

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Landasan teori digunakan sebagai sumber teori yang dijadikan dasar dari penelitian. Sumber tersebut memberikan kerangka atau dasar untuk memahami latar belakang dari timbulnya permasalahan secara sistematis. Landasan teori juga penting untuk mengkaji dari penelitian yang sudah ada mengenai masalah kebocoran pada *jacket cooling compressor* dan teori yang menerangkan tentang kompresor, pada landasan teori ini akan dijelaskan tentang dasar-dasar dari kompresor.

1. Kompresor Udara

a. Pengertian kompresor udara

Menurut Brown (2005: 1) kompresor adalah alat yang digunakan untuk meningkatkan tekanan kompresibel cairan. Tingkat tekanan masuk bisa menjadi nilai vacuum dalam untuk tekanan positif tinggi. Tekanan buang bisa berkisar dari tingkat subatmosfer ke nilai tingkat tinggi dalam puluhan ribu pound per inci persegi. Tekanan masuk dan keluar berhubungan sesuai dengan jenis kompresor dan konfigurasinya.

b. Fungsi kompresor udara

Menurut Balashanmugam & Balasubramanian (2016) kompresor digunakan untuk mendapatkan udara bertekanan tinggi

untuk banyak keperluan industri dan komersial. Udara ini digunakan untuk berbagai kebutuhan, maka kebocoran *jacket cooling* di atas kapal pada kompresor udara harus diperhatikan. Fungsi udara di atas kapal antara lain sebagai udara penjalan (*starting air*) pada motor utama dan motor bantu. Untuk pesawat yang dijalankan memakai angin adalah sebagai penjalan alat-alat kontrol otomatis (*pneumatik*), untuk keperluan kebersihan, untuk membunyikan suling atau trompet dianjungan.

c. Prinsip kerja kompresor udara

Menurut Balashanmugam & Balasubramanian (2016) kompresor udara mengumpulkan dan menyimpan udara di tangki bertekanan, dan menggunakan piston dan katup mencapai tingkat tekanan yang sesuai di dalam tangki penyimpanan udara yang terpasang pada unit bermotor. Prinsip kerja kompresor udara adalah pada saat *piston* kompresi bergerak ke bawah, volume ruang silinder di atas 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 disaring agar kotoran yang terkandung dalam udara tidak ikut masuk, kemudian udara yang telah disaring 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 didinginkan. Pendinginan ini bertujuan untuk menyerap panas yang terkandung dalam udara dengan media pendingin air tawar untuk menurunkan rendemen volumetrik. Udara yang telah didinginkan 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. Di dalam ruang silinder *high pressure* lebih sempit dibandingkan 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 ditampung.

d. Dasar-dasar perawatan kompresor udara

Untuk mencegah beban torsi yang besar yang dapat mengakibatkan kerusakan pada saat menjalankan, kompresor harus dalam keadaan kondisi tanpa beban dan baru kemudian diberi beban secara perlahan-lahan hingga normal. Demikian juga katup-katup cerat haruslah dalam keadaan terbuka terlebih dahulu untuk menghilangkan sisa kotoran dan juga membuang sisa proses kondensasi yang tertinggal akibat adanya pendinginan. Demikian alasan yang sama pada saat menghentikan kompresor harus pada kondisi tanpa beban dengan membuka katup-katup ceratnya. Bagi minyak pelumas yang terpenting adalah soal kapasitas dan kuantitas keausan serta kesalahan pemakaian yang akan menyebabkan keausan yang parah dan kemacetan pada katup-katupnya.

Dudukan katup memerlukan perataan permukaan kembali (*refacing*) akibat terjadinya pukulan yang selalu terjadi dengan katupnya. Tidak baiknya katup akan dilihat pada tekanan masing-masing tingkat yang akan ditunjukkan pada *manometer*. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah sistem pendingin terlalu banyak pendinginan atau keadaan terlalu dingin yang akan mengakibatkan kondensasi pada dinding silinder yang dapat mempengaruhi

minyak pelumas. Sebaliknya, apabila pendinginan kurang akan menyebabkan terjadinya 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 ke dalam botol angin adalah tidak boleh lebih dari 93° C.

