

**ANALISIS DESAIN *CONNECTING ROD* MOTOR MENGGUNAKAN
MEH (METODE ELEMEN HINGGA) DENGAN MATERIAL *TITANIUM*
*ALLOY***

SKRIPSI



**UNIVERSITAS ISLAM
RADEN RAHMAT**

NAFI' ERDYNO

NIM. 1721201013

**UNIVERSITAS ISLAM
RADEN RAHMAT**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM RADEN RAHMAT**

MALANG 2023

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

Oleh

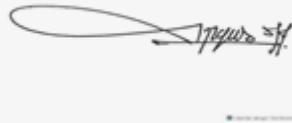
Nafi Erdyno

NIM. 1721201013

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji

Malang,

Pembimbing I



Agus Dwi Putra.S.Pd, M.T
NIDN.0717089501

Pembimbing II



Bella Cornelia Tjiptady, M.Pd
NIDN. 0706029601

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM RADEN RAHMAT
MALANG 2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Analisis Desain Connecting Rod Motor Menggunakan MEH
(Metode Elemen Hingga) Dengan Meterial Titanium Alloy
Penyusun : Nafi' Erdyno
NIM : 1721201013

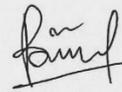
Skripsi oleh Nafi' Erdyno ini telah dipertahankan didepan dewan penguji pada tanggal 19 mei 2023.

Pembimbing I



Agus Dwi Putra, S.Pd.,M.T
NIDN. 0717089501

Pembimbing II



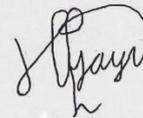
Bella Cornelia Tjiptady, M.Pd
NIDN. 0706029601

Penguji I



Ahmad Saepuddin, S.T.,M.Eng.Com.,M.Sc
NIDN. 071708951

Penguji II



Yai Febdia Pradani, S.Pd.,M.Pd
NIDN. 0707039001

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi




Dr. Zainal Abidin, S.Si.,M.Si
NIDN. 0704018804

Ketua Program Studi


Agus Dwi Putra, S.Pd.,M.T
NIDN. 0717089501

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : NAFI ERDYNO

NIM : 1721201013

Program Studi : SAINS DAN TEKNOLOGI

Fakultas : Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Raden Rahmat

Judul : Analisis Desain *Connecting Rod* Menggunakan Meh
(Metode Elemen Hingga) Dengan Material *Titanium Alloy*

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar – benar saya, dan bukan merupakan plagiasi baik sebagian atau seluruhnya.

Apabila diketemukan hari terbukti skripsi ini hasil plagiasi, baik sebagian atau seluruhnya, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya tersebut dengan k yang berlaku.

Malang, 18 JUNI 2021

Yang membuat pernyataan,



NAFI ERDYNO
NIM 1721201013

**ANALISIS DESAIN *CONNECTING ROD* MENGGUNAKAN MEH
(METODE ELEMEN HINGGA) DENGAN MATERIAL *TITANIUM*
*ALLOY***

NAFI ERDYNO

1721201013

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Agus Dwi Putra., M.T Bella Cornelia Tjiptady., M.Pd

UNIVERSITAS ISLAM RADEN RAHMAT

MALANG

connecting rod merupakan sebuah komponen berupa batang penghubung antara piston dan *crankshaft*. *Connecting rod* mempunyai fungsi untuk meneruskan daya dari piston ke poros engkol dengan mengubah gerak translasi pada piston menjadi gerak rotasi pada poros engkol. Gaya yang bekerja pada *connecting rod* dihasilkan dari sistem pembakaran yang terdapat di ruang silinder akibat reaksi udara dan gas pembakaran. Oleh karena itu *connecting rod* harus mampu menahan beban tarik, tekan dan tegangan lentur yang muncul akibat gaya dorong maksimum piston. Perancangan desain *connecting rod* menekankan pada hasil pengujian dengan tekanan yang telah di tentukan mulai dari tekanan 300 N, 500 N dan 1000 N. Subjek yang di analisis hasil pengujian yaitu *displacement, stress, dan strain*. Bahan material yang digunakan *titanium alloy* karena material ini memiliki kekuatan yang baik, dan memiliki ketahanan korosi yang bagus. Dengan kata lain desain *connecting rod* motor yang baik, harus memiliki kekuatan yang baik, aman dan sesuai dengan kebutuhan maka pemilihan material sangatlah berpengaruh pada kinerja *connecting rod* ini. Metode yang digunakan adalah Metode Elemen Hingga (MEH) dengan software solidworks 2014. Analisis dilakukan pada desain *connecting rod* motor dengan berdasarkan hasil analisis dengan MEH, dinyatakan bahwa *connecting rod* dengan bahan material *titanium alloy* dengan working pressure maksimal 1000 N, kuat dan aman untuk digunakan.

