

**SIMULASI METODE ELEMEN HINGGA PADA RANGKA  
SCOOTER LISTRIK MENGGUNAKAN MATERIAL  
KOMPOSIT SERAT KARBON DENGAN VARIASI LAMINASI**

**SKRIPSI**



**DISUSUN OLEH :**

**NAMA : PHANG CHING LUNG**

**NIM : 19.11.057**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2022**

**SIMULASI METODE ELEMEN HINGGA PADA RANGKA *SCOOTER*  
LISTRIK MENGGUNAKAN MATERIAL KOMPOSIT SERAT KARBON  
DENGAN VARIASI LAMINASI**

**SKRIPSI**

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

**DISUSUN OLEH :**

**NAMA : PHANG CHING LUNG**

**NIM : 19.11.057**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2022**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

Skripsi

**SIMULASI METODE ELEMEN HINGGA PADA RANGKA *SCOOTER*  
LISTRIK MENGGUNAKAN MATERIAL KOMPOSIT SERAT KARBON  
DENGAN VARIASI LAMINASI**



**Disusun Oleh :**

**NAMA : PHANG CHING LUNG**

**NIM : 1911057**

Diperiksa / Disetujui  
Dosen Pembimbing 1



Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT  
NIP. Y. 1030400405

Diperiksa / Disetujui  
Dosen Pembimbing 2



Rosadila Febritasari, S.T., MT  
NIP. P. 1032200602



Sibut, ST., MT  
NIP. Y. 1030300379



PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : J. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : J. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Phang Ching Lung  
NIM : 1911057  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : **Simulasi Metode Elemen Hingga Pada Rangka *Scooter* Listrik Menggunakan Material Komposit Serat Karbon Dengan Variasi Laminasi**

Dipertahankan dihadapan Tim Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)

Pada Hari : Jum'at  
Tanggal : 3 Februari 2023  
Dengan Nilai : B+

Panitia Penguji Skripsi

Ketua

Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT  
NIP. Y. 1030400405

Sekretaris

Febi Rahmadianto, ST., MT  
NIP. P. 1031500490

Anggota Penguji

Penguji 1

Gerald Adityo Pohan, ST., M.Eng  
NIP. P. 1031500492

Penguji 2

Arif Kurniawan, ST., MT  
NIP. P. 1031500491

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Phang Ching Lung

NIM : 1911057

Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi 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 data yang sebenarnya

Malang, Januari 2023

Yang Membuat Pernyataan,



Phang Ching Lung

NIM. 1911057

### LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Phang Ching Lung  
NIM : 1911057  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : Simulasi Metode Elemen Hingga Pada Rangka *Scooter*  
Listrik Menggunakan Material Komposit Serat Karbon  
Dengan Variasi Laminasi  
Dosen Pembimbing : Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT (Pembimbing 1)  
Rosadila Febritasari, ST., MT (Pembimbing 2)

No	Materi Bimbingan	Waktu	Paraf
1.	Pengajuan Judul Skripsi	30 September 2022	
2.	Konsultasi BAB I	5 Oktober 2022	
3.	Konsultasi BAB II	11 Oktober 2022	
4.	Konsultasi BAB III	14 Oktober 2022	
5.	Daftar Seminar Proposal	18 Oktober 2022	
6.	Seminar Proposal	21 Oktober 2022	
7.	Persiapan Alat dan Bahan	28 Oktober 2022	
8.	Proses Pengujian Bahan	24 November 2022	
9.	Proses Pengambilan Data	25 November 2022	
10.	Konsultasi BAB 4	6 Januari 2023	
11.	Konsultasi BAB 5	20 Januari 2023	
12.	Daftar Seminar Hasil	20 Januari 2023	
13.	Seminar Hasil	24 Januari 2023	
14.	Daftar Ujian Komprehensif	30 Januari 2023	
15.	Ujian Komprehensif	3 Februari 2023	



## LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Phang Ching Lung  
NIM : 1911057  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : Simulasi Metode Elemen Hingga Pada Rangka *Scooter*  
Listrik Menggunakan Material Komposit Serat Karbon  
Dengan Variasi Laminasi  
Dosen Pembimbing : Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT (Pembimbing 1)  
Rosadila Febritasari, ST., MT (Pembimbing 2)


Tanggal Pengajuan Skripsi : 30 September 2022

Tanggal Penyelesaian Skripsi : 30 Januari 2022

Telah Dievaluasi Dengan Nilai :

Diperiksa dan disetujui

Dosen Pembimbing 1



Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT  
NIP. Y. 1030400405

Dosen Pembimbing 2



Rosadila Febritasari, ST., MT  
NIP. P 1032200602

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penyusun, sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik. Skripsi ini disusun berdasarkan data-data yang diperoleh selama penelitian untuk memenuhi persyaratan dalam perkuliahan pada Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.

