

## Analisis Kekuatan *Rear Axle Housing* Truk Kategori II Dengan JBB 7,5 Ton Menggunakan Metode Elemen Hingga

Tono Sukarnoto<sup>a,\*</sup>, Rubanto Sidi Hambaly<sup>a</sup>, M Ihram Maulana<sup>a</sup>  
<sup>a</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti  
Jl Kiai Tapa no 1 Jakarta 11440  
\*E-mail: tsukarnoto@trisakti.ac.id

### Abstract

Category II truck is one popular truck in Indonesia for freight transportation. Operating an overload truck looks like common in here. In overload condition, the probability for damage and failure on truck's component are higher. This research concern on a truck rear axle housing failure in 7,5 tons GVW. Claim data from PT. KY early 2018, obtained the kind of damage in the category II truck with 7.5 tons GVW is broken on the connection area between spindle and housing. The strength of rear axle housing structure is needed to be analyzed using finite elements method, with 3D model taken from PT. KY. The objective of this analysis is to find the stress distribution in rear axle housing and by comparing with the actual damage condition it could predict, was there any weakness on the existing rear axle housing design. The analysis was done with load as design specification and overload condition. With SAPH 540 was used for material, the result shows that the design is safe event for overload condition. Stress occurs in fracture area is below yield stress. Probably the failure is caused by materials problem, production flaw or any other problem.

**Keywords:** strength analysis, truck rear axle housing, finite element method

### Abstrak

Truk kategori II populer di kalangan para pelaku usaha di Indonesia sebagai sarana angkutan barang. Pengoperasian truk dengan beban berlebih sering terjadi dan potensial menimbulkan kerusakan komponen. Penelitian ini membahas kerusakan *rear axle housing* truk katagori II dengan JBB 7,5 ton. Data yang didapat dari PT. KY di awal tahun 2018, menunjukkan jenis kerusakan yang terjadi pada truk kaegori II dengan GVW 7,5 ton yaitu patah pada area sambungan spindle dan housing. Untuk itu dilakukan analisa dari aspek kekuatan *rear axle housing* menggunakan metode elemen hingga (MEH) dengan model 3D yang didapat dari PT. KY. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui distribusi tegangan pada *rear axle housing* dan membandingkan dengan kerusakan *rear axle housing* untuk memperkirakan apakah ada kelemahan dalam desain saat itu. Analisis dilakukan untuk beban sesuai desain dan beban berlebih. Material yang digunakan sebagai acuan SAPH 540, hasil analisis MEH menunjukkan bahwa desain *rear axle housing* yang ada cukup aman termasuk untuk kondisi beban berlebih. Analisis pada bagian yang patah menunjukkan tegangan yang terjadi di bawah tegangan luluh material. Kemungkinan penyebab kegagalan pada komponen rear axle housing adalah masalah material atau masalah proses produksi atau penyebab yang lain.

**Kata kunci:** analisis kekuatan, truk *rear axle housing*, metode elemen hingga

### 1. Pendahuluan

Truk katagori II adalah truk ringan (*light duty*) yang biasa disebut truk sedang dengan ukuran rim roda 16 inc. Truk ini sangat populer karena dapat beroperasi di jalanan sempit berlumpur sampai di jalan tol antar propinsi. Pada penelitian ini dipilih truk katagori 2 dengan jumlah berat bruto JBB (*gross vehicle weight*) 7,5 ton tipe X. Meskipun truk ini dalam kelas JBB 7,5 ton, namun kenyataan di lapangan bobot total truk dengan muatannya jauh di atasnya yaitu sekitar 12 ton. Praktik kendaraan barang mengangkut muatan berlebih (*overload*) sudah lazim ditemui bahkan dianstisipasi oleh pabrikan dengan memperkuat komponen tertentu demi keselamatan berkendara. Kelebihan muatan bahkan bisa mencapai 100 % [1]. Ada pula truk yang tertangkap mengangkut muatan sampai 300%, yang selain kelebihan muatan juga kelebihan dimensi (*over dimentional*) [2].

