

ANALISIS KOMPARATIF TEGANGAN STATIK PADA *FRAME* GANESHA *ELECTRIC VEHICLES* 1.0 GENERASI 1 BERBASIS CONTINUOUS VARIABLE TRANSMISSION (CVT) BERBANTUAN SOFTWARE ANSYS 14.5

K. Budarma, K. Rihendra Dantes, G. Widayana

Jurusan Pendidikan Teknik Mesin
Universitas Pendidikan Ganesha
Singaraja, Indonesia

e-mail : (budarma_kadek@yahoo.com, rihendra79@gmail.com,
gedewidayana@gmail.com)

Abstrak

Rangka (*frame*) merupakan salah satu komponen yang penting dari sepeda motor karena berfungsi sebagai penopang mesin, sistem suspensi dan sistem kelistrikan sehingga menjadi satu kesatuan yang membuat sepeda motor dapat berjalan. Untuk itu, dilakukan analisis tegangan statik pada *frame* Ganesha *electric vehicles* 1.0 Generasi 1 yang menggunakan *frame* Yamaha Nouvo dengan menggunakan *software Ansys* 14.5 dengan perbandingan pembebanan satu penumpang dan dua penumpang. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui distribusi tegangan serta daerah kritis yang terjadi pada *frame*. Setelah proses analisis dilakukan, didapatkan tegangan *von mises* maksimum untuk *frame* standart dengan satu penumpang sebesar $4,5884 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ dan *frame* modifikasi sebesar $4,1374 \times 10^7 \text{ N/m}^2$. Untuk *frame* standart dengan dua penumpang sebesar $1,0324 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ dan *frame* modifikasi sebesar $9,3092 \times 10^7 \text{ N/m}^2$. Faktor keamanan *frame* standart dengan satu penumpang sebesar 13,52 dan *frame* modifikasi sebesar 14,99. Untuk *frame* standart dengan dua penumpang sebesar 6,00 dan *frame* modifikasi sebesar 6,66.

Kata Kunci : *Frame*, Analisis Tegangan Statik, *Ansys* 14.5, Tegangan *Von Mises*, Faktor Keamanan

Abstract

Frame is one of the important components of the motorcycle because it is functioned as the supporting unit of the machine, suspension system and electricity system to make the motorcycle runs as one complete unit. For that reason, the analysis of the static stress was conducted to the first generation of Ganesha electric vehicles 1.0, which uses the frame of Yamaha Nouvo through *Ansys* 14.5 software with the comparison of one person weight and two persons weight. The purpose of the research is to know the distribution of the stress and the critical area that occurs at the frame. After the analysis has been conducted, it was found that the stress of the maximum *von mises* for the standart frame with one weight was $4,5884 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ and the modified frame was $4,1374 \times 10^7 \text{ N/m}^2$, for standart frame with two weights was $1,0324 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ and modified frame was $9,3092 \times 10^7 \text{ N/m}^2$. The factor of safety with one weight was at the value 13,52 while the modified one valued 14,99. For the standart frame with two weights the value was 6,00 while the modified valued 6,66.

Keywords : *Frame*, The analysis of static stress, *Ansys* 14.5, *Von Mises stress* , Factor of safety

I. PENDAHULUAN

Rangka (*frame*) merupakan komponen yang paling penting dari sepeda motor karena berfungsi sebagai penopang mesin, sistem suspensi dan sistem kelistrikan sehingga menjadi satu kesatuan

yang membuat sepeda motor dapat berjalan. Oleh karena itu, agar dapat berfungsi sebagaimana mestinya sebuah *frame* harus kuat dan kokoh sehingga mampu menopang beban dari penumpang, mesin beserta kelengkapannya tanpa

mengalami kerusakan ataupun perubahan bentuk. Selain itu, *frame* juga harus ringan agar tidak membebani kerja mesin dan mempunyai nilai fleksibilitas yang berfungsi meredam getaran yang diakibatkan kondisi jalan yang rusak dan oleh mesin. Melihat fungsi *frame* sangat penting pada sepeda motor, maka perlu diketahui tegangan maksimum yang terjadi pada setiap pembebanan dengan cara melakukan analisis terhadap *frame* tersebut dengan menggunakan *software ansys 14.5*. Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah untuk mengetahui distribusi tegangan statik yang terjadi.