Dengan digunakannya air laut sebagai bahan pendingin, maka korosi mendapatkan perhatian serius. *Zink* anoda atau batang *zink* ditempatkan di dalam *cooler* serta di bagian yang berhubungan langsung dengan air laut untuk mencegah terjadinya korosi langsung air laut terhadap bahan. Kebersihan *cooler* pada waktu diadakan pemeriksaan harus dipertahankan dengan menggunakan *chemical* atau pembersih secara mekanik.

e. Pendinginan kompresor udara

Selama pemampatan berlangsung, banyak energi diubah menjadi panas sehingga mengakibatkan kenaikan suhu udara serta menurunkan rendemen volumetrik dari siklus kerja. Untuk memperkecil kenaikan suhu, panas harus dipindahkan dari udara. Pemindahan ini sebenarnya sudah ada, yaitu 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 udara berukuran kecil mempergunakan udara sebagai bahan pendingin silinder berbentuk sayap-sayap dan demikian pula pipa *intercooler* menggunakan 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 di kapal kebanyakan dipakai air laut, demikian pula untuk bahan pendingin *intercooler*.

f. Pelumasan kompresor udara.

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

1).Ketahanan terhadap oksidasi.

Dengan adanya oksigen maka pada temperatur tinggi akan menghasilkan *sludge*, viskositas yang meningkat, endapan karbon, bahkan bahaya kebakaran. Oleh karenanya pelumas harus memiliki sifat fisik untuk tahan terhadap oksidasi.

2).Stabilitas terhadap temperatur tinggi.

Pada saat kompresor dioperasikan temperatur akan naik dan pelumasan harus dapat menurunkan (*cooling system*) temperatur tanpa terjadi kerusakan pada pelumasnya itu sendiri (stabil).

Pelumas yang gagal mengantisipasi temperatur juga akan membentuk endapan karbon dan akan menyebabkan terjadinya kebakaran. Temperatur tinggi pada umumnya banyak dihasilkan oleh kompresor jenis *reciprocating*.

3). Viskositas stabil.

Penentuan viskositas adalah hal yang terpenting dalam pengoperasian kompresor. Viskositas harus cukup untuk memberikan lapisan tipis pelumas di antara 2 permukaan metal yang saling bertemu tetapi cukup tipis (*encer*) sehingga mengurangi tenaga yang diperlukan untuk mengantisipasi *internal friction (drag)*.

g. Proses kompresi gas

Menurut Nishad Dharam Raj *et al.*, (2016) proses kompresi gas bisa berupa adiabatik atau melibatkan perpindahan panas, tergantung pada tujuannya dimana gas dikompres. Proses kompresi gas dapat dilakukan menurut tiga cara yaitu dengan proses isothermal, adiabatik dan politropik. Adapun perilaku masing-masing proses dapat diuraikan sebagai berikut :

1). 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.

2).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.

3).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.

h. Alat keamanan pada kompresor udara

1).Katup keamanan adalah katup yang berfungsi untuk mengeluarkan udara dalam ruang silinder yang mempunyai tekanan melebihi dari yang diijinkan agar tidak terjadi ledakan.

2).Gelas duga minyak pelumas adalah kaca untuk melihat tinggi rendahnya level minyak lumas dalam kompresor udara, sehingga jumlah minyak lumas pada kompresor udara dalam ruang engkol dapat diketahui jumlah minyak lumas yang terdapat pada tangki minyak lumas.

3).*Thermometer* adalah alat pengukur suhu yang berfungsi untuk mengetahui temperatur udara pada ruangan tertutup yang dimampatkan dalam kompresor udara.

4).Saringan (*filter*) adalah saringan yang berfungsi untuk menyaring udara dari kotoran-kotoran agar tidak ikut masuk kedalam ruang silinder kompresor udara.

5).*Manometer* adalah alat pengukur tekanan pada kompresor udara yang berfungsi untuk mengetahui tekanan udara dalam kompresor saat bekerja.

6).*Auto drain trap* adalah alat yang terpasang pada kompresor udara yang berfungsi secara otomatis untuk menghentikan air atau minyak saat kompresor udara berjalan dan yang ikut

terkandung dalam udara secara otomatis sehingga tidak ikut terbawa ke dalam tabung udara.

2. *Cooling System*

a. Pengertian *cooling system*

Menurut Prakash *et al.*, (2016) pendingin adalah campuran air beku dan anti beku yang mengalir melalui sistem pendinginan mesin untuk menyerap kelebihan panas dan keluaran melalui radiator.

b. fungsi *cooling system*

Menurut Gill *et al.*, (2015) tujuan lain dari pendinginan adalah untuk meningkatkan efisiensi kompresi. Air pendingin merupakan salah satu jenis air yang diperlukan dalam proses *industry*. Kualitas air pendingin akan mempengaruhi integritas komponen atau struktur reaktor, karena pada dasarnya air sebagai pendingin akan berhubungan langsung dengan komponen atau struktur reaktor. Air yang digunakan sebagai pendingin harus memenuhi persyaratan yang sesuai dengan komponen atau struktur yang dirumuskan dalam spesifikasi kualitas air pendingin.

