



## ANALISA TEGANGAN POROS MOBIL LISTRIK TARSIVUS X3 MENGGUNAKAN SOFTWARE

Firly Rosa<sup>1\*)</sup>, Joko Mardi Utomo<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung, Indonesia

<sup>\*)</sup>Email: [f105a@yahoo.com](mailto:f105a@yahoo.com)

### INFORMASI ARTIKEL

Submitted:  
29/05/2019

Revised:  
04/07/2019

Accepted:  
24/07/2019

Online-Published:  
29/07/2019

### ABSTRAK

Perkembangan industri otomotif di Indonesia yang menggunakan sumber energi listrik masih bersifat kompetisi di lingkungan mahasiswa perguruan tinggi. Salah satunya adalah mobil listrik Tarsivus X3 yang mempunyai daya 2 kilowatt dengan sistem penggerak belakang yang digunakan untuk mentransferkan daya dari motor listrik ke roda. Pengembangan, perancangan dan analisa poros penggerak menggunakan software, bertujuan untuk mengetahui tegangan permukaan dan deformasi yang terjadi pada poros. Analisa tegangan menggunakan metode teori energi distorsi (von mises). Pembebanan pada poros berdasarkan torsi motor, penimbangan dan tegangan ijin bahan poros dengan dilakukan pengujian tarik metode ASTM E-8 sebagai input untuk melakukan simulasi pada software CAD (Inventor). Hasil simulasi software menunjukkan pada poros terjadi tegangan maksimum von mises sebesar 162.463 MPa dan tegangan minimum terjadi sebesar 0.0011 MPa. Deformasi maksimum terjadi pada hub poros sebesar  $4.74 \times 10^{-2}$  mm dan minimum sebesar 0 mm. Tegangan dan deformasi yang terjadi masih berada pada batas factor keamanan sebesar 3.83 dalam kondisi beban statis.

**Katakunci:** Poros, Tegangan von mises, Faktor keselamatan, Deformasi

### ABSTRACT

The development of the automotive industri in Indonesia that uses electrical energy sources is still a competition in the environment of college students. One of them is the Tarsivus X3 electric car that has 2 kilowatts of power with a rear drive system that is used to transfer power from the electric motor to the wheels. Development, design and analysis of the drive shaft using software, aims to determine the surface tension and deformation that occurs on the shaft. Stress analysis uses the theory of energy distortion (von mises). Loading on the shaft is based on, electrical motor torsion, the weighing of car and stress of the shaft material permits by conducting tensile testing of the ASTM E-8 method as input for simulating CAD software (Inventor). The software simulation results show that the von mises maximum stress occurs at 162.463 MPa and the minimum stress occurs at 0.0011 MPa. The maximum deformation occurs at  $4.74 \times 10^{-2}$  mm and a minimum of 0 mm. The stress and deformation that occur is still at the safety factor limit of 3.83 at under static conditions.

© 2019 The Authors. Published by  
Turbulen: Jurnal Teknik Mesin.

doi:<http://dx.doi.org/10.36767%2Fturbulen.v2i1.520>

**Keywords:** Shaft, Von Mises Stress, Safety Factor, Deformation

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan industry otomotif dunia berkembang sangat pesat saat ini. Sebuah industry otomotif harus mempunyai perencanaan dan perancangan yang matang. Ada banyak hal yang menjadi pertimbangan industry manufaktur ini dalam

merancang sebuah mobil, salah satunya dalam perancangan komponen-komponen mobil itu sendiri.

Analisa tidak pernah berhenti dan terus-menerus dilakukan untuk meningkatkan kualitas. Metode analisa dewasa ini juga semakin mudah dilakukan dengan adanya bantuan software-software canggih sehingga pekerjaan manusia menjadi lebih mudah

dan efisien. Salah satunya dengan menggunakan *software CAD Inventor*, manusia dapat dengan mudah menganalisa kekuatan dan keamanan komponen-komponen mesin.



