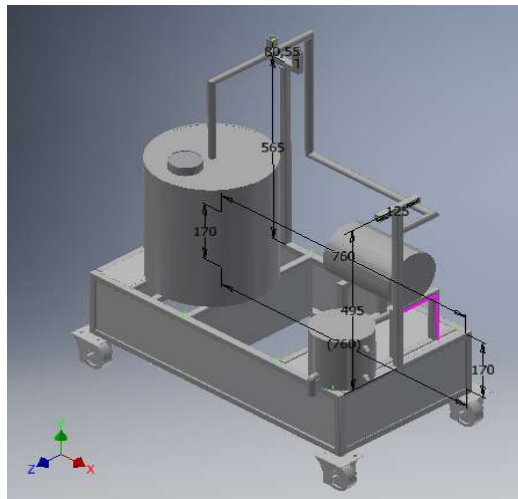


BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Desain 3D alat pirolisis

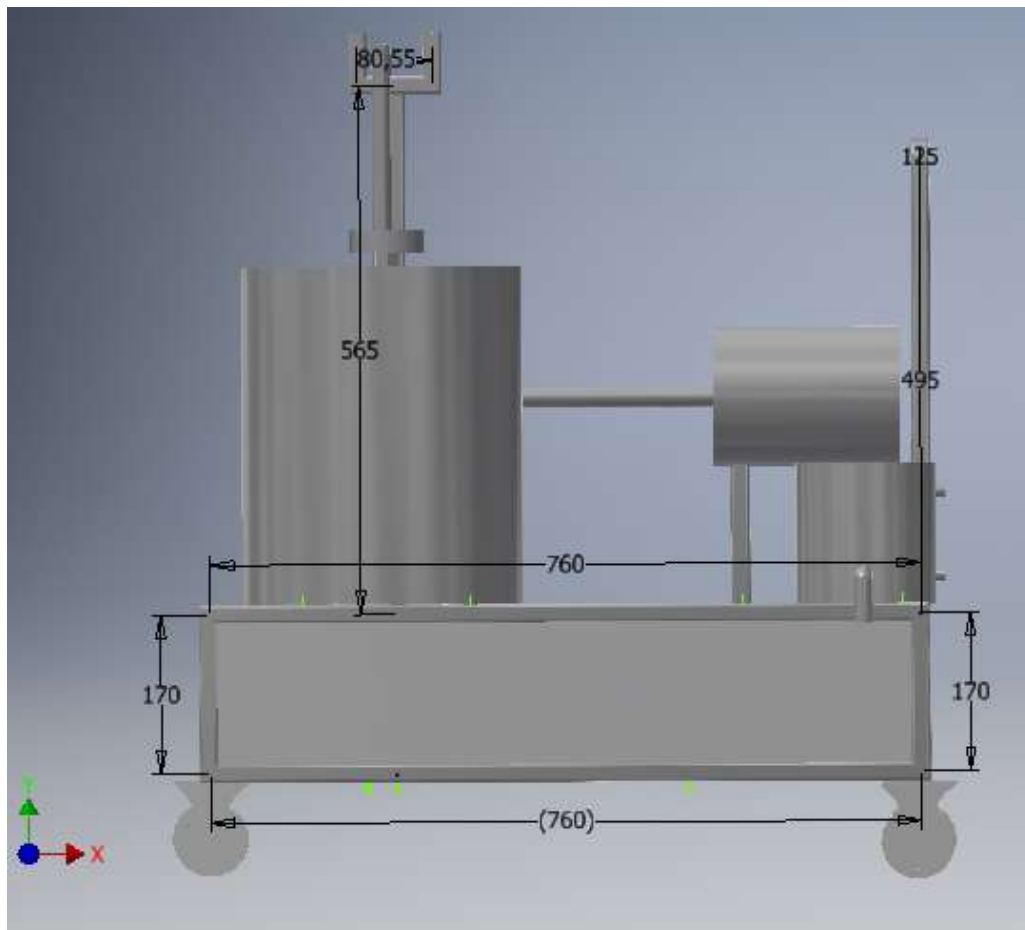
Alat pirolisis yang dirancang meliputi rangka, pipa, reaktor, kondensor air dan kondensor udara. Adapun desain 3d alat pirolisi tersebut adalah sebagai berikut.



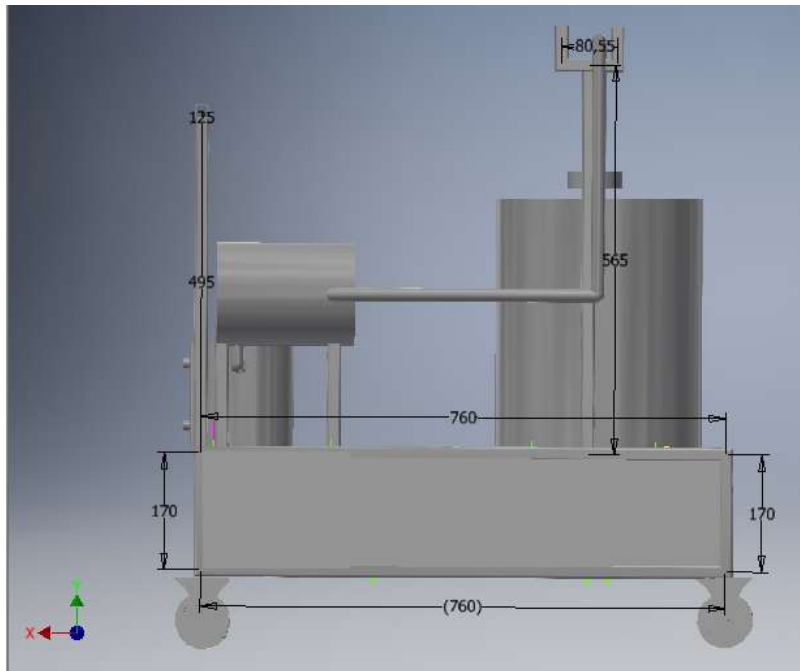
Gambar 4.1 Desain Alat Pirolisis Dan Rangka 3D

Desain alat pirolisis ini dirancang untuk kebutuhan rumah tangga dengan kapasitas limbah kantong plastik sebesar 2 kg. Dengan kapasitas limbah tersebut dibutuhkan reaktor dengan ukuran diameter 30 cm dan tinggi 36 cm. Untuk mendinginkan hasil pirolisis digunakan dua buah kondensor, yaitu kondensor udara dan kondensor air. Ukuran kondensor tersebut adalah berdiameter 15 cm dengan tinggi 20 cm untuk kondensor udara dan berdiameter 15 cm dan tinggi 15 cm untuk kondensor air. Pada kondensor air terdapat pipa berbentuk huruf Z. Sedangkan ukuran dan bentuk pipa penghubung menyesuaikan letak dan posisi komponen alat pirolisis yang *compact*.

