

ANALISIS TEGANGAN BUS CHASSIS UNTUK KENDARAAN BURUH TANI MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Ojo Kurdi^{1,2}, Toni Prahasto³, Djoeli Satrijo⁴, Achmad Widodo⁵, Ivan Dwi Hascaryo Ardynugraha⁶

^{1,3,4,5,6}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang

Jl. Professor Sudarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

²National Center for Sustainable Transportation Technology, Indonesia

Jalan Ganesa No. 10, Bandung, Jawa Barat, Indonesia

Email: ojokurdi@ft.undip.ac.id

Abstrak

Koneksi transportasi yang baik memiliki manfaat langsung bagi orang, bisnis, lingkungan, dan ekonomi secara keseluruhan. Bus merupakan transportasi umum yang dapat diandalkan karena dapat menampung penumpang dalam jumlah yang banyak dalam satu perjalanan. Sehingga bus sangat cocok digunakan untuk mengangkut pekerja atau petani yang bekerja di perkebunan. Untuk meningkatkan kenyamanan pada penumpang maka dibutuhkan Chassis yang tepat agar dapat melalui jalan yang tidak rata. Chassis harus cukup kaku untuk menahan kejutan, twist, getaran dan tekanan lainnya. Ada banyak faktor yang perlu dipertimbangkan saat mendesain chassis seperti, berat chassis kendaraan, pemilihan material, kekuatan, dan kekakuan. Penelitian ini menggunakan Finite Element Analysis (FEA) untuk menganalisis respon dari chassis di saat menerima berbagai macam beban statis yang diuji. Perancangan Chassis dilakukan dengan menggunakan Software Solidwork 2018. Penelitian ini menggunakan Finite Element Analysis (FEA) untuk menganalisis respon dari chassis di saat menerima berbagai macam beban statis. Simulasi FEA dilakukan dengan menggunakan software ANSYS 18.1 dan desain model chassis dilakukan dengan menggunakan software Solidwork 2018. Luaran penelitian ini berupa distribusi tegangan dan deformasi pada keseluruhan chassis dan kondisi keamanan dari chassis jika dilihat dari sisi kekuatan materialnya.

Kata kunci: *tegangan; deformasi; metode elemen hingga; bus chassis*

Pendahuluan

Koneksi transportasi yang baik memiliki manfaat langsung bagi orang, bisnis, lingkungan, dan ekonomi secara keseluruhan. Misalnya, transportasi yang baik dapat: Membantu orang mengakses pekerjaan. Dan pekerja berketerampilan tinggi lebih mungkin melakukan perjalanan melintasi jarak yang lebih jauh untuk bekerja, terutama jika mereka mengikuti peluang kerja yang baik (1). Selain pekerja pada perkotaan, kebutuhan transportasi untuk buruh tani juga tidak kalah penting. Medan jalan yang dilalui oleh buruh tani tidak seperti perkotaan yang halus, terdapat banyak sekali guncangan akibat tidak rata jalan pada ladang pada pertanian. Transportasi tidak diragukan lagi akan mendorong petani pedesaan untuk bekerja lebih keras untuk meningkatkan hasil produksi mereka, menambah nilai produk mereka, mengurangi pemborosan dan memberdayakan petani pedesaan (2).

Bus merupakan transportasi umum yang dapat diandalkan karena dapat menampung penumpang dalam jumlah yang banyak dalam 1 perjalanan. Untuk meningkatkan kenyamanan pada penumpang maka dibutuhkan Chassis yang tepat agar dapat melalui jalan yang tidak rata.

