

ANALISIS KEKUATAN VARIASI PROFIL RANGKA TERHADAP NILAI DISPLACEMENT, TEGANGAN NORMAL DAN TEGANGAN GESER PADA CHASSIS URBAN CONCEPT SHELL ECO MARATHON

1,2) Program Studi Teknik
Mesin, Fakultas Teknik
Universitas Lambung
Mangkurat, Jl. A. Yani Km.
36 Banjarbaru, Kalimantan
Selatan 70714

Corresponding email ¹⁾ :
hajarisworo@gmail.com

Received: 22-03-21
Accepted: 22-04-21
Published: 28-08-21

©2021 Politala Press.
All Rights Reserved.

Hajar Isworo ¹⁾, Rendy Zakaria ²⁾

Abstrak. Tujuan Penelitian ini untuk mengetahui kekuatan sasis shell eco marathon yang dipengaruhi perbedaan profil ukuran rangka sasis (profil 1, profil 2 dan profil 3), diharapkan sasis mempunyai sifat kuat, ringan, dan displacementnya minimum. Nilai kekuatan yang diuji pada sasis yaitu tegangan normal, tegangan geser dan displacement menggunakan software autodesk inventor. Dari hasil pengujian didapat nilai terendah pada sasis profil 3 dengan nilai displacement 2,351 mm, nilai tegangan normal 21,43 MPa dan nilai tegangan geser 2,266 MPa.

Kata kunci: displacement, tegangan normal, tegangan geser

Abstract. The purpose of this study was to determine the strength of the eco marathon shell chassis which is influenced by the differences in the size profile of the chassis frame (profile 1, profile 2 and profile 3). It is expected that the chassis will have strong, light, and minimum displacement properties. The strength values tested on the chassis, namely normal stress, shear stress and displacement using Autodesk Inventor software. From the test results obtained the lowest value on the chassis profile 3 with a displacement value of 2.351 mm, normal stress value 21.43 MPa and shear stress value 2.266 MPa.

Keywords: displacement, normal stress, shear stress

To cite this article at <https://doi.org/10.34128/je.v8i1.159>

1. Pendahuluan

Chassis merupakan komponen mobil yang berfungsi untuk menahan beban kendaraan, mesin serta penumpang. Chassis yang baik harus mempunyai kekakuan yang baik untuk menumpu semua bagian dari mobil di semua kondisi (Adhim, 2012). Chassis yang baik juga harus mampu menjaga agar mobil tetap rigid, kaku dan tidak mengalami bending, biasanya chassis terbuat dari berbagai bahan yang memiliki kekuatan yang dapat menopang berat body dan engine dari sebuah kendaraan. Material chassis dapat berupa logam ataupun komposit. Material komposit pada chassis tidak seperti komposit pada bodi kendaraan yang reinforcement-nya berupa fiber, komposit pada chassis lebih pada struktur sebagai reinforcement-nya, seperti foam core structure dengan struktur chassis berupa monocoque structure (Hibler, 2011). Syarat utama yang harus terpenuhi adalah material tersebut harus memiliki kekuatan untuk menopang beban kendaraan (Fadila, 2013).

Untuk pemilihan rangka yang baik, perlu dipertimbangkan sifat-sifatnya antara lain yaitu kekuatan, ketangguhan serta fleksibel. Sifat kuat memberikan kemampuan chassis untuk menahan beban yang berat, sementara sifat ketangguhan memberikan kemampuan ketahanan dan umur pakai chassis. Sementara fleksibel memberikan kemungkinan rangka untuk beroperasi dengan berbagai gerakan. Perlu dilakukan banyak eksperimen dan penelitian pada kedua bagian ini agar dapat menghasilkan mobil yang kuat, tahan terhadap guncangan, dan mampu secara maksimum melindungi bagian dalam mobil.

