

SKRIPSI

**ANALISIS STRUKTUR SEPEDA LIPAT IZI ARC 16 DENGAN
MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA**



PANJI JANATAMA ARYADI

03051381621080

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2020

SKRIPSI

ANALISIS STRUKTUR SEPEDA LIPAT IZI ARC 16 DENGAN MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH
PANJI JANATAMA ARYADI
03051381621080**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS STRUKTUR SEPEDA LIPAT IZI ARC 16
DENGAN MENGGUNAKAN METODE ELEMEN
HINGGA**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar sarjana Teknik Mesin
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

PANJI JANATAMA ARYADI
03051381621080

Palembang, Desember 2020

Pembimbing Skripsi,

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yan, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

Ir. Zainal Abidin, M.T.
NIP. 195809101986021001

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

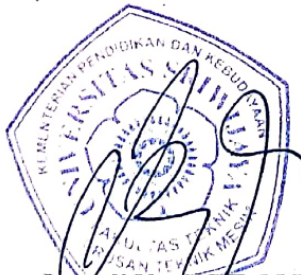
SKRIPSI

Nama : PANJI JANATAMA ARYADI
NIM : 03051381621080
Jurusan : TEKNIK MESIN
Judul Skripsi : ANALISIS STRUKTUR SEPEDA LIPAT IZI ARC
16 MENGGUNAKAN METODE ELEMEN
HINGGA
Dibuat Tanggal : September 2020
Selesai Tanggal : Desember 2020

Palembang, Desember 2020

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Pembimbing Skripsi,



Irsyadi-Yani, S.T., M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

Ir. Zainal Abidin, M.T.
NIP. 195809101986021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya Tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “Analisis Struktur Sepeda Lipat Izi Arc 16 Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Tanggal 23 Desember 2020.

Palembang, 23 Desember 2020

Tim Penguji karya ilmiah berupa skripsi :

Ketua

1. Prof. Dr. Ir. Hasan Basri
NIP. 195802011984031002



Anggota

2. Dr. Dendy Adanta, S.Pd., M. T.
NIP. 199306052019031016



3. Dr. Muhammad Yanis, S. T., M. T.
NIP. 197002281994121001

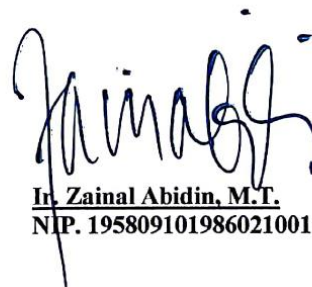


Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yanis, S.T., M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

Pembimbing Skripsi,



Ir. Zainal Abidin, M.T.
NIP. 195809101986021001

v

v

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Panji Janatama Aryadi

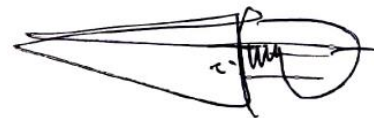
NIM : 03051381621080

Judul : Analisis Struktur Sepeda Lipat Izi Arc 16 dengan menggunakan Metode Elemen Hingga.

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Desember 2020



Panji Janatama Aryadi
NIM. 03051381621080

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Panji Janatama Aryadi

NIM : 03051381621080

Judul : Analisis Struktur Sepeda Lipat Izi Arc 16 dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga.

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian, saya buat pernyataan ini dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Desember 2020



Panji Janatama Aryadi
NIM. 03051381621080

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT, karena dengan rahmat dan karunia-Nya, tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini berjudul “Analisis Struktur Sepeda Lipat IZI ARC 16 Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga”.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan Skripsi ini tentunya penulis tidak bekerja sendirian, akan tetapi mendapat bantuan serta dukungan dari orang-orang secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak terkait, antara lain:

1. Bapak Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku ketua jurusan teknik mesin yang telah memfasilitasi mahasiswa teknik mesin dengan baik.
2. Bapak Ir. Zainal Abidin, M.T. selaku dosen pembimbing skripsi atas arahan, saran dan masukan selama membimbing skripsi ini.
3. M Ihsan Riady, S.T, M.T selaku dosen pembimbing akademik.
4. Seluruh Dosen Teknik Mesin Universitas Sriwijaya untuk segala ilmu yang sangat bernilai bagi penulis.
5. Terkhusus Bapak dan Ibu sebagai orang tua saya yang selalu memberikan dukungan do'a dan semangat selama mengerjakan skripsi ini.
6. Keluarga Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Sriwijaya khususnya angkatan 2016

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan proposal skripsi ini masih banyak sekali kekurangan, karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan untuk membantu dalam perbaikan.

