

SKRIPSI

**STUDI KOMPARATIF DESAIN RANGKA SEPEDA LIPAT
LISTRIK BERDASARKAN EFISIENSI DFA DAN ANALISIS
STRUKTUR**



Intelligentia - Dignitas

ADRIL ARDIANSYAH

1520621013

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

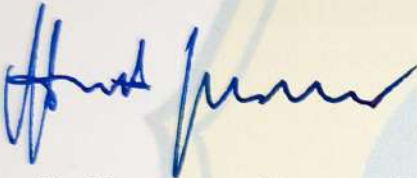
2026

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Studi Komparatif Desain Rangka Sepeda Lipat Listrik
Berdasarkan Efisiensi DFA dan Analisis Struktur
Penyusun : Adril Ardiansyah
NIM : 1520621013
Tanggal Ujian : 21 Januari 2026

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



Dr. Eng. Agung Premono, M.T.
NIP. 197705012001121002

Pembimbing II,



Dr. Ahmad Kholil, M.T.
NIP. 197908312005011001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi

Ketua Penguji,



Dr. Ir. Ragil Sukarno, M.T., IPM.
NIP. 197911022012121001

Sekretaris Penguji,



Dr. Eng. I Wayan Sugita, M.T.
NIP. 197911142012121001

Penguji Ahli,



Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T.
NIP. 198310152008121002

Mengetahui,

Koordinator Program Studi S1 Teknik Mesin
Universitas Negeri Jakarta



Dr. Ir. Ragil Sukarno, M.T., IPM.
NIP. 197911022012121001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasi, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 7 Januari 2026

Yang membuat pernyataan



Adni Ardiansyah
NIM. 1520621013

Intelligentia - Dignitas



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Adril Ardiansyah
NIM : 1520621013
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik/Teknik Mesin
Alamat email : ardiansyahadril@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul : Studi Komparatif Desain Rangka Sepeda Lipat Listrik Berdasarkan Efisiensi DFA dan Analisis Struktur.

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 26 Januari 2026
Penulis

Adril Ardiansyah

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki kekurangan, baik dari segi isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap saran dan kritik yang membangun guna perbaikan di masa yang akan datang. Penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Jakarta, 5 Januari 2026

Penyusun,



Adril Ardiansyah

NIM. 1520621013



Intelligentia - Dignitas

STUDI KOMPARATIF DESAIN RANGKA SEPEDA LIPAT LISTRIK BERDASARKAN EFISIENSI DFA DAN ANALISIS STRUKTUR

Adril Ardiansyah

Dosen Pembimbing: Dr. Eng. Agung Premono, M.T. dan
Dr. Ahmad Kholil, M.T

ABSTRAK

Permintaan sepeda lipat listrik yang meningkat menuntut inovasi desain rangka yang mengoptimalkan kekuatan, bobot, dan kemudahan produksi. Penelitian ini bertujuan membandingkan variasi desain rangka berdasarkan efisiensi perakitan (*Design for Assembly/DFA*) dan kinerja struktural. Metode yang digunakan meliputi simulasi perakitan untuk menghitung efisiensi DFA dan simulasi analisis elemen hingga (*Static Structural*) dengan ANSYS untuk mengevaluasi tegangan von Mises, deformasi total, dan faktor keamanan (*safety factor*) pada setiap desain. Hasil penelitian menunjukkan adanya *trade-off* pada desain 1 dan 2, dimana desain 1 dengan mekanisme *half-folding* mencapai efisiensi DFA tertinggi (27%) dan massa lebih ringan (2,85 kg), namun memiliki faktor keamanan minimum 2,28. Sebaliknya, pada desain 2 yang menggunakan mekanisme *tri-fold* mencatat performa struktural terbaik dengan faktor keamanan 4,50 dan deformasi terendah, meskipun efisiensi perakitannya lebih rendah (23%) dan massanya lebih berat (4,03 kg). Kesimpulan penelitian menekankan bahwa pemilihan desain optimal bergantung pada prioritas dimana desain 1 unggul untuk aplikasi yang mengutamakan efisiensi produksi dan portabilitas, sedangkan desain 2 lebih sesuai untuk kebutuhan keamanan struktural maksimal dan dimensi terlipat yang ringkas.

