

ANALISIS PERBANDINGAN FAKTOR KEAMANAN RANGKA SCOOTER MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK SOLIDWORK 2015

Aqshal Diinil Mustaqiem¹, Nurato²

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta
Email: ¹aqshaldiinil@gmail.com; ²nurato@mercubuana.ac.id

Abstract - Rangka merupakan bagian kendaraan yang berfungsi sebagai pondasi yang mengangga semua komponen komponen. Rangka harus dibuat dari material yang cukup kuat untuk menahan atau memikul beban kendaraan, konstruksinya disesuaikan untuk kebutuhan-kebutuhan dalam kegunaannya. Tegangan statik dan faktor keamanan pada rangka skuter dengan kasus beban yang akan diterima sebagai patokan dalam pengujian dengan aspek pemilihan material. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan dan faktor keamanan rangka skuter saat mendapatkan beban yaitu pembebanan statik dengan simulasi menggunakan perangkat lunak Solidworks 2015. Material yang akan digunakan dalam perancangan rangka yaitu baja ASTM A36, Aluminium 6063-T5 dan Titanium Ti-6Al-4AV sebagai perbandingan perancangan rangka. Hasil diharapkan tegangan statis pada rangka mampu menahan beban 80kg sampai 100kg dan mendapatkan faktor keamanan dari masing-masing material serta menentukan yang optimum. Kesimpulan dari ketiga material tersebut hanya dua yang masuk dalam kriteria digunakan sebagai bahan rangka utama skuter yaitu Titanium Ti-6Al-4AV dan Baja ASTM A36. Sedangkan untuk material Aluminium 6063-T5 tidak sampai memenuhi nilai faktor keamanan 2,5 hingga 4 karena hanya mendapatkan angka 1,5.

Kata kunci : Material, Solidwork, Analisis

Abstract - The frame is a part of the vehicle that functions as a foundation that supports all component components. The frame must be made of a material that is strong enough to withstand or bear the load of the vehicle, the construction is tailored to the needs of its use. Static stress and safety factors on the scooter frame with load cases will be accepted as benchmarks in testing with the aspect of material selection. Therefore, this study aims to analyze the strength and safety factor of the scooter frame when getting a load, namely static loading with a simulation using Solidworks 2015 software. The materials to be used in the frame design are ASTM A36 steel, Aluminum 6063-T5 and Titanium Ti-6Al- 4AV as a comparison of frame design. The results are expected that the static stress on the frame is able to withstand a load of 80 kg to 100 kg and get the safety factor of each material and determine the optimum. The conclusion of the three materials is that only two are included in the criteria used as the main frame material for the scooter, namely Titanium Ti-6Al-4AV and Baja ASTM A36. As for the Aluminum 6063-T5 material, it does not meet the safety factor value of 2.5 to 4 because it only gets 1.5.

Keywords: Material, Solidwork, Analysis

1. PENDAHULUAN

Rangka salah satu bagian yang penting sekali pada kendaraan, karena rangka ibarat tulang punggung bagi kendaraan baik mobil maupun sepeda motor. Hampir seluruh bagian-bagian penting dipasang pada rangka. Rangka harus dibuat dari material yang cukup kuat untuk menahan atau memikul beban kendaraan. Konstruksinya disesuaikan untuk kebutuhan-kebutuhan dalam kegunaannya. Rangka pada setiap kendaraan umumnya mempunyai bentuk yang hampir sama, karena adanya persyaratan tertentu yang harus dipenuhi. Makanya banyak industri yang berlomba-lomba dalam menciptakan rangka dengan menggunakan material yang kuat dan terjangkau dari segi

produksi. Rangka skuter mengalami perkembangan dari segi material yang digunakan diantaranya yaitu dengan menggunakan material baja, aluminium dan titanium. Harga dari ketiga material itu pun berbeda-beda di pasaran, berikut harga ketiga material tersebut di pasaran:

Tabel 1. Harga material

(indonesian.alibaba.com)

Material	Harga	Unit
Aluminium	US \$2.10	Per kg
Baja	US \$1.00	Per kg
Titanium	US \$10.00	Per kg

Rangka berfungsi sebagai penopang berat kendaraan, mesin serta penumpang.

Syarat utama yang harus terpenuhi adalah material tersebut harus memiliki kekuatan untuk menompang beban kendaraan [4].

Aluminium (Al) adalah unsur kimia dengan nomor atom 13 dan massa atom 26,9815. Unsur ini mempunyai isotop alam: Al-27. Sebuah isomer dari Al-26 dapat meluruhkan sinar dengan waktu paruh 105 tahun. Aluminium berwarna putih keperakan, mempunyai titik lebur 659,7°C dan titik didih 2.057° C, serta berat jenisnya 2,699 gr/cm³ (pada temperatur 20° C). Termasuk dalam kelompok boron dalam unsur kimia (Al-13) dengan massa jenis 2,7 gr/cm³. Jari-jari atomnya adalah 117,6 pikometer (1x10⁻¹⁰ m) [8].

