

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Pengertian Knocking

Menurut Ricardo P. Van Mannen (44:1983), *knocking* adalah pembakaran yang tidak terkendali. Bila campuran bahan bakar atau udara telah menyala maka bahan bakar yang disemprotkan sewaktu kelambatan penyalaan berlangsung, akan membakar dengan cepat sehingga akan terjadi peningkatan cepat dari tekanan dari gas pembakaran di dalam silinder. Gradien tekanan yang tajam (peningkatan tekanan per derajat engkol yang ditempuh) sering kali ditandai dengan sebuah pukulan pada motor yang menjalar terus ke penggerak motor dengan mengeluarkan suara ketukan keras.

Pada waktu motor mendapat beban yang berat, sedangkan pada silinder-silinder terdapat perbedaan suhu pada setiap silinder satu dengan yang lain berbeda temperaturnya salah satu silinder mempunyai temperatur yang lebih tinggi dibanding silinder yang lain, maka pada pembakaran terjadi peletusan di beberapa tempat sehingga pembakaran berjalan sangat cepat, dan di dalam silinder terjadi kenaikan tekanan dengan cepat dan kuat, sehingga dari luar terdengar suara pukulan.

2. Penyebab mesin mengalami *knocking*

a. Nilai *cetane* bahan bakar

Knocking terjadi pada proses pembakaran maka terjadinya *knocking* tidak terlepas dari bahan bakar. *Knocking* bisa disebabkan karena nilai *cetane* bahan bakar yang terlalu rendah.

b. Banyak kerak karbon di dalam ruang bakar

Kerak karbon terbentuk akibat oli yang masuk ke ruang bakar dan ikut terbakar saat pembakaran terjadi. Kerak karbon dapat meningkatkan temperatur dan tekanan saat pembakaran. Masuknya oli ke ruang bakar diakibatkan karena ausnya komponen-komponen pada mesin seperti ring piston dan dinding silinder yang sudah aus.

Menurut Robingu dalam buku Motor Bakar 3 (66: 1979) bahwa ada beberapa hal yang mempengaruhi terjadinya *knocking* pada motor diesel ialah:

- 1) suhu di dalam silinder
- 2) tekanan di dalam silinder
- 3) lamanya pembakaran
- 4) kerusakan pada nozzle injector.

Knocking ini dapat terjadi pada semua jenis motor dan sifatnya merugikan karena:

- 1) mengurangi rendemen motor, sebab banyaknya panas yang hilang pada dinding silinder dan terbuang ke udara luar.
- 2) mengakibatkan retak pada torak, batang penggerak dan lain-lain.
- 3) Menimbulkan getaran yang besar pada motor.

3. Ciri – ciri mesin mengalami *knocking*

- a. Adanya suara ketukan yang keras pada mesin
- b. Adanya getaran pada mesin

Adanya suara ketukan yang keras dan getaran pada mesin ini muncul akibat penyalan dini campuran bahan bakar dan udara di dalam mesin, campuran tersebut menyala sendiri sebelum waktunya. Penyalan dini tersebut membuat siklus pembakaran menjadi tidak tepat. Pada mesin yang normal pembakaran hanya terjadi sekali dalam satu siklus mesin.

4. Parameter yang harus di perhatikan dalam mengatasi *knocking* adalah:

- a. Kualitas bahan bakar

Bahan bakar yang digunakan mesin diesel juga memerlukan perhatian, karena bahan bakar tersebut harus bisa terbakar dengan sendirinya ketika diinjeksikan di dalam udara tinggi. Makin rendah titik nyala sendiri dari bahan bakar maka akan menghasilkan peningkatan kinerja pembakaran bahan bakar yang berarti meningkatkan kinerja mesin diesel.

- b. Tekanan kompresi

Untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna dalam mesin diesel adalah tekanan kompresi. Udara di dalam silinder dikompresikan oleh gerakan piston ke TMA, hal tersebut mengakibatkan temperature dalam udara meningkat. Semakin tinggi panas yang dihasilkan maka pembakaran akan terjadi makin baik. Jumlah udara yang masuk ke dalam silinder akan mempengaruhi titik nyala itu sendiri. Maka dari itu, sistem pemasukan udara menjadi hal yang sangat penting pada mesin diesel.

c. Pembakaran

Salah satu syarat pembakaran sempurna adalah bahan bakar yang disemprotkan ke dalam silinder dalam keadaan yang sangat halus agar dapat tercampur rata dengan udara dalam proses pembakarannya.

