

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Metode Hazop

Pada metode *hazop* dalam tahap mengidentifikasi bahaya dilakukan untuk menjawab pertanyaan, "apa yang bisa terjadi, bagaimana hal ini bisa terjadi". Hasilnya adalah kita akan menemukan daftar resiko bahaya dari sub sistem dengan kemungkinan yang akan terjadi pada pesawat tersebut nantinya.

Langkah selanjutnya adalah tahap dimana kita harus menganalisa dan mempertimbangkan resiko bahaya dari pada pesawat sistem pompa, dan menetapkan tingkatan resiko berdasarkan kriteria yang telah disebutkan pada daftar identifikasi bahaya sebelumnya. Kemungkinan dan konsekuensi harus ditemukan dan dikalikan bersama-sama dan diterapkan untuk skala resiko yang digunakan untuk menetapkan prioritas utama dari daftar identifikasi bahaya yang telah dibuat. Resiko adalah sesuatu yang dapat kita ukur dengan perkiraan dan menciptakan skala berdasarkan frekuensi dan konsekuensi. Kita dapat mengukur konsekuensi dalam beberapa bagian dalam skala kuantitatif sebagai berikut:

- a. *Insignificant*/tidak berarti, yaitu skala yang berarti frekuensi dalam bagian ini tidak berpengaruh apapun atau tidak menimbulkan resiko bahaya yang berarti.

- b. *Minor*/kecil, yaitu skala yang berarti frekuensi tersebut berpengaruh kecil dalam menimbulkan suatu resiko bahaya.
- c. *Moderate*/menengah, yaitu skala yang berarti frekuensi tersebut risikonya menengah dalam menimbulkan resiko bahaya.
- d. *Major*/besar, yaitu skala yang berarti frekuensi tersebut beresiko besar dalam menimbulkan suatu resiko bahaya.
- e. *Catastrophic*/fatal, yaitu skala yang berarti frekuensi tersebut beresiko sangat fatal dalam menimbulkan suatu resiko bahaya.

Demikian pula dengan konsekuensi dari frekuensi yang ditimbulkan dapat kita tentukan dalam skala kualitatif (deskriptif tetapi tidak mendefinisikan angka). Dalam skala ini menjelaskan tentang sering terjadinya atau jarang terjadinya suatu kegagalan fungsional pada komponen permesinan tersebut. Skala konsekuensinya adalah sebagai berikut:

- a. *Almost certain*/sering terjadi

Yaitu skala yang menjelaskan tingkat konsekuensi dari komponen permesinan tersebut sering terjadi sehingga memperbesar resiko bahaya.

- b. *Likely*/mungkin terjadi

Yaitu skala yang menjelaskan tingkat konsekuensi dari komponen permesinan tersebut yang mungkin dapat terjadi.

- c. *Moderate*/jarang terjadi

Yaitu skala yang menjelaskan tingkat konsekuensi dari komponen permesinan tersebut yang jarang terjadi.

d. *Unlikely*/tidak sering terjadi

Yaitu skala yang menjelaskan tingkat konsekuensi dari komponen permesinan tersebut yang tidak sering terjadi.

e. *Rare*/langka terjadi

Yaitu skala yang menjelaskan tingkat konsekuensi dari komponen permesinan tersebut yang langka terjadi.

Dari skala frekuensi dan konsekuensi di atas, maka *hazop* dapat dideskripsikan bahwa metode *hazop* adalah kualitatif yang dikuantitatifkan. Setelah menentukan kemungkinan-kemungkinan dan menentukan konsekuensi-konsekuensi dari resiko bahaya di atas, maka akan timbul perkiraan tingkat resiko dari setiap *point-point* dari semua kemungkinan yang ada tergantung dari seberapa sering hal itu terjadi dan seberapa buruk hal tersebut ketika itu terjadi. Bila hal itu diterima maka kita lakukan pengamatan dan peninjauan pada bahaya tersebut. Dan bila tidak diterima, kita terlebih dahulu menyampaikan kepada pihak-pihak terkait dan melakukan komunikasi bersama setelah itu baru kita lakukan pengamatan dan peninjauan kembali pada resiko tersebut agar bahaya yang telah kita ketahui bisa kita hindari.

Dari penjelasan di atas kemungkinan resiko dapat kita ketahui melalui frekuensi dan konsekuensi dari permesinan itu sendiri. Salah satu cara untuk mewakili skala itu adalah dengan cara membuat skala matrik. Sebagai berikut adalah contoh table matriknya.

<i>Frequency</i>	<i>Consequences</i>				
	<i>Insignificant</i>	<i>Minor</i>	<i>Moderate</i>	<i>Major</i>	<i>Catastrophic</i>
<i>Almost Certain</i>				Unacceptable Region	
<i>Likely</i>					
<i>Moderate</i>			Transitional Region		
<i>Unlikely</i>	Tolerable Region				
<i>Rare</i>					

Gambar.2.5. Tabel Skala Metrik.

Di dalam tabel skala metrik terdapat 3 bagian yang bisa kita gunakan sebagai tolak ukur untuk memahami besar kecilnya suatu resiko pada setiap komponen-komponen. Bagian-bagian tersebut adalah:

1) *Tolerable Region*

Pada bagian ini adalah daerah yang masih bisa ditoleransi tingkat resikonya.

2) *Transitional Region*

Pada bagian ini adalah daerah dimana keputusan sulit harus dibuat lebih lanjut untuk mengurangi resiko yang akan dihadapi, dan apabila dibiarkan akan menyebabkan semakin tingginya resiko yang dihadapi.

3) *Unacceptable Region*

Pada bagian ini adalah daerah dimana resiko yang ada terlalu besar yang dapat menimbulkan bahaya yang sangat fatal. Sehingga memerlukan perawatan serius terhadap komponen yang bersangkutan agar terhindar dari kemungkinan resiko yang fatal.