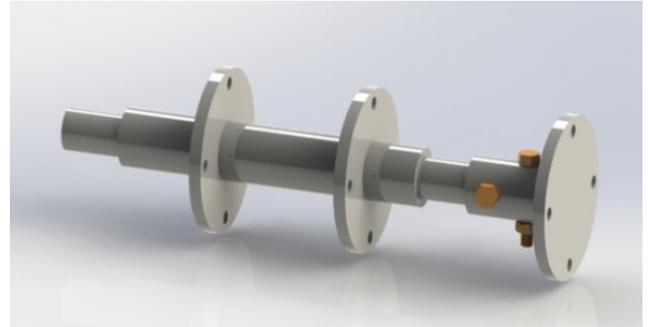
**Gambar 1.** Mobil listrik Tarsius X3 (Utomo, 2014)

Begitu juga dalam pembuatan mekanik mobil listrik, analisa kekuatan berdasarkan beban yang dialami oleh poros penggerak roda harus dilakukan walaupun mobil listrik yang dirancang digunakan untuk kompetisi mobil listrik di Indonesia antar perguruan tinggi. (Kishore, Keerthi and Kumar, 2016). Poros penggerak berkaitan dengan komponen mekanis yang digunakan untuk torsi dan rotasi yang bertujuan mentransmisikan rotasi dan mengalami tegangan punter atau geser. Salah satu mobil yang ikut kompetisi tersebut adalah mobil listrik Tarsius X3 seperti pada gambar 1 yang belum dilakukan analisa terhadap rangka mobil tersebut dalam menerima beban yang terjadi pada mobil listrik. Dalam aplikasinya, menurut (Shigley and Mitchell., 1984), poros mengalami beban lenturan, beban tarikan, beban tekan atau beban puntiran yang dapat diberi tegangan-tegangan statis, tegangan bolak-balik lengkap, tegangan berulang, yang semuanya berkerja pada waktu yang sama.

Untuk itu, analisa perlu dilakukan dengan menghitung beban statis pada komponen poros penggerak belakang mobil listrik Tarsius-X3 dengan bentuk poros seperti pada gambar 2. Untuk mengetahui kekuatan dan tingkat keamanan poros tersebut dengan menggunakan metode elemen hingga (*finite elemen method*). (Valetava and Jethava PIET, 2016) Penggunaan prosedur elemen hingga adalah dalam desain bangunan, motor listrik, mesin panas, kapal, badan pesawat dan wahana antariksa.

Mobil listrik Tarsius X3 mempunyai daya total *brushless* DC motor yang digunakan sebesar 2000 watt dengan putaran maksimum sebesar 2000 rpm dengan torsi yang dihasilkan sebesar 10 Nm dengan elemen transmisi yang digunakan adalah *chain and sprocket*. Bahan dasar poros mobil listrik tersebut merupakan poros pompa pasir 22PK dan 24PK yang

dilakukan proses permesinan lanjut untuk mendapatkan ukuran poros mobil yang diinginkan. Untuk mendapatkan spesifikasi bahan yang digunakan dalam analisis, perlu diidentifikasi bahan yang digunakan. (Guan *et al.*, 2011), metodologi identifikasi bahan bermanfaat untuk mengungkapkan parameter material secara efisien dan secara akurat sebagai bahan analisa pada *finite element*.



**Gambar 2** poros penggerak belakang mobil listrik Tarsius-X3 (Utomo, 2014)

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data primer mobil listrik, dilakukan pengujian kemudian hasil pengujian dibandingkan dengan data sekunder dari referensi. Secara umum, alur penelitian sebagai berikut:

### 2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data primer mobil listrik seperti berat mobil listrik, bahan poros yang digunakan mobil listrik dengan membuat spesimen pengujian sebanyak 2 buah dan dilakukan pengujian tarik. Pengujian tarik menggunakan ASTM E-8 dan mesin uji tarik yang digunakan Merek Hung Ta, model H-300A.

