

Integrasi Electric Drive dari Internal Combustion Engine Pada Kendaraan Roda Empat

Muhammad Yusuf Nurfani.⁽¹⁾

Moh. Yamin.⁽²⁾

yusufnur18@staff.gunadarma.ac.id⁽¹⁾

mohay@staff.gunadarma.ac.id⁽²⁾

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya No. 100 Pondok Cina, Depok 16424, Telp (021) 78881112 ext 403

ABSTRACT

Hybrid car is a vehicle with technology combines combustion engine and electric motor as a driving source, especially on car. Chassis is a component has a function as an important component in the incorporation of various components to assembly that the vehicle can optimally function. This study was conducted to determine factor of safety on vehicle chassis will be changed into a hybrid where the addition of electrical components cause addition of load on chassis. In this study a simulated car is a toyota soluna and loads on the car's chassis in standard chassis conditions with loads of 13290 N and 16032.1 N for chassis that have been added to various electrical components and additional frame. The result showed that standard chassis highest stress on $1.1 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ while the low stress is $1.0 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ and yield strength $4.2 \times 10^8 \text{ N/m}^2$. On the chassis with the addition part of the highest stress hybrid system on 2.0×10^8 while the low stress is $6.6 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ and yield strength $1.0 \times 10^9 \text{ N/m}^2$. The results show that the chassis of toyota soluna is a safe to be given a hybrid system with an additional load on chassis with a value of 2.1 for factor of safety.

Keywords: Hybrid Car, Chasiss, Stress

ABSTRAK

Mobil hybrid adalah kendaraan dengan teknologi yang menggabungkan motor bakar dan motor listrik sebagai sumber penggerak khususnya pada roda empat. Chassis merupakan komponen yang memiliki fungsi sebagai komponen penting dalam penggabungan berbagai komponen untuk dilakukan perakitan sehingga kendaraan dapat berfungsi secara optimal. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui faktor keamanan dari chassis kendaraan yang akan di rubah menjadi sistem hybrid dimana penambahan komponen elektrikal yang menyebabkan penambahan beban pada rangka mobil. Pada penelitian ini mobil yang disimulasian adalah toyota soluna dan pemberian beban pada

rangka mobil pada kondisi chasis standar dengan beban 13290 N dan 16032.1 N untuk chasis yang telah ditambahkan berbagai komponen listrik dan rangka tambahan. Hasil dari pengujian dari rangka standar diketahui tegangan tertinggi sebesar $1.1 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ sedangkan tegangan terendah sebesar $1.0 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ dan *yield strength* sebesar $4.2 \times 10^8 \text{ N/m}^2$. Pada chasis dengan tambahan sistem hybrid tegangan tertinggi sebesar $2.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ sedangkan tegangan terendah sebesar $6.6 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ dan *yield strength* sebesar $1.0 \times 10^9 \text{ N/m}^2$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa rangka mobil toyota soluna masih aman untuk diberikan sistem hybrid dengan adanya beban tambahan pada rangka dengan nilai faktor keamanan sebesar 2,1.

Kata kunci : Mobil Hybrid, Chassis, Tegangan

1. PENDAHULUAN

Mobil *hybrid* merupakan penggabungan sistem kerja antara motor listrik dan mesin konvensional. Mesin konvensional dengan bahan bakar bensin digabungkan dengan motor listrik akan memaksimalkan efisiensi kendaraan. Secara basic mobil hybrid terbagi menjadi tiga jenis utama seperti parallel, seri, dan seri-parallel (Anderson,2010: 6).

Mobil *hybrid* tipe parallel memiliki tangki bensin dan baterai sebagai sumber energi. Untuk penggeraknya jenis ini menggunakan mesin konvensional (internal combustion engine) dan motor listrik yang bergerak secara independen untuk menggerakkan mobil. (Sumber : Robert L. Moot 2009: 18).

Mobil hybrid tipe seri memiliki mesin konvensional (internal combustion engine) yang berfungsi sebagai generator. sistem kerja pada jenis mobil ini akan mensuplai tenaga yang dihasilkan ke dalam baterai untuk menggerakkan motor listrik.

Mobil hybrid tipe seri-parallel memiliki konfigurasi penggabungan antara mesin konvensional (internal combustion engine) dengan motor listrik. Namun untuk tipe ini kontrol unit yang di gunakan lebih rumit karena motor harus bisa mengimbangi kecepatan mesin bensin yang sedang bekerja.