Alumunium adalah logam yang memiliki kekuatan yang relatif rendah dan lunak. Alumunium merupakan logam yang ringan dan memiliki ketahanan korosi yang baik, hantaran listrik yang baik dan sifat-sifat lainnya [8].

Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0.2% hingga 2.1% berat sesuai grade-nya. Pengaruh utama dari kandungan karbon dalam baja adalah pada kekuatan, kekerasan, dan sifat mudah dibentuk. Kandungan karbon yang besar dalam baja mengakibatkan meningkatnya kekerasan tetapi baja tersebut akan rapuh dan tidak mudah dibentuk [3].

Pengaruh utama dari kandungan karbon dalam baja adalah pada kekuatan, kekerasan, dan sifat mudah dibentuk. Kandungan karbon yang besar dalam baja mengakibatkan meningkatnya kekerasan tetapi baja tersebut akan rapuh dan tidak mudah dibentuk [3].

Titanium adalah unsur logam dalam kelompok IV B Susunan Berkala Unsur dengan nomor atom 22, yang berlambang Ti. Titanium memiliki berat atom 47,90, valensi 2, 3, 4, nilai kekerasan Vicker 80-100 dan memiliki lima isotop serta tahan terhadap korosi air laut [1].

Kelebihan Titanium: Ringan, Kuat, dan Tahan *fatigue* Kelemahan Titanium: mahal dan susah diperbaiki [1].

2. METODE

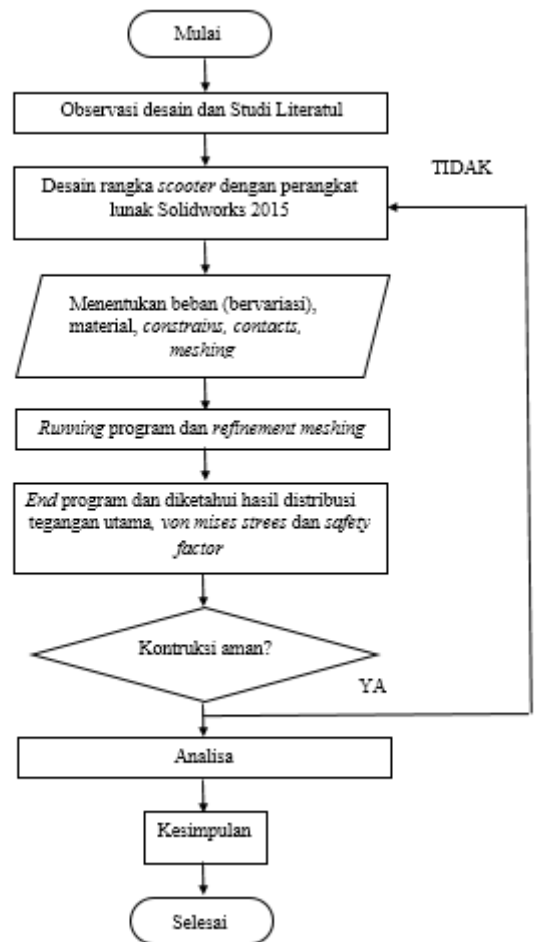
Pada penelitian ini digunakan jenis pendekatan eksperimen desain dengan menggunakan bantuan perangkat lunak yang dapat mensimulasikan pengujian analisis beban statis dan dinamis pada rangka *scooter* yang dilakukan dengan permodelan. Pada pendekatan eksperimen ini sengaja dibangkitkan timbulnya suatu kejadian atau keadaan, kemudian diteliti bagaimana akibatnya.

Pembangkitan kejadian atau pengkondisian untuk tegangan *Von Mises* dalam penelitian ini berupa penggunaan material dan ukuran pada rangka *scooter*. Permodelan rangka *scooter* yang telah dibuat menjadi tiga dimensi kemudian siap untuk dianalisis.

Geometri rangka *scooter* yang digunakan analisis mengacu pada geometri skuter pada umumnya. Geometri tersebut kemudian dipelajari untuk didesain ulang menggunakan perangkat lunak Solidworks dan dengan modifikasi sesuai dengan bentuk untuk diproduksi. Permodelan rangka *scooter* yang telah dibuat menjadi tiga dimensi kemudian siap untuk dianalisis.