Berdasar laporan klaim kerusakan di PT. KY pada bulan Februari 2018, didapatkan salah satu masalah terbesar pada bagian *rear axle housing*. Terjadi patah di area sambungan antara *spindle* dan *housing* pada kendaraan kategori II model X. Hal itu menjadi perhatian khusus karena masalah tersebut berkaitan dengan keselamatan pengendara dan lingkungan sekitar. Gambar 1 merupakan contoh kerusakan yang terjadi pada *rear axle housing* kendaraan kategori II model X.



**Gambar 1.** Unit yang mengalami kerusakan (kiri) dan detail bagian yang patah (kanan)

Tabel 1.1 menunjukkan data truk yang mengalami kerusakan. Dari 8 kendaraan yang dilaporkan, bulan produksi kendaraan adalah Mei dan Juni 2017. Kerusakan terjadi pada 4 pelanggan dengan lokasi yang berbeda-beda. Rata-rata kerusakan terjadi pada odometer 21.800 km atau sekitar 8 bulan pemakaian, dengan rata-rata muatan 8,6 ton atau JBB 12,6 ton. Hasil analisa sementara penyebab kerusakan tersebut adalah kombinasi antara kondisi kelebihan muatan pada kendaraan dan adanya dimensi yang tidak sesuai pada diameter *spindle* yang menyebabkan sediaan antara *spindle* dan *housing* tidak sesuai standar. Namun untuk analisa lebih lanjut, diperlukan studi lebih mendalam dari sisi kekuatan konstruksi, material, proses produksi, dan aspek lain yang menunjang analisa kerusakan tersebut. Atas dasar data tersebut, maka dilakukan analisis pada salah satu aspek yakni analisis kekuatan konstruksi *rear axle housing*.

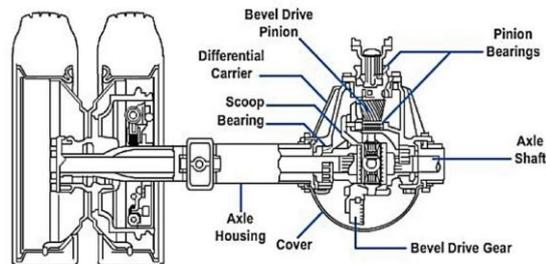
**Tabel 1** Data Kendaraan Yang Terlibat (Data Klaim di PT. KY)

No.	Unit No.	Tanggal Produksi	Tanggal Masalah	Odometer (km)	Kota	Pemilik	Bodi Belakang	Jenis Muatan	Berat Muatan (ton)	GV (ton)
1	MH1	22/05/2017	3/01/2018	18754	Pekanbaru	PT. AA	Crane Dump	Sawit	8	12
2	MH2	22/05/2017	25/01/2018	21030	Pekanbaru	PT. AA	Crane Dump	Sawit	8	12
3	MH3	22/05/2017	3/01/2018	20879	Pekanbaru	PT. AA	Crane Dump	Sawit	8	12
4	MH4	22/05/2017	3/01/2018	29140	Pekanbaru	PT. AA	Crane Dump	Sawit	8	12
5	MH5	22/05/2017	9/02/2018	22251	Pekanbaru	PT. AA	Crane Dump	Sawit	8	12
6	MH6	5/06/2017	9/02/2018	15019	Cikampek	PT.BB	Dump	Pasir dan Batu	8	13
7	MH7	18/05/2017	22/01/2018	24209	Cikampek	PT.CC	Dump	Pasir dan Batu	8	13
8	MH8	24/05/2017	24/01/2018	23327	Lahat	PT.DD	Dump	Batu Bara	8	15

Berdasar uraian di atas, rumusan masalah yang akan dikaji adalah, bagaimana distribusi tegangan yang terjadi pada rear axle housing, serta membandingkan hasil analisis MEH dengan kerusakan aktual.

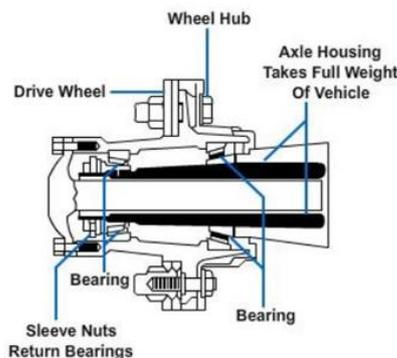
## 2.1 Axle Housing

*Axle Housing* dapat berupa konstruksi satu lubang atau dua lubang *split* (banjo). Tipe banjo merupakan yang umum digunakan pada truk seperti ditunjukkan Gambar 2, lubang *axle housing* terdapat pada bagian depan dan belakang. Bagian depan ditutup oleh *differential carrier*, sedangkan bagian belakang ditutup oleh penutup belakang [3].



