

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Analisis

a. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia

Analisis adalah penyelidikan terhadap suatu peristiwa (karangan, perbuatan, dan sebagainya) untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya (sebab-musabab, duduk perkaranya, dan sebagainya).

b. Menurut Kamus Oxford

“The process of breaking a concept down into more simple parts, so that its logical structure is displayed [Standford Encyclopedia of phisology, plato..standford.edu]”

Jadi, Definisi analisis adalah menguraikan konsep, ide, pernyataan, permasalahan, atau teori menjadi bagian-bagian kecil(detail) agar struktur logis konsep tersebut dapat terlihat dengan jelas.

2. Pengertian 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

perannya dikarenakan salah satu elemen komponen penting sebagai tumpuan perputaran poros pompa. Bantalan (*bearing*) harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Bantalan (*bearing*) sebagai pendukung gerak poros, sangat besar perannya dalam operasi kerja pompa. Setiap desain pompa memiliki spesifikasi dalam bentuk dan posisi masing-masing komponen. Demikian juga halnya dengan bantalan (*bearing*), 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.

Pada umumnya bantalan (*bearing*) dapat diklasifikasikan menjadi 2 bagian, yaitu :

a. Berdasarkan gerakan bantalan terhadap poros

1) Bantalan luncur

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

2) Bantalan gelinding

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

b. Berdasarkan arah beban terhadap poros

1) Bantalan radial

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

2) Bantalan aksial

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

3) Bantalan gelinding khusus

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

Pada bantalan (*bearing*) 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 (*bearing*) ini adalah elemen yang memperbolehkan dua benda terpasang menjadi satu kemudian bergerak terhadap yang lain. Bantalan bola (*ball bearing*) mengurangi gesekan dengan memanfaatkan benda gelinding (bentuk bola atau bentuk silinder). Bantalan

bola (*ball bearing*) menerima tekanan radial (tegak lurus sumbu poros) tetapi tidak dapat menerima tekanan aksial (sejajar sumbu poros). Berikut ini konstruksi dari bantalan bola (*ball bearing*):

- a. Lintasan dalam (*outer race*)
- b. Pengikat bola (*retainer*)
- c. Elemen gelinding atau bola (*ball*)
- d. Alur dalam (*inner race*)

Cincin dan elemen gelinding pada bantalan umumnya dibuat dari baja dengan bahan 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.

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.

Berdasarkan gesekan yang terjadi antara permukaan bantalan gelinding mempunyai kelebihan yaitu 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. Dalam pembahasan ini penulis akan membahas tentang bantalan bola. Berikut ini tipe atau jenis-jenis dari bantalan gelinding bola:

a. *Single groove ball bearings.*

Bantalan ini mempunyai alur dalam pada kedua cincinnya. 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.

b. *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 bagian luar. Cincin bagian dalam mampu bergerak sendiri untuk menyesuaikan posisinya. Inilah kelebihan dari jenis ini, yaitu dapat mengatasi arah poros yang kurang sebaris.

c. *Single row angular contact bearings.*

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

d. *Double row angular contact bearings.*

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.

e. *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.

f. *Single row cylindrical bearings.*

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 temperatur, maka cincin pada bantalan ini dapat dengan mudah menyesuaikan posisinya. Jenis ini mempunyai kapasitas beban radial yang besar pula dan cocok untuk kecepatan tinggi.

g. *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.

h. *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.

i. *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.

j. *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. (Untuk gambar dapat di lihat pada lampiran)

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.

Penyebab-penyebab kerusakan pada bantalan.

a. Kesalahan bahan.

