

# ANALISIS STRUKTUR SEPEDA LIPAT IZI ARC 16 DENGAN MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Zainal Abidin<sup>(1\*)</sup> dan Panji Janatama Aryadi<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

<sup>(\*)</sup>E-mail Corresponding Author : zainalabidinhasan@yahoo.com

## Abstrak

Dalam hal perhitungan kekuatan struktur pada sepeda sangat penting dikarenakan belakangan ini banyak kalangan yang menggunakan sepeda lipat ini. Pada perhitungan kali ini menggunakan metode elemen hingga diaplikasikan *solidwork*. Sebelum melakukan analisis dilakukannya proses meshing pada rangka. Setelah itu analisis dapat dilakukan. Didalam analisis ini mendapatkan hasil tegangan maksimum yang nilainya tidak melebihi nilai kekuatan luluhnya pada material. Sehingga tidak terjadi patah pada rangka. Selain tegangan, ada juga regangan dan perpindahan yang terjadi pada rangka yang memiliki nilai maksimum yang tidak terlalu besar sehingga rangka mengalami deformasi elastis, dan hasil dari analisis menghasilkan nilai faktor keamanan mendapatkan nilai minimum 10.6. Ini menunjukkan bahwa kekuatan material lebih kecil dari tegangan yang terjadi. Sehingga dapat dinyatakan bahwa sepeda tersebut akan aman apabila difungsikan atau digunakan.

**Kata Kunci:** Tegangan, Regangan, Perpindahan, Metode Elemen Hingga.

## Abstract

*In terms of the truth of the power on the bike is very important because lately many people are using this folding bike. On this night, use element method until application is labor-intensive. Before the analysis of the meshing process on the frame. After that the analysis is nothing. In this analysis the voltage result is not the value of the yield strength value on the material. So it doesn't break the frame. In addition to voltage, there are also strains and reforms that occur in frames whose value is not too large frame undergoes elastic deformation, and the result of analysis of security value is at least 10.6. This is the power of matter smaller than the voltage that occurs. So it can be stated that the bike will be safe if enabled or times.*

**Keywords:** Stress, Strain, Displacement, Finite Element Method

## 1 PENDAHULUAN

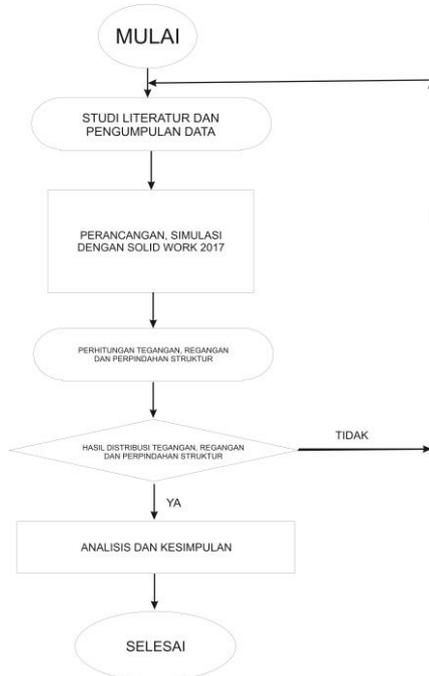
Dalam hal perhitungan kekuatan struktur pada sepeda sangat penting dikarenakan belakangan ini banyak kalangan yang menggunakan sepeda lipat ini. Pada perhitungan kali ini menggunakan metode elemen hingga diaplikasikan *solidwork*. Sebelum melakukan analisis dilakukannya proses *meshing* pada rangka. Setelah itu analisis dapat dilakukan. Didalam analisis ini mendapatkan hasil tegangan maksimum yang nilainya tidak melebihi nilai kekuatan luluhnya pada material. Sehingga tidak terjadi patah pada rangka. Selain tegangan, ada juga regangan dan perpindahan yang terjadi pada rangka yang memiliki nilai maksimum yang tidak terlalu besar sehingga rangka mengalami deformasi elastis, dan hasil dari analisis menghasilkan nilai faktor keamanan mendapatkan nilai minimum 10.6. Ini menunjukkan bahwa kekuatan material lebih kecil dari tegangan yang terjadi. Sehingga dapat dinyatakan bahwa sepeda tersebut akan aman apabila difungsikan atau digunakan. Pembebanan disepeda ini menggunakan pembebanan statis yang dimana struktur diberi beban dalam keadaan diam dan tidak bergerak. Pembebanan terbesar terjadi