II. KAJIAN TEORI

2.1. Pengertian *Frame*

Frame merupakan komponen terpenting dari sebuah sepeda motor karena berfungsi sebagai penopang mesin, penyangga penumpang atau beban dan menyatukan atau merangkai mesin, sistem suspensi dan sistem kelistrikan menjadi satu kesatuan sepeda motor yang dapat berjalan^[8].

2.2. Jenis *Frame*

Frame sepeda motor terdiri dari beberapa jenis, antara lain ^[8]:

1. Rangka Pelat Baja dan Pipa (*Pressed Steel and Tubular*)
2. Rangka Pelat Baja (*Pressed Steel*)
3. Rangka Pipa (*Tubular*)
4. Rangka *Backbone*
5. Rangka *Diamond*
6. Rangka *Single Cradle*
7. Rangka *Double Cradle*
8. Rangka Aluminium

2.3. Baja

Baja merupakan paduan yang terdiri dari besi, karbon dan unsur lainnya^[4]. Baja mempunyai keuntungan yang cukup tinggi yaitu kekuatan tariknya yang tinggi antara 300 Mpa sampai 2000 Mpa sehingga membuat struktur dari baja mempunyai ukuran penampang yang lebih kecil jika dibandingkan dengan struktur dari bahan yang lainnya^[10].

2.4. Tegangan (*Stress*)

Tegangan atau sering disebut dengan *stress* dilambangkan dengan σ yang

memiliki satuan N/m^2 . Konsep tegangan dapat diilustrasikan dalam bentuk yang paling mendasar seperti pada sebuah batang prismatis yang diberikan/mengalami gaya aksial^[5]. Batang prismatis adalah sebuah elemen struktur lurus yang mempunyai penampang konstan di seluruh panjangnya, sedangkan gaya aksial adalah beban yang mempunyai arah yang sama dengan sumbu elemen, sehingga pada batang tersebut akan mengalami tarikan ataupun tekanan.

Tegangan yang terjadi pada suatu benda dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

- σ = Tegangan/gaya persatuan luas (N/m^2)
- F = Gaya (N)
- A = Luas Penampang (m^2)

2.5. Regangan (*Strain*)

Regangan atau *strain* dilambangkan dengan ϵ . Regangan pada suatu benda terjadi jika benda tersebut mengalami perubahan panjang akibat diberikan beban secara aksial. Sama halnya dengan tegangan, regangan juga mengalami tekanan dan tarikan^[5].

Regangan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- ϵ = Regangan
- ΔL = Pertambahan panjang (mm)
- L = Panjang mula-mula (mm)

2.6. Deformasi

Benda yang diberikan beban akan mengalami suatu perubahan dari bentuk awalnya, baik yang berupa perubahan bentuk maupun ukuran atau berdeformasi. Bertambahnya ukuran benda akibat mengalami pembebanan disebut dengan perpanjangan atau elongasi. Sebaliknya, jika ukuran benda setelah mendapatkan beban menjadi pendek disebut dengan pemendekan atau kontraksi.

Selama mengalami proses deformasi, benda akan menyerap energi

sebagai akibat dari adanya gaya yang bekerja sehingga benda tersebut akan mengalami perubahan bentuk dan dimensi. Perubahan bentuk secara fisik pada benda dibagi menjadi dua, yaitu deformasi elastis dan deformasi plastis.

Dimana deformasi elastis bahan sangat ditentukan oleh modulus elastisitas atau yang sering disebut dengan modulus *young* yang dirumuskan sebagai berikut :

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

- E = Modulus elastisitas
- σ = Tegangan (N/m²)
- ϵ = Regangan

2.7. Teori Von Mises

Teori kegagalan material ini dikemukakan oleh *Von Misses* tahun 1913 yang menyatakan bahwa akan terjadi luluh pada benda jika tegangan yang diterima benda tersebut melampaui kekuatan luluh [7]. Teori *Von Misses* ini sering digunakan untuk memprediksi faktor keamanan dari suatu material pada benda.

