

Analysis of the Design Results of Folding and Non-Folding Electric Wheelchairs

Analisa Rancangan Hasil Kursi Roda Elektrik Lipat dan Non Lipat

Buyung Artha Gumelar^[1], Dr. Prantasi Harmitjahjanti, S.Si., M.T. ^[2]

⁽¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

⁽²⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: prantasiharmitjahjanti@umsida.ac.id

Abstract. *A wheelchair is equipment that functions for patients who difficulty walking due to illness, disability or injury. Several researchers have used the technology initially developed for mobile robots to create intelligent wheelchairs, which reduces the physical, visual, and skill demands required for operate a wheelchair. Smart wheelchairs are designed to provide convenience for users. Because more and more electric wheelchair designs depend on functionality and comfort for a user. So it is necessary to analyze electric wheelchairs so that we know whether the wheelchair is safe to use or not, besides that we can find out about the strength of the design of the electric wheelchair.*

Keywords - *Electric Wheelchairs, Technology, Users, Design..*

Abstrak. *Kursi roda merupakan peralatan yang berfungsi untuk pasien yang kesulitan berjalan karena yang disebabkan karena sakit, cacat atau cedera. Beberapa seseorang peneliti telah menggunakan teknologi yang awalnya dikembangkan untuk robot bergerak untuk menciptakan kursi roda cerdas, yang mengurangi tuntutan fisik, penglihatan, dan keterampilan yang diperlukan untuk mengoperasikan kursi roda. Kursi roda pintar dirancang untuk memberikan kenyamanan bagi penggunaanya. Karena semakin banyaknya desain kursi roda elektrik yang bergantung pada fungsional dan kenyamanan untuk seorang pengguna. Maka diperlukan adanya analisa pada kursi roda elektrik agar kita mengetahui kursi roda tersebut aman tidaknya digunakan, selain itu kita dapat mengetahui terkait kekuatan dari rancangan kursi roda elektrik tersebut.*

Kata Kunci - *Kursi Roda Elektrik, Teknologi, Pengguna, Rancangan.*

I. PENDAHULUAN

Kursi roda merupakan peralatan yang berfungsi untuk pasien yang kesulitan berjalan karena yang disebabkan karena sakit, cacat atau cedera. Beberapa seseorang peneliti telah menggunakan teknologi yang awalnya dikembangkan untuk robot bergerak untuk menciptakan kursi roda cerdas, yang mengurangi tuntutan fisik, penglihatan, dan keterampilan yang diperlukan untuk mengoperasikan kursi roda. [1] Kursi roda pintar dirancang untuk memberikan kenyamanan bagi penggunaanya. Menurut data Susenas (Survei Sosial Ekonomi Nasional) tahun 2020, penyandang disabilitas di Indonesia mencapai 1,46 juta orang atau setara dengan 0,74 dari total penduduk Indonesia (197 juta jiwa). Pada tahun itu, angka penyandang disabilitas di perdesaan sebesar 0,83%. Jika dibandingkan dengan perkotaan hasilnya lebih tinggi yaitu sebesar 0,63%. [2] menurut organisasi kesehatan dunia (WHO), baru-baru ini diperkirakan terjadi pada satu dari setiap sepuluh orang penyandang disabilitas di Indonesia. dibandingkan dengan hasil survei cepat WHO tahun 1979, Peneliti menyimpulkan disabilitas di Indonesia mencapai 3,11. Penelitian teknologi kursi roda elektrik ini diharapkan dapat memprediksi peningkatan jumlah pasien orang lanjut usia dan penyandang cacat. [3] Para peneliti di bidang robotika menggolongkannya ke dalam mobile robot, dimana robot kursi roda merupakan robot medis yang berfungsi sebagai alat bantu yang digunakan untuk membantu orang lumpuh dan lanjut usia. [4]

Produk yang dirancang dengan mempertimbangkan ergonomi yang baik akan meningkat kenyamanan, efisiensi, efektivitas dan keamanan penggunaan. Kursi roda adalah alat yang digunakan untuk meningkatkan mobilitas penderita kondisi ini kesulitan seperti penyandang disabilitas fisik (terutama penyandang disabilitas kaki), pasien rumah sakit yang tidak diperkenankan banyak beraktivitas fisik, lanjut usia, dan sebagainya [5]. Perancangan kursi roda yang nyaman bagi lansia harus mengacu dan memperhatikan aspek – aspek ergonomi. Hal ini dimaksudkan untuk mencegah dan melindungi pengguna dari risiko yang ditimbulkan ukuran produk yang tidak sesuai berpotensi mempengaruhi keamanan dan kenyamanan penggunaan. [6] Perancangan kursi roda yang ergonomis memerlukan data orang dewasa dan antropometri Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menentukan ukuran kursi roda yang nyaman bagi masyarakat orang tua. [7]

Perkembangan teknologi saat ini mengalami kemajuan yang sangat maju, pesat dan cepat, dimana ide dan gagasan dari pikiran merupakan salah satu penggerak perkembangan teknologi. Kemudian ada beberapa ide yang dikembangkan untuk membuat alat untuk memfasilitasi pekerjaan manusia dan mempermudah pekerjaan

manusia di masa depan. Contohnya seperti kursi roda yang merupakan alat transportasi yang biasanya digunakan orang kesulitan berjalan kaki, karena sakit, cedera, dan cacat.[8] Idealnya kursi roda diperlukan bagi pengguna yaitu merasakan bebas dan kenyamanan dalam mengoreksi gerakan kursi roda sesuai dengan keinginan pengguna. Nyatanya hal tersebut tidak dapat dilakukan oleh pengguna ini memiliki keterbatasan di bagian tangan. Kursi roda listrik digunakan sebagai alat bantu mobilitas oleh orang cacat dengan drive eksternal yang berasal dari motor listrik yang memiliki arus searah yang biasa disebut arus direct current (DC). Kursi roda listrik terbagi menjadi beberapa jenis yang dimaksud adalah kursi roda listrik, troli dan skuter listrik. Menurut Woerden 3 kategori tersebut dibagi menurut jenis penggunaannya, yaitu interior, interior/eksterior dan eksterior. [9]