Urban concept merupakan salah satu jenis kendaraan yang dilombakan pada Shell Eco Marathon. Untuk membuat rangka pada urban concept di perlukan pembuatan desain dan pemilihan bahan yang mampu menahan beban statis yang diberikan sesuai dengan regulasi Shell Eco Marathon. Untuk itu diperlukan perbandingan dalam pemilihan bahan dan ukuran profil rangka yang perlu dibuat.

Berdasarkan uraian diatas maka penulis mempunyai gagasan melakukan penelitian dalam bentuk simulasi, dengan mengangkat judul tentang “Analisis Kekuatan Variasi Profil Rangka Terhadap Nilai Displacement, Tegangan Normal Dan Tegangan Geser Pada *Chassis* Urban Concept Shell Eco Marathon”.

2. Tinjauan Pustaka

Penelitian terdahulu

Hasil perancangan rangka dengan menggunakan material aluminium 6061, didapatkan dimensi rangka dengan Panjang 2060 mm dan lebar 600 mm. Berdasarkan hasil simulasi pembebanan statik menggunakan *Autodesk Inventor* diperoleh tegangan maksimum yang terjadi pada sebesar 19,36 MPa dengan defleksi sebesar 3,542 mm. perhitungan secara manual diperoleh tegangan maksimum yang terjadi pada struktur chassis sebesar 18,3 MPa. Dengan Defleksi sebesar 3,35 mm [3].

Perancangan rangka, didapatkan dimensi rangka dengan panjang 2456 mm, lebar 932 mm dan tinggi 920 mm. Hasil analisis statik rangka dengan perhitungan manual dan simulasi menggunakan *software Autodesk Inventor*, didapatkan nilai tegangan maksimal pada batang utama I perhitungan manual sebesar 56,94 MPa dan berdasarkan simulasi sebesar 46,99 MPa dengan persentase perbedaan (9,5%) serta didapatkan kesimpulan bahwa rangka batang utama masih dalam batas aman dengan safety factor sebesar 4,39 dengan material carbon steel ST 37. Nilai displacement yang terjadi pada simulasi didapatkan nilai terbesar berada pada bagian batang utama II di ruang pengemudi sebesar 6.005 mm [4].

Chassis

Chassis adalah bagian penting dari kendaraan karena mendukung seluruh tubuh kendaraan. Beban eksternal kendaraan, termasuk beratnya sendiri, ditanggung oleh *chassis*. Intinya, desain dan analisis *chassis* sangat penting dalam proses pembuatan kendaraan. Untuk merancang *chassis* kendaraan yang paling sesuai dengan yang diinginkan adalah tugas yang paling rumit. Ini disebabkan oleh faktor desain dan analisis yang sangat kompleks. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan metode analisis numerik.

Untuk merancang dan membuat struktur rangka memerlukan pengetahuan khusus terutama dalam desain, pemilihan material, penyambungan logam dan fabrikasi untuk menghasilkan desain *chassis* yang kokoh dan kompetitif. Hasil desain mencerminkan keberhasilan *chassis*, terutama jika digunakan untuk kompetisi balap. Studi ini berfokus pada analisis desain *chassis* awal menggunakan *Autodesk Inventor 2020* untuk menguji *displacement* dan tegangan. Ketika *chassis* menerima pembebanan statis dan dinamis adalah masalah yang kompleks dan perlu dihitung secara rinci.

Fungsi *Chassis* dalam kendaraan adalah menyangga beban yang berasal dari bodi dan beban penumpang. Kekuatan chassis menyangga beban menjadi target utama seorang perancang. *Chassis* mobil yang kuat dirancang agar dapat melindungi pengemudinya dari kecelakaan, baik itu berupa benturan dari arah depan, belakang, samping (*side impact*), ataupun mobil terguling (*rollover*). Ketika mobil balap terguling, resiko cedera di bagian kepala sangat besar dihadapi oleh pembalap.