Fungsi utama chassis adalah membawa beban maksimum yang dirancang dengan aman untuk semua kondisi saat beroperasi. Pertimbangan penting dalam desain chassis adalah memiliki kekakuan lentur yang memadai disertai kekuatan untuk karakteristik handling yang lebih baik. Oleh karena itu tegangan maksimum, dan defleksi merupakan kriteria penting untuk desain chassis (3). Terdapat banyak peneliti yang melakukan studi pada sasis truk seperti C. Karaoglu dan NS Kuralay menyelidiki analisis tegangan dari sasis truk dengan sambungan paku keling menggunakan FEM (4). M. Fermer, G. McInally dan G. Sandin menyelidiki umur kelelahan Volvo S80 Bi-Fuel menggunakan MSC/Fatigue (5). Integrasi desain berbantuan komputer dan kode perangkat lunak rekayasa (Pro/Engineer, ADAMS, dan ANSYS) untuk mensimulasikan pengaruh perubahan desain pada rangka truk telah dipelajari oleh C. Cosme et al (6)

Penelitian ini menggunakan Finite Element Analysis (FEA) untuk menganalisis respon dari chassis di saat menerima berbagai macam beban statis. Simulasi FEA dilakukan dengan menggunakan software ANSYS 18.1 dan desain model chassis dilakukan dengan menggunakan software Solidwork 2018. Penelitian ini akan menghasilkan model chassis dengan diberikan material untuk dapat diuji ketangguhannya.

Finite Element Analysis

Secara umum, bus adalah kendaraan jalan angkutan umum yang dirancang untuk mengangkut penumpang secara signifikan lebih banyak daripada rata-rata mobil atau van. Bus dapat memiliki kapasitas hingga 300 penumpang, meskipun rata-rata bus biasanya membawa antara 30 hingga 100. Jenis yang paling umum adalah bus kaku dek tunggal, dengan muatan yang lebih besar untuk bus tingkat dan bus gandeng, dan bus yang lebih kecil beban untuk midbus dan minibus, sedangkan gerbong digunakan untuk layanan jarak jauh. Jenis kendaraan yang digunakan untuk bus ini beragam tergantung dari kebutuhannya. Pada perancangan kali ini, kendaraan bus yang digunakan untuk penumpang sehingga digunakan kendaraan berjenis bus dengan ukuran kecil.

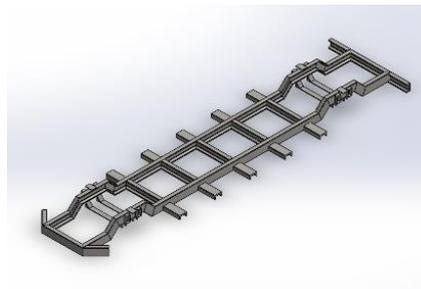
Menurut Peraturan Menteri tentang penyelenggaraan angkutan orang dengan kendaraan bermotor umum tidak dalam trayek, mobil bus terbagi menjadi 4 kategori, seperti pada tabel 1 (7).

Tabel 1. Klasifikasi bus

Kategori	GVWR	Dimensi max	Contoh penggunaan
Kecil	3.500-5.000 kg	6 x 2,1 x 3,57 m	Transportasi publik, bus transit, bus bandara
Sedang	5.000 – 8.000 kg	9 x 2,1 x 3,57 m	Bus Pariwisata, Transportasi publik
Besar	8.000 – 16.000	12 x 2,5 x 4,2 m	Bus Pariwisata, Bus antar kota
Tingkat	21.000 – 24.000 kg	13,5 x 2,5 x 4,2 m	Bus pariwisata, bus antar kota

Model chassis

Dalam pekerjaan ini, perancangan Chassis dilakukan dengan menggunakan software Solidwork 2018. Perancangan ini akan menghasilkan satu model chassis seperti pada gambar 1, dimana sasis berupa *ladder frame chassis* yang memiliki dimensi panjang 6600 mm dan lebar 1800 mm dan dirancang menggunakan material *cast carbon steel* dengan kekuatan luluh 248 Mpa dan kekuatan tarik 482,5 Mpa. Sifat-sifat lain dari bahan sasis ditabulasikan pada tabel 2.



