



Desain dan Analisis Statik Rangka *Chassis Square Bar* dengan FEM

Agus Krisnowo*, Mulyamin Abubakar, Helmi Suryaputra, Budi Noviantoro

Pusat Teknologi Industri Permesinan

Deputi Bidang Teknologi Industri Rancang Bangun dan Rekayasa - BPPT,
Gd. Teknologi 2 Lt. 2, Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Tangerang Selatan 15314

Telepon (021) 75875944 Fax. (021)75791287

Email: Agus.Krisnowo@bppt.go.id ; Mulyamin.abubakar@bppt.go.id ;

Helmi_surya2003@yahoo.com

Abstrak. Telah dilakukan rancang bangun *bending dies* untuk pembuatan *chassis* kendaraan angkutan pedesaan. *Chassis* yang dihasilkan dengan metoda *bending* kinerjanya dibandingkan dengan *Chassis* yang dibuat dengan metoda *welding*. Hasil analisis statis menggunakan *software* ANSYS menunjukkan bahwa *chassis* yang dihasilkan dengan metoda *bending* dan *welding*, memiliki kinerja yang hampir sama bila diberi pembebanan *bending* dan torsi sebesar 2.5 kN. Hasil analisis statis dengan beban *bending* 2.5 kN menunjukkan bahwa *chassis bending* mengalami deformasi sebesar 0.36 mm dengan tegangan ekuivalen 66.68 MPa dan *chassis welding* sebesar 0.24 mm dengan tegangan ekuivalen 110.97 MPa. Pada analisis statis dengan beban puntir, menunjukkan bahwa *chassis bending* mengalami deformasi sebesar 10.09 mm dengan tegangan ekuivalen 250 MPa dan *chassis welding* 9.58 mm. Dari hasil analisis statis dengan beban 2.5 kN, menunjukkan bahwa desain *chassis bending* masih aman terhadap beban yang diberikan (dibawah tegangan yang diijinkan 400 – 510 MPa).

Kata Kunci: *Rancang bangun, bending dies, Chassis bending, Chassis welding, Analisis statis*

1 Pendahuluan

Industri otomotif merupakan salah satu bagian tulang punggung pengembangan ekonomi nasional. Industri komponen otomotif yang kuat diharapkan mendorong potensi entrepreneur otomotif dalam negeri untuk mendesain dan memproduksi jenis mobil dalam rangka mengisi segmen pasar otomotif yang masih terbuka.

Untuk dapat memproduksi kendaraan bermotor dengan kriteria desain yang kompetitif, yaitu handal, hemat bahan bakar, dan ramah lingkungan serta sesuai dengan wilayah target pasar, harus dilakukan pengkajian, analisa perhitungan dan desain yang baik sebelum dibuat prototipenya. Setelah dihasilkan desain dibuat prototipe untuk melakukan verifikasi desain dan proses *manufacturing*,

serta pengujian untuk mengetahui kinerja semua sistem dan komponen yang membangun prototipe tersebut.

Untuk memecahkan permasalahan tersebut, diperlukan strategi pembangunan yang mendorong industri otomotif nasional mengembangkan kemampuan penguasaan desain dan *engineering*, baik untuk pembuatan komponen maupun kendaraan bermotor utuh yang sesuai dengan pasar spesifik. Untuk itu diperlukan dukungan lembaga riset dalam mengembangkan desain dan teknik produksi komponen yang dapat dimanfaatkan industri otomotif, khususnya industri nasional non APM dalam pembuatan kendaraan bermotor atau mobil murah.

Untuk menjembatani tahap desain & *engineering* menuju tahap proses produksi *platform chassis* kendaraan angkutan pedesaan, khususnya bagian yang terdapat lekukan pada konstruksi *chassis* sesuai 3D Desain perlu dilakukan uraian tahapan kegiatan sebagai berikut: *Component Design* : digunakan untuk membuat 3D Desain dan *Engineering Drawing bending* dies dan *design Chassis*; *Computational Analysis* : digunakan untuk menganalisa dan mensimulasikan kekuatan struktur pada desain sehingga diketahui karakteristik desainnya; *Manufacturing Process* : untuk membuat prototipe *bending* dies yang akan digunakan untuk membengkokkan (*bending*) konstruksi *chassis* kendaraan.

