

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Tinjauan Pustaka

Pada umumnya motor penggerak poros baling-baling kapal menggunakan motor diesel. Hanya kapal-kapal tertentu saja yang menggunakan turbine uap dengan pertimbangan-pertimbangan antara lain :

1. Motor diesel lebih mudah pengoperasiannya.
2. Waktu yang diperlukan untuk menyiapkannya lebih singkat dari pada turbine uap.
3. Motor diesel mempunyai rendemen thermis lebih besar sehingga pemakaian bahan bakar lebih hemat.

Motor diesel dibedakan menjadi 2 jenis yaitu :

1. Motor diesel 4 tak
2. Motor diesel 2 tak

Untuk menghidupkan / starting sebuah motor diesel dapat melalui beberapa cara, yaitu :

1. Dengan motor starter yang digerakkan oleh accu
2. Dengan udara bertekanan

konstruksi kompresor udara dua tingkat tekan dan alat-alat keamanan pada kompresor udara adalah sebagai berikut :

#### 1. Pengertian kompresor udara

Menurut (Sularso dan Tahara, 167 : 1983) dalam bukunya pompa dan kompresor, bahwa pengertian kompresor adalah suatu pesawat atau mesin yang berfungsi untuk memampatkan suatu udara atau gas dengan

mengisapnya dari atmosfer, baik dari atmosfer yang mempunyai tekanan lebih tinggi disebut penguat (*atbooster*) dan dari atmosfer yang mempunyai tekanan lebih rendah disebut pompa vakum.

## 2. Fungsi kompresor udara

Menurut tim PIP Semarang (- : 21) dalam bukunya Pesawat Bantu, bahwa dikawal kebutuhan udara sangat penting sekali, hal ini yang membuat turunnya tekanan kompresi pada kompresor udara harus diperhatikan. Adapun fungsi udara diatas kapal antara lain :

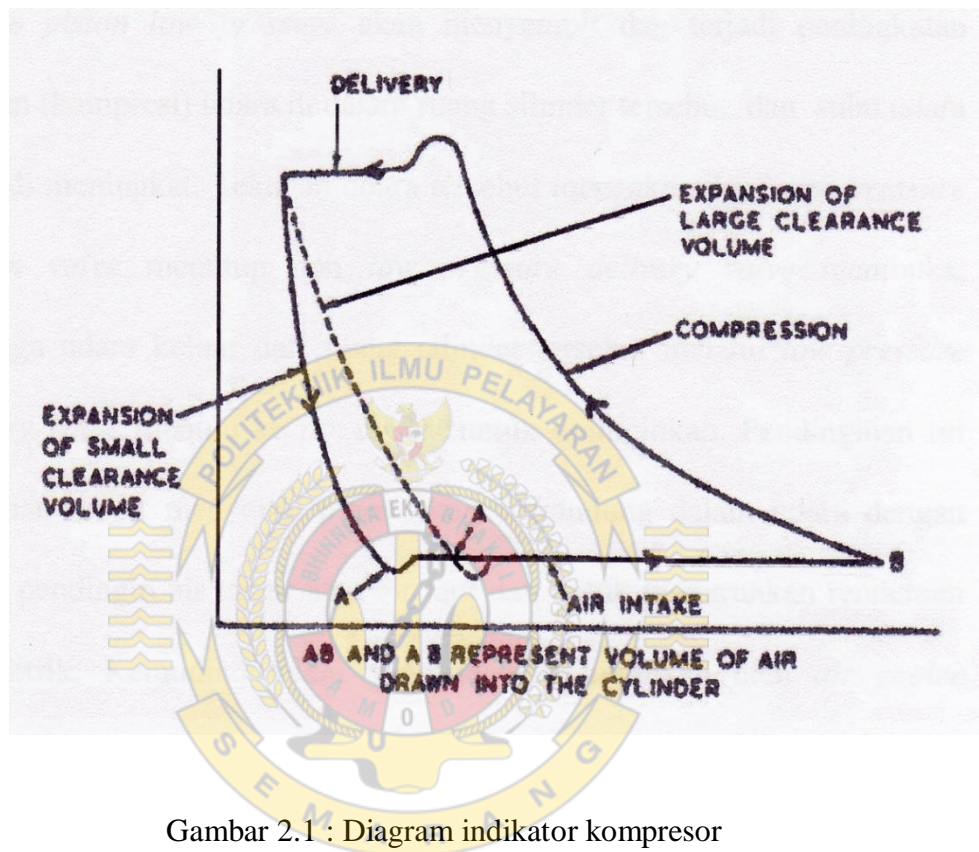
- a. Sebagai udara penjalan (*starting air*) pada motor utama dan motor bantu.
- b. Untuk pesawat yang dijalankan memakai angin.
- c. Sebagai penjalan alat-alat kontrol otomatis (*pneumatik*).
- d. Untuk keperluan-keperluan kebersihan.
- e. Untuk membunyikan suling atau trompet di anjungan.
- f. Untuk ketel-ketel uap..

