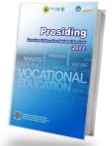




Terbit online pada laman: <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/VENS>

Vocational Education National Seminar (VENS)



Paper

ANALISA STATIS POROS RODA BELAKANG PADA KENDARAAN PENILIK JALUR KERETA API DENGAN METODE PERHITUNGAN MANUAL DAN FINITE ELEMEN METODE

Uum Sumirat¹, Furi Aida Nisa², Doni Fajar Ramadhan^{2,3}, Heni Kania Dewi², Syafwardi², Cecep Deni Mulyadi²

^{1,2,3} Departemen Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Pendidikan Indonesia, Teknik Mesin, Universitas sangga Buana YPKP Bandung, Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Bandung

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 14 September 2024

Revisi Akhir: 30 Oktober 2024

Diterbitkan Online: 02 Desember 2024

KATA KUNCI

Analisa statis poros roda belakang, kendaraan penilik jalur kereta api, Autodesk Inventor, Finite Element Method

KORESPONDENSI

E-mail: doni.framadhan@email *

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keamanan dan keandalan poros roda belakang pada kendaraan penilik jalur kereta api melalui metode perhitungan manual dan Finite Element Method (FEM) menggunakan perangkat lunak Autodesk Inventor. Kendaraan yang dianalisis merupakan hasil modifikasi dari mobil TATA Motor model ACE EX2, yang digunakan untuk memeriksa prasarana serta membawa petugas dan material kerja di jalur kereta api. Metode penelitian melibatkan perhitungan manual untuk menentukan tegangan lentur dan diameter aman poros, serta analisis menggunakan FEM untuk memperoleh faktor keamanan (safety factor) dan distribusi tegangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa poros roda belakang memenuhi standar keamanan baik melalui perhitungan manual maupun simulasi FEM, dengan tegangan lentur dan faktor keamanan berada dalam batas yang diizinkan. Penelitian ini memberikan rekomendasi untuk meningkatkan keandalan dan keselamatan kendaraan penilik jalur kereta api, serta berkontribusi pada pengembangan sistem inspeksi dan perawatan jalur kereta api di Indonesia.

1. PENDAHULUAN

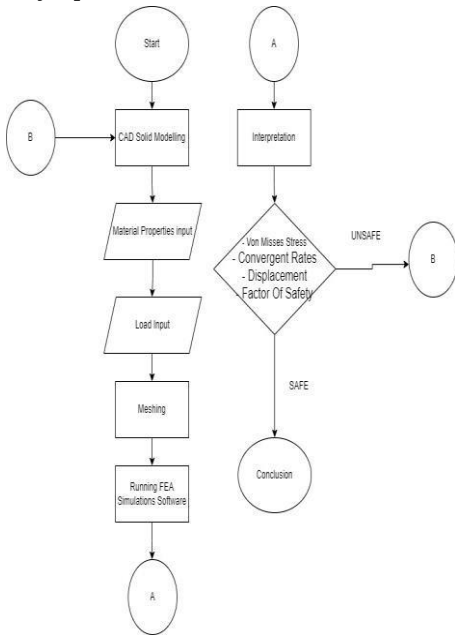
Dalam dunia perkeretaapian, lori adalah kendaraan angkut yang dapat memiliki penggerak sendiri atau tidak, yang bisa diangkat dari rel dalam waktu kurang dari dua menit. Lori ini digunakan untuk memeriksa prasarana serta membawa petugas dan/atau material kerja. Umumnya, lori digunakan untuk memudahkan perawatan, perbaikan, dan inspeksi jalur kereta api. Selain itu, lori juga dapat digunakan pada jalur jembatan