Chassis merupakan suatu komponen penting dalam suatu kendaraan dimana bagian ini dijadikan sebagai penopang pada bagian central beban dari penumpang serta muatan yang menerima suatu gaya. Gaya yang diterima dipengaruhi oleh kondisi permukaan jalan yang memiliki karakteristik yang berbeda, seperti jalan aspal, bebatuan, maupun kondisi berlubang. Dengan keadaan tersebut mengakibatkan suatu deformasi dan tegangan yang terdistribusi pada chassis (Sumber : Michel Costin 1966: 2).

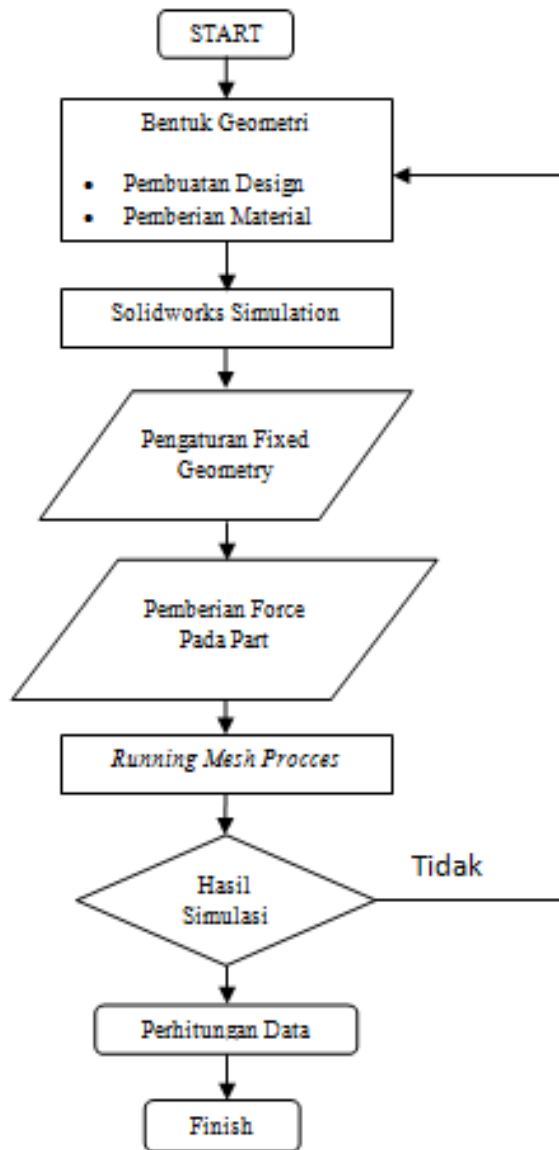
Pada dunia industri yang semakin berkembang, membuat munculnya inovasi baru dan ide-ide kreatif dalam mengembangkan suatu teknologi yang ada. Proses perancangan suatu desain dengan memanfaatkan perkembangan teknologi komputerisasi yang mempermudah suatu perancangan ataupun analisa dari suatu sistem manufaktur ataupun produk yang dibuat dengan tujuan dapat menghindari kegagalan dalam suatu perancangan. Dengan teknologi komputerisasi maka kegagalan dalam suatu perancangan dapat dihindarkan, seperti kegagalan struktur pada suatu rancangan (Sumber : Curtis D. Anderson 2010: 5).

Kegagalan struktur pada roda empat sangat membahayakan pengemudi dan penumpang, hal ini dapat terjadi jika tidak dilakukannya perancangan, dan analisa struktur pada kendaraan yang dibuat, seperti modifikasi pada kendaraan yang tidak sesuai dengan aturan berkendara (Sumber : Sears Zemansky 1985: 12).

Di negara maju faktor keamanan sangatlah penting, terutama di eropa, karena pengujian dilakukan dengan cara crash test. Jenis pengujian biasanya seperti moderate overlap frontal crash dan small overlap frontal crash. Pada bagian moderate overlap frontal crash, pengujian dilakukan dengan melakukan uji tabrak pada bagian sisi depan sebesar 50% luas permukaan, sedangkan small overlap frontal crash sebesar 25% luas permukaan bagian depan mobil dengan kecepatan 40 mph.

2. METODE PENELITIAN

Tujuan Penelitian ini adalah untuk menganalisa kekuatan dari chasis toyot soluna untuk dilakukan proses perubahan menjadi mobil hybrid dengan cara melihat struktur kekuatan rangka mobil, seperti terlihat dalam flowchar pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Analisis Chasis

2.1 Pembuatan Desain

Integrasi yang diberikan pada mobil hybrid ini adalah perancangan dengan konsep atau berbasis motor bakar yang akan digabung dengan sistem parallel hybrid untuk memaksimalkan kedua mesin tersebut. Dengan penambahan motor listrik dan baterai sebagai sumber energi tambahan.

