

OPTIMASI PEMILIHAN MATERIAL REAR AXLE HOUSING MODEL T8 JENIS TRUK KAPASITAS 7,5 TON

Parjiman *), Djoko W. Karmiadiji **)

PT.mitsubishi krama yudha motor and manufacturing

Program Studi Magister Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta

Email: jm_peq@ptmkm.co.id, dkarmiadiji@rocketmail.com

ABSTRAK

Truk adalah jenis transportasi yang banyak digunakan untuk mengangkut muatan baik hasil pertanian, perkebunan, pertambangan dan lain sebagainya. Ada beberapa varian kapasitas truk yang selama ini dibuat oleh pabrik. Salah satunya truk dengan kapasitas 7,5 ton. Masalah yang timbul adalah truk mengalami patah di bagian rear axlenya. Dengan metode elemen hingga untuk menganalisa desain kekuatan rear axle housing yang menggunakan material *Hot Rolled Steel Plate* dengan ketebalan 8mm dan menggunakan *software pro-engineer* didapat tegangan von mises 158,5 Mpa, Displacement 0,307mm dan strain max 0,000835mm dengan angka keamanan sebesar 5,29

Kata kunci : *metode elemen hingga, rear axle housing, pro-engineer*

ABSTRACT

Trucks are a type of transportation that is widely used to transport cargo of good agricultural, plantation, mining and so forth. There are several variants of truck capacity that has been made by the factory. One of them is a truck with a capacity of 7.5 tons. The problem that arises is the truck is broken in the rear axle housing. With finite element method to analyze the design of rear axle housing strength which using hot rolled steel plate material with 8mm thickness and use pro-engineer software, get value for von mises stress max is 158,5 Mpa, displacement is 0,307 mm and strain max is 0,000835mm with safety factor is 5,29

Keyword : *finite element method, rear axle housing, pro-engine*

I. PENDAHULUAN

Sejak pertama kali diperkenalkan di awal era tahun 70-an sampai dengan saat ini, populasi kendaraan jenis truk kapasitas 7,5 ton di PT.XZY telah mencapai 928.727 unit yang telah tersebar di seluruh Indonesia. Angka ini menyumbangkan angka terbesar bagi penjualan kendaraan niaga di Indonesia sehingga total populasi kendaraan niaga yang terdiri dari jenis sedang dan berat menjadi 1.061.455 unit hingga saat ini.

Selama tahun 2017 terjadi truk mengalami patah *axle housing* bagian belakang. 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 tersalurkan menuju suspensi tersebut teralokasi pada satu titik. Hal inilah yang bisa mengalami patah *axle housingnya*. Dengan pengkajian secara ilmiah menggunakan metode elemen hingga dan software pendukung yang menggambarkan kondisi sesuai dengan kondisi sebenarnya, ini bertujuan untuk mengetahui tegangan maksimum

pada *axle housing*. Dengan mengetahui tegangan maksimum maka bisa diketahui beban yang diterima oleh *axle housing* apakah dibawah, sesuai atau melebihi kekuatan material yang digunakan, serta dapat mengetahui titik titik kritis dari *rear axle housing*.

Jenis material yang akan digunakan sebagai obyek penelitian adalah *ultra high strength steel hot rolled steel plate* SAPH 590 dengan ketebalan 8, 9, dan 10mm. Dan *hot rolled strength steel sheet with improved formability* SPFH 590 dengan ketebalan 8,9 dan 10 mm, disamping juga tetap meneliti material yang sekarang digunakan, tetapi dengan menambah ketebalan dari 8mm ke 9mm dan 10 mm. Ketiga jenis material tersebut penggunaannya sama di struktur kendaraan, yaitu biasanya sebagai bagian dari rangka mobil.

Penelitian yang akan dilakukan yaitu perancangan memanfaatkan teknologi CAD sebagai tahap *design* dan dilakukan pengujian dengan *software Pro Engineer* untuk menganalisis tegangan dan regangan. Pemanfaatan model ini memberikan sisi efisien yaitu dengan teknologi, meningkatkan akurasi saat pembuatan komponen produk, pemanfaatan kemampuan simulasi pembebanan statis yang ada di CAD dapat dimanfaatkan untuk simulasi.

