

PERANCANGAN DAN ANALISIS STATIK CHASSIS KENDARAAN SHELL ECO MARATHON TIPE URBAN CONCEPT

Taufik Hidayat¹,Nazaruddin²,Syafri³

Laboratorium, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

¹taufiikt10@gmail.com, ²nazaruddin@eng.unri.ac.id, ³prie_00m022@yahoo.com

Abstract

In order to realize the energy-efficient car, there are many factors to be considered. One of them is the design of the chassis structure, which serves as a place of support for all components of the vehicle and the driver. The chassis design process starts from the selection of order type, material selection, model design and continued with static analysis. Static analysis is done in a manual way by calculating and using autodesk inventor software. The process of static analysis is in the engine, driver and driver. After the static analysis process continued with the manufacture of components and assembly. Chassis made with length of chassis 2060 mm x width 600 mm. And its chassis structure uses hollow aluminum 40 mm x 40 mm x 2 mm and hollow aluminum 25 mm x 25 mm x 2 mm. Based on the results of static analysis with manual calculations, obtained the maximum stress on the main stem 18,3 MPa And deflection main stem 3.35 MPa. Analyzes by using the autodesk inventor software obtained maximum stress on the main stem 19.4 MPa And deflection on the main bar rod 3.54 mm. The result of the minimum security factor using the inventory autodesk software 10.5. It was concluded that the chassis was still within the limits allowed in load modeling as defined and the main frame proved safe to use.

Key Word : Chassis, Autodesk Inventor, Stress, Deformation, Energy Saving

1. Pendahuluan

Setiap tahunnya sebesar 10% cadangan dan produksi minyak bumi (fosil) di Indonesia mengalami penurunan [1]. Sedangkan tingkat populasi manusia kian meningkat yang berarti tingkat konsumsi terhadap minyak juga mengalami peningkatan. Tingkat konsumsi minyak rata-rata naik 6% pertahun [2]. Penurunan cadangan dan produksi minyak bumi di Indonesia terhadap naiknya populasi manusia merupakan hal sangat kontradiktif terhadap kelangsungan hidup manusia beserta aktivitas ekonomi dan sosial.

Meningkatnya konsumsi minyak bumi berpotensi menyebabkan terjadinya kelangkaan pada bahan bakar minyak. Sebagai solusi permasalahan tersebut maka diperlukan efisiensi penggunaan bahan bakar. Salah satu upaya untuk efisiensi penggunaan bahan bakar minyak bumi adalah dengan membuat mobil dengan konsep hemat energi. Pada jurusan Teknik Mesin Universitas Riau telah dilakukam penelitian pembuatan mobil tipe *urban concept*. Mobil ini memiliki bentuk fisik seperti mobil yang umumnya dipakai di daerah perkotaan yaitu terdiri dari empat roda dan satu orang penumpang. Agar konsumsi bahan bakar menjadi irit, pada mobil ini semua komponen dingunakan harus di rencanakan dengan matang, agar memiliki berat yang minimum dengan kekuatan yang memenuhi *standard* desain. Salah satunya adalah pembutan *Chassis* kendaraan.

Semua beban dalam kendaraan baik itu penumpang, mesin, sistem kemudi, dan segala

peralatan kenyamanan semuanya diletakan di atas rangka [3]. Oleh karena itu setiap kontruksi rangka harus mampu untuk menahan semua beban dari kendaraanya [3]. Sedangkan untuk *chassis* adalah merupakan satu bagian dari kendaraan, atau dengan kata lain adalah bagian yang tinggal bila bodi mobil dilepaskan keseluruhannya, untuk bagian *chassis* itu sendiri terdiri dari rangka, mesin, pemindah tenaga, sistem kemudi, sistem suspensi, sistem rem dan kelengkapan lainnya [3]. Semua batang yang disambung secara kaku (jepit) mampu menahan gaya aksial, gaya normal, dan momen [3]. Elemen rangka merupakan elemen dua dimensi dan kombinasi antara elemen *truss* dan *beam*, sehingga ada tiga macam simpangan pada setiap titik nodal yaitu simpangan horisontal, vertikal, dan rotasi. Oleh karena itu, dibutuhkan material yang kuat untuk memenuhi spesifikasi tersebut [3].

