



ANALISA KEGAGALAN *FRONT DRIVE SHAFT* KANAN MOBIL

Diajukan oleh :

Nama : YURISKI FAIR NASUTION
NPM : 18510002
Jurusan : Magister Teknik Mesin
Konsentrasi : Teknik dan Manajemen Perawatan (TMP)

**INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL
JAKARTA
2020**



ANALISA KEGAGALAN *FRONT DRIVE SHAFT* KANAN MOBIL

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Teknik Mesin**

**Nama : YURISKI FAIR NASUTION
NPM : 18510002
Jurusan : Magister Teknik Mesin
Konsentrasi : Teknik dan Manajemen Perawatan (TMP)**

**INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL
JAKARTA
2020**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : YURISKI FAIR NASUTION
NPM : 18510002
Tanggal : 30 Agustus 2020

HALAMAN PERNYATAAN NON PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yuriski Fair Nasution

NPM : 18510002

Mahasiswa : Teknik Mesin

Tahun Akademik : 2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan Tugas Akhir yang berjudul “ANALISA KEGAGALAN *FRONT DRIVE SHAFT* KANAN MOBIL”

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Jakarta, 30 Agustus 2020



Yuriski Fair Nasution

HALAMAN PENGESAHAN

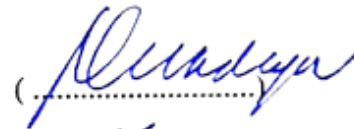
Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Yuriski Fair Nasution
NPM : 18510002
Program Studi : Teknik Dan Manajemen Pemeliharaan
Judul Tesis : Analisa Kegagalan *Front Drive Shaft* Kanan Mobil

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Dan Manajemen Pemeliharaan Fakultas Pascasarjana, Institut Sains Dan Teknologi Nasional.

DEWAN PENGUJI

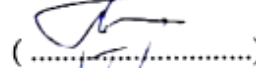
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. DN. Adnyana, APU

()

Penguji : Dr. Ir. Koswara, MSc

()

Penguji : Dr. Ir. Harun Al Rosyid, MM. MT

()

Penguji : Ir. Nofirman, MSc

()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 22 Agustus 2020

KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Program Studi Teknik Dan Manajemen Perawatan (TMP) pada Fakultas Teknik Mesin Institut Sains Dan Teknologi Nasional. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- a) Prof, Dr, Ir, DN. Adnyana, APU, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini;
- b) Kepada Perusahaan yang tidak bisa saya sebutkan telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
- c) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
- d) Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan tesis ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 30 Agustus 2020

Penulis



Yuriski Fair Nasution

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Institut Sains Dan Teknologi Nasional, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yuriski Fair Nasution
NPM : 18510002
Program studi : Teknik Dan Manajemen Perawatan (TMP)
Fakultas : Teknik Mesin
Jenis karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Sains dan Teknologi Nasional **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Analisa Kegagalan *Front Drive Shaft* Kanan Mobil

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Sains dan Teknologi Nasional berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) *soft copy* dan *hard copy*, merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 30 Agustus 2020

Yang Menyatakan


Yuriski Fair Nasution

ABSTRAK

Nama : Yuriski Fair Nasution
Program Studi : Teknik Mesin
Judul : Analisa Kegagalan *Front Drive Shaft* Kanan Mobil

Tulisan ini membahas tentang kegagalan yang terjadi pada *front drive shaft* kanan kendaraan dengan spesifikasi material baja karbon medium S45C. *Front drive shaft* kanan menerima beberapa beban dinamis dan torsi sehingga harus kuat untuk menanggung stres (Muni kishore, J. K. (2016, Aug). Pada *front drive shaft* kanan menunjukkan bahwa adanya *initial crack* yang menyebabkan *brittle fracture over load* dan disebabkan oleh beban mendadak dari luar. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor penyebab kegagalan tersebut dan memberikan solusi bila terjadi kasus yang serupa pada komponen dengan material yang sama.