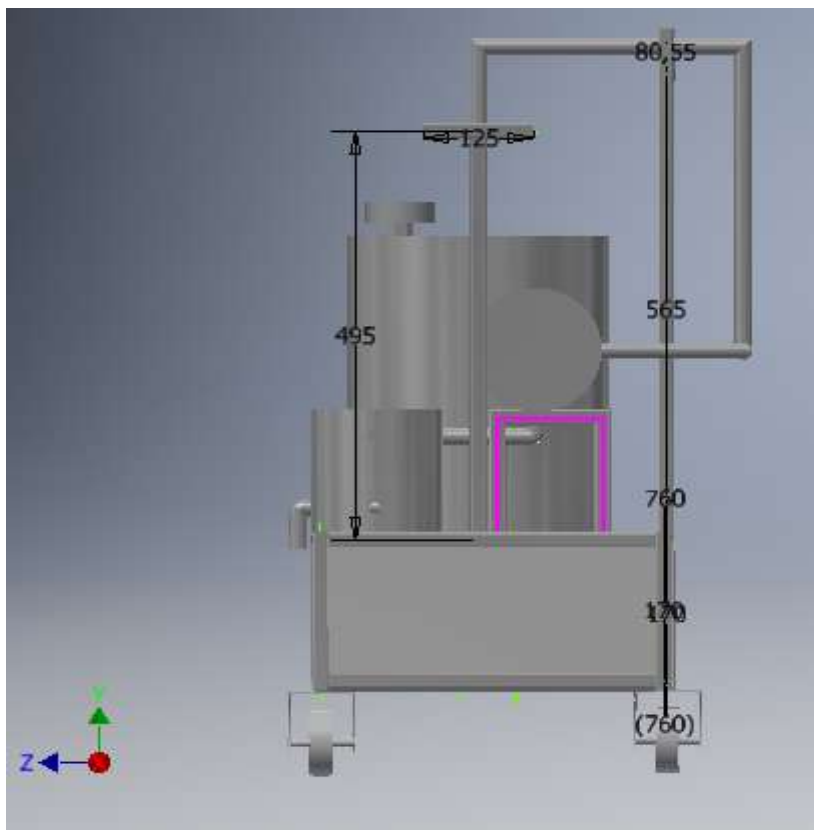
Alat pirolisis ini diletakkan di atas sebuah rangka yang juga didesain menyesuaikan letak komponen alat pirolisis yang terdiri dari reaktor, kondensor udara, kondensor air, pipa penghubung, pompa air dan burner. Desain alat ini juga dibuat *portable* dengan menambahkan roda pada setiap kaki rangka. Selain itu, untuk menghindari hembusan angin dan api yang menyebar ke komponen lainnya, ditambahkan plat sebagai penyekat. Berikut hasil utuh desain alat pirolisis



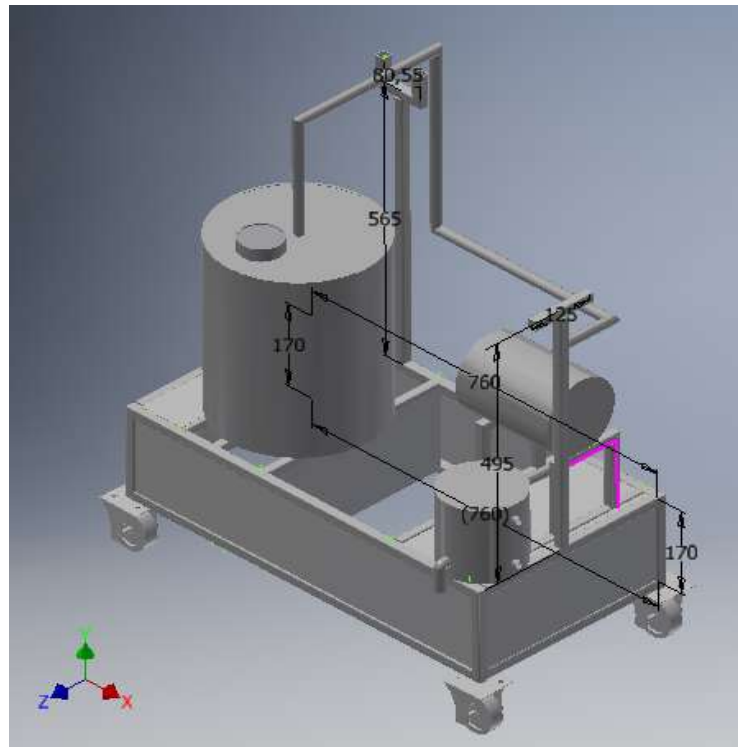
Tampilan Dari Depan



Tampilan Dari Belakang



Tampilan Dari Samping



Tampilan Dari Sudut Atas

Gambar 4.2 Tampilan Desain Alat Pirolisis Keseluruhan

Desain alat pirolisis ini dirancang menggunakan autodesk inventor 2016 dan telah dilakukan uji stress analisis. Hasil penelitian ini dirinci sebagai berikut

4.1.1 Verifikasi material

Pada tahap ini pemilihan material dengan cara membuka propertis dan memilih memilih *steel* pada bagian rangka dan pada bagian reaktor, pipa, kondensor udara, dan kondensor air menggunakan material *stainless steel*.

Tabel 4.1 Spesifikasi Reaktor

Name	Stainless Steel	
General	Mass Density	8 g/cm ³
	Yield Strength	250 MPa
	Ultimate Tensile Strength	540 MPa
Stress	Young's Modulus	193 GPa
	Poisson's Ratio	0,3
	Shear Modulus	74,2308 GPa

Tabel 4.2 Spesifikasi Kondensor Udara

Name	Stainless Steel	
General	Mass Density	8 g/cm ³
	Yield Strength	250 MPa
	Ultimate Tensile Strength	540 MPa
Stress	Young's Modulus	193 GPa
	Poisson's Ratio	0,3
	Shear Modulus	74,2308 GPa

Tabel 4.3 Spesifikasi Kondensor Air

Name	Stainless Steel	
General	Mass Density	8 g/cm ³
	Yield Strength	250 MPa
	Ultimate Tensile Strength	540 MPa
Stress	Young's Modulus	193 GPa
	Poisson's Ratio	0,3
	Shear Modulus	74,2308 GPa

Tabel 4.4 Spesifikasi Rangka

Name	Steel	
General	Mass Density	7,85 g/cm ³
	Yield Strength	207 MPa
	Ultimate Tensile Strength	345 MPa
Stress	Young's Modulus	210 GPa
	Poisson's Ratio	0,3
	Shear Modulus	80,7692 GPa

4.1.2 Menentukan *constraint* dan pembebanan

Pada tahap ini dilakukan penentuan acuan posisi dari tumpuan(*constraints*) dan beban pada desain yang telah dibuat. Penentuan *constraints* terdiri dari beberapa tahap yaitu *constraints* reaktor, *constraints* kondensor udara, *constraints* kondensor air, *constraints* rangka, dan *constraints* alat pirolisis secara keseluruhan.

Constraints reaktor terletak pada alas reaktor yang berbentuk lingkaran dengan hasil *stress analysis* sebagai berikut

Tabel 4.5 Reaction Force and Moment on Constraints(Reaktor)

Constraint Name	Reaction Force		Reaction Moment	
	Magnitude	Component (X,Y,Z)	Magnitude	Component (X,Y,Z)
Fixed Constraint:1	18,8826 N	0 N	0 N m	0 N m
		18,8826 N		0 N m
		0 N		0 N m

Constraints kondensor udara terletak pada kulit kondensor udara yang menyentuh rangka dengan hasil *stress analysis* sebagai berikut

Tabel 4.6 Reaction Force and Moment on Constraints(Kondensor Udara)

Constraint Name	Reaction Force		Reaction Moment	
	Magnitude	Component (X,Y,Z)	Magnitude	Component (X,Y,Z)
Fixed Constraint:1	39,9941 N	-0,026765 N	10,9058 N m	0 N m
		39,9934 N		0 N m
		0,238193 N		-10,9058 N m

Constraints kondensor air terletak pada alas kondensor air yang menyentuh rangka dengan hasil *stress analysis* sebagai berikut

Tabel 4.7 Reaction Force and Moment on Constraints(Kondensor Air)

Constraint Name	Reaction Force		Reaction Moment	
	Magnitude	Component (X,Y,Z)	Magnitude	Component (X,Y,Z)
Fixed Constraint:1	39,9941 N	-0,026765 N	10,9058 N m	0 N m
		39,9934 N		0 N m
		0,238193 N		-10,9058 N m

Gaya-gaya yang bekerja pada rangka akibat menopang reaktor, pipa kondensor udara dan kondensor air dengan *constraints* pada ujung alas kaki rangka memiliki hasil *stress analysis* sebagai berikut

Tabel 4.8 Reaction Force and Moment on Constraints(Rangka)