Bahan bantalan harus memiliki konduktivitas panas yang tinggi sehingga memungkinkan perpindahan panas yang cepat yang dihasilkan

saat terjadi gesekan. Menurut Niemen, Budiman, dan Priambodo (1999:248) menyatakan, "bahan untuk bantalan gelinding dan cincin jalur rol biasanya digunakan baja bantalan roll yang dikeraskan".

b. Faktor produsen

Retaknya bantalan setelah produksi baik retak halus maupun berat, kesalahan toleransi, kesalahan celah bantalan. Kesalahan ini termasuk dalam kategori *technical error*.

c. Faktor konsumen

Kurangnya pengetahuan tentang karakteristik pada bantalan, kurang atau tidak memperhatikan kondisi bantalan yang sudah digunakan.

Kesalahan ini termasuk dalam kategori *human error*. *Human error* merupakan kesalahan yang disebabkan oleh manusia. Diatas kapal dalam pengoperasian pompa dilakukan oleh seorang masinis.

d. Penggunaan bantalan melewati batas waktu penggunaannya.

Para konsumen sering melalalkan penggunaan bantalan dan tidak melihat pada buku petunjuk fabrikasi pembuatan bantalan. Dalam hal ini, meskipun bantalan masih bekerja dengan baik tanpa ada gangguan, sering terjadi oleh para konsumen untuk tidak menggantinya.

e. Pemilihan jenis bantalan dan pelumasannya yang tidak sesuai.

Dalam hal tidak sesuai ini terpaut dengan buku petunjuk dan keadaan lapangan. Penggunaan bantalan pada suatu mesin haruslah memperhatikan sistem pelumasan yang akan digunakan, sehingga kontruksi, kondisi kerja, dan letak bantalan menjadi pertimbangan dalam pemilihan. Bantalan yang dilumasi secara betul tidak akan aus, karena

pelumas mencegah terjadinya kontak langsung antara komponen bantalan yang satu dengan yang lain yang terbuat dari logam.

- f. Pemasangan bantalan pada poros yang tidak hati-hati dan tidak sesuai standart yang ditentukan.

Kesalahan pada saat pemasangan diantaranya:

- 1) Pemasangan yang terlalu longgar

Pemasangan yang terlalu longgar berakibat cincin dalam atau cincin luar yang berputar menimbulkan gesekan yang berlebihan dengan *housing*/poros. Sehingga menyebabkan putaran yang tidak stabil pada *bearing*.

- 2) Pemasangan yang terlalu erat

Pemasangan yang terlalu erat berakibat ventilasi atau celah yang kurang sehingga pada saat berputar, suhu bantalan akan cepat meningkat dan terjadi tegangan. Dampak yang ditimbulkan bila *ball bearing* pada pompa *ballast* mengalami kerusakan.

Dampak dari pengaruh kerusakan *ball bearing* terhadap kinerja pompa *ballast* adalah kerusakan, kerusakan dari *ball bearing* tersendiri dan kerusakan terhadap pompa *ballast* tersebut. Kerusakan tersebut terbagi atas dua jenis, yaitu kerusakan operasional dan kerusakan pada komponen. Dalam hal ini, penulis akan memaparkannya mulai dari kerusakan operasional kemudian dilanjutkan dengan kerusakan pada komponen. Penulis akan membagi dan menjelaskan jenis kerusakan tersebut. Contoh dari kerusakan operasional terhadap kinerja *ball bearing* tersendiri adalah sebagai berikut:

a. Gesekan (*Friction*)

Dalam hal ini gesekan yang dijelaskan adalah gesekan tersendiri yang ada di dalam kinerja *ball bearing* adalah *friction*. Gaya yang menahan gerakan *sliding* atau *rolling* satu benda terhadap benda lainnya disebut dengan friksi. Salah satu faktor yang penting dalam mekanisme operasi sebagian besar peralatan atau mesin adalah friksi.

