

Simulasi Desain Kursi Roda Dengan Fitur Berdiri Untuk Pasien Pasca Stroke Menggunakan Software Ansys Workbench

Rizqi Fathurrohman¹, Sibut², Rosadila Febritasari³

Program Studi Teknik Mesin S-1, Institut Teknologi Nasional Malang, Kota Malang, Indonesia

Email: rohmanrizqi9@gmail.com

ABSTRAK

Kursi roda merupakan suatu alat bantu yang digunakan oleh orang yang memiliki keterbatasan dalam bergerak seperti salah satu contoh yaitu pasien pasca stroke. Seiring dengan perkembangan teknologi yang pesat maka kursi roda telah dikembangkan menjadi kursi roda dengan fitur berdiri dengan tujuan supaya pengguna merasakan sensasi layaknya orang normal. Melalui penelitian kali ini dilakukan perancangan desain kursi roda menggunakan CAD software yaitu Solidworks 2018. Material yang digunakan dalam perancangan desain kursi roda yaitu menggunakan material *stainless steel* tipe 316L yang kemudian dilakukan simulasi dengan menggunakan software ANSYS Workbench untuk mendapatkan parameter distribusi tegangan, total deformasi, dan faktor keamanan. Dari hasil pengujian terhadap rangka kursi roda fitur berdiri telah didapatkan nilai equivalent stress maksimal sebesar 178,39 MPa, nilai equivalent stress minimal sebesar $1,2979e-004$ MPa, dan nilai equivalent stress rata-rata sebesar 2,7962 MPa. Nilai total deformation maksimal sebesar 1,4952 mm, nilai total deformation minimal sebesar 0 mm dan nilai total deformation rata-rata sebesar 0,30354 mm. Nilai safety factor maksimal sebesar 15, nilai safety factor minimal sebesar 1,1492 dan nilai safety factor rata-rata sebesar 14,946. Dengan nilai hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa simulasi dari rangka kursi roda fitur berdiri masih berada pada tahap aman karena hasil simulasi indikasi warna merah hampir tidak tampak.

Kata kunci : Kursi roda, Ansys workbench, Fitur berdiri, pasien pasca stroke

ABSTRACT

A wheelchair is a tool used by people who have limited movement such as one example of a post-stroke patient. Along with the rapid development of technology, wheelchairs have been developed into wheelchairs with standing features with the aim that users feel the sensation like normal people. Through this research, a wheelchair design was carried out using CAD software, namely Solidworks 2018. The material used in the design of the wheelchair design is using stainless steel type 316L material which is then simulated using ANSYS Workbench software to obtain parameters of voltage distribution, total deformation, and safety factors. From the test results of the standing feature wheelchair frame, a maximum equivalent stress value of 178.39 MPa was obtained, a minimum stress equivalent value of $1.2979e-004$ MPa, and an average equivalent stress value of 2.7962 MPa. The maximum total deformation value is 1.4952 mm, the minimum total deformation value is 0 mm and the average total deformation value is 0.30354 mm. The maximum safety factor value is 15, the minimum safety factor value is 1.1492 and the average safety factor value is 14.946. So it can be concluded that the simulation of the standing feature wheelchair frame is still at a safe stage because the simulation results of the red indication are almost invisible.

Keywords : Wheelchair, Ansys workbench, Standing feature, post stroke patient

PENDAHALUAN

Kursi roda merupakan alat bantu yang digunakan oleh orang yang memiliki keterbatasan dalam bergerak khususnya pada tubuh bagian bawah. Keterbatasan ini dapat disebabkan oleh cacat sejak lahir maupun karena cedera akibat kecelakaan. Selain itu ada juga karena faktor lain seperti yang terjadi pada pasien pasca stroke yang ingin melakukan aktivitasnya sehari-hari layaknya orang normal tetapi tidak bisa karena keterbatasan yang dimiliki.

Maka dari itu seiring dengan perkembangan teknologi yang pesat ini, kursi roda telah dikembangkan menjadi kursi roda dengan fitur berdiri. Tujuan dari penambahan fitur berdiri ini supaya pengguna dapat berdiri atau meraih benda yang lebih tinggi dari posisi duduknya. Perancangan produk kursi roda dari waktu ke waktu terus mengalami kemajuan yang signifikan. Meskipun demikian masih ada juga problematika yang ditemukan terhadap pengembangan kursi roda fitur berdiri tersebut.

Menilai dari beberapa kondisi di atas maka penulis mencoba merancang desain rangka kursi roda dengan fitur berdiri. Perancangan desain rangka ini menggunakan CAD software yaitu Solidworks 2018. Selanjutnya dilakukan simulasi pada desain rangka menggunakan Ansys Workbench untuk mengetahui parameter distribusi tegangan,

deformasi, dan faktor keamanan dengan adanya simulasi desain ini diharapkan kursi roda dengan fitur berdiri dapat diaplikasikan secara nyata di dunia kedokteran agar menjadi lebih maksimal dan optimal baik dari segi mekanik maupun elektriknya sehingga dengan harapan produk tersebut dapat membantu bagi para disabilitas khususnya pada pasien pasca stroke.

