

**PERANCANGAN DAN SIMULASI RANGKA SEPEDA KOMPOSIT  
KARBON DENGAN VARIASI MOTIF ANYAMAN  
MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA**

**SKRIPSI**



**DISUSUN OLEH :**

**NAMA : ANINDITA DEWANDA KURNIAWAN**

**NIM : 2011009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INSIDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2024**

**PERANCANGAN DAN SIMULASI RANGKA SEPEDA KOMPOSIT  
KARBON DENGAN VARIASI MOTIF ANYAMAN  
MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA**

**SKRIPSI**



**DISUSUN OLEH :**

**NAMA : ANINDITA DEWANDA KURNIAWAN**

**NIM : 2011009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INSIDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2024**

**PERANCANGAN DAN SIMULASI RANGKA SEPEDA  
KOMPOSIT KARBON DENGAN VARIASI MOTIF  
ANYAMAN MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)  
Jurusan Teknik Mesin

**DISUSUN OLEH :**

**NAMA : ANINDITA DEWANDA KURNIAWAN**  
**NIM : 2011009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2024**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

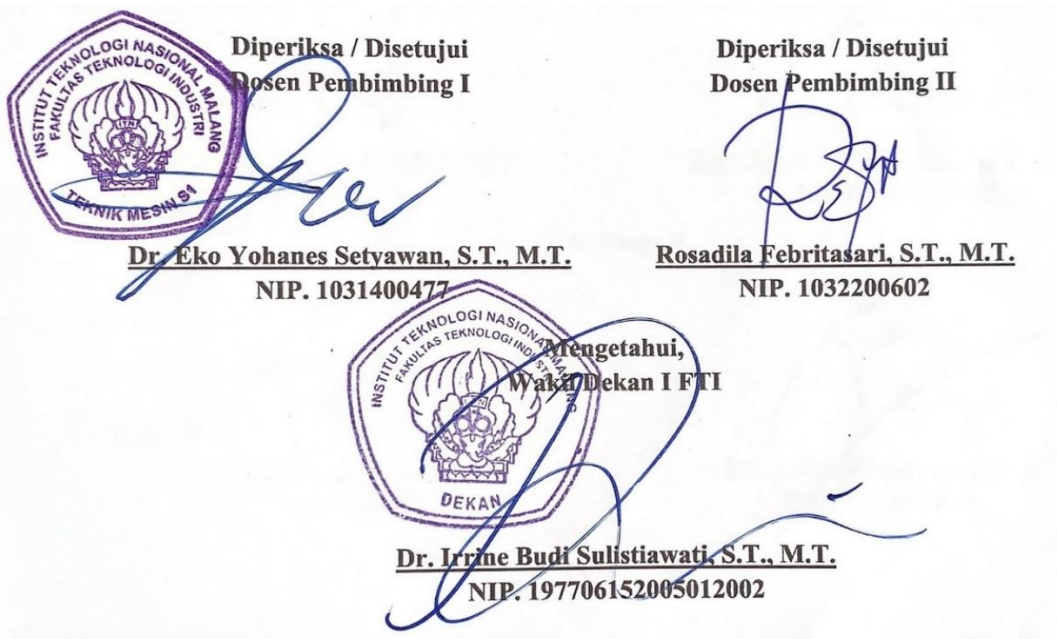
**PERANCANGAN DAN SIMULASI RANGKA SEPEDA KOMPOSIT  
KARBON DENGAN VARIASI MOTIF ANYAMAN MENGGUNAKAN  
METODE ELEMEN HINGGA**



**DISUSUN OLEH :**

**NAMA : ANINDITA DEWANDA KURNIAWAN**

**NIM : 2011009**







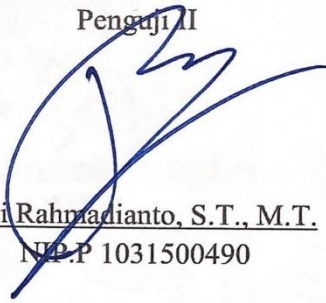
**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Anindita Dewanda Kurniawan  
NIM : 2011009  
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : PERANCANGAN DAN SIMULASI RANGKA SEPEDA  
KOMPOSIT KARBON DENGAN VARIASI MOTIF  
ANYAMAN MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Kripsi jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari / Tanggal : 23 juli 2024  
Tempat : Kampus 2 ITN Malang, Gedung 1 Mesin, Ruang 1.1.1  
Dengan Nilai : 84,75

