

ANALISIS KEKUATAN RANGKA BODI BUS LISTRIK MD12E PERSEROAN TERBATAS MOBIL ANAK BANGSA DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Gigih Gustomo¹, Samsudin Anis²

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Univeritas Negeri Semarang

Email: gigihgustomo@gmail.com

INFO ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Januari 2020

Disetujui Mei 2020

Dipublikasikan 31 July 2020

Kata Kunci:

bus body frame structure, analysis, finite element method

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat angka keamanan dan menyelidiki pengaruh beban statis yang diberikan pada struktur rangka bodi bus terhadap nilai *von mises stress*, *displacement* dan *deformed* pada bus listrik MD12E PT. Mobil Anak Bangsa. Penelitian ini dilakukan dengan metode komputasi yaitu dengan metode elemen hingga pada *software* Autodesk Inventor Professional 2019. Analisis yang dilakukan berupa *stress analysis*. Objek yang dianalisis adalah struktur rangka bodi bus listrik MD12E PT. Mobil Anak Bangsa. Hasil analisis yang diperoleh pada struktur rangka bodi bus listrik MD12E PT. Mobil Anak Bangsa menunjukkan nilai maksimum *von mises stress* adalah 16,67 MPa, nilai minimum adalah $5,628 \times 10^{-05}$ MPa. Untuk *displacement* diperoleh nilai maksimum sebesar 0,4444 mm dan minimum sebesar 0,0 mm. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa angka *safety factor* didapatkan sebesar 12,9. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dari analisis struktur rangka bodi bus listrik prototype ke 3 PT. Mobil Anak Bangsa dikategorikan sangat aman karena memiliki angka keamanan (*safety factor*) yang cukup tinggi yaitu 12,9.

Abstract

This study was aimed to determine the level of safety numbers and investigate the effect of the static load applied to the bus body frame structure on the von mises stress, displacement and deformed values on the MD12E electric bus of PT. Mobil Anak Bangsa. This research was conducted with the computational method namely finite element method in the Autodesk Inventor Professional 2019 software. The analysis was carried out in the form of stress analysis. The object being analyzed is the MD12E electric bus body frame structure of PT. Mobil Anak Bangsa. The results of the analysis obtained on the MD12E electric bus body frame structure PT. Mobil Anak Bangsa shows the maximum value of von mises stress is 16.67 MPa, the minimum value is 5.628×10^{-05} MPa. For displacement obtained a maximum value of 0.4444 mm and a minimum value of 0.0 mm. The analysis also shows that the safety factor is 12.9. Based on the research results obtained from the analysis of the body structure framework of the prototype 3 electric bus of PT. Mobil Anak Bangsa is categorized as very safe because it has a high enough safety factor (12.9).

1. PENDAHULUAN

Transportasi memiliki peran penting dalam kehidupan manusia, sehingga kebutuhan akan transportasi semakin meningkat terutama jenis transportasi darat seperti sepeda motor, mobil, bus dan truk. Salah satu angkutan umum yang banyak digunakan dan memiliki kapasitas yang cukup besar adalah bus. Bus umumnya menggunakan mesin diesel dimana proses pembakaran berada didalam

mesin itu sendiri. Hasil pembakaran yang tidak sempurna di mesin dapat melepaskan gas NO_x, CO, dan HO yang dapat mencemari lingkungan (Nugroho, dkk, 2018:020017-1 2018).

Mobil listrik memiliki beberapa kelebihan yang potensial jika dibandingkan dengan mobil bermesin pembakaran dalam biasa, yang paling utama adalah mobil listrik tidak menghasilkan emisi kendaraan bermotor, selain itu mobil jenis ini juga mengurangi emisi gas rumah kaca karena tidak

membutuhkan bahan bakar fosil sebagai sumber energi. Menurut Muthuvel, (2013) kemerosotan bahan bakar fosil adalah salah satu dilema paling kritis yang akan dihadapi dunia beberapa dekade mendatang. Jumlah produksi minyak bumi mencapai 40% dari jumlah total bahan bakar fosil. Motor diesel dan motor bensin adalah pengguna produk minyak bumi terbanyak setiap hari ke hari, dari total produk minyak bumi yang dikonsumsi oleh berbagai sektor, 66% dari dikonsumsi untuk transportasi. Mobil listrik sama dengan mobil pada umumnya terdiri dari *chassis*, *frame*, kemudi, sistem rem, diferensial dan lain-lain. Rangka bodi merupakan bagian yang berfungsi sebagai rumah pada kendaraan. Rangka bodi harus memenuhi beberapa syarat, antara lain harus kokoh dan sanggup memikul beban kendaraan, dan setelah itu harus dibuat dengan konstruksi yang ringan (Rudini, 2014). Bodi bus harus cukup kuat baik untuk situasi beban normal dan beban banyak, dan badan bus tidak boleh terlalu berat (Butdee, 2008).

