

Perancanganchassis Mobil Listrik *Prototype* “Ababil” dan Simulasi Pembebanan Statik dengan Menggunakan Solidworks Premium 2016

Muh Alfatih Hendrawan^{1*}, Pramuko Ilmu Purboputro², Meda Aji Saputro³, Wayan Setiyadi⁴

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Email : alfatih@ums.ac.id

Abstrak

Keywords:
chassis, pembebanan,
simulasi, tegangan

Chassis merupakan bagian yang terpenting pada stabilitas kendaraan selain suspensi, ban, setir dan pengereman. Perancangan chassis ini bertujuan mendapatkan hasil yang optimal antara tingkat keamanan dan ukuran konstruksi chassis untuk kebutuhan mobil listrik prototype “Ababil” agar bisa kokoh menopang semua komponen yang melekat di chassis ini. Rancangan menggunakan desain rangka tipe ladder frame karena tipe ini sederhana tapi kokoh untuk menopang beban. Material yang digunakan adalah tipe Square Tube Aluminium Alloy 6063-T6. Untuk mendapatkan hasil yang akurat maka perancangan chassis menggunakan software SolidWorks Premium 2016. Dengan menggunakan fitur stress analysis yang dilengkapi dengan metode Finite Element Analysis (FEA) dapat diketahui fenomena yang terjadi pada struktur chassis mobil listrik yang telah dirancang sebelumnya, yaitu dengan hasil keluaran Von Mises Stress, Displacement dan Safety Factor. Dari hasil perancangan diperoleh dimensi keseluruhan chassis mobil listrik prototype “Ababil” yaitu panjang = 2300 mm, lebar = 620 mm, tinggi = 538 mm dan beban total 1059,48 N. Sedangkan hasil dari simulasi dengan fitur stress analysis diperoleh besar tegangan maksimum Von Mises Stress yang terjadi pada struktur chassis sebesar $2.15 \times 10^7 \text{ N/m}^2$. Defleksi maksimum yang terjadi pada chassis tersebut adalah 1,31 mm. Angka keamanan (safety factor) yang diperoleh dari analisa tersebut adalah sebesar 2,6. Simulasi rollbar untuk mengetahui kekuatan rangka rollbar dapat diketahui bahwa kekuatan rollbar kuat untuk menahan beban sebesar 700 N.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beberapa tahun belakangan ini pertumbuhan kendaraan sangatlah pesat, baik roda dua maupun roda empat. Jumlah kendaraan yang semakin meningkat ini berpengaruh terhadap konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) yang juga semakin meningkat serta menyebabkan polusi udara semakin parah (Suwarso, 2015). Oleh sebab itu banyak peneliti berlomba-lomba untuk menciptakan sebuah kendaraan yang ramah lingkungan dengan berbagai macam bentuk dan fitur, salah satunya yaitu mobil listrik (Putra, 2015). Geliat pengembangan mobil listrik nasional juga telah merambah ke tanah air (Samman, 2013). Diperlukan upaya untuk melakukan pengembangan mobil listrik secara luas seperti pengembangan chassis mobil listrik untuk menopang beban kendaraan, pengemudi, dan mesinnya.

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* (Hibbler, 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 maksimal melindungi bagian dalam mobil. Penelitian ini diusulkan untuk merancang dan simulasi *chassis* pada mobil listrik jenis prototipe “Ababil”.

Ababil merupakan nama mobil listrik tipe *prototype* yang dikembangkan oleh peneliti dari mahasiswa dan dosen teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Bagi masyarakat dan komunitas, riset ini merupakan inisiasi pengembangan mobil hemat energi dan ramah lingkungan yang akan memberikan dukungan konservasi energi pada skala nasional

Prototype adalah kendaraan masa depan dengan desain khusus yang memaksimalkan aspek aerodinamika untuk keperluan lomba. *Prototype* umumnya beroda tiga, depan dua roda dan belakang satu roda (Setyono, 2015). Banyak parameter penting yang dilakukan untuk upaya penghematan konsumsi energi pada mobil *prototype* ini antara lain: *chassis*, bentuk *body* mobil yang aerodinamis dan sistem *engine* (Hakim, 2016). Untuk itulah penelitian bertujuan untuk membuat *chassis* yang kuat dan ringan untuk mobil listrik jenis *prototype*.