**Panitian Penguji Skripsi**

 <p>Ketua</p>  <p><u>Dr. Eko Yohanes Setyawan, S.T., M.T.</u> NIP. 1031400477</p>	<p>Sekretaris</p>  <p><u>Tutut Nami Prihatmi, SS., S.PD., M.Pd.</u> NIP.P 1031500493</p>
<b>Anggota Penguji</b>	
<p>Penguji I</p>  <p><u>Arif Kurniawan, S.T., M.T.</u> NIP.P 1031500491</p>	<p>Penguji II</p>  <p><u>Febi Rahmadianto, S.T., M.T.</u> NIP.P 1031500490</p>

## PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

**NAMA : ANINDITA DEWANDA KURNIAWAN**

**NIM : 2011009**

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

### Menyatakan

Bahwa skripsi yang saya buat ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan dengan data yang sebenarnya.

Malang, 17 juli, 2024



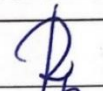
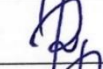
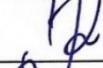
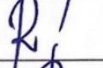
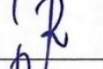
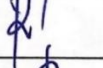
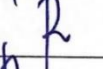
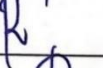
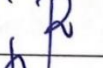
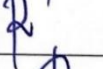
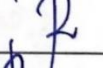
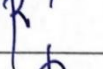
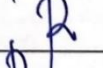
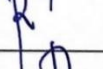
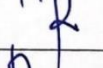
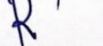
Anindita Dewanda Kurniawan  
2011009

## LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Anindita Dewanda Kurniawan  
 NIM : 2011009  
 Jurusan / Bidang : Teknik Mesin S-1  
 Judul Skripsi : PERANCANGAN DAN SIMULASI RANGKA SEPEDA  
 KOMPOSIT KARBON DENGAN VARIASI MOTIF  
 ANYAMAN MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Dosen Pembimbing 1 : Dr. Eko Yohanes Setyawan, S.T., M.T

Dosen Pembimbing 2 : Rosadila Febritasari, S.T., M.T

No.	Materi bimbingan	Waktu bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1	Pengajuan Judul Skripsi	15 Maret 2024	
2	Konsultasi BAB 1	13 Maret 2024	
3	Konsultasi BAB 2	27 Maret 2024	
4	Konsultasi BAB 3	29 Maret 2024	
5	Daftar Seminar Proposal	3 April 2024	
6	Seminar Proposal	4 April 2024	
7	Proses Perancangan Desain	10-29 April 2024	
8	Pembuat Spesimen	29 April-5 Juni 2024	
9	Pengujian dan pengambilan data	5 Juni-15 juni 2024	
10	Simulasi Disain	15 juni-25 juni 2024	
11	Konsultasi BAB 4	26 juni-28 juni 2024	
12	Konsultasi BAB 5	28 juni-30 juni 2024	
13	Daftar Seminar Hasil	1 juli 2024	
14	Seminar Hasil	4 juli 2024	
15	Daftar Sidang Skripsi	18 juli 2024	
16	Sidang Skripsi	23 juli 2024	

## LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Anindita Dewanda Kurniawan  
NIM : 2011009  
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : PERANCANGAN DAN SIMULASI RANGKA SEPEDA  
KOMPOSIT KARBON DENGAN VARIASI MOTIF  
ANYAMAN MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Dosen Pembimbing 1 : Dr. Eko Yohanes Setyawan, S.T., M.T

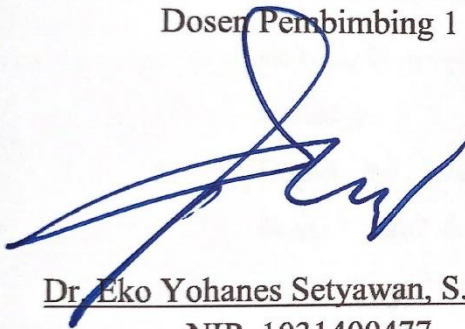
Dosen Pembimbing 2 : Rosadila Febritasari, S.T., M.T

Tanggal Mengajukan Skripsi : 11 maret 2024

Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 23 juli 2024

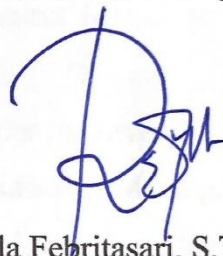
Telah Dievaluasikan Dengan Nilai : 90

Diperiksa dan disetujui  
Dosen Pembimbing 1



Dr. Eko Yohanes Setyawan, S.T., M.T  
NIP. 1031400477

Diperiksa dan disetujui  
Dosen Pembimbing 2



Rosadila Febritasari, S.T., M.T  
NIP. 1032200602



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmatnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir atau skripsi pada Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak yang belum lengkap. Hal ini dikarena keterbatasannya kemampuan yang penulis miliki, namun demikian penulis berharap kiranya skripsi ini akan memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi rekan-rekan sesama mahasiswa di Institut Teknologi Nasional Malang, selain bermanfaat bagi penulis sendiri.