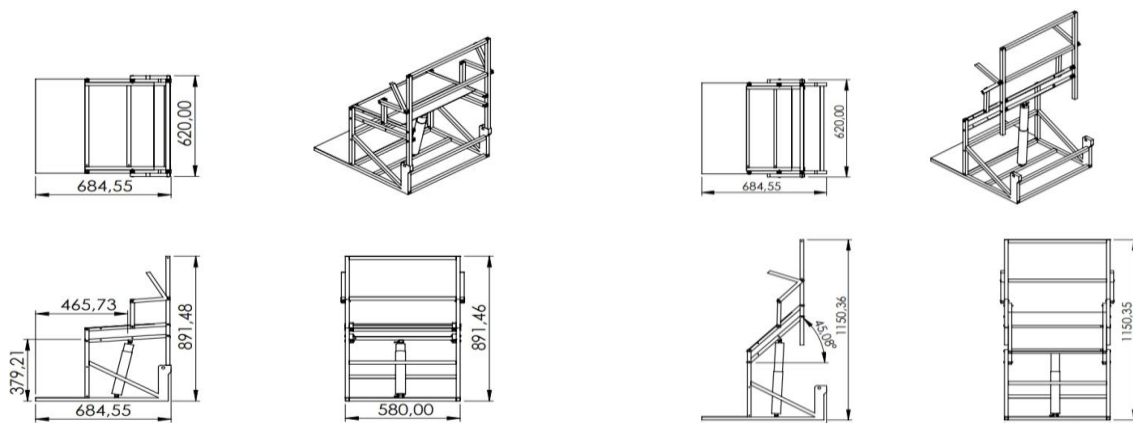
METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan perancangan rangka kursi roda posisi duduk, kursi roda posisi 45°, kursi roda posisi berdiri dengan menggunakan software solidworks 2018, kemudian melakukan analisa struktur rangka kursi roda terhadap pembebanan menggunakan pemrograman simulasi menggunakan software ANSYS. Variabel penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Variabel terikat : Nilai distribusi tegangan, Nilai deformasi, Nilai faktor keamanan
- Variabel terkontrol : Beban pengguna kursi roda maks. 75 kg
- Variabel bebas : Desain kursi roda dengan posisi duduk, posisi 45°, dan posisi berdiri

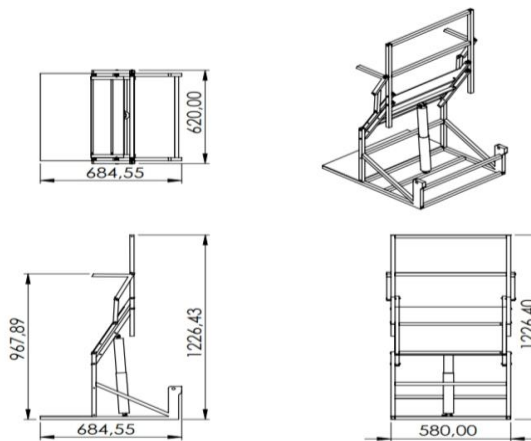
Prosedur penelitian ini, dimulai dari pembuatan dimensi rangka 2D selanjutnya mengumpulkan data tentang bentuk desain dari kursi roda posisi duduk, posisi 45°, dan posisi berdiri. Data tersebut berupa bentuk profil yang digunakan dan geometry desain kursi roda. Tujuan dari pengumpulan data ini adalah untuk mendapatkan desain rangka kursi roda yang sebaik mungkin dan pembuatan desain dilakukan dengan menggunakan software Solidworks 2018.

Berikut rancangan desain rangka kursi roda posisi duduk, posisi 45°, dan posisi berdiri :



Gbr 1. Dimensi rangka kursi roda posisi duduk

Gbr 2. Dimensi rangka kursi roda posisi 45°



Gbr 3. Dimensi rangka kursi roda posisi berdiri

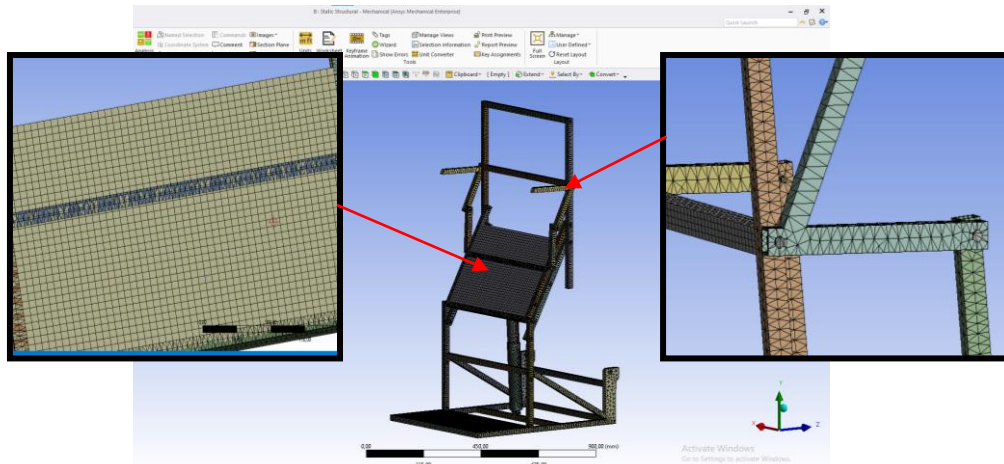
Setelah mendapatkan dimensi rangka, langkah selanjutnya adalah melakukan proses simulasi pada software Ansys Workbench. Langkah pertama yang harus dilakukan yaitu mengatur engineering data, kemudian memasukkan geometry gambar yang sudah dibuat, kemudian melakukan proses meshing dan memasukkan variabel yang diperlukan untuk menjalankan simulasi

