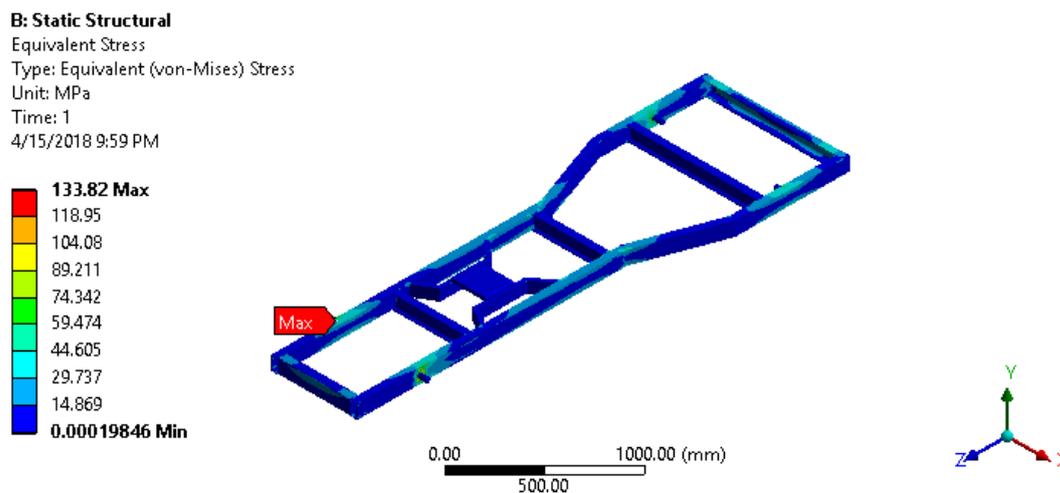


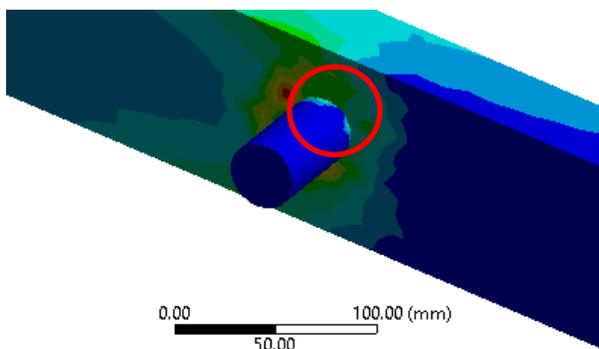
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Distribusi tegangan dan ratio tegangan per massa pada *chassis* traktor mini

Output yang dikeluarkan dari hasil simulasi adalah distribusi dan besaran tegangan yang terjadi pada struktur *chassis*. Dari distribusi dan besaran tegangan tersebut dianalisis kekuatannya dari segi material, apakah masih dalam batas aman kriteria *yield* atau tidak. Struktur *chassis* akan di analisis menggunakan kriteria kegagalan yaitu menggunakan teori kegagalan *von mises*. Sedangkan ratio tegangan per massa ialah tegangan yang terjadi pada struktur *chassis* dibagi dengan massa total geometri *chassis*. Total model *chassis* yang disimulasikan untuk mengamati sebaran dan besaran tegangan ialah sebanyak 25 model.

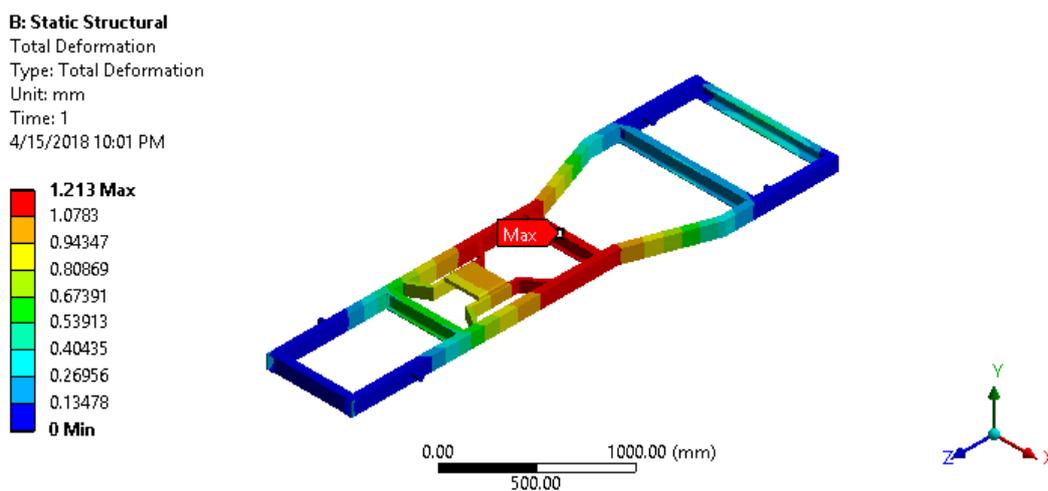


Gambar 4.1 Distribusi tegangan von mises pada desain *chassis* model ke-1



Gambar 4.2 Tegangan maksimal pada desain *chassis* model ke-1

Pada Gambar 4.1 menunjukkan sebaran tegangan yang terjadi pada *chassis* traktor mini saat terkena pembebanan. Dari segi visual terdapat perbedaan kontur warna yang terlihat pada hasil simulasi. Perbedaan kontur warna tersebut memiliki artian yaitu perbedaan nilai tegangan yang terjadi pada tiap daerah warna yang berbeda. Keterangan warna dengan nilai tegangan yang terjadi dapat dilihat di sisi kiri pada Gambar 4.1. Warna merah menunjukkan nilai tegangan tertinggi sementara warna biru menunjukkan nilai tegangan terendah. Pada desain *chassis* model ke-1 memiliki nilai tegangan tertinggi yaitu sebesar 133,82 Mpa. Daerah tegangan yang memiliki tegangan paling kritis ialah pada daerah sekitar sisi kanan tumpuan (*fixed support*) bagian depan seperti yang terlihat pada Gambar 4.2. Hal ini terjadi dikarenakan bagian tumpuan merupakan suatu komponen reaksi yang menahan semua beban aksi dari *chassis*. Maka sudah terlihat jelas bahwa daerah sekitar tumpuan akan menerima tegangan paling besar.



Gambar 4.3 Deformasi yang terjadi pada desain *chassis* model 1

Ketika suatu struktur mengalami tegangan maka secara tidak langsung struktur tersebut juga mengalami perubahan bentuk atau biasa disebut sebagai deformasi. Jika *chassis* pada Gambar 4.3 di tinjau tegak lurus dari sisi depan, maka *chassis* akan terlihat seperti batang sederhana dengan dua tumpuan jepit yang menerima beban lateral. Alhasil *chassis* akan mengalami defleksi ke arah sumbu $-y$ (tanda minus menunjukkan arah kebawah). Pada Gambar 4.3 menunjukkan nilai deformasi maksimum yang terjadi pada *chassis* sebesar 1,213 mm di bagian tengah dari *chassis* dan deformasi minimum sebesar 0 mm dibagian tumpuan.

