1 (1) (2024) 27-34

Marine Science and Technology Journal

http://e-journal.ivet.ac.id/index.php/maristec

Pengaruh *Crank Shaft Deflection* pada *Auxiliary Engine/Genset* yang Melampaui Standart dan Strategi Mengembalikan ke Kondisi Ideal

Ratna Dwi Kurniawan✉, Rita Hariningrum[2]

[1,2]Universitas Ivet Semarang

DOI: https://doi.org/10.31331/maristec.v1i1

Info Articles

Sejarah Artikel:
Disubmit Oktober 2023
Direvisi November 2023
Disetujui Desember 2023

Keywords:
Crankshaft, Deflection, Engine

Abstrak

Motor diesel sebagai penggerak generator listrik dikapal harus selalu dijaga dalam kondisi prima, karena sebagai penyedia tenaga listrik di seluruh kapal, tanpa pembangkit listrik maka kapal tidak dapat berfungsi dengan normal. Untuk menjaga tetap prima dan mencegah terjadinya *black out* maka diesel harus dilakukan perawatan sesuai standart jangan sampai terjadi setelah ada kerusakan baru di perbaiki. Salah satu yang wajib dilakukan dan dilaporkan ke clasifikasi adalah pemeriksaan *crankshaft*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar defleksi yang terjadi setelah beberapa tahun motor diesel beroperasi, apakah sudah melampaui standart yang ditentukan? Jika sudah melampaui bagaimana cara mengembalikan ke kondisi standar? Metodologi yang digunakan adalah kuantitatif dan kualitatif, dengan mengukur langsung pada objek dan membandingkan dengan standar yang ada, kualitatif dengan pengamatan langsung dilapangan dan membandingkan dengan referensi yang ada. Dari hasil yang ada didapat kondisi yang melampaui standar yang kemudian dilakukan perbaikan. Manfaat penelitian ini adalah memberikan gambaran bagaimana melakukan perawatan, mengukur, mengasesmen, dan cara mengatasi permasalahan yang terjadi pada *engine*.

Abstract

The diesel engine that drives the ship's electric generator must always be maintained in good condition, because as a electrical power plant throughout the ship, without an electrict the ship cannot function normally. To keep it in top condition and prevent black out, diesel maintenance must be carried out according to standards so that this does not happen after damage has been repaired. One thing that must be done and reported to the classification is the crankshaft inspection. The aim of this research is to find out how much deflection occurs after several years of diesel engine operation, has it exceeded the specified standards? If it has exceeded how to return it to standard condition? The methodology used is quantitative and qualitative, by measuring directly on objects and comparing with existing standards, qualitative by direct observation in the field and comparing with existing references. From the existing results, conditions were obtained that exceeded standards, which were then repaired. The benefit of this research is that it provides an overview of how to carry out maintenance, measure, assess, and how to overcome problems that occur with the engine.

✉Alamat Korespondensi: E-mail: rtnkurniawan@gmail.com

ISSN : 2746-1580

PENDAHULUAN

Kapal diijinkan berlayar jika memenuhi beberapa persyaratan dan melaluai berbagai survei kelayakan oleh lembaga yang berwenang, di Indonesia dibawah kementerian perhubungan. Pemeriksaan tersebut untuk menjamin apakah sudah memenuhi standar keamanan dan keselamatan hingga dinyatakan laik layar Menurut undang-undang nomor 17 tahun 2008 tentang Pelayaran, kapal dinyatakan layak berlayar apabila telah memenuhi pesyaratan keselamatan yang meliputi: material, konstruksi, bangunan, permesinan, kelistrikan, stabilitas, *layout* perlengkapan alat penolong, radio dan elektronika. Sebelum pembangunan dan pengerjaan kapal termasuk perlengkapannya, pemilik atau galangan kapal wajib membuat perhitungan dan gamabr rancang bangun dan data kelengkapanya. Selama proses pembangunannya pun harus dalam pengawasan kementerian. Kapal yang sudah dinyatakan memenuhi syarat keselamatan maka akan diberikan sertifikat keselamatan yang dikeluarkan oleh kementerian. (1)