Seiring karena pesatnya perkembangan teknologi modern ini menyebabkan adanya banyak inovasi dan kreatifitas pada sebuah kursi roda elektrik yaitu seperti penambahan tenaga penggerak dengan control kendali dan beberapa fitur yang memiliki fungsi untuk membuat pengguna merasa seperti orang sehat. Melihat hal tersebut maka, terciptanya kursi roda elektrik yang menggunakan macam-macam jenis control pengendali, menggunakan fitur tertentu dan berbagai bentuk rancangan yang berjalan sebagaimana mestinya, Namun, setelah dilakukan trial, ada beberapa terdapat kekurangan yang kemungkinan besar karena pemilihan komponen yang tidak tepat, material, dan mekanisme rancangan. [10] Menilai dari kondisi – kondisi tersebut maka penulis mencoba melakukan pengujian menggunakan aplikasi untuk meminimalisir kesalahan – kesalahan dalam pemilihan material, rancangan dan lain sebagainya. Selain meminimalisir 3 kesalahan diatas, penulis dapat mengetahui ketahanan setiap menggunakan berbagai rancangan. Dengan adanya 2 jenis rancangan tersebut, perkembangan tersebut diharapkan kursi rodal elektrik bersama mekanisme rancangan yang sedang diteliti oleh penulis menjadil lebih baik danl masimal, baikl dari segil mekanik dan juga pemilihan materialnya. Selain itu, pengguna dapat memilih mekanisme mana yang akan digunakan karena penulis berharap produk tersebut dapat membantu orang yang mengalami masalah dalam keadaan cacat. [11]

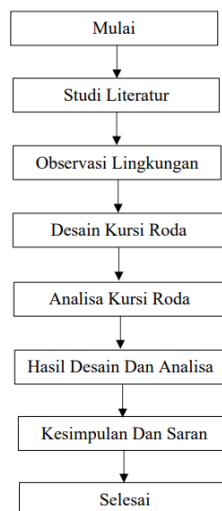
II. METODE

A. Pendahuluan

Metode Penelitian dapat diawali dengan studi literatur tentang “ANALISA RANCANGAN HASIL KURSI RODA ELEKTRIK LIPAT DAN NON LIPAT”. Kemudian saya melakukan observasi untuk meninjau data atau komponen pendukung dalam proses analisa pada rancangan kursi roda. Setelah data saya dapatkan dilakukan proses desain sebelum saya melakukan uji tes stress analisis menggunakan aplikasi autodesk inventor 2019.[12] Setelah desain jadi, maka dilakukan tahap test uji stress analisa tersebut menggunakan aplikasi yang sama. Setelah tahap perancangan dan analisa selesai, maka akan saya tampilkan dan diberikan hasil dari gambar detail dan hasil dari analisa yang menggunakan aplikasi tersebut. Secara lengkapnya, metodologi penelitian ini juga digambarkan dalam bentuk flowchart agar dapat menjelaskan pada intinya alur dari penelitian tersebut. [13]

B. Flowchart Penelitian

Gambar diagram (flow chart) adalah gambaran bagan yang menjelaskan secara umum yang menerangkan suatu alur pada suatu proses. Metodologi yang digunakan dalam menyusun penelitian ini dapat juga digambarkan dalam diagram alir (flow chart) pada gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Gambar diagram flowchart penelitian

C. Studi Literatur

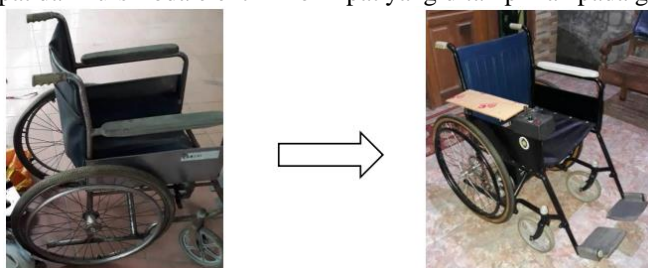
Studi literatur meliputi proses pengumpulan data dan mengenai pengembangan penelitian terkait desain dan analisa mengenai kursi roda elektrik lipat dan kursi roda elektrik non lipat. Studi literatur ini diperoleh dari berbagai sumber, seperti jurnal referensi, buku, tugas akhir yang berkaitan, serta media internet dan survey mengenai komponen-komponen pendukung yang berkaitan pada proses pengembangan desain dan analisa kursi roda elektrik baik lipat maupun non lipat.

D. Observasi Lingkungan

Observasi lingkungan ini meliputi tinjauan serta pengamatan pada kondisi lingkungan yang berkaitan dengan proses desain dan analisa kursi roda elektrik baik lipat maupun non lipat. Beberapa hal yang meliputi observasi lingkungan Mulai Studi Literatur Observasi Lingkungan Desain Kursi Roda Analisa Kursi Roda Hasil Desain Dan Analisa Kesimpulan Dan Saran Selesai 31 untuk proses desain ialah pengamatan pada kursi roda elektrik baik lipat, dan kondisi pengguna (user) yang akan menggunakan kursi roda tersebut, dan sebagainya. Hasil dari observasi tersebut akan saya gunakan untuk membuat desain kursi roda elektrik pada aplikasi inventor, menentukan beban maksimal yang akan diberikan ketika melakukan analisa sehingga kita dapat mengetahui kekurangan dari desain tersebut.

E. Desain Kursi Roda Elektrik

Desain kursi roda elektrik ini, berdasarkan referensi yang dulunya saya dengan team saya buat yaitu hasil dari modifikasi kursi roda manual menjadi kursi roda elektrik. Desain tersebut terbagi menjadi 2 bagian yaitu kursi roda elektrik yang tidak dapat dilipat dan kursi roda elektrik yang dapat dilipat. Berikut ini merupakan foto kursi roda elektrik lipat dan kursi roda elektrik non lipat yang ditampilkan pada gambar 2 dan gambar 3.



Gambar 2. Perubahan kursi manual ke kursi roda elektrik tidak dapat dilipat



Gambar 3. Perubahan kursi manual ke kursi roda elektrik nonlipat

F. Analisa Kursi Roda Elektrik

Setelah dilakukan pemilihan desain, berikutnya dilakukan proses analisa menggunakan aplikasi autodesk inventor professional 2019 ditampilkan dalam bentuk sebuah desain 3D, dalam desain 3D tersebut terdapat berbagai warna yang menggambarkan simulasi pada stress analisis. Pada analisa tersebut kita dapat memilih force atau gaya tekan yang akan kita lakukan uji stress analisis pada kursi roda tersebut.

G. Hasil Desain Dan Analisa

Hasil dari penelitian tersebut berisikan 2 macam yaitu detail desain dan data Analisa dari sebuah simulasi. Detail design (desain lengkap) merupakan hasil dari proses perancangan dari komponen hingga body pada kursi roda elektrik yang nantinya akan dikerjakan dan dikembangkan menggunakan aplikasi autodesk inventor profesional 2019. Selain itu data simulasi analisa merupakan data Analisa dari sebuah aplikasi, baik analisa tegangan, analisa kekuatan dan lain sebagainya yang berisikan data – data yang berasal dari simulasi tersebut.