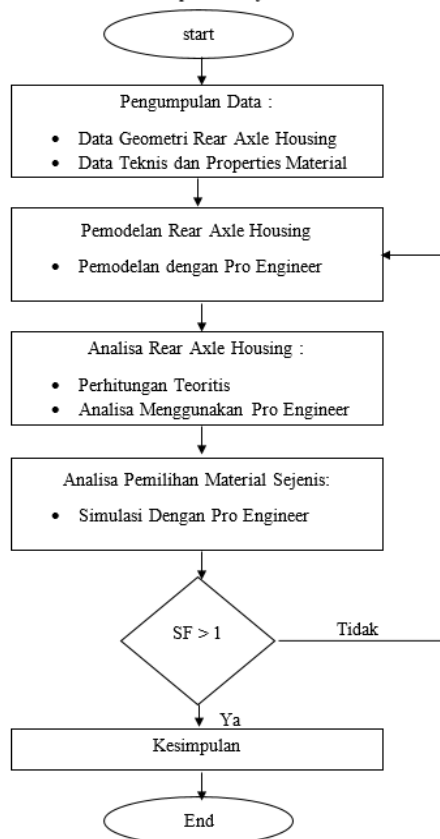
Penelitian tersebut akan mengidentifikasi :

- Mendapatkan nilai tegangan maksimum dari obyek penelitian
- Mendapatkan varian tegangan maksimum dari beberapa material lain sebagai pembanding dari material yang sekarang digunakan, tujuannya untuk mendapatkan alternative material yang lebih baik.

Setelah diidentifikasi peneliti akan melakukan pemecahan masalah yang berhubungan dengan *rear axle housing* adalah sebagai berikut :

1. Mengkaji dan mengevaluasi desain *rear axle housing* khususnya model T8 untuk truk kapasitas 7,5 ton
2. Mencari alternative lain dari material yang digunakan dengan beberapa ketebalan material yang berbeda dan dengan jenis material lain yang mempunyai kekuatan secara teoritis diatas kekuatan material yang sekarang digunakan.

II. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Alur Penelitian

III. SPESIFIKASI KENDARAAN dan DISAIN PENELITIAN

Spesifikasi Data kendaraan

Spesifikasi truk kapasitas 7,5 ton.

- Dimensi
Panjang Total 5960mm
Lebar Total 1970mm
Tinggi Total 2145mm
Jarak Sumbu roda 3350mm
Tapak Depan 1400mm
Tapak Belakang 1495mm
Jarak dari tanah 210mm
- Berat
Berat Kosong 2310 kg
Total Berat 7500 kg
- Performa
Kecepatan maksimal 120 km/hour
Maksimal Tanjakan yang bisa dinaiki 41 tan Ø
Minimal radius putaran kendaraan 7 m
- Engine
Model direct injection 4 langkah
pendinginan dengan turbo inter cooler,
konfigurasi 4 cylinder inline, bore x
stroke 101mmx115mm, displacement
3908cc, maksimal output 125ps/2900
rpm, maksimal torque 33kg / 1600rpm.
- Transmisi
Model Mo35s5, 5 kecepatan, 1-5
synchromesh, reverse constanmesh,
Rasio roda gigi 1st 5.380, 2nd 3.028, 3rd
1.700, 4th 1000, 5th 0.722, reserve 5.380,
final 6.571, model kopling kering
tunggal C4W3oD
- Axle
Axle depan = reserve Elliot, type I beam,
1419 kg
Axle belakang = Full floaing type, 936
kg
Material Rear Axle Housing = SAPH
540 ketebalan 8mm
- Suspensi
Depan dan belakang semi elliptic, pegas
daun dengan peredam kejut
- Ban dan roda
Ukuran Ban 7.05-16-14PR
Piringan Roda : 6.00GSx16
- Rem
Service Brake : hidrolik dobel circuit
dengan vacuum servo assistance
Rem Tangan : Tipe Internal Expanding
dengan transmisi belakang
Rem Bantu : system Rem Buang
- Sistem Bahan Bakar
Kapasitas penuh 100 liter

- Lain - lain
Sistem Kemudi : Tipe Bola dan Mur , tilt steering
Aki : 24V / 60AH (N60Z) rata - rata 20 jam