2 Teori Analisis

Frame adalah komponen utama dari *chassis* dimana komponen-komponen lain dari *chassis* dirakit dan dikoneksikan. Konstruksi material *frame* yang digunakan harus kaku dan kuat agar *frame* dapat menahan guncangan, tikungan, tekanan dan getaran ketika beroperasi di jalan. Berikut merupakan beberapa fungsi utama dari *frame chassis*:

1. Untuk membawa semua beban stasioner yang melekat pada *chassis* dan beban penumpang dan barang-barang yang diangkut
2. Untuk menahan vibrasi torsi yang disebabkan oleh gerakan kendaraan
3. Untuk menahan gaya sentrifugal yang terjadi pada saat kendaraan menikung
4. Untuk mengontrol vibrasi yang terjadi pada saat kendaraan beroperasi
5. Untuk menahan tegangan *bending* karena naik turunnya as roda depan dan belakang

Tipe *chassis* yang akan dianalisa adalah tipe *ladder frame* dengan menggunakan konsep dasar kekuatan bahan untuk menghitung kekuatan struktur *chassis*

dalam menumpu beban sesuai dengan *requirements* dengan menggunakan metode membengkokkan (*bending*).

Beban dianggap sebagai beban terdistribusi secara merata yang bekerja pada parameter *boundary condition* yang telah ditetapkan. Kekuatan dan defleksi yang terjadi dihitung berdasarkan total beban.

3 Pemilihan Material (*Material Selection*)

Dengan mempertimbangkan kekuatan dalam menahan beban, konstruksi ringan, dan kemudahan dalam proses manufaktur, material yang akan digunakan dalam *manufacturing chassis* adalah *structural carbon steel* SS 400 \approx ASTM A36. Sifat mekanik SS 400 dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan sifat kimiawinya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1 *Mechanical properties* SS 400

<i>Grade</i>	<i>Yield Strength min. (MPa)</i>		<i>Tensile Strength (MPa)</i>	<i>Elongation min. (%)</i>			<i>Impact Resistance min (J)</i>
	<i>Thickness <16mm</i>	<i>Thickness ≥ 16mm</i>		<i>Thickness <5mm</i>	<i>Thickness 5-16mm</i>	<i>Thickness ≥ 16mm</i>	
SS400	245	235	400-510	21	17	21	-

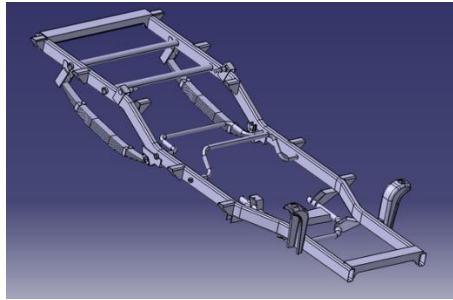
Tabel 2 *Chemical properties* SS 400

<i>Chemical elements</i>	<i>C ≤ 16mm max</i>	<i>C > 16mm max</i>	<i>Si max</i>	<i>Mn max</i>	<i>P max</i>	<i>S max</i>
%, by mass	0.17	0.20	-	1.40	0.045	0.045

4 *Design Model dan Analisis FEM Chassis*

4.1 Model 3 Dimensi

Pembuatan model 3D dari komponen *chassis bending* menggunakan *software* CAD CATIA. Model 3D ini akan di export ke *software* Ansys untuk dilakukan analisa FEM. Penampakan 3D *modeling Chassis* dapat dilihat pada Gambar 1.

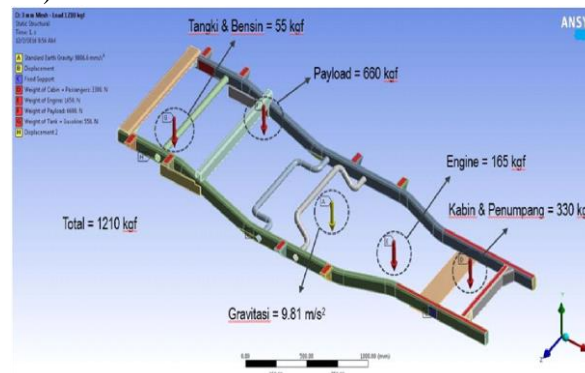


Gambar 1 3D modeling Chassis

4.2 Meshing and Boundary Condition

Modeling chassis yang dibuat menggunakan *software* CATIA CAD kemudian di ekspor ke FEA *software*. Model *chassis* dimodelkan sebagai elemen balok bentuk *square hollow* dan penentuan *boundary condition* diberikan beban secara merata sepanjang rentang *chassis*. Analisis statik dilakukan pada *chassis* karena merupakan pendekatan yang efektif dan efisien. Analisis dilakukan dengan asumsi/ *design requirements* sebagai berikut:

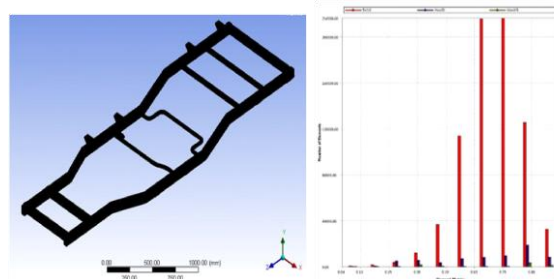
1. Beban tekuk / *bending* sebesar 250 kgf atau 2500 N (lihat area C pada Gambar 2).
2. Tumpuan jepit pada areaudukan suspensi depan (lihat area B pada Gambar 2)
3. Tumpuan *roll* pada areaudukan suspensi belakang (lihat area D pada Gambar 2).



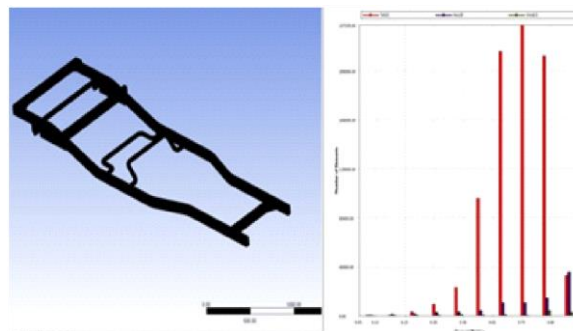
Gambar 2 Distribusi Beban dan Tumpuan pada Chassis

Mesh yang digunakan pada *chassis* merupakan kombinasi dari tetrahedron dan hexagonal. Untuk *chassis welded* kepadatan 828.143 elemen, 1.977.273 nodal, dan 5.931.819 derajat kebebasan sedangkan untuk *chassis bent* kepadatannya 853.764 elemen, 2.033.171 nodal, dan 6.099.513 derajat

kebebasan. Kondisi dan kualitas *mesh* dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3 Kondisi dan kualitas *mesh welding chassis*



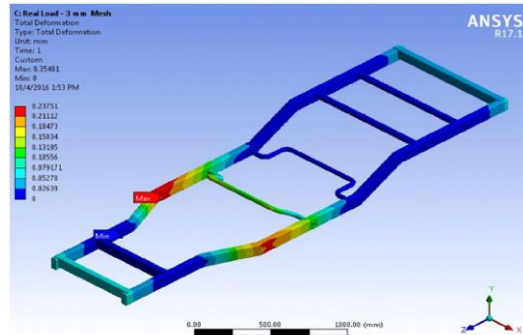
Gambar 4 Kondisi dan kualitas *mesh bending chassis*

5 Hasil Analisis

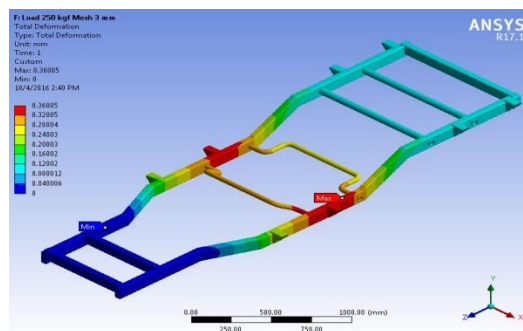
5.1 Analisis Deformasi Beban *Bending*

Besarnya deformasi yang terjadi pada *chassis welded* dan *bent* dari simulasi dengan menggunakan *software* ANSYS dapat ditunjukkan pada Gambar 5 dan 6, sedangkan tegangan ekuivalen maksimumnya dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8.

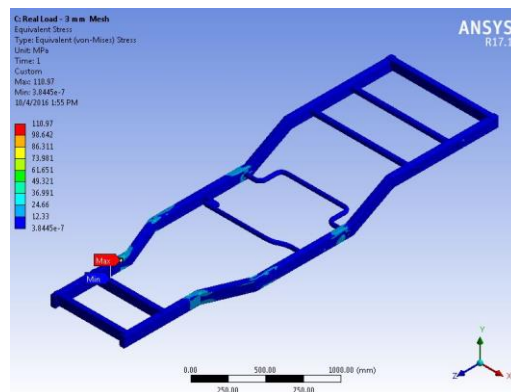
Dari gambar 5 dan 6, didapatkan deformasi yang terjadi pada *Chassis welded* sebesar 0,23751 mm. sedangkan pada *Chassis bent* sebesar 0,36005 mm.



