

**ANALISIS STRUKTUR KURSI RODA MULTI GUNA MENGGUNAKAN  
PENDEKATAN FINITE ELEMEN ANALISIS DAN ANALITIK**



**SKRIPSI**

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Strata I Pada  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti**

Oleh :

**RAHEL PONSEKA**

**2002220101**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TRIDINANTI**

**2024**

UNIVERSITAS TRIDINANTI  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN



TUGAS AKHIR

ANALISIS STRUKTUR KURSI RODA MULTI GUNA MENGGUNAKAN  
PENDEKATAN FINITE ELEMEN ANALISIS DAN ANALITIK

Oleh:

Rahel Ponseka

2002220101

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Ir. H. Muhammad Lazim, MT

Diperiksa dan Disetujui:  
Dosen Pembimbing I

Ir. Madagaskar, MSc

Dosen Pembimbing II

Imam Akbar, ST, MT

Disahkan Oleh:

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Zulkarnain Fatoni, MT, MM

**SKRIPSI**

**ANALISIS STRUKTUR KURSI RODA MULTI GUNA MENGGUNAKAN  
PENDEKATAN FINITE ELEMEN ANALISIS DAN ANALITIK**

**DISUSUN:  
RAHEL PONSEKA  
2002220101**

Telah Diuji Dan Dinyatakan Lulus Dalam Ujian Sarjana  
Pada Tanggal, 17 September 2024

**Tim Penguji,**

**Nama:**

**Tanda Tangan:**

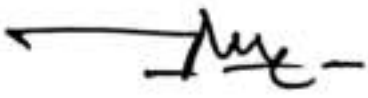
**1. Penguji 1**

Ir. Togar PO. Sianipar, MT

  
.....

**2. Penguji 2**

Ir. Iskandar Husin, MT

  
.....

**3. Penguji 3**

Ir. H. M. Ali, MT

  
.....

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: Rahel Ponseka

NPM : 2002220101

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul **"Analisis Struktur Kursi Roda Multi Guna Menggunakan Pendekatan Finite Elemen Analisis Dan Analitik"** adalah benar merupakan karya sendiri. Hal-hal yang bukan karya saya dalam Tugas Akhir ini diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan ditemukan pelanggaran atas karya Tugas Akhir ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan Tugas Akhir dan gelar yang saya peroleh dari Tugas Akhir tersebut.

Palembang, Oktober 2024

Yang Membuat Pernyataan



Rahel Ponseka

2002220101

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama                   Rahel Ponselka  
NIM                    2002220101  
Fakultas             TEKNIK  
Program Studi       : TEKNIK MESIN

Dengan ini menyatakan bahwa Artikel dengan judul : Analisis Struktur Kursi Roda Multi Guna Menggunakan Pendekatan Finite Elemen Analisis dan Analitik benar bebas dari plagiat dan publikasi ganda. Bila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi yang berlaku dari pihak prodi dan insitusi Universitas Tridinanti Palembang.

Demikian surat pernyataan ini saya buat penuh keasadaran, dan tanpa paksaan dari pihak mana pun. Sehingga dapat dipergunakan sebagai mana mestinya.

Mengetahui,  
Verifikator Plagiat

Martin Luther King, ST., MT

Palembang.....2024

Mahasiswa



Rahel Ponselka  
2002220101

Lampiran :  
Print Out Hasil Plagiat

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMI

Sebagai Civitas Akademik Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Tridinanti, Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rahel Ponselka

Npm : 2002220101

Jenis karya : Skripsi / Tugas akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan untuk memberikan kepada pihak  
Universitas Tridinanti hak bebas royalti non eksklusif (*non exclusive royalty free  
right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

### ANALISIS STRUKTUR KURSI RODA MULTI GUNA MENGGUNAKAN PENDEKATAN FINITE ELEMEN ANALISIS DAN ANALITIK

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royalti eksklusif ini  
Universitas Tridinanti berhak menyimpan, mengalih mediakan, mengelola dalam  
bentuk data base dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan  
nama saya sebagai penulis / pencipta dan pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat untuk sebagaimana mestinya.

