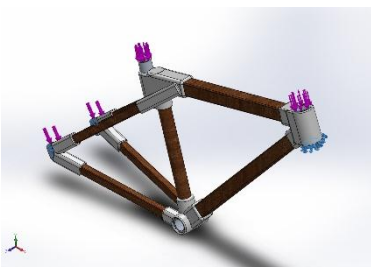


**BAB IV**  
**PEMBAHASAN**

**4.1 Penentuan Tumpuan Mati dan Gaya Pembebanan**

Penentuan titik tumpuan dan gaya pembebanan pada rangka sepeda adalah hal yang sangat penting sebelum melakukan simulasi pembebanan statik, penentuan titik tumpuan dan gaya pembebanan pada rangka dapat dilihat dalam tabel berikut ini :

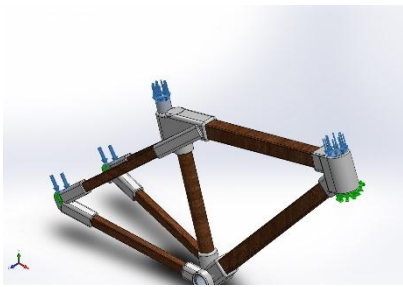
Tabel 4.1 *Fixture* Rangka Sepeda Bambu

<i>Fixture name</i>	<i>Fixture Image</i>	<i>Fixture Details</i>		
<i>Fixed</i>		<i>Entities:</i> 3 <i>face(s)</i> <i>Type:</i> <i>Fixed Geometry</i>		
<b><i>Resultant Forces</i></b>				
<i>Components</i>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b><i>Resultant</i></b>
<i>Reaction force(N)</i>	<b>-399.681</b>	<b>888.133</b>	<b>0.129518</b>	<b>973.922</b>
<i>Reaction Moment(N.m)</i>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Letak *fixture* pada pembebanan ini terdapat pada 3 permukaan yang berada rangka bagian utama yaitu head tube , dan kedua poros roda belakang. Dikarenakan pada *head tube* dan kedua poros roda belakang ada titik tumpuan

rangka sepeda bambu ketika mendapatkan beban dari sipengendara atau pada saat berjalan.

Tabel 4.3 Pembebanan pada rangka sepeda bambu

<i>Load name</i>	<i>Load Image</i>	<i>Load Details</i>
Force -1		<b>Entities</b> 4 face(s) : <b>Type:</b> Apply normal force <b>Value:</b> 80 kg,100 kg and 150 kg

Pada rangka sepeda bambu mendapatkan sebuah beban dengan beban yang diterima pada rangka sepeda bambu , asumsi beban pengendara yaitu sebesar 80 kg, 100 kg, dan150 kg. Penentuan titik pembebanan diasumsikan diletakan pada bagian *head tube* atas, bagaian atas seat tube dan pada bagian atas poros roda.

Pada pembebanan static rangka sepeda bambu ini menggunakan kontruksi utama dengan material bambu dengan variasi material bambu diantaranya yaitu:

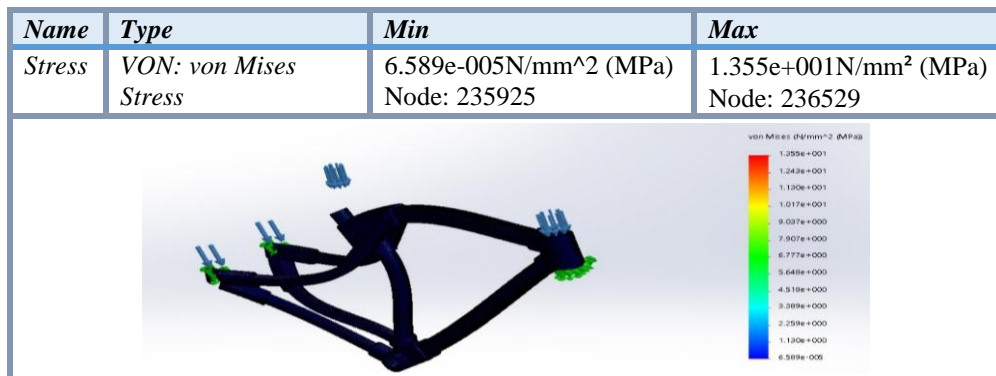
- a. Bambu raw material
- b. Bambu *sandwich composite non treatment*
- c. Bambu *sandwich composite treatment*

## 4.2 simulasi statik dengan bahan utama bambu raw material

### 4.2.1 Pembebanan 80 kg rangka sepeda ( Bambu raw material)

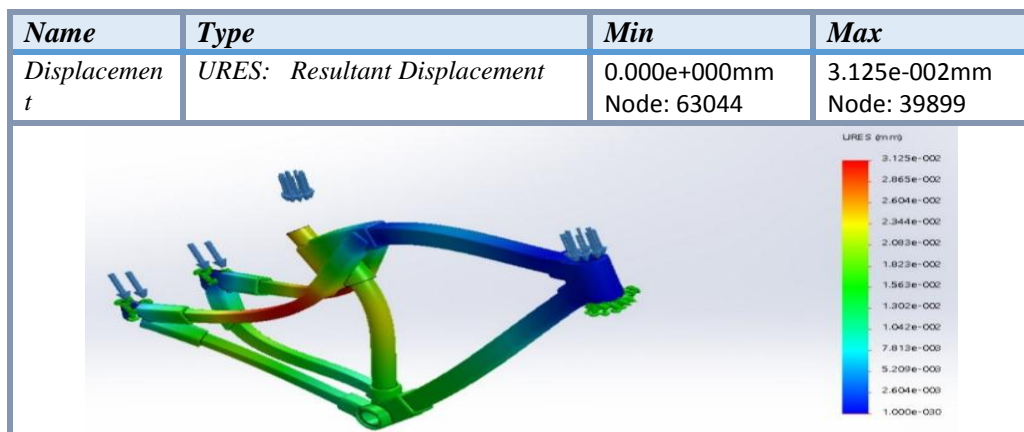
Tegangan von mises yang terjadi pada rangka sepeda bambu raw material dapat dilihat pada tabel 4.4:

Tabel 4.4 stress pembebanan 80 kg pada *frame* bambu raw



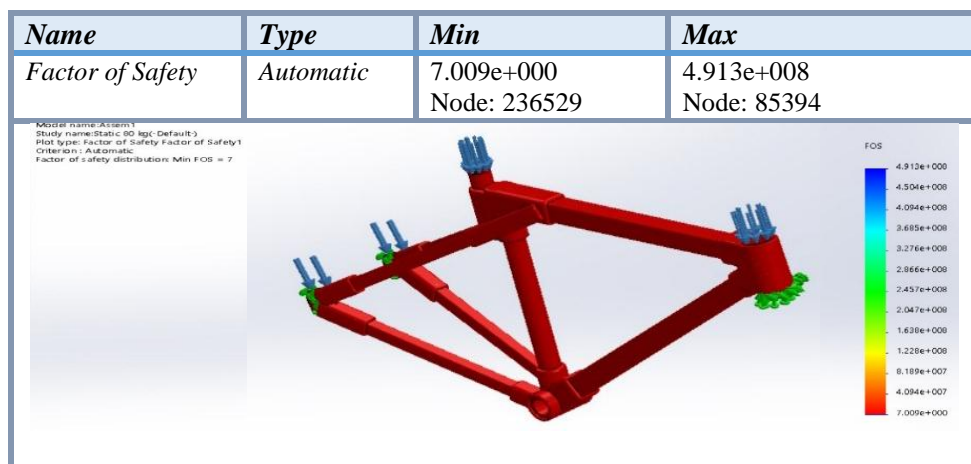
Pembebanan merata pada rangka sepeda sebesar 80 kg mampu menghasilkan tegangan von mises minimum  $6,589 \times 10^{-5}$  N/mm<sup>2</sup> dan tegangan maksimum yang terjadi sebesar  $1,355 \times 10$  N/mm<sup>2</sup>. Besaran displacement pada rangka sepeda bambu dengan raw material pada pembebanan 80 kg dapat dilihat pada gambar.

