

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Tinjauan pustaka .

##### 1. Sistem Pembilasan Pada Motor Diesel 2 Tak

Menurut Taylor (2003:17) pembilasan yang efisien adalah suatu proses penting untuk memastikan kecukupan pasokan udara segar pada mesin untuk proses pembakaran, pada proses pembilasan terjadi pertukaran udara dimana gas buang hasil pembakaran akan diganti dengan udara baru untuk proses pembakaran berikutnya.

Motor Diesel yang berdaya besar memiliki siklus dua langkah pada umumnya memiliki efisiensi volumetrik yang lebih besar bila dibandingkan dengan Motor Diesel dengan siklus empat langkah, oleh karena itu Mesin Diesel dengan kapasitas besar rata-rata menggunakan siklus dua langkah. Faktor penting dalam siklus operasi dua langkah adalah pembilasan, karena pembilasan sangat menentukan kerja pembakaran dalam siklus selanjutnya.

Ada beberapa macam pembilasan yang umum digunakan dalam siklus dua langkah antara lain (Taylor, 2003:19) :

##### a. Pembilasan melintang (*cross scavenging*)

Dengan metode ini torak terlebih dulu membuka lubang buang dan melipatkan tekanan, pada saat torak berada di posisi titik mati bawah maka torak membuka lubang bilas dan mulai memasukkan udara bertekanan yang di arahkan ke atas sehingga mendorong keluar gas buang melalui lubang buang, setelah melampaui titik mati bawah torak terlebih dahulu menutup lubang

bilas dan segera setelah itu menutup lubang buang. Saat lubang buang tertutup setelah lubang bilas akan menimbulkan sebagian dari udara pengisian hilang dari silinder, ini merupakan kerugian dari skema melintang tersebut.

Beberapa mesin besar putaran rendah menggunakan skema pembilasan melintang yang diperbaiki dengan tambahan katup searah yang terletak pada lubang bilas, pada proses ini lubang bilas dibuat sama tinggi atau bahkan lebih tinggi daripada lubang buang. Oleh karena itu lubang bilas dibuka secara serentak sebelum lubang buang, tetapi katup akan mencegah gas buang masuk kembali ke dalam udara penerima udara bilas. Setelah tekanan di dalam silinder turun dibawah tekanan dalam penerima udara maka tekanan dalam penerima udara membuka katup searah dan pemasukan udara bilas dimulai, pembilasan dilanjutkan sampai lubang bilas maupun lubang buang ditutup oleh torak.

b. Pembilasan memutar (*round scavenging*)

Pembilasan ini mirip dengan pembilasan melintang dalam hal urutan pembukaan lubang, tetapi arah aliran udara berbeda. Keuntungannya adalah keseluruhan penerima udara bilas dan penerima gas buang terletak pada sisi yang sama dari silinder sehingga lebih mudah dicapai. Skema ini sesuai untuk mesin kerja ganda dimana dsempurnakan dengan memasang katup buang putar. Selama pelepasan gas buang maka katup terbuka tetapi katup ini akan tertutup jika torak menutupi lubang bilas pada langkah balik.

Dengan pengaturan ini maka untuk melepaskan pengisian udara selama awal langkah kompresi ketika lubang buang ditutup oleh torak katup putar dan terbuka sehingga katup ini akan tertutup jika torak menutupi lubang bilas pada langkah balik, dan dengan pengaturan ini untuk melepaskan pengisian udara selama awal langkah kompresi, ketika lubang buang ditutup oleh torak katup putar dan terbuka sampai proses pembilasan berikutnya.

c. Pembilasan memanjang (*uniflow scavenging*)

Hampir semua Motor Diesel siklus dua langkah yang memiliki daya besar menggunakan sistem pembilasan memanjang, pada proses siklus dua langkah ini pembilasan terjadi dengan bantuan *turbocharger* yang digerakkan oleh turbin yang energinya diambil dari gas buang (*exhaust gas*). Penggunaan *turbocharger* dimaksudkan untuk meningkatkan volume udara yang masuk dalam silinder akibat dari dikompresinya udara oleh *turbocharger*, temperatur udara sedikit naik dan akan menurunkan masa jenis udara itu sendiri, akibatnya efisiensi volumetriknya hanya meningkat sedikit.

