

# ANALISIS KEKUATAN AXLE BELAKANG KENDARAAN TRUK BERBASIS SOFTWARE SOLIDWORK

Firmansyah Wahyu A.F.C<sup>1)</sup>, Ery Muthoriq<sup>2)</sup>

<sup>1),2)</sup> Teknik Keselamatan Otomotif PKTJ TEGAL

Jl Semeru No3, Tegal 52125

Email : [firmaryahwahyu14@gmail.com](mailto:firmaryahwahyu14@gmail.com)<sup>1)</sup>, [ery.2002@gmail.com](mailto:ery.2002@gmail.com)<sup>2)</sup>

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara pemodelan dan kekuatan axle belakang kendaraan truk dengan menggunakan software Solidwork (Finite Element Method). Langkah pertama dimulai dengan perhitungan beban axle belakang truk. Beban yang dianalisis adalah beban static berupa berat kendaraan dan muatan (GVW). Kemudian dilanjutkan dengan pemodelan geometri axle housing. Setelah pemodelan geometri, langkah berikutnya adalah pemodelan beban dan tumpuan. Terdapat dua jenis pemodelan tumpuan yang dilakukan dalam penelitian ini. Model tumpuan yang pertama menggunakan tumpuan fix dan roller. Model tumpuan kedua adalah dengan menggunakan tumpuan elastic support. Dari hasil analisis dua jenis pemodelan tersebut dapat disimpulkan bahwa pemodelan tumpuan yang paling mendekati kondisi sebenarnya adalah jenis tumpuan elastic support.

Dari simulasi Solidworks yang sudah dilakukan, yakni dengan tumpuan elastic support, dapat diketahui kekuatan axle belakang truk. Besar tegangan maksimum yang terjadi pada axle housing adalah 61 MPa. Sedangkan material yang digunakan memiliki yield strength 497,5 MPa. Dari hasil tersebut dapat dihitung bahwa safety factor yang dihasilkan adalah 8,1.

**Kata kunci:** finite element method, axle housing, yield strength, Solidworks, elastic support.

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang.

Selama tahun 2014 banyak terjadi truk mengalami patah axle housing bagian belakang. Kejadian di Tuban, Jawa Timur sebuah truk pengangkut pupuk terguling karena mengalami patah housing axle shaft, kemudian di Solo truk pengangkut batu mengalami patah axle housing karena kelebihan beban. Kebanyakan pada kejadian kendaraan yang mengalami patah adalah bagian axle housing. Untuk tipe axle yang sering digunakan pada truk merupakan tipe full floating dimana beban yang diterima dari kendaraan bertumpu pada bagian suspensi kemudian menuju axle housing. Berat yang tersalur menuju suspensi tersebut benar benar teralokasi pada 1 titik. Hal inilah yang menyebabkan kendaraan yang bermuatan lebih dari GVW

nya bisa mengalami patah axle housingnya. Berikut kecelakaan yang diakibatkan patahnya axle housing:



**Gambar 1.** Kecelakaan truk akibat patah axle housing. Sumber: Solopos.com.

Dengan mengetahui berat kendaraan dan muatan (GVW) maka selanjutnya melakukan pemodelan axle housing dengan Solidwork. Dalam penelitian ini dimodelkan 2 model yaitu pembebanan fix dan roller serta pembebanan elastic support. Dari kedua model pembebanan bisa diketahui pemodelan yang sesuai dengan kondisi sebenarnya, ini bertujuan untuk mengetahui tegangan maksimum pada axle housing. Dengan mengetahui tegangan maksimum maka bisa diketahui beban yang diterima axle housing tidak melebihi kekuatan material yang digunakan, serta mengetahui titik kritis bagian axle housing.