Dalam kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan membimbing penulis selama proses penyusunan skripsi ini, yaitu kepada :

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., PhD. selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. Eng I Komang Somawirata, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST, MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang dan selaku dosen pembimbing 1 skripsi.
4. Ibu Rosadila Febritasari, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 2 skripsi, Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Bapak Arif Kurniawan, S.T., M.T. selaku dosen penguji 1 Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
6. Bapak Febi Rahmadianto, S.T., M.T. selaku dosen penguji 1 Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
7. Orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan dan motivasi bagi penulis.
8. Teman – teman sesama mahasiswa dan semua pihak yang telah membantu pelaksanaan dan penyelesaian penelitian ini.

9. Inisial “A” yang telah menemani penulis sekaligus tim sukses dalam menyelesaikan penelitian ini.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari masih kurang dari kata sempurna, kritik dan saran berbagai pihak sangat penulis harapkan, dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sebagai referensi skripsi pada penelitian selanjutnya.

Malang,

Anindita Dewanda Kurniawan  
2011009

**PERANCANGAN DAN SIMULASI RANGKA SEPEDA KOMPOSIT KARBON  
DENGAN VARIASI MOTIF ANYAMAN MENGGUNAKAN  
METODE ELEMEN HINGGA**

**Anindita Dewanda Kurniawan<sup>1</sup>, Eko Yohanes Setyawan<sup>2</sup>, Rosadila Febritasari<sup>3</sup>**

Jurusan Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
Email : [aninditodewanda29@gmail.com](mailto:aninditodewanda29@gmail.com)

**ABSTRAK**

Sepeda adalah kendaraan yang sangat praktis dan ramah lingkungan, tetapi sepeda memiliki kekurangan yaitu bobot rangka yang berat karena menggunakan material dari logam. Material komposit karbon dapat menjadi solusi untuk mengantisipasi bobot rangka yang berat. Penelitian ini berfokus pada merancang desain sepeda konvensional menggunakan *software inventor*. Rangka dibuat menggunakan material karbon dengan variasi motif anyaman karbon seperti *hexagon*, *spread tow*, dan *T300*. Nilai properti mekanis dari ketiga material tersebut dicari melalui pengujian tarik dan pengujian geser, yang nantinya nilai tersebut dimasukkan dalam engineering data untuk simulasi struktur statis dengan software ansys untuk memperoleh nilai deformasi total, *equivalent stress*, dan *safety factor*. Hasil penelitian menunjukkan rangka sepeda bermaterial komposit karbon motif *hexagon* memiliki performa struktur terbaik dibanding material lainnya, yang mana ditunjukkan dari nilai deformasi total sebesar 8,3458 mm atau 74,2% lebih rendah dibanding motif *spread tow*. Deformasi terjadi pada bagian sambungan antara *seat tube* dan *seat stay*. Komposit karbon motif *hexagon* memiliki modulus elastisitas tinggi, sehingga elastisitas material mampu menahan kerusakan rangka akibat beban yang diberikan. Rata-rata *equivalent stress* juga paling kecil 3,7% dibanding material lainnya. Untuk *safety factor*, semua material memiliki kriteria keamanan yang sangat baik karena mendapatkan nilai *safety factor* diatas 1. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa material komposit karbon dengan motif anyaman yang berbeda memberikan perbedaan kekuatan material pada rangka yang sama dan pemberian beban yang sama.

**Kata Kunci** : Ansys, Inventor, Metode elemen hingga, Motif karbon, Rangka

## **DESIGN AND SIMULATE BICYCLE FRAME WITH DIFFERENT PATTERNS OF CARBON MATERIAL USING THE FINITE ELEMENT METHOD**

**Anindita Dewanda Kurniawan<sup>1</sup>, Eko Yohanes Setyawan<sup>2</sup>, Rosadila Febritasari<sup>3</sup>**

*Department of Mechanical Engineering S-1 Faculty of Industrial Technology  
Institut Teknologi Nasional Malang  
Email : [aninditodewanda29@gmail.com](mailto:aninditodewanda29@gmail.com)*