H. Kesimpulan Dan Saran



Setelah proses desain dan simulasi analisa, maka ditarik beberapa kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan. Selanjutnya, kesimpulan dan saran yang dihasilkan dan diberikan akan menjadi masukan untuk penelitian, referensi, dan pandangan pada kegiatan selanjutnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembahasan Konsep Desain

Pemilihan desain ini terjadi setelah mempertimbangkan kebutuhan yang telah ditetapkan sebelumnya. Jumlah konsep yang dapat dihasilkan dari tabel morfologi ditentukan oleh variasi yang ada dalam setiap elemen yang tercantum. Dengan memperhatikan setiap opsi untuk setiap variabel dalam tabel 1, kita bisa menentukan berapa banyak kombinasi yang mungkin ada. Dengan mengalikan jumlah opsi dari setiap variabel, kita dapat mencapai total kombinasi yang mungkin.

Tabel 1. Tabel morfologi

No	Option	Keterangan
1	Material Untuk <i>Body</i>	<i>Mild Steel</i>
		
2	Model <i>body</i> kerangka dilipat dan non lipat.	<i>Body</i> kerangka lipat dan non lipat
		

Dari tabel atau diagram morfologi yang telah disajikan, telah dipilih dua konsep desain: konsep desain A dan konsep desain B. Kedua konsep ini memiliki perbedaan dan keunggulan tersendiri.

Konsep desain A Dalam konsep desain A, akan menggunakan model kerangka lipat seperti yang terlihat dalam gambar 4 di bawah ini. Gambar 4 Kerangka kursi roda lipat pada konsep desain A Setelah beberapa model konsep terpilih, konsep pertama (Konsep A) pada bagian *body* kerangka menggunakan model lipat dengan material utama yaitu Mild Steel. Bentuk ini dipilih dan di konsep dengan sedemikian rupa,

1. Konsep desain A

Dalam konsep desain A, akan menggunakan model kerangka lipat seperti yang terlihat dalam gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4 Kerangka kursi roda lipat pada konsep desain A

Setelah beberapa model konsep terpilih, konsep pertama (Konsep A) pada bagian body kerangka menggunakan model lipat dengan material utama yaitu Mild Steel. Bentuk ini dipilih dan di konsep dengan sedemikian rupa, agar kursi roda tersebut dapat dilipat, sehingga sesuai dengan kebutuhan atau keinginan dari pengguna. Berikut ini merupakan desain konsep A mesin kursi roda elektrik lipat yang ditunjukkan pada gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5 Desain konsep A

2. Konsep desain B

Dalam konsep desain B, akan menggunakan model kerangka non lipat seperti yang terlihat dalam gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6 Kerangka kursi roda non lipat pada konsep desain B

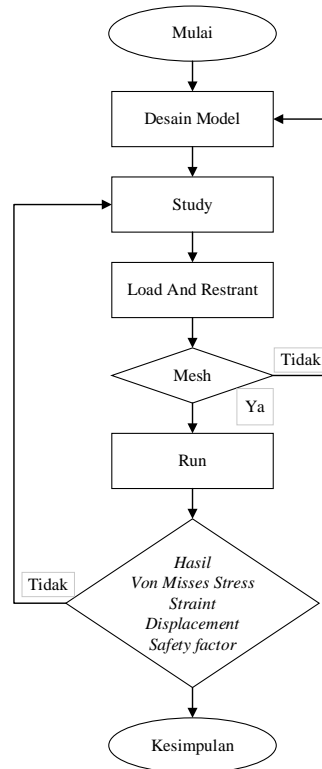
Setelah beberapa model konsep terpilih, konsep kedua (Konsep B) pada bagian body kerangka menggunakan model non lipat dengan material utama yaitu Mild Steel. Bentuk ini dipilih dan di konsep dengan sedemikian rupa, agar kursi roda tersebut tidak dapat dilipat, sehingga sesuai dengan kebutuhan atau keinginan dari pengguna. Berikut ini merupakan desain konsep B mesin kursi roda elektrik non lipat yang ditunjukkan pada gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7 Desain konsep B

B. Analisa Stress Analisis Kekuatan Material Pada Body

Hasil dari analisa stress analisis pada desain body kursi roda elektrik baik lipat dan non lipat meliputi tegangan von mises, regangan, perpindahan (displacement) dan safety factor dari suatu stuktur dengan menggunakan software Autodesk Inventor Profesional 2019. Dimana hasil analisa berupa nilai maksimum dan minimum yang dapat dilihat langsung pada tampilan Autodesk Inventor Profesional 2019. Berikut ini ialah langkah – langkah analisa stress analisis yang ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8 diagram alir analisa stress analisis dengan Inventor 2019

Pengujian body kursi roda menggunakan software Autodesk Inventor Profesional 2019 dengan pemberian beban statik pada kerangka kursi roda elektrik, besar beban maksimal yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 2 tabel beban maksimal yang diberikan pada simulasi

No	Jenis Beban	Berat Beban
1	Komponen penggerak (diasumsikan)	10 Kg
2	Berat tubuh	90 Kg
	Total	100 Kg

Berdasarkan tabel diatas diketahui tabel beban statik sebesar 2 Kg, jika dikonversikan menjadi satuan Newton maka diperoleh total dari beban statik sebesar 1000 Newton.

Langkah – langkah analisa stress analisis body kursi roda elektrik lipat dan non lipat dengan Software Autodesk Inventor Profesional 2019 adalah sebagai berikut :

1. Buka file *Sparepart* atau *Assembly* Autodesk Inventor Profesional 2019, yang akan dilakukan Analisa.
2. Masuk menu tab *environment*.
3. Setelah itu pilih menu yang terdapat pada tab tersebut yaitu stress analis.
4. Setelah masuk menu stress analisis, tekan fixed constrain.
5. Setelah membuka *fixed constrain* muncul kotak dialog, pilih lokasi *fixed constrain* sebagai acuan referensi penahan beban.
6. Setelah itu pilih menu *force* untuk menentukan beban yang akan diberikan.
7. Setelah memilih menu *force* akan muncul kotak dialog, maka pilihlah posisi yang akan diberikan beban pada kursi roda tersebut, dan isilah beban tersebut sesuai yang kamu inginkan.
8. Setelah itu lakukan proses gravitasi untuk menengtukan gaya gravitasinya, dengan klik gravitasi lalu pilih sumbunya di origin.
9. Lalu lakukanlah proses *mash view*, untuk proses pengecekan material.
10. Lalu lakukan proses *simulation*, untuk mendapatkan hasil analisisnya.

C. Analisa Statik Kekuatan Material Body Konsep A

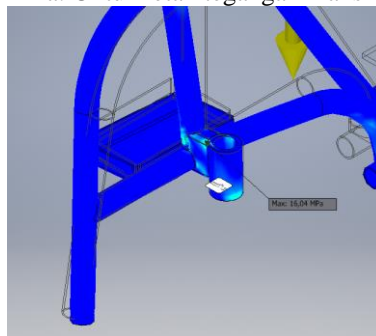
1. Tegangan *Von Mises* (*Von Mises Stress*)

Metode *von mises* dikenal memiliki tingkat prediksi yang lebih akurat dibandingkan dengan metode lainnya karena mempertimbangkan tegangan dalam tiga dimensi. Tegangan *von mises* sendiri digunakan sebagai kriteria kegagalan untuk material yang deformasinya plastis. Untuk menilai apakah konstruksi material tersebut aman atau tidak, analisis ini dapat digunakan, di mana jika tegangan *von mises* yang dihitung lebih kecil dari kekuatan luluh (Yield Strength) material yang digunakan, maka struktur tersebut dianggap aman, seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 9.



