

---

## PENGARUH KEDALAMAN KERETAKAN CRANKSHAFT DG III KRI.KERAPU -812 MERK MWM TBD 234 V8 TERHADAP PERFORMANCE MESIN

Ponidi

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya, Indonesia

Email : ponidi@ft.um-surabaya.ac.id

**Abstract** – Adanya permasalahan pada engine MWM TBD 232 V 8 untuk Diesel Generator V KRI Kerapu-812 yang mana keluhan customer ialah engine noisy pada saat beroperasi, dan performance mesin cenderung turun . Setelah dilakukan pembongkaran pada engine tersebut, kemudian pemeriksaan menyeluruh pada engine ini ditemukan permasalahannya adalah satu buah nozzle rusak pada screen internal, dan fuel line internal rusak/aus pada ujung contact dengan nozzle. Bearing pilot di flywheel pecah. Main bearing pada cap no. 4, 5, dan 6 mengalami perubahan warna, dan bearingnya sudah berputar (*spun*). Crankshaft ada keretakan pada pin no.2 dan bearing connecting rod no.2 tergores dalam dan banyak partikel besi di oil pan. Menurut operating instruction for Diesel Engine TBD 232 V8 Indonesian Navy untuk Standarisasi crank pin crankshaft adalah : Ukuran Standart : 89,942 mm – 89,964 mm stage I : 89,692 mm – 89,714 mm ,stage II : 89,442 mm – 89,484 mm ,stage III : 88,692 mm – 88,734 mm, stage IV : 87,692 mm – 87,734 mm, Dengan melihat ukuran maksimum stage IV ,diketahui bahwasanya Crank pin crankshaft hanya bisa digrinding untuk under size maksimum Diameter 87,692 mm sementara keretakan pada kedalaman 3 mm sehingga harus digrinding sampai ukuran diameter 86,942 mm .Dengan demikian diambil kesimpulan Crankshaft sudah tidak direkomendasikan untuk dipasang kembali melainkan harus diganti baru .

Kata kunci: Keretakan crank shaft, pengujian , standarisasi , nozzle

### I. PENDAHULUAN

Suatu engine terdiri dari beberapa sistem, dan setiap sistem terdiri dari beberapa komponen. Komponen – komponen tersebut bekerja sama untuk mencapai suatu tujuan yaitu memenuhi fungsi dari sistem itu sendiri. Pada saat langkah pembakaran, komponen bekerja sama untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna, sehingga engine dapat menghasilkan pembakaran yang sempurna, sehingga engine dapat menghasilkan tenaga yang diinginkan dan konsumsi *fuel yang efisien*. Tujuan tersebut tidak akan tercapai apabila suatu komponen dari sistem mengalami kerusakan. Salah satu komponen engine ialah *crankshaft*. *Crankshaft* berfungsi untuk memutar *komponen* yang ada di bagian bawah *engine block*. *Crankshaft* merubah gerak translasi *piston* menjadi gerak putar yang dipakai untuk melakukan kerja. *Crankshaft* memindahkan gerakan berputar ke *flywheel* dan menghasilkan energi untuk melakukan kerja terhadap *flywheel* yang terhubung pada *crankshaft* yaitu *Torque Converter*. Pada saat melakukan General overhull ( GO ) oleh PT.Jati unggul abadi di Surabaya ditemukan kondisi crank shaft terdapat retakan dan telah dilakukan spot check dan hasilnya terdapat alur retakan

