



Static Analysis of Frame Structure of Post-Stroke Patients Tricycle Design with Material Type Variations

Analisa Statik Struktur Frame Desain Sepeda Roda Tiga Pasien Pasca Stroke dengan Variasi Jenis Material

Eko Siswono, Mulyadi Mulyadi *

Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: mymulyadi640@gmail.com

Abstract. *The body weight of post-stroke patients varies from one another, this can affect material selection. In this study, the researchers designed a three-wheeled frame using various types of material and the same material size including: galvanized pipe, stainless pipe (AISI 304), mild steel pipe (ASTM A36), Alloy Steel pipe to obtain a safe design for sufferers post-stroke, the skeletal design was analyzed statically using Soliworks 2012 software to obtain the results of analysis in the form of: Von Mises Voltage, Safety Factor (Strain) and Strain (Displacement). Static analysis of Post-Stroke Tricycle Design results obtained the greatest Von Mises Voltage value on ASTM A36 type material with a stress value of 154.5 N/mm² (MPa) and the smallest stress value in Galvanized type material with a stress value of 150.8 N/mm² (MPa). Based on the results of the Safety Factor analysis so that the design can be said to be safe for post-stroke patients, the type of material that must be used is Galvanized and AISI 304 with a Safety Factor value of 1.35 and ASTM A36 pipe material type with a value of Safety of Factor of 1.89.*

Keywords- *Stroke symptoms; Tricycle; Static analysis*

How to cite: Siswono Eko, Mulyadi Mulyadi (2019) Static Analysis of Frame Structure of Post-Stroke Patients Tricycle Design with Material Type Variations. R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal 4 (2). doi: <https://doi.org/10.21070/rem.v4i2.808>

PENDAHULUAN

Kesibukan yang luar biasa dan kurangnya olahragamembuat orang lalai terhadap kesehatannya, hal ini bisa berdampak terjadinya berbagai macam penyakit, salah satunya *stroke*. Kondisi tubuh penderita *stroke* dapat normal kembali dengan cara terapi menggunakan alat bantu terapi yaitu sepeda roda tiga yang mempertimbangkan aspek *ergonomi* [1].

Antropometri tubuh penderita pasca *stroke* yang berbeda-beda menyebabkan kesulitan dalam pemilihan material sehingga desain sepeda roda tiga pasca *stroke* perlu dilakukan analisa statik guna memperoleh jenis material yang aman bagi penderita pasca *stroke*.

Penelitian stress analisis pada suatu frame sudah banyak lakukan pada penelitian dan kajian sebelumnya [2, 3]. Dengan menggunakan metode elemen hingga dapat diperoleh nilai tegangan von mises, regangan(strain), factor keamanan(safety of factor) dan perpindahan(deplacement) dari perubahan beban yang diberikan.

Perkembangan CAD mempermudah perhitungan tersebut. Simulasi dari stress terhadap suatu desain dengan mudah dilakukan perhitungan baik stress, deformasi hingga kekuatan yang mampu diberikan oleh suatu desain dapat dengan cepat diketahui. Berbagai contoh

analisa suatu frame sudah banyak dilakukan dengan menggunakan Solidwork, Ansys dan lainnya. Contoh paling sederhana dan umum adalah analisa frame atau prototype frame dengan software *Solidwork 2012* (NR Patil, 2014) [4-6]. Oleh sebab itu, dalam pembuatan sepeda roda tiga pasien pasca *stroke* ini diawali dengan melakukan analisa statis dari pada framenya. Sehingga kegagalan konstruksi dan pemilihan material dapat dihindari guna memperoleh jenis material yang aman bagi penderita berdasarkan jenis material.

