

Analisis *Displacemet Connecting Rod* Menggunakan Metode Elemen Hingga Dengan Material *Titanium Alloy*

Nafi' Erdyno¹, Bella Cornelia Tjiptady^{2*}, Mojibur Rohman³

^{1,2,3}Universitas Islam Raden Rahmat, Malang

*Bella Cornelia Tjiptady, email: bella_tjiptady@uniramalang.ac.id

Received:21/06/2024

Revised:25/06/2024

Accepted:28/06/2024

Abstract. The connecting rod is a component in the form of a connecting rod between the piston and the crankshaft. The connecting rod has a function to transmit power from the piston to the crankshaft by changing the up and down motion of the piston into a rotary motion on the crankshaft. The connecting rod pushes the piston in the combustion system in the cylinder space due to the compression of fuel and air. The connecting rod must be able to withstand the compressive, tensile and bending stress loads caused by the maximum thrust on the piston. The design of the connecting rod emphasizes the test results with predetermined pressures starting from 300 N, 500 N and 1000 N. The subjects analyzed for the test results are displacement, stress, and strain. The material used is titanium alloy because this material has good strength and has good corrosion resistance. In other words, a good motor connecting rod design must have good strength, be safe and according to needs, so the choice of material greatly affects the performance of this connecting rod. The method used is the Finite Element Method (FEM) with Solidworks 2014 software. The analysis carried out on the design of the motor connecting rod based on the results of the analysis with FEM, states that the connecting rod with titanium alloy material with a maximum working pressure of 1000 N, is strong and safe to use.

Keywords: Connecting Rod, Motorcycle, MEH, Titanium Alloy, Solid Work

Abstrak. *Connecting rod* merupakan komponen berupa batang penghubung antara piston dan *crankshaft*. *Connecting rod* memiliki fungsi untuk meneruskan daya dari piston ke *crankshaft* dengan mengubah gerak naik turun (translasi) pada piston menjadi gerak rotasi pada *crankshaft*. *Connecting rod* mendorong piston pada sistem pembakaran yang terdapat di ruang silinder karena terkompresinya bahan bakar dan udara. Permasalahan yang ada yaitu *connecting rod* harus mampu menahan beban tekan, tarik dan tegangan lentur yang diakibatkan oleh gaya dorong maksimum pada piston. Sehingga perlu adanya perancangan desain *connecting rod* menekankan pada hasil pengujian dengan tekanan yang telah ditentukan 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: *Conecting Rod*, Motor, MEH, Titanium Alloy, Solidwork

I. PENDAHULUAN

Connecting rod mempunyai fungsi untuk meneruskan daya dari piston ke *crankshaft* dengan mengubah gerak translasi pada piston menjadi gerak rotasi pada *crankshaft*. Gaya yang bekerja pada *connecting rod* dihasilkan dari sistem pembakaran di ruang silinder akibat reaksi udara dan gas pada pembakaran. Oleh karena itu *connecting rod* harus mampu menahan beban tarik

dan gaya dorong maksimum piston. [1]. 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 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 [2]

Proses kompresi yang terjadi pada ruang bakar menyebabkan beban tekan pada *connecting rod* yang mendapat gaya aksial, momen lentur, gaya geser, gaya puntir, tegangan tarik dan tegangan tekan. Penyebab kerusakan *connecting rod* itu sendiri dikarenakan *crankshaft* yang sudah goyang, kualitas oli jelek, dan *boreup* mesin yang tidak tepat. Untuk mengurangi terjadinya kerusakan tersebut maka perlu mengendarai sepeda motor yang baik, kualitas oli di jaga, dan *boreup* sesuai ketentuan untuk perbandingan kompresi mesin agar beban kerja *connecting rod* semakin ringan. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui terjadinya kegagalan *connecting rod* pada motor supra 125cc [3].

Penelitian ini melakukan pengujian analisis sifat mekanik, pengujian tekanan, dan perpindahan yang terjadi pada *connecting rod*. Dari hasil pengujian yang dilakukan akan dapat diketahui hasil nilai kekerasan dari *connecting rod*, unsur penyusun *connecting rod* dan material struktur mikronya. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat dari material yang digunakan dan pengujian ini dapat digunakan untuk mengetahui penyebab kegagalan yang terjadi pada *connecting rod* [4].