Menurut Arismunandar dalam buku yang sama (95:2002), mengemukakan bahwa proses pembakaran adalah suatu reaksi kimia cepat antara bahan bakar (hidrokarbon) dengan oksigen dari udara. Minyak bakar yang disemprotkan ke dalam silinder berbentuk butir-butir cairan yang halus. Oleh karena udara di dalam silinder pada saat tersebut sudah bertemperatur dan bertekanan tinggi maka butir-butir tersebut akan menguap. Penguapan butir bahan bakar itu dimulai pada bagian permukaan luarnya, yaitu bagian yang terpanas. Uap bahan bakar yang terjadi itu selanjutnya bercampur dengan udara yang ada di sekitarnya. Proses penguapan itu berlangsung terus selama temperatur sekitarnya mencukupi. Jadi, proses penguapan juga terjadi secara berangsur-angsur. Demikian juga dengan proses pencampurannya dengan udara. Maka pada suatu saat dimana terjadi campuran bahan bakar udara yang sebaik-baiknya, proses penyalaan bahan bakar dapat berlangsung dengan sebaik-baiknya. Sedangkan proses pembakaran di dalam silinder juga terjadi secara berangsur-angsur dimana proses pembakaran awal terjadi pada temperatur yang relatif lebih rendah dan laju pembakarannya pun akan bertambah cepat. Hal itu disebabkan karena pembakaran berikutnya berlangsung pada temperatur lebih tinggi.

5. Metode *Fault Tree Analysis*

Mungkin sebagian besar *engineer* maupun calon *engineer* tidak asing dengan istilah *Fault Tree Analysis*. Apalagi bagi seseorang yang berpengalaman menyelesaikan kasus berupa *troubleshooting*. Metode ini cukup efektif untuk mengetahui akar permasalahan yang akan diselesaikan. Secara teori, metode *Fault Tree Analysis* dapat dijelaskan sebagai berikut.

Fault Tree Analysis adalah metode analisa, dimana terdapat suatu kejadian yang tidak diinginkan disebut *undesired event* terjadi pada sistem, dan sistem tersebut kemudian dianalisa dengan kondisi lingkungan dan operasional yang ada untuk menemukan semua cara yang mungkin terjadi yang mengarah pada terjadinya *undesired event* tersebut. (Svein Kristiansen, *Maritime Transportation Safety Management Risk Analysis*, 2004:225).

Fault Tree Analysis adalah teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi resiko yang berperan terhadap terjadinya kegagalan. Metode ini dilakukan dengan pendekatan yang bersifat *top down*, yang diawali dengan asumsi kegagalan atau kerugian dari kejadian puncak (*Top Event*) kemudian merinci sebab-sebab suatu *Top Event* sampai pada suatu kegagalan dasar (*Root Cause*).

Fault Tree Analysis adalah metode yang efektif dalam menemukan inti permasalahan karena memastikan bahwa suatu kejadian yang tidak diinginkan atau kerugian yang ditimbulkan tidak berasal pada satu titik kegagalan. *Fault Tree Analysis* mengidentifikasi hubungan antara faktor penyebab dan ditampilkan dalam bentuk pohon kesalahan yang melibatkan gerbang logika sederhana. Gerbang logika menggambarkan kondisi yang memicu terjadinya kegagalan, baik kondisi tunggal maupun sekumpulan dari berbagai macam kondisi.

Konstruksi dari *Fault Tree Analysis* meliputi gerbang logika yaitu gerbang *AND* dan gerbang *OR*. Setiap kegagalan yang terjadi dapat digambarkan ke dalam suatu bentuk pohon analisa kegagalan dengan mentransfer atau memindahkan komponen kegagalan ke dalam bentuk simbol (*Logic Transfer Components*) dan *Fault Tree Analysis*. (Chengi Kuo, *Safety Management and its Maritime Application*, 2007: 130).