Gambar 1. Model chassis

Tabel 2. Spesifikasi Kendaraan

Spesifikasi	Cast Carbon Steel
Kapasitas Penumpang	20 Orang
Bagasi	Tersedia
Panjang	6600 mm
Lebar	1.800 mm
Tinggi	345 mm
Wheel Base	4500 mm
Berat chassis	1233,18 kg

Tabel 3 Material Properties

Properties	Cast Carbon Steel
Densitas (ton/mm ³)	7,80 x 10 ⁻⁹
Modulus Elastisitas (MPa)	200000
Shear Modulus (MPa)	76000
Poisson Ratio	0,32
Tensile Strength (MPa)	482.5
Yield Strength (MPa)	248

Loading

Model sasis bus dibebani oleh gaya statis dari badan bus dan muatan. Untuk model ini, berat muatan maksimum bus yang diasumsikan adalah 36.000 kg. Beban diasumsikan sebagai tekanan seragam yang diperoleh dari berat beban maksimum dibagi dengan luas kontak total antara badan bus dan permukaan atas sasis. Besarnya tekanan pada sisi atas sasis ditentukan oleh:

$$p = \frac{F}{A} = \frac{36.000 \text{ kg} \times \frac{9.81 \text{ m}}{\text{s}^2}}{11,88 \text{ m}^2} = 29.727,27 \text{ N/m}^2 \tag{1}$$

Dimana:

p = pressure (N/m²)

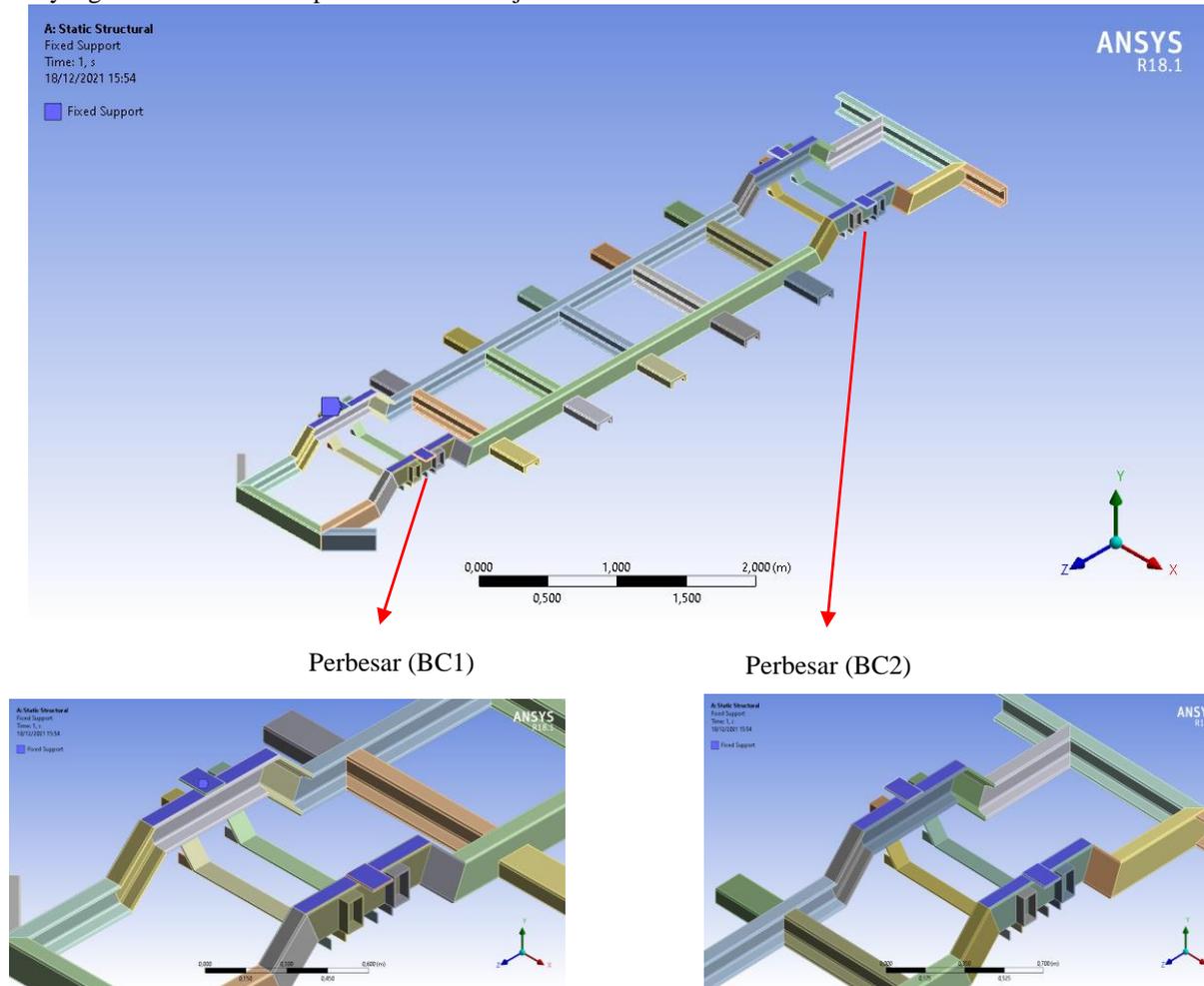
F = force (kg. m/ s²)