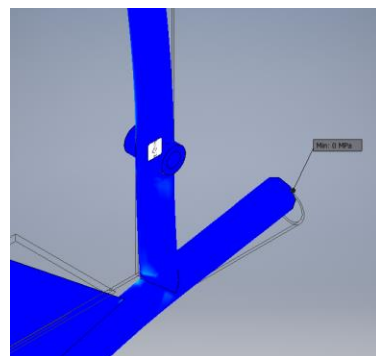
Gambar 9 Tegangan *von mises* pada *body* konsep A

Dari analisa tersebut dapat diketahui bahwa *body* konsep A untuk kursi roda elektrik lipat mengalami tegangan maksimal sebesar 16.04 MPa. Untuk letak tegangan maksimal ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10 Tegangan maksimal *von mises* pada *body* konsep A

Sedangkan tegangan minimal sebesar 0.0 MPa yang letaknya ditunjukkan pada gambar dibawah 11 Dibawah ini.

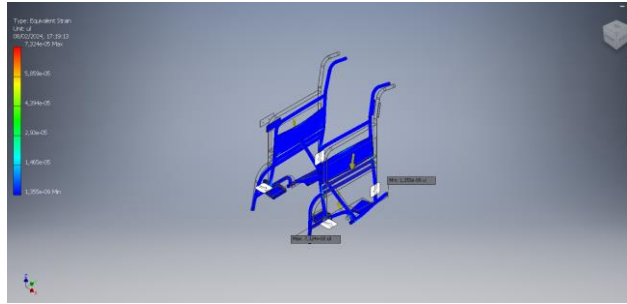


Gambar 11 Tegangan minimal *von mises* pada *body* konsep A

2. Regangan (*strain*)

Analisis regangan yang terjadi pada model desain *body* konsep A melibatkan penggunaan tegangan dan regangan sebagai pembanding untuk mengevaluasi regangan dan defleksi yang terjadi. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai maksimal yang diijinkan untuk regangan dan defleksi adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\epsilon &= \frac{\sigma}{E} \\ \epsilon &= \frac{16.04}{200 \times 10^3} \\ \epsilon &= 8,02 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

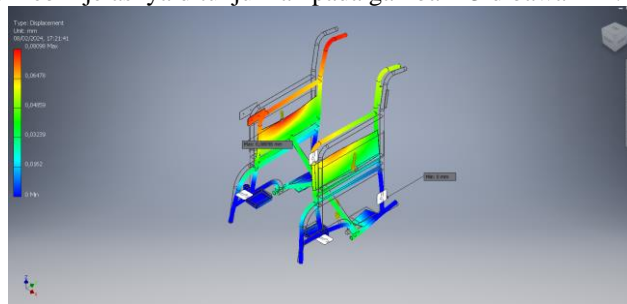


Gambar 12 Analisa regangan dengan *software* pada *body* konsep A

Dari hasil analisa *software* pada gambar 12 didapat nilai regangan maksimal sebesar $7,24 \times 10^{-5}$. Dari hasil perhitungan nilai regangan maksimal yang diijinkan adalah $8,02 \times 10^{-5}$. Sehingga nilai maksimal dari hasil analisa/simulasi lebih kecil daripada regangan ijin yang diberikan berarti bahwa komponen aman.

3. Perpindahan (*displacement*)

Perpindahan atau defleksi maksimum yang terjadi sebesar 0,0809 mm dan perpindahan minimum terjadi sebesar 0 mm. untuk lebih jelasnya ditunjukkan pada gambar 13 dibawah ini.



Gambar 13 Hasil analisa perpindahan (*displacement*) pada *body* konsep A

4. Faktor keamanan (*safety factor*)

Dari analisa yang telah dilakukan pada *body* konsep A pada kursi roda elektrik lipat, diketahui tegangan-tegangan antara daerah yang mempunyai tegangan terendah sampai tegangan tertinggi guna menentukan faktor keamanan (*safety factor*) agar suatu desain dikatakan aman apabila nilainya lebih dari 1 atau tidak aman jika nilainya kurang dari 1, yaitu :

$$n = \frac{S_y}{\sigma_e}$$

$$n = \frac{250}{16,04}$$

$$n = 15,58 > 1$$

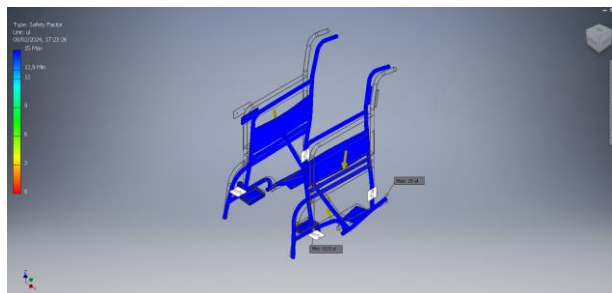
Dimana :

n = Faktor keamanan

S_y = *Yield Strength*

σ_e = Tegangan *Von Misses* Maksimum Analisa

Setelah perhitungan faktor keamanan secara manual diketahui maka nilainya dimasukkan kedalam simulasi *Factor of Safety* pada *autodesk inventor professional 2019*, seperti yang ditunjukkan pada gambar 13



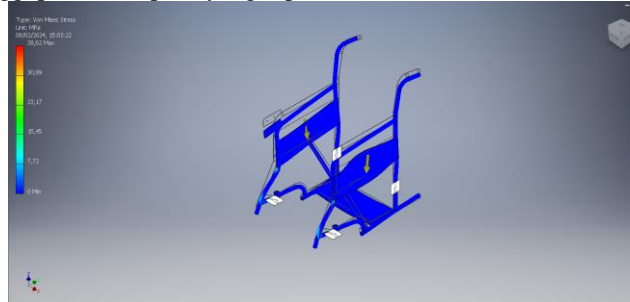
Gambar 13 Faktor keamanan (*safety factor*) pada *body* konsep A

Faktor keamanan maksimum yang terjadi sekitar sebesar 15 terdapat pada bagian yang berwarna biru yang ditunjukkan pada tulisan *max* pada gambar. Sedangkan faktor keamanan minimum terdapat pada bagian yang berwarna biru yang ditunjukkan pada tulisan *min* sebesar 12,9. Hal yang terjadi karena pada daerah yang berwarna biru pada gambar terdapat tegangan paling besar sehingga faktor keamanannya kecil, sedangkan pada bagian yang berwarna biru yang terdapat tulisan *max* tegangan yang terjadi lebih kecil sehingga memiliki faktor keamanan yang besar.