Akhir kata penulis berharap semoga proposal skripsi ini dapat bermanfaat

Palembang, Januari 2020

Penulis

RINGKASAN

ANALISIS STRUKTUR SEPEDA LIPAT IZI ARC 16 DENGAN MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi, 10 Desember 2020

Panji Janatama Aryadi ; Dibimbing oleh Ir. Zainal Abidin, M.T.

Analysis Of The Arc 16 Izi Arc 16 Folding Bike Structure Using Finite Element Method

xxi + 51 halaman, 38 gambar, 6 tabel

RINGKASAN

Dalam hal ini, struktur pada sepeda lipat ini dilakukan analisis numerik. Metode yang digunakan pada penelitian adalah menggunakan analisis metode elemen hingga yang nanti dapat di aplikasikan terhadap struktur rangka sepeda IZI ARC 16 sehingga kedepanya dapat mengetahui apakah desain sepeda IZI ARC 16 memiliki desain yang cukup baik mengingat sepeda ini sangat kecil untuk ukuran dimensi sepeda lipat orang dewasa. Pada penelitian ini pada dasarnya ingin mengetahui distribusi tegangan, regangan, dan perpindahan pada struktur dan distribusi tegangan, regangan, dan perpindahan apabila diberikan dengan beban tertentu pada rangka sepeda tersebut menggunakan metode elemen hingga tersebut. Dengan cara membuat sketsa rangka tersebut dan menjadikan dalam 3D sehingga bisa dilakukan proses pembebanan dan FEM. Untuk mempermudah analisis ini penulis menggunakan software *Finite Element Methods* yaitu aplikasi SOLIDWORK 2017.

Dari hasil penelitian didapat distribusi tegangan, regangan, dan perpindahan pada struktur sepeda tersebut. Dari hasil tegangan yang terjadi pada sepeda tersebut didapatkan hasil tegangan yang tidak menyebabkan rangka tersebut terjadi patah, karena tegangan mempunyai tagangan maksimum dibawah kekuatan luluhnya, sehingga rangka tersebut mengalami deformasi elastis. Hasil menunjukkan bahwa hasil dari analisa yang terjadi pada rangka, dihasilkan *factor of safety* (FOS)

mendapatkan nilai minimum adalah 10.6, dan hasil maksimum *factor of safety* adalah 1.69×10^7 . Ini menunjukkan bahwa kekuatan material > tegangan yang terjadi. Sehingga bisa dinyatakan bahwa kerangka sepeda tersebut akan aman apabila difungsikan atau digunakan.

Kata Kunci : Tegangan, Regangan, Perpindahan, Metode Elemen Hingga

SUMMARY

ANALYSIS OF THE ARC 16 IZI ARC 16 FOLDING BIKE STRUCTURE USING FINITE ELEMENT METHOD

Scientific Paper in the form of Skripsi, 10 December 2020

Panji Janatama Aryadi ; Supervisited by Ir. Zainal Abidin, M.T.

Analisis Struktur Sepeda Lipat Izi Arc 16 Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga

xxi + 51 page, 38 pictures, 6 table

In this case, the structure on this folding bike is carried out numerical analysis. The method used in the research is to use finite element method analysis until later can be application to the frame structure of IZI ARC 16 bike so that in the future can find out if the design of IZI ARC 16 bike has a good enough design considering that this bike is very small for the dimension size of adult folding bicycles. In this study basically want to know the distribution of voltage, strain, and displacement on the structure and distribution of voltage, strain, and displacement if given with a certain load on the frame of the bike using the method of elements up to that. By sketching the frame and making it in 3D so that it can be done the process of loading and Finite Element Methods. To facilitate this analysis the author uses FEM software which is SOLIDWORK 2017 application.

From the results of the study obtained the distribution of voltage, strain, and displacement on the structure of the bike. From the result of the voltage that occurs on the bike is obtained the result of voltage that does not cause the frame to break, because the voltage has a maximum stress below the yield strength, so that the frame is deformed elastic. The results showed that the result of the analysis that occurred in order, generated factor of safety (FOS) get a minimum value is 10.6, and the maximum result of factor of safety is 1.69e+07. This shows that the

strength of the material $>$ the voltage that occurs. So it can be stated that the bicycle frame will be safe if enabled or used.