Atas dukungan yang diberikan dalam penyelesaian Skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE., selaku Rektor ITN Malang.
2. Dr. Ellysa Nursanti, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 ITN Malang dan juga sebagai dosen pembimbing skripsi 1.
4. Ibu Rosadila Febritasari, ST., MT., selaku Dosen Teknik Mesin S-1 ITN Malang, dan juga sebagai dosen pembimbing skripsi 2.
5. Kedua orang tua beserta keluarga, terima kasih atas doa dan dukungan demi terselesaikannya skripsi ini.
6. Berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini
7. Orang terkasih yang selalu memberi semangat dan dukungan serta motivasi.

Penulis selalu menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih sangat jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi kita semua. Atas perhatiannya, penulis ucapkan terima kasih.

Malang, Januari 2023

Penulis



**SIMULASI METODE ELEMEN HINGGA PADA RANGKA *SCOOTER* LISTRIK  
MENGUNAKAN MATERIAL KOMPOSIT SERAT KARBON DENGAN  
VARIASI LAMINASI**

**Phang Ching Lung<sup>1</sup>, I Komang Astana Widi<sup>2</sup>, Rosadila Febritasari<sup>3</sup>**

Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email : [allxng17@gmail.com](mailto:allxng17@gmail.com)

**ABSTRAK**

Kendaraan listrik diharapkan dapat menjadi salah satu solusi kendaraan yang ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi gas buang contohnya *scooter* listrik. Salah satu bagian terpenting dari *scooter* listrik yakni rangka. Kekuatan rangka dipengaruhi oleh material penyusunnya, saat ini mayoritas rangka terbuat dari material logam yang memiliki sifat korosi dan berat. Oleh karena itu material komposit yang telah divariasikan jumlah layer serat karbon pada resin epoxy menjadi fokus penelitian karena ramah lingkungan, tahan korosi dan ringan. Tujuan penelitian ini adalah untuk meninjau sifat mekanis pada rangka *scooter* dengan material komposit. Material komposit 1 layer pada rangka *scooter* mendapatkan distribusi tegangan maksimal sebesar 84,306 MPa yang mana nilai ini sama dengan material komposit 3 layer dan 5 layer. Deformasi maksimal terjadi pada pijakan bagian samping kanan sebesar 6,1825 mm dengan variasi 3 layer, yang mana 26,07% lebih besar dari 1 layer. Sedangkan nilai faktor keamanan sebesar 4,356 pada variasi 1 layer yang artinya rangka lebih aman. Massa rangka dengan material komposit 1 layer 5,58% lebih ringan dari material baja AISI 1020. Dapat disimpulkan bahwa nilai faktor keamanan minimal serat karbon 1 layer lebih besar dari material serat karbon 3 layer dan 5 layer, sehingga material komposit dapat dijadikan rangka *scooter* listrik sebagai alternatif dari material logam untuk mendapatkan kendaraan yang ringan.

**Kata kunci** : *Scooter* Listrik, ANSYS, Komposit, Serat Karbon, Laminasi

***SIMULATION OF FINITE ELEMENT METHOD ON ELECTRIC SCOOTER  
FRAME USING CARBON FIBER COMPOSITE MATERIAL WITH VARIATION  
OF LAMINATING***

**Phang Ching Lung<sup>1</sup>, I Komang Astana Widi<sup>2</sup>, Rosadila Febritasari<sup>3</sup>**

S1 Mechanical Engineering program study, Faculty of Industrial Technology

Malang National Institute of Technology

Email: [allxng17@gmail.com](mailto:allxng17@gmail.com)

***ABSTRACT***

*Electric vehicles are expected to be environmentally friendly vehicle solutions because they do not produce exhaust emissions, one example is electric scooters. One of the most important parts of an electric scooter is the frame. The strength of the frame is affected by the constituent materials. Currently, the majority of frames are made of metal materials which have corrosion and heavy properties. Therefore, composite materials that have varied the number of layers of carbon fiber on the epoxy resin are the focus of research because they are environmentally friendly, corrosion-resistant, and lightweight. This study aimed to review the mechanical properties of scooter frames with composite materials. The one layer composite material on the scooter frame gets a maximum stress distribution of 84.306 MPa which has the same value as the three and five layer, composite materials. The maximum deformation occurred on the footing on the right side of 6.1825 mm with a three layer variation of 26.07% greater than one layer. The value of the safety factor is 4.356 in the one layer variation, which means the frame is safer. The mass of the frame with one layer composite material is 5.58% lighter than AISI 1020 steel. It can be concluded that the minimum safety factor value of one layer of carbon fiber is more excellent than that of three and five layer carbon fiber material, therefore the composite material can be used as an electric scooter frame as an alternative to metal materials to get a lighter vehicle.*