D. Analisa Statik Kekuatan Material Body Konsep B

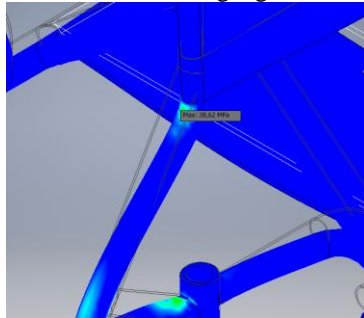
1. Tegangan *von mises* (*von mises stress*)

Metode *von mises* dikenal memiliki tingkat prediksi yang lebih akurat dibandingkan dengan metode lainnya karena mempertimbangkan tegangan dalam tiga dimensi. Tegangan *von mises* sendiri digunakan sebagai kriteria kegagalan untuk material yang deformasinya plastis. Untuk menilai apakah konstruksi material tersebut aman atau tidak, analisis ini dapat digunakan, di mana jika tegangan *von mises* yang dihitung lebih kecil dari kekuatan luluh (*Yield Strength*) material yang digunakan, maka struktur tersebut dianggap aman, seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 14. [14]



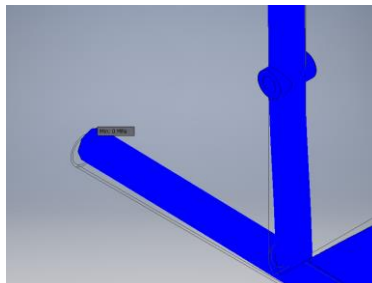
Gambar 14 Tegangan *von mises* pada *body* konsep B

Dari analisa tersebut dapat diketahui bahwa *body* konsep B untuk kursi roda elektrik lipat mengalami tegangan maksimal sebesar 38.62 MPa. Untuk letak tegangan maksimal ditunjukkan pada gambar 15.



Gambar 15 Tegangan maksimal *von mises* pada *body* konsep B

Sedangkan tegangan minimal sebesar 0.0 MPa yang letaknya ditunjukkan pada gambar dibawah 16 Dibawah ini.



Gambar 16 Tegangan minimal *von mises* pada *body* konsep B

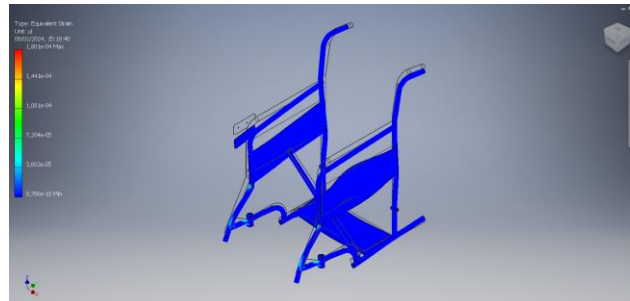
2. Regangan (*strain*)

Analisis regangan yang terjadi pada model desain body konsep B melibatkan penggunaan tegangan dan regangan sebagai pembanding untuk mengevaluasi regangan dan defleksi yang terjadi. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai maksimal yang diijinkan untuk regangan dan defleksi adalah sebagai berikut:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

$$\varepsilon = \frac{38.62}{200 \times 10^3}$$

$$\varepsilon = 19,31 \times 10^{-5}$$

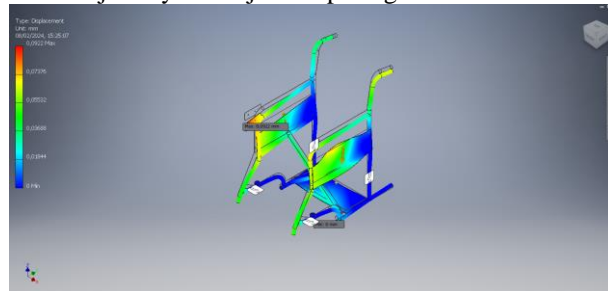


Gambar 17 Analisa regangan dengan *software* pada *body* konsep B

Dari hasil analisa *software* pada gambar 4.9 didapat nilai regangan maksimal sebesar 1.801×10^{-4} . Dari hasil perhitungan nilai regangan maksimal yang diijinkan adalah 1.931×10^{-4} . Sehingga nilai maksimal dari hasil analisa/simulasi lebih kecil daripada regangan ijin yang diberikan berarti bahwa komponen aman.

3. Perpindahan (*displacement*)

Perpindahan atau defleksi maksimum yang terjadi sebesar 0.0922 mm dan perpindahan minimum terjadi sebesar 0 mm. untuk lebih jelasnya ditunjukkan pada gambar 18 dibawah ini.



Gambar 18 Hasil analisa perpindahan (*displacement*) pada *body* konsep A

4. Faktor keamanan (*safety factor*)

Dari analisa yang telah dilakukan pada body konsep A pada kursi roda elektrik lipat, diketahui tegangan-tegangan antara daerah yang mempunyai tegangan terendah sampai tegangan tertinggi guna menentukan faktor keamanan (*safety factor*) agar suatu desain dikatakan aman apabila nilainya lebih dari 1 atau tidak aman jika nilainya kurang dari 1, yaitu :

$$n = \frac{S_y}{\sigma_e}$$

$$n = \frac{250}{38,62}$$

$$n = 6,473 > 1$$

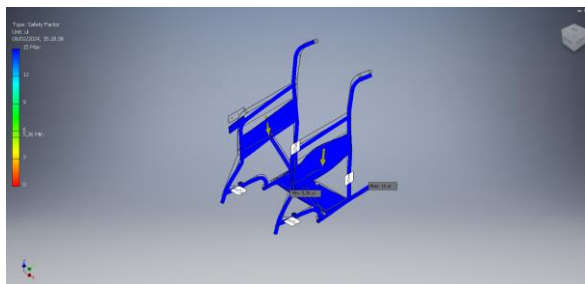
Dimana :

n = Faktor keamanan

S_y = Yield Strength

σ_e = Tegangan Von Mises Maksimum Analisa

Setelah perhitungan faktor keamanan secara manual diketahui maka nilainya dimasukkan kedalam simulasi *Factor of Safety* pada *autodesk inventor professional 2019*, seperti yang ditunjukkan pada gambar 19.



Gambar 19 Faktor keamanan (*safety factor*) pada body konsep A

Faktor keamanan maksimum yang terjadi sekitar sebesar 15 terdapat pada bagian yang berwarna biru yang ditunjukkan pada tulisan *max* pada gambar. Sedangkan faktor keamanan minimum terdapat pada bagian yang berwarna biru yang ditunjukkan pada tulisan *min* sebesar 5,36. Hal yang terjadi karena pada daerah yang berwarna biru pada gambar terdapat tegangan paling besar sehingga faktor keamanannya kecil, sedangkan pada bagian yang berwarna biru yang terdapat tulisan *max* tegangan yang terjadi lebih kecil sehingga memiliki faktor [15]

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada model konsep *body A* dan model konsep *body B*, ditemukan nilai maksimum dan minimum untuk setiap parameter yang muncul, seperti tegangan von Mises, regangan, perpindahan (*displacement*), dan faktor keamanan (*Safety factor*). Data dan nilai yang dihasilkan akan dimasukkan ke dalam tabel. Berikut adalah Tabel 4.3 yang memuat data nilai maksimum dan minimum dari hasil simulasi menggunakan keamanan yang besar.

