

REDESAIN *CROSS MEMBER* CHASIS DEPAN TRUCK MERCEDES-BENZ ACTROS TIPE 4054S

Darto¹, Ali Mokhtar²

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Merdeka Malang

²Program Profesi Insinyur, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas 246 Malang

Kontak Person:

Darto

Jl Terusan Raya Dieng no 62-64 Malang

E-mail: darto@unmer.ac.id

Abstrak

Actros 4054S adalah salah satu produk truk yang diproduksi oleh pabrikan asal Jerman yaitu Mercedes-Benz yang dirilis pada tahun 2010. Truk ini merupakan truk tipe *Heavy-duty* yang diperuntukkan sebagai alat transportasi muat jarak jauh, truk bermuatan berat, distribusi yang melalui medan ekstrim dan truk untuk pekerjaan konstruksi. Truk ini mempunyai varian berat kotor kendaraan yang bermacam-macam, dari 18 ton hingga 48 ton. Pada aplikasinya terdapat masalah yang terjadi apabila truk tersebut digunakan pada jalan yang ekstrim. Masalah tersebut adalah mesin mengalami *overheat* yang disebabkan oleh rusaknya klem selang radiator sehingga selang radiator terlepas dan cairan pendingin (*coolant*) terbuang dan menyebabkan sistem pendingin mesin tidak bekerja. Dari 6 unit populasi *Actros 4054S* di lapangan kasus ini telah terjadi pada 4 unit *Actros 4054S*. Hal ini memerlukan redesain agar tidak terjadi hal yang serupa terhadap unit *Actros 4054S* yang lain. Tindakan yang dipilih adalah redesain *cross member* bagian bawah radiator yang berjarak ± 1 cm dari klem selang radiator diubah sehingga jarak antara keduanya menjadi ± 5 cm. Dari hasil redesain tersebut dihasilkan tidak adanya lagi kasus *overheating* unit jika bekerja pada jalanan yang ekstrim.

Kata kunci: *Actros 4054S, Truk, Overheat, Klem Selang Radiator, Modifikasi, Cross member*

1. Pendahuluan

Chasis adalah rangka dari kendaraan yang berfungsi sebagai penopang berat kendaraan, sistem penggerak dan muatan. Chasis umumnya terbuat dari material logam baja. Chasis harus memenuhi syarat antara lain kuat, ulet, tahan getaran dan tidak mudah mengalami bending dan relatif ringan. Pada proses manufaktur, chasis dibuat sesuai dengan jenis penggunaan dan muatan yang akan ditopang oleh kendaraan tersebut.

Chasis adalah tempat terpasangnya berbagai komponen kendaraan seperti sistem penggerak, sistem suspensi, sistem kemudi, bodi dan komponen tambahan seperti bak truk, tangki, *crane* dan lain-lain sesuai dengan aplikasi dari kendaraan tersebut.

Actros 4054S adalah salah satu produk truk yang diproduksi oleh pabrikan asal Jerman yaitu Mercedes-Benz yang rilis pada tahun 2010. Truk ini merupakan truk tipe *heavy-duty* yang diperuntukkan sebagai alat transportasi muat jarak jauh, truk bermuatan berat, distribusi yang melalui medan ekstrim dan truk untuk pekerjaan konstruksi. Truk ini mempunyai varian berat kotor kendaraan yang bermacam-macam, dari 18 ton hingga 48 ton.

Tipe chasis yang digunakan oleh *Actros 4054S* adalah tipe sasis rangka terpisah dengan rangka samping tipe C-plate. Pada tipe ini terdapat bagian yang dinamakan *cross member*. *Cross member* merupakan struktur yang melintang terhadap rangka samping yang berfungsi sebagai pengikat dan penghubung antara rangka samping sebelah kanan dan kiri. *Cross member* harus mempunyai fungsi menyediakan elastisitas torsional saat terpuntir ketika kendaraan melewati permukaan jalan yang tidak rata. *Cross member* terdapat pada bagian depan di bawah pipa radiator yang menuju ke mesin dengan jarak ± 1 cm.

Pada kondisi jalan dengan kontur jalan yang bergelombang dan berlubang (ekstrim) ditemukan kasus pengikat selang karet (*hose*) radiator mengalami putus pada saat kendaraan beroperasi yang mengakibatkan terkurasnya cairan pendingin (*coolant*) mesin dan menyebabkan mesin mengalami *overheat*. Setelah dilakukan analisa ditemukan bahwa getaran mesin ketika mesin dalam keadaan hidup dan kendaraan beroperasi pada keadaan jalan yang ekstrim klem tersebut menyentuh bagian atas dari *cross member* secara kontinu sehingga pada waktu tertentu akan mengalami kerusakan (putus).