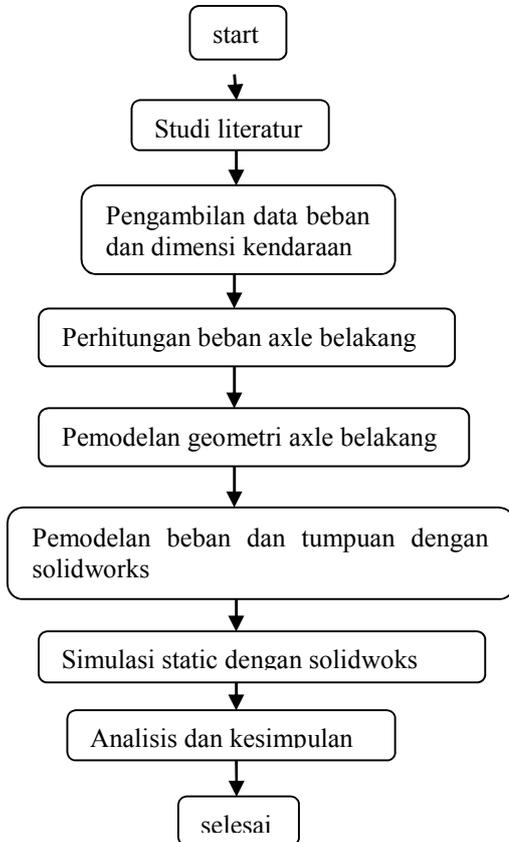
### 1.2 Metodologi Penelitian.

Metode penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penelusuran pustaka penelitian yang meliputi tentang analisis kekuatan axle dengan finite element method.
2. Melakukan pengambilan data kendaraan berupa berat total kendaraan, berat axle depan dan berat axle belakang, serta dimensi kendaraan.
3. Melakukan perhitungan beban axle belakang.
4. Melakukan pemodelan geometri axle belakang.
5. Melakukan pemodelan beban dan tumpuan axle belakang menggunakan Solidworks.

6. Melakukan simulasi statis menggunakan Solidworks.
7. Melakukan pembahasan analisis.

Berikut alur penelitian yang dilakukan:



### 1.3 Tinjauan Pustaka.

#### 1.3.1 Faktor Keamanan.

Dalam merancang bagian untuk melawan kegagalan, diasumsikan bahwa tekanan internal tidak melebihi kekuatan material. Jika bahan yang digunakan adalah rapuh, maka itu adalah kekuatan luluh desainer yang biasanya tertarik, karena sedikit deformasi merupakan kegagalan distorsi energi. Teori ini juga disebut teori Von Mises. Teori yang cocok untuk digunakan dalam bahan [1].

#### 1.3.2 Distribusi Tegangan.

Analisis distribusi tegangan rumah poros belakang adalah analisis untuk menentukan distribusi stress sekitar rumah poros setelah beban diterapkan pada rumah poros belakang. Untuk menentukan lokasi distribusi tegangan atau titik kegagalan pada rumah poros, dimensi rumah poros diukur dan dikonversi ke software CAD dan desain ini diimpor ke perangkat lunak analisis FE untuk menganalisis rumah poros dengan diberikan beban di atasnya [2].

#### 1.3.3 Safety Factor.

Pada pembebanan vertikal, safety factor yang sering digunakan untuk kendaraan adalah 4,5 [3].

#### 1.3.4 Stress dan Deformasi.

Analisis distribusi stress dan deformasi dari rumah poros roda belakang merupakan tindakan pembebanan yang sesuai saat kendaraan bergerak dalam garis lurus, meliuk atau pengereman saat mundur. Radius transisi busur antara gigi belakang axle housing dan belakang poros tabung mengakibatkan tegangan pada zona transisi dan baut U [4].

#### 1.3.5 Distribusi tegangan.

Tegangan didistribusikan secara merata, konsentrasi tegangan dari beban yang diberikan kepada rumah poros membuat kegagalan rumah poros. Alasan kegagalan terjadi karena rumah poros tidak lagi dapat mencegah beban yang diberikan ke atasnya. Dari beberapa beban yang diberikan, beban maksimum untuk rumah dapat berdiri ditentukan dengan menggunakan analisis finite element [5].

#### 1.3.6 Bushing.

Suspensi kendaraan merupakan tantangan dalam hal memproduksi berbagai bushing yang digunakan. Secara umum ada beberapa bushing dalam suspensi. Bushing ini memiliki bahan elastis yang terikat antara lengan logam. Pengukuran bushing adalah cara paling sederhana yang bisa mewakili keakuratan dalam perakitan suspensi. Konektor bushing dapat menjadi prosedur pemodelan sederhana untuk bushing karet [6].

