



# Ranah Research : Journal of Multidisciplinary Research and Development

+62 821-7074-3613

[ranahresearch@gmail.com](mailto:ranahresearch@gmail.com)

<https://jurnal.ranahresearch.com/>



## Investigasi Kegagalan Poros Gandar Kereta Pengangkut Tebu

Mario Febrianto<sup>1</sup>, Firman Alhaffis<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bengkalis, Indonesia, [mariofebrianto22@gmail.com](mailto:mariofebrianto22@gmail.com)

<sup>2</sup> Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bengkalis, Indonesia, [firman.alhaffis@polbeng.ac.id](mailto:firman.alhaffis@polbeng.ac.id)

Corresponding Author: [mariofebrianto22@gmail.com](mailto:mariofebrianto22@gmail.com)

**Abstract:** *This research aims to investigate the failure of axle shafts in sugar cane transport trains at PT Madubaru PG-PS Madukismo, Yogyakarta. Axle shaft failure is a serious issue that can lead to accidents and disrupt production processes. In this study, we designed the distribution of axle shaft loads, determined the maximum acceptable load limits, identified critical zones on the axle shafts, and selected the most efficient and safe materials for axle shaft construction. The research method involved data collection, modeling, and analysis using Ansys software. The results indicate that the axle shafts failed due to fatigue life, and ST 70 material is more efficient than AISI 4340. The recommendation for replacing the axle shaft material is ST 70.*

**Keyword:** *Failure, Axle Shaft, Sugar Cane Transport Train.*

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk melakukan investigasi terhadap kegagalan poros gandar kereta pengangkut tebu di PT Madubaru PG-PS Madukismo, Yogyakarta. Kegagalan poros gandar merupakan masalah serius yang dapat mengakibatkan kecelakaan dan mengganggu proses produksi. Dalam penelitian ini, kami merancang distribusi beban poros gandar, menentukan batas maksimum beban yang diterima, mengidentifikasi zona kritis pada poros gandar, dan memilih material yang paling efisien dan aman untuk konstruksi poros gandar. Metode penelitian mencakup pengumpulan data, pemodelan, dan analisis menggunakan software Ansys. Hasil penelitian menunjukkan bahwa poros gandar mengalami kegagalan akibat fatigue life, dan material ST 70 lebih efisien dibandingkan dengan AISI 4340. Rekomendasi untuk penggantian material poros gandar adalah material ST 70.

**Kata Kunci:** Kegagalan, Poros Gandar, Kereta Pengangkut Tebu.

### PENDAHULUAN

Pada bulan Desember 2013, sebuah kecelakaan kereta yang mengakibatkan kecelakaan fatal terjadi di dekat stasiun Spuyten Duyvil, sekitar 10 mil di utara Terminal Grand Central Manhattan. Kecelakaan ini menewaskan empat orang dan melukai puluhan lainnya

(Liputan6, 2013). Serupa dengan kejadian tersebut, di Indonesia, sebuah kejadian serius terjadi ketika sebuah kereta pengangkut bahan baku baja coil terguling di jalur perlintasan wilayah Stasiun Batang, yang mengakibatkan penutupan jalur kereta (Liputan6, 2016).

Kegagalan poros gandar kereta api bisa terjadi karena berbagai faktor, seperti ketidaksesuaian lingkungan kerja dengan desain, kecepatan kerja yang tidak sesuai dengan desain, dan terjadinya retak karena beban dinamis dan tekanan kerja yang melebihi batas desain. Dalam konteks perusahaan, keamanan dan kinerja poros gandar kereta api sangatlah penting, terutama karena kereta adalah sarana utama dalam proses transportasi.

P.T Madukismo, sebuah pabrik gula di Yogyakarta, juga mengalami masalah serupa. Dalam operasinya, pabrik ini masih menggunakan kereta sebagai alat utama untuk mengangkut tebu menuju ruang produksi. Namun, terdapat kendala serius terkait kegagalan poros gandar kereta pengangkut tebu yang menghambat proses pengiriman tebu dan berimbas negatif pada produksi harian gula.