dan terowongan (H.K Dewi, 2023). Di Indonesia, ada tiga jenis lori yang umum digunakan: lori dorong, lori motor, dan lori mobil yang telah dimodifikasi. Pada penelitian ini, kendaraan penilik jalur kereta api yang digunakan adalah hasil modifikasi dari mobil TATA Motor dengan Model ACE EX2 yang ditunjukkan pada (T.N. Firmansyah, 2023). Kendaraan ini dilengkapi dengan komponen utama seperti suspensi, poros, roda, dan chasis. Penelitian ini berfokus pada analisis roda belakang dari mobil penilik jalur kereta api ini, khususnya pada porosnya. Dengan melakukan analisis

menyeluruh terhadap poros pada kendaraan penilik jalur kereta api ini, diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang bermanfaat untuk memastikan bahwa lori dapat beroperasi dengan aman dan efisien. Oleh karena itu peneliti akan menganalisis poros rodabelakang dari tegangan lentur yang di hitung dengan perhitungan manual dan juga hasil safety factor , convergen rate dan displacement yang di dapat dari simulasi Autodesk inventor.

2. METODE

Penelitian ini dapat menerapkan pengembangan aplikasi keilmuan, mekanika kekuatan bahan dan CAD dan juga analisis kekuatan suatu kontruksi poros menggunakan perhitungan matematis dan metode elemen hingga dengan perangkat lunak INVENTOR. Selain itu penelitian kali ini dapat memberikan informasi analisa tegangan deformasi atau tegangan lentur dan safety factor untuk menentukan keamanan pada kontruksi poros roda berdasarkan simulasi software Autodesk inventor pada poros kendaraan penilik jalur kereta api . metode penelitian akan di jelaskan lebih lanjut pada flowchart



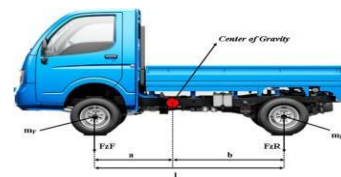
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

- 3.1. Data Spesifikasi Kendaraan Penilik Jalur Kereta Api Berdasarkan spesifikasi didapat bahwa, Engine mobil TATA ace x2 yang dimodifikasi menjadi kendaraan penilik jalur kereta api ditunjukkan pada Tabel 3.1 (H.K Dewi 2023)

Tabel 3 1 Spesifikasi Dimensi/Ukuran TATA Motor Ace EX2

Dimensi	Spesifikasi
Panjang x Lebar x Tinggi (mm)	3800 x 1500 x 1861
Jarak Sumbu Roda (mm)	2100
Jarak Pijak Depan/Belakang (mm)	1310/1330
Radius Putar (meter)	8.6
Kapasitas Tangki (liter)	30
Kapasitas Tangki (liter)	885
Load body dimension (Net loading space)	2140mm x 1430mm x 300mm
Daya	14,5 HP
Putaran Engine	3200 Rpm
Rendemen Mekanis	0.9
Diameter Poros	35 mm
Panjang Poros	1320 mm

Berdasarkan dari data hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 3.4 dan Diagram Gaya Bebas ditunjukkan pada Gambar 3.3



Gambar 3 1 Diagram Gaya Bebas KPI

Gambar 3.3 memperlihatkan sebuah kendaraan penilik jalur kereta api dengan beberapa gaya yang bekerja pada titik-titik tertentu. Titik berat (*center of gravity*) terletak di tengah kendaraan dan merupakan titik di mana berat total kendaraan dianggap terpusat. Ada dua gaya berat (*weight forces*): massa bagian depan kendaraan (M_f) yang bekerja ke bawah pada roda depan, dan massa bagian belakang kendaraan (M_r) yang bekerja ke bawah pada roda belakang. Selain itu, terdapat dua gaya reaksi normal (*normal reaction forces*) gaya reaksi normal pada roda depan (F_{zF}) yang bekerja ke atas, dan gaya reaksi normal pada roda belakang (F_{zR}) yang juga bekerja ke atas. Dimensi kendaraan mencakup jarak dari titik berat ke roda depan (a), jarak dari titik berat ke roda belakang (b), dan panjang total kendaraan (l), yaitu jarak antara roda depan dan rodabelakang. Ukuran geometri ditunjukkan pada Tabel 3.4.

