

# **SKRIPSI**

## **PERANCANGAN STRUKTUR RANGKA MOBIL FORMULA LISTRIK BERSTANDAR REGULASI FORMULA SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEER (FSAE) JAPAN**

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



**AHMAD IRHAM JAMBAK  
03051181621008**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2019**



# **SKRIPSI**

## **PERANCANGAN STRUKTUR RANGKA MOBIL FORMULA LISTRIK BERSTANDAR REGULASI FORMULA SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEER (FSAE) JAPAN**

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



**OLEH  
AHMAD IRHAM JAMBAK  
03051181621008**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2019**



# HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN STRUKTUR RANGKA MOBIL FORMULA LISTRIK  
BERSTANDAR REGULASI FORMULA SOCIETY OF AUTOMOTIVE  
ENGINEERS (FSAE) JAPAN

SKRIPSI

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

Oleh:

**AHMAD IRHAM JAMBAK**  
03051181621008

Inderalaya, September 2019  
**Pembimbing**

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

Mengetahui,

**Rektor Jurusan Teknik Mesin**



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



UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN

Agenda :  
Diterima Tgl. :  
Paraf :

---

SKRIPSI

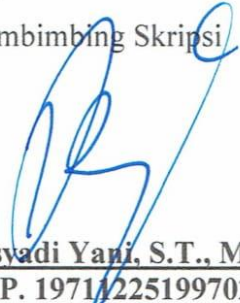
Nama : AHMAD IRHAM JAMBAK  
NIM : 03051181621008  
Jurusan : TEKNIK MESIN  
Judul Skripsi : PERANCANGAN STRUKTUR RANGKA MOBIL  
FORMULA LISTRIK BERSTANDAR REGULASI  
FORMULA SOCIETY OF AUTOMOTIVE  
ENGINEER (FSAE) JAPAN  
Dibuat Tanggal : 21 MARET 2019  
Selesai Tanggal : 10 SEPTEMBER 2019

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Indralaya, September 2019  
Diperiksa dan disetujui oleh :  
Pembimbing Skripsi



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





# HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Perancangan Struktur Rangka Mobil Formula Listrik Berstandar Regulasi Formula Society of Automotive Engineers (FSAE) Japan” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 10 September 2019.

Indralaya, 10 September 2019  
Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi  
Ketua :

1. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP 19790927003121004

  
(.....)

Anggota :

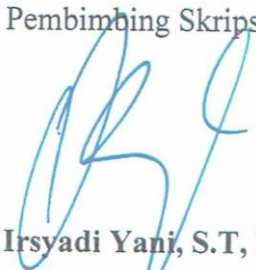
2. Gunawan, S.T., M.T., Ph.D  
NIP 197705072001121001

  
(.....)

3. Ir. Firmansyah Burlian  
NIP 195612271988111001

  
(.....)

  
Ketua Jurusan Teknik Mesin  
  
Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D  
NIP. 197112251997021001

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



## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ahmad Irham Jambak

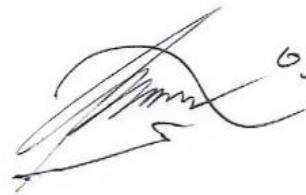
NIM : 03051181621008

Judul : Perancangan Struktur Rangka Mobil Formula Listrik Berstandar  
Regulasi Formula Society of Automotive Engineers (FSAE)  
Japan

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.

Inderalaya, September 2019



Ahmad Irham Jambak

03051181621008



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Irham Jambak

NIM : 03051181621008

Judul : Perancangan Struktur Rangka Mobil Formula Listrik Bersatandar  
Regulasi Formula Society of Automotive Engineer