Dalam mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini akan melakukan investigasi terhadap kegagalan poros gandar kereta pengangkut tebu di pabrik gula Madukismo. Tujuannya adalah untuk mencegah potensi kecelakaan dan mengoptimalkan kinerja poros gandar. Penelitian ini akan merancang distribusi beban poros gandar, menentukan batas maksimum beban yang diterima, mengidentifikasi zona kritis pada poros gandar, dan memilih material yang paling efisien dan aman untuk konstruksi poros gandar. Penelitian terdahulu yang menjadi referensi pada proyek akhir ini penelitian yang dilakukan oleh Nana Supriyana dkk (2016), Raymond Philander Jeadi dkk (2016), Kushardiyanto Nurato (2016), DS Hoddinot (2014), Irwan Maulana (2023), Semih Taskaya (2018), ACR Kumar dkk (2021), Jatmoko Awali dkk (2013), S. S. Bhavikatti (2005), Anthonius dkk (2019), dan Lerry J.Segerlind (1991).

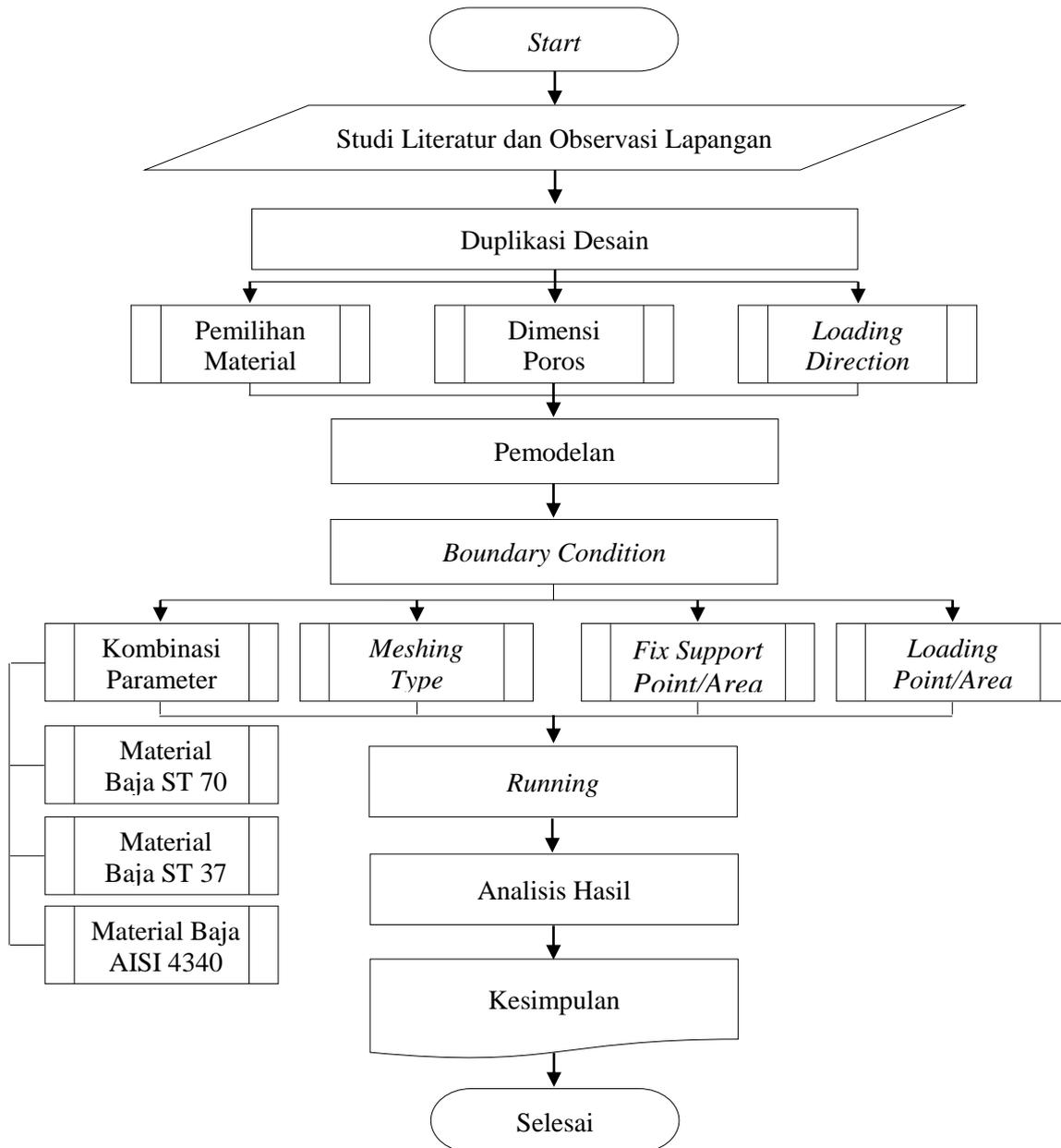
Batasan penelitian ini mencakup fokus pada poros gandar kereta pengangkut tebu, analisis kekuatan menggunakan metode statis, dan penelitian hanya terbatas pada pengaruh ketebalan dinding dan jenis material pada poros gandar. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang mendalam tentang faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kegagalan poros gandar dan solusi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan keamanan dan kinerja kereta pengangkut tebu.