### **ABSTRACT**

*Bicycles are very practical and environmentally friendly vehicles, but bicycles have the disadvantage of heavy frame weight because they use metal materials. Carbon composite materials can be a solution to anticipate the heavy weight of the frame. This research focuses on designing a conventional bicycle design using Inventor software. The frame is made of carbon material with a variety of carbon woven motifs such as hexagon, spread tow, and T300. The mechanical property values of the three materials are sought through tensile testing and shear testing, which are later included in engineering data for static structural simulation with Ansys software to obtain total deformation, equivalent stress, and safety factor values. The results show that the hexagon motif carbon composite bicycle frame has the best structural performance compared to other materials, which is indicated by the total deformation value of 8.3458 mm or 74.2% lower than the spread tow motif. Deformation occurs at the connection between the seat tube and seat stay. The hexagon motif carbon composite has a high elastic modulus, so the elasticity of the material is able to withstand frame damage due to the applied load. The average equivalent stress is also the smallest at 3.7% compared to other materials. For the safety factor, all materials have very good safety criteria because they get a safety factor value above 1. The conclusion of this research is that carbon composite materials with different woven motifs provide differences in material strength on the same frame and the same load.*

**Keywords:** *Ansys, Inventor, Carbon motif, Finite element method, Frame*

## DAFTAR ISI

COVER.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI .....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN .....	v
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI.....	vi
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
ABSTRAK.....	x
<i>ABSTRACT</i> .....	<i>xi</i>
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.6 Metode Pengumpulan Data .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu .....	7
2.2 Model Sepeda.....	8
2.3 Karakteristik Rangka Sepeda .....	9
2.4 Metode Elemen Hingga ( <i>Finite Element Method</i> ).....	9
2.4.1 Simulasi Static Structural .....	10
2.4.2 Teori Kegagalan ( <i>von mises</i> ) .....	10
2.4.3 <i>Safety Factor</i> .....	11
2.4.4 Penentuan Faktor Keamanan .....	11
2.4.5 Analisa Beban dan Tegangan .....	12
2.5 <i>Autodesk Inventor</i> .....	12
2.6 ANSYS workbench .....	12
2.7 Material komposit .....	14
2.8 Metode pembuatan komposit .....	17

2.9 Serat karbon .....	19
2.10 Resin epoxy.....	19
2.11 Katalis .....	20
2.12 Uji Tarik.....	20
2.13 Uji Geser .....	22
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
3.1 Diagram Alir .....	24
3.2 Langkah - Langkah Penelitian.....	24
3.3 Rancangan Desain 3D .....	25
3.2.1 Ukuran Rancangan Rangka 2D .....	27
3.4 Alat dan Bahan.....	28
3.4.1 Alat.....	28
3.4.2 Bahan .....	31
3.5 Tempat dan Waktu Penelitian .....	33
3.6 Variabel Penelitian.....	33
3.7 Pembuatan rangka sepeda 3D.....	34
3.8 Pembuatan Spesimen .....	34
3.9 Pengujian Tarik Dan Pengujian Geser.....	37
3.10 Pengambilan Data .....	38
3.11 Simulasi Metode Elemen Hingga.....	39
3.12 Analisa Dan Pembahasan .....	39
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>40</b>
4.1 Pengujian Tarik .....	40
4.2 Pengujian geser .....	43
4.3 Pemberian Beban .....	46
4.3.1 Berat Pengendara.....	46
4.3.2 Berat Komponen Sepeda .....	48
4.3.3 Berat Rangka.....	49
4.3.4 Pembebanan Pada Rangka.....	50
4.4 Simulasi FEM ( <i>Finite Element Method</i> ).....	51
4.4.1 Proses Pemrograman Simulasi .....	51
4.5 Parameter Yang Dihasilkan.....	55
4.5.1 Nilai Deformasi total .....	55
4.5.2 Nilai <i>Equivalent Stress (Von - Mises)</i> .....	57

4.5.3 Nilai <i>Safety Factor</i> .....	59
4.6 Pembahasan Hasil Simulasi.....	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	63
5.1 Kesimpulan .....	63
5.2 Saran .....	63
Daftar Pustaka.....	64
LAMPIRAN.....	66