3. Metodologi

Penelitian yang dilaksanakan adalah berupa simulasi. Untuk simulasi dilakukan dengan aplikasi *Autodesk Inventor 2020* guna mengetahui nilai *displacement*, tegangan normal dan tegangan geser rangka pada kendaraan jenis *urban concept* sesuai regulasi *Shell Eco Marathon Asia*.

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan Laboratorium Komputasi dan rekayasa Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat , Kalimantan selatan, dengan waktu Pelaksanaan mulai dari bulan Oktober 2020 sampai dengan bulan Desember 2020.

Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Perangkat *computer* / laptop dengan spesifikasi:
 - Type prosesor : Intel® Core™ i7-8750H CPU @2,20 GHz
 - Memory : 16384 Mbytes RAM DDR4
 - Display Memory : GeForce® GTX 1050 with 4GB GDDR5
 - Display mode : 1920x1080 (64bit) (60Hz)
 - Direct x version : DirectX 12
 - Storage : 256 GB SDD and 1 TB HDD
- b. *Software Autodesk Inventor 2020*

Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Persiapan Alat

Pada tahap awal, mempersiapkan alat yang digunakan yaitu menyiapkan *software Autodesk Inventor 2020* pada perangkat komputer / laptop.

b. Pembuatan Desain 3D Model

Pada tahap ini, proses yang dilakukan adalah membuat desain rangka utama *urban concept* sesuai dengan regulasi *shell eco marathon asia*.

c. Geometri variasi profil

Pada penelitian ini digunakan 3 geometri variasi profil, yaitu ketebalan dan ukuran batang *hollow* yang berbeda yaitu :

1. Geometri variasi profil 1 menggunakan batang *hollow* persegi panjang 60 x 30 mm tebal 5 mm dan pipa *hollow* 21.3 mm tebal 5 mm.
2. Geometri variasi profil 2 menggunakan batang *hollow* persegi panjang 70 x 40 mm tebal 4 mm dan pipa *hollow* 26.9 mm tebal 4 mm.
3. Geometri variasi profil 3 menggunakan batang *hollow* persegi panjang 80 x 40 mm tebal 2.9 mm dan pipa *hollow* 33.7 mm tebal 3.2 mm.

Material yang digunakan adalah aluminium 6061 untuk 3 geometri variasi profil tersebut.

d. Pengujian Sampel Menggunakan *Frame Analysis Autodesk Inventor 2020*

Untuk menguji sampel tersebut, maka diberikan perlakuan berupa simulasi pembebanan statis sesuai regulasi *shell eco marathon asia*. Pembebanan tersebut berupa:

1. Beban yang diterima rollbar sebesar 700 N
 2. Beban yang diterima pada tempat pengemudi sebesar 700 N
 3. Beban yang diterima pada tempat mesin sebesar 200 N
- e. Analisa

Berdasarkan hasil pengujian sampel, maka dapat diketahui *output* analisis berupa data besaran *displacement*, tegangan normal dan tegangan geser yang ditampilkan dalam kontur warna pada geometri rangka serta angka-angka pada sampel tersebut. Setelah *output* diketahui, kemudian dapat dibandingkan bagaimana hasil dari masing - masing geometri variasi profil rangka utama tersebut.

Jadwal Penelitian

Penelitian kali ini dilaksanakan di rumah penulis pada tanggal 20 Oktober – 10 Desember 2020 dengan menggunakan *software Autodesk inventor 2020*.

