

Perbandingan *Frame* Untuk Kontes Mobil Hemat Energi Kategori *Prototype*

Andhi Pradhana Brimadhathu Narendra¹⁾, Fuad Hilmy²⁾, Ikhwan Taufik³⁾

¹⁻³⁾Universitas Tidar, Magelang

¹⁾andhipbn14@gmail.com

Abstrak

Frame kendaraan merupakan rangka yang berfungsi sebagai penopang berat kendaraan, mesin penumpang, serta beban-beban lain. Saat proses manufaktur, *body* kendaraan dibentuk sesuai dengan struktur *frame*-nya. Perancangan desain *frame* yang tepat memegang peran penting atas pendistribusian beban dan kekuatan dari *frame* tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang *frame* kendaraan mobil hemat energi pada kategori *prototype* dengan simulasi pembebanan statis. Pada analisis pembebanan statis dapat berupa distribusi tegangan pada *von mises stress*, *displacement*, dan dengan *safety factor* memperhatikan *mass frame*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah menggunakan *software solidworks 2022*. Menggunakan dua variasi desain *frame*. Keduanya diberi beban yang sama yaitu 500N pada tempat duduk pengemudi, 700N pada roll bar, 200N pada tempat mesin. Tahanan pada rangka yaitu dibagian roda depan dan roda belakang. Hasil menunjukkan bahwa *frame A* dengan dasar desain ladder *frame* adalah *frame* paling ringan dan kuat dilihat dari nilai *mass* sebesar 8 kg memiliki nilai *safety of factor* 2.

Kata Kunci: *frame*, kontes mobil hemat energi 2024, perancangan *frame*.

Abstract

The vehicle frame is a framework that supports the weight of the vehicle, passenger engine, and other loads. During the manufacturing process, the vehicle body is shaped according to the frame structure. Proper frame design plays an important role in the load distribution and strength of the frame. The purpose of this research is to design an energy-efficient car frame in the prototype category with static loading simulation. The static loading analysis can be in the form of stress distribution on von mises stress, displacement, and with safety factor considering the mass frame. The method used in this research is using solidworks 2022 software. Using two frame design variations. Both are given the same load of 500N on the driver's seat, 700N on the roll bar, 200N on the engine bay. The resistance on the frame is in the front wheel and rear wheel. The results show that frame A with the basic ladder frame design is the lightest and strongest frame seen from the mass value of 8 kg has a safety factor value of 2.

Keywords: *frame*, 2024 energy saving car contest, *frame design*.

Pendahuluan

Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) merupakan jalur bagi mahasiswa untuk pemecahan masalah atas kelangkaan bahan bakar pada saat ini. Salah satu solusi dari masalah tersebut adalah penelitian dan pengembangan dengan tujuan meningkatkan efisiensi dalam penggunaan bahan bakar (Saleh et al. 2024). *Prototype* adalah kendaraan masa depan dengan desain khusus yang memaksimalkan efisiensi dengan berbagai macam kelas mesin penggerak. Parameter-parameter yang harus diuji untuk upaya penghematan konsumsi energi pada mobil *prototype* antara lain: *frame*, bentuk *body*

mobil, serta mesin penggerak. Sasis yang dipilih adalah sasis yang kuat dan ringan untuk mobil hemat energi kategori *prototype* (Hendrawan et al. 2018).

Frame kendaraan merupakan rangka yang berfungsi sebagai penopang berat kendaraan, mesin penumpang, serta beban-beban lain. Saat proses manufaktur, *body* kendaraan dibentuk sesuai dengan struktur *frame*-nya. *Frame* mobil biasanya terbuat dari logam atau komposit. Material tersebut harus memiliki kekuatan untuk menopang beban dari kendaraan (Toteles and Alhaffis 2021).

Perancangan *frame* harus memperhatikan sudut belok mobil, dimensi mobil, berat total mobil tanpa pengemudi, dan *roll bar* sudah sesuai regulasi atau tidak. Perancangan *layout* beban kendaraan dan analisis pendistribusian beban agar seluruh roda mendapatkan beban yang setara, dan ditujukan agar dapat mengurangi hambatan gelindingnya. Semakin besar beban yang diberikan semakin banyak energi yang dibutuhkan. Desain dan bahan *frame* diuji kekuatan statis dan dinamisnya dengan menggunakan Finite Element Analysis (FEA) untuk melihat kekuatan frame (Saleh et al. 2024). Perancangan pada *frame* juga harus memiliki *safety factor* lebih dari satu (Prasetiyo, Sekarjati, and Sutrisna 2023).