pada pin No.2 kearah melingkar dan memanjang ,sehingga team verifikasi TNI AL memberikan rekomendasi untuk melakukan pengujian keretakan lebih dalam dengan membawa ke Laboratorium konstruksi dan kekuatan kapal ITS Surabaya. PT.Jati Unggul Abadi mendapatkan permasalahan pada engine MWM TBD 232 V 8 untuk Diesel Generator V KRI Kerapu-812 yang mana keluhan customer ialah *engine noisy* pada saat beroperasi. Setelah itu tindakan operator ialah mematikan *engine*. Setelah mendengarkan *history unit* dari jurnal anggota mesin, kami mendapatkan informasi bahwa telah dilakukan perbaikan sebelumnya oleh pelaksana lain yang tidak maksimal . Setelah dilakukan pembongkaran pada *engine* tersebut, kemudian pemeriksaan menyeluruh pada *engine* ini ditemukan permasalahannya adalah satu buah *nozzle* rusak pada *screen internal*, dan *fuel line internal* rusak/aus pada ujung *contact* dengan *nozzle*. *Bearing pilot* di *flywheel* pecah. *Main bearing* pada cap no. 4, 5, dan 6 mengalami perubahan warna, dan bearingnya sudah berputar (*spun*). *Crankshaft* ada keretakan pada pin no.2 dan *bearing connecting rod* no.2 tergores dalam dan banyak partikel di *oil pan*. *Pushrod*

bengkok no.4 dan 1. *Thrust bearing crankshaft* jatuh saat dibongkar masuk ke dalam *oil pan*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. CrankShaft

*Crankshaft* mendapat perlakuan tempa panas yang terdiri dari rod journal dan *main journal* yang ditahan bersamaan oleh *web* atau *counterweight*. Masing – masing *journal* membengkok melalui *fillet* menuju *sidewall* (dinding samping). Satu main journal memiliki *ground sidewall* khusus yang disebut *thrust face*. *Rod journal* memiliki lubang – lubang pembuat ringan (*lightening holes*) yang mengurangi bobot baja yang berputar di sekitar *main journal*. *Main journal* dan *rod journal* memiliki aliran oli bor yang menyediakan jalur oli dari blok ke *main* dan *rod bearing*. Beberapa *crankshaft* memiliki *flange* di bagian depan dan belakang yang berguna untuk menyediakan penyekatan oli, atau untuk menahan *gear*, *damper* dan *flywheel*. Fungsi – fungsi dari *crankshaft* yaitu :

1. Mengubah gerakan bolak balik (atas dan bawah) menjadi gerakan putar (*rotary motion*).
2. Membawa beban bending, torsional, dan tekan.
3. Mengirim oli bertekanan ke *main bearing* dan *rod bearing*.
4. Memberikan ketahanan permukaan terhadap keausan untuk *main bearing* dan *rod bearing*.
5. Mengirim daya ke *gear train* dan *flywheel*.
6. Menyediakan permukaan sekat untuk *main oil seal* depan dan belakang

*Crankshaft rod journal* merupakan offset dari garis tengah *main journal* sehingga ketika piston dan rod bergerak naik turun, *rod journal* bergerak melingkar. Gerakan ini secara efektif akan mengubah gerakan *linear piston* menjadi gerakan putar pada *crankshaft*.

Selama proses mengubah gerakan bolak balik menjadi gerakan putar, *crankshaft* mendapat tekanan pembengkokan yang sangat besar di *rod* dan *main journal fillet*, tekanan lingkaran (torsional) di *rod* dan permukaan *main journal*, dan tekanan dorong (aksial) di *thrust journal sidewall*. Tekanan pembakaran piston dikirimkan ke *rod journal* yang seringkali menghasilkan beban pembengkokan *fillet (fillet bending load)* diatas 689 Mpa (100,000 psi). beban gear dan *flywheel*, serta beban dari piston dalam beragam porsi siklus daya, menghasilkan beban torsi dan tekan (*thrust*) yang cukup kuat untuk mematahkan *crankshaft* melalui *rod* yang tebal dan *main journal* jika terjadi masalah. Untuk