Kata kunci: *Front drive shaft* kanan mobil, baja carbon medium S45C, *brittle fracture over load*, akibat beban mendadak.

ABSTRACT

Name : Yuriski Fair Nasution
Study Program : Teknik Mesin
Title : Analisa Kegagalan *Front Drive Shaft* Kanan Mobil

This paper discusses the failure that occurred on the right front drive shaft of a vehicle with the specification of S45C medium carbon steel material. The right front drive shaft receives several dynamic loads and torque so it must be strong to endure stress (Muni kishore, J. K. (2016, Aug). The right front drive shaft shows that there is an initial crack which causes the brittle fracture overload and is caused by sudden external loads. The purpose of this study is to determine the factors causing the failure and to provide a solution if a similar case occurs in components with the same material.

Keywords: Front drive shaft right car, carbon steel medium S45C, brittle fracture over load, sudden impact load.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN NON PLAGIAT	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH	vi
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup Pembahasan	2
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
BAB 2 LANDASAN TEORI	4
2.1 <i>Drive Shaft</i>	4
2.2 Kegagalan	5
2.2.1 Definisi Kegagalan	5
2.2.2 Mode Kegagalan	6
2.2.3 Analisis Kegagalan	7
2.2.4 Gejala dan Kemungkinan Penyebab Kegagalan <i>Drive Shaft</i>	8
2.2.5 Analisa Penyebab Masalah	10
2.3 Baja Karbon	10
2.4 Baja Paduan (<i>Alloy steel</i>).....	12
2.4.1 Pengaruh Unsur-Unsur Terhadap Baja.....	12
2.4.2 Jenis Baja Paduan	14
2.5 Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>)	16
2.5.1 Normalizing	16
2.5.3 Tempering	16
2.6 Perlakuan Permukaan (<i>Surface Treatment</i>)	17
2.7 Mekanisme Penguatan Baja.....	21
2.7.1 Pengerasan Regangan (<i>Strain Hardening</i>)	21
2.8 Pengujian Material	22
2.8.1 Uji Kekerasan	22
2.8.2 Metallografi	27
2.9 Fatigue (Kelelahan)	28
2.10 Kurva Tegangan – Siklus (S-N)	30
2.11 Yield Strength Dan Tensile Strength.....	31

2.12	Karakteristik Kelelahan Logam	32
2.13	Karakteristik Makroskopis	32
2.14	Struktur Kristal	36
2.14	Jenis – Jenis Sistem Penggerak Kendaraan	38
2.15	Penelitian Terdahulu	40
BAB 3	METODOLOGI DAN PELAKSANAAN PENELITIAN.....	43
3.1	Diagram Penelitian	43
3.2	Konstruksi <i>Front Drive Shaft</i> Pada Mobil.....	44
3.3	Pengamatan Visual	45
3.4	Pemeriksaan Makro	46
3.5	Pemeriksaan Mikro.....	46
3.6	Metalografi	46
3.7	Analisa Komposisi Kimia.....	47
3.8	Uji Kekerasan	47
3.9	Skema Permukaan Patah.....	48
3.10	Kronologi Terjadinya Kerusakan Pada <i>Front Drive Shaft Kanan</i>	49
3.11	Spesifikasi Kendaraan	50
3.12	Service History	51
3.13	Rencana Waktu Pengerjaan	52
3.14	Teknik Analisis.....	53
BAB 4	Hasil pengujian	54
4.1	Komposisi Kimia.....	54
4.2	Uji Kekerasan (<i>Hardness Vickers</i>)	55
4.3	<i>Macrostructure Test</i>	56
4.4	<i>Microstructure Test</i>	56
4.5	Kondisi <i>Front Drive Shaft Kanan</i> Pengamatan Secara Visual	61
4.6	Analisa Regangan <i>Front Drive Shaft Kanan</i>	63
4.6.1	Beban Normal Kondisi <i>Front Drive Shaft Kanan</i> Tidak Bergeser.....	63
4.6.2	Beban Normal Kondisi <i>Front Drive Shaft Kanan</i> Bergeser 6 mm	67
4.7	Analisa Kondisi <i>Front Drive Shaft Kanan</i> Menggunakan Metode <i>Ansys</i>	70
REFERENSI	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Posisi <i>Drive Shaft</i>	8
Gambar 2.2 Model <i>Drive Shaft</i>	9
Gambar 2.3 <i>Drive Shaft Breakdown Part</i>	9
Gambar 2.4 <i>Fishbone diagram</i>	10
Gambar 2.5 Proses Karburasi Cair	17
Gambar 2.6 Peralatan Nitridasi	19
Gambar 2.7 Proses Karbonitridasi.....	20
Gambar 2.8 Metode Pengerasan Induksi	21
Gambar 2.9 Metode Pengerasan Nyala	21
Gambar 2.10 Metode Pengujian Kekerasan Brinell	24
Gambar 2.11 Prinsip Kerja Rockwell.....	26
Gambar 2.12 (a) Pengujian Vickers (b) Bentuk indentor Vickers	27
Gambar 2.13 Siklus Fatigue	29
Gambar 2.14 Deformasi Plastis	30
Gambar 2.15 Kurva <i>S-N paduan ferro dan non ferro</i>	31
Gambar 2.16 Kurva <i>Stress - Strain</i>	32
Gambar 2.17 <i>Drive shaft</i> patah.....	33
Gambar 2.18 <i>Macrostructure</i> kerusakan pada <i>shaft</i>	33
Gambar 2.19 Fase Kegagalan Lelah (<i>Fatigue</i>).....	34
Gambar 2.20 Striasi	35
Gambar 2.21 Struktur Mikro Ferit dan Perlit	36
Gambar 2.22 Struktur Lath dan Plate Martensit.....	37
Gambar 2.234 Sistem Pemindah Tenaga Pada Kendaraan Tipe FR	39
Gambar 3.1 Metodologi Penelitian.....	43
Gambar 3.2 Konstruksi <i>Front Drive Shaft</i> Pada Mobil.....	44
Gambar 3.3 Konstruksi <i>Front Suspension</i>	45
Gambar 4.1 Lokasi Uji Kekerasan (HV).....	55
Gambar 4.2 <i>Macrostructure Incident Front Drive Shaft</i> Kanan	56
Gambar 4.3 Pemeriksaan Sampel 1 Potongan Melintang	56
Gambar 4.4 Struktur Mikro Daerah Yang Dikeraskan.....	57

Gambar 4.5 Struktur Mikro Sampel Potongan Melintang.....	57
Gambar 4.6 Struktur Mikro Sampel Potongan Melintang.....	58
Gambar 4.7 Struktur Mikro Sampel Potongan Melintang Di Bagian Transisi Pengerasan	58
Gambar 4.8 Struktur Mikro Sampel 2 Potongan Memanjang.....	59
Gambar 4.9 <i>Front Drive Shaft</i> Kanan <i>Heat Treatment & Non Heat Treatment Area</i>	60
Gambar 4.10 Struktur Mikro Sampel 2 Potongan Memanjang, Pada Lokasi 2	61
Gambar 4.11 Posisi <i>Front Drive Shaft</i> Kanan Berhubungan Dengan <i>Steering Knuckle</i>	62
Gambar 4.12 <i>Marking Area</i> Kontak <i>Spline Front Drive Shaft</i> Kanan Dengan <i>Spline Steering Knuckle</i> (Kondisi Terpasang Normal).....	62
Gambar 4.13 <i>Marking Area</i> (Jarak) <i>Spline Front Drive Shaft</i> Kanan Bergesekan Dengan <i>Spline Knuckle</i> 6 mm (Kondisi Terpasang Tidak Normal / Bergeser Mundur)	62
Gambar 4.14 Area Patah <i>Front Drive Shaft</i> Kanan	63
Gambar 4.15 Beban Normal <i>Front Drive Shaft</i> Kanan Tidak Bergeser	64
Gambar 4.16 Beban Normal <i>Front Drive Shaft</i> Kanan Bergeser 6 mm.....	67
Gambar 4.17 Kurva Tegangan Dan Siklus.....	Error! Bookmark not defined. 70
Gambar 4.18 <i>Front Drive Shaft</i> Kanan 3D.....	70
Gambar 4.19 <i>Front Drive Shaft</i> Kanan 3D Tampak Samping	711
Gambar 4.20 <i>Front Drive Shaft</i> Kanan Area Bending	71
Gambar 4.21 <i>Front Drive Shaft</i> Kanan <i>Stress Ratio</i>	71
Gambar 4.22 <i>Front Drive Shaft</i> Kanan <i>Equivalent Elastic Strain</i>	722
Gambar 4.23 <i>Front Drive Shaft</i> Kanan <i>Fatigue Life</i>	72
Gambar 4.24 <i>Front Drive Shaft</i> Kanan <i>Safety Factor</i>	733

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Uji Brinell.....	24
Tabel 2.2 Skala Kekerasan Rockwell	26
Tabel 3.1 Hardness Rockwell.....	48
Tabel 4.1 Komposisi Kimia <i>Front Drive Shaft</i> Kanan.....	54
Tabel 4.2 Hasil Uji Kekerasan (<i>HV</i>).....	55
Tabel 4.3 Faktor Koreksi	64



**ANALISA KEGAGALAN *CONROD BEARING* PADA *MAIN ENGINE*
KAPAL CEPAT**

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Teknik Mesin**

**NAMA : DWI TATANG YULIANTO
NPM : 18510005**

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK MESIN
FAKULTAS PASCASARJANA
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL
JAKARTA
AGUSTUS 2020**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Dwi Tatang Yulianto
NPM : 18510005
Tanggal : 22 Agustus 2020

HALAMAN PERNYATAAN NON PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dwi Tatang Yulianto
NPM : 18510005
Mahasiswa : Prodi Magister Teknik Mesin, Fakultas Pascasarjana ISTN
Tahun Akademik : 2019/2020

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan Tesis yang berjudul **Analisa Kegagalan *Conrod Bearing* Pada *Main Engine* Kapal Cepat**

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Jakarta, 22 Agustus 2020

Dwi Tatang Yulianto

**ANALISA KEGAGALAN CONROD BEARING PADA MAIN ENGINE
KAPAL CEPAT**

**NAMA : DWI TATANG YULIANTO
NPM : 18510005**

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK MESIN
FAKULTAS PASCASARJANA
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL
JAKARTA
AGUSTUS 2020**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Dwi Tatang Yulianto
NPM : 18510005
Tanggal : 22 Agustus 2020

HALAMAN PERNYATAAN NON PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dwi Tatang Yulianto
NPM : 18510005
Mahasiswa : Prodi Magister Teknik Mesin, Fakultas Pascasarjana ISTN
Tahun Akademik : 2019/2020

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan Tesis yang berjudul **Analisa Kegagalan *Conrod Bearing* Pada *Main Engine* Kapal Cepat**

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Jakarta, 22 Agustus 2020

Dwi Tatang Yulianto

HALAMAN PERNYATAAN NON PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dwi Tatang Yulianto
NPM : 18510005
Mahasiswa : Prodi Magister Teknik Mesin, Fakultas Pascasarjana ISTN
Tahun Akademik : 2019/2020

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan Tesis yang berjudul **Analisa Kegagalan *Conrod Bearing* Pada *Main Engine* Kapal Cepat**

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Jakarta, 22 Agustus 2020


Dwi Tatang Yulianto



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Dwi Tatang Yulianto
NPM : 18510005
Tanggal : 22 Agustus 2020



HALAMAN PENGESAHAN

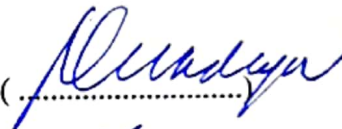
Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Dwi Tatang Yulianto
SPM : 18510005
Program Studi : Teknik Dan Manajemen Pemeliharaan
Judul Tesis : Analisa Kegagalan *Conrod Bearing* Pada *Main Engine* Kapal Cepat

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Dan Manajemen Pemeliharaan Fakultas Pascasarjana, Institut Sains Dan Teknologi Nasional.

DEWAN PENGUJI

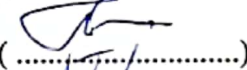
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. DN. Adnyana, APU

()

Penguji : Dr. Ir. Koswara, MSc

()

Penguji : Dr. Ir. Harun Al Rosyid, MM. MT

()

Penguji : Ir. Nofirman, MSc

()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 22 Agustus 2020

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tesis ini. Penulisan Tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Program Studi Teknik dan Manajemen Pemeliharaan pada Fakultas Pascasarjana Institut Sains Dan Teknologi Nasional. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak DR. Ir. Koswara, MSc. Selaku Ketua Program Studi Pasca sarjana Institut Sains Dan Teknologi Nasional.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. DN Adnyana, APU. Selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan wawasan pengetahuan yang sangat luas dan penuh perhatian.
3. ABK Kapal Cepat yang telah memberikan dukungan data-data dan informasi di lapangan.
4. Bpk. Sutarjo yang telah meluangkan waktunya untuk berdiskusi dengan saya tentang uji material.
4. Orang tua dan istri saya yang telah memberikan bantuan dukungan moral mendampingi memberikan kasih sayang, doa dan semangat kepada saya untuk mencapai cita-cita saya, Anak-anakku tersayang Faris Riski Febrianto dan Faldi Dwi Fairuz Abadi yang selalu memberi semangat kepada saya ; dan
5. Rekan-Rekan kuliah di ISTN yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan Tesis ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 22 Agustus 2020

Dwi Tatang Yulianto

PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS

Sebagai sivitas akademika Institut Sains Dan Teknologi Nasional, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dwi Tatang Yulianto
NPM : 1851005
Prodi : Teknik dan Manajemen Pemeliharaan
Fakultas : Pascasarjana Institut Sains Dan Teknologi Nasional
Jenis Karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Sains Dan Teknologi Nasional **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Nonexclusive Royalty- Free Right*) atas Tesis saya yang berjudul : **Analisa Kegagalan Conrod Bearing Pada Main Engine Kapal Cepat.**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas *Royalti Noneksklusif* ini Institut Sains dan Teknologi Nasional berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) *soft copy* dan *hard copy*, merawat, dan mempublikasikan Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 22 Agustus 2020
Yang menyatakan

(Dwi Tatang Yulianto)

ABSTRAK

Kegagalan *conrod bearing* pada *main engine* kapal cepat akibat *design material*, peningkatan panas yang berlebih pada sistem *engine cooling (overheat)* dan pengeoperasian. Untuk mengidentifikasi penyebab kerusakan dilaksanakan beberapa pengujian seperti pengamatan *visual makro fraktografi*, analisis komposisi kimia, pengukuran ketebalan lapisan, pengujian *metalografi*, kekerasan dengan *vickers*. Hasil analisis telah terjadi *overheating* dan *deform* pada *conrod bearing main engine* Kapal Cepat akibat bergesekan dengan *connecting rod* dan terlihat pada daerah tepi alur adanya gesekan, dan tidak ditemukan lapisan babbitt dikarenakan lapisan tersebut sudah lebur (*fase liquid*) pada temperature 354°C dan *deform* pada lapisan *back-up steel* sesuai dengan standar ASTM B23 tentang logam babbitt dan ASTM ASTM A534 grade 9310H tentang lapisan *back-up steel conrod bearing*.

Kata kunci : Kerusakan *conrod bearing*, *overheat*, lapisan babbitt, *back-up steel*

ABSTRACT

Conrod bearing failure in the main engine of fast ship due to material design, increased overheating of the engine cooling (overheat) system and operation. To identify the cause of damage, several tests were carried out such as macro-visual observation of fractography, chemical composition analysis, measurement of layer thickness, metallographic testing, hardness with vickers. The results of the analysis have overheated and deformed in the conrod bearing of the fast ship engine due to rubbing against the connecting rod and there is friction on the edge of the groove, and there is no babbitt layer because the layer has melted (liquid phase) at a temperature of 354 ° C and deformed at The back-up layer of steel conforms to ASTM B23 standard for babbitt metal and ASTM ASTM A534 grade 9310H for conrod bearing steel back-up layer.

Keywords: Damage to conrod bearing, overheat, babbitt layer, back-up steel

DAFTAR ISI

	HALAMAN JUDUL.....	i
	LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
	KATA PENGANTAR.....	iii
	LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS.....	iv
	ABSTRAK.....	v
	DAFTAR ISI.....	vi
	DAFTAR GAMBAR.....	viii
	DAFTAR TABEL.....	x
1	BAB I PENDAHULUAN	
	1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
	1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	1
	1.3 Perumusan Masalah.....	2
	1.4 Batasan Masalah.....	2
	1.5 Hipotesis.....	2
	1.6 Metodologi Penelitian.....	2
	1.7 Sistemetika Penelitian.....	3
2	BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
	2.1 <i>Cooling engine system</i>	5
	2.1.1 <i>Sistem cooling engine system</i>	7
	2.1.2 Fungsi <i>main engine</i> pada kapal cepat.....	13
	2.2 <i>Main Engine</i>	15
	2.3 Bantalan	16
	2.3.1 Standarisasi aplikasi conrod bearing.....	21
	2.4 Lokasi kerusakan <i>conrod bearing</i>	22
	2.5 Faktor turunnya <i>performance</i> mesin diesel kapal cepat.....	22
	2.5.1 Abrasi (<i>Abrasion</i>).....	23
	2.5.2 Kelelahan (<i>Fatigue</i>).....	26
	2.5.3 Korosi (<i>Corrosion</i>).....	32
	2.5.4 Meleleh dan tersapu (<i>wiping</i>).....	35
	2.5.5 Kavitasi.....	36
	2.5.6 Luka terkikis (<i>fretting</i>).....	38
	2.5.7 Kesalahan-kesalahan <i>desain</i>	38
	2.5.8 Pemasangan yang tidak benar (<i>incorrect assembly</i>).....	40
	2.5.9 Faktor-faktor lingkungan (<i>environmental factors</i>).....	41
	2.5.9.1 Pelepasan muatan listrik (<i>electrical discharge</i>).....	41
	2.5.9.2 Kerutan karena aus pada poros engkol (<i>journal wear ridge</i>)	41

		2.5.9.3	Luka terkikis statis (<i>static fretting</i>).....	42
		2.5.9.4	Kerusakan akibat ulah nitride (<i>nitride damage</i>).....	43
		2.5.9.5	Ketidak-lurusan (<i>misalignment</i>).....	43
		2.5.9.6	Faktor-faktor geometris (<i>geometric factors</i>).....	44
		2.5.9.7	Faktor Metalurgi.....	44
	2.5.10		Faktor Sistem Pemeliharaan.....	46
3	BAB III METODOLOGI PENELITIAN			
	3.1	Sistematika Penelitian.....		51
	3.2	Prosedur Penelitian.....		52
	3.3	Informasi dan Pengumpulan Data.....		53
	3.4	Pemeriksaan Secara Visual		
		3.4.1	Pemeriksaan <i>connecting rod bearing</i>	54
		3.4.2	Pemeriksaan Sistem Instalasi Pemipaan.....	54
		3.4.3	Pengumpulan Data Teknis.....	54
	3.5	Pengumpulan Data Teknis.....		54
	3.6	Pengujian Laboratorium		
		3.6.1	Pemeriksaan Metalografi.....	55
		3.6.2	Pengujian Kekerasan.....	56
		3.6.3	Komposisi Kimia Material <i>Connecting Rod Bearing</i>	57
4	BAB IV HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN			
	4.1	Kronologis Terjadinya Kerusakan.....		58
	4.2	Sistem Pemeliharaan Yang dilaksanakan.....		59
	4.3	Informasi dan Pengumpulan Data		
		4.3.1	Pengoperasian <i>main engine</i>	60
		4.3.2	Spesifikasi Main Engine Kapal Cepat.....	67
		4.3.3	Pengambilan sampel <i>conrod bearing</i>	68
			4.3.3.1 Pemeriksaan makrografi <i>conrod bearing</i>	68
			4.3.3.2 Pengujian ketebalan <i>conrod bearing</i>	68
			4.3.3.3 Pengujian komposisi kimia.....	69
			4.3.3.4 Pengujian metalografi.....	69
			4.3.3.5 Pengujian kekerasan <i>conrod bearing</i>	87
	4.4	Analisa dan Pembahasan.....		88
5	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN			
	5.1	Kesimpulan.....		93
	5.2	Saran.....		95
	DAFTAR REFERENSI.....			96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Sistem pendinginan tidak langsung.....	8
Gambar 2.2.	<i>Layout engine cooling pipe</i> pada kapal cepat.....	12
Gambar 2.3.	<i>Main engine cooling schematic</i>	12
Gambar 2.4.	<i>Main engine cooling</i>	13
Gambar 2.5.	<i>Main engine</i> kapal cepat.....	15
Gambar 2.6.	Proses Kerja Motor Diesel Empat Langkah.....	16
Gambar 2.7.	<i>Sliding Bearing</i>	17
Gambar 2.8.	<i>Rolling Bearing</i>	17
Gambar 2.9.	Jenis-jenis bantalan luncur.....	19
Gambar 2.10.	Kerusakan <i>conrod bearing</i>	22
Gambar 2.11.	Ilustrasi skematis keausan <i>abrasif</i>	23
Gambar 2.12.	Korosi abrasi.....	24
Gambar 2.13.	<i>Lube oil system</i>	25
Gambar 2.14.	Abrasi oleh kotoran-kotoran halus dalam lubrication (small contaminant) dalam waktu yang lama.....	26
Gambar 2.15.	Kurva S-N.....	28
Gambar 2.16.	Faktor-Faktor pemicu SCC.....	31
Gambar 2.17.	Kerusakan karena kelelahan pada metal kepala silang yang dituang langsung (direct-line) pada rumah bantalan kepala silang.....	32
Gambar 2.18.	Kurva pengaruh pH terhadap laju korosi baja.....	33
Gambar 2.19.	<i>The formation of corrosion products on iron</i>	34
Gambar 2.20.	Hilangnya sebagian kandungan timah hitam dari logam campuran bahan lapisan permukaan metal akibat korosi.....	35
Gambar 2.21.	Kerusakan akibat metal meleleh karena overheating kemudian tersapu (<i>wiping damage</i>).....	36
Gambar 2.22.	Kerusakan akibat erosi kavitasi pada sebuah bantalan pena engkol, metal jalan (<i>large end bearing</i>).....	37
Gambar 2.23.	Kerusakan akibat erosi kavitasi pada sebuah bantalan poros engkol/metal duduk (<i>main bearing</i>).....	37
Gambar 2.24.	<i>Fretting</i> pada punggung metal yang disebabkan oleh tekanan kontak yang kurang memadai.....	38
Gambar 2.25.	<i>Fretting</i> pada permukaan sambungan belahan metal atas dan belahan metal bawah yang disebabkan oleh kurang kuatnya pengikatan baut.....	39
Gambar 2.26.	Kerusakan pada permukaan metal karena letak lubang minyak yang kurang pas/tepat (<i>incorrectly positioned oil hole</i>).....	40
Gambar 2.27.	Lubang-lubang / bopeng pada permukaan metal yang disebabkan oleh pelepasan muatan listrik (<i>electrical discharge</i>).....	41