Kata Kunci: *connecting rod* Motor, MEH, *Titanium Alloy*, *Solidwork*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis sampaikan atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tulisan tugas akhir (skripsi) ini dengan tepat waktu. Sholawat dan salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang telah menuntun umat manusia dari zaman kebodohan menuju zaman yang penuh ilmu pengetahuan.

Skripsi ini berjudul “Analisis Desain *Connecting Rod* Motor Supra 125cc Menggunakan Meh (Metode Elemen Hingga) Dengan Material *Titanium Alloy*”. Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi syarat menyelesaikan program studi serta syarat memperoleh gelar sarjana S1 teknik mesin di Universitas Islam Raden Rahmat Malang.

Pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan ikut andil dalam penyelesaian penulisan skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu, ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Terimakasih yang terdalam penulis persembahkan untuk Ibunda tercinta Rustianawati atas do'a dan dukungan penuhnya.
2. Bapak Drs. Imron Rosyadi Hamid, SE., M.Si, selaku rektor Universitas Islam Raden Rahmat Malang.
3. Bapak zainal abidin, M., Si selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Raden Rahmat Malang.

4. Bapak Agus Dwi Putra.S.Pd., M.T selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Raden Rahmat Malang.
5. Bapak Agus Dwi Putra.S.Pd., M.T selaku pembimbing 1 serta Ibu Bella Cornelia Tjiptady., M.Pd selaku pembimbing 2.
6. Seluruh civitas akademik Universitas Islam Raden Rahmat Malang yang telah membimbing saya selagi menempuh pendidikan di sana.
7. Teman-teman angkatan 2017 Unira Malang yang membantu proses belajar dari awal hingga selesai.
8. Semua pihak yang tidak bisa penulis tulis satu persatu, yang telah tulus memberikan do'a, semangat, bantuan uang ngopi, rokok, tumpangan tidur, hingga kasih dan sayang hingga skripsi ini bisa terselesaikan.

Semoga Allah SWT melimpahkan taufik dan hidayah-Nya serta memberikan pahala yang setimpal kepada semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan, bimbingan ataupun saran-saran. Penulis berharap skripsi yang disusun dapat menambah wawasan bagi pembaca, dan menjadi suatu karya yang baik serta menjadi persembahan bagi para dosen di Universitas Islam Raden Rahmat Malang.

Malang, 18 Juni 2021

Nafi' Erdyno

(1721201013)

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	x
BAB I	12
PENDAHULUAN	12
1.1 LATAR BELAKANG	12
1.2 RUMUSAN MASALAH	13
1.3 TUJUAN	13
1.4 BATASAN MASALAH	13
1.5 MANFAAT PENELITIAN	14
1.6 DEFINISI OPERASIONAL	14
BAB II	17
TINJAUAN PUSTAKA	17
2.1 Motor Bakar	Error! Bookmark not defined.
2.2 Metode Elemen Hingga	18
2.3 Sifat Mekanik Material	18
2.4 Solidworks	19
2.5 Persyaratan Bahan Metal Jalan	19
2.5.1 Ti-B (Titanium Boron)	Error! Bookmark not defined.
2.5.2 Paduan Titanium	21
2.6 Deformasi	Error! Bookmark not defined.
2.6.1 Tegangan Normal	22
2.7 Mekanisme Kegagalan Connecting Rod	Error! Bookmark not defined.
BAB III	27
METODE PENELITIAN	27
3.1 Rancangan Penelitian	
3.2 Objek Penelitian	
3.3 Prosedur Penelitian	
3.3.1 Literatur	
3.3.2 Persiapan Bahan	
3.3.3 Prosedur Pelaksanaan Penelitian Dan Analisis Data	
3.3.4 Permodelan Geometri Connecting Rod Dengan Solidwork	
3.3.5 Simulasi Dan Analisis	