### 2.2 Analisa Poros Mobil

Untuk analisis poros pada poros penggerak roda belakang mobil listrik, analisa yang dilakukan berdasarkan torsi yang berasal dari penggerak dan data primer berupa beban dengan massa maksimum yang diterima oleh salah satu roda penggerak belakang dengan pemodelan dan analisa menggunakan *software Inventor*. Menurut (Khurmi and Gupta, 2005) metode analisa menggunakan *von mises* untuk material *ductile* dan digunakan untuk meramalkan kegagalan dengan ketelitian tertinggi.

### 2.3 Analisa Secara Software

Dari geometri poros mobil listrik tarsius X3 yang sudah ada dibuatlah permodelannya dalam *software Inventor*. Kemudian dilakukan simulasi tegangan menggunakan *software* tersebut. Analisa yang dilakukan adalah:

- Analisa tegangan pada permukaan poros Metode elemen hingga diterapkan untuk menganalisis distribusi tegangan di sekitar daerah patahan.
- Analisa deformasi pada poros (Jayanaidu, 2013) Analisa elemen hingga yang digunakan untuk memprediksi deformasi pada poros.
- Faktor keamanan *safety factor*

## 3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Data Primer Mobil Listrik

#### Material Poros

(Utomo, 2014) dalam (Rosa, 2017) hasil uji tarik menunjukkan bahwa bahan poros tersebut memiliki *yield strength* 622.45 N/mm<sup>2</sup> dan *tensile strength* 649.21 N/mm<sup>2</sup>. Jenis bahan ini termasuk bahan ulet (*ductile*) dengan grafik material seperti pada tabel 1.

**Tabel 1.** Spesifikasi specimen (Utomo, 2014)

Specimen	Area (mm <sup>2</sup> )	Max Force (N)	0.2% Y.S. (N/mm <sup>2</sup> )	Yield Strength (N/mm <sup>2</sup> )	Tensile Strength (N/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)
Spesimen Poros	50.265	32632.9	622.46	622.46	649.21	11.47

#### Titik Pusat Massa Kendaraan

Berdasarkan penelitian (Orosa, 2012), poros penggerak roda belakang secara konstruksi relative harus lebih kuat dikarenakan roda belakang umumnya menumpu beban lebih berat dari pada roda depan. (Utomo, 2014) massa mobil didapatkan bahwa roda belakang paling besar menerima beban, sehingga analisa yang akan dilakukan pada poros penggerak roda belakang dengan beban sebesar 65.9 kg.

### 3.2 Analisa Beban yang Dialami Poros

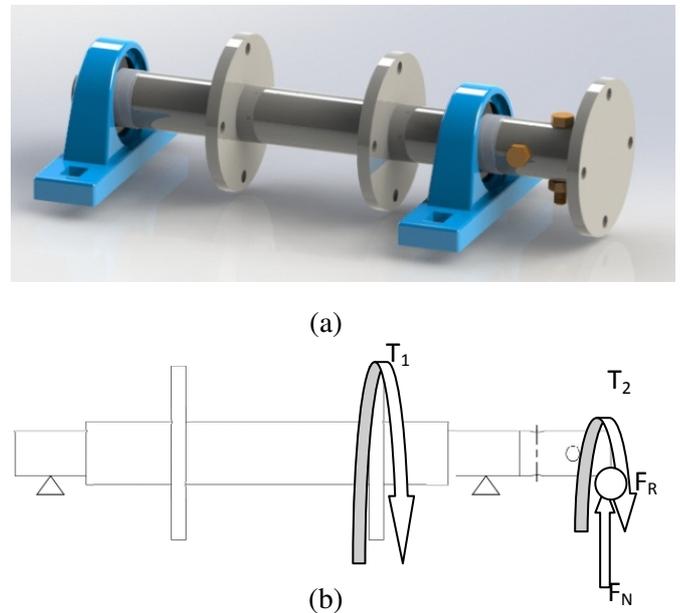
(Gowtham *et al.*, no date) menyatakan bahwa salah satu gaya reaksi dinamis yang bekerja pada roda akan menjadi jumlah berat kendaraan dan akan bekerja pada hub roda belakang, sehingga

dipertimbangkan untuk desain yang menghasilkan torsi pada roda.