Untuk kapal berbendera Indonesia, menurut Undang-undang pelayaran tersebut, meskipun kapal telah mendapatkan sertifikat tetap saja harus dilakukan penilikan/survei secara terus menerus sampai kapal tidak digunakan lagi. Penilikan, pemeriksaan dan pengujian wajib dilakukakn oleh pejabat pemerintah yang diberi wewenang dan memiliki kompetensi (1). Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) Indonesia yang bergerak dibidang jasa yang diberi kewenangan dalam melakukan pemeriksaan secara periodik terhadap kapal berbendera Indonesia dan kapal asing yang beroperasi di Indonesia. BKI melakukan pemeriksaan secara periodik sesuai permintaan, apakah itu survei tahunan/annual, antara/*intermediate* 2,5 tahunan atau survei pembaruan kelas/*renewal*/*special survei*. Survei secara periodic poros propeller, propeller, tube dan system lainnya, survei machinery dan in water survei. Pemeriksaan meliputi badan kapal, permesinan dan perlengkapan kapal lainnya. BKI berhak mengeluarkan sertifikat untuk kapal yang telah memenuhi persyaratan sesuai rule yang berlaku. (2) Adapun sertifikat tersebut meliputi sertifikat pendaftaran/*registry certificate, safety radio certificate, insternational oil pollution prention certificate, international air pollution prevention, international, load line certificate* dan *certificate of class*. (3)

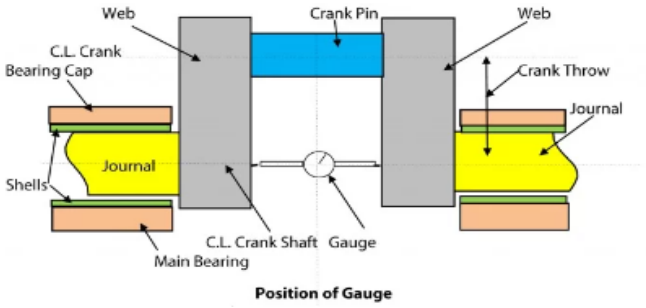
Banyak usaha yang dilakukan agar survei berjalan dengan lancar dan memenuhi standar yang berlaku, salah satunya disebutkan perlunya strategi dalam mempersiapkan pemeriksaan annual survei oleh BKI, Secara garisbesar, kapal dibagi bagian utama yang menjadi objek pemeriksaan diantaranya, pemeriksaan terhadap kondisi konstruksi, permesinan dan perlengkapan kapal, kelistrikan dan alat navigasi. Khusus pemeriksaan di kamar mesin seperti yang di jelaskan dalam artikel oleh Kundori dkk. Seperti hal hal yang harus disiapkan oleh kepala kamar mesin, perencanaan *maintenance* yang terencana/PMS dan dokumen-dokumen yang harus dipersiapkan. (4)

Sesuai peraturan yang diberikan BKI bahwa dalam pemeriksaan terdapat tiga jenis cara pemeriksaan/survei yang dilaksanakan untuk mesin pengggerak kapal yaitu:

1. Mesin dibuka lengkap/ *over houl* dan langsung diperiksa surveior BKI
2. Mesin di buka dan diperiksa oleh kepala kamar mesin/ KKM, selanjutnya KKM membuat laporan sesuai format yang sudah disediakan oleh BKI
3. Pemeriksaan mesin dapat dilakukan dengan melakukan pemeriksaan langsung secara visual dan melakukan pengujian *performance* sebagai ganti *over houl mesin*.

Gambar 1. Proses Pemeriksaan *Crankshaft*
(Sumber :CV Elang Power)

Gambar 2. *Crankshaft*
(Sumber: *https://www.iims.org.uk/engine-crankshaft-deflection-measurement/)*



Gambar 3. Posisi *Dial Gauge* Saat Pengukuran *Crankshaft Feflection*
(Sumber: https://www.iims.org.uk/*engine-crankshaft-deflection*-measurement/)

