

## ANALISIS TEGANGAN STATIK *FRAME GOKART* MENGGUNAKAN *SOFTWARE SOLIDWORKS 2017*

Indra Kurniawan<sup>1</sup>, A.Noorsetyo H.D.<sup>2</sup>, Wandi Arnandi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tidar  
[Kurnimegha03@gmail.com](mailto:Kurnimegha03@gmail.com), [noorsetyo@untidar.ac.id](mailto:noorsetyo@untidar.ac.id), [wandiarnandi@untidar.ac.id](mailto:wandiarnandi@untidar.ac.id)

### Abstrak

Tujuan dari kajian ini untuk mengetahui distribusi tegangan statik pada rancangan *frame* berbahan *carbon steel* ASTM A36 dengan menggunakan *software solidworks 2017*. Analisis menggunakan fitur *stress analysis* yang dilengkapi dengan metode *finite element analysis* (FEA) dengan hasil keluaran *stress*, *displacement*, dan *factory of safety*. Pada penggunaan tiga profil *square tube* yang dimensinya divariasikan namun tebalnya dibuat sama, profil dengan dimensi 30 x 30 x 2,0 mm pada pembebanan pertama sebesar 820 N *frame* sudah tidak dapat menahan beban yang diberikan, profil dengan dimensi 40 x 40 x 2,0 mm pada pembebanan pertama sebesar 880 N *frame* masih dapat menahan beban yang diberikan namun pada pembebanan kedua sebesar 980 N *frame* sudah tidak dapat menahan beban yang diberikan, dan profil dengan dimensi 50 x 50 x 2,0 mm pada pembebanan pertama sebesar 930 N dan pembebanan kelima sebesar 1330 N *frame* dapat menahan beban yang diberikan. Hasil kajian menyimpulkan *frame* dengan dimensi 50 x 50 x 2,0 mm lebih aman dan layak untuk digunakan sebagai *frame gokart*.

**Kata Kunci:** *Frame*, Tegangan Statik, *Solidworks 2017*

### Abstract

*The purpose of this study is to find out the distribution of static voltage in the design of the frame is made of carbon steel ASTM A36 using solidworks software 2017. Analysis of stress analysis using features that come with the method of finite element analysis (FEA) and output results stress, displacement, and the factory of safety. On the use of three dimensions the tube square profile vary but are created equal, the profile is comprised with dimensions of 30 x 30 x 2,0 mm on the first imposition of 820 N frame has not been able to withstand the load of a given profile, the profile with dimensions 40 x 40 x 2,0 mm on the first imposition of 880 N frames can still withstand a load that is given but at the second imposition of 980 N frame has not been able to withstand the loads that are given, and the profile with dimensions of 50 x 50 x 2,0 mm on the first load of 930 N and the imposition of a fifth of 1330 N frames can still withstand the given load. Results of the study concluded that the frame with the dimensions of 50 x 50 x 2,0 mm more safe and feasible to use as frames of karts.*

**Keywords:** *Frame*, Static Voltage, *Solidworks 2017*

## PENDAHULUAN

Kendaraan merupakan sarana transportasi yang sangat penting penggunaannya hingga saat ini, hal tersebut dikarenakan peran dari kendaraan yang sangat membantu serta meringankan pekerjaan manusia. Perkembangan kendaraan khususnya mobil saat ini memang begitu pesat, begitu juga untuk kendaraan dengan ukuran relatif kecil yang dikenal sebagai *gokart* (Aji, 2013). *Frame* kendaraan merupakan rangka yang berfungsi sebagai penopang beban kendaraan, mesin, penumpang, serta beban-beban lainnya. *Frame* biasanya terbuat dari material logam ataupun komposit, yang pasti material tersebut harus memiliki kekuatan untuk menopang beban dari kendaraan. *Frame* juga berfungsi untuk menjaga agar kendaraan tetap kaku (*rigid*) dan tidak mengalami *bending* (Fadila, 2012). *Frame* kendaraan harus memiliki konstruksi yang ringan supaya tidak membebani kerja mesin, namun *frame* tersebut harus kuat sehingga mampu menopang beban dari kendaraan beserta kelengkapannya tanpa mengalami kerusakan ataupun perubahan bentuk. Selain konstruksi *frame* yang ringan dan kuat, *frame* harus mempunyai nilai fleksibilitas yang baik agar dapat meredam getaran yang disebabkan oleh kondisi jalan yang rusak ataupun getaran yang berasal dari mesin kendaraan (Saputra dkk, 2017). Melihat peranan dari *frame* yang sangat besar, maka perlu melakukan sebuah kajian untuk mengetahui tegangan maksimum yang terjadi pada *frame*. Kajian ini dilakukan dengan cara menganalisis rancangan *frame gokart* dengan menggunakan bantuan *software solidworks* 2017. Adapun kelebihan yang dimiliki oleh *software* perancangan ini yaitu penggambaran 3D sangat baik dilihat dari rendernya yang lebih realistis di atas *Autodesk*, sangat mudah untuk digabungkan dengan *software* perancangan yang lain,