Poros yang dianalisa adalah poros penggerak belakang kanan, dengan beban yang terjadi sebagai berikut:

- (Utomo, 2014) Torsi penggerak ( $T_1$ ) sebesar 191000 Nmm yang berasal dari motor listrik dengan asumsi putaran minimum sebesar 100 rpm.
- (Utomo, 2014) dalam (Rosa, 2017) Beban yang terjadi roda menerima beban terbesar dari berat kendaraan itu sendiri sebesar 65.9 kg dengan gaya normal ( $F_N$ ) sebesar 645.82 N, beban gesekan ( $F_R$ ) sebesar 581.238 N dan torsi yang terjadi pada poros akibat gaya gesek pada roda ( $T_2$ ) sebesar 68.469 Nmm.

Adapun diagram benda bebas (DBB) poros yang terjadi dapat dilihat pada gambar 3.

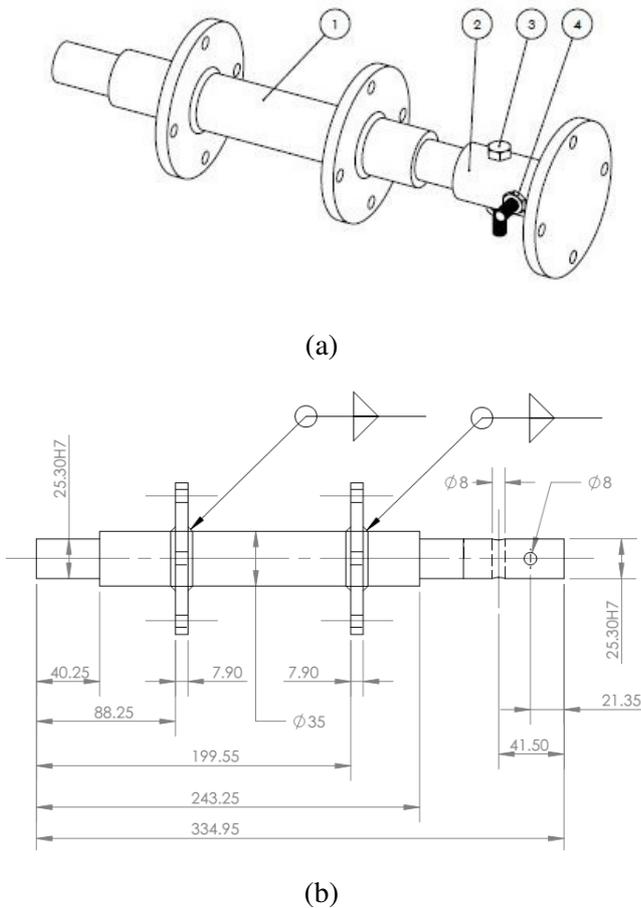


**Gambar 3.** (a) Perakitan poros belakang (b) Diagram Benda Bebas poros (Utomo, 2014)

### 3.3 Analisa Menggunakan Software Inventor

Bagian-bagian poros belakang mobil listrik Tarsius-X3 seperti pada gambar 4, dengan bagian-bagian dari poros belakang terdiri dari:

1. Poros
2. Hub
3. Baut
4. Mur



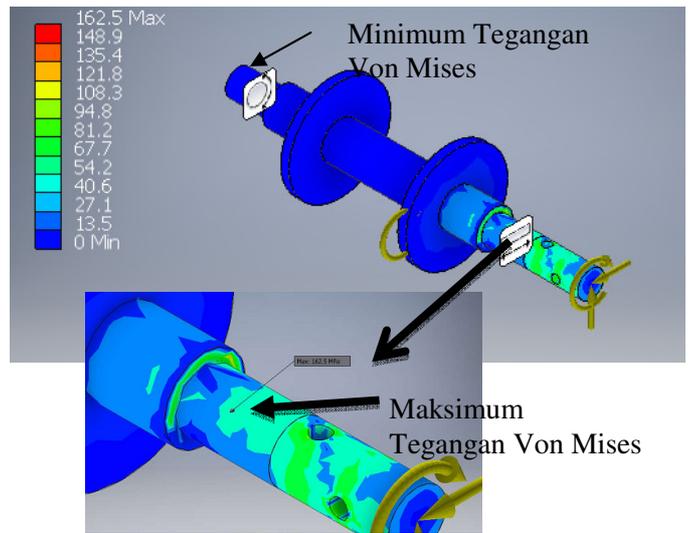
**Gambar 4.** (a) Bagian-bagian poros belakang (b) Dimensi poros belakang (Utomo, 2014)

