

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan pustaka

Motor listrik adalah perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk menggerakkan pompa, *fan* atau blower, kompresor, *purifier*, mengangkat bahan dan lain – lain.

LO pump adalah pompa berjenis *screw* yang menunjang kerja mesin induk. Mesin induk berjenis motor *diesel* memerlukan pelumasan untuk menjaga kerja motor diesel. Maka dari itu dibutuhkan *LO pump* untuk mensirkulasikan minyak lumas didalam *sump tank main engine* yang digunakan untuk melumasi bagian mesin yang bergesekan, sekaligus menyerap panas yang ditimbulkan akibat gesekan tersebut. *LO pump* digerakkan menggunakan motor listrik.

Motor listrik dibagi menjadi dua yaitu motor listrik DC (*Direct Current*) dan motor AC (*Alternating Current*). Motor listrik DC adalah sumber arus berasal arus DC yang terdiri atas 2 bagian utama yaitu *stator* dan *rotor*. Pada *stator* terdapat lilitan (*winding*) atau magnet permanen, sedangkan *rotor* adalah bagian yang dialiri dengan sumber arus DC. Arus yang melalui medan magnet inilah yang menyebabkan *rotor* dapat berputar. Motor arus AC adalah sumber arus berasal arus AC, tegangan sumber AC dapat berupa satu fasa maupun tiga fasa. Jenis motor listrik berdasarkan rotornya adalah motor sikron dan motor induksi. Motor induksi adalah salah satu jenis dari motor -

motor listrik yang bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik. Motor induksi memiliki sebuah sumber energi listrik yaitu disisi *stator*, sedangkan sistem kelistrikan disisi *rotornya* diinduksikan melalui celah udara dari *stator* dengan media elektromagnetik, motor induksi ini banyak digunakan diatas kapal. Motor induksi dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu:

- a. Motor induksi satu fasa : hanya memiliki satu lilitan
- b. Motor induksi tiga fasa : memiliki 3 lilitan. Motor induksi 3 fasa ini dapat menghasilkan tenaga yang lebih besar daripada motor induksi satu fasa.

1. Motor induksi 3 *phase*

Motor AC 3 phase bekerja dengan memanfaatkan perbedaan fasa sumber untuk menimbulkan gaya putar pada rotornya. Jika pada motor *AC 1 phase* untuk menghasilkan beda *phase* diperlukan penambahan komponen Kapasitor pada motor 3 *phase* perbedaan *phase* sudah didapat langsung dari sumber.

Motor induksi tiga fasa memiliki dua komponen dasar yaitu *stator* dan *rotor*, bagian *rotor* dipisahkan dengan bagian *stator* oleh celah udara yang sempit (air gap) dengan jarak antara 0,4 mm sampai 4 mm. Tipe dari *motor* induksi tiga fasa berdasarkan lilitan pada *rotor* dibagi menjadi dua macam yaitu *rotor* belitan (*wound rotor*) adalah tipe motor induksi yang memiliki *rotor* terbuat dari lilitan yang sama dengan lilitan *statornya* dan *rotor* sangkar tupai

(*Squirrel-cage rotor*) yaitu tipe motor induksi dimana konstruksi *rotor* tersusun oleh beberapa batangan logam yang dimasukkan melewati slot-slot yang ada pada *rotor motor* induksi, kemudian setiap bagian disatukan oleh cincin sehingga membuat batangan logam terhubung singkat dengan batangan logam yang lain.

Motor induksi didefinisikan sebagai motor yang bekerja berdasarkan induksi medan magnet stator ke *rotornya*. Arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran *rotor* dengan medan magnet putar (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan oleh arus *stator*. (Gede, 2013).

“Menurut sudjoto (1984 : 107), motor induksi sering di sebut motor tidak serempak. Disebut demikian karena jumlah putaran *rotor* tidak sama dengan putaran medan magnet *stator*”.