METODE

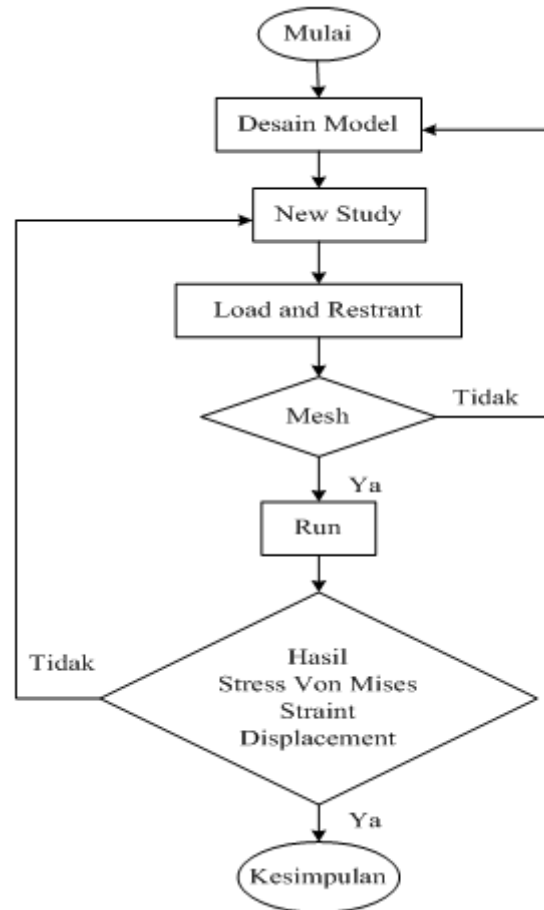
Pengujian rangka sepeda pasca *stroke* menggunakan software solidwork dengan pemberian beban statik pada tempat dudukan pengemudi, besarnya beban yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1

Perancangan sepeda roda tiga pasien pasca *stroke* yang aman atau memiliki nilai tingkat risiko cedera yang minimum guna mendapatkan kenyamanan bagi pengendara dengan menggunakan berbagai jenis material guna memperoleh material yang aman setelah dilakukan analisa statik. Diagram alir analisa *statik* pada desain sepeda roda tiga pasien pasca *stroke* ditunjukkan pada Gambar 1

Tahapan pertama pada penelitian ini adalah desain model sepeda roda tiga pasien pasca *stroke* dengan meng-

Table 1. Beban Statik Pengujian Rangka sepeda

No.	Jenis Beban	Nilai Beban
1.	Pengemudi (diasumsikan)	100 Kg
2.	Rangka Sepeda	31.61 Kg
Total		131.61 Kg 1291.09 Newton

**Figure 1.** Diagram Alir Analisa Statik

gunakan berbagai jenis material guna memperoleh nilai Faktor Keamanan yang bagus, ditunjukkan pada Gambar 2

Tahap kedua adalah pemilihan menu New Study pada Solidwork guna menentukan jenis analisa yang digunakan, ditunjukkan pada Gambar 3

Tahap ketiga adalah *load* dan *restraint* yang merupakan tahap penentuan *fixtured* dan pemberian beban pada desain, ditunjukkan pada Gambar 4

Tahap keempat adalah proses *mesh* yang merupakan metode membagi geometry dari model menjadi banyak elemen yang nantinya digunakan oleh solver untuk membangun volume control, ditunjukkan pada Gambar 5

Tahap kelima adalah *Run* yang merupakan proses *Running* setelah proses *Meshing* guna menentukan hasil analisa berupa tegangan *von mises*, regangan, perpindahan dan

faktor keamanan dari desain serta proses tahap akhir dari analisa statik, ditunjukkan pada Gambar 6

Metode dan persamaan yang digunakan untuk menentukan hasil analisa dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apabila tegangan Von Misses hasil analisa design lebih kecil dari Yield Strenght jenis material yang digunakan maka kekuatan struktur tersebut dikatakan aman.

Nilai tegangan hasil dari analisa baik melalui software maupun secara manual harus lebih kecil dari tegangan ijin material yang dirumuskan sebagai berikut: $\sigma_d \text{ maksimum} \leq \frac{S_y}{SF}$ (Pers. 1)

Dengan :

S_y = Tegangan Luluh (*yield strength*)