Sebelum sebuah produk dibuat, terlebih dahulu dilakukan proses perancangan. Perancangan adalah kegiatan awal dari suatu rangkaian dalam proses pembuatan produk [4]. Pada tahap perancangan tersebut dibuat keputusan-keputusan penting yang mempengaruhi kegiatan-kegiatan lain yang menyusulnya [4].

Tujuan penelitian ini adalah merancang bentuk *Chassis* yang cocok untuk Shell Eco-Marathon tipe *Urban Concept* serta menghitung dan mensimulasikan *Chassis* pembebanan statik pada kendaraan sehingga diketahui batasan aman dari desain *Chassis* yang dirancang dan membuat

Chassis sesuai dengan gambar teknik hasil perancangan.

2. Metodologi

Chassis yang akan dibuat yaitu Chassis kendaraan hemat energi tipe *urban concept* dengan jenis Chassis *ladder frame* dengan bahan utama *aluminium square hollow* jenis AA 6061. Adapun perancangan chassis ini dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Pemilihan Chassis dan Material

Dalam penelitian ini, model chassis yang dipilih adalah tipe *ladder frame*. *Ladder Frame* adalah dua batang panjang yang menyokong kendaraan dan menyediakan dukungan yang kuat dari berat beban dan umumnya berdasarkan desain angkut [6]. Pemilihan model ini didasari pada kriteria-kriteria yang diinginkan menggunakan matrik pengambilan keputusan dengan melakukan perbandingan terhadap jenis-jenis chassis yaitu: 1) *ladder frame*, 2) *Tubular space frame*, 3) *monocoque*, dan 4) *aluminium chassis frame*. Hasil matrik pengambilan keputusan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Matrik Pengambilan Keputusan Jenis Chassis

No	Kriteria seleksi	Jenis Chassis				
		bobot	1	2	3	4
1	Kuat	9	6	9	9	7
2	Komponen tidak banyak	8	8	5	4	4
3	Biaya pembuatan	8	6	8	5	4
4	Kebutuhan Regulasi SEM	10	10	5	5	5
5	Kemungkinan diproduksi	8	8	7	5	5
Total keseluruhan bobot		38	34	28	25	

Untuk pemilihan bahan material yang digunakan dalam proses produksi didasarkan pada material yang banyak digunakan oleh pemenang kompetisi Shell Eco-Marathon dari tahun-tahun sebelumnya [5]. Selain itu pemilihan material juga didasarkan pada hasil simulasi pembebanan menggunakan *software autodesk inventor* yang bekerja pada chassis. Jenis material yang digunakan oleh pemenang perlombaan pada tahun-tahun sebelumnya adalah material *aluminium* dan pada akhirnya jenis material *aluminium AA6061* yang digunakan.

2.2 Sistem Manufaktur

Berdasarkan desain, pembuatan chassis dilakukan dengan menggunakan sistem sambungan T seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2. Sambungan T dibuat dari material baja karbon dan disatukan dengan proses pengelasan. Lobang yang terdapat di kedua ujung sambungan T nantinya digunakan untuk memasukan material rangka yang akan disatukan.

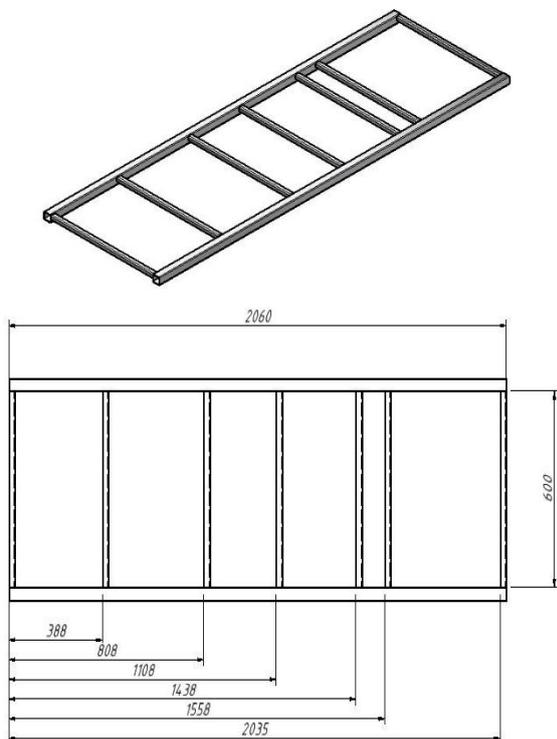


Gambar 2. Sambungan T

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil perancangan struktur chassis kendaraan hemat energi tipe *urban concept* dengan jenis chassis *ladder frame* diperlihatkan pada Gambar 3.