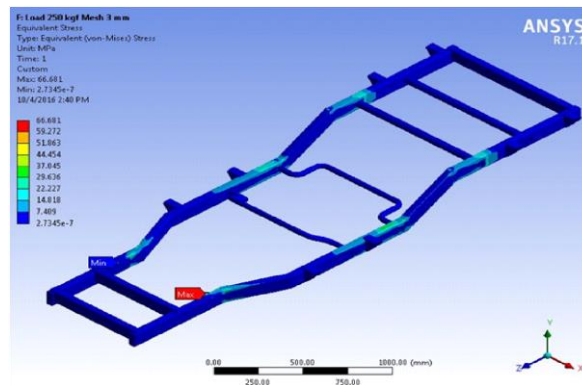
Gambar 5 Deformasi pada *Chassis Welded*



Gambar 6 Deformasi pada *Chassis Bent*



Gambar 7 Hasil tegangan ekivalen maksimum pada *Chassis welded*



Gambar 8 Hasil tegangan ekivalen maksimum pada *Chassis bent*

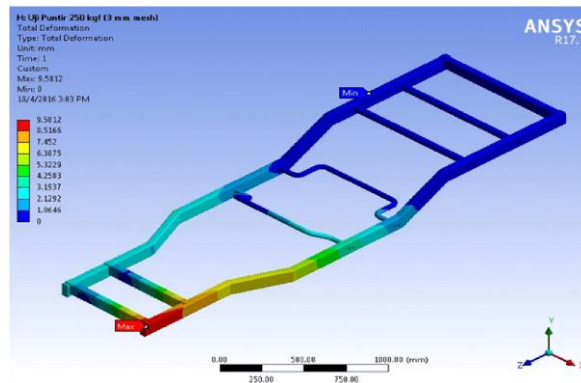
Berdasarkan gambar 6 dan 7, didapatkan tegangan ekivalen maksimum pada *chassis welded* sebesar 110,97 MPa. Sedangkan pada *Chassis bent*, tegangan ekivalen maksimum sebesar 66,681 MPa. Hasil analisis ANSYS *chassis welded* dan *bent* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Analisis ANSYS Beban *Bending*

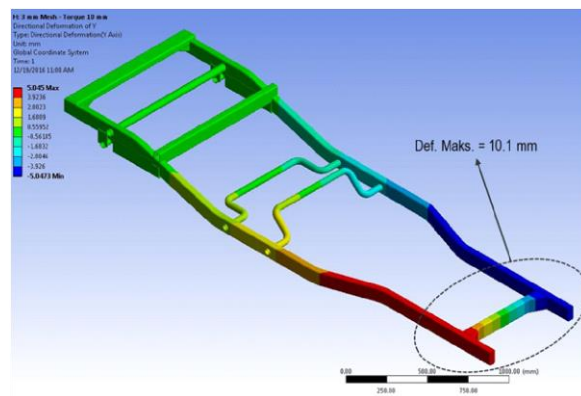
No.	Uraian	<i>Welded Chassis (W)</i>	<i>Bent Chassis (B)</i>
1	Beban	250kgf	250kgf
2	Meshing		
	- Kepadatan	828.143	853.764
	- Nodal	1.977.273	2.033.171
	- Derajat Kebebasan	5.931.819	6.099.513
3	Deformasi total Maksimum	0.24mm	0.36mm
4	Tegangan Ekivalen Maksimum	110.97MPa	66.68MPa

5.2 Analisis Deformasi Beban Torsi

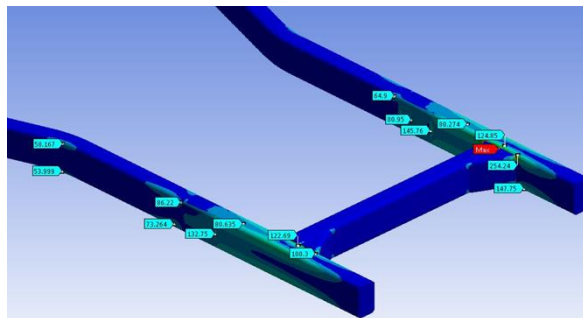
Beban torsi diberikan pada bagian ujung depan *frame chassis* dengan arah berlawanan (keatas dan kebawah sebesar 2500 Nm. Hasil analisis statis beban torsi dengan *software* ANSYS ditunjukkan pada Gambar 9, Gambar 10 dan Gambar 11. Dari gambar 9 dan 10, dapat disimpulkan bahwa deformasi total maksimum akibat beban torsi dari *chassis welded* sebesar 9,5812 mm. sedangkan untuk *chassis bent* sebesar 10,090 mm. adapun untuk tegangan ekivalen maksimum pada *chassis bending* sebesar 254 MPa. Hasil analisis ANSYS *chassis welded* dan *bent* untuk pembebanan torsi dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 9 Deformasi beban Torsi *Chassis W*