Figure 2. Desain Model

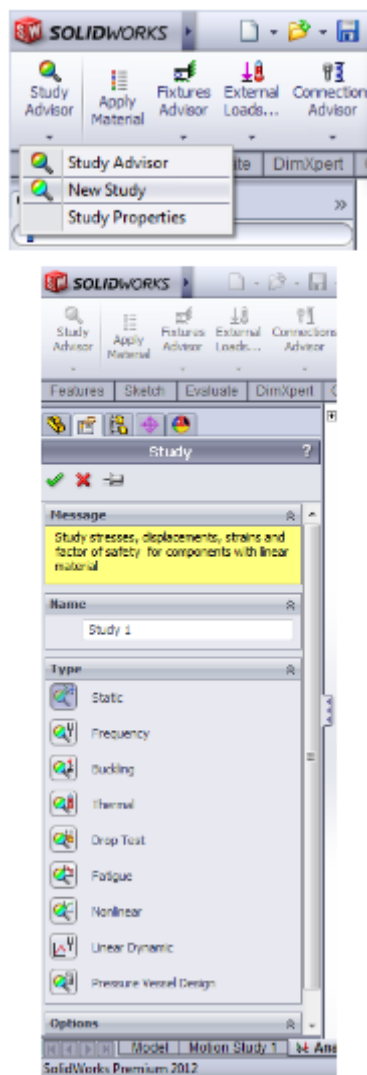


Figure 3. New Study

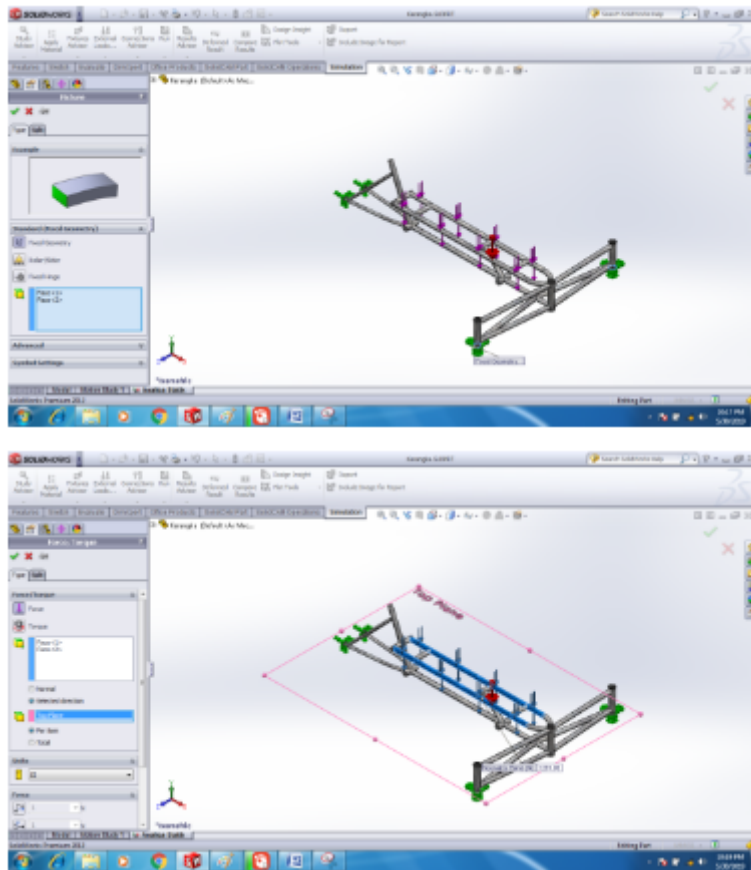


Figure 4. Load dan Restrant

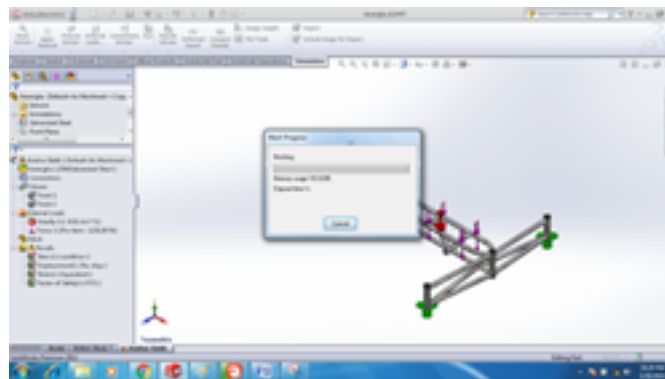


Figure 5. Proses Meshing

SF = Faktor Keamanan berdasarkan perhitungan.