Tabel 4.5 Displacement pembebanan 80 kg pada *frame* bambu raw



Dengan adanya pembebanan merata yang disebabkan oleh pengemudi maka besaran peralihan minimum yaitu sebesar 0 mm dan nilai peralihan maksimum pada rangka sebesar  $3,125 \times 10^{-2} \text{ mm}$  atau sebesar 0,031 mm. Peralihan maksimum ditandai oleh daerah yang berwarna merah dan peralihan minimum ditandai daerah berwarna biru.

Tabel 4.6 *Factor of Safety* pembebanan 80 kg pada *frame* bambu raw



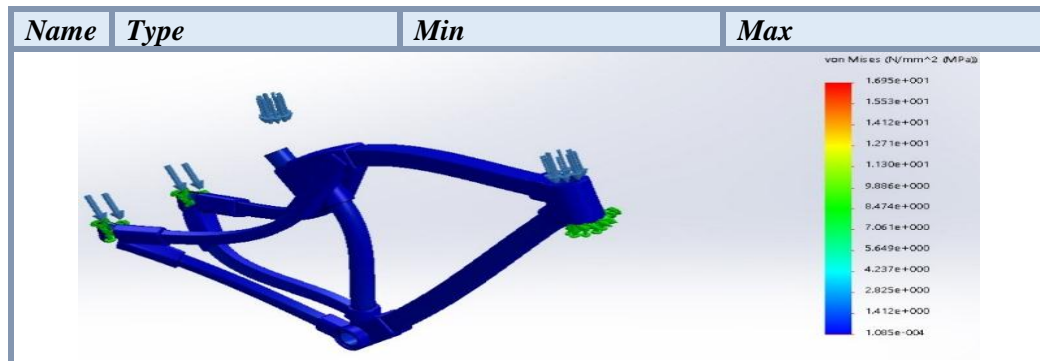
Dari hasil simulasi statik didapatkan nilai *factor safety* sebesar minimal 7 dan maksimal sebesar 4,9 dengan pembebanan sebesar 80 kg pada rangka sepeda yang menggunakan material bambu raw.

#### 4.2.2 Pembebanan 100 kg pada rangka sepeda (Bambu raw material)

Tegangan von mises yang terjadi pada rangka sepeda bambu raw material dapat dilihat pada tabel 4.7 :

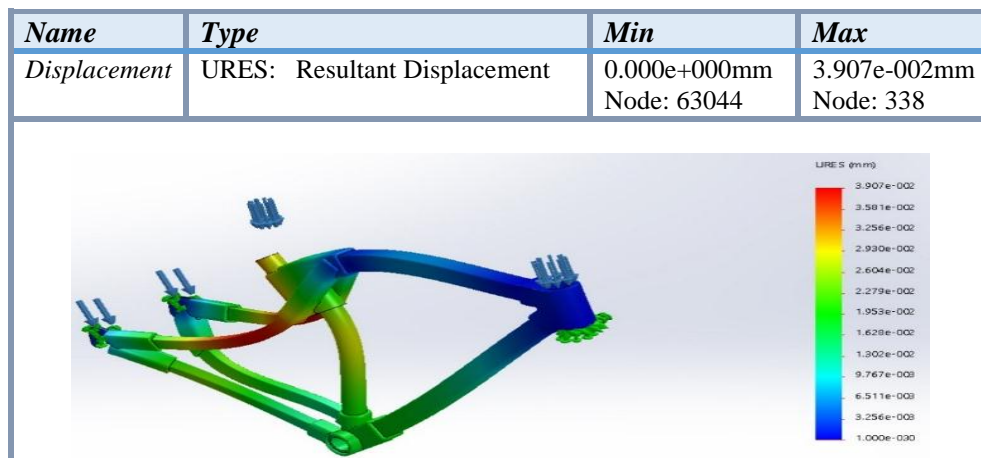
Tabel 4.7 *Stress* pembebanan 100 kg pada *frame* bambu raw

<i>Name</i>	<i>Type</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
<i>Stress</i>	<i>VON: von Mises Stress</i>	1.085e-004N/mm <sup>2</sup> (MPa) Node: 237713	1.695e+001N/mm <sup>2</sup> (MPa) Node: 236529

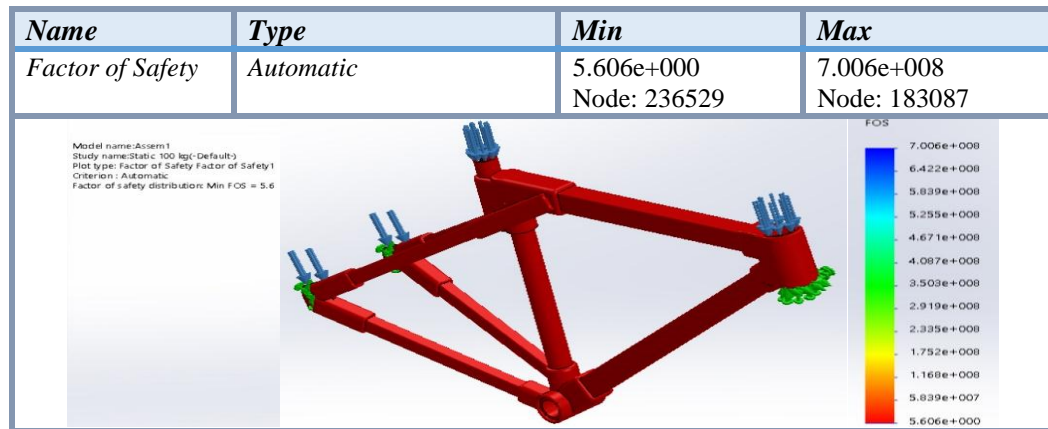


Pembebanan merata pada rangka sepeda sebesar 100 kg mampu menghasilkan tegangan von misses minimum  $1,085 \times 10^{-4}$  N/mm<sup>2</sup> dan tegangan maksimum yang terjadi sebesar  $1,695 \times 10$  N/mm<sup>2</sup>.

Tabel 4.7 *Displacement* pembebanan 100 kg pada *frame* bambu raw



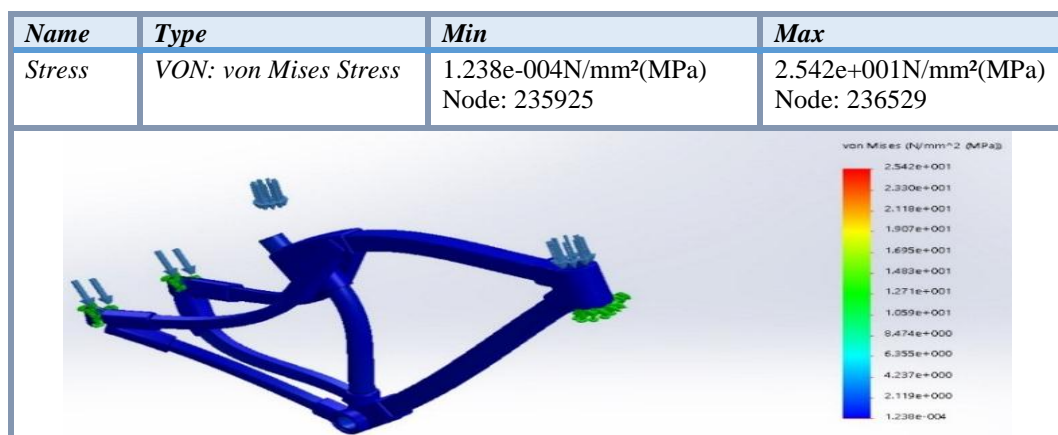
Dengan adanya pembebanan merata yang disebabkan oleh pengemudi maka besaran peralihan minimum yaitu sebesar 0 mm dan nilai peralihan maksimum pada rangka sebesar  $3,907 \times 10^{-2}$  mm atau sebesar 0,039 mm. peralihan maksimum ditandai oleh daerah yang berwarna merah dan peralihan minimum ditandai daerah berwarna biru.