Adapun rumus yang digunakan untuk mengetahui faktor keamanan adalah sebagai berikut :

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma_e} \dots \dots \dots (4)$$

Dimana :

- η = Faktor keamanan
- S_y = Tegangan luluh material (N/m²)
- σ_e = Tegangan von mises maksimum (N/m²)

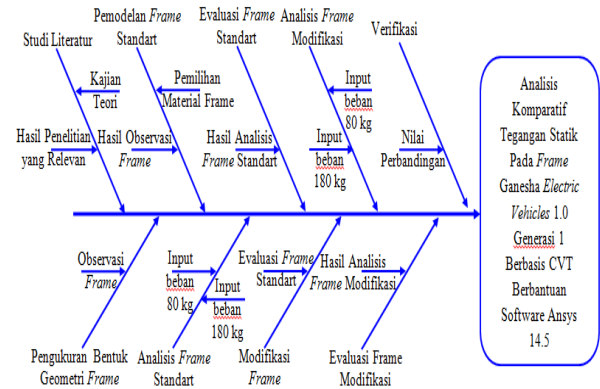
2.8. Ansys 14.5

Ansys adalah sebuah *software* yang mampu menyelesaikan persoalan-persoalan elemen dari pemodelan sampai analisis. *Ansys* ini banyak digunakan untuk membantu penelitian yang berbentuk statis maupun dinamis, analisis struktural, perpindahan panas, dinamika fluida, dan elektromagnetik untuk para *engineer*.

2.9. Kerangka Berpikir

Untuk memecahkan permasalahan yang ada dapat dijelaskan pada *fish bone*

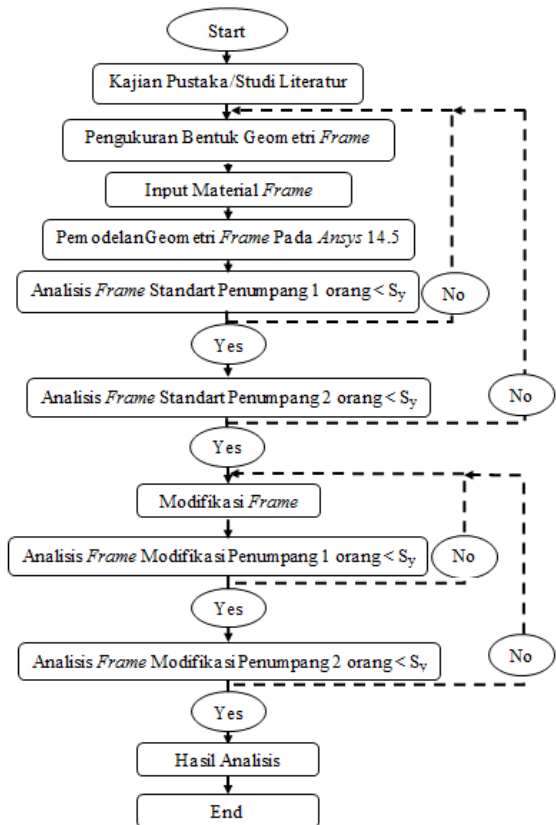
diagram penelitian analisis tegangan statik berikut.



Gambar 2.1. Fish bone Diagram Penelitian Analisis Tegangan Statik

III. METODE

Dalam penelitian ini, untuk memperoleh data hasil penelitian dapat dijelaskan seperti pada *flow chart* penelitian analisis statik pada *frame*.



Gambar 3.1. Flow Chart Penelitian Analisis Tegangan Statik Pada Frame

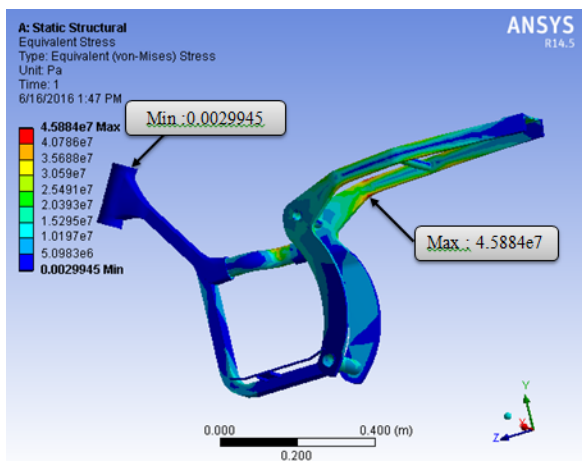
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

Berikut ini adalah hasil analisis yang telah dilakukan pada *frame* standart dan *frame* modifikasi dengan beban 1 orang penumpang dan beban 2 orang penumpang.

4.1.1. Hasil Analisis Tegangan Statik *Frame* Standart dengan beban penumpang 1 orang sebesar 80 kg

Distribusi tegangan statik yang terjadi pada *frame* standart akibat diberikan beban penumpang 1 orang sebesar 80 kg bisa dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Distribusi Tegangan Statik *Frame* Standart dengan beban penumpang 1 orang sebesar 80 Kg

Hasil tegangan (*von misses stress*) maksimum ditunjukkan dengan warna merah sebesar $4,5884 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ dan tegangan (*von misses stress*) minimum ditunjukkan dengan warna biru sebesar $0,0029945 \text{ N/m}^2$ dengan beban yang diberikan sebesar 80 kg. Maka berdasarkan tegangan luluh material yang digunakan yaitu *Carbon Steel* AISI 1044 sebesar $6,204 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ dapat dipastikan struktur tersebut mampu menahan beban yang diberikan.

Dari hasil analisis, dapat dicari faktor keamanan (*factor of safety*) dari *frame* standart yang menerima beban penumpang 1 orang sebesar 80 kg yang dapat dirumuskan sebagai berikut.

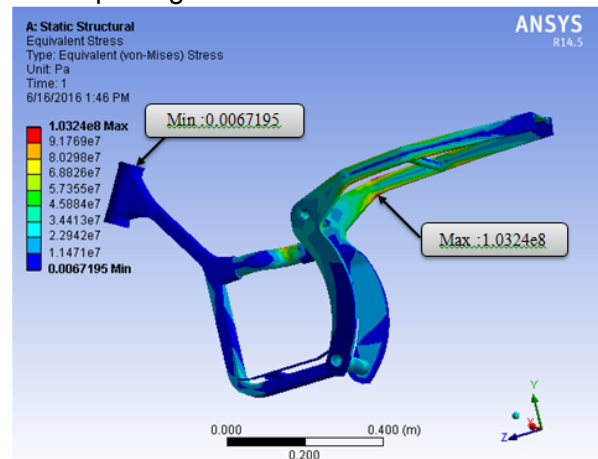
$$\eta = \frac{S_y}{\sigma_e}$$

$$= \frac{6,204 \times 10^8 \text{ N/m}^2}{4,5884 \times 10^7 \text{ N/m}^2}$$

$$= 13,52$$

4.1.2. Hasil Analisis Tegangan Statik *Frame* Standart dengan beban penumpang 2 orang sebesar 180 Kg

Distribusi tegangan Statik yang terjadi pada *frame* standart akibat diberikan beban penumpang 2 orang sebesar 180 kg bisa dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. Distribusi Tegangan Statik *Frame* Standart dengan beban penumpang 2 orang sebesar 180 Kg

Hasil tegangan (*von misses stress*) maksimum ditunjukkan dengan warna merah sebesar $1,0324 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ dan tegangan (*von misses stress*) minimum ditunjukkan dengan warna biru sebesar $0,0067195 \text{ N/m}^2$ dengan beban yang diberikan sebesar 180 kg. Maka berdasarkan tegangan luluh material yang digunakan yaitu *Carbon Steel* AISI 1044 sebesar $6,204 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ dapat dipastikan struktur tersebut mampu menahan beban yang diberikan.

Dari hasil analisis, dapat dicari faktor keamanan (*factor of safety*) dari *frame* standart yang menerima beban penumpang 2 orang sebesar 180 kg yang dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma_e}$$

$$= \frac{6,204 \times 10^8 \text{ N/m}^2}{1,0324 \times 10^8 \text{ N/m}^2}$$

$$= 6,00$$

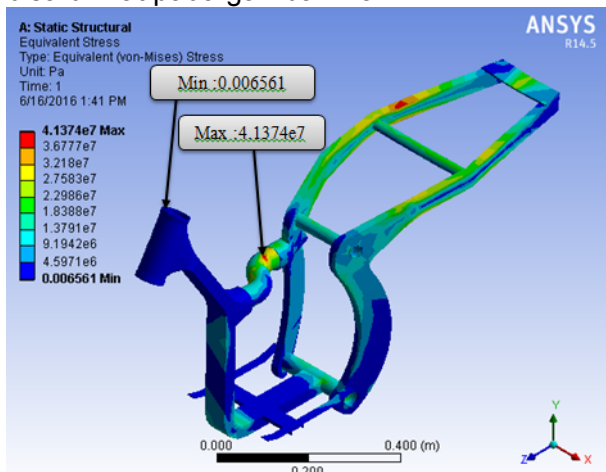
$$\eta = \frac{S_y}{\sigma_e}$$

$$= \frac{6,204 \times 10^8 \text{ N/m}^2}{4,1374 \times 10^7 \text{ N/m}^2}$$

$$= 14,99$$

4.1.3. Hasil Analisis Tegangan Statik Frame Modifikasi dengan beban penumpang 1 orang sebesar 80 Kg

Distribusi tegangan statik yang terjadi pada *frame* modifikasi akibat diberikan beban penumpang 1 orang sebesar 80 kg bisa dilihat pada gambar 4.3.



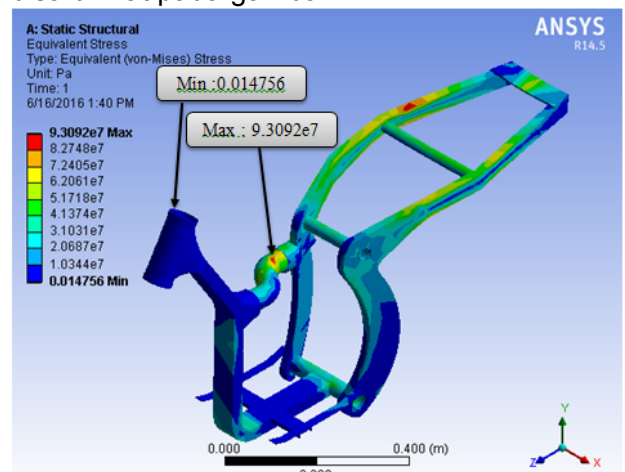
Gambar 4.3. Distribusi Tegangan Statik Frame Modifikasi dengan beban penumpang 1 orang sebesar 180 Kg

Hasil tegangan (*von mises stress*) maksimum ditunjukkan dengan warna merah sebesar $4,1374 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ dan tegangan (*von mises stress*) minimum ditunjukkan dengan warna biru sebesar $0,006561 \text{ N/m}^2$ dengan beban yang diberikan sebesar 80 kg. Maka berdasarkan tegangan luluh material yang digunakan yaitu *Carbon Steel* AISI 1044 sebesar $6,204 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ dapat dipastikan struktur tersebut mampu menahan beban yang diberikan.

Dari hasil analisis, dapat dicari faktor keamanan (*factor of safety*) dari *frame* modifikasi yang menerima beban penumpang 1 orang sebesar 80 kg yang dapat dirumuskan sebagai berikut.

4.1.4. Hasil Analisis Tegangan Statik Frame Modifikasi dengan beban penumpang 2 orang sebesar 180 Kg

Distribusi tegangan statik yang terjadi pada *frame* modifikasi akibat diberikan beban penumpang 2 orang sebesar 180 kg bisa dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4. Distribusi Tegangan Statik Frame Modifikasi dengan beban penumpang 2 orang sebesar 180 Kg

Hasil tegangan (*von mises stress*) maksimum ditunjukkan dengan warna merah sebesar $9,3092 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ dan tegangan (*von mises stress*) minimum ditunjukkan dengan warna biru sebesar $0,014756 \text{ N/m}^2$ dengan beban yang diberikan sebesar 180 kg. Maka berdasarkan tegangan luluh material yang digunakan yaitu *Carbon Steel* AISI 1044 sebesar $6,204 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ dapat dipastikan struktur tersebut mampu menahan beban yang diberikan.

Dari hasil analisis, dapat dicari faktor keamanan (*factor of safety*) dari *frame* modifikasi yang menerima beban penumpang 2 orang sebesar 180 kg yang dapat dirumuskan sebagai berikut.

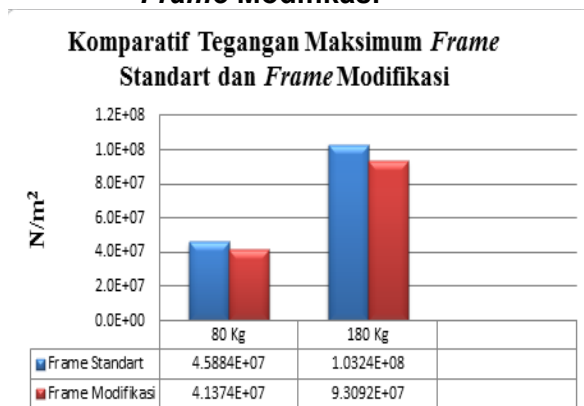
$$\eta = \frac{S_y}{\sigma_e}$$

$$= \frac{6,204 \times 10^8 \text{ N/m}^2}{9,3092 \times 10^7 \text{ N/m}^2}$$

$$= 6,66$$

4.2. Pembahasan Komparatif Frame Standart dan Frame Modifikasi

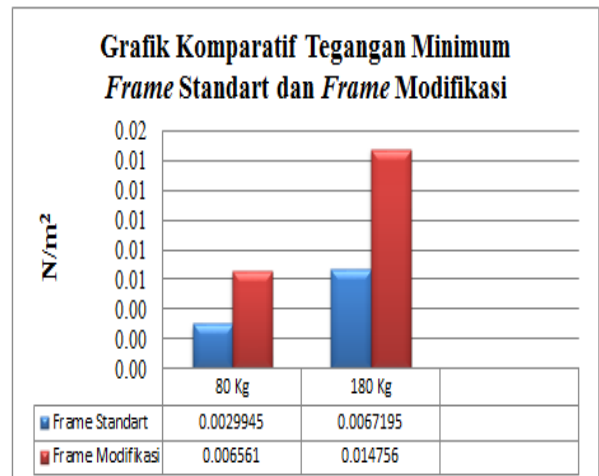
4.2.1. Komparatif Tegangan Maksimum Frame Standart dan Frame Modifikasi



Grafik 4.1. Komparatif Tegangan Maksimum Frame Standart dan Frame Modifikasi

Dari grafik 4.1. diketahui bahwa setelah *frame* standart dan *frame* modifikasi dianalisis dengan beban penumpang sebesar 80 kg dan 180 kg. Hasil tegangan maksimum pada *frame* standart mengalami penurunan setelah mengalami modifikasi yaitu sebesar 9,82% untuk beban 80 kg dan 9,82 % untuk beban 180 kg. Semakin kecil nilai tegangan yang didapat maka kekuatan *frame* juga semakin baik.

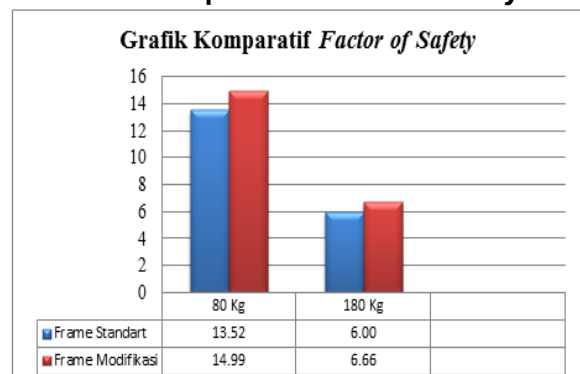
4.2.2. Komparatif Tegangan Minimum Frame Standart dan Frame Modifikasi



Grafik 4.2. Komparatif Tegangan Minimum Frame Standart dan Frame Modifikasi

Dari grafik 4.2. diketahui bahwa setelah *frame* standart dan *frame* modifikasi dianalisis dengan beban penumpang sebesar 80 kg dan 180 kg. Hasil tegangan minimum pada *frame* standart mengalami peningkatan setelah mengalami modifikasi yaitu sebesar 54,35 % untuk beban 80 kg dan 54,45 % untuk beban 180 kg. Peningkatan ini diakibatkan karena peralihan tegangan maksimum yang terjadi. Dimana yang tadinya pada dudukan penumpang sebelah kanan beralih pada pipa penghubung setelah dimodifikasi, sehingga membuat tegangan minimum menjadi meningkat.

4.2.3. Komparatif Factor of safety



Grafik 4.3. Komparatif Factor of safety

Dari grafik 4.3. diketahui bahwa setelah *frame* standart dan *frame* modifikasi dianalisis dengan beban penumpang

sebesar 80 kg dan 180 kg. Faktor keamanan (*factor of safety*) pada *frame* standart mengalami peningkatan setelah mengalami modifikasi yaitu sebesar 9,80 % untuk beban 80 kg dan 9,90 % untuk beban 180 kg. Semakin besar faktor keamanan (*factor of safety*) yang didapat maka kekuatan *frame* juga semakin baik.

V. PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *software Ansys 14.5* pada *frame* standart dan *frame* modifikasi diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Tegangan yang dihasilkan dari beban penumpang 1 orang sebesar 80 kg terhadap *frame* standart yaitu tegangan maksimum sebesar $4,5884 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ dan tegangan minimum sebesar $0,0029945 \text{ N/m}^2$, serta didapatkan faktor keamanan (*factor of safety*) sebesar 13,52.
2. Tegangan yang dihasilkan dari beban penumpang 2 orang sebesar 180 kg terhadap *frame* standart yaitu tegangan maksimum sebesar $1,0324 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ dan tegangan minimum sebesar $0,0067195 \text{ N/m}^2$, serta didapatkan faktor keamanan (*factor of safety*) sebesar 6,00.
3. Tegangan yang dihasilkan dari beban penumpang 1 orang sebesar 80 kg terhadap *frame* modifikasi yaitu tegangan maksimum sebesar $4,1374 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ dan tegangan minimum sebesar $0,006561 \text{ N/m}^2$, serta didapatkan faktor keamanan (*factor of safety*) sebesar 14,99.
4. Tegangan yang dihasilkan dari beban penumpang 2 orang sebesar 180 kg terhadap *frame* modifikasi yaitu tegangan maksimum sebesar $9,3092 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ dan tegangan minimum sebesar $0,014756 \text{ N/m}^2$, serta didapatkan faktor keamanan (*factor of safety*) sebesar 6,66.
5. Selain itu, dari hasil analisis yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan khusus yaitu *frame* hasil modifikasi lebih baik daripada *frame* standart, hal ini terbukti dari penurunan tegangan maksimum yang dialami *frame* standart setelah dimodifikasi, meskipun terjadi

peningkatan pada tegangan minimum yang dikarenakan terjadinya peralihan tegangan setelah *frame* mengalami modifikasi. Tidak hanya itu, juga terjadi peningkatan faktor keamanan yaitu sebesar 9,80% untuk beban 80 kg dan 9,90 % untuk beban 180 kg.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Berata, Wayan. Diktat Elemen Mesin I. Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Jurusan Teknik Mesin.
- [2] Fauzi, Helmi. 2013. "Analisis Tegangan Pada *Frame* Mobil Listrik Sinosi Menggunakan Metode Elemen Hingga". Tugas Akhir (tidak diterbitkan). Jurusan Teknik Mesin, Universitas Jember.
- [3] Firmansyah. 2012. "Analisis Statik Rangka Motor *Hybrid* Menggunakan *Software Catia V5*". Tugas Akhir (tidak diterbitkan). Jurusan Teknik Mesin, Universitas Gunadarma.
- [4] Joko Prasetyo, Apri. 2010. "Aplikasi Metode Elemen Hingga (MEH) Pada Struktur Rib Bodi Angkutan Publik. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- [5] Mulyati. "Bahan Ajar Mekanika Bahan" Tegangan dan Regangan. Pertemuan I,II,III, hlm 1-20.
- [6] Nurfauziawati, Nova. 2010. Laporan Praktikum Fisika Dasar Modul 4 Modulus Elastisitas. Universitas Padjadjaran : Jurusan Teknologi Industri Pangan.
- [7] Santoso, Puguh. 2014. "Analisis Tegangan Statik Pada Rangka Sepeda Motor Jenis *Matic* Menggunakan *Software Catia P3 V5R14*". Tugas Akhir (tidak diterbitkan). Jurusan Teknik Mesin, Univertitas Gunadarma.
- [8] Setya Nugraha, Beni. 2005. *Chasis* Sepeda Motor. Fakultas Teknik UNY : Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif
- [9] Studi Perancangan dan Rekayasa Sistem Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Modul *Finite Element Analysis*.

- [10]Willy Chandra, Maha. 2014. “Aplikasi *Finite Elemen Analysis* Pada Struktur Rib Bodi Angkutan Publik”. Tugas Akhir (tidak diterbitkan). Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- [11]Situs internet :
https://id.wikipedia.org/wiki/Yamaha_Nouvo