

Desain Dan Simulasi Beban Statis Pada Rangka Mobil Listrik Inovasi Karya Nusa (IKN)

Rachmat Miftakhul Huda¹, Budha Maryanti², Muhammad Rof'ul Muhaimin³

1) Jurusan Teknik Mesin, Universitas Balikpapan, Indonesia

2) Jurusan Teknik Mesin, Universitas Balikpapan, Indonesia

3) Jurusan Teknik Mesin, Universitas Balikpapan, Indonesia

Email : rachmatmiftakhul@uniba-bpn.ac.id

ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan zaman sumber energi yang paling banyak digunakan di dunia adalah menggunakan energi konvensional yang berupa bahan bakar minyak. Agar mengurangi dan menghemat penggunaan bahan bakar konvensional, untuk itu Universitas Balikpapan Program Studi Teknik Mesin merancang dan membangun mobil listrik dengan menamakan Mobil Listrik Inovasi Karya Nusa. Rangka menjadi komponen yang sangat penting dalam sebuah kendaraan khususnya pada mobil listrik IKN. Dalam penelitian ini membuat desain mobil listrik IKN khususnya pada rangka mobil listrik menggunakan CAD (Computer aided design) 3D. Penelitian ini menggunakan metode finite element analysis. Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi meshing pada simulasi (fine) dengan menggunakan dua material pembanding carbon steel ST37 dan ASTM A106 Grade B. Variabel terikat pada penelitian ini adalah merujuk pada simulasi dengan menentukan nilai kekuatan maksimum dari von mises stress, displacement, dan safety factor pada rangka mobil listrik IKN. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah rangka mobil listrik IKN menggunakan CAD 3D dengan bahan material menggunakan Carbon Steel ST 37 (seamless pipe) ukuran material berdiameter \varnothing 1 inch sch 40 dan tebal 3,4 mm. Hasil simulasi von mises stress yang diperoleh kedua material ini bahwa kedua material tidak melebihi batas yield strength yang telah ditentukan pada mechanical properties. Terdapat simulasi displacement pada kedua material yang diperoleh maka hasil yang dialami pada simulasi ditunjukkan terbesar adalah 1.5. Pada hasil safety factor dimana hasil nilai minimum pada safety minimal ialah 2.6. Simulasi tegangan (von mises stress) nilai maximal dari von mises stress yang diperoleh dari simulasi kedua material ini tidak melebihi batas yield strength yang telah ditentukan pada mechanical properties. Hasil yang dialami pada simulasi displacement terbesar ialah 1.537 mm sehingga dapat dikatakan material tersebut dalam batas aman karena jauh dari pergeseran 2 mm. Safety factor yang diperoleh pada kedua material ini tidak berbanding jauh maka dapat dikatakan rangka mobil listrik inovasi karya nusa IKN ini aman setelah proses simulasi.

Kata Kunci : Rangka, simulasi beban statis, *von mises stress displacement safety factor*

Abstract

Along with the times, the most widely used energy source in the world is using conventional energy in the form of fuel oil. In order to reduce and save the use of conventional fuels, for this reason, Balikpapan University Mechanical Engineering Study Program designed and built an electric car by naming it Inovasi Karya Nusa (IKN). The frame is a very important component in a vehicle, especially in IKN electric cars. In this study, making the design of IKN electric cars, especially on the frame of electric cars, using CAD (Computer aided design) 3D. This research uses the finite element analysis method. The independent variable in this study is the variation of meshing in the simulation (fine) using two comparison materials carbon steel ST37 and ASTM A106 Grade B. The dependent variable in this study refers to the simulation by determining the maximum strength value of von mises' stress, displacement, and safety factor on the frame of the IKN electric car. The control variable in this study is the IKN electric car frame using 3D CAD with material using Carbon Steel ST 37 (seamless pipe) material size \varnothing 1 inch sch 40 diameter

and 3.4 mm thick. The results of von mises' stress simulations obtained by these two materials show that both materials do not exceed the yield strength limit that has been determined in mechanical properties. There is a displacement simulation on both materials obtained, so the results experienced in the simulation shown the largest is 1.5. In the results of the safety factor where the minimum value in safety is at least 2.6. The maximum value of von mises' stress obtained from the simulation of these two materials does not exceed the yield strength limit determined in mechanical properties. The results experienced in the largest displacement simulation are 1,537 mm so it can be said that the material is within safe limits because it is far from a shift of 2 mm. The safety factor obtained in these two materials is not far comparable, so it can be said that the frame of the innovative electric car by Nusa IKN is safe after the simulation process.

Keywords: Frame, simulation static loading, von mises stress displacement safety factor

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman sumber energi yang paling banyak digunakan di dunia adalah menggunakan energi konvensional yang berupa bahan bakar minyak. Pada sarana transportasi khususnya pada transportasi mobil terutama pada sumber energi yang digunakan masih menggunakan bahan bakar konvensional. Sumber energi berbahan bakar konvensional adalah energi yang tak terbarukan dan akan krisis seiring perkembangan zaman, selain akan krisis bahan bakar konvensional juga berdampak negatif terhadap lingkungan [1], sehingga dapat menghasilkan polusi udara, emisi gas beracun, dan dapat menyebabkan pemanasan global yakni pada perubahan iklim [2].

Dengan penggunaan energi konvensional yang semakin menipis salah satu cara dalam mengantisipasinya ialah Energi Baru Terbarukan (EBT) merupakan alternatif terbaik. Ada berbagai macam alternatif, namun salah satunya adalah energi listrik, energi listrik inilah sebagai salah satu pemanfaatan kekayaan alam dan teknologi yang mempunyai peranan penting bagi negara dalam mewujudkan pencapaian, khususnya mengurangi polusi udara, energi bersih atau ramah lingkungan [3].

Agar mengurangi dan menghemat penggunaan bahan bakar konvensional, untuk itu Universitas Balikpapan Program Studi Teknik Mesin merancang dan membangun mobil listrik dengan menamakan Mobil Listrik Inovasi Karya Nusa (IKN). Mobil listrik adalah mobil yang digerakkan oleh motor listrik, menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai [4]. Untuk itu proses desain mobil listrik dibutuhkan pada sebuah rangka mobil listrik tersebut, dalam mobil listrik ini bagian

terpentingnya adalah rangka, rangka menjadi komponen yang sangat penting dalam sebuah kendaraan khususnya pada mobil listrik IKN.

Sebuah rangka mobil listrik berfungsi sebagai penompang semua beban yang ada pada kendaraan, untuk sebuah konstruksi rangka itu sendiri harus memiliki standar kekuatan, ringan dan mempunyai nilai kelenturan, baik itu penumpang, baterai, sistem kemudi, motor penggerak dan segala peralatan kenyamanan yang diletakkan diatas rangka [4].

Dalam penelitian ini membuat desain mobil listrik IKN khususnya pada rangka mobil listrik menggunakan CAD (computer aided design) 3D. Mobil listrik memberikan beberapa nilai, mulai dari sudut pandang energi serta penggunaan kendaraan mobil listrik IKN dalam keamanan sistem rangka berdasarkan simulasi pembebanan statis pada rangka kendaraan mobil listrik IKN. Sehingga diketahui batasan aman dari desain rangka yang akan dirancang meliputi Von Mises Stress, Displacement, dan Safety Factor .

2. METODE PENELITIAN

Penelitian pada ini di fokuskan pada hasil desain pembuatan rangka mobil listrik IKN menggunakan CAD 3D dengan fitur simulasi pembebanan statis masih dalam batas aman ditinjau dari perhitungan *von mises stress, displacement* dan *safety factor*. Langkah-langkah pengujian yang dilakukan adalah

1. Mempersiapkan perlengkapan alat yang akan digunakan untuk menggambar rangka mobil listrik IKN.
2. Mengumpulkan data informasi berupa referensi pada sebuah

- gambar desain mengenai proses pembuatan rangka mobil listrik IKN.
3. Menyiapkan buku dan alat tulis gambar berupa drawing pen 3 warna, pensil, penghapus, dan penggaris.
 4. Menggambar sketsa kasar atau sketsa 2D dengan tiga sudut pandangan yaitu pandangan atas, pandangan samping, dan pandangan depan.
 5. Mulai menggambar rangka mobil listrik IKN dengan memberikan ukuran dimensi di buku gambar.
 6. Menggambar rangka mobil listrik IKN pada bidang bawah dengan memberikan ukuran dimensi.
 7. Lalu menggambar rangka mobil listrik IKN pada bidang atas dengan memberikan ukuran dimensi.
 8. Setelah itu memulai proses desain rangka menggunakan CAD 3D sehingga menjadi sebuah objek 3D.
 9. Membuat garis rangka mobil listrik IKN pada bidang bawah dan bidang atas dengan menentukan ukuran dimensi yang sudah digambar dengan 2D menggunakan CAD 3D.
 10. Setelah membuat gambar 2D dengan menggunakan CAD 3D, lalu membentuk objek gambar 2D ke gambar 3D.
 11. Kemudian melakukan simulasi pembebanan statis pada rangka mobil listrik IKN dengan menentukan bahan material dan

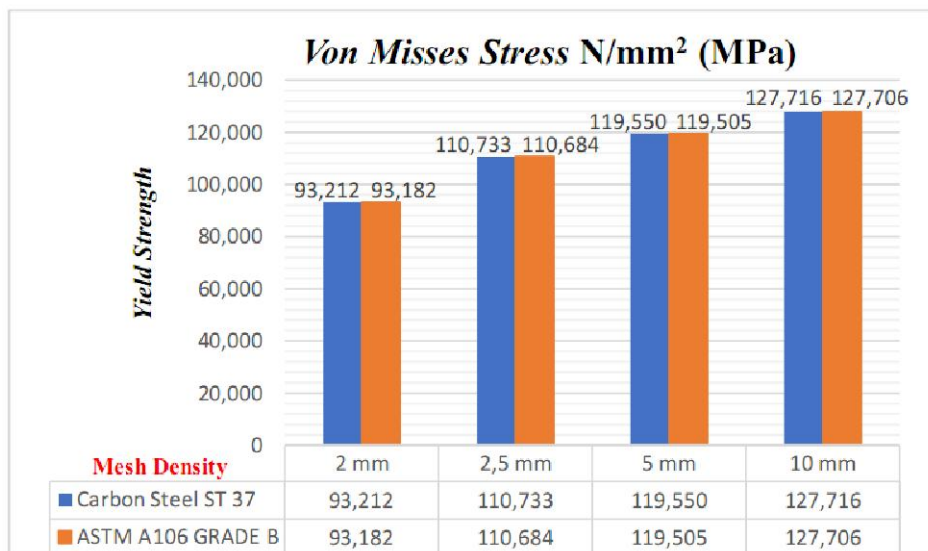
nilai maksimum dari von mises stress, displacement, dan factor safety menggunakan CAD 3D.

12. Menganalisis dan menarik kesimpulan dari hasil simulasi pembebanan statis pada mobil listrik IKN dengan menggunakan CAD 3D.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Simulasi *Von Mises Stress*

Distribusi tegangan von mises stress terjadi pada rangka mobil listrik IKN, pada hasil simulasi yang diperoleh dari mesh density dengan element size 2 mm, 2,5 mm, 5 mm, dan 10 mm bahwa tegangan (von mises stress) yang terjadi pada dua material Carbon Steel ST 37 dan ASTM A106 Grade B diperlihatkan batasan yield strength yang berbeda, pada material carbon steel ST 37 dengan batasan yield strength 235.000 MPa dan material ASTM A106 Grade B dengan batasan yield strength 240.000 MPa, sedangkan nilai maximal dari von mises stress pada kedua material tidak melebihi batas yield strength yang telah ditentukan pada mechanical properties sehingga kedua material tersebut dapat dikatakan aman karena masih dibawah yield strength dan nilai yield strength pada kedua material ini tidak berbanding jauh, maka diperoleh hasil perbandingan grafik von mises stress pada Gambar 3.1 sehingga besarnya nilai yield strength tergantung pada ukuran mesh density nya.



Gambar 3.1 Grafik Perbandingan Hasil Simulasi *Von Mises Stress*

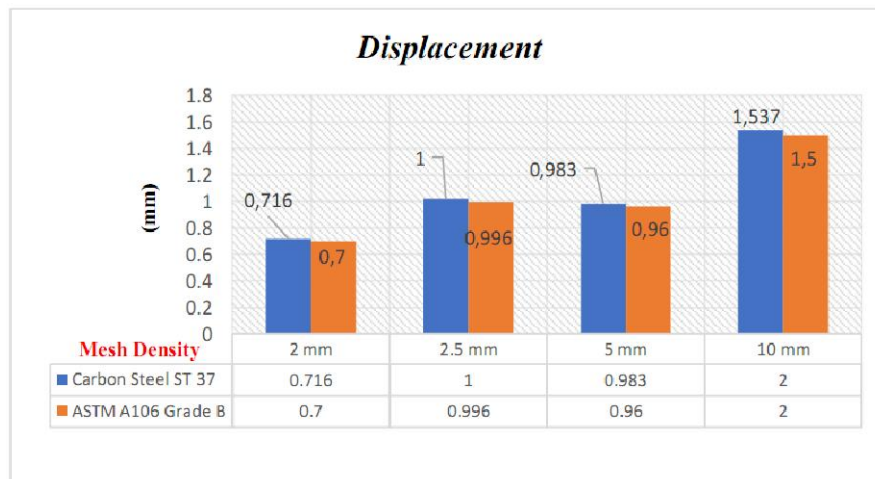
Hasil Simulasi Displacement

Pada Gambar 3.2 terdapat perbandingan simulasi displacement pada kedua material carbon steel ST 37 dan ASTM A106 Grade B yang diperoleh pada hasil simulasi dari mesh density dengan element size 2 mm, 2,5 mm, 5 mm, dan 10 mm, Maka hasil yang dialami pada simulasi displacement ditunjukkan oleh gambar 4.16 terbesar adalah 1,53 sehingga dapat dikatakan material tersebut dalam batas aman karena jauh dari pergeseran 2 mm.

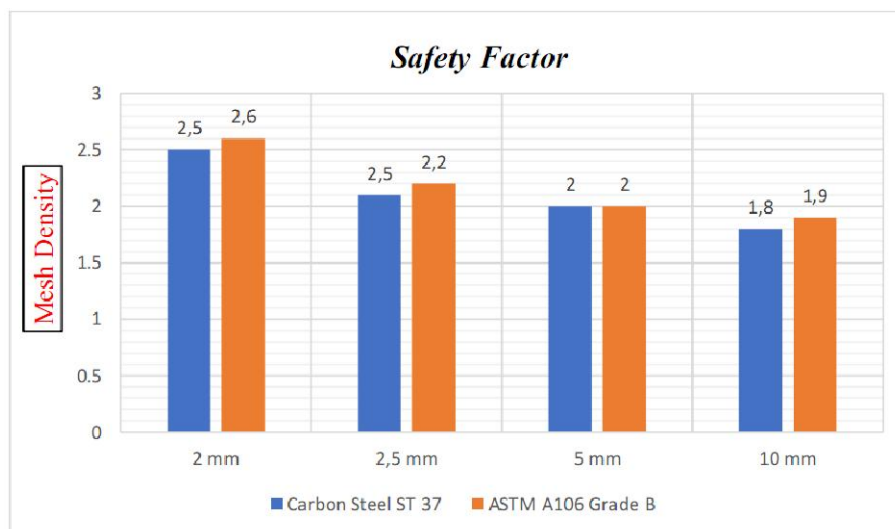
Hasil Simulasi Safety Factor

Dari hasil simulasi yang diperoleh safety factor terdapat nilai keamanan yang berbeda pada material Carbon Steel ST 37 dan ASTM A106 Grade B dimana simulasi safety factor ini dihitung pada

kekuatan luluh (yield strength) dari material yang dibagi dengan von mises stress maksimum dari kedua material masing - masing yang telah disimulasikan. Pada simulasi safety factor ini mengacu pada kekuatan material dari tegangan yang dialami setelah diberikan beban. Adapun hasil grafik perbandingan nilai safety factor yang dialami rangka pada kedua material seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3. dimana hasil nilai minimum pada safety factor yang dialami pada kedua rangka tergantung pada besarnya ukuran mesh density nya dan nilai minimal safety factor yang diperoleh pada kedua material ini tidak berbanding jauh dan kurang dari <1,5.



Gambar 3.2 Grafik Perbandingan Hasil Simulasi Displacement



Gambar 3.3 Grafik Perbandingan Hasil Simulasi Safety Factor

4. KESIMPULAN

Pada simulasi tegangan (von mises stress) bahwa yang terjadi pada material carbon steel ST 37 dengan batasan yield strength 235,000 MPa, maka nilai terkecil dari von mises stress yang diperoleh dari simulasi pada mesh density dengan element size 2 mm pada carbon steel ST 37 terdapat nilai yield strength 93,212 MPa dan tidak melebihi batas yield strength 235,000. Hasil simulasi displacement pada material carbon steel ST 37 maka hasil yang dialami pada simulasi displacement terbesar ialah 1,537 mm pada mesh density dengan element size 10 mm dan terkecil 0,716 mm pada mesh density dengan element size 2 mm sehingga dapat dikatakan material tersebut dalam batas aman karena jauh dari pergeseran 2 mm dan perbandingan hasil displacement pada kedua material tidak berbanding jauh. Hasil simulasi safety factor yang diperoleh material carbon steel ST 37 dimana hasil nilai minimum pada safety factor yang dialami sebesar 1,8 pada ukuran mesh density 10 mm dan nilai maximal pada safety factor yang dialami sebesar 2,8 pada ukuran mesh density 2 mm maka safety factor diperoleh pada material ini tidak kurang dari <1,5 maka dapat dikatakan rangka mobil listrik inovasi karya nusa IKN aman setelah proses simulasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Rahman, "Pembuatan mobil listrik untuk solusi transportasi ramah lingkungan (mobil baskara)," *J. Ris. Drh.*, vol. XII, no. 2, pp. 1819–1837, 2013.
- [2] S. Panich, "Design and Simulation of," *J. Med. Res.*, vol. 12, no. 3, pp. 30–40, 2012.
- [3] M. Azhar and D. A. Satriawan, "Implementasi Kebijakan Energi Baru dan Energi Terbarukan Dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional," *Adm. Law Gov. J.*, vol. 1, no. 4, pp. 398–412, 2018.
- [4] M. Adriana, A. A. B.P, and M. Masrianor, "Rancang Bangun Rangka (Chasis) Mobil Listrik Roda Tiga Kapasitas Satu Orang," *J. Elem.*, vol. 4, no. 2, p. 129, 2017, doi: 10.34128/je.v4i2.64.
- [5] R. Fauzan et al., "Analisis Kekuatan Rangka Mobil Listrik Otonom Menggunakan Finite Element Method (Fem) menganalisis hasil simulasi apakah memenuhi standar keamanan atau tidak . Pada penelitian ini safety factor material steel ditentukan 4 untuk beban yang steady Pada pe," vol. 1, no. 2, pp. 21–28, 2019.
- [6] M. S. D. Ellianto and Y. E. Nurcahyo, "Rancang Bangun dan Simulasi Pembebanan Statik pada Sasis Mobil Hemat Energi Kategori Prototype," *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 4, no. 2, pp. 53–58, 2020.
- [7] A. Nurriartono, "Rancang Bangun Dan Uji Peforma Axial Brushless DC Motor Dengan Daya Output 2000 Watt," *Inst. Teknol. Sepuluh Nop.*, 2014.
- [8] R. Fernandus, "Perancangan Sistem Penggerak Pada Mobil Listrik Alogo Dengan Kapasitas Daya 3000 Watt / 72 Volt," vol. lim, no. 2009, pp. 1–25, 2002.
- [9] M. Aziz, Y. Marcellino, I. A. Rizki, S. A. Ikhwanuddin, and J. W. Simatupang, "Studi Analisis Perkembangan Teknologi Dan Dukungan Pemerintah Indonesia Terkait Mobil Listrik," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 1, p. 45, 2020.
- [10] O. Laka, Nazaruddin, and Syafril, "Perancangan dan Analisis Statik Sistem Rangka Mobil Hemat Energi Asykar Hybrid Universitas Riau," *Jom FTEKNIK*, vol. 5, no. 2, pp. 1–6, 2018.
- [11] Sandy Suryady, Eko Aprianto Nugroho, and Abdul Muchlis, "Design Of Portable Injection Waste Destruction Machine With Sterilization System," *Int. J. Sci. Technol. Manag.*, vol. 2, no. 5, pp. 1800–1807, 2021.
- [12] M. A. Hendrawan, P. I. Purboputro, M. A. Saputro, and W. Setiyadi, "Perancangan Chassis Mobil Listrik Prototype ' Ababil ' dan Simulasi Pembebanan Statik dengan Menggunakan Solidworks Premium 2016," *7th Univ. Res. Colloq.* 2018, pp. 96–105, 2018.
- [13] A. Mukhtar, Y. Setyoadi, and A. Burhanuddin, "Desain dan Simulasi Frame dan Bodi Kendaraan Konsep Urban Menggunakan Software CAD," *Rotasi*, vol. 19, no. 3, p. 156, 2017.
- [14] H. Raghuvanshi, N. S. Ramnaveen, P. Malhotra, and A. Khatri, "Innovative design of an all-terrain vehicle (ATV)," *Int. J. Eng. Adv. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 151–157, 2013.