

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Tinjauan Pustaka

Teori-teori atau tinjauan pustaka ini sebagai sumber teori yang dijadikan dasar dari pada penelitian. Sumber tersebut memberikan kerangka atau dasar untuk mengetahui atau memahami latar belakang dari timbulnya permasalahan secara sistematis. Landasan teori juga penting untuk mengkaji dari penelitian – penelitian yang sudah ada dan untuk mempermudah pembahasan mengenai permasalahan, maka perlu adanya kajian terhadap teori-teori yang relevan sebagai pembahasan dan pemecahan masalah mengenai pentingnya perawatan poros engkol diesel generator dan teori yang menerangkan poros engkol diesel generator sebagai salah satu komponen utama dari diesel generator yang menunjang kerja dari diesel generator tersebut, oleh karena itu penulis akan menjelaskan tentang pengertian manajemen perbaikan poros engkol pada diesel generator.

##### 1. *Crankshaft* atau poros engkol

###### a. Pengertian poros engkol

Dikutip dari <http://rangkumanmesinautomotif.blogspot.co.id>. poros engkol atau *crankshaft*, adalah sebuah bagian pada mesin yang mengubah gerak *vertical* atau *horizontal* dari piston menjadi gerak *rotasi* (putaran). Untuk mengubahnya, dengan proses sebuah poros engkol membutuhkan pena engkol (*crankpin*), sebuah bearing tambahan yang diletakkan dibagian ujung batang penggerak pada setiap silinder. Ruang engkol (*crankcase*) akan dihubungkan ke roda gila (*fly wheel*).

Fungsi poros engkol atau *crankshaft* adalah untuk merubah gerak naik turun piston (*fly wheel*). Tenaga yang dipergunakan untuk menggerakkan roda kendaraan dihasilkan oleh pembakaran (langkah usaha), kemudian hasil pembakaran ini dapat menggerakkan torak, kemudian melalui batang torak dan dirubah menjadi gerakan putar oleh poros engkol atau *crankshaft*.

Poros engkol menerima beban yang sangat besar dari piston dan *connecting rod*, ditambah dengan cara kerjanya yang bekerja pada kecepatan tinggi. Dengan alasan tersebut, maka poros engkol biasanya dibuat dari baja karbon dengan tingkatan dan daya tahan yang tinggi, dan dibuat dari bahan yang berkualitas tinggi. Bagian-bagian poros engkol terdiri dari :

- 1) *Oil hole* : Untuk saluran yang dilalui oleh oli pelumasan pada mainshaft diesel generator.
- 2) *Crank pin* : Untuk tempat tumpuan *big end* dan *connecting rod* yang terdapat di tiap-tiap silinder.
- 3) *Crank journal* : Posisinya terletak pada batang torak atau *connecting rod*. Merupakan bearing bagi batang piston untuk bergerak keatas dan kebawah. Disebut metal jalan karena saat bekerja, metal ini bergerak mengikuti gerak *crankshaft*.
- 4) *Counter balance weight* : sebagai bobot peredam atau penyeimbang putaran pada diesel generator sebagai meminimalisir getaran yang dihasilkan oleh putaran poros.
- 5) *Main bearing* : yaitu bearing yang terletak pada block mesin sehingga merupakan tumpuan utama bagi *mainshaft* saat berputar. Disebut metal duduk karena metal ini tidak bergerak hanya diam diblock mesin.

Untuk jenis mesin dengan susunan silinder yang sejajar atau garis (*iline*), jumlahnya pena engkol (*crank pin*) sama dengan

banyaknya jumlah silinder. Mesin dengan susunan silinder V dan H, jumlah *Crank pin* biasanya separuh atau setengah dari jumlah silindernya.

Bentuk poros engkol disamping ditentukan oleh banyak silindernya, juga ditentukan oleh urutan pengapiannya (FO = *firing order*). Menentukan urutan pengapian dari suatu mesin yang perlu diperhatikan adalah keseimbangan getaran akibat pembakaran, beban dari bantalan utama dan sudut puntiran yang terjadi pada poros engkol akibat adanya langkah kerja dari tiap-tiap silinder.