Permesinan yang ada di kapal terdiri dari beberapa macam, dari mesin penggerak/ *main engine*, mesin bantu/ *auxiliary engine*, sampai dengan permesinan pendukung sistem yang ada di kapal. Pada umumnya mesin/*engine* yang digunakan sebagai pengerak utama dan mesin bantu berupa *internal combustion/ diesel engine*. *Main engine* dan *auxiliary engine* juga merupakan objek pemeriksaan, salah satu komponen dari mesin diesel yang harus diperiksa dan dilaporkan ini adalah *crankshaft* yang merubah gerakan translasi piston menjadi gerakan rotasi yang akan memutar poros *propeller* sebagai penggerak utama kapal. Kegiatan pemeriksaan ini biasa disebut *crankshaft clock deflection* disebut demikian karena pemeriksaan ini *crankshaft* diputar seperti jarum jam pukul 12, 3, 9, 5 dan 7. Sedangkan *deflection* berarti perubahan bentuk/deformasi dari yang seharusnya lurus/memenuhi standar.

METODE

Metode yang digunakan adalah kuantitatif dan kualitatif. Kuantitatif berdasarkan data hasil pengukuran *crank deflection auxiliary engine*/ motor bantu sebagai generator pembangkit listrik pada kapal yang sedang reparasi di sebuah galangan kapal yang berlokasi di Kota Semarang. Peralatan yang digunakan adalah *dial gauge*, data diambil pada masing-masing piston, dan masing masing piston diambil 5 data, pada saat piston pada posisi /TDC, posisi *crank* pin di sisi kanan/ SB dan kiri/PS serta posisi BDC pada saat *crank* pin di kanan dan kiri dari *piston rood*.

Metode kualitatif, berupa strategi yang digunakan berdasarkan, pengalaman penulis sebagai QC di galangan kapal, juga berdasarkan wawancara/*interview* dari pelaksana di lapangan khususnya di bagian departemen permesinan. Selain itu juga menggunakan metode literatur dan pustaka sebagai pendukung dalam mengambil tindakan untuk mengambil keputusan dalam melaksanakan reparasi/*maintenance.*

Pembahasan dilakukan berdasarkan standar yang ada di galangan yang mengadopsi dari persayaratan klasifikasi khususnya Biro Klasifikasi Indonesia. Hasil perhitungan di komparasikan dengan tabel berupa grafik sebagai acuan apakah hasil pengukuran tersebut dalam zona "*exelent", "Good", "Standar"* ataukah dalam kondisi *"Bad".* Jika dalam kondisi *Bad* maka harus dilakukan *main*tenance untuk menghasilkan ukuran yang diatas standar. Usaha mengembalikan ke kondisi ideal inilah yang akan dijadikan pembahasan dalam artikel ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

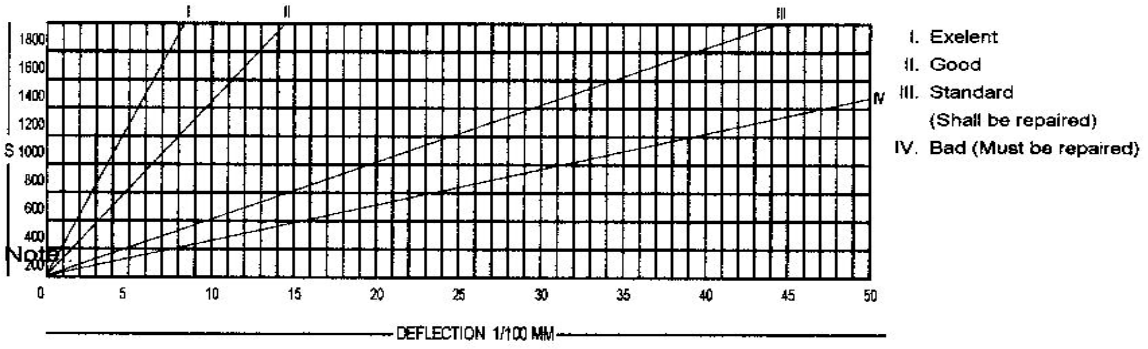
Pemeriksaan *crankshaft deflection* selain dilakukan secara periodik sesuai ketentuan klass, juga