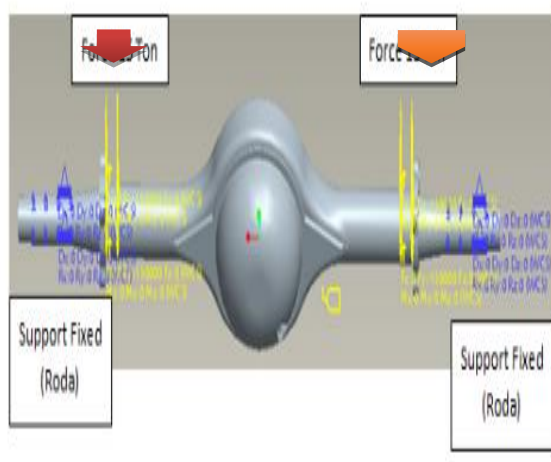
Jenis Penelitian

Peneliti menggunakan ukuran awal untuk mengetahui kekuatan *rear axle housing* dan untuk mencari alternative material lain yang sejenis dengan tiga ketebalan, yaitu :

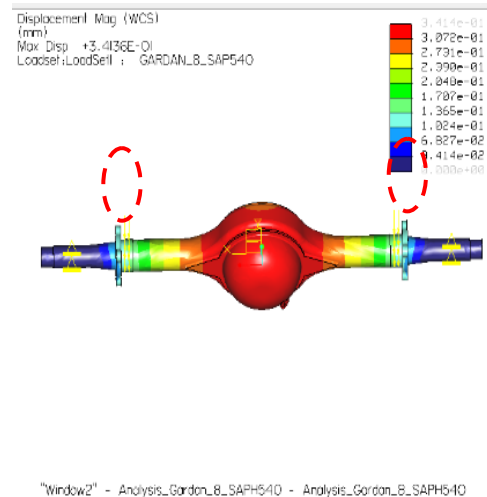
- | | | |
|----|-----------------------------|------|
| a. | SAPH | 540, |
| | tebal 8 mm, 9 mm dan 10 mm; | |
| b. | SAPH | 590, |
| | tebal 8 mm, 9 mm dan 10 mm; | |
| c. | SPFH | 590, |
| | tebal 8 mm, 9 mm dan 10 mm. | |

Desain Penelitian

Gambar 2 adalah ilustrasi pembebanan static yang dilakukan dengan menggunakan simulasi *software Pro Engineer*. Didalam gambar tersebut dijelaskan bahwa jenis support yang digunakan adalah jenis support fixed berupa roda truk. *Rear axle housing* menerima beban dari atas sebesar 15 ton. Angka 15 ton diambil dari beban muatan yang diijinkan ditambah dengan berat kosong kendaraan sebesar 7,5 dikalikan 2 (dua) karena menurut ilmu desain, untuk mendapatkan nilai maksimal dari pembebanan harus dikalikan dengan beban sesungguhnya. Arah pembebanan ditunjukkan dengan anak panah yang mengarah ke bawah diatas sambungan antara *spindle* dengan *body housing*.



Gambar 2. *Rear Axle Housing* yang menerima beban



Gambar 3. Beban kritis dari *rear housing*

Pada gambar 3, terjadinya patah pada kondisi sambungan antara *spindle* dengan *body housing* begitu juga pada perangkat lunak dengan *software Pro Engineer*, pada bagian tersebut akan dinaikan nilai kekuatan *rear axle* agar didapatkan nilai lebih dengan menambah ketebalan dari material dan pemilihan material lain yang sejenis peruntukannya di dalam struktur kendaraan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Daya Mesin

Perhitungan torsi:

$$W = m \cdot g$$

$$= 7500 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ kg/m}^2$$

$$= 73575 \text{ N}$$

$$d = \text{Panjang Rear Axle} / 2$$

$$= 1648 / 2 = 824 \text{ mm} = 0,824 \text{ m}$$

$$T = 73575 \text{ N} \times 0,824 \text{ m} = 60625,8 \text{ Nm}$$

Perhitungan Daya Mesin (Power):

$$\text{Power} = 60625,8 \times 2 \pi \times 1.600$$

$$\text{Power} = 609168,038 \text{ Hp}$$

$$\text{Rpm} = \frac{609168,038}{60625,8 \times 2\pi} = 1.600$$

Perhitungan Daya Tarik (HP):