Oli pelumas harus disalurkan dengan cukup untuk mencegah gesekan yang besar atau kontak langsung antara logam dengan logam yaitu *fixed bearing* dan poros engkol selama berputar pada bantalan, sehingga diperlukan adanya celah yang tepat antara bantalan poros engkol untuk dapat membentuk lapisan oli. Celah ini biasanya disebut celah oli (*oli clearance*). Ukurannya bermacam-macam, tergantung pada jenis mesinnya itu sendiri, akan tetapi pada umumnya berkisar antara 0,02 mm – 0,06 mm.

b. Pengertian motor diesel

Menurut Wiranto dan Tsuda (1975: 5) Motor diesel biasanya juga disebut “ motor penyalaan – kompresi “ (*Compression Engine Ignition*), oleh karena itu cara penyalaan bahan bakarnya dilakukan dengan cara penyemprotan bahan bakar ke dalam silinder, hasil udara yang dikompresikan bertekanan dan temperaturnya tinggi. Sebagai akibat dari proses kompresi. Mesin diesel mempunyai ciri khas khusus yaitu :

- 1) Hanya udara hisap dan dikompresikan.
- 2) Bahan bakar disemprotkan ke ruang bakar dalam keadaan kabut.
- 3) Tidak memerlukan alat perantara untuk pembakaran.

Menurut P. Van Maanen Jilid I (1983 :1.1) : Pada motor diesel sesuai penciptaan Rudolf Diesel (1859-1891), udara yang diperlukan untuk pembakaran dikompresikan di dalam silinder oleh torak, sedangkan bahan bakar dalam bentuk halus disemprotkan kedalam udara panas, akibat kompresi akan bercampur dengan baik padaakhir langkah kompresi. Motor diesel juga disebut motor “kompresi udara” atau motor penyemprotan.

Motor diesel adalah suatu motor bakar yang terjadinya pembakaran bahan bakar dalam silinder motornya sendiri atau disebut juga *Internal Combustion Engine*, sedangkan proses terjadinya penyemprotan bahan bakar dalam bentuk kabut dilakukan pada akhir langkah kompresi yaitu bahan bakar segera terbakar karena tekanan udara dan temperatur yang naik pada akhir kompresi, sehingga mampu menyalakan bahan bakar.

## 2. Konstruksi

Dikutip dari <http://mdcwmotors.blogspot.co.id>. Bentuk poros engkol ditentukan oleh banyaknya silinder dan urutan pengapian (*firing order*), dalam menentukan urutan pengapian suatu motor, faktor yang harus diperhatikan adalah keseimbangan getaran, karena tekanan akibat terjadinya proses pembakaran yang ada didalam silinder. Beban dari bantalan utama (*main bearing*) dan sudut puntirnya yang terjadi pada poros engkol adalah akibat dari langkah kerja pada tiap-tiap silinder.

Poros engkol menerima beban yang besar dari batang torak dan berputar pada kecepatan yang tinggi, oleh karena itu harus dibuat dari bahan yang mampu menerima beban tersebut. Umumnya terbuat dari baja karbon tinggi.

Beban yang bekerja pada poros engkol ialah :