### 3.4 Analisa Tegangan pada Permukaan Poros

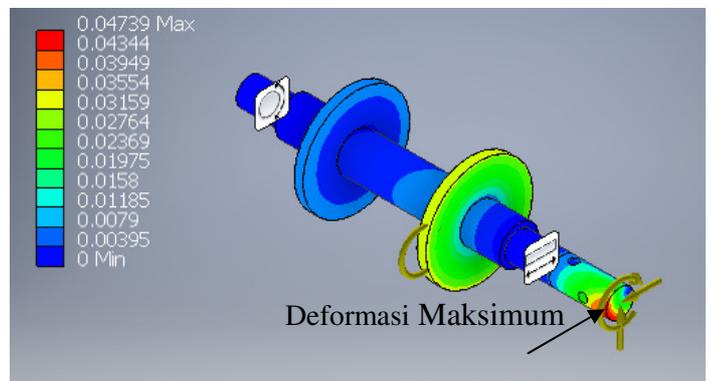
Dalam penelitian ini, analisa tegangan yang dilakukan menggunakan *software inventor* untuk mensimulasikan tegangan, deformasi dan *safety factor* yang terjadi pada poros yang ditunjukkan pada gambar 5. Dari hasil simulasi tegangan *von mises* menggunakan *software* diketahui pada poros terjadi tegangan *von mises* maksimum sebesar 162.463MPa dan tegangan minimum sebesar 0.0011MPa pada ujung poros.

### 3.5 Analisa Deformasi pada Poros

Pada poros terjadi deformasi maksimum sebesar  $4.74 \times 10^{-2}$  mm dan deformasi minimum sebesar 0mm yang ditunjukkan pada gambar 5. *Displacement* terjadi lebih besar pada daerah yang menggantung (*overhanging*), dibandingkan dengan daerah lainnya seperti pada Gambar 6.



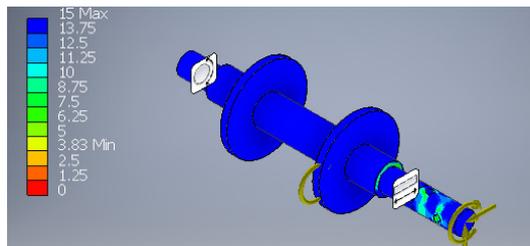
**Gambar 5.** Simulasi tegangan *von mises* dan konsentrasi tegangan



**Gambar 6.** Deformasi pada poros

### 3.6 Analisa Safety Factor

*Software* menunjukkan bahwa tidak ada bagian dari poros yang berada dibawah *safety factor* = 1. Poros akan ada yang berwarna merah jika *safety factor*-nya berada dibawah 1 (Red < FOS=1 < Blue) seperti yang ditunjukkan oleh gambar 7. (Gujar and Bhaskar, 2013) menyatakan bahwa factor keamanan harus lebih besar dari 1, sehingga desain aman. Tegangan ijin bahan (*yield strength*) sebesar 622.46 MPa masih berada diatas tegangan *Von Mises* maksimum 162.463 MPa yang terjadi pada poros. Oleh karena itu, poros dianggap aman Karena poros tidak akan mengalami deformasi permanen yang akan menyebabkan kegagalan dan fungsi kerja.