dan memiliki perhitungan material yang luas.

## TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian mengenai analisis tegangan statik pada kerangka (*frame*) kendaraan telah banyak dilakukan. Penelitian untuk *chassis* mobil listrik “Semut Abang” menggunakan *stress analysis* pada *software autodesk inventor professional* 2013 dengan metode *Finite Element Analysis* (FEA). Hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa konstruksi *chassis* mobil “Semut Abang” dengan material aluminium 6061 tersebut dikatakan aman untuk digunakan, karena angka keamanan (*factory of safety*) terkecil sebesar 2,53 terjadi pada daerah *rivet plat* penyambung bagian belakang rangka dan angka keamanan terbesar sebesar 15 berada di sekitar rangka sandaran pengemudi (Setyono dan Gunawan, 2015).

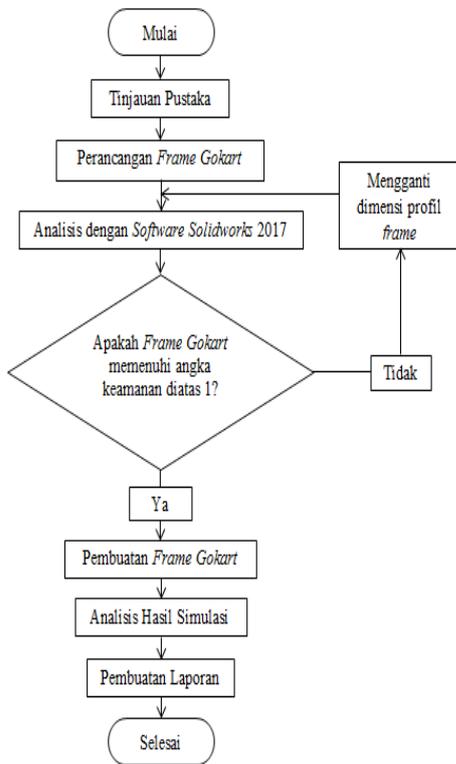
## METODOLOGI

Metode pelaksanaan yang dilakukan dalam kajian ini ditunjukkan pada Gambar 1.

### 1. Perancangan Desain *Frame Gokart*

Tahap ini adalah membuat rancangan *frame gokart* menggunakan *software solidworks* 2017. *Frame gokart* dirancang agar mempunyai konstruksi yang kuat untuk menahan beban yang diberikan. Perancangan desain *frame gokart* ini mengacu pada regulasi teknis kontes mobil hemat energi tentang ukuran (dimensi). Pada regulasi teknis dijelaskan bahwa kendaraan untuk kelas prototipe mempunyai aturan yang berhubungan dengan dimensi kendaraan yaitu ketinggian maksimal kendaraan 1000 mm, *track width* minimal 500 mm, jarak sumbu rodan depan dan roda belakang minimal 1000 mm, lebar keseluruhan maksimal 1300 mm, dan

panjang keseluruhan kendaraan maksimal 3500 mm.



