dilakukan pada 2nd deck :

1) pada combat operation room P = 13m T = 3m E = 18

L = 7.5m I = 10

$$(42.64 \times 24.6 \times 9.84 \times 10 \times 18) / 60 = 30,964 \text{ BTU}$$

2) pada office room P = 13m T = 3m E = 18

L = 7.5m I = 10

$$(42.64 \times 24.6 \times 9.84 \times 10 \times 18) / 60 = 30,964 \text{ BTU}$$

3) pada staff room 1 P = 5m T = 3m E = 17

L = 3m I = 10

$$(16.4 \times 9.84 \times 9.84 \times 10 \times 17) / 60 = 4,499 \text{ BTU}$$

4) pada staff room 2 P = 5m T = 3m E = 17

L = 3m I = 10

$$(16.4 \times 9.84 \times 9.84 \times 10 \times 17) / 60 = 4,499 \text{ BTU}$$

5) pada staff room 3 P = 5m T = 3m E = 17

L = 3m I = 10

$$(16.4 \times 9.84 \times 9.84 \times 10 \times 17) / 60 = 4,499 \text{ BTU}$$

6) pada staff room 4 P = 5m T = 3m E = 17

L = 3m I = 10

$$(16.4 \times 9.84 \times 9.84 \times 10 \times 17) / 60 = 4,499 \text{ BTU}$$

7) pada musholla P = 7m T = 3m E = 18

L = 8m I = 10

$$(22.96 \times 26.24 \times 9.84 \times 10 \times 18) / 60 = 17,784 \text{ BTU}$$

- 5) Pada officer room 3 P = 6m T = 3m E = 17
 L = 6.5m I = 10

$$(19.68 \times 21.32 \times 9.84 \times 10 \times 17) / 60 = 11,697 \text{ BTU}$$

- 6) Pada engineer room 1 P = 5.5m T = 3m E = 17
 L = 5.5m I = 10

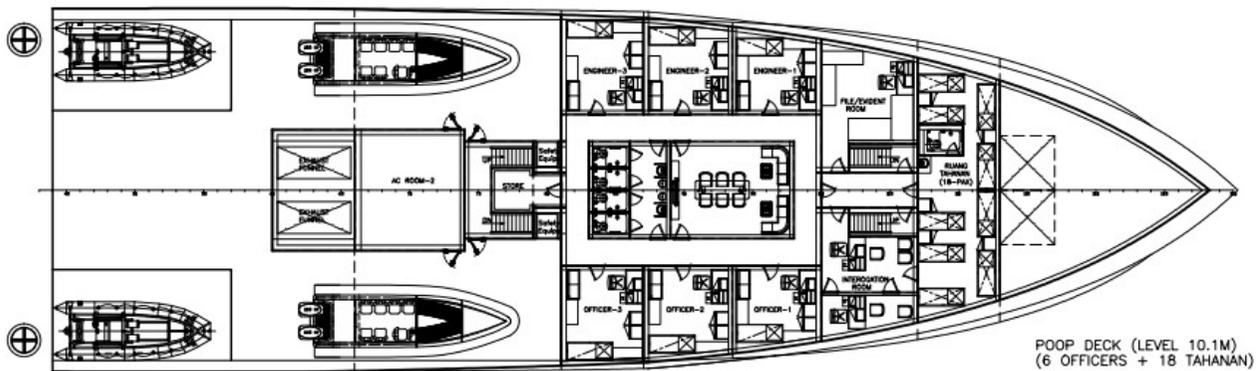
$$(18.04 \times 18.04 \times 9.84 \times 10 \times 17) / 60 = 9,073 \text{ BTU}$$

- 7) Pada engineer room 2 P = 6m T = 3m E = 17
 L = 6m I = 10

$$(19.68 \times 19.68 \times 9.84 \times 10 \times 17) / 60 = 10,797 \text{ BTU}$$

- 8) Pada engineer room 3 P = 6m T = 3m E = 17
 L = 6.5m I = 10

$$(19.68 \times 21.32 \times 9.84 \times 10 \times 17) / 60 = 11,697 \text{ BTU}$$



Gambar 4.4 Poop Deck

Total BTU tiap ruangan pada poop deck:

$$\begin{aligned} & \text{file room} + \text{interrogation room} + \text{officer room 1} + \text{officer room 2} + \text{officer room 3} + \text{engineer room} \\ & 1 + \text{engineer room 2} + \text{engineer room 3} = \\ & 16,514 + 15,597 + 9,073 + 10,797 + 11,697 + 9,073 + 10,797 + 11,697 = 95,245 \text{ BTU} \end{aligned}$$

$$(18.04 \times 18.04 \times 9.84 \times 10 \times 17) / 60 = 9,073 \text{ BTU}$$

11) Pada crew room 3 P = 6m T = 3m E = 20
 L = 5.5m I = 10

$$(19.68 \times 18.04 \times 9.84 \times 10 \times 20) / 60 = 11,644 \text{ BTU}$$

12) Pada crew room 4 P = 5m T = 3m E = 17
 L = 4m I = 10

$$(18.04 \times 13.12 \times 9.84 \times 10 \times 17) / 60 = 6,598 \text{ BTU}$$

13) Pada crew room 5 P = 5.5m T = 3m E = 17
 L = 4.5m I = 10

$$(18.04 \times 18.04 \times 9.84 \times 10 \times 17) / 60 = 9,073 \text{ BTU}$$