Power (HP) = torque (lbs. ft) x rotational speed (RPM) /

$$5250 \text{ Power (HP)} = \frac{60625,8 \times 1,600}{5250} = 18,476 \text{ HP}$$

Perhitungan Tegangan

Perhitungan tegangan geser:

Diketahui

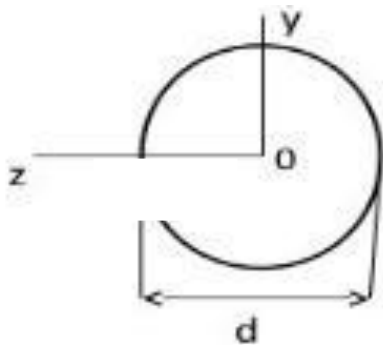
$$A = 1499,5 \text{ mm}^2$$

$$V = 1.471.500 \text{ N}$$

$$\tau_g = \frac{V}{A}$$

$$\tau_g = \frac{1.471.500}{1499,5}$$

$$\tau_g = 981,3 \text{ N/mm}^2$$



Gambar 4. Koordinat momen inersia

$r_1 = 31,03 \text{ mm}$ (lebar rangka batang yang ada di sumbu x,y). $r_2 = 22,03 \text{ mm}$ (tinggi dari rangka batang yang ada di sumbu x,y), r_1 dan r_2 diukur di benda kerja sebenarnya, maka untuk pembebanan pada sumbu Y

$$I_{y1} = \int b^3 d.A$$

$$= 1/64 (d)^3 (3,14)$$

$$= 1/64 (62 \text{ mm})^3 (3,14)$$

$$= 11.693 \text{ mm}^3$$

$$I_{y2} = \int b^3 d.A$$

$$= 1/64 (d)^3 (3,14)$$

$$= 1/64 (44 \text{ mm})^3 (3,14)$$

$$= 4.179,34 \text{ mm}^3$$

$$I = I_{y1} - I_{y2}$$

$$= 11.693 \text{ mm}^3 - 4.179,34 \text{ mm}^3$$

$$= 7.513,66 \text{ mm}^3$$

Bentuk permukaan rangka pipa:

$$c = \frac{60 \text{ mm}}{2}$$

$$c = 30 \text{ mm}$$

Tegangan permukaan yang terjadi pada rangka batang:

$$\sigma_t = \frac{540 \text{ N.mm.} 30 \text{ mm}}{7513,66 \text{ mm}^3}$$

$$= 2,156 \text{ N/mm}$$

Didapatkan nilai $\sigma_t = 2,156 \text{ N/mm}$

Dimana $\sigma_t = \sigma_x, \sigma_y = 0$, jadi untuk nilai $\sigma_x = 2,156 \text{ N/mm}$

Maka untuk tegangan Von Mises maksimum :

$$\sigma_{\max} = \frac{2,156 + 0}{2} + \sqrt{\left(\frac{2,156 + 0}{2}\right)^2 + (981,3)^2}$$

$$\sigma_{\max} = 1,078 + 981,3$$

$$\sigma_{\max} = 246,48 \text{ N/mm}^2$$

Dari perhitungan diatas, di dapatkan nilai tegangan Von Mises maksimum pada sebesar $\sigma_{\max} = 982,4 \text{ N/mm}^2$.

Perhitungan Safety Factor (Sf)

Untuk perhitungan *safety factor*, dengan beban 7500 kg/m^3

Diketahui :