wajib dilaksanakan jika ada perbaikan/reparasi khususnya kontruksi di kamar mesin. Perbaikan kontruksi seperti penggantian plat dan *scantling*, fondasi mesin, penambahan /modifikasi konstruks di sekitar kamar mesin dan kegaitan lainnya yang terkait dengan bangunan kapal. Pemeriksaan setelah adanya kegiatan *repair* disekitar kamar mesin ini dilakukan untuk mengantisipasi perubahan/defleksi karena tarikan / karena tegangan sisa akibat pengelasan atau perubahan beban di sekitar *main engine* atau sekitar permesinan. Pelepasan dan pemasangan kembali konstruksi degan bengelasan ditambah beban berat dari pemesinan akan menyebabkan adanya gaya atau tegangan yang akan menyebabkan terjadinya deformasi. Jika deformasi terjadi pada komponen mesin khususnya komponen-komponen yang bergerak tentu akan menyebabkan kinerja mesin tidak optimal bahkan beresiko menyebabkan kegagalan/*failure* hingga *engine* tidak *shutdown*.

Crankshaft merupakan koponen yang berada di sisi bawah silinder dan piston (5). Yang berfungsi merubah gerakan translasi menjadi gerakan rotasi yang selanjutya akan memutar poros propeller untuk mengerakkan kapal atau mengerakkan alternator sebagai pembangkit listrik pada *generator set*. *Crankshaft* yang berputar dengan putaran tinggi dan jika terjadi deformasi maka akan menyebabkan putaran yang tidak merata sepanjang *crankshaft*, sehingga akan menimbulkan getaran pada mesin, deformasi yang besar juga akan menyebabkan bearing /metal duduk dan jalan cepat aus yang pastinya juga akan meyebabkan performa mesin yang turun dan getaran mesin yang meningkat. Oleh Karena itu, fihak maker maupun klasifikasi memberikan batasan/toleransi besaran deformasi yang masih diijinkan, seperti gambar 4.

Persiapan pemeriksaan:

Ada beberapa hal yang perlu dipersiapkan sebelum melakukan pemeriksaan selain peralatan dan prosedur pemeriksaan adalah acuan/standar yang akan digunakan. Dalam hal ini *crankshaft* maka dapat digunakan standar dari maker atau galangan/klasifikasi seperti yang terlihat pada gambar 4.

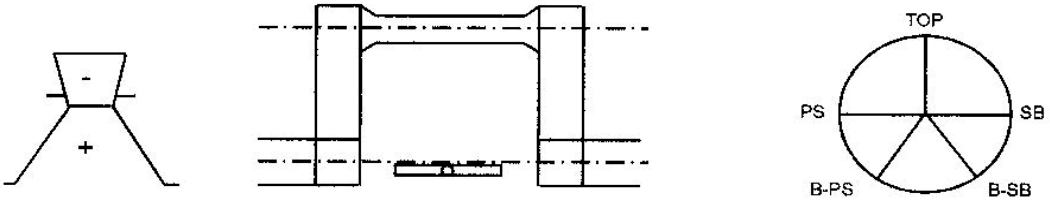


Gambar 4.Standar Acuan Pengukuran *Crankshaft Deflection*
(Sumber: BKI klass/ galangan kapal)

Seperti terlihat pada gambar 4 dapat diketahui batas maksimal deformasi dari *crankshaft* merupakan fungsi dari langkah piston/*stroke*. Sumbu tegak mewakili panjang langkah piston/stroke, sedang sumbu horizontal mewakili besarnya defleksi dalam 1/100mm. dan garis/kurva I,II,III dan IV merupakan batasan apakah defleksi dalam batas yang diijinkan atau harus segera dilakukan perbaikan. Sebagai contoh untuk mesin diesel dengan panjang langkah 600mm (sumbu tegak) kemudian ditarik garis ke kanan hingga menyentuh garis III, maka akan terlihat perpotongan di angka 15, maka dapat dikatakan bahwa kondisi *crankshaft* dapat dikatakan jika deformasi lebih 15/100mm, atau semisal di angka 16 atau deformasi 16/100mm maka akan berada dibawah kurva III, maka dapat dikatakan dibawah standar atau dengan kata *shall be repair*/ seharusnya diperbaiki. Jika melebihi angka 23 (kurva IV) maka dikatakan "*bad*"/ buruk maka wajib dilakukan reparasi.