Kata Kunci: Analisis Struktur, Desain Rangka Sepeda, Design for Assembly (DFA), Sepeda Lipat Listrik.

COMPARATIVE STUDY OF ELECTRIC FOLDING BICYCLE FRAME DESIGN BASED ON DFA EFFICIENCY AND STRUCTURAL ANALYSIS

Adril Ardiansyah

Supervisor: Dr. Eng. Agung Premono, M.T. and Dr. Ahmad Kholil, M.T

ABSTRACT

The increasing demand for electric folding bicycles requires innovative frame designs that optimize strength, weight, and ease of production. This study aims to compare variations in frame design based on assembly efficiency (Design for Assembly/DFA) and structural performance. The methods used include assembly simulation to calculate DFA efficiency and finite element analysis simulation (Static Structural) using ANSYS to evaluate von Mises stress, total deformation, and safety factor for each design. The results show a trade-off between designs 1 and 2. Design 1, featuring a half-folding mechanism, achieved the highest DFA efficiency (27%) and lower weight (2.85 kg), but had a minimum safety factor of 2.28. Conversely, design 2, utilizing a tri-fold mechanism, recorded the best structural performance with a safety factor of 4.50 and the lowest deformation, despite lower assembly efficiency (23%) and higher weight (4.03 kg). The study concludes that optimal design selection depends on priorities, design 1 excels for applications prioritizing production efficiency and portability, while design 2 is more suitable for maximum structural safety and compact folded dimensions.

Keywords: Design for Assembly (DFA), Electric Folding Bicycle, Frame Design, Structural Analysis.