Dimana struktur *chassis* ditopang oleh dua batang utama dan diperkuat oleh tujuh batang penumpu. Dimensi yang digunakan disesuaikan dengan dimensi dari desain bodi kendaraan.



Gambar 3. Hasil desain

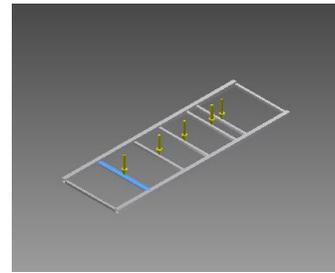
Dari gambar didapatkan dimensi keseluruhan *chassis*. Berikut ini adalah dimensi *chassis* dari kendaraan:

Panjang : 2060 milimeter
 Lebar : 600 milimeter

Berdasarkan hasil desain, *chassis* dengan bahan utama *aluminium square hollow* jenis AA 6061. *Chassis* memiliki ukuran panjang 206 cm dan lebar 60cm. *Chassis* disusun oleh dua batang utama berupa *aluminium 40 x40 x 2 mm* dan diperkuat oleh tujuh batang penumpu *aluminium* ukuran 25x 25 x 3 mm dengan 14 unit sambungan.

A. Pembebanan Pada *Chassis* Kendaraan Tipe *Urban Concept*

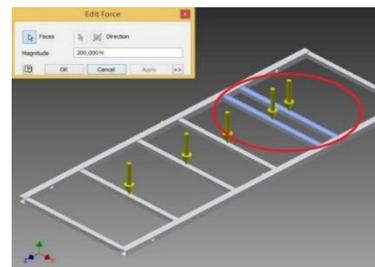
Berikut ini gambar beban yang diterima oleh *Chassis* kendaraan tipe *urban concept* pada Gambar 4. Dengan asumsi berat pengemudi 70 kg dimana berat badan pengemudi adalah 60 kg yaitu 80% dari berat pengemudi dan untuk berat kaki pengemudi 20% dari berat pengemudi yaitu 10 kg serta berat mesin sebesar 40 kg.



Gambar 4. Gambar Beban Yang Diterima Oleh *Chassis*

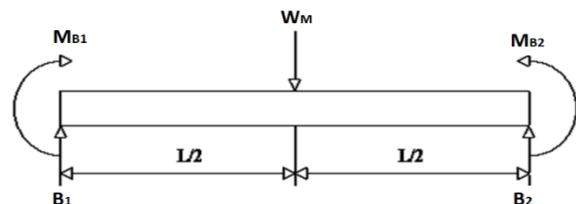
1. Analisis Batang Dudukan Mesin

Bagian ini terdiri dari dua batang penumpu dapat di lihat pada Gambar 5. Bagian *chassis* ini menggunakan *aluminium hollow* dengan ukuran 25 x 25 mm, ketebalan 3 mm dan menerima beban sebesar 40 kg. Dari rancangan yang telah dikerjakan, diketahui juga panjangnya yaitu L = 600 mm.



Gambar 5 Bagian Pemodelan Gaya Dudukan Mesin

Maka diagram benda bebas dari batang dudukan mesin ini ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Diagram Benda Bebas Batang Dudukan Mesin

Karena mesin ditumpu oleh 2 batang yaitu batang B dan C, massa mesin dibagi menjadi 2.

$$m_M = \frac{40 \text{ kg}}{2} = 20 \text{ kg}$$

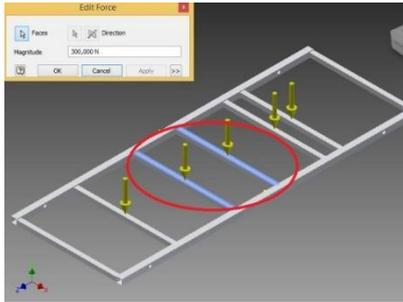
Maka beban berat yang diterima *chassis* adalah

$$W_M = m_M \times g$$

$$W_M = 196,2 \text{ N}$$

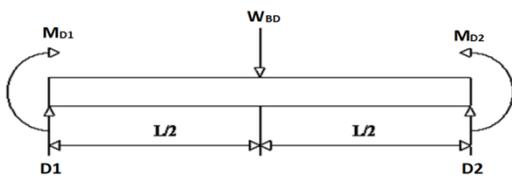
2. Analisis Batang Dudukan Badan Pengemudi

Bagian *chassis* ini menggunakan *aluminium hollow* dengan ukuran 25 x 25 mm dengan ketebalan 3 mm dan menerima beban sebesar 60 kg dapat dilihat pada Gambar 7. Dari rancangan yang telah dikerjakan, diketahui juga panjangnya yaitu L = 600 mm.