Sedangkan untuk nilai ratio tegangan per massa dan deformasi pada masing-masing model *chassis* dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1
Data Ratio tegangan per massa pada tiap Model *Chassis* Traktor Mini

Model ke-n	Total deformasi (mm)	Tegangan Mak.(MPa)	Massa (kg)	Ratio Tegangan perMassa(MPa/kg)	Momen Inersia (mm ⁴)
1	1.21	133.8157	138.9276	0.963205	1736666.667
2	1.79	193.0274	131.1164	1.472184	1591965.75
3	1.43	159.9733	133.1351	1.201586	1591965.75
4	1.52	164.5099	144.6268	1.137479	1875517.417
5	1.21	131.8455	146.7079	0.898694	1875517.417
6	2.68	196.0457	123.3048	1.589927	849166.6667
7	1.36	159.8382	144.1351	1.108947	2432500
8	1.69	153.109	133.72	1.144997	1130833.333
9	0.89	122.4048	154.5503	0.792006	3094166.667
10	1.81	182.3738	132.7272	1.374049	1510833.333
11	1.54	152.2924	134.7534	1.130156	1510833.333
12	1.49	155.9934	143.1199	1.089949	1962500
13	1.22	123.4468	145.194	0.85022	1962500
14	1.99	189.5165	122.732	1.544149	910470.75
15	1.69	143.8056	134.1887	1.071667	1065679.083
16	1.02	142.0666	141.4793	1.004151	2527260.75
17	0.86	126.319	157.102	0.804057	2991155.75
18	2.43	194.6639	127.5309	1.526406	990000
19	1.95	163.8816	129.5331	1.265171	990000
20	1.27	153.8142	148.3162	1.037069	2763333.333
21	1.01	140.1479	150.4143	0.931746	2763333.333
22	1.94	176.8845	127.4188	1.388214	1386608.25
23	1.65	162.3514	139.917	1.160341	1629658.25
24	1.25	141.6507	136.7925	1.035515	1797323.25
25	1.06	122.1168	151.3737	0.806724	2121376.583

Pada Tabel 4.1 menunjukkan besarnya ratio tegangan per massa maksimum yang terjadi pada masing-masing model variasi penelitian. Nilai tertinggi dari ratio tegangan per massa maksimum terdapat pada model ke-6 yaitu sebesar 1.59 MPa/kg, sedangkan nilai terendah dari ratio tegangan per massa maksimum terdapat pada model ke-9 yaitu sebesar 0.79 MPa/kg. Hal ini terjadi dikarenakan pada model ke-6 nilai tegangan kerja maksimum yang terjadi pun tinggi senilai 196, 04 MPa dengan nilai massa sebesar 123,3 kg. Nilai tinggi dari tegangan tersebut akibat ukuran tinggi dan lebar profil rendah yaitu besar ukurannya masing-masing 80 mm dan 40 mm. Karena semakin kecil ukuran tinggi dan lebar profil

menyebabkan momen inersia penampang menjadi kecil sehingga nilai ratio tegangan per massa yang terjadi semakin besar. Sedangkan semakin besar ukuran tinggi dan lebar profil akan mengakibatkan sebaliknya yaitu momen inersia penampang menjadi besar sehingga nilai ratio tegangan per massa semakin kecil seperti pada model 9. Hal ini sesuai dengan landasan teori tentang tegangan lentur seperti pada persamaan (4-1) dan persamaan (4-2). Ilustrasi penampang profil pada persamaan (4-2) dapat dilihat pada Gambar 4.4.

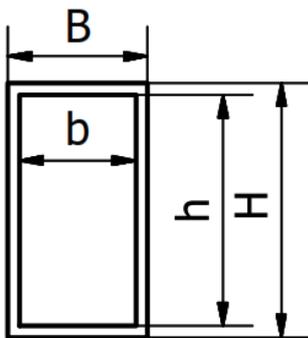
$$\sigma = \frac{My}{I} \dots\dots\dots (4-1)$$

$$I = \frac{B.H^3}{12} - \frac{b.h^3}{12} \dots\dots\dots (4-2)$$

dengan:

σ = Tegangan (MPa)

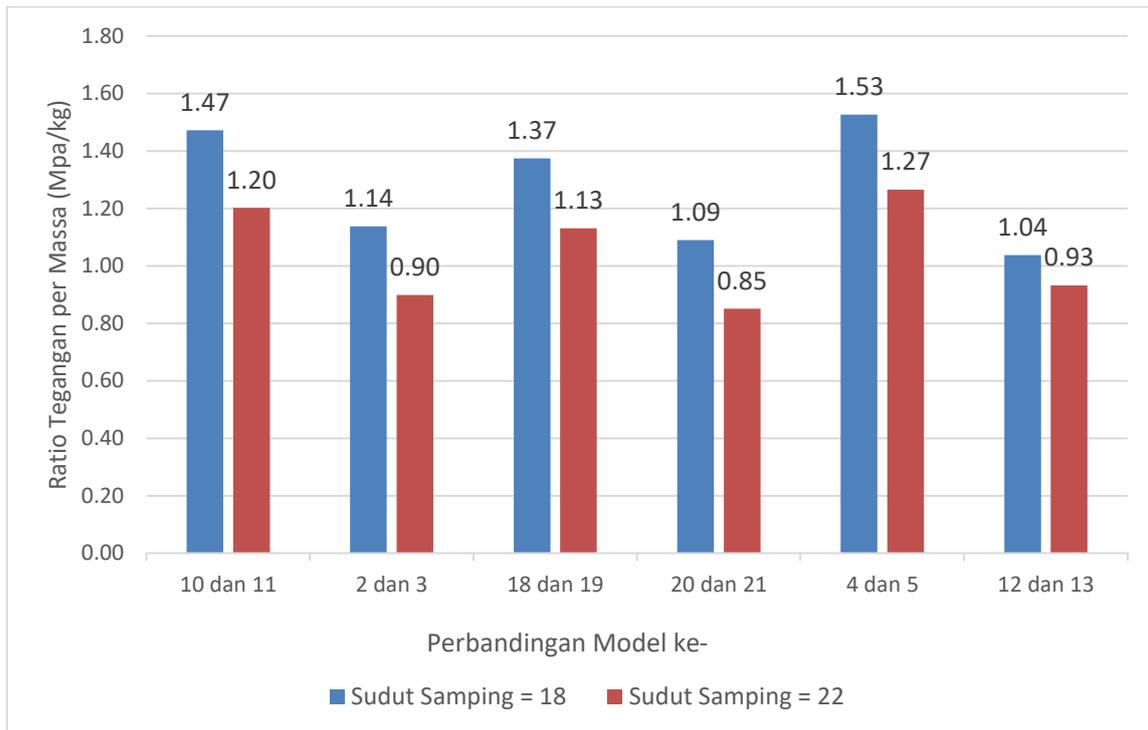
I = Momen inersia penampang (mm⁴)



Gambar 4.4 Penampang pada rectangular hollow section

Dari 25 model dalam penelitian ini, hanya 12 model yang di amati untuk mengetahui pengaruh salah satu variabel bebas terhadap ratio tegangan per massanya. Hal ini dikarenakan untuk mengetahui pengaruh satu variabel bebas terhadap variabel terikat maka 3 variabel lainnya harus dikontrol tetap. Oleh karena itu dalam penelitian ini sebanyak total 12 model akan diamati untuk mengetahui pengaruh dari tiap variabel bebas seperti sudut samping, tebal profil, tinggi profil dan lebar profil terhadap variabel terikat (variabel yang diamati) yaitu ratio tegangan per massanya.

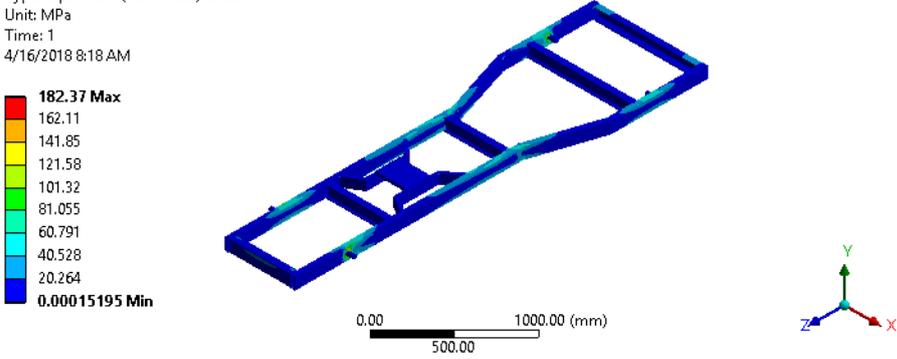
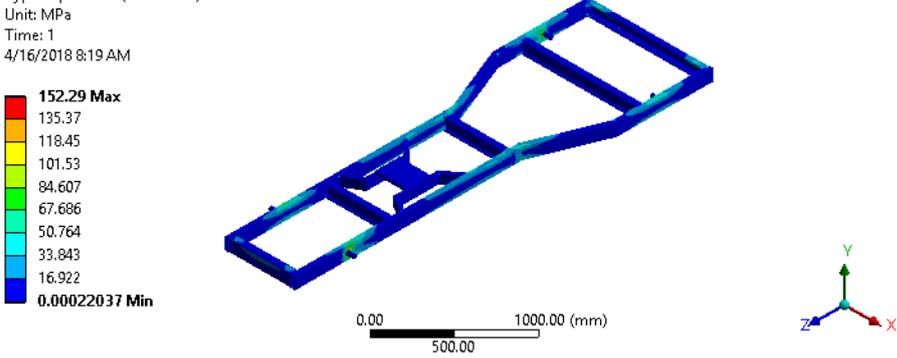
4.1.1 Pengaruh sudut sampung *chassis* terhadap ratio tegangan per massa