Keywords: Voltage, Strain, Displacement, Finite Element Method

DAFTAR ISI

Halaman

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Persetujuan.....	v
Halaman Pernyataan.....	ix
Kata Pengantar	xi
Ringkasan.....	xii
Daftar Isi.....	xvi
Daftar Gambar.....	xviii
Daftar Tabel	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Masalah.....	3
1.6 Metode Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sepeda Lipat.....	5
2.1.1 Geometry Sepeda Lipat.....	10
2.2 Material Frame Sepeda	12
2.2.1 Hi-Ten Steel (Baja)	12
2.2.2 Chromoly	13
2.2.3 Alloy (Aluminium)	13
2.2.4 Carbon Fiber	14
2.2.5 Titanium.....	14
2.3 Spesifikasi Sepeda Lipat Izi Arc 16.....	15
2.4 Sifat-Sifat Mekanis Bahan	17

2.5	Metode Elemen Hingga	18
2.6	Tegangan dan Regangan Normal.....	18
2.6.1	Tegangan Normal.....	18
2.6.2	Regangan Normal.....	19
2.6.3	Tegangan Von Mises.....	21
2.6.4	<i>Displacement</i>	21
2.6.5	Faktor Keamanan	22
2.7	Analisis Elemen Hingga	22
2.7.1	Matriks Kekakuan Elemen.....	23
2.7.2	Tipe – Tipe Elemen Dalam Metode Elemen Hingga.....	23
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		25
3.1	Metode Pengumpulan Data.....	25
3.1.1	Diagram Alir Penelitian	25
3.1.2	Studi Pustaka.....	26
3.2	Perencanaan Penelitian	26
3.2.1	Proses membuat Model 3D di Software Solidworks 2017	27
3.2.2	Proses penggabungan atau Assembly di Solidworks 2017.....	28
3.2.3	Pemilihan Material.....	29
3.2.4	Hasil Simulasi yang Diharapkan.....	30
3.2.5	Spesifikasi Perangkat	31
3.2.6	Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	31
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN		32
4.1	Desain Sepeda Lipat Izi Arc 16	32
4.2	Analisa Tegangan.....	38
4.2.1	Bahan dan Material	38
4.2.2	Pemberian Beban	39
4.2.3	Perhitungan	40
4.2.4	<i>Meshing</i>	43
4.3	Hasil Analisa.....	44
4.3.1	<i>Von Misses Stress</i>	44
4.3.2	<i>Resultant Displacement</i>	46
4.3.3	Regangan	46
4.3.4	<i>Factor of Safety</i>	47
4.4	Pembahasan.....	47

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1 Kesimpulan	50
5.1 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sepeda Lipat Kuno	6
Gambar 2.2 Geometri Sepeda Lipat.....	12
Gambar 2.3 Sepeda Lipat Izi Arc 16.....	16
Gambar 2.4 Keadaan Sepeda Izi Arc terlipat.....	16
Gambar 2.5 Tegangan Regangan	19
Gambar 2.6 Tegangan Normal	20
Gambar 2.7 Elemen 1 Dimensi	23
Gambar 2.8 Elemen 2 Dimensi	24
Gambar 2.9 Elemen 3 Dimensi tetrahedra dan balok	24
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	25
Gambar 3.2 Langkah Simulasi dengan Aplikasi.....	27
Gambar 3.3 Contoh model atau sketsa 2D Sepeda Lipat di Software	27
Gambar 3.4 Contoh model 3D Sepeda Lipat di Software di Solidworks	28
Gambar 3.5 Contoh frame sepeda lipat yang akan dianalisa	29
Gambar 3.6 Hasil Analisis dengan FEM	30
Gambar 4.1 Desain Sepeda Izi Arc setelah didesain Ulang.....	32
Gambar 4.2 Dimensi Sepeda Lipat Izi Arc 16	33
Gambar 4.3 Frame Sepeda Lipat.....	33
Gambar 4.4 Dimensi Frame Sepeda Lipat	34
Gambar 4.5 <i>Hinge</i> (engsel)	34
Gambar 4.6 Dimensi <i>Hinge</i> (engsel).....	35
Gambar 4.7 <i>Seat bar</i> dan Sadel.....	35
Gambar 4.8 <i>Handlebar</i> atau stang	36
Gambar 4.9 Dimensi <i>Handlebar</i> atau stang.....	36
Gambar 4.10 <i>Fork</i> sepeda	37
Gambar 4.11 Dimensi <i>fork</i> sepeda	37
Gambar 4.12 <i>Cranket single speed 36T</i>	38
Gambar 4.13 Gambar roda berukuran 16 inci.....	38