Gambar 1. Diagram alir

## 2. Analisis *Frame Gokart*

Analisis *frame gokart* dilakukan menggunakan metode *finite element analysis* (FEA). Metode FEA adalah sebuah metode penyelesaian numerik yang menggunakan pendekatan dengan membagi-bagi (diskritisasi) benda yang akan dianalisa menjadi bentuk elemen-elemen yang berhingga dan saling berkaitan. Pada proses analisis ini *software* yang digunakan adalah *solidworks* versi 2017. Secara umum metode penyelesaian FEA dapat dibagi mejadi dua langkah yaitu:

- a. *Processing*, pada langkah ini membuat model 3D konstruksi yang akan dianalisis.
- b. *Post Processing*, adalah langkah akhir dari tahapan penggunaan metode FEA. Tahap ini menampilkan hasil akhir analisis numerik dengan tampilan data *stress*, *displacement*, dan *factor of safety*. Data yang ditampilkan adalah grafis dengan kontur warna

berdegradasi yang menggambarkan tingkatan tegangan yang terjadi pada model geometri.

## 3. Pembuatan *Frame Gokart*

Pembuatan *frame gokart* meliputi pemotongan material dan pengelasan. Alat dan bahan yang digunakan pada saat pembuatan adalah mesin gerinda tangan (dengan mata gerinda potong dan penghalus), spidol, alat ukur *roll meter*, penggaris siku, mesin las listrik 900 Watt, kabel penjepit elektroda, kabel massa, kombinasi palu dengan sikat baja, kaca mata las, dan baja karbon rendah (*low carbon steel*) dengan profil *square tube*.

Pada saat pemotongan, material dipotong menggunakan mesin gerinda tangan sesuai dengan ukuran (dimensi) pada rancangan yang telah dibuat. Setelah material terpotong menjadi sebuah *part*, selanjutnya *part* satu dengan *part* yang lainnya disatukan dengan cara dilas sesuai dengan posisi yang terdapat pada rancangan. Pada pengelasan *part* sambungan yang digunakan adalah jenis sambungan sudut dan sambungan tumpul. Pengelasan menggunakan elektroda jenis E6013 dengan diameter elektroda 2,6 mm dan mesin las listrik dengan daya 900 watt.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Hasil simulasi menggunakan *software solidworks* 2017 dengan metode *finite element analysis* (FEA) pada rancangan *frame gokart* yang dimensi profilnya divariasikan dapat dilihat pada Tabel 1.

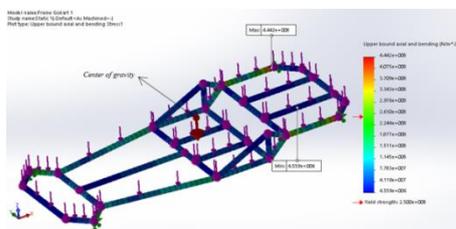
Pada rancangan *frame gokart* dengan dimensi profil *square tube* sesuai yang terlihat pada Tabel 1. Rancangan *frame gokart* tersebut telah diberikan beban tetap (beban *frame* sendiri dan beban mesin) serta beban pengendara yang divariasikan sebesar 500, 600, 700, 800, dan 900 N. Salah satu hasil simulasi dengan menggunakan metode FEA yang akan ditampilkan adalah stress pada rancangan *frame gokart*.

Tabel 1. Hasil simulasi rancangan *frame gokart*

No	Rancangan <i>frame</i>	Beban yang diberikan (N)	Stress (N/m <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Factor of safety
1	Pertama (30 x 30 x 2,0 mm)	820	$4,4 \times 10^8$	4,2	0,56
2		920	$4,9 \times 10^8$	4,7	0,50
3		1020	$5,5 \times 10^8$	5,2	0,45
4		1120	$6,0 \times 10^8$	5,7	0,41
5		1220	$6,5 \times 10^8$	6,2	0,38
6	Kedua (40 x 40 x 2,0 mm)	880	$2,5 \times 10^8$	2,0	0,99
7		980	$2,8 \times 10^8$	2,3	0,89
8		1080	$3,0 \times 10^8$	2,5	0,81
9		1180	$3,3 \times 10^8$	2,7	0,74
10		1280	$3,6 \times 10^8$	3,0	0,68
11	Ketiga (50 x 50 x 2,0 mm)	930	$1,6 \times 10^8$	1,2	1,5
12		1030	$1,8 \times 10^8$	1,3	1,4
13		1130	$1,9 \times 10^8$	1,4	1,3
14		1230	$2,1 \times 10^8$	1,6	1,2
15		1330	$2,3 \times 10^8$	1,7	1,1