Palembang, September 2024

Yang Membuat Pernyataan

  
Rahel Ponselka

Npm 2002220101

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PUBLIKASI GANDA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rahel Ponselka  
Npm : 2002220101  
Fakultas : Teknik  
Program studi : Strata I (S1) Teknik Mesin  
Judul skripsi :

### **ANALISIS STRUKTUR KURSI RODA MULTI GUNA MENGGUNAKAN PENDEKATAN FINITE ELEMEN ANALISIS DAN ANALITIK**

Benar bebas dari plagiat dan publikasi ganda, Bila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Palembang, September 2024



Npm 2002220101





rahelponseka 2002220101

ORIGINALITY REPORT

**15%**  
SIMILARITY INDEX

**14%**  
INTERNET SOURCES

**3%**  
PUBLICATIONS

**5%**  
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://blog.abdurrosyid.com">blog.abdurrosyid.com</a> Internet Source	2%
2	<a href="http://123dok.com">123dok.com</a> Internet Source	2%
3	<a href="http://pdfcoffee.com">pdfcoffee.com</a> Internet Source	1%
4	<a href="http://repository.ub.ac.id">repository.ub.ac.id</a> Internet Source	1%
5	<a href="http://docplayer.info">docplayer.info</a> Internet Source	1%
6	<a href="http://text-id.123dok.com">text-id.123dok.com</a> Internet Source	1%
7	<a href="http://repository.its.ac.id">repository.its.ac.id</a> Internet Source	1%
8	<a href="http://id.123dok.com">id.123dok.com</a> Internet Source	1%
9	<a href="http://ejournal.polbeng.ac.id">ejournal.polbeng.ac.id</a> Internet Source	1%

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat, karuniah dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi tugas akhir ini yang berjudul, “**ANALISIS STRUKTUR KURSI RODA MULTI GUNA MENGGUNAKAN PENDEKATAN FINITE ELEMEN ANALISIS DAN ANALITIK**” dengan waktu yang telah ditentukan. Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Strata-1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan dan semangat dari berbagai pihak. Selain itu pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Edizal AE, MS., selaku Rektor Universitas Tridinanti.
2. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, M.T., M.M., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti
3. Bapak Ir. H. Muhammad Lazim, M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti
4. Bapak Martin Luther King, S.T, M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti
5. Bapak Ir. Madagaskar, MSc, selaku Dosen Pembimbing Utama Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti
6. Bapak Imam Akbar, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing Anggota Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak khususnya Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti.

Palembang, Oktober 2024

Penulis,

Rahel Ponseka

## **MOTTO**

“Cukuplah Allah menjadi penolong kami dan Allah adalah sebaik-baiknya pelindung “

**(QS Ali Imran: 173)**

“Dan bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah adalah benar “

**(QS Ar Rum: 60)**

“Tidak ada mimpi yang gagal, yang ada hanyalah mimpi yang tertunda. Cuman sekiranya kalau teman-teman merasa gagal dalam mencapai mimpi, jangan khawatir, mimpi-mimpi lain bisa diciptakan.”

**(Windah Basudara)**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala limpahan karunianya, sehingga penulisan ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat. Dengan rasa bangga karya ini, penulis persembahkan kepada:

1. Cinta pertama dan panutanku, ayahanda Bambang Eka Laya. Beliau memang tidak sempat merasakan pendidikan sampai bangku perkuliahan, namun beliau bekerja keras serta mendidik, memberi motivasi, memberikan dukungan sehingga Rahel mampu menyelesaikan studi sampai sarjana.
2. Pintu surgaku, Ibunda Sutriana. Beliau sangat berperan penting dalam proses menyelesaikan program studi saya, beliau juga tidak sempat merasakan pendidikan dibangku perkuliahan, namun beliau tidak henti memberi semangat, serta doa yang selalu mengiringi langkah Rahel sehingga bisa menyelesaikan program studi sampai sarjana.
3. Bapak Ir. Madagaskar. MSc dan Bapak Imam Akbar. S.T. M.T selaku dosen pembimbing Tugas Akhir (Skripsi). Terima kasih banyak yang sebesar-besarnya atas bimbingan, nasihat dan dukungan hingga bisa menyelesaikan skripsi ini.
4. Untuk teman-temanku Jurusan Teknik Mesin angkatan 2020 berkat kalian saya mampu menyelesaikan skripsi ini atas bantuan dan saran dari kalian semua, Terima kasih banyak atas pertemuan dan pertemanan kita semoga tetap terjalin sampai akhir hayat kita nanti dan semoga kelak apa yang kita cita-citakan menjadi terwujud.

## DAFTAR ISI

BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Kursi Roda dan Kebutuhan Pengguna .....	5
2.2. Desain Kursi Roda Fleksibel.....	6
2.3. Antropometri .....	6
2.4. Berat badan rata-rata orang Indonesia.....	7
2.5. Finite Element Analysis (FEA) .....	7
2.5.1. Elemen Elemen Dasar FEA .....	8
2.5.2. Persamaan Keseimbangan.....	10
2.5.3. Penyelesaian Persamaan Displacement.....	11
2.5.4. Penyelesaian Persamaan Stress (tegangan).....	11
2.5.5. Penyelesaian Sistem Persamaan.....	12
2.6. Aplikasi FEA dalam Desain Kursi Roda.....	12
2.7. Material untuk Kursi Roda Fleksibel .....	13
2.8. Teknologi dan Inovasi dalam Desain Kursi Roda.....	14
2.9. Kesimpulan Tinjauan Pustaka .....	14
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	16
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	16
3.2. Prosedur Simulasi FEA .....	17

3.2.1. Geometri.....	17
3.2.2. Pemilihan Material:.....	18
3.2.3. Meshing:.....	18
3.2.4. Penerapan Beban dan Kondisi Batas: .....	19
3.2.5. Analisis:.....	20
3.2.6. Validasi dan Verifikasi:.....	20
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>21</b>
4.1. Tegangan (Stress) Normal Maksimum.....	21
4.2. Perpindahan (Displacement) Maksimum .....	23
4.3. Tegangan Lentur (Bending) Maksimum .....	25
4.4. Perhitungan Analitik Menggunakan Matriks .....	27
4.4.1. Matriks Kekakuan Lokal.....	27
4.4.2. Membentuk Matriks Kekakuan Global.....	29
4.4.3. Penerapan Kondisi Batas.....	30
4.4.4. Mendefinisikan Vektor Gaya.....	31
<b>BAB 5 PENUTUP.....</b>	<b>35</b>
5.1. Kesimpulan .....	35
5.2. Saran.....	35

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kursi Roda Koomersil.....	5
Gambar 2.2 Antropometri .....	6
Gambar 2.3 Jenis Elemen Elemen pada FEA .....	10
Gambar 2.4 Contoh Pemodelan Element pada FEA .....	10
Gambar 2.5 Penggunaan Finite Element pada analisis kursi roda .....	13
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	16
Gambar 3.2 Geometri 3D Kursi Roda.....	17
Gambar 3.3 Element Bar dan Node .....	19
Gambar 3.4 Beban dan Kondisi Batas .....	20
Gambar 4.1 Tegangan normal maksimum kondisi duduk (A) Tegangan normal maksimum kondisi berbaring (B).....	22
Gambar 4.2 Diagram tegangan normal maksimum kondisi duduk (A) Diagram tegangan normal maksimum kondisi berbaring (B).....	23
Gambar 4.3 Perpindahan maksimum kondisi duduk (A) Perpindahan maksimum kondisi berbaring (B) .....	24
Gambar 4.4 Tegangan lentur kondisi duduk (A) Tegangan lentur kondisi berbaring (B) .....	26
Gambar 4.5 Diagram tegangan lentur kondisi duduk (A) Diagram tegangan lentur kondisi berbaring (B) .....	26
Gambar 4.6 Diagram benda bebas .....	27
Gambar 4.7 diagram benda bebas yang lengkap.....	29
Gambar 4.8 hasil tegangan dari simulasi .....	34
Gambar 4.9 hasil tegangan untuk perhitungan analitik.....	34



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Dimensi Antropometri.....	7
Tabel 2.2 Berat badan ideal pria dan wanita .....	7
Tabel 2.3 Sifat mekanik aluminium 6061 .....	13
Tabel 3.1 Sifat Aluminium 6061 .....	18

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja struktur kursi roda multi guna menggunakan metode elemen hingga (FEA) dan perhitungan analitik. Model kursi roda dibangun dan dianalisis menggunakan perangkat lunak FEA untuk mendapatkan distribusi tegangan, perpindahan, dan tegangan lentur. Hasil FEA menunjukkan nilai tegangan maksimum sebesar 415 MPa, perpindahan maksimum 46 mm, dan tegangan lentur maksimum 407 MPa, melebihi batas sifat mekanik material aluminium 6061. Hasil analitik menghasilkan nilai tegangan sebesar 57 MPa pada struktur bagian depan, sedangkan FEA menghasilkan nilai 46 MPa. Perbedaan hasil antara kedua metode ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti asumsi yang digunakan dalam perhitungan analitik dan kompleksitas geometri model FEA. Kesimpulan yang bisa kita ambil dari penelitian tersebut bahwa desain/struktur kursi roda multi guna telah melampaui terhadap nilai-nilai sifat mekanik dari material Aluminium 6061, yang bisa menyebabkan kegagalan struktural pada komponen-komponen nya.

**Kata Kunci:** kursi roda multiguna, finite elemen analisis, analisis struktur

## **ABSTRACT**

This research aims to analyze the performance of multi-purpose wheelchair structures using the finite element method (FEA) and analytical calculations. A wheelchair model was built and analyzed using FEA software to obtain stress, displacement and bending stress distributions. The FEA results show a maximum stress value of 415 MPa, a maximum displacement of 46 mm, and a maximum bending stress of 407 MPa, exceeding the mechanical properties limit of 6061 aluminum material. The analytical results produce a stress value of 57 MPa in the front structure, while the FEA produces a value of 46 MPa. The difference in results between these two methods can be caused by several factors, such as the assumptions used in analytical calculations and the geometric complexity of the FEA model. The conclusion we can draw from this research is that the design/structure of the multi-purpose wheelchair has exceeded the mechanical property values of the Aluminum 6061 material, which can cause structural failure in the components when fabricated.

**Keywords:** multipurpose wheelchair, finite element analysis, structural analysis

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Kursi roda merupakan alat bantu mobilitas yang esensial bagi individu dengan keterbatasan fisik. Bagi mereka yang memiliki disabilitas sementara atau permanen, kursi roda bukan hanya alat transportasi, melainkan juga alat yang memberikan kebebasan dan meningkatkan kualitas hidup. Namun, kursi roda konvensional sering kali memiliki keterbatasan dalam hal fleksibilitas dan kenyamanan, terutama ketika pengguna perlu berbaring untuk beristirahat atau tidur. Hal ini memicu perlunya pengembangan kursi roda yang lebih fleksibel dan dapat beradaptasi dengan berbagai kebutuhan pengguna [1].

Permintaan akan kursi roda yang dapat beralih dari posisi duduk ke posisi berbaring terus meningkat, terutama di kalangan pengguna yang menghabiskan waktu lama di kursi roda. Kursi roda yang dapat berbaring tidak hanya memberikan kenyamanan tambahan tetapi juga membantu dalam mengurangi risiko luka tekan dan masalah kesehatan lainnya yang terkait dengan penggunaan kursi roda dalam jangka panjang. Desain kursi roda yang inovatif ini harus mempertimbangkan aspek ergonomi, kekuatan struktur, serta kestabilan untuk memastikan keselamatan dan kenyamanan pengguna.

Finite Element Analysis (FEA) merupakan teknik yang telah terbukti efektif dalam perancangan dan analisis struktur mekanik. FEA memungkinkan insinyur untuk memodelkan dan mensimulasikan perilaku material dan struktur di bawah berbagai kondisi beban, sehingga membantu dalam mengidentifikasi titik lemah dan mengoptimalkan desain sebelum diproduksi secara fisik. Dalam konteks perancangan kursi roda fleksibel, FEA sangat penting untuk memastikan bahwa desain tersebut mampu menahan beban yang diharapkan dan memberikan stabilitas serta kenyamanan maksimal.

Penggunaan FEA dalam desain kursi roda telah dibuktikan oleh berbagai penelitian sebelumnya. Misalnya, penelitian oleh Liu et al. (2014) menunjukkan bahwa analisis elemen hingga pada rangka komposit kursi roda dapat mengidentifikasi urutan penumpukan optimal untuk kekuatan maksimum ([Liu, Liang, Chen, & Chen, 2014](#)). Penelitian lain oleh Kalyanasundaram et al. (2006) menggunakan FEA untuk mengoptimalkan desain roda kursi roda Paralympic, menemukan bahwa desain pelek dorong yang lebih tipis dengan pola jari-jari tangensial memberikan hasil yang paling optimal ([Kalyanasundaram, Lowe, & Watters, 2006](#)).

Di samping itu, penelitian oleh Marques et al. (2020) mengevaluasi aspek fungsional dan struktural dari kursi roda komersial melalui FEA, menunjukkan bahwa beberapa bagian rangka kursi roda tidak memenuhi standar keselamatan berdasarkan simulasi yang dilakukan ([Marques et al., 2020](#)). Temuan-temuan ini menegaskan pentingnya penggunaan FEA dalam perancangan kursi roda untuk memastikan bahwa desain akhir tidak hanya nyaman tetapi juga aman dan tahan lama.

Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kursi roda fleksibel yang dapat digunakan untuk berbaring menggunakan pendekatan FEA. Penelitian ini akan berfokus pada pengembangan desain yang mampu memenuhi kebutuhan dinamis pengguna, sambil memastikan kekuatan dan kestabilan struktur melalui analisis mendalam menggunakan FEA. Melalui pendekatan ini, diharapkan kursi roda yang dihasilkan dapat memberikan kenyamanan dan keamanan yang lebih baik, serta mengurangi risiko masalah kesehatan yang sering terkait dengan penggunaan kursi roda konvensional.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mendesain kursi roda yang fleksibel dan dapat digunakan untuk berbaring menggunakan analisis elemen hingga?

2. Bagaimana menentukan kekuatan struktur kursi roda yang dirancang untuk berbaring dalam berbagai kondisi beban?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk merancang kursi roda yang fleksibel dan dapat digunakan untuk berbaring menggunakan pendekatan Finite Element Analysis (FEA). Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengembangkan desain kursi roda yang dapat diubah dari posisi duduk ke posisi berbaring dengan mudah dan aman.
2. Menganalisis kekuatan dan ketahanan struktur kursi roda menggunakan FEA untuk memastikan bahwa desain tersebut mampu menahan beban yang diharapkan dan memberikan stabilitas yang memadai.

### 1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat signifikan, antara lain:

1. **Peningkatan Kenyamanan Pengguna:** Dengan kemampuan untuk beralih antara posisi duduk dan berbaring, pengguna kursi roda dapat lebih nyaman dalam berbagai situasi, seperti saat beristirahat atau tidur.
2. **Kesehatan dan Keselamatan:** Desain yang diperkuat melalui FEA dapat mengurangi risiko cedera akibat kegagalan struktur kursi roda.
3. **Inovasi dalam Desain Kursi Roda:** Penelitian ini dapat mendorong inovasi lebih lanjut dalam desain kursi roda, membuka jalan bagi pengembangan produk yang lebih baik di masa depan.
4. **Efisiensi Biaya:** Dengan menggunakan FEA dalam tahap desain, perusahaan dapat mengurangi biaya produksi dengan meminimalkan kebutuhan untuk prototipe fisik dan pengujian yang mahal.