1.2 Urgensi Dan Rasionalisasi Kegiatan

Kegiatan penelitian ini merupakan hasil dari identifikasi masalah yang ada yaitu tentang kebutuhan *chassis* yang kuat dan aman serta bagaimana mendesain *chassis* mobil listrik tipe *prototype* agar dapat menahan beban kendaraan, *driver*, dan mesin. Sangat dimungkinkan untuk pengoptimalan desain *chassis* yang ada dengan menggunakan software analisis *SolidWork Premium 2016* ini sehingga didapatkan hasil analisis dan simulasi berbagai macam kekuatan *chassis* dalam pembebanan.

1.3 Tujuan Kegiatan Penelitian

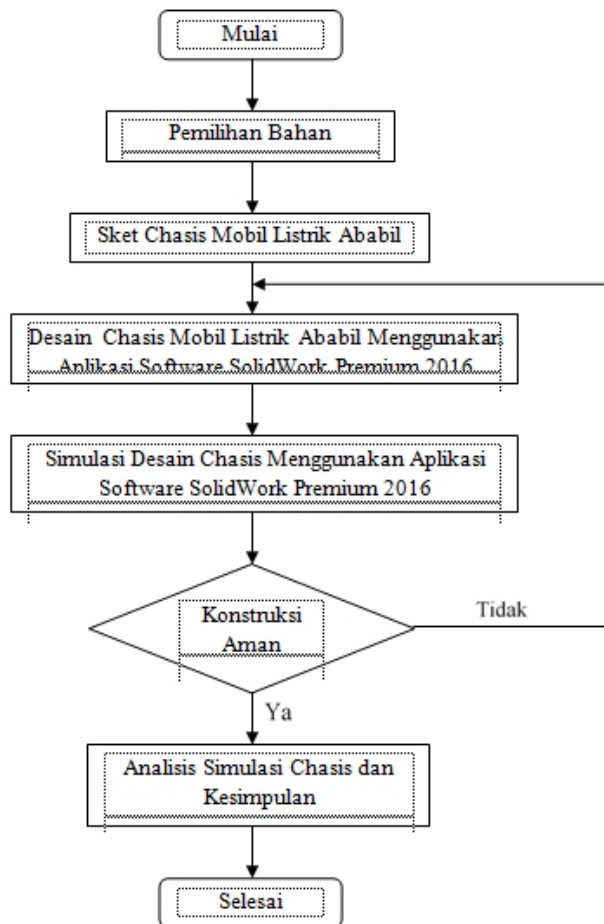
Perancangan *chassis* ini bertujuan mendapatkan hasil simulasi yang optimal antara tingkat keamanan dan ukuran konstruksi *chassis* untuk kebutuhan mobil listrik *prototype* “Ababil” agar bisa kokoh menopang semua komponen yang melekat di *chassis* ini.

1.4 Telaah Pustaka

Telaah Pustaka dilakukan dengan cara mencari dan mempelajari teks buku, jurnal penelitian, paper, serta literatur lain yang terkait dengan penelitian.

2. METODE

2.1 Rancangan Kegiatan



Gambar 1. Flow Chart Penelitian

2.2 Ruang Lingkup

Ruang Lingkup Penelitian ini yaitu :

- (i) Pemodelan desain dan Pemilihan Bahan,
- (ii) Simulasi desain chassis,
- (iii) Analisis hasil simulasi.

2.3 Software Pendukung

Penelitian analisis dan simulasi menggunakan software pendukungnya yaitu *SolidWork Premium 2016*.