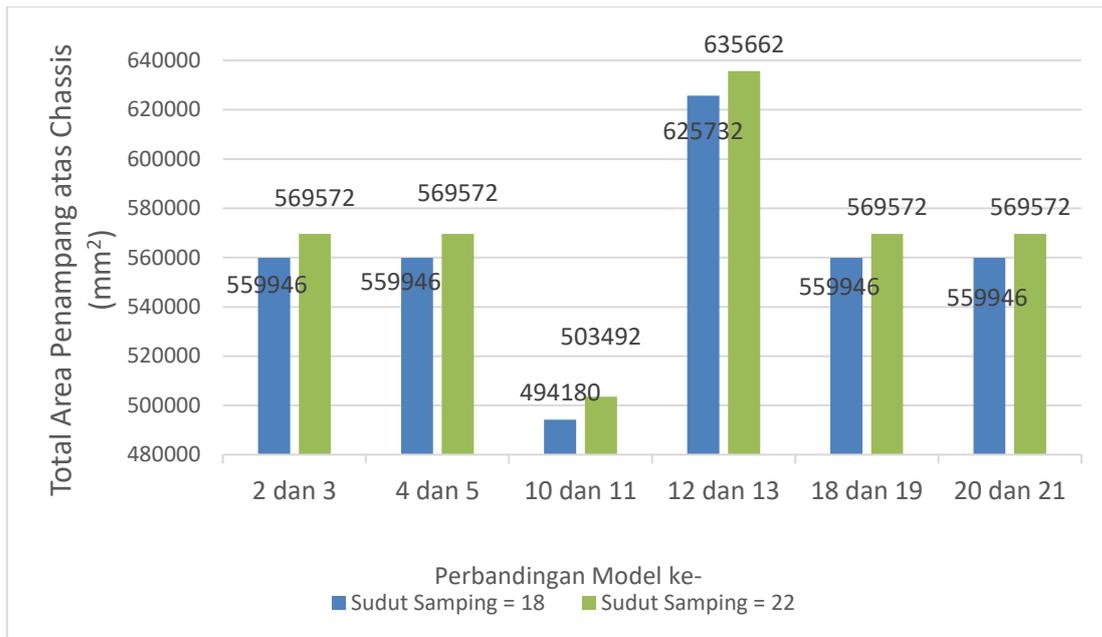
Gambar 4.5 Diagram Sudut Sampung *Chassis* terhadap Ratio tegangan per massa

Pada Gambar 4.5 menunjukkan diagram batang 12 model desain *chassis* yang dapat diamati pengaruh variabel bebas sudut sampung *chassis* terhadap ratio tegangan per massa dari *chassis*. Dari 12 model tersebut, tiap dua model *chassis* memiliki nilai sudut sampung *chassis* yang berubah namun nilai variabel bebas lainnya tetap. Dari Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa besarnya ukuran sudut sampung *chassis* akan mempengaruhi nilai ratio tegangan per massa dari *chassis* yaitu semakin besar ukuran sudut sampung *chassis* akan menyebabkan nilai ratio tegangan per massanya semakin kecil. Setiap peningkatan ukuran sudut akan memiliki distribusi tegangan yang berbeda. Untuk melihat perbedaan distribusi tegangan yang terjadi pada *chassis* yang mengalami peningkatan ukuran sudut, dapat ditunjukkan sampel model ke-10 dan model ke-11 pada Tabel 4.2.

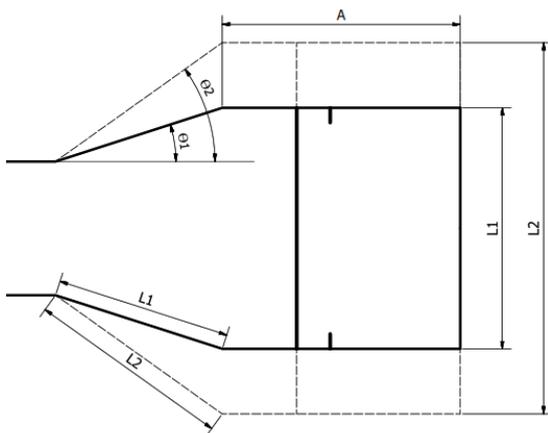
Tabel 4.2
Distribusi tegangan pada sampel model yang mengalami peningkatan ukuran sudut

Model ke-	Visual
10	<p>B: Static Structural Equivalent Stress Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1 4/16/2018 8:18 AM</p> 
11	<p>B: Static Structural Equivalent Stress Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1 4/16/2018 8:19 AM</p> 

Peningkatan dari ukuran sudut samping *chassis* menyebabkan nilai dari ratio tegangan per massa mengalami penurunan dikarenakan tegangan von mises yang terjadi pada *chassis* tersebut juga mengalami penurunan. Hal ini terjadi disebabkan oleh semakin besar dari ukuran sudut samping *chassis* akan menyebabkan luas area permukaan yang terkena oleh beban akan semakin meningkat sehingga tegangan yang terjadi pada *chassis* pun menjadi menurun. Untuk melihat data luas permukaan penampang atas *chassis* akibat peningkatan sudut dapat ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Diagram luas permukaan penampang atas chassis akibat peningkatan sudut samping



Gambar 4.7 Sketsa rangka chassis akibat peningkatan ukuran sudut samping

Keterangan:

----- = Sesudah peningkatan sudut

———— = Sebelum peningkatan sudut

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (4-3)$$

dengan:

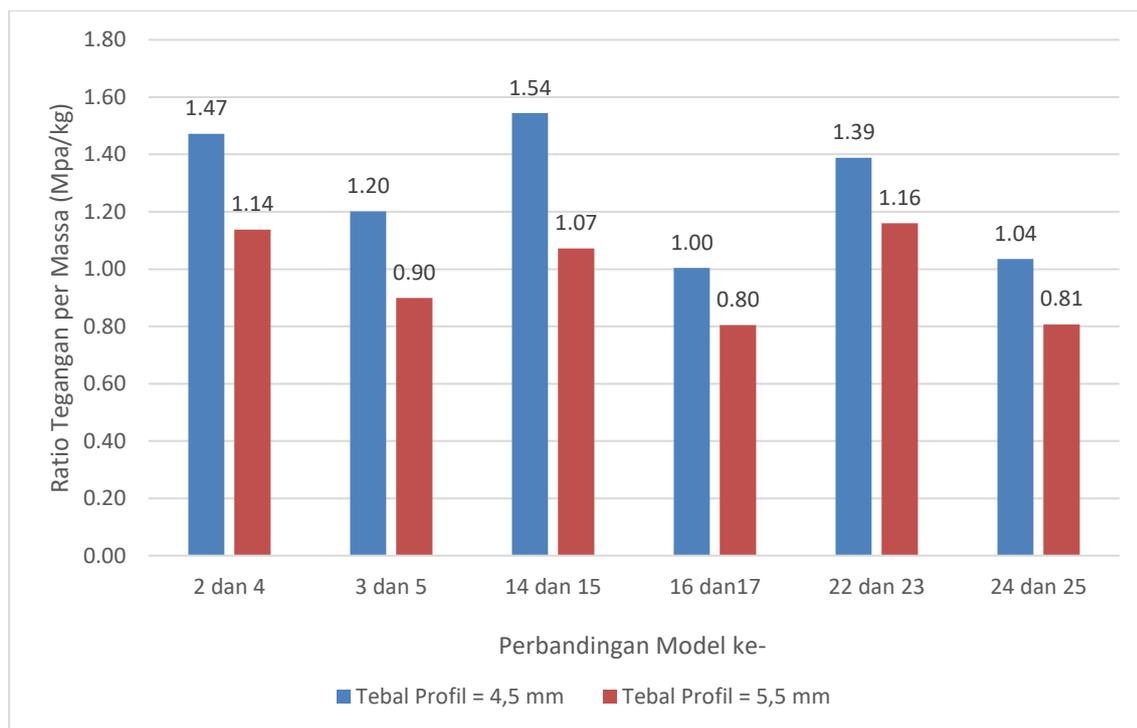
σ = Tegangan (Mpa)