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

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



Indralaya, September 2019



Ahmad Irham Jambak  
NIM. 03051181621008



# KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah *Subhanahu wa Ta'ala* karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini sebagai Tugas Akhir yang dibuat untuk memenuhi syarat mengikuti Seminar dan Sidang sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul “Perancangan Struktur Rangka Mobil Formula Listrik Berstandar Regulasi Formula Society of Automotive Engineers (FSAE) Japan”. Shalawat serta salam tak lupa dihaturkan kepada Nabi Muhammad *Sallallahu 'Alaihi wa Sallam* beserta keluarga, para sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Pada kesempatan ini dengan setulus hati penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Muhammad Irfan Jambak, S.T., M.Eng., Ph.D dan Nurhasanah Wuri Utami, A.Md selaku orang tua serta seluruh keluarga besar Ahmad Jambak yang selalu memberikan dukungan baik moril maupun materiil.
2. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D selaku dosen pembimbing dan selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Amir Arifin, S.T., M.Eng. Ph.D selaku dosen pembimbing akademik dan selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Gunawan, S.T., M.Eng., Ph.D, selaku Pembina Tim Sriwijaya Eco serta Pembina Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Rekan satu tim Sriwijaya Eco khususnya tim mobil formula listrik.
7. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin khususnya angkatan 2016 Indralaya.
8. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan kemampuan yang ada. Kendati demikian segala usaha telah dikerahkan mulai dari pengumpulan data, mengolah data, dan menganalisis data, hingga akhirnya menyusunnya ke dalam bentuk seperti ini. Oleh karena itu kritik dan saran sangat diharapkan untuk memberi pengarahannya menuju perbaikan kedepannya. Akhir kata semoga laporan kerja praktek ini dapat bermanfaat bagi pembelajaran khususnya pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Palembang, September 2019

Penulis



# RINGKASAN

Formula Society of Automotive Engineers (FSAE) merupakan sebuah kompetisi dimana mahasiswa mendesain, membangun, dan melombakan mobil balap dengan Formula-style. Dalam kompetisi ini regulasi diatur ketat demi keamanan peserta dimana rangka merupakan salah satu bagian mobil yang memiliki regulasinya tersendiri. Saat ini Universitas Sriwijaya memiliki tim yang bergerak dibidang otomotif bernama Sriwijaya Eco yang sedang dalam proses riset untuk membangun sebuah mobil Formula listriknya sendiri. Hanya saja, salah satu dari kendala yang dialami oleh tim tersebut adalah rangka yang dimiliki tidak sesuai dengan regulasi FSAE. Untuk itu, pada karya tulis ilmiah ini dilakukan sebuah perancangan rangka mobil formula listrik berstandar regulasi FSAE khususnya pada regional Jepang. Hal ini bertujuan agar didapatkan sebuah desain rangka yang memenuhi standar regulasi FSAE yang kemudian dapat diimplementasikan oleh tim Sriwijaya Eco. Pada penelitian ini, alat yang digunakan adalah sebuah unit laptop (Lenovo Ideapad Y700) dan 2 buah *software* yaitu Solidworks 2018 dan Abaqus/CAE 6.14. Proses perancangan diawali dengan survei dengan berdiskusi bersama tim Sriwijaya Eco serta studi literatur dengan mengkaji regulasi, jurnal dan buku-buku terkait dengan perancangan rangka FSAE. Setelah proses survei dan studi literatur, rangka kemudian disketsakan dan diperiksa kembali kesesuaiannya dengan regulasi. Apabila telah memenuhi regulasi, barulah rangka dimodelkan dengan menggunakan *software* Solidworks 2018. Model rangka diuji dengan tiga jenis pembebanan yaitu *Static Vertical Bending Test* untuk menguji rangka ketika diberi beban vertical ketika dinaiki komponen-komponen beserta pengemudi di atasnya, *Torsional Stiffness Test* untuk menguji rangka ketika sedang menikung, dan *Crash Impact Test* untuk menguji rangka ketika mengalami tabrakan. *Static Vertical Bending Test* dan *Torsional Stiffness Test* menggunakan *software* Solidworks 2018 sedangkan khusus *Crash Impact Test* menggunakan *software* Abaqus/CAE 6.14. Pada proses simulasi, desain rangka masih terus