2.4 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Tabel 1. Jadwal Kegiatan Penelitian

NO	Jenis Kegiatan	Waktu								Tempat
		Minggu ke								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Persiapan									Laboratorium CAD dan CAM Universitas Muhammadiyah Surakarta
2	Identifikasi Masalah									Laboratorium CAD dan CAM Universitas Muhammadiyah Surakarta
3	Proses Sket Desain Chasis									Laboratorium CAD dan CAM Universitas Muhammadiyah Surakarta
4	Proses Desain Chasis									Laboratorium CAD dan CAM Universitas Muhammadiyah Surakarta
5	Proses Simulasi Desain									Laboratorium CAD dan CAM Universitas Muhammadiyah Surakarta
6	Analisis Simulasi									Laboratorium CAD dan CAM Universitas Muhammadiyah Surakarta
7	Penyusunan Laporan									Laboratorium CAD dan CAM Universitas Muhammadiyah Surakarta

2.5 Sumber Data

Sumber data dihasilkan dari proses analisis dan simulasi menggunakan software pendukungnya yaitu *SolidWork Premium 2016*. Dengan menggunakan fitur stress analysis yang dilengkapi dengan metode *Finite Element Analysis (FEA)* dapat diketahui fenomena yang terjadi pada struktur chasis mobil listrik yang telah dirancang sebelumnya, yaitu dengan hasil keluaran *Von Mises Stress*, *Displacement* dan *Safety Factor*.

2.6 Teknik Pengumpulan Data

Metode yang dilakukan dalam pengumpulan data adalah mengadopsi regulasi pada standarisasi mobil listrik tipe prototype. Dengan mengacu pada standard yang ada maka dapat dilakukan penelitian terhadap object tersebut yaitu mengenai study kelayakan dari object tersebut, sehingga dapat diketahui perkembangan dari penelitian dari mobil listrik tipe *prototype* tersebut.

2.7 Teknik Analisis

1. Software SolidWork Premium 2016

SolidWork Premium 2016 adalah software pendukung untuk membantu proses desain suatu rancangan. Software ini jug merupakan sebuah program CAD (*Computer Aided Design*) yang memiliki kemampuan membuat model 2 dimensi maupun 3 dimensi yang berguna untuk membantu proses pembuatan desain prototype 2 dimensi maupun 3 dimensi secara visual. Banyak fitur penting yang ada di dalam software *SolidWork Premium 2016* ini diantaranya visualisasi 2 dimensi dan 3 dimensi pada desain, fitur simulasi pembebanan, simulasi aliran fluida pada desain, dan lain-lain. Dalam software ini seorang desainer dapat membuat sketsa 2 dimensi kemudian memodelkannya menjadi 3 dimensi untuk dilanjutkan proses pembuatan *prototype* visual.

2. Analisis Struktur pada SolidWork Premium 2016

a. Stress Analysis

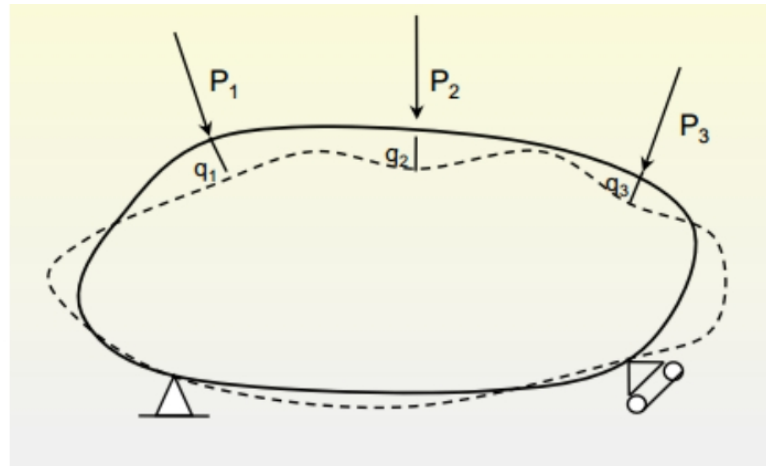
Stress Analysis merupakan salah satu alat pengujian struktur pada *Autodesk Inventor* yang dilakukan dengan menerapkan konsep *Finite Element Analysis (FEA)*. Cara kerjanya adalah dengan memecah suatu objek struktur yang akan diuji menjadi elemen – elemen berhingga yang saling terhubung satu sama lain

yang akan dikelola dengan perhitungan khusus oleh software, sehingga menghasilkan hasil yang lebih akurat (Saddam, 2013).