Penyebab utama friksi antara dua logam adalah gaya tarik (*adhesion*) daerah kontak (*contact region*) dari permukaan yang secara tidak beraturan. Jika diperbesar permukaannya menyerupai bukit dan lembah. Friksi timbul akibat adanya geseran (*shearing*) pada permukaan yang saling bersentuhan dan juga akibat ketidakaturan permukaan tersebut, karena gaya friksi arahnya selalu berlawanan dengan arah gerak bola

Karena friksi timbul antara permukaan yang bergerak, maka ini disebut friksi kinetik (*kinetic friction*). Ini untuk membedakan dengan friksi statik (*static friction*), yang bekerja pada permukaan yang diam. Harga friksi statik selalu lebih besar dari friksi kinetik. Friksi rolling (*rolling friction*) terjadi jika suatu roda, silinder ataupun bola menggelinding bebas di atas permukaan, seperti halnya pada *ball* atau *roller bearing*.

b. Keausan (*wear*)

Keausan (*wear*) adalah hilangnya materi dari permukaan benda padat sebagai akibat dari gerakan mekanik. Keausan umumnya sebagai kehilangan materi yang timbul akibat interaksi mekanik dua permukaan

yang bergerak *slidding* atau *rolling* yang dibebani. Ini merupakan fenomena normal yang terjadi jika dua permukaan saling bergesekan, maka akan ada keausan atau perpindahan materi. Contohnya uang logam menjadi tumpul setelah lama dipakai akibat bergesekan dengan kain dan jari manusia. Pensil menjadi tumpul akibat bersesek dengan kertas, jalan menjadi legok atau tumpul akibat digelindingi oleh roda kendaraan terus menerus.

Dikenal ada jenis keausan, 3 jenis keausan yaitu sebagai berikut:

- 1) *Adhesive wear* adalah jenis yang paling umum, timbul apabila terdapat gaya adhesi kuat diantara dua materi padat. Apabila dua permukaan ditekan bersamaan, maka akan terjadi kontak pada bagian yang menonjol. Apabila digeser maka akan terjadi penyambungan dan jika geseran dilanjutkan akan patah. Dan jika patahan tidak terjadi pada saat penyambungan maka yang timbul adalah keausan. Keausan adhesi tidak diinginkan karena dua alasan:
 - a) Kehilangan materi pada akhirnya membawa pada menurunnya sistem kerja suatu mekanisme.
 - b) Pembentukan partikel keausan pada pasangan permukaan *slidding* yang sangat rapat dapat menyebabkan mekanisme terhambat atau bahkan macet, padahal umur dari peralatan masih baru.

Keausan adhesi beberapa kali lebih besar pada kondisi tanpa pelumasan dibandingkan kondisi permukaan yang dilumasi dengan baik.

2) Keausan abrasi (*abrasive wear*) terjadi apabila permukaan yang keras bergesekan dengan permukaan yang lebih lunak, meninggalkan goresan torehan pada permukaan lunak. Abrasi juga bisa disebabkan oleh patahan partikel keras yang bergeser diantara dua permukaan lunak. Fragmen abrasif yang ada dalam fluida mengalir cepat juga dapat menyebabkan tertorehnya permukaan, jika membentur permukaan pada kecepatan tinggi. Karena keausan abrasi terjadi oleh adanya partikel lebih keras dari permukaan masuk sistem, maka pencegahannya adalah dengan mengeliminasi jenis pelumas terhadap benda yang keras.

3) Keausan korosi (*corrosive wear*) terjadi ketika cairan atau gas kimia menyerang bagian permukaan yang tidak terlindungi oleh proses *sliding*. Secara normal, ketika permukaan korosi dihasilkan, korosi seperti patina terpelihara tinggal di permukaan, sehingga dengan perlahan-lahan selanjutnya terbentuk korosi. Tetapi, jika dilanjutkan *sliding* pada tempatnya, aksi *sliding* menghilangkan bagian permukaan yang bisa melindungi dengan cara lain melawan korosi selanjutnya, yang mana membawa tempat dengan laju lebih cepat. Permukaan yang telah terkena keausan korosi secara umum memiliki sebuah permukaan yang telah mengalami keausan korosif umumnya memiliki penampilan relatif mulus.