diperbarui sehingga didapatkan desain akhir yang optimum dengan dimensi 1945 x 660 x 1320 mm dan massa sebesar 48.9 kg dengan kode material JIS3445/STKM11A. Dari hasil simulasi *Static Vertical Bending Test*, rangka mengalami *Max. Stress* sebesar  $3.10982 \times 10^7$  N/m<sup>2</sup> dan *Max. Displacement* sebesar  $1.606 \times 10^{-4}$  m sehingga mendapatkan angka *safety factor* (SF) sebesar 7.72. Pada *Torsional Stiffness Test*, rangka mengalami *Max. Stress* sebesar  $1.59272 \times 10^8$  N/m<sup>2</sup> dan *Max. Displacement* sebesar  $3.2 \times 10^{-3}$  m sehingga mendapatkan angka *safety factor* (SF) sebesar 1.51. Sedangkan, pada *Crash Impact Test* rangka mengalami *Max. Stress* sebesar  $3.132 \times 10^8$  N/m<sup>2</sup> dan *Max. Displacement* sebesar 0.107 m sehingga mendapatkan angka *safety factor* (SF) sebesar 1.27 sehingga dapat disimpulkan bahwa rangka aman untuk digunakan (SF  $\geq$  1) serta desain struktur rangka memiliki peran penting terhadap kekuatan rangka dalam menghadapi berbagai jenis pembebanan.

Kata Kunci: Regulasi FSAE Japan, rangka, *safety factor*

# SUMMARY

Formula Society of Automotive Engineers (FSAE) is a student competition event to design, build and contest a Formula-style race car. The regulation of this competition is stringent in order to ensure the safety of the participant. Chassis is an important part of the car which should be designed following standard regulation. Universitas Sriwijaya has an automotive team that currently developing an electric formula car. However, one of the problem of the team is that the chassis does not fulfil the FSAE regulations. For that reason, this report presents the design of an electrical formula car chassis based on FSAE Japan regulations to be implemented on an electric car team of Universitas Sriwijaya, namely Sriwijaya Eco. This study used a laptop (Lenovo Ideapad Y700) and 2 software, namely Solidworks 2018 and Abaqus/CAE 6.14. The design process begins with a survey by discussing with the Sriwijaya Eco team and literature study by reviewing regulations, journals and books relating to the design of the FSAE framework. After the survey and literature study process, the chassis will be sketched and checked whether it fulfill with regulations. If it fulfill the regulation, then the chassis will be modeled using the Solidworks 2018 software. The designed chassis were tested on three types of loading i.e. the Static Vertical Bending Test to test the frame when it is loaded by the car with a driver; the Torsional Stiffness Test to test the chassis on curving movement, and the Crash Impact Test to test the chassis on a crash situation. The Static Vertical Bending Test and Torsional Stiffness Test simulated by using Solidworks 2018 software while the Crash Impact Test simulated by Abaqus/CAE 6.14 software. In the simulation process, the chassis design is continuously being updated so that the optimum final design of the chassis dimensions was 1945 x 660 x 1320 mm and a mass of 48.9 kg is obtained with the material code of JIS3445 / STKM11A. The Static Vertical Bending Test showed that the chassis experienced a Max. Stress of  $3.10982 \times 10^7 \text{ N/m}^2$  and a Max. Displacement of  $1,606 \times 10^{-4} \text{ m}$  so that a safety factor (SF) of 7.72 obtained. In the Torsional

Stiffness Test showed that the chassis experienced a Max. Stress of  $1.59272 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  and a Max. Displacement of  $3.2 \times 10^{-3} \text{ m}$  so that a safety factor (SF) of 1.51 obtained. Meanwhile the Crash Impact Test showed that the chassis experienced a Max. Stress of  $3.132 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  and Max. Displacement of 0.107 m so that a safety factor (SF) of 1.27 obtained. Therefore, the designed chassis is safe to be used ( $\text{SF} \geq 1$ ) and it can be concluded that the structure design of a chassis has an important role towards the strength of the chassis when it was loaded.