b. *Frame Analysis*

Selain *Stress Analysis*, pada *SolidWork Premium 2016* ini juga terdapat alat pengujian struktur yang lain, yaitu *Frame Analysis*. Konsep dari pengujian ini adalah dengan menerapkan ilmu mekanika teknik yaitu berkaitan dengan struktur *truss*, *beam*, dan *frame*. Input data beban dan tumpuan, sedangkan outputnya diagram tegangan, regangan dan *displacement* (Setyono B, 2015).

c. Prinsip Superposisi

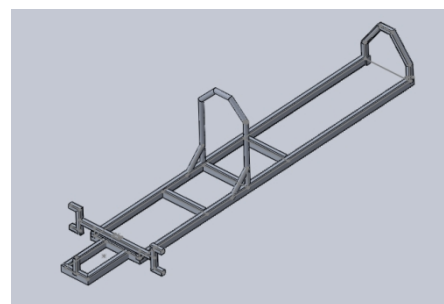
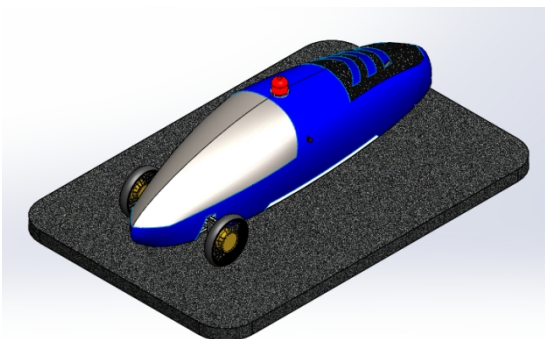


Gambar 2. *Displacement* pada prinsip superposisi

Sebuah obyek / struktur dikenai, katakanlah, tiga buah gaya P_1 , P_2 , dan P_3 . Pada lokasi dan arah yang sama dengan tiga gaya tsb, terjadilah *displacement* pada komponen sebesar q_1 , q_2 , dan q_3 (Sutantra I, 2001)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Chassis kendaraan didesain sesederhana mungkin dan ringan, memiliki kekuatan untuk menahan beban yang berat, serta ketangguhan saat digunakan terus menerus. Pada mobil listrik *prototype* Ababil, *chassis* mobil didesain menggunakan material *Aluminium Alloy 6063-T6* yang kuat dan ringan. *Chassis* ini didesain sesederhana mungkin dan ringan, memiliki kekuatan untuk menahan beban yang berat, serta ketangguhan saat digunakan terus menerus.



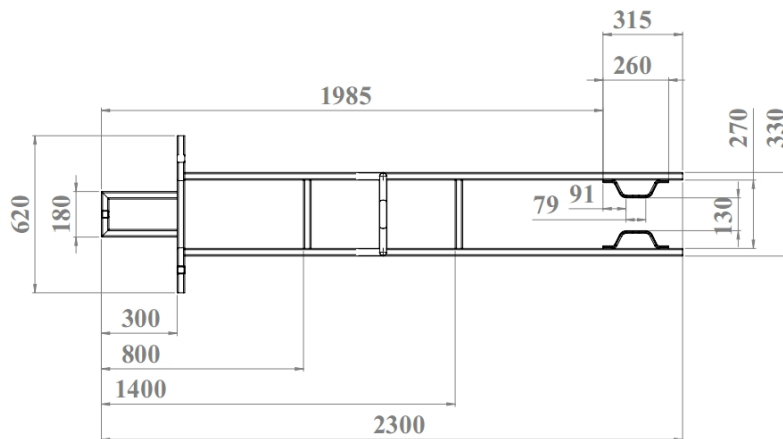
Gambar 3. Desain Mobil Listrik Prototype A babl Gambar 4. *Chassis Prototype* Ababil

