

Analisis Statik Chassis Mobil Listrik Jenis Ladder Frame Berbahan Baja Holow Dengan Bantuan Software Solidworks

GIAN FAUZI¹, MARSONO¹

¹PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN, INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL BANDUNG

Email: gianfauzi251@gmail.com

Received 05 09 2021 | Revised 10 09 2021 | Accepted 13 09 2021

ABSTRAK

Dalam penelitian ini, Chassis mobil listrik jenis ladder frame berbahan baja holow dirancang dan di analisis statik untuk mengukur kekuatan chassis mobil listrik jenis city car. Ladder frame adalah salah satu dari sekaian banyak jenis chassis yang ada. Jenis chassis ladder frame ini yang paling sederhana dan biasa digunakan untuk kontruksi chassis mobil truk dan bus dalam penelitian ini menggunakan metoda perancangan experimental dengan mendapatkan chassis ladder frame untuk jenis mobil city car yang memiliki dimensi chassis $P \times L \times T$ (4187,7 mm \times 1700 mm \times 250 mm) dengan Massa 36,69 kg. Dengan pemilihan material menggunakan AISI 4340 TS dilakukan analisis statik diperoleh tegangan maksimum yang terjadi 67,350 Mpa, Defleksi maksimum sebesar 2,908 mm dan faktor keamanan minimum sebesar 6.

Kata kunci : Mobil listrik, ladder frame ,baja holow, simulasi statik

ABSTRACT

In this study, an electric car chassis type ladder frame made of holow steel was designed and analyzed statically to measure the strength of an electric car chassis type city car, ladder frame is one of the many types of chassis that exist. This type of ladder frame chassis is the simplest and commonly used for truck and bus car chassis construction in this study using an experimental design method by obtaining a ladder frame chassis for this type of city car which has a PXLXT chassis dimension (4187,7 mm \times 1700 mm \times 250 mm) with a mass 36.69 Kg with material selection using 4340 ts aisi performed static analysis obtained maximum stress that occurs 67.350 MPa, maximum deflection of 2.908 mm and minimum safety factor of 6

Keywords : electric car, ladder frame, holow steel, static simulation

1. PENDAHULUAN

Mobil listrik adalah mobil yang digerakan dengan motor listrik menggunakan energi listrik yang disimpan dalam sebuah baterai penggunaan mobil listrik terbilang efektif karena tidak menimbulkan polusi udara dan konstruksi mesin yang lebih sederhana. Dengan perkembangan energi terbarukan memanfaatkan energi listrik menjadi pilihan utama untuk mengurangi kehabisan energi berbahan fosil dan pemanasan global yang diakibatkan oleh polusi udara [1]

Salah satu kelebihan utama mobil listrik adalah efisiensi dalam bobot yang ringan dan konstruksi mesin yang tidak rumit salah satu komponen yang sangat penting ialah chassis untuk mendapatkan bobot mobil yang ringan tetapi memiliki kekuatan yang kuat untuk menompang seluruh komponen dan penumpang [2] Chassis adalah bagian bawah bodi kendaraan termasuk ban, mesin, rangka, driveline dan suspensi. Dari jumlah komponen tersebut, rangka memberikan dukungan yang diperlukan untuk kendaraan komponen yang ditempatkan di atasnya dan harus cukup kuat untuk menahan guncangan, putaran, getaran, dan tekanan lainnya. [1] Chassis otomotif atau chassis mobil membantu untuk menjaga mobil tetap kaku dan lentur. Chassis memastikan tingkat kebisingan, getaran, dan kekerasan yang rendah komponen mobil. [3] Ladder frame adalah salah satu dari sekian banyak jenis chassis yang ada. Jenis chassis ladder frame ini yang paling sederhana dan digunakan untuk konstruksi chassis mobil truk dan bus material yang sering digunakan pada jenis chassis ini adalah material baja selain kuat baja lebih ekonomis dalam proses pembuatan berbeda dengan chassis mobil listrik yang biasa menggunakan material aluminium alloy yang memiliki proses pembuatan yang cukup mahal. [4] Sampai saat ini, belum banyak penelitian pengembangan dari jenis chassis ladder frame yang memiliki kelebihan pembuatan yang sangat sederhana dan biaya yang cukup ekonomis. Penelitian tentang chassis ladder frame ini lebih mengutamakan pengembangan fungsi dari jenis chassis pada umumnya seperti yang dilakukan antara lain oleh Vijay Kumar V. Patel R, I. Patel [5] Yagyansh Mishra [6] [7] Patil, Kamlesh Y., and Eknath R. Deore. Tujuan pada penelitian ini ialah terutama mengetahui kekuatan chassis jenis ladder frame untuk mobil listrik city car dengan cara melakukan simulasi stress analisis menggunakan software solidworks & mendapatkan bentuk chassis mobil listrik jenis ladder frame untuk city car dengan material baja hollow, umumnya pada chassis jenis ini berbentuk seperti tangga yang hanya lurus dan memiliki batang menyilang secara diagonal 90 derajat biasanya digunakan untuk mobil truk dan bus. Dalam penelitian ini dibuat mempunyai sudut 45 derajat yang simetris sehingga mempunyai ruang untuk menyimpan baterai, sehingga tidak mempengaruhi ruang untuk penumpang maupun komponen lainnya. Disisi lain, penelitian ini bertujuan untuk menemukan pengembangan jenis ladder frame yang sederhana bisa digunakan untuk mobil listrik city car. Penelitian ini pun masih berada pada tahap awal perancangan dan studi literatur dan skala percobaan, belum sampai pada tingkat produksi dalam skala industri.

2. METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini ada tiga langkah, yaitu – Analisis Teoritis, Membuat spesifikasi teknis, Membuat model 3-D, Simulasi stress analisis (statik)

2.1. Analisis secara teoritis

Chassis jenis ladder frame biasanya digunakan untuk kendaraan besar seperti truk dan bus, dengan konstruksi menyerupai tangga yang dianggap sebagai balok dengan penyangga rol yang sesuai dengan roda depan dan roda belakang. Beban total yang bekerja pada chassis diambil sebagai jumlah dari berat mesin dan bodi, dan kapasitas chassis. Dengan konsep mekanika kekuatan material gaya reaksi, gaya geser, dan momen lentur beban yang bekerja dianggap terdistribusi.

2.2. Membuat spesifikasi teknis

Perancangan dan pembuatan produk adalah dua kegiatan menunggal artinya, rancangan hasil kerja perancangan tidak ada gunanya jika rancangan tersebut tidak dibuat sebaiknya pembuat tidak dapat merealisasikannya benda tanpa terlebih dahulu dibuat gambar rancangannya.

2.3. Membuat model 3-D

Pemodelan 3 dimensi untuk memberikan gambaran bentuk struktur chassis dan menjalankan proses simulasi pada software solidworks. Proses pemodelan menggunakan metode assembly dibuat dari beberapa part struktur yang kemudian di gabung menjadi sebuah model yang utuh dan menjadi parameter utama untuk melakukan proses simulasi.

2.4. Finite Element Modelling (FEM)

Finite element modelling (FEM) ialah proses simulasi dan analisis 3-D (tiga dimensi) menggunakan perangkat lunak [4] Metode analisis numerik bisa disebut FEA, digunakan untuk memecahkan masalah dalam banyak ilmu teknik mesin dari yang sederhana hingga yang kompleks. Solidworks simulasi ialah implementasi dari FEA yang bertujuan untuk memecahkan masalah rekayasa desain seperti : perpindahan panas, tegangan, frekuensi getaran, defleksi dan aliran fluida [7]. Sebelum melakukan simulasi terlebih dahulu membuat dan mengedit geometri model, kemudian langkah langkah simulasi dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1. Langkah-langkah Simulasi

2.5. SPESIFIKASI MATERIAL

Baja AISI 4340 TS yang dipilih pada perancangan ini dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Spesifikasi Material Chassis

Property	AISI 4340 TS
Yield strength [MPa]	470
Elastic modulus [MPa]	205000
Poisson's ratio	0,285
Mass density [g/mm ³]	7850
Tensile strength [MPa]	745

2.6. KRITERIA PERANCANGAN & SPESIFIKASI CHASSIS

Kriteria perancangan didapat dari kebutuhan perancangan yang akan di konversikan menjadi sebuah spesifikasi teknis yang selanjutnya diwujudkan dalam hasil perancangan berdasarkan kebutuhan/target yang akan dicapai maka dibuat spesifikasi teknis seperti pada tabel 2 .