- a. Beban punter (torsi)
- b. Beban lengkung (bengkok)
- c. Beban sentrifugal

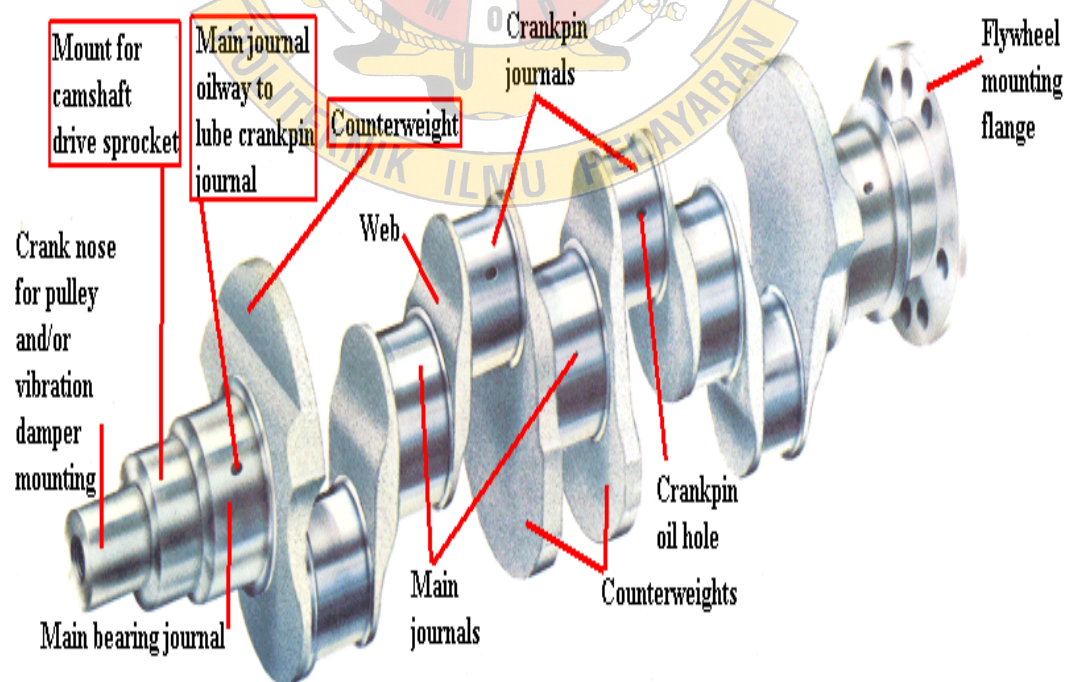


### 3. Keseimbangan poros engkol

Dikutip dari <http://mdcwmotors.blogspot.co.id>. Motor satu silinder pada poros engkolnya (biasanya dihadapan pena engkol) ditempatkan bobot kontra sebagai penyeimbang putaran engkol sewaktu torak mendapat tekanan kerja. Tetapi motor yang bersilinder banyak, pena engkolnya dipasang saling mengimbangi.

Berat bobot kontra kira - kira sama dengan berat batang torak ditambah dengan berat engkol seluruhnya, dengan demikian poros engkol itu dapat diseimbangkan, sehingga dapat berputar lebih rata dan getaran – getaran engkol menjadi hilang, dengan adanya bobot kontra ini menyebabkan tekanan pada bantalan menjadi berkurang dan merata.

### 4. Bagian – bagian pada poros engkol



Gambar 2.1 Poros Engkol

a. Poros engkol atau *crankshaft* :

Poros engkol adalah sebuah bagian pada mesin yang mengubah gerak *vertical* atau *horizontal* dari piston menjadi gerak *rotasi* (putaran). Untuk mengubahnya, sebuah poros engkol membutuhkan pena engkol (*crankpin*), sebuah bearing tambahan yang diletakkan diujung batang penggerak pada setiap silindernya. Ruang engkol (*crankcase*) akan dihubungkan ke roda gila (*flywheel*).

b. *Crankpin jurnal* :

Dalam mesin reciprocating, yang crankpin juga dikenal sebagai jurnal engkol adalah jurnal bantalan ujung besar, diujung batang yang menghubungkan berlawanan dengan piston. Jika mesin memiliki poros engkol, maka pin engkol adalah jurnal bantalan *off-pusat crankshaft*. Dalam mesin sinar, pin engkol tunggal dipasang pada roda gila.

c. *Crankpin oil hole*

Minyak dari galeri minyak utama mencapai masing-masing individu *main jurnal* dan bantalan. Minyak akan melalui alur melingkar sentral dalam bantalan dan itu benar-benar mengelilingi wilayah tengah permukaan jurnal. Lubang minyak diagonal disediakan di *crankshaft* yang melalui jaringan antara utama dan besar end jurnal untuk melumasi jurnal besar *end*. Untuk pelumasan efektif besar *end*, lubang minyak ini muncul dari *crank pin* disekitar 30 derajat disisi termuka posisi TDC engkol ini. Bagian minyak dibor tidak harus dekat dengan dinding sisi jaringan atau dekan persimpangan *fillet* antara

jurnal dan jarring untuk menghindari konsentrasi tegangan tinggi, yang dapat menyebabkan kegagalan kelelahan. Juga lubang minyak pada permukaan jurnal harus chamfered untuk mengurangi konsentrasi tegangan, tetapi chamfering berlebihan dapat merusak film minyak.

d. *Crank web* :