Gambar 4.14	Rangka Sepeda Lipat.....	39
Gambar 4.15	Beban dianalisis desain sepeda	40
Gambar 4.16	Gaya yang bekerja pada <i>seatbar</i>	40
Gambar 4.17	Bentuk <i>meshing</i> pada sepeda.....	43
Gambar 4.18	<i>Von Misses Stress</i>	45
Gambar 4.19	<i>Resultant Displacement</i>	46
Gambar 4.20	Regangan.....	46
Gambar 4.21	<i>Factor of Safety</i>	47
Gambar 4.22	Tegangan yang terjadi pada rangka.....	48
Gambar 4.23	Regangan yang terjadi pada rangka	48

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Standar ukuran geometri sepeda lipat	10
Tabel 2.2 Spesifikasi Frame Izi Arc 16	15
Tabel 3.1 Frame parameter	29
Tabel 3.2 Uraian kegiatan dan pelaksanaan	31
Tabel 4.1 Data Material <i>Alloy Steel Grade</i> 4140	39
Tabel 4.2 Hasil analisa pada rangka sepeda	44

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sepeda merupakan alat transportasi yang sudah ada sejak beberapa dekade lalu, dari bentuk dan ukuran pun kurang lebih sama tetapi sejak perkembangan zaman para produsen sepeda terus melakukan pengembangan dan inovasi baik dari segi material maupun dari segi desain. Jenis sepeda pun juga berubah yang dimana awalnya memiliki struktur kokoh sekarang mulai bergeser ke tren sepeda praktis atau bisa dibilang sepeda lipat (*bicycle fold*). Sepeda lipat di Indonesia beberapa belakangan ini sangat pesat untuk urusan tren dan gaya hidup ini dikarenakan sepeda lipat praktis dan lebih mudah untuk dibawa, selain itu sepeda ini juga menjadi tren karena bentuknya yang unik namun tetap nyaman dari segi ergonomis penggunaannya. Walaupun sepeda lipat ini baru menjadi tren di Indonesia tetapi berdasarkan sejarahnya sepeda lipat sudah mulai di rancang sekitar tahun 1975 oleh Andrew Ritchie di South Kensington, London, Inggris. (Agung, 2019). Saat itu rancangan sepeda lipat masih kasar tetapi lipatannya sudah rapi, nyaman, dan simpel. Pada akhirnya sepeda lipat mendapatkan desain terbaik pada tahun 2011.

Oleh karena itu berdasarkan analisa diatas penulis ingin melakukan penelitian kekuatan sepeda lipat pada kali ini akan menggunakan sepeda lipat jenis dan merk IZI ARC 16. Sepeda lipat merk IZI ARC 16 dipilih karena memiliki desain yang lebih kokoh dari desain sepeda lain seperti Brompton yang lebih fleksibel.

Metode yang digunakan pada penelitian adalah menggunakan analisis metode elemen hingga yang nanti dapat di aplikasikan terhadap struktur rangka sepeda IZI ARC 16 sehingga kedepanya dapat mengetahui apakah desain sepeda IZI ARC 16 memiliki desain yang cukup baik mengingat sepeda ini sangat kecil untuk ukuran dimensi sepeda lipat orang dewasa tetapi mengangkat beban dari

pengguna yang bisa dikatakan diatas 50 kg. Untuk diketahui juga sepeda lipat tidak seperti sepeda konvensional yang berat, sepeda ini menggunakan material yang ringan agar dapat menjamin kualitas dari sepeda ini sendiri.

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka dalam penelitian ini akan mengangkat pembahasan dengan judul “**ANALISIS STRUKTUR SEPEDA LIPAT IZI ARC 16 DENGAN MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA**”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana analisis numerik rangka sepeda IZI ARC 16 dengan desain rangka standar asli ?
2. Bagaimana analisa numerik rangka sepeda IZI ARC 16 dengan variasi beban tertentu ?
3. Apakah desain sepeda lipat IZI ARC 16 sudah aman untuk digunakan ?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Aplikasi desain yang digunakan untuk penelitian ini adalah SolidWork 2017.
2. Pada penelitian kali ini hanya melakukan simulasi sepeda model IZI ARC 16 tanpa membuat rangka sepeda.
3. Material akan ditentukan kemudian, atau sesuai dengan spesifikasi sepeda model IZI ARC 16