P = Gaya yang diaplikasikan (kN)

A = Luas penampang (mm²)

Dapat dilihat dari Gambar 4.7 bahwa Θ_1 adalah nilai sudut yang kecil, Θ_2 adalah nilai sudut yang besar, L_1 adalah panjang dimensi dari nilai sudut kecil, L_2 adalah panjang dimensi dari nilai sudut besar dan A adalah ukuran dimensi yang nilainya dikontrol yang tetap. Pada Gambar 4.7 menjelaskan bahwa ketika ukuran sudut samping pada *chassis* semakin besar, maka baik dimensi panjang *crossbeam* maupun dimensi sisi miring pada rangka *chassis* akan mengalami pertambahan panjang. Pertambahan panjang dari kedua dimensi tersebut mengakibatkan luas permukaan pada bagian atas yang terkena beban akan semakin meningkat sehingga tegangan yang terjadi akan menurun sesuai landasan teori tentang tegangan seperti pada persamaan (4-3). Dari penjelasan tersebut dapat dikatakan bahwa peningkatan dari ukuran sudut samping akan menurunkan tegangan sehingga ratio tegangan per massa yang terjadi pada *chassis* traktor mini menjadi turun.

4.1.2 Pengaruh Tebal Profil *Chassis* terhadap Ratio Tegangan per Massa

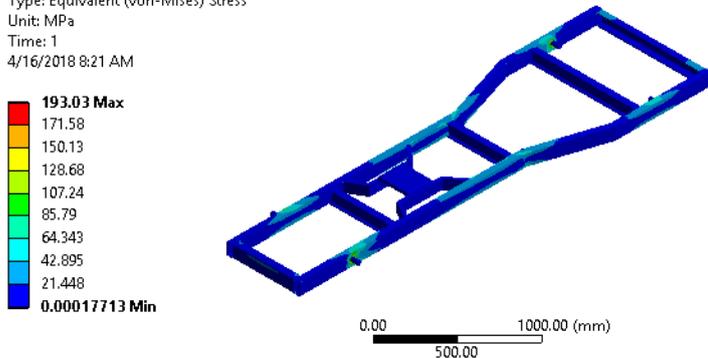
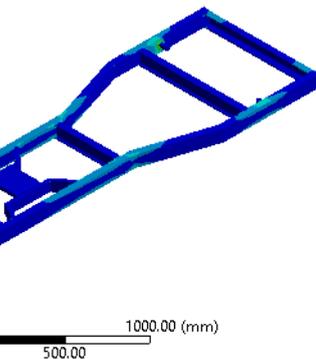


Gambar 4.8 Diagram Tebal Profil *Chassis* terhadap Ratio tegangan per massa

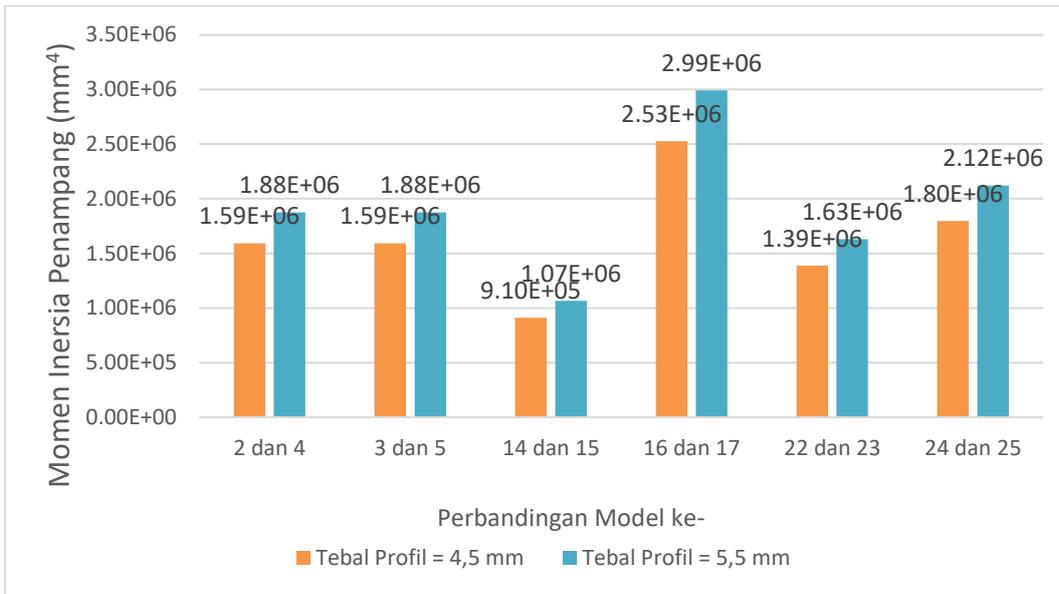
Pada Gambar 4.8 menunjukkan diagram batang 12 model desain *chassis* yang dapat diamati pengaruh variabel bebas tebal profil terhadap ratio tegangan per massa dari *chassis*. Dari 12 model tersebut, tiap dua model *chassis* memiliki tebal profil *chassis* yang berubah namun nilai variabel bebas lainnya tetap. Dari Gambar 4.8 juga dapat dilihat bahwa besarnya

ukuran lebar profil *chassis* akan mempengaruhi nilai ratio tegangan per massa dari *chassis* yaitu semakin besar ukuran tebal profil *chassis* akan menyebabkan nilai ratio tegangan per massanya semakin kecil. Setiap peningkatan ukuran lebar profil akan memiliki distribusi tegangan yang berbeda. Untuk melihat perbedaan distribusi tegangan yang terjadi akibat peningkatan ukuran tebal profil dapat ditunjukkan sampel model ke-2 dan model ke-4 pada Tabel 4.3.

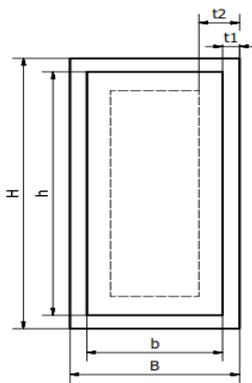
Tabel 4.3
Distribusi tegangan pada sampel model yang mengalami peningkatan ukuran tebal profil

Model ke-	Visual
2	<p>B: Static Structural Equivalent Stress Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1 4/16/2018 8:21 AM</p>  <p>193.03 Max 171.58 150.13 128.68 107.24 85.79 64.343 42.895 21.448 0.00017713 Min</p>
4	<p>B: Static Structural Equivalent Stress Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1 4/16/2018 8:22 AM</p>  <p>164.51 Max 146.23 127.95 109.67 91.395 73.116 54.837 36.558 18.279 0.00027551 Min</p>

Peningkatan dari ukuran tebal profil *chassis* menyebabkan nilai dari ratio tegangan per massa mengalami penurunan dikarenakan tegangan von mises yang terjadi pada *chassis* tersebut juga mengalami penurunan. Hal ini terjadi disebabkan oleh semakin besar ukuran tebal profil *chassis* maka momen inersia penampang akan semakin meningkat sehingga nilai tegangan yang terjadi akan mengalami penurunan. Pada Gambar 4.9 merupakan data grafik momen inersia penampang akibat peningkatan tebal profil.