3.1 Perancangan dan Pemilihan Bahan Chassis

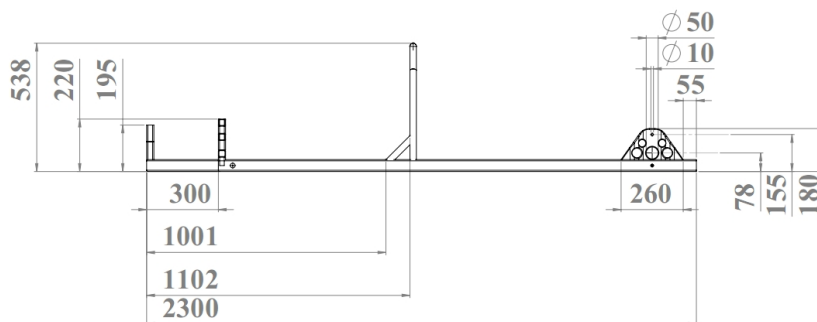
Dalam merancang *chassis* ada beberapa tahapan yang harus dilakukan yaitu:

Tahap pertama yaitu menggambar *chassis* yang akan dibuat dengan software gambar *SolidWorks Premium 2016* serta menganalisisnya agar mengetahui kekuatan dari *chassis* tersebut. Setelah menemukan analisa perhitungan yang sudah tepat, kemudian *chassis* dibuat sesuai model yang telah digambar dan dianalisa. Adapun jenis *chassis* yang dipilih adalah *Ladder Frame* yaitu rangka yang menyediakan dukungan kuat dari beban yang diterima. *chassis* ini memiliki desain sederhana menyerupai tangga.

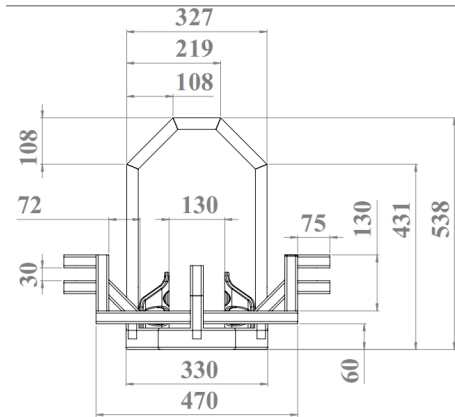
Material yang dipilih harus menyesuaikan dengan material yang tersedia di pasaran. Sementara itu untuk pengembangan dan riset ini tim menggunakan material aluminium paduan sebagai material *chassis* utama agar ringan tetapi tetap mengutamakan kekuatan dan keamanan.



Gambar 5. Desain *Chassis* Pandangan Atas



Gambar 6. Desain *Chassis* Pandangan Samping



Gambar 7. Desain *Chassis* Pandangan Depan Gambar

3.2 Analisa Metode Elemen Hingga

Metode Elemen Hingga (*Finite Element Analysis*) merupakan metode yang digunakan untuk mendapatkan hasil perhitungan yang akurat dengan mensimulasikan desain tersebut. Metode ini berguna untuk mendapatkan nilai *Defleksi*, Tegangan ijin maksimum, dan *Safety Factor*.