## 3. Prinsip kerja kompresor udara

Menurut tim penyusun PIP Semarang (- : 21) dalam bukunya Pesawat Bantu, bahwa cara kerja kompresor adalah sebagai berikut:

Pada saat langkah kompresi, saat tekanan naik di atas tekanan tekan, katup tekan membuka dan udara keluar dengan tekanan konstan. Pada akhir langkah kompresi tekanan di ruang rugi dari kompresor sama dengan tekanan tekan karena gaya pegas dari katup, maka katup akan menutup dan mengurung sisa udara yang telah bertekanan didalam ruang rugi, antara piston dengan *cylinder head*. Pada langkah isap, udara pada ruang

rugi akan mengembang sehingga tekanan jauh sampai sedikit dibawah tekanan isap dan menyebabkan terbukanya katup isap. Hal ini dapat di perlihatkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.1 : Diagram indikator kompresor

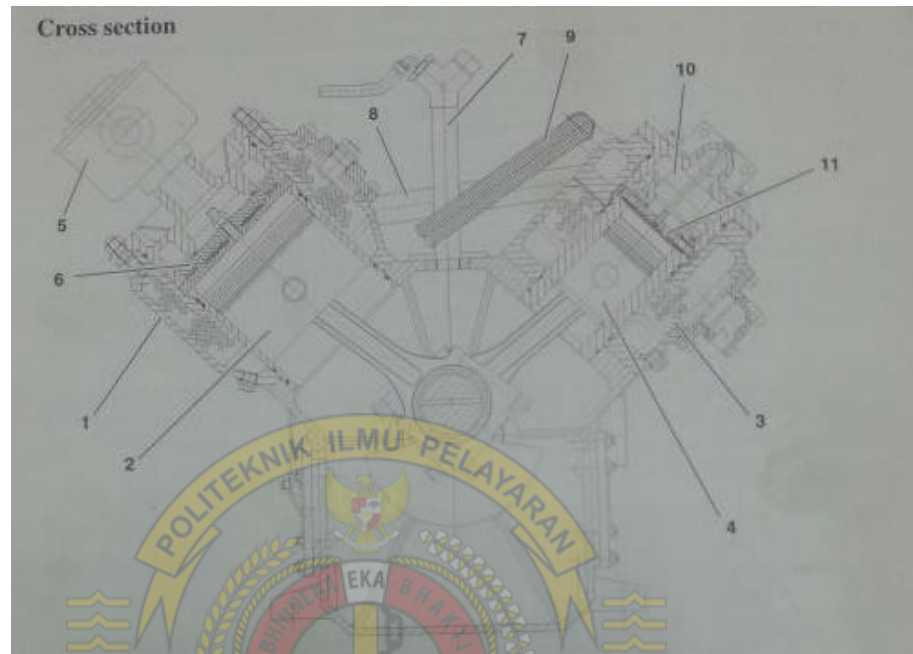
Menurut catatan penulis dalam mengikuti perkuliahan di PIP Semarang, prinsip kerja kompresor udara adalah sebagai berikut: Pada saat *piston* kompresi bergerak kebawah, volume ruang silinder diatas permukaan *piston low pressure* mengembang dan tekanannya menjadi turun, hal ini membuat *low pressure suction valve* menjadi terbuka dan *low pressure delivery valve* tertutup. Udara masuk terhisap melalui *suction filter* untuk di saring agar kotoran-kotoran yang terkandung dalam udara tidak ikut masuk, kemudian udara yang telah di saring oleh filter tersebut masuk ke ruang silinder di atas *piston low pressure* melalui *low pressure*