Sedangkan kerusakan terhadap komponen elemen *ball bearing* ada berbagai macam. Berikut ini penulis akan menjelaskan tentang kerusakan terhadap komponen *ball bearing* tersebut dengan seksama mulai dari cacat lintasan luar maupun dalam dan cacat pada elemen gelinding.

Pada saat pembongkaran terdapat beberapa kerusakan seperti:

a. Cacat pada lintasan luar.

Cacat permukaan ini meningkatkan gesekan/benturan pada elemen bola saat berputar, sehingga menyebabkan getaran yang berlebihan. Getaran yang berlebihan karena putaran poros yang tidak normal. Cacat lintasan yang paling sering muncul adalah adanya rongga-rongga pada lintasan (gambar dapat dilihat pada lampiran 4)

b. Cacat lintasan dalam.

Apabila bantalan mengalami cacat pada lintasan dalamnya, maka akan terjadi gesekan (benturan) antar permukaan lintasan dalam dengan bola ataupun pemisah (*cage*) saat berputar. Hal ini akan meningkatkan gaya eksitasi pada elemen tersebut, sehingga getaran akan bertambah besar. Cacat lintasan luar ini kemungkinan disebabkan oleh korosi (gambar dapat dilihat pada lampiran 5)

c. Cacat pada elemen gelinding (bola)

Ketika salah satu bola mengalami kerusakan seperti lecet atau tidak rata, maka pengaruh cacat akan berlipat. Sehingga akan menambah gesekan pada semua elemen gelinding (bola). Elemen bola tersebut bila dibiarkan terus bekerja mestinya akan mengalami kerusakan yang berlebih. Cacat pada bola seperti cekungan, rongga pada permukaan bola akan menyebabkan elemen gelinding tersebut pecah (gambar dapat dilihat pada lampiran 5)

Setelah pembahasan diatas mengenai dampak kerusakan pada kerja *ball bearing*, tentunya akan ada dampak dari kerusakan tersebut pada pompa.

Berikut ini hasil dari penelitian penulis tentang dampak dari kerusakan *ball bearing* pada pompa:

a. Ampere motor yang tidak normal.

Motor merupakan penggerak utama pada pompa *ballast*, putaran poros motor menimbulkan ampere yang dapat dilihat pada ampere meter, ampere merupakan suatu arus listrik yang mengalir dari kutub positif ke kutub negative, sehingga diantara dua penghantar lurus dengan panjang tak hingga. Putaran poros motor mempengaruhi aliran arus listrik yang mengalir dari kutub ke kutub, sehingga saat terjadinya gangguan pada *ball bearing* akan berakibat pada putaran poros motor, karena lintasan dalam *ball bearing* terhubung langsung dengan poros motor.

b. Tidak stabilnya tekan isap maupun keluaran pada pompa.

Beroperasinya pompa akan mengakibatkan berpindahannya cairan dari suatu tempat ke tempat lain, berpindahannya cairan tersebut disebabkan oleh putaran *impeller*. Salah satu ketidak normalnya operasi *impeller* dipengaruhi oleh *ball bearing*, karena *impeller* di dalam peran pompa mempunyai fungsi untuk menghisap maupun membuang cairan. Maka dari itu gangguan pada *ball bearing* berpengaruh pada putaran *impeller*.

c. Suara bising.

Suara bising yang terdengar dari pompa itulah salah satu indikasi bahwa pompa mengalami gangguan yang disebabkan oleh kerusakan dari *ball bearing*. *Ball bearing* berperan sebagai menumpu poros yang berputar. Jika *ball bearing* mengalami kerusakan, maka pompa akan bekerja dengan putaran yang tidak normal dan menimbulkan suara bising yang berlebih.

