

Finite Element Method Analysis Of Potential Shaft Breakage In Truck Wheel Drive Due To Initial Crack

Fauzan^{1*}, Sarah Niaci², Rahmad Afandi³, Zaim Hikma Nasution³

¹⁾ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Meurandeh - Langsa 24416, Aceh

²⁾ Program Studi Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Meurandeh - Langsa 24416, Aceh

³⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Meurandeh - Langsa 24416, Aceh

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Dikirim 01 Juni 2022
Direvisi dari 25 Agustus 2023
Diterima 30 Oktober 2023
Dipublikasi 30 Desember 2023

Keywords:

Crack analysis, initial crack, drive shaft, finite element method.

DOI:

<https://doi.org/10.55377/jurutera.v10i02.6521>

ABSTRACT

The need for truck transportation in the city of Langsa is increasing. This is because the residents of Langsa use trucks as a means of transporting palm oil from plantations. Engine component failures are often experienced in every mechanical construction, and these failures are marked by the breaking of these engine components. Cracks become one of the potential sources of failure in the machine structure. There is a need to detect cracks in the shaft at an early stage to prevent damage. Therefore, it should be investigated using appropriate techniques at the early stage of crack formation. The purpose of this research is to find the potential source of shaft fracture relative to the initial crack location on the shaft. This research method is carried out by determining the same initial crack dimensions at two different locations. The initial crack locations are determined through a case study of frequent fractures in the fillet spline and fillet flange locations. The calculation results show that the permissible stress of the shaft is 80.7 MPa. The finite element method simulation results show that the maximum shear stress value on the shaft without an initial crack is 65.234 MPa, on the shaft with an initial crack in the fillet spline location is 69.654 MPa, and on the shaft with an initial crack in the fillet flange location is 78.79 MPa. The finite element method simulation results also show that the von Mises shear stress value on the shaft without an initial crack is 113.29 MPa, on the shaft with an initial crack in the fillet spline location is 120.66 MPa, and on the shaft with an initial crack in the fillet flange location is 137.23 MPa. The finite element method simulation results further show that the von Mises shear strain value on the shaft without an initial crack is 0.000567, on the shaft with an initial crack in the fillet spline location is 0.000630, and on the shaft with an initial crack in the fillet flange location is 0.000693. In conclusion, the potential source of failure experienced by the shaft between the two locations of frequent failure is the shaft with an initial crack in the fillet flange location.

© 2023 Jurnal Ilmiah JURUTERA. Di kelola oleh Fakultas Teknik. Hak Cipta Dilindungi.

PENDAHULUAN

Memfaatkan truk sebagai sarana pengangkutan kelapa sawit di Kota Langsa dapat dianggap sebagai suatu kebutuhan pokok. Kerusakan atau kegagalan produk sering kali terjadi, terutama disebabkan oleh berat beban yang melebihi kapasitas yang diizinkan atau faktor lain seperti benturan, beban kejut, dan lainnya. Salah satu komponen yang rentan mengalami kegagalan pada truk adalah poros penggerak roda. Oleh karena itu, perancangan poros

penggerak harus dilakukan dengan sangat cermat. Kesalahan dalam merancang poros penggerak dapat mengakibatkan insiden yang tidak diinginkan, seperti kecelakaan lalu lintas yang dapat berakibat fatal bagi pengguna jalan. Poros penggerak roda berperan penting sebagai tempat pemasangan roda. (Bhagoria et al. 2017). Poros penggerak meliputi poros utama, dan poros roda gigi pinion. Poros penggerak adalah bagian seperti tiang dengan flensa di ujungnya yang menghubungkan roda ke roda gigi di diferensial. Sebagai pengirim torsi, poros penggerak terpengaruh pada torsi dan tegangan geser, oleh karena itu poros

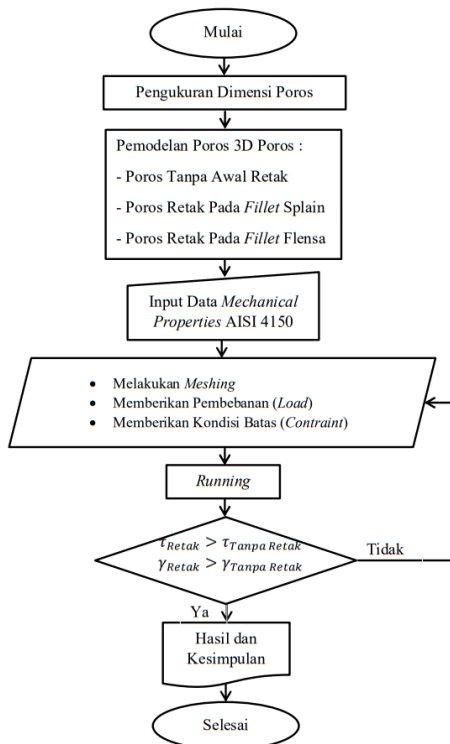
harus cukup kuat untuk menahan tegangan(Baig et al. 2016).