Dengan memasang sistem pendingin setelah turbocharger densitas udara dapat ditingkatkan kembali sehingga efisiensi volumetriknya meningkat kembali. Udara pembilasan juga akan mendorong gas sisa pembakaran yang belum keluar melalui katup buang di kepala silinder lurus bagian bawah kebagian atas silinder, karena aliran udara pembilas yang lurus maka efisiensi

pembilasannya menjadi tinggi. Aliran udara pembilas yang lurus akan mengurangi kecendrungan terjadinya turbolensi udara dan juga terjadinya pencampuran antara udara pembilas dengan gas sisa pembakaran menjadi berkurang. Dengan pembilasan udara yang lebih baik juga akan meningkatkan kualitas pembakaran sehingga tekanan efektif rata-rata meningkat dan langkah kerja mesin secara umum akan lebih baik.

d. Pembilasan membalik (*loop scavenging*)

Pembilasan membalik adalah pembilasan dimana jalannya udara bilas membalik ke arah masuknya udara bilas untuk mendorong gas buang. Lubang-lubang bilas dan buang dipasang pada satu sisi silinder, dimana letak posisi lubang bilas dibawah dan lubang buang di atasnya.

Gas buang dari seluruh silinder dialirkan ke sebuah saluran gas buang bersama yang lebar. Denyut tekanan di dalam aliran gas akan di ratakan sehingga gas dengan tekanan yang hampir rata akan mengalir ke dalam turbin yang di hubungkan pada saluran tersebut. Energi yang tersedia dalam gas oleh pusaran dirobah ke dalam panas sehingga untuk sebagian besar akan hilang dalam perobahan usaha di dalam turbin. Akibat aliran yang teratur dari gas melalui sudu turbin maka rendemen aliran turbin tinggi, dan kapasitas turbin dapat dipergunakan sepenuhnya. Jumlah turbin yang yang di perlukan tidak tergantung dari jumlah silinder akan tetapi tergantung dari kapasitas turbin.

Pada motor siklus 2 langkah terdapat dua sistem pemasukan udara yang mempengaruhi proses keluarnya gas buang yaitu (Arismunandar, 2012:43) :

a. Sistem denyut atau impulse

Setiap silinder dihubungkan dengan sebuah saluran gas pendek dan sempit dengan pemasukan dari turbin. Di dalam turbin tidak hanya energi ekspansi di dalam gas yang dirubah ke dalam energi mekanis, akan tetapi juga dimanfaatkan energi kinetis yang terdapat dalam gas yang mengalir dengan kecepatan tinggi. Untuk tujuan ini diameter dari saluran harus dipilih dengan sebaik-baiknya, karena pada diameter yang terlalu besar maka sebagian dari efek “denyut” akan hilang, sedangkan dengan diameter yang terlalu kecil akan terjadi kerugian besar akibat gesekan aliran dari gas.

b. Sistem konverter denyut

Aliran gas yang terpisah dicampur dalam saluran gas buang yang dibentuk khusus sehingga dapat di hindarkan denyut gas buang dari silinder yang mengganggu pembilasan dalam silinder yang lain. Turbin hanya memiliki sebuah saluran masuk ke dalam mana dialirkan gas yang tetap. Pada aliran ini denyut tekanan buang dari berbagai silinder disuperposisikan. Dengan demikian maka sebagian dari energi kinetis dari aliran gas dapat dipergunakan dengan sebaiknya sedangkan rendemen turbin akibat aliran gas yang kontinyu akan meningkat.

*Intercooler* berfungsi untuk mendinginkan udara masuk dari *blower* yang panas karena melewati *turbocharge*. Dengan demikian udara masuk dari *blower* ke dalam silinder mesin diperoleh berat jenis yang besar sehingga beratnya bertambah. Hal ini dapat menambah jumlah pembakaran bahan bakar dan mengakibatkan daya mesin akan bertambah.

Prinsip kerjanya yaitu, udara dari *blower* bersinggungan dengan pipa air pendingin sehingga panas udara akan terserap air pendingin sehingga molekul oksigennya menjadi padat sehingga mempermudah pembakaran yang sempurna.

Bentuk *intercooler* yang bulat atau bentuk tabung yang rata dengan bahan anti karat, dilengki dengan sirip campuran aluminium. terdapat perbedaan dalam hal ini, sehubungan dengan jumlah aliran udara dan air pendingin yang digunakan, tetapi umumnya udara yang lewat keluar *cooler* dapat didinginkan 5<sup>0</sup>C sampai 10<sup>0</sup>C. Untuk memperoleh tekanan efektif rata sekitar 10kg/cm<sup>2</sup>, maka diperlukan kenaikan tekanan udara masuk sedikitnya 0,5kg/cm<sup>2</sup>

## 2. Metodologi Kualitatif Dengan Pendekatan *Fishbone* (tulang ikan)

*Fishbone* diagram (diagram tulang ikan ) sering disebut juga *cause and effect* diagram atau Ishikawa diagram diperkenalkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa, seorang ahli pengendalian kualitas Jepang. Sebagai satu dari tujuh alat kualitas dasar (*7 basic quality tools*). *Fishbone* diagram digunakan ketika kita ingin mengidentifikasi kemungkinan penyebab masalah dan terutama ketika sebuah team cenderung jatuh berfikir pada rutinitas (Tauge, 2005:247).

*Fishbone* diagram akan mengidentifikasi berbagai sebab potensial dari satu efek atau masalah, dan menganalisis masalah tersebut melalui sesi *brainstorming*, untuk lebih jelasnya Penulis akan menguraikan prosedur atau langkah pembuatan *fishbone* di bawah ini:

a. Menyepakati pernyataan masalah

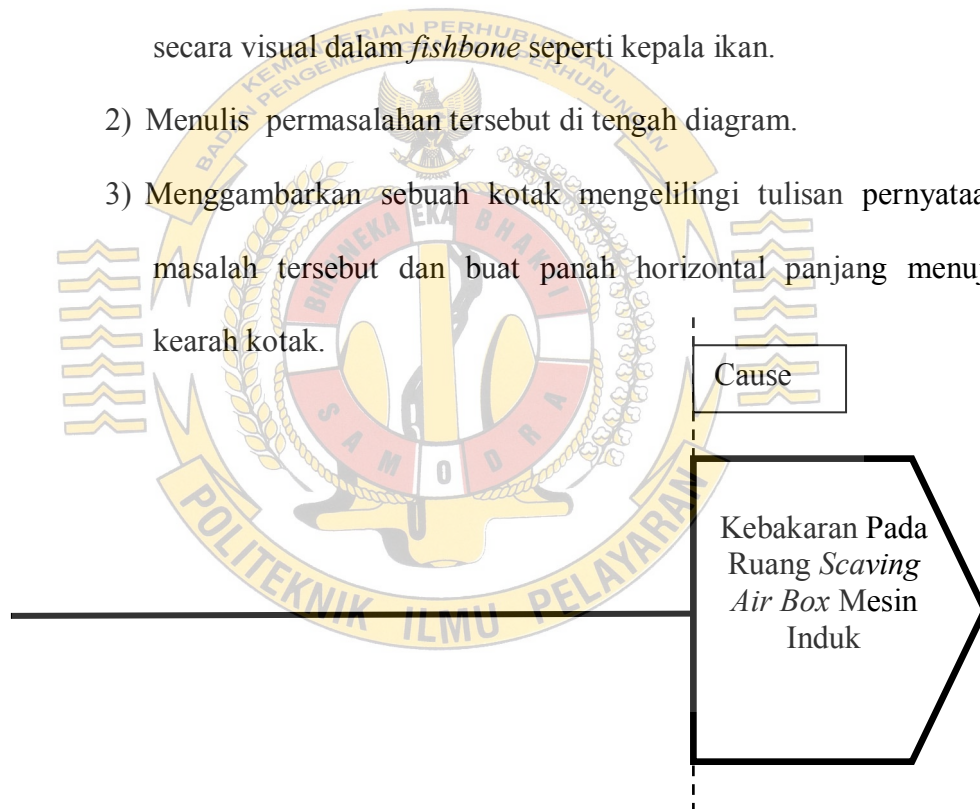
1) Menyepakati sebuah pernyataan masalah (problem statement)

pernyataan masalah ini diinterpretasikan sebagai *effect* atau secara visual dalam *fishbone* seperti kepala ikan.