Pada simulasi Ansys Workbench menggunakan fitur analysis system static structural yang digunakan untuk menghitung analisa kekuatan statis struktur dari desain rangka. Langkah selanjutnya yaitu pemilihan jenis material yang akan disimulasikan pada desain rangka kursi roda. Material yang digunakan adalah Stainless Steel tipe 316L dengan nilai densitas 0,289 lb/in³, yield strength sebesar 205 MPa dan ultimate strength sebesar 515 MPa. Setelah diketahui nilai

Simulasi Desain Kursi Roda Dengan Fitur Berdiri Untuk Pasien Pasca Stroke Menggunakan Software Ansys Workbench

tersebut selanjutnya yaitu proses input geometry dilakukan dengan memasukkan hasil desain yang telah dibuat sebelumnya menggunakan software Solidworks 2018

Kemudian proses meshing geometry rangka didapatkan proses meshing dengan element size sebesar 10 mm dengan nodes sebanyak 237.141 dan elements sebanyak 90.499, dan bentuk mesh yang dihasilkan adalah hexahedron dan tetrahedron



Gbr 4. Meshing pada rangka

Selanjutnya pembebanan yaitu dilakukan sebagai salah satu tahap dari proses simulasi static structural dalam software Ansys Workbench. Beban pengendara didistribusikan dalam struktur rangka kursi roda posisi duduk, posisi 45°, posisi berdiri sesuai dengan ergonomi bentuk tubuh pengendara.

Tabel 1. Estimasi Setiap Segment Massa Pada Tubuh Manusia(Kroemer Elbert. 1990)

Segment	Empirical equation	Standard error of estimate
Head	$0.0306W + 2.46$	0.43
Head and neck	$0.0534W + 2.33$	0.60
Neck	$0.0146W + 0.60$	0.21
Head, neck and torso	$0.5940W - 2.20$	2.01
Neck and torso	$0.5582W - 4.26$	1.72
Total arm	$0.0505W + 0.01$	0.35
Upper arm	$0.0274W - 0.01$	0.19
Forearm and hand	$0.0233W - 0.01$	0.20
Forearm	$0.0189W - 0.16$	0.15
Hand	$0.0055W + 0.07$	0.07
Total leg	$0.1582W + 0.05$	1.02
Thigh	$0.1159W - 1.02$	0.71
Shank and foot	$0.0452W + 0.82$	0.41
Shank	$0.0375W + 0.38$	0.33
Foot	$0.0069W + 0.47$	0.11

Gaya yang digunakan dalam pengujian kekuatan material rangka dapat dihitung menggunakan empiris tersebut. Pembebanan/load tubuh pengendara yang akan ditempatkan pada rangka untuk simulasi static structural akan ditempatkan pada 3 titik, berat pengendara yang ditetapkan sebesar $W = 75$ kg.

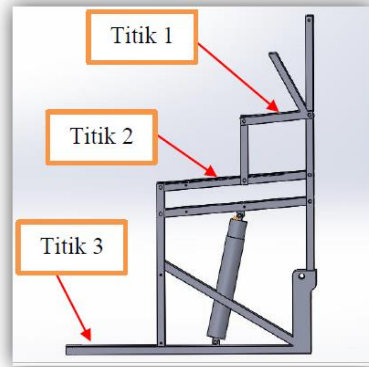
Berikut perhitungan pada setiap titik pembebanan terhadap rangka kursi roda posisi duduk, posisi 45°, dan posisi berdiri :

- Titik pembebanan kursi roda posisi duduk
 - a) Titik pertama adalah gaya F_{p1} , dimana gaya F_{p1} terdiri dari berat bagian tubuh lengan bawah dan tangan. Perhitungan gaya F_{p1} yaitu gaya total Forearm and hand ($0.0233W - 0,01$) dikali gravitasi:

$$F_{p1} = (0.0233 \times 75 - 0,01) \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

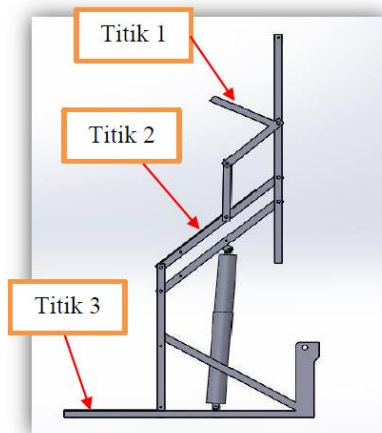
$$F_{p1} = 17,044 \text{ N}$$

- b) Titik kedua adalah gaya Fp2, dimana gaya Fp2 terdiri dari berat anggota tubuh. Perhitungan gaya Fp2 yaitu gaya Head, neck, torso + thigh $(0.5940W - 2,20) + (0.1159 \times 75 - 1,02)$ dikali gravitasi:
- $$F_{p2} = (0.5940 \times 75 - 2,20) + (0.1159 \times 75 - 1,02) \times 9,81 \text{ m/s}^2$$
- $$F_{p2} = 415,453 \text{ N} + 75,267 \text{ N}$$
- $$F_{p2} = 490,720 \text{ N}$$
- c) Titik ketiga adalah gaya Fp3, dimana gaya Fp3 terdiri dari berat anggota tubuh bagian kaki. Perhitungan gaya Fp3 yaitu gaya total foot $(0.0069W + 0.47)$ dikali gravitasi:
- $$F_{p3} = (0.0069 \times 75 + 0.47) \times 9.81 \text{ m/s}^2$$
- $$F_{p3} = 9,687 \text{ N}$$