Salah satu metode analisis kegagalan adalah metode elemen hingga. Metode elemen hingga dapat digunakan untuk menganalisis berbagai jenis elemen mesin seperti pada pegas daun yang dilaporkan (Putra et al. 2019), *crankshaft* (Husaini et al. 2019), dan pada *short drive shaft* (Barizi et al. 2021). Metode elemen hingga adalah metode yang memberikan hasil untuk desain yang rumit. Perubahan yang dialami akibat retakan dihitung dengan masing-masing lokasi retakan untuk mode yang berbeda diperoleh dengan menggunakan metode elemen hingga.

Retakan muncul di poros karena berbagai alasan. Adanya awal retak akan mengurangi kemampuan poros menahan beban yang diterima. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi retakan pada poros sejak dini untuk menghindari kegagalan dan menentukan lokasi awal retak yang menjadi sumber relatif potensial terhadap 2 lokasi awal retak pada poros.

METODE PENELITIAN

Diagram alir dari penelitian ini ditampilkan pada Gambar 4.1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Analisis metode elemen hingga menggunakan *software ANSYS* dengan mensimulasikan berdasarkan beban maksimum yang terjadi pada saat spesimen beroperasi. Hasil simulasi akan mendapatkan nilai tegangan geser yang terdistribusi disetiap elemen. Analisis tegangan geser izin dilakukan dengan metode eksak. Poros aman apabila nilai tegangan geser maksimum yang terjadi tidak melebihi nilai tegangan geser izin. Tegangan geser izin didapat menggunakan persamaan 1:

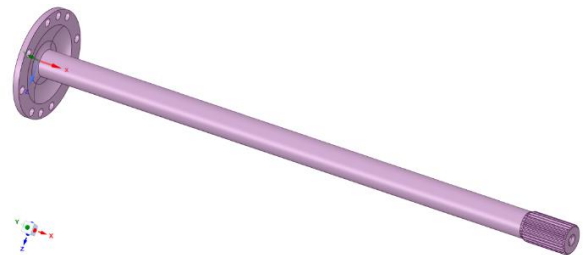
$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{S_{f1} \times S_{f2}} \dots\dots\dots(1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan kekuatan tarik, σ_B dari AISI 4150 adalah 731 MPa, untuk menentukan hasil analisis tegangan geser izin dari bahan baja paduan. S_{f1} adalah 6,0 (Sularso & Kuga. 2004) dengan faktor bentuk sesuai objek penelitian, S_{f2} adalah 1,51 (Mujahidin et al. 2019) dengan Persamaan sebagai berikut (Sularso et al. 2004, Wathan et al. 2021) :

$$\tau_a = 80,7 \text{ MPa}$$

Pemodelan *CAD* poros yang didesain dan dianalisis menggunakan *software ANSYS*. Pemodelan *CAD* poros diperlihatkan pada Gambar 2. Data sifat mekanik bahan poros AISI 4150 ditampilkan pada Tabel 1.

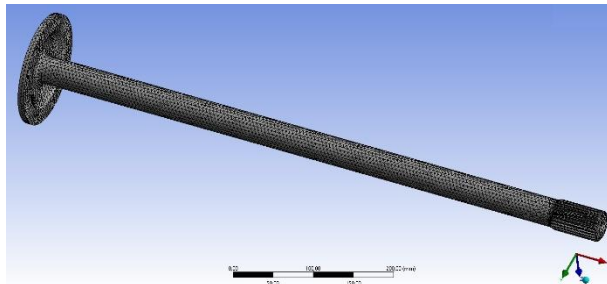


Gambar 2. CAD poros yang dianalisis

Tabel 1. Sifat Mekanik AISI 4150 (Husaini et al. 2023)

No.	Sifat	Metrik
1	Kekuatan Tarik, σ_B	731 MPa
2	Kekuatan Luluh, σ_y	380 MPa
3	Modulus Elastisitas, E	190-210 GPa
4	Modulus Geser, G	80 GPa
5	<i>Poisson's ratio</i> , ν	0.27-0.30

Meshing tetrahedral dengan ukuran 0,005 yang menghasilkan jumlah total *meshing* pada poros yaitu 66568 *tets*. Hasil analisis *CAD* poros dengan menggunakan *software ANSYS* yang telah diberikan *mesh* dan beban torsi maksimal 372,4 Nm diperlihatkan pada Gambar 3.