*suction valve* yang terbuka. Pada saat bersamaan di bawah ruang silinder *piston high pressure* terjadi penyempitan volume.

Pada saat piston bergerak ke atas secara pelan, volume ruang silinder di atas *piston low pressure* akan menyempit dan terjadi peningkatan tekanan (kompresi) udara di dalam ruang silinder tersebut dan suhu udara menjadi meningkat. Tekanan udara tersebut mengakibatkan *low pressure suction valve* menutup dan *low pressure delivery valve* membuka, sehingga udara keluar dari ruang silinder tersebut melalui *low pressure delivery valve* menuju ke *air cooler* untuk di dinginkan. Pendinginan ini bertujuan untuk menyerap panas yang terkandung dalam udara dengan media pendingin air tawar untuk menurunkan rendemen volumetrik. Kemudian udara yang telah di dinginkan oleh *air cooler* tersebut menekan *high pressure suction valve* sehingga terbuka dan udara tersebut masuk ke dalam ruang silinder *high pressure*. Karena piston bergerak ke atas maka volume ruang silinder *high pressure* mengembang dan membantu pembukaan *high pressure suction valve* dan *high pressure delivery valve* menjadi menutup.

Pada saat piston bergerak lagi ke bawah, di dalam ruang silinder *high pressure* terjadi penyempitan volume dan peningkatan tekanan (kompresi) udara yang mengakibatkan *high pressure suction valve* menutup dan *high pressure delivery valve* membuka. Didalam ruang silinder *high pressure* lebih sempit di banding dengan ruang silinder *low pressure* dan konstruksi *piston high pressure* lebih kecil dari pada *piston low pressure*, hal ini bertujuan untuk meningkatkan tekanan udara.

Kemudian udara tersebut tertekan keluar melalui *high pressure delivery valve* menuju tabung udara untuk di tampung.



Gambar 2.2 : Kompresor udara dua tingkat tekan

#### 4. Dasar-dasar perawatan kompresor udara

Untuk mencegah beban torsi yang besar yang dapat mengakibatkan kerusakan pada saat menstart kompresor harus dalam keadaan kondisi tanpa beban dan baru kemudian beban tersebut secara perlahan-lahan hingga normal. Demikian juga katup-katup cerat haruslah dalam keadaan terbuka terlebih dahulu untuk menghilangkan sisa dan juga membuang kondensat yang tertinggal akibat adanya pendinginan.

Demikian alasan yang sama pada saat menghentikan kompresor harus pada kondisi tanpa beban dengan membuka katup-katup ceratnya. Dengan hal perhatian minyak lumas yang penting adalah soal kapasitas

dan kuantitas kekurangan serta kesalahan pemakaian akan menyebabkan keausan yang parah dan kemacetan pada katup-katupnya.

Lebih jauh kita harus memperhatikan katup-katupnya, dudukan katup memerlukan perataan permukaan kembali ( *refacing* ) akibat terjadinya pukulan yang selalu terjadi dengan katupnya, demikian juga dengan katupnya. Kejelekan katup akan dilihat pada tekanan masing-masing tingkat yang akan di tunjukan pada *manometer*. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah system pendingin terlalu banyak pendinginan atau keadaan terlalu dingin akan mengakibatkan kondensasi pada dinding silinder yang dapat mempengaruhi minyak pelumas sebaliknya apabila pendinginan kurang akan menyebabkan terjadinya kerak-kerak yang menyebabkan turunnya rendemen volumetrik, serta mempercepat kerusakan katup-katup dan bahaya yang paling buruk adalah terjadinya ledakan, syarat yang harus ditaati adalah suhu kerja yang masuk kedalam botol angin adalah tidak boleh dari  $93^{\circ}\text{C}$ .

