

Perbandingan Ketahanan Velg Mobil dengan Berbagai Desain dan Material dengan Simulasi Ansys Fea

Bagus Arviansyah^{*1}, Rokhmat², Trisa Ramadhan³, Tomas Irfani⁴, Amir⁵

^{1,2,3,4,5}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Buana Perjuangan Karawang, Indonesia
Email: ¹tm22.bagusarviansyah@mhs.ubpkarawang.ac.id, ²tm22.rokhmat@mhs.ubpkarawang.ac.id,
³tm22.trisaramadhan@mhs.ubpkarawang.ac.id, ⁴tm22.tomasirfani@mhs.ubpkarawang.ac.id,
⁵amir@ubpkarawang.ac.id

Abstrak

Velg merupakan bagian dari unit kendaraan yang berperan sebagai penopang beban saat kendaraan berhenti dan juga sebagai pengantar gerakan putar dari mesin untuk memindahkan kendaraan. Jika terjadi kerusakan pada velg, hal tersebut dapat menjadi risiko serius bagi pengemudi kendaraan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mencari nilai *deformation total*, *von mises stress*, *Stress intensity* dan *deformation total dynamic* pada desain velg dengan variasi jumlah jari-jari dan menggunakan tiga jenis material yang berbeda. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis eksperimental dan simulasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak simulasi *static structural ANSYS Workbench 2023*. Setelah menjalankan simulasi, hasil penelitian dapat diperoleh hasil bahwa setiap ukuran ketebalan jari-jari dan jaraknya dapat mempengaruhi hasil data variabel. pada velg tipe 2 atau velg dengan jari-jari 10 mendapatkan hasil simulasi yang paling buruk diantara dua lainnya. Jadi, dapat disimpulkan bahwa material magnesium lebih baik diantara aluminium dan baja karbon. Dan setiap desain dapat mempengaruhi kekuatan dari material itu sendiri.

Kata kunci: Ansys, Deformasi, FEA, Simulasi, Von Mises Stress

Abstract

Alloy wheels are a part of the vehicle unit that acts as a load support when the vehicle stops and also as an introduction to the rotary motion of the engine to move the vehicle. If damage occurs to the alloy wheel, it can be a serious risk for the driver of the vehicle. This study aims to find the value of total deformation, von mises stress, Stress intensity and dynamic total deformation in alloy wheel designs with variations in the number of spokes and using three different types of materials. The research method used is experimental analysis and simulation is carried out using ANSYS Workbench 2023 static structural simulation software. After running the simulation, research results show that each size of radius thickness and distance can influence the variable data results. Type 2 rims or rims with a radius of 10 get the worst simulation results among the other two. And the concluded that magnesium material is better than between aluminum and carbon steel. And each design can affect the strength of the material.

Keywords: Ansys, Deformation, FEA, Simulation, Von Mises Stress

1. PENDAHULUAN

Roda merupakan penemuan paling signifikan masa lalu. Roda telah berkembang dari kebesaran menjadi bagian integral dari setiap transportasi modern kendaraan. Kendaraan bermotor modern diproduksi sesuai dengan aturan yang sangat ketat untuk menjamin keselamatan penumpang. Bahan untuk memproduksi roda ini sudah tersedia canggih karena desain dan materialnya bisa berkisar dari baja dengan paduan non-besi seperti magnesium dan aluminium (Zanchini et al., 2023). Roda otomotif telah berevolusi selama beberapa dekade sejak desain jari-jari awal dari kayu dan baja. Kendaraan modern saat ini menggunakan konfigurasi logam yang dicetak, velg paduan aluminium cor dan tempa modern. Sejak saat itu beberapa metode pengujian inovatif pengukuran stress eksperimental telah dimulai (Kumar et al., 2019). Dalam beberapa tahun terakhir, seiring kemajuan teknologi, pabrikan