σ_d maksimum = Tegangan Desain Maksimum yang terjadi

2. Analisa regangan (strain) pada suatu desain merupakan syarat apakah desain tersebut aman untuk digunakan yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\sigma = E \cdot \epsilon \text{ (Pers. 2)}$$

Dimana :

$$\sigma = \text{Tegangan } N / mm^2 \text{ (MPa)}$$

$$E = \text{Modulus Elastisitas } N/mm^2 \text{ (MPa)}$$

$$\epsilon = \text{Regangan (mm)}$$

3. Faktor keamanan (Safety Factor) untuk suatu desain dikatakan aman apabila nilainya lebih dari 1 ($SF > 1$) atau tidak aman jika nilainya kurang dari 1 ($SF < 1$) yang dirumuskan dengan persamaan

$$SF = \frac{\sigma \text{ yield strenght material}}{\sigma \text{ von mises hasil analisa software}} \text{ (Pers. 3)}$$

4. Perpindahan (defleksi) maksimum ditentukan berdasarkan nilai nodal hasil analisa dengan software.

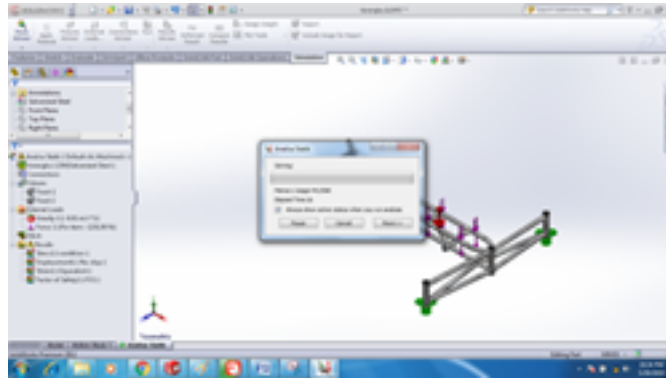


Figure 6. ProsesRunning Analisa Statik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persoalan perancangan dapat diselesaikan dengan cara matematis dan numeris. Untuk benda-benda yang mempunyai bentuk yang tidak teratur (elemen isoparametrik), penyelesaiannya akan sulit menggunakan cara matematis. Sehingga perlu digunakan cara numerik, yang dalam perkembangannya disebut sebagai Metode Elemen Hingga (*Finite Elements Method*).

Metode elemen hingga merupakan pendekatan bagian demi bagian dengan menggunakan polinomial yang mana masing-masing terdefinisi pada daerah (elemen) yang kecil dan dinyatakan dalam harga-harga titik simpul dari fungsi tersebut (Robert D. Cook, 1990).

Dinamakan elemen hingga karena ukuran elemen kecil ini berhingga dan umumnya mempunyai bentuk geometri yang lebih sederhana dibandingkan kontinunya (Weaver, 1993).

Metode ini menjadi suatu solusi permasalahan yang sering dijumpai dalam dunia teknik seperti perpindahan kalor, mekanika fluida, analisa struktur, mekanika benda pejal, sampai dengan getaran. Tujuan utama analisis dengan menggunakan Metode Elemen Hingga adalah untuk memperoleh pendekatan tegangan dan perpindahan yang terjadi pada suatu struktur (Weaver, 1993)

Analisa statik dengan Metode Elemen Hingga yang berbasis software solidwork pada penelitian ini menggunakan material pipa dari berbagai jenis antara lain:

1. Pipa Galvanized

Pada penelitian ini desain menggunakan material pipa Galvanized atau pipa air yang merupakan pipa dengan bahan aluminium anti karat serta mempunyai berat yang ringan, sifat mekanik pipa Galvanized ditunjukkan pada Tabel 2.

2. Pipa Stainless (AISI 304)

Pipa jenis ini memiliki sifat material yang ulet dan tahan karat, namun memiliki kekurangan yaitu jenis material yang berat sehingga bias berpengaruh pada berat desain, sifat mekanik pipa stainless ditunjukkan pada Tabel 3.

3. Pipa Mild Steel (ASTM A36)

Pada desain ini peneliti menggunakan jenis material mild steel atau ST 37 yang mudah diperoleh dipasaran, namun memiliki kekurangan yaitu tidak tahan korosi, sifat mekanik material Mild Steel ditunjukkan pada Tabel 4

4. Pipa Baja Paduan (Alloy Steel)

Material yang digunakan pada penelitian ini merupakan baja dengan campuran satu atau lebih elemen seperti *carbon, manganese, silicon, nickel, chromium, molybdenum, vanadium, cobalt* dan sebagainya. Fungsi utama dari elemen paduan yaitu untuk meningkatkan atau menyempurnakan sifat-sifat mekanis dari baja, sifat mekanik dari material ditunjukkan pada Tabel 5

Peneliti menggunakan *software Solidworks 2012* untuk mendesain kerangka sepeda roda tiga pasien pasca *stroke* yang ditunjukkan pada Gambar 7