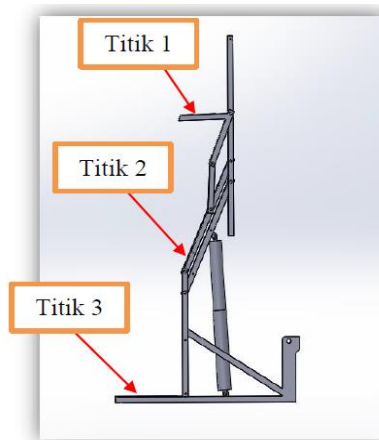
Gbr 5. Titik pembebanan rangka kursi roda posisi duduk

- Titik pembebanan kursi roda posisi 45°
- a) Titik pertama adalah gaya Fp1, dimana gaya Fp1 terdiri dari berat anggota tubuh bagian lengan bawah, tangan. Perhitungan gaya Fp1 yaitu gaya total forearm dan hand $(0.0233W - 0,01)$ dikali gravitasi:
- $$F_{p1} = (0.0233 \times 75 - 0,01) \times 9,81 \text{ m/s}^2$$
- $$F_{p1} = 17,044 \text{ N}$$
- b) Titik kedua adalah gaya Fp2, dimana gaya Fp2 terdiri dari berat anggota tubuh bagian kepala, leher, batang tubuh dan paha. Perhitungan gaya Fp2 yaitu gaya Head, neck, torso + Thigh $(0.5940W - 2,20) + (0.1159 \times 75 - 1,02)$ dikali gravitasi:
- $$F_{p2} = (0.5940 \times 75 - 2,20) + (0.1159 \times 75 - 1,02) \times 9,81 \text{ m/s}^2$$
- $$F_{p2} = 415,453 \text{ N} + 75,267 \text{ N}$$
- $$F_{p2} = 490,720 \text{ N}$$
- c) Titik kedua adalah gaya Fp3, dimana gaya Fp3 terdiri dari berat anggota tubuh bagian kaki. Perhitungan gaya Fp3 yaitu gaya foot $(0.0069W + 0,47)$ dikali gravitasi:
- $$F_{p3} = (0.0069 \times 75 + 0,47) \times 9,81 \text{ m/s}^2$$
- $$F_{p3} = 9,687 \text{ N}$$



Gbr 6. Titik pembebanan rangka kursi roda posisi 45°

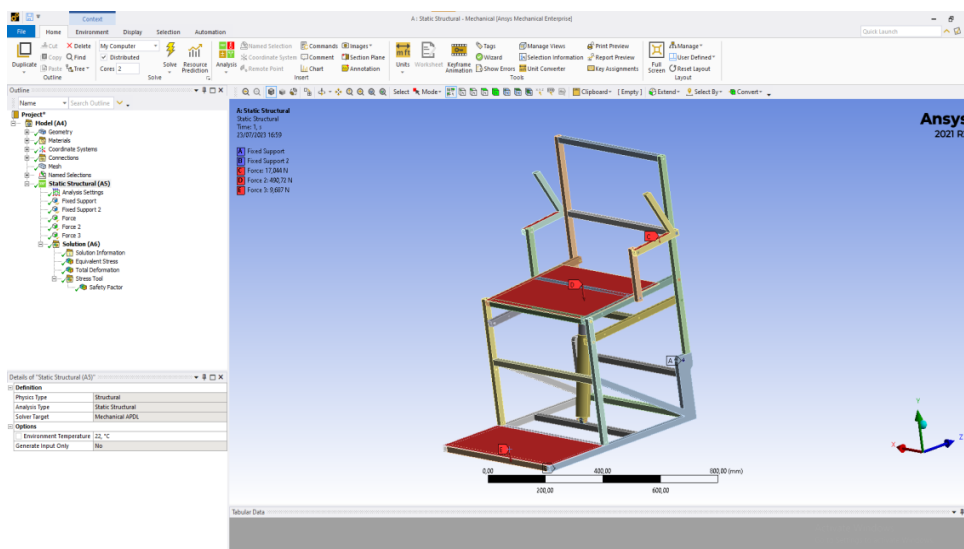
- Titik pembebanan kursi roda posisi berdiri
 - a) Titik pertama adalah gaya F_{p1} , dimana gaya F_{p1} terdiri dari berat bagian tubuh lengan atas, lengan bawah dan tangan. Perhitungan gaya F_{p1} yaitu gaya total arm $(0.0505W + 0,01)$ dikali gravitasi:
$$F_{p1} = (0.0505 \times 75 + 0,01) \times 9,81 \text{ m/s}^2$$
$$F_{p1} = 37,253 \text{ N}$$
 - b) Titik kedua adalah gaya F_{p2} , dimana gaya F_{p2} terdiri dari berat anggota tubuh bagian kepala, leher, batang tubuh dan paha. Perhitungan gaya F_{p2} yaitu gaya Head, neck, torso + Thigh $(0.5940W - 2,20) + (0.1159 \times 75 - 1,02)$ dikali gravitasi:
$$F_{p2} = (0.5940 \times 75 - 2,20) + (0.1159 \times 75 - 1,02) \times 9,81 \text{ m/s}^2$$
$$F_{p2} = 415,453 \text{ N} + 75,267 \text{ N}$$
$$F_{p2} = 490,720 \text{ N}$$
 - c) Titik ketiga adalah gaya F_{p3} , dimana gaya F_{p3} terdiri dari berat anggota tubuh badan bagian, paha, betis dan kaki. Perhitungan gaya F_{p3} yaitu gaya total leg $(0.1582W + 0.05)$ dikali gravitasi:
$$F_{p3} = (0.1582 \times 75 + 0.05) \times 9.81 \text{ m/s}^2$$
$$F_{p3} = 116,886 \text{ N}$$