membawa beban yang sangat berat ini, *crankshaft* ditopang di blok dengan *half shell bearing*. Lubrikasi bearing tersebut diberikan melalui saluran oli yang dimasukkan di *rod* dan *main journal*. Oli bertekanan mengalir dari blok ke dalam saluran oli *main journal*. Oli bertekanan mengalir dari blok ke dalam saluran oli *main journal* terus menerus. Aliran oli mengalir melalui *web* menuju saluran oli *rod journal* dan keluar menuju *rod bearing*. Untuk meminimalkan aus dan friksi pada bearing, *crankshaft main journal* dan *rod bearing* memiliki permukaan yang keras dan tahan aus yang digerinda hingga sangat licin. *Crankshaft* mendapat perlakuan panas hingga kekerasannya melebihi Rockwell C40 dan dihaluskan hingga permukaan jadi 0, 125 µm (5microinch), yang terbaik dalam industri.

Struktur *crankshaft* yang kuat, ditempat dan mendapat perlakuan panas kemudian mengirimkannya kekuatan ke kedua ujung *shaft* yang digunakan untuk melakukan tugas bermanfaat di gear train, pulley, flywheel, transmission, dan generator. *Crankshaft* juga mencegah merembesnya oli melewati bagian depan dan belakang main bearing journal dengan memberikan wear seat yang halus untuk oil seal depan atau belakang .

### 2.2. Analisis Kegagalan

Untuk melakukan analisa terlebih dahulu harus dipahami apa itu analisa kegagalan. analisa kegagalan didefinisikan sebagai “penelitian yang mendalam terhadap fakta-fakta yang ditunjukkan oleh produk dan lingkungannya dan menuntun kita menemukan *root cause* (akar penyebab) dari masalah-masalah yang timbul dari produk”.

Untuk melakukan analisa kegagalan diperlukan fakta dan data yang diperoleh dari tiga sumber utama, tiga sumber tersebut adalah:

- 1) Daerah kerja *machine* / unit pelanggan
- 2) Produk atau bagian yang rusak
- 3) Penelitian laboratorium metalurgi

Akan tetapi kebanyakan masalah dapat diselesaikan dengan mempergunakan sebanyak mungkin data-data dari sumber 1 dan 2.

### 2.3. Root Cause

Tujuan akhir dari sebuah analisa kegagalan adalah menemukan akar masalah/*root cause*. *Root cause* adalah suatu kondisi tertentu yang menjadi awal timbulnya suatu masalah. Untuk menemukan akar

masalah tersebut, diperlukan prosedur pelaksanaan untuk mempermudah seseorang yang melakukan analisa kegagalan (analisis) agar dalam pelaksanaan tidak terjadi kesalahan sehingga didapat akar masalah yang keliru.

#### 2.4. Delapan Langkah Analisa Kegagalan

Penerapan analisa kegagalan dapat disusun menjadi delapan tahapan untuk membantu seseorang analisis melakukan analisa dengan baik. Apabila langkah-langkah ini tidak diikuti dengan baik dan tidak berurutan dapat menimbulkan kesalahan dalam mengidentifikasi *root cause*, tindakan perbaikan yang tidak tepat, mengakibatkan *downtime* yang tinggi dan kekecewaan pelanggan.

Kedelapan langkah tersebut adalah:

- 1) Pastikan masalah tersebut dengan singkat dan jelas
  - 2) Menyusun semua fakta yang diperoleh
  - 3) Catat dan periksa fakta-fakta tersebut
  - 4) Berpikir secara logis dengan fakta tersebut
  - 5) Identifikasi/tentukan *root cause* yang paling mendekati timbulnya masalah tersebut
  - 6) Komunikasikan dengan bagian yang bertanggung jawab
  - 7) Lakukan perbaikan sesuai dengan arahan bagian yang paham dan bertanggung jawab terhadap masalah tersebut
  - 8) Bicarakan dengan pelanggan dan lakukan pemantauan.
- Dalam melakukan analisa kegagalan maka seorang analisis harus membiasakan diri menanyakan pertanyaan “apakah ini akar penyebab atau akibat?”. Dengan membiasakan menanyakan pertanyaan ini, akan mengarahkan seorang analisis kepada akar masalah yang benar. Dalam menganalisa suatu kegagalan akan terdapat fakta yang memberitahu seorang analisis tentang akar penyebab atau akibat. Fakta-fakta ini disebut dengan “*road sign*”, karena fakta-fakta ini sering memberi tahu bahwa komponen rusak adalah akibat, tetapi juga menolong seorang analisis menemukan penyebab.