Berdasarkan model desain maka tahap selanjutnya adalah penentuan hasil dari proses analisa statik dengan menggunakan berbagai jenis material yang dimasukkan kedalam desain guna memperoleh nilai Faktor Keamanan (*Safety of Factor*) yang aman bagi pengendara

1. Model Pertama dengan Material Jenis Pipa Galvanized.

a. Tegangan Von Mises

Metode Von Mises memiliki keakuratan prediksi lebih besar dibanding metode lain, karena melibatkan tegangan tiga dimensi, seperti ditunjukkan pada Gambar 8

Berdasarkan analisa diperoleh tegangan maksimal sebesar 150.8 N/mm^2 (MPa) yang terletak pada tumpuan roda belakang ditunjukkan pada Gambar 9

Tegangan *Von Mises* yang minimum terletak pada bagian tengah dari desain, ditunjukkan pada Gambar 10

b. Perpindahan (Displacement)

Tahap selanjutnya dari analisa adalah perpindahan desain yang ditunjukkan pada Gambar 11.

Perpindahan atau *defleksi* maksimum sebesar 1.661 mm terdapat pada nodal 2673 yaitu pada dudukan pengemudi karena mengalami beban statik yang terbesar, ditunjukkan pada Gambar 12

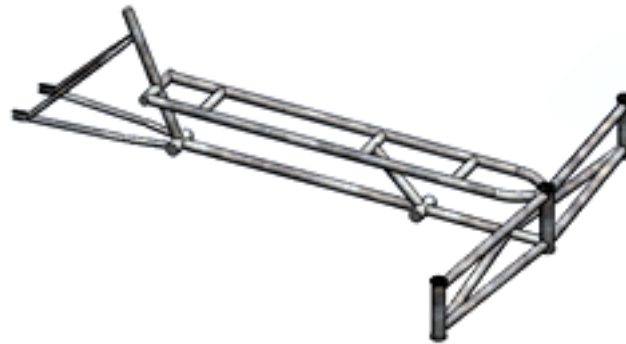


Figure 7. Model Desain Kerangka Sepeda Roda Tiga Pasca Stroke

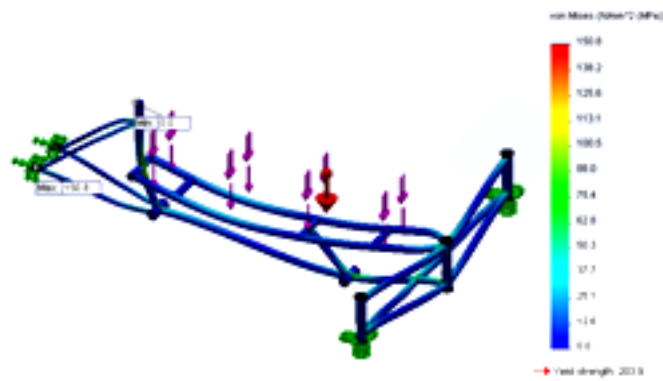


Figure 8. Tegangan Von Mises

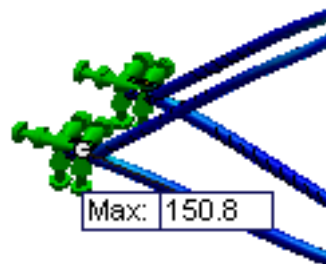


Figure 9. Tegangan Von Mises Maksimal

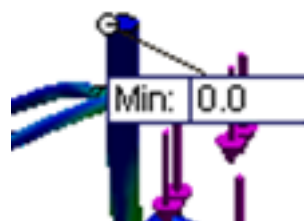


Figure 10. Tegangan Von Mises Minimum

Table 2. Sifat Mekanik Material Galvanized

Property	Value	Units
Elastic Modulus in X	200000	N/mm ²
Poisson's Ration in XY	0.29	N/A
Shear Modulus in XY		N/mm ²
Mass Density	7870	Kg /m ³
Tensile Strength in X	356.9	N/mm ²
Compressive Strength in X		N/mm ²
Yield Strength	203.94	N/mm ²
Thermal Expansion Coefficient in X		/K
Thermal Conductivity in X		W/(m-K)