Jacket water cooling system digunakan untuk mendinginkan bagian *cylinder liner*, *cylinder cover* dan juga *exhaust valve* dari *main engine* maupun *auxiliary engine*. Pompa *jacket water cooler* membawa air dari *outlet jacket water cooler* dan mengirimkannya ke *main engine*. Pada daerah *inlet* dari *jacket*

water cooler terdapat katup pengatur *temperature* dengan sensor pada *engine cooling water outlet* yang menjaga *temperature* air pendingin tetap pada posisi 80⁰ C. Hati-hati dalam memperlakukan, merawat dan juga memonitornya sehingga dapat mencegah terjadinya korosi.

3. Metode *USG*

Menurut Husnayain *et al.*, (2014) *USG* adalah salah satu alat untuk menyusun urutan prioritas isu yang harus diselesaikan. Cara yang digunakan adalah dengan menentukan tingkat urgensi, keseriusan, dan perkembangan isu dengan menentukan 1 - 5 atau 1 - 10. Isu yang dimiliki total skor tertinggi merupakan isu prioritas mengenai masalah yang dibahas.

Berikut penjelasan mengenai *USG*:

a. *Urgency*

Seberapa mendesak isu tersebut harus dibahas dikaitkan dengan waktu yang tersedia serta seberapa keras tekanan waktu tersebut untuk memecahkan masalah yang menyebabkan isu tersebut.

b. *Seriousness*

Seberapa serius isu tersebut harus dibahas dikaitkan dengan akibat yang ditimbulkan dengan penundaan pemecahan masalah yang menimbulkan isu tersebut atau akibat yang menimbulkan masalah lain apabila masalah penyebab isu tidak dapat dipecahkan. Perlu dimengerti bahwa dalam keadaan yang sama, suatu masalah yang

dapat menimbulkan masalah yang lain adalah lebih serius dibandingkan dengan suatu masalah yang berdiri sendiri.

c. *Growth*

Seberapa kemungkinan isu tersebut menjadi berkembang dikaitkan dengan kemungkinan masalah penyebab isu akan semakin memburuk apabila tidak diatasi akan menimbulkan masalah yang baru dalam jangka panjang.

Metode *USG* merupakan salah satu cara menentukan urutan prioritas masalah dengan cara *scoring*. Proses untuk metode *USG* dilaksanakan dengan memperhatikan urgensi dari masalah, keseriusan masalah yang dihadapi, serta kemungkinan berkembangnya masalah semakin besar. Metode *Urgency, Seriousness, Growth (USG)* memiliki kelebihan ataupun kekurangan sebagai berikut.

a. Kelebihan metode *USG*

- 1) Merupakan pandangan orang banyak dengan kemampuan sama sehingga dapat dipertanggung jawabkan.
- 2) Diyakini bahwa hasil prioritas masalah dapat memberikan objektivitas.
- 3) Bisa diidentifikasi lebih lanjut apakah masalah tersebut dapat diselesaikan secara *managerable* atau tidak.

b. Kekurangan metode *USG*

- 1) Cara ini lebih banyak berdasarkan asumsi dengan keterbatasan tertentu yang melemahkan eksistensi permasalahan.

- 2) Jika asumsi yang disampaikan lebih banyak dengan keterbatasan maka hasilnya bersifat subjektif.

B. 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 :

1. *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.

2. *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.

3. *Bejana udara*

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

4. *Cooler*

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

5. *Intercooler*

Adalah alat mekanik yang digunakan untuk mendinginkan sebuah fluida, termasuk cairan maupun gas antara tahapan pada proses pemanasan multi-tahap, biasanya berupa alat penukar panas yang membuang limbah panas dalam kompresor gas.

6. *Jacket cooling*

Adalah alat untuk mendinginkan bagian *cylinder liner*, *cylinder cover*, dan *exhaust valve*.

7. Motor penggerak

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

8. *Man hole*

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

9. *Air connecting pipe*

Adalah pipa udara bertekanan dari kompresor sampai tabung udara.

10. *Starting valve*

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

11. *Auto start*

Adalah beroperasi kembali kompresor udara secara otomatis.