14) Pada crew room 6 P = 5m T = 3m E = 17
 L = 5.5m I = 10

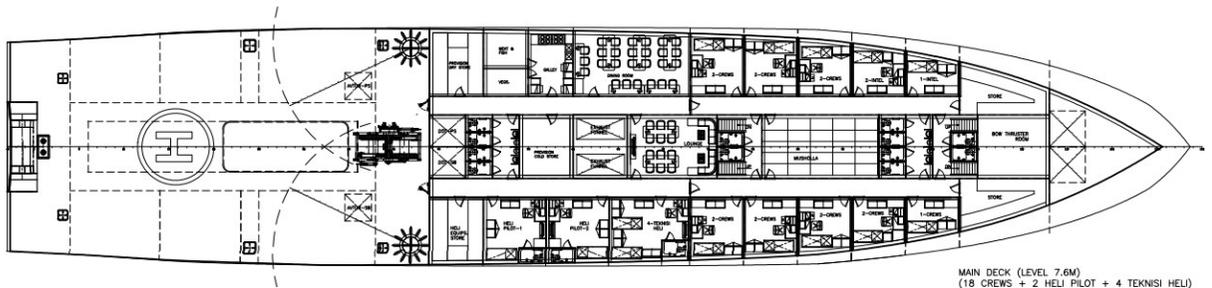
$$(18.04 \times 18.04 \times 9.84 \times 10 \times 17) / 60 = 9,073 \text{ BTU}$$

15) Pada crew room 7 P = 5.5m T = 3m E = 17
 L = 5m I = 10

$$(18.04 \times 16.4 \times 9.84 \times 10 \times 17) / 60 = 8,248 \text{ BTU}$$

16) Pada crew room 8 P = 5m T = 3m E = 17
 L = 5.5m I = 10

$$(16.4 \times 18.04 \times 9.84 \times 10 \times 17) / 60 = 8,248 \text{ BTU}$$



MAIN DECK (LEVEL 7.6M)
 (18 CREWS + 2 HELI PILOT + 4 TEKNISI HELI)

Gambar 4.5 Main Deck

Total BTU tiap ruangan pada main deck :

Intel room 1 + intel room 2 + musholla + lounge + dining room + teknisi heli room 1 + heli pilot room 1 + heli pilot room 2 + crew room 1 + crew room 2 + crew room 3 + crew room 4 + crew room 5 + crew room 6 + crew room 7 + crew room 8 =
 $4,199+7,799+21,595+16,196+23,395+16,571+12,672+12,672+9,704+9,073+11,644+6,598+9,073+9,073+8,248+8,248 = 186,754$ BTU

4.2.6 perhitungan keenam dilakukan pada tween deck :

1) Pada cadet room 1 $P = 4m$ $T = 2.5m$ $E = 17$
 $L = 4.5m$ $I = 10$

$$(13.12 \times 14.76 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 4,499 \text{ BTU}$$

2) pada cadet room 2 $P = 4.5m$ $T = 2.5m$ $E = 17$
 $L = 4m$ $I = 10$

$$(14.76 \times 13.12 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 4,499 \text{ BTU}$$

3) pada cadet room 3 $P = 5m$ $T = 2.5m$ $E = 17$
 $L = 4m$ $I = 10$

$$(16.4 \times 13.12 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 4,499 \text{ BTU}$$

4) pada cadet room 4 $P = 5.25m$ $T = 2.5m$ $E = 17$
 $L = 4m$ $I = 10$

$$(17.22 \times 13.12 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 5,249 \text{ BTU}$$

5) pada cadet room 5 $P = 5.3m$ $T = 2.5m$ $E = 17$
 $L = 4.5m$ $I = 10$

$$(17.39 \times 14.76 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 5,963 \text{ BTU}$$

6) pada cadet room 6 $P = 5.3m$ $T = 2.5m$ $E = 17$
 $L = 4.5m$ $I = 10$

$$(17.39 \times 14.76 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 5,963 \text{ BTU}$$

7) pada cadet room 7 $P = 4m$ $T = 2.5m$ $E = 17$
 $L = 4.5m$ $I = 10$

$$(13.12 \times 14.76 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 4,499 \text{ BTU}$$

8) pada cadet room 8 $P = 4.5m$ $T = 2.5m$ $E = 17$
 $L = 4m$ $I = 10$

$$(14.76 \times 13.12 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 4,499 \text{ BTU}$$

9) pada cadet room 9 P = 5 T = 2.5m E = 17
L = 4 I = 10

$$(16.4 \times 13.12 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 4,499 \text{ BTU}$$

10) pada cadet room 10 P = 5.25m T = 2.5m E = 17
L = 4m I = 10

$$(17.22 \times 13.12 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 5,249 \text{ BTU}$$

11) pada cadet room 11 P = 5.3m T = 2.5m E = 17
L = 4.5m I = 10

$$(17.39 \times 14.76 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 5,963 \text{ BTU}$$

12) pada cadet room 12 P = 5.3m T = 2.5m E = 17
L = 4.5m I = 10

$$(17.39 \times 14.76 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 5,963 \text{ BTU}$$

13) pada meeting room P = 15m T = 2.5m E = 17
L = 6m I = 10

$$(49.2 \times 19.7 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 22,518 \text{ BTU}$$

14) pada lounge P = 13m T = 2.5m E = 17
L = 4.5m I = 10

$$(42.64 \times 14.76 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 14,622 \text{ BTU}$$

15) pada crew room 1 P = 6.5m T = 2.5m E = 17
L = 4m I = 10

$$(21.32 \times 13.12 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 6,498 \text{ BTU}$$

16) pada crew room 2 P = 6.5m T = 2.5m E = 17
L = 4m I = 10

$$(21.32 \times 13.12 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 6,498 \text{ BTU}$$

17) pada troop room 1 P = 6.5m T = 2.5m E = 17
L = 8m I = 10

$$(21.32 \times 26.24 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 12,997 \text{ BTU}$$

18) pada troop room 2 $P = 5.5\text{m}$ $T = 2.5\text{m}$ $E = 17$
 $L = 9\text{m}$ $I = 10$

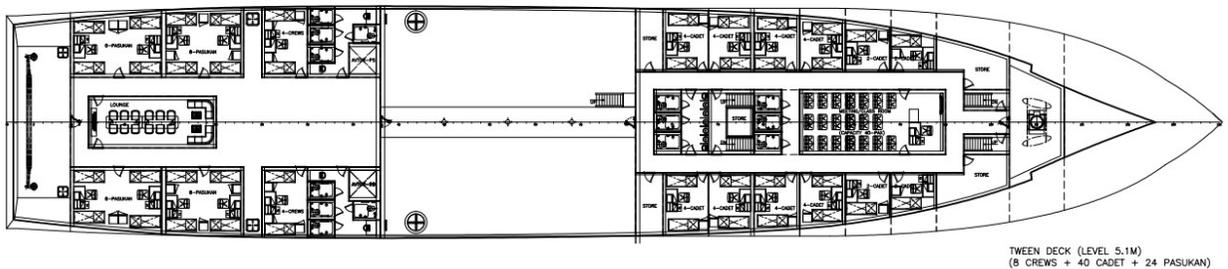
$$(18.04 \times 29.52 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 12,372 \text{ BTU}$$