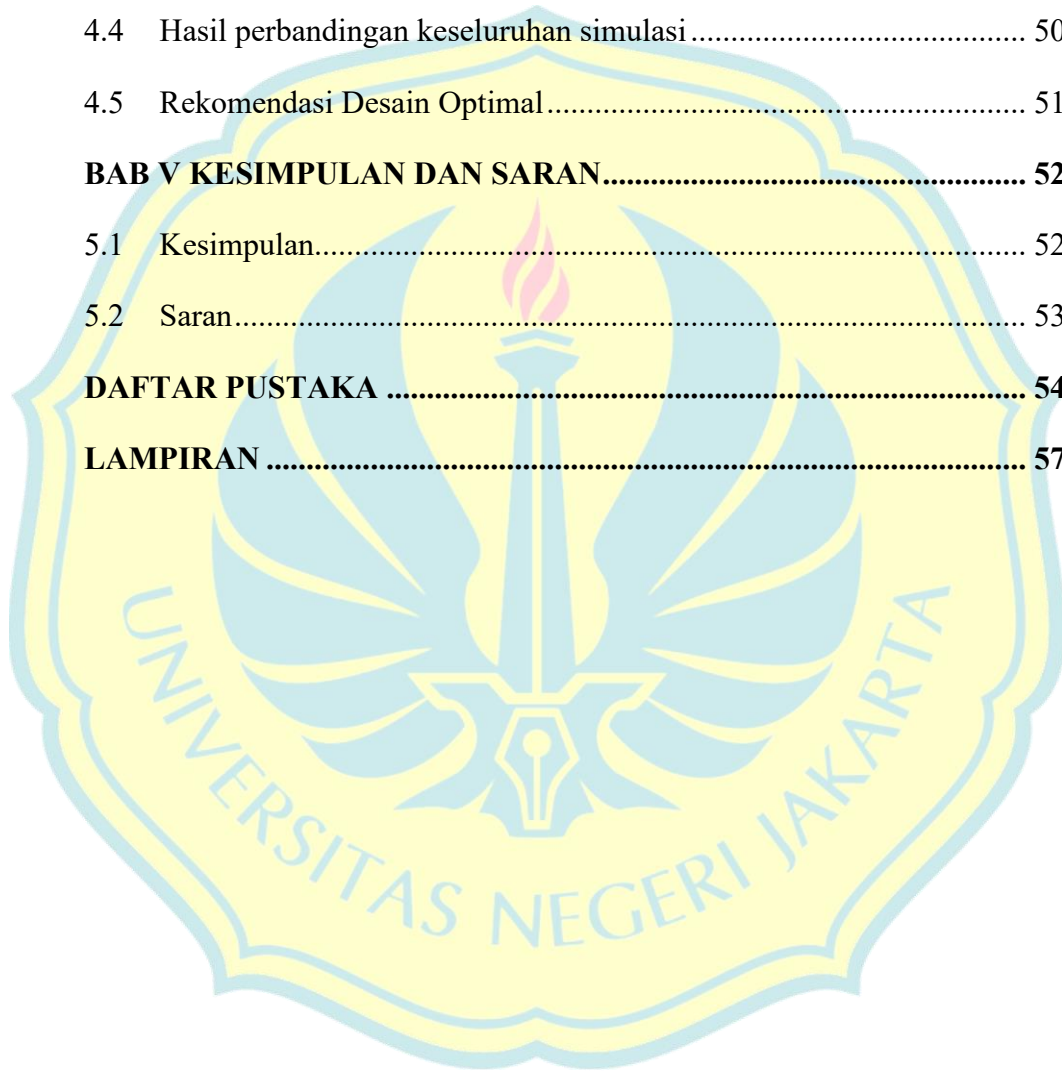
Intelligentia - Dignitas

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sepeda Lipat Listrik	5
2.2 Rangka Sepeda	7
2.3 Design for Assembly (DFA)	8
2.4 Metode analisis struktur (elemen hingga)	8
2.5 AUTODESK INVENTOR.....	9
2.6 ANSYS.....	9
2.7 Kerangka berfikir	11

2.8	Analisis Desain Existing	12
2.9	Penelitian Relevan.....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		14
3.1	Tempat dan Waktu penelitian	14
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	14
3.2.1	Perangkat keras (<i>Hardware</i>)	14
3.2.2	Perangkat lunak (<i>Software</i>).....	14
3.3	Diagram Alir Penelitian	15
3.4	Diagram alir simulasi	17
3.4.1	Diagram alir simulasi perakitan	17
3.4.2	Diagram alir simulasi <i>Static Structural</i>	19
3.5	Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data	24
3.5.1	Desain Baseline	24
3.5.2	<i>Boundary Condition</i>	24
3.5.3	Matrik penelitian	27
3.6	Teknik Analisis data.....	27
3.6.1	Analisis DFA.....	27
3.6.2	Von-Mises Stress.....	30
3.6.3	Deformasi	30
3.6.4	<i>Safety Factor</i>	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Hasil Desain	33
4.2	Hasil Analisis DFA	35
4.2.1	DFA Sub Assembly.....	36
4.2.2	DFA Assembly Mainframe	38

4.3 Hasil Simulasi <i>Static Structural</i>	42
4.3.1 Deformasi Total.....	42
4.3.2 Tegangan (Equivalent von-Mises Stress).....	44
4.3.3 Nilai <i>Safety Factor</i>	47
4.4 Hasil perbandingan keseluruhan simulasi	50
4.5 Rekomendasi Desain Optimal.....	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	57