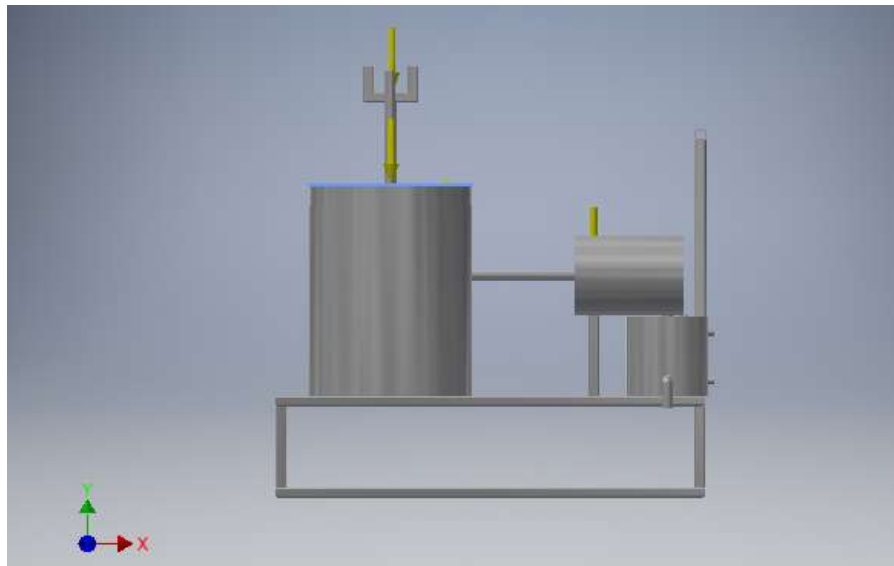
Constraint Name	Reaction Force		Reaction Moment	
	Magnitude	Component (X,Y,Z)	Magnitude	Component (X,Y,Z)
Fixed Constraint:1	329,996 N	0 N	16,2823 N m	1,82165 N m
		329,996 N		0 N m
		0 N		16,1801 N m

Constraints yang digunakan pada desain adalah *fixed constraint* pada kaki-kaki rangka. Pembebanan pada desain disesuaikan dengan gaya-gaya yang bekerja pada saat reaktor, pipa, kondensor udara,kondensor air dipasangkan pada posisinya. Hasilnya bisa dilihat berikut;

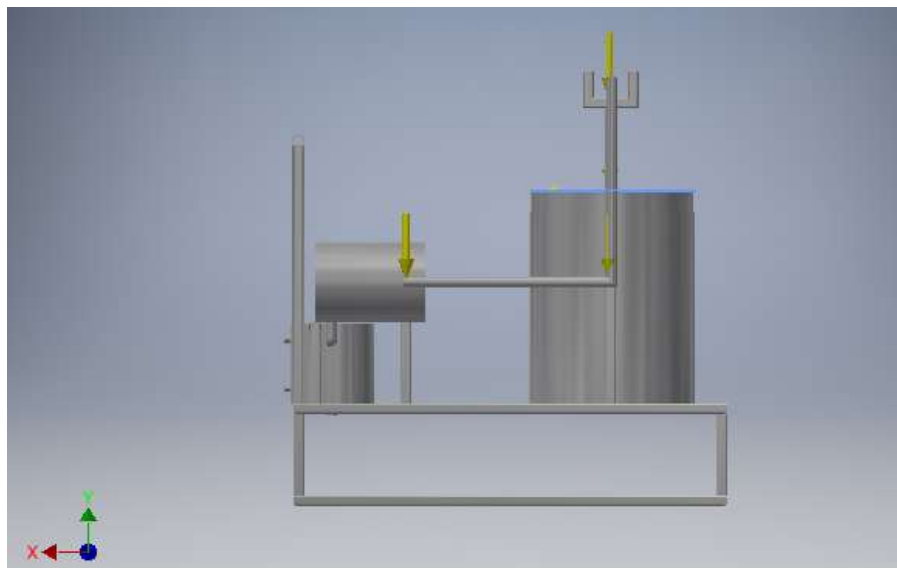
Tabel 4.9 Reaction Force and Moment on Constraints(Alat Pirolisis)

Constraint Name	Reaction Force		Reaction Moment	
	Magnitude	Component (X,Y,Z)	Magnitude	Component (X,Y,Z)
Fixed Constraint:1	155,598 N	83,9151 N	165,533 N m	15,7119 N m
		-97,8919 N		35,9317 N m
		-87,0983 N		160,821 N m
Fixed Constraint:2	171,629 N	55,086 N	230,33 N m	-58,3343 N m
		83,9151 N		15,7119 N m
		-97,8919 N		35,9317 N m

Setelah *constraint* ditetapkan langkah selanjutnya adalah pemberian beban pada desain. Beban yang diberikan pada desain alat pirolisis tersebut adalah simulasi beban yang nantinya akan diterapkan pada keadaan nyata. Beban-beban tersebut memiliki arah menuju ke sumbu Y negatif. Pemberian *load* atau beban pada desain alat pirolisis dapat dilihat pada gambar berikut



(a)



(b)

Gambar 4.3 posisi pembebanan setelah komponen alat pirolisis dipasang

(a) Depan (b) Belakang

Setelah material, *constraint*, dan beban ditentukan, dilakukan simulasi *stress analysis* yang kemudian hasilnya didapat melalui *stress analysis report*.

4.1.3 Hasil Stress Analysis

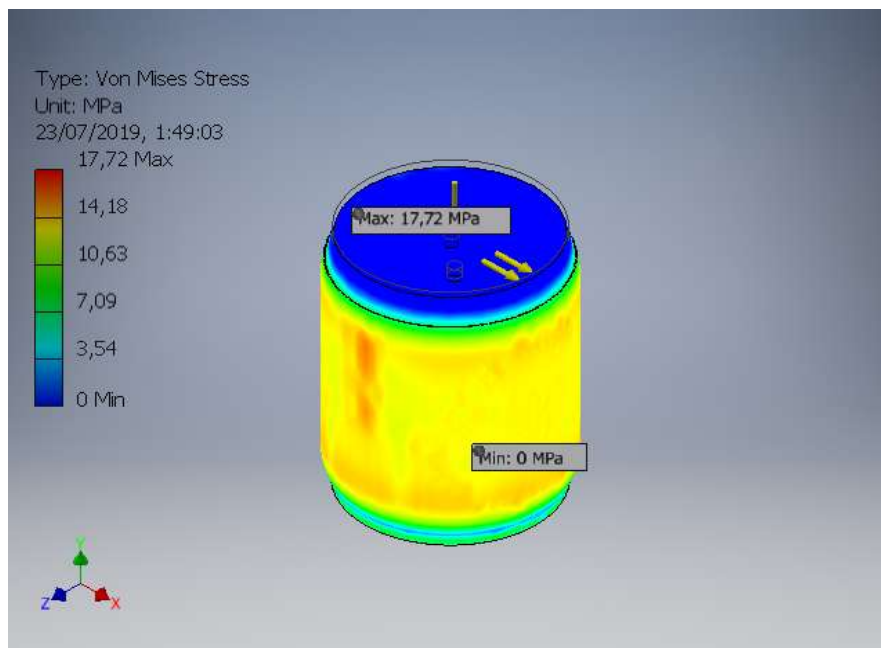
Hasil stress analysis terdiri dari tabel dan gambar yang terdiri dari tabel *properties*, gambar *von misses stress*, gambar *displacement*, dan gambar *safety factor*, sebagai berikut.