Saat ini sudah banyak dilakukan penelitian tentang pembuatan sasis mobil hemat energi kategori *prototype* dengan penggerak motor listrik. Rangka merupakan bagian yang tidak terpisahkan dan merupakan komponen yang penting dalam perancangan sebuah kendaraan. Semua beban yang ada, baik itu beban kendaraan, penumpang, dan mesin, semuanya diletakan di atas rangka. Sasis merupakan part terpenting untuk stabilitas dan keseimbangan dari sebuah kendaraan. Rancangan sasis kendaraan mobil hemat energi berdasarkan regulasi pada Kompetisi Mobil Hemat Energi (KMHE) kategori *prototype* (Badrawada, Purwanto, and Firlanda 2019). Selain itu, penelitian lainnya adalah mensimulasikan pembebanan statik pada desain sasis kendaraan, sehingga diketahui batasan aman dari sasis yang dirancang (Teguh, Syafri, and Nazaruddin 2018).

FEA adalah metode numerik untuk mendapatkan solusi permasalahan diferensial, baik persamaan diferensial biasa (*Ordinary Differential Equatiao*n) maupun persamaan diferensial parsial (*Partial Differential Equatio*an). Pada awalnya FEA dikembangkan untuk memecahkan problem di bidang mekanika benda padat (*Solid Mechanic*), tetapi kini FEA sudah merambah ke hampir semua problem engineering seperti mekanika fluida (*fluid mechanich*), perpindahan panas (*heat transfer*), elektromagnetik (*electro*

magnetism), getaran (*vibration*), analisis modal (*modal analysis*), dan banyak lagi *problem engineering* lainnya. Proses inti FEA adalah membagi problem yang kompleks menjadi bagian-bagian kecil atau elemen-elemen dengan solusi yang lebih sederhana dapat dengan mudah diperoleh. Solusi dari setiap elemen jika digabungkan akan menjadi solusi problem secara keseluruhan (Premono et al. 2022).

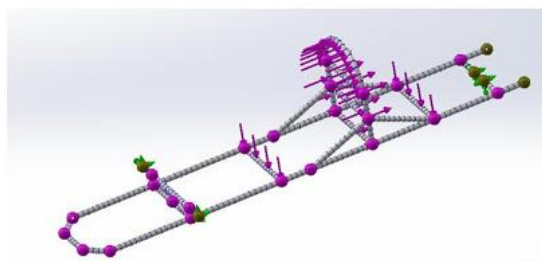
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang *frame* kendaraan mobil hemat energi pada kategori *prototype* sehingga mendapatkan *frame* yang ringan dan kuat. Parameter tersebut merujuk kepada *mass*, *von mises stress*, *displacement*, dan *safety factor* (Lu et al. 2019).

Metode

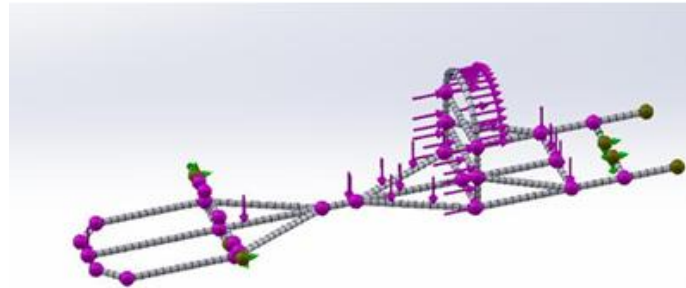
Penelitian ini terlebih dahulu dimulai dengan membuat gambar desain *frame*. Proses desain dilakukan menggunakan *software solidworks 2022*. Ada dua jenis *frame* yang dipilih yaitu *ladder frame* dan *backbone chassis*.

Simulasi desain sasis bertujuan untuk mengetahui besar distribusi tegangan *von mises stress*, *displacement* dan *factor of safety*. Simulasi desain *frame* menggunakan *Software solidworks 2022* agar lebih cepat dan efisien untuk mencari, menghitung atau menentukan tegangan pada sebuah objek. Proses simulasi tegangan pada objek *frame* dimulai dengan membuat sebuah model/*part* yang akan dianalisis memilih material untuk model/*part*, mengatur kekasaran/kehalusan mesh, memberi beban (*load*) berupa gaya (*force*), memberi tumpuan (*constraint*) berupa *fixed constraint*, menjalankan analisa tegangan dan memvisualisasi hasil dan animasinya (Abidin, Rama, and Ridho 2015).

Pembebanan gaya gravitasi, pembebanan yang diberikan kepada struktur *frame* salah satunya adalah beban gaya gravitasi. Pemberian beban gaya gravitasi berfungsi untuk menentukan titik berat pada rangka. Nilai yang digunakan adalah 9.810 mm/s^2 . Pada gambar 1 dan gambar 2, terlihat gaya yang di terima pada *frame* dan arah gaya yang diterima.



Gambar 1. *Frame (Ladder Frame)*

Gambar 2. *Frame (Backbone Chassis)*

Beban yang digunakan adalah beban 500 N pada bagian pengemudi, beban 700 N pada bagian roll bar dengan menggunakan beban vertikal, dan beban 200 N pada bagian ruang mesin.

Perancangan *frame* mobil hemat energi akan membahas rancangan mobil yang dimana akan di bahas mengenai struktur *frame*, konsep desain *frame* yang kuat dan ringan. Pemilihan material yang ringan dan kuat dapat meningkatkan efisiensi dalam penggunaan bahan bakar. Pemilihan material harus memperhatikan densitas dan *tensile strength*. Berikut perbedaan material dengan membandingkan material bahan rangka.

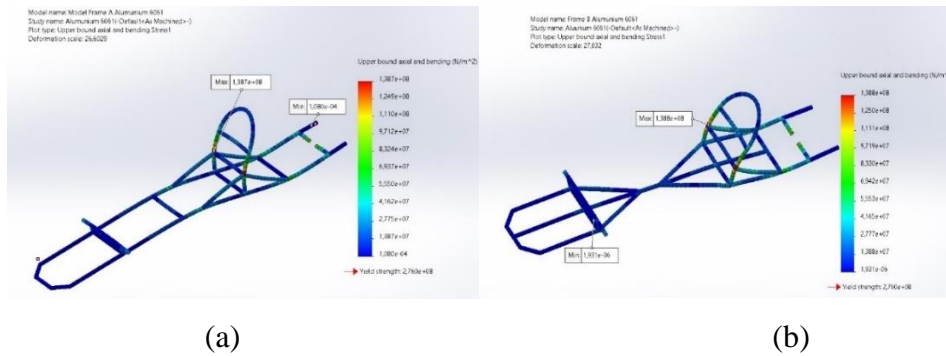
Tabel 1. Karakteristik Material

| Material | Density (g) | Ultimate Tensile Strenght (MPa) | Tensile Yield Strenght (MPa) | Modulus of Elasticity (GPa) | Poisson'n Ratio |
|----------------|----------------|--|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| Alumunium 6061 | 2.70 | 310 | 276 | 68.9 | 0.33 |

Hasil dan Pembahasan

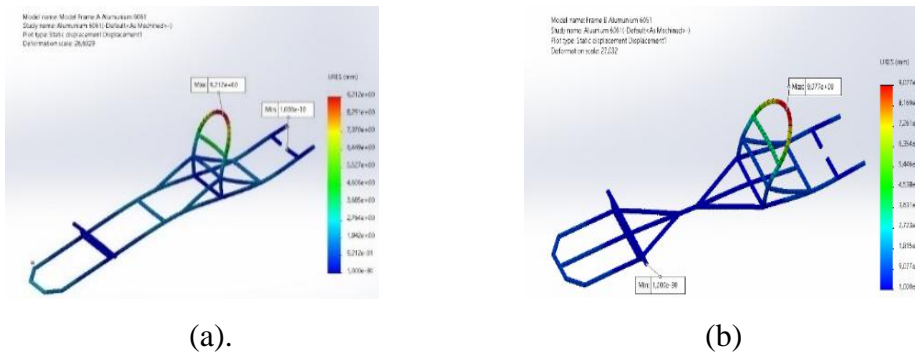
Hasil perbandingan nilai massa antara *frame (ladder frame)* dan *frame (backbone chassis)* adalah 8kg dan 8,65kg. *Frame* dengan dasar *ladder frame* lebih ringan dibandingkan dengan *frame* dengan dasar *backbone chassis*.

Simulasi selanjutnya adalah analisis *von misses stress* untuk tegangan maksimal *frame (ladder frame)* dan *frame (backbone chassis)* sebesar $1,387e + 08 \text{ N/m}^2$ dan $1,388e + 08 \text{ N/m}^2$. Tegangan paling tinggi terjadi pada *rollbar*, sedangkan tegangan minimum terdapat pada peyangga roda sebesar $1,080e - 04 \text{ N/m}^2$ dan $1,191e - 06 \text{ N/m}^2$. Hasil simulasi dapat dilihat pada gambar 3 (a) dan (b).



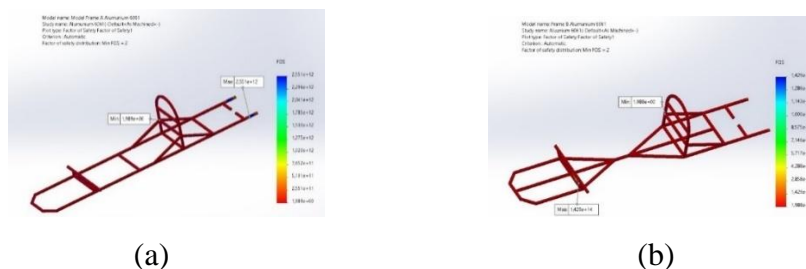
Gambar 3. Hasil Von Misses Stress (a) frame (ladder frame) dan (b) frame (backbone chassis)

Simulasi selanjutnya adalah analisis *displacement* yang terjadi akibat beban yang terdapat pada rangka. Pada Gambar 4 (a) dan (b) terlihat dimana bidang yang warna biru merupakan *displacement* minimum, sedangkan bidang warna merah merupakan *displacement* maksimum. melihat hasil analisis beban pada *frame*, terlihat hasil *displacement* frame (ladder frame) dan frame (backbone chassis) sebesar $9,212e + 00 \text{ mm}$ dan $9,077e + 00 \text{ mm}$ pada warna merah dan *displacement* minimum sebesar $1,000e - 30 \text{ mm}$ yang ditunjukkan dengan warna biru.



Gambar 4. Hasil Displacement (a) frame (ladder frame) dan (b) frame (backbone chassis)

Simulasi selanjutnya pada struktur rangka atau sasis adalah angka keamanan (*safety factor*). Pada Gambar 5 (a) dan (b), terlihat *safety factor* minimal frame (ladder frame) dan frame (backbone chassis) sebesar $1,989e + 00$ dan $1,988e + 00$. Sedangkan nilai maksimal *safety factor* sebesar $2,551e + 12$ dan $1,429e + 14$.



Gambar 5. Hasil Displacement (a) frame (ladder frame) dan (b) frame (backbone chassis)

Tabel 2. Perbandingan setiap parameter

| Parameter | | <i>frame (ladder frame)</i> | <i>frame (backbone chassis)</i> |
|---|-----|-----------------------------|---------------------------------|
| <i>Mass (kg)</i> | | 8 | 8,65 |
| <i>Von Mises Stress (N/m²)</i> | Max | 1,387e + 08 | 1,388e + 08 |
| | Min | 1,080e – 04 | 1,931e – 06 |
| <i>Displacmente (mm)</i> | Max | 9,212e + 00 | 9,077e + 00 |
| | Min | 1,000e – 30 | 1,000e – 30 |
| <i>Safety of Factor</i> | | 2 | 2 |

Simpulan dan Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Ikhsan et al. 2022) dapat dikatakan bahwa semakin besar berat pada *frame* semakin besar juga pemakaian daya pada baterai. Perbandingan antara beban pengendara dan pemakaian daya baterai bisa sampai 50%. Maka dari itu pertimbangan dalam memilih *frame*, diutamakan pada massa *frame* terlebih dahulu. Hal tersebut dikarenakan massa *frame* yang ringan dapat menunjang efisiensi bahan bakar. Selain itu, pertimbangan selanjutnya adalah kekuatan dari *frame* dan harus tetap memiliki kriteria kekuatan terutama SF.

Dapat disimpulkan bahwa desain *frame* yang kuat namun ringan adalah desain jenis *frame* model A dengan dasar desain ladder *frame* dan menggunakan material aluminium 6061 yang menghasilkan nilai mass sebesar 8 kg, von misses stress maximal sebesar 1,387e+08 N/m², displacement beban komponen maksimal sebesar 9,212e+00 mm, dan safety of factor sebesar 2. Dari dua variasi *frame* inilah yang paling ringan dan kuat demi meningkatkan efisiensi dalam penggunaan bahan bakar. penelitian ini dapat dikembangkan lagi dari segi variasi model dan jenis meterial, untuk mendapatkan desain *frame* yang lebih baik dan aman digunakan.

Daftar Pustaka

- Abidin, Zainal, Rama, and Berthan Ridho. 2015. “Analisa Distribusi Tegangan Dan Defleksi Connecting Rod Sepeda Motor 100 Cc Menggunakan Metode Elemen.” *Jurnal Rekayasa Mesin* 15(1): 30–39.
- Badrawada, I Gusti Gde, Adi Purwanto, and Edo Riyan Firlanda. 2019. “Analisa Aerodinamika Bodi Kendaraan Mataram Proto Diesel Dengan ANSYS 15.0.” *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material* 3(1): 8. doi:10.30588/jeemm.v3i1.481.
- Hendrawan, Muh Alfatih, Pramuko Ilmu Purboputro, Meda Aji Saputro, and Wayan Setiyadi. 2018. “Perancangan Chassis Mobil Listrik Prototype ‘ Ababil ’ Dan Simulasi Pembebanan Statik Dengan Menggunakan Solidworks Premium

- 2016Hendrawan, M. A., Purboputro, P. I., Saputro, M. A., & Setiyadi, W. (2018). Perancangan Chassis Mobil Listrik Prototype “ Ababi.” *The 7th University Research Colloquium 2018*: 96–105.
- Ikhsan, Muhammad, Brainvendra Widi, Sinka Wilyanti, Arisa Olivia, Safira Faizah, and Agung Pangestu. 2022. “Pengaruh Pembebanan Dan Pengaturan Kecepatan Motor Bldc 1 Kw Pada Sepeda Motor Listrik.” *Jurnal Edukasi Elektro* 6(2): 149–56. doi:10.21831/jee.v6i2.53318.
- Lu, Shiqing, Hui Jin, Miao He, and Zhe Xu. 2019. “Analysis System of Power Tiller ’ s General Machine Components Based on VB and ANSYS Analysis System of Power Tiller ’ s General Machine Components Based on VB and ANSYS.” doi:10.1088/1742-6596/1237/4/042054.
- Prasetyo, A. B., K. A. Sekarjati, and Sutrisna. 2023. “Numerical Analysis of the Influence Iron Type on Von Mises Stress and Safety Parameters for Compost Processing Machine Frame Construction.” *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1151(1). doi:10.1088/1755-1315/1151/1/012058.
- Premono, Agung, Ahmad Kholil, Hidayat Hidayat, and Dendy Saputra. 2022. “Pengembangan Perangkat Lunak Elemen Hingga Untuk Keperluan Pendidikan.” *Semesta Teknika* 25(1): 1–7.
- Saleh, Faisal, Farah Fitriana, Iman K. Reksowardojo, Eka Firmansyah, Ridwan Wicaksono, Dwiyanoro. Bambang Arip, Denny Widhiyanuriyawan, Ario Sunar Baskoro, and Witantyo. 2024. *Pedoman Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) Perguruan Tinggi 2024 Balai Pengembangan Talenta Indonesia Pusat Prestasi Nasional*.
- Teguh, Iman, Syafri Syafri, and Nazaruddin Nazaruddin. 2018. “Perancangan Dan Analisis Statik Sistem Rangka Asykar Proto Mobil Hemat Energi.” *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau* 5(1): 1–7.
- Toteles, Aris, and Firman Alhaffis. 2021. “Analisis Material Kontruksi Chasis Mobil Listrik Laksamana V2 Menggunakan Software Autodesk Inventor.” *Jurnal Teknik Mesin* 7(1): 30–37.