Gambar 4.9 Diagram momen inersia penampang akibat peningkatan tebal profil



Gambar 4.10 Sketsa peningkatan ukuran tebal profil

Keterangan:

----- = Sesudah peningkatan tebal

———— = Sebelum peningkatan tebal

Dapat dilihat pada Gambar 4.10 bahwa t_1 adalah ukuran tebal profil yang kecil dan t_2 adalah ukuran tebal profil yang besar. B dan H adalah dimensi yang nilainya dikontrol tetap sedangkan b dan h adalah dimensi yang ukurannya berubah sesuai dari ukuran ketebalan profil. Maka ketika ukuran tebal profil semakin besar akan menyebabkan nilai b dan h semakin kecil.

$$\sigma = \frac{M y}{I} \dots\dots\dots (4-4)$$

$$I = \frac{B.H^3}{12} - \frac{b.h^3}{12} \dots\dots\dots (4-5)$$

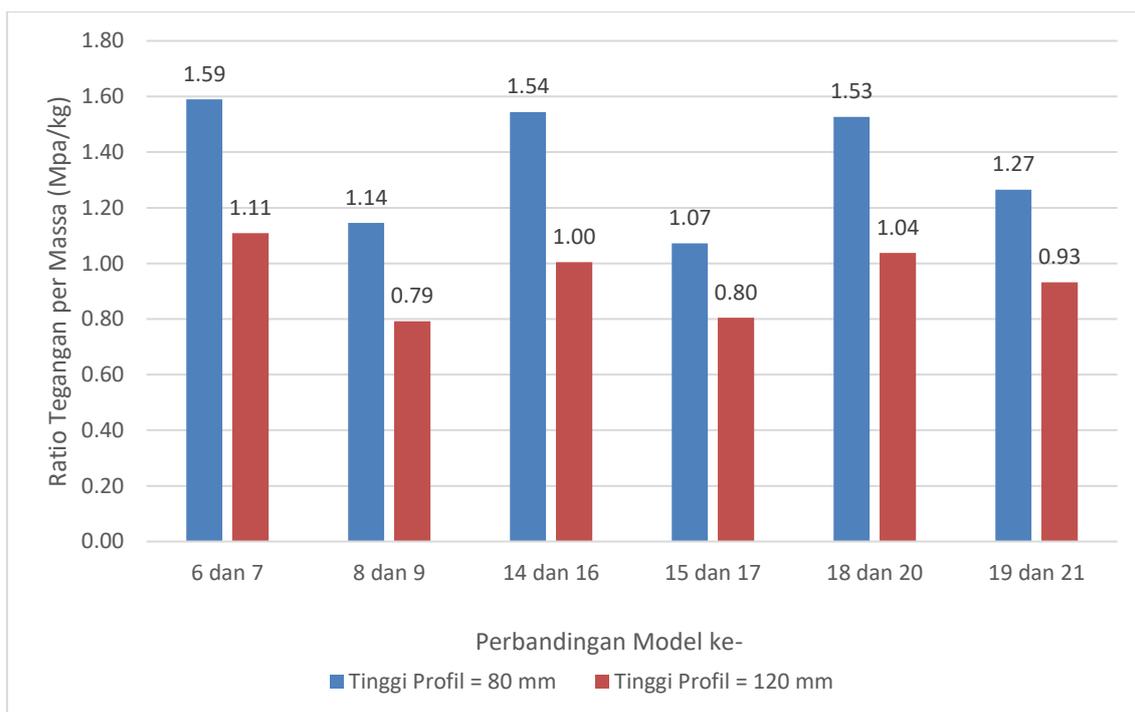
dengan:

σ = Tegangan (MPa)

I = Momen inersia penampang (mm^4)

Pada persamaan (4-5) nilai b dan h semakin kecil akan menyebabkan momen inersia penampang semakin besar. Pada persamaan (4-4) tentang teori tegangan lentur menjelaskan bahwa tegangan berbanding terbalik dengan momen inersia penampang sehingga semakin tinggi momen inersia penampang maka nilai tegangan yang terjadi pada *chassis* akan mengalami penurunan. Dari penjelasan tersebut dapat dikatakan bahwa peningkatan dari ukuran tebal profil akan menurunkan tegangan sehingga ratio tegangan per massa yang terjadi pada *chassis* traktor mini menjadi turun.

4.1.3 Pengaruh Tinggi Profil *Chassis* terhadap Ratio tegangan per massa

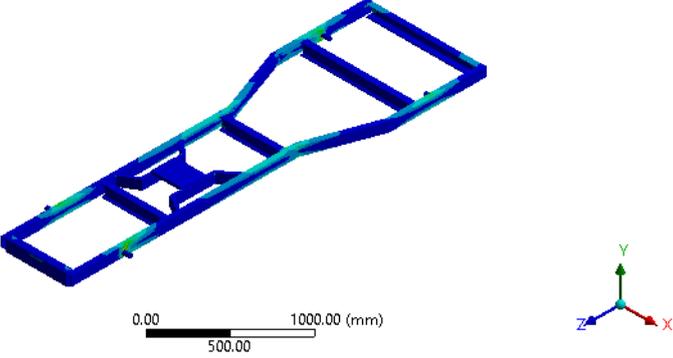
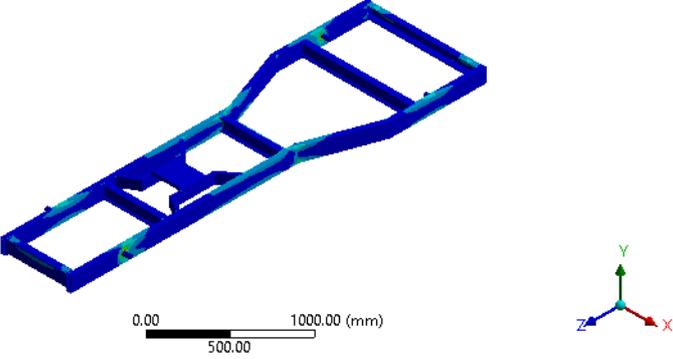


Gambar 4.11 Diagram tinggi profil *chassis* terhadap ratio tegangan per massa

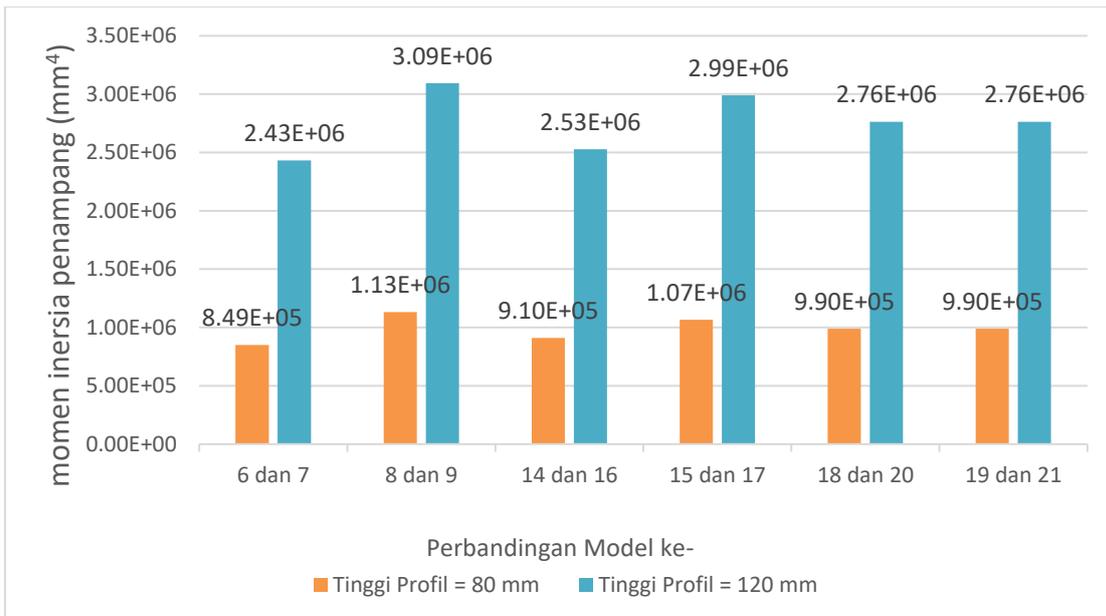
Pada Gambar 4.11 menunjukkan diagram batang 12 model desain *chassis* yang dapat diamati pengaruh variabel bebas tinggi profil terhadap ratio tegangan per massa dari *chassis*. Dari 12 model tersebut, tiap dua model *chassis* memiliki tinggi profil *chassis* yang berubah namun nilai variabel bebas lainnya tetap. Dari Gambar 4.11 juga dapat dilihat bahwa besarnya ukuran tinggi profil *chassis* akan mempengaruhi nilai ratio tegangan per massa dari

chassis yaitu semakin besar ukuran tinggi profil *chassis* akan menyebabkan nilai ratio tegangan per massanya semakin kecil. Setiap peningkatan ukuran tinggi profil akan memiliki distribusi tegangan yang berbeda. Untuk melihat perbedaan distribusi tegangan yang terjadi akibat peningkatan ukuran tinggi profil dapat ditunjukkan sampel model ke-6 dan model ke-7 pada Tabel 4.4.

