

## Simulasi Tegangan dan Perubahan Bentuk Pada Rangka Sepeda Air Hamors Menggunakan Software Solidwork 2013

Hendra Saputra\*, Riza Ahmad Zulkarnain

\* Batam Polytechnics

Mechanical Engineering study Program

Parkway Street, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

E-mail: hendrasaputra@polibatam.ac.id/hendrasaputra.utm@gmail.com

### Abstrak

Rangka merupakan bagian yang paling penting dari sepeda, keergonomisan sepeda sangat ditentukan dari perancangan bentuk dan dimensi rangka. Bentuk rangka dituntut untuk memenuhi aspek kenyamanan dengan tidak mengabaikan faktor kekuatan rangka sepeda itu sendiri. Kekuatan rangka merupakan suatu hal yang harus menjadi perhatian utama, karena kekuatan dari rangka sangat mempengaruhi keamanan pengendara. Rangka sepeda air hamors dirancang dengan merubah bentuk sebuah rangka sepeda gunung (MTB). Perubahan tersebut bertujuan agar rangka sepeda dapat disatukan dengan pelampung. Untuk mengetahui keamanan dan kekuatan dari sebuah rangka dilakukan proses simulasi, dengan cara memberikan variasi beban, yaitu 60kg (600N) dan 70kg (700N) pada rangka menggunakan material Black Steel Pipe (AISI 1080), Steel Alloys dan ST 37 Pipe (DIN 1.0037). Proses simulasi dilakukan dengan menggunakan software solidworks 2013. Tegangan maksimum tertinggi terjadi pada rangka sepeda air hamors dengan material AISI 1080 dengan tegangan maksimum 52,19 N/mm<sup>2</sup> (Mpa) pada berat pengendara 60kg & maksimum displacement 1,14 mm 60,61 N/mm<sup>2</sup> (MPa) & maksimum displacement 1,32 mm pada berat pengendara 70kg dan masih dapat menahan beban (aman). Terdapat perubahan bentuk rangka akibat variasi beban dan material terhadap distribusi tegangan dan perubahan bentuk rangka yang disimulasi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa rangka sepeda air dengan ketiga jenis material tersebut mampu menahan beban (aman).

**Kata kunci:** Simulasi, Sepeda air, Tegangan dan perubahan bentuk, Solidworks 2013

### Abstract

Frame is the most important part of the bike, the ergonomics of bike is very determined of designing the shape and dimensions of the frame. Frame shape are required to fulfill the comfort aspect without ignore the factor of the power of the bike frame itself. The strength of the frame is a something that should be a primary concern, because the strength of frame extremely affect the rider safety. Hamors water bike frame is designed by changing shape of a frame mountain bike (MTB). The changes are intended to make bicycle frame can be combined with a float. To find out the safety and strength of a frame do the simulation process, by providing load variation in order to use the material Black Steel Pipe (AISI 1080), Steel Alloys and ST 37 Pipe (DIN 1.0037). Simulation process is done by using the software SolidWorks 2013. The highest maximum stress occurs in the frame of a water bike hamors with material AISI 1080 with a maximum stress is (60kg = 52,19 N/mm<sup>2</sup> (Mpa), maximum displacement 1,14 mm and 70kg = 60,61 N/mm<sup>2</sup> (MPa), maximum displacement 1,32 mm) and still be able to support the weight of (safe). The simulation results showed that the water bike frame with three types of materials are able to withstand the load (safe). There is a change in the form of order due to variations in load and material to the stress distribution and deformation frame simulated.

**Keywords :** Simulation, waterbike, Stress analysis, deformation, Soliwork 2014

### 1 Pendahuluan

Sepeda air hamors berbeda dengan sepeda air pada umumnya, yaitu sepeda air fiberglass yang memiliki bentuk hewan seperti bebek, anjing laut, dan kuda laut. Sepeda air hamors menggunakan rangka sepeda darat pada umumnya yang dimodifikasi ulang tanpa merubahnya secara signifikan, karena hanya