Ini adalah lengan menghidupkan poros, yang menyediakan melempar poros engkol. Mereka mendukung *crank pin* besar end. Mereka harus memiliki ketebalan yang memadai dan lebar untuk menahan kedua memutar dan upaya membungkuk, dibuat dalam jarring tersebut. Tapi massa yang berlebihan mereka menyebabkan efek inersia, yang cenderung untuk angina dan unwide poros selama operasi.

e. *Main jurnal*

*Main jurnal* adalah bagian silinder *parallel crankshaft*, didukung kaku dengan bantalan biasa dipasang dibak mesin. Diameter jurnal harus tepat untuk memberikan kekuatan punter. Diameter dan lebar jurnal harus memiliki daerah diproyeksikan cukup untuk menghindari kelebihan dari bantalan biasa.

f. *Crank throw*

*Crank throw* adalah jarak dari pusat-pusat utama jurnal ke pusat-pusat besar end jurnal. Ini adalah jumlah lengan menghidupkan offset dari pusat rotasi *crank shaft*. Sebuah engkol lemparan kecil mengurangi kedua *crankshaft* balik upaya dan jarak piston bergerak

antara pusat mati. Sebuah engkol lemparan besar meningkatkan leverage yang diterapkan pada *crankshaft* dan *stroke piston*.

## 5. Jenis-jenis kerusakan pada poros engkol

### a. Oval

Kerusakan yang paling sering terjadi pada poros engkol adalah ovalnya leher-leher poros engkol, hal yang pertama kali kita lakukan adalah memeriksa leher poros engkol dengan mata telanjang kemudian dilakukan pengecekan diameter pada bantalan utama dengan cara mengukur diameter dalamnya dengan inside micrometer minimal pada empat titik, meskipun cuma satu titik yang lebih besar maka harus di undersize, apabila melebihi ukuran yang diizinkan manual book dan metal bearing yang ada dipasaran maka dilakukan undersize (memperkecil ukuran) dengan cara disekrap.

### b. Tergores

Hal ini diizinkan karena permukaan poros engkol diharuskan bersih, licin sempurna dan halus, begitupun juga dengan bantalannya juga harus bersih, licin, sempurna dan halus. Apabila terdapat gram atau tergores atau cacat maka harus di undersize karena akan mempengaruhi kerja poros engkol.

### c. Defleksi pada *crank web*

Pada saat *crank web* mengalami defleksi maka bentuk dari atas dan dari bawah akan berbeda, apabila mengalami defleksi maka defleksi tersebut tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, cara