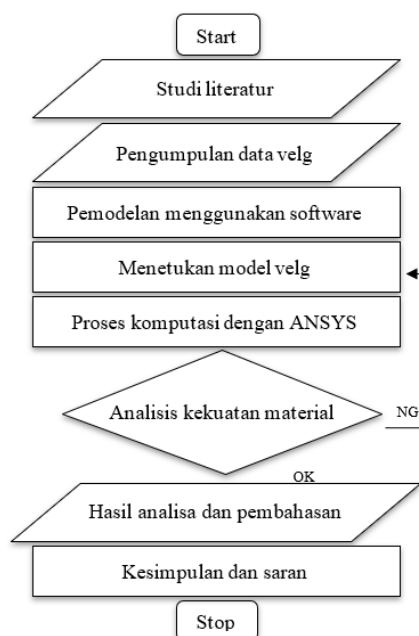
berupaya menyediakan kendaraan yang lebih cepat, lebih kuat, dan lebih ringan dalam konstruksi dan untuk melakukan hal ini bahan produksi dasar perlu diubah(Mishra & Singh, 2019).

Dengan adanya beragam metode eksperimental dan analisis, salah satu pendekatan yang sering digunakan untuk menganalisis sifat-sifat velg adalah metode elemen hingga, yang dikenal sebagai Finite Element Method (FEM) atau Finite Element Analysis (FEA)(Sanjaya et al., 2021). Metode FEA efektif dalam menyelesaikan tantangan struktural pada benda padat mekanika untuk menghasilkan solusi seperti tegangan, regangan, defleksi, dan bahkan umur kelelahan(Karteek et al., 2019). Keuntungan utama dari metode FEA adalah penghematan waktu dan biaya, bahkan dapat diterapkan sebelum pembuatan prototype fisik(Swetha B., 2019). Selain itu metode ini didukung oleh perangkat lunak berbasis CAE seperti ANSYS dan Pro Engineering.

Dalam penelitian sebelum nya fahd rizal pris dkk, melakukan simulasi yang sama begitu juga muhammad zaeni rizki mubarak dkk melakukan hal yang sama,beberapa penelitian hanya berfokus pada model velgnya saja.Kemudian dari jurnal internasional juga ada beberapa literatur yang kami review seperti yang sudah dilakukan T.kato dkk,simulasi hanya berfokus pada model,meshing dan pembebanannya saja(Kato et al., 2019). Penelitian yang membahas tentang variasi material pada pembuatan velg sejauh ini belum ada yang melakukan simulasinya. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah melakukan simulasi velg dengan material yang berbeda dan model yang berbeda pula untuk menghasilkan nilai deformation total, von mises stress, Stress intensity dan deformation total dynamic.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental. Untuk proses secara cepat, teliti dan efisien, maka desain velg dapat dilakukan dengan menggunakan software. Software yang telah digunakan untuk membuat desain velg adalah solidworks 2022, sedangkan untuk eksperimen simulasi analisis nya menggunakan software workbench ansys 2023 yang berbasis Finite Element Analysis (FEA). Berikut kerangka penelitian seperti digambarkan pada gambar.1 dibawah ini:



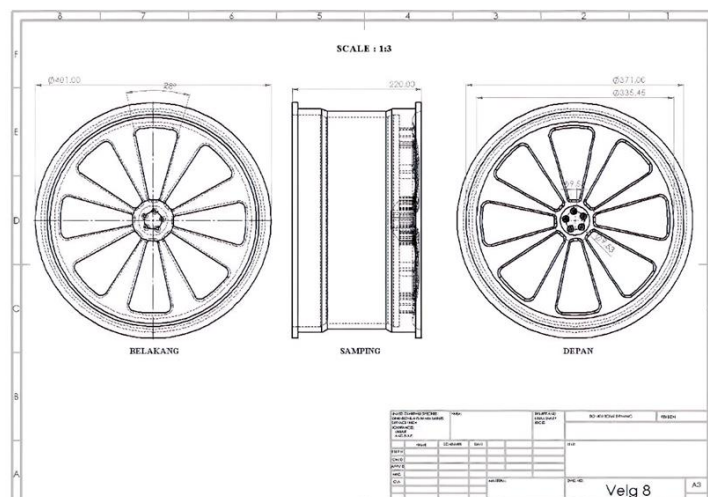
Gambar 1. Kerangka penelitian

Penentuan desain dan jenis produk dilakukan dengan mempertimbangkan kesesuaian material, model, proses kerja, dan daya tahan produk jadi(Abhimman et al., 2021). Memastikan proses langsung ke produk tanpa pengetahuan tentang kekuatan atau ketangguhan material tidak menimbulkan risiko serius pada produk dan profilnya sangat penting(Gangadhar Reddy & Mahaboob Basha, 2020). Untuk

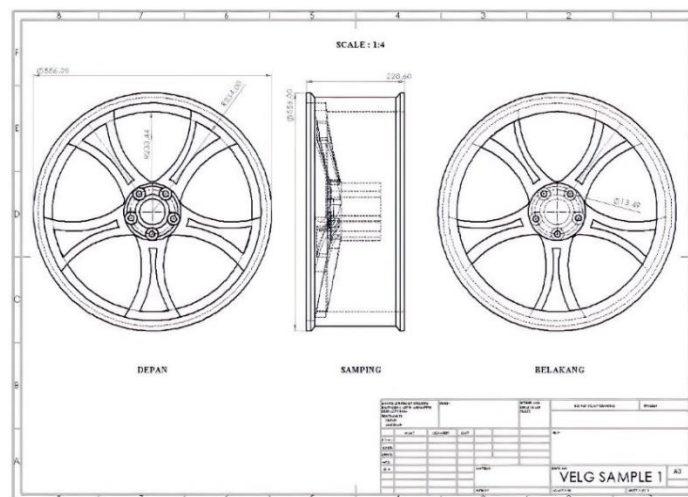
mengurangi risiko tersebut, desain dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak yang valid dan mampu memberikan informasi yang tepat (Agarwal et al., 2021). Dalam penelitian ini, desain dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2022, yang dipilih karena kesederhanaan, efektivitas, dan efisiensinya. Proses optimasi pada penelitian ini meliputi variasi model, desain, meshing, serta penerapan beban statis dan dinamis pada roda (Shekhar et al., 2020).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

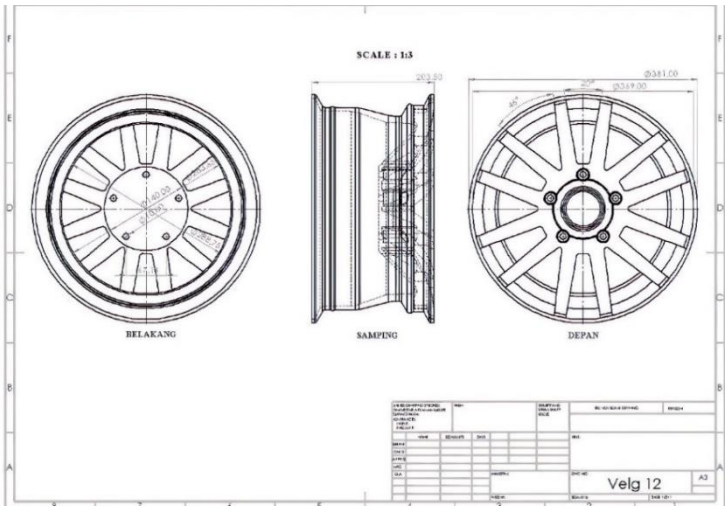
Untuk menentukan hal-hal yang akan diselidiki lebih lanjut, setelah mendefinisikan masalah yang berkaitan dengan perbandingan konfigurasi roda dan material sebagai fokus penelitian, metode FEA dipilih untuk pengumpulan data. Teks berikutnya menguraikan langkah-langkah spesifik dari metode FEA. Pembuatan desain model geometris dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak CAD Solidworks dan diteliti melalui ANSYS Workbench. Model ini mencakup tiga variasi, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4 di bawah ini. Adapun dari material yang digunakan masing-masing velg adalah magnesium alloy, aluminium alloy dan carbon steel. Dengan menggunakan beban sebesar 15.000 N dengan asumsi beban berat kosong kendaraan ditambah dengan berat badan orang dewasa yang menaiki kendaraan tersebut dengan asumsi berat badan orang dewasa seberat 60 kg. kemudian di bagi 4 untuk pembebanan maksimal masing – masing velg, sehingga didapatkan beban sebesar 3750 N. Disertai dengan asumsi nilai kecepatan kendaraan 100 km/h, lalu dikonversikan menjadi kecepatan putar pada velg didapatkan hasil 146 rad/s.