Tabel 2. Kriteria Perancangan chassis

No	Spesifikasi	Pernyataan yang di Peroleh
1	Geometry	Dimensi chassis harus mampu menampung jumlah penumpang 4 orang
2	Performa	Top Speed 140 Km/jam Batre 72 Volt Jarak Tempuh 200 Km Motor Listrik 15 Kw Ringan
3	Material	Material yang mampu las baik Yield strength yang baik dengan minimum 270 Mpa Ringan
4	Keselamatan	Defleksi minimum kurang dari 5 mm Safety factor > 1,5
5	Produksi	Mudah Dalam Proses Pemesinan (Cutting, gerinda dan Mobil bor)
	Mobil Listrik	Mudah Dalam Proses Pemesinan & Manufaktur

Dalam penelitian ini, selain kriteria perancangan memiliki target awal yaitu dimensi chassis dapat dilihat pada tabel 2 dan memiliki target performa chassis yang menjadi acuan menentukan berat dari beberapa komponen-komponen yang ada pada chassis dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 2. Dimensi chassis

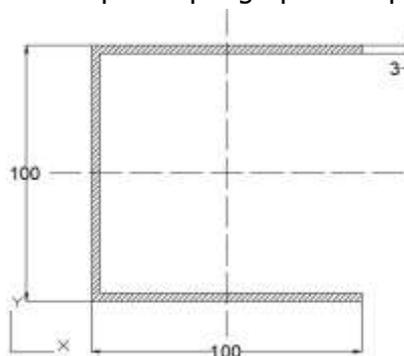
No	Nama bagian	Dimension (mm)	
			Ukuran
1	Overall Length		4187,7 mm
2	Overall width		1700 mm
3	Whell base		3337,76 mm

Tabel 3. Beban Komponen pada chassis

No	Rancangan Beban Komponen chassis		
	Nama bagian		Ukuran
1	Baterai	Volt	36 volt x2 Pack 72 Volt (Rangkaian seri)
		Berat Baterai	330 Kg
2	Motor 15 kW BLDC	Top Speed	1000 – 2000 Rpm
		Rated power	200 W-20,00 W
		Berat Motor	39 kg dengan Penambahan controller jadi 69 kg

2.7. MODEL CHASSIS

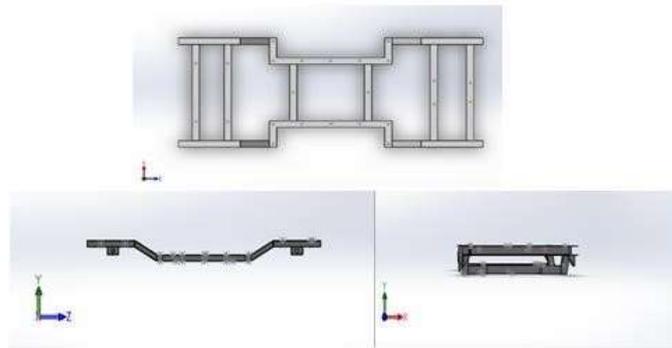
Model chassis menggunakan penampang custom yaitu 100 mm x 100 mm x 3 mm yang dibuat model menggunakan software solidworks 2016. Model tiga dimensi chassis jenis ladder frame dengan menggunakan penampang tipe C. dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Dimensi & Bentuk penampang tipe C



Gambar 3. Model Chassis Isometri



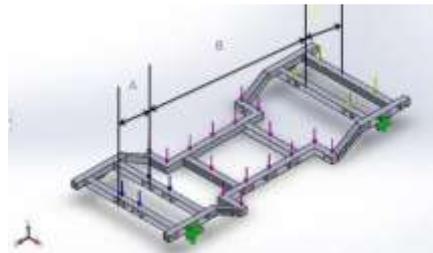
Gambar 4. Model Chassis Proyeksi Amerika