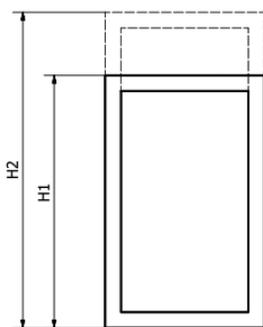
Tabel 4.4
Distribusi tegangan pada sampel model yang mengalami peningkatan ukuran tinggi profil

Model ke-	Visual
6	<p>B: Static Structural Equivalent Stress Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1 4/16/2018 8:23 AM</p> <p>196.05 Max 174.26 152.48 130.7 108.91 87.132 65.349 43.566 21.783 0.00020194 Min</p> 
7	<p>B: Static Structural Equivalent Stress Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1 4/16/2018 8:24 AM</p> <p>159.84 Max 142.08 124.32 106.56 88.799 71.039 53.28 35.52 17.76 0.00018117 Min</p> 

Peningkatan dari ukuran tinggi profil *chassis* menyebabkan nilai dari ratio tegangan per massa mengalami penurunan dikarenakan tegangan von mises yang terjadi pada *chassis* tersebut juga mengalami penurunan. Hal ini terjadi disebabkan oleh semakin besar ukuran tinggi profil *chassis* maka momen inersia penampang akan semakin meningkat sehingga nilai tegangan yang terjadi akan mengalami penurunan. Pada Gambar 4.12 merupakan data grafik momen inersia penampang akibat peningkatan tinggi profil.



Gambar 4.12 Diagram momen inersia penampang akibat peningkatan tinggi profil



Gambar 4.13 Sketsa peningkatan tinggi profil

Keterangan:

----- = Sesudah peningkatan tinggi

———— = Sebelum peningkatan tinggi

$$\sigma = \frac{M y}{I} \dots\dots\dots (4-6)$$

$$I = \frac{B.H^3}{12} - \frac{b.h^3}{12} \dots\dots\dots (4-7)$$

dengan:

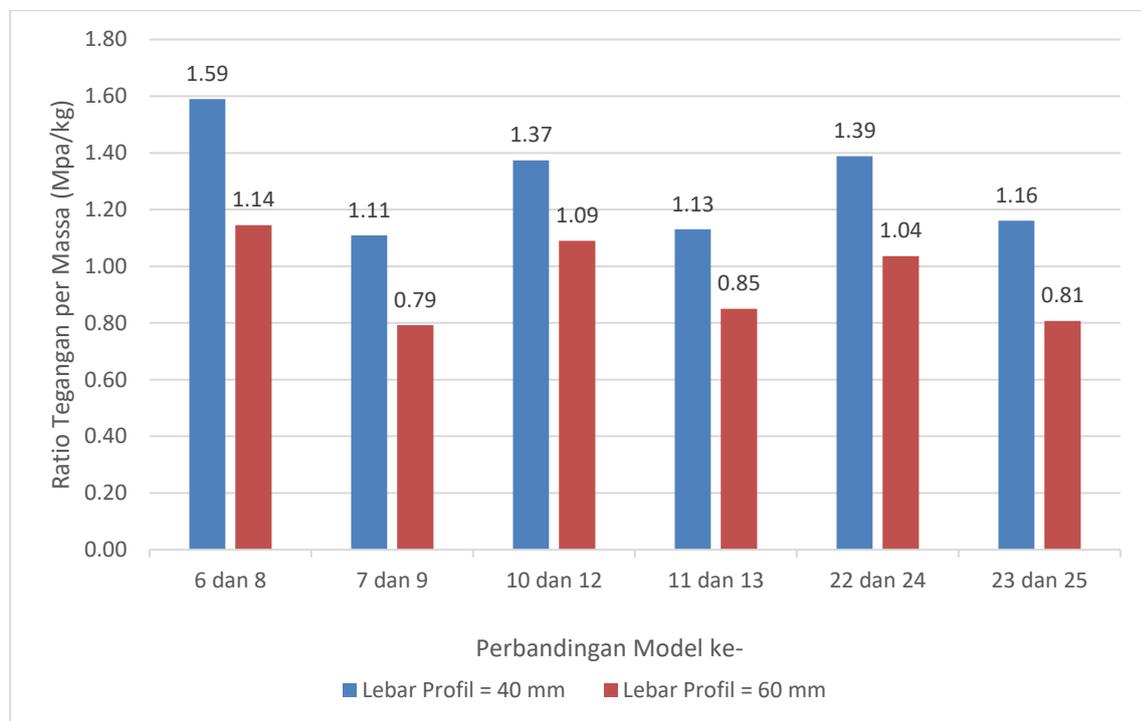
σ = Tegangan (MPa)

I = Momen inersia penampang (mm⁴)

Dari Gambar 4.13 dapat dilihat bahwa H₁ adalah ukuran tinggi profil yang kecil dan H₂ adalah ukuran tinggi profil yang besar. Semakin besar ukuran tinggi profil akan

menyebabkan momen inersia penampang menjadi semakin besar sesuai persamaan (4-7). Selanjutnya pada persamaan (4-6) tentang teori tegangan lentur menjelaskan bahwa tegangan berbanding terbalik dengan momen inersia penampang sehingga semakin tinggi nilai momen inersia penampang maka nilai tegangan yang terjadi pada *chassis* akan mengalami penurunan. Dari penjelasan tersebut dapat dikatakan bahwa peningkatan dari ukuran tinggi profil akan menurunkan tegangan sehingga ratio tegangan per massa yang terjadi pada *chassis* traktor mini menjadi turun.