Gambar 2.28.	Permukaan metal meleleh dan tersapu karena terbebani secara berlebihan di tempat tertentu.....	42
Gambar 2.29.	Kerusakan pada permukaan metal yang diakibatkan oleh vibrasi poros engkol dalam waktu lama saat mesin sedang tidak bekerja.....	42
Gambar 2.30.	Kerusakan lapisan metal akibat adanya partikel-partikel nitride besi pada permukaan poros engkol yang dikeraskan dengan proses <i>nitride</i>	43
Gambar 2.31.	Keausan pada sebagian permukaan metal yang terkait dengan ketidak-lurusan poros engkol (<i>misalignment</i>).....	44
Gambar 2.32.	Kurva bak mandi.....	47
Gambar 3.1.	<i>Fishbone diagram</i>	52
Gambar 3.2.	Diagram alir penelitian.....	53
Gambar 3.3.	Uji kekerasan dengan metoda <i>Vickers</i>	56
Gambar 4.1.	Sistem pipa <i>cooling main engine</i>	62
Gambar 4.2.	<i>Seachest</i>	63
Gambar 4.3.	<i>Seachest</i> dan <i>strainer</i>	63
Gambar 4.4.	<i>Sea Grating</i>	64
Gambar 4.5.	Pemeriksaan <i>conrod bearing</i> secara visual.....	68
Gambar 4.6.	Foto <i>conrod bearing</i> sampel A.....	70
Gambar 4.7.	Foto lokasi pengambilan <i>struktur mikro</i> sampel A No. 1.....	70
Gambar 4.8.	Foto lokasi pengambilan <i>struktur mikro</i> sampel A No.2.....	71
Gambar 4.9.	Foto lokasi pengambilan <i>struktur mikro</i> sampel A No.3.....	72
Gambar 4.10.	Foto lokasi pengambilan <i>struktur mikro</i> sampel A No.4.....	73
Gambar 4.11.	Foto lokasi pengambilan <i>struktur mikro</i> sampel A No. 5.....	74
Gambar 4.12.	Foto lokasi pengambilan <i>struktur mikro</i> sampel B No. 1.....	75
Gambar 4.13.	Foto lokasi pengambilan <i>struktur mikro</i> sampel B No.2.....	76
Gambar 4.14.	Foto lokasi pengambilan <i>struktur mikro</i> sampel B No.3.....	77
Gambar 4.15.	Foto lokasi pengambilan <i>struktur mikro</i> sampel B No.4.....	78
Gambar 4.16.	Foto lokasi pengambilan <i>struktur mikro</i> sampel C No. 1.....	79
Gambar 4.17.	Foto lokasi pengambilan <i>struktur mikro</i> sampel C No.2.....	80
Gambar 4.18.	Foto lokasi pengambilan <i>struktur mikro</i> sampel C No.3.....	81
Gambar 4.19.	Foto lokasi pengambilan <i>struktur mikro</i> sampel C No.4.....	82
Gambar 4.20.	Foto lokasi pengambilan <i>struktur mikro</i> sampel D No. 1.....	83
Gambar 4.21.	Foto lokasi pengambilan <i>struktur mikro</i> sampel D No.2.....	84
Gambar 4.22.	Foto lokasi pengambilan <i>struktur mikro</i> sampel D No.3.....	85
Gambar 4.23.	Foto lokasi pengambilan <i>struktur mikro</i> sampel D No.4.....	86
Gambar 4.24.	Foto lokasi uji kekerasan HV.....	87
Gambar 4.25.	Grafik nilai kekerasan <i>conrod bearing</i>	88
Gambar 4.26.	Desain dari <i>conrod bearing</i>	91

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Sifat-sifat bahan <i>Sliding bearing</i>	21
Tabel 2.2.	Faktor yang mempengaruhi korosi.....	45
Tabel 4.1.	Pengukuran ketebalan <i>conrod bearing</i>	69
Tabel 4.2.	Komposisi kimia <i>conrod bearing</i>	69
Tabel 4.3.	Hasil uji kekerasan Vickers Conrod bearing A dan B.....	87
Tabel 4.4.	Hasil uji kekerasan Vickers Conrod bearing C dan D.....	88