Keywords : FSAE Japan regulations, chassis, safety factor

# DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xxi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xxiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xxv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Batasan Masalah.....	3
1.4    Tujuan .....	3
1.5    Manfaat .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1    Mobil Listrik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2    Formula SAE Japan (FSAEJ) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1    Spesifikasi Mobil Pemenang Bertipe Mobil Formula Listrik	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.2    Peserta FSAEJ dari Indonesia .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.3    Kriteria Penilaian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3    Rangka Kendaraan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.1    Jenis Rangka.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4    Teori Perancangan dan Optimasi Rangka .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.1    Pertimbangan dalam Desain Secara Umum .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.2    Pertimbangan dalam Desain Rangka dengan Regulasi FSAEJ	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.3    Kesesuaian dengan Regulasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.4    Kesesuaian Fungsional .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.5    Berat Rangka .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5    Tegangan dan Regangan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.1    Tegangan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.5.2	Tegangan Yield.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.3	Kriteria Von Misses.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.4	Regangan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6	Analisis Simulasi Rangka FSAEJ .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6.1	Safety Factor.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6.2	Analisis Beban Statis .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6.3	Analisis Beban Dinamis .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7	Sriwijaya Eco .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB 3 METODOLOGI .....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1	Alat dan Bahan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2	Diagram Alir Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3	Survei dan Studi Literatur .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4	Perancangan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5	Simulasi dengan Software .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.1	Static Vertical Bending Test.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.2	Torsional Stiffness Test.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.3	Crash Impact Test.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6	Analisis Hasil dan Pembahasan...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7	Kesimpulan dan Saran.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>43</b>
4.1	Desain Rangka Mobil Formula Listrik.....	44
4.2	Static Vertical Bending Test .....	46
4.2.1	Static Vertical Load .....	46
4.2.2	Uji Konvergensi Mesh pada Static Vertical Bending Test.....	48
4.2.3	Hasil Simulasi Static Vertical Bending Test .....	49
4.3	Torsional Stiffness Test.....	50
4.3.1	Torsional Load.....	49
4.3.2	Uji Konvergensi Mesh pada Torsional Stiffness Test.....	50
4.3.3	Hasil Simulasi Torsional Stiffness Test.....	52
4.4	Crash Impact Test.....	53
4.4.1	Crash Impact Load.....	53
4.4.2	Hasil Simulasi Crash Impact Test .....	55
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>57</b>

5.1	Kesimpulan .....	57
5.2	Saran.....	57
<b>DAFTAR RUJUKAN.....</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mobil Listrik Nagoya University .....	6
Gambar 2.2	Mobil Rancangan Charles dan F. Duryea.....	9
Gambar 2.3	Ladder Frame Chassis .....	9
Gambar 2.4	Backbone Chassis .....	10
Gambar 2.5	Monocoque Chassis.....	11
Gambar 2.6	Tubular Frame .....	11
Gambar 2.7	Triangulasi pada Struktur Rangka .....	15
Gambar 2.8	Regulasi Struktur Hoop (1) .....	16
Gambar 2.9	Regulasi Struktur Hoop (2) .....	17
Gambar 2.10	Regulasi Zona Impak Samping .....	17
Gambar 2.11	Sebuah Benda Bertegangan.....	20
Gambar 2.12	Potongan Kecil dari Permukaan.....	20
Gambar 2.13	Kurva Uji tarik.....	21
Gambar 2.14	Regangan Normal .....	23
Gambar 2.15	Regangan Geser.....	24
Gambar 2.16	Skema Letak Gaya dan Kondisi Batas Statis .....	26
Gambar 2.17	Skema Letak Gaya dan Kondisi Batas Torsional .....	27
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	32
Gambar 3.2	Diagram Alir Perancangan .....	34
Gambar 3.3	Diagram Alir Simulasi pada Software Solidworks 2018 .....	36
Gambar 3.4	Diagram Alir Simulasi pada Software Abaqus/CAE .....	37
Gambar 3.5	Asumsi Posisi Load dan Fixed Geometry .....	39
Gambar 3.6	Skema Torsional Stiffness Test dalam 2 Dimensi.....	40
Gambar 4.1	Tampak Atas, Samping, Depan Rangka Mobil .....	43