pada sadel atau tempat duduk dengan beban sebesar 60 kg, dan terjadi gaya pada stang sepeda sebesar 10 N masing-masing. Pada perhitungan kekuatan ini memiliki perbedaan apabila dilakukan perhitungan manual, dikarenakan penggunaan aplikasi memiliki ketelitian yang lebih rinci, sehingga perhitungan lebih akurat. Seperti halnya perhitungan faktor keamanan, perhitungan manual mendapat nilai 16,76 dan menggunakan aplikasi mendapatkan nilai 10,6. Analisis ini dibantu dengan aplikasi dengan Metode Elemen Hingga guna mendapatkan nilai *von Mises stress*, *normal stress*, dan *principal stress*. [1] Metode elemen hingga memperluas ragam matriks perpindahannya ke analisis yang kontinum yang struktural. Kontinum elastisitas pada pelat dirubah sama strukturnya pengganti, terdapat dari elemen-elemen diskrit yang sama-sama berhubungan cuma di titik-titik simpulnya. Hubungannya memiliki sifat sedemikian rupa hingga kontinuitas tegangan dan perpindahan itu sebenarnya terdapat pelat bisa didekatkan oleh perpindahan titik simpul elemennya tersebut. [2]

## 2 METODOLOGI

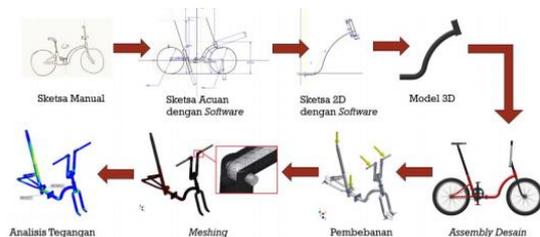
### Diagram Alir Penelitian

Pada pelaksanaan penelitian ini dilakukan berdasarkan langkah berikut yang tertera pada gambar [1].



Gambar 1 Diagram Alir

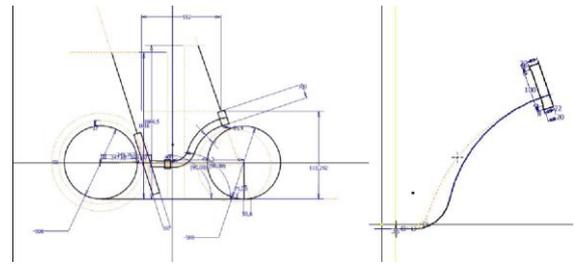
Metode-metode didalam membuat model rangka sepeda dimulai dari gambar manual sampai ke proses *assembly* atau penggabungan rangka.



Gambar 2 Langkah Analisis dengan Metode Elemen Hingga[3]

### Proses Pembuatan model 3D di SolidWorks

Selesai sketsa 2 Dimensi telah dibuat di langkah berikutnya adalah menyeket model 2D untuk menjadi model 3D memakaikan aplikasi *solidworks* 2017. Oleh dari itu yang pertama kalinya terlebih dahulu buat 2D pertama kali menggunakan aplikasi *solidworks* 2017. Model 2 Dimensi untuk dapat menghasilkan gambar bagus dan teliti sama ukuran yang lebih rinci, agar rancangannya lebih gampang untuk dipahami. Keutamaannya beda dengan buat gambar itu adalah kemudahannya jika ada koreksi yang akan dirubahkan. Rancangan gambar ini dimulai pada pembuatan gambar dari bagian (*part*) dari sepeda lipatnya itu. Di bawah ini ada gambar 3 adalah sampel gambar 2D



Gambar 3 Contoh model/sketsa 2D

Gambar 3 digamabr dengan aplikasi *solidworks* 2017. Gambar diatas bukan model 2D dari sepeda yang bakal dianalisis nanti, tapi itu hanya bentuk dan arah untuk dibuat gambar 3 D nantinya. Selesai gambar bentuk 2D yang akan diperlukan, itu bakal dibentukkan jadi gambar atau gambar 3D yang akan dimaksudkan pada gambar 4. Rancangan 3D dibentuk memakaikan *tool-tools* yang sesuai, seperti *revolve*, *extrude*, dan *loft*, mengikuti apa yang telah digambar berbentuk 2D sebelumnya. Pada umumnya untuk menggapai 3D ini yang dibutuhkan, model 2D haruslah dikoreksikan atau boleh saja memberikan suatu gambar 2D yang lain.



Gambar 4 Model 3D sepeda lipat

### Proses Penggabungan atau Assembly dengan Software SolidWork 2017

Sesudahnya langkah bentuk 3D pada setiap bagian sepeda lipat yang dibutuhkan sebagai analisa selesai semuanya didesain, jadi metode berikutnya yaitu langkah penggabungan (*assembly*). Langkah *assembly* ini mencakup penggabungan pada setiap komponen menjadikan satu alat yang diinginkan atau satu barang. Gambar 5 merupakan contoh desain 3D yang sudah dilaksanakan langkah *assembly* yang bisa diatur posisinya. Dengan sudahnya langkah ini, telah selesai dibuat.



Gambar 5 Frame sepeda yang akan dianalisa

Analisis Struktur Sepeda Lipat IZI Arc 16 dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga

### Pemilihan Material

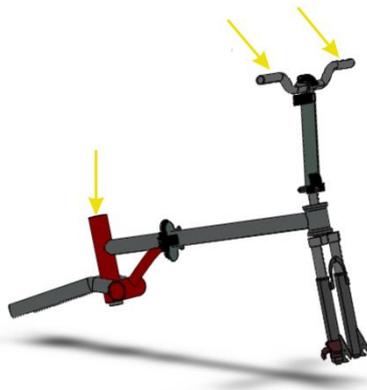
Materialnya yang dipadukan disepeda lipat ini sama persis dengan spesifikasinya pada sepeda *izi arc* nya yaitu sama memakaikan material *chromoly* yang juga baja paduan yang terdapat juga *chromium* dan *molybdenum*, pada *software solid* baja paduan ini adalah *Alloy Steel* dengan *Grade 4140* mempunyai komponen yang tidak berbeda dengan *chromoly*.

Tabel 1. Data Material

| Data Material   |                              |
|-----------------|------------------------------|
| Mass Density    | 7700 kg/m <sup>3</sup>       |
| Yield Strength  | 6.20422e+08 N/m <sup>2</sup> |
| Elastic modulus | 2.1e+11 N/m <sup>2</sup>     |

### Pemberian Beban

Dipemberian berat disini hanyalah memberikan beban pada rangka dalam keadaan diam. Pembebanan statis ini merupakan pembebanan memiliki sifat tetap. Beban diberikan pada bagian *seat tube*, dan dibagian setang dengan besar 10 N pada kedua sisi. Tempat pemberian beban dapat dilihat digambar bawah ini.:



Gambar 6 Beban di analisa desain sepeda lipat

### Faktor keamanan

Faktor keamanan adalah suatu keadaan berguna untuk mengetahui keamanan suatu alat, pada kekuatan salah satu bahan haruslah melebihi kekuatannya yang sebenarnya.[4]

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil analisis

Hasil analisis *simulation* rangka disepeda menghasilkan beberapa hasil tegangan, regangan, perpindahan, dan faktor keamanan struktur yang didapatkan pada Aplikasi *Solidwork* dengan dilakukan Simulasi *Solidworks*, sesudah itu memasukkan data spesifikasinya dimaterial bahan.