d. Getaran

Dengan mengetahui getaran, akan memungkinkan untuk dapat mengidentifikasi bahwa ada kerusakan pada mesin yang menyebabkan hasil kinerja mesin kurang optimal. Gaya yang menyebabkan getaran dihasilkan dari gerak berputar elemen mesin. Gaya tersebut dalam besaran dan arahnya sebagaimana elemen putar berubah posisinya terhadap titik netral. Akibatnya getaran yang dihasilkan akan mempunyai frekuensi yang bergantung pada kecepatan putar elemen yang telah mengalami kerusakan.

e. Terjadinya *Miss alignment*

Miss alignment yang terjadi pada pompa menghasilkan gaya dalam aksial dan radial, yang menyebabkan getaran. Gaya dan getaran yang dihasilkan akan bertambah seiring dengan terjadinya durasi *Miss alignment*.

f. Terjadinya Kavitasi

Kavitasi adalah gejala menguapnya zat cair yang sedang mengalir karena tekanannya berkurang sampai dibawah tekanan normal.

Sedangkan kerusakan pada komponen-komponen pompa adalah sebagai berikut:

a. Kerusakan Poros

Poros digunakan untuk penghubung antara *impeler* dengan motor penggerak. Dalam arti ini poros berfungsi untuk meneruskan momen

puntir dari penggerak *electromotor* ke *impeller*. Kerusakan poros antara lain sebagai berikut:

1) Kebengkokan pada poros.

Kerusakan seperti kebengkokan pada poros disebabkan putaran yang sangat cepat yang tidak ditumpu oleh pemasangan bantalan secara benar, sehingga menimbulkan momen puntir yang berlebihan karena terjadinya kerusakan yang disebabkan oleh *ball bearing*. Untuk mengetahui kebengkokan pada poros dengan cara menggunakan alat dial indikator.

2) Korosi pada poros.

Poros mengalami korosi dikarenakan kurang adanya pelumas pada *ball bearing*, sehingga menyebabkan material asing bisa dengan mudah masuk pada celah antara *bearing* dengan poros.

3). Keausan pada permukaan poros.

a) Keausan permukaan akibat gesekan.

Pada permukaan poros terjadi keausan yang disebabkan oleh gesekan, gesekan yang berlebihan disebabkan oleh kebengkokan pada poros, sehingga menimbulkan getaran yang tidak normal pada putaran untuk kinerja pompa.

b) Terjadi keovalan pada diameter dalam *bushing*.

Bhusing merupakan tempat dudukan poros pada *impeller* yang terbuat dari bahan kuningan, dimana mempunyai kekurangan lebih mudah terjadinya keovalan pada diameter dalam *bushing*. Terjadinya keovalan karena keolengan pada *impeller* saat beroperasi.

c) Kerusakan pada *mechanical seal*.

Kerusakan pada *mechanical seal* menyebabkan air laut yang dipompa akan merembas keluar pada aliran poros.

3. Pengertian Pompa

Menurut Sularso dan Haruo Tahara (1983: 4) bahwa pompa adalah untuk mengangkat zat cair dari tempat yang lebih rendah ketempat yang lebih tinggi.

Pompa merupakan pesawat yang dipergunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat lain. Pompa di kapal khususnya dipergunakan untuk memindahkan air dan minyak. Meskipun bentuk dan *type*-nya bermacam-macam akan tetapi pada dasarnya cara kerja pompa di kapal adalah tekanan awal sebelum masuk ke pompa dibuat lebih kecil dari pada tekanan setelah keluar dari pompa dan selanjutnya diperbesar.

Dalam hal pertama ini, cairan akan mengalir dalam pompa dan pada keadaan yang kedua, cairannya didesak keluar. Perubahan-perubahan tekanan ini dapat berjalan secara berganti-ganti seperti pada pompa tarik, pompa *plunyer/centrifugal*, atau dapat secara teratur terjadi dari satu tekanan ketekanan lainnya, seperti pada *ejector* dan juga pada pompa-pompa *sentrifugal*.