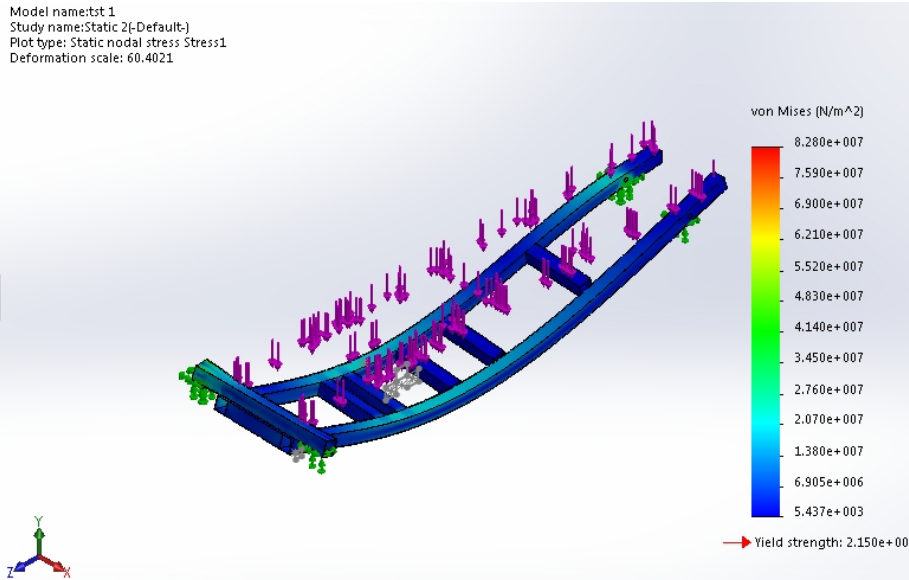
Dalam Proses Analisa *chassis* ini menggunakan *software Solidwork Premium 2016*. Material yang digunakan adalah *Rectangular Tube Aluminium Alloy 6063-T6* dengan dimensi 50x50mm, lebar 2,5 mm dengan spesifikasi berikut :

<i>Elastic Modulus</i>	= 69000 N/mm ²
<i>Poissons Ratio</i>	= 0,3
<i>Shear Modulus</i>	= 25800 N/mm ²
<i>Density</i>	= 2700 Kg/m ³
<i>Tensile Strength</i>	= 240 N/mm ²
<i>Yield Strength</i>	= 215 N/mm ²
<i>Thermal Expansion Coefficient</i>	= 2.34e-005 /K
<i>Thermal Conductivity</i>	= 209 W/(m.K)

Dalam Proses Analisa *chassis* ini diberikan beban total kendaraan ditambah beban *driver* dengan total yaitu sebesar 1059,48 N. Pusat beban diberikan diarea sekitar *Center of grafitiy* mobil.

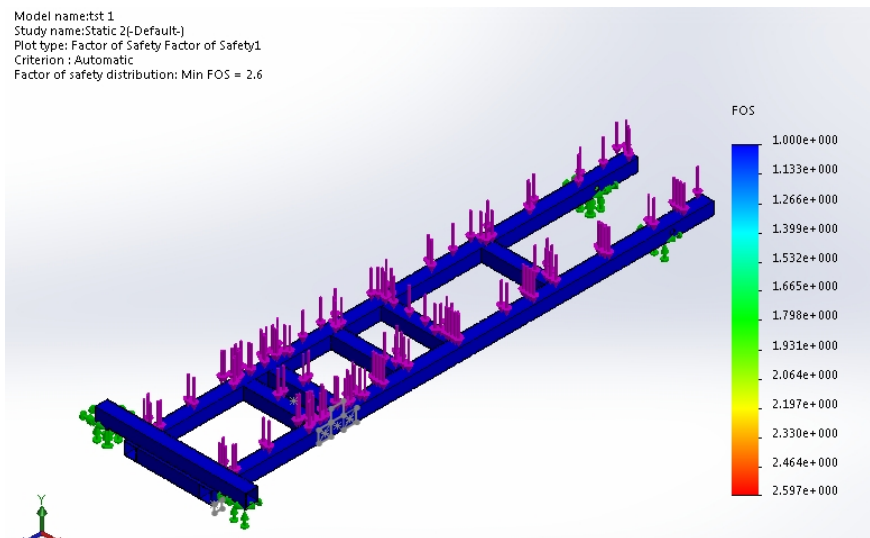
3.3 Hasil Simulasi

- Hasil yang didapat pada beban total kendaraan ditambah beban *driver* dengan total yaitu sebesar 1059,48 N. Hasil simulasi diperlihatkan pada gambar berikut:



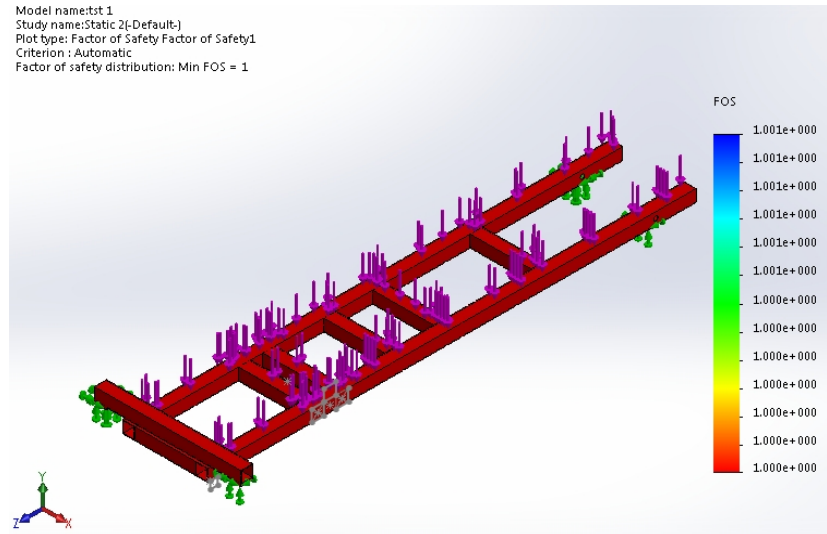
Gambar 8. Simulasi Tegangan pada beban total 1059,48 N

Tegangan ijin maksimum yang dialami rangka sebesar 2.15×10^7 N/m² dengan defleksi sebesar 1,31 mm. Dari pembebanan tersebut didapat *Factor of Safety* sebesar 2,6 seperti gambar berikut.

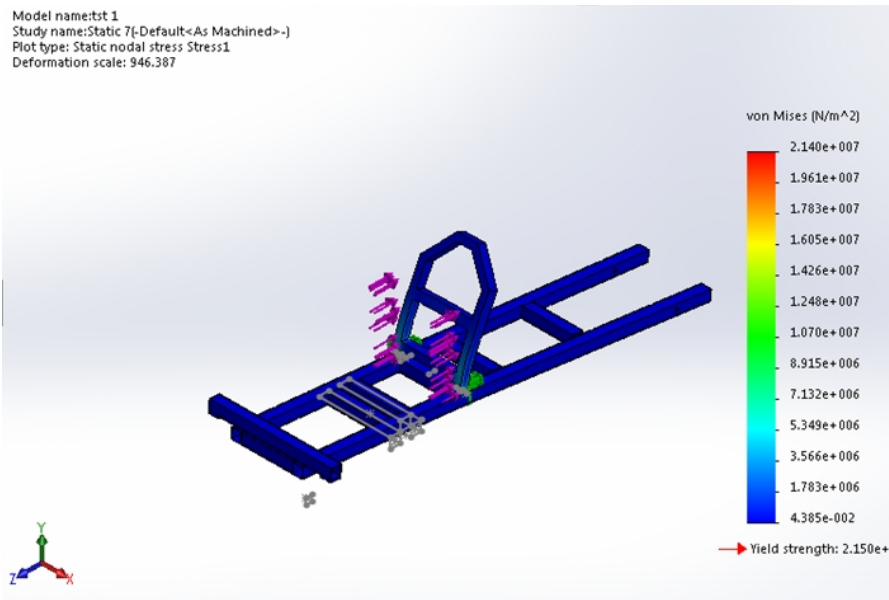


Gambar 9. *Factor of Safety* pada Pembebanan 1059,48 N

Nilai FOS = 2,6 sangat aman untuk rangka tersebut dan jauh dari FOS kritisnya sebesar 1. Dengan begitu rangka yang dirancang aman untuk digunakan.



Gambar 10. *Factor of Safety* Kritis pada Pembebanan 1059,48 N



Gambar 11. Simulasi *Rollbar* Tegangan pada beban total 700 N

Simulasi *rollbar* untuk mengetahui kekuatan rangka *rollbar* untuk menahan beban dari vertikal. Pada simulasi ini dapat diketahui bahwa kekuatan *rollbar* kuat untuk menahan beban sebesar 700 N.