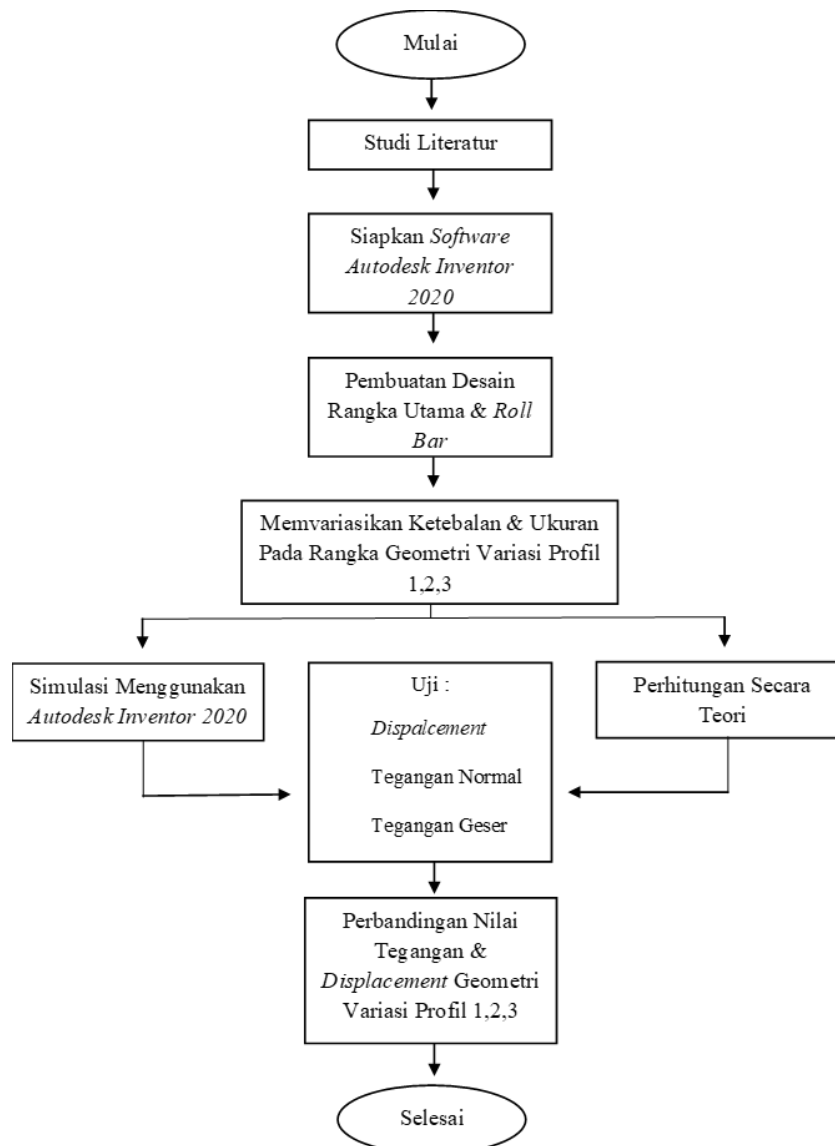
Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode simulasi. Variabel yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a) Variabel bebas yang digunakan adalah geometri variasi profil dari ketebalan dan ukuran batang *hollow* yaitu :
 - Geometri variasi profil 1 menggunakan batang *hollow* persegi panjang 60 x 30 mm tebal 5 mm dan pipa *hollow* 21.3 mm tebal 5 mm.
 - Geometri variasi profil 2 menggunakan batang *hollow* persegi panjang 70 x 40 mm tebal 4 mm dan pipa *hollow* 26.9 mm tebal 4 mm.
 - Geometri variasi profil 3 menggunakan batang *hollow* persegi panjang 80 x 40 mm tebal 2.9 mm dan pipa *hollow* 33.7 mm tebal 3.2 mm.
- b) Variabel terikat yang digunakan adalah material yang dipakai untuk rangka utama dan roll bar adalah aluminium 6061 dan pengujian rangka utama dan roll bar akan diberikan beban statis sesuai regulasi *Shell Eco Marathon Asia* yang bertujuan untuk mengetahui hasil *displacement* dan tegangan.
- c) Variabel kontrol yang digunakan adalah untuk mengetahui hasil pengujian rangka yang telah dibuat dengan menggunakan bantuan aplikasi *Autodesk Inventor 2020*.

