



**KARAKTERISTIK *FATIGUE* PADA KOMPONEN
CONNECTING ROD MELALUI PENDEKATAN
METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

MOHAMMAD RAFI

2010311043

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

2025



**KARAKTERISTIK *FATIGUE* PADA KOMPONEN
CONNECTING ROD MELALUI PENDEKATAN
METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

MOHAMMAD RAFI

2010311043

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

2025

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh:

Nama : MOHAMMAD RAFI
NIM : 2010311043
Program Studi : S-1 Teknik Mesin
Judul Skripsi : KARAKTERISTIK FATIGUE PADA KOMPONEN
CONNECTING ROD MELALUI PENDEKATAN
METODE ELEMEN HINGGA

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Dr. Eng. Riki Hendra Purba., S.T., M.Eng.

Penguji Utama

Muhammad Arifudin Lukmana
S.T, M.T.

Armansyah, S.T., M.Sc., Ph.D.
Penguji III (Pembimbing)



Penguji Lembaga

Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri,
S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng.
Plt. Dekan Fakultas Teknik

Ir. Fahrudin, S.T., M.T.
Kepala Program Studi S-1 Teknik
Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 15 Januari 2025

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh:

Nama : MOHAMMAD RAFI

NIM : 2010311043

Program Studi : S-1 Teknik Mesin

Judul Skripsi : KARAKTERISTIK FATIGUE PADA KOMPONEN
CONNECTING ROD MELALUI PENDEKATAN
METODE ELEMEN HINGGA

Telah dikoreksi atau diperbaiki oleh penulis sesuai arahan dari dosen pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Menyetujui



Armansyah, S.T., M.Sc., Ph.D.

Pembimbing I



Budhi Martana, S.T., M.M.

Pembimbing II

Mengetahui,



Ir. Fahrudin S.T., M.T.

Kepala Program Studi S-1 Teknik Mesin

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : MOHAMMAD RAFI

NIM : 2010311043

Prodi : S-1 Teknik Mesin

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini maka saya bersedia dituntut dan diproses dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 15 Januari 2025

Yang Menyatakan



MOHAMMAD RAFI

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang akan bertanda tangan dibawah ini:

Nama : MOHAMMAD RAFI

Nrp : 2010311043

Program Studi : S-1 Teknik Mesin

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas skripsi saya yang berjudul:

**"KARAKTERISTIK *FATIGUE* PADA KOMPONEN *CONNECTING ROD*
MELALUI PENDEKATAN METODE ELEMEN HINGGA"**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 15 Januari 2024



Yang Menyatakan,
MOHAMMAD RAFI

**KARAKTERISTIK *FATIGUE* PADA KOMPONEN
CONNECTING ROD MELALUI PENDEKATAN METODE
ELEMEN HINGGA**

MOHAMMAD RAFI

ABSTRAK

Dalam proses pembakaran kendaraan bermotor, komponen *connecting rod* akan mengalami beban siklik tinggi akibat pembakaran mesin. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakteristik ketahanan *fatigue* komponen *connecting rod* paduan baja AISI 4340 dengan asumsi komponen tersebut mencapai titik mati atas. Komponen *connecting rod* akan dikarakteristikkan untuk mendapatkan data yang relevan agar dapat diketahui daerah-daerah yang rentan terhadap kegagalan akibat beban siklik. Metode elemen hingga adalah salah satu metode yang efektif untuk memahami perilaku struktural dan memprediksi ketahanan *Fatigue* suatu komponen. Berdasarkan hasil simulasi, terlihat bahwa tegangan terkonsentrasi pada bagian tertentu, seperti pada area transisi antara *shank* (batang) *connecting rod* dan *small end connecting rod* yang berpotensi menjadi lokasi awal terjadinya kegagalan *fatigue*. Berdasarkan hasil dari simulasi, faktor keamanan pada desain komponen *connecting rod* menunjukkan angka diatas 1,5 sehingga dapat diasumsikan bahwa desain komponen *connecting rod* pada penelitian ini dapat diterima.

Kata kunci: *Connecting rod*, *Fatigue*, AISI 4340, Metode elemen hingga

***FATIGUE CHARACTERISTICS ON CONNECTING ROD
COMPONENTS THROUGH FINITE ELEMENT METHOD
APPROACH***

MOHAMMAD RAFI

ABSTRACT

In the combustion process of motorized vehicles, the connecting rod components will experience high cyclic loads due to engine combustion. This study aims to characterize the fatigue resistance of the AISI 4340 steel alloy connecting rod component with the assumption that the component reaches the top dead center. Connecting rod components will be characterized to obtain relevant data so that areas that are vulnerable to failure due to cyclic loads can be identified. The finite element method is one of the effective methods for understanding structural behavior and predicting the fatigue resistance of a component. Based on the simulation results, it can be seen that the stress is concentrated in certain parts, such as in the transition area between the connecting rod shank (stem) and the connecting rod small end, which has the potential to be the initial location for fatigue failure. Based on the results of the simulation, the safety factor in the connecting rod component design shows a figure above 1.5 so it can be assumed that the connecting rod component design in this research is acceptable.

Keywords: *Connecting rod, Fatigue, AISI 4340, Finite element method*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “KARAKTERISTIK *FATIGUE* PADA KOMPONEN *CONNECTING ROD* MELALUI PENDEKATAN METODE ELEMEN HINGGA”. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, program studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Selama penyusunan skripsi ini, penulis banyak menerima bantuan, bimbingan dan dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu pada kesempatan yang baik ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan sebaik-baiknya.
2. Ayahanda Moch Hasballah yang telah tiada dan ibunda Lely Latifah serta seluruh keluarga yang senantiasa memberikan dukungan serta doa kepada penulis.
3. Bapak Armansyah, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan ilmu, arahan, saran, serta waktu dalam membimbing penulis selama proses penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Budhi Martana S.T., M.M. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan ilmu, arahan, saran, serta waktu dalam membimbing penulis selama proses penulisan tugas akhir ini.
5. Bapak Ir. Fahrudin, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
6. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan serta doa guna kelancaran penyelesaian tugas akhir ini.
7. Sahabat baik penulis yang selalu memberikan dukungan moril dan non moril kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhir kata penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak.

Jakarta, Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Connecting Rod</i>	5
2.1.1 Beban yang diterima	6
2.2 Material	8
2.3 <i>Fatigue Strength</i> (Kekuatan Lelah).....	9
2.4 <i>Safety Factor</i>	10
2.5 Kurva S-N	11
2.6 <i>Finite Element Analysis</i> (FEA)	12
2.6.1 <i>Computer Aided Design</i> (CAD).....	13
2.6.2 <i>Software Workbench</i> ANSYS	14
2.6.3 <i>Meshing</i>	15
2.7 Penelitian Terdahulu	17

BAB 3 METODELOGI PENELITIAN	19
3.1 Diagram Alir	19
3.2 Alat dan Material Penelitian.....	20
3.2.1 Spesimen Uji.....	20
3.2.2 <i>Software</i> ANSYS dan Perangkat Laptop	21
3.3 Parameter.....	21
3.4 Pembuatan Spesimen Uji secara 3D	22
3.5 Uji Simulasi Menggunakan <i>Software Workbench</i> ANSYS	22
3.5.1 Langkah Awal Simulasi ANSYS.....	22
3.5.2 <i>Input Material</i>	23
3.5.3 <i>Meshing</i>	24
3.5.4 Simulasi <i>Fatigue</i>	25
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Simulasi Pengujian <i>Fatigue Connecting Rod</i>	27
4.1.1 Analisis Umur Kelelahan (<i>Fatigue life</i>).....	29
4.1.2 Analisis Faktor Keamanan (<i>Safety Factor</i>).....	32
4.2 S-N Curve	34
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagian <i>connecting rod</i>	5
Gambar 2. 2 Gaya resultan terhadap sudut <i>crankshaft</i>	7
Gambar 2. 3 Diagram <i>fatigue cycle</i>	12
Gambar 2. 4 Gambaran simulasi FEA <i>connecting rod</i>	12
Gambar 2. 5 Tipe element <i>meshing</i>	16
Gambar 2. 6 Kualitas <i>mesh</i>	17
Gambar 3. 1 Diagram alir.....	19
Gambar 3. 2 Spesimen uji <i>connecting rod</i>	20
Gambar 3. 3 Jangka sorong	20
Gambar 3. 4 Pemodelan 3D <i>connecting rod</i> melalui <i>software</i> AutoCAD	22
Gambar 3. 5 Tampilan awal <i>software</i> ANSYS	23
Gambar 3. 6 <i>Input material</i> AISI 4340	23
Gambar 3. 7 Detail <i>meshing</i> komponen <i>connecting rod</i>	25
Gambar 3. 8 Titik pembebanan komponen <i>connecting rod</i>	25
Gambar 4. 1 <i>Equivalent stress connecting rod</i> diameter silinder 48 mm.....	28
Gambar 4. 2 <i>Equivalent stress connecting rod</i> diameter silinder 49 mm.....	28
Gambar 4. 3 <i>Equivalent stress connecting rod</i> diameter silinder 50 mm.....	28
Gambar 4. 4 <i>Equivalent stress connecting rod</i> diameter silinder 51 mm.....	29
Gambar 4. 5 <i>Equivalent stress connecting rod</i> diameter silinder 52 mm.....	29
Gambar 4. 6 Prediksi <i>fatigue life connecting rod</i> diameter silinder 48 mm.....	30
Gambar 4. 7 Prediksi <i>fatigue life connecting rod</i> diameter silinder 49 mm.....	30
Gambar 4. 8 Prediksi <i>fatigue life connecting rod</i> diameter silinder 50 mm.....	31
Gambar 4. 9 Prediksi <i>fatigue life connecting rod</i> diameter silinder 51 mm.....	31
Gambar 4. 10 Prediksi <i>fatigue life connecting rod</i> diameter silinder 52 mm.....	31
Gambar 4. 11 Prediksi <i>safety factor connecting rod</i> diameter silinder 48 mm ...	33
Gambar 4. 12 Prediksi <i>safety factor connecting rod</i> diameter silinder 49 mm ...	33
Gambar 4. 13 Prediksi <i>safety factor connecting rod</i> diameter silinder 50 mm ...	33
Gambar 4. 14 Prediksi <i>safety factor connecting rod</i> diameter silinder 51 mm ...	34
Gambar 4. 15 Prediksi <i>safety factor connecting rod</i> diameter silinder 52 mm ...	34
Gambar 4. 16 Kurva S-N <i>Connecting Rod</i> AISI 4340	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel sifat mekanis AISI 4340.....	9
Tabel 2. 2 <i>Safety factor</i> yang disarankan	11
Tabel 3. 1 Parameter dimensi utama <i>connecting rod</i>	21
Tabel 3. 2 Hasil perbandingan <i>meshing convergent</i>	24
Tabel 3. 3 Parameter pembebanan.....	26
Tabel 4. 1 Data hasil simulasi	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Proses desain 3D Connecting Rod

Lampiran 2 Tampilan perangkat lunak ANSYS

Lampiran 3 Detail meshing Connecting Rod AISI 4340

Lampiran 4 Equivalent Alternating Stress Connecting Rod AISI 4340

Lampiran 5 Proses penggambaran kurva S-N Connecting Rod AISI 4340

Lampiran 6 Lembar konsultasi pembimbing satu

Lampiran 7 Lembar konsultasi pembimbing dua