Material specification : baja SAPH 540

Nilai *yield strength* (σ_y) = 350 N/mm^2

Dengan panjang $L = 1648 \text{ mm}$

Ketebalan material = 8 mm

Gravitasi (g) = 9.81 m/s^2

$$\text{Safety Factor (Sf)} = \frac{350}{73575 / 1112} = 5,29$$

Dimana : S = Yield strength material
 σ = tegangan normal

Hasil simulasi dari ketiga material yang diujikan

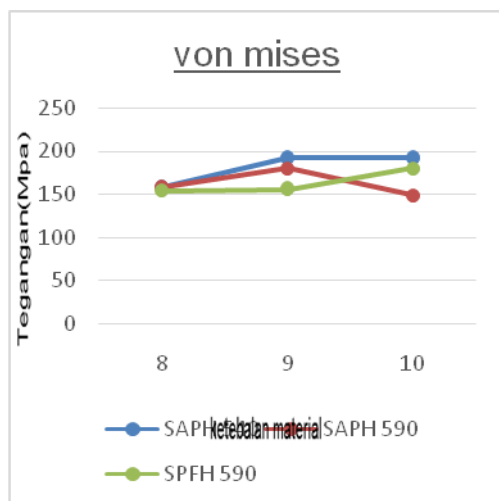
Rangkuman hasil simulasi dari ketiga material SAPH540, SAPH 590 dan SPFH590 dengan ketebalan 8, 9, dan 10 mm, dapat dilihat tabel 1:

Tabel 1. Hasil simulasi tegangan

tegangan	material	8	9	10
von mises	SAPH 540	158,5	191,5	192,1
	SAPH 590	158,8	180,0	149,3
	SPFH 590	154,5	156,6	180
displacement	SAPH 540	0,307	0,303	0,295
	SAPH 590	0,288	0,271	0,272
	SPFH 590	0,286	0,278	0,256
strain max	SAPH 540	0,000835	0,000684	0,000800
	SAPH 590	0,000800	0,000820	0,000709
	SPFH 590	0,000712	0,000800	0,000800

Setelah dilakukan simulasi dengan *Pro Engineer* terhadap ketiga material, maka untuk material Hot Rolled Steel Plate SAPH 540 dengan ketebalan 10mm, nilai von misesnya tertinggi dengan 192,1 Mpa dan material Ultra high strength steel, hot rolled steel plate SAPH 590 tebal 10mm nilai von misesnya terendah sebesar 149,3 MPa.

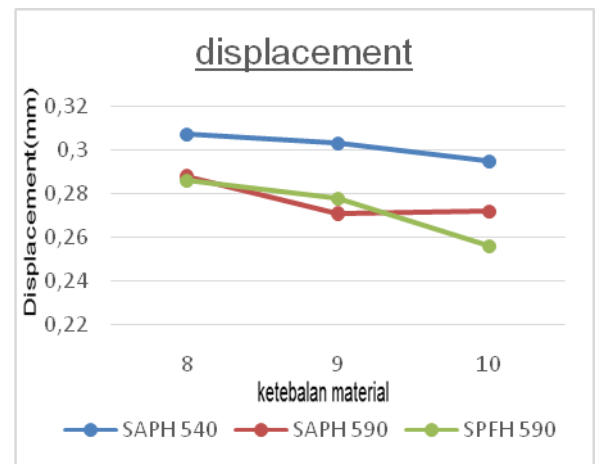
Berikutnya adalah penyajian data dari simulasi dengan menggunakan bantuan grafik yang akan mempermudah pembacaannya.



Gambar 5. Grafik von mises

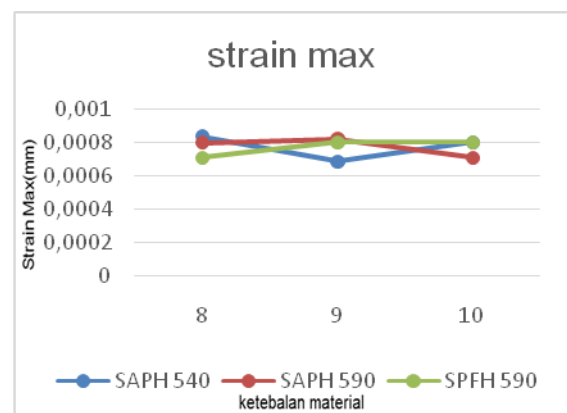
Tegangan von mises adalah tegangan yang terjadi akibat pembebanan tegak lurus terhadap benda kerja. Stres Von Mises adalah nilai yang digunakan

untuk menentukan apakah material yang dilakukan simulasi baik. Kriteria Mises menyatakan bahwa jika tegangan von Mises dari material di bawah beban, sama atau lebih besar dari batas hasil dari bahan yang sama di bawah tegangan, maka material dinyatakan baik. Von Mises stress dianggap salah satu cara aman untuk melakukan desain, karena dengan menggunakan Von Mises, desain bisa dinyatakan gagal atau tidak, dengan asumsi bahwa apabila nilai Von Mises stress lebih rendah dari strength material maka desain dinyatakan aman.



