

Optimalisasi Desain Frame Sepeda Menggunakan Software Autodesk Inventor 2015

(Optimizing Frame Bike Design Using Autodesk Inventor Professional 2015 Simulation)

SUNARDI

ABSTRACT

Bicycles become one of the environmentally friendly land transportation and are increasingly demanded by wider community. Frame a main component of the bikes that must safely be designed because it is the haviest part compared to the other components. MUSTANG hybrid bikes use steel Hi-Ten (High Tensile Steel) for their frames. The density of such material is relatively high in comparison with other frame materials such as aluminum alloy, carbon fiber, and titanium. Thus, it needs to be redesigned to optimize frames in terms of mass, stress, displacement, and safety factor. This research was first measuring the dimensions of a MUSTANG bike frame. Next, it was drawn, and simulated using Autodesk Inventor Professional 2015 software. Simulation results were then used to optimize the frame design in terms of its mass, stress, strain, displacement and safety factor. The optimized design simulation shows that maximum stress and displacement being 14,75 MPa and 0,01617 mm, respectively. In addition, minimum safety factor and mass being 14,94 and 3,1323 kg, respectively. The optimum bike frame was found at modification frame 5 with maximum stress of 8,40 MPa, maximum displacement of 0,01782 mm, minimum safety factor of 15 and minimum mass of 3,1343 kg.

Keywords: *Frame, Stress, Displacement, Safety factor, Mass*

PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor di kota-kota besar di Indonesia semakin bertambah. Kendaraan bermotor pada tahun 2008 mencapai 65.273.451 unit dan tahun 2009 meningkat menjadi 70.714.569 unit (BPS, 2009). Hal ini berdampak meningkatnya pencemaran udara dan berdampak buruk bagi kesehatan. Oleh karena itu, solusi untuk mengurangi pencemaran udara salah satu dengan menggunakan alat transportasi bebas bahan bakar seperti sepeda.

Frame merupakan komponen sepeda yang berfungsi sebagaiudukan komponen dan harus mampu menerima berat pengendara. Besarnya massa dari sebuah sepeda mempengaruhi gaya yang diberikan pada pedal. *Frame* menjadi komponen yang sangat diperhitungkan karena memiliki massa paling berat dibandingkan komponen lain dan berpengaruh terhadap efisiensi dari sebuah sepeda. (Pardhesi, dkk, 2014).

Dari permasalahan di atas penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan *frame* yang

optimal dilihat dari sisi tegangan, *displacement*, *safety factor* dan massa.

METODE PENELITIAN

Material *frame* sepeda yaitu *mild-steel* dengan ketebalan 4 mm, Hasil verifikasi material oleh *software* Inventor ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Material properties Steel Mild* pada Autodesk Inventor

Name	Steel, Mild	
General	Mass Density	3.54303 g/cm ³
	Yield Strength	219.943 Mpa
	Ultimate Tensile Strength	429.998 Mpa
Stress	Young's Modulus	199.948 Gpa
	Poisson's Ratio	0.29 ul
	Shear Modulus	77.4992 GPa

Tumpuan pada *frame* sepeda tetap, maka dipilih jenis *fixed constraint*. Penentuan tumpuan pada *as* roda depan dan belakang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Pembebanan pada sepeda umumnya terjadi pada tiga bagian yaitu pada *saddle*, stang, dan pedal. Posisi beban pada desain *frame* sepeda ditampilkan pada Gambar 2.

Besarnya gaya yang diterima pada masing-masing bagian akan berbeda diukur dari posisi duduk normal. Jika berat pengendara 65 kg, beban yang harus diterima oleh *frame* bagian *saddle* 347,780 N, stang 76,372 N dan pedal sebesar 73,064 N (Tedja, dkk, 2012).