Gambar 1. *Cross member*

Solusi yang disarankan adalah melakukan redesain *cross member* tersebut agar jarak antara *cross member* dengan pipa radiator lebih jauh dari kondisi awal (1 cm) sehingga ketika kendaraan beroperasi mesin tidak mengalami *overheat* yang diakibatkan oleh masalah yang telah disebutkan di atas.

Pada redesain ini dilakukan dengan analisa desain dan kekuatan struktur berbasis pada Metode Elemen Hingga (MEH) pada *cross member* tersebut agar *cross member* yang telah redesain tidak mengalami kerusakan prematur. Analisa gaya dan kekuatan struktur berbasis MEH menggunakan perangkat lunak *Computered Aide Engineering* (CAE). Konsep dasar dari analisa MEH adalah menyelesaikan suatu problem dengan cara membagi objek analisa menjadi bagian-bagian kecil yang terhingga. Bagian-bagian tersebut kemudian dianalisa dan hasilnya digabungkan kembali untuk mendapatkan penyelesaian keseluruhan dari objek tersebut.

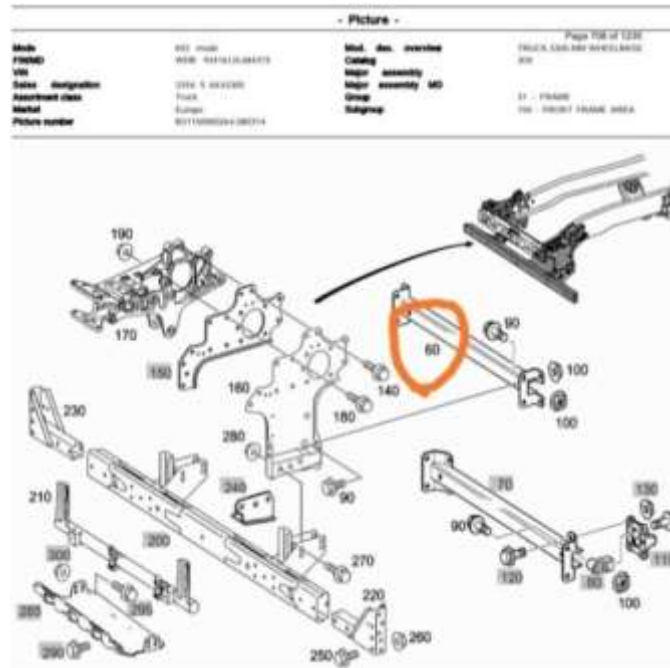
2. Metode Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini terdapat beberapa data obyek yang diteliti adalah sebagai berikut:

1. Mercedes-Benz Actross 4054S
2. Jarak antara *cross member* dengan selang radiator
3. Dimensi *cross member*
4. Sifat dan kekuatan material *cross member* berbahan *high steel strength* E500



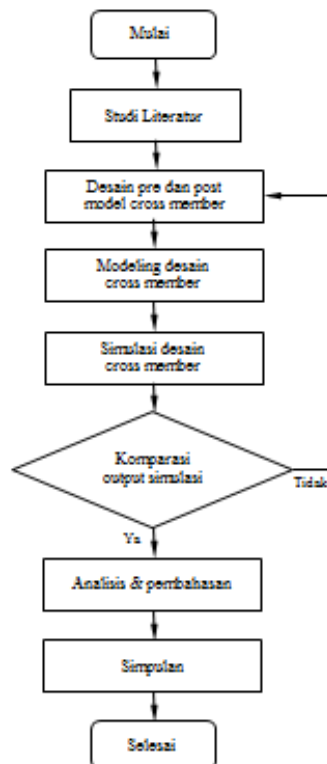
Gambar 2. Truck Mercedes-Benz Actros 4054S



Gambar 3. Lokasi komponen pada truck mengacu pada EPC (*Electronic Part Catalogue*) Actros 4054S

Metode pengambilan data kerusakan pada unit truck selama 2 bulan sebelum dilakukan redesain dan 2 bulan setelah redesain dengan rentang waktu antara bulan Agustus 2020 hingga Desember 2020. Data ini digunakan sebagai perbandingan jumlah kasus *overheat* yang disebabkan oleh rusaknya klem selang radiator akibat bersentuhan dengan *cross member* bagian bawah sebelum dilakukan redesain dengan setelah dilakukan redesain.