Tabel 4.10 hasil Stress Analysis (reaktor)

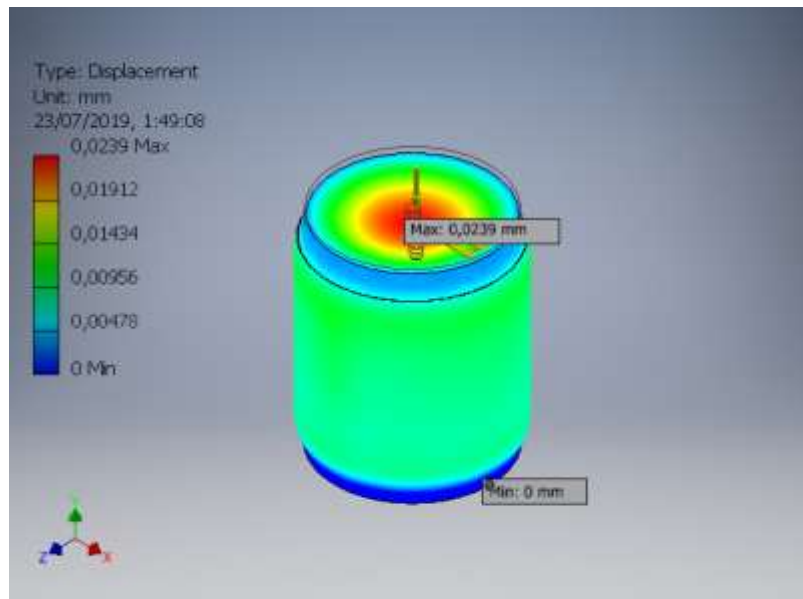
Name	Minimum	Maximum
Volume	3165340 mm ³	
Mass	25,3227 kg	
Von Mises Stress	0,0000442384 MPa	17,72 MPa
1st Principal Stress	-2,91904 MPa	16,47 MPa
3rd Principal Stress	-13,6745 MPa	2,51856 MPa
Displacement	0 mm	0,0238962 mm
Safety Factor	14,1084	15
Stress XX	-4,59991 MPa	16,3799 MPa
Stress XY	-4,739 MPa	4,74351 MPa
Stress XZ	-7,82633 MPa	7,82226 MPa
Stress YY	-13,3826 MPa	12,9461 MPa
Stress YZ	-4,74151 MPa	4,73778 MPa
Stress ZZ	-4,48983 MPa	15,8527 MPa
X Displacement	-0,0119357 mm	0,0116919 mm
Y Displacement	-0,0238947 mm	0,000689227 mm
Z Displacement	-0,0123461 mm	0,0121108 mm
Equivalent Strain	0,000000000205154	0,0000796488
1st Principal Strain	-0,000000000238973	0,0000861139
3rd Principal Strain	-0,0000606633	0,000000000169027
Strain XX	-0,0000330717	0,0000832778
Strain XY	-0,0000319207	0,0000319511
Strain XZ	-0,0000527162	0,0000526888
Strain YY	-0,0000588211	0,000057608
Strain YZ	-0,0000319376	0,0000319125
Strain ZZ	-0,0000315437	0,0000812874
Contact Pressure	0 MPa	13,2586 MPa
Contact Pressure X	-4,16718 MPa	4,48372 MPa
Contact Pressure Y	-10,5167 MPa	12,5838 MPa

Contact Pressure	-3,80009 MPa	4,45041 MPa
Z		

Tegangan *equivalent* maksimum diperoleh sebesar 17,72 Mpa dan terjadi pada tutup reaktor. Hasil simulasi menunjukkan adanya deformasi pada desain ketika dikenai gaya. Nilai deformasi terbesar terjadi pada *center* tutup reaktor yang terhubung dengan pipa sebesar 0,0239 mm. Sedangkan deformasi minimum terjadi pada alas reaktor, yaitu sebesar 0,0 mm. Nilai deformasi minimum ini terletak dekat dengan *fixed constraint*.

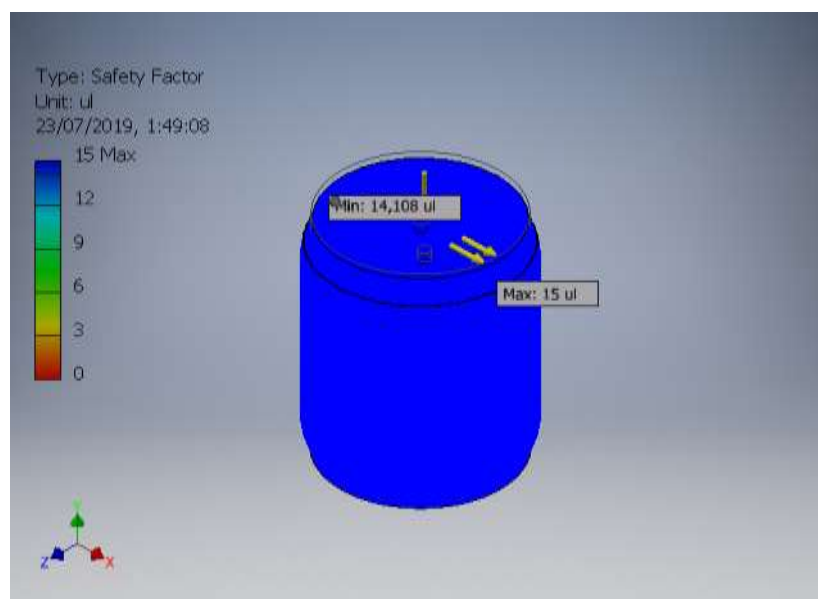


Gambar 4.4 *Von Mises Stress*



Gambar 4.5 Displacement

Safety factor merupakan parameter yang digunakan untuk menentukan tingkat keamanan suatu desain. Dari hasil simulasi diperoleh nilai *safety factor* minimum sebesar 14,108 dan nilai *safety factor* maksimum sebesar 15. Desain dinyatakan aman apabila nilai *safety factor* lebih dari 1.

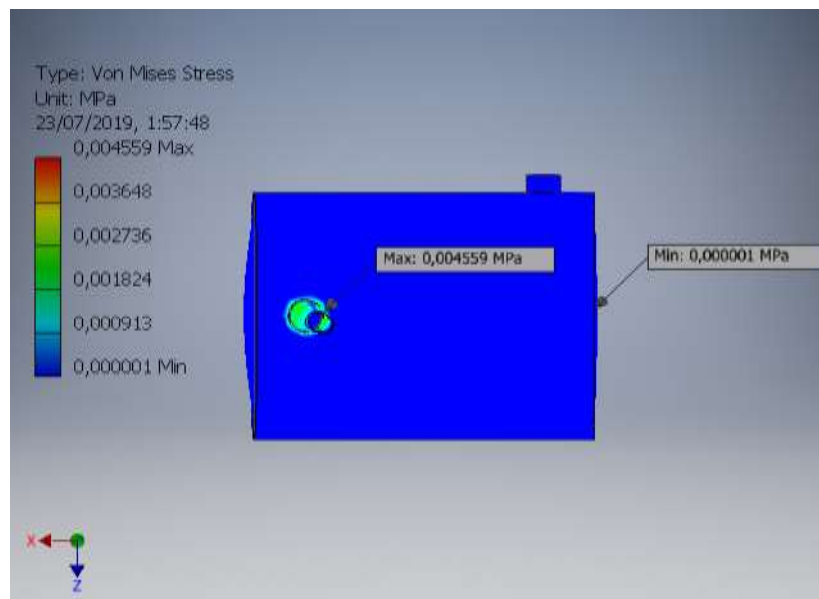


Gambar 4.6 Safety Factor

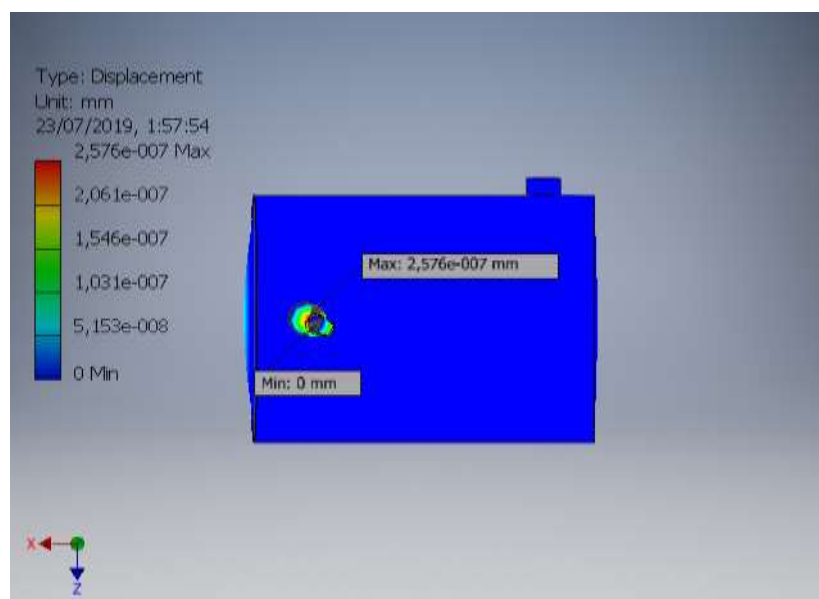
Tabel 4.11 hasil *Stress Analysis* (kondensor udara)