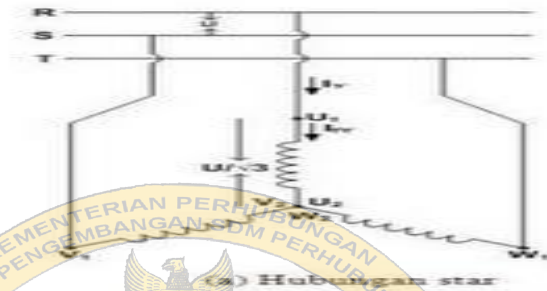
Menurut Robert Rosenberg (1985 : 91) mengemukakan bahwa motor berfasa banyak adalah motor arus bolak-balik (AC) yang direncanakan baik untuk tiga fasa maupun yang lainnya. Jadi pengertian motor induksi tiga fasa adalah suatu mesin listrik yang merubah energi listrik menjadi energi gerak dengan menggunakan gandengan medan listrik dan mempunyai slip antara medan *stator* dan medan *rotor* yang dioperasikan pada sistem tenaga tiga fasa.

Jadi pengertian motor induksi tiga fasa adalah suatu mesin listrik yang merubah energi listrik menjadi energi gerak, motor ini bekerja berdasarkan induksi medan magnet stator ke *statornya*, dimana arus *rotor* motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan magnet putar

(*rotating magnetic field*) yang dihasilkan oleh arus stator, di dalam penyambungan rangkain ada 2 model ,

Ada 2 model penyambungan pada rangkaian *motor 3 phase*:

a. Sambungan Bintang

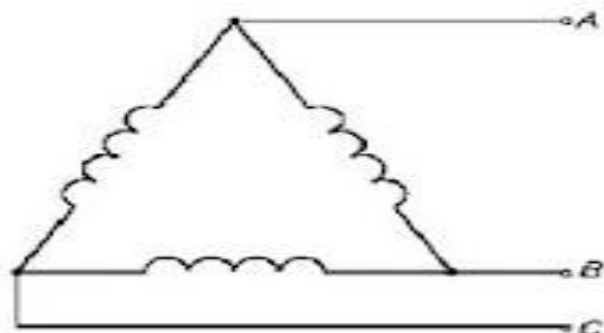


Sumber: *Reading motor and drive troubleshooting*

Gambar 2.1. sambungan bintang

Sambungan bintang dibentuk dengan menghubungkan salah satu ujung dari ketiga kumparan menjadi satu. Ujung kumparan yang digabung tersebut menjadi titik netral, karena sifat arus *3 phase* yang jika dijumlahkan ketiganya hasilnya netral atau nol.

b. Sambungan Segitiga



Sumber: *Reading motor and drive troubleshooting*

Gambar 2.2. sambungan segitiga

Sambungan *delta* atau segitiga didapat dengan menghubungkan kumparan - kumparan motor sehingga membentuk segitiga.

Sebagaimana mesin pada umumnya menunjukkan bahwa motor Induksi juga memiliki konstruksi yang sama baik *motor DC* maupun *AC*. Konstruksi dimaksud terdiri dari 2 bagian utama yaitu *stator* dan *rotor*.

2. *Stator*

Stator motor induksi adalah sama dengan yang dimiliki oleh motor sinkron dan generator sinkron. Konstruksi *stator* terbuat dari laminasi-laminasi dari bahan besi silikon dengan ketebalan (4 s/d 5) mm dengan dibuat alur sebagai tempat meletakkan belitan/kumparan. Dalam alur-alur *stator* diletakkan belitan *stator* yang posisinya saling berbeda satu dengan lainnya, sesuai dengan fase derajat listrik yaitu 120° antar fase (*motor 3 fase*).

Jumlah gulungan pada *stator* dibuat sesuai dengan jumlah kutub dan jumlah putaran yang diinginkan atau ditentukan. gulungan yang dikelompokkan ke dalam set disebut fase. *stator* memiliki satu fase untuk setiap fase daya *input*, dan gulungan dalam fase yang sama menerima kuasa dari fase yang sama (Matthew Scarpin, 2010)

Khusus untuk *Stator* pada motor - motor listrik dengan ukuran kecil dibentuk dalam potongan utuh. Sedangkan untuk motor-motor dengan ukuran besar adalah tersusun dari sejumlah

besar segmen - segmen laminasi. Konstruksi *stator motor* induksi pada dasarnya terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut :

- a. Rumah *stator* (rangka *stator*) dari besi tuang.
- b. Inti *stator* dari besi lunak atau baja silikon.
- c. Alur, bahannya sama dengan inti, dimana alur ini merupakan tempat meletakkan belitan (kumparan *stator*).
- d. Belitan (kumparan) *stator* dari tembaga.