Adapun aliran penelitian yang telah dilakukan adalah seperti terlihat pada diagram alir berikut ini:



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini mempunyai variabel tetap yaitu data kendaraan dan gaya yang terjadi pada *cross member* adalah sebagai berikut: data kendaraan merk dan tipe Mercedes-benz Truck Actros 4054 S 6x4; *Gross Vehicle Weight* (GVW): 40000 kg; *Gross Combination Weight* (GCW): 165000 kg.

Penghitungan gaya yang terjadi pada *Cross Member* sebelum redesain dan setelah redesain adalah:

$$\begin{aligned}GVD &= UDL_{tot} \\UDL_{tot} &= GVW \cdot g \\UDL_{tot} &= 40000(kg) \cdot 9,81\left(\frac{m}{s^2}\right) \\UDL_{tot} &= 392400 (N)\end{aligned}$$

Perhitung gaya yang terjadi pada *cross member* yang akan dianalisis sesuai dengan desain yang telah direncanakan

$$\begin{aligned}UDL_{selected} &= \frac{L_{cross\ member}}{L_{chasis}} \cdot UDL_{tot} \\UDL_{selected} &= \frac{100(mm)}{6810(mm)} \times 392400(N) = 5762.11\ N \sim 5762\ N\end{aligned}$$

Perhitungan *Bump Force* dimana gaya ini terjadi ketika kendaraan melintasi permukaan jalan yang tidak rata. Dimana posisi dari *cross member* yang dianalisa berada di bagian depan dari kendaraan atau di area *Front overhang* (FO)

$$\begin{aligned}F_B &= \frac{GVW \times g \times FO}{WB} \\F_B &= \frac{40000(kg) \times 9.81\left(\frac{m}{s^2}\right) \times 1510(mm)}{3180(mm)} \\F_b &= 186328.302\ N\end{aligned}$$

Bump Force tersebut terjadi pada kedua roda bagian depan sehingga gaya yang terjadi pada masing masing roda adalah sebesar:

$$F_b = \frac{186328.302}{2} = 93164.15\ N$$

Bump Force tersebut diteruskan dari roda ke pegas daun yang terpasang pada axle di tiap posisi roda dan pegas ini mempunyai 2 ujung yang terikat pada chasis sehingga besarnya gaya tersebut adalah:

$$F_b = \frac{93164.15}{2} = 46582.07\ N \sim 46582\ N$$

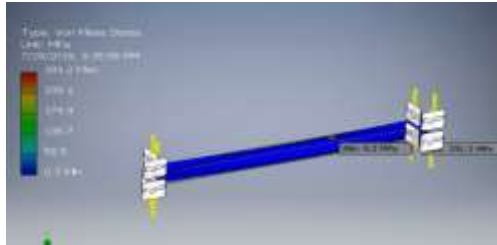
Bump Force yang terjadi tersebut dibagi 2 karena ada 2 baut pengikat pada masing2 sisi *cross member*

$$F_b = \frac{46582.07}{2} = 23291.03\ N \sim 23291\ N$$

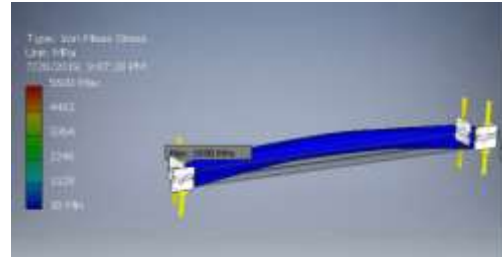
Berdasarkan hasil perhitungan diatas yang dijadikan masukkan dalam pemodelan dan simulasi menggunakan perangkat lunak CAE (*Computered Aided Design*) maka dihasilkan luaran model simulasinya adalah sebagai berikut:

Von Mises Stress

Sebelum redesain



Sesudah redesain



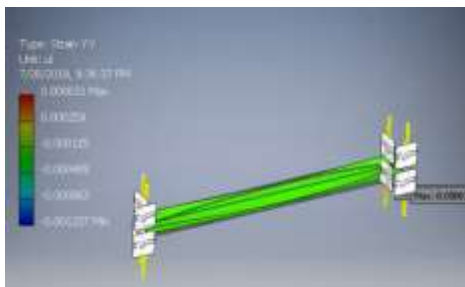
Gambar 5. Von Mises Stress

Nilai maksimal pada simulasi sebelum redesain adalah 291.3 MPa dan nilai minimum pada pengujian ini adalah 0.3 MPa