Tabel 4.7 *Factor of Safety* pembebanan 100 kg pada *frame* bambu raw

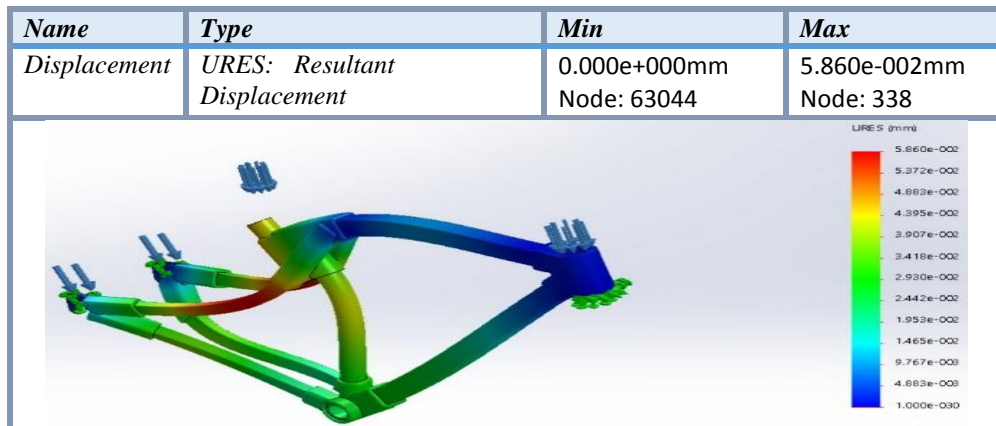
Dari hasil simulasi statik pada rangka sepeda dengan pembebanan sebesar 100 kg didapatkan nilai angka *factor safety* 5,6.

#### 4.2.3 Pembebanan 150 kg pada rangka sepeda(Bambu raw material)

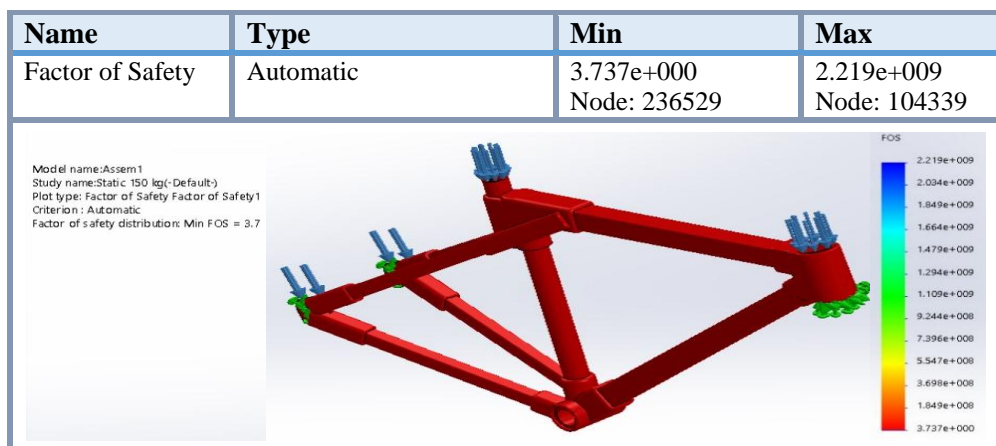
Tegangan von mises yang terjadi pada rangka sepeda bambu raw material dapat dilihat pada tabel 4.8:

Tabel 4.8 *Stress* pembebanan 150 kg pada *frame* bambu raw

Pembebanan merata pada rangka sepeda sebesar 150 kg mampu menghasilkan tegangan von mises minimum  $1,238 \times 10^{-4}$  N/mm<sup>2</sup> dan tegangan maksimum yang terjadi sebesar  $2,542 \times 10$  N/mm<sup>2</sup>.

Tabel 4.9 *Displacement* pembebanan 150 kg pada *frame* bambu raw

Dengan adanya pembebanan merata yang disebabkan oleh pengemudi maka besaran peralihan minimum yaitu sebesar 0 mm dan nilai peralihan maksimum pada rangka sebesar  $5,860 \times 10^{-2} \text{ mm}$  atau sebesar 0,058 mm. Peralihan maksimum ditandai oleh daerah yang berwarna merah dan peralihan minimum ditandai daerah berwarna biru.

Tabel 4.10 *Factor of Safety* pembebanan 150 kg pada *frame* bambu raw

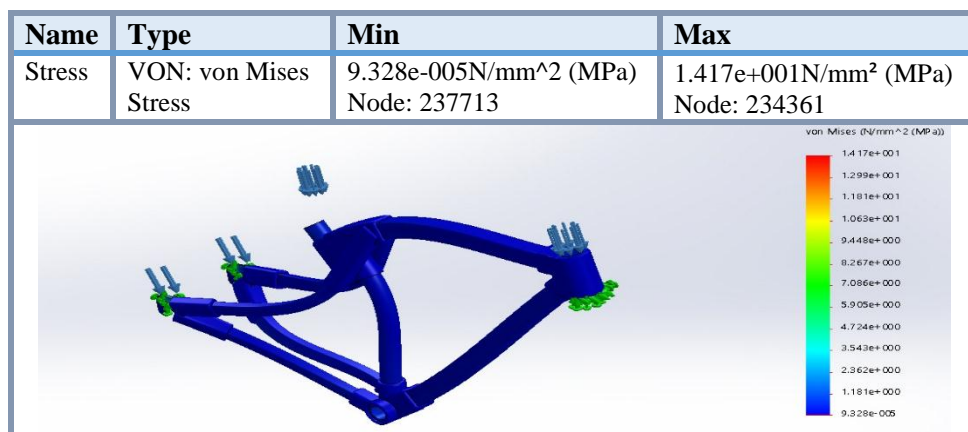
Dari hasil simulasi statik dengan pembebanan sebesar 150 kg didapatkan nilai angka factor safety sebesar 3,7.

### 4.3 Simulasi static dengan bahan utama bambu *sandwich composite non treatment*

#### 4.3.1 Pembebanan 80 kg pada rangka sepeda (bambu *sandwich composite non treatment*)

Tegangan von mises yang terjadi pada rangka sepeda bambu *non treatment* dapat dilihat pada tabel 4.11 :

Tabel 4.11 *Stress* pembebanan 80 kg pada frame bambu *sandwich non treatment*

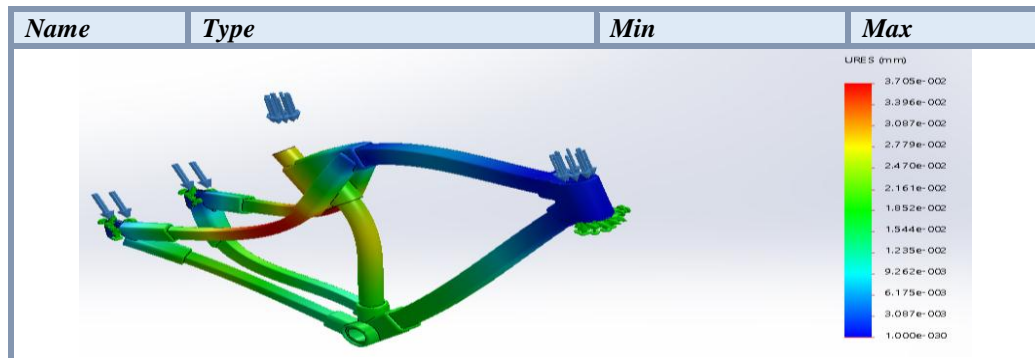


Pembebanan merata pada rangka sepeda sebesar 80 kg mampu menghasilkan tegangan von mises minimum  $1,246 \times 10^{-4}$  N/mm<sup>2</sup> dan tegangan maksimum yang terjadi sebesar  $1,416 \times 10$  N/mm<sup>2</sup>.