GAMBAR 1. Penentuan tumpuan pada *frame* sepeda dengan jenis *fixed constraint*



GAMBAR 2. Posisi beban pada *frame* sepeda

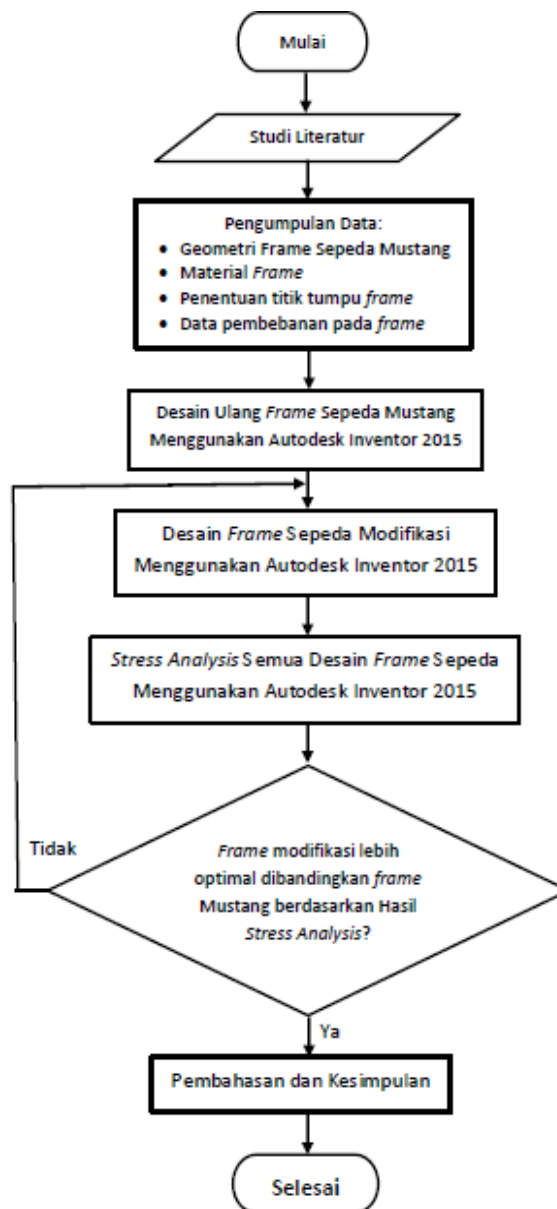
Meshing merupakan tahapan analisis struktur dengan metode elemen hingga dengan memecah objek struktur yang diuji menjadi elemen-elemen berhingga yang saling terhubung satu sama lain (Jahidin dan Manfaat, 2013). Hasil simulasi analisis desain *frame* sepeda diperoleh 59.299 *nodes* dan 30.173 *element*. Hasil *meshing* dari *frame* ditunjukkan pada Gambar 3.



GAMBAR 3. Proses *meshing* pada desain *frame* sepeda

Tahapan penelitian dengan mencari studi literature, pengumpulan data *frame*, desain dan membandingkan hasil *stress analysis* untuk menentukan *frame* yang optimum.

Tahapan-tahapan penelitian secara detail ditunjukkan pada Gambar 4.