*Failure analysis*/analisa kegagalan diperlukan ketika komponen mengalami perubahan bentuk, aus atau patah, bukan ketika masalah dapat diselesaikan dengan *adjustment* dan operasi yang benar. Analisis harus mendapatkan dasar latar belakang informasi produk dan menentukan apakah *failure analysis* diperlukan. Dalam langkah ini sesuatu yang salah adalah membuat batasan yang salah. Pernyataan tentang suatu masalah mesti menggambarkan sesuatu yang tidak baik, sesuatu yang mengalami perubahan bentuk, aus atau patah. Analisis

jangan membuat batasan terlalu luas dan memasukkan sesuatu yang masih baik, juga jangan batasan terlalu kecil dan mengabaikan sesuatu yang tidak baik. Jika *failure analysis* diperlukan, analisis harus memulai proses *failure analysis* dengan menulis pernyataan masalah. Pernyataan masalah harus mencakup:

- Keluhannya
  - Area spesifik atau komponen yang tidak baik
- Keluhan terjadi ketika orang berpikir mereka melihat, mendengar, dan mencium sesuatu yang salah. Keluhan harus diselidiki sehingga ditemukan sesuatu yang salah. Komponen atau area spesifik yang tidak bekerja dengan semestinya harus juga diidentifikasi. Pencatatan yang teliti bisa menolong seorang analisis mengidentifikasi sesuatu yang tidak baik.

#### 2.5 Menyusun semua fakta yang di peroleh.

Langkah kedua dilakukan dengan cara menyusun semua fakta yang diperoleh atau merencanakan tindakan selanjutnya. Analisis harus mengulas pernyataan tentang masalah dan berfikir tentang area yang dapat mengarah pada kegagalan. Selama bekerja pada langkah kedua terdapat kemungkinan timbulnya dugaan-dugaan atau gagasan yang timbul ketika informasi diperoleh. Ketika membuat rencana pengumpulan fakta dalam melaksanakan langkah kedua, analisis harus mengingat bahwa kejadian terjadi dalam suatu rentang waktu, dan kegagalan dapat terjadi beberapa minggu dan beberapa bulan setelah akar penyebab terjadi. Oleh karena itu analisis harus memulai mengumpulkan fakta-fakta pada kejadian sebelumnya. Sebelum pengumpulan fakta, harus dipelajari kemungkinan informasi yang tersedia :

- Salah, selalu dan salah
- Asumsi, kadang salah
- Opini, kadang salah-perlu dievaluasi kredibilitasnya
- Perasaan, dapat membimbing padapernyataan yang berlebihan dan eror
- Fakta, merupakan detail-detail sebenarnya yang di perlukan.

#### 2.6. Mengamati dan mendokumentasikan fakta-fakta

Analisis harus mengikuti rencana dalam langkah 2 dan mengumpulkan sebanyak mungkin fakta. Terkadang fakta perlu diperbesar sebelum dikenali dan dicatat.