Gambar 7. Bagian Pemodelan Gaya Badan Pengemudi

Maka diagram benda bebas dari batang dudukan badan pengemudi ini ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram Benda Bebas Batang Dudukan Badan Pengemudi

Karena badan pengemudi ditumpu oleh 2 rangka yaitu rangka D dan E, massa badan pengemudi dibagi menjadi 2.

$$m_{BD} = \frac{60 \text{ kg}}{2} = 30 \text{ kg}$$

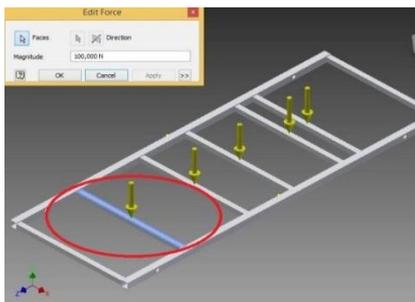
Beban yang diterima *chassis* adalah:

$$W_{BD} = m_{BD} \times g$$

$$W_{BD} = 294,3 \text{ N}$$

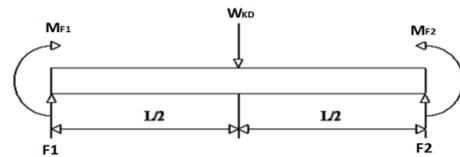
3. Analisis Batang Dudukan Kaki Pengemudi

Bagian *chassis* ini menggunakan aluminium *hollow* dengan ukuran 25 x 25 mm dengan ketebalan 3 mm dan menerima beban sebesar 10 kg. Dari rancangan yang telah dikerjakan, diketahui juga panjangnya yaitu $L = 600 \text{ mm}$. Bagian ini hanya terdiri dari satu batang penumpu/pendukung sehingga untuk beban yang ada tidak perlu dibagi dua seperti pada dudukan mesin dan badan pengemudi terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Bagian Pemodelan Gaya Dudukan Kaki Pengemudi

Maka diagram benda bebas dari batang dudukan kaki pengemudi ini ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Diagram Benda Bebas Batang Dudukan Kaki Pengeemudi

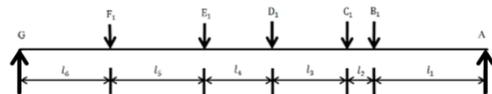
Beban yang diterima *chassis* adalah

$$W_{KD} = m_{KD} \times g$$

$$W_{KD} = 98,1 \text{ N}$$

4. Analisis Batang utama

Berbeda dengan batang penumpu, batang utama berfungsi menahan semua beban yang diterima oleh sistem rangka yaitu beban kombinasi dari mesin, pengemudi dan berat sendiri. Menggunakan aluminium *hollow* dengan ukuran 40 x 40 mm dengan ketebalan 2 mm. maka diagram benda bebas batang utama dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Diagram Benda Bebas Batang Utama

Berdasarkan hasil perhitungan manual yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil seperti yang di tunjukkan oleh Tabel 3.

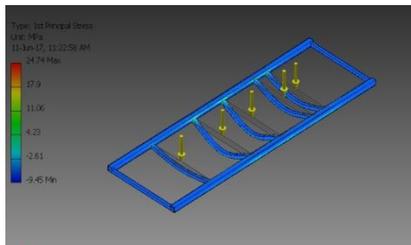
Tabel 2. Hasil Analisis Statik Rancangan Secara Manual

No	Hasil analisis	Bagian Yang Dianalisis			
		Mesin	Badan driver	Kaki driver	Batang Utama
1	Tegangan Maksimal (Mpa)	8,48	12,7	4,25	18,3
	Displacement (mm)	0,15	0,22	0,07	3,35

B. Analisis Statik Rancangan Menggunakan Autodesk Inventor

Analisis dengan bantuan perangkat lunak Autodesk Inventor terhadap batang utama dan batang pembantu/penumpu *chassis ladder frame* ialah untuk mengetahui kondisi rangka setelah mengalami pembebanan statik. Simulasi pembebanan dilakukan dengan cara memberikan gaya pada masing-masing batang *chassis* sebesar beban yang akan diterima batang tersebut. Simulasi

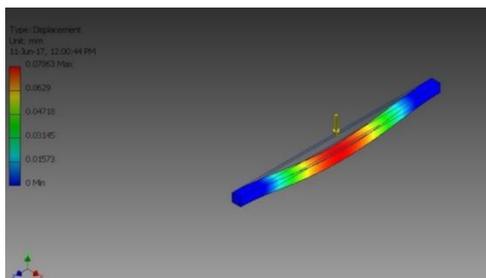
pembebanan statik diperlihatkan pada Gambar 12. Dari gambar 12 menunjukkan nilai tegangan maksimal yang bekerja adalah senilai 24,74 MPa yang terletak pada bagian tumpuan batang badan pengemudi.



Gambar 12. Bentuk Simulasi Pembebanan

1. Analisis Pada Dudukan Mesin

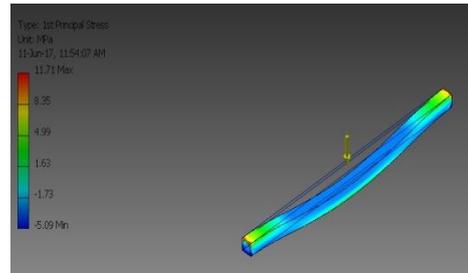
Pada dudukan mesin ini, bagian *chassis* menerima pembebanan sebesar 40 kg yang terbagi dua merata pada dua batang penopang dudukan mesin yang mana masing masing batang penopang akan menerima beban sebesar 20 kg yang berkerja pada arah sumbu y. Dari hasil analisis menggunakan *Autodesk Inventor* didapatkan hasil tegangan *prinsipal* adalah senilai 7,805 MPa, *Displacement* maksimal sebesar 0,07863 mm dan nilai *safety factor* sebesar 15. Salah satunya ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Hasil *Displacement*

2. Analisis Pada Dudukan Badan Pengemudi

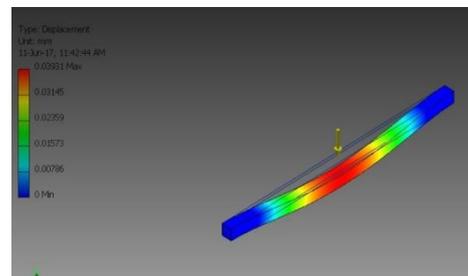
Pada dudukan badan pengemudi ini, bagian *chassis* menerima pembebanan sebesar 60 kg yang terbagi dua merata pada dua batang penopang dudukan badan pengemudi yang mana masing masing batang penopang akan menerima beban sebesar 30 kg yang berkerja pada arah sumbu y. Dari hasil analisis menggunakan *Autodesk Inventor* didapatkan hasil tegangan *prinsipal* adalah senilai 11,71 MPa, *Displacement* maksimal sebesar 0,1179 mm dan nilai *safety factor* sebesar 15. Salah satunya ditunjukkan pada Gambar 14 berikut:



Gambar 4. Hasil Tegangan *Prinsipal*

3. Analisis Pada Dudukan kaki pengemudi

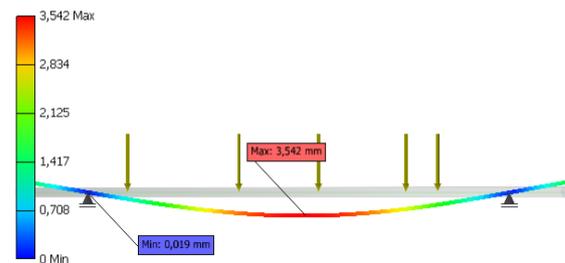
Pada dudukan badan pengemudi ini, bagian ini hanya di topang oleh satu batang *chassis* penopang yang menjadi dudukan kaki pengemudi dengan menerima pembebanan sebesar 10 yang berkerja pada arah sumbu y. Dari hasil analisis menggunakan *Autodesk Inventor* didapatkan hasil tegangan *prinsipal* adalah senilai 3,905 MPa, *Displacement* maksimal sebesar 0,03931 mm dan nilai *safety factor* sebesar 15. Salah satunya ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15. Hasil *Displacement*