2) Menulis permasalahan tersebut di tengah diagram.

3) Menggambar sebuah kotak mengelilingi tulisan pernyataan

masalah tersebut dan buat panah horizontal panjang menuju kearah kotak.



**Gambar 2.1.** Menentukan Masalah Diagram

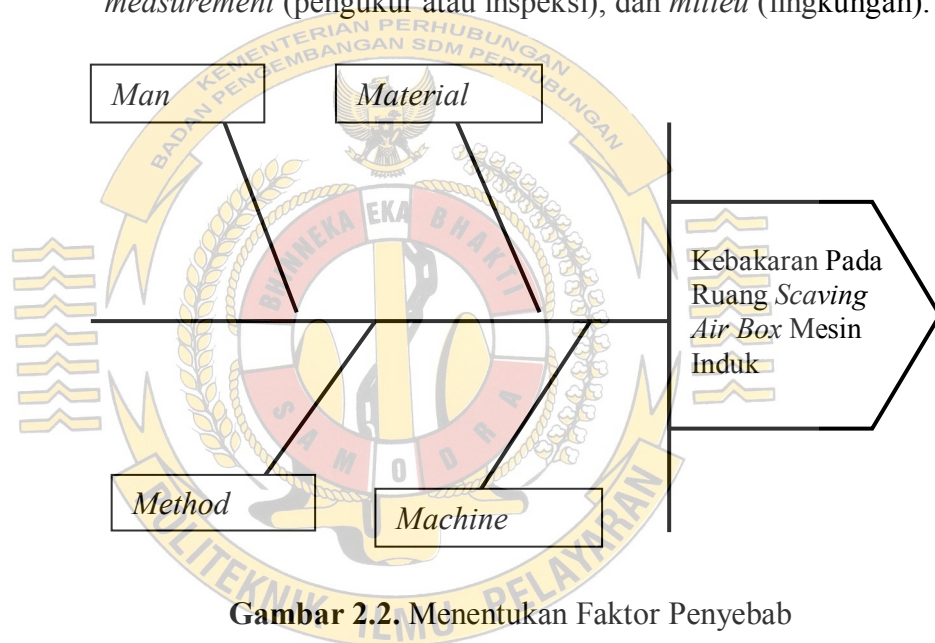
b. Mengidentifikasi kategori

1) Dari garis horizontal utama buat garis diagonal yang menjadi

cabang, setiap cabang mewakili sebab utama dari masalah yang

ditulis. Sebab ini diinterpretasikan sebagai *cause* atau secara visual sebagai tulang ikan.

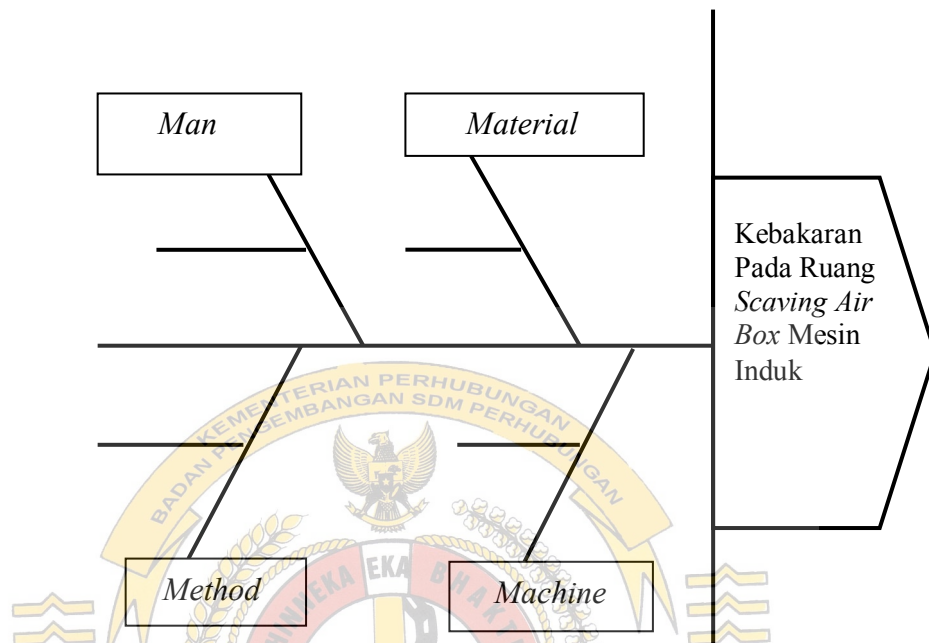
- 2) Kategori sebab utama mengorganisasikan sebab sedemikian rupa sehingga masuk akal dengan situasi kategori ini mencakup, *machine* (mesin), *method* (metode), *material* (termasuk *raw material*), *man power* (tenaga kerja atau pekerjaan fisik), *measurement* (pengukur atau inspeksi), dan *milieu* (lingkungan).