3.3.6 Interpretasi Dan Analisis Hasil.....	
3.4 Pengambilan Data.....	
3.5 Analisis Data.....	
3.6 Batasan Penelitian.....	
3.7 Alur Penelitian.....	
BAB 4.....	36
Hasil Dan Pembahasan.....	
4.1 Hasil Analisa.....	
4.1.1 Analisa Tekanan 300 Newton.....	
4.1.2 Analisa 500 Newton.....	
4.1.3 Analisa 1000 Newton.....	
4.2 Pembahasan.....	
4.3 Presetasi Hasil Analisis.....	
Bab 5	45
Kesimpulan Dan Saran.....	45
5.1 Kesimpulan.....	
5.2 Saran.....	
DAFTAR PUSTAKA	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1.1 Batang Seher	16
Gambar 2.1.2 Bagian-bagian <i>Crankshaft Trusht Bearing</i>	17
Gambar 2.5.1 Sifat Mekanik Ti-Alloy	21
Gambar 2.6.1 Tegangan Normal	22
Gambar 2.6.2 Tegangan Geser	23
Gambar 2.6.3 Regangan	24
Gambar 2.7.2 Ilustrasi dari Hydrolock	25
Gambar 2.7.2 Menunjukkan Connecting Rod Yang Mengalami Kegagalan Karena Hydrolock.....	26
Gambar 2.7.2 <i>Needle Roller Bearing</i> pada <i>Small End Connecting Rod</i>	28
Gambar 3.1 Sifat Fisik Dari Titanium	30
Gambar 3.2 Gambar Mechanical Properties Titanium Alloy	30
Gambar 3.3.2 Aplikasi Pendukung	31
Gambar 3.3.3 Contoh Kerusakan Connecting Rod	32
Gambar 3.3.3 Desain Pada Connecting Rod	32
Gambar 3.3.4 Connecting Rod	33
Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian	35
Gambar 4.1.1 Hasil Simulasi <i>Stress</i>	36
Gambar 4.1.1 Hasil Simulasi <i>Displacement</i>	36
Gambar 4.1.1 Hasil Simulasi Strain	37
Gambar 4.1.2 Hasil simulasi Stress	37
Gambar 4.1.2 Hasil Simulasi <i>Displacement</i>	38
Gambar 4.1.2 Hasil Simulasi <i>Strain</i>	38
Gambar 4.1.2 Hasil simualasi <i>Stress</i>	39
Gambar 4.1.2 Hasil Simulasi.....	39
Gambar 4.1.2 Simulasi Strain.....	40
Gambar 4.1.3 Hasil Simulasi Displacement	40
Gambar 4.1.3 Hasil Simulasi Strain	41

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel	Halaman
Tabel 3.7 Diagram Alir Penelitian	34



UNIVERSITAS ISLAM
RADEN RAHMAT

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pada sebuah mesin, *connecting rod* merupakan sebuah komponen berupa batang penghubung antara piston dan *crankshaft*. *Connecting rod* mempunyai fungsi untuk meneruskan daya dari piston ke poros engkol dengan mengubah gerak translasi pada piston menjadi gerak rotasi pada poros engkol. Gaya yang bekerja pada *connecting rod* dihasilkan dari sistem pembakaran yang terdapat di ruang silinder akibat reaksi udara dan gas pembakaran. Oleh karena itu *connecting rod* harus mampu menahan beban tarik, tekan dan tegangan lentur yang muncul akibat gaya dorong maksimum piston. (Latief et al. 2019)