memotong bagian fork dan ditambah penyangga dibagian depan dan belakang. Penyangga berfungsi untuk menghubungkan rangka sepeda dengan pelampung yang mampu menampung beban 120kg. Pelampungnya terbuat dari pipa PVC paralon dengan diameter 215,9 mm dan panjang 2500 mm dan kedua ujung pipa di tutup menggunakan corong air. Sepeda air hamors menggunakan sistem penggerak bevel gear, roda gigi, dan propeller. Sistem kemudi menggunakan

rudder yang langsung terhubung ke setang sepeda. Ada beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam perancangan sepeda air hamors. Selain pelampung dan sistem penggerak, faktor komponen juga harus diperhatikan terutama rangka sepeda. Rangka merupakan komponen utama, penguat struktur sekaligus sebagai pengendali [1]. Jenis rangka sepeda yang di gunakan adalah sepeda mountain bike, karena jenis sepeda ini tidak sama seperti sepeda pada umumnya. Jenis sepeda ini memiliki keunggulan pada rangkanya yang cenderung lebih kokoh, kuat dan ringan [2]. Untuk mengetahui distribusi tegangan dan perubahan bentuk bila diberikan tekanan, maka harus mengetahui dimensi dan jenis material yang digunakan. Material yang digunakan pada rangka sepeda air ini adalah Steel Alloys, Black Steel (AISI 1080), dan ST 37 (DIN 1.0037).

Kemajuan teknologi informasi sangat membantu pada proses perancangan sepeda air hamors agar lebih cepat dan hemat biaya, dikarenakan proses simulasinya dilakukan menggunakan software. Dari hasil simulasi dapat menentukan apakah rancangan tersebut dapat di aplikasikan atau tidak sebelum rancangan tersebut di produksi [3]. Software sangat membantu untuk menganalisa tegangan dan perubahan bentuk bila diberikan tekanan pada rangka. Dengan pengukuran ulang dimensi rangka sepeda air hamors, pembuatan desain rangka sepeda air hamors. Kemudian simulasi desain rangka pada material Steel Alloys, Black Steel (AISI 1080) dan ST 37 (DIN 1.0037) dengan variasi tekanan dilakukan menggunakan software Solidworks 2013, hasil data simulasi di olah untuk kemudian di input ke dalam paper.



Gambar 1: Sepeda Air Akwakat [4]

TABLE I  
SPESIFIKASI SEPEDA AIR AKWAKAT [4]

No.	Rincian	Keterangan	
1.	Berat (tanpa sepeda)	15kg / 32.5 lb	
2.	Panjang Keseluruhan	3.35m / 11' 1"	
3.	Lebar (luar)	1.6m / 64 in.	
4.	Beban Maksimum Pengendara	140kg / 308 lb	
5.	Material Pelampung	Reinforced PVC	
6.	Material Rangka	Stainless steel	Moulded plastic
7.	Jarak Roda	Adult Extra Small	

	Minimum	MTB	
8.	Jarak Roda Maksimum	Adult Large MTB	
9.	Sudut Head Tube	Min 66 deg	Max 76 deg
10.	Jarak Fork Rake(1)	Min 35mm / 1.4"	Max 45mm / 1.8"
11.	Pompa	Included	
12.	Emergency Paddle	Included	
13.	Kecepatan (Air tenang)	6 – 12 kph / 4 – 8 mph	

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil rancangan rangka sepeda yang aman bagi pengendara. Serta mendapatkan hasil distribusi tegangan dan perubahan bentuk yang terjadi pada rangka bila diberikan beban maksimal menggunakan software Solidworks 2013. Dari hasil simulasi kita dapat menentukan langkah-langkah prosesnya danantisipasi kesalahan agar tingkat kegagalan produksi dapat dikurangi.

## 2 Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan dengan cara pengukuran ulang dimensi rangka sepeda air hamors dengan mengukur dimensi aktual sepeda air. Pembuatan desain frame untuk memvisualisasikan frame sepeda air dalam bentuk gambar 3D menggunakan software Solidworks 2013. Desain tersebut disimulasikan untuk mengetahui distribusi tegangan dan perubahan bentuk yang terjadi pada rangka menggunakan tiga jenis material, yaitu Steel Alloys, Black Steel (AISI 1080) dan ST 37 (DIN 1.0037) yang diberikan variasi penekanan 60 kg dan 70 kg pada 3 titik beban, yaitu Tangan, Badan, dan Kaki.