Penelitian ini menitik beratkan pada kekuatan dari struktur rangka bodi bus bagian depan sampai bagian pintu penumpang yang terbuat dari aluminium 6063 T6. Perhitungan dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Metode Elemen Hingga untuk memperoleh nilai *von mises stress*, *Displacement* dan *safety factor* pada bagian pintu depan sampai dengan pintu bagian belakang bus listrik *prototype* 3 PT. Mobil Anak Bangsa, sehingga dapat diketahui kekuatan rangka bodi bus dalam menahan komponen bodi bus.

Metode Elemen Hingga adalah metode numerik seperti metode beda hingga tetapi lebih umum dan potensial dalam penerapannya untuk masalah-masalah dunia nyata (da Silva dkk. 2014). Metode Elemen Hingga pertama kali diperkenalkan pada tahun 1950. Perkembangan Metode Elemen Hingga didukung secara langsung dengan perkembangan teknologi terutama teknologi komputer yang perkembangannya sangat cepat. Peningkatan kemampuan komputer berpengaruh besar untuk melakukan analisis persoalan teknik yang kompleks (Prasetyo, 2010). Metode Elemen Hingga dalam penelitian ini digunakan untuk menentukan defleksi dan tegangan yang dapat ditahan oleh rangka bodi bus listrik *prototype* 3 PT. Mobil Anak Bangsa dan kekuatan dari bahan yang digunakan untuk membuat struktur rangka bodi bus melalui *software* Autodesk Inventor, sehingga akan didapatkan struktur rangka yang kuat dan dapat menahan beban yang diterima

rangka bodi bus. Material yang digunakan untuk membuat struktur rangka bodi bus adalah aluminium 6063 T6.

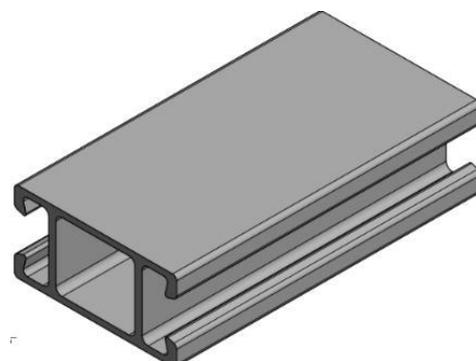
Autodesk Inventor merupakan program yang dirancang khusus untuk keperluan bidang teknik seperti desain produk, desain mesin, *desain mold*, desain konstruksi, atau keperluan teknik lainnya. Inventor memiliki antarmuka yang sangat sederhana (ramah) dan dikelola dengan baik dengan sistem bantuan yang sederhana. Program ini digunakan oleh perusahaan desain / manufaktur kecil yang berspesialisasi dalam produksi produk lembaran logam, perpipaan dan perkabelan peralatan elektronik (Kostic, 2012).

2. METODE PENELITIAN

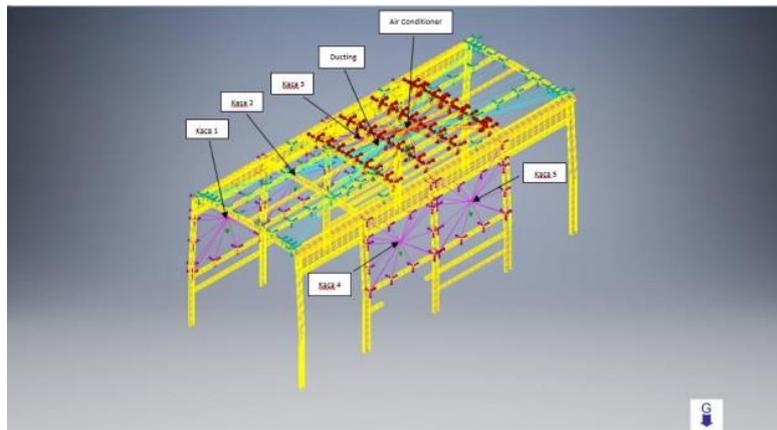
Material utama yang digunakan pada struktur rang bodi bus listrik *prototype* ke 3 PT. Mobil Anak Bangsa menggunakan Aluminium 6063 T6. Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menggambar *sketch* 2D. Langkah kedua menjadikan *sketch* 2D yang telah dibuat menjadi gambar 3D pada *software* Autodesk Inventor Professional 2019. Pembuatan gambar 3D dibuat menjadi dua jenis yang pertama yaitu berbentuk *solid model* dan yang kedua *surface model*. Langkah ketiga yang dilakukan dalam penelitian ini adalah memasukkan karakteristik bahan (*material properties*) Aluminium 6063 T6, data tersebut ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Aluminium 6063 T6 (Aalco Metals Ltd, 2018).