2.8. SIMULASI PADA SOFTWARE SOLIDWORKS

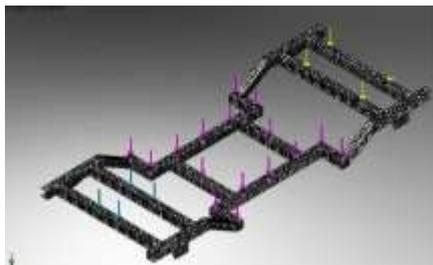
Proses simulasi statik bertujuan untuk mengetahui ketahanan chassis terhadap pembebanan yang diberikan oleh komponen-komponen yang berada pada chassis. Simulasi pada solidworks memiliki 3 tahap, yang pertama adalah fixtures (Tumpuan). Posisi tumpuan berjumlah 4 titik yang mewakili roda kendaraan jenis tumpuan ialah fix geometry yang berfungsi menghubungkan semua stuktur chassis dapat dilihat pada gambar 6, proses selanjutnya load (Pembebanan) dalam pembebanan diwakili oleh panah force (gaya) dibagi menjadi 24 titik force (gaya) pada struktur chassis dengan cara menentukan terlebih dahulu sambungan yang di pilih untuk assembly komponen mobil listrik dengan chassis. Diasumsikan 24 titik dengan membagi 3 sektor yaitu A (depan) terdapat beban motor listrik 30 kg = 382,59 N dan inventer 39 kg = 294,3 N dengan total beban sektor A = 676,89 N dibagi menjadi 4 titik gaya dengan 1 gaya sebesar 169,22 N, sektor B (Tengah) terdapat beban baterai 330 kg = 3237,3 N, beban penumpang dengan jumlah penumpang 4 orang 320 kg = 3139,3 N dan beban body 40 kg = 392,4 N dengan total beban pada sektor B = 6770,6 N dibagi menjadi 16 titik dengan 1 titik gaya 423,16 N dan untuk sektor C (Belakang) terdapat beban bagasi kendaraan dengan total beban 300 kg = 2943 N dibagi menjadi 4 titik gaya dengan 1 titik gaya 735,75 kg. Dapat dilihat pada gambar 7 dan selanjutnya proses meshing (Pembagian struktur chassis menjadi bagian kecil) yang berfungsi untuk memastikan tegangan yang terjadi sampai dengan komponen kecil chassis. Dapat pada gambar 8



Gambar 6. Proses simulasi pada software solidworks



Gambar 7. Proses simulasi pada software solidworks

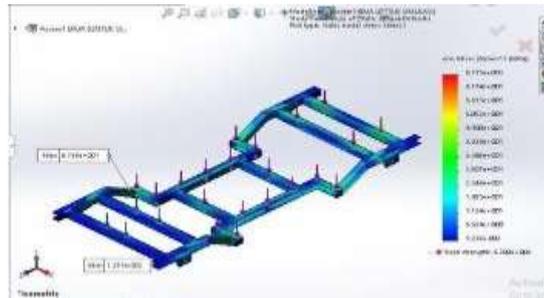


Gambar 8. Proses simulasi pada software solidworks

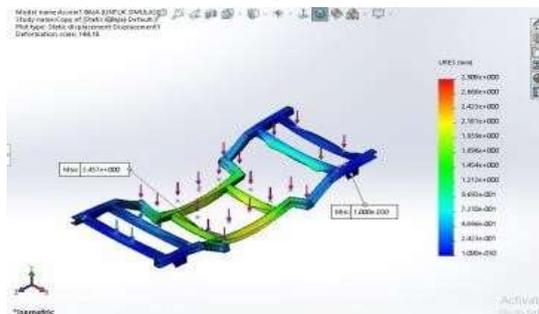
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Simulasi analisis Statik

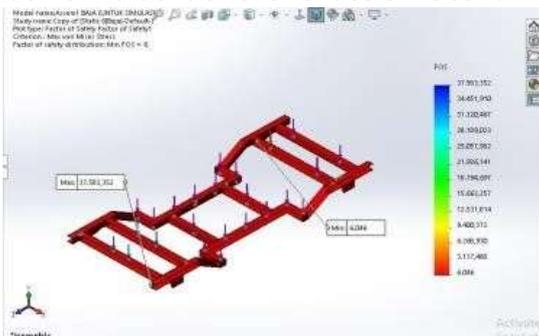
Setelah melakukan simulasi menggunakan software solidworks 2016 dengan terlebih dahulu dibuat model 3 dimensi dengan menerapkan material baja AISI 4340 TS. Menghasilkan tegangan maksimum terjadi pada daerah peyambungan komponen mobil listrik dengan chassis dan pada sambungan tiap struktur chassis yang menggunakan metode assembly. Dapat dilihat dari hasil simulasi terdapat perubahan warna pada biru tua menjadi biru muda yang menandakan terjadi konsentrasi tegangan maksimum pada daerah komponen chassis dapat dilihat pada gambar 9, defleksi yang terjadi pada hasil simulasi dipilih pada titik minimum karena berlawanan arah sumbu positif yang menandakan terjadi perubahan pada strukturchassis yaitu lendutan pada gambar 10 dan faktor keamanan (safety factor) diambil nilai minimum yang terjadi dapat dilihat pada gambar 11



Gambar 9. Hasil Simulasi tegangan Chassis material AISI 4340 TS



Gambar 10. Hasil Simulasi defleksi Chassis material AISI 4340 TS



Gambar 11. Hasil Simulasi safety factor Chassis material AISI 4340 TS

Dari hasil simulasi dapat mengetahui efek pembenan yang diterima oleh chassis dengan material baja AISI 4340 TS dapat dilihat pada tabel 4 & 5 sebagai berikut:

Tabel 4- Hasil simulasi stress analis chassis material AISI 4340 TS

Model	Material	Tegangan Yang Terjadi (σ) [MPa]	Defleksi Yang Terjadi (δ) [MPa]	Safety Factor (sf)
1	AISI 4340 TS	67,350 Mpa	2,908 mm	6

Tabel 5-Berat chassis materil AISI 4340 TS

Model	Material	Berat Chassis Keseluruhan(kg)	Berat Chassis Tanpa Struktur Tambahan (kg)
1	AISI 4340 TS	36,69	36.69

3.2 PEMBAHASAN

Model chassis pada penelitian ini jenis ladder frame (tangga) dimana jenis ini umum digunakan untuk jenis kendaraan truk dan bis, dalam penelitian ini membuat rancangan chassis jenis ladder frame (tangga) di peruntukan untuk city car dengan parameter tegangan maksimum (von misses), defleksi dan faktor keamanan (safety factor). Dari hasil perancangan model dan simulasi statik, material AISI 4340 TS dan memiliki berat total 36,69 kg dengan hasil simulasi statik tegangan maksimum 52,34 Mpa. Dengan tegangan maksimum terjadi pada daerah peyambungan komponen mobil listrik dengan chassis dan pada sambungan tiap struktur chassis yang menggunakan metode assembly. Dapat dilihat dari hasil simulasi terdapat perubahan warna pada biru tua menjadi biru muda yang menandakan terjadi konsentrasi tegangan maksimum salah satu faktor yang mempengaruhi tegangan maksimum ialah momen inersia penampang dimana bentuk penampang & dimensi. Selanjutnya defleksi yang terjadi menggunakan hasil minimum yaitu 2,908 mm dan safety faktor 6. Dapat dilihat pada tabel 4 & tabel tabel 5. Hasil rancangan ini sesuai dengan kriteria perancangan yang sudah di tetapkan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan chassis mobil listrik jenis ladder frame menggunakan baja hollow dengan metode pembuatan custom memudahkan dalam proses pembuatan chassis. Dari hasil perancangan mendapatkan model chassis dengan spesifikasi Material baja AISI 4340 TS, Dimensi P x L x T (4187,7 mm x 1700 mm x 150 mm), Wheelbase 3337,76 mm dan Massa 29,08 kg. Rencana model chassis ini digunakan untuk city car dengan spesifikasi teknis tersebut mampu menampung jumlah penumpang 4 orang dengan mengamsumsi berat 1 orang 80 kg. Dari hasil simulasi kekuatan chassis dalam hasil simulasi menghasilkan parameter utama yaitu tegangan maksimum 52,34 MPa, defleksi 2,908 mm dan safety faktor 6. Dengan hasil tersebut dapat disimpulkan hasil perancangan chassis menggunakan material baja hollow dengan ukuran penampang 100 mm x 100 mm x 3 mm sangat baik untuk target spesifikasi kendaraan dilihat dari kemungkinan kerusakan yang terjadi yang di akibatkan oleh pembebanan dari komponen mesin dan penumpang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Vijaj Kumar V. Patel , R, I. Patel (2012) Structural analysis of a ladder frame held at RC Patel Institute of technology.Shipur
- [2] Vijayan , S.N,Sendhil Kumar.S,& Kiran Babu K,M.(2015) Design And Analysisi of Automotive Chassis Consedering Cross-Section And material. Departement of Mechanical engeneering karpagam Institute Tecnology Combature,India
- [3] Yagyansh Mishra (2020) Design & Analysis of ladder frame chassis, Dept. Of Automobile Enggeneering, SRM Institute of Science and Technology, Chennai, Tamil Nadu, India
- [4] Cotractor, Amar R.,Gauray P. Rathod, and Tushar M. Patel (2005) "Design and analysis of ladder frame chassis considering support at contact region of leaf spring and chassis frame." IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering.
- [5] Patil, Kamlesh Y., and Eknath R. Deore. (2015) "Stress analysis of ladder chassis with various cross sections." IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)
- [6] Vijayan S N, S Karthink, K Maharaja. (2015) "Finite Element Analysis of Automotive Chassis With Various Cross-section."Department of Mechanical Engeneering, Karpagam Institute of Technology, Coimbatore,India
- [7] Paul M. Kurowski (2015). Enggeneering Analysis with Solidworks.Retrieved from www.SDCpublications.com