Proses analisis dijalankan dengan bantuan perangkat lunak Solidworks dan dapat menampilkan *output* sesuai dengan analisis yang dilakukan. Setelah *output* diketahui, kemudian dapat diketahui bagaimana dan seberapa besar tegangan yang terjadi pada rangka *scooter*.

2.1 Metodologi penelitian



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Alur penelitian perancangan rangka *scooter* menggunakan perangkat lunak Solidworks ini dari mulai hingga selesai adalah sebagai berikut :

1. Setelah penelitian dimulai maka dilakukan pengumpulan data geometri rangka *scooter* dan data pendukung untuk analisis.
2. Melakukan permodelan atau desain rangka *scooter* dari mulai pembuatan *part* sampai *assembly*.
3. Melakukan penginputan *material properties*, *constraints*, *contacts*, *meshing* dan menentukan beban.
4. Langkah selanjutnya yaitu *running program* dan *refinement meshing*.
5. Setelah diketahui distribusi tegangan utama pada rangka *scooter* didapatkan *von mises strees* dan *Safety factor*.
6. Selanjutnya diketahui konstruksi aman atau tidak, jika tidak maka kembali ke langkah dua yaitu melakukan permodelan ulang dan jika aman maka dilanjutkan.

Regangan dinyatakan sebagai pertambahan panjang per satuan panjang. Tegangan pada suatu titik dihitung setelah regangan diukur. Hukum Hooke menyatakan bahwa dalam batas-batas tertentu, tegangan pada suatu bahan adalah berbanding lurus dengan regangan. Dimana semakin besar tegangan yang didapat maka besar regangannya. Secara matematis, regangan dapat ditulis sebagai [7].:

2.3 TEORI KEGAGALAN STATIS DAN TEGANGAN VON MISES

Teori kegagalan ini diperkenalkan oleh Huber (1904) dan kemudian disempurnakan melalui kontribusi von Mises dan Henky. Teori ini menyatakan bahwa kegagalan diprediksi terjadi pada keadaan tegangan multiaksial bilamana energi distorsi per unit volume sama atau lebih besar dari energi distorsi per unit volume pada saat terjadinya kegagalan dalam pengujian tegangan uniaksial sederhana terhadap spesimen dari material yang sama.

Tegangan efektif Von Mises (σ') didefinisikan sebagai tegangan tarik uniaksial yang dapat menghasilkan energi distorsi yang sama dengan yang dihasilkan oleh kombinasi tegangan bekerja [2].

2.4 Faktor Keamanan

Faktor keamanan adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasikemanan dari suatu bagian mesin. Untuk menghindari terjadinya keruntuhan

7. Setelah didapatkan data hasil analisis *stress* dan *safety factor* pada desain rangka *scooter* kemudian dilakukan analisis dan kesimpulan dari hasil simulasi tersebut.

2.2 Tegangan dan Regangan

Pada dasarnya tegangan dapat didefinisikan sebagai besaran gaya yang bekerja pada suatu satuan luas [7].

Dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Tegangan } (\sigma) = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Dimana: σ : tegangan (N/m²)
 F : gaya yang bekerja (N)
 A : luas bidang (m²)

Pada suatu bidang yang dikenai suatu gaya akan terdapat dua jenis tegangan yang mempengaruhi bidang tersebut, yaitu tegangan normal dan tegangan geser

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L} \quad (2)$$

Dimana : ε : regangan
 δ : pertambahan panjang total (m)
 L : panjang mula – mula (m)

struktur (*structure-failure*) maka kekuatan

sebenarnya dari suatu bahan haruslah melebihi kekuatan yang dibutuhkan.

Perbandingan dari kekuatan sebenarnya terhadap kekuatan yang dibutuhkan disebut faktor keamanan (*factor of safety*) yang dirumuskan [7]. :

$$\text{Faktor keamanan } (n) = \frac{\text{Kekuatan sebenarnya}}{\text{kekuatan yang dibutuhkan}} \quad (3)$$

Untuk menentukan faktor keamanan suatu struktur yang akan dirancang dapat menggunakan aturan berikut [7].:

1. Bahan-bahan Ulet

- a. $\eta = 1,25$ hingga 2,0 untuk perancangan struktur yang menerima beban statis dengan tingkat kepercayaan yang tinggi untuk semua data perancangan.
- b. $\eta = 2,0$ hingga 2,5 untuk perancangan elemen-elemen mesin yang menerima

pembebanan dinamis dengan tingkat kepercayaan rata-rata untuk semua data perancangan.

c. $\eta = 2,5$ hingga 4,0 untuk perancangan struktur statis atau elemen-elemen mesin yang menerima pembebanan dinamis dengan ketidakpastian mengenai beban, sifat-sifat bahan, analisis tegangan, atau lingkungan.

d. $\eta = 4,0$ atau lebih untuk perancangan struktur statis atau elemen-elemen mesin yang menerima pembebanan dinamis dengan ketidakpastian mengenai beberapa kombinasi bahan, sifat-sifat bahan, analisis tegangan, atau lingkungan.