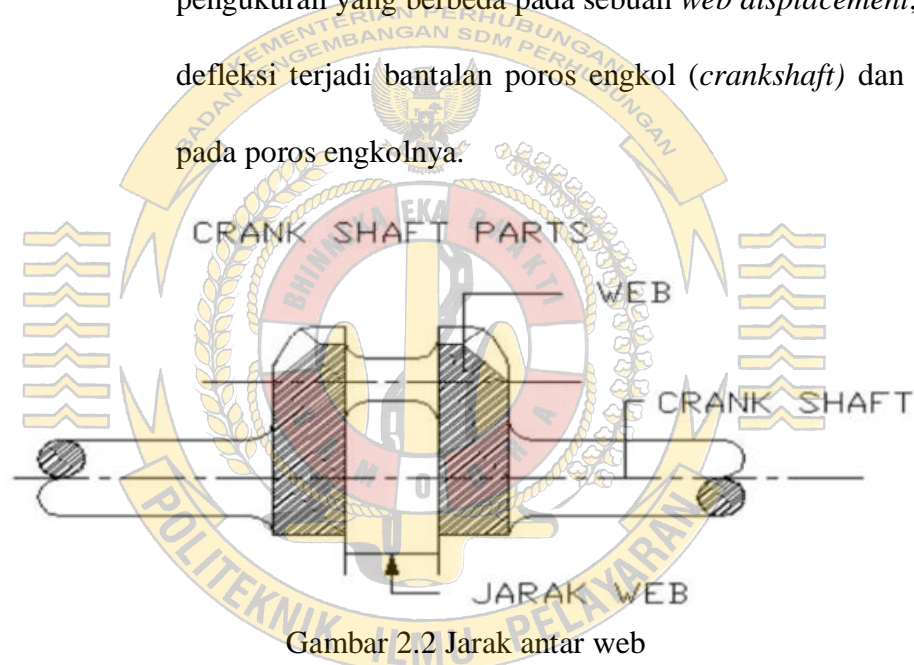


mengetahui terjadi defleksi adalah dengan mengukur diameter dalam dengan menggunakan inside micrometer. Alasan mengapa defleksi tidak boleh terjadi adalah berkaitan dengan *firing order* yang berkaitan dengan *Top Death Center* (TDC) dan poros pembakaran dalam *combustion chamber*. Untuk poros engkol dengan 4 silinder, maka sudut antara masing-masing silinder adalah  $720^0 / 4 = 180^0$ . Sudut tersebut tidak boleh berubah. Apabila terjadi defleksi pada poros engkol sudut tersebut akan berubah, dengan berubahnya sudut, maka waktu pembakaran pada masing-masing silinder yang telah dirancang sedemikian rupa oleh pabrik pembuat mesin akan berubah, hal ini menyebabkan terjadi getaran berlebih dan bila dibiarkan terus-menerus akan mengakibatkan poros engkol patah atau putus. Pengukuran *web displacement* pada poros engkol berfungsi untuk mengetahui terjadinya defleksi *crank web* pada poros engkol. Biasanya alat yang digunakan untuk melakukan pengukuran *web displacement* adalah indicator jarum.

Langkah-langkah pengukuran *web displacement* adalah sebagai berikut :

- 1) Mengukur jarak antar *web crankshaft* serta mencatat hasilnya dalam kondisi poros engkol masih terikat pada bantalan-bantalannya, poros *thrust* masih tersambung, dan dengan *connecting rod* dan pistonnya masih terpasang.
- 2) Putar poros engkol sehingga posisi poros engkol pada kondisi yang berlawanan dengan posisi sebelumnya kemudian ukur kembali jarak webnya seperti pada *point 1* sebelumnya.

- 3) Ukur jarak antar *web* pada kondisi poros engkol terlepas dari ikatan bantalannya dan ikatan *connecting rod* serta catat hasilnya.
- 4) Kesimpulan pengukuran :
  - a) Jika hasil pengukuran *web displacement* pada langkah *point 1* dan *point 2* tidak sama tetapi pengukuran pada langkah *point 3* menghasilkan pengukuran yang sama untuk beberapa pengukuran yang berbeda pada sebuah *web displacement*, maka defleksi terjadi bantalan poros engkol (*crankshaft*) dan bukan pada poros engkolnya.



Gambar 2.2 Jarak antar web

- b) Jika hasil pengukuran pada *point 1* dan *2* tidak sama serta pengukuran pada *point 3* juga memperoleh hasil yang tidak sama untuk beberapa posisi pengukuran *web displacement* pada sepasang web, maka disimpulkan defleksi terjadi pada poros engkol sedangkan posisi bantalan-bantalannya tetap lurus. Defleksi pada poros engkol masih bisa ditolerir jika masih dalam batas yang diizinkan, *allowance* ini dapat dilihat pada

*instruction manual book* atau jika tidak ada dapat dilihat dari grafik defleksi berdasarkan aturan *Rules Germanischer Lloyd (GL) for machinery part 1 chapter 2 section 2.k.*

d. *Twist* (Puntiran)

Mengetahui terjadinya *twist*, maka dapat dilakukan pengukuran terdapat sudut yang dibentuk antara *web* pada poros engkol dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Menembakkan *laser beam* pada poros engkol yang akan diukur sudut kemiringannya ( *web* acuan dan *web* yang akan diukur) dari arah sejajar sumbu poros.
- 2) Ukur sudut yang dibentuk kedua *web* (*web* acuan dan *web* yang akan diukur) dan catat hasil pengukurannya.
- 3) Jika hasil pengukuran tidak sama dengan sudut standar yang seharusnya maka berarti terjadi *twist*, *allowance* terjadi *twist* kurang lebih  $2^{\circ}$ .

Akibat terjadinya *twist* adalah

- 1) *Timing valve* tidak benar.
- 2) Proses pembakaran menjadi lebih lambat.
- 3) Pembakaran menjadi tidak sempurna.
- 4) Terjadi *knocking*.
- 5) *Vibrasi* berlebihan karena poros engkol tidak lagi balance.