## **METODE**

Metode penelitian ini menggambarkan langkah-langkah yang dilakukan dalam investigasi kegagalan poros gandar kereta pengangkut tebu di PT Madubar PG-PS Madukismo, Yogyakarta. Diagram alir proses penelitian mengilustrasikan urutan tahapan yang dijalankan, dimulai dari pemilihan alat dan bahan, teknik pengumpulan data, hingga tahapan pemodelan dan analisis menggunakan software Ansys.

Pada tahap pemilihan alat dan bahan, digunakan komputer dengan spesifikasi tertentu yang kompatibel dengan software Ansys, jangka sorong, dan roll meter. Software Ansys dipilih sebagai alat utama untuk melakukan simulasi karena kemampuannya dalam melakukan pemodelan dan analisis struktural. Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur, studi dokumen, dan observasi lapangan di PT Madubar PG-PS Madukismo.

Setelah itu, dilakukan tahap pemodelan 2D berdasarkan geometri poros gandar kereta pengangkut tebu. Mechanical properties dari berbagai jenis material, seperti AISI 4340, ST 37, dan ST 70, digunakan sebagai objek penelitian. Proses simulasi dilakukan dengan menentukan simulasi Static Structural pada Ansys, memasukkan atribut material, membuat atau mengimpor desain poros gandar, melakukan meshing, menentukan boundary condition, dan memilih keluaran yang diinginkan.



Asumsi pembebanan juga digunakan untuk memfasilitasi analisis, di mana jenis material poros gandar menjadi fokus utama. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Lab Desain Politeknik Negeri Bengkalis dan PT Madubaru PG-PS Madukismo, Yogyakarta, dalam rentang waktu yang ditetapkan. Jadwal pelaksanaan disusun untuk mengatur waktu dan progres penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Material Baja ST 70

Hasil simulasi menunjukkan bahwa penggunaan material baja ST 70 pada poros gandar kereta pengangkut tebu memberikan hasil yang aman dan efisien. Dengan density 7700 kg/m<sup>3</sup> dan beban sebesar 42.165,8 newton, tegangan von Mises yang dihasilkan berada di bawah batas elastisitas material (yield point), yakni sebesar 12,33 MPa. Faktor keamanan yang dihitung sebesar 6,991 menunjukkan bahwa desain struktur tersebut memiliki tingkat keamanan yang baik. Total deformasi yang terjadi pada material ini sebesar 10,1 mm,

memberikan gambaran tentang respons struktur terhadap beban yang diterapkan. Oleh karena itu, berdasarkan hasil simulasi, material baja ST 70 dianggap sebagai pilihan yang aman dan efisien untuk digunakan pada poros gandar.