Table 3. Sifat Mekanik Material Stainless

Property	Value	Units
Elastic Modulus in X	190000	N/mm ²
Poisson's Ration in XY	0.29	N/A
Shear Modulus in XY	75000	N/mm ²
Mass Density	8000	Kg /m ³
Tensile Strength in X	517.02	N/mm ²
Compressive Strength in X		N/mm ²
Yield Strength	206.81	N/mm ²
Thermal Expansion Coefficient in X	1.8e-005	/K
Thermal Conductivity in X	16	W/(m-K)

Table 4. Sifat Mekanik Material Mild Steel

Property	Value	Units
Elastic Modulus in X	200000	N/mm ²
Poisson's Ration in XY	0.26	N/A
Shear Modulus in XY	79300	N/mm ²
Mass Density	7850	Kg /m ³
Tensile Strength in X	400	N/mm ²
Compressive Strength in X		N/mm ²
Yield Strength	250	N/mm ²
Thermal Expansion Coefficient in X		/K
Thermal Conductivity in X		W/(m-K)
Specific Heat		J/(kg-K)

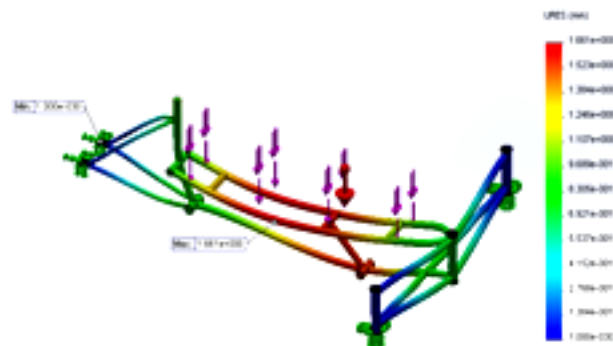
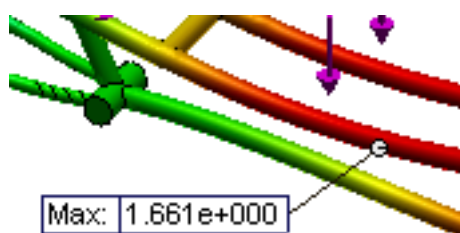
**Figure 11.** Proses Analisa Perpindahan (*Displacement*)

Table 5. Sifat Mekanik Material Alloy Steel

Property	Value	Units
Elastic Modulus in X	210000	N/mm ²
Poisson's Ration in XY	0.28	N/A
Shear Modulus in XY	79000	N/mm ²
Mass Density	7700	Kg /m ³
Tensile Strength in X	723.83	N/mm ²
Compressive Strength in X		N/mm ²
Yield Strength	620.42	N/mm ²
Thermal Expansion Coefficient in X	1.3e-005	/K
Thermal Conductivity in X	50	W/(m-K)
Specific Heat	460	J/(kg-K)

**Figure 12.** Perpindahan atau Defleksi Maksimum

Perpindahan minimum terjadi pada dudukan roda belakang akibat beban statik yang kecil, ditunjukkan pada Gambar 13

c. Regangan (Strain)

Analisa regangan pada desain merupakan hubungan tegangan regangan yang digunakan sebagai pembandingan atas regangan dan *defleksi* yang terjadi, ditunjukkan pada Gambar 14

Berdasarkan hasil analisa nilai regangan maksimum terletak pada dudukan roda belakang, ditunjukkan pada Gambar 15

Nilai **regangan** minimum pada desain terletak posisi tangan dari pengemudi, ditunjukkan Gambar 16

d. Faktor Keamanan (Safety of Factor)

Analisa Faktor Keamanan merupakan hasil penelitian yang digunakan sebagai acuan dalam proses desain guna memperoleh keamanan dalam pemakaian produk, ditunjukkan pada Gambar 17

Berdasarkan hasil analisa faktor keamanan dengan persamaan maka maksimum sebesar 1.35 ditunjukkan dengan warna biru pada Gambar 18

Nilai **minimum** faktor keamanan ditandai dengan warna merah terletak pada dudukan roda belakang, seperti ditunjukkan Gambar 19

Hasil dari berbagai analisa desain kerangka sepeda roda tiga pasien pasca stroke dengan jenis material yang bervariasi menggunakan software solidworks 2012 tersusun dalam Tabel 6

Berdasarkan Tabel 6 . Hasil analisa desain kerangka sepeda roda tiga pasien pasca stroke adalah sebagai berikut:

Hasil analisa tegangan Von Mises maksimum sebesar 154.5 MPa terletak pada material jenis ASTM A36. Nilai tegangan Von Mises minimum sebesar 150.8 MPa terdapat pada material jenis Galvanized.