**Gambar 2.2.** Menentukan Faktor Penyebab

- c. Menemukan sebab potensial dengan cara *brainstorming*
- 1) Setiap kategori mempunyai sebab-sebab yang perlu diuraikan melalui sesi *brainstorming*.
  - 2) Saat sebab dikemukakan tentukan bersama dimana sebab tersebut harus ditempatkan dalam *fishbone* diagram.
  - 3) Sebab ditulis dengan garis horizontal sehingga banyak tulang kecil yang keluar dari permasalahan.

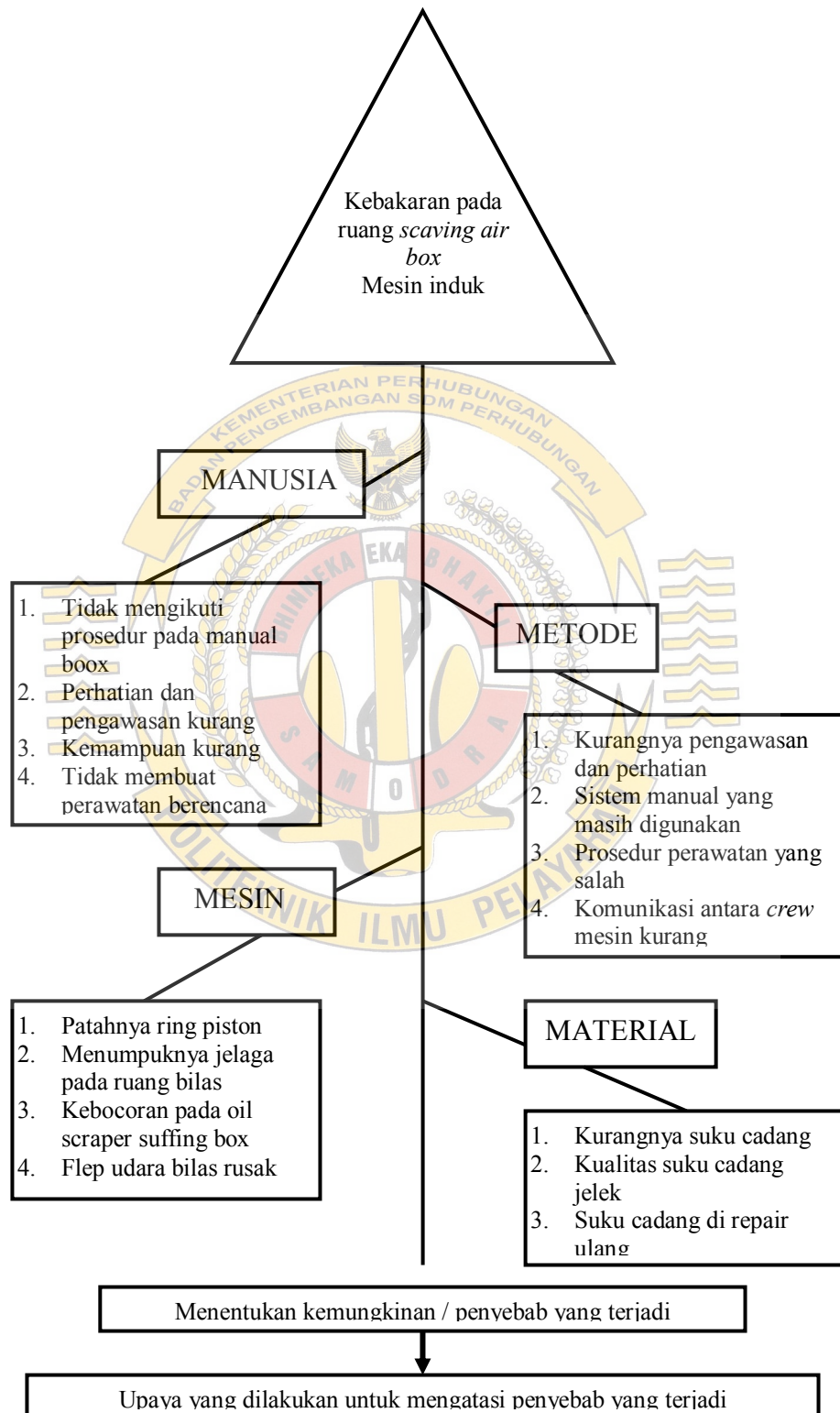




**Gambar 2.3 .** Menentukan Kemungkinan Penyebab dari Faktor  
 d. Mengkaji dan menyepakati sebab yang paling mungkin

- 1) Dari analisis *fishbone* diperoleh kesimpulan yang memberikan gambaran spesifik tentang penyebab dari suatu efek atau problem. Temuan penyebab yang spesifik tersebut menjadi dasar untuk mendisain atau merancang program solutif untuk mengatasi efek atau persoalan.
- 2) Dari analisis yang diperoleh dapat disimpulkan suatu kesimpulan dari permasalahan diagram *fishbone*. Setelah dicari pokok permasalahan menggunakan diagram *fishbone* dan akar permasalahan yang menjadi pokok permasalahan yang akan dibahas dan dicari kesimpulannya.

## B. Kerangka Pikir



**Gambar 2.4 . Kerangka Pikir Penelitian**

Berdasarkan gambar kerangka pikir di atas, metode *Fishbone* digunakan pada penelitian untuk meninjau proses atau operasi pada sistem secara sistematis. Dengan menentukan kepala permasalahan terlebih dahulu yaitu mengenai kebakaran pada ruang *scaving air box* Mesin Induk dimana kepala ikan di atas adalah pokok permasalahan yang kemudian akan dicari faktor penyebab terjadinya kebakaran pada ruang *scaving air box* Mesin Induk.

Setelah didapat pokok permasalahan yang telah ditentukan kemudian kita dapat menentukan faktor penyebab dari pokok permasalahan tersebut dengan menentukan empat faktor, manusia (*man*), metode (*method*), bahan (*material*), dan mesin (*machine*). Dari empat faktor tersebut diperoleh penyebab dari masing-masing faktor permasalahan, dimana penyebab tersebut yang nantinya akan dianalisa untuk mencari penyebab yang kemungkinan akan terjadi. Dari empat faktor tersebut telah ditentukan masing-masing penyebab yang terjadi.

a. Faktor penyebab yang ditimbulkan dari manusia (*man*)

Faktor yang ditimbulkan dari manusia sangat berpengaruh terhadap penyebab terjadinya suatu permasalahan. Adapun faktor penyebab yang diperoleh adalah, Tidak mengikuti atau melaksanakan prosedur yang ada pada *manual book* Mesin Induk, kurangnya perhatian atau pengawasan terhadap kinerja Mesin Induk, dan kemampuan dari seorang Masinis yang kurang serta tidak dijalankannya perawatan sesuai jam kerja Mesin Induk.

b. Faktor penyebab yang ditimbulkan dari metode (*method*)

Metode atau sistem manajemen dikapal harus selalu diperhatikan dan dijalankan untuk mencapai tujuan kerja yang diinginkan. Kebakaran pada ruang scaveng air box juga bisa terjadi akibat penyebab yang ditimbulkan oleh faktor dari metode, adapun penyebab yang ditimbulkan dari faktor metode adalah, Tidak membuat prosedur perawatan terhadap Mesin Induk, Sistem manual yang masih digunakan di atas kapal, Prosedur perawatan yang salah atau tidak membuat rencana perawatan, dan Tidak terjalannya komunikasi yang baik pada crew mesin.

c. Faktor penyebab yang ditimbulkan dari mesin (*machine*)