Kebersihan-kebersihan *cooler-cooler* pada waktu diadakan pemeriksaan harus dipertahankan dengan menggunakan chemical atau pembersih secara mekanik.

## 5. Pendinginan kompresor udara

Menurut tim PIP Semarang (- : 22) dalam bukunya Pesawat Bantu, bahwa selama pemampatan banyak energi diubah menjadi panas mengakibatkan kenaikan suhu udara serta menurunkan rendemen volumetrik dari siklus kerja. Diagram dibawah ini menunjukkan pemampatan berulang dari kompresor dua tingkat tekan.

Untuk memperkecil kenaikan suhu, panas harus dipindahkan dari udara. Pemindahan ini sebenarnya sudah ada yaitu di dinding silinder dari kompresor, tetapi mengingat luas permukaannya relatif kecil maka relatif sedikit pula pemindahan panas yang terjadi disitu.

Dengan menempatkan *cooler* khusus untuk mendinginkan udara kerja hal ini bertujuan untuk memperkecil kenaikan suhu yang berarti pula memperkecil penurunan rendemen volumetrik. Kebanyakan kompresor-kompresor udara berukuran kecil mempergunakan udara sebagai bahan pendingin silinder berbentuk sayap-sayap dan demikian pula pipa-pipa *intercooler* menggunakan pipa-pipa bersayap (*finned-tube*) yang aliran udaranya didapatkan dari kipas yang dipasang pada sambungan poros engkol. Sedangkan untuk kompresor yang ukurannya menengah dan besar, sebagai bahan pendingin digunakan air, sedangkan dikapal-kapal kebanyakan dipakai air laut dan ada juga yang memakai air tawar, demikian pula untuk bahan pendingin untuk *intercooler*.

## 6. Pelumasan kompresor udara

Bagian-bagian kompresor udara yang memerlukan pelumasan adalah bagian-bagian yang saling bergerak dan bergesekan seperti ring-ring torak dengan linernya, poros terhadap metal atau bantalan-bantalanya dan lain sebagainya.

Menurut Endrodi (- : 11) dalam bukunya Motor Diesel Penggerak Utama bahwa, fungsi pelumasan adalah sebagai:

- a. Memperkecil koefisien gesek yang terjadi sehingga bagian-bagian yang bergerak tidak menjadi aus.

- b. Mendinginkan bagian-bagian kompresor yang saling bergesekan.
- c. Menyerap jelaga atau bermacam-macam metal sediment.

Perawatan terhadap minyak lumas harus dijaga:

- a. Jumlah / volumenya, jika sewaktu jaga ternyata kurang agar segera ditambah supaya tidak cepat menjadi encer dan menghitam.
- b. Viscositas / kekentalan, apabila sudah terlalu encer / jam kerjanya sudah habis, agar segera diganti yang baru.
- c. Jangan sampai tercampur dengan air tawar / laut ataupun oleh bahan bakar.

#### 7. Proses kompresi gas

Menurut ( Sularso dan Tahara, 1983 : 183 ) proses kompresi gas dapat dilakukan menurut tiga cara yaitu dengan proses isothermal, adiabatik dan politropik. Adapun perilaku masing-masing proses dapat diuraikan sebagai berikut :

- a. Kompresi isothermal

Bila suatu gas di kompresikan, maka akan ada energi mekanik yang diberikan dari luar kepada gas. Energi ini diubah menjadi energi panas sehingga temperatur gas akan naik tekanan semakin tinggi. Namun jika proses ini diikuti dengan pendinginan untuk mengeluarkan panas yang terjadi, temperatur dapat dijaga tetap. Kompresi isothermal merupakan suatu proses yang sangat berguna dalam analisa teoritis, namun untuk perhitungan kompresor tidak banyak kegunaannya. Pada kompresor yang sesungguhnya, meskipun silinder didinginkan sepenuhnya temperatur udara tidak



memungkinkan dijaga tetap. Hal ini disebabkan oleh adanya kecepatan proses kompresi yang berada didalam silinder.