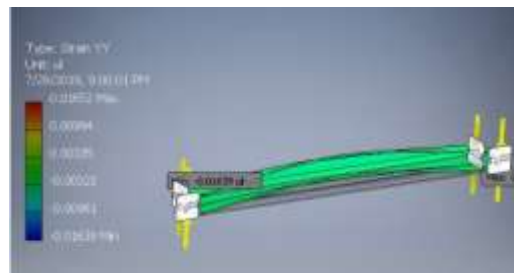
Nilai maksimal pada simulasi setelah redesain adalah 5600 MPa dan nilai minimum pada pengujian ini adalah 10 MPa

Regangan (*Strain*)

Sebelum redesain



Sesudah redesain



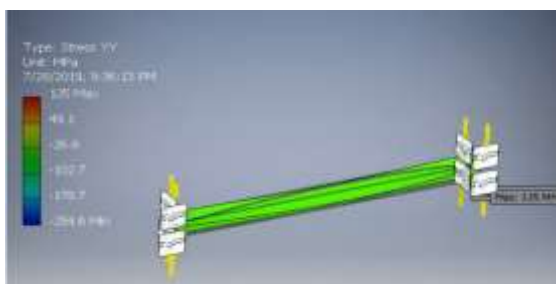
Gambar 6. Strain

Regangan yang terjadi pada sebelum redesain pada sumbu Y (tegak lurus) yang terjadi pada cross member setelah disimulasikan gaya yang terjadi pada cross member tersebut. Nilai maksimal regangan pada cross member tercatat pada nilai 0.000633 ul dan nilai minimum regangan pada cross member pada nilai -0.001397 ul

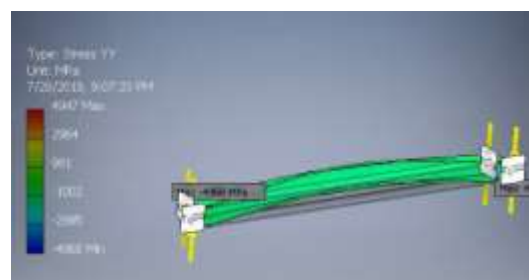
Regangan yang terjadi pada sesudah redesain pada sumbu Y (tegak lurus) yang terjadi akibat gaya pada cross member setelah diredesain. Nilai regangan maksimal yang terjadi pada cross member setelah diredesain adalah 0.01652 ul dan nilai regangan minimum pada cross member setelah dimodifikasi adalah -0.01639 ul.

Tegangan (*Stress*)

Sebelum redesain



Sesudah redesain



Gambar 7. Stress

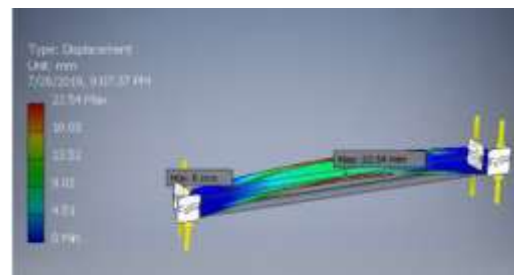
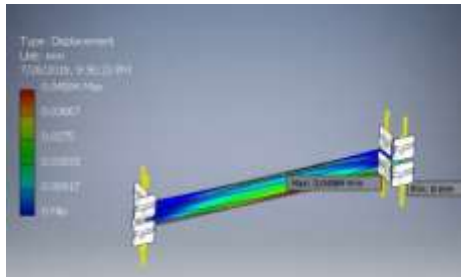
Tekanan yang terjadi akibat gaya yang terjadi pada cross member sebelum redesain pada sumbu Y (tegak lurus). Dari simulasi tersebut dapat diketahui nilai maksimal dari tekanan yang terjadi pada cross member sebelum redesain adalah 125 MPa dan nilai tekanan minimal pada cross member sebelum redesain adalah -254.6 Mpa

Tekanan yang terjadi akibat gaya yang terjadi pada cross member sebelum redesain pada sumbu Y (tegak lurus). Dari simulasi tersebut dapat diketahui nilai maksimal dari tekanan yang terjadi pada cross member setelah diredesain adalah 4947 MPa dan nilai tekanan minimum yang terjadi pada cross member setelah redesain -4968 MPa

Deformasi (Displacement)

Sebelum redesain

Sesudah redesain



Gambar 8. Displacement

Nilai deformasi maksimal yang terjadi adalah 0.04584 mm yang terjadi pada bagian yang berwarna merah pada gambar. Nilai minimum deformasi yang terjadi adalah 0 mm. Sebelum diredesain terjadi gaya yang sama yaitu, 5762 N dari arah atas dan 23291 N dari arah bawah. Cross member sebelum dimodifikasi mempunyai volume 996075 mm³ dan mempunyai massa 7.82 Kg.