Yang termasuk sumber fakta adalah:

- Job sheet*
- Komponen rusak

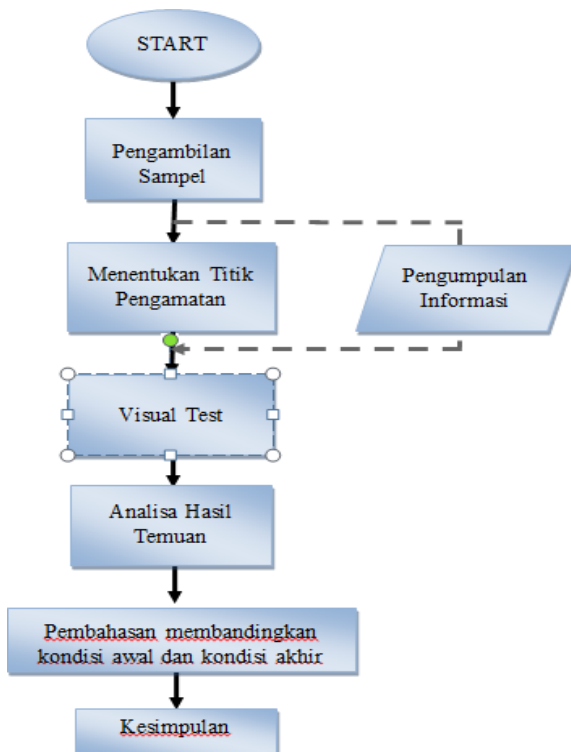
Dalam melakukan analisa, analis harus sabar dan menggunakan waktu yang diperlukan untuk mengamati dan mendokumentasikan fakta sebanyak mungkin. Karena dari fakta ini akan menghasilkan kejadian dalam urutan waktu.

*Job sheet* memiliki fakta operasional yang sering membimbing pada akar penyebab kegagalan. Operator dapat menyampaikan fakta yang bersifat kualitas dan kuantitas tentang aplikasi, operasi dan perawatan. Fakta ini mungkin saja mengenai kesalahan operasional, beban kejut, kelebihan panas, prosedur perawatan dan lain-lain. Analis juga harus memeriksa kerusakan kompenen dan juga menggunakan prinsip pengamatan *visual metallurgy*, aus, patahan, untuk mengidentifikasi fakta. Seorang analisis harus selalu bertanya “apa yang saya lihat?” dan menuliskan apa yang terlihat.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Flow Chart

Untuk melakukan pembahasan penelitian crankshaft MWM TBD 232 V8 KRI.Kerapu-812 penulis membuat *flow chart* sebagai berikut :



Gambar 1 Flow chart

#### 3.2. Cara Melakukan Analisa Kegagalan

Metode yang dilakukan dalam penulisan laporan pengujian dan analisa keretakan crankshaft DG V MWM Type TBD 232 V 8 KRI.Kerapu-812 merupakan pengaplikasian dari delapan langkah analisa kegagalan. Adapun delapan langkah analisa kegagalan tersebut adalah;

1. Nyatakan masalah dengan singkat, jelas dan tepat
  2. Menyusun semua fakta yang di peroleh.
  3. Mengamati dan mendokumentasikan fakta-fakta
  4. Berpikir logis dengan fakta-fakta
  5. Identifikasi/tentukan *root cause* yang paling mendekati timbulnya masalah tersebut
  6. Komunikasikan dengan bagian yang paling bertanggungjawab terhadap kegagalan tersebut
  7. Melakukan perbaikan seperti yang diarahkan oleh pihak yang bertanggung jawab.
  8. Bicarakan dengan pelanggan dan lakukan pemantauan.
- Tetapi disini hanya akan dibahas sampai langkah kelima, yaitu sampai menentukan *root cause*. Karena pada studi kasus yang dilakukan tidak dilaksanakan perbaikan pada *Crankshaft*. Tetapi dilakukan penggantian.