Name	Minimum	Maximum
Volume	608132 mm ³	
Mass	4,86505 kg	
Von Mises Stress	0,00000111639 MPa	0,0045593 MPa
1st Principal Stress	-0,000244834 MPa	0,00549291 MPa
3rd Principal Stress	-0,0018179 MPa	0,000796579 MPa
Displacement	0 mm	0,000000257636 mm
Safety Factor	15	15
Stress XX	-0,00140945 MPa	0,00146421 MPa
Stress XY	-0,000451451 MPa	0,00136138 MPa
Stress XZ	-0,000676533 MPa	0,000701517 MPa
Stress YY	-0,000472541 MPa	0,00512113 MPa
Stress YZ	-0,00101242 MPa	0,000575765 MPa
Stress ZZ	-0,00180674 MPa	0,00144741 MPa
X Displacement	-0,000000173503 mm	0,000000103334 mm
Y Displacement	-0,000000173759 mm	0 mm
Z Displacement	-0,0000000144732 mm	0,000000119368 mm
Equivalent Strain	0,00000000000504348	0,0000000217485
1st Principal Strain	0,00000000000257951	0,0000000253257
3rd Principal Strain	-0,0000000116552	-0,00000000000110048
Strain XX	-0,0000000100403	0,0000000031333
Strain XY	-0,00000000304086	0,00000000916989
Strain XZ	-0,00000000455696	0,00000000472525
Strain YY	-0,00000000249282	0,0000000228215
Strain YZ	-0,00000000681941	0,00000000387821
Strain ZZ	-0,00000000928706	0,00000000193473
Volume	0,00000111639 MPa	0,0045593 MPa
Mass	-0,000244834 MPa	0,00549291 MPa
Von Mises Stress	-0,0018179 MPa	0,000796579 MPa
1st Principal Stress	0 mm	0,000000257636 mm
3rd Principal Stress	15	15
Displacement	-0,00140945 MPa	0,00146421 MPa
Safety Factor	-0,000451451 MPa	0,00136138 MPa
Stress XX	-0,000676533 MPa	0,000701517 MPa
Stress XY	-0,000472541 MPa	0,00512113 MPa
Stress XZ	-0,00101242 MPa	0,000575765 MPa
Stress YY	-0,00180674 MPa	0,00144741 MPa
Stress YZ	-0,000000173503 mm	0,000000103334 mm
Stress ZZ	-0,000000173759 mm	0 mm

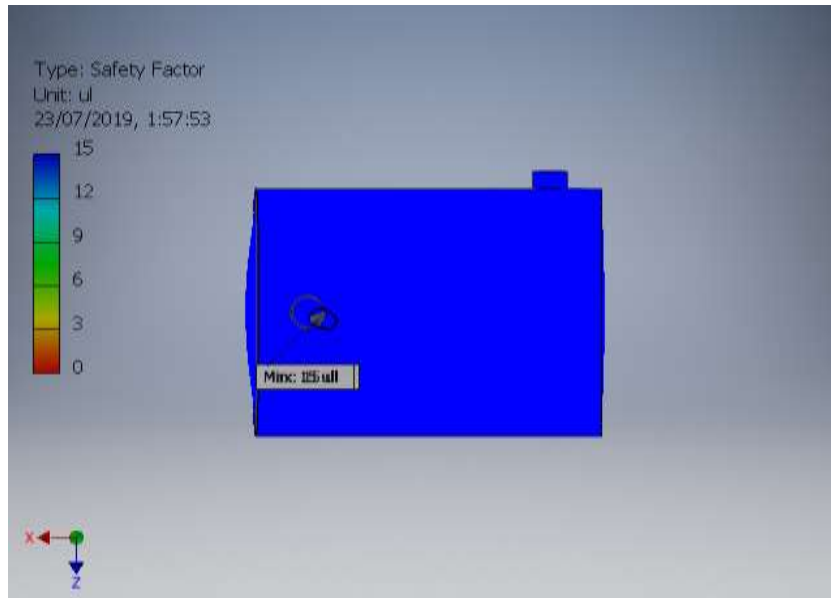
Tegangan equivalent maksimum diperoleh sebesar 0,004559 Mpa dan tegangan minimumnya hampir bernilai 0. Hasil simulasi menunjukkan adanya deformasi pada pipa input sebesar 2,57 e-007. Untuk safety factor kondensor udara memiliki nilai minimum dan maksimal yang sama yaitu sebesar 15 .



Gambar 4.7 Von Misses Stress



Gambar 4.8 Displacement

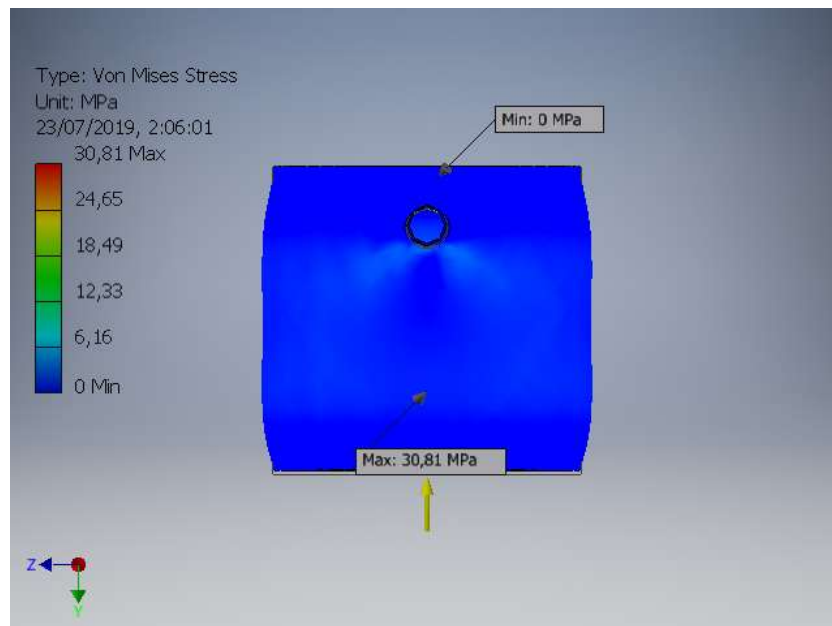


Gambar 4.9 safety factor

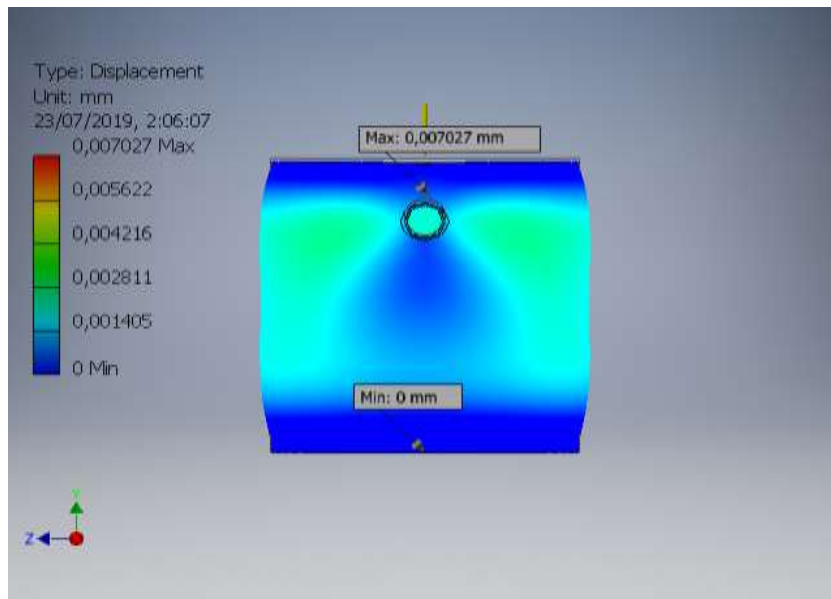
Tabel 4.12 hasil Stress Analysis (kondensor air)

