

## ANALISA PERANCANGAN POROS RODA PENGGERAK MOBIL EMISIA BORNEO MENGGUNAKAN FINITE ELEMENT METHOD

**Rento Gadayu\*, Fuazen, Eko Julianto**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Pontianak  
Jl. Jenderal Ahmad Yani No.111, Pontianak, Kalimantan Barat 78123.

\*Email: rentogadayu19@gmail.com

### Abstrak

*Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji kinerja dan keandalan desain poros roda Mobil Emisia Borneo ketika diberikan beban tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan apakah poros roda tersebut mampu menahan beban yang telah ditetapkan dengan menganalisis struktur poros roda menggunakan metode komputasi. Pendekatan metodologi dalam penelitian ini dimulai dengan melakukan tinjauan literatur terhadap penelitian-penelitian sebelumnya yang serupa. Selanjutnya, dilakukan perhitungan daya berdasarkan output mesin pembakaran dalam dan dilakukan analisis struktur poros roda Mobil Emisia Borneo menggunakan metode komputasi yang dikenal sebagai Metode Elemen Hingga (Finite Element Method/FEM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa output daya dari mesin pembakaran dalam adalah 775,6 watt (0,775 kW) dan kecepatan poros roda adalah 275 rpm. Material yang digunakan untuk poros roda ini adalah AISI 1035 Steel, dengan sifat mekanis material sebagai berikut: kekuatan luluh (Yield strength) sebesar 282.685 N/mm<sup>2</sup>, kekuatan tarik (Tensile strength) sebesar 585 N/mm<sup>2</sup>, dan modulus elastisitas sebesar 205000 N/mm<sup>2</sup>. Hasil analisis menggunakan Metode Elemen Hingga (FEM) menunjukkan bahwa tegangan maksimum yang terjadi berada pada bagian pasak poros roda, dengan nilai sebesar 9,417e+01 N/mm<sup>2</sup> (MPa). Berdasarkan hasil tersebut, poros roda Emisia Borneo dapat dianggap aman, karena tegangan yang terjadi pada poros masih berada di bawah nilai kekuatan luluh (Yield strength) dari material yang digunakan.*

**Kata kunci:** FEA, Otomotif, Poros Roda, Analisis Tegangan, Teknologi

### PENDAHULUAN

Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) 2022 merupakan kompetisi mobil irit tingkat nasional yang tahun ini diselenggarakan oleh Pusat Prestasi Nasional (Pusprenas) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi (Kemdikbudristek) Republik Indonesia bekerja sama dengan universitas tuan rumah. Kegiatan ini diharapkan dapat mendorong generasi muda bangsa khususnya pelajar untuk melahirkan teknologi Otomotif hemat energi dan bermanfaat bagi kemajuan bangsa dan negara Indonesia. Aktivitas

Kegiatan ini diikuti oleh mahasiswa dari seluruh Universitas/Institut/Politeknik di Indonesia yang memenuhi persyaratan yang ditetapkan panitia. Kemampuan merancang dan membangun kendaraan yang irit, aman, dan ramah lingkungan adalah suatu keharusan dimiliki oleh seluruh peserta kegiatan ini. Peserta diwajibkan untuk dapat menggunakan kreativitas dalam mewujudkan karya nyata berupa kendaraan (Sukmayadi dkk., 2021).

Pada perancangan mobil Emisia Borneo setiap komponen perlu dirancang dengan baik agar menghasilkan kendaraan yang efisien, salah satu komponen yang terdapat pada Mobil Emisia Borneo adalah poros roda. Poros adalah bagian yang berputar, biasanya dengan penampang melingkar, yang digunakan untuk mentransmisikan daya atau gerak. Ini memberikan sumbu rotasi, atau osilasi, elemen seperti roda gigi, katrol, roda gila, engkol, sproket, dan sejenisnya serta mengontrol geometrinya gerakan.(J. Keith Nisbett, 2011) Poros untuk meneruskan daya diklasifikasikan menurut pembebanannya sebagai berikut.(Sularso & Suga, 2004). Poros transmisi Poros macam ini mendapat beban puntir murni atau puntir dan lentur. Daya ditransmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, puli sabuk atau sproket rantai. Spindel Poros transmisi yang relatif pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa

puntiran, disebut spindel. syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti. Poros gandar Poros seperti yang dipasang di antara roda kereta barang, yang tidak menerima beban puntir, bahkan terkadang tidak berputar, disebut gandar. Gandar ini hanya dikenai beban lentur, kecuali jika digerakkan oleh penggerak mula yang akan mengalami beban puntir juga. *Finite element method* pada proses analisa kekuatan poros roda dilakukan dengan cara komputasi dengan bantuan software yang terintegral dari *Computer Aided Design* (CAD) (Prastyo dkk., 2020). Metode elemen hingga atau biasa disebut *Finite Element Method* (FEM) dapat dianggap sebagai metode untuk menemukan solusi yang sesuai untuk persamaan1. diferensial parsial, atau untuk mengubah persamaan diferensial parsial menjadi persamaan aljabar yang dapat dengan mudah diselesaikan (Seshu, 2006).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil perancangan poros roda Mobil Emisia Borneo ketika diberi pembebanan dan untuk mengetahui apakah poros roda tersebut dapat menahan beban yang ditentukan dengan menganalisis struktur poros roda menggunakan teknik komputasi.

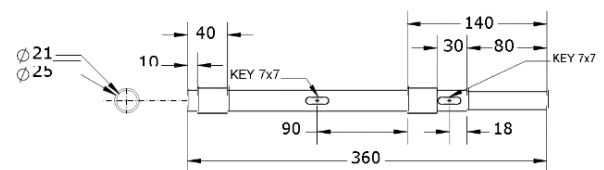
## METODE PENELITIAN

Dalam analisis kekuatan dan optimalisasi poros roda penggerak Mobil Emisia Borneo menggunakan Metode Elemen Hingga pada aplikasi, terdapat beberapa tahapan yang perlu dilakukan. Tahap pertama adalah studi literatur dan perhitungan perancangan poros roda, kemudian dilanjutkan dengan pengujian simulasi pada aplikasi. Pada tahap ini, dilakukan perhitungan tegangan geser maksimum, deformasi, dan faktor koreksi pada poros roda menggunakan rumus persamaan teoritis.

Proses komputasi dilakukan melalui simulasi yang umumnya terdiri dari tahapan-tahapan utama. Tahap pertama adalah Pre-Processing, yang merupakan langkah awal dalam pemodelan elemen hingga. Dalam Pre-Processing, terdapat beberapa fungsi yang harus didefinisikan untuk melakukan perhitungan tertentu pada objek yang akan dianalisis, seperti pemodelan, penentuan jenis elemen, penentuan material, dan pembentukan meshing. Tahap selanjutnya adalah Solution, di mana Metode

Elemen Hingga (FEM) terlibat dalam proses perhitungan dan analisis. Terdapat beberapa langkah yang harus dilalui dalam perhitungan ini, antara lain pembebanan dan analisis. Setelah proses permodelan dan analisis selesai, langkah selanjutnya adalah *Post-Processing*. Tahap ini digunakan untuk melihat hasil analisis, khususnya tegangan geser, deformasi, dan faktor koreksi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Desain Dimensi Poros Roda



Gambar 2. Desain Geometri Poros Roda

Pada penelitian ini, menggunakan material AISI 1035 Steel sebagai bahan yang akan dianalisis. Beberapa properti material yang relevan telah diidentifikasi yaitu Kekuatan luluh (yield strength) dari material ini adalah sebesar  $282.685 \text{ N/mm}^2$ , sementara kekuatan tarik (*tensile strength*)-nya mencapai  $585 \text{ N/mm}^2$ . Modulus elastisitas (*elastic modulus*) material ini memiliki nilai sebesar  $205000 \text{ N/mm}^2$ . Poisson ratio, yang menggambarkan perbandingan deformasi lateral terhadap deformasi longitudinal, memiliki nilai sebesar 0.29. Massa jenis (mass density) material adalah sekitar  $7.85 \text{ g/cm}^3$ . Terakhir, modulus geser (*shear modulus*) dari material ini adalah sekitar  $80000 \text{ N/mm}^2$ . Properti material ini merupakan informasi penting yang akan digunakan dalam analisis dan perhitungan

yang dilakukan dalam penelitian ini sedangkan spesifikasi detail dari mobil Emisia terlihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. spesifikasi Mobil Emisia Borneo**

Komponen	Nilai
Diameter roda	= 1,808012 m
Tebal roda	= 0,16 m
Kecepatan Mobil	= 9,4 m/s
Massa total	= 185 kg
Aedynamic resistance dari simulasi	= 21,5 N
Rolling resistance	= 36,48 N
Inertia Force	= 158,38 N
Traction force	= 154,38 N
Power traction	= 2,363 HP