4. Sambungan las pada setiap joint rangka sepeda diaabaikan sehingga satu kesatuan rangka dianggap sama.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari penelitian ini adalah :

1. Untuk memahami dan mengerti distribusi tegangan, regangan, dan perpindahan struktur sepeda IZI ARC 16 dengan desain rangka standar asli dari hasil simulasi.
2. Untuk memahami dan mengerti distribusi tegangan, regangan, dan perpindahan struktur sepeda IZI ARC 16 dengan variasi beban tertentu.
3. Untuk melihat apakah desain sepeda lipat IZI ARC 16 sudah aman untuk digunakan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian dari penelitian ini adalah :

1. Dapat mengetahui distribusi tegangan, regangan, dan perpindahan struktur sepeda IZI ARC 16 dengan desain rangka standar asli.
2. Dapat mengetahui distribusi tegangan, regangan, dan perpindahan struktur sepeda IZI ARC 16 dengan variasi beban tertentu.
3. Dapat mengetahui desain sepeda lipat IZI ARC 16 sudah aman untuk digunakan.

1.6 Metode Penelitian

Penulisnya mencari di beberapa sumbernya yang dipergunakan didalam tahap pada pembuatan skripsi ini, antara lain :

1. Literatur

Memahami pelajarannya dan mengutip datanya diberbagai literatur, journal, referensi-referensi dan media pembelajaran.

2. Eksperimental

Merupakan suatu eksperimen dan penelitian untuk menghasilkan spesimen uji dengan data-data di luar ruang sehingga dilakukannya suatu pengujian dan mendata data di laboratorium ataupun lapangan kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Setyono, Setyo Gunawan (2015). Perancangan dan Analisis Chassis Mobil Listrik “Semut Abang ” Menggunakan Software Autodesk Inventor Pro 2013, Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III 2015 ISBN 978-602-98569-1-0
- Benny, Mammoth. (2007). *Jangan Salah Pilih Rangka*. Penerbit Gramedia : Jakarta.
- Putri, A. P., Sipil, J. T., Teknik, F., Sujak, C., Sipil, J. T., Teknik, F., ... Linier, A. (2009). *Analisis Linier Struktur Cangkang Pada Silo Semen*. 67–75.
- Dobrovolsky, et al, 1974. *Machine Element*, Moscow MIR Publishers.
- Luiz Carlos Gertz. at al, (2014). *Chassis Design for Electric Car Prototype*, SAE Technical Paper # 2014-36-2015.
- Nugroho, Tri Cahyo. (2020). *Sejarah Sepeda Lipat*. Skor Indonesia. Jakarta Selatan.
- Mahardika, A. P. (2011). *Introducing Autodesk Inventor*, Retrieved February 2013, from isometriview [http://isometriview.wordpress.com/2011/12/08/introducing -to-autodesk inventor](http://isometriview.wordpress.com/2011/12/08/introducing-to-autodesk-inventor).
- Maxson. (2018). *Folding Bike Frame Geometry*. Xootr. United State America.
- Moaveni, Saeed. (1999). *Finite Element Analysis: Theory And Application with ANSYS Edition 2*. Prentice Hall.
- M. M Tehrani, et al, (2011). *Design of Anti-Lock Regenerative Braking System for a Series Hibryd Electric Vehicle*, International Journal Automotive Engineering, Vol 1, Number 2, June 2011.

Mulyati, ST., MT. (2010). *Bahan Ajar Mekanika Bahan*. Institut Teknologi Padang. Sumatera Barat.

Pinem, Mhd. Daud.,(2010). *Analisis Struktur dengan Metode Elemen Hingga (Finite Element Method)*., Bandung: Rekayasa Sains.

Saddam Jahidin, Jauhar Manfaat, (2013). *Rancang Bangun 3D Konstruksi Kapal Berbasis Autodesk Inventor untuk Menganalisa Berat Konstruksi*, Jurnal Teknik Pomits, Vol 2, No 1, ISSN ; 2337-3539 (2301-9271 Print).

Susatio, Yerri, (2004). *Dasar-dasar Metode Elemen Hingga*, Penerbit Andi: Yogyakarta

Waguespack, Curtis. (2013). *Mastering Autodesk Inventor 2013 and Autodesk Inventor LT 2013*, Sybex.