Sebelum melakukan pemeriksaan *crankshaft* juga perlu dipersiapkan lembar/*form* untuk mencatat data untuk setiap piston dan untuk masing masing posisi pengukuran dengan *dial gauge* seperti pada gambar 3. Pada gambar 5, dapat dilihat tabel yang yang sudah disediakan galangan yang bersumber dari klasifikasi. Angka 1 s/d 10 merupakan no urut silinder *liner*/piston, baris atas tertulis *main*/*auxiliary* yang berarti mesin induk atau genset yang akan diperiksa, *bore* adalah diameter *cylinder liner*, sedangkan *stroke* adalah panjang langkah piston. Di baris kedua ada *before* atau *after* berarti pengukuran ini dilakukan setelah atau sesudah over houl/ujilaut/sea trial atau aligment/pelurusan poros .sedang baris ke 4 s/d 8 merupakan posisi *dial gauge* pada saat pengukuran apah pada saat posisi piston pada top (pukul 12), kanan kiri (pukul 9 dan 15), atau bawah (pukul 5 atau 7) untuk

menggantikan posisi pada pukul 6 yg tidak mungkin dapat dilakukan pengukuran karena *dial gauge* akan terhalang oleh *connecting rod* dari piston.



MAIN / AUXILLIARY ENGINE						BORE x STROKE :				
BEFORE/AFTER	OVERHOUL - SEA TRIAL - ALIGNMENT									
CYL - POS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TOP										
PORT SIDE										
BT - PS										
BT - SB										
SB										

Gambar 5.Format Pelaporan di Galangan Kapal
(Sumber: BKI klass/ galangan kapal)

Proses Pengukuran/Pemeriksaan:

Pelaksanaan pemeriksaan dan pengukuran diawali dengan membuka cover crangshaft / penutup yang berada di sisi kanan dan kiri mesin diesel, gambar 1 proses pengukuran dan gambar 6, *crankshaft* yang dikeluarkan dari *engine*. Seperti pada gambar 5, tabel/formulir pengambilan data setiap piston akan diambil 5 data pengukuran pada posisi piston pada TMA atau pukul 12 dan seterusnya. Jadi jika pada mesin diesel tersebut memiliki jumlah silinder/piston lima maka akan didapat 25 kali hasil pengukuran yang akan dimasukkan ke dalam formulir gambar 5.

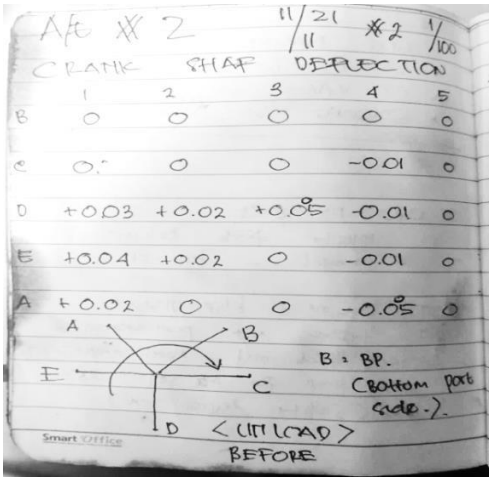
Gambar 6. Proses Reparasi Pengangkatan *Crankshaft* dari *Auxiliary Engine*
(Sumber : galangan kapal tempat A/E di reparasi)

Dalam proses pengukuran,jika menurut tabel gambar 5 maka diawali pada posisi TOP, *dial gauge* pada posisi "0" selanjutnya di putar atau istilah lapangannya di "*torn*" ke posisi *starboard*/kanan atau ke kiri/*port side* kemudian dilanjutkan ke posisi bottom kanan atau bottom kiri, setiap posisi nilai yang ditunjukkan di catat dimasukkan ke dalam formulir. *Dial* akan menunjukkan nilai minus jika terdorong ke dalam sebaliknya akan positif jika tertarik keluar. Dari nilai +/- tersebut dapaat diketahi bahwa pada posisi silinder tersebut pengalami deformasi melengkung ke bawah atau ke atas. Seperti ditunjukkan pada gambar 5, pada sisi kiri atas yang menunjukkan nilai +/-. Nilai "+" berarti *crankshaft* membuka dan "-" minus berarti menutup yang menggambarkan bentuk deformasi . Idealnya saat diputar nilai tidak berubah alias "nol", benar benar lurus. Pengukuran sebaiknya dilakukan berulang/tidak hanya sekali, karena dimungkinkan ada kesalahan peletakan *dial* atau *dial*

tersentuh, bergeser dan sebab lain yang menyebabkan ketidak akuratan data.jika sudah dilakukan pengukuran ulang tidak terjadi perubahan maka apat dikatakan pengukuran tersebut sudah sesuai/benar. Langkah selanjutnya adalah pengukuran *crankshaft* pada posisi piston berikutnya, sama seperti sebelumnya dan diambil masing masing 5 data setiap piston.