Gambar 2: Sepeda Air HAMORS

TABLE II  
SPESIFIKASI SEPEDA AIR HAMORS

No.	Spesifikasi	
1.	Frame	Steel Alloys. Sepeda Momoki 24
2.	Pelampung	PVC Paralon. P = 2,5m , $\phi$ = 8,5"
3.	Rasio perbandingan Gear	1 kayuhan : 4 putaran propeller
4.	Kapasitas Apung	120 Kg

5.	Penyangga	Black Steel Pipe. P = 1,5m, ϕ = 1 3/4"
----	-----------	---

### 2.1 Simulasi Sepeda Air Hamors

Bagian sepeda air yang disimulasikan ini berdasarkan simulasi yang pernah dilakukan oleh Andra Berlianto T. dan Bambang Daryanto W. (2012) [1], dimana bagian yang di simulasikan hanya pada bagian tangan, kaki (pedal sepeda), dan badan (tempat duduk/sadel). Metode yang dilakukan oleh Andra Berlianto T. Dan Bambang Daryanto W. (2012) [1] untuk menentukan beban pada setiap titik, dengan cara pengukuran sebagai berikut:



(a)



(b)

**Gambar 3:** (a)Alat ukur beserta penyusunannya (Andra B.T. dan Bambang D.W., 2012) dan (b)Ilustrasi pengukuran massa pengendara [1]

TABLE III  
BESAR PEMBEBANAN [1]

Tangan		Badan		Kaki	
F1x	F1y	F2x	F2y	F3x	F3y
3,923%	11,321%	4,135%	54,402%	1,796%	11,321%
25,006 N	72,162 N	26,359 N	346,779 N	11,446 N	72,162 N

Untuk berat pengendara sebesar 60kg dan 70kg adalah beban yang harus diterima oleh rangka sepeda hamors. Dari massa satuan (Kilogram) dikonversikan menjadi gaya/force (Newton), sehingga berdasarkan persamaan matematis dan Tabel 3, didapat pembebanan setiap titik sebagai berikut:

$$F = m \cdot g$$

Dimana:

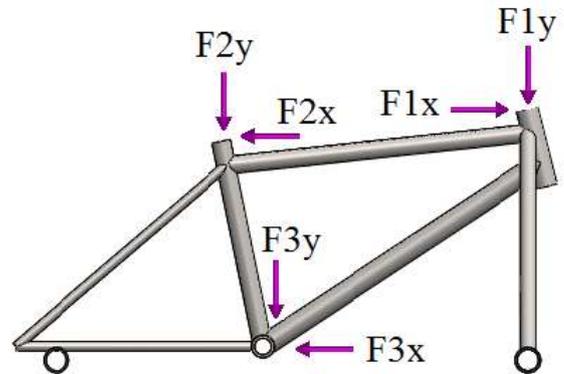
F = Gaya (N),

m = Massa pengendara (Kg)

g = Gaya gravitasi bumi (10 m/s<sup>2</sup>)

TABLE IV  
BESAR TITIK PEMBEBANAN (N)

Beban Pengendara	Titik Beban					
	Tangan		Badan		Kaki	
	F1x	F1y	F2x	F2y	F3x	F3y
60kg (600N)	23.538	67.926	24.81	326.412	10.776	67.926
70kg (700N)	27.461	79.247	28.945	380.814	12.572	79.247



**Gambar 4:** Notasi Pembebanan [1]

Pada proses simulasi ini, tekanan akan diletakkan pada bagian ujung atas Head tube (F1), Seat tube (F2), dan Bottom Bracket (F3) dengan variasi penekanan yang akan diberikan pada ketiga titik tersebut. Rangka tersebut akan disimulasi menggunakan material Steel Alloys, Black Steel (AISI 1080) dan ST 37 (DIN 1.0037). Pada bagian Front buffer dan Back buffer dijadikan tumpuan (fix geometry), karena kedua bagian tersebut yang berguna untuk menopang seluruh bagian rangka sepeda air Hamors ketika diberikan tekanan. Pada proses simulasi ini menggunakan software Solidworks 2013.