Diagram Alir

Adapun urutan penelitian adalah seperti pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil simulasi dari setiap rangka geometri variasi profil 1,2 dan 3 adalah sebagai berikut.

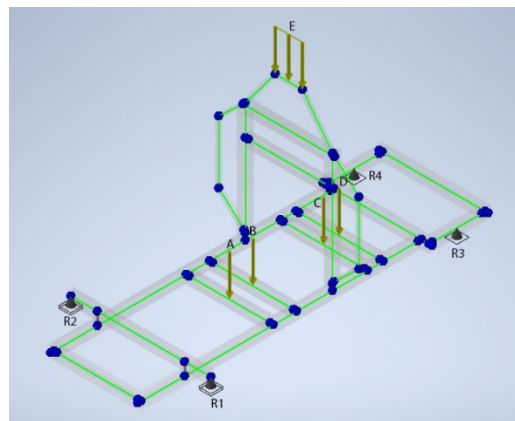
Tabel 1. Hasil simulasi Rangka

Nama	Rangka Geometri Variasi Profil 1	Rangka Geometri Variasi Profil 2	Rangka Geometri Variasi Profil 3
		60 x 30 tebal 5 mm	70 x 40 tebal 4 mm
	21.3 tebal 5 mm	26.9 tebal 4 mm	33.7 tebal 3.2 mm
	Maksimum	Maksimum	Maksimum
Volume	9320.053 m ³	9716985 mm ³	8200019 mm ³
Massa	25.164 Kg	26.236 Kg	22.140 Kg
Displacement	4.314 mm	2.602 mm	2.351 mm
Tegangan Normal	29.5 MPa	20.78 MPa	21.43 MPa
Tegangan Geser	2.577 MPa	2.384 MPa	2.266 MPa

Dari hasil penghitungan dan simulasi pada Tabel 1, dengan menggunakan aplikasi *Autodesk inventor 2020* maka didapatkan perbandingan nilai volume, massa, *displacement*, tegangan normal dan tegangan geser yang terjadi pada rangka geometri variasi profil 1,2 dan 3, dimana rangka geometri variasi profil 3 dengan menggunakan batang hollow 80 x 40 mm tebal 2.9 mm dan pipa hollow 33.7 mm dan tebal 3.2 mm adalah yang cukup kuat dan memiliki bobot paling ringan.

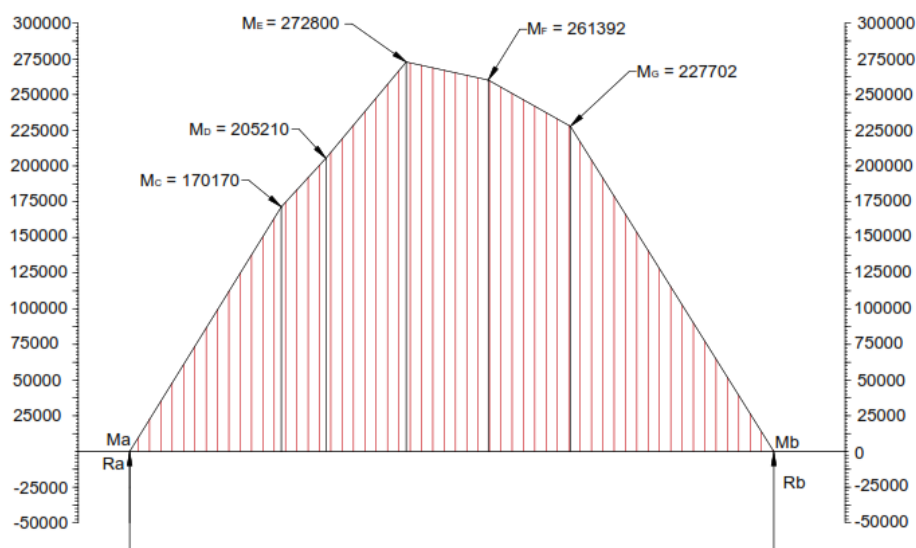
Hasil Perhitungan Secara Teori

Setelah mendapatkan hasil simulasi dengan menggunakan aplikasi *Autodesk inventor 2020*, maka dilakukan perhitungan secara manual untuk membandingkan hasil yang didapat dengan menggunakan aplikasi *Autodesk Inventor 2020* dengan hasil perhitungan secara manual. Rangka yang digunakan untuk perhitungan secara manual adalah rangka geometri variasi profil 3. Dibawah ini adalah penempatan beban pada rangka. Untuk penempatan beban yang diterima pada rangka disimbolkan dengan A dan B sebagai beban pengemudi, simbol C dan D sebagai beban mesin, simbol E sebagai beban pada *roll bar*, sedangkan penempatan titik tumpu disimbolkan R1 dan R2 sebagai titik tumpu roda depan dan simbol R3 dan R4 sebagai titik tumpu roda belakang.



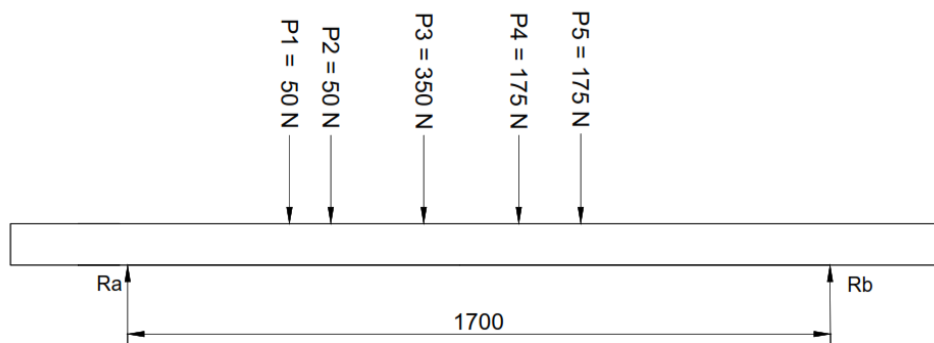
Gambar 2. Penempatan Titik Tumpu Dan Beban Pada Rangka

- A. beban pengemudi bagian depan = 350 N
- B. beban pengemudi bagian belakang = 350 N
- C. beban mesin bagian depan = 100 N
- D. beban mesin bagian belakang = 100 N
- E. beban yang diterima oleh *roll bar* = 700 N

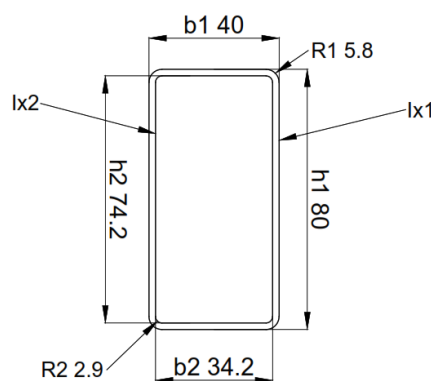


Gambar 3. Diagram Bidang Momen Lentur Pada Rangka geometri variasi profil 3

Displacement atau pergerakan yang terjadi akibat beban yang terdapat pada rangka dengan posisi nilai terbesar berada pada tengah tengah rangka.



Gambar 4. Diagram Benda Bebas Rangka Sampel 3



Gambar 5. Penampang Aluminium *Hollow* Rangka geometri variasi profil 3

Tabel 2. Perbandingan hasil perhitungan secara simulasi dengan teori pada rangka geometri variasi profil 3.

Nama	Hasil Simulasi	Hasil Perhitungan Teori
<i>Displacement</i>	2,351 mm	2,336 mm
Tegangan normal	21,43 MPa	21,45 MPa
Tegangan geser	2,266 MPa	2,266 MPa

Berdasarkan Tabel 2 terdapat perbedaan simpangan sebesar 0.7% untuk *displacement* dan 0.09% untuk tegangan normal, sedangkan simpangan untuk tegangan gesernya adalah 0%. Menunjukkan bahwa antara teori dan simulasi sudah sesuai, parameter yang dipilih tepat.

5. Kesimpulan

Hasil simulasi dengan menggunakan aplikasi *Autodesk inventor* maka didapatkan perbandingan nilai volume, massa, *displacement*, tegangan normal dan tegangan geser yang terjadi pada rangka geometri variasi profil 3 dengan menggunakan batang hollow 80 x 40 mm tebal 2.9 mm dan pipa hollow 33.7 mm dan tebal 3.2 mm adalah yang cukup kuat dan memiliki bobot paling ringan dengan nilai *displacement* 2,351 mm, tegangan normal 21,43 MPa dan tegangan geser 2,266 MPa, sedangkan perhitungan secara teoritis didapatkan perbandingan nilai volume, massa, *displacement*, tegangan normal dan tegangan geser secara berturut-turut adalah 2,336 mm, 21,45 MPa, dan 2,266 MPa.

Daftar Pustaka

- [1] Frick, H. *Mekanika Teknik, Statika Dan Kegunaanya 2*. Yogyakarta: Kanisius. 1979.

- [2] Gere & Timoshenko. *Mekanika Bahan, Jilid 1, Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga 2012.
- [3] Hidayat T., Nazaruddin & Syafri. *Perancangan Dan Analisis Statik Chassis Kendaraan Shell Eco Marathon Tipe Urban Concept*. Jom FTEKNIK, Vol. 4, no 2, hlm 1-6. 2017.
- [4] Laka O., Nazaruddin & Syafri. *Perancangan Dan Analisis Statik Sistem Rangka Mobil Hemat Energi "Asykar Hybrid Universitas Riau"*. Jom FTEKNIK, Vol 5, Edisi 2, hlm 1-6. 2018.
- [5] Isworo, H. *Permodelan Analisis Pengaruh Tinggi Main Roll Hoop Terhadap Tegangan dan Displacement Pada Mobil Formula Student Automotive Engineering*. SJME Kinematika, Vol 2, No 1, hlm 37-51. 2017.
- [6] Isworo H., Ghofur, A., Cahyono, G. R., & Riyadi, J. S. "Analisis Displacement Pada Chassis Mobil Listrik Wasaka". *Jurnal Teknik Mesin*, Vol 6, no.2, hlm 94 – 104. 2019.
- [7] Mott, R. L., Untener J. A. *Applied Strength Of Materials, 6th Edition, SI Units Version*. Boca Raton: CRC Press. 2018.
- [8] Popov, E. P. & Zainul A. *Mekanika Teknik*. Jakarta: Erlangga. 1993.
- [9] Salafuddin, H. "Desain dan Analisis Kekuatan Pada Rangka Kendaraan Jenis Prototype Sesuai Standar Shell Eco Marathon Asia". Skripsi. Fakultas Teknik, Teknik Mesin, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta. 2016.
- [10] Setiawan, A. *Analisis Struktur*. Jakarta: Erlangga. 2015.
- [11] Shell Eco-Marathon. *Shell eco marathon 2020 official rules chapter 1*, page 14-21. 2020.
- [12] Siswanto R., Subagyo, R., Isworo, H., Gapsari, F. *Modeling Analysis Of The Effect Of The Main Rollhoop Length On The Strength Of Formula Student Chassis*. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. hlm 22-29. 2019.
- [13] Wesli. *Mekanika Rekaya, Edisi Pertama*. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2010.
- [14] Widhiada, I. W. *Manual Module (Introduction) Training Mechanical Engineering Drawing And Desain Dengan Menggunakan Software Autodesk Inventor Versi 2014 Dan 2017*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Bali. 2017.