Di dalam penelitian saya yang berjudul “Analisa pengaruh kerusakan *ball bearing* terhadap kerja *cargo oil pump* dengan metode *hazop* di MT.Pegaden”. Penilaian resiko dengan metode *hazop* dalam pengaruh kerusakan *ball bearing* terhadap kerja *carg oil pump*. Penelitian saya ini menggunakan metode *hazop*, oleh karena itu penulis akan menjelaskan terlebih dahulu tentang pengertian atau definisi-definisi yang terdapat pada metode *hazop*.

Konsep dasar dari metode *hazop* adalah probabilitas dari suatu *item* untuk dapat melaksanakan fungsi yang telah ditetapkan, pada kondisi pengoperasian dan lingkungan tertentu untuk periode waktu yang telah ditentukan. *Item* yang dipakai dalam definisi *hazop* dapat mewakili semua komponen, sub sistem atau sistem yang dapat dianggap satu kesatuan. Definisi di atas dapat dijadikan empat komponen pokok meliputi:

- 1) Probabilitas
- 2) Kinerja (*Performance*) yang memadai
- 3) Kondisi pengoperasian
- 4) Waktu

Hazop adalah cara untuk mengidentifikasi masalah resiko dan pengoperasian. Konsepnya meliputi investigasi dari desain tujuan. Dalam proses mengidentifikasi masalah selama pembelajaran *hazop*, pemecahan terekam sebagai bagian dari hasil *hazop* dan bagaimanapun juga, harus ada kepedulian untuk menghindari percobaan demi menemukan kenyataan, karena tujuan utama dari *hazop* adalah untuk mengidentifikasi masalah. Walaupun pelaksanaan *hazop* berpengalaman tetapi latihan yang didasarkan

pada pembelajaran ketika desain baru atau teknologi tercakup di dalamnya adalah sangat penting. Ini digunakan dalam tahap dari kelangsungan perusahaan. *Hazop* didasarkan pada prinsip dimana beberapa ahli dengan perbedaan identifikasi dalam banyak masalah harus bekerja sama tetapi mereka bekerja terpisah dan hasilnya dikombinasikan untuk mendapatkan keputusan.

The “Guide Word” *hazop* adalah parameter yang paling memahami masalah *hazop*, dengan kombinasi dari beberapa spesifikasi yang telah dikembangkan. Kekhususan ini akan didiskusikan sebagai modifikasi dari *guide word*, tidak untuk ditempatkan sebagai hal yang tidak berguna dari pada pendekatan *guide word*. Tentu saja dalam banyak situasi yang bervariasi lebih efektif dari pada pendekatan *guide word*.

a. Definisi dan Tujuan *Hazop*

The Hazard and Operability Study, dikenal sebagai *hazop* adalah standar teknik analisis bahaya yang digunakan dalam persiapan penetapan keamanan dalam sistem baru atau modifikasi untuk suatu keberadaan potensi bahaya atau masalah operabilitasnya. Studi *hazop* adalah pengujian yang diteliti oleh group spesialis, dalam bagian sebuah sistem mengenai apakah yang akan terjadi jika komponen tersebut dioperasikan melebihi dari normal model desain komponen yang telah ada.

Tujuan penggunaan *hazop* adalah untuk meninjau suatu proses atau operasi pada suatu sistem secara sistematis, untuk menentukan apakah proses penyimpangan dapat mendorong ke arah kejadian atau kecelakaan yang tidak diinginkan.

b. Konsep *Hazop*

Istilah-istilah *terminology (keywords)* yang dipakai untuk mempermudah pelaksanaan *hazop* antara lain:

- 1) *Deviation* (penyimpangan) adalah kata kunci kombinasi yang sedang diterapkan. (merupakan gabungan dari *guide word* dan *parameters*).
- 2) *Cause* (penyebab) adalah penyebab yang kemungkinan besar akan mengakibatkan terjadinya penyimpangan.
- 3) *Consequence* (akibat/konsekuensi), dalam hal ini menentukan *consequence* tidak boleh melakukan batasan karena hal tersebut bisa merugikan pelaksanaan penelitian.
- 4) *Safeguards* (usaha perlindungan), adanya perlengkapan pencegahan yang mencegah penyebab atau usaha perlindungan terhadap konsekuensi kerugian akan didokumentasikan pada kolom ini. *Safeguards* juga memberikan informasi pada operator tentang penyimpangan yang terjadi dan juga untuk memperkecil akibat.
- 5) *Action* (tindakan yang dilakukan), apabila suatu penyebab dipercaya akan mengakibatkan konsekuensi *negative*, harus diputuskan tindakan-tindakan apa yang harus dilakukan. Tindakan dibagi menjadi dua kelompok, yaitu tindakan yang mengurangi atau menghilangkan penyebab dan tindakan yang menghilangkan akibat (konsekuensi). Sedangkan apa yang terlebih dahulu diputuskan, hal ini tidak selalu memungkinkan, terutama ketika berhadapan dengan kerusakan peralatan. Namun, pertama-tama selalu diusahakan untuk menyingkirkan penyebabnya, dan hanya dibagian mana yang perlu untuk mengurangi konsekuensi.

6) *Node* (titik studi), merupakan pemisahan suatu unit proses menjadi beberapa bagian agar studi dapat dilakukan lebih terorganisir. Titik studi bertujuan untuk membantu dalam menguraikan dan mempelajari suatu bagian proses.

7) *Severity*, merupakan tingkat keparahan yang diperkirakan dapat terjadi.

8) *Likelihood* adalah kemungkinan terjadinya konsekuensi dengan sistem pengamanan yang ada.

9) *Risk* atau resiko merupakan kombinasi kemungkinan *likelihood* dan *severity*. (O, Connor, Jurnal Penelitian Enjiniring 1991;172).

c. Pengertian *Hazard* dan *Risk Management*

Di dalam mengontrol sistem. Jika kita ingin mengontrol sistem pertama, kita harus memastikan bagaimana cara untuk mengetahui bahaya apa saja yang nantinya yang akan kita hadapi. Kita harus bisa mengontrol kemungkinan kerugian dan resiko atau kesalahan kerja yang menyebabkan bahaya, jadi kita harus bisa mengidentifikasi resiko dan bahaya tersebut.