### Material Baja ST 37

Simulasi dengan menggunakan material baja ST 37 menunjukkan hasil yang serupa dengan material baja ST 70. Dengan density 8000 kg/m<sup>3</sup> dan beban yang sama, tegangan von Mises yang dihasilkan berada di bawah batas elastisitas material (yield point), yakni sebesar 12,369 MPa. Faktor keamanan yang dihitung sebesar 6,9689 juga menunjukkan tingkat keamanan yang baik. Total deformasi yang terjadi pada material ini sebesar 10,097 mm, menunjukkan respons struktur yang komparabel dengan material baja ST 70. Dengan demikian, material baja ST 37 juga dianggap sebagai pilihan yang aman dan efisien untuk digunakan pada poros gandar.

### Material AISI 4340

Hasil simulasi dengan material baja AISI 4340 menunjukkan bahwa material ini juga memberikan hasil yang aman untuk digunakan pada poros gandar. Dengan density 7850 kg/m<sup>3</sup> dan beban yang sama, tegangan von Mises yang dihasilkan berada di bawah batas elastisitas material (yield point), yakni sebesar 12,349 MPa. Faktor keamanan yang dihitung sebesar 6,9802 menunjukkan tingkat keamanan yang baik. Total deformasi yang terjadi pada material ini sebesar 10,1 mm, serupa dengan kedua material baja sebelumnya. Oleh karena itu, material baja AISI 4340 juga dianggap sebagai pilihan yang aman dan efisien untuk digunakan pada poros gandar.

### Perbandingan Material

Berdasarkan hasil simulasi, perbandingan antara material baja ST 70, baja ST 37, dan AISI 4340 menunjukkan bahwa ketiganya memberikan tingkat keamanan yang baik. Meskipun memiliki perbedaan dalam beberapa parameter material, seperti density dan kekuatan, namun ketiga material tersebut mampu memenuhi kriteria keamanan yang ditetapkan. Oleh karena itu, dalam pemilihan material untuk poros gandar kereta pengangkut tebu, faktor-faktor seperti harga, ketersediaan, dan kemampuan memenuhi spesifikasi teknis perlu dipertimbangkan secara holistik.

### Analisa Hasil Simulasi dan Perhitungan Manual

Hasil perhitungan manual memiliki konsistensi yang baik dengan hasil simulasi yang dilakukan menggunakan software Ansys dengan variasi material AISI 4340, baja ST 70, dan baja ST 37. Hal ini menunjukkan bahwa perhitungan manual yang dilakukan telah tepat dan valid. Konsistensi antara perhitungan manual dan simulasi juga mengindikasikan bahwa desain struktur poros gandar telah mempertimbangkan faktor-faktor yang relevan dan mampu menahan beban yang telah ditetapkan dengan baik.

Untuk menggambarkan perbandingan hasil simulasi dan perhitungan manual pada skripsi tersebut, berikut saya sajikan tabel yang membandingkan nilai-nilai kunci antara ketiga jenis material yang digunakan, yaitu Baja AISI 4340, Baja ST 70, dan Baja ST 37.

Parameter	Baja AISI 4340	Baja ST 70	Baja ST 37
Tegangan Von Mises (MPa)	12.349	12.330	12.369
Faktor Keamanan	6.9802	6.991	6.9689
Total Deformasi (mm)	10.1	10.1	10.097
Umur Kelelahan (siklus)	1,E+006	1,E+006	1,E+006

Dari tabel di atas, dapat dilihat bahwa nilai-nilai parameter kunci seperti tegangan Von Mises, faktor keamanan, total deformasi, dan umur kelelahan pada ketiga jenis material relatif serupa. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga jenis material tersebut memberikan performa yang cukup baik dalam simulasi dan perhitungan manual.

Namun, ada sedikit perbedaan antara nilai-nilai parameter pada masing-masing material. Misalnya, nilai tegangan Von Mises terendah dimiliki oleh Baja ST 37, sedangkan nilai faktor keamanan tertinggi dimiliki oleh Baja ST 70. Hal ini menunjukkan bahwa dalam memilih material untuk poros gandar, perlu mempertimbangkan berbagai faktor seperti kekuatan, keamanan, dan efisiensi biaya.

Dengan demikian, dari analisis ini dapat disimpulkan bahwa ketiga jenis material, yaitu Baja AISI 4340, Baja ST 70, dan Baja ST 37, semuanya memberikan hasil yang memenuhi kriteria keamanan dan performa yang baik untuk aplikasi poros gandar pada kereta pengangkut tebu.

Dalam kesimpulan, hasil simulasi dan perhitungan manual menegaskan bahwa pemilihan material, baik itu baja ST 70, ST 37, atau AISI 4340, dapat memberikan tingkat keamanan yang memadai untuk poros gandar kereta pengangkut tebu. Oleh karena itu, keputusan dalam pemilihan material harus didasarkan pada pertimbangan yang cermat terhadap berbagai faktor yang relevan, seperti performa, keamanan, dan efisiensi biaya.

## KESIMPULAN

Berikut kesimpulan yang dapat diambil dari “Investigasi Kegagalan Poros Gandar Kereta Pengangkut Tebu”.

1. Pemanfaatan *Software Ansys* dalam melakukan investigasi kegagalan poros gandar kereta pengangkut tebu telah menghasilkan data yang menunjukkan bahwa desain tersebut memiliki kegagalan yang dikarenakan oleh faktor *fatigue life* (umur kelelahan).
2. Material ST 70 terbukti lebih efisien dibandingkan material AISI 4340, karena dengan beban yang diberikan menunjukkan material ST 70 mendapatkan nilai *safety factor* sebesar 6,991 dibandingkan material AISI 4340 yang mendapatkan nilai *safety factor* sebesar 6,9802 dan perbedaan nilai *life* yang didapatkan, dan material ST 70 merupakan material yang mudah didapatkan serta harganya terjangkau.
3. Hasil simulasi menunjukkan bahwa zona kritis material AISI 4340 yang didapatkan adalah 12,349 MPa, zona kritis material ST 37 yang didapatkan adalah 12,369 MPa, sedangkan material ST 70 mendapatkan nilai zona kritis sebesar sebesar 12,33 MPa.

Dengan demikian, faktor kegagalan yang terjadi pada poros gandar kereta pengangkut tebu dikarenakan oleh *fatigue life* (umur kelelahan) dan jika diharuskan untuk mengganti material untuk memperpanjang umur pakai poros gandar penulis merekomendasikan material ST 70 adalah pilihan yang tepat untuk material rekomendasi baru poros gandar kereta pengangkut tebu.

## REFERENSI

- Awali, J., & Asroni, A. (2013). Analisa kegagalan poros dengan pendekatan metode elemen hingga. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 2(2).
- Anthonius, S., Sulistioso, G. S., & Sumaryo, S. (2019). PENGARUH PROSES NITRIDISASI TERHADAP SIFAT MEKANIS PERMUKAAN BAJA PADUAN RENDAH AISI 4340. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 49-53.
- Bhavikatti, S. S. (2005). *Finite element analysis*. New Age International.
- Hoddinott, D. S. (2004). Railway axle failure investigations and fatigue crack growth monitoring of an axle. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*, 218(4), 283-292.

- Jeady, R. P., & Andoko, A. (2021, February). Failure analysis of railway freight car axle with finite method element. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 1034, No. 1, p. 012021). IOP Publishing.
- Kumar, A. R., Raffic, N. M., Babu, K. G., & Selvakumar, S. (2021). Static structural analysis of spur gear using ANSYS 15.0 and material selection by COPRAS, MOORA techniques. *Materials Today: Proceedings*, 47, 25-36.
- Maulana, I., & Gunawan, L. (2023). Residual Life Prediction of Railway Axle: A Review. *Jurnal Perkeretaapian Indonesia (Indonesian Railway Journal)* Vol, 7(2).
- Nurato, N., & Kushardiyanto, K. (2016). Analisis Kekuatan Gandar pada Kereta Api Penumpang. *Sinergi*, 20(2), 101-108.
- Seeger, L. J. (1991). *Applied finite element analysis*. John Wiley & Sons.
- Simetris: *Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 7(2), 681-686.
- Taskaya, S., & Taskaya, S. (2018). Investigation of static structure effect according to axial coordinates by using finite element method in Ansys workbench software of AISI 310 austenitic stainless cylindrical model steel. *International Journal of Scientific Engineering and Science*, 2(11), 65-70.