2. Bahan-bahan getas

a. $\eta = 3,0$ hingga 4,0 untuk perancangan struktur yang menerima beban statis dengan tingkat kepercayaan yang tinggi untuk semua data perancangan.

b. $\eta = 4,0$ hingga 8,0 untuk perancangan struktur statis atau elemen-elemen mesin yang menerima pembebanan dinamis dengan ketidakpastian mengenai beban sifat-sifat bahan, analisis tegangan, atau lingkungan.

2.6 Perangkat Lunak Solidworks 2015

Solidworks menyediakan solusi terpadu untuk menyederhanakan dan memudahkan proses desain dan analisis sebuah struktur. Solusi terpadu bahwa semua proses dikerjakan oleh satu mesin dan satu perangkat lunak, sehingga transfer data dari satu desain/ perangkat lunak ke mesin/ perangkat lunak yang lain tidak diperlukan. Dengan proses tersebut, hilangnya data atau informasi dapat dihindari dan waktu untuk proses analisis juga menjadi lebih singkat.

Analisis struktur pada pada Solidworks diantaranya yaitu [6]:

a. *Stress Analysis*

Stress Analysis merupakan salah satu alat pengujian struktur pada SolidWorks yang dilakukan dengan menerapkan konsep *Finite Element Analysis* (FEA). Cara kerjanya adalah dengan memecah suatu objek struktur yang akan diuji menjadi elemen-elemen berhingga yang saling terhubung satu sama lain yang akan dikelola dengan perhitungan khusus oleh perangkat lunak, sehingga menghasilkan hasil yang lebih akurat.

2.5 Tegangan Statis dan Dinamis

Tegangan statis yaitu suatu komponen menerima beban yang diterima secara lambat, tanpa kejutan dan ditahan pada nilai yang konstan, maka tegangan yang dihasilkan pada komponen tersebut disebut tegangan statis (*static stress*). Contohnya adalah beban pada sebuah struktur karena bobot mati pada sebuah bangunan.

Tegangan dinamis adalah tegangan akibat gaya-gaya yang berubah besarnya, arahnya ataupun kedua-duannya, misalnya tegangan pada roda gigi, tegangan pada poros engkol dan sebagainya. Dikarenakan berubah-ubah maka tegangan dinamis yang diijinkan lebih kecil dari pada tegangan statis yang diijinkan [5].

b. *Frame Analysis*

Selain *Stress Analysis*, pada Solidworks juga terdapat alat pengujian struktur yang lain, yaitu *Frame Analysis*. Konsep dari pengujian ini adalah dengan menerapkan ilmu mekanika teknik yaitu berkaitan dengan struktur, beam, dan frame. Input data beban dan tumpuan, sedangkan outputnya diagram tegangan, regangan dan *displacement*.

2.7 Pemasukan Data Material

Pemasukan data material di Solidworks dapat diakses melalui menu *Configure Material* dan material yang digunakan ialah Baja ASTM A36, Aluminium 6063-T5, dan Titanium Ti-6Al-4AV . Data material yang digunakan diantaranya :

Tabel 2. Material Baja ASTM A36 (Sumber: Solidworks)

Property	Value	Units
Elastic Modulus	200000	N/mm ²
Poisson's Ratio	0.26	N/A
Shear Modulus	79300	N/mm ²
Mass Density	7850	kg/m ³

Tensile Strength	400	N/mm ²
Compressive Strength		N/mm ²
Yield Strength	250	N/mm ²
Thermal Expansion Coefficient		/K
Thermal Conductivity		W/(m·K)

Thermal Expansion Coefficient	9e-006	/K
Mass Density	4428.78	kg/m ³
Hardening Factor	0.85	N/A

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Analisis Statik Material Baja ASTM A36 Dengan Perangkat Lunak Solidworks

Hasil analisis pada rangka dengan perangkat lunak solidworks 2015 menghasilkan Von Mises, Displacement, dan FOS (Factor Of Safety) pada material Baja ASTM A36.