### 2.2 Spesifikasi Material

TABLE V  
SPESIFIKASI MATERIAL STEEL ALLOYS [6]

Spesifikasi	Spesifikasi material [eFunda, 2015]	Spesifikasi material pada Solidworks 2013
Tensile Strength	758-1882 MPa (N/mm <sup>2</sup> )	723.8 MPa (N/mm <sup>2</sup> )
Yield strength	366-1793 MPa (N/mm <sup>2</sup> )	620.4 MPa (N/mm <sup>2</sup> )

TABLE VI  
SPESIFIKASI MATERIAL BLACK STEEL (AISI 1080) [6]

Spesifikasi	Spesifikasi material [eFunda, 2015]	Spesifikasi material pada Solidworks 2013
Tensile Strength	615,4 MPa	615,4 MPa (N/mm <sup>2</sup> )

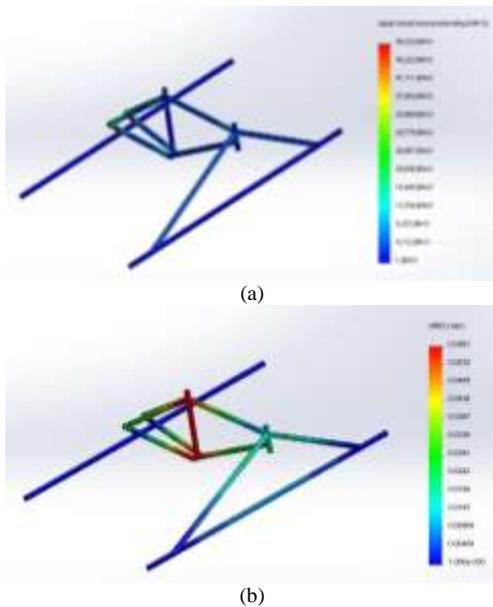
	(N/mm <sup>2</sup> )	
Yield strength	375,8 MPa (N/mm <sup>2</sup> )	375,8 MPa (N/mm <sup>2</sup> )

TABLE VII  
SPESIFIKASI MATERIAL ST 37 (DIN 1.0037) [7]

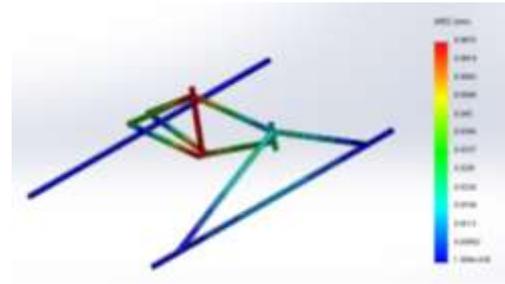
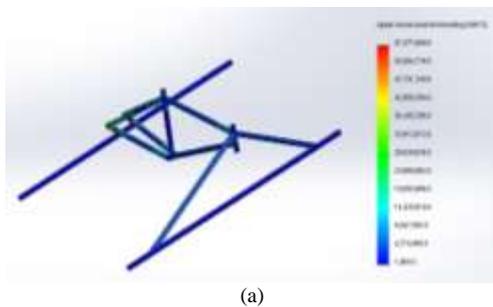
Spesifikasi	Spesifikasi material (Emma, 2015)	Spesifikasi material pada <i>Solidworks 2013</i>
Tensile Strength	360-510 MPa (N/mm <sup>2</sup> )	360 MPa (N/mm <sup>2</sup> )
Yield strength	235 MPa (N/mm <sup>2</sup> )	235 MPa (N/mm <sup>2</sup> )

### 3 Analisa dan Pembahasan

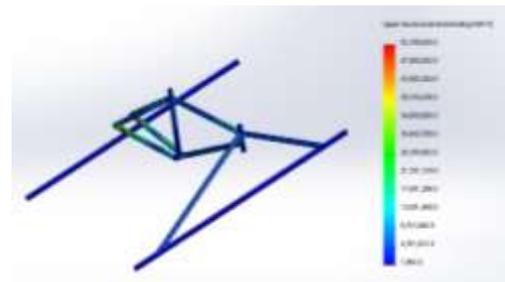
Dari hasil simulasi yang dilakukan dengan perangkat lunak Solidworks 2013, diperoleh distribusi tegangan (Von Mises) dan perubahan bentuk (Displacement). Distribusi tegangan dan perubahan bentuk untuk rangka sepeda air hamors dengan variasi beban dan jenis material berbeda ditampilkan pada Gambar 5-10.