Tabel 4.12 *Displacement* pembebanan 80 kg pada *frame* bambu *sandwich non treatment*

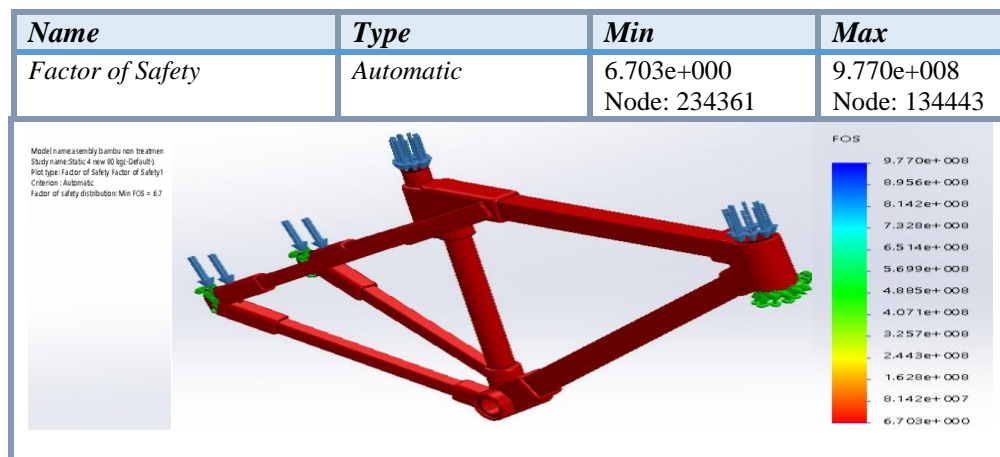
Name	Type	Min	Max
Displacement	URES: Resultant Displacement	0.000e+000mm Node: 63044	3.705e-002mm Node: 39965





Dengan adanya pembebanan merata yang disebabkan oleh pengemudi maka besaran peralihan minimum yaitu sebesar 0 mm dan nilai peralihan maksimum pada rangka sebesar  $3,706 \times 10^{-2} \text{ mm}$  atau sebesar 0,037 mm. Peralihan maksimum ditandai oleh daerah yang berwarna merah dan peralihan minimum ditandai daerah berwarna biru.

Tabel 4.13 *Factor of Safety* pembebanan 80 kg pada *frame* bambu *sandwich non treatment*



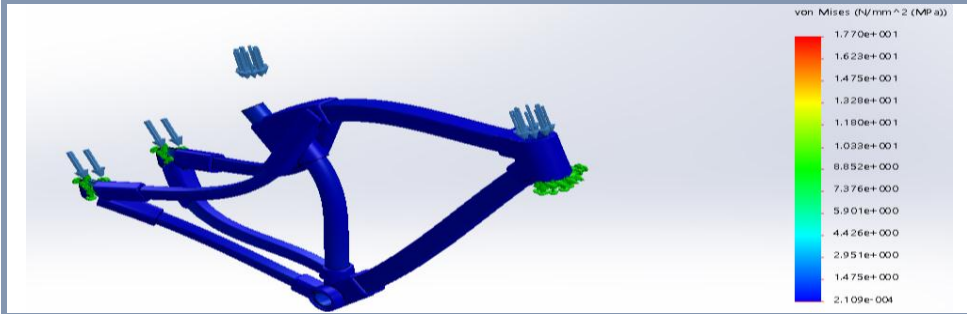
Dari hasil simulasi statik dengan pembebanan sebesar 80 kg didapatkan nilai angka *factor safety* sebesar 6,7.

#### 4.3.2 Pembebanan 100 kg pada rangka sepeda (bambu *sandwich composite non treatment*)

Tegangan von mises yang terjadi pada rangka sepeda bambu *non treatment* material dapat dilihat pada tabel 4.14 :

Tabel 4.14 *Stress* pembebanan 100 kg pada frame bambu *sandwich non treatment*

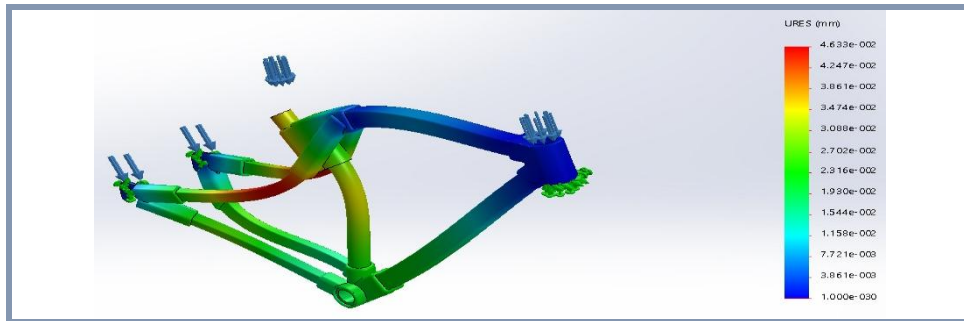
<i>Name</i>	<i>Type</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
<i>Stress</i>	<i>VON: von Mises Stress</i>	2.109e-004N/mm <sup>2</sup> (MPa) Node: 284980	1.770e+001N/mm <sup>2</sup> (MPa) Node: 234361



Pembebanan merata pada rangka sepeda sebesar 100 kg mampu menghasilkan tegangan von mises minimum  $2,109 \times 10^{-4}$  N/mm<sup>2</sup> dan tegangan maksimum yang terjadi sebesar  $1,770 \times 10$  N/mm<sup>2</sup>.

Tabel 4.15 *Displacement* pembebanan 100 kg pada frame bambu *sandwich non treatment*

<i>Name</i>	<i>Type</i>	<i>Min</i>		<i>Max</i>
<i>Displacement</i>	<i>URES: Resultant Displacement</i>	0.000e+000mm Node: 63044		4.633e-002mm Node: 333



Dengan adanya pembebanan merata yang disebabkan oleh pengemudi maka besaran peralihan minimum yaitu sebesar 0 mm dan nilai peralihan maksimum pada rangka sebesar  $4,633 \times 10^{-2} \text{ mm}$  atau sebesar 0,046 mm. Peralihan maksimum ditandai oleh daerah yang berwarna merah dan peralihan minimum ditandai daerah berwarna biru.

Tabel 4.16 *Factor of Safety* pembebanan 100 kg pada frame bambu *sandwich non treatment*

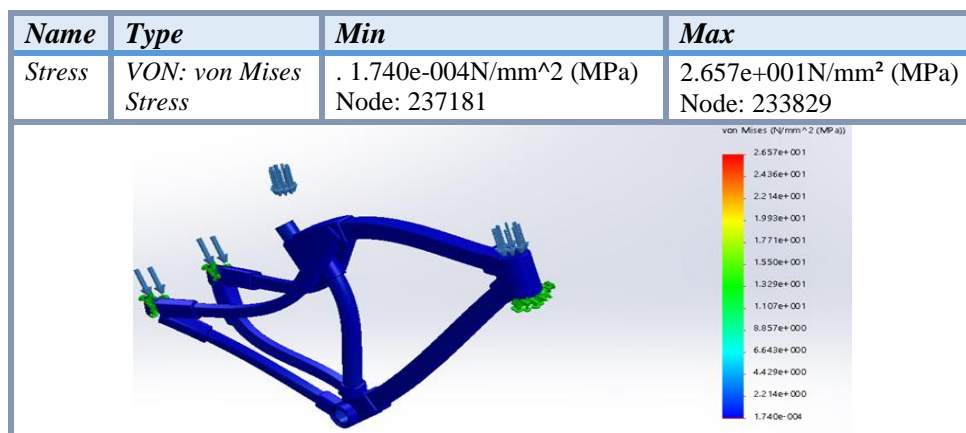
<i>Name</i>	<i>Type</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
<i>Factor of Safety</i>	<i>Automatic</i>	5.366e+000 Node: 234361	3.492e+008 Node: 143642

Dari hasil simulasi statik dengan pembebanan sebesar 100 kg didapatkan nilai angka *factor safety* sebesar 5,3.

### 4.3.3 Pembebanan 150 kg pada rangka sepeda (bambu *sandwich composite non treatment*)

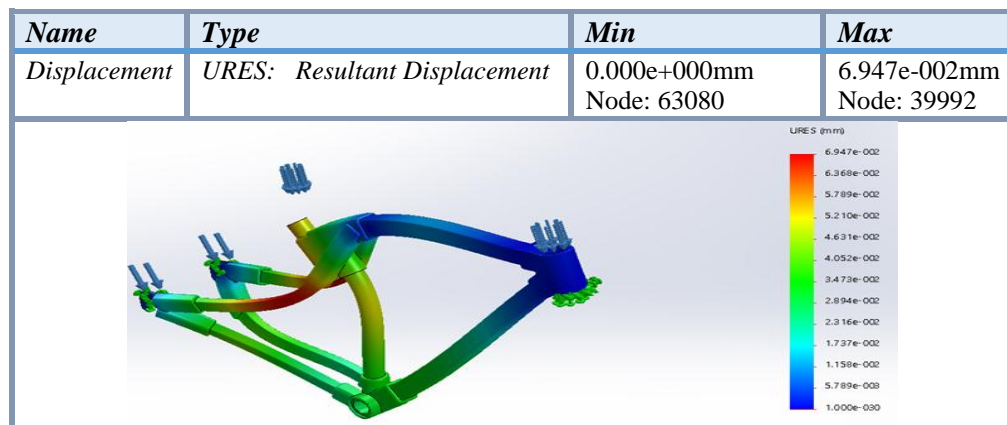
Tegangan von mises yang terjadi pada rangka sepeda bambu *non treatment* dapat dilihat pada tabel 4.17 :