Dalam kehidupan sehari-hari, pada umumnya masyarakat menyebut semua alat yang digunakan untuk memompa zat cair dinamakan pompa. pendapat umum tersebut tidak dapat disalahkan, memang dalam

kenyataannya zat cair itu dipompa atau ditekan, dengan adanya tekanan atau perubahan tekanan, maka zat cair akan mengalir dari tekanan tinggi ke tekanan rendah.

Yang dimaksud dengan pompa adalah semua alat yang digunakan untuk memompa zat cair. Pompa ini adalah suatu alat yang dapat memindahkan zat cair dari tempat yang satu ke tempat yang lain yang disebabkan karena perubahan tekanan. Pompa ini tidak dapat bekerja sendiri untuk memindahkan atau mengangkut zat cair. Melainkan harus ada pesawat tenaga atau pesawat pembangkit tenaga.

Pompa *ballast* mempunyai *impeller* (baling-baling) untuk mengangkat zat cair dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi. Daya dari motor listrik diberikan kepada poros pompa untuk memutar *impeller* di dalam zat cair. Maka zat cair yang ada di dalam *impeller* akan ikut berputar dan terdorong oleh sudu-sudu. Karena terdapat tekanan, maka zat cair mengalir keluar melalui saluran *impeller* diantara sudu-sudu, disinilah tekanan zat cair menjadi lebih tinggi. Jadi *impeller* pompa berfungsi memberikan kerja kepada zat cair sehingga energi yang dikandungnya menjadi bertambah besar.

Yang dimaksud cara kerja pompa *ballast* ialah cara masuknya zat cair ke dalam pompa dan cara untuk menggerakkan, menjalankan pompa pertama kali (*start*) agar pompa itu dapat bekerja menurut fungsinya.

Seperti telah diketahui, maka pada umumnya sebuah pompa ballast tidak dapat menghisap sendiri. Lain halnya dengan pompa-pompa torak yang merupakan pompa yang dapat menghisap sendiri secara positif, maka perlu adanya suatu cara agar kinerja pompa yang dihasilkan menjadi lebih efektif. Sebuah pompa *vaccum* di pasang pada pompa-pompa ballast sebagai daya hisap dari pompa. Pompa ini disebut pompa *vaccum* cincin air.

Tujuan dari pompa ini adalah agar kerja pompa menjadi lebih cepat apabila dipergunakan untuk pompa-pompa kecil. Di dalam pompa ini terdapat sebuah kipas dan diberi sudu-sudu radial. Pada bagian luar didalam pompa terdapat rumah pompa yang selalu tetap terisi air. Ketika kipas berputar maka air yang berada di dalam sudu dilontarkan keluar yaitu ke dinding dan terjadilah suatu gelang air dengan tebal yang sesuai dengan jarak antara lubang A dan B.

Pada pompa ballast tekanannya tidak pernah dapat naik lebih tinggi dari pada tekanan kerja. Pompa ballast tidak boleh berputar terlalu lama dengan penutup tekan tetap tertutup, karena hal ini dapat mengakibatkan naiknya temperatur zat cair serta akan merusak alat-alat yang lain. Pompa ballast terdiri dari beberapa bagian, yaitu:

a. *Impeller*

Adalah cakram bulat dari logam dengan lintasan untuk aliran fluida yang sudah terpasang. *Impeler* biasanya terbuat dari kuningan, perunggu, oli karbonat, besi tuang atau *stainless steel*, namun bahan-bahan lain juga digunakan.

b. Saringan

Adalah suatu alat untuk menyaring air pendingin baik itu air tawar ataupun air laut, dimana kotoran dan partikel kecil akan tertinggal sedangkan zat cair yang bersih akan mengalir.

c. Motor listrik atau elektro motor

Adalah tenaga penggerak pompa yang digerakkan oleh tenaga listrik.

d. *Casing*

Adalah untuk menutup *impeler* pada penghisapan dan pengiriman pada ujung dan sehingga berbentuk tangki tekanan, memberikan media pendukung dan bantalan poros untuk *impeler*.

e. *Suction nozzle*

Digunakan untuk sisi hisap zat cair masuk ke rumah pompa.

f. *Discharge*

Digunakan untuk sisi tekan zat cair keluar rumah pompa.

g. *Shaft*

Digunakan untuk penghubung antara *impeler* dengan motor penggerak.

h. *Bearings*

Digunakan untuk tumpuan atau bantalan poros yang berputar.

i. *Seal*

Digunakan untuk penyumbat celah pada poros pompa.