Gerbang logika menggambarkan kondisi yang memicu terjadinya kegagalan, baik kondisi tunggal maupun sekumpulan dari berbagai macam kondisi. Kegagalan yang ada pada sistem bisa dikarenakan kegagalan pada komponennya, kegagalan pada manusia yang mengoperasikannya atau disebut juga *human error*, dan kejadian-kejadian di luar sistem yang dapat mengarah pada terjadinya *undesired event*. *Fault tree* dibangun berdasarkan pada salah satu *undesired event* yang dapat terjadi pada sistem. Hanya bagian-bagian tertentu dari sistem yang berhubungan beserta kegagalan-kegagalan yang ada, yang dipakai untuk membangun *fault tree*. Pada satu sistem bisa terdapat lebih dari satu *undesired event* dan masing-masing *undesired event* mempunyai representasi *fault tree* yang berbeda-beda yang disebabkan faktor-

faktor atau bagian-bagian sistem dan kegagalan yang mengarah pada satu kejadian berbeda dengan lainnya. Pada *fault tree*, *undesired event* yang akan dianalisa disebut juga *top event*.

Menurut Chengi Kuo, *Safety Management and its Maritime Application*, 2007:131). *Fault Tree Analysis* mempunyai kelebihan dan kekurangan, yaitu:

a. Kelebihan

- 1) Dalam kasus sebuah sistem yang kompleks pohon kesalahan memberikan cara yang baik dan logis untuk mengintegrasikan berbagai penyebab. Konstruksi diagram pohon dapat menentukan probabilitas nilai-nilai dan membantu memberikan pemahaman yang lebih baik dari suatu sistem.
- 2) Pohon kesalahan dapat digunakan untuk melakukan analisis sensitivitas sehingga perbedaan dari berbagai penyebab dapat dibandingkan, dampak terhadap keseluruhan sistem dengan menganalisa perubahan tersebut dengan kemungkinan nilai.

b. Kekurangan

- 1) Pengalaman dan pengetahuan yang banyak diperlukan untuk membuat bangunan pohon yang tepat. Kesalahan memasukkan sebuah masukan dapat menyebabkan memberikan hasil yang tidak benar.
- 2) Sulit untuk memilih gerbang logika yang paling tepat di saluran penghubung dan hal ini dapat menimbulkan secara luas variasi-variasi nilai yang dihasilkan.

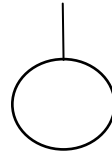
Prinsip Kerja Metode *Fault Tree Analysis* menurut (Svein Kristiansen, *Maritime Transportation Safety Management Risk Analysis*, 2004:227).

- a. Kegagalan system / kecelakaan.
- b. *Fault Tree Analysis* terdiri dari urutan peristiwa yang mengarah kepada kegagalan system / kecelakaan.
- c. Membuat urutan peristiwa dengan menggunakan gerbang logika “and” atau “or” atau gerbang logika lainnya.
- d. Kejadian di atas terdapat beberapa penyebab dan ditandakan dengan persegi panjang dan kejadian yang dijelaskan di persegi panjang.
- e. Akhir dari peristiwa mengarah pada dimana tingkat kegagalan data yang memungkinkan, ini adalah penyebab utama yang dilambangkan lingkaran dan merupakan keputusan untuk membatasi metode ini.

Simbol-simbol dan istilah yang digunakan dalam *Fault Tree Analysis* adalah simbol kejadian, simbol gerbang dan simbol *transfer*. Berikut adalah bentuk dan simbol gerbang yang digunakan pada metode *Fault Tree Analysis*.

a. Simbol Kejadian

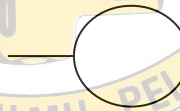
Simbol kejadian adalah simbol-simbol yang berisi keterangan kejadian pada sistem yang ada pada suatu proses terjadinya *top event*. Terdapat 5 simbol yaitu:

1) *Basic Even / Primery Event*Gambar 2.2 *Basic Event*

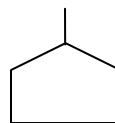
Simbol lingkaran ini digunakan untuk menyatakan *basic event* atau *primery event* atau kegagalan mendasar yang tidak perlu dicari penyebabnya. Artinya, simbol lingkaran ini merupakan batas akhir penyebab suatu kejadian.