Gambar 4.2	Tampak Isometri Rangka Mobil Formula Listrik.....	44
Gambar 4.3	Asumsi Posisi Load dan Fixed Geometry .....	46
Gambar 4.4	Asumsi Posisi Load dan Fixed Geometry pada Software .....	46
Gambar 4.5	Posisi Max Stress pada Static Vertical Bending Test.....	47
Gambar 4.6	Max Sress dan Max Displacemnt pada Static Vertical Bending	48
Gambar 4.7	Asumsi Posisi Load dan Fixed Geometry pada Software .....	46
Gambar 4.8	Posisi Max Stress pada Torsional Stiffness Test .....	47
Gambar 4.9	Max Sress dan Mx Displacemnt pada Torsional Stiffness Test	48
Gambar 4.10	Max Stress pada Crash Impact Test.....	46
Gambar 4.11	Max Displacement pada Crash Impact Test .....	47



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Daftar Nama Team dan Universitas Indonesia pada FSAEJ 2018 ..	7
Tabel 2.2	Kriteria Penilaian FSAEJ .....	8
Tabel 2.3	Dimensi Minimum Untuk Rangka Berstruktur Pipa Besi .....	15
Tabel 3.1	Spesifikasi Laptop .....	31
Tabel 4.1	Spesifikasi Rangka .....	44
Tabel 4.2	Dimensi Pipa pada Bagian Rangka .....	45
Tabel 4.3	Tabel Konvergensi Mesh pada Static Vertical Bending .....	47
Tabel 4.4	Tabel Konvergensi Mesh pada Torsional Stiffness Test .....	47



# PERANCANGAN STRUKTUR RANGKA MOBIL FORMULA LISTRIK BERSTANDAR REGULASI FORMULA STUDENT OF AUTOMOTIVE ENGINEER (FSAE) JAPAN

Irsyadi Yani\*, Ahmad Irham Jambak

\*Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

\*e-mail: irsyadiyani@unsri.ac.id

## Abstrak

Formula Society of Automotive Engineers (FSAE) merupakan sebuah kompetisi dimana mahasiswa mendesain, membangun, dan melombakan mobil balap dengan Formula-style. Dalam kompetisi ini regulasi diatur ketat demi keamanan peserta dimana rangka merupakan salah satu bagian mobil yang memiliki regulasinya tersendiri. Saat ini Universitas Sriwijaya memiliki tim yang bergerak dibidang otomotif bernama Sriwijaya Eco yang sedang dalam proses riset untuk membangun sebuah mobil Formula listriknya sendiri. Hanya saja, salah satu dari kendala yang dialami oleh tim tersebut adalah rangka yang dimiliki tidak sesuai dengan regulasi FSAE. Untuk itu, pada karya tulis ilmiah ini dilakukan sebuah perancangan rangka mobil formula listrik berstandar regulasi FSAE khususnya pada regional Jepang. Hal ini bertujuan agar didapatkan sebuah desain rangka yang memenuhi standar regulasi FSAE yang kemudian dapat diimplementasikan oleh tim Sriwijaya Eco. Dalam kompetisi ini regulasi diatur ketat demi keamanan peserta dimana rangka merupakan salah satu bagian mobil yang memiliki regulasinya tersendiri. Pada tulisan ilmiah ini, dilakukan perancangan serta analisis rangka dengan menggunakan software Solidworks 2018 dan Abaqus/CAE 6.14. Didapatkan desain rangka yang optimum dengan dimensi 1945 x 660 x 1320 mm dan massa sebesar 48.9 kg dengan kode material JIS3445/STKM11A yang kemudian disimulasikan dengan 3 jenis simulasi yaitu Static Vertical Test, Torsional Stiffness Test, dan Crash Impact Test. Dari hasil simulasi didapatkan safety factor yang lebih dari 1 ( $SF > 1$ ) sehingga dapat dikatakan rangka yang dirancang aman karena telah memenuhi standar minimum keamanan. Hasil perancangan rangka berstandar regulasi FSAE Japan ini kemudian dapat digunakan sebagai rujukan bagi tim mobil listrik Universitas Sriwijaya, yaitu Sriwijaya Eco dalam membuat rangka mobil formula listrik yang akan datang.