Rancangan ini diharapkan dapat menjadi opsi bagi pengendara roda empat. Desain ini diharapkan dapat menjadi alternatif bagi para pengguna kendaraan roda empat dalam meminimalisir penggunaan bahan bakar terutama saat idle atau saat kemacetan dengan penggunaan motor listrik.

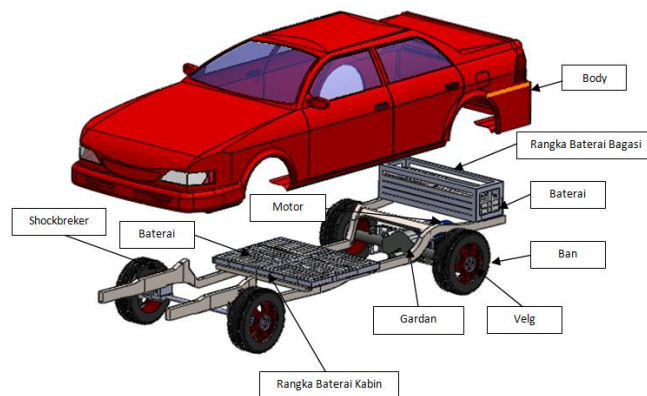
Dasar pemikiran pada perancangan ini adalah :

Mengurangi konsumsi bahan bakar kendaraan, terutama pada saat idle atau kepadatan lalu lintas.

1. Meningkatkan efisiensi bahan bakar.
2. Mengurangi polusi udara akibat sistem pembakaran kendaraan bermotor.
3. Mendesain sistem hybrid secara parallel pada kendaraan dengan basic non hybrid.

Pada rancangan mobil ini hanya menambahkan beberapa komponen tambahan utama sebagai sistem mobil hybrid. Battery tambahan diletakan pada bagian tengah kabin dan bagian beakang bagasi agar tidak terlalu menghalangi penumpang belakang saat duduk pada bagian kabin.

Pada bagian beakang bagasi digunakan untuk penyimpanan baterai yang memakan space untuk ban cadangan. Namun untuk memudahkan mobil ini dapat digunakan jenis ban dengan tipe RFT (Run Flat Tire) dimana memungkinkan kendaraan dapat melaju tanpa adanya angin atau tekanan udara di dalam ban saat bocor. Sehingga pengemudi mendapatkan kenyamanan tanpa perlu memikirkan ban kempes tanpa tersedianya ban cadangan.

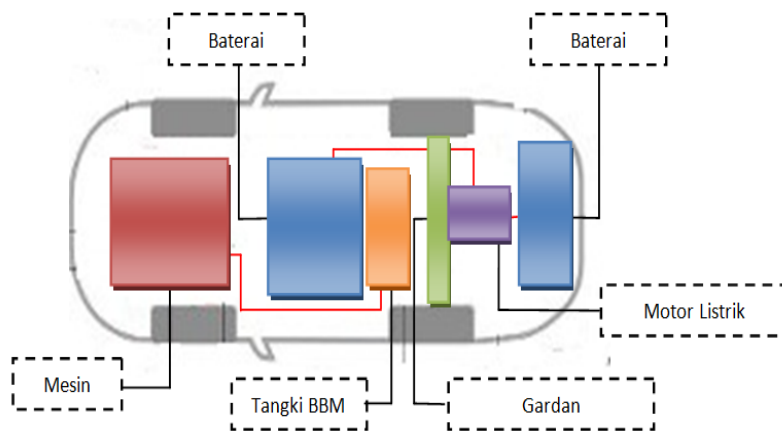


Gambar 2. Rancangan Mobil

Desain ini akan digunakan sebagai konsep dasar yang akan diterapkan pada Toyota Soluna sebagai mobil hemat energi dengan sistem parallel hybrid.

2.2 Rangkaian Konfigurasi

Rangkaian konfigurasi dari sistem hybrid menggunakan motor listrik dengan tambahan baterai sebagai sumber penyimpanan energi. Dengan merubah kaki-kaki pada bagian belakang. Perubahan mounting pada kaki-kaki dengan sistem independen ditambahkan dengan gardan untuk memutar roda bagian belakang dengan motor listrik, dan merubah gerakan motor menjadi generator saat mobil menggunakan motor bakar.



Gambar 3. Konfigurasi Parallel Hybrid pada Toyota Soluna

2.3 Pemberian Material

Umumnya banyak material yang diilih dalam proses perancangan kendaraan, namun pada perancangan desain mobil ini pemberian material yaitu menggunakan AISI 4140 spesifikasi material yang umumnya digunakan untuk konstruksi rangka dengan spesifikasi bahan material yang baik, spesifikasi material sebagai berikut ini.

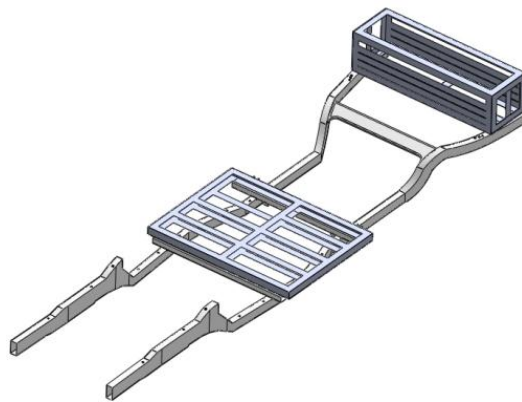
Tabel 1. Komposisi Material AISI 4140^[3]

Element	Weight %
C	0.38-0.43
Mn	0.75-1.00
P	0.035(max)
S	0.04 (max)
Si	0.15-0.30
Cr	0.80-1.10
Mo	0.15-0.25

Pada material AISI 4140 memiliki bahan karbon dengan komposisi berat 0.38-0.43 %, mangan 0.75-1.00 %, Fosfor 0.035 (maksimum), belerang 0.04%, silikon 0.15-0.30%, kromium 0.80-1.10, dan molibdenum sebesar 0.15-0.25%.

2.4 Pembuatan Rancangan Rangka Battery dan Motor

Pada pembuatan rangka battery dan motor yang perlu di perhatikan adalah peletakan keseimbangan motor dan kekuatan bahan rangka serta yang paling utama adalah kekuatan dari chasis itu sendiri dalam menerima beban tambahan seperti tegangan.

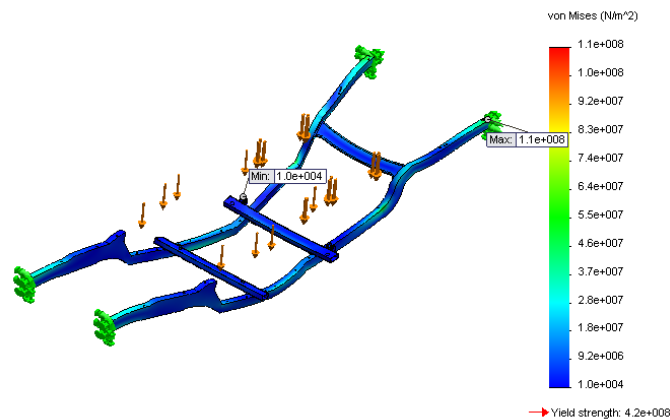


Gambar 4. Desain Rangka

3. PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Beban Standar

Hasil dari analisa pada pembebanan standar pada toyota soluna dengan beban standar sebesar 13290 N didapatkan hasil tegangan tertinggi pada rangka sebesar 1.1×10^8 N/m² dan tegangan terendah sebesar 1.0×10^4 N/m² dan *yield strength* sebesar 4.2×10^8 N/m².

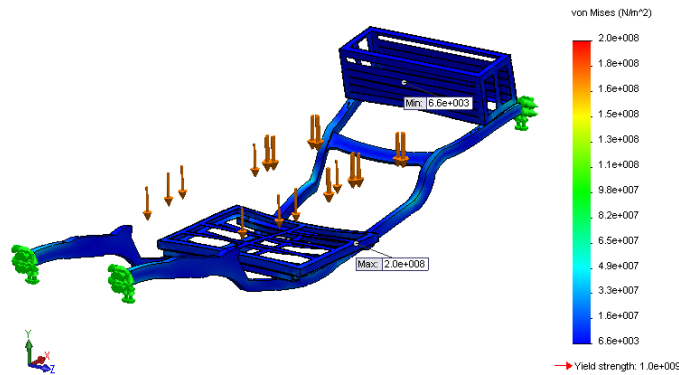


Gambar 5. Von Mises Beban Standar

Pada gambar diatas tegangan tertinggi pada bagian rangka belakang sedangkan untuk tegangan terendah terdapat pada bagian rangka tengah.