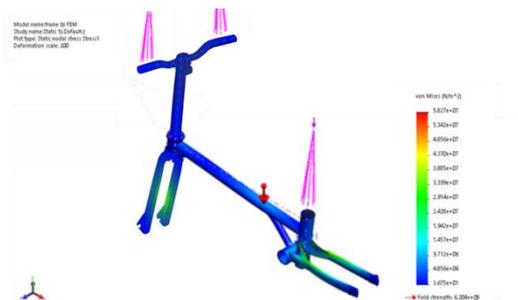
Dimasukkan struktur sepeda itu dengan pembeban 600 kgf yang diamsuksikannya sebagai beban sipengendara. Jadi dari hasil analisa dan simulasi bisa didapatkan nilainya maksimum dan minimum yang bisa dibaca langsung ditampilkan aplikasi *solidworks*.

Tabel 2. Hasil analisis pada rangka sepeda

| Nama                   | Minimum                    | Maksimum                   |
|------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Volume                 | 0.000920809 m <sup>3</sup> |                            |
| Mass                   | 7.09023 kg                 |                            |
| Von Misses stress      | 3.675e+01 N/m <sup>2</sup> | 5.827e+07 N/m <sup>2</sup> |
| Resultant Displacement | 0.000649 mm                | 0.298 mm                   |
| Strain                 | 3.956e-10                  | 1.993e-04                  |
| Factor of Safety       | 10.6                       | 1.69e+07                   |

### Von Misses Stress

Ciri-ciri kondisi *Von Mises* menandakan bahwa luluhnya tidak bergantung ditegangan normal atau ditegangan geser tertentu, melainkan bergantung pada fungsi ketiga dari tegangan geser utamanya.[5] Analisis menggunakan *Finite Element Methods*. Besar *von Misses stress* terjadi bagian konstruksi *forward storage platform* pada kerangka sepeda *izi arc* pada disetiap keadaan pemberian beban yaitu beban diam. Pembebanan statis adalah jenis pemberian beban bersifat tetap (tidak memiliki gerakan ataupun getaran), didalam proses ini yaitu pemberian beban kerangka sepeda bersama asumsi besarnya tidaklah berubah.



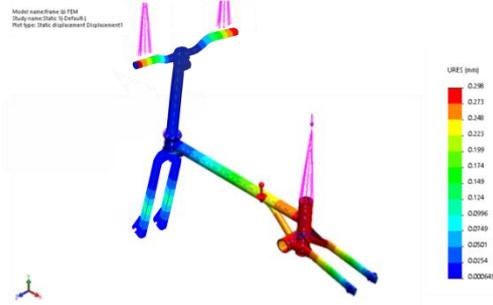
Gambar 7 Hasil von mises stress

Gambar 7 menampilkan hasil analisa menggunakan Metode Elemen Hingga. Daerah yang terjadi diperoleh *von Misses stress* maksimal yang terjadi sebesar 5.827e+07 N/m<sup>2</sup> terjadi terbesar didaerah *chainstay*. Sedangkan tegangan minimalnya adalah 3.675e+01 N/m<sup>2</sup>.

Dilihat pada angka kekuatan luluhnya (*yield strength*) dengan materialnya yaitu *Alloy Steel Grade 4140* dapat dikatakan aman karena angka tegangan maksimumnya sebesar 5.827e+07 N/m<sup>2</sup>

dan angka hal itu tidak melebihi nilai kekuatan luluhnya.