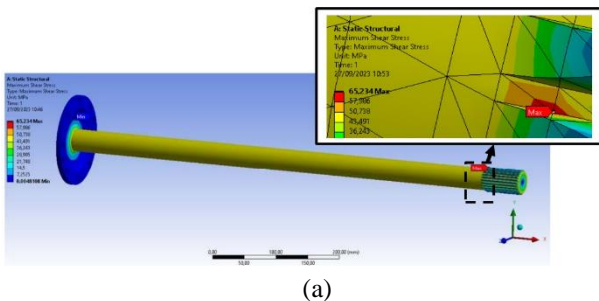


Gambar 3. Meshing

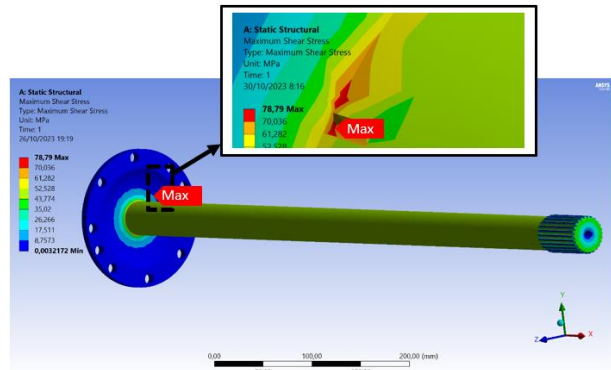
Hasil simulasi menggunakan *software ANSYS* akan ditampilkan dalam bentuk kontur warna yang menunjukkan besarnya nilai tegangan geser yang diterima poros. Kontur warna merah menunjukkan nilai tegangan geser maksimum dan warna biru menunjukkan nilai tegangan geser minimum.

Analisis Tegangan Geser Maksimum

Hasil simulasi poros dengan analisis tegangan geser maksimum diperlihatkan pada Gambar 5.3-5.5 dalam satuan MPa..



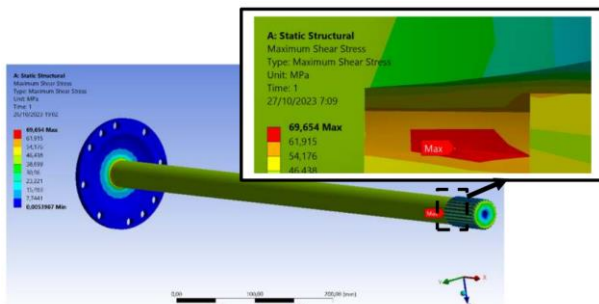
(a)



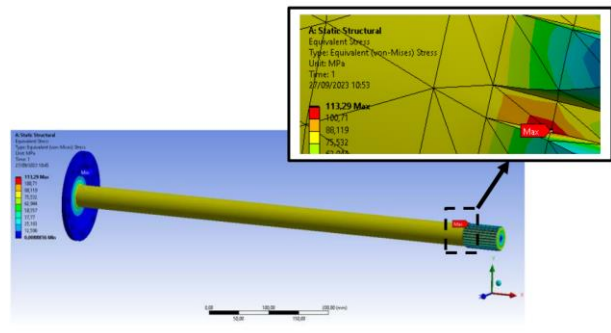
(c)

Gambar 4. Tegangan geser maksimum pada poros: (a) tanpa awal retak, (b) Retak Pada Fillet Splain, (c) Retak Pada Flensa.

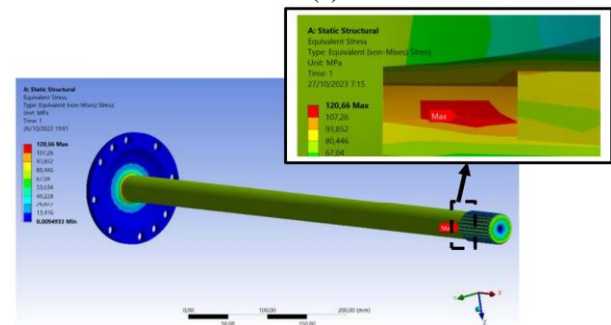
Hasil analisis tegangan geser maksimum pada Gambar 4 memperlihatkan bahwa tegangan geser maksimum yang terjadi ditandai dengan tanda panah. Gambar 4 menunjukkan nilai tegangan geser maksimum yang terjadi tidak melebihi nilai tegangan geser izin. Nilai tegangan geser maksimum yang terjadi pada poros tanpa awal retak yaitu sebesar 65,234 MPa, pada poros awal retak di *fillet* splain yaitu 69,654 MPa, dan pada poros awal retak di *fillet* flensa yaitu 78,79 MPa. Nilai tegangan geser izin adalah 80,7 MPa. Hasil ini memperlihatkan awal retak pada di *fillet* flensa lebih berpotensi patah



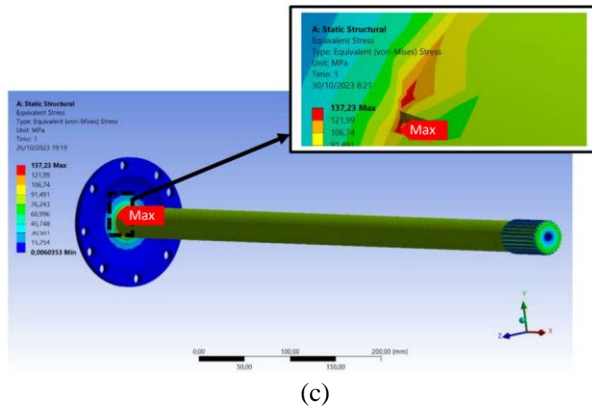
(b)



(a)



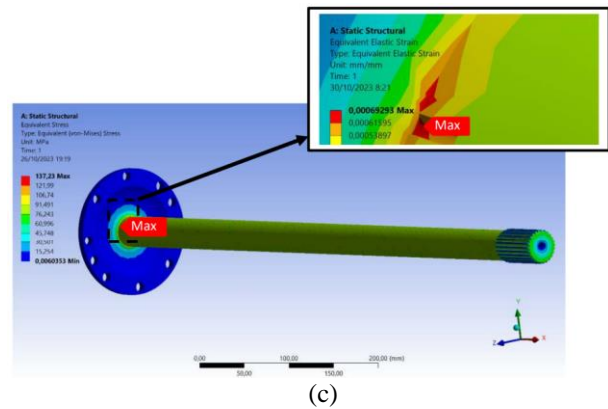
(b)



(c)

Gambar 5. Tegangan geser Von Misses pada poros: (a) tanpa awal retak, (b) Retak Pada Fillet Splain, (c) Retak Pada Flensa.

Hasil analisis pada Gambar 5 memperlihatkan bahwa nilai tegangan geser Vonmises yang terjadi telah melebihi nilai tegangan geser izin. Nilai tegangan geser Vonmises yang terjadi pada poros tanpa awal retak yaitu sebesar 113,29 MPa, pada poros awal retak di fillet splain yaitu 120,66 MPa, dan pada poros awal retak di fillet flensa yaitu 137,23 MPa. Nilai tegangan geser izin adalah 80,7 MPa. Hasil ini memperlihatkan awal retak pada di fillet flensa lebih berpotensi patah.



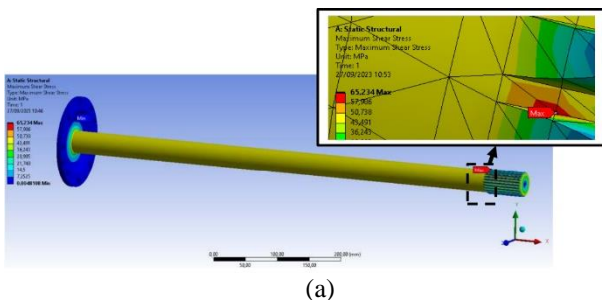
(c)

Gambar 6. Regangan geser pada poros: (a) tanpa awal retak, (b) Retak Pada Fillet Splain, (c) Retak Pada Flensa.