A = total contact area (m²)

9,81 adalah gravitasi konstan

Boundary condition

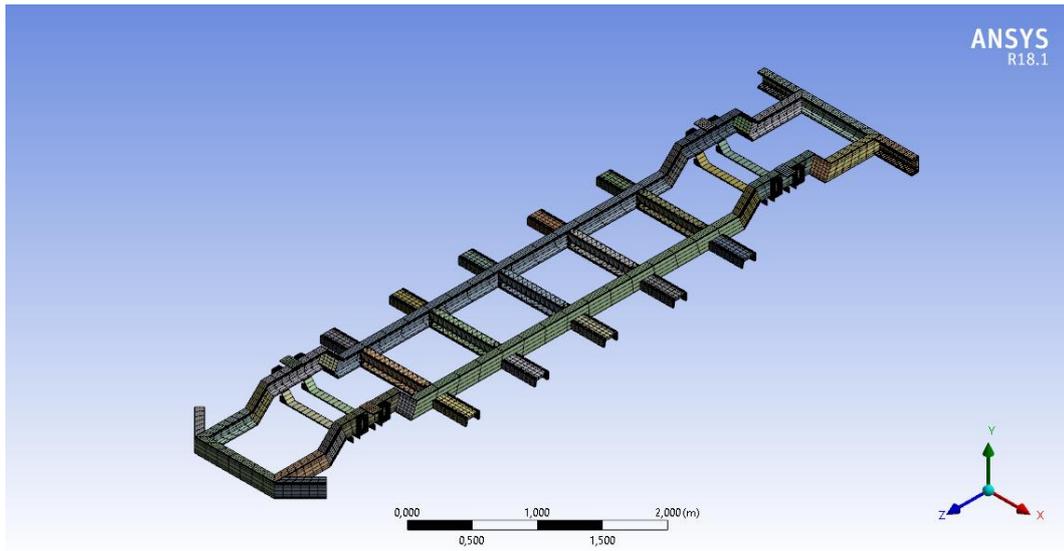
Ada dua *boundary condition* (BC) model; BC pertama diterapkan di depan sasis dan yang kedua diterapkan di belakang sasis, dimana keduanya ada pada titik tumpuan dari pegas daun *chassis*. *Boundary condition* akan menyesuaikan dengan jenis pembebanan yang dilakukan. Gambar 4 menunjukkan titik *boundary condition* untuk setiap jenis pembebanan. Tipe *boundary condition* yang digunakan adalah *fixed constrain* dimana *displacement* dan rotasi pada semua sumbu adalah nol. *Boundary condition* ini merepresentasikan kontak antara *chassis* dan pegas daun yang mentransfer beban pada *chassis* menuju *axle*.