Rangka *stator motor* induksi ini di desain dengan baik dengan empat tujuan yaitu

- a. Menutupi inti dan kumparannya.
- b. Melindungi bagian-bagian mesin yang bergerak dari kontak langsung dengan manusia dan dari goresan yang disebabkan oleh gangguan objek atau gangguan udara terbuka (cuaca luar).
- c. Menyalurkan *torsi* ke bagian peralatan pendukung mesin dan oleh karena itu *stator* didisain untuk tahan terhadap gaya putar dan guncangan.
- d. Berguna sebagai sarana rumah ventilasi udara sehingga pendinginan lebih efektif.

3. *Rotor*

Ini adalah bagian yang berputar dari motor. Seperti dengan *stator* atas *rotor* terdiri dari satu set laminasi baja beralur ditekan bersama dalam bentuk jalur magnetik silinder dan sirkuit listrik.

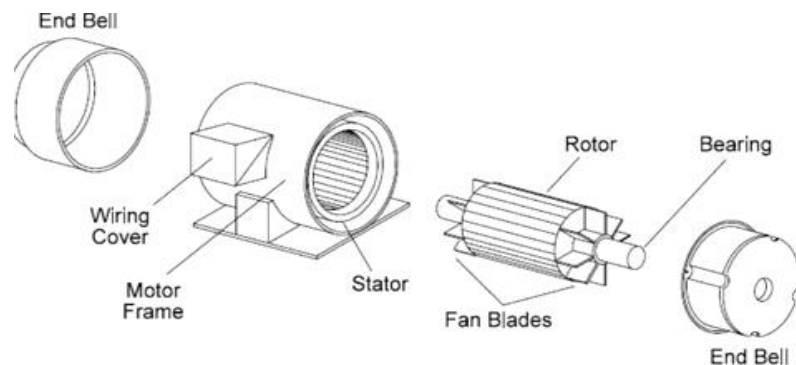
Konstruksi *rotor* motor induksi terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut.

- a. Inti *rotor*, bahannya dari besi lunak atau baja silikon sama dengan inti *stator*.
- b. Alur bahannya dari besi lunak atau baja silikon sama dengan inti. Alur merupakan tempat meletakkan belitan (kumparan) *rotor*.
- c. Belitan *rotor*, bahannya dari tembaga.
- d. Poros atau as.

4. Bagian lainnya

Bagian lain, yang dibutuhkan untuk melengkapi motor induksi adalah:

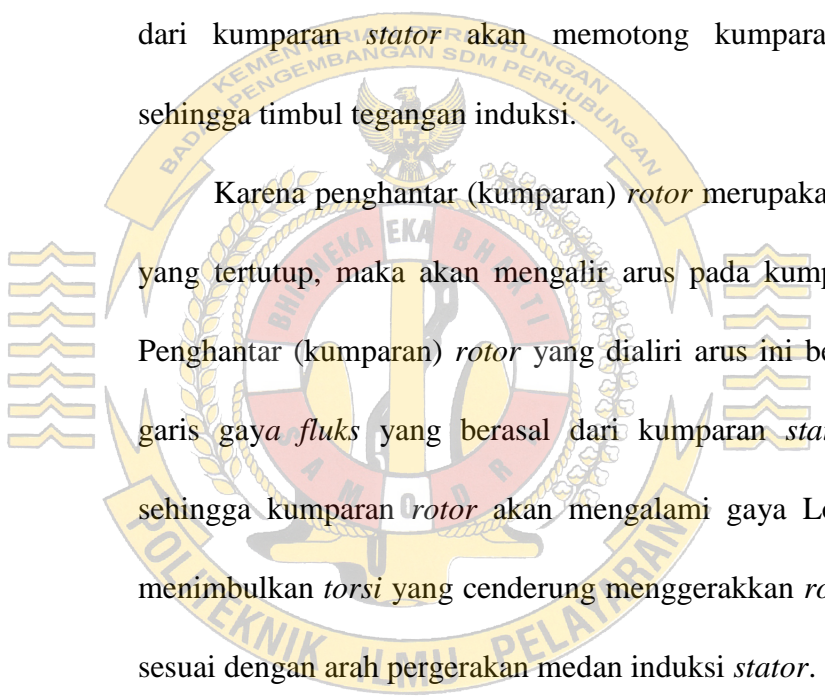
- a. Dua flensa di ujung untuk mendukung dua bantalan.
- b. Dua bantalan untuk mendukung berputarnya poros.
- c. Poros baja untuk transmisi *torsi* ke beban. Kipas pendingin untuk memberi pendinginan pada *stator* dan *rotor*.
- d. Kotak terminal di atas atau kedua sisi untuk menerima sambungan listrik eksternal.