#### 1.3.7 Solidworks.

*SolidWorks* adalah 3D mekanik CAD ( computer-aided design ) program yang berjalan pada Microsoft Windows dan sedang dikembangkan oleh Dassault Systèmes SolidWorks Corp , anak perusahaan dari Dassault Systèmes, SA ( Vélizy , Prancis ). SolidWorks saat ini digunakan oleh lebih dari 2 juta insinyur dan desainer di lebih dari 165.000 perusahaan di seluruh dunia.

SolidWorks memanfaatkan fitur berbasis parametrik pendekatan untuk membuat model dan rakitan. File SolidWorks menggunakan Microsoft Structured Penyimpanan format file. Ini berarti bahwa terdapat berbagai file tertanam dalam setiap SLDDRW (menggambar file), SLDPRT (bagian file), SLDASM (perakitan file) file, termasuk bitmap pratinjau dan metadata sub-file [7].

**2. Pembahasan**

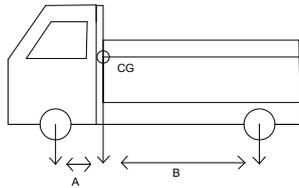
2.1.Perhitungan beban vertikal.

Diperlukan beberapa langkah untuk mengetahui beban ketika terkena beban vertikal .Yaitu langkah pertama adalah melakukan penimbangan kendaraan untuk mengetahui beban axle depan dan axle belakang ,yang kedua melakukan pengukuran dimensi kendaraan .Kemudian melakukan penghitungan beban yang diterima ketika terkena beban vertikal, lalu menganalisis gaya gaya vertikal yang mengenai housing axle shaft.Lalu gaya tersebut sebagai input untuk disimulasikan ke Solidworks.

Besar Beban Axle Akibat Beban Vertikal.  
 Beban vertikal yang terjadi karena berat kendaraan ,maka langkah pertama adalah melakukan penimbangan dan pengukuran berat kendaraan meliputi beban axle depan ,axle belakang,berat total kendaraan dan dimensi kendaraan.

- a)Berat axle depan (Wr) :1419 kg
- b)Berat axle belakang (Wf) :936 kg
- c)Berat kosong :2355kg
- d)GVW :8250kg
- e)Whellbase (L<sub>1</sub> + L<sub>2</sub>) :3380 cm

2.2Menentukan posisi titik berat.



**Gambar 2.**Posisi titik berat kendaraan

Setelah melakukan penimbangan berat axle depan dan belakang maka dirumuskan persamaan untuk menentukan posisi titik berat [8].

Berikut Persamaan untuk titik berat kendaraan:

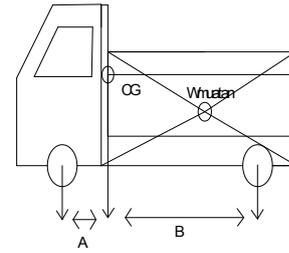
$$A = \frac{(L_1 + L_2) W_R}{W_F + W_R} \quad B = \frac{(L_1 + L_2) W_F}{W_F + W_R} \quad \dots(1)$$

$$\frac{=3380 \times 936}{1419+936} \quad \frac{=3380 \times 1419}{1419+936}$$

$$\frac{=316.380}{2355} \quad \frac{=4.796.220}{2355}$$

$$=1343,3 \text{ cm} \quad =2.036,6 \text{ cm}$$

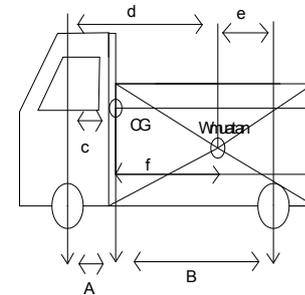
2.3Menentukan Wmuatan.



**Gambar 3.**Posisi Wmuatan

- Wkosong :2355 kg
- Wmuatan :GVW-Wkosong :8250-2355 :5895kg.