Nilai deformasi maksimal yang terjadi pada cross member setelah diredesain adalah 22.54 mm yang ditunjukkan pada warna merah pada gambar. Cross member setelah dimodifikasi mempunyai volume 918338 mm³ dan mempunyai massa 7.2 Kg.

Di samping itu hasil yang paling signifikan dari redesain *cross member* ini adalah frekuensi kasus unit mengalami engine overheat dengan penyebab mula, yaitu bergeseknya *clamp hose radiator* dengan *cross member* bagian bawah tidak terjadi lagi setelah semua populasi unit Actros 4054S dilakukan modifikasi pada *cross member* bagian bawah. Hal tersebut dapat dilihat dari grafik jumlah kasus *overheat* pada rentang waktu Agustus 2020 sampai dengan Desember 2020.

Tabel 1. Jumlah kasus *overheat* periode Agustus s.d. Desember 2020

Periode Bulan	Jumlah Kasus
AGUSTUS	1
SEPTEMBER	3
OKTOBER	4
NOVEMBER	0
DESEMBER	2
JUMLAH	10

Pada tabel 1 terlihat pada periode bulan selain November 2020 terdapat kasus *overheat* yang terjadi. Namun bila dilihat pada lampiran *work order* penyebab masalah tersebut bukanlah bergeseknya klem hose radiator dengan *cross member* bagian bawah. Namun disebabkan oleh hal lain.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu Jarak antara cross member setelah redesain berubah menjadi ± 5 cm dari jarak awal ± 1 cm. kemudian Jarak tersebut cukup untuk menghindari gesekan yang terjadi antara *cross member* dan selang radiator saat truk beroperasi. Nilai deformasi pada *cross member* setelah diredesain lebih besar yaitu 22.54 mm atau lebih besar dari *cross member* sebelum redesain yaitu 0.46 mm. Massa *cross member* setelah redesain lebih ringan dari pada *cross member* sebelum redesain. Volume *cross member* setelah diredesain lebih kecil dibandingkan dengan *cross member* sebelum diredesain. Setelah dilakukan redesain pada *cross member* bagian bawah dengan mengacu pada data work order kasus *overheat* yang disebabkan oleh bergeseknya *clamp hose radiator* dengan *cross member* bagian bawah tidak lagi terjadi pada rentang waktu Oktober 2020 sampai dengan Desember 2020

Referensi

- [1] Thaikkattil, J. J., Patil, G. (2017). "Design, Analysis & Optimization of Truck chassis-Rail & Cross Member. International Conference on Ideas, Impact and Innovation in Mechanical Engineering. ISSN: 2321-2169, 257-263
- [2] Krishna, M., Chassis Cross-Member Design Using Shape Optimization - A Case Study, International Congress & Exposition SAE Technical Paper 981011,1998, Pages: 5, ISSN: 0148-7191, e-ISSN: 2688-3627.
- [3] Tim Alun Training Center. (2012). Mercedes-Benz Truck Product Knowledge, PT Alun, Jakarta
- [4] Anwar, Sayyid. (2013), Pemeliharaan Chasis dan Pemindahan Tenaga Kendaraan Ringan Kitto Book, Malang
- [5] I. Lo Presti*, L. Cavazzoni, Fabio Calacci, Sara Mantovani, Optimization Methodology for an Automotive Cross-Member in Composite Material, Key Engineering Materials Vol. 754, 291-294
- [6] Balbirsingh R. Guron, Y. L. Yenarkar, Finite Element Analysis of Cross Member Bracket of Truck Chassis, IOSR Journal of Engineering, e-ISSN: 2250-3021, p-ISSN: 2278-8719 Vol. 3, Issue 3 (Mar. 2013), PP 10-16
- [7] Vijayan.S.N, S.Sendhilkumar, M.Prakash, Effect of Cross-Sections Considering Material and Design Aspects inAutomotive Chassis, IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)e-ISSN: 2278-1684,p-ISSN: 2320-334X, Volume 12, Issue 5 Ver. I (Sep. -Oct. 2015), PP 86-92
- [8] Nouby M. Ghazaly, Applications of Finite Element Stress Analysis of HeavyTruck Chassis: Survey and Recent Development, Journal of Mechanical Design and Vibration, 2014, Vol. 2, No. 3, 69-73