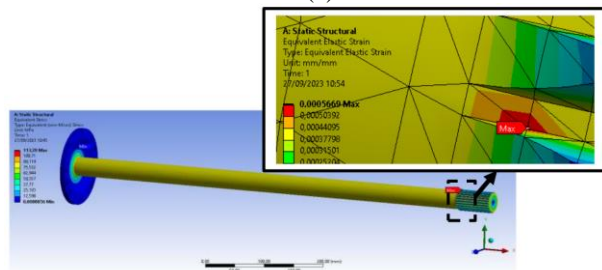
Hasil analisis regangan pada Gambar 6 memperlihatkan bahwa nilai regangan geser yang terjadi sangat getas. Nilai regangan geser yang terjadi pada poros tanpa awal retak yaitu sebesar 0,000567, pada poros awal retak di fillet splain yaitu 0,00063, dan pada poros awal retak di fillet flensa yaitu 0,000693 MPa. Hasil ini memperlihatkan poros sangat rentan mengalami patah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penyebab kegagalan: Nilai tegangan geser maksimum yang terjadi tidak melebihi nilai tegangan geser izin, namun memiliki nilai tegangan kritis yang ditandai dengan warna merah. Nilai tegangan geser Vonmises yang terjadi telah melebihi nilai tegangan geser izin yang menunjukkan kondisi poros tidak mampu menahan beban torsi maksimum. Nilai regangan geser yang terjadi sangat getas sehingga poros sangat rentan mengalami patah. Secara keseluruhan hasil simulasi menunjukkan poros awal retak di fillet flensa lebih berpotensi mengalami patah.



(a)



(b)

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Samudra yang telah memberikan dukungan finansial untuk penelitian ini melalui hibah Penelitian pemula No. 580.a/UN.54.6/PG/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, T. L. 2005. *Fracture Mechanics – Fundamental and Applications* CRC, Taylor & Francis. New York.
- Baig, A.A., Langde, A.M., Dehankar, R.N. 2016. Design, Failure Analysis and Optimization of a Propeller Shaft for Heavy Duty Vehicle. *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science (IJAEMS)*. 2. 1189- 1196.
- Barizi, M.I., Husaini, Ali, N., Akmal, R., Putra, T.E. 2021. Failure Analysis of the Short Drive Shaft in a Screw Press Machine. *International Journal of Engineering & Technology*. 892. 74-80.
- Bhagoria, P., John, S.T., Patangia, P., Purohit, R., 2017. Failure Analysis of the Axle Shaft of an Automobile. *Materials Today: Proceedings*. 4. 5398-5407.
- Guimaraes, A.V., Brasileiro, P.C., Giovanni, G.C., Costa, L.R.O., Araujo, L.S. 2016. Failure analysis of a half-shaft of a formula SAE racing car. *Case Studies in Engineering Failure Analysis*. 7. 17–23.
- Husaini, 2003, Modul Kuliah Kerusakan Logam dan Pengujian tak merusak, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Husaini, Handayani, L.R., Ali, N., Sadrawi, M. 2021. Failure Analysis of a Fractured Leaf Spring as the Suspension System Applied on the Dump Truck. *Trans Tech Publications Ltd, Switzerland*. 892. 89-98.
- Husaini, Putra, T.E., S. Novriandika, 2020, Study of Failure Analysis of a Fracture Crankshaft Pulley Used on a Truck Engine, *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 739: 12-18.
- Husaini, Putra, T.E., Zulfikar. 2019. Analysis of Cracks on a Fractured Surface of the Vehicle Crankshaft Using the Finite Element Method. *International Journal of Engineering & Technology*. 7. 1564-1568.
- Karmankar, R.G. 2017. Analysis Of Von-Mises-Stress For Interference Fit and PullOut States By Using Finite Element Method. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. 4. 1367-1374.
- Mujahidin, F., Andoko, 2019. Stress Analysis of Rear Axle Pick-up with Finite Element Method. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 494. 012028.
- Putra, T.E., Husaini, Ali, N., Husin, H., Zulfikar. 2019. Failure analysis of the fracture surface of the crankshaft of a vehicle. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 523. 012067.
- Samlawi, A.K., Firdaus, S.R. 2018. Fracture Analysis of Rear Axle Shaft Vehicles Truck HINO 500. *Prosiding SNTTM XVII*. 6-12.
- Shigley, J. E., Mitchel, L.D. 1984. *Perencanaan Teknik Mesin*, Erlangga. Jakarta.
- Sularso & Suga, K. 2004. *Dasar Perancangan Dan Pemeliharaan Elemen Mesin*. Jakarta. PT Pradnya Paramita.
- Wathan, S., Husaini, Ali, N. 2021. Failure Analysis on the Fracture Shaft of a Centrifugal Pump Used for Diesel Engine Cooling System, *Trans Tech Publications Ltd, Switzerland*. 892. 107-114.
- Zhang, P., Jiang, Y., Li, Y., Gong, J., Sun, N. 2018. Experimental and Simulative Failure Analysis of AISI 316L Stainless Steel Screw Shaft. *Journal of Failure Analysis and Prevention*. 18. 799–808.