Karakteristik Output Daya Engine Torsi pada mesin untuk mengerakkan 6,4 N.m Daya pada mesin untuk mengerakkan kendaraan dengan kecepatan 8,3 m/s<sup>2</sup> sebesar 93,4 N, daya output engine sebesar 1.0398 HP. Dari perhitungan karakteristik output engine didapat  $P_{engine} = 775,6 \text{ W} = 0,775 \text{ kW}$  Dimana  $P_{engine}$  dijadikan nilai patokan Daya rencana. Putaran poros roda 275 Rpm. Pada perancangan perlu ditambahkan faktor koreksi. faktor koreksi diambil 1,2 (Sularso & Suga, 2004). Daya rencana  $f_c P_d = 3.294 \text{ kgf.mm}$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisa simulasi yang dilakukan, telah dilakukan proses meshing pada objek yang dianalisis. Tabel 2 menyajikan informasi mengenai meshing yang dilakukan. Total simpul (nodes) yang terbentuk sebanyak 21972, sementara jumlah elemen total mencapai 13892. Nilai rasio aspek maksimum yang ditemukan dalam meshing adalah sebesar 4.49. Selain itu, sebanyak 99.7% elemen memiliki rasio aspek kurang dari 3, menunjukkan bahwa meshing dilakukan dengan baik dan proporsi elemen yang memiliki rasio aspek yang baik cukup tinggi. Tidak ada elemen yang mengalami distorsi (Jacobian) dalam simulasi, yang

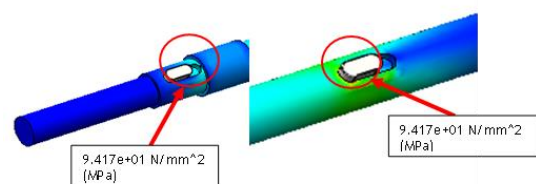
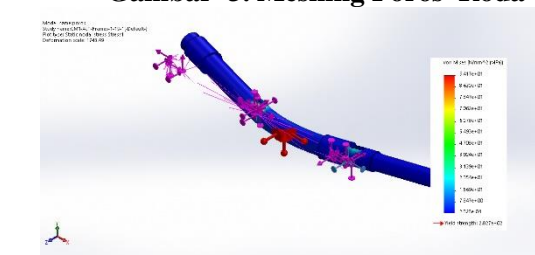
menunjukkan bahwa meshing telah dilakukan dengan kualitas yang baik dan konsisten. Hasil analisis ini memberikan kepercayaan bahwa meshing yang digunakan dalam simulasi dapat memberikan representasi yang akurat terhadap objek yang dianalisis, sehingga dapat diharapkan hasil analisis yang lebih akurat pula.

**Tabel 2. Mesh Information**

Komponen	Nilai
Total Nodes	21972
Total elements	13892
Maximum aspect ratio	4.49
% of elements with Aspect Ratio < 3	99.7
% of elements with Aspect Ratio > 10	0
% of distorted elements(Jacobian)	0



**Gambar 3. Meshing Poros Roda**



**Gambar 4 Von Mises Stress**

Pada gambar 4 terlihat Stress terbesar terjadi pada bagian pasak, dengan nilai von

mises  $9.417e+01 \text{ N/mm}^2$  (Mpa). ketika Poros roda diberi pembebanan Stress yang terjadi masih jauh dibawah dari nilai yield strength material maka poros roda dianggap aman. Berdasarkan data yang diberikan, dapat diamati dari Gambar 4 bahwa terdapat tegangan (stress) terbesar yang terjadi pada bagian pasak poros roda dengan nilai von Mises sebesar  $9.417e+01 \text{ N/mm}^2$  (Mpa). Namun, penting untuk mencatat bahwa saat poros roda diberi pembebanan, tegangan yang terjadi masih jauh di bawah nilai kekuatan luluh (yield strength) material. Hal ini menunjukkan bahwa poros roda dalam keadaan aman.

Dengan tegangan yang masih jauh di bawah nilai yield strength material, poros roda dapat menahan beban yang diberikan dan tidak akan mengalami deformasi permanen atau kegagalan struktural. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa poros roda pada Mobil Emisia Borneo dapat dipertimbangkan aman dalam penggunaannya.