Gambar 10 Deformasi beban torsi *Chassis B*



Gambar 11 Tegangan Ekuivalen Maksimum pada *Chassis B*

Tabel 4 *Analysis ANSYS Beban Torsi Welded (W) dan Chassis Bent*

No.	Uraian	Chassis W	Chassis B
1	Beban	250kgf	250kgf
2	Meshing		
	- Kepadatan	828.143	853.764
	- Nodal	1.977.273	2.033.171
	- Derajat Kebebasan	5.931.819	6.099.513
3	Deformasi total Maksimum	9,58mm	10.090mm

Dari analisis beban *bending* dan beban torsi tersebut, dapat disimpulkan bahwa performance dari rangka *Chassis welding* setara dengan *Chassis bending*. Demikian juga pada pembebanan puntir performance rangka *chassis welded* juga sebanding dengan *Chassis bent*. Hal ini terlihat dari nilai deformasi total maksimum yang terjadi pada ke dua *Chassis* tidak jauh berbeda.

6 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa statis deformasi *bending* dan torsi dengan *software* ANSYS di atas dapat ditarik kesimpulan:

- Hasil analisis statis dengan beban *bending* dengan beban 250 kgf, nilai deformasi *chassis welding* 0,24 mm, sedangkan *chassis bending* 0,35 mm.
- Hasil analisis statis dengan beban torsi 2500 Nm, nilai deformasi *chassis welding* 9, sedangkan *chassis bending* 10,090 mm.
- Nilai tegangan ekuivalen maksimum yang diterima oleh *Chassis* adalah 254 MPa, masih jauh dibawah tegangan yang diijinkan (400-510 MPa), sehingga desain *chassis* cukup memenuhi persyaratan
- Berdasarkan hasil analisa komputasi, desain *chassis bending* masih aman terhadap beban dan kondisi yang diberikan.
- Pada saat proses *bending chassis* perlu diperhatikan radius maksimal *bending* yang diterima oleh material

Daftar Pustaka

- [1] Dhandapani N V. Guide(s);, Mohan Kumar G,," *Modeling, design and analysis of heavy vehicle Chassis for the effects of various stress distribution* ", shodhganga.inflibnet.ac.in, chapter 3, page 70-92, 2012
- [2] Fui, T.H., Rahman, R.A., Statics and Dynamics *Structural Analysis of a 4.5 Ton Structural Analysis*, Jurnal Mekanikal, 24, 56-67, 2007.
- [3] Kumar, A.H., & Deepanjali, V. "*Design and analysis of automobile Chassis*", International journal of *engineering science and innovative Technology*, ISSN : 2319-5967, Volume 5, Issue 1, January 2016.

- [4] Monika S. Agarwal, et al, "Finite Element *Analysis* of Truck *Chassis*", International Journal of *Engineering Sciences & Research*, ISSN: 2277-9655, December 2013.
- [5] Mallikarjuna, V., Rao, J.M., & Kishore, G., "*Design* and Finite Element *Analysis* of Crankshaft by Using Catia and ANsys, ISSN : 2348-8360, Volume 4, Issue 3, March 2017.
- [6] Mr. Navnath V. Palde, SVIT Nashik, Prof.V.L.Kadlag, SVIT Nashik, "*Design* improvement and *analysis* of car *Chassis* for Static and Dynamic Characteristics", International *Engineering Research Journal* Page No 238-244
- [7] Ravinder Pal Singh, "Structural Performance *Analysis* of Formula SAE Car", Journal Mekanikal No 31, Page 46-61, Desember 2010.
- [8] Riley, W.B., George, A.R. "*Design, Analysis* and Testing of Formula SAE Race Car *Chassis*", SAE paper 2002-01-3300, Motorsports *Engineering Conference and proceedings*, 2002.
- [9] Taufik, A.Z., Rashid, N., Mazlan, Faruq, M., Zahir, M. (2014). Electric car *Chassis design* and *analysis* by using CATIA V5R19. IOSR Journal of mechanical and civil *engineering*.
- [10] Vishal Francis, et al, "Structural *Analysis* of *Ladder Chassis Frame* for Jeep Using Ansys", International Journal of Modern *Engineering Research*, ISSN: 2249-6645, Volume 4, Issue 4, April 2014.