Tabel 4.17 *Stress* pembebanan 150 kg pada *frame* bambu *sandwich non treatment*



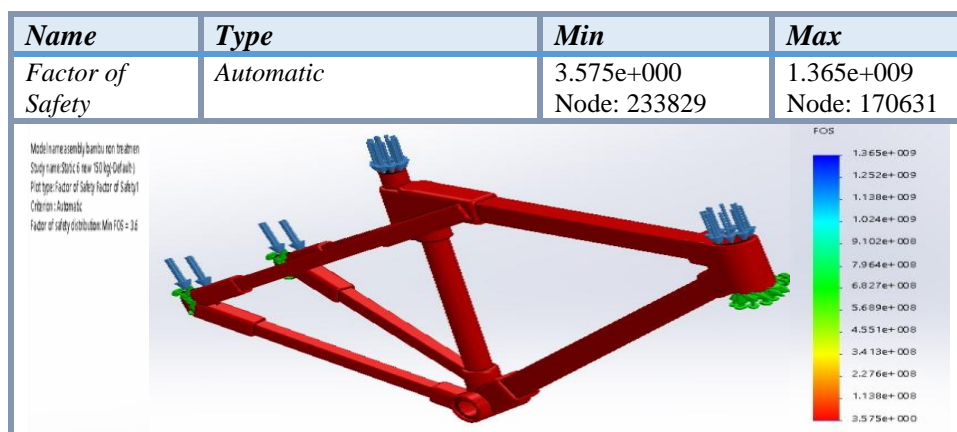
Pembebanan merata pada rangka sepeda sebesar 150 kg mampu menghasilkan tegangan von mises minimum  $1,242 \times 10^{-4}$  N/mm<sup>2</sup> dan tegangan maksimum yang terjadi sebesar  $2,657 \times 10$  N/mm<sup>2</sup>.

Tabel 4.18 *Displacement* pembebanan 150 kg pada *frame* bambu *sandwich non treatment*



Dengan adanya pembebanan merata yang disebabkan oleh pengemudi maka besaran peralihan minimum yaitu sebesar 0 mm dan nilai peralihan maksimum pada rangka sebesar  $6,947 \times 10^{-2}$  mm atau sebesar 0,069 mm. peralihan maksimum ditandai oleh daerah yang berwarna merah dan peralihan minimum ditandai daerah berwarna biru.

Tabel 4.19 *Factor of Safety* pembebanan 150 kg pada *frame* bambu *sandwich non treatment*



Dari hasil simulasi statik dengan pembebanan sebesar 150 kg didapatkan nilai angka *factor safety* sebesar 3,6.

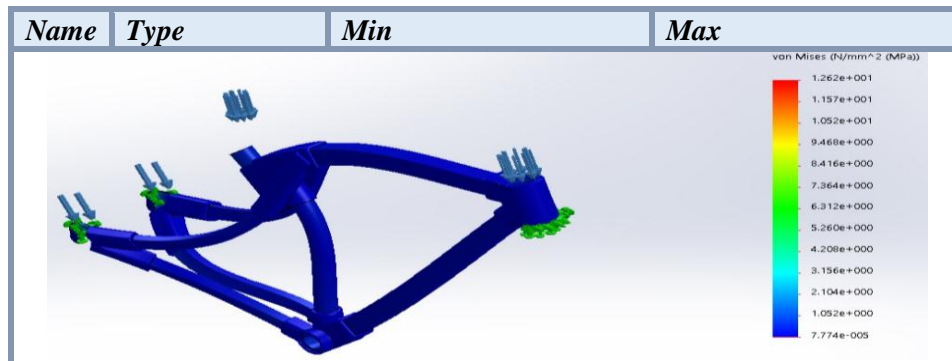
#### 4.4 Simulasi statik dengan bahan utama bambu *sandwich composite treatment*

##### 4.4.1 Pembebanan 80 kg pada rangka sepeda (*sandwich composite treatment*)

Tegangan von mises yang terjadi pada rangka sepeda bambu *sandwich* dengan *treatment* dapat dilihat pada tabel 4.20 :

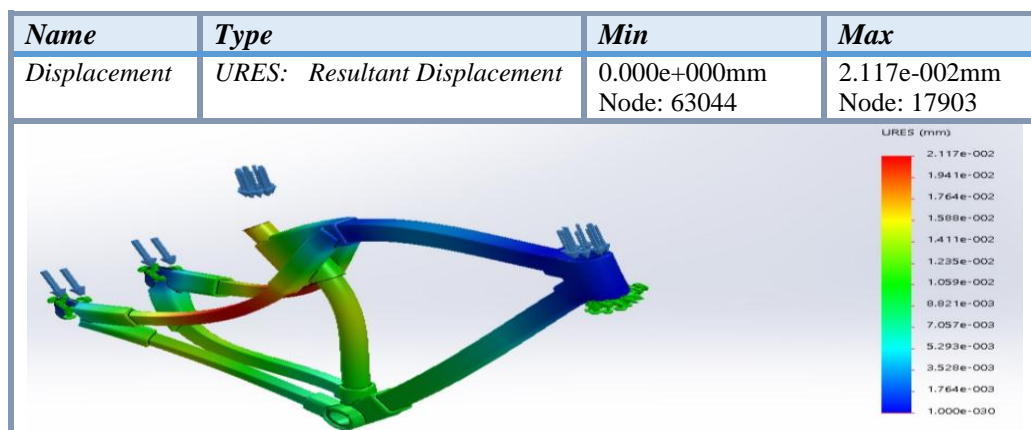
Tabel 4.20 *Stress* pembebanan 80 kg pada *frame* bambu *sandwich* dengan *treatment*

Name	Type	Min	Max
Stress	VON: von Mises Stress	7.774e-005N/mm <sup>2</sup> (MPa) Node: 237718	1.262e+001N/mm <sup>2</sup> (MPa) Node: 236529



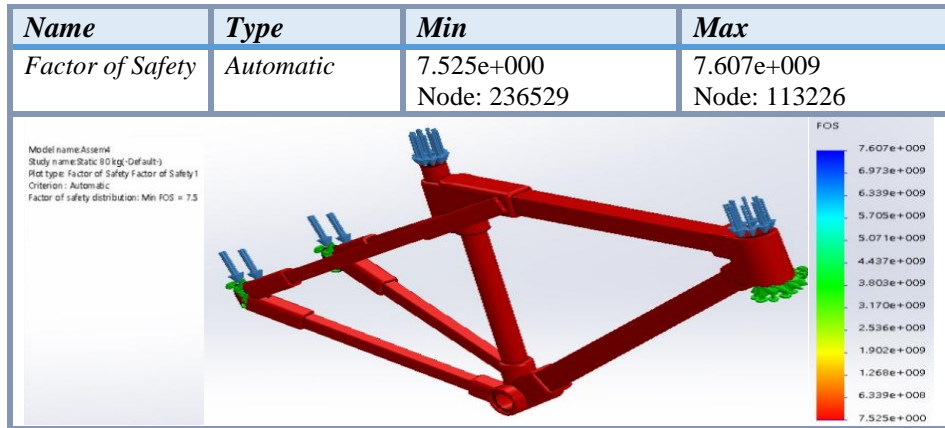
Pembebanan merata pada rangka sepeda sebesar 80 kg mampu menghasilkan tegangan von misses minimum  $7,774 \times 10^{-2} \text{N/mm}^2$  dan tegangan maksimum yang terjadi sebesar  $1,262 \times 10 \text{ N/mm}^2$ .

Tabel 4.21 *Displacement* pembebanan 80 kg pada *frame* bambu *sandwich* dengan *treatment*



Dengan adanya pembebanan merata yang disebabkan oleh pengendara maka besaran peralihan minimum yaitu sebesar 0 mm dan nilai peralihan maksimum pada rangka sebesar  $2,117 \times 10^{-2}$  mm atau sebesar 0,021 mm. peralihan maksimum ditandai oleh daerah yang berwarna merah dan peralihan minimum ditandai daerah berwarna biru.