Hasil analisa Faktor Keamanan (*Safety of Factor*) maksimum sebesar 5.49 terdapat pada material jenis Baja Paduan (Alloy Steel). Nilai minimum Faktor Keamanan (*Safety of Factor*) minimum sebesar 1.35 terdapat pada material jenis *Galvanized* dan *AISI 304*.

Hasil analisa Regangan (*Strain*) maksimum sebesar 0.6506 terdapat pada material jenis *AISI 304*. Nilai Regangan (*Strain*) minimum sebesar 0.5858 terdapat pada material jenis Baja Paduan (*Alloy Steel*).

Hasil analisa Perpindahan atau Defleksi maksimum sebesar 1.75 mm terdapat pada material jenis *AISI 304*. Nilai perpindahan atau defleksi minimum sebesar 1.579 mm terdapat pada material jenis Baja Paduan (*Alloy Steel*).

Grafik hasil analisa statik desain kerangka sepeda roda tiga pasca stroke, ditunjukkan pada Gambar 20

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa statikpada desain sepeda roda tiga pasca stroke, peneliti dapat menyimpulkan :

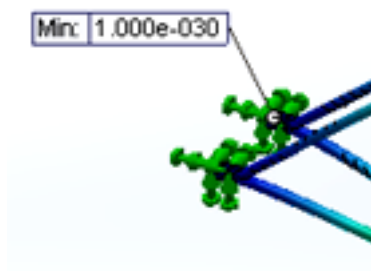


Figure 13. Perpindahan atau Defleksi Minimum

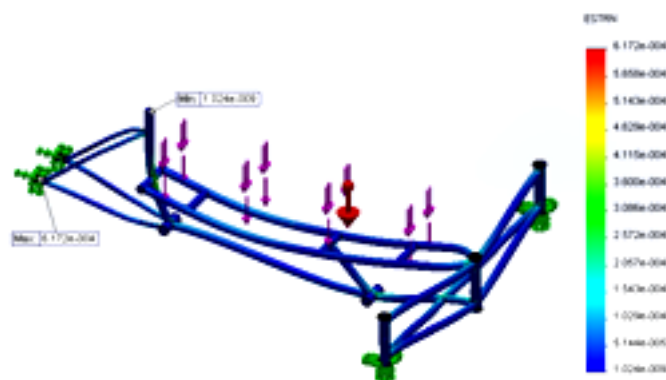


Figure 14. Analisa Regangan (Strain)