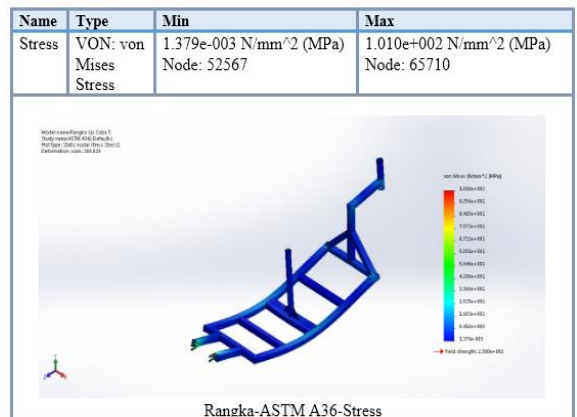
Hasil von mises material ASTM A36 dapat dilihat dalam Gambar 3:

Tabel 3. Material Aluminium 6063-T5 (Sumber: Solidworks)

Property	Value	Units
Elastic Modulus	69000	N/mm ²
Poisson's Ratio	0.33	N/A
Shear Modulus	25800	N/mm ²
Mass Density	2700	kg/m ³
Tensile Strength	185	N/mm ²
Compressive Strength		N/mm ²
Yield Strength	145	N/mm ²
Thermal Expansion Coefficient	2.34e-005	/K
Thermal Conductivity	209	W/(m·K)

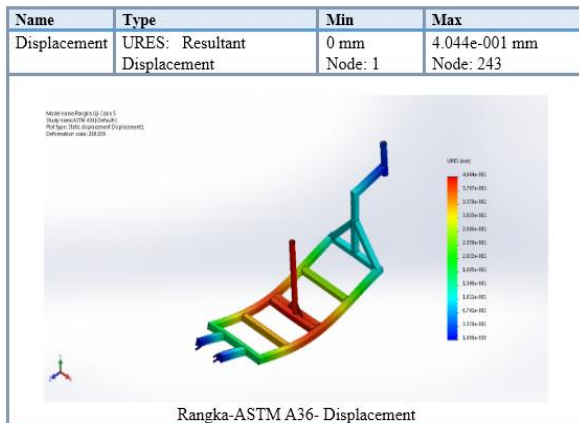
Tabel 4. Material Titanium Ti-6Al-4V (Sumber: Solidworks)

Property	Value	Units
Elastic Modulus	104800.31	N/mm ²
Poisson's Ratio	0.31	N/A
Tensile Strength	1050	N/mm ²
Yield Strength	827.37	N/mm ²
Tangent Modulus		N/mm ²



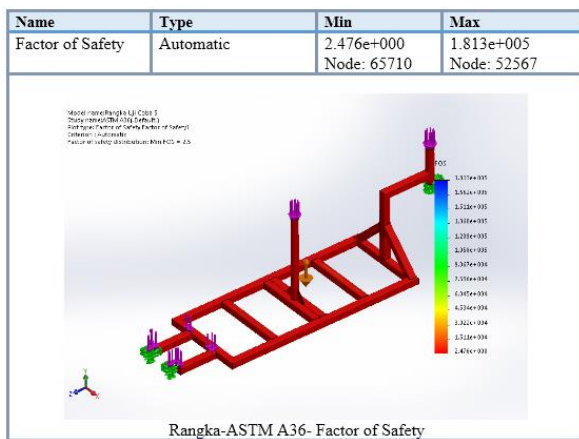
Gambar 2. Von Mises pembebanan 100 kg pada rangka scooter

Hasil Displacement material ASTM A36 dapat dilihat dalam Gambar 3.



Gambar 3. Displacement pembebanan 100 kg pada rangka scooter

Hasil *Factor Of Safety* material ASTM A36 dapat dilihat dalam Gambar 4.



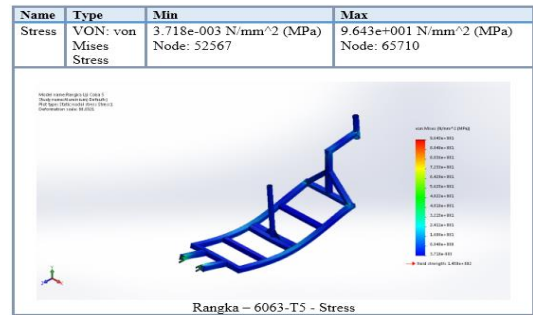
Gambar 4. *Factor Of Safety* pembebanan 100 kg pada rangka scooter

3.2 Hasil Analisis Statik Material Aluminium 6063-T5 Dengan Perangkat Lunak Solidworks

Hasil analisis pada rangka dengan perangkat lunak solidworks 2015 menghasilkan *von mises, displacement*, dan *FOS (Factor Of Safety)* pada material Aluminium 6063-T5.