Analisis ini penting untuk memastikan bahwa komponen struktural seperti poros roda memiliki ketahanan yang cukup untuk menghadapi beban yang diberikan selama penggunaan kendaraan. Dengan mengetahui tingkat tegangan yang terjadi pada komponen-komponen tersebut, dapat dilakukan perencanaan yang lebih baik dalam merancang struktur kendaraan yang aman dan efisien.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Dari hasil analisa didapat disimpulkan bahwa tegangan maksimum yang terjadi sebesar  $9.417e+01 \text{ N/mm}^2$  (MPa) pada bagian pasak pada poros. Dengan nilai yield strength dari material *AISI 1035 Steel* sebesar  $282.685 \text{ N/mm}^2$  maka poros roda dinyatakan aman karena stress yang terjadi masih dibawah nilai yield strength dari material.

## DAFTAR PUSTAKA

J. Keith Nisbett, Ir. G. B. (2011). *Shigley's*

*Design Engineering Mechanical* (Vol. 21, Nomor 1).

Prastyo, B. W., Syafa'at, I., & Dzulfikar, M. (2020). Analisis Aerodinamika Pada Bodi Mobil Hemat Energi Lintang Samudra Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamics. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 16(1). <https://doi.org/10.36499/mim.v16i1.3366>

Seshu, P. (2006). *Textbook of finite element analysis*. Department of Mechanical Engineering Indian Institute of Technology Bombay Mumba.

Sukmayadi, A., Muslih, M. S., Sos, S., Alfian, M. S. R., Kom, S., & Fitriana, F. (2021). Pedoman Kontes Mobil Hemat Energi Tahun 2021. *Pedoman Kontes Mobil Hemat Energi, 1*, 2021.

Sularso, & Suga, K. (2004). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*.

Bathe, K.-J. (2016) 'Introduction to Finite Element Analysis ( FEA ) or Finite Element Method ( FEM ) Finite Element Analysis ( FEA ) or Finite Element Method ( FEM )', p. 1065. Available at: [http://web.mit.edu/kjb/www/Books/FEA\\_EP\\_2nd\\_Edition\\_4th\\_Printing.pdf](http://web.mit.edu/kjb/www/Books/FEA_EP_2nd_Edition_4th_Printing.pdf).

Efrizal, E. and Sabar, M. (2020) 'Analisa Perancangan Transmisi Sprocket and Chain Pada Kendaraan Prototype Bensin Kontes Mobil Hemat Energi (Kmhe) ...', Motor Bakar: Jurnal Teknik Mesin, 3(1), pp. 1–7. Available at: <http://jurnal.umat.ac.id/index.php/mjtm/article/view/3072>.

Khaufanulloh, R.H. et al. (2016) 'Karakteristik Performa Motor Bensin Pgmfi ( Programmed Fuel Injection ) Silinder Tunggal 110Cc Dengan Variasi', 01, pp. 43–50.

Kurniawan, L.A.D.I., Mesin, J.T. and Teknik, F. (2014) 'RANCANG BANGUN DRIVETRAIN PADA MOBIL PROTOTYPE DIESEL'.

Luthfianto, A. (2017) 'Transmisi Rantai Mobil Nogogeni Transmission System', institut teknologi sepuluh november Surabaya, pp. 7–8.

Maramis, A.I. (2014) 'Pemodelan Rekatan

GFRP pada Balok Beton Menggunakan Lusas 14.0’.

Marshek (2006) ‘FAKTOR KEAMANAN (Safety Factor)’, pp. 1–10.

Nurchahyo, Y.E. et al. (2021) ‘Rancang Bangun Body Fibercarbon dan Simulasi Aerodinamis dengan Ansys untuk Mobil Hemat Energi Kategori Prototype’, 5(2), pp. 90–96.

Pangestu, F.B. (2018) ‘Desain dan Analisis Dinamis Kekuatan Poros Final Drive Urban Concept Batavia UNJ ”Jayaraya01-mk2 ”’, p. 136.

Saputra, L. (2020) ‘Perancangan Konstruksi Penggerak Mobil Hemat Energi “Haizum”’, Jurnal Teknik Mesin [Preprint].

Seshu, P. (2006) Textbook of finite element analysis. Department of Mechanical Engineering Indian Institute of Technology Bombay Mumba. Available at:[http://www.worldcat.org/title/textbook-of-finite-element-analysis/oclc/166413523&referer=brief\\_results](http://www.worldcat.org/title/textbook-of-finite-element-analysis/oclc/166413523&referer=brief_results).