Name	Minimum	Maximum
Volume	494267 mm ³	
Mass	3,95413 kg	
Von Mises Stress	0,00012408 MPa	30,8137 MPa
1st Principal Stress	-2,11868 MPa	31,3654 MPa
3rd Principal Stress	-12,511 MPa	1,45212 MPa
Displacement	0 mm	0,00702729 mm
Safety Factor	8,11327	15
Stress XX	-4,34216 MPa	7,92608 MPa
Stress XY	-1,6418 MPa	1,73732 MPa
Stress XZ	-4,01894 MPa	4,10806 MPa
Stress YY	-12,4643 MPa	7,3265 MPa
Stress YZ	-7,78588 MPa	7,58569 MPa
Stress ZZ	-7,10959 MPa	31,3618 MPa
X Displacement	-0,00280642 mm	0,0026471 mm
Y Displacement	-0,0070235 mm	0,00029964 mm
Z Displacement	-0,00287455 mm	0,00289614 mm
Equivalent Strain	0,000000000682812	0,00014196
1st Principal Strain	0,000000000223906	0,000160789

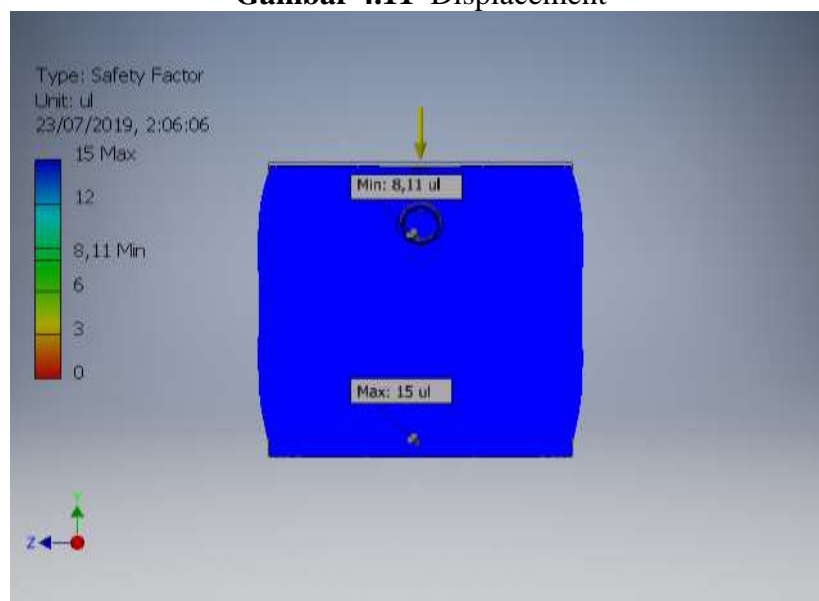
Name	Minimum	Maximum
3rd Principal Strain	-0,0000583359	0,000000000238753
Strain XX	-0,0000486718	0,0000420868
Strain XY	-0,0000110588	0,0000117021
Strain XZ	-0,0000270706	0,0000276709
Strain YY	-0,0000580209	0,0000328575
Strain YZ	-0,0000524438	0,0000510953
Strain ZZ	-0,0000342138	0,000160764
Volume	0,00012408 MPa	30,8137 MPa
Mass	-2,11868 MPa	31,3654 MPa
Von Mises Stress	-12,511 MPa	1,45212 MPa
1st Principal Stress	0 mm	0,00702729 mm
3rd Principal Stress	8,11327	15
Displacement	-4,34216 MPa	7,92608 MPa
Safety Factor	-1,6418 MPa	1,73732 MPa
Stress XX	-4,01894 MPa	4,10806 MPa
Stress XY	-12,4643 MPa	7,3265 MPa
Stress XZ	-7,78588 MPa	7,58569 MPa
Stress YY	-7,10959 MPa	31,3618 MPa
Stress YZ	-0,00280642 mm	0,0026471 mm
Stress ZZ	-0,0070235 mm	0,00029964 mm



Gambar 4.10 Von Mises Stress



Gambar 4.11 Displacement



Gambar 4.12 Safety factor

Tegangan *equivalent* maksimum diperoleh sebesar 30,81 Mpa terjadi pada alas kondensor air. Deformasi terjadi pada tinggi kondensor air dengan besar 0,007027 mm. Sedangkan *safety factor* minimum berada pada nilai 8,11 .

Tabel 4.13 hasil Stress Analysis (rangka)

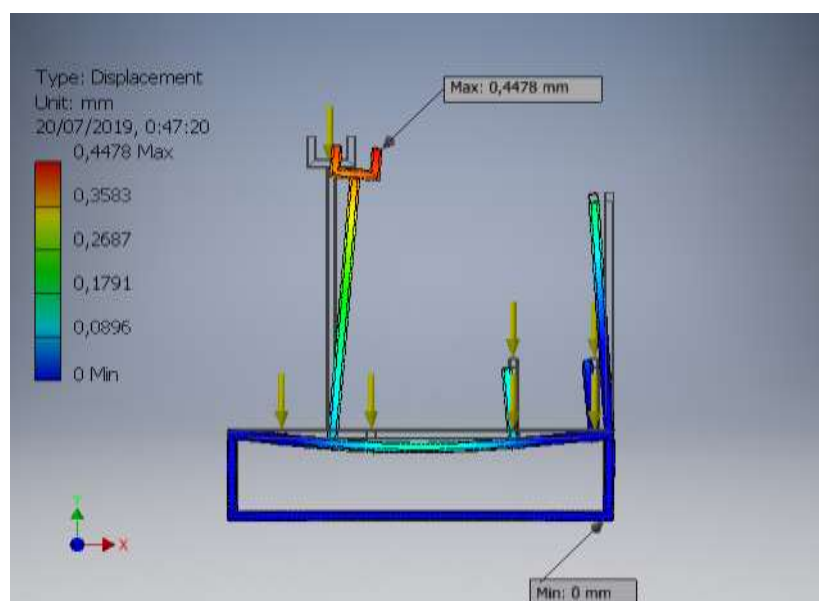
Name	Minimum	Maximum
Volume	1334480 mm ³	
Mass	10,4757 kg	
Von Mises Stress	0,000696723 MPa	444,947 MPa
1st Principal Stress	-15,9998 MPa	467,274 MPa
3rd Principal Stress	-57,955 MPa	64,3589 MPa
Displacement	0 mm	5,4951 mm
Safety Factor	3,56242	15
Stress XX	-56,1823 MPa	149,908 MPa
Stress XY	-16,2856 MPa	143,143 MPa
Stress XZ	-24,2981 MPa	109,087 MPa
Stress YY	-33,6677 MPa	354,367 MPa
Stress YZ	-15,0205 MPa	210,833 MPa
Stress ZZ	-32,5118 MPa	307,7 MPa
X Displacement	-0,364647 mm	0,430928 mm
Y Displacement	-0,285774 mm	0,0323299 mm
Z Displacement	-0,00805359 mm	1,48467 mm
Equivalent Strain	0,000000036677	0,00207466
1st Principal Strain	-0,00000519633	0,00202247
3rd Principal Strain	-0,000228845	0,0000427608
Strain XX	-0,000217871	0,000824087
Strain XY	-0,000100816	0,000964174
Strain XZ	-0,000150417	0,000734784
Strain YY	-0,000121915	0,0013813
Strain YZ	-0,0000929841	0,00142012
Strain ZZ	-0,0000742737	0,00134662
Contact Pressure	0 MPa	476,85 MPa
Contact Pressure X	-114,64 MPa	314,278 MPa
Contact Pressure Y	-130,431 MPa	359,327 MPa
Contact Pressure Z	-56,3654 MPa	273,513 MPa

Tegangan *equivalent* maksimum diperoleh sebesar 42,56 Mpa dan terjadi pada kaki rangka terdekat dengan kondensor air. Selain itu, terdapat tegangan tarik dan tegangan tekan sebesar 38,3784 Mpa dan 15,9965 Mpa.