Gambar 2. Fixed Constraint

Element dan nodes

Software yang digunakan dalam melakukan meshing adalah ANSYS 18.1 Model sasis truk bertautan memiliki 19741 elemen dan 96814 node. Bentuk elemennya adalah tetrahedral dan tipe elemennya adalah tegangan 3D. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, meshing lokal yang lebih halus adalah diterapkan pada daerah yang diduga memiliki tegangan tertinggi.



Gambar 3. Meshing

Hasil dan Pembahasan

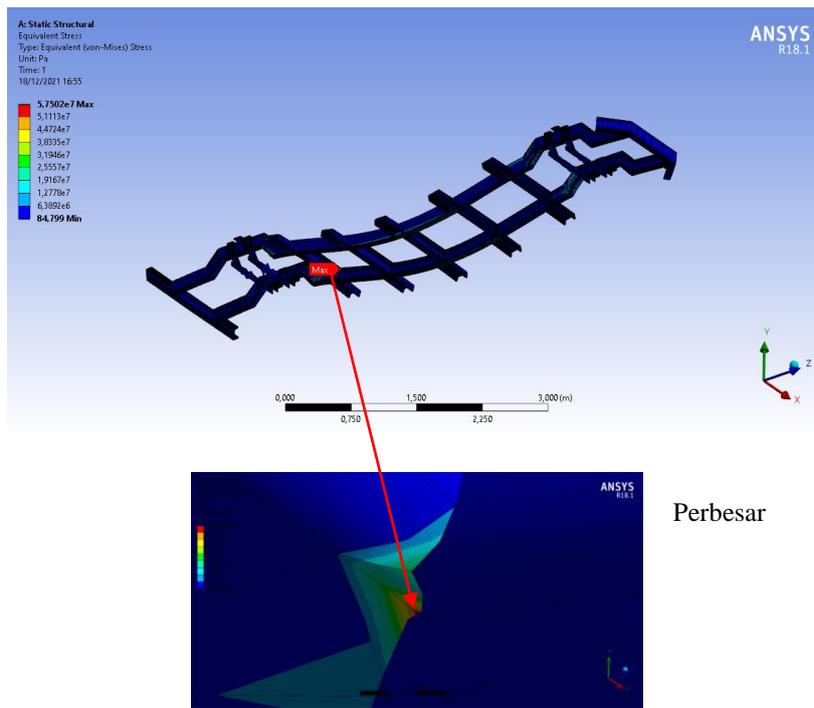
Von Misses Stress

Hasil vertical load pada chassis material *cast carbon steel* menunjukkan nilai tegangan maksimum sebesar 57,50 MPa pada daerah didepan roda belakang chassis. *Critical point* tersebut berada pada lokasi sambungan antara *side member* dengan *cross member* yang dekat dengan roda belakang. Nilai tegangan tersebut masih berada dibawah tegangan yield material Cast Carbon Steel yang besarnya 248 Mpa dan memiliki safety factor sebesar 4,31 dengan rumus Safety Factor (SF) didefinisikan oleh (8):

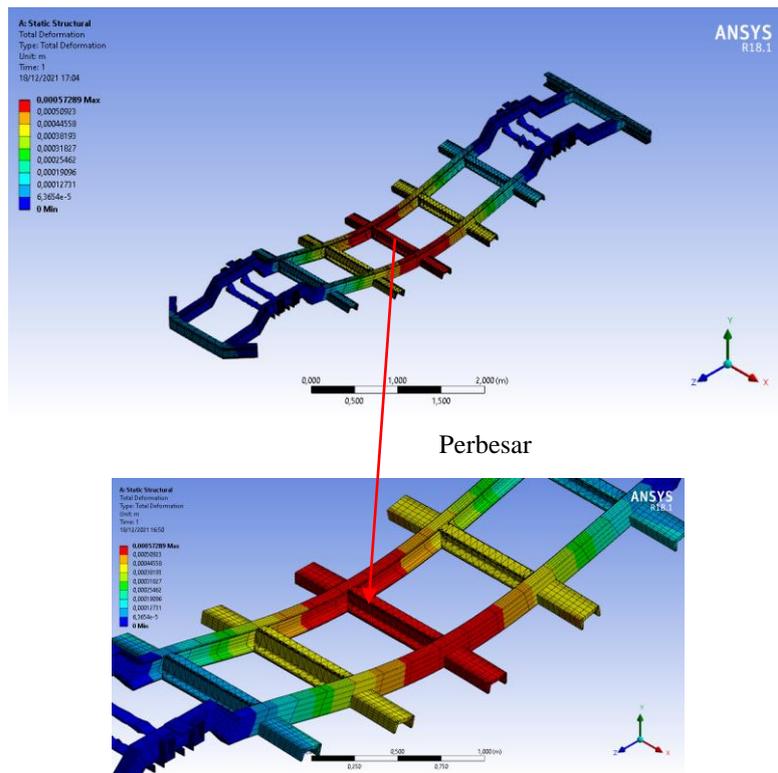
$$SF = \frac{\text{kekuatan signifikan material}}{\text{tegangan signifikan beban}} \quad (2)$$