II. METODOLOGI

Analisis data yang digunakan untuk mengolah dan menghitung data hasil penelitian. Berdasarkan permasalahan yang telah dijabarkan dalam penelitian maka teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi. Penelitian ini untuk mengetahui *connecting rod* berbahan *titanium alloy* pada *connecting rod* sepeda motor terhadap *stress*, *strain* dan *displacement* dengan menggunakan metode *solidworks software* [5]. Variasi penelitian yang dilakukan yaitu tekanan 300 N, 500 N dan 1000 N.

Solidworks merupakan *software* sistem mekatronik yang digunakan untuk desain dan simulasi pembuatan *connecting rod* [6]. Pada awal penggunaannya, perangkat lunak digunakan untuk perencanaan, ide visual, pembuatan prototipe,

pemodelan, penilaian kelayakan, dan manajemen proyek untuk menghasilkan desain yang baik [7].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Stress Tekanan 300 Newton

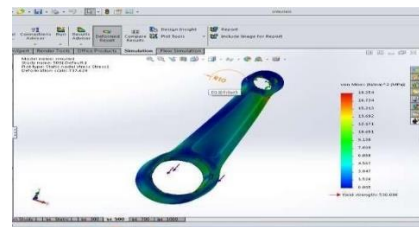
Stress maksimal yang terjadi pada gambar adalah 0.036 N/mm² dan menghasilkan keku atan pada angka 0,000 N/mm².



Gambar 1. Analisa Stress Tekanan 300 Newton

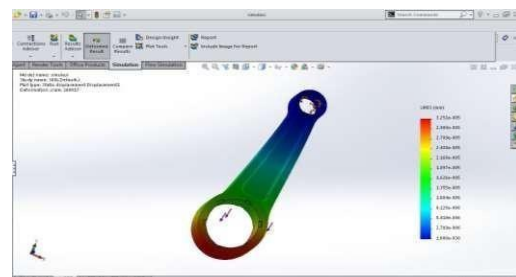
B. Analisa Displacement Tekanan 300 Newton

Displacement yang terjadi pada gambar bagian merah yang menunjukkan angka 3.251e-005 dan menghasilkan kekuatan pada angka 0,000 N/mm².



Gambar 2. Analisa Displacement Tekanan 300 Newton

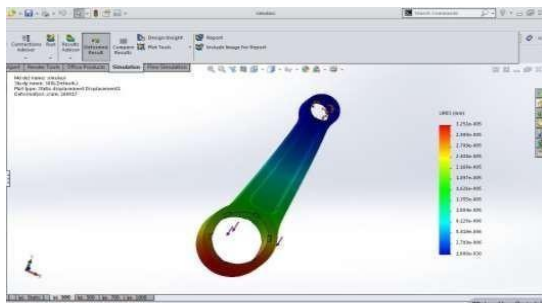
C. Analisa Strain Tekanan 300 Newton



Gambar 3. Analisa Strain Tekanan 300 Newton

Strain yang terjadi pada gambar dimana angka *strain* tertinggi pada bagian merah yang menunjukkan angka 0.036 N/mm² dan menghasilkan kekuatan pada angka 0,000 N/mm².

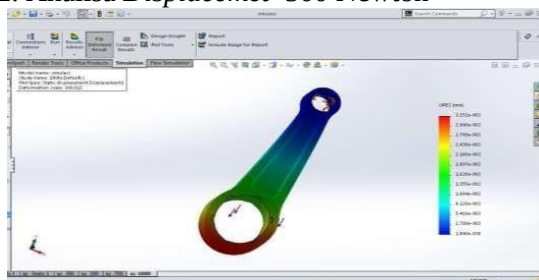
D. Analisa Stress 500 Newton



Gambar 4. Analisa Stress Tekanan 500 Newton

Stress yang terjadi terlihat pada gambar dimana angka stress tertinggi pada bagian merah yang menunjukkan angka 0.036 N/mm² dan menghasilkan kekuatan pada angka 0,000 N/mm².

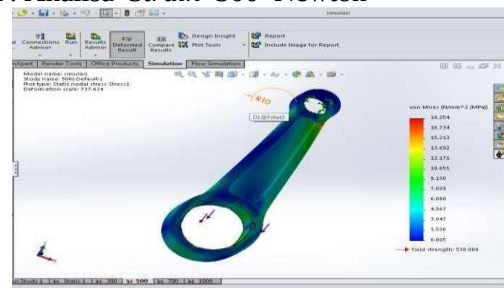
E. Analisa Displacement 500 Newton



Gambar 5. Analisa Displacement 500 Newton

Nilai pada displacement terlihat pada gambar diatas dimana nilai displacement tertinggi terjadi pada bagian merah yang menunjukkan nilai 0.036 N/mm² dan menghasilkan kekuatan pada angka 0,000 N/mm².

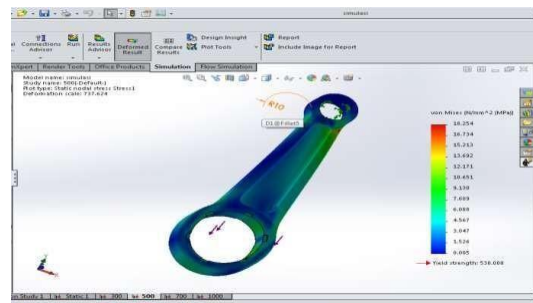
F. Analisa Strain 500 Newton



Gambar 6. Analisa Strain Tekanan 500 Newton

Nilai pada strain terlihat pada gambar diatas dimana nilai strain tertinggi terjadi pada bagian merah yang menunjukkan nilai 0.036 N/mm² dan menghasilkan kekuatan pada angka 0,000 N/mm².

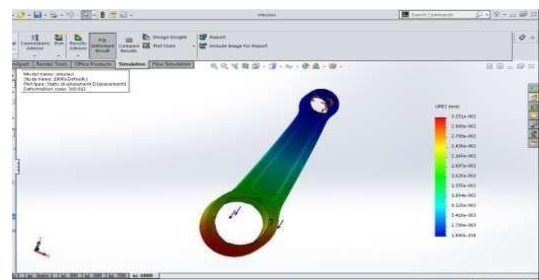
G. Analisa Stress 1000 Newton



Gambar 7. Analisa Stress Tekanan 1000 Newton

Nilai pada Stress terlihat tertinggi terjadi pada bagian merah yang menunjukkan nilai 0.036 N/mm² dan menghasilkan kekuatan yaitu pada nilai 0,000 N/mm².

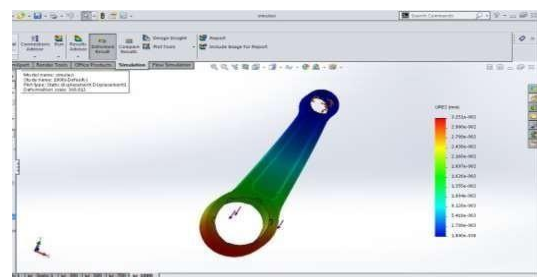
H. Analisa Displacement 1000 Newton



Gambar 7. Analisa Displacement 1000 Newton

Nilai pada displacement tertinggi terjadi pada bagian merah yang menunjukkan nilai 0.036 N/mm² dan menghasilkan kekuatan pada angka 0,000 N/mm².

I. Analisa Strain 1000 Newton



Gambar 8. Analisa Strain 1000 Newton

Nilai pada strain terlihat pada gambar dimana nilai strain tertinggi terjadi pada bagian merah yang menunjukkan nilai 0.036 N/mm² dan menghasilkan kekuatan yaitu pada nilai 0,000 N/mm².

1. Stress

Stress (tegangan) merupakan distribusi gaya yang terjadi pada sebuah titik sebuah bidang

permukaan yang bersifat unik dan memiliki komponen searah ataupun tidak beraturan [8]. *Stress* ada dua jenis yaitu *normal stress* dengan simbol sigma (σ) dan *shear stress* dengan simbol (τ)

Tabel 1. Analisa *Stress* pada *Connecting Rod*

No	Desain	Min	Max
1	Stress 300 N	0,000 N/mm ²	0.036 N/mm ²
2	Stress 500 N	0,005 N/mm ²	18.254N/mm ²
3	Stress 1000 N	0,010 N/mm ²	36.509 N/mm ²

2. Displacement

Displacement merupakan pergerakan pada titik – titik individu dalam bidang sistem struktural yang disebabkan oleh beban atau gaya eksternal yang terdeformasi pada bidang tersebut [9]. Deformasi merupakan perubahan bentuk dan ukuran pada benda atau bidang yang disebabkan oleh gaya yang diberikan, deformasi yang terjadi tidak seragam dengan seluruh volumenya [10] [11].

Tabel 2. Analisa *Displacement* pada *Connecting Rod*

No	Desain	Min	Max
1	Displacement 300 N	0,000 N/mm ²	3.251e- 005
2	Displacement 500 N	0,000 N/mm ²	0.036 N/mm ²
3	Displacement 1000 N	0,000 N/mm ²	0.036 N/mm ²

3. Strain

Strain (regangan) terbagi dua jenis, yaitu *normal strain* dan *shear strain*. *Normal strain* merupakan kuantitas pertambahan panjang pada suatu bidang. deformasi yang dimana tidak perlu menentukan panjang sebenarnya [12] [13]. Hasil analisis *strain* yang terjadi pada desain *connecting rod* dengan tekanan yang berbeda, pada Tabel hasil pengujian *strain* memperlihatkan nilai hasil simulasi *strain*.

Tabel 3. Analisa *Strain* pada *Connecting Rod*

No	Desain	Min	Max
1	Strain 300 N	0,000 N/mm ²	0.036 N/mm ²
2	Strain 500 N	0,000 N/mm ²	0.036 N/mm ²
3	Strain 1000N	0,000 N/mm ²	0.036 N/mm ²

Nilai maksimum pada desain *connecting rod* dapat dilihat sebesar 0.036 N/mm². Pada desain *connecting rod* 2 nilai maksimum adalah 0.036 N/mm². Sedangkan untuk desain *connecting rod* 3 dapat dilihat pada gambar dengan nilai *strain* maksimum adalah 0.036 N/mm², dari hasil analisa dari ketiga desain *connecting rod* tersebut dikatakan aman dan masih bisa digunakan, Jadi untuk nilai yang dibawah angka 415 N/mm² dan material *connecting rod* masih dalam kategori aman dengan menggunakan material titanium.

KESIMPULAN

- Hasil analisis menunjukkan bahwa stress maksimum yang dihasilkan pada adalah 0.036 N/mm² dan stress minimal adalah 0,000 N/mm² dan Hasil analisis menunjukkan bahwa stress maksimum yang dihasilkan pada *connecting rod* 2 adalah 18.254N/mm² dan stress minimal adalah 0,005 N/mm². Hasil analisis menunjukkan bahwa stress maksimum yang dihasilkan pada desain *connecting rod* 3 adalah 36.509 N/mm² dan stress minimal adalah 0,010 N/mm². Sehingga dapat disimpulkan *connecting rod* 3 lebih baik dibandingkan *connecting rod* 2 dan desain *connecting rod* 1 karena memiliki nilai stress yang lebih rendah.
- Hasil analisis *strain* maksimum yang dihasilkan dari *connecting rod* 1 adalah 0.036 N/mm², *connecting rod* adalah 0.036 N/mm², dan *connecting rod* 3 adalah 0.036 N/mm², nilai *strain* yang terjadi pada *connecting rod* motor ini dimana angka tersebut lebih rendah dari batas material

tersebut.

3. Hasil analisis *displacement* maksimum pada *connecting rod* 1 adalah $3.251e-005$, pada *connecting rod* 2 adalah 0.036 N/mm^2 dan pada *connecting rod* 3 adalah 0.036 N/mm^2 . Sehingga dapat disimpulkan desain *connecting rod* 1 lebih baik dibandingkan *connecting rod* 2 dan *connecting rod* 3 karena memiliki nilai *displacement* yang lebih rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penyampaian ucapan terima kasih kepada Universitas Islam Raden Rahmat Malang atas kontribusi atau dukungan terhadap penelitian yang telah dilakukan.

REFERENSI

- [1] Islahudin, N. (2019). *Teknologi Proses Pengecatan Menggunakan Sistem*. SINTEK JURNAL, Vol. 13 No. 1, Juni 2019, 15–25.
- [2] Dahlan, A & Rusiyanto, FT Pendidikan Teknik Mesin (2021) *Pengaruh Penambahan Unsur Aluminium Murni Pada Bahan Aluminium Scrap Terhadap Ketangguhan Impak Dan Struktur Mikro Hasil Pengecoran Velg Motor Honda*. Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin, 6 (1). ISSN 2598-392X
- [3] Islahudin, N. (2019). *Teknologi Proses Pengecatan Menggunakan Sistem*. SINTEK JURNAL, Vol. 13 No. 1, Juni 2019, 15–25.
- [4] Dahlan, A & Rusiyanto, FT Pendidikan Teknik Mesin (2021) *Pengaruh Penambahan Unsur Aluminium Murni Pada Bahan Aluminium Scrap Terhadap Ketangguhan Impak Dan Struktur Mikro Hasil Pengecoran Velg Motor Honda*. Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin, 6 (1). ISSN 2598-392X
- [5] Irawan, A. H., Majanasastra, R. B. S., & Rahmanto, R. H. (2016). *Analisis Kekuatan Velg Cast Wheel Sepeda Motor Dengan Perangkat Lunak Berbasis Metode Elemen Hingga*. 4(2), 57–66.
- [6] Abidin, Z., & Rama, B. R. (2015). *Analisa Distribusi Tegangan Dan Defleksi Connecting Rod Sepeda Motor 100 Cc Menggunakan Metode Elemen*. Jurnal Rekayasa Mesin, 15(1), 30–39.
- [7] Syaefudin, Eko A., and Imam Basori. "Perancangan Desain Velg Sepeda Motor Hybrid dan Pengujian Distribusi Beban dengan Software Autodesk Inventor." *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 1, no. 1, 2013, doi:10.21009/JKEM.1.1.3.
- [8] C. T., Cholis, N., & Wahyuni, F. (2021). *Analisis Produk Velg Motor Tipe Cast Wheel Berbahan Paduan Alumunium*. *Bina Teknika*, 16(2), 79. <https://doi.org/10.54378/bt.v16i2.2306>
- [9] Saferi, R., Yanto, A., & Surianda, J. (2020). *Design, Fabrication and Analysis of Material Requirements of Spices Mixing Machine*. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(2), 123–130. <https://doi.org/10.21063/jtm.2020.v10.i2.123-130>
- [10] Romani, A. A., Mulyatno, I. P., & Rindo, G. (2015). *Analisa Kekuatan Modifikasi Konstruksi Geladak Utama Kapal Lct Vip Jaya 893 Gt Dengan Metode Elemen Hingga*. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 3(2), 302.
- [11] Sholikin, Sholikin, and Carolus Bintoro. "Penerapan Reverse Engineering pada Analisa Tegangan Bracket Engine Mounting." *Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics*, vol. 1, no. 01, 2016.
- [12] Wibawa, L. A. N. (2019). *Desain Dan Analisis Kekuatan Rangka Meja Kerja (Workbench) Balai Lapan Garut Menggunakan Metode Elemen Hingga*. *Jurnal Teknik Mesin ITI*, 3(1), 13. <https://doi.org/10.31543/jtm.v3i1.216>
- [13] Andi Husni Irawan, R. Bagus Suryasa Majanasastra, R. Hengki Rahmanto, "Analisis Kekuatan Velg Cast Wheel Sepeda Motor Dengan Perangkat Lunak Berbasis Metode Elemen Hingga". *Jurnal Imiah Teknik Mesin*, Vol. 4, No.2 Agustus 2016 Universitas Islam 45 Bekasi, <http://ejournal-unisma.net>.