Gambar 2. Axle housing [3]

Komponen lain seperti *backing plate*, *mounting flanges*,udukan pegas, dan lainnya biasanya dipasang pada *axle housing* dengan cara dikeling atau dilas. Pada truk ini, jenis tumpuan *axle* pada *axle housing* adalah tipe *full floating*, sehingga *axle* hanya menerima beban torsi tanpa beban lentur, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Full floating axle

Salah satu material yang digunakan untuk *rear axle housing* truk adalah baja lembaran rol panas SAPH 540. Hasil optimasi dengan MEH oleh Parjiman [4] menunjukkan bahwa *rear axle housing* dengan material tersebut aman untuk truk dengan JBB 7,5 ton. Analisis statik distribusi tegangan pada *rear axle housing* dengan MEH juga dapat digunakan untuk memprediksi umur lelah [5,6].

Tujuan penelitian ini adalah memeriksa apakah *rear axle housing* eksisting cukup kuat untuk beban overload dan membandingkan daerah kritis yang terjadi dengan lokasi kerusakan aktual yang diperoleh dari data klaim.

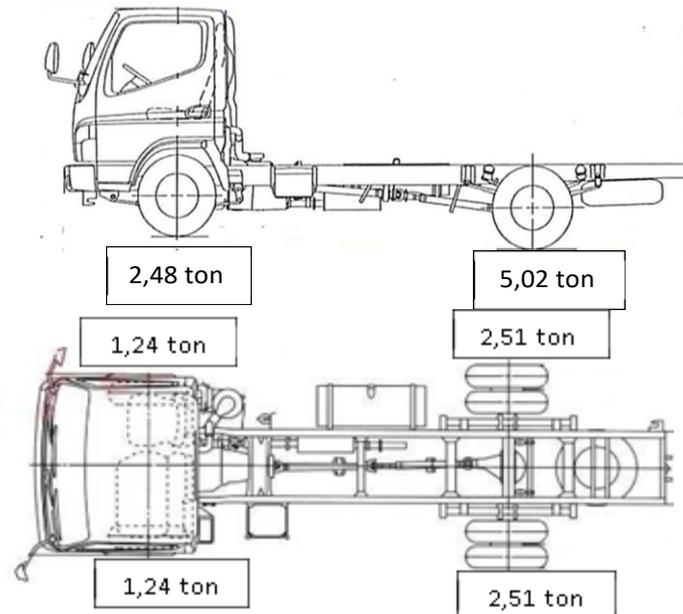
## 2. Material dan Metode Penelitian

Penelitian ini dimulai berdasar data kerusakan dari PT KY, pengamatan foto kerusakan *rear axle housing*, dilanjutkan dengan pemodelan elemen hingga menggunakan perangkat lunak Altair Hyperwork. Selanjutnya data distribusi tegangan hasil analisis dibandingkan dengan kerusakan aktual yang terjadi. Data truk yang diteliti ditunjukkan pada Tabel 2.

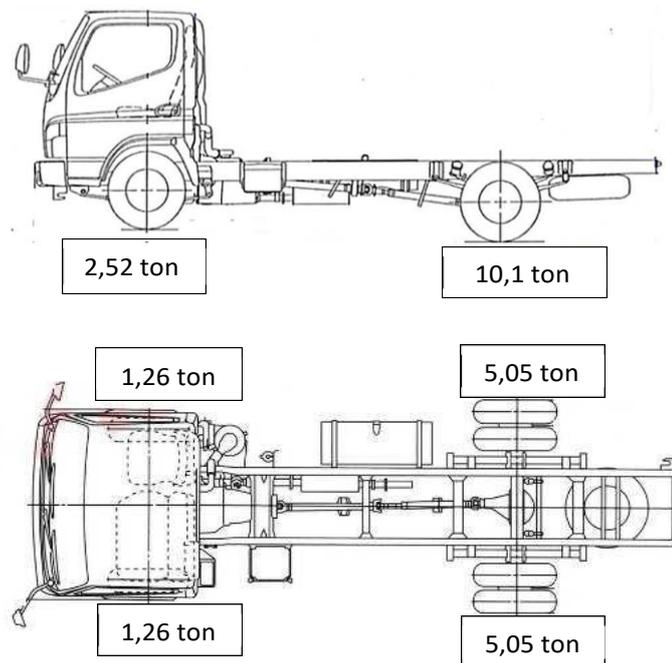
Tabel 2. Spesifikasi truk yang dianalisis