Tabel 3 2 Ukuran Geometri pada KPJ

Hasil Pengukuran		Satuan	Keterangan
m	= 1546	Kg	Massa kendaraan
a	= 945	Mm	Jarak dari titik beban terpusat dengan poros roda depan
b	=1402	Mm	Jarak dari titik beban terpusat dengan poros roda belakang
l	= 2357	Mm	Jarak dari poros roda depandan belakang
WDf	58,3%	-	Distribusi Gaya Beban Bagian Roda Depan
WDr	41,7%	-	Distribusi Gaya Beban Bagian Roda Belakang

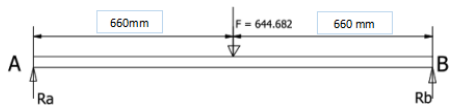
Berdasarkan data yang ditunjukkan pada Tabel 3.4, maka beban yang dialami pada poros belakang yaitu :

$$\begin{aligned}
 FzR &= \text{Massa Kendaraan} \times WDr \\
 &= 1546 \times 41,7\% \\
 &= 644,682 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

3.2 Hasil Perhitungan Matematis

3.2.1 Beban Reaksi Pros

Dari data yang di dapatkan untuk membantu proses perhitungan maka digambarkan dengan free body diagram yang ditunjukkan pada Gambar 3.4



Gambar 3.4 Gambar free body diagramporos

$$\Sigma M_B = 0$$

$$RAV \cdot 1320 - 644,69 \text{ Kg} \times 660 \text{ mm} = 0$$

$$1320RAV - 425495,4 = 0$$

$$RAV = \frac{425495,4}{1320}$$

$$= 322,345 \text{ Kg}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-RBV \cdot 1320 - 644,69 \text{ Kg} \times 660 \text{ mm} = 0$$

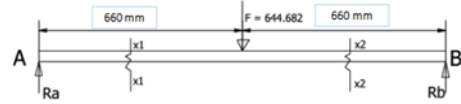
$$-1320RBV + 425495,4 = 0$$

$$R BV = \frac{425495,4}{-1320}$$

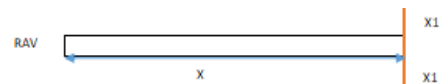
$$= - 322,345 \text{ Kg}$$

3.2.2 Menghitung Momen Lentur pada Poros

Dalam menghitung momen lentur maka dilakukan potongan (section) pada poros yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.



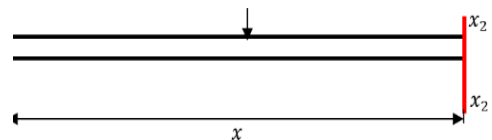
Gambar 4 1 Gambar free body diagram poros untuk perhitungan momen lentur



Gambar 4 2 Gambar potongan free body diagram poros

$$\begin{aligned}
 &X_1, X_1 \\
 &0 \leq X \leq 660 \\
 &X = 0 \\
 &M_0 = RAV \times X \\
 &= 322,35 \times 0 \\
 &= 0 \text{ Kg mm} \\
 &X = 660 \\
 &M_{660} = RAV \times X \\
 &= 322,35 \times 660 \text{ mm} \\
 &= 212.75 \text{ Kg mm}
 \end{aligned}$$

Potongan 2



Gambar 4 3 Potongan free body diagramporos

$$\begin{aligned}
 &X_2, X_2 \\
 &660 \leq X \leq 1320 \\
 &X = 660 \\
 &M_{660} = (RAV \times X) - ((X - 660)) \\
 &= (322,35 \times 660) \\
 &\quad - (644,69(660 - 660)) \\
 &= (212.75 - 0) \\
 &= 212.75 \text{ kgmm} \\
 &X = 1320 \\
 &M_{1320} = (RAV \times X) - ((X - 1320)) \\
 &= (322,35 \times 1320) \\
 &\quad - (644,69(660 - 1320)) \\
 &= (425502 - 425495,4) \\
 &= 6,6 \text{ kgmm}
 \end{aligned}$$