Sumber: *Reading motor and drive troubleshooting*

Gambar 2.3. konstruksi motor

Prinsip Kerja Motor Induksi Motor induksi bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik dari kumparan *stator* tersebut kepada kumparan *rotornya* itu. Bila kumparan *stator* motor induksi 3-fasa yang dihubungkan dengan suatu sumber tegangan 3-fasa, maka kumparan *stator* akan menghasilkan medan magnet yang berputar. Garis-garis gaya *fluks* yang diinduksikan dari kumparan *stator* akan memotong kumparan *rotornya* sehingga timbul tegangan induksi.



Karena penghantar (kumparan) *rotor* merupakan rangkaian yang tertutup, maka akan mengalir arus pada kumparan *rotor*. Penghantar (kumparan) *rotor* yang dialiri arus ini berada dalam garis gaya *fluks* yang berasal dari kumparan *stator* tersebut sehingga kumparan *rotor* akan mengalami gaya Lorentz yang menimbulkan *torsi* yang cenderung menggerakkan *rotor* tersebut sesuai dengan arah pergerakan medan induksi *stator*.

Medan putar pada *stator* tersebut akan memotong konduktor-konduktor pada *rotor*, sehingga terinduksi arus; dan sesuai dengan Hukum Lenz, *rotor* pun akan turut berputar mengikuti medan putar *stator*, perbedaan putaran relatif antara *stator* dan *rotor* disebut *slip*.

Bertambahnya beban, akan memperbesar kopel motor yang oleh karenanya akan memperbesar pula arus induksi pada *rotor*,

sehingga slip antara medan putar *stator* dan putaran *rotor* pun akan bertambah besar.

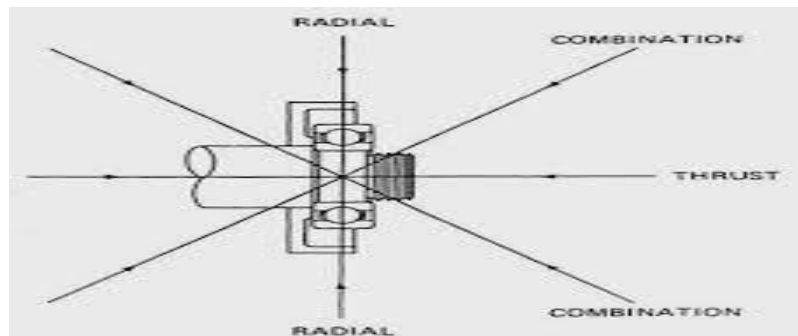
Jadi bila beban motor bertambah, putaran *rotor* cenderung menurun. Pada rangka *stator* terdapat kumparan *stator* yang ditempatkan pada slotslotnya yang dililitkan pada sejumlah kutup tertentu.

Jumlah kutup ini menentukan kecepatan berputarnya medan *stator* yang terjadi yang diinduksikan ke rotornya. Makin besar jumlah kutup akan mengakibatkan makin kecilnya kecepatan putar medan *stator* dan sebaliknya Kecepatan berputarnya.

5. *Bearing*

Bearing adalah suatu elemen mesin yang menumpu poros rotor sehingga putaran atau gerakan rotor dapat berlangsung secara halus, aman, dan mempunyai umur yang panjang. *Bearing* harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Berdasarkan arah beban *bearing* dapat diklasifikasikan menjadi:

- a. *Radial bearing* adalah menahan beban dalam arah radial
- b. *Thrust bearing* adalah menahan beban dalam arah aksial
- c. *Bearing* yang mampu menahan kombinasi beban dari arah radial dan arah aksial.