Tipe Kendaraan	Light Duty Truck
Jumlah Roda	6 roda
Panjang	5,960 m
Lebar	1,970 m
Tinggi	2,145 m
Jarak Antara Sumbu Roda	3,35 m
Massa Bersih	2330 kg
Massa Muatan	5170 kg
Massa Total (JBB)	7500 kg
Kapasitas massa <i>axle</i> depan	2480 kg
Kapasitas massa <i>rear axle</i> belakang	5020 kg
Tipe <i>rear axle</i>	Full Floating
Tipe suspensi	Pegas Daun 10 M + 8 H

Penentuan beban berdasar massa total kendaraan (JBB) yang terdistribusi pada *front axle* dan *rear axle*. Gambar 4. menunjukkan distribusi massa ideal pada kendaraan sesuai dengan spesifikasi kendaraan yaitu *front axle* menumpu massa 2,48 ton dan *rear axle* menumpu massa 5,02 ton, maka roda kiri dan kanan menumpu setengah dari massa total pada masing – masing *axle*.



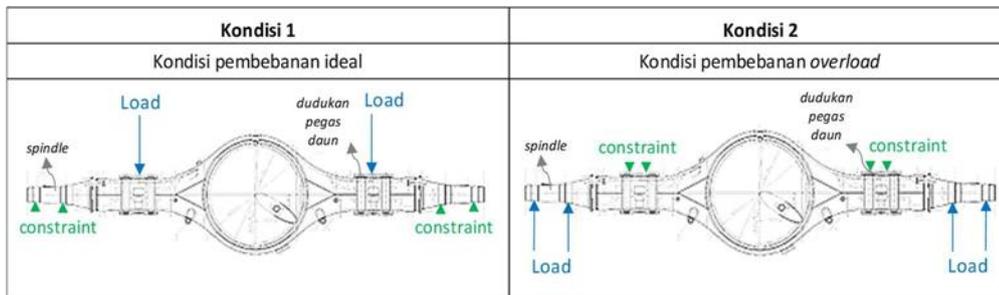
**Gambar 4.** Distribusi masa sesuai desain pada truk



**Gambar 5.** Distribusi massa sesuai pembebanan aktual.

Data tersebut menunjukkan kondisi kendaraan secara statis (dalam keadaan diam). Secara aktual, kendaraan melewati jalan berlubang yang mengakibatkan dampak pada *rear axle housing*, sehingga massa yang ditumpu oleh *rear axle housing* bertambah. Berdasarkan percobaan menggunakan *G-sensor*, rata-rata kenaikan beban pada *rear axle housing* ketika melewati jalan berlubang di area tersebut adalah 1,5 G. Oleh karena itu massa yang ditumpu *rear axle housing* pada satu sisi menjadi 7,57 ton ( $1,5 \times 5,05$  ton). Maka beban yang akan digunakan pada simulasi analisa tegangan *rear axle housing* adalah 74186 N pada satu sisi bagian roda untuk kondisi *overload*.

Massa total bagian belakang kendaraan akan bertumpu pada bagian pegas daun, kemudian menuju *rear axle housing*, sehingga secara ideal 66,94% massa kendaraan akan ditumpu oleh pegas daun dan *rear axle housing* sebelum menuju roda. Gambar 6 menunjukkan perbandingan posisi pembebanan pada *rear axle housing* antara kondisi pembebanan ideal dan *overload*. Pembebanan ideal yaitu pembebanan dengan kondisi massa maksimum JBB. Sedangkan pembebanan *overload* yaitu pembebanan dengan kondisi massa melebihi JBB.