J. Vidosic merekomendasikan beberapa nilai faktor keamanan untuk berbagai kondisi pembebanan dan material struktur. Dia merekomendasikan nilai 1,5 sampai 2 untuk bahan yang dikenal baik dalam kondisi lingkungan yang wajar, dikenakan beban dan tegangan yang dapat ditentukan dengan mudah. Berdasarkan hasil tersebut maka perlu dilakukan penggantian material untuk chassis yang memiliki *yield strength* dibawah 248Mpa untuk mendapatkan nilai SF chassis truk yang memenuhi.

Sedangkan untuk nilai displacement maksimum sebesar 0.57 mm pada bagian tengah chassis. *Maximum displacement* berada pada lokasi sepanjang *cross member* tengah pada sasis. Dengan gaya seragam yang diberikan kepada sasis.



Gambar 4. Von Mises



Gambar 5. Displacement place

Kesimpulan

Hasil simulasi numerik menunjukkan bahwa maksimum tegangan terjadi pada sasis area bagian depan roda belakang. Besarnya tegangan tertinggi masih di atas *safety factor* yang telah direkomendasikan. Walaupun nilai tegangan tertinggi masih diatas *safety factor* harus tetap waspada dikarenakan kegagalan kelelahan dimulai dari titik nilai tegangan tertinggi, sehingga dapat dikatakan bahwa titik kritis ini adalah awal untuk kemungkinan kegagalan. Oleh karena itu penting untuk melihat besarnya tegangan yang terjadi pada chassis Sedangkan untuk *displacement*

place terdapat di tengah chassis utama dan mendapat hasil yang masih aman karena tidak terjadi perpindahan yang signifikan oleh gaya distribusi yang seragam.

Daftar Pustaka

1. Wilcox Z, Nohrova N, Bidgood E. Delivering Change: Making Transport Work for Cities. 2014;(May).
2. Ajiboye AO, Afolayan O. The impact of transportation on agricultural production in a developing country : a case of kolanut production in Nigeria. Int J od argicultural Econ Rural Dev. 2009;2(2).
3. K.I. S, S.B PT. Analysis of Ladder Chassis of Eicher 20.16 Using FEM. IOSR J Appl Geol Geophys. 2014;2(1):06–13.
4. Iryani L, Puspita H. Analysis of Riveted Joint using Vliieger/ Broek Equation. Indept. 2011;1(Februari 2011):40–4.
5. Fermér M, Mcinally G, Sandin G. Fatigue Life Analysis of Volvo S80 Bi-Fuel. Worldw MSC Automot Conf [Internet]. 1999;1–7. Available from: <http://www.mscsoftware.com/support/library/conf/auto99/p00499.pdf>
6. Handayani D, Ningsih U. Computer Aided Design / Computer Aided Manufactur [CAD / CAM]. J Teknol Inf Din. 2005;X(3):143–9.
7. PM_26_Tahun_2017.pdf.
8. Marshek. Faktor Keamanan (Safety Factor). 2006;1–10.