Gbr 7. Titik pembebanan rangka kursi roda posisi berdiri

Force (Pembebanan) tahap selanjutnya yaitu menentukan bagian mana saja yang akan menjadi tumpuan dan bagian yang diberi pembebanan. Tumpuan pada rancangan rangka ini terdapat pada gambar dibawah ini :

- Kursi roda posisi duduk

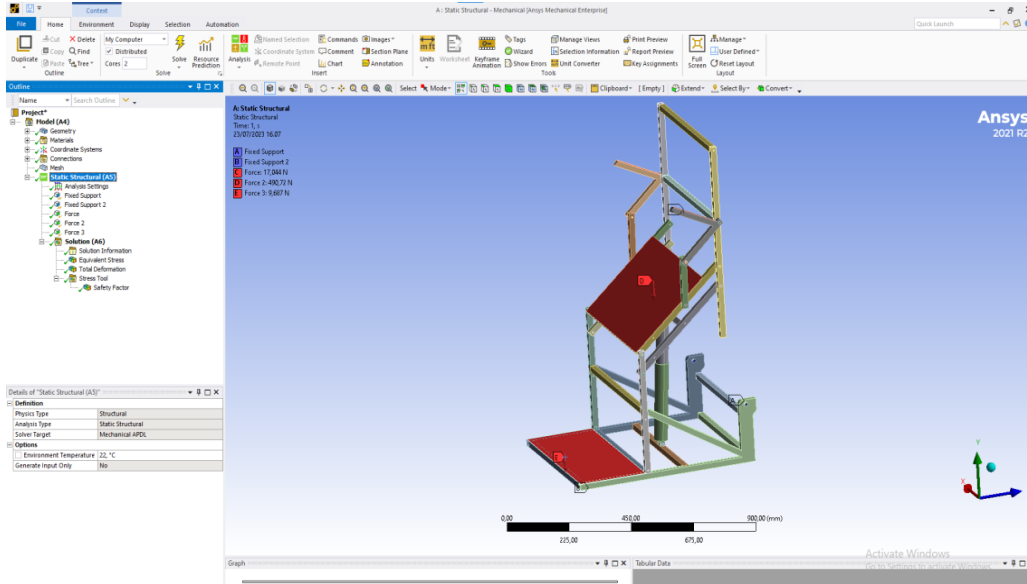


Gbr 8. Letak pembebanan rangka kursi roda posisi duduk

Tabel 2. Nilai titik pembebanan kursi roda posisi duduk

	Titik pembebanan	Asal pembebanan	Nilai pembebanan
1	Titik C	Forearm and hand	17,044 N
2	Titik D	Head,neck,torso + thigh	490,720 N
3	Titik E	Foot	9,687 N