a. *Stress* pada *frame gokart* pertama

Tegangan von mises merupakan tegangan statik yang dihitung berdasarkan pembebanan statik yang diberikan. Hasil untuk tegangan von mises maksimum ditunjukkan dengan warna merah sebesar  $4,4 \times 10^8$  N/m<sup>2</sup> terletak disekitar dudukan poros roda belakang dan hasil untuk tegangan von mises minimum ditunjukkan dengan warna biru sebesar  $4,5 \times 10^6$  N/m<sup>2</sup> terletak disekitar dudukan mesin dengan pembebanan merata yang diberikan sebesar 820 N. Berdasarkan tegangan luluh material yang digunakan yaitu *Low Carbon Steel* ASTM A36 sebesar  $2,5 \times 10^8$  N/m<sup>2</sup> dapat dipastikan rancangan tersebut tidak mampu untuk menahan beban yang diberikan, karena tegangan maksimum yang didapatkan telah melebihi dari tegangan luluh material yang digunakan. Hasil tegangan statik dapat dilihat pada Gambar 2.

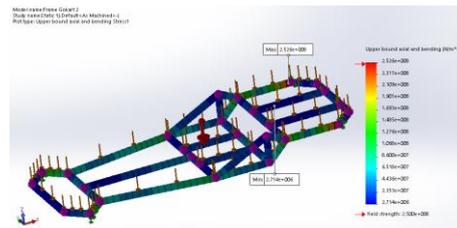


Gambar 2. *Stress* pada *frame gokart* pertama

b. *Stress* pada *frame gokart* kedua

Tegangan von mises merupakan tegangan statik yang dihitung berdasarkan

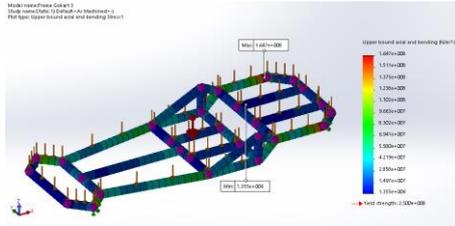
pembebanan statik yang diberikan. Hasil untuk tegangan von mises maksimum ditunjukkan dengan warna merah sebesar  $2,5 \times 10^8$  N/m<sup>2</sup> terletak disekitar dudukan poros roda belakang dan hasil untuk tegangan von mises minimum ditunjukkan dengan warna biru sebesar  $2,7 \times 10^6$  N/m<sup>2</sup> terletak disekitar dudukan mesin dengan pembebanan merata yang diberikan sebesar 880 N. Berdasarkan tegangan luluh material yang digunakan yaitu *Low Carbon Steel* ASTM A36 sebesar  $2,5 \times 10^8$  N/m<sup>2</sup> kemungkinan rancangan tersebut mampu untuk menahan beban yang diberikan, karena tegangan maksimum yang didapatkan sama dengan tegangan luluh material yang digunakan. Hasil tegangan statik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Stress* pada *frame gokart* kedua

c. *Stress* pada *frame gokart* ketiga

Tegangan von mises merupakan tegangan statik yang dihitung berdasarkan pembebanan statik yang diberikan. Hasil untuk tegangan von mises maksimum ditunjukkan dengan warna merah sebesar  $1,6 \times 10^8$  N/m<sup>2</sup> terletak disekitar dudukan poros roda belakang dan hasil untuk tegangan von mises minimum ditunjukkan dengan warna biru sebesar  $1,3 \times 10^6$  N/m<sup>2</sup> terletak disekitar dudukan mesin dengan pembebanan merata yang diberikan sebesar 820 N. Berdasarkan tegangan luluh material yang digunakan yaitu *Low Carbon Steel* ASTM A36 sebesar  $2,5 \times 10^8$  N/m<sup>2</sup> dapat dipastikan rancangan tersebut mampu untuk menahan beban yang diberikan, karena tegangan maksimum yang didapatkan belum melebihi dari tegangan luluh material yang digunakan. Hasil tegangan statik dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Stress pada frame gokart ketiga

