

## BAB II

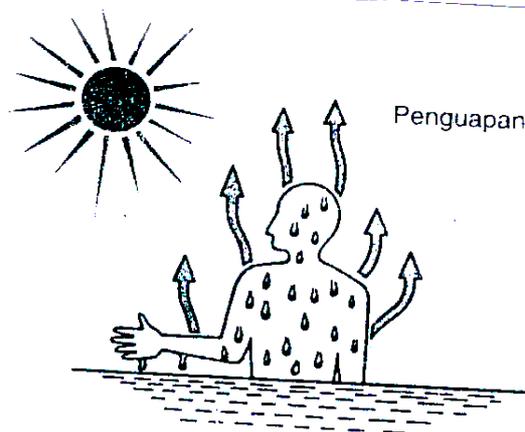
### LANDASAN TEORI

#### A. Tinjauan Pustaka

Asal mula adanya sistem pendinginan adalah dari teori ilmiah yang sangat sederhana. Dari teori tersebut dikembangkanlah suatu sistem yang dapat digunakan untuk mendinginkan ruangan atau menjaga kondisi udara. Menurut Hara Supratman (2006:12) *“untuk penyimpanan daging dan ikan kita perlu suhu kerja antara  $-12^{\circ}\text{C}$  sampai  $-10^{\circ}\text{C}$ . Bila untuk mengkristalkannya kita perlu suhu sampai  $-30^{\circ}\text{C}$ ”*.

##### 1. Teori Dasar Pendinginan M.E. Diks (1987:10)

- a. Ketika disiang hari, setelah berenang badan ini akan terasa dingin meskipun dipanas yang sangat terik. Hal ini terjadi, karena terjadi penguapan yang menyerap panas dari kulit. Seperti proses pada gambar berikut.



Gambar. 2,1 Penguapan orang berenang

Sumber://www.google.co.id/search?=[penjelasan-tubuh-menggigil-sehabis-berenang-meski-cuaca-panas](#)

- b. Dari melakukan percobaan dalam sebuah bejana yang memakai kran dan dimasukkan kedalam kotak terisolasi. Cairan yang mudah menguap dimasukkan ke dalam bejana. Apabila kran dibuka, maka cairan yang berada di dalam bejana tersebut akan menguap, karena tekanan dan suhu dalam bejana sama dengan keadaan atmosfer di luar bejana. Pada saat inilah temperatur dalam kotak menjadi lebih dingin dari keadaan sebelumnya, yang hasilnya dapat dilihat dengan thermometer yang terpasang. Hal ini terjadi karena adanya proses penguapan yang menyerap panas yang ada dalam kotak, sehingga temperaturnya jadi lebih rendah.
- c. Refrigerasi merupakan suatu proses penarikan kalor dari suatu benda/ruangan ke lingkungan sehingga temperatur benda/ruangan tersebut lebih rendah dari temperatur lingkungannya. Kinerja mesin refrigerasi kompresi uap ditentukan oleh beberapa parameter. Diantaranya adalah kapasitas pendinginan dan kapasitas pemanasan. Daya kompresi, koefisien kinerja dan faktor kinerja. Sesuai dengan konsep kekekalan energi panas tidak dapat dimusnahkan tetapi dapat dipindahkan, sehingga refrigerasi selalu berhubungan dengan proses-proses aliran panas dan perpindahan panas.

Pada dasarnya sistem refrigerasi dibagi menjadi dua, yaitu:

- 1) Sistem refrigerasi mekanik

Sistem refrigerasi ini menggunakan mesin-mesin penggerak atau dan alat mekanik lain dalam menjalankan siklusnya. Yang termasuk dalam sistem refrigerasi mekanik di antaranya adalah:

- a) Siklus Kompresi Uap (SKU)
- b). Refrigerasi siklus udara
- c). Refrigerasi temperatur ultra rendah
- d). Siklus sterling

## 2) Sistem refrigerasi non mekanik

Berbeda dengan sistem refrigerasi mekanik, sistem ini tidak memerlukan mesin-mesin penggerak seperti kompresor dalam menjalankan siklusnya. Yang termasuk dalam sistem refrigerasi non mekanik di antaranya:

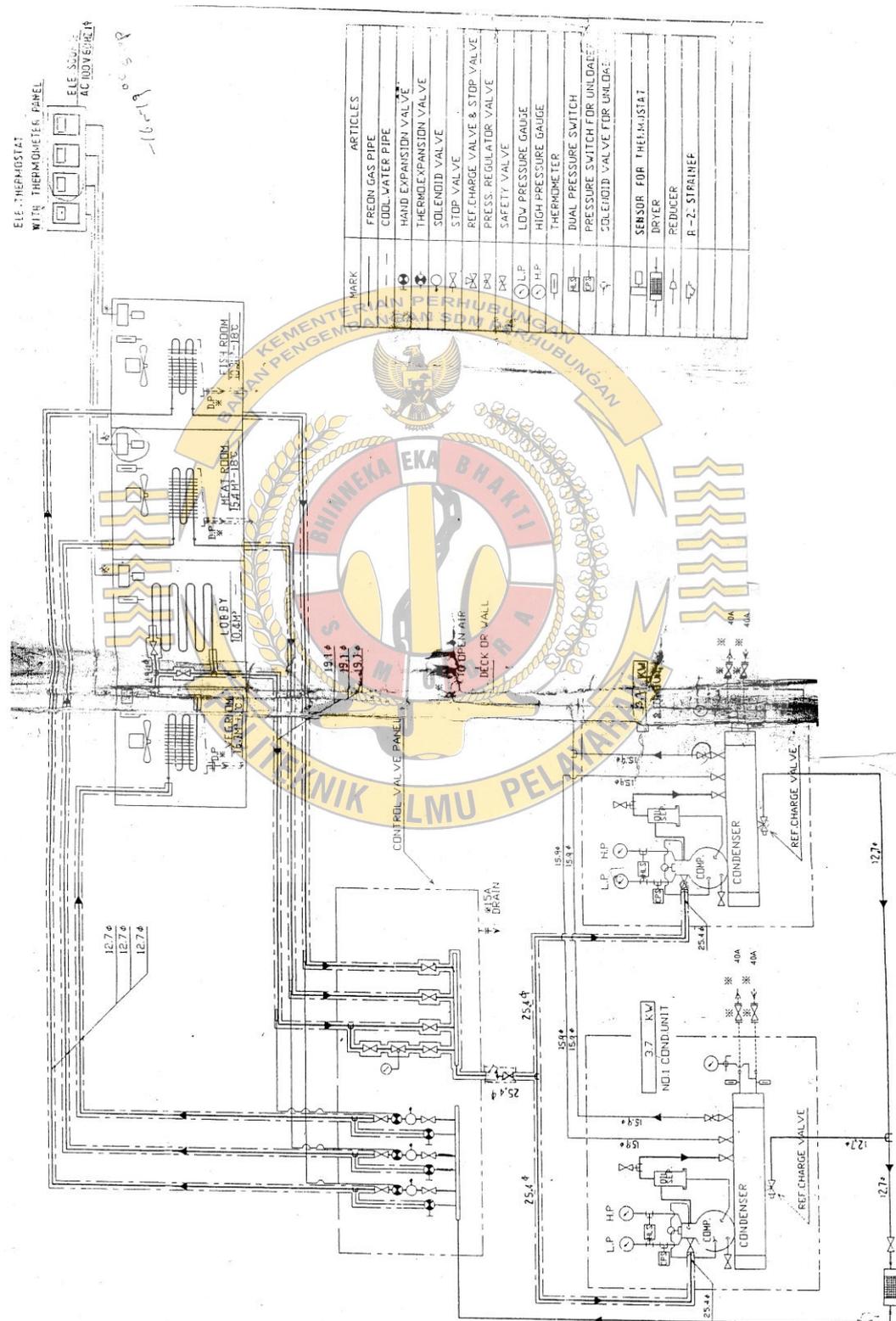
- a) Refrigerasi termoelektrik
- b) Refrigerasi siklus absorpsi
- c) Refrigerasi steam jet
- d) Refrigerasi magnetic dan *Heat pipe*

Dari sekian banyak jenis-jenis sistem refrigerasi, namun yang paling umum digunakan adalah refrigerasi dengan sistem kompresi uap. Komponen utama dari sebuah siklus kompresi uap adalah kompresor, evaporator, kondensor dan katup ekspansi.

## 2. Sirkulasi Pendinginan

Berdasarkan teori diatas, kemudian dikembangkanlah suatu alat pendingin yang sangat penting sekali keberadaannya. Dalam sistem pendinginan, media pendingin yang digunakan wujudnya selalu berubah-ubah. Dari gas

menjadi cair atau sebaliknya. Dalam sistem pendingin perubahan wujud zat terjadi, karena adanya perbedaan tekanan. Sehingga media pendingin dapat bersirkulasi.



## Gambar. 2.2 Sistem Pendinginan MV. CTP Fortune

Sumber: Refrigerant Plan Machine MV. CTP Fortune

Pembagian tekanan kerja dalam sirkulasi pendinginan:

- a. Tekanan Tinggi : pada daerah ini media pendingin berwujud cair dan gas, daerah ini mulai dari setelah katup tekan kompresor, kondensor sampai katup ekspansi.
- b. Tekanan rendah : pada daerah ini media pendingin juga berwujud cair dan gas, daerah ini mulai katup ekspansi, evaporator sampai katup isap kompresor.

Dalam sistem mesin pendingin yang ada sekarang ini, banyak peralatan yang dipasang untuk menunjang kelancaran kerja dan efisiensi dalam pemakaian. Dengan adanya peralatan-peralatan tersebut, kerja mesin semakin maksimal. Alat-alat yang ada dalam sistem pendinginan adalah: kompresor, kondensor, oil separator, drier, katup ekspansi, evaporator dan alat-alat kontrol otomatis.

### 3. Komponen-komponen Mesin Pendingin

#### a. Kompresor

Dalam buku teknik pendingin yang ditulis Drs, Daryanto (2006:14) dinyatakan bahwa: "*Kompresor adalah alat menekan refrigerant (freon) dari tekanan dan temperatur yang rendah menjadi tekanan dan temperatur tinggi*". Jadi kerja kompresor adalah untuk menurunkan tekanan di evaporator, sehingga bahan pendingin cair di evaporator dapat menguap pada suhu yang lebih rendah dan menyerap

lebih banyak panas dari sekitarnya. Dan juga menghisap gas bahan pendingin tersebut, dan mengalirkannya ke kondenssor sehingga gas tersebut dapat mengembun dan memberikan panasnya pada medium yang mendinginkan kondenssor.

Gambar pada halaman lampiran ( gambar.2 )

#### *b. Condenssor*

Menurut Drs, Daryanto (2006:18) dalam bukunya yang berjudul teknik pendingin.

*“ Kondenssor adalah sebuah alat dimana refrigerant (freon) dalam tekanan dan temperatur tinggi yang keluar dari kompresor didinginkan dan dirubah menjadi cairan”*. Disini panas dari ruangan yang diserap oleh freon dipindahkan oleh air pendingin. Bahan pendingin gas mula-mula didinginkan menjadi gas jenuh, kemudian mengembun berubah menjadi cair. Dalam kondenssor tidak terjadi perubahan tekanan.

Gambar pada halaman lampiran ( gambar.3 )

#### *c. Freon*

Dalam system pendinginan perlu adanya media pendingin yang diuapkan, dari penguapan digunakan untuk mendinginkan udara yang dihisap oleh blower didalam ruang evaporator sebelum diteruskan ke ruang pendingin. Untuk jenis media pendingin yang dipakai di kapal penulis adalah jenis Freon (R 22).

#### *d. Oil Separator*

Dalam instruction manual book tulisan team penyusun dari Nissin Refrigeration and engineering disebutkan “ *Oil separator adalah sebuah alat yang berfungsi menyaring minyak lumpur dengan Freon sehingga minyak lumpur tersebut kembali ke dalam oil carter (penampung minyak), dan freon terus dialirkan ke kondensor*”.

Gambar pada halaman lampiran ( gambar.4 )

e. Fan (kipas angin)

Fungsi dari kipas angin (blower) digunakan untuk menghisap udara yang akan didinginkan dan memompa ke ruang pendingin.

f. Dryer Filter (Pengering)

Menurut Drs, Sumanto (2004:10) bahwa: “ *Dryer Adalah sebuah alat yang berfungsi menyerap uap air dan membersihkan kotoran-kotoran dalam refrigerant (freon)*” .

Gambar pada halaman lampiran ( gambar.5 )

g. Evaporator

Pengertian evaporator menurut J.R.Scott (1978:32) adalah: *Adalah alat dimana freon dalam keadaan temperatur dan tekanan rendah sekali mengambil panas udara sehingga freon akan menguap menjadi bentuk gas* . Fungsinya sebagai alat pendingin, pipa evaporator ada yang terbuat dari bahan tembaga, besi, aluminium atau dari kuningan.

Gambar pada halaman lampiran ( gambar.6 )

4. Alat-alat kontrol pada Mesin Pendingin

a. Solenoid Valve (katup solenoid)

Dalam manual book mesin pendingin yang ditulis oleh team dari Nissin Refrigeration and Engineering disebutkan “ *Solenoid valve* adalah sebuah katup untuk berfungsi menutup aliran freon bila suhu ruang pendingin sudah mencapai proses terendah dan membuka kembali aliran freon bila suhu ruangan pendingin telah mencapai batas suhu tertinggi” .

b. *Expansi Valve (Katup ekspansi)*

Dalam buku panduan mesin pendingin yang ditulis oleh team dari Nissin Refrigeration and Engineering disebutkan “ *Katup ekspansi* adalah sebuah katup yang berfungsi untuk mengatur jumlah freon masuk ke evaporator berdasarkan sinyal yang di kirim thermal bulb dan juga untuk menurunkan tekanan freon cair supaya dapat mudah menguap” Gambar pada lampiran ( gambar.7 )

c. *Dual pressure switch*

Dalam sistem mesin pendingin terdapat alat kontrol untuk mengatur jalannya kompressor. Kompressor akan mati jika tekanan isap sudah mencapai  $0,2 \text{ kg/cm}^2$  dan akan hidup lagi secara otomatis apabila tekanan  $1,2 \text{ kg/cm}^2$ . Untuk tekanan keluarannya kompressor akan mati pada tekanan  $19 \text{ kg/cm}^2$ . Peran ini di sandang oleh Dual Pressure Switch.

5. Alat-alat Keamanan pada Mesin Pendingin

a. *Oil pressure protection switch.*

Jika tekanan minyak lumas kompresor turun drastis, kompresor akan mati secara otomatis jika tekanan pelumas kurang dari  $1,5 \text{ kg/cm}^2$ . Hal ini untuk keamanan compressor agar tidak terjadi kerusakan fatal.

*b. Safety valve*

Untuk mencegah terjadinya ledakan dari kondensor jika tekanan kondensor naik terus perlu adanya alat keamanan. Karena jika ledakan terjadi sangat berbahaya. Hal ini bias terjadi akibat jika high pressure switchnya tidak bekerja. Safety valve bekerja pada tekanan  $21 \text{ kg/cm}^2$ .

6. Metode fishbone

a. Pengertian

Diagram tulang ikan atau fishbone diagram adalah salah satu metode/ tool di dalam meningkatkan kualitas, sering juga diagram ini disebut dengan diagram sebab-akibat atau cause effect diagram.

Penemu metode *fishbone* adalah seorang ilmuwan jepang pada tahun 1960, bernama Dr. Kaoru Ishikawa, ilmuwan kelahiran 1915 di Tokyo Jepang yang juga alumni teknik kimia Universitas Tokyo. Sehingga sering juga disebut dengan diagram ishikawa. Metode tersebut awalnya lebih banyak digunakan untuk manajemen kualitas, yang menggunakan data verbal (*non-numerical*) atau data kualitatif. Dr. Ishikawa juga ditengarai sebagai orang pertama yang memperkenalkan 7 alat atau metode pengendalian kualitas (*7 tools*), yakni fishbone diagram, *control chart*, *run chart*, *histogram*, *scatter diagram*, *pareto chart*, dan *flowchart*.

Dikatakan Diagram *Fishbone* (Tulang Ikan) karena memang berbentuk mirip dengan tulang ikan yang moncong kepalanya menghadap ke kanan. Diagram ini akan menunjukkan sebuah dampak atau akibat dari sebuah permasalahan, dengan berbagai penyebabnya. Efek atau akibat dituliskan sebagai moncong kepala, sedangkan tulang ikan diisi oleh sebab-sebab sesuai dengan pendekatan permasalahannya. Dikatakan diagram *Cause and Effect* (Sebab dan Akibat) karena diagram tersebut menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat. Berkaitan dengan pengendalian proses statistikal, diagram sebab-akibat dipergunakan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab(sebab) dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu.

Diagram *Fishbone* (Tulang ikan) / *Cause and Effect* (Sebab dan Akibat) / Ishikawa telah menciptakan ide cemerlang yang dapat membantu setiap organisasi/perusahaan agar dapat menyelesaikan masalah dengan tuntas sampai ke akarnya. Kebiasaan untuk mengumpulkan beberapa orang yang mempunyai pengalaman dan keahlian memadai menyangkut promblem yang dihadapi oleh perusahaan, semua anggota tim memberikan pandangan dan pendapat dalam mengidentifikasi semua pertimbangan mengapa masalah tersebut terjadi. Kebersamaan sangat diperlukan di sini, juga kebebasan memberikan pendapat dan pandangan setiap individu. Jadi sebenarnya dengan ini sangatlah bermanfaat, tidak hanya dapat menyelesaikan

masalah sampai akarnya namun bisa mengasah kemampuan berpendapat bagi orang-orang yang masuk dalam tim identifikasi masalah perusahaan yang dalam mencari sebab masalah menggunakan diagram tulang ikan.

b. Tujuan dan Fungsi *Fishbone*

Fungsi dasar diagram *Fishbone* (Tulang Ikan)/*Cause and Effect* (Sebab dan Akibat)/ Ishikawa adalah untuk mengidentifikasi dan mengorganisasi penyebab-penyebab yang mungkin timbul dari suatu efek spesifik dan kemudian memisahkan akar penyebabnya. Sering dijumpai orang mengatakan “penyebab yang mungkin” dan dalam kebanyakan kasus harus menguji apakah penyebab untuk hipotesa adalah nyata, dan apakah memperbesar atau mengurangnya akan memberikan hasil yang diinginkan.

Pada dasarnya diagram *Fishbone* (Tulang Ikan)/*Cause and Effect* (Sebab dan Akibat)/Ishikawa dapat dipergunakan untuk kebutuhan-kebutuhan berikut:

- 1) Membantu mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah
- 2) Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah
- 3) Membantu dalam penyelidikan atau pencarian fakta lebih lanjut
- 4) Mengidentifikasi tindakan (bagaimana) untuk menciptakan hasil yang diinginkan
- 5) Membahas issue secara lengkap dan rapi
- 6) Menghasilkan pemikiran baru

Penyebab permasalahan (dikenal dengan 4M+1E) dikategorikan menjadi:

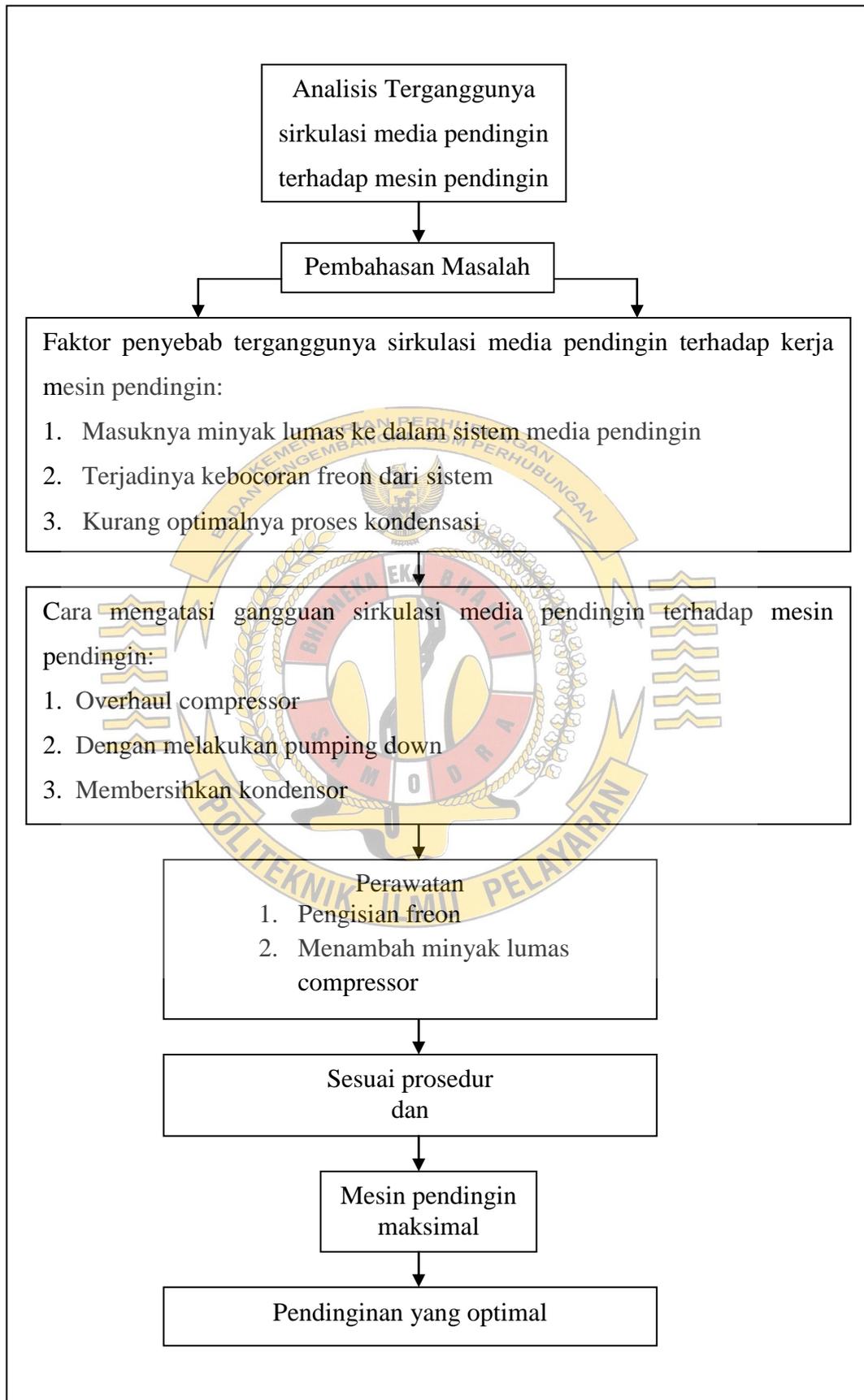
- a). *Man* (orang) : semua orang yang terlibat didalam suatu proses
- b). *Method* (cara) : bagaimana proses itu dilakukan, kebutuhan yang spesifik dari proses itu, seperti prosedur, peraturan dll.
- c). *Material* (bahan) : semua material yang diperlukan untuk menjalankan proses seperti bahan dasar, pena, kertas
- d). *Mechine* (Mesin) : semua mesin, peralatan, komputer yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan.
- e). *Environment* (lingkungan) : kondisi di sekitar tempat kerja, seperti suhu udara, tingkat kebisingan, kelembaban udara

Jadi ditemukannya diagram Fishbone (Tulang Ikan)/Cause and Effect (Sebab dan Akibat)/Ishikawa ini memberikan kemudahan dan menjadi bagian penting bagi penyelesaian masalah yang muncul bagi perusahaan pelayaran.

Penerapan diagram Fishbone (Tulang Ikan)/Cause and Effect (Sebab dan Akibat)/Ishikawa ini dapat menolong kita untuk dapat menemukan akar “penyebab” terjadinya masalah khususnya di atas kapal dimana prosesnya terkenal dengan banyaknya ragam variabel yang berpotensi menyebabkan munculnya permasalahan.

## **B. Kerangka Pikir Penelitian**

Kerangka pikir peneliti dalam pemecahan permasalahan masalah skripsi ini sebagai berikut:



Dalam pengoperasian instalasi mesin pendingin setiap harinya di kapal, sering ditemukan gangguan-gangguan yang menyebabkan kurang optimalnya fungsi kerja dari sirkulasi mesin pendingin. Gangguan yang terjadi pada sirkulasi mesin pendingin di kapal disebabkan oleh hal-hal sebagai berikut :

1. Masuknya minyak lumpur ke dalam sistem media pendingin.
2. Terjadinya kebocoran media pendingin dari sistem.
3. Kurang optimalnya proses kondensasi, akibat dari pipa-pipa air pendingin kondensator yang kotor.

Dari masalah-masalah yang dialami pada sirkulasi mesin pendingin maka perlu diketahui penyebab masalahnya antara lain :

- a. Masuknya minyak lumpur ke dalam sistem zat pendingin

Permasalahan yang terjadi diasumsikan masuknya minyak lumpur ke dalam sistem akan mengurangi temperatur pada evaporator menjadi rendah dan membuat kompresor bekerja lebih mengakibatkan kerusakan pada kompresor. Di instalasi mesin pendingin terdapat sebuah alat oil separator yang berfungsi menyaring minyak lumpur dengan freon sehingga minyak lumpur tidak ikut ke dalam sistem apabila alat ini tidak berfungsi dengan baik mengakibatkan gangguan proses penyerapan panas di evaporator dan temperatur ruang pendingin menjadi tinggi, karena oli ikut beredar dalam sistem Freon.

- b. Terjadinya kebocoran Freon dari sistem.

Apabila ada kebocoran Freon dari sistem, maka Freon dalam sistem akan berkurang jumlahnya. Sehingga kapasitas Freon tidak mencukupi untuk proses pendinginan dan ruangan pendingin jadi panas. Disamping Freon cepat habis juga akan menyebabkan adanya uap air dalam sistem Freon. Selain itu, akan mempengaruhi kerja kompresor. kompresor akan sering hidup dan mati secara otomatis, karena sistem otomatis pengaman untuk tekanan bekerja.

c. Kurang optimalnya proses kondensasi, akibat dari pipa-pipa air pendingin kondensor yang kotor.

Apabila proses kondensasi terganggu maka jumlah Freon yang dikondensasikan juga akan berkurang. Hal ini akan mengganggu proses evaporasi pada evaporator yang berakibat ruangan pendingin menjadi panas. Selain itu kondensor juga akan panas dan jika tekanan air pendingin kurang maka akan berakibat compressor akan mati, jika hal ini terjadi maka proses pendinginan akan berhenti juga.