***Keywords:*** *Electric Scooter, ANSYS, Composite, Carbon Fiber, Laminate*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI</b> .....	ii
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN</b> .....	iii
<b>LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI</b> .....	iv
<b>LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	13
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Latar Belakang .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Rumusan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Batasan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Tujuan Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Manfaat Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6 Metodologi Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.7 Sistematika Penulisan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Penelitian Terdahulu.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Model Sepeda.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Metode Elemen Hingga.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 Teori Von Mises .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5 Teori Displacement .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6 Teori Faktor Keamanan ( <i>Safety Factor</i> ) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7 Autodesk Inventor .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.8 ANSYS Workbench .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9 Komposit .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.1 Bahan Pengikat (Matrik) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.2 Bahan Penguat ( <i>Reinforcement</i> ).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.3 Metode Pembuatan Komposit.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.10 Serat ( <i>Fiber</i> ) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.10.1 Serat Sintetis .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.10.2	Serat Alam ( <i>Natural Fiber</i> ).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.11	Serat Karbon ( <i>Carbon Fiber</i> ) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.12	Polimer .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.13	Resin <i>Epoxy</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.14	Katalis.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.1	Data Properti Material .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.2	Rangka Scooter Listrik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.3	<i>Pre - Processing</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.4	Simulasi Metode Elemen Hingga .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.5	<i>Post - Processing</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.6	Analisa dan Pembahasan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.7	Kesimpulan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1	Rancangan Desain 3D .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.1	Ukuran Rancangan Rangka 2D.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.2	Pemberian beban/load .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2	Simulasi Metode Elemen Hingga.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.1	Proses Pemrograman simulasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3	Hasil Simulasi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.1	Nilai Jarak Titik Pergeseran .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.2	Nilai Distribusi Tegangan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.3	Nilai Faktor Keamanan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4	Pembahasan Hasil Simulasi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1	Kesimpulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2	Saran .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Lampiran 2. Surat Keterangan Bimbingan Dosen Pembimbing .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Lampiran 3. Surat Ijin Penelitian .....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Lampiran 4. Surat LAB Politeknik Negeri Malang .....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>

Lampiran 5. Perhitungan Massa Rangka 1 Layer ..... **Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Desain model sepeda milik Ajiman ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2. 2 Rancangan sepeda tampak dari samping.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2. 3 Klasifikasi Reinforcement.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2. 4 Reinforced Particle .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2. 5 Continuous Fiber Composite.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2. 6 Discontinuous and Aligned .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2. 7 Discontinuous and Randomly .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2. 8 Laminate Composite .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2. 9 Sandwich Panel .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2. 10 Hand Lay-Up.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2. 11 Spray Lay-Up .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2. 12 Vacum Baging.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2. 13 Pressure Bag.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2. 14 Filament Winding.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2. 15 Serat Sintetis.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2. 16 Serat Alam.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2. 17 Carbon Fiber.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 2 Desain Model Sepeda.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 3 Laptop.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 4 Tampilan Mulai Autodesk Inventor 2021 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 5 Tampilan mulai ANSYS Workbench	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 1 Desain Model Sepeda.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 2 Dimensi Sub Rangka Depan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 3 Dimensi Sub Rangka Belakang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 4 Titik Pembebanan pada Rangka.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 5 Letak Pembebanan Komponen Sepeda.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 6 Letak Pembebanan Total pada Rangka .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 7 Tampilan Awal Program ANSYS Workbench	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 8 Tampilan Engineering Data Material	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 9 Tampilan Geometry menggunakan Design Modeler .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 10 Tampilan Model Static Structural ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 11 Tampilan Setup Static Structural.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 12 Tampilan Solution Static Structural	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 13 Tampilan Result Static Structural ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 14 Data nilai titik pergeseran rangka serat karbon 1 layer.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 15 Data nilai titik pergeseran rangka serat karbon 3 layer.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

Gambar 4. 16 Data nilai titik pergeseran rangka serat karbon 5 layer ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 17 Data nilai distribusi tegangan rangka serat karbon 1 layer ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 18 Data nilai distribusi tegangan rangka serat karbon 3 layer ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 19 Data nilai distribusi tegangan rangka serat karbon 5 layer ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 20 Data nilai faktor keamanan rangka serat karbon 1 layer ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 21 Data nilai faktor keamanan rangka serat karbon 3 layer ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 22 Data nilai faktor keamanan rangka serat karbon 5 layer ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 23 Grafik Distribusi Tegangan ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 24 Grafik Total Deformasi ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 25 Grafik Faktor Kemanan ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 26 Grafik Distribusi Tegangan ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 27 Grafik Total Deformasi ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 28 Grafik Faktor Kemanan ..... **Error! Bookmark not defined.**



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat Fisik Karbon.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 2. 2 Sifat Material Termoset .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3. 1 Data Properti Material .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3. 2 Data Hasil Simulasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4. 1 Estimasi Segment Massa Pada Tubuh Manusia (Kroemer-Elbert.1990) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4. 2 Berat Komponen yang Ditopang Rangka...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Tarik dan Geser .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4. 4 Tumpuan Pada Rangka.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4. 5 Data Hasil Simulasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4. 6 Perbandingan Data Hasil Simulasi dengan milik Ajiman	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