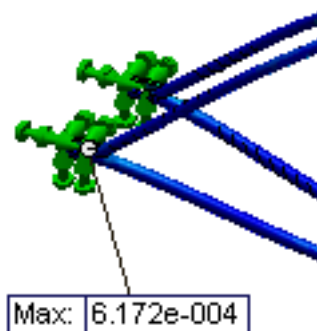


Figure 15. Regangan Maksimum

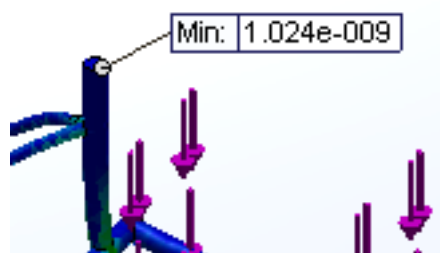


Figure 16. Nilai Regangan Minimum

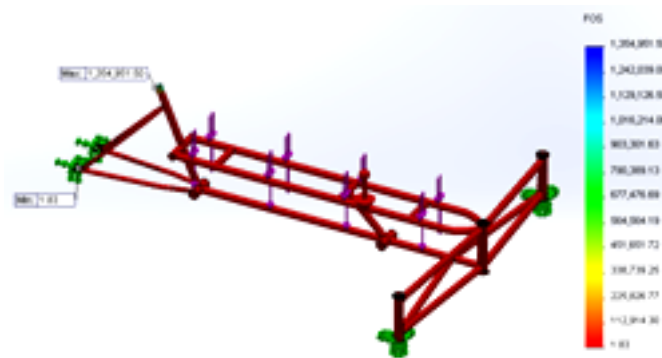


Figure 17. Analisa Faktor Keamanan



Figure 18. Nilai Maksimum Faktor Keamanan

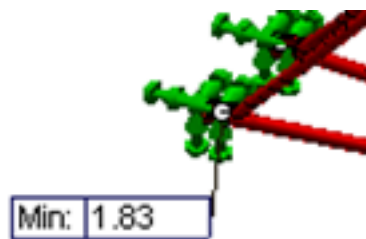


Figure 19. Nilai Minimum Faktor Keamanan

Table 6. Hasil Analisa Desain dengan Variasi Material

Jenis Analisa	Pipa Galvanised	Pipa Pipa AISI 304	Pipa Pipa Alloy Steel	Pipa Pipa ASTM A36	Satuan
Tegangan Von Mises	150.8	151	151.8	154.5	Mpa
Faktor Keamanan	1.35	1.35	5.49	1.89	>1 (aman)
Regangan	0.6172	0.6506	0.5858	0.613	
Perpindahan	1.66099	1.75	1.579	1.658	mm

Desain kerangka sepeda roda tiga pasca stroke yang aman bagi pasien adalah berdasarkan analisa Faktor Keamanan (*Safety of Factor*) sebesar 1.35 terdapat pada material jenis *Galvanised* dan *AISI 304*.

Nilai Tegangan Von Mises material *Alloy Steel* sebesar 151.8 MPa.

Nilai Perpindahan atau Defleksi material *Alloy Steel* sebesar 1.579 mm.

Nilai Regangan (*Strain*) material *Alloy Steel* sebesar 0.5858.

REFERENCES

- [1] Rodika and M. L. Batan, "Sepeda Roda Tiga Untuk Pasien Pasca Stroke," *Jurnal Manutech*, vol. 5, no. 2, pp. 8–57, 2013.
- [2] B. Setyono, "PERANCANGAN DAN ANALISIS KEKUATAN FRAME SEPEDA HIBRID "TRISONA" MENGGUNAKAN SOFTWARE AUTODESK INVENTOR," *Jurnal IPTEK*, vol. 20, no. 2, pp. 37–37, 2016. [Online]. Available: [10.31284/j.ipitek.2016.v20i2.43](https://doi.org/10.31284/j.ipitek.2016.v20i2.43);<https://dx.doi.org/10.31284/j.ipitek.2016.v20i2.43>

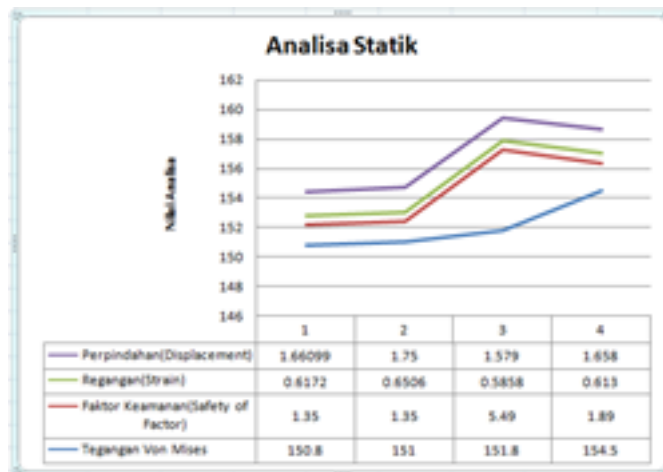


Figure 20. Grafik Analisa Statik Desain Sepeda Roda Tiga Pasca Stroke

[org/10.31284/j.iptek.2016.v20i2.43](https://doi.org/10.31284/j.iptek.2016.v20i2.43)

- [3] R. Mariudin, Y. Gunawan, and Samhuddin, “Perancangan dan Analisa Frame Sepeda Pengangkut Gabah,” *ENTHALPY*, vol. 3, no. 4, 2018.
- [4] S. A. Alfath and A. H. A. Rasyid, “Analisa Pembebanan Dinamik pada Pengembangan Axle Main Landing Gear Pesawat Boeing 737-800 Menggunakan Pendekatan Finite Element,” *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 139–146, 2018.
- [5] T. Khairul, “Desain Dan Simulasi Suspensi Sepeda Motor Dengan Solidwork,” *Jurnal Rekayasa Material*, vol. 1, no. 1, pp. 47–56, 2012.
- [6] Mulyadi and Ardi, “Perancangan Multipurpose Wheelchair,” Surabaya, 2012.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Article History:

Received: 24 August 2019 | Accepted: 24 October 2019 | Published: 30 December 2019