**Kata Kunci:** Regulasi FSAE Japan, rangka, safety factor

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP.197112 25199702 1 00

Indralaya, September 2019  
Dosen Pembimbing,

Irsyadi Yani S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 197112 25199702 1 001



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Mobil listrik adalah mobil yang bergerak dengan menggunakan energi listrik (Broadbent, 2019). Energi listrik tersebut tersimpan didalam sebuah baterai yang menyimpan potensial listrik. Potensial listrik yang tersimpan didalam baterai inilah yang akan menggerakkan motor listrik sehingga mobil dapat berjalan pada umumnya.

Mobil listrik bukanlah sebuah penemuan baru. Sejak abad ke-19, mobil listrik telah diciptakan bahkan *trend*-nya pun mengalahkan mobil konvensional pada saat itu yang berupa mobil berbahan bakar minyak dan uap (Kumara, 2008). Namun seiring dengan eksploitasi minyak dan gas pada saat itu, harga bahan bakar fosil yang semakin murah sehingga mobil listrik mulai meredup ketenarannya. Baru setelah muncul isu akan dampak gas buang terhadap lingkungan, kendaraan listrik kembali disorot sebagai solusi dari permasalahan tersebut.

Hal ini menyebabkan beberapa produsen mobil mulai kembali mengembangkan mobil listrik pada tahun 2000-an hingga sekarang sudah banyak mobil listrik yang digunakan oleh masyarakat awam di negara maju. Seiring dengan naiknya trend mobil listrik, Society of Automotive Engineers (SAE) memperbolehkan mobil listrik untuk berpartisipasi pada kompetisi Formula SAE (FSAE) yang merupakan sebuah kompetisi dimana mahasiswa mendesain, membangun, dan melombakan mobil balap dengan Formula-style (JSAE, 2000). Dalam ajang tersebut, mahasiswa akan merancang dan membangun semua komponen seperti sistem suspensi, pengereman, kelistrikan dan lain-lain sehingga membentuk sebuah mobil formula yang siap untuk dilapangkan.

Salah satu bagian pada mobil formula listrik yang dirancang adalah rangka. Rangka yang digunakan berjenis Space Frame. Rangka ini harus memenuhi beberapa syarat, antara lain harus kokoh dan sanggup memikul beban kendaraan, dan setelah itu harus dibuat dengan konstruksi yang ringan namun tetap bisa memenuhi standar regulasi FSAEJ itu sendiri. Kekuatan rangka dipengaruhi oleh banyak faktor seperti optimasi desain, pemilihan material, sampai dengan mutu dan kualitas pengelasan pada tiap sambungannya.

Universitas Sriwijaya memiliki Badan Semi Otonom (BSO) yang bergerak dalam riset otomotif yaitu BSO Sriwijaya Eco. Tim Mobil Listrik dari BSO Sriwijaya Eco memiliki 2 target utama dalam mengikuti kompetisi yaitu Kompetisi Mobil Listrik Indonesia (KMLI) untuk skala nasional dan Formula SAE Japan (FSAEJ) untuk skala internasional. Target yang baru tercapai adalah KMLI sedangkan FSAEJ sampai sekarang masih belum tercapai. KMLI adalah sebuah kompetisi nasional yang diselenggarakan oleh Politeknik Negeri Bandung dan disahkan oleh Kementrian Ristekdikti. KMLI dan FSAEJ merupakan kompetisi tahunan yang diadakan untuk mengadu kemampuan mahasiswa di bidang otomotif dari merancang hingga membangun sebuah mobil. Salah satu kendala dari Tim Mobil Listrik BSO Sriwijaya Eco dalam berkompetisi di FSAEJ adalah belum sesuainya rangka mobil listrik dengan standar regulasi FSAEJ.

Berdasarkan uraian di atas penulis termotivasi untuk menyusun tugas akhir dengan judul “Perancangan Struktur Rangka Mobil Formula Listrik Berstandar Regulasi Formula SAE Japan (FSAEJ) pada BSO Sriwijaya Eco”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Permasalahan yang dihadapi oleh BSO Sriwijaya Eco saat ini adalah rangka yang dimiliki tidak sesuai dengan regulasi FSAEJ. Untuk Itu perlu dilakukan sebuah perancangan desain rangka optimum berstandar regulasi

FSAEJ yang akan diuji dengan simulasi beban statis dan dinamis menggunakan *software* Solidworks.

### **1.3 Batasan Masalah**

Pada perancangan ini rangka di desain berdasarkan regulasi Formula SAE Japan khususnya kategori mobil listrik. Kemudian, pembebanan yang dilakukan adalah pembebanan *static vertical*, *torsional* dan tabrakan. Optimasi yang dilakukan pada perancangan ini hanya optimasi desain pada rangka.

### **1.4 Tujuan**

Tujuan yang dari penelitian ini adalah untuk melakukan perancangan struktur rangka mobil formula listrik berstandar regulasi FSAE Japan yang kemudian diuji dengan metode simulasi menggunakan *software*.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang dapat diperoleh adalah mendapatkan sebuah desain rangka yang dapat digunakan sebagai bahan referensi ilmiah di masa yang akan datang, serta dapat memberi saran ilmiah kepada tim Sriwijaya Eco terhadap rangka mobil formula listrik yang akan digunakan kedepannya.





## DAFTAR RUJUKAN

- Allen, Reid F. 2009. Design and Optimization of Formula SAE Racecar Chassis and Suspension.
- Baxter, R., N. Hastings, A. Law, and E. J. Glass. 2008. Shigley's Mechanical Engineering Design. *Animal Genetics* 39
- Binus. 2018. Sejarah Perkembangan Sasis Mobil
- FEM. 2019. FEM Products. 2019. <http://nagoya.fem.jp/fem/products.html>.
- Finahari, Nurida. 2007. Bab 1 Pengantar Desain 1.1., 1–68.
- Ghosh, Arindam, Rishika Saha, Sourav Dhali, Adrija Das, Prasad Biswas, and Alok Kumar Dubey. 2018. Structural Analysis of Student Formula Race Car Chassis, 1268–73.
- International, SAE. 2019. FSAE Rules 2019, no. July 2018: 73.
- JSAE. 2000. About the Competition 1 (9999478797): 2018. <http://www.jsae.or.jp/formula/en/about.php>.
- Kumara, Nyoman S. 2008. Tinjauan Perkembangan Kendaraan Listrik Dunia Hingga Sekarang. *Transmisi* 10
- Limwathanagura, Tanawat, Chartree Sithananun, Teekayu Limchamroon, and Thanyarat Singhanart. 2012. The Frame Analysis and Testing for Student Formula. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 65 6
- MIT. 2012. Chapter 7 Newton ' s Laws of Motion, 1–9.
- Mongabay. 2007. High Oil Prices Disastrous for Developing Countries, 7. <http://news.mongabay.com/bioenergy/2007/09/high-oil-prices-disastrous-for.html>.
- Sadikin, Ali. 2013. Perancangan Rangka Chasis Mobil Listrik Untuk 4 Penumpang Menggunakan Software 3D Siemens Nx8.

Serway, Raymond A., and Chris Vuille. 2012. *College Physics 9th Edition*.

Young, Warren C., Richard G Budynas, and Ali Sadegh. 2012.

*Roark's Formulas for Stress and Strain, 8th Edition*.

<http://www.amazon.co.uk/Roarks-Formulas-Stress-Strain-Edition/dp/0071742476>.