Gambar 2. Velg tipe 1



Gambar 3. Velg tipe 2



Gambar 4. Velg tipe 3

3.1. Deformation total dan von mises stress

Dengan menggunakan metode simulasi deformation total statis dan dinamis, von mises stress dan intensity stress pada velg tipe 1,2 dan 3 dengan menggunakan material magnesium alloy, alumunium alloy dan carbon steel(swetha.b, 2019). Maka diperoleh hasil seperti pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Deformation total

Type	Pembebanan	Material	Min(mm)	Max(mm)
1	Static	Magnesium alloy	0,06	0,57
		Alumunium alloy	0,04	0,34
		Carbon steel	0	0,12
2	Static	Magnesium alloy	0,02	0,18
		Alumunium alloy	0,01	0,13
		Carbon steel	0	0,07
3	Static	Magnesium alloy	0,25	2,25
		Alumunium alloy	0,16	1,42
		Carbon steel	0	0,47

Tabel 2. Von mises stress

Type	Pembebanan	Material	Min(MPa)	Max(MPa)
1	Static	Magnesium alloy	7,40	66,32
		Alumunium alloy	0,07	66,54
		Carbon steel	0,1	74,83
2	Static	Magnesium alloy	1,29	11,63
		Alumunium alloy	0,003	13,07
		Carbon steel	0,2	32,37
3	Static	Magnesium alloy	14,78	133
		Alumunium alloy	0	132,89
		Carbon steel	0	130,53

Tabel 3. Stress intensity

Tipe	Pembebanan	Material	Min(MPa)	Max(MPa)
1	Static	Magnesium alloy	7,60	68,05
		Alumunium alloy	0,08	67,66
		Carbon steel	0,12	76,07
2	Static	Magnesium alloy	1,30	11,74
		Alumunium alloy	0,003	14,37
		Carbon steel	0,017	35,16
3	Static	Magnesium alloy	16,48	148,32
		Alumunium alloy	0	147,48
		Carbon steel	0	143,04

Tabel 4. Deformation total Dinamis

Tipe	Pembebanan	Material	Min(mm)	Max(mm)
1	Dynamic	Magnesium alloy	1,57	14,12
		Alumunium alloy	0	11,27
		Carbon steel	0	6,61
2	Dynamic	Magnesium alloy	0,89	7,99
		Alumunium alloy	0	6,48
		Carbon steel	0	3,88
3	Dynamic	Magnesium alloy	2,86	25,77
		Alumunium alloy	0	20,76
		Carbon steel	0	12,33