Gambar 6 displacement

Displacement atau disebut juga deformasi adalah perubahan bentuk, dimensi dan posisi dari suatu material (struktur kristal) akibat beban/gaya yang diberikan. Terkait dengan pergeseran titik maka deformasi merupakan pergerakan suatu titik pada suatu benda dimana titik terletak pada benda artinya titik tersebut memiliki posisi dalam sistem koordinat tertentu



Gambar 7. Strain Max

Strain atau regangan ialah perubahan relatif ukuran atau bentuk benda yang mengalami tegangan atau disebut juga Perbandingan antara pertambahan panjang L terhadap panjang mula-mula (L_0). Regangan maksimal adalah bertambah panjang maksimal yang dapat diterima akibat dari tegangan maksimal.

Metode Anova

Pengelompokan Menurut Jenis Material

Tabel 2. Pengelompokan Hasil Simulasi Berdasar Type Material

Tebal	SAPH 540			SAPH 590			SPFH 590		
	Von Mises	Deplament	Starain Max	Von Mises	Deplament	Starain Max	Von Mises	Deplament	Starain Max
8	158,5	0,307	0,000835	158,8	0,288	0,000800	154,5	0,286	0,000712
9	191,5	0,303	0,000684	180,0	0,271	0,000820	156,6	0,278	0,000800
10	192,1	0,295	0,000800	149,3	0,272	0,000709	180,0	0,256	0,000800
Jumlah	542,1	0,905	0,002319	488,1	0,831	0,002329	491,1	0,820	0,002312

Berdasarkan hasil simulasi dengan menggunakan Pro engineer, material dengan type SAPH 540 menunjukkan hasil yang baik diantara ketiga material yang disimulasikan.

V. KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Simulasi dengan *software Pro Engineer* menunjukkan material SAPH 540 tetap lebih aman tetapi untuk meningkat *stress von mises* dan *safety factor* harus menambah ketebalan dari material *rear axlehousing*. Dari ketiga material dan dengan ketebalan 8 mm, 9 mm dan 10 mm didapat nilai *vonmises* terbesar ada pada SAPH 540 tebal 10mm dengan 192,1Mpa;
2. Nilai tegangan *Von Mises* maksimum pada rangka pipa (*spindle housing*) SAPH 540 tebal 8 mm dengan perhitungan sebesar $\sigma_{\max} = 982,4 \text{ N/mm}^2$ sedangkan dengan menggunakan *software* didapat nilai sebesar 158,5 MPa dengan angka keamanannya 5,29;
3. Penggunaan metode ANOVA diperoleh bahwa $F_{\text{hitung}} \leq F_{\text{table}}$, H_0 = diterima, dengan nilai $293.869,3 \leq 542,1$ dan dapat

disimpulkan bahwa sample yang diuji dapat diterima (Hipotesa diterima).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muda, W. 1989. *Formula Roark untuk Stres dan Ketegangan*, edisi ke-6. McGraw-Hill
- [2] Shigley, J and Mischke. 1986. : *Buku Pegangan Standar Desain Mesin*, halaman 2-15. McGraw-Hill.
- [3] Ega Verbriandi. 2011. "Sistem Pemindah Tenaga" melalui <http://egavebriandi.wordpress.com> [11/20/17]
- [4] JIS Handbook 2008 " Ferrous Material & Metallurgy II ISBN978-4-542-13647-2
- [5] Aditya. 2008. " Teori Dasar Elemen Hingga " melalui <http://digilib.itb.ac/files/disk1/618/jbptitbpp-gdl-adhityahim-30851-3-2008ta-2.pdf> [11/20/2017]
- [6] Introduction to finite Element Analysis (FEA). 2017 melalui www.engr.uvic.ca/~mech40/lectures/FEA_Theory [11/23/2017]