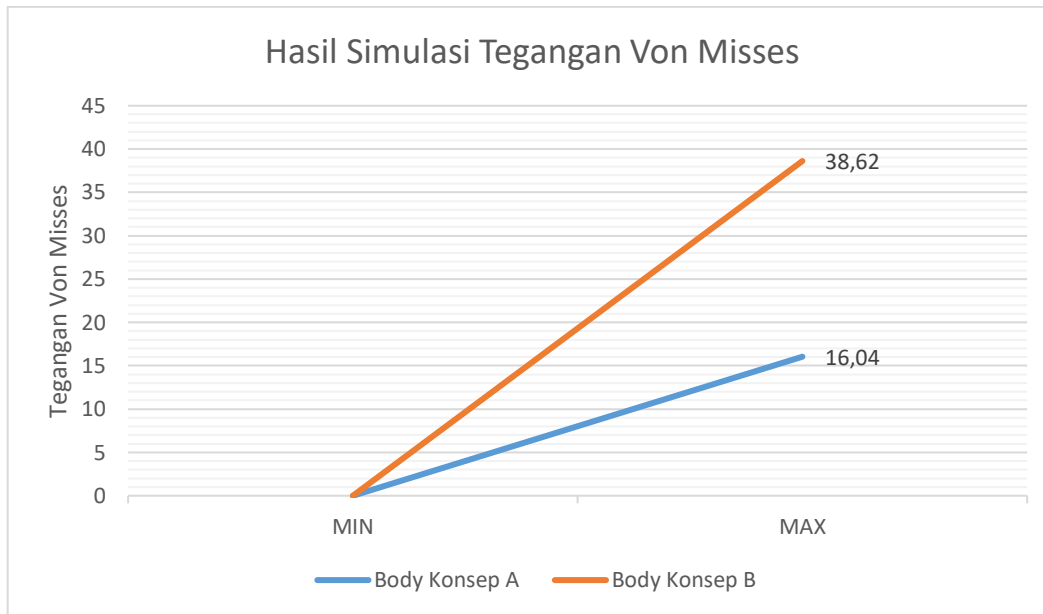
E. Data Analisa Hasil Simulasi Pada Body

Tabel 3 data hasil simulasi pada *body*

Variable Model Body	Nilai Maksimal			Nilai Minimum			Safety Factor
	Von Mises Stress (MPa)	Displacement (mm)	Strain	Von Mises Stress (MPa)	Displacement (mm)	Strain	
Model Body Konsep A	16,04	0,089	$7,24 \times 10^{-5}$	0,0	0	$1,355 \text{ e-}9$	12,9
Model Body Konsep B	38,62	0.0922	$1,801 \times 10^{-4}$	0,0	0	$8,766\text{e-}10$	5,36

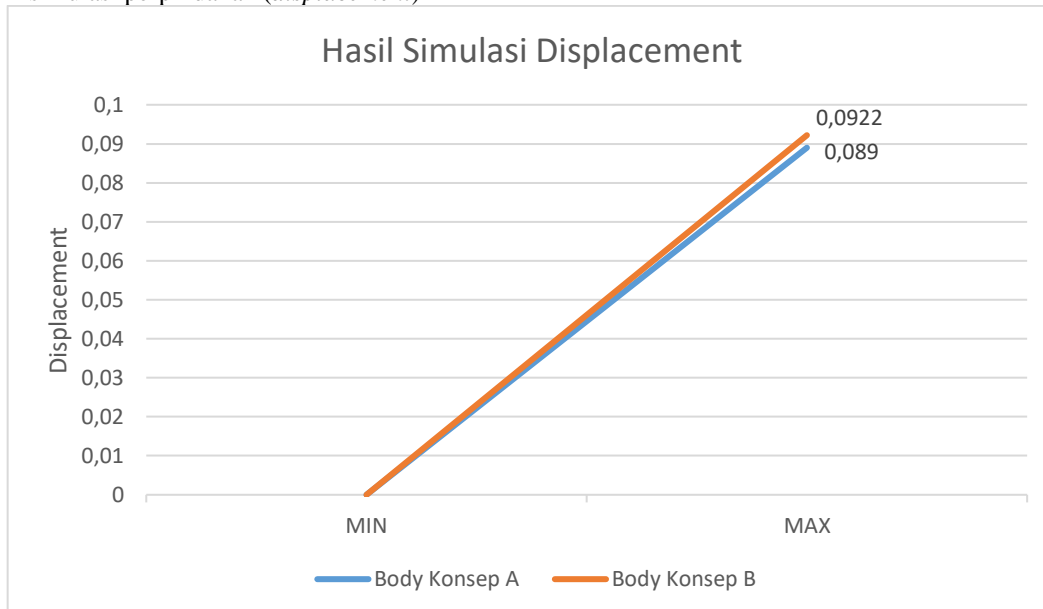
F. Grafik Hasil Analisa Simulasi Pada *Body*

Agar memudahkan pemahaman dan proses analisis, data dari hasil analisis simulasi pada *body* yang terdapat dalam Tabel 3 sebelumnya akan dipresentasikan dalam bentuk grafik. Ini akan memungkinkan visualisasi yang lebih baik dan mempermudah interpretasi hasil analisis.

