

## **Analisis Poros Engkol (*Connecting Rod*) Sepeda Motor 110 CC Menggunakan Material Baja AISI 1045**

Sukroni<sup>1</sup>, Leo Van Gunawan<sup>1</sup>, Tito Endramawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Indramayu, Indramayu, Indonesia  
Email : <sup>1</sup>[sukroni1990@polindra.ac.id](mailto:sukroni1990@polindra.ac.id), <sup>2</sup>[leovangunawan@polindra.ac.id](mailto:leovangunawan@polindra.ac.id), <sup>3</sup>[tito@polindra.ac.id](mailto:tito@polindra.ac.id)

**Abstrak** - Sepeda motor dengan kapasitas 110 cc sering digunakan untuk balapan di Indonesia. Tekanan tinggi dan berulang yang diterima piston selama kompresi menimbulkan beban *fatigue* pada *connecting rod*. Pada beberapa kasus, *connecting rod* dapat terjadi *buckling* (bengkok) atau *fracture* (patah) pada bagian kritisnya akibat tidak kuat menahan beban *fatigue* dari piston. Untuk mengantisipasi terjadinya *buckling* dan *fracture* maka diperlukan pemilihan material yang kuat untuk menahan beban *fatigue* pada *connecting rod*. Jenis material yang dapat digunakan untuk perancangan *connecting rod* adalah Baja AISI 1045. Baja AISI 1045 merupakan jenis baja yang dapat digunakan untuk pembuatan komponen mesin kendaraan seperti roda gigi, poros dan *connecting rod*. Untuk mengetahui besarnya deformasi dan tegangan maksimum pada *connecting rod* menggunakan baja AISI 1045 diperlukan simulasi melalui *Finite Element Methode (FEM)* dengan *Solidworks*. Hasil analisis simulasi menunjukkan tegangan maksimum yang didapatkan sebesar  $1,996 \times 10^1$  N/mm<sup>2</sup> (MPa). Tegangan maksimum tersebut belum melampaui batas *yield strength* material Baja AISI 1045. Deformasi maksimum di dapatkan sebesar  $1,489 \times 10^{-2}$  mm sehingga perubahan bentuk yang terjadi masih sangat kecil. Besarnya *Factor of Safety (FoS)* didapatkan 26.5 ini menunjukkan bahwa perancangan *connecting rod* menggunakan material Baja AISI 1045 aman untuk digunakan.

**Kata Kunci** : *Connecting Rod*, FEM, Baja AISI 1045, FoS.

**ABSTRACT** - Motorcycles with a capacity of 110 cc are often used for racing in Indonesia. The high and repetitive pressure that the piston receives during compression creates a fatigue load on the connecting rod. In some cases, connecting rod can be buckling or fracture at critical part because it is not strong to endure fatigue load from piston. To anticipate occurrence of buckling and fracture, it is necessary to choose a strong material to endure fatigue load in connecting rod. The type of material that can be used for design of connecting rod is AISI 1045 Steel. AISI 1045 Steel is a type of steel that can be used to manufacture vehicle engine component such as gears, shafts and connecting rods. To find out the amount of deformation and maximum stresses on the connecting rod using AISI 1045 Steel needed simulation with Finite Element Methode (FEM) in Solidworks. The results of simulation analysis show that the maximum stress is  $1,996 \times 10^1$  N/mm<sup>2</sup> (MPa). Maximum stress does not exceed the yield strength limit of AISI 1045 Steel. Maximum deformation get a  $1,489 \times 10^{-2}$  mm so the deformed shape in the connecting rod is very small. Factor of Safety (FoS) get a 26,5 this indicate if design of connecting rod with AISI 1045 Steel is safe to use.

**Keywords**: *Connecting Rod*, FEM, AISI 1045 Steel, FoS.

### **1. PENDAHULUAN**

Pada kendaraan bermotor *connecting rod* berfungsi menghubungkan gerak translasi piston menuju *crankshaft* untuk diubah menjadi gerak rotasi. *Connecting rod* merupakan komponen penting dari mesin pembakaran dalam yang berfungsi memindahkan tekanan dari piston ke poros engkol (Seralatan dkk, 2020). Proses pembakaran yang terjadi di dalam silinder akan menghasilkan tekanan gas pembakaran yang sangat tinggi (Ramadhan dkk, 2021). Tekanan tinggi dan berulang yang diterima oleh piston akan menyebabkan beban *fatigue* pada *connecting rod*. Pada beberapa kasus, *buckling* (bengkok) juga dapat terjadi pada *connecting rod* akibat menerima beban *fatigue* (Pani dkk, 2019). Patah pada bagian kritis juga dapat terjadi pada sambungan terendah di bantalan *connecting rod* (Chao, 2019).

Supaya *connecting rod* dapat menahan beban *fatigue* maka diperlukan pemilihan jenis material yang kuat. Baja merupakan material yang biasa digunakan untuk konstruksi *connecting rod* karena kekuatan, daya tahan dan biayanya yang rendah (Gopal dkk, 2017). Salah satu jenis baja yang dapat digunakan dalam pembuatan konstruksi *connecting rod* adalah Baja AISI 1045. Berikut adalah komposisi kimia dari Baja AISI 1045 :

**Tabel 1.** Komposisi Kimia Baja AISI 1045 (Abidin & Rama, 2015)

Komposisi Kimia	Kadar (%)
Carbon (C)	0,420-0,50%
Iron (Fe)	98,51-98,98%
Manganese (Mn)	0,60-0,90%
Phosphorous (P)	≤0,040%
Sulfur (S)	≤0,050%

Untuk mengantisipasi terjadinya *fracture* pada *connecting rod* diperlukan simulasi dan pengujian menggunakan *software*. Salah satu *software* yang dapat digunakan untuk simulasi dan pengujian *connecting rod* adalah Solidworks. Solidworks banyak digunakan di perusahaan untuk memprediksi kekuatan dan tampilan suatu produk (Abidin & Rama, 2015). Simulasi dan pengujian dilakukan untuk mengetahui distribusi tegangan dan deformasi yang terjadi pada *connecting rod*.

Perhitungan distribusi tegangan pada benda yang mempunyai bentuk tidak teratur (*elemen isoparametrik*) seperti *connecting rod* akan sulit diselesaikan menggunakan pendekatan matematis, sehingga diperlukan *Finite Element Methode (FEM)* untuk menyelesaikannya. Hal ini berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Satish dkk (2019) yang melakukan simulasi dan analisis pengembangan beberapa jenis material *aluminium alloy* pada *connecting rod* melalui pendekatan *Finite Element Method (FEM)* menggunakan ANSYS. Buddi & Rana (2021) juga melakukan simulasi pengembangan material *connecting rod* sepeda motor TVS Apache 110 cc menggunakan komposit Al7068 dan  $Si_3N_4$ . Penelitian tersebut menggunakan material aluminium untuk membuat rancangan *connecting rod* dengan tujuan supaya lebih ringan ketika digunakan. Namun penggunaan aluminium juga mengurangi nilai *safety of factors* dan ketahanan terhadap tegangan yang terjadi. Sehingga diperlukan material yang kuat untuk menahan tegangan dan memiliki nilai *safety of factor* yang tinggi untuk perancangan *connecting rod*.

Berdasarkan tinjauan pustaka tersebut, tujuan simulasi yang dilakukan adalah untuk menganalisis distribusi tegangan dan deformasi pada *connecting rod* sepeda motor 110 cc menggunakan material Baja AISI 1045 dengan Solidworks. Data hasil simulasi ini dapat bermanfaat sebagai masukan atau saran dalam pemilihan material untuk perancangan *connecting rod* sepeda motor 110 cc.

## 2. METODE

Penelitian ini menganalisis distribusi tegangan dan deformasi yang terjadi pada *connecting rod* sepeda motor 110 cc menggunakan material Baja AISI 1045 *Cold Drawn*. Adapun langkah-langkah dalam penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

### 2.1 Proses Scan



**Gambar 1.** Proses Scanning Connecting Rod

Proses *scanning* geometri dan ukuran *connecting rod* dilakukan menggunakan mesin 3D Scan VX Elements-Metrascanblack. Proses *scanning* dilakukan secara kontinu sampai semua bagian diperoleh data geometri dan ukurannya. Selama proses *scanning connecting rod* tidak boleh dipindahkan.



**Gambar 2.** Hasil Proses *Scanning*

## 2.2 Proses Konversi

Hasil geometri dan ukuran *connecting rod* yang diperoleh dari mesin 3D Scan kemudian dilakukan proses konversi ke dalam *software* Solidworks 2021. Geometri dan ukuran yang dihasilkan dari 3D Scan merupakan *surface* bukan solid, maka perlu *setup* ulang dan penyempurnaan agar dapat dilakukan analisis menggunakan Solidexpress.



**Gambar 3.** Hasil Konversi Ke Solidworks

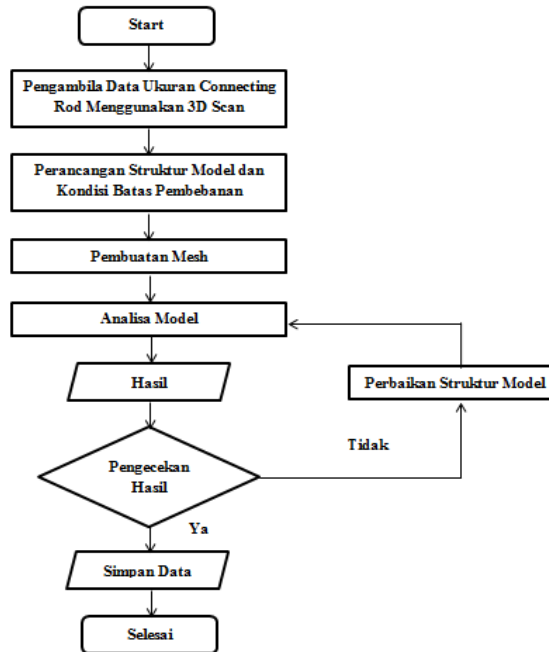
Setelah selesai proses konversi data, tahapan selanjutnya yaitu perancangan struktur model dan kondisi batas pembebanan. Batas pembebanan dilakukan dengan merujuk data spesifikasi mesin Suzuki 110 cc.

**Tabel 2.** Spesifikasi Mesin Suzuki 110 cc (Shanmugasundar dkk, 2020)

Komponen	Keterangan
Kapasitasi mesin	149,5 cc
Daya maksimum	10.29 kW @8500 rpm
Torsi maksimum	13.4 Nm @6000 rpm
Rasio kompresi	2.35 1

## 2.3 Pengujian dan Analisis


Setelah dilakukan proses perancangan struktur model dan batas pembebanan maka tahap selanjutnya dilakukan pengujian dan analisis *connecting rod* sesuai dengan alur penelitian di bawah ini :



**Gambar 4.** Flowchart Alur Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Data Rancangan Connecting Rod

Model Reference	Properties
	Name: AISI 1045 Steel, cold drawn Model type: Linear Elastic Isotropic Default failure criterion: Max von Mises Stress Yield strength: 530 N/mm <sup>2</sup> Tensile strength: 625 N/mm <sup>2</sup>

**Gambar 5.** Model dan Properties

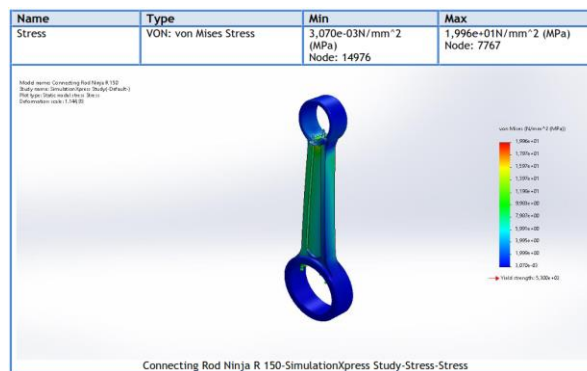
Sebelum *connecting rod* dilakukan pengujian dan analisis, terlebih dahulu dimasukan propertiesnya ke dalam Solidworks. Kemudian *connecting rod* akan diberikan tekanan kompresi yang bekerja sebesar 15,46 MPa / 2242,28 Psi untuk dilakukan pengujian. Tekanan kompresi tersebut sesuai dengan perhitungan untuk sepeda motor Suzuki 110 cc (Shanmugasundar dkk, 2020).

**Tabel 3.** Informasi Mesh

Komponen	Keterangan
Mesh type	Solid mesh
Mesher used	Standard mesh
Automatic transtition	Off
Include mesh auto loops	Off
Jacobian point	16 point
Element size	2,35024 mm

Komponen	Keterangan
Tolerance	0,117512 mm
Mesh quality	High
Total nodes	18713
Total elements	10684
Maximum aspect ratio	16,475
% element-aspect ratio<3	86
% element-aspect ratio>10	0,674
% of distorted element	0
Time to complete mesh	00:00:03

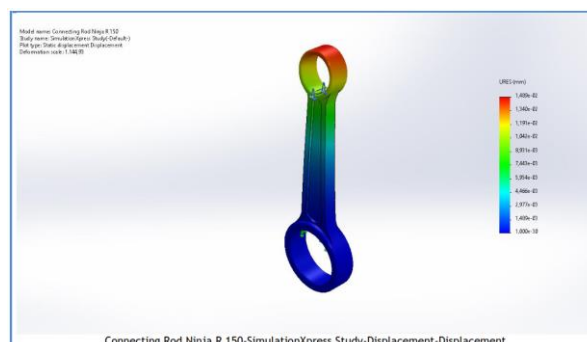
### 3.2 Analisis Tegangan (*Stress*)



**Gambar 6.** Hasil Analisis Tegangan

Analisis tegangan pada *connecting rod* menggunakan model *Von Mises Stress*. Hasil analisis pengujian tegangan didapatkan tegangan minimal  $3,070 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2$  (MPa) dan tegangan maksimal sebesar  $1,996 \times 10^1 \text{ N/mm}^2$  (MPa). Tegangan maksimal tersebut belum melampaui batas *yield strength* material Baja AISI 1045 yaitu  $5,3 \times 10^2 \text{ N/mm}^2$  (MPa). Berdasarkan hasil tersebut diperkirakan *connecting rod* masih kuat untuk menahan tegangan maksimal yang terjadi.

### 3.3 Analisis Deformasi (*Displacement*)



**Gambar 7.** Hasil Analisis Deformasi

Analisis deformasi (*displacement*) pada *connecting rod* menggunakan tipe *URES : Resultant Displacement*. Hasil analisis deformasi di dapatkan minimal 0 mm dan maksimal  $1,489 \times 10^{-2} \text{ mm}$ . Hasil tersebut memberikan gambaran bahwa deformasi yang terjadi sangat kecil, sehingga kemungkinan terjadinya perubahan bentuk pada *connecting rod* juga sangat kecil.

### 3.4 Analisis Faktor Keamanan



**Gambar 8.** Hasil Analisis *Factor Of Safety*

Hal yang harus dipertimbangkan dalam perancangan suatu mesin adalah *Factor of Safety* (FoS) (Latief & Anggraeni, 2019). FoS digunakan untuk mengevaluasi agar perancangan elemen mesin seperti *connecting rod* terjamin keamanannya. Hasil analisis *Factor of Safety* yang didapatkan adalah 26,5. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perancangan *connecting rod* menggunakan material Baja AISI 1045 aman untuk digunakan.

## 4. KESIMPULAN

### 4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pengujian maka material Baja AISI 1045 aman untuk digunakan pada *connecting rod* sepeda motor 110 cc.

### 4.2. Saran

Pada saat pengambilan data geometri dan ukuran menggunakan mesin 3D Scan lebih baik *connecting rod* tidak ditaruh pada *support* melainkan digantung menggunakan tali / benang agar mudah dalam proses scan dan penyempurnaan dengan Solidworks.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. & Rama, B. R. (2015). Analisa Distribusi Tegangan dan Defleksi Connecting Rod Sepeda Motor 100 cc Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 15(1), 30-39.
- Buddi, T. & Rana, R. S. (2021). Fabrication and Finite Element Analysis of Two Wheeler Connecting Rod Using Reinforced Aluminium Matrix Composites Al7068 and  $Si_3N_4$ . *Elsevier Proceedings : Materials Today*, 2471-2477.
- Chao, J. (2019). Fretting Fatigue Induced Failure of a Connecting Rod. *Elsevier Journal : Engineering Failure Analysis*, 96, 186-201.
- Gopal, G., Kumar, L. S., Reddy, V. B., Rao, M. U. M., Srinivasulu, G. (2017). Analysis of Piston, Connecting Rod and Crank Shaft Assembly. *Elsevier Proceedings : Materials Today*.
- Latief, A. E. & Anggraeni, N. D. (2019). Optimasi Dimensi Connecting Rod Al2024 dan Tulangan Baja 4340 Pada Kawasaki Ninja 150 R Menggunakan ANSYS. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 3(1), 17-28.
- Pani, A. R., Patel, R. K., Ghosh, G. K. (2019). Buckling Analysis and Material Selection of Connecting Rod to Avoid Hydro-Lock Failure. *Elsevier Proceedings : Materials Today*.
- Ramadhan, H., Nugroho, S., Tauviquirrahman, M. (2021). Analisis Kegagalan Pada Komponen Connecting Rod Mobil Kapasitas 1300 cc. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(3), 375-380.
- Sathish, T., Kumar, S. D., Karthick, S. (2019). Modelling and Analysis of Different Connecting Rod Material Through Finite Element Route. *Elsevier Proceedings : Materials Today*.
- Seralatan, S., Mitnala, S. V., Reddy, S. K., Venkat, I. G., Reddy, D. R. T., Hariram, V. Premkumar, T. M. (2020). Stress Analysis of the Connecting Rod of Compression Ignition Engine. *Elsevier Proceedings : Materials Today*.
- Shanmugasundar, G., Dharanidharan, M., Vishwa, D., Kumar, A. P. S. (2020). Design, Analysis and Topology Optimization of Connecting Rod. *Elsevier Proceedings : Materials Today*.