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jumlah Mesh Pada Setiap Model.....	22
Tabel 3.. 2 <i>Material Properties Aluminium 6061</i> (MatWeb, 2025)	23
Tabel 3.. 3 Matriks Penelitian.....	27
Tabel 3. 4 Analisis DFA <i>I Boothroyd-Dewhurst</i>	28
Tabel 3.. 5 Parameter waktu Handling	28
Tabel 3.. 6 Parameter waktu Insertion	29
Tabel 4.. 1 Analisis Desain	35
Tabel 4.. 2 Sub Assembly seat.....	36
Tabel 4.. 3 Sub Assembly Pedals.....	36
Tabel 4.. 4 Sub Assembly Handlebar	37
Tabel 4.. 5 Sub Assembly Brake System.....	37
Tabel 4.. 6 DFA Assembly Mainframe Desain Awal.....	38
Tabel 4.. 7 DFA Assembly Main frame Desain 1	39
Tabel 4.. 8 Sub Assembly Mainframe Desain 2	40
Tabel 4.. 9 Tabel Perbandingan Efisiensi Mainframe	41
Tabel 4.. 10 Analisis Deformasi	42
Tabel 4.. 11 Analisis <i>Equivalent von-Mises Stress</i>	45
Tabel 4.. 12 <i>Nilai Safety Factor</i>	47
Tabel 4.. 13 Hasil perbandingan simulasi.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Frame sepeda lipat (Abidin, 2021).....	5
Gambar 2. 2 Tools Autodesk Inventor 2024.....	9
Gambar 2. 3 <i>Ansys Workbench</i>	9
Gambar 2. 4 <i>tools Static Structural</i>	10
Gambar 2. 5 sepeda lipat listrik Lankeleisi G660 Lite.....	12
Gambar 2. 6 desain frame sepeda listrik	12
Gambar 2. 7 hasil desain frame sepeda lipat listrik	13
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.....	15
Gambar 3. 2 Diagram alir simulsi assembly	17
Gambar 3. 3 contoh desain assembly a) Menu persentation autodesk inventor b) 18	
Gambar 3. 4 tampilan proses set-up parameter a) menu parameter tweek komponen b)	18
Gambar 3. 5 diagram alir simulasi <i>Static Structural</i>	19
Gambar 3. 6 desain geometri rangka 3.....	20
Gambar 3. 7 desain geometri rangka 2.....	20
Gambar 3. 8 desain geometri rangka 1.....	20
Gambar 3. 9 toolbox geometry.....	21
Gambar 3. 10 <i>Design tree meshing</i> a) bar <i>Body Sizing</i> b)	21
Gambar 3. 11 design tree material a) design tree parameter simulasi b)	22
Gambar 3. 12 hasil deformasi a) hasil von mises strees b) hasil <i>Safety Factor</i> c) 23	
Gambar 3. 13 Diagram Benda Bebas (a) Desain Awal. (b) Desain 1. (c) Desain 2	25
Gambar 3. 14 Sketsa dimensi untuk desain 1 a) desain 2 b) desain 3 c)	26

Gambar 4. 2 Desain 2.....	33
Gambar 4. 1 Desain Awal	33
Gambar 4. 3 Desain 1	33
Gambar 4. 4 Diagram Efisiensi DFA	41
Gambar 4. 5 Hasil deformasi Total	43
Gambar 4. 6 Distribusi deformasi desain awal	43
Gambar 4. 7 distribusi deformasi desain 1	44
Gambar 4. 8 Distribusi Deformasi desain 2	44
Gambar 4. 11 Hasil Tegangan Maksimum	45
Gambar 4. 10 Distribusi tegangan desain awal	45
Gambar 4. 12 Distribusi Tegangan desain 1	46
Gambar 4. 13 Distribusi Tegangan Desain 2	46
Gambar 4. 15 <i>Safety Factor</i> desain awal	48
Gambar 4. 14 Nilai minimum <i>Safety Factor</i>	48
Gambar 4. 16 <i>Safety Factor</i> desain 1	49
Gambar 4. 17 <i>Safety Factor</i> desain 2	49
Gambar 4. 18 Perbandingan rasio sf/m dan efisiensi DFA	50

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Drawing Desain Awal	57
Lampiran 2 Drawing Desain 1	58
Lampiran 3 Drawing Desain 2	59
Lampiran 4 Proses Simulasi Assembly	60
Lampiran 5 Proses Meshing	61