2.4 Menentukan Muatan Maksimal sesuai desain pabrik.



**Gambar 4.**Keseimbangan statis kendaraan.

- Catatan:  
 C=1343,3 cm  
 E=715 cm  
 D=2665 cm  
 F=1322 cm

Keseimbangan statis adalah kondisi tertentu dari kondisi dinamis yang memenuhi persamaan dari Hukum Newton II [9].

Berikut persamaan keseimbangan statis:

$$\sum F_Y = 0 \quad \dots(2)$$

$$R_A + R_B = W_{kosong} + W_{muatan}.$$

$$\sum M_a = 0 \quad \dots(3)$$

$$W_{kosong} \times C + W_{muatan} (C+F) = R_B (D+E)$$

$$2355 \times 1343,3 + 5895 (1343,3 + 1322) = R_B (2665 + 715)$$

$$3.162.765 + 15.710.175 = R_B (3370)$$

$$R_B = 5600,2 \text{ kg}$$

$$R_A + R_B = W_{muatan} + W_{kosong}.$$

$$R_A + 5600,2 = 8250$$

$$R_A = 8250 - 5600,2 = 2649,8 \text{ kg}$$

Jadi beban axle belakang sebesar 5600,2 kg

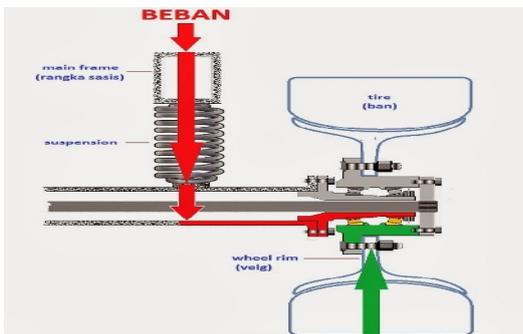
2.5 Tipe Axle Full Floating.

Komponen axle truk yang menahan beban akibat berat kendaraan dan muatan (beban vertikal) adalah axle

housing. Hal ini dikarenakan susunan axle adalah tipe full floating.



Gambar 5. Axle Belakang Truk.

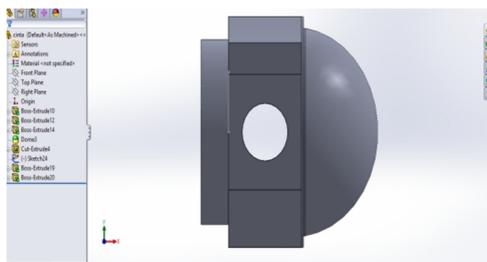


Gambar 6. Tipe Axle Full Floating

Berdasarkan Gambar 5 dapat diketahui bahwa beban vertikal (berat kendaraan + berat muatan) hanya ditahan oleh axle housing. Sedangkan axle shaft hanya menahan beban torsi dari mesin.

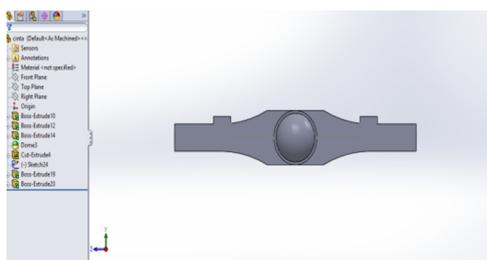
2.6 Pemodelan geometri.

a) Axle belakang tampak samping.



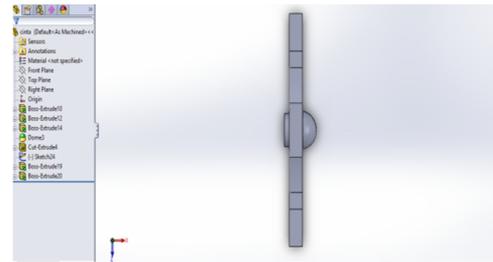
Gambar 7. Tampak Samping.

b) Axle belakang tampak depan.