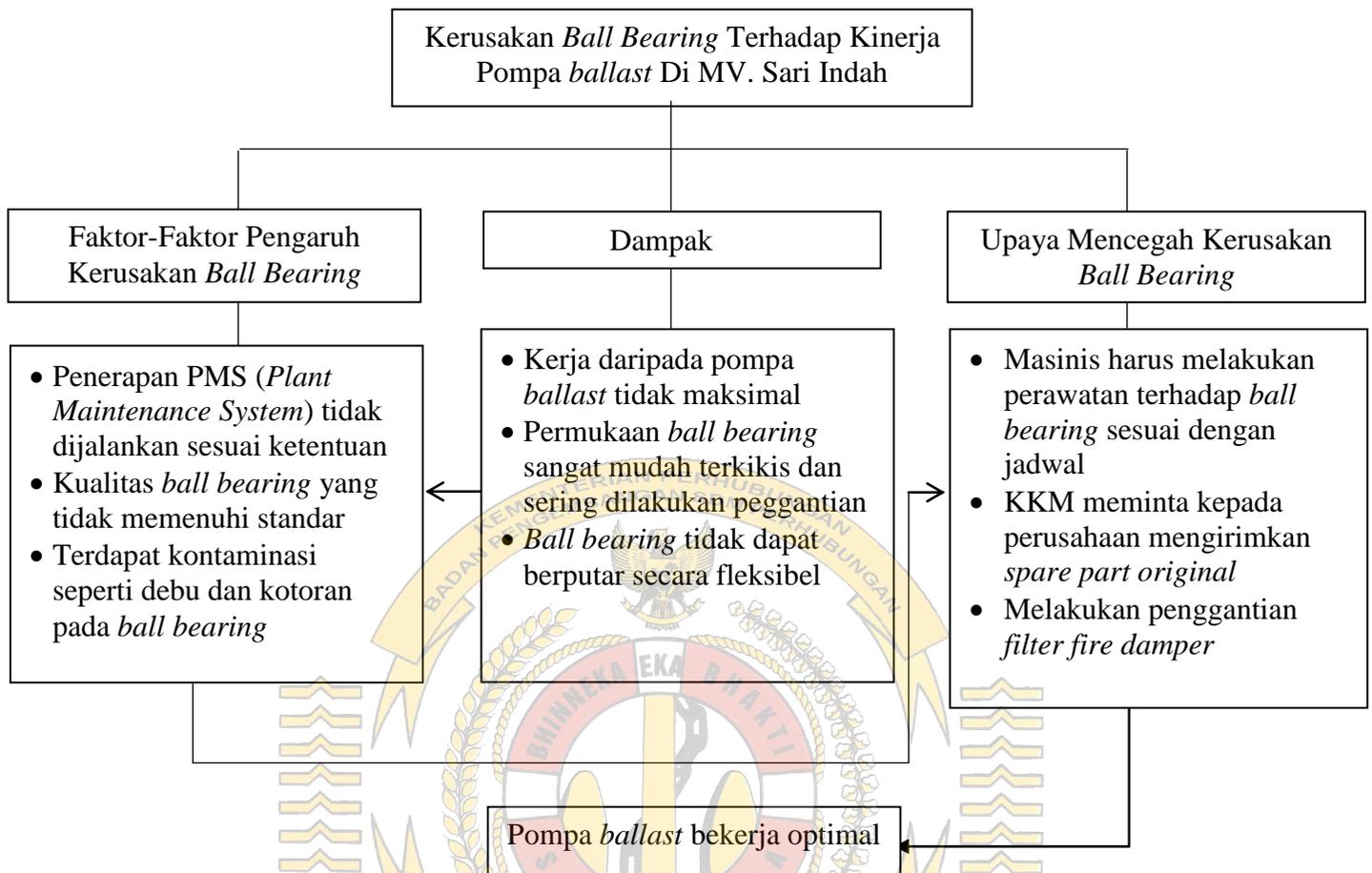
j. *Nut and bolt*

Digunakan untuk mengikat bagian-bagian pompa agar rapat dan tidak ada celah.

B. Kerangka pikir penelitian

Segala sesuatu yang digunakan pasti akan mengalami kerusakan, hal ini juga berlaku pada semua jenis permesinan jika digunakan secara terus menerus akan mengalami gangguan. Ada beberapa sebab, misalnya perawatan yang kurang memenuhi syarat atau karena kesalahan pengoperasian dalam jangka waktu tertentu sehingga menimbulkan kerusakan pada pesawat tersebut. Jadi untuk mempercepat menentukan kerusakan terhadap ball bearing pada pesawat pompa *ballast*, maka sudah disusun langkah-langkah untuk mencari kerusakan tersebut, disertai gambar dan cara-cara menanggulangnya dengan didasari pengetahuan yang cukup tentang cara kerja *ball bearing* pada pesawat pompa *ballast* tersebut. Maka akan memudahkan operator dalam menentukan kesalahan yang terjadi. Dalam hal ini penulis akan memaparkan beberapa kerangka pikir secara bagan alur pengaruh perhatian dan perawatan ball bearing terhadap kinerja pompa *ballast*, dalam menjawab atau menyelesaikan pokok permasalahan yang telah dibuat. Meskipun jangka waktu perawatan dapat bervariasi tergantung pada perhatian terhadap *ball bearing*. Adapun jangka waktu perawatan periodik selanjutnya dapat ditetapkan berdasarkan hasil perawatan yang pertama.