Secara umum pengaplikasian *connecting rod* di aplikasikan pada mesin-mesin pembakaran dalam, seperti mesin mobil, motor, dan mesin uap, namun *connecting rod* dapat juga di aplikasikan pada mesin-mesin pembakaran luar, seperti *stirling engine*, dan *flame licker engine*. *Connecting rod* pada mesin-mesin pembakaran dalam biasanya terbuat dari baja, namun pada mesin-mesin pembakaran luar mesin seperti *stirling engine* dan *flame licker engine*, *connecting rod* terbuat dari logam paduan titanium, dikarenakan material paduan titanium sangat ringan dan mempunyai harga yang relatif sangat terjangkau. (Senthil, Raguraman, and Manalan 2020)

Perlu kita ketahui juga bahwa dari proses kerja atau pembakaran yang terjadi pada mesin *connecting rod* mendapat gaya yang membebani antara lain adalah gaya aksial, momen lentur, gaya geser, gaya puntir, tegangan tarik dan tegangan tekan. Penyebab *kerusakan connecting rod* itu sendiri di karenakan memacu sepeda motor di lintasan berat secara terus menerus, *crankshaft* yang sudah goyang, kualitas oli jelek, dan *bore up* mesin yang tidak tepat. Untuk menanggulangi terjadinya penyebab kerusakan tersebut maka perlu gaya mengendarai sepeda motor yang baik, kualitas oli di jaga, dan *bore up* sesuai ketentuan untuk perbandingan kompresi mesin agar beban kerja *connecting rod* semakin ringan.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui mekanisme terjadinya kegagalan *connecting rod* sepeda motor supra 125 cc.

Pengujian yang dilakukan antara lain pengujian analisis sifat mekanik, pengujian tekanan, perpindahan. Dari pengujian tersebut dapat diketahui nilai kekerasan dari *connecting rod*, unsur penyusun *connecting rod* dan struktur mikronya. Pengujian ini akan digunakan untuk mengetahui sifat-sifat material dan dari pengujian ini dapat digunakan untuk mengetahui penyebab kegagalan dari *connecting rod*.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas maka, dapat diidentifikasi rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana analisis *strees* pada *connecting rod* menggunakan MEH dengan material *Ti-6Al-4V*?
2. Bagaimana analisis *displacement* pada *connecting rod* menggunakan MEH dengan material *Ti-6Al-4V*?
3. Bagaimana analisis *strain* pada *connecting rod* menggunakan MEH dengan material *Ti-6Al-4V*?

1.3 TUJUAN

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dideskripsikan di atas maka, tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis nilai *stress* pada *connecting rod* yang digunakan pada motor bakar dengan material *Ti-6Al-4V*.
2. Untuk menganalisis nilai *displacement* pada *connecting rod* yang digunakan pada motor bakar dengan material *Ti-6Al-4V*.
3. Untuk menganalisis nilai *strain* pada *connecting rod* yang digunakan pada motor bakar dengan material *Ti-6Al-4V*.

1.4 BATASAN MASALAH

Agar pembahasan penelitian dapat terarah dengan baik, maka dapat diambil beberapa batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Material yang dipakai yaitu Ti-Alloy jenis *Ti-6Al-4V*
2. Pengujian yang dilakukan hanya untuk menguji analisis *stress, displacement dan strain* pada *connecting rod*.
3. Beban yang diujikan adalah beban yang diterima *connecting rod* saat proses pembakaran dengan gaya (300,500,1000) N
4. *Conncting rod* yang dipakai adalah sepeda motor supra 125cc

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang dapat diperoleh dalam penyusunan skripsi adalah sebagai berikut, yaitu:

1. Bagi Penulis
 - a. Menambah pengetahuan tentang komponen mesin terutama pada pergerakan piston
 - b. Dapat mengaplikasikan ilmu yang telah dipelajari mengenai sistem pendorong kendaraan.
2. Bagi Pihak Institusi
 - a. Dengan adanya skripsi ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan referensi untuk memperluas pengetahuan mengenai sistem pendorong kendaraan.
 - b. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pembanding serta dasar untuk melakukan penelitian yang lebih spesifik tentang sistem pendorong kendaraan.