A. Grafik simulasi tegangan *von mises*

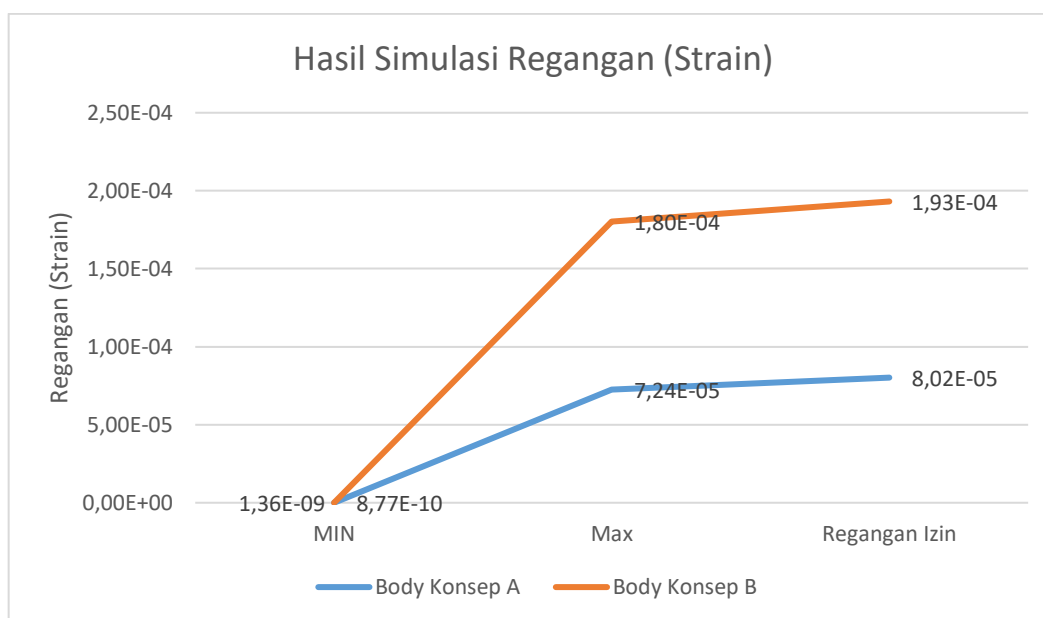
Gambar 20 Grafik hasil simulasi tegangan *von mises*

Pada grafik diatas nilai tegangan *von mises* maksimum dari model *body* konsep A sebesar 16,04 MPa dan model *body* konsep B sebesar 38,62 MPa. Kemudian nilai tegangan *von mises* minimum dari model *body* konsep A dan *body* konsep B sebesar 0 Mpa. Dari data menunjukkan bahwa tegangan *von mises* maksimum terbesar terjadi pada model *body* konsep B dengan nilai 38,62 MPa.

B. Grafik simulasi perpindahan (*displacement*)

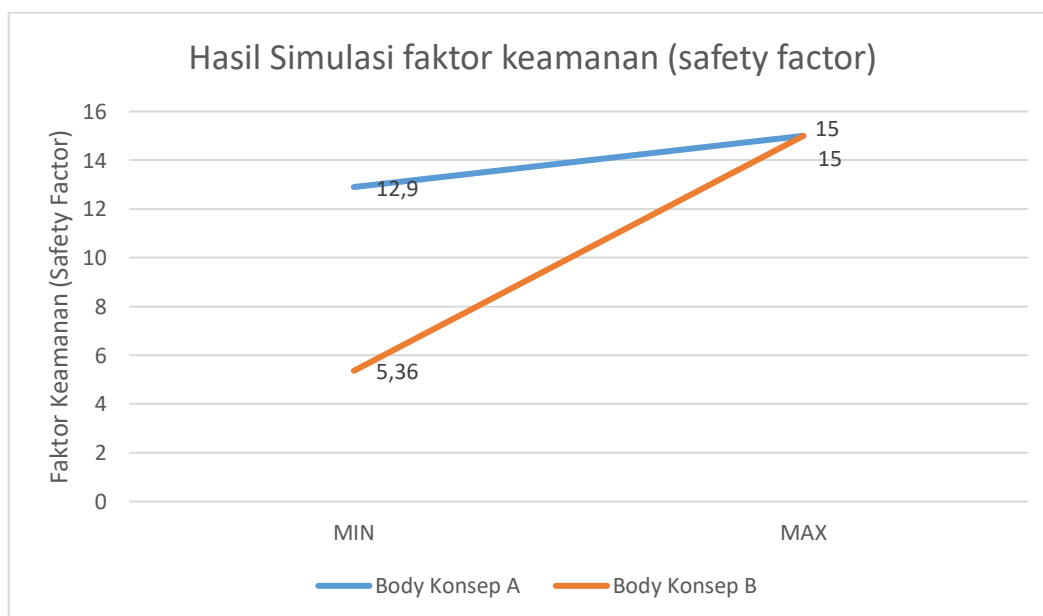
Gambar 21 Grafik hasil simulasi *displacement*

Pada grafik tersebut, nilai perpindahan maksimum dari model *body* konsep A adalah 0,089 mm, sedangkan untuk model *body* konsep B adalah 0,092 mm. Sementara itu, nilai perpindahan minimum untuk kedua model adalah 0 mm. Analisis data menunjukkan bahwa perpindahan maksimum tertinggi terjadi pada model *body* konsep B dengan nilai 0,092 mm. Hal ini disebabkan oleh tingkat tegangan yang lebih tinggi pada model konsep B dibandingkan dengan model konsep A.

C. Grafik simulasi regangan (*strain*)

Gambar 22 Grafik hasil simulasi regangan (*strain*)

Dalam grafik tersebut, terdapat regangan maksimum dari model *body* konsep A sebesar $7,24 \times 10^{-5}$, sementara untuk model *body* konsep B adalah $1,801 \times 10^{-4}$. Sedangkan nilai regangan minimum untuk model *body* konsep A adalah $1,36 \times 10^{-9}$ dan untuk model *body* konsep B adalah $8,77 \times 10^{-9}$. Dari data tersebut, dapat disimpulkan bahwa regangan maksimum terbesar terjadi pada model *body* konsep A dengan nilai $7,24 \times 10^{-5}$, karena pada model tersebut terdapat tingkat tegangan yang lebih tinggi dibandingkan dengan model *body* konsep B. Meskipun demikian, dilihat dari grafik, hasil simulasi menunjukkan bahwa regangan pada kedua model tubuh memiliki nilai yang lebih rendah dari regangan izin yang dihitung sebelumnya. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa kedua model tubuh aman dari segi regangan.

D. Grafik simulasi faktor keamanan (*safety factor*)

Gambar 23 Grafik hasil factor keamanan (*safety factor*)

Dalam grafik tersebut, terdapat factor keamanan maksimum dari model *body* konsep A sebesar 15, sementara untuk model *body* konsep B adalah 15. Sedangkan nilai factor keamanan minimum untuk model *body* konsep A adalah 12,9 dan untuk model *body* konsep B adalah 5,36. Dari data tersebut, dapat disimpulkan bahwa faktor keamanan terkecil terjadi pada model *body* konsep B dengan nilai 5,36, karena pada model