### 1.5. Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penelitian dan mencapai tujuan yang jelas, batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Jenis Elemen: Penelitian ini akan menggunakan elemen bar dalam analisis elemen hingga untuk pemodelan 3D.
2. Material: Material yang digunakan untuk kursi roda adalah aluminium 6061 dengan properti mekanis yang sesuai untuk aplikasi ini.
3. Kondisi Beban: Beban yang diterapkan pada kursi roda adalah beban statis dengan besar 840N yang dianggap mewakili berat pengguna dan distribusi beban selama penggunaan.
4. Lingkup Analisis: Analisis akan dilakukan secara statis menggunakan FEA dan hasilnya akan dibandingkan dengan hasil eksperimental untuk validasi.
5. Fokus Desain: Penelitian ini akan fokus pada desain mekanisme kursi roda yang memungkinkan transisi dari posisi duduk ke posisi berbaring dengan stabilitas dan kenyamanan optimal.

Dengan batasan masalah yang jelas, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang berarti dalam pengembangan kursi roda fleksibel yang lebih aman, nyaman, dan fungsional bagi pengguna.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. T. Anggoro, R. D. Purwaningrum, N. A. B. Prakoso, A. Rahmawati, R. A. Apriani, and M. Arifai, "Inovasi kursi roda fleksibel berdasarkan otonom sistem cerdas untuk penyandang cacat dan lansia menggunakan metode PDCA," *Semin. dan Konf. Nas. IDEC 2022*, p. A12.1-A12.5, 2022.
- [2] C. W. Chen and D. C. Cai, "A wheelchair design for topple prevention," in *Applied Mechanics and Materials*, 2014. doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.590.561.
- [3] M. Z. Mistarihi, R. A. Okour, and A. A. Mumani, "An integration of a QFD model with Fuzzy-ANP approach for determining the importance weights for engineering characteristics of the proposed wheelchair design," *Appl. Soft Comput. J.*, 2020, doi: 10.1016/j.asoc.2020.106136.
- [4] H. Soewardi and M. K. A. Afgani, "Innovative Design of Ergonomic Wheelchair for Disabled People," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019. doi: 10.1088/1757-899X/598/1/012033.
- [5] J. Rui and Q. Gao, "Design and Analysis of A Multifunctional Wheelchair," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019. doi: 10.1088/1757-899X/538/1/012045.
- [6] T. Hong, F. Ding, F. Chen, H. Zhang, Q. Zeng, and J. Wang, "Mechanical Properties of 6061 Aluminum Alloy under Cyclic Tensile Loading," *Crystals*, 2023, doi: 10.3390/cryst13081171.
- [7] J. H. Argyris, M. Haase, and H. P. Mlejnek, "On an unconventional but natural formation of a stiffness matrix," *Comput. Methods Appl. Mech. Eng.*, 1980, doi: 10.1016/0045-7825(80)90048-1.
- [8] S. Kalyanasundaram, A. Lowe, and A. J. Watters, "Finite element analysis and optimization of composite wheelchair wheels," *Compos. Struct.*, 2006, doi: 10.1016/j.compstruct.2006.04.011.
- [9] M. R. Haholongan and M. Subroto, "Pelayanan Kesehatan dan Pembinaan Khusus terhadap Narapidana Penyandang Disabilitas dalam Pemenuhan HAM di Lembaga Pemasyarakatan," *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 5, pp.



- 6131–6137, 2021, [Online]. Available:  
<https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/1922>
- [10] L. S. Marques, R. R. Magalhães, D. A. de Lima, J. E. Tsuchida, D. C. Fuzzato, and E. T. de Andrade, “Finite element analysis of a commercial wheelchair,” *Disabil. Rehabil. Assist. Technol.*, vol. 16, no. 8, pp. 890–901, Nov. 2021, doi: 10.1080/17483107.2020.1749893.
- [11] T. J. Liu, J. Liang, W. Chen, T. Chen, and A. W. Frame, “Finite Element Analysis of Composite Frames in Wheelchair under Upward Loading,” vol. 8, no. 1, pp. 1–6, 2014.