1.6 DEFINISI OPERASIONAL

Agar penelitian yang penulis tulis tidak menimbulkan salah kaprah atau mengandung pengertian ganda maka, dapat disusun beberapa definisi operasional atau istilah sebagai berikut:

1.6.1 *Connecting rod*

Menghubungkan piston *kecrank* atau poros engkol. Bersama dengan *crank*, sistem ini membentuk mekanisme sederhana yang mengubah gerak lurus/linear menjadi gerak melingkar. Batang piston juga dapat mengubah gerak melingkar menjadi gerak linear. Dalam sejarahnya, sebelum ada

pengembangan mesin, batang piston digunakan untuk hal ini terlebih dahulu. Karena batang piston itu kaku, maka ia dapat meneruskan tarikan dan dorongan, sehingga batang pistonnya dapat merotasi *crank* melalui kedua bagian dari revolusi.

1.6.2 Titanium (*Ti6Al-4V*)

Adalah paduan titanium alfabeta dengan kekuatan spesifik tinggi dan ketahanan korosi yang sangat baik. Ini adalah salah satu paduan titanium yang paling umum digunakan dan diterapkan dalam berbagai aplikasi di mana kepadatan rendah dan ketahanan korosi yang sangat baik diperlukan seperti misalnya industri kedirgantaraan dan aplikasi biomekanik. Paduan yang paling umum digunakan *Ti6Al4V* secara signifikan lebih kuat daripada titanium murni komersial lainnya sementara masih mempertahankan kekakuan dan sifat termal yang sama (tidak termasuk konduktivitas termal). *Titanium Grade 5* banyak digunakan dalam *Aerospace*, Medis, Kelautan dan Pemrosesan Kimia.

1.6.3 Metode Elemen Hingga (MEH)

Metode Elemen Hingga (*Finite Element Method/FEM*) adalah suatu teknik numerik yang digunakan untuk memecahkan masalah teknik dengan pendekatan berbasis matematika dan komputasi. Diskritisasi (*discretization*) adalah proses pemodelan dari struktur / objek dengan membaginya dalam elemen - elemen kecil (*finite element* atau elemen hingga) yang terhubung oleh titik-titik yang disebut nodal (*nodes*) yang digunakan oleh elemen-elemen tersebut dan sebagai batas dari struktur/objek. Dalam metode elemen hingga persamaan dari seluruh sistem dibentuk dari penggabungan persamaan elemen - elemennya. Metode ini telah banyak digunakan dalam berbagai bidang teknik, termasuk teknik mesin, sipil, dan aeronautika. metode elemen hingga dalam konteks teknik mesin. Metode ini memungkinkan kita untuk memodelkan, menganalisis, dan memecahkan masalah yang melibatkan perhitungan tegangan, deformasi, aliran fluida, konduksi panas, dan banyak lagi. Metode Elemen Hingga analisa kekuatan sebuah struktur telah menjadi bagian penting dalam alur kerja pengembangan desain dan produk. Pada awalnya analisa kekuatan

dilakukan dengan menggunakan rumusan-rumusan teoritis yang telah banyak tercantum pada buku-buku panduan mekanika struktur dan teknik. Tetapi hal tersebut memiliki banyak kekurangan, salah satunya adalah harusnya dilakukan penyederhanaan serta pengidealisan kondisi-kondisi yang akan dianalisa agar dapat dimasukkan ke dalam rumusan teoritis tersebut. Hal ini dapat menyebabkan berkurangnya akurasi dan ketepatan hasil analisa yang dihasilkan serta akan sangat sulit diaplikasikan pada bentuk struktur yang kompleks. Untuk mengatasi hal tersebut dikembangkanlah berbagai macam metode analisa yang dapat mengatasi hal tersebut. Salah satu metode tersebut adalah metode elemen hingga.



UNIVERSITAS ISLAM
RADEN RAHMAT