19) pada troop room 3 $P = 6.5\text{m}$ $T = 2.5\text{m}$ $E = 17$
 $L = 8\text{m}$ $I = 10$

$$(21.32 \times 26.24 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 12,997 \text{ BTU}$$

20) pada troop room 4 $P = 5.5\text{m}$ $T = 2.5\text{m}$ $E = 17$
 $L = 9\text{m}$ $I = 10$

$$(18.04 \times 29.52 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 12,372 \text{ BTU}$$



TWEEN DECK (LEVEL 5.1M)
 (8 CREWS + 40 CADET + 24 PASUKAN)

Gambar 4.6 Tween Deck

Total BTU tiap ruangan pada tween deck :

$$\begin{aligned} & \text{Cadet room 1} + \text{Cadet room 2} + \text{Cadet room 3} + \text{Cadet room 4} + \text{Cadet room 5} + \text{Cadet room 6} + \\ & \text{Cadet room 7} + \text{Cadet room 8} + \text{Cadet room 9} + \text{Cadet room 10} + \text{Cadet room 11} + \text{Cadet room} \\ & \text{12} + \text{meeting room} + \text{lounge} + \text{crew room 1} + \text{crew room 2} + \text{troop room 1} + \text{troop room 2} + \text{troop} \\ & \text{room 3} + \text{troop room 4} = \\ & 4,499 + 4,499 + 4,499 + 5,249 + 5,963 + 5,963 + 4,499 + 4,499 + 4,499 + 5,249 + 5,963 + 5,963 + 22,518 + 14, \\ & 622 + 6,498 + 6,498 + 12,997 + 12,372 + 12,997 + 12,372 = 162,218 \text{ BTU} \end{aligned}$$

4.2.7 Perhitungan ketujuh dilakukan pada tanktop deck :

- 1) Pada crew room 1 $P = 8.5m$ $T = 2.5m$ $E = 17$
 $L = 5m$ $I = 10$

$$(27.88 \times 16.4 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 10,623 \text{ BTU}$$

- 2) Pada crew room 2 $P = 8.5m$ $T = 2.5m$ $E = 17$
 $L = 5m$ $I = 10$

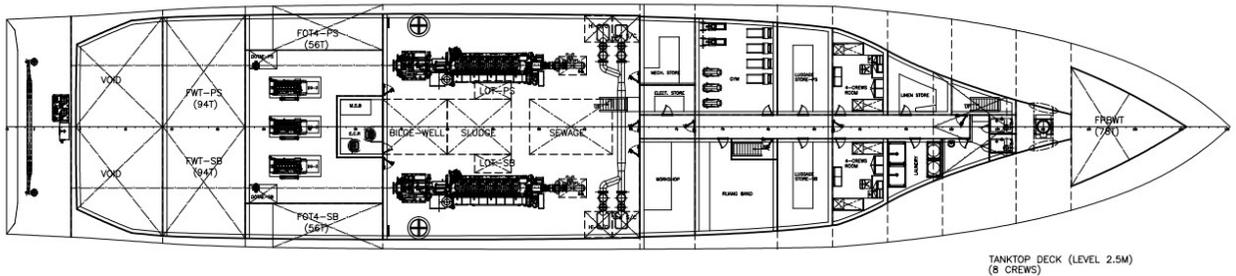
$$(27.88 \times 16.4 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 10,623 \text{ BTU}$$

- 3) Pada Gym $P = 9m$ $T = 2.5m$ $E = 17$
 $L = 7.5m$ $I = 10$

$$(29.52 \times 24.6 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 16,871 \text{ BTU}$$

- 4) Pada ruang band $P = 9m$ $T = 2.5m$ $E = 17$
 $L = 8m$ $I = 10$

$$(29.52 \times 26.24 \times 8.2 \times 10 \times 17) / 60 = 17,996 \text{ BTU}$$



Gambar 4.7 Tanktop Deck

Total BTU tiap ruangan pada tanktop deck :

$$\text{Crew room 1} + \text{crew room 2} + \text{gym} + \text{ruang band} = 10,623 + 10,623 + 16,871 + 17,996 = 56,113 \text{ BTU}$$

4.3. Penentuan AC Split type Wall Mounted Tiap Deck

4.3.1 Pada wheel deck tidak digunakan ac split type wall mounted

4.3.2 Pada 3rd deck :

- a) vip room 17,321 BTU maka menggunakan wall mounted 2pk sebanyak 1 unit
 - b) officer lounge room 17,321 BTU maka menggunakan wall mounted 1pk sebanyak 2 unit
 - c) chief engineer room 11,547 BTU maka menggunakan wall mounted 1.5pk sebanyak 1 unit
 - d) chief officer room 13,585 BTU maka menggunakan wall mounted 2pk sebanyak 1 unit
 - e) commander room didapatkan 20,378 BTU maka menggunakan wall mounted 2.5pk sebanyak 1 unit
- total unit ac yaitu 6 unit

4.3.3 Pada 2nd deck :

- a) staff room 1 4,499 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 1 unit
 - b) staff room 2 4,499 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 1 unit
 - c) staff room 3 4,499 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 1 unit
 - d) staff room 4 4,499 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 1 unit
 - e) musholla 17,784 BTU maka menggunakan wall mounted 1pk sebanyak 2 unit
- total unit ac yaitu 6 unit

4.3.4 Pada Poop deck :

- a) file room 16,514 BTU maka menggunakan wall mounted 2pk sebanyak 1 unit
 - b) interrogation room 15,597 BTU maka menggunakan wall mounted 1pk sebanyak 2 unit
 - c) engineer room 1 9,073 BTU maka menggunakan wall mounted 1pk sebanyak 1 unit
 - d) engineer room 2 10,797 BTU maka menggunakan wall mounted 1.5pk sebanyak 1 unit
 - e) engineer room 3 11,697 BTU maka menggunakan wall mounted 1.5pk sebanyak 1 unit
 - f) officer room 1 9,073 BTU maka menggunakan wall mounted 1pk sebanyak 1 unit
 - g) officer room 2 10,797 BTU maka menggunakan wall mounted 1.5pk sebanyak 1 unit
- total unit ac yaitu 8 unit

4.3.5 Pada Main Deck :

- a) intel room 1 4,199 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 1 unit
- b) intel room 2 7,799 BTU maka menggunakan wall mounted 1pk sebanyak 1 unit
- c) musholla 21,595 BTU maka menggunakan wall mounted 1.5pk sebanyak 2 unit
- d) lounge 16,196 BTU maka menggunakan wall mounted 1pk sebanyak 2 unit
- e) teknisi heli room 16,571 BTU maka menggunakan wall mounted 2pk sebanyak 1 unit

- f) teknisi pilot room 1 12,672 BTU maka menggunakan wall mounted 2pk sebanyak 1 unit
 - g) teknisi pilot room 2 12,672 BTU maka menggunakan wall mounted 2pk sebanyak 1 unit
 - h) crew room 1 9,704 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 2 unit
 - i) crew room 2 9,073 BTU maka menggunakan wall mounted 1pk sebanyak 1 unit
 - j) crew room 3 11,644 BTU maka menggunakan wall mounted 1.5pk sebanyak 1 unit
 - k) crew room 4 6,598 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 1 unit
 - l) crew room 5 9,073 BTU maka menggunakan wall mounted 1pk sebanyak 1 unit
 - m) crew room 6 9,073 BTU maka menggunakan wall mounted 1pk sebanyak 1 unit
 - n) crew room 7 8,248 BTU maka menggunakan wall mounted 1pk sebanyak 1 unit
 - o) crew room 8 8,248 BTU maka menggunakan wall mounted 1pk sebanyak 1 unit
- total unit ac yaitu 18 unit

4.3.6 Pada tween deck :

- a) cadet room 1 4,499 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 1 unit
 - b) cadet room 2 4,499 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 1 unit
 - c) cadet room 3 4,499 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 1 unit
 - d) cadet room 4 5,249 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 1 unit
 - e) cadet room 5 5,963 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 1 unit
 - f) cadet room 6 5,963 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 1 unit
 - g) cadet room 7 4,499 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 1 unit
 - h) cadet room 8 4,499 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 1 unit
 - i) cadet room 9 4,499 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 1 unit
 - j) cadet room 10 5,249 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 1 unit
 - k) cadet room 11 5,963 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 1 unit
 - l) cadet room 12 5,963 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 1 unit
 - m) lounge 14,622 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 3 unit
 - n) crew room 1 6,498 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 1 unit
 - o) crew room 2 6,498 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 1 unit
 - p) troop room 1 12,997 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 2 unit
 - q) troop room 2 12,372 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 2 unit
 - r) troop room 3 12,997 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 2 unit
 - s) troop room 4 12,372 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 2 unit
- total unit ac yaitu 25 unit

4.3.7 Pada tanktop deck :

- a) crew room 1 10,623 BTU maka menggunakan wall mounted 1.5pk sebanyak 1 unit
 - b) crew room 2 10,623 BTU maka menggunakan wall mounted 1.5pk sebanyak 1 unit
 - c) gym 16,871 BTU maka menggunakan wall mounted 1pk sebanyak 2 unit
 - d) ruang band 17,996 BTU maka menggunakan wall mounted 2pk sebanyak 1 unit
- total unit ac yaitu 5 unit

4.4. Penentuan AC Split type Casette Tiap Deck

4.4.1 Pada Wheel deck :

a) Operation room 54,867 BTU maka menggunakan cassette 4pk sebanyak 2 unit

4.4.2 Pada 3rd deck :

a) Officer Meeting Room 22,642 BTU maka menggunakan cassette 2.5pk sebanyak 1 unit

4.4.3 Pada 2nd deck :

a) Combat Operation Room 30,964 BTU maka menggunakan cassette 2pk sebanyak 2 unit

b) Office Room 30,964 BTU maka menggunakan cassette 2pk sebanyak 2 unit

4.4.4 Pada Poop Deck semua ruangan menggunakan ac split type wall mounted

4.4.5 Pada Main Deck Dining Room menggunakan Type Floor Standing, sedangkan ruangan lain menggunakan wall mounted

4.4.6 Pada Tween Deck

a) Meeting Room 22,518 BTU maka menggunakan cassette 2.5pk sebanyak 1 unit

4.4.7 Pada Tanktop Deck semua ruangan menggunakan type wall mounted

4.5. Penentuan AC Split Type Floor Standing Tiap Deck

4.5.1 Pada Wheel deck menggunakan type cassette pada operation room

4.5.2 Pada 3rd deck sebagian ruangan menggunakan wall mounted dan cassette

4.5.3 Pada 2nd deck sebagian ruangan menggunakan wall mounted dan cassette

4.5.4 Pada Poop Deck semua ruangan menggunakan wall mounted

4.5.5 Pada Main Deck :

a) Dining Room 23,395 BTU maka menggunakan Floor Standing 3pk sebanyak 1 unit

4.5.6 Pada Tween Deck hanya Meeting room yang menggunakan cassette, sedangkan ruangan lain semua menggunakan type wall mounted

4.5.7 Pada Tanktop Deck semua ruangan menggunakan type wall mounted

4.6. Perhitungan AC Central

Dari perhitungan total BTU seluruh ruangan pada tiap deck di kapal, didapatkan angka sebesar :

- 1) Pada wheel deck = 54,867 BTU Total BTU Kapal = 755,099 BTU
- 2) Pada 3rd deck = 102,794 BTU
- 3) Pada 2nd deck = 97,108 BTU
- 4) Pada poop deck = 95,245 BTU
- 5) Pada main deck = 186,754 BTU
- 6) Pada tween deck = 162,218 BTU
- 7) Pada tanktop = 56,113 BTU

Lalu deck yang menggunakan ac central pembagiannya yaitu :

- 1) Total BTU pada Wheel deck + 3rd deck + 2nd deck =
 $54,867 + 102,794 + 97,108 = 254,769$ BTU
Setelah didapatkan total BTU ketiga deck, 1 Ac central VRV A Series model RXQ28AMY14 dengan spesifikasi sesuai katalog yaitu 268,000 BTU 21.6kw dipilih.
- 2) Total BTU pada poop deck + main deck + tween deck + tanktop deck =
 $95,245 + 186,754 + 162,218 + 56,113 = 500,330$ BTU
Setelah didapatkan total BTU dari keempat deck tersebut, 1 Ac central VRV A Series model RXQ54AMY14 dengan spesifikasi sesuai katalog yaitu 512,000 BTU 45,9kw dipilih.

4.7. Perhitungan Ac Split dan Central (Campuran)

Untuk analisa system campuran, beberapa ruangan akan menggunakan central dan ruangan lainnya akan menggunakan ac split.

4.7.1 Gabungan penggunaan Ac central dan Split pada wheel deck dan 3rd deck

- 1) wheel deck (operation room) + 3rd deck (vip room+lounge room+meeting room)
= $54867+17321+17321+22642 = 112,151$ BTU, maka dipilih 1 ac central dengan spesifikasi 114,000 BTU 8.70kw.
- 2) Kamar komandan = 20,378 BTU maka menggunakan wall mounted 2.5pk sebanyak 1 unit
- 3) Chief engineer room = 11,547 BTU maka menggunakan wall mounted 1.5pk sebanyak 1 unit
- 4) Chief officer room = 13,585 BTU maka menggunakan wall mounted 2pk sebanyak 1 unit

4.7.2 Gabungan penggunaan Ac central dan Split pada 2nd deck dan poop deck

- 1) 2nd deck (sar op.room + office room) + poop deck (interrogation room + file room) = $30964+30964+15597+16514 = 94,039$ BTU, maka dipilih 1 ac central dengan spesifikasi 95,500 BTU 6.84kw.
- 2) Staff room 1 = 4,499 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 1 unit
- 3) Staff room 2 = 4,499 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 1 unit
- 4) Staff room 3 = 4,499 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 1 unit
- 5) Staff room 4 = 4,499 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 1 unit
- 6) Musholla = 17,784 BTU maka menggunakan wall mounted 1pk sebanyak 2 unit
- 7) Engineer room 1 = 9,073 BTU maka menggunakan wall mounted 1pk sebanyak 1 unit
- 8) Engineer room 2 = 10,797 BTU maka menggunakan wall mounted 1.5pk sebanyak 1 unit
- 9) Engineer room 3 = 11,697 BTU maka menggunakan wall mounted 1.5pk sebanyak 1 unit
- 10) Officer room 1 = 9,073 BTU maka menggunakan wall mounted 1pk sebanyak 1 unit
- 11) Officer room 2 = 10,797 BTU maka menggunakan wall mounted 1.5pk sebanyak 1 unit

4.7.3 Gabungan penggunaan Ac central dan split pada Main deck dan tween deck

- 1) Main deck (dining room + lounge room) + tween deck (Meeting class room + lounge room) = $23395+16196+22518+14622 = 76,731$ BTU, maka dipilih 1 ac central dengan spesifikasi 76,400 BTU 22.4kw ditambah dengan 1 unit split wall mounted 1/2pk 390w yang diinstalasi di meeting class room.
- 2) Intel room 1 = 4,199 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 1 unit
- 3) Intel room 2 = 7,799 BTU maka menggunakan wall mounted 1pk sebanyak 1 unit
- 4) Musholla = 21,595 BTU maka menggunakan wall mounted 1.5pk sebanyak 2 unit
- 5) Teknisi heli room 1 = 16,571 BTU maka menggunakan wall mounted 2pk sebanyak 1 unit
- 6) Heli pilot room 1 = 12,672 BTU maka menggunakan wall mounted 2pk sebanyak 1 unit
- 7) Heli pilot room 2 = 12,672 BTU maka menggunakan wall mounted 2pk sebanyak 1 unit
- 8) Crew room 1 = 9,704 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 2 unit
- 9) Crew room 2 = 9,073 BTU maka menggunakan wall mounted 1pk sebanyak 1 unit
- 10) Crew room 3 = 11,644 BTU maka menggunakan wall mounted 1.5pk sebanyak 1 unit
- 11) Crew room 4 = 6,598 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 1 unit
- 12) Crew room 5 = 9,073 BTU maka menggunakan wall mounted 1pk sebanyak 1 unit
- 13) Crew room 6 = 9,073 BTU maka menggunakan wall mounted 1pk sebanyak 1 unit

- 14) Crew room 7 = 8,248 BTU maka menggunakan wall mounted 1pk sebanyak 1 unit
- 15) Crew room 8 = 8,248 BTU maka menggunakan wall mounted 1pk sebanyak 1 unit
- 16) cadet room 1 4,499 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 1 unit
- 17) cadet room 2 4,499 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 1 unit
- 18) cadet room 3 4,499 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 1 unit
- 19) cadet room 4 5,249 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 1 unit
- 20) cadet room 5 5,963 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 1 unit
- 21) cadet room 6 5,963 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 1 unit
- 22) cadet room 7 4,499 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 1 unit
- 23) cadet room 8 4,499 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 1 unit
- 24) cadet room 9 4,499 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 1 unit
- 25) cadet room 10 5,249 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 1 unit
- 26) cadet room 11 5,963 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 1 unit
- 27) cadet room 12 5,963 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 1 unit
- 28) lounge 14,622 BTU maka menggunakan wall mounted 1/2pk sebanyak 3 unit
- 29) crew room 1 6,498 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 1 unit
- 30) crew room 2 6,498 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 1 unit
- 31) troop room 1 12,997 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 2 unit
- 32) troop room 2 12,372 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 2 unit
- 33) troop room 3 12,997 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 2 unit
- 34) troop room 4 12,372 BTU maka menggunakan wall mounted 3/4pk sebanyak 2 unit

4.8. Analisa dan Perbandingan antara ac split, central,dan gabungan split dan central

Setelah perhitungan BTU tiap ruangan pada kapal opv 80 meter didapatkan pada perhitungan pada sub bab sebelumnya, telah dilakukan juga penerapan ac split pada tiap ruangan di tiap deck, serta penerapan ac central, dan penerapan gabungan ac central dan split, selanjutnya akan dibandingkan total daya yang dibutuhkan serta estimasi harga sesuai dengan jumlah unit yang terpasang pada tiap system yang telah dihitung yaitu jumlah unit dan daya pada system split, jumlah daya dan unit pada system central, serta jumlah unit dan daya pada system gabungan antara central dan split.