GAMBAR 4. Bagan alir desain dan simulasi *frame* sepeda

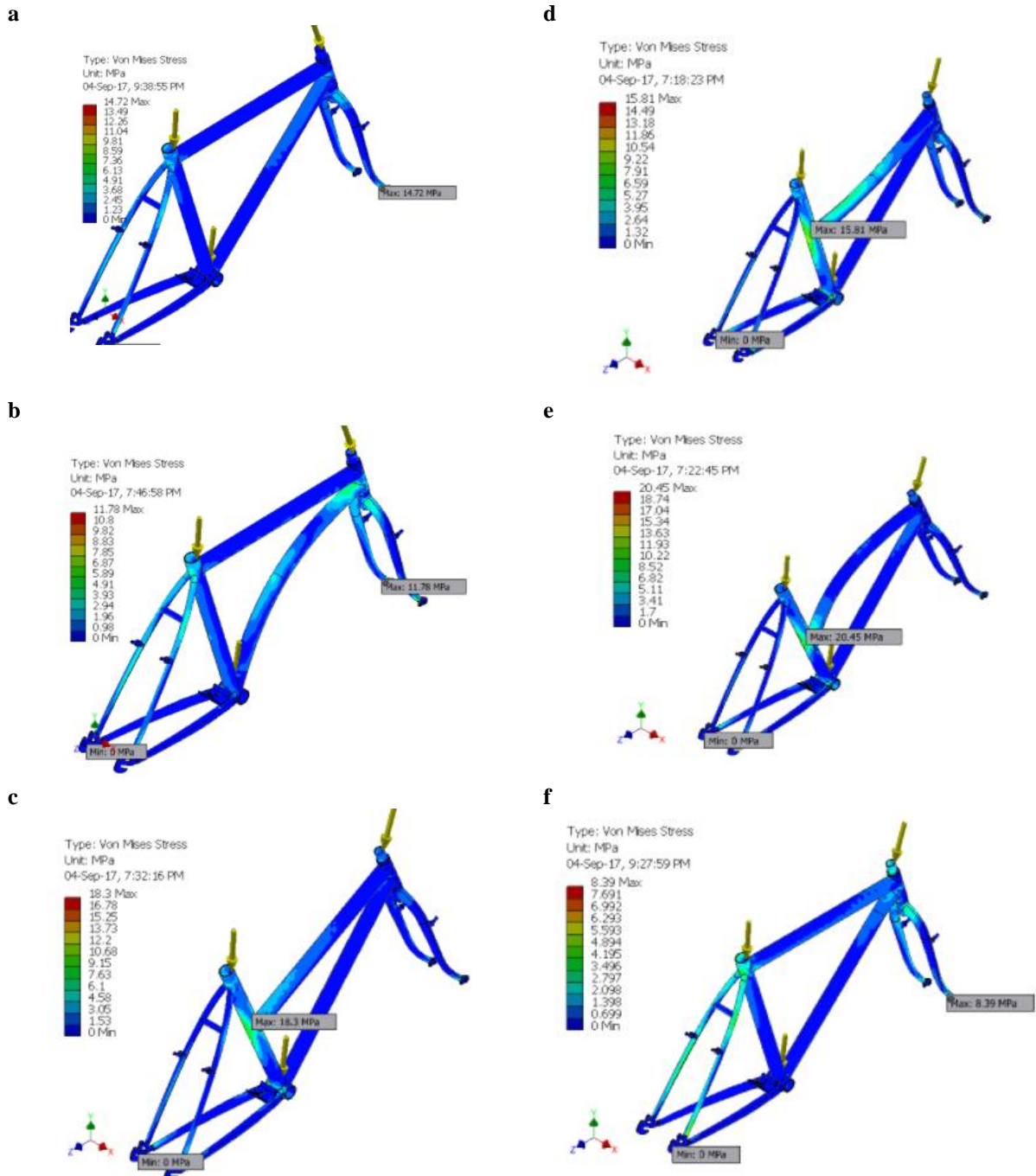
PEMBAHASAN

Massa Frame Sepeda

Desain *frame* yang dimodifikasi akan mempengaruhi nilai volume dan massa. Hasil massa dari masing-masing *frame* sepeda disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai massa pada desain *frame* sepeda

Hasil Simulasi	Frame Sepeda					
	Mustang	Modifikasi 1	Modifikasi 2	Modifikasi 3	Modifikasi 4	Modifikasi 5
Massa (kg)	3.1323	3.15174	3.11444	3.12365	3.16091	3.13435