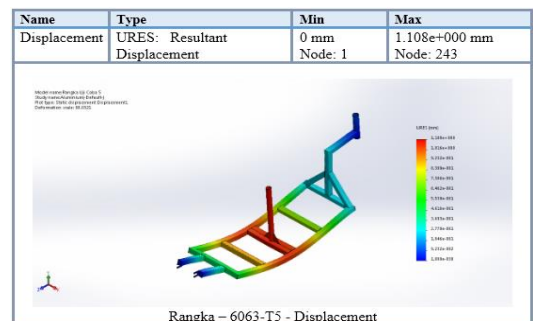
Hasil *von mises* material Aluminium 6063-T5 dapat dilihat dalam Gambar 5:

:



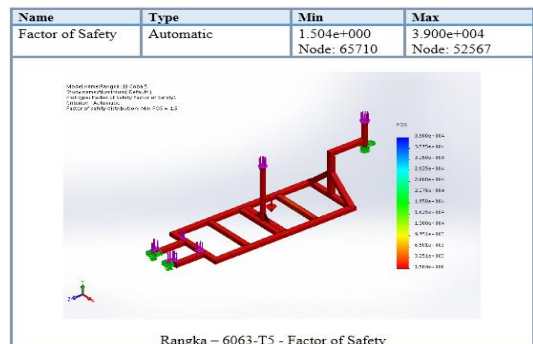
Gambar 5. *Von Mises* pembebanan 100 kg pada rangka scooter

Hasil *Displacement* material Aluminium 6063-T5 dapat dilihat dalam Gambar 6.



Gambar 6. *Displacement* pembebanan 100 kg pada rangka scooter

Hasil *Factor Of Safety* material Aluminium 6063-T5 dapat dilihat dalam Gambar 7.

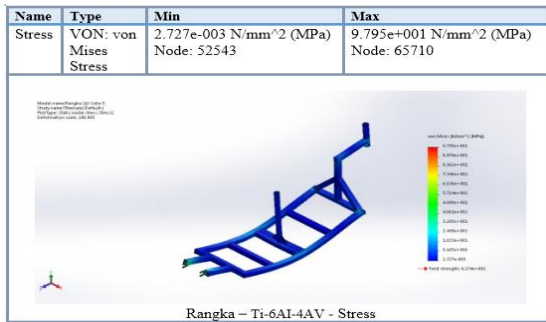


Gambar 7. *Factor Of Safety* pembebanan 100 kg pada rangka scooter

3.3 Hasil Analisis Statik Material Titanium Ti-6Al-4V Dengan Perangkat Lunak Solidworks

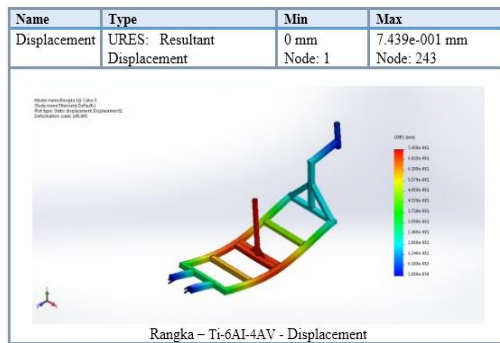
Hasil analisis pada rangka dengan perangkat lunak solidworks 2015 menghasilkan *von mises, displacement*, dan *FOS (Factor Of Safety)* pada material Titanium Ti-6Al-4V.

Hasil *Von Mises* material Titanium Ti-6Al-4AV dapat dilihat dalam Gambar 8.



Gambar 8. *Von Mises* pembebanan 100 kg pada rangka *scooter*

Hasil *Displacement* material Titanium Ti-6Al-4AV dapat dilihat dalam Gambar 9.



Gambar 9.. *Displacement* pembebanan 100 kg

3.4 Hasil Analisis Beban Maksimal dan Faktor Keamanan

Dari simulasi dengan beban 100 kg dapat dihasilkan analisis data beban maksimum dan tegangan maksimum pada rangka *scooter* yang dapat dilihat pada tabel 5:

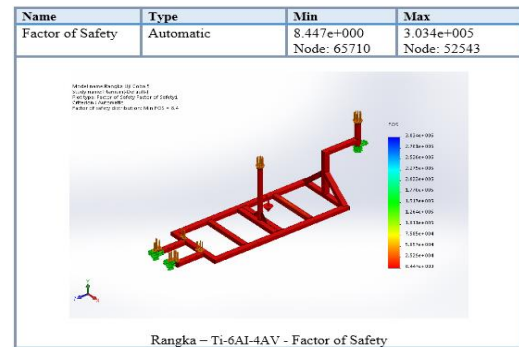
Tabel 5. Analisis beban maksimum dan tegangan maksimum

Hasil analisis dari ketiga material							
Material	η	P_e (kg)	σ_e (Mpa)	u (mm)	P_{max} (kg)	σ_{yield} (Mpa)	u_{max} (mm)
ASTM A36	2,5	100	101	0,40	250	252,50	1,00
6063-T5	1,5	100	96,43	1,10	150	144,645	1,65
Ti-6Al-4AV	8,4	100	97,95	0,74	840	822,78	6,216

3.5 Hasil Analisis Faktor Keamanan 4 Pada Rangka

pada rangka *scooter*

Hasil *Factor Of Safety* material Titanium Ti-6Al-4AV dapat dilihat dalam Gambar 10.