No	<i>Property</i>	<i>Value</i>
1	<i>Proof stress</i>	170 MPa
2	<i>Tensile strength</i>	215 MPa



Gambar 1. Bentuk pilar struktur bodi bus yang menggunakan Aluminium



Gambar 2. Letak pembebanan dalam simulasi

Bentuk pilar-pilar pada struktur rangka bodi bus yang berbahan alumunium berbeda dengan bentuk struktur bodi bus yang terbuat dari *steel*. Pada struktur bodi bus yang menggunakan *steel* pilar-pilarnya berbentuk *squaretube*. Sedangkan pilar pada struktur bodi yang berbahan alumunium bentuknya berbeda. Bentuk pilar bodi alumunium berbeda dengan *steel* karena dalam proses penyambungan antar pilar tidak menggunakan las tetapi menggunakan *bolt and nut*. Bentuk pilar struktur bodi bus yang menggunakan alumunium ditunjukkan pada gambar 1.

Langkah selanjutnya yaitu memasukan data *boundary condition* (kondisi simulasi) yang digunakan untuk melakukan perhitungan struktur. Dalam penelitian ini data yang dimasukkan dalam simulasi berupa data asumsi pembebanan pada tabel 2 dan titik tumpu atau titik ikat (*fixed constraint*). Bentuk simulasi pembebanan ditunjukkan pada gambar 2. Langkah selanjutnya melakukan perhitungan pada *software (run software)*.

Tabel 2. Daftar asumsi pembebanan

No	Asumsi Beban	Berat (N)
1	Berat kaca	2750
2	<i>Air Conditioner</i>	3200
3	<i>Ducting dan Accesories</i>	5000
4	Gaya Gravitasi	9800

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis yang dilakukan pada struktur rangka bodi bus listrik prototype ke 3 PT. Mobil Anak Bangsa menghasilkan bebeapa *output* nilai, *Output* nilai tersebut berupa *von mises stress*, *displacement*, dan *safety factor*.

3.1. Von Mises Stress

Berdasarkan hasil penelitian tersebut menunjukkan nilai *von mises stress* maksimum 16,67 MPa dan nilai tersebut terdapat pada area bagian atas pintu penumpang, (sambungan antara *side body* dan *roof*) dan nilai minimum 5,628E-05, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3. *Von Mises Stress* yang terjadi pada struktur rangka bodi bus diakibatkan oleh pembebanan yang diberikan pada struktur rangka bodi bus. *Von mises stress* maksimum terjadi pada bagian atas pintu penumpang karena pada bagian tersebut *reinforcement* kurang karena terdapat pintu penumpang. Tetapi untuk mengatasi terjadinya *von mises stress* yang lenih besar pilar pada struktur bagian pintu penumpang menggunakan pilar dengan ukuran yang lebih besar yaitu 120 x 40.

3.2. Displacement

Gambar 4. Merupakan pergeseran yang terjadi pada struktur rangka bodi bus (*displacement*). *Displacement* yang terjadi pad struktur rangka bodi bus angka maksimalnya yaitu 0,7078 yang berarti 0,7078 mm dan nilai minimumnya yaitu 0 yang berarti 0 mm. *Displacement* yang terjadi pada struktur rangka bodi bus terjadi karena pembebanan yang diterima oleh struktur rangka bodi bus. *Displacement* maksimal terjadi pada *frame* bagian roda kiri, dapat dilihat pada gambar 4 untuk lokasi *displacement* maksimal.

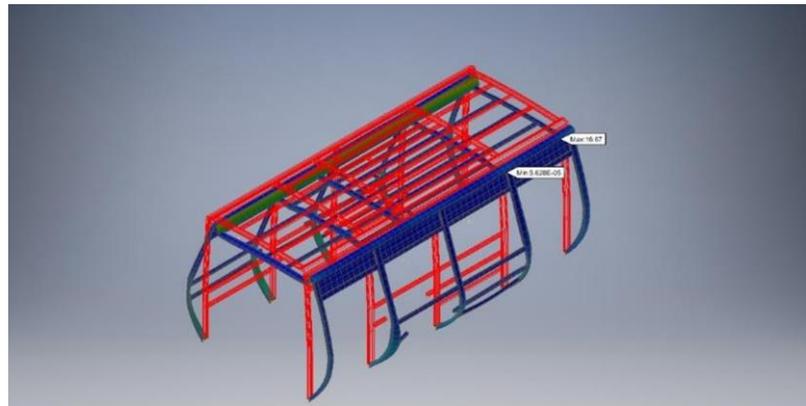
3.3. Safety Factor

Perhitungan *safety factor* dapat dilihat sebagai berikut:

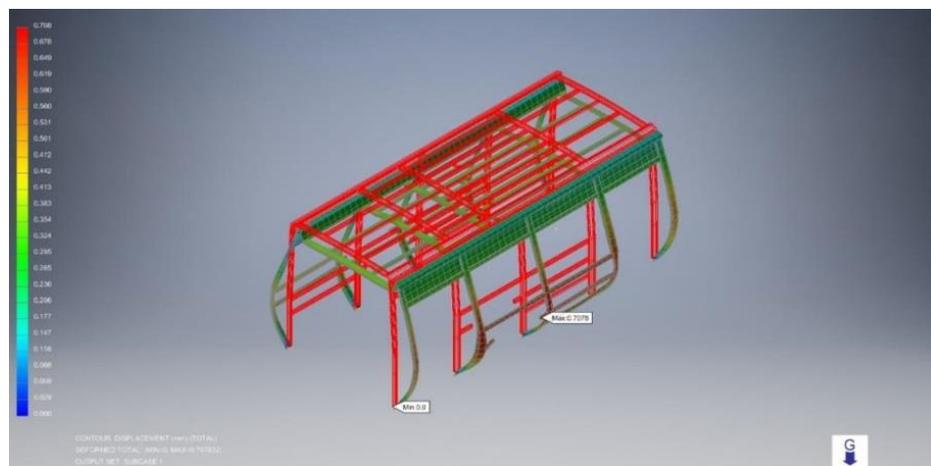
$$n = \frac{S}{\tau} = \frac{215}{16.67} = 12,9$$

Angka keamanan (*safety factor*) menentukan apakah struktur rangka bodi bus listrik prototype ke 3 PT. Mobil Anak Bangsa memenuhi standar yang telah ditentukan. Hasil perhitungan angka keamanan yaitu

12,9 dimana angka tersebut termasuk tinggi karena standar angka keamanan yang ditentukan yaitu 4.



Gambar 3. Von mises stress



Gambar 4. Displacement



Gambar 5. Safety factor

4. SIMPULAN

Rangka bodi bus berfungsi sebagai tempat meletakkan komponen-komponen bodi seperti kaca, *ducting*, *air conditioner* dan *accessoris* lainnya. Jadi harus memberi keamanan dan kenyamanan saat kendaraan sudah dioperasikan. Keamanan dan kenyamanan tersebut dapat diukur dengan tingginya angka keamanan (*safety factor*) dimana angka keamanan yang diperoleh dari penelitian ini sangat tinggi yaitu 12.9. Dari hasil analisis struktur rangka bodi bus listrik prototype ke 3 PT. Mobil Anak Bangsa dengan menggunakan Autodesk inventor Professional 2019. Yang menggunakan bahan aluminium 6063 T6 dengan keluaran berupa *deformed*, *von mises stress*, *displacement* dan *safety factor* dimana nilai hasilnya sangat aman. Meskipun untuk proses analisis struktur rangka bodi bus listrik tidak dapat dianalisis secara keseluruhan dikarenakan keterbatasan pada spesifikasi komputer dan software yang digunakan, akan tetapi pada pengujian struktur rangka bodi bus mengambil sampel bagian depan sampai bagian pintu penumpang. Sedangkan hasil pengujian struktur rangka bodi bus listrik yang diambil sampel dengan menggunakan beban penuh (beban yang diterima bodi utuh) dikategorikan sangat aman.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aalco Metals Ltd. 2018. Aluminium Alloy 6063 - T6 Extrusions. *Fdg Creative Ltd.*
- Butdee, S., dan F. Vignat. 2008. TRIZ method for light weight bus body structure design. *Journal of achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 31(2), 456-462
- da Silva, E. P., F. M. da Silva, dan R. R. Magalhães. 2014. Application of finite elements method for structural analysis in a coffee harvester. *Engineering*, 6(03), 138.
- Kostic, Z., D. Radakovic, D. Cvetkovic, S. Trajkovic, dan A. Jevremovic. 2012.
- Comparative study of CAD software, Web3D technologies and existing solutions to support distance-learning students of engineering profile. *International Journal of Computer Science Issues (IJCSI)*, 9(4), 181.
- Muthuvel, A., Murthi, M. K., Sachin, N. P., Koshy, V. M., Sakthi, S., dan Selvakumar, E. 2013. Aerodynamic Exterior Body Design of Bus. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(7), 2453-2457.