➤ Kursi roda posisi 45°

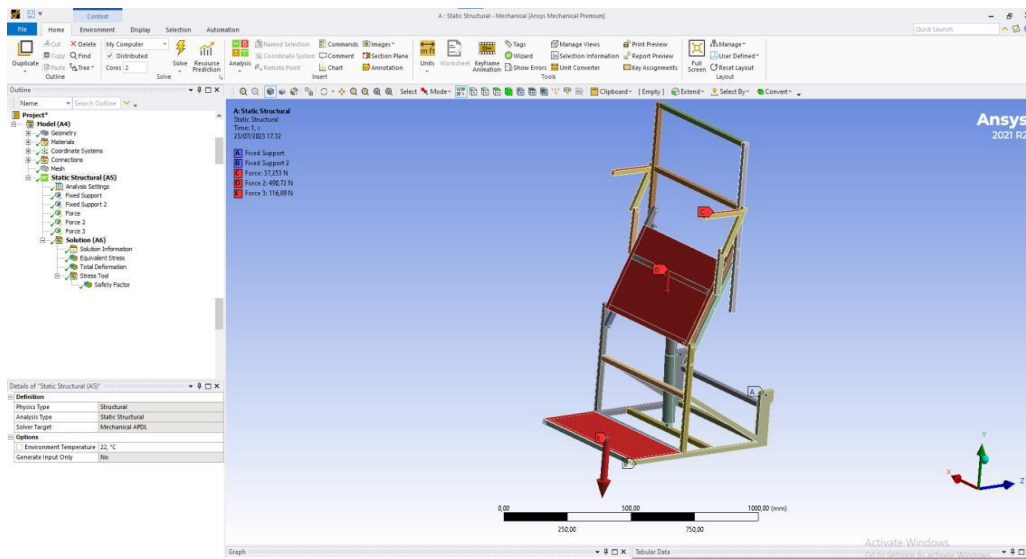


Gbr 9. Letak pembebanan rangka kursi roda posisi 45°

Tabel 3. Nilai titik pembebanan kursi roda posisi 45°

	Titik pembebanan	Asal pembebanan	Nilai pembebanan
1	Titik C	Forearm and hand	17,044 N
2	Titik D	Head,neck,torso + thigh	490,720 N
3	Titik E	Foot	9,687 N

➤ Kursi roda posisi berdiri



Gbr 10. Letak pembebanan rangka kursi roda posisi berdiri

Simulasi Desain Kursi Roda Dengan Fitur Berdiri Untuk Pasien Pasca Stroke Menggunakan Software Ansys Workbench

Tabel 4. Nilai titik pembebanan kursi roda posisi berdiri

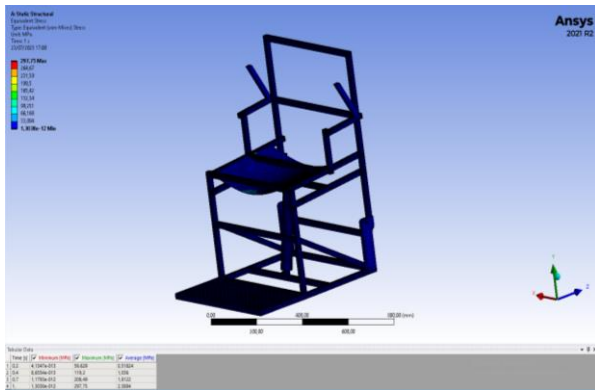
	Titik pembebanan	Asal pembebanan	Nilai pembebanan
1	Titik C	Total arm	37,253 N
2	Titik D	Head,neck,torso + thigh	75,267 N
3	Titik E	Total leg	116,886 N

Tahapan selanjutnya yaitu memasukkan parameter solusi yang akan digunakan untuk mengolah bentuk hasil perhitungan pada simulasi ini. Parameter yang ditetapkan meliputi : Equivalent stress (Von-Mises) sebagai nilai distribusi tegangan, Total deformation yang akan digunakan sebagai nilai deformasi, dan Safety factor sebagai nilai faktor keamanan. Kemudian dilakukan proses perhitungan numerik simulasi metode elemen hingga dijalankan.

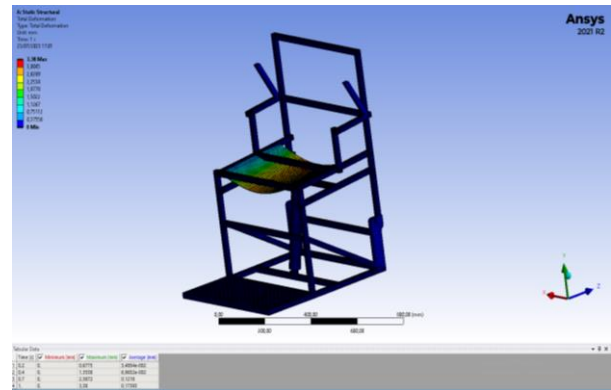
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang dihasilkan dari simulasi merupakan gambaran dari fenomena statika struktur dari rancangan rangka yang terdapat pada kursi roda dengan posisi yang berbeda antara lain kursi roda posisi duduk, posisi 45°, dan posisi berdiri sehingga mendapatkan hasil dari parameter distribusi tegangan, total deformasi, faktor keamanan. Berikut data yang didapatkan dari simulasi menggunakan software Ansys Workbench :