4.8.1 Total unit Ac Split

Berikut adalah perhitungan jumlah unit dan jumlah daya pada system split :

- a) wall mounted ½ pk = 16 unit = 6.24kw
- b) wall mounted 3/4pk = 15 unit = 8.85kw
- c) wall mounted 1pk = 18 unit =14.31kw
- d) wall mounted 1.5pk = 9 unit = 9.9kw
- e) wall mounted 2pk = 7 unit = 11.76kw
- f) wall mounted 2.5pk = 1 unit = 2.7kw
- g) cassette 4pk = 2 unit = 8kw
- h) cassette 2.5pk = 2 unit = 5.2kw
- i) cassette 2pk = 4 unit = 8.2kw
- j) floor standing3pk = 1 unit = 3kw

total unit ac split adalah 75 unit dan total daya nya adalah 78.16kw

4.8.2 Total unit Ac Central

Berikut adalah perhitungan jumlah unit dan jumlah daya pada system central :

- a) Ac central VRV A Series model RXQ28AMY14 = 1 unit = 21.6kw
- b) Ac central VRV A Series model RXQ54AMY14 = 1 unit = 45,9kw

Total unit ac central adalah 2 unit dan total daya nya adalah 67.5kw

4.8.3 Total unit gabungan ac central dan split

Berikut adalah perhitungan jumlah unit dan jumlah daya pada system campuran antara split dan central :

- a) Ac central VRV A Series model RXQ12AY14 = 1 unit = 8.70kw
- b) Ac central VRV A Series model RXQ10AY14 = 1 unit = 6.84kw
- c) Ac central VRV A Series model RXQ8AY14 = 1 unit = 5.17kw
- d) Wall mounted 1/2pk = 13 unit = 5.07kw
- e) Wall mounted 3/4pk = 15 unit = 8.85kw
- f) Wall mounted 1pk = 18 unit = 14.31kw
- g) Wal mounted 1.5pk = 9 unit = 9.9kw
- h) Wall mounted 2pk = 7 unit = 11.76kw
- i) Wall mounted 2.5pk = 1 unit = 2.7kw

Total unit ac central adalah 3 unit dan jumlah daya nya 20.71kw

Total unit ac split adalah 63 unit dan jumlah daya nya 52.59kw

Total daya dari split dan central adalah 73.3kw

4.8.4 Perbandingan hasil dari system split , central dan gabungan

Dari perhitungan diatas telah didapatkan total unit dan jumlah daya dari masing masing system. Dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan jumlah unit dan total daya yang dibutuhkan bagi tiap tiap system, dalam kasus ini, penulis mengambil kesimpulan bahwa system terbaik yang dapat diterapkan untuk kapal OPV ini adalah system gabungan antara system split dan central dikarenakan pada system ini hanya dibutuhkan total 63 unit ac split dan 3 unit ac central, dengan daya yang dibutuhkan tidak jauh berbeda dengan system split, tetapi perlu diperhatikan juga harga 1 unit ac central maupun split, dan semakin besar daya yang dibutuhkan maka akan semakin besar cost yang dikeluarkan.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian, kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut :

1. Setelah membandingkan antara system split, central maupun gabungan, system gabungan split dan central lebih bagus karena daya yang dibutuhkan tidak sebesar system split, dengan total 3 unit ac central dan 63 unit ac split dan jumlah daya nya adalah 73.3kw.
2. Walaupun system central membutuhkan daya yang lebih kecil daripada system split dan gabungan, tetapi harus diperhatikan juga harga atau cost yang harus dikeluarkan untuk 1 ac central model tersebut, terlebih lagi kekurangan system central adalah jika terjadi kerusakan, maka semua ruangan yang terhubung akan terkena dampaknya.
3. Perhitungan yang dilakukan menggunakan data, katalog, yang berasal dari berbagai sumber dan merk, sehingga bisa saja terdapat perbedaan harga dan daya jika menggunakan perhitungan menggunakan merk dan tipe ac merk lainnya.
4. Harus diperhitungkan juga bahwa di kapal OPV 80 meter ini, terdapat beberapa ruangan yang akan relative lebih kecil terdapat aktivitas manusia, sehingga harus diperhitungkan berapa unit ac dan kira – kira dimana saja ruangan yang akan lebih sering terdapat aktivitas manusia nya.
5. Dalam perhitungan dan pemilihan tipe serta jenis ac, penulis membandingkan kurang lebih 3-4 merk tipe ac yang harga nya tercatat pada tahun 2019. Seiring waktu harga dapat naik ataupun turun sehingga akan mempengaruhi proses pemilihan jenis ac yang akan dipasang.