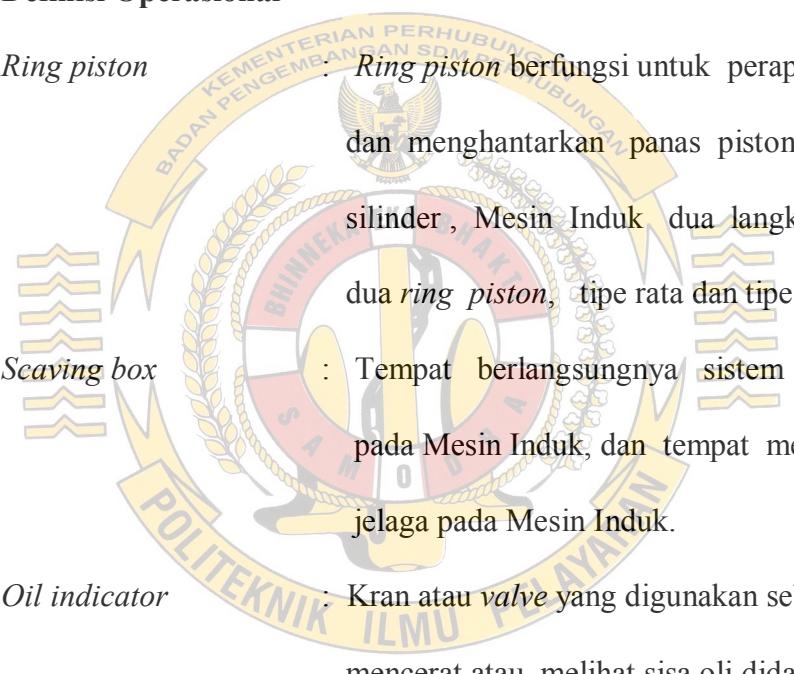
Patahnya *ring piston* yang membuat lolosnya kompresi keruang pembilasan adalah salah satu faktor penyebab yang ditimbulkan dari mesin. selain itu terdapat faktor lainnya seperti, menumpuknya jelaga atau karbon pada ruang udara bilas, kebocoran pada oil scraper stuffing box yang menyebabkan oli menumpuk pada ruang udara bilas dan juga flep udara bilas yang sudah rusak pada ruang udara bilas.

d. Faktor penyebab yang ditimbulkan dari bahan (*material*)

Bahan dari suku cadang yang digunakan harus memiliki kualitas dan standar yang sesuai dengan yang ada pada buku panduan. Dari faktor penyebab yang ditimbulkan dari bahan didapat beberapa penyebab yaitu, kualitas suku cadang yang jelek, pemakaian suku cadang yang direpair ulang sehingga menyebabkan material dari suku cadang tersebut tidak tahan lama.

Setelah dianalisa faktor penyebab dari permasalahan diatas kemudian kita dapat menganalisa penyebab yang mungkin terjadi yang mengakibatkan kebakaran pada ruang *scaving air box* mesin induk dan setelah dicari penyebab yang mungkin terjadi tersebut, selanjutnya kita tentukan upaya yang harus dilakukan untuk mencegah terjadinya kebakaran sehingga pengoperasian Mesin Induk dapat berjalan secara optimal.

### C. Definisi Operasional

- 
- Ring piston* : *Ring piston* berfungsi untuk perapat kompresi dan menghantarkan panas piston ke dinding silinder, Mesin Induk dua langkah memiliki dua *ring piston*, tipe rata dan tipe *key*.
- Scaving box* : Tempat berlangsungnya sistem pembilasan pada Mesin Induk, dan tempat menumpuknya jelaga pada Mesin Induk.
- Oil indicator* : Kran atau *valve* yang digunakan sebagai untuk mencerat atau melihat sisa oli didalam ruang *scaving box*.
- Flapper* : Klep pada ruang udara bilas yang berfungsi untuk mencegah terjadinya pembalikan udara yang sudah masuk pada ruang pembakaran.
- Safety valve* : Berfungsi sebagai katup keamanan untuk mencegah terjadinya tekanan udara bilas yang berlebih.

*Scaving air manifold* : Tempat udara bilas masuk kedalam ruang pembakaran Mesin Induk.

*Scaving box manifold* : Tempat atau lubang untuk membersihkan jelaga di ruang udara bilas.

*Auxillary blower* : Blower bantu yang berfungsi sebagai pemasok udara pada saat kapal *manover*.