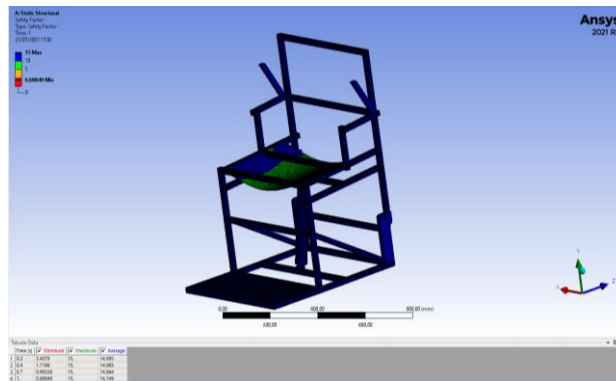
➤ Simulasi kursi roda posisi duduk



Equivalent stress

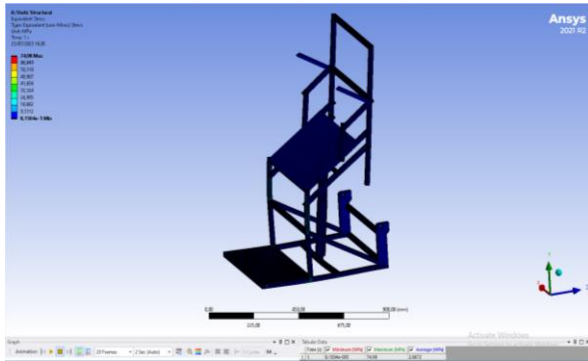


Total deformation

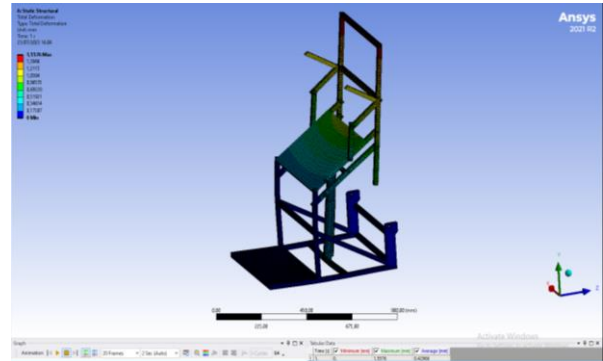


Safety factor

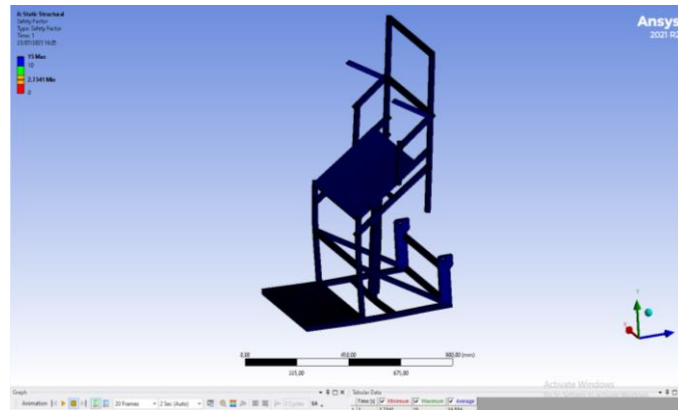
➤ Simulasi kursi roda posisi 45°



Equivalent stress

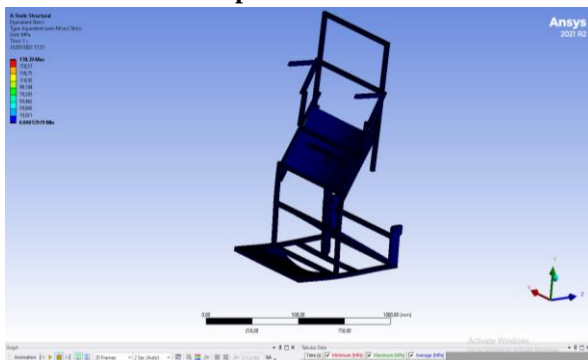


Total deformation

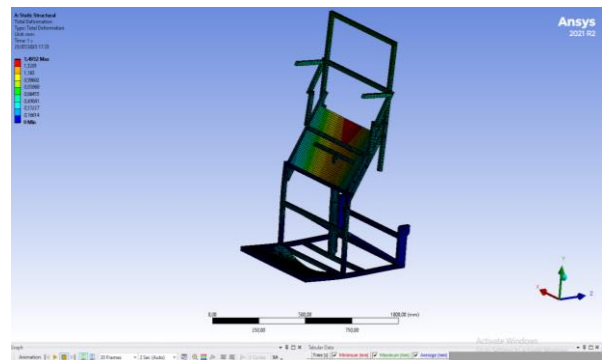


Safety factor

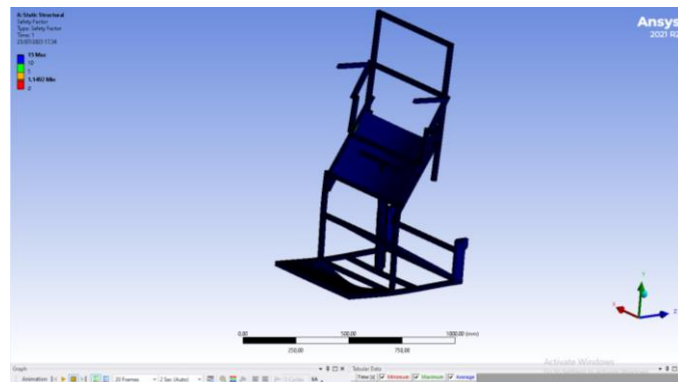
➤ Simulasi kursi roda posisi berdiri



Equivalent stress



Total deformation



Safety factor

Hasil yang diperoleh dari simulasi FEM yang dilakukan pada rancangan rangka kursi roda terhadap posisi yang berbeda-beda dengan menggunakan material Stainless steel 316L, telah didapatkan data sebagaimana pada tabel dibawah ini.