Gambar 10. *Factor Of Safety* pembebanan 100 kg pada rangka *scooter*

Jika pada rangka *scooter* diberikan nilai faktor keamanan 4 sebagai nilai faktor keamanan pengendara maka beban maksimal dibagi nilai faktor keamanan dan didapatkan hasil sebagai berikut pada tabel 6:

Tabel 6. Hasil Analisis Faktor Keamanan 4 Pada Rangka

No	Material rangka	P_{max} (kg)	Faktor keamanan (η)	P_e (kg)
1	Baja ASTM A36	250	4	62,5
2	Aluminium 6063-T5	150	4	37,5
3	Titanium Ti-6Al-4AV	840	4	210

3.6 Hasil perhitungan secara Teori

Dari tabel 3.10 dapat diketahui nilai beban maksimal dan nilai tegangan maksimal rangka *scooter*. Sedangkan pada tabel 3.11 dapat diketahui hasil analisis faktor sebagai berikut :

Rangka *scooter* menggunakan ASTM A36.

Faktor keamanan dirumuskan :

$$n = \frac{\text{Kekuatan sebenarnya}}{\text{kekuatan yang dibutuhkan}}$$

Maka jika ,

Diketahui :

$$P_e = 100 \text{ kg}$$

$$n = 2,50$$

$$\sigma_e = 101 \text{ Mpa}$$

$$u = 0,40 \text{ mm}$$

Ditanya :

$$\sigma_{yield} = ?$$

$$P_{max} = ?$$

$$u_{max} = ?$$

Hasil :

a) $n = \frac{P_{max}}{P_e}$

$$P_{max} = n \times P_e$$

$$P_{max} = 2,50 \times 100$$

$$P_{max} = 250 \text{ kg}$$

b) $n = \frac{\sigma_{yield}}{\sigma_e}$

$$2,50 = \frac{\sigma_{yield}}{101}$$

$$\sigma_{yield} = n \times \sigma_e$$

$$\sigma_{yield} = 2,50 \times 101$$

$$\sigma_{yield} = 252,50 \text{ Mpa}$$

c) $n = \frac{u_{max}}{u}$

$$2,50 = \frac{u_{max}}{0,40}$$

$$u_{max} = n \times u$$

$$u_{max} = 2,50 \times 0,40$$

$$u_{max} = 1 \text{ mm}$$

Jadi beban maksimal dari rangka adalah sebesar 250 kg.

Jika nilai factor safety 4 maka,

$$4 = \frac{P_{max}}{P_e} = X = \frac{250}{4} = 62,50 \text{ kg}$$

Jadi beban untuk nilai factor safety 4 sebesar 62,50 kg berat pengendara, sebagai nilai keamanan scooter untuk dipergunakan.

Rangka scooter menggunakan Aluminium 6063-T5.

Faktor keamanan dirumuskan :

$$n = \frac{\text{Kekuatan sebenarnya}}{\text{kekuatan yang dibutuhkan}}$$

Maka jika ,

Diketahui :

$$P_e = 100 \text{ kg}$$

$$n = 1,50$$

$$\sigma_e = 96,43 \text{ Mpa}$$

$$u = 1,10 \text{ mm}$$

Ditanya :

$$\sigma_{yield} = ?$$

$$P_{max} = ?$$

$$u_{max} = ?$$

Hasil :

a) $n = \frac{P_{max}}{P_e}$

$$P_{max} = n \times P_e$$

$$P_{max} = 1,50 \times 100$$

$$P_{max} = 150 \text{ kg}$$

b) $n = \frac{\sigma_{yield}}{\sigma_e}$

$$1,50 = \frac{\sigma_{yield}}{96,43}$$

$$\sigma_{yield} = n \times \sigma_e$$

$$\sigma_{yield} = 1,50 \times 96,43$$

$$\sigma_{yield} = 144,645 \text{ Mpa}$$

c) $n = \frac{u_{max}}{u}$

$$1,50 = \frac{u_{max}}{0,40}$$

$$u_{max} = n \times u$$

$$u_{max} = 1,50 \times 1,1$$

$$u_{max} = 1,65 \text{ mm}$$

Jadi beban maksimal dari rangka adalah sebesar 150 kg.