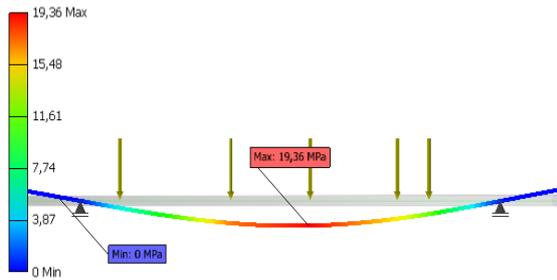
4. Analisis Pada Batang Utama

Beban yang terjadi pada rangka ini disebabkan oleh komponen yang bekerja pada *chassis* utama. Pemodelan pembebanan pada rangka dilakukan dengan memberikan beban utama yang bekerja pada rangka. Dari hasil analisis yang ditunjukkan pada Gambar 16. Didapatkan hasil deformasi maksimal sebesar 3,542 mm yang terletak pada bagian tengah batang.



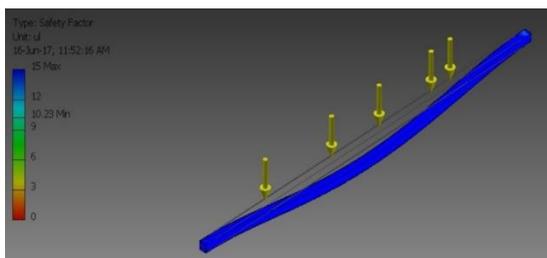
Gambar 16. Hasil *Displacement*

Gambar 17. Menunjukkan nilai tegangan maksimal yang bekerja pada bagian ini adalah senilai 19,36 MPa yang terletak pada bagian tumpuan batang.



Gambar 17. Hasil Tegangan *Prinsipal*

Gambar 18. menunjukkan hasil analisa untuk tingkat keamanan (*safety factor*) dengan adalah sebesar 10,5.



Gambar 18. Hasil *Safety Factor*

Berdasarkan hasil analisis statik menggunakan *Autodesk Inventor* yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil seperti yang di tunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Statik Rancangan *Autodesk Inventor*

No	Hasil analisis	Bagian Batang Penumpu Yang Dianalisis			
		Mesin	Badan driver	Kaki driver	Batang Utama
1	Tegangan Maksimal (Mpa)	7,80	11,71	3,90	24,7
2	<i>Displacement</i> (mm)	0,08	0,12	0,04	19,4
3	<i>Safety Factor</i>	15	15	15	3,54

4. Simpulan

Dari pembahasan penelitian rancang bangun *chassis* kendaraan hemat energi tipe *urban concept* konsep ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah diperoleh desain CAD bentuk fisik *chassis* kendaraan hemat energi dengan dimensi panjang 206 cm dan lebar 60 cm.
2. Berdasarkan hasil simulasi pembebanan statik menggunakan *autodesk inventor* diperoleh tegangan maksimum yang terjadi pada sebesar 19,36 MPa dengan defleksi sebesar 3,542 mm.
3. Dari perhitungan secara manual diperoleh tegangan maksimum yang terjadi pada struktur *chassis* sebesar 18,3 MPa. Dengan defleksi sebesar 3,35 mm.
4. Pemilihan *aluminium AA 6010* sebagai material *chassis* dinyatakan aman karena memiliki *safety factor* besar dari satu yaitu sebesar 10,5.

Daftar Pustaka

- [1] Bambang. 2006. Biodiesel Sumber Energi Alternatif Pengganti Solar Yang Terbuat Dari Ekstraksi Minyak Jarak Pagar. Surabaya : Trubus Agrisarana
- [2] Suroso. 2005. Kilang Pengolahan BBM Dioptimalkan, *HarianPagi Jawa Pos* 11 Maret 2005.
- [3] Daryanto. 2004. *Reparasi Casis Mobil*. Jakarta : PT Rineka Cipta dan PT Bina Adiaksara.
- [4] Harsokoesoemo, Darmawan. 2004. *Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk) Edisi II*. Bandung: ITB
- [5] Nurhabib, Fedrian. 2011. "Perancangan, Pembuatan Dan Analisa Statik Rangka Utama Untuk Kendaraan Shell Eco-Marathon". Tugas Sarjana. ITB. Bandung.
- [6] Fadila, Ary. 2013. *Analisis Simulasi Struktur Chassis Mobil Mesin Usu Berbahan Besi Struktur Terhadap Beban Statik Dengan Menggunakan Perangkat Lunak Ansys 14.5*. Jurnal e-Dinamis, Volume. 6, No.2, Universitas Sumatera Utara. Medan.