5.2. Saran

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, masih banyak perhitungan yang dilakukan dengan rumus dan pendekatan yang dibatasi, jadi untuk menyempurnakan Tugas Akhir dengan judul Analisa Efisiensi Antara System Central, Semi Central, dan Split pada Air Conditioning Kapal OPV 80 Meter ini, terdapat beberapa saran sebagai berikut :

1. Untuk perhitungan dan perbandingan yang lebih akurat, pada system central dan split dapat dihitung serta didesain ducting system nya agar kerugian kerugian yang dapat berpengaruh pada hasil perhitungan dapat diminimalisir dan hasil perhitungan lebih maksimal.
2. Hasil perbandingan akan lebih bagus jika membandingkan 2 merk atau lebih dengan spesifikasi yang sebanding satu dengan yang lainnya.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

REFERENSI

1. Metty Trisna Negara, K., Wijaksana, H., Suarnadwipa, N., & Sucipta, M. (2010). Analisa Performansi Sistem Pendingin Ruangan dan Efisiensi Energi Listrik pada Sistem Water Chiller dengan Penerapan Metode Cooled Energy Storage. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 4(1).
2. Rosadi, I., Wibowo, A., & Farid, A. (2014). analisa waktu simpan air pada tabung water heater terhadap kinerja ac split 1 pk. *engineering*, 8(1).
3. Piarah, W. H., Hamzah, F., & Amrullah, A. (2013). penentuan efisiensi dan koefisien prestasi mesin pendingin merk panasonic cu-pc05nkj ½ pk. prosiding hasil penelitian fakultas teknik, 7(1).
4. subedjo, s. (2012). analisa variasi beban pendingin udara kapasitas 1 pk pada ruang instalasi uji dengan pembebanan lampu. *engineering*, 2(1).
4. S.P. Datta, "Effect of Refrigerant Charge, Compressor Speed and Air Flow Through the Evaporator on the Performance of an Automotive Air Conditioning System," 15th International Refrigeration and Air Conditioning Conference at Purdue, July 14-17, no. 2399, hal. 1-10, 2014.
5. K.J. Tawfeeq, "Pipeline Length Effect on The Thermal Performance of Split Air Conditioning Sistem," *AL- Taqani*, vol. 27, no. 1, hal. 90-98, 2014.

LAMPIRAN

AC Split (condensing unit dan indoor unit terpisah) :

No.	Type	Kapasitas & Daya listrik(*)	Indoor unit
1.	Wall mounted	<ul style="list-style-type: none"> ☒ ½ pk; 5.000 Btuh; 390 W; EER 12,8 ☒ ¾ pk; 7.000 Btuh; 590 W; EER 11,9 ☒ 1 pk; 9.000 Btuh; 795 W; EER 11,7 ☒ 1,5 pk; 12.000 Btuh; 1,1 kW; EER 10,9 ☒ 2 pk; 18.000 Btuh; 1,68 kW; EER 10,7 ☒ 2,5 pk; 24.000 Btuh; 2,7 kW; EER 8,9 	
2.	Cassette	<ul style="list-style-type: none"> ☒ 2 pk; 18.000 Btuh; 2,05 kW – 1ph; EER 8,78 ☒ 2,5 pk; 24.000 Btuh; 2,6 kW – 1 ph; EER 8,97 ☒ 4 pk; 36.000 Btuh; 4 kW – 3 ph; EER 9 ☒ 5 pk; 48.000 Btuh; 4,9 kW – 3 ph; EER 9,8 ☒ 6 pk; 54.000 Btuh; 5,6 kW – 3 ph; EER 9,64 	
3.	Floor Standing	<ul style="list-style-type: none"> ☒ 3 pk; 27.800 Btuh; 3 kW – 1 ph; EER 9,27 ☒ 4 pk; 36.000 Btuh; 4 kW – 3 ph; EER 9 ☒ 5 pk; 44.000 Btuh; 4,45 kW – 3 ph; EER 9,88 ☒ 7,5 pk; 71.400 Btuh; 6,9 kW – 3 ph; EER 10,35 	

(*) = diambil dari katalog suatu merk AC

11

AC Split (condensing unit dan indoor unit terpisah) :

No.	Type	Kapasitas & Daya listrik(*)	Foto unit
4.	Floor mounted	<ul style="list-style-type: none"> ☒ ¾ pk; 7.900 Btuh; (sama dengan wall mounted) ☒ 1 pk; 9.900 Btuh; ----- ☒ 1,5 pk; 12..500 Btuh; ----- ☒ 2 pk; 19.900 Btuh; ----- ☒ 2,5 pk; 25.000 Btuh; ----- 	
5.	Multi Split	<p>2 indoor; R410A; 1 phase; RLA 7,87A :</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 1 pk (19 W, 470 m3/h) b. 1,5 pk (19 W, 520 m3/h) <p>Outdoor P = 1,72 kW; Cap = 5,2 kW; COP = 3,02</p> <p>3 indoor; R410A; 1 phase; RLA 9,84A :</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 1 pk (19 W, 470 m3/h) b. 1,5 pk (19 W, 520 m3/h) c. 1,75 pk (19 W, 600 m3/h) <p>Outdoor P = 2,15 kW; Cap = 6,7 kW; COP = 3,12</p> <p>4 indoor; R410A; 1 phase; RLA 12,75A :</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 1 pk (19 W, 470 m3/h) b. 1,5 pk (19 W, 520 m3/h) c. 1,75 pk (19 W, 600 m3/h) d. 2,5 pk (30 W, 950 m3/h) <p>Outdoor P = 2,95 kW; Cap = 9,0 kW; COP = 3,05</p>	 

(*) = diambil dari katalog suatu merk AC

12

VRV A Series Outdoor Units

RXQ-A

									
MODEL		RXQ6AY14	RXQ8AY14	RXQ10AY14	RXQ12AY14	RXQ14AY14	RXQ16AY14	RXQ18AY14	
Combination units		—	—	—	—	—	—	—	
Power supply		3 phase 4-wire system, 380-415V, 50Hz							
Cooling capacity	Btu/h	54,600	76,400	95,500	114,000	136,000	154,000	171,000	
	kW	16.0	22.4	28.0	33.5	40.0	45.0	50.0	
Power consumption	kW	3.38	5.17	6.84	8.70	10.7	12.9	15.3	
Capacity Control	%	25-100	20-100	13-100	12-100	11-100	10-100	10-100	
Casing colour		Ivory white (5Y7.5/1)							
Compressor	Type	Hermetically sealed scroll type							
	Motor Output× Number of Units	kW	2.3×1	3.4×1	4.5×1	5.6×1	6.4×1	(3.5×1)+(3.5×1)	(4.0×1)+(4.0×1)
Airflow rate	m ³ /min	119	178		191	257			
Dimensions (H×W×D)	mm	1,657×930×765				1,657×1,240×765			
Machine weight	kg	175		185		215	260		
Sound level	dB(A)	56		57	59	60		61	
Operation range	°CDB	10 to 49							
Refrigerant	Type	R-410A							
	Charge	kg	5.9		6.7	6.8	7.4	8.2	8.4
Piping connections	Liquid	φ9.5 (Brazing)			φ12.7 (Brazing)			φ15.9 (Brazing)	
	Gas	φ19.1 (Brazing)		φ22.2 (Brazing)		φ28.6 (Brazing)			