##### 3.2.1. Pengamatan terhadap fakta

Tabel 3.1. Pengamatan terhadap fakta

Giat	Uraian kegiatan	Keterangan
Pengamatan	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Crankshaft retak pada jurnal no.2</li> <li><input type="checkbox"/> Di sekitar permukaannya yang retak terlihat <i>fatigue fracture</i> yang terjadi karena <i>high/overload</i> yang berulang</li> <li><input type="checkbox"/> Oli yang terdapat pada engine mengalami <i>fuel dilution</i> yaitu</li> </ul>	

pengenceran yang diakibatkan bercampurnya dengan *fuel*

- Pada *oil pan* terdapat partikel / gram dikarenakan pengikisan komponen-komponen lainnya sehingga *oil pan* banyak terdapat partikel – partikel asing
- Terjadinya pitting pada *camshaft* akibat dari *fuel dilution*
- *Main bearing* no. 5 *spun*. *Bearing* material terdesak keluar (pull out) karena ada *excessive fore* dari arah belakang *engine*

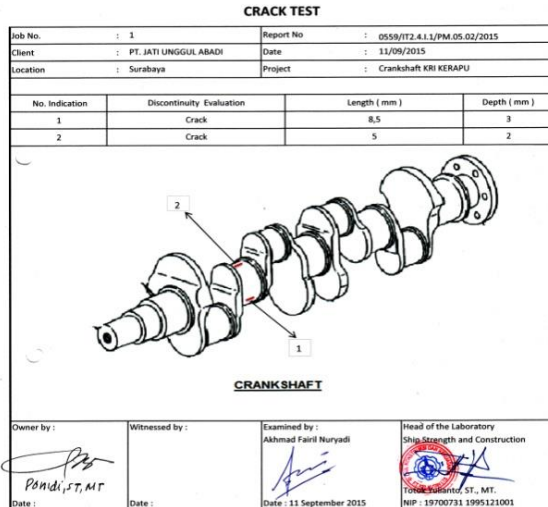
### 3.2.2. Menentukan *root cause*.

Dari semua data visual yang di dapat, terlihat bahwa *crankshaft* yang retak tersebut terjadi kegagalan yang diikuti kerusakan komponen lainnya. Penyebab utama kegagalan dari sebuah komponen adalah tidak alignment pada pemasangan *torque converter* sehingga membuat sistem-sistem pada *engine* berakibat kegagalan dari *crankshaft* yang retak tersebut, sehingga berakibat pada kinerja komponen lainnya menjadi terganggu dan mengalami kerusakan.. Dikarenakan *Crankshaft* adalah komponen sangat vital pada proses kinerja pada *engine*, maka *crankshaft* yang retak dapat membuat komponen lainnya menanggung akibat kegagalannya seperti, *main bearing jurnal*, *main bearing cap*, *connecting rod*,

*camshaft*, *thrust plate*, *noozle* dan lain – lain. Oleh sebab itu, *engine* tidak bekerja dengan baik atau *engine performance* menurun. Gagalnya sebuah *crankshaft* selalu dikaitkan dengan sistem pelumasan. Biasanya disebabkan oleh salah satu atau dua sumber yaitu lubrikasi dan *endplay* pada *crankshaft* yang *outspec* juga kotoran (*dirt*) dalam pelumasan. Kemudian dilakukan pengecekan yang berhubungan langsung dengan *crankshaft*, yang membuat menjadi retak. Pada *engine* unit yang berhubungan ke *flywheel* diantaranya adalah *torque converter* dari *crankshaft*. *Crankshaft* berperan penting untuk menghasilkan torsi ke *flywheel* yang terhubung oleh *crankshaft*. Kemudian dilakukan pengecekan visual, *torque converter* terjadi kerusakan dan terjadi *adhesive wear* pada shaftnya. Setelah dilakukan penelitian secara seksama ternyata kesalahan pemasangan (*misalignment*) pada *torque converter*. Akibat *crankshaft* menjadi *retak* karena adanya *external force* yang berlebihan dari arah belakang *engine*. Indikasinya terlihat dari ausnya dudukan *thrust plate* pada *engine block* dari arah belakang, sedangkan dari *front engine* kondisi bagus. Kerusakan pada *main bearing* no. 5 dengan kondisi material *bearing* yang tertekan sampai keluar ke arah belakang, yang mengidentifikasi *crankshaft* tertekan ke arah *front engine* oleh *overload* yang berlebihan. Intinya, *torque converter* menunjukkan adanya *excessive force* pada shaft dan *bearing pilot*. Kemungkinan saat pemasangan tidak center. Hal ini mengakibatkan *thrust plate crankshaft* mengalami pembebanan yang berlebihan juga dan akhirnya terjadi keretakan . *Crankshaft* mengalami momen puntir yang berlebihan karena *endplay* yang sudah *outspec* dan adanya *fuel dilution*, sehingga mengalami permasalahan pada pelumasan, *fatigue*, dan akhirnya terjadi keretakan sehingga tidak menutup kemungkinan apabila permasalahan ini tidak segera teratasi akan mengakibatkan kepatahan pada *crankshaft* dan akan mengakibatkan kerusakan yang luar biasa parah terhadap komponen *engine* .