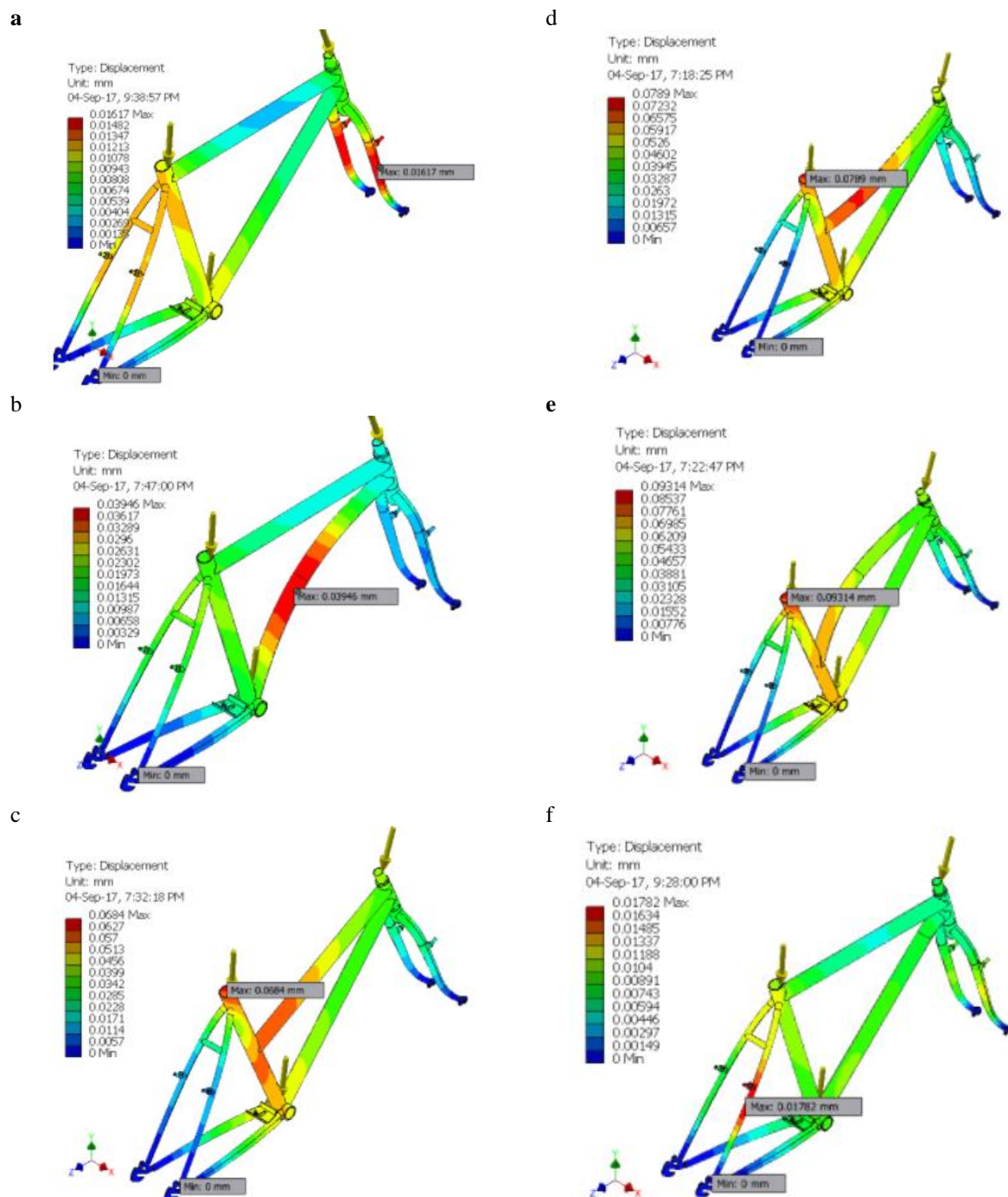
Von Mises StressGAMBAR 5. Hasil *von mises stress* *frame* sepeda Mustang (a), modifikasi 1(b), modifikasi 2 (c), modifikasi 3 (d), modifikasi 4 (e), modifikasi 5 (f)

Dari Gambar 5a-5f ditunjukkan hasil *von Mises stress* pada *frame* sepeda Mustang maksimal 14,72 MPa, sedangkan hasil *von Mises stress* maksimal tertinggi terjadi pada *frame* sepeda modifikasi 4 yaitu 20,45 MPa dan hasil maksimal terendah diperoleh pada desain *frame* sepeda modifikasi 5 yaitu 8,39 MPa. Sehingga dari hasil *von mises stress* semua desain *frame* sepeda dapat disimpulkan aman sebab semua nilai maksimal *von Mises stress* lebih rendah dari nilai *yield strength*

material *frame* yakni *mild steel*, yaitu 219,943 MPa

Displacement

Hasil analisis struktur statis dengan metode elemen adalah *displacement*. Hasil analisis *displacement* yang terjadi akibat beban pada dudukan *saddle*, stang dan pedal pada *frame* sepeda Mustang maupun *frame* sepeda yang sudah dimodifikasi ditunjukkan pada Gambar 6a-6f.