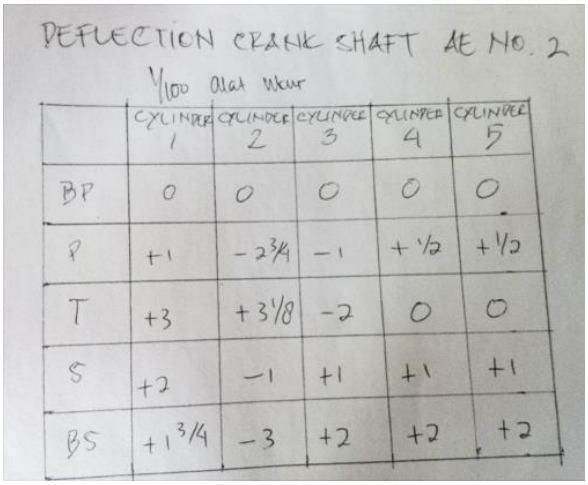
Hasil Pemeriksaan:

Pada studi kasus yang dilakukan pada generator set atau *auxiliary engine* no:2, didapat hasil seperti pada gambar no:7 untuk hasil pengukuran sebelum dilaksnakannya reparasi. Jika dilihat daari hasil pengukuran dan tabel pengukuran seperti pada gambar 5, dapat diketahui bahwa teknisi tidak mengunakan dasar pengukuran yang ada pada tabel tersebut karena: 1: ditulis di lembar kertas biasa tidak langsung di isikan di tabel, ke 2. Nilai "0" awal pengukuran tidak dimulai dari posisi piston pada TMA atau TOP. Di gambar 7 terlihat dari "B" piston pada posisi TMB kiri/*post side*. Dilanjutkan ke sisi *port side*/kiri top dan sisi kanan terakhir pada *A bottom starboard*/kanan. Bagi yang sudah biasa melaksnakan pekerjaan ini begitu melihat data mungkin tidak akan membuat bingung tetapi bagi yang tidak biasa mungkin akan sedikit berfikir karena tidak sama dengan form yang sudah disediakan.



Gambar 7. Hasil Riil di Lapangan, Pengukuran *Crankshaft Deflection* (Sebelum Reparasi)
(Sumber : galangan kapal tempat A/E di reparasi)

Pada gambar 8, merupakan hasil pengukuran setelah dilakukan reparasi, dari data atau catatan yang ada dapat diketahui bahwa teknisi yang melakukan pencatatan bukan orang yang sama, karena penulisan yang sebelum *repair* itu angka langsung di *convert* ke desimal atau di bagi 100mm sedangkan untuk gambar 8 masih menunjukkan angka yang ditunjukkan *dial* belum dibagi 100mm. dari hal tersebut juga bagi yang biasa mengerjakan mungkin hal biasa dan langsung faham, tetapi bagi yang belum terbiasa maka akan sedikit berfikir bahkan berfikir nilai sesudah *repair* akan lebih besar atau lebih buruk, padahal sebenarnya sama saja karena belum dilakukan pembagian 100mm jadi seolah terlihat besar.



Gambar 8. Hasil Riil di Lapangan, Pengukuran *Crankshaft Deflection* (Setelah Reparasi)
(Sumber : galangan kapal tempat A/E di reparasi)

Dari data di atas dapat diketahui bahwa nilai terbesar adalah pada angka +5 atau sebesar +0,05mm yang terjadi pada cylinder no: 5 pada posisi bottom starboard. Tanda positif berarti membuka relatif terhadap posisi *bottom portside*. Bisa dikatakan deformasi melengkung ke sisi kanan bawah. Sedang nilai 5 atau +0.05juga terjadi pada *cylinder* no 3 yang berarti membuka deformasi ke arah bawah saat posisi TMA. Namun jika dilihat dari keseluruhan nilai nilai maksimal tersebutt jika dibandingkan dengan grafik acuan, nilai 5 jika langkah/*stroke piston* 200mm masih dapat dikatakan madih dalam batas normal atau memenuhi standar meskipun mepet nilainya. Namun jika langkah piston 400mm maka dapat dikatakan di atas standar meski masih dibawah "*good*".

Strategi :

Karena dari dua data pada gambar 7 dan 8 masih dapat dikatakan memenuhi standar maka tidak dilakukan penaganan lanjutan untuk menurunkan besarnya deformasi. Apabila terdapat nilai yang melebihi standar paka perlu dilakukan penangan lanjut salah satunya adalah dengan :

1. Pada *main Engine* yang langsung berhubungan dengan poros propeller dapat dilakukan *alighment* ulang dan mengatur ulang posisi dudukan *main engine*. Karena shaft yang sudah larus, namun dudukan yang tidak benar-benar lurus akan menyebabkan tertariknya *crankshaft*
2. Pada *auxiliary engine*/genset perlu dilakukan aligment antara motor diesel dan alternator pembangikt tenaga listrik, karena sama seperti pada diesel yang dipasang pada poros propeller, bedanya adalah *crank* akan tertarik oleh alternator yang tidak lurus atau aligh.
3. Sesudah benar benar diluruskan, diukur kembali delectionnya dan dinyatakan memenuhi standar maka dapat dilakukan pengencangan baut pada fondasi mesin
4. Agar ketinggian masing masing dudukan pada baut sesuai dan tidak berubah maka dapat dilakukan dengan pengecoran atau yang biasa disebut *chockfas*t. Cairan khusus untuk pengganjal fon dari tempat baut dikencangkan.

Setelah terpasang semua dan mesin di coba sebaiknya atau biasanya klass akan meminta lagi bukti *clock deflection* setelah *running* untuk meyakinkan benar benar tidak berubah.

KESIMPULAN

Kegiatan reparasi atau modifikasi di kamar mesin akan berpengaruh pada kompoenen permesinan lainnya, sehingga perlu pemeriksaan sebelum dan sesudah reparasi. *Crankshaft* merupakan elemen *main engine* yang wajib dilakukan pemeriksaan secara rutin atau sewaktu-waktu jika ada permintaan klass dikarenakan adanya suatu kegiatan/ reparasi yang dicurigai berpengaruh pada performance *main engine*.

Pada studi kasus di atas pengukuran diatas dapat dikatakan masih memenuhi standar yang ditetapkan meskipun nilainya juga tidak dapat dikatakan bagus sekali. Hasil pengukuran seharusnya dilakukan beberapa kali sebelum *repair*, setelah *repair* dan sesudah uji coba agar hasilnya benar benar dapat dipertanggungjawabkan dan dijamin tidak mengalami perubahan yang signifikan, dan reparasi yang dilakukan dapat dinyatakan berhasil.

Pada kegiatan *repair*/mengembalikan kelurusan *crankshaft* perlu dilakukan dengan teliti, cermat dan dilakukan oleh orang berpengalaman, karena perubahan yang sedikit saja akan berpengaruh pada bagian/sisi lain dari deformasi yang terjadi pada *crankshaft*. Selain itu juga perlu pengawasan oleh *quality control* selama pengambilan data apakah prosedur dijalankan dengan benar.

DAFTAR PUSTAKA

(1) Undang-Undang Republik Indonesia, 2008. Tentang Pelayaran.

(2) Biro Klasifikasi Indonesia. 2006. Survei Vol 1 & Machinery Instalation Vol III (Rule /Standar Klass).

(3) SOLAS(Safety Of Life At Sea), 2004. International Maritime Organisation/ IMO.

(4) Kundori Dkk, 2020. Strategi persiapan Pemeriksaan Annual Survei oleh Surveior BKIdi Kamar Mesin Kapal" Gema Maritim vol 22 no 1.

(5) Widarto dkk, 2008. "Teknik Permesinan Jilid 1" Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

(6) https://www.iims.org.uk/engine-crankshaft-deflection-measurement/

(7) https://www.iims.org.uk/*engine-crankshaft-deflection*-measurement/