LABORATORIUM KONSTRUKSI DAN KEKUATAN KAPAL  
 JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN  
 FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 Gedung W - Lantai 1, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
 Telp./Fak. 031 599 4933



Gambar 2 Hasil Pengukuran Kedalaman keretakan Crankshaft di ITS Surabaya

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian pembahasan ini, penulis akan menguraikan beberapa fakta yang berhasil diperoleh berdasarkan tahapan analisa visual yang penulis gunakan pada bab sebelumnya.

##### 4.1 Analisa Masalah Visual

Untuk mengetahui jenis retakan pada pada *Crankshaft* , terlebih dahulu harus diketahui beberapa faktor penyebab dari keretakan dari suatu logam, sebagai berikut;

- Pembebanan
- Kondisi material
- Missalignment*
- Temperatur operasi
- Kondisi lingkungan

Pada komponen yang berputar seperti *Crankshaft* ini terjadi retakan *fatigue* . Untuk mengetahui retakan ini, dapat dilakukan dengan pemeriksaan visual yang seksama dengan melakukan spot check dengan menggunakan cairan panetrant. Selanjutnya, golongan retakan sebagaimana yang telah dijelaskan diatas. Periksa kembali pembebanan untuk memastikan beban melingkar muncul pada *crankshaft* karena *fatigue fracture* dan

beban berlebihan yang menjadi penyebabnya. Penyebab *crankshaft* ini yaitu terjadi *overloading* atau beban yang diberikan pada *crankshaft* berlebihan didepan atau belakang main journal saat pembengkokan. Tanda-tanda overload ini dengan adanya retakan akibat kelelahan pembengkokan yang dimulai di *main fillet* depan atau *rod journal fillet* pertama tanpa disertai tanda-tanda *stress raiser*. *Beach mark* terjadi dengan diberi jarak sangat rapat di dekat tempat dimulainya retakan sehingga sulit dilihat. Retakan tersebut tumbuh sangat lambat menuju *fillet* di dekatnya sampai bagian yan melemah mendapat beban berlebih dan menjadi gagal. Jika dicurigai terjadi masalah aplikasi, selidiki pemasangan dan putuskan apakah spesifikasi Mesin MWM TBD 232 V8 telah dilanggar. Pada *crankshaft* retakan jarang disebabkan oleh cacat material atau kesalahan proses *manufactur*. Karena pihak pabrikan mengontrol material dan proses pembuatannya, sangat jarang terjadi retakan *crankshaft* pada saat digunakan.

##### 4.2 Analisa Masalah Hasil Ukur Crank shaft

Setelah melakukan pengujian dan pengukuran di Laboratorium konstruksi kapal ITS dan mengacu pada Standarisasi crankshaft dari Mesin MWM TBD 232 V8 sebagai berikut :

Menurut operating instruction for Diesel Engine TBD 232 V8 Indonesian Navy untuk Standarisasi crank pin crankshaft adalah :

- Ukuran Standart : 89,942 mm – 89,964 mm
- Stage I : 89,692 mm – 89,714 mm
- Stage II : 89,442 mm – 89,484 mm
- Stage III : 88,692 mm – 88,734 mm
- Stage IV : 87,692 mm – 87,734 mm

Dengan melihat ukuran maksimum stage IV ,bahwasanya Crank pin crankshaft hanya bisa digrinding untuk under size maksimum Diameter 87,692 mm sementara keretakan pada kedalaman 3 mm sehingga harus digrinding sampai ukuran diameter 86,942 mm .Dengan demikian diambil kesimpulan Crankshaft sudah tidak direkomendasikan untuk dipasang kembali melainkan harus diganti baru .