4.1.4 Pengaruh Lebar Profil *Chassis* terhadap Ratio tegangan per massa



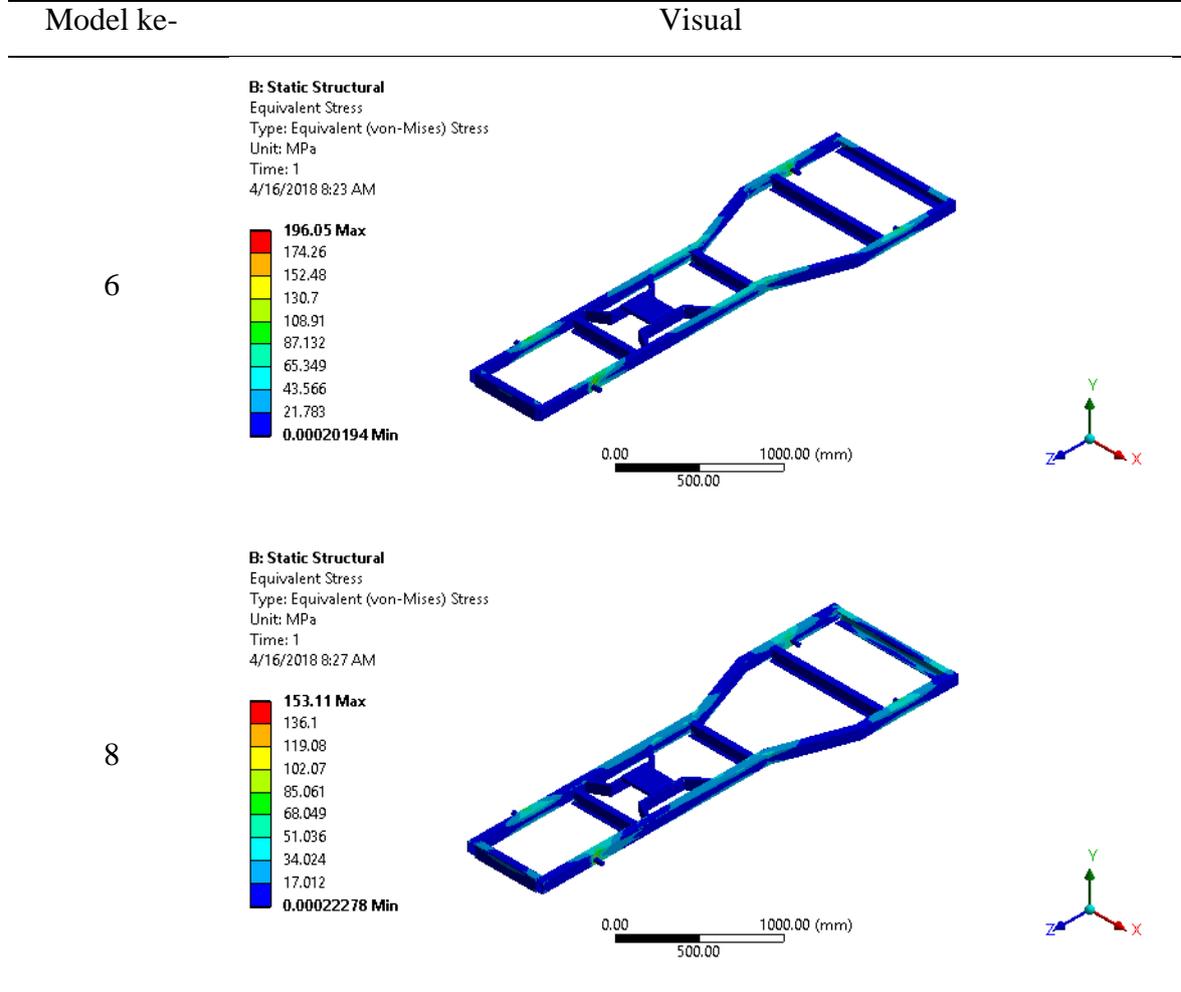
Gambar 4.14 Diagram Lebar Profil *Chassis* terhadap Ratio tegangan per massa

Pada Gambar 4.14 menunjukkan diagram batang 12 model desain *chassis* yang dapat diamati pengaruh variabel bebas lebar profil terhadap ratio tegangan per massa dari *chassis*. Dari 12 model tersebut, tiap dua model *chassis* memiliki lebar profil *chassis* yang berubah namun nilai variabel bebas lainnya tetap. Dari Gambar 4.14 juga dapat dilihat bahwa besarnya ukuran lebar profil *chassis* akan mempengaruhi nilai ratio tegangan per massa dari *chassis* yaitu semakin besar ukuran lebar profil *chassis* akan menyebabkan nilai ratio tegangan per massanya semakin kecil. Setiap peningkatan ukuran lebar profil akan memiliki distribusi tegangan yang berbeda. Untuk melihat perbedaan distribusi tegangan yang terjadi

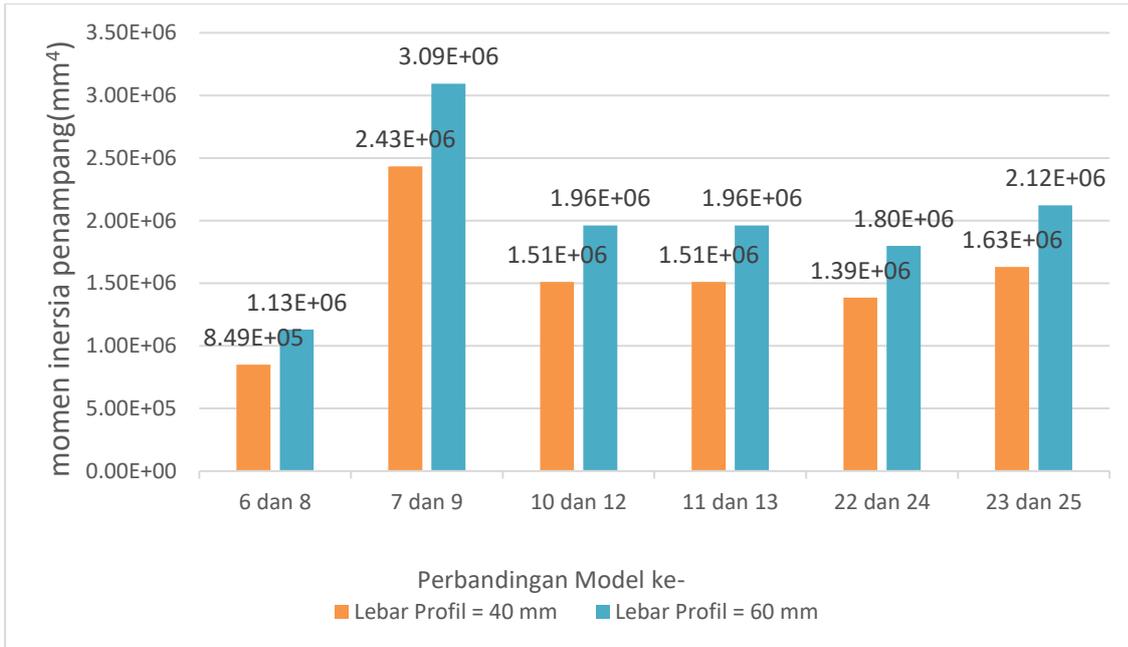
akibat peningkatan ukuran lebar profil dapat ditunjukkan sampel model ke-6 dan model ke-8 pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5

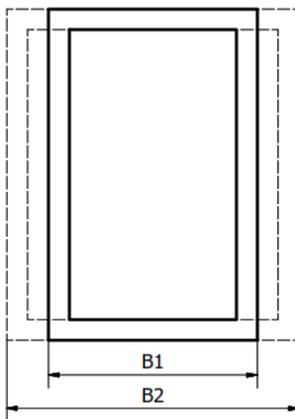
Distribusi tegangan pada sampel model yang mengalami peningkatan ukuran lebar profil



Peningkatan dari ukuran lebar profil *chassis* menyebabkan nilai dari ratio tegangan per massa mengalami penurunan dikarenakan tegangan von mises yang terjadi pada *chassis* tersebut juga mengalami penurunan. Hal ini terjadi disebabkan oleh semakin besar ukuran lebar profil *chassis* maka momen inersia penampang akan semakin meningkat sehingga nilai tegangan yang terjadi akan mengalami penurunan. Pada Gambar 4.15 merupakan data grafik momen inersia penampang akibat peningkatan lebar profil.



Gambar 4.15 Diagram momen inersia penampang akibat peningkatan lebar profil



Gambar 4.16 Sketsa peningkatan ukuran lebar

Keterangan:

----- = Sesudah peningkatan lebar

———— = Sebelum peningkatan lebar

$$\sigma = \frac{M y}{I} \dots\dots\dots (4-8)$$

$$I = \frac{B.H^3}{12} - \frac{b.h^3}{12} \dots\dots\dots (4-9)$$

dengan:

σ = Tegangan (MPa)

I = Momen inersia penampang (mm⁴)

Dari Gambar 4.16 dapat dikatakan bahwa B_1 adalah ukuran lebar profil yang kecil dan B_2 adalah ukuran tinggi profil yang besar. Semakin besar ukuran lebar profil akan menyebabkan momen inersia penampang menjadi semakin besar sesuai persamaan (4-9). Selanjutnya pada persamaan (4-8) tentang teori tegangan lentur menjelaskan bahwa tegangan berbanding terbalik dengan momen inersia penampang sehingga semakin tinggi nilai momen inersia penampang maka nilai tegangan yang terjadi pada *chassis* akan mengalami penurunan. Dari penjelasan tersebut dapat dikatakan bahwa peningkatan dari ukuran lebar profil akan menurunkan tegangan sehingga ratio tegangan per massa yang terjadi pada *chassis* traktor mini menjadi turun.