Maka di dapat moment lentur maksimal yang bekerja pada poros sebesar

212. 75kg.mm

3.2.3 Menghitung Tegangan Lentur yang terjadi

σ_b = tegangan lentur max yang terjadi

M_{bmax} = moment lentur max

W_b = momen tahan lentur

$$\sigma_b = \frac{M_{bmax}}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{M_{bmax}}{\frac{\pi}{32} D^3}$$

$$\sigma_b = \frac{32 \times 212,75 \text{ Kgmm}}{3,14 \times 353}$$

$$\sigma_b = \frac{68080 \text{ Kgmm}}{42875}$$

$$\sigma_b = 0.15875 \text{ kg mm}^2$$

3.2.3 Tegangan Lentur Ijin

Untuk menghitung tegangan lentur yang diizinkan harus diketahui terlebih dahulu tegangan Tarik dan safety factor dari material poros, sehingga dapat dihitung dengan rumus jika diketahui :

$$\sigma_u = 400 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_y = 250 \text{ Mpa}$$

$$sf = 2$$

$$\sigma_t = \frac{\sigma_u}{sf} \leq \sigma_y$$

$$\sigma_t = 200 \text{ Mpa} \leq 250$$

Maka tegangan lentur ijin dapat dokeroleasikan dengan rumus

$$\sigma_b = 0.9 \times \sigma_t$$

$$\sigma_b = 0.9 \times 200 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_b = 180 \text{ Mpa} = 18,35 \text{ kgmm}^2$$

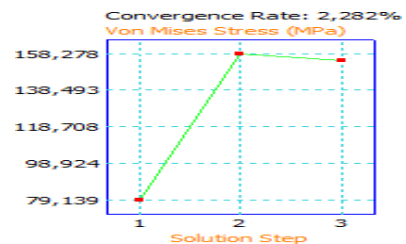
dari tegangan Tarik dan safety factor material maka didapatkan hasil tegangan lentur yang diizinkan yaitu 18,35 kgmm²

Dari hasil perhitungan teganan lentur max yang terjadi sebesar 0.15875 kgmm lebih kecil di banding tegangan lentur maksimal ijin 18,35 kgmm²kgmm

3.3. Hasil Analisis Statis Simulasi

Simulasi menggunakan software Autodesk Inventor 2022 dimana di dapat hasil analisis statis sebagai berikut

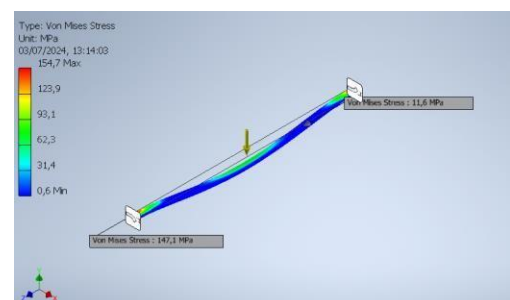
3.3.1. Stress Analysis berdasarkan result convergen



Dari hasil simulasi didapat convergence plot nya ada lah 2,282 % dengan ini hasil simulasi design poros roda belakang dapat dinyatakan handal

Dapat di lihat juga pada solution step dimana garis setelah ada di titik puncak menunjukan keadaan yang cenderung stabil ini berpengaruh pada kehandalan design ketika design di beri beban berkali- kali

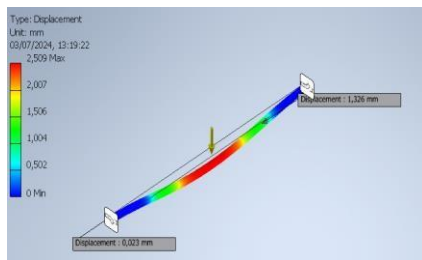
3.3.2 Stress Analysis berdasarkan Von Misses Stress



Nilai tegangan von Mises berkisar antara 0,6 MPa hingga tegangan maksimum 154,7 MPa.