Manfaat dari perhatian dan perawatan bertujuan agar *ball bearing* bekerja dengan baik dalam sistem pompa *ballast* dan tidak mengalami gangguan. Selain itu umur pemakaian *bearing* dan pompa akan bertahan lama berkat perawatan yang terencana dan berkesinambungan. Adapun diagram alur dapat dilihat pada gambar diagram di bawah ini:



Gambar 2.1. Alur kerangka pikir

C. Definisi Operasional

Definisi operasional adalah definisi praktis/operasional tentang variable atau istilah lain dalam penelitian yang dipandang penting. Definisi ini dimaksudkan untuk menyamakan persepsi terhadap serta memudahkan pengumpulan dan penganalisaan data. Berikut adalah definisi operasional yang ada dalam skripsi ini:

1. *Technical error*

Technical error adalah faktor kesalahan pembuatan *ball bearing* yang mengakibatkan retaknya bantalan setelah produksi baik retak halus maupun berat, kesalahan toleransi, kesalahan celah bantalan.

2. *Human error*

Human error adalah kesalahan yang disebabkan oleh manusia dalam pengoperasian pompa dilakukan oleh seorang masinis serta kurangnya pengetahuan tentang karakteristik pada bantalan, kurang atau tidak memperhatikan kondisi bantalan yang sudah digunakan.

3. *Miss alignment*

Miss alignment adalah ketidaklurusan antara kedua poros pada pompa *ballast* yang mengakibatkan getaran aksial dan radial.

4. *Wear*

Wear adalah hilangnya materi dari permukaan benda padat sebagai akibat dari gerakan mekanik.

5. *Friction*

Friction adalah gesekan antara dua benda yang saling bergerak yang saling tarik menarik dan dapat menimbulkan keausan pada benda yang bergesekan tersebut.