tersebut terdapat tingkat keamanan dengan desain konsep yang lebih rendah dibandingkan dengan model *body* konsep A.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa dari “rancangan hasil kursi roda elektrik lipat dan non lipat” dengan menggunakan software autodesk inventor professional 2019 maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada hasil desain kursi roda elektrik dengan menggunakan software CAD autodesk inventor professional 2019, menghasilkan 2 model konsep desain yaitu Konsep A dan Konsep B. namun, Konsep A memiliki kelebihan yaitu konsep A rangka *body* kursi rodanya dapat dilipat sehingga mempermudah pengguna dalam membawa kursi roda tersebut.
2. Input data yang diperlukan untuk menghasilkan tegangan *von misses*, regangan, perpindahan dan factor keamanan adalah desain kursi roda dengan format yang digunakan pada aplikasi *Autodesk Inventor Professional 2019* dan beban yang akan di tampung oleh desain tersebut.
3. Dari hasil simulasi stress analisis tegangan *von misses* maksimum terdapat pada model *body* konsep B dengan nilai 38,62 Mpa, dan *displacement* tertinggi terdapat pada hasil simulasi model *body* konsep B yaitu senilai 0,0922. Nilai maksimum regangan (strain) dari simulasi model *body* konsep A dan *body* konsep B masing-masing yaitu : $7,24 \times 10^{-5}$ dan $1,801 \times 10^{-4}$. Nilai maksimum dari kedua model *body* lebih kecil dari nilai regangan yang diizinkan dari masing-masing model *body*. Nilai safety factor (faktor keamanan) dari masing-masing model *body* konsep A dan *body* konsep B yaitu sebesar 12,9 dan 5,36 dan keduanya memiliki faktor keamanan yang baik.
4. Hasil kesimpulan dari rancangan kursi roda elektrik menggunakan *body* konsep A dan *body* konsep B adalah hasil rancangan kursi roda menggunakan konsep A lebih direkomendasi, karena memiliki faktor keamanan yang lebih baik dan juga lebih kuat, selain itu desain kursi roda elektrik konsep A lebih flexible dibawa kemana saja, karena kursi roda tersebut dapat dilipat. Jadi mempermudah pengguna dalam membawa kursi roda tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji Syukur kehadirat Allah Yang Maha Esa, atas berkat, rahmat dan hidayahnyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ANALISA RANCANGAN HASIL KURSI RODA ELEKTRIK LIPAT DAN NON LIPAT” yang bertujuan untuk menyelesaikan program sarjana muda (S1) di Fakultas Sains dan Teknologi yang dilaksanakan di Universitas Muhammadiyah Sidoarjo,

Kami menyadari bahwa tanpa bantuan semua pihak, kami tidak dapat menyelesaikan skripsi ini, maka dari lubuk hati terdalam dan penuh ikhlas, pada kesempatan ini kami juga ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Hidayatullah, M.SI, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
2. Bapak Iswanto, ST., M.MT, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
3. Bapak Mulyadi, S.T., M.T. sebagai Kaprodi Teknik Mesin Fakultas Saintek Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
4. Saudara - saudara yang selalu mendoakan dan mendukung saya agar dapat segera menyelesaikan skripsi ini.
5. Teman - Teman Teknik Mesin yang selalu memberikan dukungan dan bantuan kepada saya, agar segera menyelesaikan skripsi ini.
6. Semua pihak yang telah memberikan kontribusi baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini.

Tentunya kami sebagai mahasiswa yang berproses dalam pembelajaran ini, kami masih cukup banyak dalam melakukan beberapa kesalahan baik dalam penyusunan skripsi tersebut. Maka untuk memperbaiki semua itu pada masa yang akan datang penulis mengharapakan saran dan kritik serta solusi dari pembaca.

Akhir kata saya sampaikan, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dengan baik dan cukup efektif bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

REFERENSI

- [1] Aqshal Diinii Mustaqiem, Nurato, 2020. Analisa Perbandingan Factor Keamanan Rangka Scooter Menggunakan Perangkat Lunak Solidwork 2015. Jakarta : Universitas Mercu Buana.
- [2] Dewi Putri Mardiana, M. Rifan Pujiyanto, Sulistuo, 2020. Perancangan Kursi Roda Ergonomis Untuk Orang Manula. Kudus : Universitas Muria.
- [3] Fikri Hanif Wijaya, 2020, Perancangan Dan Pengembangan Desain Kursi Roda Elektrik Dengan Fitur Berdiri Untuk Penyandang Disabilitas, Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.
- [4] Mardiana, D. P., Pujiyanto, M. R. A., & Sulistyo, S. (2020). PERANCANGAN KURSI RODA ERGONOMIS UNTUK ORANG MANULA. *Journal of Industrial Engineering and Technology*, 1(1), 11-17.
- [5] Lasinta Ari Nendra Wibawa, S.T., 2021, Simulasi Kekuatan Komponen Sarana Pengujian Roket Menggunakan *Autodesk Inventor Professional 2017*. Surakarta: bukukatta.
- [6] Mustari, 2015, Rancang Bangun Kursi Roda *Elektrik* Yang Dapat Naik Turun Tanjakan. Makassar : Universitas Hasanudin.
- [7] Rakhmad Rudyansyah K, Anggit Prasetyo, Sayyid Muhammad Alif A.G. 2021., Sistem Kendali *Joy Stick* Dan Konversi Kursi Roda Manual Ke Elektrik Untuk Disabilitas Fisik. Sidoarjo : Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- [8] Muhammad, F. F., Dwiki, A., & Rego, A. (2020). RANCANGAN PENGARAH DAN PENEPAT (JIG AND FIXTURE) KURSI RODA PADA MOBIL PENGGUNA KURSI RODA (Doctoral dissertation, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung).
- [9] ANITA, F., GIAN, P. P., & HARIANTO, H. (2019). RANCANG BANGUN KENDARAAN DISABILITAS PENGGUNA KURSI RODA (Doctoral dissertation, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung).
- [10] Salsabila, S. D. (2020). TA: Desain Produk Baby Stroller (Kereta Dorong Bayi) dengan Penambahan Kursi Lipat Untuk Pengasuh (Doctoral dissertation, Universitas Dinamika).
- [11] Setiadi, B. R., Nuryanto, A., Ishartiwi, I., & Damayanto, A. (2022). Optimalisasi desain seat and back cushion pada kursi roda adaptif nasional Indonesia. *Jurnal Taman Vokasi*, 10(1), 11-19.
- [12] WICAKSONO, B. A. (2023). RANCANG BANGUN KURSI RODA ELEKTRIK DENGAN SISTEM KONTROL JOYSTICK DAN SMARTPHONE ANDROID (Doctoral dissertation, Universitas Diponegoro).
- [13] ELSAINU, K. P. H. (2024). RANCANG BANGUN PROTOTIPE KURSI RODA PINTAR BERBASIS MIKROKONTOLER DENGAN SISTEM KENDALI APLIKASI ANDROID MENGGUNAKAN TEKNOLOGI SPEECH RECOGNITION (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta).
- [14] Rasyid, M. K. (2019). Perancangan Kursi Rumah untuk Orang-orang yang Berusia Lanjut. *JURNAL ILMU PENGETAHUAN DAN TEKNOLOGI (IPTEK)*, 3(1), 161-165.
- [15] Fasaluna, B., Ego, E., & Wahyu Ri, Y. (2021). RANCANG BANGUN MODUL SISTEM KENDALI PADA KURSI RODA PENYANDANG CACAT MENGGUNAKAN JOYSTICK DAN ANDROID (Doctoral dissertation, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung).

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.