Gambar 2.4. Klasifikasikan arah beban *bearing*

Berdasarkan konstruksi dan mekanisme mengatasi gesekan dapat diklasifikasikan menjadi dua *slider bearing* (bantalan luncur) *roller bearing* (bantalan gelinding).

a. *Slider bearing* mengatasi gesekan menggunakan mekanisme *sliding* dimana dua permukaan komponen mesin saling bergerak relatif. Diantara dua permukaan terdapat pelumas untuk mengurangi gesekan antara kedua permukaan.

b. *Roller bearing* mengatasi gesekan dengan ditempatkan elemen gelinding antara dua permukaan misalnya *ball*, rol, taper dan lain – lain. Kontak gelinding terjadi antara elemen ini dengan komponen lain yang berarti pada permukaan kontak tidak ada gerakan relative.

Pada *bearing* motor listrik penggerak *LO pump* menggunakan yang berjenis *roller bearing* yang berjenis *ball* dengan pelumasan *grease* yang telah berada antara *ball* dan *inner race*.

6. Perawatan Motor

Hampir semua inti motor dibuat dari baja silikon atau baja gulung dingin yang dihilangkan karbonnya, sifat-sifat listriknya

tidak berubah dengan usia, walau begitu, perawatan yang buruk dapat memperburuk efisiensi motor karena umur motor dan operasi yang tidak handal.

Sehingga dalam perawatan sangat diperlukan pada motor karena perawatan yang dilakukan disebuah kapal ataupun tidak berada dalam kapal akan menambah umur dari motor tersebut. Jadi jika perawatan yang dilakukan tidak optimal akan mengganggu kinerja dari motor itu.

Sebagai contoh, pelumasan yang tidak benar dapat menyebabkan meningkatnya gesekan pada motor dan penggerak transmisi peralatan.,

kehilangan resistansi pada motor tersebut, yang meningkat dengan kenaikan suhu.

Kondisi juga memiliki pengaruh yang merusak pada kinerja motor.

Sebagai contoh, suhu ekstrim, kadar debu yang tinggi, atmosfer yang korosif, dan kelembaban dapat merusak sifat-sifat bahan isolasi.

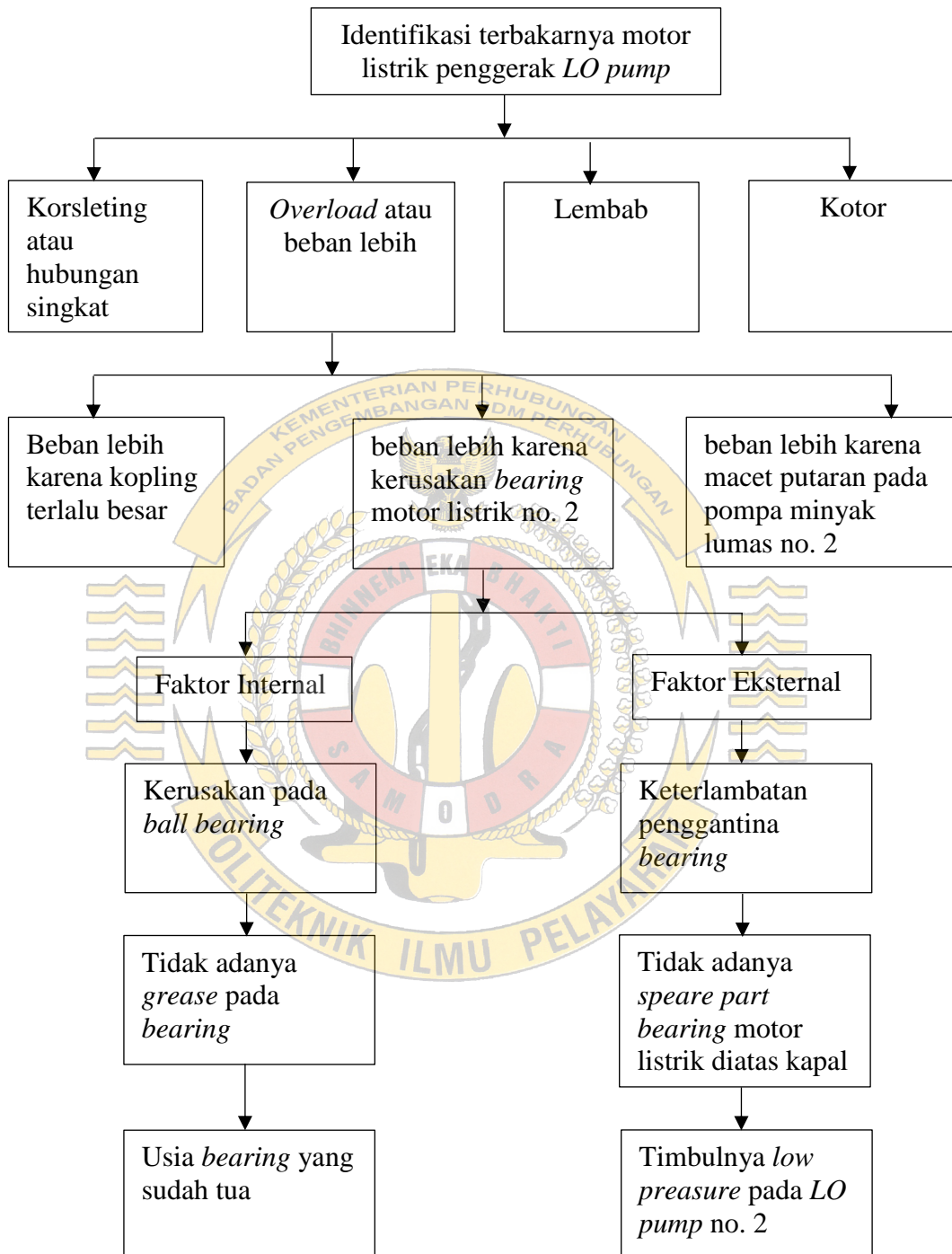
Tekanan mekanis karena siklus pembebanan dapat mengakibatkan kesalahan penggabungan. Perawatan yang tepat diperlukan untuk menjaga kinerja motor.