4.2 Kriteria Uji lolos pada *Chassis* Traktor Mini

Tabel 4.6
Status kelayakan tiap model *chassis*

Model ke-n	Tegangan Maksimal (Mpa)	<i>Factor of Safety</i>	Status
1	133.8157	1.94297	PASS
2	193.0274	1.34696	PASS
3	159.9733	1.62527	PASS
4	164.5099	1.58045	PASS
5	131.8455	1.97201	PASS
6	196.0457	1.32622	PASS
7	159.8382	1.62664	PASS
8	153.109	1.69814	PASS
9	122.4048	2.1241	PASS
10	182.3738	1.42564	PASS
11	152.2924	1.70724	PASS
12	155.9934	1.66674	PASS
13	123.4468	2.10617	PASS
14	189.5165	1.37191	PASS
15	143.8056	1.808	PASS
16	142.0666	1.83013	PASS
17	126.319	2.05828	PASS
18	194.6639	1.33564	PASS
19	163.8816	1.58651	PASS
20	153.8142	1.69035	PASS
21	140.1479	1.85518	PASS
22	176.8845	1.46989	PASS
23	162.3514	1.60146	PASS
24	141.6507	1.8355	PASS
25	122.1168	2.12911	PASS

Teori kegagalan material menyatakan bahwa suatu struktur dapat dinyatakan gagal apabila struktur tersebut ketika menerima beban, tegangan maksimal yang dialami pada struktur tersebut melebihi dari tegangan *yield* material. Jika tegangan maksimalnya masih dibawah nilai dari tegangan *yield* maka struktur tersebut belum mengalami kegagalan dan masih berfungsi dengan baik.

Pada Tabel 4.6 menunjukkan status kelayakan pada setiap model *chassis*. Model desain *chassis* dinyatakan layak digunakan apabila nilai hasil simulasi tegangan maksimal pada model tersebut masih dibawah dari nilai tegangan *yield* material. Material *chassis* yang digunakan ialah SS400 memiliki tegangan *yield* sebesar 260 MPa. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa semua model *chassis* yang digunakan masih layak digunakan karena memiliki nilai tegangan maksimum yang dibawah dari nilai tegangan *yield* material sehingga memiliki status “PASS” yang berarti lolos uji.

$$Factor\ of\ Safety\ (F.S.) = \frac{Yield\ stress}{Working\ stress} \dots\dots\dots (4-13)$$

(Khurmi, R.S., p.186)

Pada Tabel 4.6 juga menunjukan *Factor of Safety* dari setiap model *chassis* yang dapat diartikan seperti tingkat keamanan dari setiap model tersebut. Seperti pada persamaan (4-13) bahwa *Factor of Safety* ialah ratio dari tegangan *yield* material dengan tegangan yang bekerja. Semakin besar nilai *Factor of Safety* maka semakin tinggi tingkat keamanan pada model *chassis* tersebut. Model *chassis* yang memiliki nilai *Factor of Safety* tertinggi ialah pada model ke-25 yaitu sebesar 2,13. Sedangkan model ke-6 memiliki nilai *Factor of Safety* terendah yaitu sebesar 1,33.

4.3 Kondisi Optimum *Chassis* Traktor Mini dengan RSM

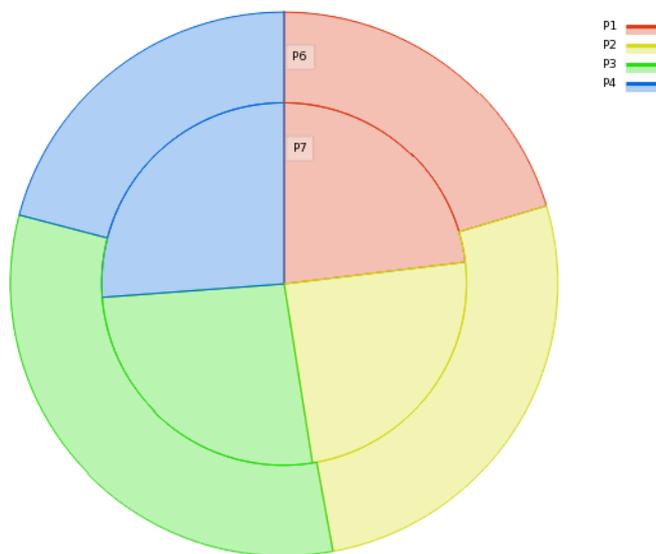
Tabel 4.7
Komparasi model desain *chassis* traktor mini

	Sebelum Optimasi	Setelah Optimasi		
	<i>Initial design</i>	<i>Candidate Point 1</i>	<i>Candidate Point 2</i>	<i>Candidate Point 3</i>
Sudut Samping (°)	20	20	20	20
Tinggi Profil (mm)	100	80	100	80
Lebar Profil (mm)	50	50	50	60
Tebal Profil (mm)	5	5.5	4.5	5
Tegangan Maksimum (MPa)	133.8157	143.81	153.33	153.11
Massa Total Geometri (kg)	138.9276	134.19	132.11	133.72
Reduksi Massa (kg)	-	4.7376	6.8176	5.2076

Setelah mengoptimasi desain dengan cara me-minimumkan variabel respon dari massa total dan tegangan maksimal menggunakan *Respon Surface Methodology* pada *software* FEM maka di dapatkan 3 kandidat optimum. Komparasi antara desain model *chassis* sebelum optimasi dengan setelah optimasi dapat dilihat pada Tabel 4.7. Dapat dilihat bahwa desain *chassis* setelah optimasi memiliki tiga kandidat utama untuk dipilih sebagai kondisi optimum pada desain *chassis* traktor mini. Dalam pemilihan kondisi desain optimum diperlukan pertimbangan yaitu massa dan tegangan maksimal yang terjadi pada ketiga *Candidate Point* (CP).

Dari semua *Candidate Point* yang terdapat pada Tabel 4.7, CP 2 berada di urutan pertama yang memiliki reduksi massa paling besar setelah itu CP 3 berada di urutan kedua dan CP 1 di urutan terakhir dengan perbedaan nilai yang tidak terlalu signifikan. Namun dalam memilih kondisi desain optimum tidak hanya melihat dari reduksi massa, tetapi juga mempertimbangkan kenaikan tegangan maksimal yang terjadi dari desain sebelum optimasi. CP 2 dan CP 3 memiliki kenaikan tegangan maksimal yang cukup signifikan jika dibandingkan dengan CP 1. Karena semakin semakin kecil nilai tegangan maksimal, maka desain *chassis* tersebut memiliki *safety factor* yang tinggi. Sehingga *chassis* tersebut

memiliki tingkat keamanan yang lebih baik. Oleh karena itu maka CP 1 dipilih sebagai kondisi optimum *chassis* traktor mini perkebunan kapasitas angkut 750 kg.



Gambar 4.17 Pie diagram pengaruh parameter input terhadap parameter output

Keterangan :

- P1 = Sudut Samping
- P2 = Tebal Profil
- P3 = Tinggi Profil
- P4 = Lebar Profil
- P6 = Massa Total Geometri
- P7 = Tegangan Maksimal

Dari Gambar 4.17 dapat dijelaskan bahwa parameter input memiliki nilai *response* terhadap parameter output. Parameter input tinggi profil memiliki sensitifitas tertinggi terhadap parameter output tegangan maksimal dan massa total *chassis*. Hal ini dikarenakan perubahan pada tinggi profil memiliki peran yang cukup penting untuk membuat nilai momen inersia penampang pada *chassis* berubah secara signifikan sehingga nilai tegangan yang terjadi pun menjadi demikian. Sedangkan penyebab tinggi profil memiliki sensitifitas tinggi terhadap parameter output massa total *chassis* ialah dikarenakan nilai *range* antar level dari parameter tinggi profil cukup besar dibanding parameter yang lain. Perubahan yang terjadi pada tinggi profil menyebabkan volume dari *chassis* berubah secara signifikan sehingga massa total pada *chassis* pun menjadi demikian.