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar sepeda .....	9
Gambar 2.2 Klasifikasi Reinforcement .....	15
Gambar 2.3 Reinforced Particle .....	15
Gambar 2.4 Fiber Reinforced .....	16
Gambar 2.5 Structural Composit .....	16
Gambar 2.6 Metode pembuatan komposit Hand Lay-Up .....	18
Gambar 2.7 Metode pembuatan komposit Spray Lay-Up .....	18
Gambar 2.8 Metode pembuatan komposit Vacuum Bag .....	18
Gambar 2.9 Metode pembuatan komposit Prepeg .....	19
Gambar 2.10 Standar Uji ASTM D638 .....	21
Gambar 2.11 Standar Uji Geser Standar ASTM D5379-98 .....	22
Gambar 3. 1 Diagram Alir .....	24
Gambar 3. 2 Desain model sepeda .....	25
Gambar 3. 3 Rancangan sepeda tampak depan .....	26
Gambar 3. 4 Rancangan sepeda tampak samping .....	26
Gambar 3. 5 Desain Rangka .....	27
Gambar 3. 6 Dimensi rangka tampak samping .....	27
Gambar 3. 7 Dimensi rangka tampak atas .....	28
Gambar 3. 8 Dimensi rangka tampak atas .....	28
Gambar 3. 9 Cetakan spesimen uji geser ASTM D5379-98 .....	29
Gambar 3.10 Cetakan spesimen uji tarik ASTM D638 type 3 .....	29
Gambar 3.11 Wadah media pencampur .....	29
Gambar 3.12 Penggaris .....	30
Gambar 3.13 Gunting .....	30
Gambar 3.14 Kuas .....	30
Gambar 3.15 Timbangan .....	31
Gambar 3.16 Serat karbon motif Hexagon .....	31
Gambar 3.17 Serat karbon motif T300 .....	31
Gambar 3.18 Serat karbon motif Spread tow .....	32
Gambar 3.19 Resin Epoxy .....	32
Gambar 3.20 Katalis .....	32
Gambar 3.21 Wax mold release .....	33
Gambar 3.22 Mengukur cetakan spesimen .....	34
Gambar 3.23 Memotong serat karbon .....	35
Gambar 3.24 Pembersihan cetakan Spesimen .....	35
Gambar 3.25 Pengolesan wax pada cetakan spesimen .....	35
Gambar 3.26 Pengukuran takaran resin epoxy dengan hardener .....	36
Gambar 3.27 Penuangan resin epoxy dengan karbon .....	36
Gambar 3.28 Komposit siap diuji Tarik dan Geser .....	37
Gambar 4.1 Mesin uji tarik .....	40
Gambar 4.2 spesimen uji tarik yang siap uji .....	40
Gambar 4.3 grafik tensile dan young modulus .....	42
Gambar 4.4 Grafik young modulus .....	42
Gambar 4.5 Spesimen Uji Tarik (dari kanan: spread tow, hexagon, T300) .....	43
Gambar 4.6 Spesimen Uji Geser (dari kanan: spread tow, hexagon, T300) .....	43



Gambar 4. 7 Grafik Shear Modulus.....	45
Gambar 4.8 Letak pembebanan komponen sepeda .....	47
Gambar 4.9 Letak pembebanan komponen sepeda .....	48
Gambar 4.10 Letak pembebanan total rangka .....	50
Gambar 4.11 Tampilan awal program ANSYS Workbench .....	51
Gambar 4.12 Tampilan geometri menggunakan design modeler .....	52
Gambar 4.13 Tampilan model mesh static structural .....	53
Gambar 4.14 Tampilan setup static structural .....	53
Gambar 4.15 Tampilan solution static structural .....	54
Gambar 4.16 hasil deformasi total.....	54
Gambar 4.17 hasil equivalent stress (Von - Mises).....	55
Gambar 4.18 hasil safety factor .....	55
Gambar 4.19 Grafik Deformasi Total .....	56
Gambar 4.20 Grafik rata-rata Equivalent Stress .....	58
Gambar 4.21 Grafik Safety Factor .....	60

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Mekanis Serat Karbon .....	19
Tabel 2.2 Sifat Material Termoset.....	20
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tarik Motif Hexagon ASTM D638 Type 3 .....	41
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tarik Spread Tow ASTM D638 Type 3 .....	41
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Tarik T300 ASTM D638 Type 3.....	41
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Geser Motif Hexagon ASTM D5379-98 .....	44
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Geser Motif Spread Tow ASTM D5379-98 .....	44
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Geser Motif T300 ASTM D5379-98 .....	45
Tabel 4.7 Estimasi Setiap Segmen Massa Pada Tubuh Manusia.....	46
Tabel 4.8 Berat dan nama komponen sepeda .....	48
Tabel 4.9 Data Hasil Pengujian Tarik dan Geser.....	52
Tabel 4.10 Letak Pembebanan dan Nilai Pembebanan.....	53
Tabel 4.11 Deformasi Total .....	56
Tabel 4.12 Equivalent Stress (Von - Mises).....	58
Tabel 4.13 Safety Factor .....	60
Tabel 4.14 Hasil Data Simulasi Ansys Workbench.....	61