2) *Undeveloped event*Gambar 2.3 *Undeveloped event*

Simbol wajik atau *diamond* ini untuk menyatakan *undeveloped event* atau kejadian tidak berkembang, yaitu suatu kejadian kegagalan tertentu yang tidak dicari penyebabnya baik karena kejadiannya tidak cukup berhubungan atau karena tidak tersedia informasi yang terkait dengannya.

3) *Conditioning event*Gambar 2.4 *Conditioning event*

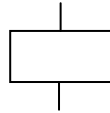
Simbol oval ini untuk menyatakan *conditioning event*, yaitu suatu kondisi atau batasan khusus yang diterapkan pada suatu gerbang (biasanya pada gerbang *INHIBIT* dan *PRIORITY AND*). Jadi kejadian *output* terjadi jika kejadian input terjadi dan memenuhi suatu kondisi tertentu.

4) *External event*Gambar 2.5 *External event*

Simbol rumah digunakan untuk menyatakan *external event* yaitu

kejadian yang diharapkan muncul secara normal dan tidak termasuk dalam kejadian gagal.

5) *Intermediate event*



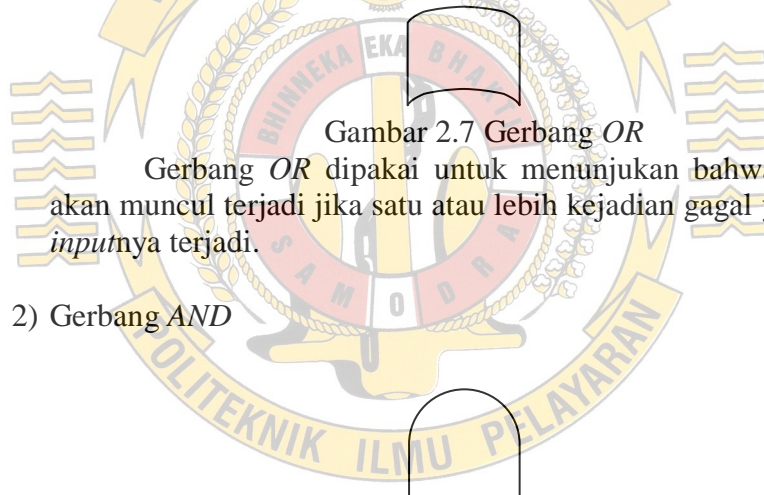
Gambar 2.6 *Intermediate event*

Simbol persegi panjang ini berisi kejadian yang muncul dari kombinasi kejadian-kejadian *input* gagal yang masuk ke gerbang.

b. Simbol Gerbang

Simbol gerbang dipakai untuk menunjukkan hubungan diantara kejadian *input* yang mengarah pada kejadian *output* dengan kata lain, kejadian *output* disebabkan oleh kejadian *input* yang berhubungan dengan cara tertentu. Simbol gerbang yaitu:

1) Gerbang *OR*



Gambar 2.7 Gerbang *OR*

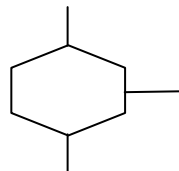
Gerbang *OR* dipakai untuk menunjukkan bahwa kejadian yang akan muncul terjadi jika satu atau lebih kejadian gagal yang merupakan *input*nya terjadi.

2) Gerbang *AND*

Gambar 2.8 Gerbang *AND*

Gerbang *AND* digunakan untuk menunjukkan kejadian *output* muncul hanya jika semua *input* terjadi.