#### V.KESIMPULAN

Setelah melakukan analisa kegagalan pada crankshaft engine *MWM TBD 232 V 8 KRI.Kerapu-812*, dapat ditarik beberapa kesimpulan yang mengacu kepada hasil analisa yang telah ditemukan sebagai berikut :

1. Retakan yang terjadi pada *crankshaft* adalah tipe *fatigue fracture* dengan adanya *beach mark* berbentuk halus, *Ignition site*, dan penyebabnya karena *overload* yang terus berulang.
  2. Beach mark berbentuk halus dan mengkilap. Dimulai dari tanda merah dan diakhiri dengan warna kuning. Prosesnya retakan tersebut tumbuh sangat lambat menuju *fillet* di dekatnya sampai bagian yang melemah mendapat beban berlebih dan menjadi gagal
  3. Adanya pembebanan torsional yang berpengaruh pada *crankshaft* yang menjadi penghubung ke *flywheel*.
  4. *Fuel diution* akibat *noozle* dan *line fuel* mengalami kerusakan karena pergerakan *aksial* dengan pembebanan bending yang berlebihan akibat nya *crankshaft* menjadi *outspec*.
  5. Akar penyebab permasalahan dari kegagalan *crankshaft* adalah *torque converter* yang menunjukkan adanya *excessive force* pada shaft dan *bearing pilot*. Kemungkinan saat pemasangan tidak alignment (*misalignment*). Hal ini mengakibatkan *thrust plate* pada *crankshaft* mengalami pembebanan yang berlebihan dan akhirnya terjadi keretakan. *Crankshaft* mengalami moment puntir yang berlebih karena *end play* yang sudah *out spec* (*thrust plate broken*), sehingga mengalami peristiwa *fatigue* ,dan pada akhirnya crack.
  6. Dengan mengacu pada standarisasi dari Manual Book MWM TBD 232 V8 untuk Diameter pin Crankshaft standart adalah = 89,942mm ,maximum under size ( Stage IV ) adalah diameter =87,692 mm ,sementara kedalaman keretakan pin crankshaft 300 micron ( 3 mm ) sehingga under size pada diameter 86,942 mm masih belum bisa menyelesaikan masalah ,Dengan kondisi demikian crankshaft lama sudah tidak diijinkan dipasang kembali dan harus diganti dengan crankshaft yang baru .
- [2] Anthony M Smith (1993), *Reliability Centered Maintenance* , Mc. Graw Hill Inc, New York USA.
  - [3] Arismunandar , Wiranto (2002) *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*, ITB, Bandung
  - [4] Artana, Ketut B (2003) *Spreadsheet Modelling For Optimization of Preference Degree of Quantitative Considerations*, A Research on Marine Machinery Selection Using Hybrid Method of Generalized Reduced Gradient and Decision Matrix, Chapter3, Kobe University , Japan.
  - [5] Departement of Defence (1998) MIL-217, Military Hand Book Electronic Reliability Design Handbook, USA.
  - [6] Djoko Kriswanto ,2009 Analisa penentuan interval waktu penggantian Komponen Kritis pada Engine Pesawat NC-212 Cassa
  - [7]HND, "Operating Instructions For Diesel engine MWM TBD 232 V 8 "

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alkaf, Abdullah (1992), *Teknik Keandalan Sistem*, Hand Outs : *Teori Keandalan*, ITS, Surabaya