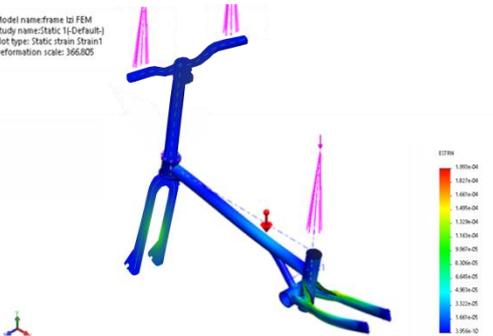
### Resultant Displacement



Gambar 8 Resultant Displacement

Gambar 8 mendapatkan hasil analisa menggunakan *finite element methods*. Pada hasil analisa tersebut terdapat perpindahan maksimal tersebut dengan nilai 0.298 mm tersebut terdapat pada yang ditunjukkan di daerah model diatas, dari dibentuk awalnya yang menunjukkan pada didaerah yang berwarna merah, didaerah itu terjadinya perpindahan sangat besar akibatnya adanya pemberian beban yang diberikan. Sehingga perpindahan minimumnya yaitu 0.000649 mm.

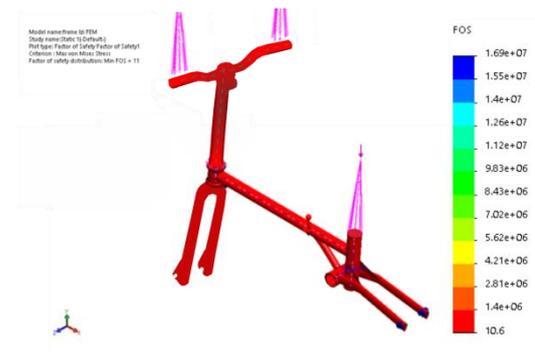
### Regangan



Gambar 9 Regangan yang terjadi pada rangka

Dari gambar 9, mendapatkan hasil analisis menggunakan *Finite Element Method*. Pada hasil analisa dapat disimpulkan bahwa Regangan maksimumnya terjadi sebesar 1.993e-04 terdapat di daerah yang ditunjukkan pada gambar diatas. Sedangkan regangan minimum yaitu 3.956e-10. Pada gambar terdapat lendutan pada rangka sepeda yang berbeda bentuk sebelum diberikan beban.

### Factory of Safety

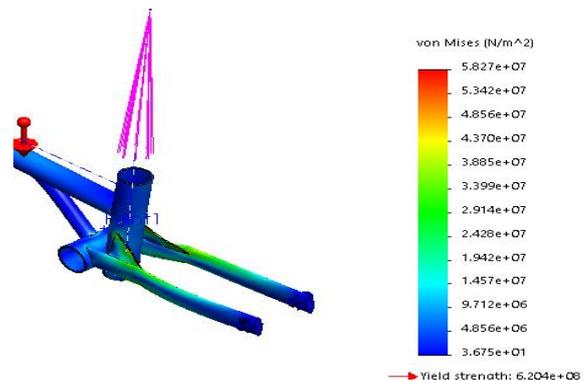


Gambar 10 Faktoc of safety yang terjadi pada rangka

Dari gambar 10, mendapatkan hasil dari analisis pada rangka tersebut dihasilkan *factor of safety* (FOS) mendapatkan nilai minimum adalah 10.6, dan hasil maksimumnya yaitu 1.69e+07. Nilai FOS maksimum yaitu apabila nilai yang didapatkan semakin tinggi maka tingkat kemannya akan lebih aman digunakan. Dan FOS minimum yaitu apabila nilai keamanan semakin rendah maka kemannya akan semakin rendah atau tidak aman untuk digunakan.

### Pembahasan

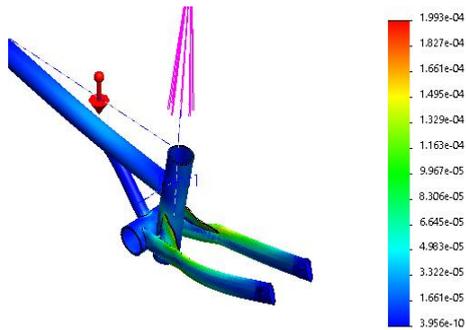
Pada analisis kekuatannya pada sepeda lipat *IZI ARC 16* adalah dilakukan menentukannya nilai tegangan maksimum dengan kondisi barang statis atau kondisi tidak bergerak, kemudian membedakan dengan angka kekuatan luluhnya material yang dipakai (*yield strength*). :