## Pembahasan

Hasil simulasi dari ketiga dimensi profil *square tube* yang telah didapatkan dengan menggunakan metode *finite element analysis* (FEA) pada *software solidworks* 2017, selanjutnya dilakukan proses analisis guna membuktikan kebenaran simulasi dengan metode FEA pada *software solidworks* 2017.

a. *Frame gokart* dengan dimensi profil 30 x 30 x 2,0 mm

Dilihat dari hasil yang telah didapatkan, rancangan *frame gokart* yang menggunakan dimensi profil *square tube* 30 x 30 x 2,0 mm dapat dipastikan bahwa konstruksi *frame* tersebut tidak dapat digunakan sebagai *frame gokart*. Ditinjau dari lima variasi pembebanan, konstruksi *frame* pada pembebanan pertama sebesar 820 N telah mengalami tegangan von mises maksimum melebihi tegangan luluh yang dimiliki oleh material yang digunakan ( $2,5 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ ). Tegangan von mises maksimum pada pembebanan pertama sebesar 820 N didapatkan hasil sebesar  $4,4 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ , berdasarkan hubungan tegangan dan regangan yang berbanding lurus maka regangan (*displacement*) yang didapatkan hasil sebesar 4,2 mm. Faktor keamanan didapatkan dari tegangan luluh material dibagi dengan tegangan von mises maksimum, pada simulasi dari *solidworks* hasil *factory of safety* yang didapatkan sebesar 0,56. Semakin besar nilai tegangan von mises maka faktor keamanannya akan semakin kecil.

b. *Frame gokart* dengan dimensi profil 40 x 40 x 2,0 mm

Dilihat dari hasil yang telah didapatkan, rancangan *frame gokart* yang

menggunakan dimensi profil *square tube* 40 x 40 x 2,0 mm dapat dipastikan bahwa konstruksi *frame* tersebut tidak dapat digunakan sebagai *frame gokart*. Ditinjau dari lima variasi pembebanan, konstruksi *frame* pada pembebanan pertama sebesar 880 N, tegangan von mises maksimum nilainya sama dengan tegangan luluh yang dimiliki oleh material yang digunakan ( $2,5 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ ). Tegangan von mises maksimum pada pembebanan pertama sebesar 880 N didapatkan hasil sebesar  $2,5 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ , berdasarkan hubungan tegangan dan regangan yang berbanding lurus maka regangan (*displacement*) yang didapatkan hasil sebesar 2,0 mm. Faktor keamanan didapatkan dari tegangan luluh material dibagi dengan tegangan von mises maksimum, pada simulasi dari *solidworks* hasil *factory of safety* yang didapatkan sebesar 0,99. Semakin besar nilai tegangan von mises maka faktor keamanannya akan semakin kecil.

c. *Frame gokart* dengan dimensi profil 50 x 50 x 2,0 mm

Dilihat dari hasil yang telah didapatkan, rancangan *frame gokart* yang menggunakan dimensi profil *square tube* 50 x 50 x 2,0 mm dapat dipastikan bahwa konstruksi *frame* tersebut dapat digunakan sebagai *frame gokart*. Ditinjau dari lima variasi pembebanan, konstruksi *frame* pada pembebanan pertama sebesar 930 N, tegangan von mises maksimum belum melebihi tegangan luluh yang dimiliki oleh material yang digunakan sebesar ( $2,5 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ ). Tegangan von mises maksimum pada pembebanan pertama sebesar 930 N didapatkan hasil sebesar  $1,6 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ , berdasarkan hubungan tegangan dan regangan yang berbanding lurus maka regangan (*displacement*) yang didapatkan sebesar 1,2 mm. Faktor keamanan didapatkan dari tegangan luluh material dibagi dengan tegangan von mises maksimum, pada simulasi dari *solidworks* hasil *factory of safety* yang didapatkan sebesar 1,5. Semakin besar nilai tegangan

von misses maka faktor keamanannya akan semakin kecil.