1) *Hazard*

Hazard atau bahaya merupakan karakteristik fisik atau kimia yang melekat yang memiliki potensi untuk menyebabkan kerugian kepada orang, barang, atau lingkungan. Dalam proses kimia yang dimaksud adalah kombinasi dari bahan berbahaya, lingkungan operasi dan peristiwa yang tidak direncanakan yang dapat menimbulkan kecelakaan.

2) *Risk*

Risk atau resiko biasanya sebagai kombinasi dari tingkat keparahan dan probabilitas dari suatu peristiwa. Dengan kata lain, seberapa sering hal ini bisa terjadi dan seberapa buruk itu ketika itu tidak terjadi. Resiko dapat dievaluasi secara kualitatif maupun kuantitatif.

$$\text{Risk} = \text{Frequency} \times \text{Consequence of Hazard}$$

3) *Risk reduction*

Risk reduction atau pengurangan resiko dapat dicapai dengan mengurangi baik frekuensi peristiwa berbahaya atau konsekuensi atau dengan mengurangi keduanya. Pada umumnya, pendekatan yang paling diinginkan adalah untuk pertama mengurangi frekuensi karena semua peristiwa cenderung memiliki implikasi biaya, bahkan tanpa konsekuensi yang mengerikan. Jika kita tidak dapat mengambil bahaya, kita harus mengurangi resiko itu berarti mengurangi frekuensi atau mengurangi konsekuensi.

4) Prinsip manajemen keselamatan

Prinsip ini membantu untuk melihat prinsip-prinsip manajemen risiko karena mereka bisa langsung diterapkan untuk keselamatan manajemen. Memahami manajemen resiko akan menunjukkan kepada kita bagaimana penelitian bahaya dan kegiatan analisis resiko sesuai dengan tugas keseluruhan mengelola resiko dalam suatu perusahaan. Kami kemudian akan melihat prinsip-prinsip identifikasi bahaya, penilaian resiko dan resiko pengurangan, mengetahui bagaimana mereka semua

datang bersama-sama di bawah manajemen resiko. (David Macdonald, *Hazops, Trips and Alarm* 2014: 2).

Untuk memudahkan dalam penulisan dan pemaparan masalah yang nantinya akan dibahas pada Bab IV, maka dalam bab ini, penulis sampaikan landasan-landasan penulis dalam melakukan penelitian. Karena dalam sistem pendingin air tawar terdapat peralatan-peralatan yang banyak dan sangat kompleks, maka untuk memudahkannya perlu adanya ulasan yang mendetail mengenai bagian-bagian sistem pendingin air tawar dan hal-hal atau teori yang berkaitan dengan sistem pendingin air tawar.

2. Pengertian Bantalan (*bearing*)

a. Bantalan (*bearing*)

Bantalan (*Bearing*) merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang memegang peranan cukup penting, fungsi dari bantalan adalah untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Dalam sistem kinerja pompa, bantalan sangat dibutuhkan peranannya dikarenakan salah satu elemen komponen penting sebagai tumpuan perputaran poros pompa. Bantalan harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Bantalan sebagai pendukung gerak poros, sangat besar peranannya dalam operasi kerja pompa. Setiap desain pompa memiliki spesifikasi dalam bentuk dan posisi masing-masing komponen. Demikian juga halnya dengan bantalan, banyak sekali desain pompa yang meletakkan bantalan pada berbagai posisi, hal ini disesuaikan dengan fungsi utamanya yaitu mendukung gerakan relatif poros.

Menurut Sularso dan Kiyokatsu Suga (1978: 103) bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tak dapat bekerja secara semestinya. Bantalan dalam permesinan dapat disamakan peranannya dengan pondasi pada gedung.

Pada umumnya bantalan dapat diklasifikasikan menjadi 2 bagian, yaitu:

1) Berdasarkan gerakan bantalan terhadap poros

a) Bantalan luncur

Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantaraan lapisan pelumas.

b) Bantalan gelinding

Pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola, rol, dan rol bulat.

2) Berdasarkan arah beban terhadap poros

a) Bantalan radial

Bantalan radial atau disebut dengan *jurnal bearing*, dimana arah beban yang ditumpu bantalan ini adalah tegak lurus sumbu poros, bantalan ini untuk mendukung gaya radial dari batang poros saat berputar.

b) Bantalan aksial

Bantalan aksial atau disebut *trust bearing*, dimana arah beban yang ditumpu bantalan ini sejajar dengan sumbu poros. Bantalan aksial memiliki gaya yang sama dengan bantalan radial.

c) Bantalan gelinding khusus

Bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros. Meskipun bantalan gelinding menguntungkan, Banyak konsumen memilih bantalan luncur dalam hal tertentu, contohnya bila kebisingan bantalan mengganggu, pada kejutan yang kuat dalam putaran bebas.

b. Konstruksi bantalan (*Ball bearing*)

Pada bantalan ini, terjadi gesekan putaran antara bagian yang berputar dengan bagian yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol, rol jarum dan rol bulat. Bantalan ini adalah elemen yang memperbolehkan dua benda terpasang menjadi satu kemudian bergerak terhadap yang lain. Bantalan bola mengurangi gesekan dengan memanfaatkan benda gelinding (bentuk bola atau bentuk silinder). Bantalan bola menerima tekanan radial (tegak lurus sumbu poros) tetapi tidak dapat menerima tekanan aksial (sejajar sumbu poros).