b. Kompresi adiabatik

Jika silinder diisolasi secara sempurna terhadap panas, maka kompresi akan berlangsung tanpa ada panas yang keluar dari gas atau masuk kedalam gas, proses semacam ini disebut adiabatik. Dalam praktek, proses adiabatik tidak pernah terjadi secara sempurna karena isolasi terhadap silinder tidak pernah dapat sempurna pula. Namun proses adiabatik sering dipakai dalam pengkajian teoritis proses kompresi.

Karena tekanan yang dihasilkan oleh kompresi yang lebih tinggi dari pada kompresi isothermal untuk pengecilan volume yang sama, maka kerja yang diperlukan pada kompresi adiabatik juga lebih besar.

c. Kompresi politropik

Kompresi pada kompresor yang sesungguhnya bukan merupakan proses isothermal karena adanya kenaikan temperatur, namun juga bukan proses adiabatik karena ada panas yang dipancarkan ke luar. Jadi proses kompresi yang sesungguhnya ada diantara kedua dan disebut kompresi politropik.

## 8. Konstruksi kompresor udara dua tingkat tekan

Menurut instruction manual book Tanabe pneumatic machinery, bahwa bagian-bagian kompresor udara adalah sebagai berikut :

a. Cylinder head

Sebagai tempat *low pressure suction valve* dan *low pressure delivery valve*.

b. Cylinder block

Adalah semacam tabung sebagai ruang *piston* dan tempat *high pressure suction valve* dan *high pressure delivery valve*.

c. Crank case

Adalah rumah untuk poros engkol dan sebagai *oil carter*.

d. Batang torak ( *connecting rod* )

Batang torak di gunakan untuk menghubungkan antara torak dengan poros engkol ( *crank shaft* ) sebagai penggerak keduanya atau sebagai perantara gerak memutar poros engkol menjadi gerak naik turun *piston*.

e. Torak ( *piston* )

Torak dibuat dari bahan logam paduan ringan, dimana dibagi menjadi dua bagian yaitu pada bagian atas ( *piston low pressure* ) dan pada bagian bawah ( *piston high pressure* ). Pada bagian *piston low pressure* terdapat tiga alur sebagai tempat *piston ring* dan pada *piston high pressure* terdapat tiga alur, dua sebagai tempat *ring piston* dan satu terbawah sebagai tempat *oil ring*, pada *piston* juga terdapat lubang untuk *piston pin*.

f. Poros engkol

Poros engkol di tengah-tengah badan kompresor yang berfungsi untuk meneruskan putaran motor listrik sehingga dapat dirubah menjadi gerak naik turun *piston*.

g. Pendingin udara ( *air cooler* )

Bagian kompresor yang berfungsi untuk mendinginkan udara agar temperaturnya dapat diserap oleh air pendingin (air laut atau air tawar ).

h. Head cover

Adalah tutup dari *cylinder head*.

i. Low pressure suction valve

Katup masuk tekanan rendah, yang akan menutup jika *piston low pressure* melakukan kompresi dan akan membuka jika *piston low pressure* melakukan langkah isap.

j. Low pressure delivery valve

Katup penyerahan ( keluar ) tekanan rendah yang akan menutup jika *piston low pressure* melakukan langkah isap dan akan membuka jika *piston* melakukan langkah kompresi.

k. High pressure suction valve

Katup isap tekanan rendah yang akan menutup jika *piston high pressure* melakukan langkah kompresi dan akan membuka jika *piston high pressure* melakukan langkah isap.

l. High pressure delivery valve

Katup penyerahan ( keluar ) tekanan tinggi yang akan menutup jika *piston high pressure* melakukan langkah isap dan akan membuka jika *piston high pressure* melakukan langkah kompresi.

m. Cooling water pump

Pompa air pendingin yang memompa air menuju ke *cooler*.