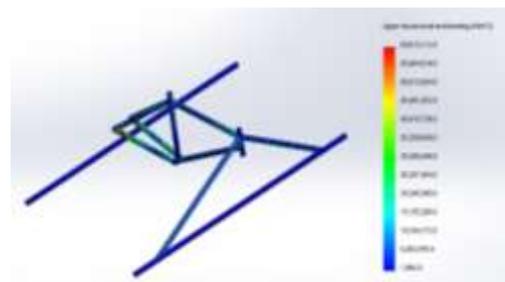
Gambar 5: Simulasi pada beban 60kg dengan material Alloy Steel (a)Tegangan dan (b)Displacement/Deformasi



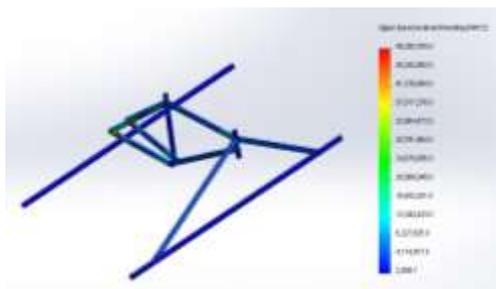
Gambar 6. Simulasi pada beban 70kg dengan material Alloy Steel (a)Tegangan dan (b)Displacement/Deformasi



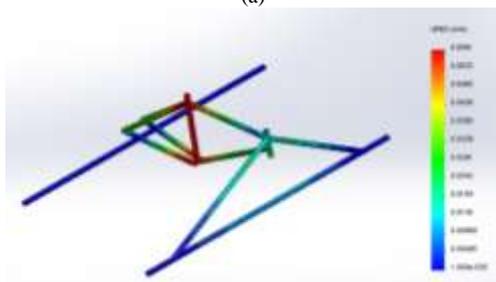
Gambar 7: Simulasi pada beban 60kg dengan material AISI 1080 (a)Tegangan dan (b)Displacement/Deformasi



Gambar 8: Simulasi pada beban 70kg dengan material AISI 1080 (a)Tegangan dan (b)Displacement/Deformasi

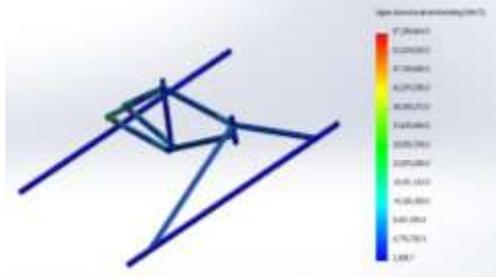


(a)

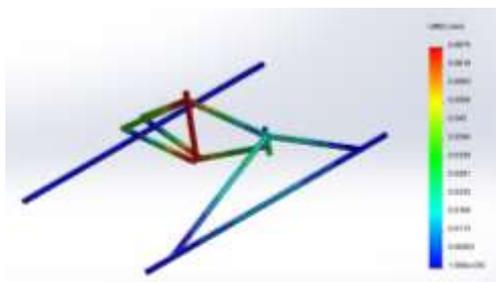


(b)

Gambar 9: Simulasi pada beban 60kg dengan material ST 37(DIN 1.0037) (a)Tegangan dan (b)Displacement/Deformasi



(a)



(b)

Gambar 10: Simulasi pada beban 70kg dengan material ST 37(DIN 1.0037) (a)Tegangan dan (b)Displacement/Deformasi

Dilihat dari hasil simulasi pada rangka sepeda air hamors (gambar 5-10) dengan 2 variasi beban dan 3 jenis material yang berbeda, maka diperoleh hasil Tegangan Maksimum dan Maksimum Displacement (Perubahan bentuk). Tegangan Maksimal dan Maksimal Displacement (Perubahan bentuk) tertinggi terjadi pada rangka sepeda air pada beban 60kg adalah 52,19 N/mm<sup>2</sup> dan 1,14 mm, sedangkan pada beban 70kg adalah 60,61 N/mm<sup>2</sup> dan 1,32 mm dengan material Black Steel (AISI 1080).