Di tandai dengan warna biru Dimana area tersebut ngalami sedikit gaya dan juga Gradien warna tegangan yangterlihat menunjukkan distribusi beban yang baik sepanjang poros dengan perubahan yang halus, yang umumnya diinginkan untuk integritas struktural.

3.3.3. Stress Analysis berdasarkan Displacement

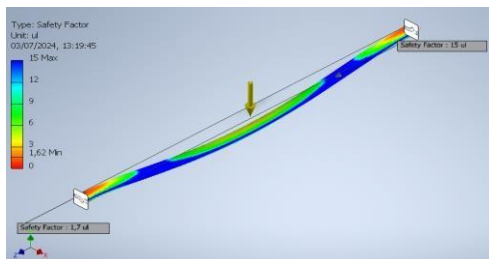


Nilai perpindahan berkisar dari 0 mm (warna biru) hingga 2,509 mm (warna merah). Perpindahan maksimum sebesar 2,509 mm terjadi di tengah poros, di mana poros mengalami deformasi terbesar.

Sebaliknya, perpindahan minimum sebesar 0,023 mm terjadi di salah satu tumpuan, menunjukkan area dengan pergerakan yang sangat kecil.

Gradien warna menunjukkan bahwa deformasi distribusi beban sepanjang poros berubah secara bertahap dan tidak ada perubahan mendadak.

3.3.4. Stress Analysis berdasarkan Safety Factor



Berdasarkan gambar, Nilai minimum faktor keamanan adalah 1.62, yang berarti struktur dapat menahan setidaknya 1.62 kali beban maksimum yang diharapkan. Nilai maksimum faktor keamanan adalah 15, menunjukkan struktur dapat menahan hingga 15 kali beban maksimum yang diharapkan.

4. KESIMPULAN

berdasarkan hasil perhitungan manual yang di dapat dari perhitungan tegangan lentur ijin dan tegangan lentur yang terjadi serta hasil simulasi autodesk inventor poros hasil modifikasi dinyatakan aman digunakan

DAFTAR PUSTAKA

Akbar Hidayat, A. H., Syahrul Syamsu, S. S., & Humam Subari, H. S. (2020). *Modifikasi Media Pembelajaran Sistem Penerus Daya Penggerak Roda Belakang* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Ujung Pandang).

BAGUS RAHMAWAN, SUGIANTO (2022).

OPTIMALISASI KINERJA JACKET COOLING PADA MAIN ENGINE DI KAPAL KM. FAJAR BAHARI II (Thesis, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar).

Biomantara, K., & Herdiansyah, H. (2019). Peran Kereta Api Indonesia (KAI) sebagai Infrastruktur Transportasi Wilayah Perkotaan. *Cakrawala-Jurnal Humaniora*, 19(1), 1-8.

Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2011). *Shigley's mechanical engineering design* (Vol. 9, pp. 409-473). New York: McGraw-Hill.

Chan, A. H. C., & Zienkiewicz, O. C. (2020). Numerical modelling of static and dynamic geomechanics problems using the generalised Biot formulation and comparison with centrifuge experiments. In *Poromechanics* (pp. 363-370). CRC Press.

DEWI, H. K. (2023). *ANALISIS KEAMANAN RODA LORI PADA KENDARAAN PENILIK JALUR REL KERETA API MENGGUNAKAN METODE PERHITUNGAN*

MANUAL (Bachelor Degree Thesis, Universitas Sangga Buana YPKP).

FIRMANSYAH, T. N. (2023). *ANALISA SISTEM PENEREMAN (REM CAKRAM) PADA UNIT KENDARAAN PENILIK JALUR KERETA API* (Bachelor Degree Thesis, Universitas Sangga Buana YPKP).

SHIDIQ, A. P. (2023). *ANALISA PERENCANAAN POROS BELAKANG KENDARAAN PICK UP MENGGUNAKAN METODE PERHITUNGAN MANUAL DAN SIMULASI* (Bachelor Degree Thesis, Universitas Sangga Buana YPKP).