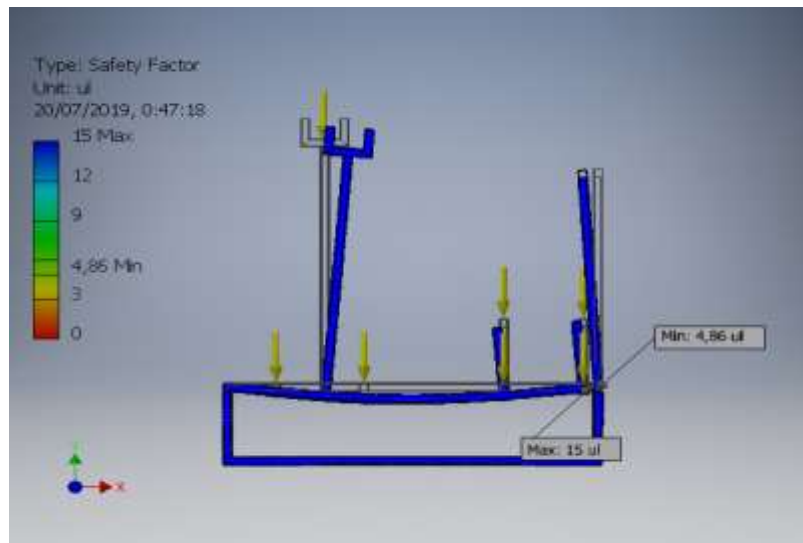


Gambar 4.13 Von Mises Stress

Hasil simulasi menunjukkan adanya deformasi pada desain ketika dikenai gaya. Nilai deformasi terbesar terjadi pada *center* tutup reaktor yang terhubung dengan ujung pipa sebesar 0,4478 mm. Sedangkan deformasi minimum terjadi pada alas dan kaki-kaki rangka, yaitu sebesar 0,0 mm. Nilai deformasi minimum ini terletak dekat dengan *fixed constraint*.



Gambar 4.14 Displacement



Gambar 4.15 Safety factor

Safety factor merupakan parameter yang digunakan untuk menentukan tingkat keamanan suatu desain. Dari hasil simulasi diperoleh nilai *safety factor* minimum sebesar 4,86 dan nilai *safety factor* maksimum sebesar 15. Desain dinyatakan aman apabila nilai *safety factor* lebih dari 1.

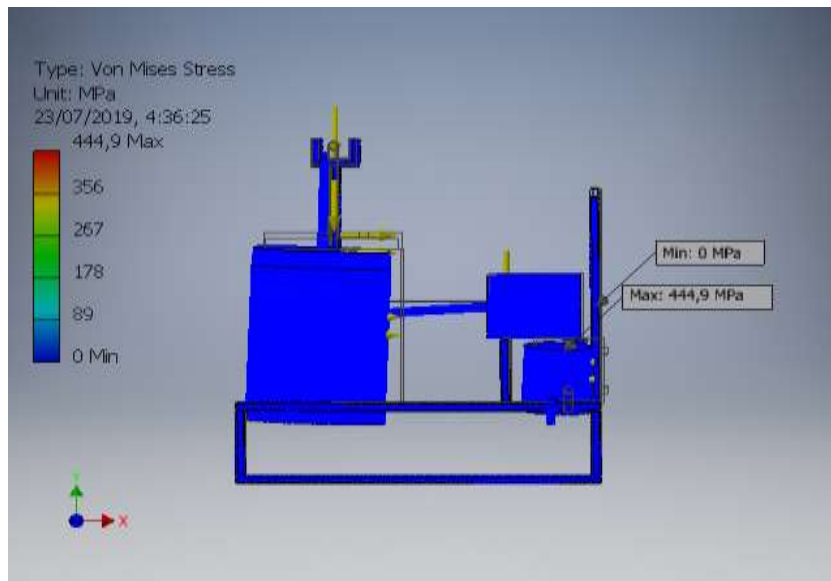
Setelah semua komponen alat pirolisis dianalisis secara terpisah, komponen tersebut kemudian dirangkai sesuai bentuk desain keseluruhan dan diperoleh hasil sebagai berikut

Tabel 4.14 hasil *Stress Analysis* (alat pirolisis)

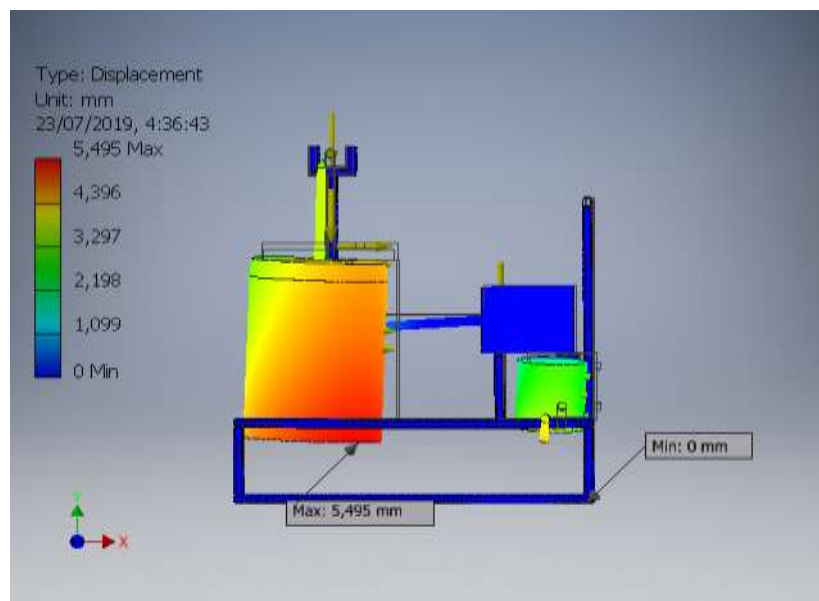
Name	Minimum	Maximum
Volume	5785770 mm ³	
Mass	46,086 kg	
Von Mises Stress	0,00208749 MPa	444,947 MPa
1st Principal Stress	-134,398 MPa	467,274 MPa
3rd Principal Stress	-486,719 MPa	64,3589 MPa
Displacement	0 mm	5,4951 mm
Safety Factor	0,561865	15
Stress XX	-408,615 MPa	149,908 MPa
Stress XY	-86,1412 MPa	143,143 MPa
Stress XZ	-83,0316 MPa	109,087 MPa

Name	Minimum	Maximum
Stress YY	-346,012 MPa	354,367 MPa
Stress YZ	-147,142 MPa	210,833 MPa
Stress ZZ	-422,271 MPa	307,7 MPa
X Displacement	-3,544 mm	0,430928 mm
Y Displacement	-4,20378 mm	0,0323299 mm
Z Displacement	-1,86724 mm	1,48467 mm
Equivalent Strain	0,00000000865507	0,00207466
1st Principal Strain	-0,000023523	0,00202247
3rd Principal Strain	-0,00238965	0,0000427608
Strain XX	-0,00152467	0,000824087
Strain XY	-0,000580225	0,000964174
Strain XZ	-0,00055928	0,000734784
Strain YY	-0,00150271	0,0013813
Strain YZ	-0,00099111	0,00142012
Strain ZZ	-0,00193727	0,00134662
Contact Pressure	0 MPa	476,85 MPa
Contact Pressure X	-326,437 MPa	314,278 MPa
Contact Pressure Y	-295,608 MPa	359,327 MPa
Contact Pressure Z	-336,555 MPa	273,513 MPa