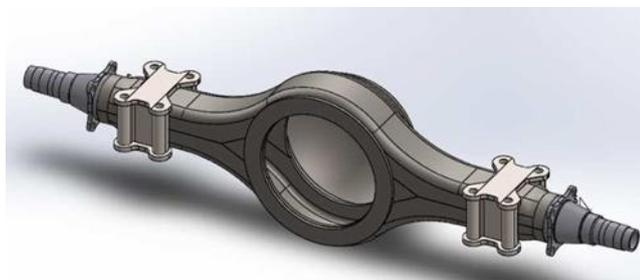
**Gambar 6.** Perbandingan kondisi pembebanan sesuai desain dengan pembebanan overload

Gambar 6. juga menunjukkan bahwa dengan pembebanan sesuai desain, beban akan bertumpu pada dudukan pegas daun, dan tumpuan *constraint* terjadi pada dudukan bantalan *hub* roda (*spindle*). Namun ketika terjadi *overload*, beban akan bertumpu pada dudukan bantalan *hub* roda (*spindle*), dan tumpuan *constraint* terjadi pada dudukan pegas daun. Kondisi nomor 2 merupakan kondisi yang mewakili kondisi aktual kendaraan yang bermasalah.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Simulasi MEH

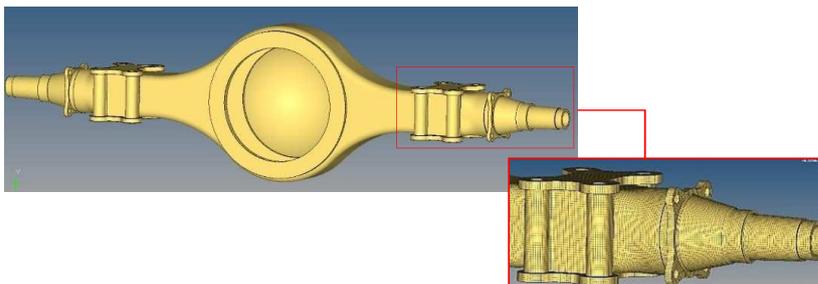
Model 3D *axle housing* yang akan dianalisis ditunjukkan pada Gambar 7. Setelah model 3D diimpor ke perangkat lunak CAE (Hypermesh), langkah pertama yang dilakukan adalah memperbaiki geometri 3D jika diperlukan. Proses berikutnya adalah penentuan spesifikasi material, *meshing*, dan penentuan letak dan posisi beban (*load & constraints*). Spesifikasi material yang berupa sifat fisik baja ditunjukkan pada Tabel 3.



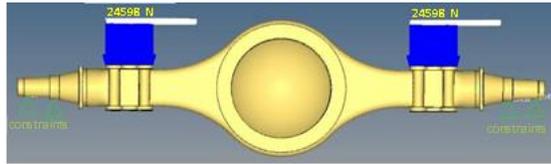
**Gambar 7.** Model 3D *rear axle housing*

**Tabel 3.** Sifat fisik material untuk Hypermesh

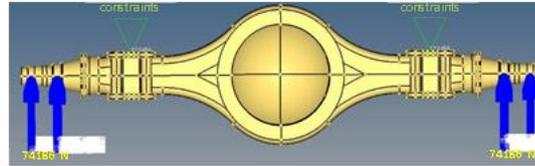
Massa Jenis	7900 kg/m <sup>3</sup>
Modulus Elastisitas	210 GPa
Perbandingan Poisson's	0.30