Jika poros engkol mengalami *twist* maka sudut yang dibentuk antar *web* menjadi lebih lebar atau lebih kecil dari pada ukuran

standarnya, hal ini akan mengganggu proses pembakaran dalam mesin, jika sudut antar web menjadi lebih besar salah satu proses pembakaran akan mengalami keterlambatan injeksi bahan bakar akibat dari terlambatnya poros engkol menggerakkan *knock ash* yang menggerakkan *valve* melalui *rocker arm* dan batang *knock*. Keterlambatan injeksi bahan bakar ini akan mengakibatkan tidak sempurnanya proses pembakaran, dan juga akan menimbulkan bahan bakar semakin banyak dalam ruang silinder dimana jika saat terbakar maka akan menghasilkan tekanan yang sangat tinggi sehingga timbul suara ledakan, hal inilah yang disebut dengan *knocking*.

e. Aus atau *Scrath*

Keausan ini biasanya terjadi pada *crankshaft journal* karena gesekan yang terjadi antara *crankshaft journal* dengan *journal bearing* sangat besar sehingga bagian ini sangat rentang terhadap keausan, keausan ini mengakibatkan permukaan poros *crankshaft journal* jadi lebih kasar.

f. Retak

Sudut-sudut leher pada poros engkol tidak boleh tajam, harus memiliki radius (jari-jari) untuk menghindari konsentrasi tegangan. Keretakan pada poros engkol dapat terjadi dari konsentrasi tegangan yang disebabkan terlalu tajamnya sudut-sudut leher dan tidak lurusnya kedudukan poros engkol pada bantalannya dan juga diakibatkan oleh kurangnya pelumasan pada bantalan. Cara mengetahuinya adalah terlihat gram-gram yang menempel pada poros engkol.

## B. Definisi Operasional

Menurut Sugiono (2012:31), definisi operasional merupakan definisi praktis atau operasional tentang variable atau istilah-istilah lain yang dianggap penting dan sering ditemukan sehari-hari di lapangan pada saat melakukan praktek di kapal. Maka di bawah ini akan dijelaskan mengenai pengertian dari istilah-istilah yang ada pada poros engkol antara lain:

### 1. *Crank Pin Oil Hole*

*Crank Pin Oil Hole* berfungsi untuk saluran yang dilalui oleh minyak pelumasan pada *Main Shaft Diesel Generator*.

### 2. *Crank Pin*

*Crank Pin* berfungsi untuk tempat tumpuan *Big End Connecting Rod* yang terdapat di tiap-tiap silinder.

### 3. *Crank Journal*

*Crank Journal* adalah suatu bearing yang terletak pada batang torak atau *Connecting Rod*. Merupakan bearing bagi batang piston untuk bergerak keatas dan kebawah. *Crank Journal* disebut juga dengan metal jalan karena saat bekerja, metal ini bergerak mengikuti gerakan poros engkol.

### 4. *Counter Balance Weight*

*Counter Balance Weight* berfungsi sebagai bobot peredam atau penyeimbang putaran pada *diesel Generator* sebagai peminimalisir getaran yang dihasilkan oleh putaran poros engkol.