Tabel 4.22 *Factor of Safety* pembebanan 80 kg pada *frame* bambu *sandwich* dengan *treatment*

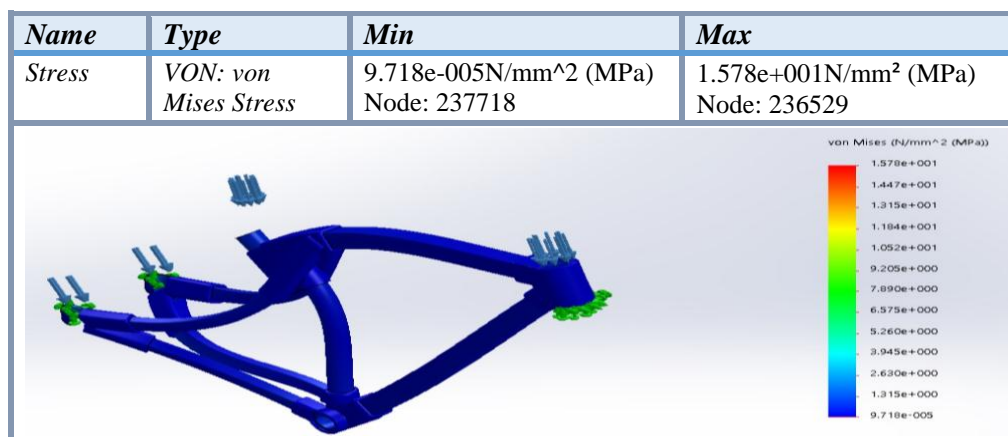


Dari hasil simulasi statik dengan pembebanan sebesar 80 kg didapatkan nilai angka *factor safety* sebesar 7.5.

#### 4.4.2 Pembebanan 100 kg pada rangka sepeda (*sandwich composite treatment*)

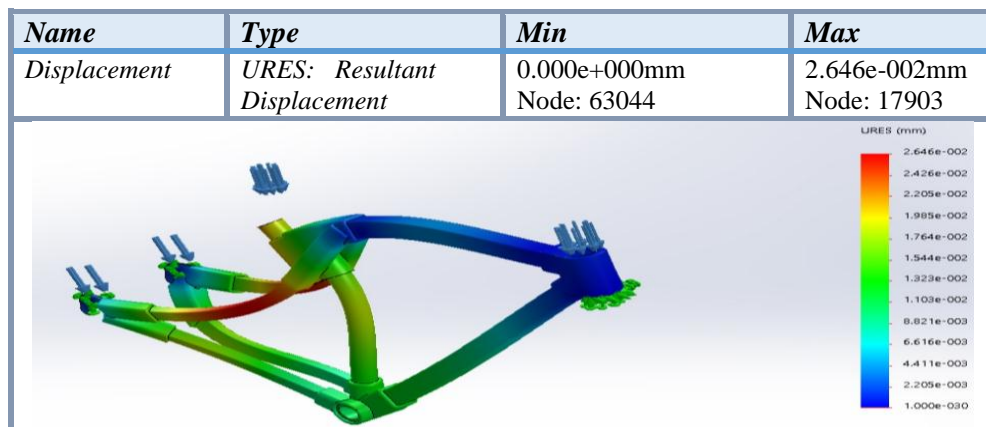
Tegangan von mises yang terjadi pada rangka sepeda Bambu *treatment* dapat dilihat pada tabel 4.23 :

Tabel 4.23 *Stress* pembebanan 100 kg pada *frame* bambu *sandwich* dengan *treatment*.



Pembebanan merata pada rangka sepeda sebesar 100 kg mampu menghasilkan tegangan von mises minimum  $9,718 \times 10^{-5} \text{N/mm}^2$  dan tegangan maksimum yang terjadi sebesar  $1,578 \times 10 \text{N/mm}^2$ .

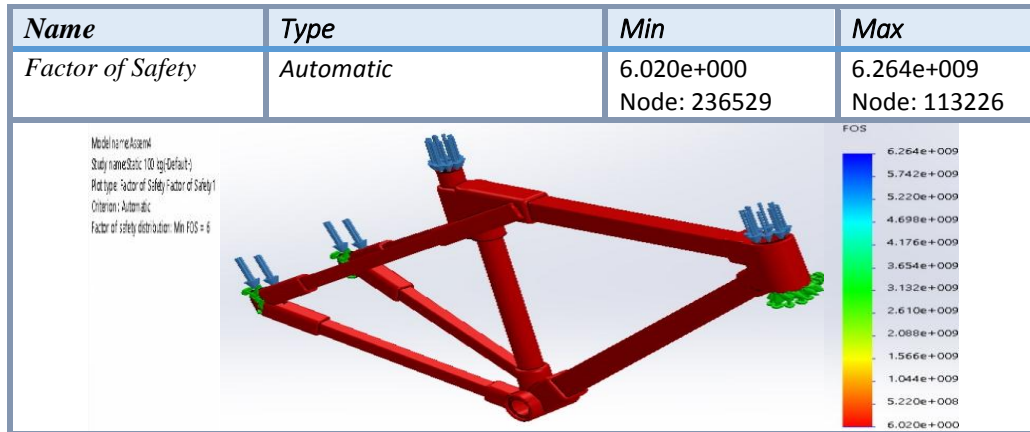
Tabel 4.24 *Displacement* pembebanan 100 kg pada *frame* bambu *sandwich* dengan *treatment*.



Dengan adanya pembebanan merata yang disebabkan oleh pengendara maka besaran peralihan minimum yaitu sebesar 0 mm dan nilai peralihan maksimum pada rangka sebesar  $2,46 \times 10^{-2} \text{mm}$  atau sebesar 0,024 mm. Peralihan maksimum ditandai oleh daerah yang berwarna merah dan peralihan minimum ditandai daerah berwarna biru.



Tabel 4.25 *Factor of Safety* pembebanan 100 kg pada *frame* bambu *sandwich* dengan *treatment*.

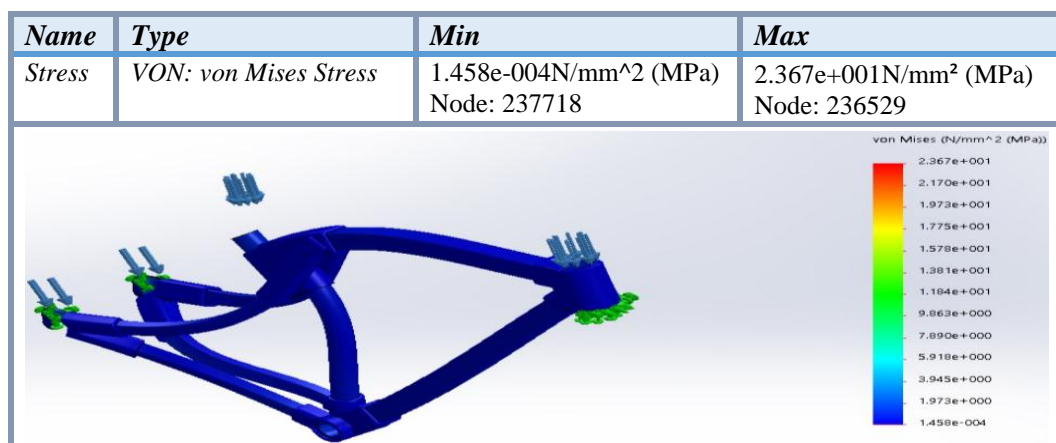


Dari hasil simulasi statik dengan pembebanan sebesar 100 kg didapatkan nilai angka *factor safety* sebesar 6.

#### 4.4.3 Pembebanan 150 kg pada rangka sepeda (*sandwich composite treatment*)

Tegangan von mises yang terjadi pada rangka sepeda bambu *treatment* dapat dilihat pada gambar :

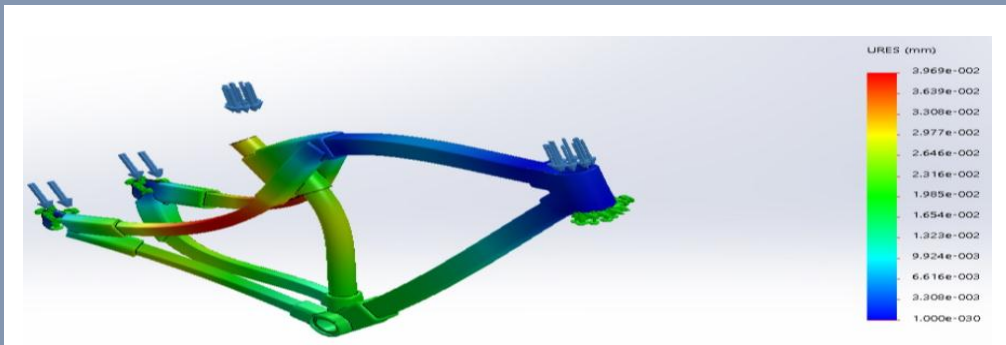
Tabel 4.25 *Stress* pembebanan 150 kg pada *frame* bambu *sandwich* dengan *treatment*.



Pembebanan merata pada rangka sepeda 150 kg mampu menghasilkan tegangan *von misses* minimum  $1,458 \times 10^{-4} \text{N/mm}^2$  dan tegangan maksimum yang terjadi sebesar  $2,376 \times 10 \text{ N/mm}^2$ .

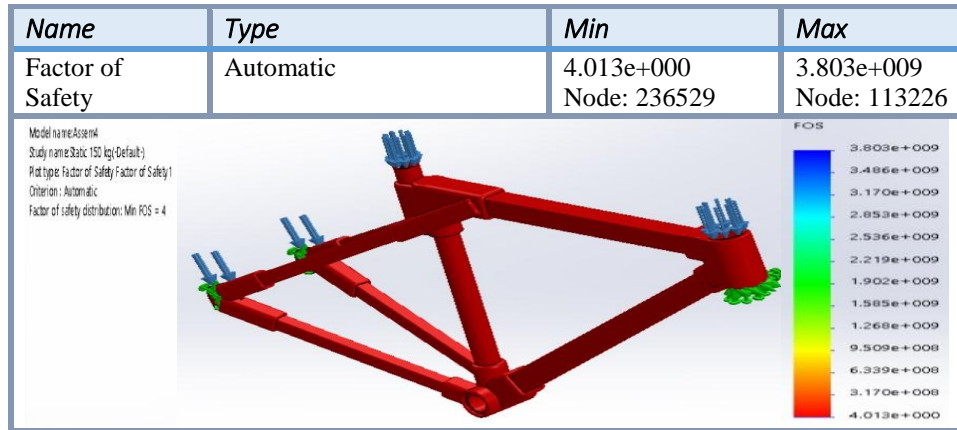
Tabel 4.26 *Displacement* pembebanan 150 kg pada frame bambu *sandwich* dengan *treatment*.

<i>Name</i>	<i>Type</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
<i>Displacement</i>	<i>URES: Resultant Displacement</i>	0.000e+000mm Node: 63044	3.969e-002mm Node: 17903



Dengan adanya pembebanan merata yang disebabkan oleh pengendara maka besaran peralihan minimum yaitu sebesar 0 mm dan nilai peralihan maksimum pada rangka sebesar  $3,969 \times 10^{-2} \text{mm}$  atau sebesar 0,039 mm. Peralihan maksimum ditandai oleh daerah yang berwarna merah dan peralihan minimum ditandai daerah berwarna biru.

Tabel 4.27 *Factor of Safety* pembebanan 150 kg pada *frame* bambu *sandwich* dengan *treatment*



Dari hasil simulasi statik dengan pembebanan sebesar 150 kg didapatkan nilai angka *factor safety* sebesar 4.

#### 4.5 Perbedaan Penggunaan Material

Dari hasil simulasi pembebanan statik dengan variasi pembebanan 80 kg, 100 kg dan 150 kg pada rangka sepeda bambu didapat kan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.28 Hasil simulasi statik

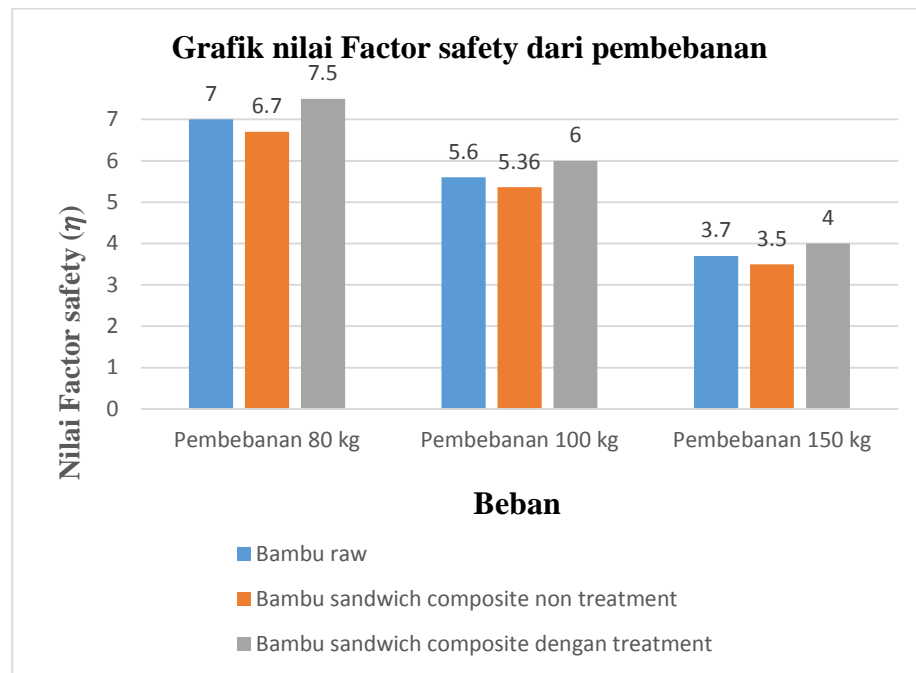
No	Jenis	$\sigma$ Tegangan Von misses (N/mm <sup>2</sup> )	$u$ Displacement (mm)
<b>1</b>	<b>Rangka utama dengan bambu raw material</b>		
	a. Pembebanan 80 kg	Min $6,589 \times 10^{-5}$ , Max $1,355 \times 10$	0 sampai 0,031
	b. Pembebanan 100 kg	Min $1,085 \times 10^{-4}$ , max $1,695 \times 10$	0 sampai 0,039
	c. Pembebanan 150 kg	Min $1,238 \times 10^{-4}$ , max $2,542 \times 10$	0 sampai 0,058
<b>2</b>	<b>Rangka utama dengan bambu non treatmen.</b>		
	a. Pembebanan 80 kg	Min $1,246 \times 10^{-4}$ , max $1,416 \times 10$	0 sampai 0,037
	b. Pembebanan 100 kg	Min $2,109 \times 10^{-4}$ , max $1,770 \times 10$	0 sampai 0,046
	c. Pembebanan 150 kg	Min $1,242 \times 10^{-4}$ , max $2,657 \times 10$	0 sampai 0,069
<b>3</b>	<b>Rangka utama dengan bambu treatmen</b>		
	a. Pembebanan 80 kg	Min $7,774 \times 10^{-2}$ , max $1,262 \times 10$	0 sampai 0,021
	b. Pembebanan 100 kg	Min $9,718 \times 10^{-5}$ , max $1,578 \times 10$	0,024
	c. Pembebanan 150 kg	Min $1,458 \times 10^{-4}$ , max $2,376 \times 10$	0 sampai 0,039

#### 4.6 Analisa *Factor Safety* Rangka Sepeda

Dari hasil simulasi statik dengan pembebanan variasi sebesar 80 kg, 100 kg, dan 150 menggunakan 3 variabel bambu didapatkan nilai angka *factor safety* sebagai berikut:

Tabel 4.29 *Factor Safety* rangka sepeda

No	Rangka sepeda	Beban (P)	Nilai <i>factor safety</i> ( $\eta$ )
1.	Bambu raw		
		a. 80 kg	7
		b. 100 kg	5,6
		c. 150 kg	3,7
2.	Bambu sandwich composite Non Treatment	Beban (P)	Nilai <i>factor safety</i> ( $\eta$ )
		a. 80 kg	6,7
		b. 100 kg	5,6
		c. 150 kg	3,5
3.	Bambu sandwich dengan Treatment	Beban (P)	Nilai <i>factor safety</i> ( $\eta$ )
		a. 80 kg	7,5
		b. 100 kg	6
		c. 150 kg	4



Gambar 4.1 Grafik nilai faktor keamanan

Dari gambar grafik diatas menunjukkan bahwa ketiga bahan tersebut yang mempunyai nilai angka faktor keamanan paling tinggi adalah bahan yang menggunakan bambu *sandwich composite* dengan *treatment* sedangkan pada bahan yang menggunakan bambu *sandwich non treatment* adalah yang mempunyai faktor keamanan terendah dari pada bahan bambu raw.