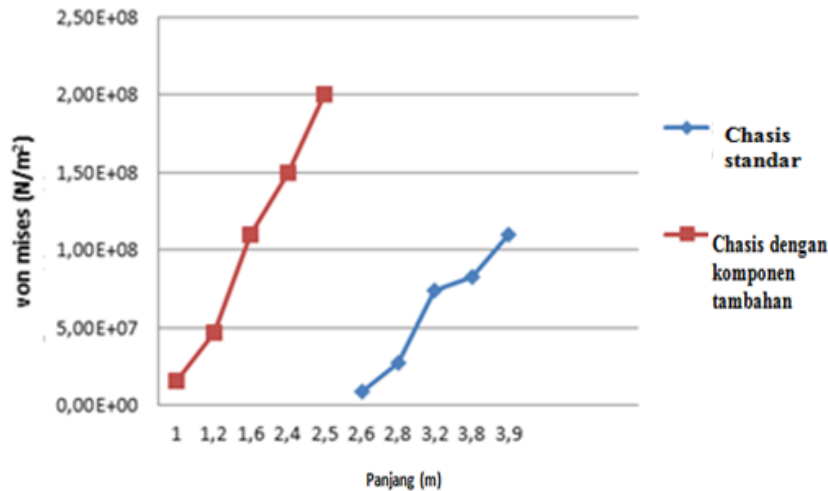
3.2 Pengaruh Beban Tambahan

Pada pembebanan dengan konfigurasi parallel hybrid akan ditambahkan beberapa komponen utama seperti baterai, motor listrik, dan rangka tambahan untuk analisa sebagai pembandingan dengan rangka sebelumnya yang telah dianalisa sebesar 16032.1 N.



Gambar 6. Von Mises Beban Tambahan

Pada gambar diatas menunjukkan bahawa tegangan tertinggi pada chasis sebesar $2.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ sedangkan tegangan terendah sebesar $6.6 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ dan *yield strength* sebesar $1.0 \times 10^9 \text{ N/m}^2$. Tegangan terbesar terdapat pada bagian rangka belakang disebabkan karena adanya rangka dan pembebanan tambahan, sedangkan untuk pembebanan terendah terjadi pada rangka tengah namun pada posisi bagian bawah chasis.



Gambar 7. Grafik Pembebanan Pada Chasis

Pada grafik diatas diketahui bahawa pembebanan tegangan pada chasis dengan tambahan komponen memiliki tegangan yang lebih tinggi dibandingkan dengan chasis dengan beban yang standar.

3.3 Perhitungan Faktor Keamanan

Perhitungan faktor keamanan pada rangka toyota soluna :

$$(\eta) = \frac{S_y}{\sigma_e}$$

Where : S_y = Yield stress material $4.17 \times 10^8 \text{N/m}^2$

σ_e = Tegangan Von Mises maksimal $2.0 \times 10^8 \text{N/m}^2$

Faktor Keamanan :

$$\eta = \frac{4.27 \times 10^8 \text{ N/m}^2}{2.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2} = 2.1$$

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dalam perancangan sistem hybrid pada dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil analisa beban statis pada rangka mobil soluna dengan memberikan beban sebesar 13290 N pada rangka standar didapatkan hasil hasil tegangan tertinggi pada rangka sebesar $1.1 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ dan tegangan terendah sebesar $1.0 \times 10^4 \text{N/m}^2$ dan *yield strength* sebesar $4.2 \times 10^8 \text{N/m}^2$.
2. Dari hasil analisa beban statis pada rangka yang telah dilakukan modifikasi untuk sistem hybrid pada toyota soluna didapatkan tegangan tertinggi pada chasis sebesar $2.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ sedangkan tegangan terendah sebesar $6.6 \times 10^3 \text{N/m}^2$ dan *yield strength* sebesar $1.0 \times 10^9 \text{N/m}^2$.
3. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa chasis masih aman digunakan dengan konfigurasi parallel hybrid dengan faktor keamanan sebesar 2,1.

DAFTAR PUSTAKA

- Curtis D. Anderson and Judy Anderson. *Electric And A History Hybrid Cars Second Edition*. California, 2010.
- C. Hartsuijker and J.W. *Wellman*. *Engginering Mechanic Volume 2*. Netherlands, 2001.
- Michel Costin and David Philipps. *Racing And Sport Car Chassis Design*. London, 1966.
- Robert L. Moot. *Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis 1*. Yogyakarta, 2009.
- Sears Zemansky. *Fisika Untuk Universitas 1 Mekanika. Panas. Bunyi*. Jakarta 1985