4. KESIMPULAN

Pemilihan material yang digunakan untuk pembuatan *chassis prototype* mobil listrik “Ababil” adalah tipe *Square Tube Aluminium Alloy 6063-T6*. Perancangan *chassis* menggunakan software *SolidWorks Premium 2016*. Dengan menggunakan fitur *stress analysis* yang dilengkapi dengan metode *Finite Element Analysis (FEA)* dapat diketahui fenomena yang terjadi pada struktur *chassis* mobil listrik yang telah dirancang sebelumnya, yaitu dengan hasil keluaran *Von Mises Stress, Displacement dan Safety Factor*. Dari hasil perancangan diperoleh dimensi keseluruhan *chassis* mobil listrik *prototype* “Ababil” yaitu panjang = 2300 mm, lebar = 620 mm, tinggi = 538 mm dan beban total 1059,48 N. Sedangkan hasil dari simulasi dengan fitur *stress analysis* diperoleh besar

tegangan maksimum *Von Mises Stress* yang terjadi pada struktur *chassis* sebesar 2.15×10^7 N/m². Defleksi maksimum yang terjadi pada *chassis* tersebut adalah 1,31 mm. Angka keamanan (*safety factor*) yang diperoleh dari analisa tersebut adalah sebesar 2,6. Simulasi *rollbar* untuk mengetahui kekuatan rangka *rollbar* dapat diketahui bahwa kekuatan *rollbar* kuat untuk menahan beban sebesar 700 N.

REFERENSI

- Adhim, M.F dan Wikarta, A. 2012. Analisis struktural performa chassis Sapuangin Speed 2013. *Jurnal Teknik POMITS*, vol. 1, no.2, pp. 1-5.
- Fadila, A dan Syam, B. 2013. Analisis simulasi struktur chassis mobil mesin USU berbahan besi struktur terhadap beban statik dengan menggunakan perangkat lunak *ansys* 14.5. *Jurnal e-Dinamis*, vol. 6, no.2, pp. 70-79.
- Hakim, R., Nugroho, C.B dan Ruzianto. 2016. Desain dan analisis aerodinamika dengan menggunakan pendekatan CFD pada model 3D untuk mobil prototype “Engku Putri”. *Jurnal Integrasi*, vol. 8, no. 1, pp. 6-11.
- Hibbler, R. C. 2011. *Mechanics of Materials, Eighth Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Putra, B.S., Rusdinar, A dan Kurniawan, E. 2015. Desain dan Implementasi Sistem Monitoring dan Manajemen Baterai Mobil Listrik. *Skripsi: Universitas Telkom*. Bandung.
- Samman F & Amsiah. 2013. Analisis Converter DC/DC Tipe Boost untuk Aplikasi Mobil Listrik, *Proceeding Group Teknik Elektro Unhas*, ISBN 878-878-127255-0-6
- Saddam Jahidin, Jauhar Manfaat, (2013). Rancang Bangun 3D Konstruksi Kapal Berbasis Autodesk Inventor untuk Menganalisa Berat Konstruksi, *Jurnal Teknik Pomits*, Vol 2, No1, ISSN ; 2337-3539 (2301-9271 Print).
- Setyono, B dan Setiawan Y. 2015. Perancangan dan analisis chassis mobil listrik “Semut Abang” menggunakan software Autodesk Inventor Pro 2013. *Prosiding Nasional Sains dan Teknologi Terapan III 2015, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surabaya*.
- Sutantra, I Nyoman. (2001). *Teknologi Otomotif Teori dan Aplikasinya*. Surabaya: Guna Widya.
- Suwarso, N.H.E dan Wulandari, N.W. 2015. Pengaruh pengetahuan dan sikap terhadap niat beli produk ramah lingkungan (Studi kasus pada Pertamina di Kota Denpasar). *E-Jurnal Manajemen Unud*, vol. 4, no. 10, pp. 3119-3145.