## KESIMPULAN

Hasil analisis dengan menggunakan *software solidworks 2017*, dapat ditarik kesimpulan bahwa distribusi tegangan statik untuk tiga rancangan *frame gokart* telah diketahui. *Stress* untuk tegangan von misses maksimum terdistribusi pada dudukan poros roda belakang dan tegangan von misses minimum terdistribusi pada dudukan mesin. *Displacement* untuk regangan maksimum terdistribusi pada dudukan pengendara dan regangan minimum terdistribusi pada dudukan poros roda belakang. *Factor of safety* untuk angka keamanan maksimum terdistribusi pada dudukan mesin dan angka keamanan minimum terdistribusi pada dudukan poros roda belakang. Pada penggunaan tiga profil *square tube* yang dimensinya divariasikan namun ketebalannya dibuat sama, profil *square tube* dengan dimensi 30 x 30 x 2,0 mm pada pembebanan pertama sebesar 820 N *frame* sudah tidak dapat menahan beban yang diberikan, profil *square tube* dengan dimensi 40 x 40 x 2,0 mm pada pembebanan pertama sebesar 880 N *frame* masih dapat menahan beban yang diberikan namun pada pembebanan kedua sebesar 980 N *frame* sudah tidak dapat menahan beban yang diberikan, dan profil *square tube* dengan dimensi 50 x 50 x 2,0 mm pada pembebanan pertama sebesar 930 N dan pembebanan kelima sebesar 1330 N *frame* masih dapat menahan beban yang diberikan. Sehingga dapat dipastikan *frame* dengan dimensi 50 x 50 x 2,0 mm yang aman dan layak untuk digunakan sebagai *frame gokart*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2016. *Mengenal Lebih Jauh Mobil Gokart* (Diambil pada tanggal 30 Juli 2018, <https://camargus.com/magazine/572>). Pada pukul 15:00.
- Asgar Paradisa, Dian. 2012. *Hubungan Tegangan dan Regangan* (Diambil pada tanggal 11 April 2018, <https://www.scribd.com/doc/97784231/HUBUNGAN-TEGANGAN-REGANGAN>). Pada pukul 14:30.
- Buntarto. 2015. *Pengenalan Bodi Otomotif*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Daryanto. 2013. *Teknik Las*. Bandung: Alfabeta.
- Fauzi, Helmi. 2013. *Analisis Tegangan Pada Frame Mobil Listrik Sinosi Menggunakan Metode Elemen Hingga*. Jember: Universitas Jember.
- Frick, Heinz. 2011. *Mekanika Teknik*. Yogyakarta: Kanisius.
- KMHE. 2017. *Regulasi Teknis*. Jurusan Teknik Mesin – ITS.
- Saputra dkk. 2017. *Analisis Tegangan Statik Pada Rancangan Frame Mobil Listrik Ganesha Sakti (GASKI) Menggunakan Software Solidworks 2014*, Jurnal Pendidikan Teknik Mesin, Volume 8, Nomor 2.
- Setyono dan Gunawan. 2015. *Perancangan dan Analisis Chassis Mobil Listrik "SEMUT ABANG" Menggunakan Software Autodesk Inventor 2013*, Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III, ISBN 978-602-98569-1-0.
- Shantika dkk. 2017. *Perancangan Chassis Type Tubular Space Frame Untuk Kendaraan Listrik*, Jurnal Poros Teknik Mesin, Volume 15, Nomor 1, 9 – 17.
- Sonawan, Hery. 2014. *Perancangan Elemen Mesin*. Bandung: Alfabeta.
- Suprayogi dan Tjahjanti. 2017. *Analisis Surface Preparation Pada Pelat Baja ASTM A36*, Seminar Nasional dan Gelar Produk, 188 – 197.
- Wisnujati dan Nurhuda. 2017. *Analisis Sifat Fisik dan Mekanik Sambungan Las Oxy-Acetylene Pada Pelat Baja Karbon Rendah Dengan Variabel*

*Nyala Torch Karburasi, Jurnal Engine,  
Volume 1, Nomor 2, 1 – 7.*