GAMBAR 6. Hasil *displacement* dari simulasi *frame* sepeda Mustang (a), modifikasi 1 (b), modifikasi 2 (c), modifikasi 3 (d), modifikasi 4 (e), modifikasi 5 (f)

Tabel 3. Nilai *safety factor* pada *frame* sepeda

Hasil Simulasi		Frame Sepeda					
		Mustang	Modifikasi 1	Modifikasi 2	Modifikasi 3	Modifikasi 4	Modifikasi 5
<i>Safety</i>	Max	15	15	15	15	15	15
<i>Factor</i>	Min	14.9438	15	12.02	13.915	10,76	15

Dari hasil simulasi untuk semua desain *frame* diperoleh *displacement* maksimum terbesar 0.09314 mm terjadi pada *frame* sepeda modifikasi 4 dan *displacement* maksimum terkecil 0,01782 mm terjadi pada *frame* sepeda modifikasi 5. Hasil *displacement* untuk semua *frame* sepeda dapat dilihat tidak menimbulkan perubahan pada struktur sehingga *frame* sepeda dianggap mampu menahan beban yang terjadi.

Safety factor (*SF*) merupakan parameter penting dalam penentuan sebuah konstruksi. Konstruksi dikatakan aman jika nilai dari $SF \geq 1$. Hasil nilai *safety factor* dari simulasi *frame* sepeda Mustang dan semua *frame* yang sudah dimodifikasi ditampilkan pada Tabel 3.

Jika dilihat dari nilai *safety factor* pada Tabel 3, dari semua *frame* sepeda nilai $SF \geq 1$, sehingga *frame* sepeda dinyatakan aman.

KESIMPULAN

Frame sepeda yang paling optimum terjadi pada *frame* sepeda modifikasi 5 dengan *von Mises stress* maksimal 8,40 MPa, *displacement* maksimal 0,01782 mm, *safety factor* 15 dan massa *frame* 3,13435 kg.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan dana dalam skema penelitian dosen muda.

DAFTAR PUSTAKA

Anggono, W. dkk. 2007. Aplikasi Finite Element Application And Pugh's Concept

Selection Pada Perancangan Mountain Bike Rigid Body. Tekno Sim: Universitas Kristen Petra, Surabaya.

Badan Pusat Statistik. 2009. Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya terhadap Kesehatan.

Heiden, T. and Burnett, A. 2003. The effect of cycling on muscle activation in the running leg of an Olympic distance triathlon. *Journal Sport Biomechanics* 2, 35-49.

Jahidin, S. dan Manfaat, J. 2013. Rancang Bangun 3D Konstruksi Kapal Berbasis Autodesk Inventor untuk Menganalisis Berat Konstruksi, *Jurnal Teknik Pomits*, Vol 2, No 1, hal. 2301-9271

Muriman, L. A. 2014. Penerapan Autodesk Inventor Dalam Menganalisis Tegangan dan Deformed Shape pada Rangka Sepeda. *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Material, Sistem Manufaktur dan Energi*.

Pardhesi, Sagar and Desle, P. 2014. Design and Development of Effective Low Weight Racing Bicycle Frame. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*.

Tedja, Berlianto, A. dan Daryanto, B.W. 2012.

Analisa Tegangan dan Deformed Shape
Pada Rangka Sepeda Fixie. *Jurnal Teknik
Pomits* Vol.1, No.1,1-2.

Yakub, A. dkk. 2015. Optimasi Desain Rangka
Sepeda Berbahan Baku Komposit
Berbasis Metode Anova. Universitas
Muhammadiyah Jakarta.

PENULIS:

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan
Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul,
Yogyakarta 55183.

Email: sunardi@umy.ac.id