Berikut ini konstruksi dari bantalan bola (*ball bearing*):

- 1) Lintasan dalam (*outer race*)
- 2) Pengikat bola (*retainer*)
- 3) Elemen gelinding atau bola (*ball*)
- 4) Alur dalam (*inner race*)

c. Bahan bantalan (*Ball bearing*)

Cincin dan elemen gelinding pada bantalan umumnya dibuat dari baja bantalan khrom tinggi. Baja bantalan dapat memberikan efek stabil pada perlakuan panas, baja ini dapat memberikan umur panjang dengan tingkat keausan yang sangat kecil.

Untuk bantalan bantalan yang memerlukan ketahanan khusus terhadap kejutan, dipakai baja paduan karbon rendah yang kemudian di beri perlakuan panas dengan sementasi. Untuk bantalan yang tahan panas dan tahan karat terdapat baja kecepatan tinggi atau deretan martensit dari baja tahan karat.

d. Prinsip Kerja Bantalan (*Ball bearing*)

Apabila ada dua buah logam yang bersinggungan antara satu dengan yang lainnya saling bergeseran, maka akan timbul gesekan, panas dan keausan. Untuk itu pada kedua benda diberi suatu lapisan yang dapat mengurangi gesekan, panas dan keausan. Serta untuk memperbaiki kinerjanya, ditambahkan pelumasan sehingga kontak langsung antara dua buah benda tersebut dapat dihindari

e. Jenis-jenis bantalan

Berdasarkan gesekan yang terjadi antara permukaan bantalan gelinding mempunyai kelebihan memiliki gesekan yang sangat kecil dibandingkan dengan bantalan luncur. Elemen gelinding seperti bola atau rol dipasang diantara cincin dalam dan cincin luar. Apabila salah satu cincin tersebut berputar, bola atau rol akan membuat gerakan gelinding sehingga gesekan diantaranya akan jauh lebih kecil. Klasifikasi bantalan gelinding sama seperti pada bantalan luncur yang terdiri atas bantalan radial, yang terutama membawa beban radial dan sedikit beban aksial, dan bantalan aksial yang membawa beban yang sejajar sumbu poros. Berdasarkan bentuk elemen gelindingnya, dapat juga dibagi atas bantalan bola dan bantalan rol. Selain itu dapat juga dibedakan menurut banyak baris dan konstruksi dalamnya. Jenis bantalan yang cincin dalam dan

cincin luarnya dapat saling dipisahkan. Tetapi dalam pembahasan ini penulis akan membahas tentang bantalan bola.

Berikut ini tipe atau jenis-jenis dari bantalan gelinding bola:

1) *Single groove ball bearings.*



Gambar 2.1 *Single groove ball bearing*

Bantalan ini mempunyai alur dalam pada kedua cincinya.

Karena memiliki alur, maka jenis ini mempunyai kapasitas dapat menahan beban secara ideal pada arah radial dan aksial. Maksud dari beban radial adalah beban yang tegak lurus terhadap sumbu poros, sedangkan beban aksial adalah beban yang searah sumbu poros.

2) *Double row self aligning bearings.*

Jenis ini mempunyai dua baris bola, masing-masing mempunyai alur tersendiri pada cincin bagian dalamnya. Pada umumnya terdapat alur bola pada cincin luarnya. Cincin bagian dalam mampu bergerak sendiri untuk menyesuaikan posisinya. Inilah kelebihan dari jenis ini, yaitu dapat mengatasi arah poros yang kurang sebaris



Gambar 2.2 *Double row self aligning bearings*

3) *Single row angular contact bearings*



Gambar 2.3 *Single row angular contact bearings*

Berdasarkan konstruksinya, jenis ini ideal untuk beban radial. *Bearing* ini biasanya dipasangkan dengan *bearing* lain, baik itu dipasang secara paralel maupun bertolak belakang, sehingga mampu juga untuk menahan beban aksial.

Disamping dapat menahan beban radial, jenis ini juga dapat menahan beban aksial dalam dua arah. Karena konstruksinya juga, jenis ini dapat menahan torsi. Jenis ini juga digunakan untuk mengganti dua buah bantalan jika ruangan yang tersedia tidak mencukupi.

4) *Double row barrel roller bearings.*

Bantalan ini mempunyai dua baris elemen *roller* yang pada umumnya mempunyai alur berbentuk bola pada cincin luarnya. Jenis ini memiliki kapasitas beban radial yang besar, sehingga ideal untuk menahan beban kejut.

Jenis ini mempunyai dua alur pada cincin yang biasanya terpisah. Efek dari pemisahan ini cincin dapat bergerak aksial dengan mengikuti cincin yang lain. Hal ini merupakan suatu keuntungan karena apabila bantalan harus mengalami perubahan bentuk yang disebabkan oleh temperature, maka cincin pada bantalan ini dapat

dengan mudah menyesuaikan posisinya. Jenis ini mempunyai kapasitas beban radial yang besar pula dan cocok untuk kecepatan tinggi



Gambar 2.4 *Double row barrel roller bearings*

5) *Tapered roller bearings.*



Gambar 2.5 *Tapered roller bearings*

Dilihat dari konstruksinya, jenis ini ideal untuk beban aksial maupun radial. Jenis ini dapat dipisah, dimana cincin dalamnya dipasang bersama dengan rollernya dan cincin luarnya terpisah.

6) *Single row cylindrical bearings.*

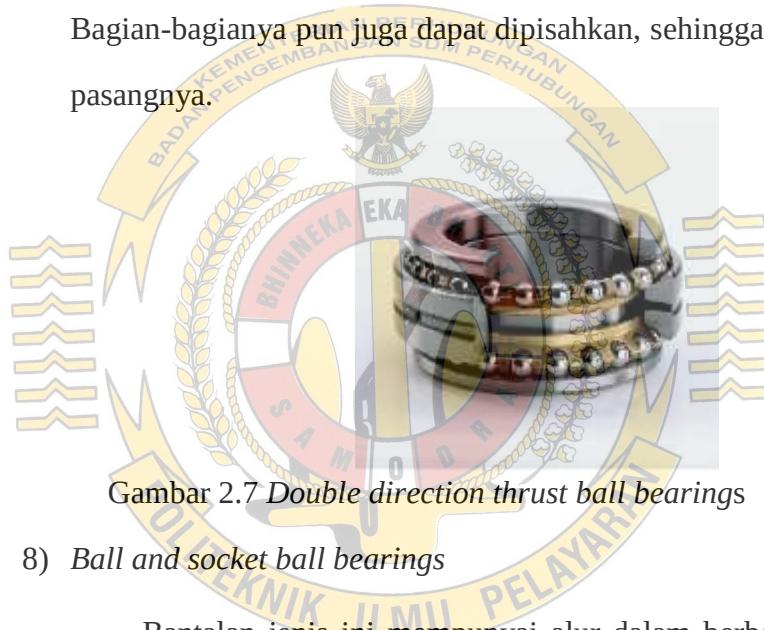


Gambar 2.6 *Single row cylindrical bearings*

Bantalan jenis ini hanya cocok menahan beban aksial dalam satu arah saja. Elemennya dapat dipisahkan sehingga mudah melakukan pemasangan. Beban aksial minimum yang dapat ditahan tergantung dari kecepatannya.

7) *Double direction thrust ball bearings.*

Jenis ini hampir sama seperti *Single row cylindrical bearings*, hanya saja bantalan jenis ini dapat diberi beban aksial dalam dua arah. Bagian-bagiannya pun juga dapat dipisahkan, sehingga mudah bongkar pasang.



Gambar 2.7 *Double direction thrust ball bearings*

8) *Ball and socket ball bearings*

Bantalan jenis ini mempunyai alur dalam berbentuk bola yang bisa membuat elemennya berdiri sendiri. Kapasitasnya sangat besar terhadap beban aksial.



Gambar 2.8 *ball and socket ball bearings*

Bantalan adalah suatu bagian atau komponen yang berfungsi untuk menahan atau mendukung suatu poros agar tetap pada kedudukannya. Tentunya secara umum bantalan mempunyai elemen yang bergerak maupun yang tidak bergerak.

f. Penyebab-penyebab kerusakan pada bantalan

1) Kesalahan bahan

Kesalahan bahan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas sebuah produk. Apabila menurunnya kualitas *ball bearing* yang tidak sesuai standarnya maka akan mengakibatkan menurunnya daya tahan dan kekuatannya. Kesalahan bahan terjadi pada proses produksi yang tidak sempurna yang disebabkan faktor miscommunication dan *human error*. Faktor konsumen yaitu kurangnya pengetahuan tentang karakteristik pada *ball bearing*.

2) Penggunaan bantalan melewati batas waktu penggunaannya (tidak sesuai dengan petunjuk buku fabrikasi pembuatan bantalan).

Suatu bantalan atau *ball bearing* memiliki jam kerja yang telah ditentukan, apa bila sudah melebihi jam kerjanya maka harus dilakukan penggantian agar tidak terjadi kerusakan berlanjut.

3) Pemilihan jenis bantalan dan pelumasannya yang tidak sesuai dengan buku petunjuk dan keadaan lapangan (*real*).

Pemilihan *bearing* yang tidak sesuai dengan buku *manual* menjadi faktor yang menyebabkan *bearing* menjadi cepat rusak karna tidak sesuai dengan beban yang ditumpu ditambah proses pelumasan yang tidak sesuai prosedur menyebabkan *bearing* menjadi cepat rusak.

- 4) Pemasangan bantalan pada poros yang tidak hati-hati dan tidak sesuai standar yang ditentukan.

Kesalahan pada saat pemasangan, diantaranya:

- i. Pemasangan yang terlalu longgar, akibatnya cincin dalam atau cincin luar yang berputar yang menimbulkan gesekan dengan *housing*/poros.
- ii. Pemasangan yang terlalu erat, akibatnya ventilasi atau celah yang kurang sehingga pada saat berputar suhu bantalan akan cepat meningkat dan terjadi konsentrasi tegangan yang lebih.
- iii. Terjadi pembenjolan pada jalur jalan atau pada *roll* sehingga bantalan saat berputar akan tersendat-sendat.

- 5) Terjadi misalignment.

Dimana kedudukan poros pompa dan penggeraknya tidak lurus, bearing akan mengalami vibrasi tinggi. Pemasangan yang tidak sejajar tersebut akan menimbulkan guncangan pada saat berputar yang dapat merusak *bearing*. Kemiringan dalam pemasangan *bearing* juga menjadi faktor kerusakan *bearing*, karena bearing tidak menumpu poros dengan tidak baik, sehingga timbul getaran yang dapat merusak komponen tersebut.

- 6) Karena terjadi ketidak seimbangan (*unbalance*)

Apabila salah satu bantalan tidak seimbang maka ketika bearing berputar akan menyebabkan goyangan yang tidak seimbang. Sehingga ketika berputar, mengakibatkan putaran mengalami perubahan gaya disalah satu titik putaran (lebih terasa ketika putaran tinggi), sehingga

berpengaruh pula pada putaran bearing pada poros. Unbalance bisa terjadi pula pada poros, dan pengaruhnya pun sama, yaitu bisa membuat vibrasi yang tinggi dan merusak komponen

7) Bantalan kurang minyak pelumasan.

Kurangnya pelumasan pada *ball bearing* terjadi karena bocor atau minyak pelumas terkontaminasi benda asing dari bocoran *seal gland* yang mempengaruhi daya pelumasan pada minyak tersebut.

3. Pengertian *cargo oil pump*

a. Pengertian *cargo pump*

Cargo pump merupakan sistem pompa utama pemindahan sebagian besar muatan dan tangki kapal ke darat. Pompa yang dipakai, *centrifugal pump* dan *screw displacement pump*.

b. Jenis *Cargo Oil Pump*

Ada empat tipe pompa yang dipakai pada kapal tanker modern saat ini, dan digolongkan menjadi 2 macam :

1) Jenis *Displacement Pump*

a) *Reciprocating Pump*

Reciprocating pump adalah suatu jenis dari *Positive Displacement Pump* dengan menggunakan aksi *displacement*.

Pompa Reciprocating, jika perpindahan dilakukan oleh maju mundurnya jarum piston. Pompa *reciprocating* biasa digunakan untuk pemompaan cairan kental dan sumur minyak. Pompa *reciprocating* merupakan pompa bolak-balik yang dirancang untuk menghasilkan kapasitas yang cukup besar.

Umumnya menggunakan *head* yang rendah dan digunakan pada perbedaan ketinggian yang tidak terlalu besar antara *suction* dan *discharge*. *Reciprocation pump* digunakan untuk proses yang memerlukan *head* yang tinggi, kapasitas *fluida* yang rendah, liquid yang kental (*viscous liquid*) dan *slurries* (lumpur) dan liquid yang mudah menguap (*high volatile liquid*).

b) *Rotary Displacement Pump*

Rotary pump adalah suatu jenis dari *displacement pump* dengan melakukan aksi rotasi. *Fluida* ditrap di dalam suatu *expanding chamber* (ruangan) di dekat *inlet*, lalu digerakkan ke *outlet* dan ditekan ke luar ke *discharge line*. *Rotary pump* terdiri dari suatu rumah tempat suatu bagian yang berputar. Ruangan ini disebut *kas*, sedangkan yang berputar disebut *impeller* yang terdiri satu atau dua bagian. Bila terdiri dari 1 bagian maka *impeller* itu berputar pada sumbu eksentrik, misalnya pada pompa keping geser dan pompa goyang (eksentrik). Pada *impeller* tadi terdapat sela yang berfungsi untuk memindahkan cairan dari saluran pemasuk ke saluran pengeluaran.

Berbeda dengan pompa bolak balik, *rotary pump* tidak menggunakan katup. Karena itu sela antara *impeller* dan *kasnya* dibuat sesempit mungkin. Untuk mengurangi kebocoran *rotary pump* ini, ada berbagai macam. Oleh karena itu telah dapat menyisihkan pompa bolak balik. *Rotary pump* baik sekali untuk memompa cairan – cairan yang agak kental, misalnya minyak, melase, tinta, cat, *varnish*, *alcohol*, larutan glukosa dll.

2) Jenis *Non Displacement Pump*

a) *Cetrifugal Pump*

Pompa Sentrifugal atau *centrifugal pumps* adalah pompa yang mempunyai elemen utama yakni berupa motor penggerak dengan sudu *impeller* yang berbutar dengan kecepatan tinggi. Prinsip kerjanya yakni mengubah energi mekanis alat penggerak menjadi energi kinetis fluida (kecepatan) kemudian fluida di arahkan ke saluran buang dengan memakai tekanan (energi kinetis sebagian fluida diubah menjadi energi tekanan) dengan menggunakan *impeller* yang berputar di dalam casing. Casing tersebut dihubungkan dengan saluran hisap (*suction*) dan saluran tekan (*discharge*), untuk menjaga agar di dalam casing selalu terisi dengan cairan sehingga saluran hisap harus dilengkapi dengan katup kaki (*foot valve*).

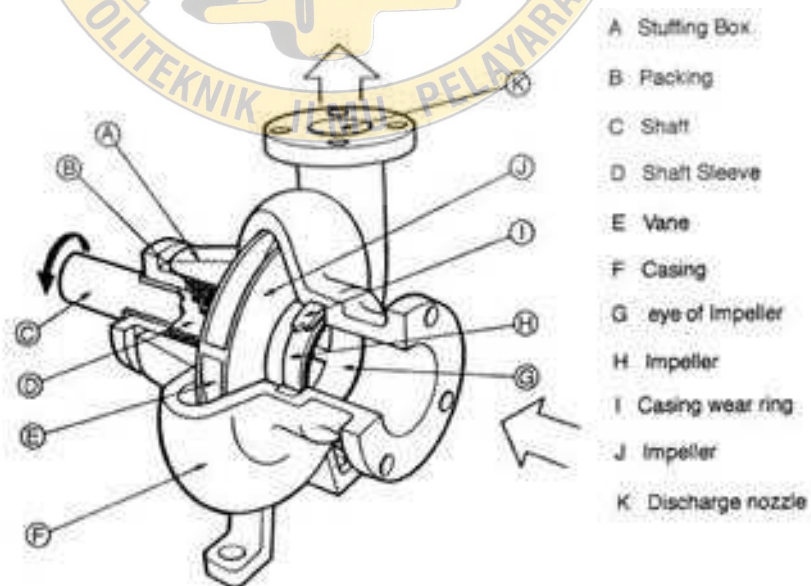
b) *Turbine Pump*

Liquid masuk pada bagian pinggir dari *impeller*, diterima oleh *vane*. *Casing* mempunyai alur sekitar *impeller*. Bila *liquid* mengalir pada pompa, maka ia akan terlempar berulang-ulang pada *groove* (lekukan) untuk kemudian masuk pada *vane* yang berikutnya. Hal ini berjalan terus menerus sampai pada *discharge*. Dengan adanya pelemparan yang berulang-ulang ini, maka pada *turbine pump* akan dihasilkan suatu *impeller* (dorongan) yang berulang-ulang. *Turbine*

pump digunakan untuk keperluan yang tidak terus menerus dan *flushing* (penyemprotan), misalnya pada pemadam kebakaran.

c. Cara kerja *Cargo Oil Pump*

Cara kerja pompa ini ialah dengan mengubah energi kinetik (kecepatan) cairan menjadi energi potensial (tekanan) melalui suatu *impeller* yang berputar di dalam casing. *Impeller* tersebut berupa piringan berongga yang memiliki sudu-sudu melengkung dan diputar oleh motor penggerak. Putaran dari *impeller* akan memberikan gaya sentrifugal terhadap cairan dan diarahkan kesisi *discharge*. Sebelum cairan tersebut keluar melalui *discharge*, sebelumnya akan ditahan oleh casing sehingga menimbulkan tekanan alir. Untuk menjaga agar didalam casing selalu terisi cairan, maka pada saluran isap harus dilengkapi dengan katup kaki (*foot valve*). Kosongnya cairan di dalam *impeller* dapat menyebabkan masuknya udara dan menimbulkan kavitasi.



Gambar 2.9 *Cargo Oil Pump*

Sumber: (<https://www.ksb.com/centrifugal-pump-lexicon/cargo-oil-pump/191958>)

a) *Stuffing Box*

Stuffing Box berfungsi untuk mencegah kebocoran pada daerah dimana poros pompa menembus casing.

b) *Packing*

Digunakan untuk mencegah dan mengurangi bocoran cairan dari casing pompa melalui poros. Biasanya terbuat dari asbes atau teflon.

c) *Shaft (poros)*

Poros berfungsi untuk meneruskan momen puntir dari penggerak selama beroperasi dan tempat kedudukan *impeller* dan bagian-bagian berputar lainnya.

d) *Shaft sleeve*

Shaft sleeve berfungsi untuk melindungi poros dari erosi, korosi dan keausan pada *stuffing box*. Pada pompa *multi stage* dapat sebagai *leakage joint*, *internal bearing* dan *interstage* atau *distance sleeve*.

e) *Vane*

Sudu dari *impeller* sebagai tempat berlalunya cairan pada *impeller*.

f) *Casing*

Merupakan bagian paling luar dari pompa yang berfungsi sebagai pelindung elemen yang berputar, tempat kedudukan *diffusor* (*guide vane*), *inlet* dan *outlet nozzle* serta tempat memberikan arah

aliran dari *impeller* dan mengkonversikan energi kecepatan cairan menjadi energi dinamis (*single stage*).

g) *Eye of Impeller*

Bagian sisi masuk pada arah isap *impeller*.

h) *Impeller*

Impeller berfungsi untuk mengubah energi mekanis dari pompa menjadi energi kecepatan pada cairan yang dipompakan secara kontinyu, sehingga cairan pada sisi isap secara terus menerus akan masuk mengisi kekosongan akibat perpindahan dari cairan yang masuk sebelumnya.

i) *Wearing Ring*

Wearing ring berfungsi untuk memperkecil kebocoran cairan yang melewati bagian depan *impeller* maupun bagian belakang *impeller*, dengan cara memperkecil celah antara casing dengan *impeller*.

j) *Bearing*

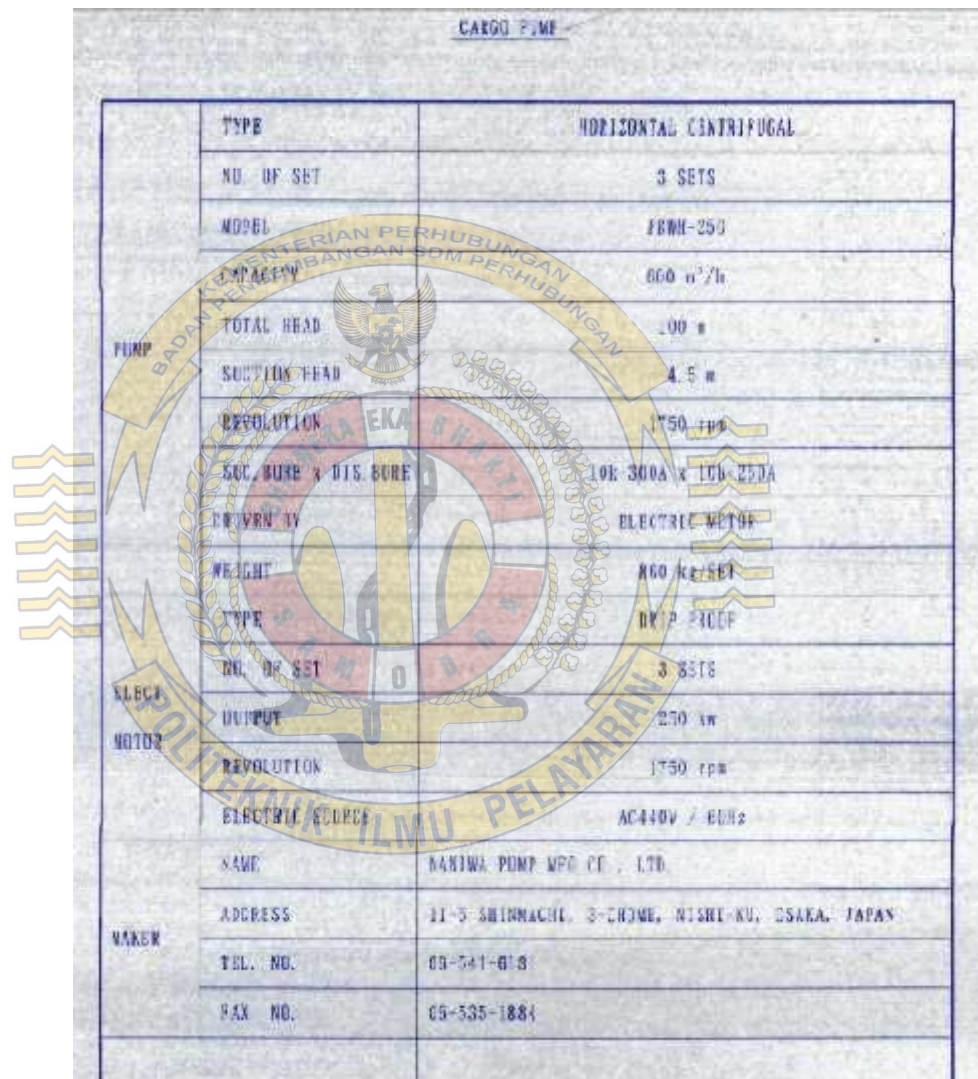
Bearing (bantalan) berfungsi untuk menumpu dan menahan beban dari poros agar dapat berputar, baik berupa beban radial maupun beban axial. *Bearing* juga memungkinkan poros untuk dapat berputar dengan lancar dan tetap pada tempatnya, sehingga kerugian gesek menjadi kecil.