3) Gerbang *INHIBIT*



Gambar 2.9 *INHIBIT*

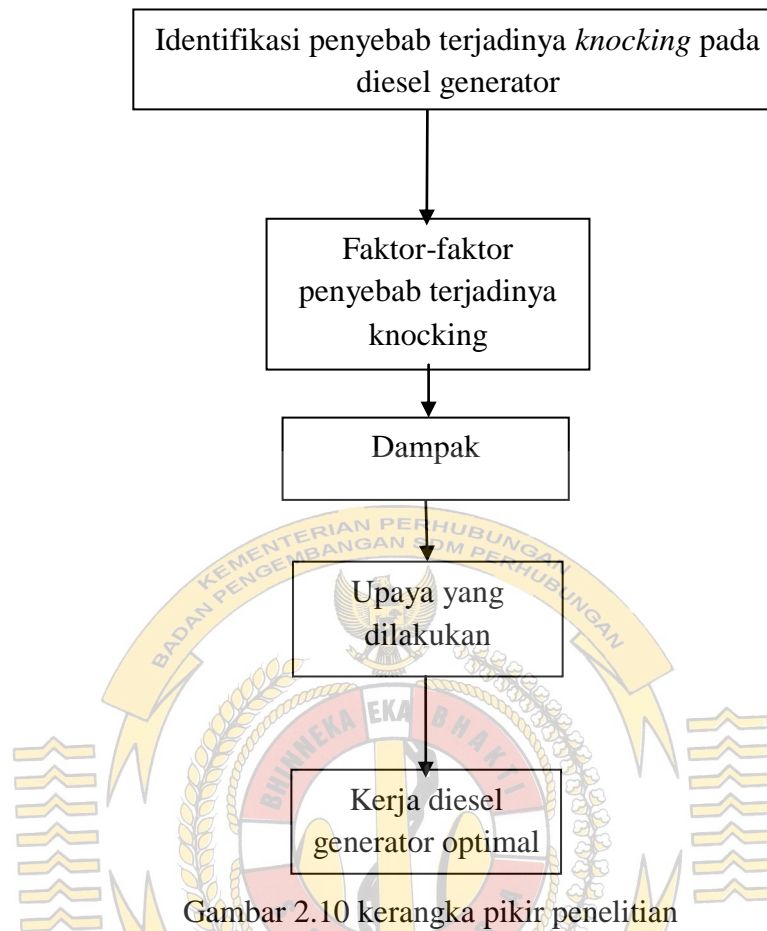
Gerbang *INHIBIT*, dilambangkan dengan segi enam, merupakan kasus khusus dari gerbang *AND*. *Output* disebabkan oleh satu *input*;

tetapi harus memenuhi kondisi sebelum *input* dapat menghasilkan *output*.

A. Kerangka pikir

Di dalam kerangka pikir penelitian ini akan dijelaskan mengenai tahap-tahap pemikiran secara kronologis dalam menjawab pokok permasalahan penelitian berdasarkan pemahaman dan pengalaman penulis yang didapatkan pada waktu praktek laut di MT. Medelin West.

Meninjau dari teori-teori yang telah diuraikan di atas, Apabila pembakaran di dalam silinder tidak sempurna maka tenaga yang di hasilkan motor diesel tersebut akan berkurang sehingga dapat mengganggu kelancaran pengoperasian kapal. Berdasarkan wacana tersebut, dapat dicari suatu pemecahan masalah dan seharusnya dapat dikurangi bahkan dicegah dengan diterapkannya beberapa strategi perawatan yang tepat sehingga kinerja diesel generator dapat bekerja optimal. Bagan kerangka pikirnya yaitu:



Gambar 2.10 kerangka pikir penelitian

B. Definisi operasional

Definisi operasional merupakan definisi praktis/operasional tentang variabel atau istilah-istilah lain yang dianggap penting dan sering di temukan sehari-hari dilapangan dalam penelitian ini. Definisi operasional yang sering dijumpai pada *Diesel Generator* saat penulis melakukan penelitian antara lain:

1. Injektor : Alat pengabut bahan bakar sekaligus menakar jumlah bahan bakar secara tepat.
2. Diesel generator : Mesin diesel yang berfungsi untuk pembangkit tenaga listrik.

3. *Multi Hole* : *Injector* yang mempunyai lubang lebih dari satu dengan permukaan lebih halus.
4. *Nozzle* : Lubang injektor yang menyemburkan sekaligus membagi bahan bakar ke daerah yang dikehendaki di dalam ruang bakar.
5. Pembakaran : Reaksi kimia yang terjadi akibat bercampurnya bahan bakar dengan butiran halus yang telah mengalami perubahan fase (proses pengabutan) dengan udara panas.
6. *Single Hole* : Injector yang mempunyai lubang tunggal
7. TMA (TDC) : Titik mati atas, dimana posisi piston berada di puncak silinder.
8. TMB (BDC) : Titik mati bawah, dimana posisi piston berada di dasar silinder