**Gambar 8.** Hasil Meshing 3D Model Rear Axle Housing

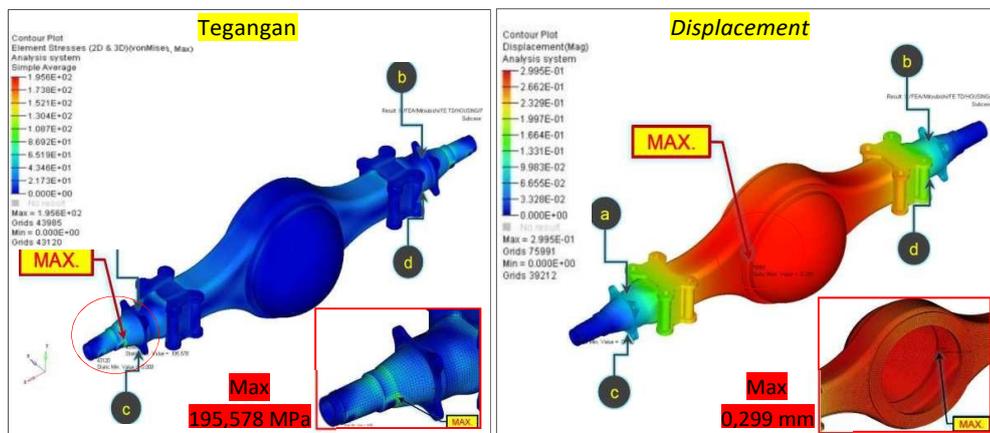


Gambar 9. Beban sesuai desain



Gambar 10. Beban dalam kondisi overload

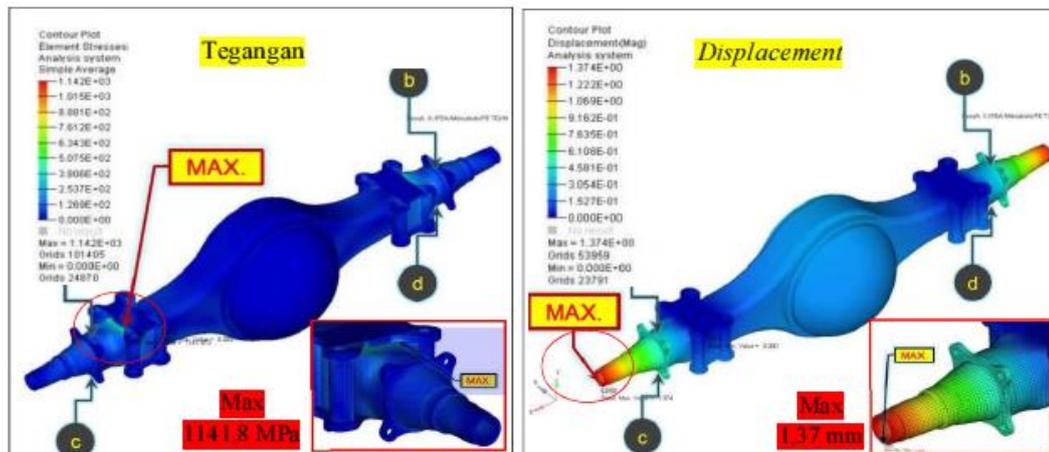
### 3.2 Hasil Analisis



Gambar 11. Hasil analisis beban sesuai desain

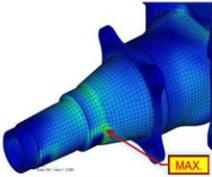
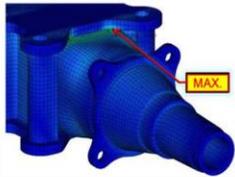
Gambar 11. menunjukkan bahwa dengan pembebanan sesuai desain, tegangan maksimum yang terjadi adalah 195,578 MPa, yang berada di area *spindle*. Tegangan ini masih dalam batas aman karena berada di bawah tegangan luluh baja SAPH 540 yaitu 355 MPa [8]. Untuk perpindahan maksimum yang terjadi adalah sebesar 0,299 mm, dengan posisi di bagian tengah *rear axle housing* (*ring plate*). Untuk posisi a, b, c, d akan dijelaskan ditahap selanjutnya.

Untuk kondisi *overload* hasilnya ditunjukkan pada Gambar 12 tegangan maksimum yang terjadi 1141,8 MPa, berupa konsentrasi tegangan di area *housing* bagian atas dekat kedudukan pegas daun. Untuk perpindahan maksimum yang terjadi adalah sebesar 1,37 mm, dengan posisi di ujung *spindle*. Meskipun ada spot tegangan yang terjadi melebihi kekuatan tarik SAPH 540 yaitu 540 MPa [8], namun distribusi tegangan daerah di sekitarnya berada pada batas aman, sehingga secara desain *rear axle housing* masih aman untuk beban *overload*.