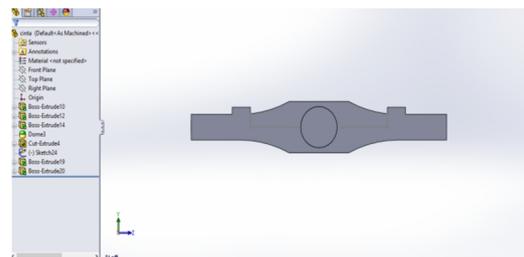
Gambar 8. Tampak Depan.

c) Axle belakang tampak dari bagian atas.



Gambar 9. Tampak Atas.

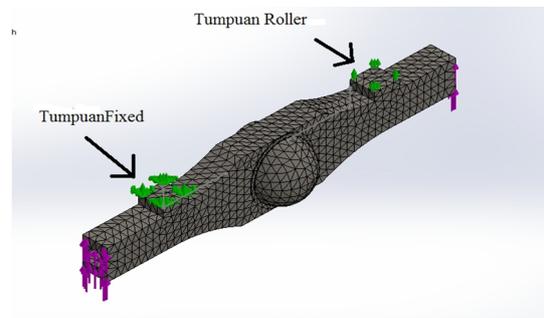
d) Axle belakang tampak bagian belakang.



Gambar 10. Tampak Belakang.

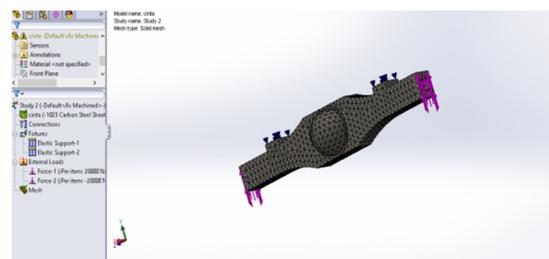
2.7 Pemodelan beban dan tumpuan fixed dan roller.

Jenis tumpuan yang digunakan untuk beban vertikal adalah tumpuan fix dan roller. Tumpuan tersebut diaplikasikan pada kedudukan pegas daun karena komponen utama yang menahan beban vertikal adalah pegas daun. Tumpuan roller dipakai dalam pemodelan ini karena pada sistem suspensi, tumpuan yang digunakan tidak benar-benar fix. Pada sistem suspensi banyak digunakan bushing dan terdapat damper yang terbuat dari karet.



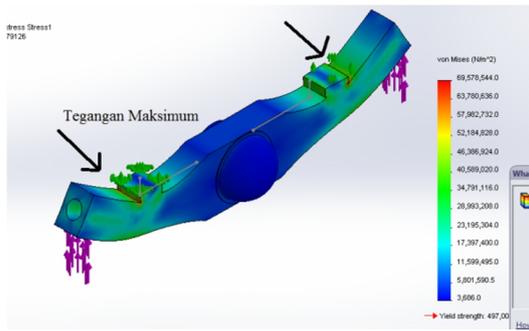
Gambar 11. Pemodelan tumpuan fix dan roller.

2.8 Proses Meshing.



Gambar 12. Meshing.

## 2.9 Hasil Simulasi dengan tumpuan Fix dan Roller.

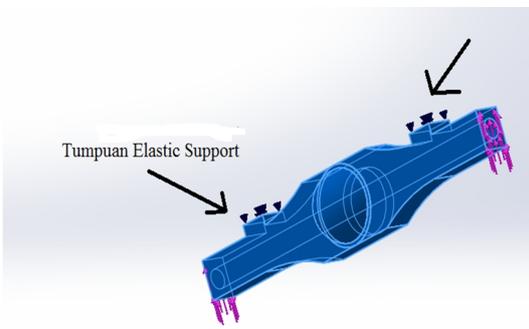


Gambar 13. Hasil Simulasi.

Berdasarkan Gambar 12 dapat diketahui bahwa tegangan maksimum mencapai 69 MPa untuk pemodelan fix dan roller. Tegangan yang terjadi pada pemodelan ini berada pada di tumpuan suspensi daun. Untuk tumpuan fix tidak dapat bergerak ketika axle housing dibebani, namun pada kondisi sebenarnya terdapat bushing yang mampu mengurangi tegangan yang terjadi. Dengan demikian perlu dibuat model lain sebagai pembanding.