Tabel Data hasil simulasi ke-1

	Kursi roda posisi duduk		
	Distribusi tegangan (MPa)	Total deformasi (mm)	Faktor keamanan
Maks	297,75	3,38	15
Min	1,3038e-012	0	0,68849
Rata-rata	2,5884	0,17393	14,749

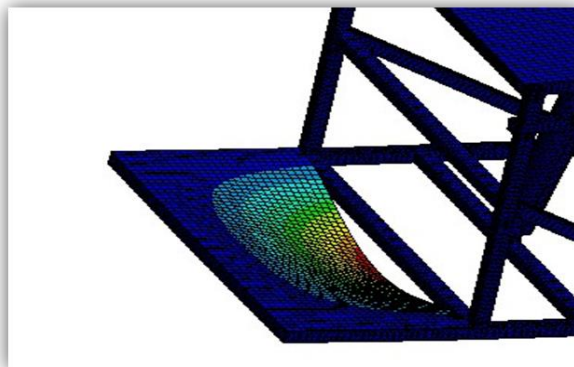
Tabel Data hasil simulasi ke-2

	Kursi roda posisi 45° derajat		
	Distribusi Tegangan(MPa)	Total deformasi (mm)	Faktor keamanan
Maks	74,98	1,5576	15
Min	8,1504e-005	0	2,7341
Rata-rata	2,6672	0,42966	14,934

Tabel Data hasil simulasi ke-3

	Kursi roda posisi berdiri		
	Distribusi tegangan (MPa)	Total deformasi (mm)	Faktor keamanan
Maks	178,39	1,4952	15
Min	1,2979e-004	0	1,1492
Rata-rata	2,7962	0,30354	14,946

Rancangan rangka kursi roda dengan menggunakan material Stainless steel 316L memiliki massa sebesar 28.25994 kg. Berdasarkan tabel diatas telah didapatkan nilai equivalent stress, total deformation, dan safety factor dari masing-masing bentuk dari posisi kursi roda



Gbr 11. Deformasi maksimum

Seperti pada Gbr 11 defleksi yang terjadi dibagian footrest (pijakan kaki) dikarenakan karena sambungan material Stainless steel yang kurang pada bagian tengah footrest. Maka dari itu solusi yang tepat untuk mengatasi masalah yang terjadi yaitu harus menambah material Stainless steel pada bagian tengah footrest supaya bisa menopang pijakan kaki secara aman.

KESIMPULAN

Metode perancangan desain rangka menggunakan software Solidworks 2018 dan dianalisis menggunakan Ansys Workbench untuk mengetahui nilai distribusi tegangan, nilai deformasi, dan nilai faktor keamanan dari masing-masing bentuk posisi kursi roda.

Distribusi tegangan yang terjadi pada rangka kursi roda fitur berdiri pada bagian footrest (pijakan kaki) mendapatkan nilai equivalent stress maksimal sebesar 178,39 MPa, nilai equivalent stress minimal sebesar $1,2979 \times 10^{-4}$ MPa dan nilai equivalent stress rata-rata sebesar 2,7962 MPa. Hasil nilai distribusi tegangan masih dalam batas aman karena hasil simulasi indikasi warna merah hampir tidak tampak.

Deformasi yang terjadi pada rangka kursi roda fitur berdiri pada bagian footrest mendapatkan nilai total deformation maksimal 1,4952 mm, nilai total deformation minimal sebesar 0 mm dan nilai rata-rata total deformation sebesar 0,30354 mm.

Faktor keamanan pada rangka kursi roda fitur berdiri mendapatkan nilai maksimal sebesar 15 pada bagian pijakan kaki, nilai safety factor minimal sebesar 1,1492 dan nilai safety factor rata-rata sebesar 14,946. Hasil nilai faktor keamanan tidak mampu menahan gaya yang ditopang maksimal 1,1492 kali dari gaya semula.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] AJIMAN, B. (2022). Analisa Pengaruh Kekuatan Material pada Rangka Sepeda Listrik dengan Profil Rectangular Tube terhadap Material Aluminium 6061 dan Baja Aisi 1020 menggunakan Software Ansys Workbench (Doctoral dissertation, ITN MALANG).
- [2] Aszul. K. (2020) "PERANCANGAN MEKANISME FITUR BERDIRI PADA KURSI RODA ELEKTRIK. (Laporan Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia)
- [3] Budiman, F. A., Septiyanto, A., Sudiyono, S., Musyono, A. D. N. I., & Setiadi, R. (2021). Analisis Tegangan von Mises dan Safety Factor pada Chassis Kendaraan Listrik Tipe In-Wheel. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 16(1), 100-108
- [4] Kroemer, Karl H. E., Hiltrud J. Kroemer, and Katrin E. Kroemer-Elbert. 2010. *Engineering Physiology*
- [5] Alafgani, M. K. (2018). Desain Kursi Roda Untuk Difabel Daksa Yang Ergonomi Dan Inovatif. (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- [6] Long-Chang Hsieh¹, T.-H. C.-J. (2016). Desain Inovatif Kursi Roda dengan Lifting dan Fungsi Berdiri. *Proceedings of Engineering and Technology Innovation*, vol. 4, 2016, 4, 10-12.
- [7] Iksal, I., & Darmo, D. (2012). Perancangan dan Implementasi Kursi Roda Elektrik Ekonomis sebagai Sarana Rehabilitasi Medik. *Prosiding SNaPP: Sains, Teknologi*, 3(1), 203-210.
- [8] Khurmi, R. S., & Gupta, J. K. (2005). *A textbook of machine design*. S. Chand Publishing
- [9] Karunia, E. (2016). Hubungan antara dukungan keluarga dengan kemandirian activity of daily living pasca stroke. *Jurnal Berkala Epidemiologi*, 4(2), 213-224