Perawatan yang baik akan meliputi sebagai berikut:

- a. Pemeriksaan motor secara teratur untuk pemakaian bearings dan rumahnya (untuk mengurangi kehilangan karena gesekan) dan untuk kotoran/debu pada saluran ventilasi motor (untuk menjamin pendinginan motor).

- b. Pemeriksaan kondisi beban untuk meyakinkan bahwa motor tidak kelebihan atau kekurangan beban,
- c. Pemberian pelumas secara teratur, pihak pembuat biasanya memberi rekomendasi untuk cara dan waktu pelumasan motor. Pelumasan yang tidak cukup dapat menimbulkan masalah, seperti yang telah diterangkan diatas Pelumasan yang berlebihan dapat juga menimbulkan masalah, misalnya minyak atau gemuk yang berlebihan dari bearing motor dapat masuk ke motor dan menjenuhkan bahan isolasi motor, menyebabkan kegagalan dini atau mengakibatkan resiko kebakaran.
- d. Pemeriksaan secara berkala untuk sambungan motor yang benar dan peralatan yang digerakkan, Sambungan yang tidak benar dapat mengakibatkan *as* dan *bearing* lebih cepat aus, mengakibatkan kerusakan terhadap motor dan peralatan yang digerakkan.
- e. Dipastikan bahwa kawat pemasok dan ukuran kotak terminal dan pemasangannya benar, Sambungan-sambungan pada motor dan *starter* harus diperiksa untuk meyakinkan kebersihan dan kekencangannya.
- f. Penyediaan ventilasi yang cukup dan menjaga agar saluran pendingin motor bersih untuk membantu penghilangan panas

B. Kerangka pikir



C. Definisi operasional

Pemakaian istilah - istilah dalam bahasa Indonesia maupun bahasa asing akan sering ditemui pada pembahasan skripsi. Agar tidak terjadi kesalah pahaman dalam mempelajarinya maka di bawah ini akan dijelaskan pengertian dari istilah-istilah tersebut :

1. *LO pump* : pompa berjenis *screw* yang di fungsikan untuk minsirkulasikan minyak lumas *main diesel engine*.
2. *Bearing* : elemen mesin yang berfungsi untuk membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu berputar pada arah yang diinginkan, *bearing* menjaga poros agar selalu beputar terhadap sumbu porosnya.
3. *Grease* : pelumas berjenis padat dengan kekentalan tinggi, berfungsi untuk menjaga *bearing* agar bekerja tahan lama.
4. Korsleting : suatu hubungan dengan tahanan listrik yang sangat kecil, mengakibatkan aliran listrik yang sangat besar.