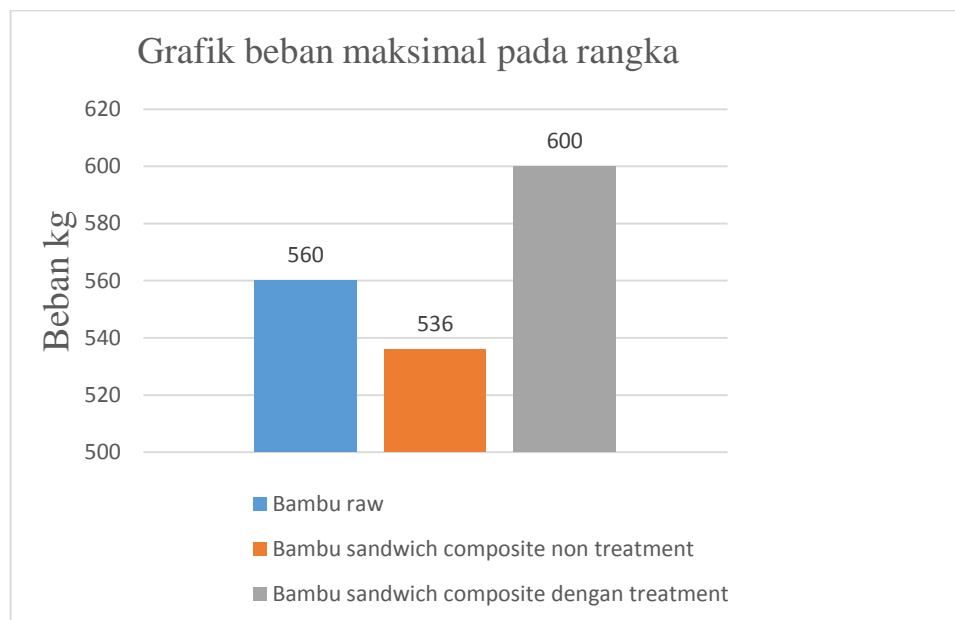
#### 4.7 Analisa Beban Maksimum dan Tegangan Maksimum

Dari simulasi dengan tiga asumsi beban 85 kg, 100 kg dan 150 kg dapat dihasilkan analisa data beban maksimum dan tegangan maksimum pada rangka sepeda bambu yang dapat dilihat pada tabel.

Tabel 4.30 Analisa beban maksimum dan tegangan maksimum

<b>Rangka sepeda dengan bahan bambu raw</b>						
$\eta$	$P_e$ (kg)	$\sigma_e$ (Mpa)	$u$ (mm)	$P_{max}$ (kg)	$\sigma_{yield}$ (Mpa)	$u_{max}$ (mm)
7	80	13,55	0,03125	560	94,85	0,218
5,6	100	16,95	0,03907	560	94,92	0,218
3,737	150	25,42	0,0586	560	94,99	0,218
<b>Rangka sepeda dengan Bambu <i>sandwich composite</i> tanpa perlakuan</b>						
$\eta$	$P_e$ (kg)	$\sigma_e$ (Mpa)	$u$ (mm)	$P_{max}$ (kg)	$\sigma_{yield}$ (Mpa)	$u_{max}$ (mm)
6,7	80	14,17	0,037	536	94,93	0,247
5,36	100	17,72	0,046	536	94,97	0,246
3,577	150	26,55	0,069	536,5	94,96	0,246
<b>Rangka sepeda dengan Bambu <i>sandwich composite</i> dengan perlakuan</b>						
$\eta$	$P_e$ (kg)	$\sigma_e$ (Mpa)	$u$ (mm)	$P_{max}$ (kg)	$\sigma_{yield}$ (Mpa)	$u_{max}$ (mm)
7,5	80	12,62	0,021	600	94,65	0,157
6	100	15,78	0,026	600	94,68	0,156
4	150	23,67	0,039	600	94,68	0,156

Pada Tabel 4.30 menunjukkan data hasil simulasi pembebanan statik , bahan bambu sandwich composite dengan perlakuan yang digunakan sebagai rangka utama sepeda adalah yang paling tinggi mampu menahan beban maksimal sebesar 600 kg, bambu raw material mampu menahan beban makasimal sebesar 560 kg, dan pada rangka sepeda yang menggunakan bahan bambu *sandwich composite* tanpa perlakuan hanya mampu menahan beban maksimal sebesar 536 kg.

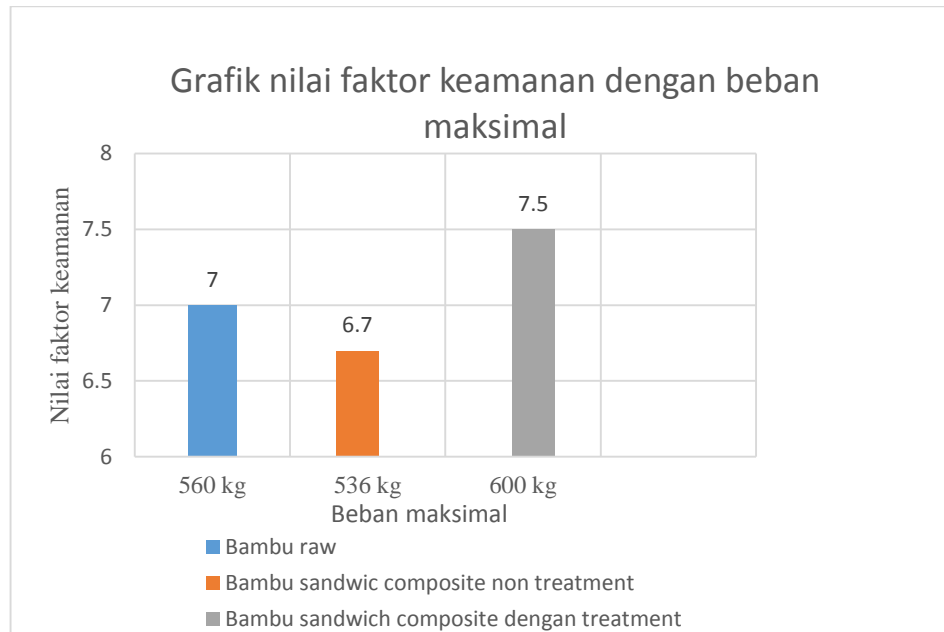


Gambar 4.2 beban maksimal pada rangka

Dari gambar grafik diatas menunjukkan bahwa beban maksimal yang paling besar yaitu pada rangka sepeda yang menggunakan bahan bambu sandwich composite dengan treatment kemudia bambu raw , sedangkan pada bambu composite non treatment jika dilihat pada grafik menunjukkan bahwa material tersebut hanya mampu menahan beban maksimal sampai 536 kg.



Jika dilihat dengan nilai faktor keamanan, dan beban maksimal dari tabel 4.30 maka dihasilkan gambar grafik sebagai berikut :



Gambar 4.3 Grafik nilai faktor keamanan dengan beban maksimal

Jika pada rangka sepeda bambu diberikan nilai faktor keamanan 4 sebagai nilai faktor keamanan pengendara maka beban maksimal dibagi nilai faktor keamanan dan didapatkan hasil sebagai berikut pada Tabel 4.31:

Tabel 4.31 Beban maksimum dengan nilai faktor keamanan 4

No	Material rangka utama sepeda	$P_{max}$ (kg)	Faktor keamanan ( $\eta$ )	$P_e$ (kg)
1.	Bambu raw	560	4	140
2.	Bambu sandwich composite tanpa perlakuan	536	4	134
3.	Bambu sandwich composite dengan perlakuan	600	4	150