**9. Alat-alat keamanan pada kompresor udara**

a. Katup keamanan

Sebuah katup yang berfungsi untuk mengeluarkan udara dalam ruang silinder yang mempunyai tekanan melebihi dari yang diijinkan agar tidak terjadi ledakan.

b. Gelas duga minyak pelumas

Sebuah kaca untuk melihat tinggi rendahnya level minyak lumas dalam kotak engkol ( *carter* ) kompresor udara, sehingga jumlah minyak lumas dalam ruang engkol dapat diketahui.

c. Thermometer

Sebuah alat pengukur suhu yang berfungsi untuk mengetahui temperatur udara yang dimampatkan.

d. Saringan udara ( air filter )

Sebuah saringan yang berfungsi untuk menyaring udara dari kotoran-kotoran agar tidak ikut masuk kedalam ruang silinder kompresor udara.

e. Manometer

Sebuah alat pengukur tekanan yang berfungsi untuk mengetahui tekanan udara dalam kompresor saat bekerja.

f. Auto drain trap

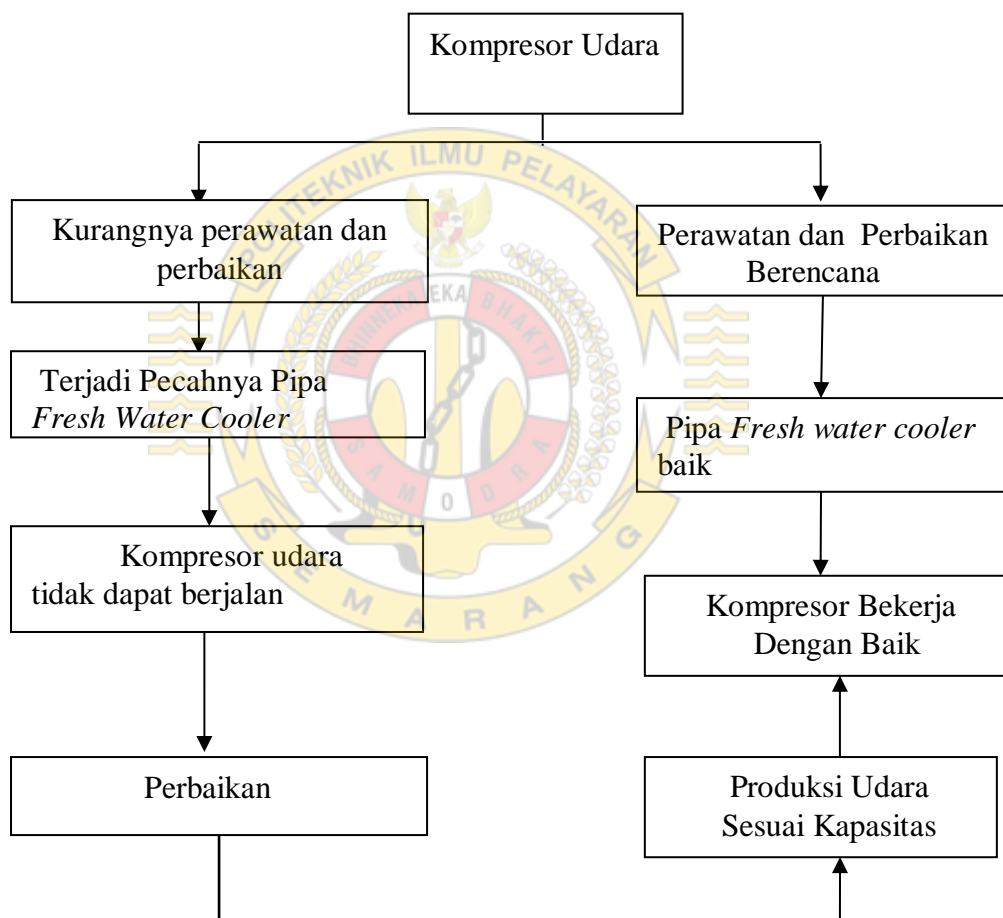
Alat yang terpasang pada kompresor udara yang berfungsi untuk air atau minyak yang ikut terkandung dalam udara secara otomatis sehingga tidak ikut terbawa ke dalam tabung udara.