**Gambar 7.** Analisa *safety factor* pada poros

Dengan membandingkan antara *yield strength* bahan poros dengan tegangan maksimum pada poros, maka menurut (Khurmi, 2015) nilai *safety factor* yang terjadi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} SF &= \frac{S_{\text{bahanporos}}}{\sigma_{\text{max VonMises}}} \\ &= 3.83 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan *safety factor*, maka pada pembebanan diberikan sebesar 65.9kg (aktual) menyebabkan tegangan *von mises* maksimum yang terjadi pada poros sebesar 162.463 MPa dan memiliki *safety factor* 3.83, sehingga masih dianggap aman untuk kondisi pembebanan statis.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa poros dapat disimpulkan, sebagai berikut:

1. Bahan poros yang digunakan memiliki *yield strength* sebesar 622,46 MPa dan *tensile strength* sebesar 649,21 MPa. Bahan ini mempunyai sifat ulet (*ductile*).
2. Pada poros terjadi tegangan *von mises* maksimum sebesar 162.463MPa dan tegangan minimumnya adalah 0.0011 MPayang terjadi pada salah satu tumpuan.
3. Deformasi terbesar terjadi pada ujungporos yang berpasangandenganhub sebesar  $4.74 \times 10^{-2}$  mm. Pada daerah yang menggantung juga terjadi deformasi yang cukup besar dibandingkan dengan daerah lainnya.
4. Poros dan hub mempunyai *safety factor* 3.83 Oleh karena itu poros dianggap aman karena *safety factor* nya (SF) > 1 ditinjau dalam keadaan statisheinggalporos penggerak mobil listrik Tarsius X3 yang digunakan sekarang cukup kuat dan aman.

#### DAFTAR PUSTAKA

Gowtham, V. *et al.* (no date) 'Fatigue based design and analysis of wheel hub for Student formula car by Simulation Approach'. doi: 10.1088/1757-899X/149/1/012128.

Guan, F. *et al.* (2011) 'Application of Optimization Methodology and Specimen-Specific Finite Element Models for Investigating Material Properties of Rat Skull', *Annals of Biomedical Engineering*, 39(1), pp. 85–95. doi: 10.1007/s10439-010-0125-0.

Gujar, R. A. and Bhaskar, S. V (2013) 'Shaft Design under Fatigue Loading By Using Modified Goodman Method', *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, 3(4), pp. 1061–1066. Available at: www.ijera.com (Accessed: 2 July 2019).

Jayanaidu, P. (2013) 'Analysis of a Drive Shaft for Automobile Applications', *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 10(2), pp. 43–46. doi: 10.9790/1684-1024346.

Khurmi, R. S. and Gupta, J. K. (2005) *A Textbook of Machine Design (S.I. Units)*, Eurasia Publishing House (PVT.) LTD. doi: 10.1111/j.1537-2995.2005.00659.x.

Kishore, M., Keerthi, J. and Kumar, V. (2016) 'Design and Analysis of Drive Shaft of an Automobile', *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 38(6). Available at: http://www.ijettjournal.org (Accessed: 2 July 2019).

Rosa, F. (2017) 'PERHITUNGAN DIAMETER POROS PENUNJANG HUB PADA MOBIL LISTRIK TARSIVUS X3 BERDASARKAN ANALISA TEGANGAN GESER DAN FAKTOR KEAMANAN', *Machine: Jurnal Teknik Mesin*, 3(2), pp. 30–34. Available at: http://journal.ubb.ac.id/index.php/machine/article/view/459 (Accessed: 2 July 2019).

Shigley, J. E. and Mitchell., L. D. (1984) *Perencanaan Teknik Mesin Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.

Utomo, J. M. (2014) *Analisa Tegangan Dan Keamanan Poros Mobil Listrik Tarsius X3 Menggunakan Software Solidworks 2013*. Universitas Bangka Belitung.

Valetava, K. and jethava PIET, P. (2016) 'Fatigue and Static Structural Analysis of Car Wheel using Finite Element Method', *International Journal of Technical Innovation In Morden Engineering & Science*, 2(2), pp. 19–28. Available at: https://pdfs.semanticscholar.org/f0d4/4701badf7881ef84fc433aeccd53fec5a5.pdf (Accessed: 2 July 2019).