Gambar 12. Hasil analisis beban overload

Perbandingan lokasi patahan dengan distribusi tegangan hasil MEH dapat dilihat pada Gambar 13. Posisi tegangan maksimum hasil analisis untuk beban sesuai desain dan beban *overload* berbeda dengan lokasi patahan aktual. Untuk pembebanan sesuai desain titik dengan tegangan maksimum ada di bagian *spindle*, sedang untuk beban *overload* berada dekat kedudukan pegas daun, sementara posisi patah aktual ada di sambungan las antara *spindle* dan *housing*. Tegangan maksimum yang terjadi pada lokasi kerusakan aktual untuk beban berlebih 95,75 MPa untuk posisi atas dan 113,3 MPa untuk posisi bawah masih berada dalam daerah aman.

No.	Parameter	Kerusakan Aktual	Simulasi Pembebanan Ideal	Simulasi Pembebanan Overload
1	Posisi Kerusakan & Tegangan			
2	Nilai Tegangan Maksimum Area Tegangan Maksimum Area Sambungan <i>Spindle &amp; Housing</i>	304 MPa (Tegangan Luluh) 510 MPa (Tegangan Tarik)	MAX = 195,578 MPa	MAX = 1141,8 MPa
			Atas (a) = 3,93 MPa Bawah (c) = 4,8 MPa	Atas (a) = 95,75 MPa Bawah (c) = 113,3 MPa

Gambar 13. Perbandingan Antara Kerusakan Aktual Dan Hasil Simulasi

Hasil analisis MEH menunjukkan bahwa tidak ada masalah dari sisi desain konstruksi *rear axle housing* meski untuk beban *overload*. Perlu dipertimbangkan kemungkinan penyebab lain seperti aspek dimensi material, proses pembentukan, proses pengelasan, apakah sudah sesuai dengan standar yang ditentukan.

#### 4. Kesimpulan

Hasil analisis MEH menggunakan Altair Hypermesh menunjukkan bahwa *rear axle housing* secara desain geometri dan material dengan kekuatan tarik 540 MPa cukup kuat untuk beban *overload*. Pada pembebanan sesuai desain tegangan maksimum terjadi di area *spindle* 195,578 MPa. Pada pembebanan *overload* tegangan maksimum di daerah patah sekitar *spindle* bagian atas 95,75 MPa, bagian bawah 113,3 MPa masih di bawah tegangan luluh material 420 MPa. Kegagalan *rear axle housing* yang terjadi bukan karena kelemahan dalam desain namun kemungkinan karena penyebab lain.

#### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada PT KY untuk data klaim yang diberikan.

#### Daftar Pustaka

- [1] Sianipar, A., 2020, "Analisis Distribusi Beban pada Kendaraan Angkutan Barang Sesuai dengan Konfigurasi Axle," *Warta Penelitian Perhubungan*, 32(1): 11–20.
- [2] Wresti, C.M., 2019, "Menindak Truk "Overload" Menjaga Keselamatan," *Kompas*.
- [3] Lathan, C., 1999, "Construction Mechanic Basic," Vol 2. Naval Education and Training Professional Development and Technology Center, Navedtra 14264.
- [4] Parjiman, Karmiaji, Joko D., 2018, "Optimasi Pemilihan Material Rear Axle Housing Model T8 Jenis Truk Kapasitas 7,5 to," *Jurnal Ilmiah Teknobiz*, 8(2): 82–87.
- [5] Shamsuddin, K.A., 2014, "Stress Distribution Analysis of Rear Axle Housing by using Finite Elements Analysis," *The International Journal Of Engineering And Science (IJES)*, 3(10): 2319–1805.
- [6] Lu, S., Su, J.H., Liao, S.D., Su, J.Q., Wang, B., Yu, L., Jiang, Y.L., and Wen, S.H., 2012, "Finite Element Analysis on Fatigue Failure Prediction of a Rear Axle Housing Vehicle Based on Cosmos," *Applied Mechanics and Materials*, 121–126: 843–847.
- [7] "SPFH540 Chemical Composition, Standards and Properties," [http://steeljis.com/jis\\_steel\\_datasheet.php?name\\_id=832](http://steeljis.com/jis_steel_datasheet.php?name_id=832), akses 31 Maret 2021.