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis menggunakan perangkat lunak ANSYS Workbench 2023, didapatkan kesimpulan berupa material magnesium alloy dengan nilai deformation total sebesar 0,57 mm, sedangkan alumunium alloy sebesar 0,34 mm dan baja carbon sebesar 0,12 mm, magnesium merupakan material yang lebih baik diantara alumunium alloy dan baja karbon. Dikarenakan data variabel magnesium alloy yang diperoleh dan dibandingkan terhadap alumunium alloy dan baja karbon pada variabel berturut-turut yaitu deformation total, von mises stress, Stress intensity dan deformation total dynamic lebih unggul. Lalu, variabel selanjutnya yang penulis coba teliti adalah bentuk dari desain velg dengan variasi jari-jari pada kelipatan dua dimulai dari jari-jari delapan, sepuluh dan dua belas. Setelah disimulasikan dengan menggunakan material yang berbeda-beda, diperoleh hasil bahwa setiap ukuran ketebalan jari-jari dan jaraknya dapat mempengaruhi hasil data variabel. Seperti pada gambar dan tabel yang disajikan, pada velg tipe 2 atau velg dengan jari-jari 10 mendapatkan hasil simulasi yang paling buruk diantara dua lainnya. Jadi, dapat disimpulkan bahwa material magnesium lebih baik diantara alumunium dan baja karbon. Dan setiap desain dapat mempengaruhi kekuatan dari material itu sendiri, jadi sebaiknya saat hendak merancang atau membuat velg disarankan untuk memperhatikan jarak dan ketebalan dari jari-jari velg tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abhiman, B., Kumar, M. Y., Venkata, M., & Reddy, R. (2021). OPTIMIZATION OF CAR RIM USING DESIGNING AND ANALYSIS SOFTWARES. INTERNATIONAL JOURNAL OF RESEARCH IN AERONAUTICAL ENGINEERING, 9(08), 01–06.
- Agarwal, S., Tripathi, M., Dey, P., Kumar, R., & Awasthi, A. (2021). Modelling & Static Analysis of Automotive Wheel Rim using different materials. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1116(1), 012021. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1116/1/012021>
- Gangadhar Reddy, M., & Mahaboob Basha, A. (2020). DESIGN OPTIMIZATION OF CAR WHEEL RIM USING FEA TECHNIQUE.
- Karteek, N., Krishna, B. S., Babu, B. K., & Paleti, B. M. (2019). Fatigue Analysis of Motor Cycle Alloy Wheel. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, 8(9), 702–710. <https://doi.org/10.35940/ijitee.I7780.078919>
- Kato, T., Fujimura, T., Yamamoto, Y., Dedmon, S., Hiramatsu, S., Kato, H., & Pilch, J. (2019). Effect of wheel size and tread braking on subsurface crack initiation in heavy haul car wheels. Procedia Structural Integrity, 19, 238–248. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2019.12.026>
- Kumar, R. A., Amarnath, G., Padmanaban, K., Karuppusamy, S., Justin, I., Raj, A., & Scholar, P. G. (2019). Experimental Studies of Optimization of Automotive wheel Rim using ANSYS. In Published in International Journal of Trend in Scientific Research and Development (ijtsrd). <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>
- Mishra, S., & Singh, L. P. (2019). Structural and Material Analysis of an Automobile Wheel Rim using ANSYS. International Research Journal of Engineering and Technology. www.irjet.net
- Sanjaya, Y., Prabowo, A. R., Imaduddin, F., & Nordin, N. A. B. (2021). Design and analysis of mesh size subjected to wheel rim convergence using finite element method. Procedia Structural Integrity, 33(C), 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2021.10.008>
- Shekhar, C., Lakshmipati Rao, B., & Krishna, V. (2020). DESIGN AND STRUCTURAL ANALYSIS OF CAR ALLOY WHEEL USING WITH VARIOUS MATERIALS.
- Swetha B., S. kumar Ch. (2019). Design Analysis of Flywheel by using Ansys. International Journal of Research in Engineering, Science and Management, 2(12).
- Zanchini, M., Longhi, D., Mantovani, S., Puglisi, F., & Giacalone, M. (2023). Fatigue and failure analysis of aluminium and composite automotive wheel rims: Experimental and numerical investigation. Engineering Failure Analysis, 146. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2023.107064>.