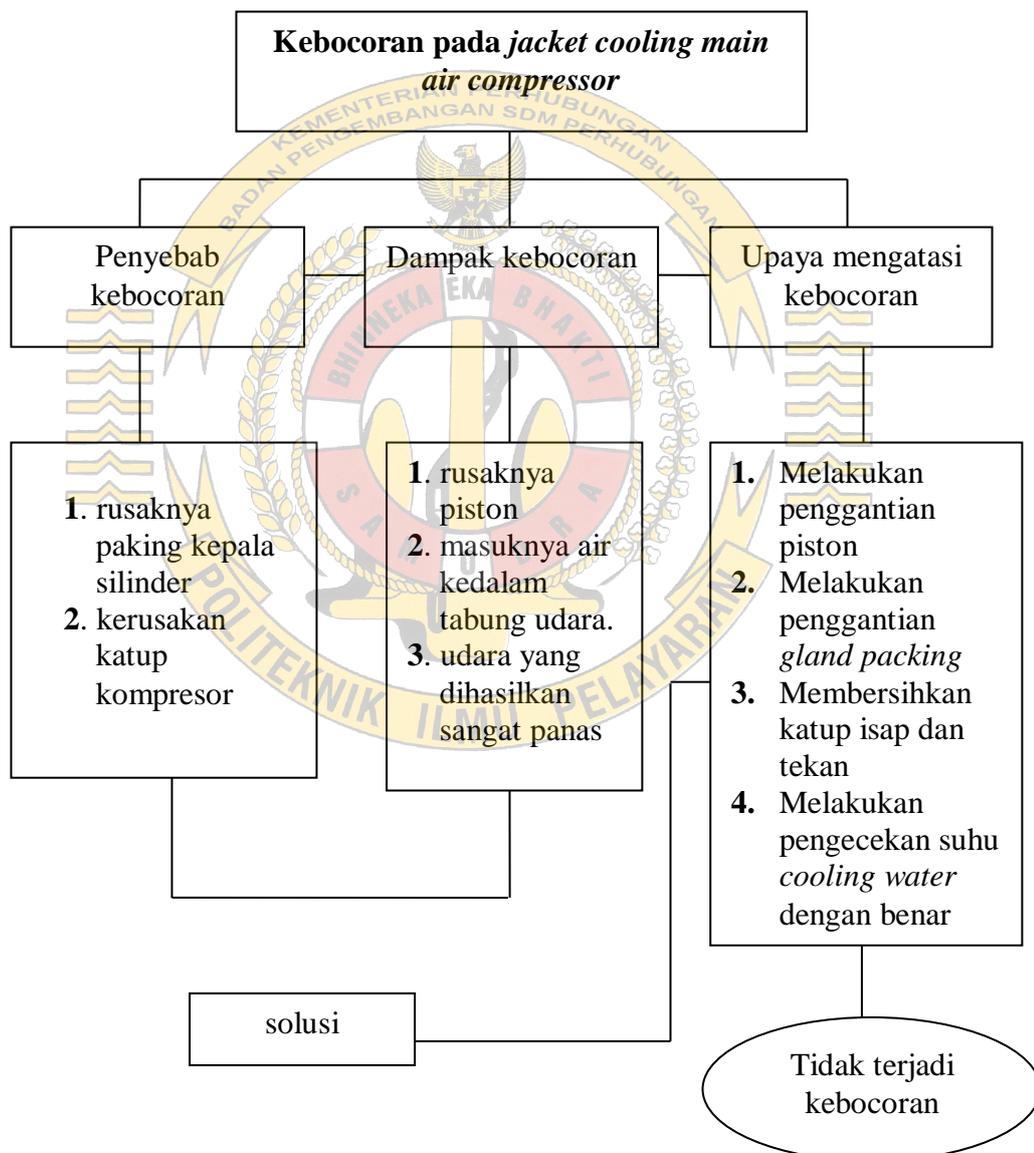
12. *Auto stop*

Adalah berhentinya operasi kompresor udara secara otomatis.

13. *Drain*

Adalah membuang air pada tabung udara.

C. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2.1
Bagan Kerangka Pikir Penelitian

Berdasarkan kerangka pikir di atas, dapat dijelaskan bermula dari topik yang akan dibahas yaitu kebocoran pada *jacket cooling Main Air Compressor* yang mempunyai beberapa faktor penyebab yaitu, rusaknya paking kepala silinder dan kerusakan katup kompresor.

Dari dampak tersebut di atas mengakibatkan masuknya air kedalam *cylinder liner* serta menunda olah gerak kapal karena *Main Air Compressor* mati secara tiba-tiba. Sehingga timbul upaya atau usaha yang dilakukan untuk menanggulangi masalah yang ada, yaitu dengan melakukan penggantian piston dan *ring* piston, melakukan perawatan pada *lubricating oil*, dan membersihkan katup isap dan tekan agar *Main Air Compressor* dapat beroperasi kembali.