k) *Casing*

Merupakan bagian paling luar dari pompa yang berfungsi sebagai pelindung elemen yang berputar, tempat kedudukan *diffusor*

(*guide vane*), inlet dan outlet nozzle serta tempat memberikan arah aliran dari *impeller* dan mengkonversikan energi kecepatan cairan menjadi energi dinamis (*single stage*).

d. Kinerja *cargo oil pump*



CARGO PUMP	
TYPE	HORIZONTAL CENTRIFUGAL
NO. OF SET	3 SETS
MODEL	FENH-250
CAPACITY	660 m ³ /h
TOTAL HEAD	1.00 m
SUCKING HEAD	4.5 m
REVOLUTION	1750 rpm
SUCKING & DISCHARGE	10K 3008 & 10K 250A
DRIVEN BY	ELECTRIC MOTOR
WEIGHT	860 kg/SET
TYPE	IMPELLER
NO. OF SET	3 SETS
INPUT	270 kw
REVOLUTION	1750 rpm
ELECTRIC SOURCE	AC440V / 60Hz
NAME	NANIWA PUMP MFG CO., LTD.
ADDRESS	11-5 SHINNACHI, 3-CHOME, NISHI-KU, OSAKA, JAPAN
TEL. NO.	06-541-618
FAX NO.	06-535-1884

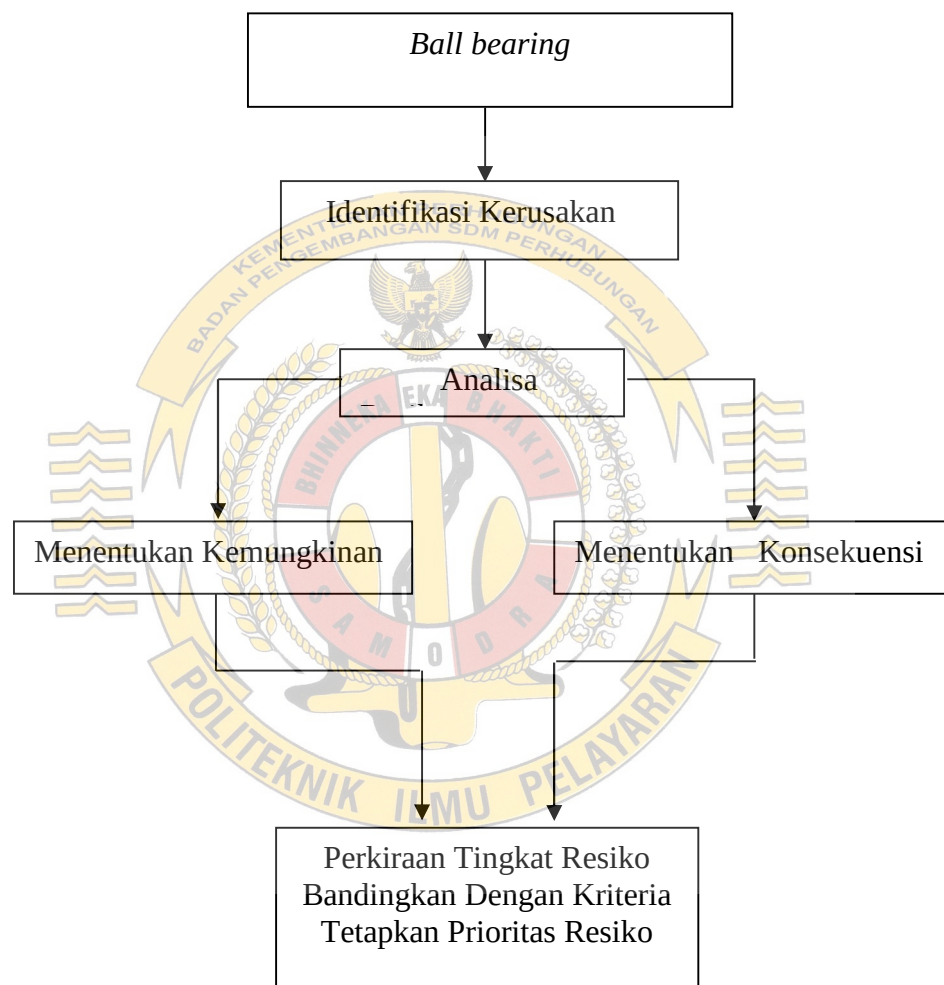
Gambar 2.10 Spekulasi *Cargo Oil Pump*

Sumber : *Manual book*

Berdasarkan dari sumber *manual book* yang ada di kapal MT. Pegaden di dapat data data tentang spekulasi *cargo oil pump*. *Cargo oil pump* di kapal tempat praktek melakukan penelitian terdapat tiga

cargo oil pump dan masing-masing memiliki kapasitas sebesar $600\text{m}^3/\text{h}$, memiliki putaran sebesar 1750 rpm yang di gerakan oleh *electric motor*.

B. Kerangka Pikir Penelitian



Bagan.2.4. Kerangka Pikir Penelitian.

Kerangka pemikiran dalam bagan di atas menerangkan bahwa dalam suatu karya ilmiah harus dilengkapi dengan kerangka pikiran yang menggambarkan masalah yang menjadikan sebab dan kenapa sering terjadi hal-hal tersebut, di dalam kerangka pikiran juga menerangkan proses berpikir penulis untuk mencari cara penyelesaiannya dan hasil yang sudah didapat diharapkan benar-benar dapat

meningkatkan hasil dari kerja tersebut, dari kerangka berpikir di atas dapat dijabarkan sedikit gambaran bahwa penulis ingin membahas permasalahan yang dihadapi dan upaya penyelesaiannya dalam penelitian ini ke dalam kerangka berpikir.