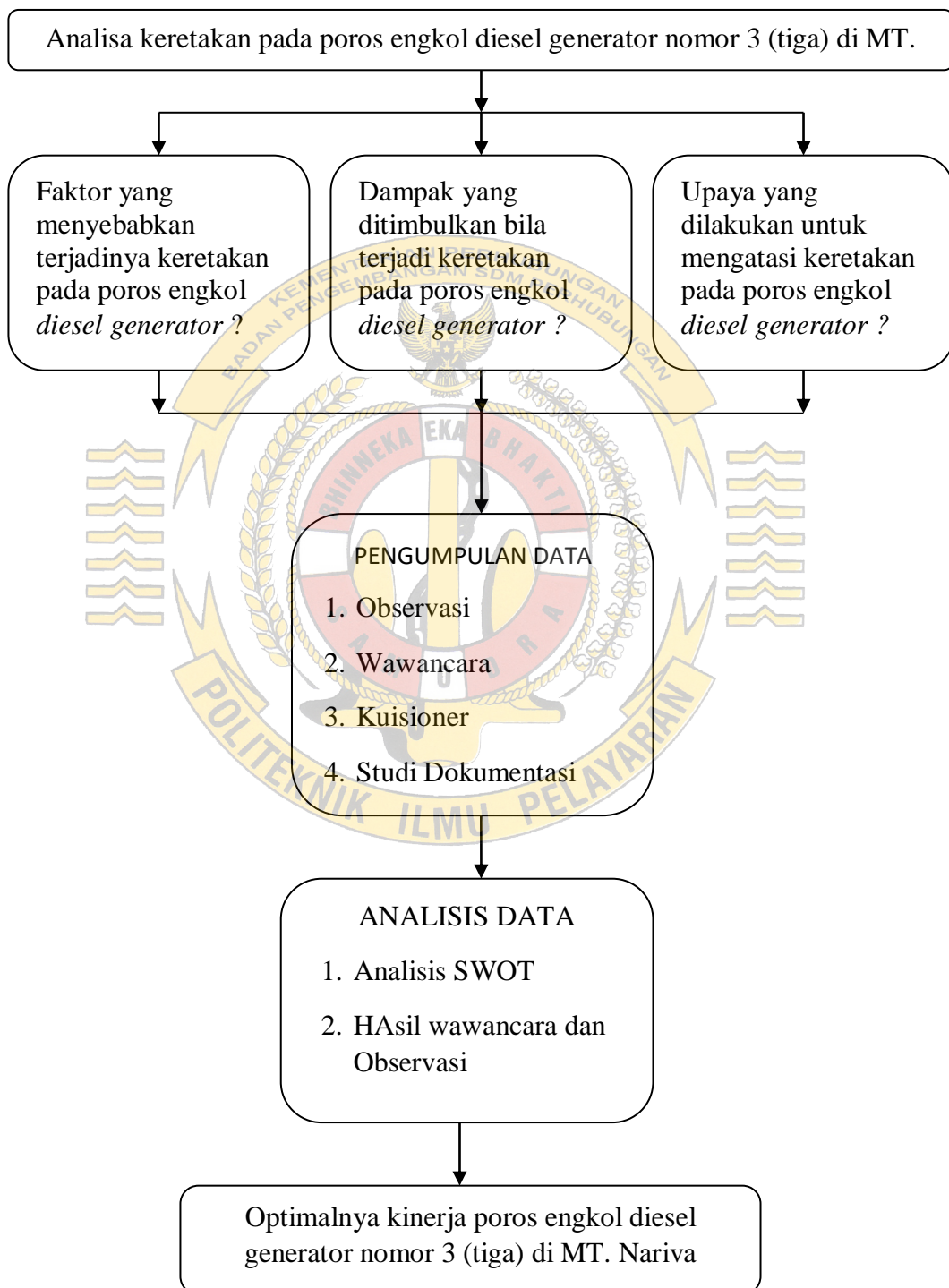
### 5. *Main Bearing*

*Main Bearing* adalah suatu bearing yang terletak pada *Block* mesin sehingga merupakan tumpuan utama bagi *Main Shaft* saat berputar. *Main*



*Bearing* disebut juga dengan metal duduk karena metal ini tidak bergerak hanya diam di *Block* mesin.

### C. Kerangka Pikir



Gambar 2.3 Kerangka pikir

Berdasarkan kerangka pikir di atas , dapat dijelaskan bermula dari topik yang akan dibahas yaitu analisa keretakan pada poros engkol diesel generator nomer 3 (tiga) di MT. Nariva, yang akan menghasilkan faktor-faktor penyebab dari kejadian tersebut.

Faktor-faktor tersebut yaitu yang menyebabkan terjadinya keretakan pada poros engkol diesel generator nomor 3 (tiga), setelah mengetahui faktor-faktor tersebut peneliti mengetahui dampak yang ditimbulkan bila terjadi keretakan pada poros engkol diesel generator nomor 3 (tiga), setelah mengetahui dampak yang terjadintersebut peneliti menentukan upaya yang dilakukan untuk mengatasi terjadinya keretakan pada poros engkol diesel generator nomor 3 (tiga). Penulis menggunakan pengumpulan data dengan observasi, wawancara, dan studi dokumentasi dengan analisa SWOT untuk menentukan hasil dari penelitian