TABLE VIII

TEGANGAN MAKSIMUM DAN MAKSIMUM DISPLACEMENT  
(PERUBAHAN BENTUK)

Material	Beban	Tegangan Maks.	Maks. Displacement
Steel Alloys Tensile Strength 723.8 N/mm <sup>2</sup> Yield Strength 620.4 N/mm <sup>2</sup>	60kg (600N)	49,33 N/mm <sup>2</sup> (MPa)	0,0581 mm
	70kg (700N)	57,27 N/mm <sup>2</sup> (MPa)	0,0675 mm
Black Steel (AISI 1080) Tensile Strength 615,4 N/mm <sup>2</sup> Yield Strength 375,8 N/mm <sup>2</sup>	60kg (600N)	52,19 N/mm <sup>2</sup> (MPa)	1,14 mm
	70kg (700N)	60,61 N/mm <sup>2</sup> (MPa)	1,32 mm
ST 37 (DIN 1.0037) Tensile Strength 360 N/mm <sup>2</sup> Yield Strength 235 N/mm <sup>2</sup>	60kg (600N)	49,35 N/mm <sup>2</sup> (MPa)	0,0581 mm
	70kg (700N)	57,29 N/mm <sup>2</sup> (MPa)	0,0675 mm

#### 4 Conclusions

Dengan beban pengendara 60kg dan 70kg, simulasi pada masing-masing rangka sepeda air hamors dengan material Alloy Steels (620,4 N/mm<sup>2</sup> (MPa)), AISI 1080 (375,8 N/mm<sup>2</sup> (MPa)), ST 37 (235 N/mm<sup>2</sup> (MPa)) menunjukkan bahwa rangka mampu menahan beban (aman). Tegangan maksimum tertinggi terjadi pada rangka sepeda air hamors dengan material AISI 1080 masih dapat menahan beban (aman) dengan masing-masing tegangan maksimum, yaitu Alloy Steels (49,33 N/mm<sup>2</sup> (MPa)) dan 57,27 N/mm<sup>2</sup> (MPa), AISI 1080 (52,19 N/mm<sup>2</sup> (MPa)) dan 60,61 N/mm<sup>2</sup> (MPa) dan ST 37 (49,35 N/mm<sup>2</sup> (MPa)) dan 57,29 N/mm<sup>2</sup> (MPa).

Dari hasil simulasi tersebut menunjukkan bahwa perbedaan material mempengaruhi tegangan dan displacement yang terjadi, akibat variasi pembebanan yang sama.

#### Referensi

- [1] Tedja, Andra Berlianto dan W., Bambang Daryanto. (2012). *Analisa Tegangan dan Deformed Shape Pada Rangka Sepeda Fixie*. Jurnal Teknik Pomits. 1-5
- [2] Linardy (2015). Sepeda MTB. From <http://linardy28.tripod.com/sepeda.htm>, 23 Maret 2015
- [3] Mahandari, C. Prapti., Satyadarma, Dita, dan Firmansyah. (2007). *Kajian Awal Kekuatan Rangka Sepeda Motor Hibrid*. Jurusan Teknik

Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas  
Gunadarma

- [4] Akwakat (2015). Specifications. From [http://www.akwakat.co.nz/?page\\_id=238](http://www.akwakat.co.nz/?page_id=238), 24 Maret 2015
- [5] eFunda (2015). General Properties of Steels. From [http://www.efunda.com/materials/alloys/alloy\\_home/steels\\_properties.cfm](http://www.efunda.com/materials/alloys/alloy_home/steels_properties.cfm), 17 Juni 2015
- [6] eFunda (2015). AISI 1080. From [http://www.efunda.com/materials/alloys/alloy\\_home/show\\_alloy\\_found.cfm?ID=AISI\\_1080&show\\_prop=all&Page\\_Title=AISI%201080](http://www.efunda.com/materials/alloys/alloy_home/show_alloy_found.cfm?ID=AISI_1080&show_prop=all&Page_Title=AISI%201080), 17 Juni 2015
- [7] Emma (2015). Supply St 37-2 (1.0037) DIN 17100 steel plate. From <http://www.s355nlsteel.com/DIN-17100-St-37-2-St-37-2-steel-St-37-2-material.html>, 17 Juni 2015