Jika nilai factor safety 4 maka,

$$4 = \frac{P_{max}}{P_e} = X = \frac{150}{4} = 37,50 \text{ kg}$$

Jadi beban untuk nilai factor safety 4 sebesar 37,50 kg berat pengendara, sebagai nilai keamanan scooter untuk dipergunakan.

Rangka scooter menggunakan Titanium Ti-6Al-4AV.

Faktor keamanan dirumuskan :

$$n = \frac{\text{Kekuatan sebenarnya}}{\text{kekuatan yang dibutuhkan}}$$

Maka jika ,

Diketahui :

$$P_e = 100 \text{ kg}$$

$$n = 8,4$$

$$\sigma_e = 97,95 \text{ Mpa}$$

$$u = 0,74 \text{ mm}$$

Ditanya :

$$\sigma_{yield} = ?$$

$$P_{max} = ?$$

$$u_{max} = ?$$

Hasil :

a) $n = \frac{P_{max}}{P_e}$

$$P_{max} = n \times P_e$$

$$P_{max} = 8,4 \times 100$$

$$P_{max} = 840 \text{ kg}$$

b) $n = \frac{\sigma_{yield}}{\sigma_e}$

$$8,4 = \frac{\sigma_{yield}}{97,95}$$

$$\sigma_{yield} = n \times \sigma_e$$

$$\begin{aligned}
 &= 8,4 \times 97,95 \\
 \sigma_{yield} &= 822,78 \text{ Mpa} \\
 \text{c) } n &= \frac{u_{max}}{u} \\
 8,4 &= \frac{u_{max}}{0,74} \\
 u_{max} &= n \times u \\
 &= 8,4 \times 0,74 \\
 u_{max} &= 6,216 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Jadi beban maksimal dari rangka adalah sebesar 840 kg.

Jika nilai factor safety 4 maka,

$$4 = \frac{P_{max}}{P_e} = X = \frac{840}{4} = 210 \text{ kg}$$

Jadi beban untuk nilai factor safety 4 sebesar 210 kg berat pengendara, sebagai nilai keamanan *scooter* untuk dipergunakan.

4. KESIMPULAN

1. Penelitian perancangan rangka *scooter* menggunakan perangkat lunak Solidworks 2015 melakukan analisis pada rangka *scooter*. Material yang digunakan pada rangka utama adalah Baja ASTM A36, Aluminium 6063-T5, dan Titanium Ti-6Al-4AV. Dari ketiga material yang paling baik untuk digunakan sebagai rangka *scooter* adalah material Titanium Ti-6Al-4AV. Namun dari ketiga bahan tersebut hanya dua yang masuk dalam kriteria digunakan sebagai bahan rangka utama *scooter* yaitu Titanium Ti-6Al-4AV dan Baja ASTM A36. Sedangkan untuk material Aluminium 6063-T5 tidak sampai memenuhi nilai faktor keamanan 2,5 hingga 4 karena hanya mendapatkan angka 1,5.

2. Asumsi pembebanan 100 kg penggunaan material yang paling optimum dari segi harga adalah Baja ASTM A36 mendapatkan nilai faktor keamanan yang sudah sesuai.

5. SARAN

Penelitian ini hanya di lakukan analisis secara statik saja, agar perhitungannya lebih akurat dan baik perlu dilakukan analisis secara dinamis. Fungsi analisis dinamis itu sendiri untuk mengetahui suatu keadaan dimana perubahan pada sebuah elemen terjadi terhadap waktu dalam konteks gaya yang bekerja pada struktur tersebut. Beban dinamis dapat berupa variasi besarnya (*magnitude*), arahnya (*direction*) atau posisinya (*point of application*) berubah terhadap waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Basri, S. (2005). *Kamus Kimia*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- [2] Bhandari, V. (1994). *Design of Machine Elements*. New Delhi: Tata McGraw-Hill.
- [3] Davis, H. E. (1982). *The Testing of Engineering Materials*,. Mc Graw Hill: Auckland.
- [4] Fadila, A., & Syam, B. (2013). Analisis simulasi chassis mobil mesin USU berbahan besi struktur terhadap beban statik dengan menggunakan perangkat lunak ansys 14.5. *Jurnal e-Dinamis*.
- [5] Mott, R. L. (2009). *Elemen-Elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis (Buku 1) Translated by Rines*. Yogyakarta: Andi
- [6] Prabowo, S. (2009). *Easy to Use: Solidworks 2009*. Yogyakarta: Andi.
- [7] Shigley, J., & Mitchell, L. (1991). *Perencanaan Teknik Mesin*. Jakarta: Erlangga.
- [8] Surdia, T., & Chijjiwa, K. (1976). *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: PT Pradya Paramita.