								
RXQ20AYM	RXQ18AMY14	RXQ20AMY14	RXQ22AMY14	RXQ24AMY14	RXQ26AMY14	RXQ28AMY14	RXQ30AMY14	
—	RXQ8AY14	RXQ8AY14	RXQ10AY14	RXQ12AY14	RXQ12AY14	RXQ12AY14	RXQ12AY14	
—	RXQ10AY14	RXQ12AY14	RXQ12AY14	RXQ12AY14	RXQ14AY14	RXQ16AY14	RXQ18AY14	
3 phase 4-wire system, 380-415V, 50Hz								
191,000	172,000	191,000	210,000	229,000	251,000	268,000	285,000	
56.0	50.4	55.9	61.5	67.0	73.5	78.5	83.5	
17.7	12.0	13.9	15.5	17.4	19.4	21.6	24.0	
7-100	7-100	7-100	6-100	6-100	6-100	5-100	5-100	
Ivory white (5Y7.5/1)								
Hermetically sealed scroll type								
(3.8×1)+(6.3×1)	(3.4×1)+(4.5×1)	(3.4×1)+(5.6×1)	(4.5×1)+(5.6×1)	(5.6×1)+(5.6×1)	(5.6×1)+(6.4×1)	(5.6×1)+(3.5×1) +(3.5×1)	(5.6×1)+(4.0×1) +(4.0×1)	
297	178+178	178+191		191+191	191+257			
1,657×1,240×765	(1,657×930×765)+(1,657×930×765)			(1,657×930×765)+(1,657×1,240×765)				
285	175+185		185+185		185+215	185+260		
65	60	61		62	63			
10 to 49								
R-410A								
11.8	5.9+6.7		5.9+6.8	6.7+6.8	6.8+6.8	6.8+7.4	6.8+8.2	6.8+8.4
φ15.9 (Brazing)				φ19.1 (Brazing)				
φ28.6 (Brazing)				φ34.9 (Brazing)				

MODEL		FXCQ20MVE4	FXCQ25MVE4	FXCQ32MVE4	FXCQ40MVE4	FXCQ50MVE4	FXCQ63MVE4	FXCQ80MVE4	FXCQ125MVE4	
Power supply		1-phase, 220-240 V/220 V, 50/60 Hz								
Cooling capacity	Btu/h	7,500	9,600	12,300	15,400	19,100	24,200	30,700	47,800	
	kW	2.2	2.8	3.6	4.5	5.6	7.1	9.0	14.0	
Power consumption	kW	0.077	0.092	0.092	0.130	0.130	0.161	0.209	0.256	
Casing		Galvanised steel plate								
Airflow rate (H/L)	m ³ /min	7/5	9/6.5	9/6.5	12/9	12/9	16.5/13	26/21	33/25	
	cfm	247/177	318/230	318/230	424/318	424/318	582/459	918/741	1,165/883	
Sound level (H/L)	220 V	dB(A)	32/27	34/28	34/28	34/29	34/29	37/32	39/34	44/38
	240 V		34/29	36/30	36/30	37/32	37/32	39/34	41/36	46/40
Dimensions (HxWxD)	mm	305x775x600	305x775x600	305x775x600	305x990x600	305x990x600	305x1,175x600	305x1,665x600	305x1,665x600	
Machine weight	kg	26.0	26.0	26.0	31.0	32.0	35.0	47.0	48.0	
Piping connections	Liquid (Flare)	mm	φ 6.4	φ 6.4	φ 6.4	φ 6.4	φ 6.4	φ 9.5	φ 9.5	φ 9.5
	Gas (Flare)		φ 12.7	φ 12.7	φ 12.7	φ 12.7	φ 12.7	φ 15.9	φ 15.9	φ 15.9
	Drain		VP25 (External Dia, 32/Internal Dia, 25)							
Panel (Option)	Model	BYBC32G-W1			BYBC50G-W1			BYBC63G-W1	BYBC125G-W1	
	Colour	White (10Y9/0.5)								
	Dimensions(HxWxD)	mm	53x1,030x680	53x1,030x680	53x1,030x680	53x1,245x680	53x1,245x680	53x1,430x680	53x1,920x680	53x1,920x680
	Weight	kg	8.0	8.0	8.0	8.5	8.5	9.5	12.0	12.0

MODEL		FXZQ20MVE4	FXZQ25MVE4	FXZQ32MVE4	FXZQ40MVE4	FXZQ50MVE4	
Power supply		1-phase, 220-240 V/220 V, 50/60 Hz					
Cooling capacity	Btu/h	7,500	9,600	12,300	15,400	19,100	
	kW	2.2	2.8	3.6	4.5	5.6	
Power consumption	kW	0.073		0.076	0.089	0.115	
Casing		Galvanised steel plate					
Airflow rate (H/L)	m ³ /min	9/7		9.5/7.5	11/8	14/10	
	cfm	318/247		335/265	388/282	493/353	
Sound level (H/L)	230 V, 50 Hz- 240 V, 50 Hz	dB(A)	30/25-32/26		32/26-34/28	36/28-37/29	41/33-42/35
Dimensions (HxWxD)	mm		286x575x575				
Machine weight	kg	18					
Piping connections	Liquid (Flare)	mm	φ 6.4				
	Gas (Flare)		φ 12.7				
	Drain		VP20 (External Dia, 26/Internal Dia, 20)				
Panel (Option)	Model	BYFQ60B3W1					
	Colour	White (6.5Y9.5/0.5)					
	Dimensions(HxWxD)	mm	55x700x700				
	Weight	kg	2.7				