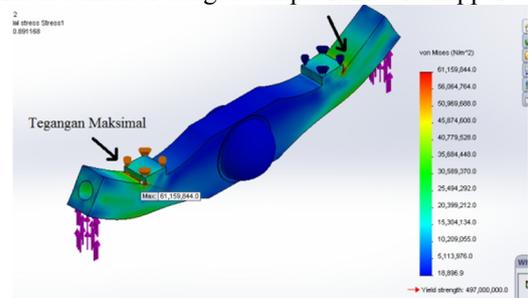
## 3.0 Pemodelan dengan Elastic Support.

Di *Solidworks Simulation*, selain terdapat fasilitas tumpuan fix dan roller, terdapat juga fasilitas *elastic support*. Dengan menggunakan fasilitas tumpuan elastis ini, diharapkan pengaruh adanya bushing dan damper dapat diperhitungkan.



Gambar 14. Pemodelan Elastic Support.

## 3.1 Hasil Simulasi dengan tumpuan Elastic Support.



Gambar 15. Hasil Simulasi.

Berdasarkan Gambar 14 dapat diketahui bahwa tegangan maksimum mencapai 61 MPa. Pada model tumpuan ini

tegangan yang terjadi lebih rendah dibandingkan dengan tumpuan fix dan roller karena untuk tumpuan ini menggunakan bushing sebagai peredam yang dapat mengurangi tegangan. Dengan hasil di atas, dapat diketahui bahwa pemodelan dengan tumpuan elastis lebih menggambarkan kondisi sebenarnya.

Jika dibandingkan dengan kekuatan material (yield strength) yaitu sebesar 497,5 Mpa, maka dapat diketahui bahwa *safety factor* yang digunakan adalah 8,1. Besar *safety factor* ini masih dalam taraf aman untuk desain kendaraan.

## 1. Kesimpulan.

Berdasarkan hasil simulasi Solidworks yang dilakukan hasil yang mendekati sebenarnya adalah dengan tumpuan elastic support. Pemodelan dengan menggunakan tumpuan elastis (*elastic support*) lebih akurat dibanding dengan menggunakan tumpuan *fix* dan *roller* untuk menganalisis kekuatan axle kendaraan. Tegangan maksimum yang terjadi sebesar 61 MPa, sedangkan yield strength bahan sebesar 497,5 MPa. Karena tegangan maksimum masih dibawah yield strength maka kekuatan bahan masih dalam taraf relatif aman. Untuk hasil safety faktor sebesar 8,1.

## Daftar Pustaka.

- [1] Alimardani R, Mohtasebi S.S, Tarighi Javad, "Static and dynamic analysis of front axle housing of tractor using finite elements methods", pp 45-49, 2011.
- [2] Shamsuddin A.K, Tajuddin S.M, et al, "Stress distribution of rear axle housing by using finite elements analysis", vol 3, pp 53-61, 2014.
- [3] Prof .Dr. Kaukeart Boonchukosol: Vehicle structure analysis.
- [4] Babu Rajesh G, Rao N.A.N, "Static and modal analysis of rear axle housing of a truck", pp 69-76, 2011.
- [5] Luo kui Shi, Wang Ji-Xin, et al, "Static and dynamic strength analysis on rear axle of small payload off highway dump trucks".
- [6] Rao Mukund, "Bushing connector application in suspension modeling".
- [7] A.y, Rozzaqi., J. Edy., W.A, Surjo, "Pengembangan rancangan nozzle waterjet untuk meningkatkan kecepatan renang pada tank BMP-3F (Infantry Fighting Vehicle)", vol 2, 2013.
- [8] Romadhon Wahyudin, "Analisa kekuatan dan kemuluran rantai supra x 125 dd.
- [9] Sadikin Ali, "Perancangan rangka chasis mobil listrik untuk 4 penumpang menggunakan software D Siemens NX8", 2013.

## Biodata Penulis.

Firmansyah Wahyu A.F.C, Taruna Semester V Jurusan D IV Teknik Keselamatan Otomotif, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan.

Ery Muthoriq, Dosen di Jurusan Teknik Keselamatan Otomotif, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan.