

EFEK VARIASI BEBAN TORSI TERHADAP DISTRIBUSI TEGANGAN KOMPONEN *AXLE SHAFT* KENDARAAN NIAGA

Muhammad Vendy Hermawan^{1*}, Agung Supriyanto², Thariq Al Alaa²

¹Prodi S1 Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Warga, Surakarta, Indonesia

²Prodi D3 Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Warga, Surakarta, Indonesia

*Email: vendyhermawan2@gmail.com

ABSTRAK

Axle shaft adalah komponen penerus daya putaran dari diferensial menuju roda. *Axle shaft* merupakan salah satu komponen yang sering mengalami patah, khususnya pada aplikasi di kendaraan niaga. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan besar beban torsi terhadap tegangan dan regangan yang timbul pada *axle shaft*. Penelitian dilakukan dengan metode reverse engineering komponen asli menjadi sebuah desain 3 dimensi. Selanjutnya, dilakukan simulasi metode elemen hingga untuk mengetahui distribusi tegangan dan regangan. Perangkat lunak Solid Work digunakan untuk membuat desain 3 dimensi dan melakukan simulasi beban statik. Simulasi dilakukan dengan mengaplikasikan variasi besar beban torsi. Hasil penelitian diketahui terjadi perubahan tegangan dan regangan yang timbul pada *axle shaft* di setiap variasi beban torsi. Tegangan maksimum variasi besar moment 1200 Nm, 1400 Nm, 1600 Nm, 1800 Nm dan 2000 Nm dihasilkan tegangan sebesar 3.68×10^8 N/m², 4.30×10^8 N/m², 4.91×10^8 N/m², 5.52×10^8 N/m² dan 6.14×10^8 N/m².

Kata kunci : *axle shaft*, *software solidwork*, simulasi, tegangan, regangan

ABSTRACT

The axle shaft is a component that continues the power from the differential to the wheels. The axle shaft is one of the components that often failures, especially in applications in commercial vehicles. The purpose of this study was to determine the effect of the large difference in torsion load on the stress and strain arising on the axle shaft. The research was conducted using the reverse engineering method of the original components into a 3-dimensional design. The Simulate done by the finite element method to determine the stress and strain distribution. Solid Work software is used to create 3-dimensional designs and simulate static loads. The simulation is carried out by applying a large variation of torque load. The results showed that there was a differences value of stress and strain that arose on the axle shaft at each variation of the torsion load. The torsion loads are given by 1200 Nm, 1400 Nm, 1600 Nm, 1800 Nm and 2000 Nm, the resulting value of stress are 3.68×10^8 N / m², 4.30×10^8 N / m², 4.91×10^8 N / m², 5.52×10^8 N / m² and 6.14×10^8 N / m².

Key words: *axle shaft*, *solidwork software*, simulation, stress, strain

1. PENDAHULUAN

Axle shaft merupakan komponen pada kendaraan yang berfungsi untuk meneruskan daya dari differential menuju roda. Kendaraan dengan tipe penggerak belakang memiliki dimensi *axle shaft* yang lebih panjang jika dibandingkan dengan kendaraan berpenggerak depan. Kendaraan niaga seperti truk, *pick up*, sering menalami kerusakan pada *axle shaft* seperti patah, bengkok maupun retak [1]. Hal ini disebabkan karena kendaraan niaga bekerja dengan kondisi mendapat beban yang lebih berat jika dibandingkan kendaraan pribadi.

Kerusakan pada *axle shaft* sering terjadi pada area batang poros, meliputi area sekitar gigi, area *fillet* dudukan roda atau area tengah dari batang poros. Beban yang

dialami oleh *axle shaft* diperoleh dari beban torsi mesin dan beban yang berasal dari bobot kendaraan beserta muatannya. Ditambah lagi, sering terjadi para pelaku bisnis ekspedisi memaksimalkan jumlah barang yang dimuat, bahkan melebihi kapasitas mobil itu sendiri. Hal ini dilakukan untuk memperoleh keuntungan yang lebih, meskipun hal ini akan berdampak pada umur komponen kendaraan yang menjadi lebih pendek.

Investigasi terkait kegagalan pada *axle shaft* sudah banyak dilakukan, yang bisa dilakukan melalui simulasi menggunakan perangkat lunak. Penelitian ini menekankan penggunaan *Solidwork* sebagai media untuk membuat desain 3 dimensi dan melakukan simulasi tegangan-regangan menggunakan metode elemen hingga. Metode Elemen Hingga digunakan karena mampu menganalisis bagian terkecil dari komponen uji [2][3][4].

Penelitian tentang analisis tegangan kritis pada *axle shaft* lokomotif kereta api pernah dilakukan, ditemukan bahwa tegangan kritis terjadi di area asnaf poros [5]. Tegangan impact berpengaruh signifikan terhadap kekuatan *axle shaft* [6][7]. Penggunaan *axle shaft* di kendaraan niaga sering menimbulkan kerusakan berupa kerusakan *fretting*, retak fatik, dan korosi [8].

Beban torsi yang diterima *axle shaft* merupakan salah satu faktor yang paling berpengaruh terhadap terjadinya kerusakan *axle shaft* [9]. Besarnya tenaga dan torsi mesin kendaraan harus diimbangi dengan kekuatan komponen *power train* di dalamnya, termasuk *axle shaft*.

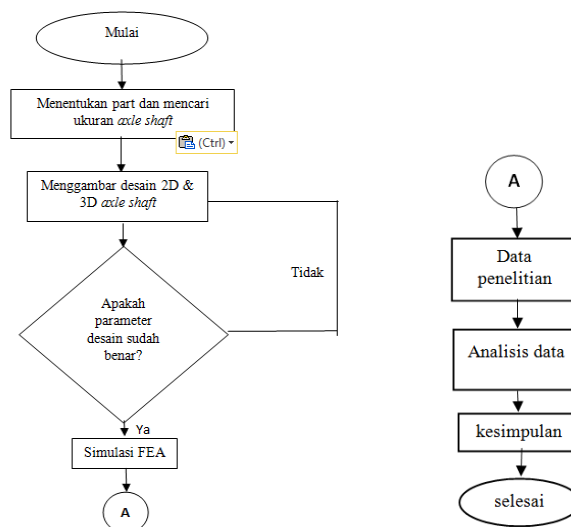
2. BAHAN DAN METODE

2.1. Bahan dan Alat

Reverse Engineering dilakukan dengan mengumpulkan data geometri komponen asli *axle shaft*. Pengukuran dilakukan dengan alat ukur jangka sorong, mikrometer, dial indicator dan mal radius. Simulasi dan pembuatan desain dilakukan menggunakan perangkat lunak *Solidwork*.

2.2. Metode Penelitian

Secara garis besar, alur penelitian disajikan pada Gambar 1. Material yang digunakan dalam simulasi penelitian adalah *Steel Alloy 2020* [10]. Sifat mekanis material ditunjukkan pada Tabel 1.

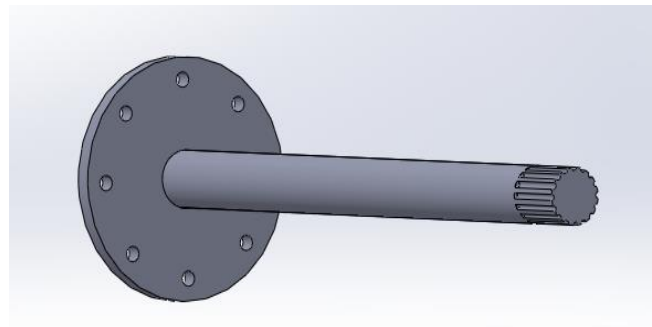


Gambar 1. Tahapan penelitian

Tabel 1. Sifat mekanis material *Steel Alloy 2020*

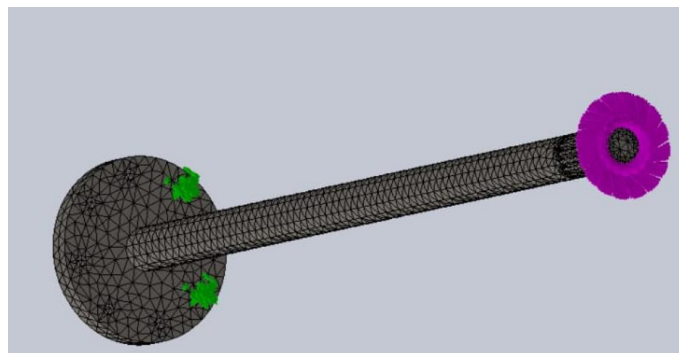
<i>Steel Alloy 2020</i>	Nilai
<i>Modulus of elasccticity</i>	207,000 Mpa
<i>Yield Strength</i>	220 Mpa
<i>Posision Ratio</i>	0.30
<i>Density</i>	7,850 k g/m ³

Data sifat mekanis material *steel alloy 2020* diperlukan untuk melakukan simulasi statik. Desain 3 dimensi dibuat berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan. Gambar desain 3 dimensi *axle shaft* ditunjukkan pada Gambar 2.

**Gambar 2.** Desain 3 dimensi *axle shaft*

2.2.1. Proses *Meshing* Desain

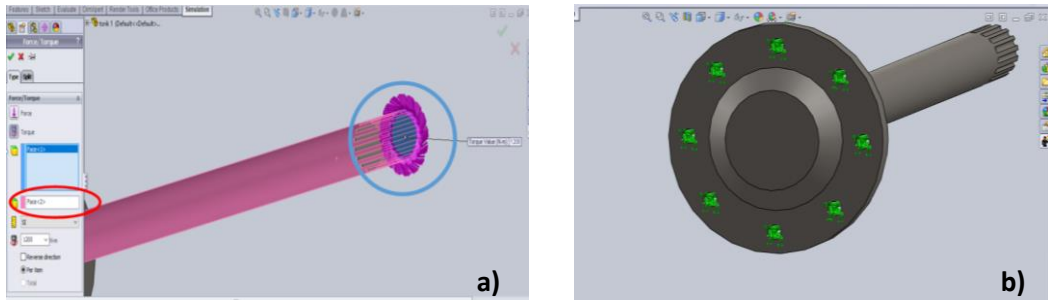
Meshing merupakan suatu langkah untuk mengidentifikasi bagian dari obyek menjadi struktur yang lebih kecil, sehingga lebih mudah untuk di analisis [11]. Penelitian ini menggunakan ukuran mesh 5 mm. Hasil *meshing* disajikan pada Gambar 3.

**Gambar 3.** *Meshing* *asle shaft*

2.2.2. *Boundary Condition* Simulasi

Boundary Condition simulasi meliputi posisi pemberian beban, lokasi *fix* simulasi dan input parameter simulasi [12]. Beban torsi diberikan di ujung *axle shaft* yang berhubungan dengan gardan. Area ini terjadi proses transisi daya dari *side gear* gardan menuju *axle shaft*. Lokasi *fix constrain* merupakan lokasi komponen yang akan dibuat statis, tidak diperbolehkan bergerak ketika proses simulasi berlangsung. *Fix constrain*

diletakan di area lubang baut yang menghubungkan *axle shaft* dengan roda. Gambar 4 menjelaskan lokasi kondisi batas simulasi.



Gambar 4.a) lokasi pemberian beban torsi, b) lokasi pemberian *fix constrain*

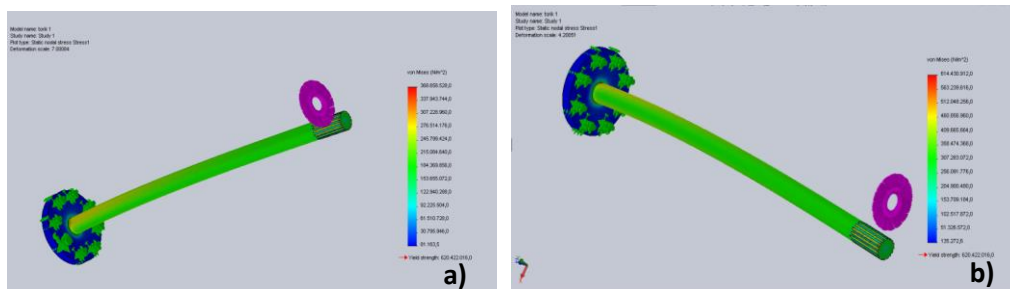
Beban torsi diberikan untuk mengetahui nilai tegangan regangan yang terjadi pada komponen *axle shaft*. Nilai beban torsi bervariasi, disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai variasi beban torsi

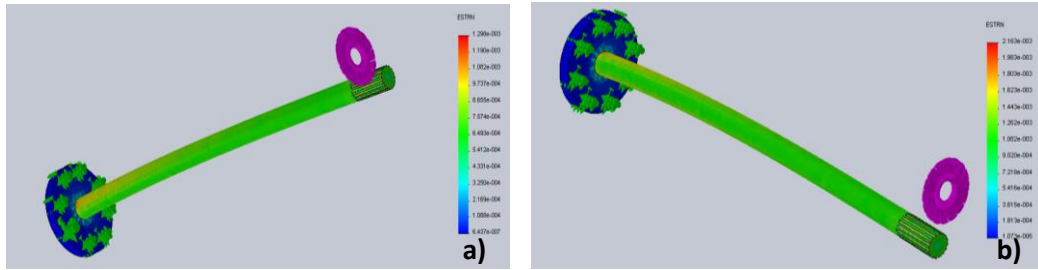
Variasi ke-	Nilai beban torsi (Nm)
1	1200
2	1400
3	1600
4	1800
5	2000

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi menunjukkan bahwa terjadi perbedaan nilai distribusi tegangan dan regangan pada setiap perbedaan beban torsi. Lokasi terjadinya tegangan maksimum di semua variasi menunjukkan hasil yang sama. Tegangan maksimum terjadi di area *fillet* radius antara hubungan *shaft axle* dengan piringan braket landasan roda. Hal ini sering dialami oleh kendaraan niaga, yaitu terjadinya patah *axle shaft* di area tersebut. Distribusi tegangan dan regangan hasil simulasi disajikan pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Distribusi tegangan pada variasi beban a) 1200 Nm, b) 2000 Nm



Gambar 6. Distribusi regangan pada variasi beban a) 1200 Nm, b) 2000 Nm

Nilai tegangan dan regangan maksimum di setiap variasi beban torsi *axle shaft* disajikan pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Nilai tegangan maksimum pada *axle shaft*

Tegangan ($\times 10^8$) Nm^2					
Variasi	1200 Nm	1400 Nm	1600 Nm	1800 Nm	2000 Nm
Tegangan maksimum	3.68	4.30	4.91	5.52	6.14

Tabel 4. Nilai regangan maksimum pada *axle shaft*

Regangan ($\times 10^{-3}$)					
Variasi	1200 Nm	1400 Nm	1600 Nm	1800 Nm	2000 Nm
Regangan maksimum	1,29	1,51	1.73	1.94	2.16

Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan paling besar dialami oleh pembebanan 2000 Nm, sedangkan tegangan paling kecil dialami oleh pembebanan sebesar 1.200 Nm. Nilai regangan maksimum diperoleh dari variasi beban torsi 2000 Nm dengan nilai regangan 2.16×10^{-3} .

Nilai tegangan yang terjadi selanjutnya dibandingkan dengan nilai tegangan izin material penyusun *axle shaft*. Besarnya tegangan izin material *Steel Alloy 2020* adalah $6.20 \times 10^8 \text{ Nm}^2$. Perbandingan nilai tegangan aktual dan tegangan izin bahan ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan nilai *yield* dan tegangan aktual

Variasi	Nilai yield strenght (N/m^2)	Tegangan maksimal N/m^2
1200 Nm	6.20×10^8	3.68×10^8
1400 Nm	6.20×10^8	4.30×10^8
1600 Nm	6.20×10^8	4.91×10^8
1800 Nm	6.20×10^8	5.52×10^8
2000 Nm	6.20×10^8	6.14×10^8

4. KESIMPULAN

Perbedaan beban torsi yang dialami *axle shaft* berpengaruh terhadap nilai tegangan dan regangan yang berbeda. Semakin besar beban torsi, nilai tegangan semakin meningkat. Pemberian beban torsi maksimum dalam penelitian ini, menghasilkan nilai tegangan yang besarnya masih dibawah nilai *yield strenght* material. Sehingga dapat disimpulkan bahwa material *Steel Alloy 2020* masih aman digunakan sebagai bahan pembuatan *axle shaft* dimana beban kerja kendaraan maksimum yang dialami adalah sebesar 2000 Nm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Syahri, "Analisa Kegagalan Poros Roda Belakang Kendaraan. Balai," *Maj. Metal.*, Vol. 28, No. 2, Pp. 139–148, 2013.
- [2] M. V. Hermawan, A. D. Anggono, W. A. Siswanto, And T. W. B. Riyadi, "The Influence Of Material Properties To The Stress Distribution On Piston, Connecting Rod And Crankshaft Of Diesel Engine," *Int. J. Mech. Mechatronics Eng.*, Vol. 19, No. 6, Pp. 13–26, 2019.
- [3] A. Supriyanto And M. V. Hermawan, "Prediksi Tegangan Dan Displacement Pada Desain Ulang Point Ripper Dozer D85e-Ss-2 Oleh Beban Vertikal Dengan Simulasi Metode Elemen Hingga," Pp. 85–94, 2020.
- [4] T. W. B. Riyadi And B. Hastomo, "Simulasi Proses Deep Drawing Stainless Steel Dengan Software Abaqus," *Media Mesin Maj. Tek. Mesin*, Vol. 15, No. 1, Pp. 34–40, 2014.
- [5] S. Agustinus And C. Lesmana, "Dengan Metode Elemen Hingga," *J. Tek. Sipil*, Vol. 15, No. 1, Pp. 24–29, 2019.
- [6] O. Asi, "Fatigue Failure Of A Rear Axle Shaft Of An Automobile," *Eng. Fail. Anal.*, Vol. 13, No. 8, Pp. 1293–1302, 2006.
- [7] S. K. Chaudhary, A. K. Rajak, And K. Ashish, "Failure Analysis Of Rear Axle Shaft Of A Heavy Vehicle," *Mater. Today Proc.*, Vol. 38, No. Xxxx, Pp. 2235–2240, 2020.
- [8] C. Zhu, J. He, J. Peng, Y. Ren, X. Lin, And M. Zhu, "Failure Mechanism Analysis On Railway Wheel Shaft Of Power Locomotive," *Eng. Fail. Anal.*, Vol. 104, No. March, Pp. 25–38, 2019.
- [9] B. Gao, H. Chen, Y. Ma, And K. Sanada, "Design Of Nonlinear Shaft Torque Observer For Trucks With Automated Manual Transmission," *Mechatronics*, Vol. 21, No. 6, Pp. 1034–1042, 2011.
- [10] J. D. Of M. E. William D. Callister And T. U. Of Utah, *Materials Science And Engineering*, 7th Ed., Vol. 7. Utah, United State: John Wiley & Son, Inc, 2007.
- [11] A. Supriyanto And R. Ardianto, "Pengaruh Redesain Point Ripper Dozer D85e-Ss-2 Terhadap Tegangan Dan Displacement Akibat Beban Horisontal.," Pp. 85–91, 2019.
- [12] A. Supriyanto, M. V. Hermawan, And A. C. K, "Pemilihan Material Berdasarkan Tegangan Dan Deformasi Pada Redesain Point Ripper Dozer D85e-Ss-2," *Rapi*, Vol. M, Pp. 78–84, 2019.