Gambar 11 tegangan pada rangka

Gambar 11 menerangkan bahwa tegangan pada tiga titik pemberian beban *diseat tube* dan stang depan atau pegangan tangan menghasilkan tegangan maksimumnya sebesar 5.827e+07 N/m<sup>2</sup> maka dari itu dapat dibedakan antara kekuatan luluh dari material *Alloy Steel (SS)* dengan nilai 6.20422e+08 N/m<sup>2</sup>, sehingga rangkanya itu tidak mengakibatkan deformasi plastis dan jika tegangan maksimumnya melewati kekuatan luluh jadi kerangka akan mengakibatkan kegagalan atau patah. Dari gambar

11 terlihat jelas bahwa rangka hanya terjadi lendutan yang tidak menyebabkan patah.



**Gambar 12** Regangan pada rangka

Dari data yang dihasilkan jadi lebih dipahami bahwa semakin besar ditegangan maksimumnya yang ada akibat terjadi pembebanan sehingga semakin besarnya pula akan terjadi kegagalan yang dialaminya dan defleksi akan terlihat terbentuk.

#### 4 KESIMPULAN

Kesimpulannya bila digunakan perangkat lunak dalam menganalisis rangka, terkhusus *software SolidWorks* yang memiliki basis FEM, dapat menyederhanakan dan mempersingkat waktu menganalisis rangka struktur elemen. Analisa menggunakan *Finite Element Methods*. Besar *von Mises stress* yang terjadi di konstruksi *forward storage platform* distruktur sepeda izi arc 16 bagi disetiap kondisi pemberian beban adalah beban statis. Berdasarkan penelitian dan simulasi yang sudah dilaksanakan bisa didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemberian beban yang disimulasikan pada rangka sepeda ada dua titik pemberian beban, yaitu pada *seat tube* dan *handle tube*, pemberian beban lebih banyak pada bagian *seat tube*.
2. Model rangka sepeda lipat yang dibebankan beban sebesar 600 kgf menghasilkan angka tegangan maksimum  $5.827e+07$  N/m<sup>2</sup>, dikarenakan angka tegangan *von mises* yang terjadi pada bawah kekuatan luluh bernilai  $6.20422e+08$  N/m<sup>2</sup>, jadi kerangka sepeda lipat ini hanya mengakibatkan deformasi elastis.
3. Hasilnya mendapati bahwa hasil dari analisis yang terdapat pada rangka menghasilkan faktor keamanan mendapatkan nilai minimum adalah 10,6 dan hasil maksimum adalah 1,693+07. Menunjukkan bahwasanya kekuatan materialnya < tegangannya yang terjadi. Maka dari itu dapat dikatakan bahwasanya rangka sepeda lipat ini aman digunakan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih kepada Universitas Sriwijaya yang telah banyak memberikan dukungan dan fasilitas dalam penyelesaian penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. P. Antartika *et al.*, “Elemen Hingga Berbasis Software Dengan Simple Supported Calculation Pada Kapal 50,” vol. 12, no. 1, pp. 72–78, 2020.
- [2] A. Kekuatan *et al.*, “Analisa kekuatan konstruksi car deck pada kapal km. dharna ferry 3 dengan metode elemen hingga,” pp. 53–61.
- [3] A. Inventor, “Perancangan dan Analisis Kekuatan Frame Sepeda Lipat Menggunakan Autodesk Inventor,” vol. 2, no. 2, pp. 126–135, 2018.
- [4] A. I. Imran, “Simulasi Tegangan Von Mises Dan Analisa Safety Factor Gantry Crane Kapasitas 3 Ton,” vol. 8, no. 2, pp. 1–4, 2017.
- [5] M. Awwaluddin *et al.*, “Analisis statik support pemegang sumber pada prototip pencitraan peti kemas menggunakan ansys,” vol. 08, no. 1978, pp. 32–39, 2014.