## **B. Kerangka Pikir Penelitian**

Mesin induk dan pesawat bantu yang bekerja dengan baik sangatlah mendukung terhadap kelancaran pengoperasian kapal. Kompresor sebagai pesawat bantu yang menghasilkan udara kerja bertekanan mempunyai peranan yang sangat penting dalam pengoperasian mesin induk terutama pada saat kapal melakukan olah gerak baik kapal akan memasuki pelabuhan ataupun pada saat kapal akan meninggalkan pelabuhan. Mengingat pentingnya kompresor udara dalam menunjang kelancaran olah gerak kapal, maka kompresor udara harus selalu dalam kondisi yang bagus dan bekerja dengan baik agar dapat memenuhi kebutuhan udara bertekanan.

Perawatan dan penanganan perbaikan terhadap kompresor udara harus dilakukan dengan baik agar tidak muncul adanya permasalahan yang dapat mengganggu kelancaran pengoperasian mesin induk pada saat melakukan olah gerak. Permasalahan yang terjadi pada kompresor udara harus diteliti dan dianalisa untuk diketahui penyebabnya dan agar dimengerti juga bagaimana tindakan penanganannya. Menurunnya tekanan kompresi pada kompresor udara akan berpengaruh terhadap udara yang dihasilkan oleh

kompresor udara, dengan tekanan kompresi yang berkurang maka udara yang dihasilkan juga akan berkurang, untuk itu perlu diadakannya perawatan dan perbaikan yang benar. Tindakan perawatan yang benar adalah melaksanakan perawatan sesuai dengan jam kerjanya dan juga melakukan penggantian terhadap bagian yang perlu di ganti dengan suku cadang yang baru yang ada sesuai dengan buku manualnya.



Gambar 2.3 Bagan kerangka pikir

### C. Definisi Operasional

Definisi operasional merupakan definisi praktis / operasional tentang variabel atau istilah-istilah lain yang dianggap penting dan sering di temukan sehari-hari dilapangan dalam penelitian ini. Definisi operasional yang sering

dijumpai pada kompresor udara pada saat penulis melakukan penelitian antara lain :

a. Air filter

Adalah saringan yang terbuat dari serabut-serabut tembaga atau sejenisnya yang berfungsi untuk menyaring kotoran-kotoran yang terkandung dalam udara agar tidak ikut dalam kompresor.

b. Safety valve

Adalah katup keamanan yang dipasang pada kompresor dan tabung udara yang berfungsi untuk membuang udara ketika terjadi tekanan melebihi tekanan yang diijinkan agar tidak terjadi ledakan.

c. Bejana udara

Adalah tabung yang terbuat dari pelat besi yang dipakai untuk menyimpan udara bertekanan yang dihasilkan oleh kompresor.

d. Cooler

Adalah alat untuk mendinginkan udara agar tidak terlalu panas sebelum masuk kedalam tabung udara, dengan menggunakan media pendingan air tawar atau air laut.

e. Motor penggerak

Adalah motor listrik atau motor diesel yang dipakai untuk menggerakkan kompresor agar dapat beroperasi.

f. Man hole

Adalah pintu kedap yang dapat kita buka sewaktu seseorang akan masuk dalam tabung udara untuk melakukan pengecekan atau pembersihan.

g. Air connecting pipe

Adalah pipa-pipa udara bertekanan dari kompresor sampai tabung udara.

h. Starting valve

Bagian main engine yang berfungsi sebagai katup untuk menyemprotkan udara bertekanan agar piston dapat terdorong ke bawah.

i. Auto start

Adalah beroperasi kembali kompresor udara secara otomatis.

j. Auto stop

Adalah berhentinya operasi kompresor udara secara otomatis.

k. Drain

Adalah membuang air pada tabung udara.

l. Trip

Adalah kompresor berhenti dengan sendirinya karena bekerja tidak normal.

m. Over pressure

Adalah kelebihan tekanan kerja.

n. Over heat

Adalah panas yang berlebihan.