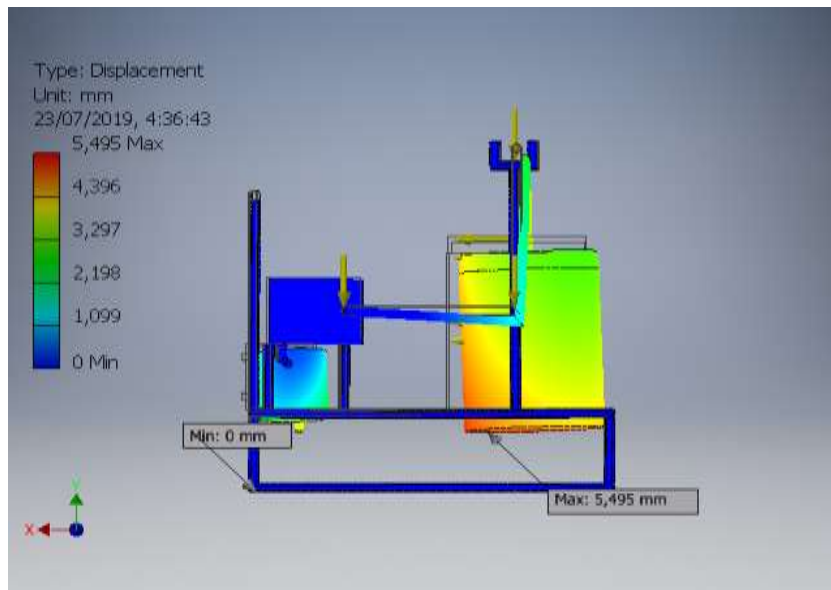
Nilai tegangan maksimal terjadi di pipa input kondensor air dengan nilai tegangan equivalent maksimum sebesar 444,9 Mpa. Sedangkan tegangan minimum terjadi pada tiang di samping kondensor yang berfungsi sebagai penarik alat pirolisis. Deformasi terbesar terjadi pada reaktor dengan nilai displacement sebesar 5,495 mm. Hasil *stress analysis* secara gambar simulasi dapat dilihat sebagai berikut



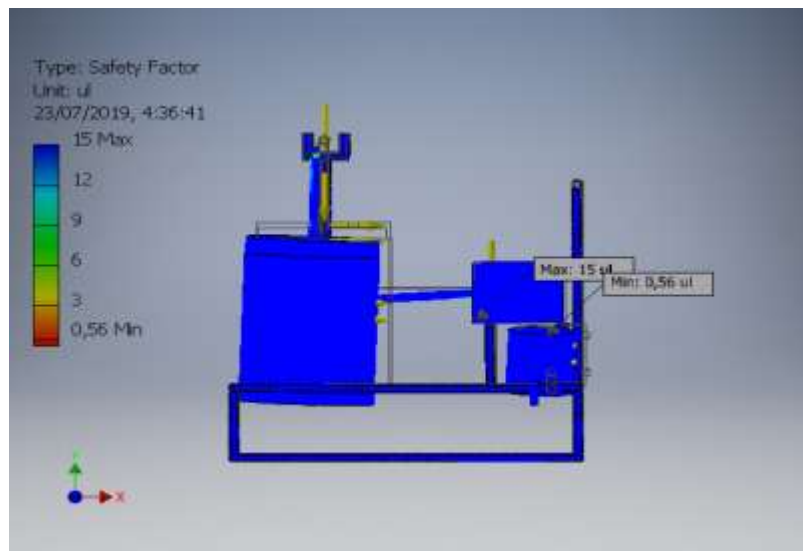
Gambar 4.16 *Von Misses Stress*



Gambar 4.17 *Displacement(depan)*



Gambar 4.18 *Displacement*(belakang)



Gambar 4.19 *Safety factor*

4.2 Pembahasan

Alat pirolisis ini menggunakan dua macam bahan untuk disimulasi yaitu *steel* dan *stainless steel*. Penggunaan simulasi berbahan *stainless steel* dilakukan pada komponen alat pirolisis berupa reaktor, kondensor udara, kondensor air, dan pipa.

Sedangkan bahan *steel* diterapkan pada rangka yang menopang semua komponen alat pirolisis.

Pengujian desain pada software autodesk inventor 2016 menggunakan *stress analysis* mendapatkan hasil yang telah dijabarkan pada sub bab sebelumnya. Dari *stress analysis report* tersebut, alat pirolisis yang berbahan *stainless steel* memiliki modulus young sebesar 193 GPa, poisson's ratio sebesar 0,3 , *shear* modulus sebesar 74,2308 GPa, *yield strength* sebesar 250 MPa, dan *ultimate tensile strength* sebesar 540MPa.

Dari *stress analysis report* diketahui bahwa desain alat pirolisis yang menggunakan material *steel* memiliki modulus young sebesar 210 GPa. sedangkan nilai *poisson's ratio* sebesar 0,3 , *shear* modulus sebesar 80,7692 GPa, *yield strength* sebesar 207 MPa, dan *ultimate tensile strength* sebesar 345MPa. Menurut kriteria yang telah ditetapkan AISC, terdapat standar kondisi yang harus dipenuhi agar desain dinyatakan layak serta memenuhi nilai *allowable span* dan *allowable stress* yang diijinkan, adalah sebagai berikut

Stainless steel

$$\begin{aligned} \text{allowable span reaktor} &= \frac{L}{200} \\ &= \frac{300\text{mm}}{200} \\ &= 1,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{allowable span kondensor} &= \frac{L}{200} \\ \text{(udara)} &= \frac{200\text{mm}}{200} \end{aligned}$$

$$=1 \text{ mm}$$

$$\text{allowable span kondensor} = \frac{L}{200}$$

$$\text{(air)} = \frac{150\text{mm}}{200}$$

$$=0,75 \text{ mm}$$

$$\text{allowable span pipa} = \frac{L}{200}$$

$$= \frac{300\text{mm}}{200}$$

$$=1,5 \text{ mm}$$

$$\text{allowable stress} = 0,75 \times \text{yields strength}$$

$$= 0,75 \times 250\text{Mpa}$$

$$= 187,5 \text{ Mpa}$$

Steel

$$\text{allowable span} = \frac{L}{200}$$

$$= \frac{760\text{mm}}{200}$$

$$=3,8 \text{ mm}$$

$$\text{allowable stress} = 0,75 \times \text{yields strength}$$

$$= 0,75 \times 207\text{Mpa}$$

$$= 155,25 \text{ Mpa}$$

Standar kondisi

Von misses stress gagal apabila nilai maksimumnya melebihi kekuatan bahan(*allowable stress*). *Safety factor* merupakan rasio dari *maximum allowable stress* dengan *equivalent stress*. Ketika menggunakan *ultimate strength*, *maximum*

principal stress biasanya dinyatakan sebagai *safety factor ratio*. Nilai *safety factor* harus lebih dari 1 agar desain dapat dinyatakan layak.

Pada komponen alat pirolisis yang berbahan *stainless steel* nilai *allowable stress* yang diijinkan adalah 187,5 MPa. Menurut hasil pengujian menggunakan *stress analysis* diperoleh nilai tegangan *equivalent* maksimum masing-masing sebesar 17,72 MPa untuk reaktor, 0,004559 MPa untuk kondensor udara, dan 30,81 MPa untuk kondensor air. Melalui *stress analysis report* tersebut diketahui bahwa nilai tegangan *equivalent* maksimum komponen alat pirolisis yang menggunakan bahan *stainless steel* memiliki nilai lebih kecil dari *allowable stress* yang diijinkan. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa desain alat pirolisis yang berbahan *stainless steel* dinyatakan lolos menurut kriteria AISC.

Setelah simulasi pemberian tegangan maksimal telah dinyatakan lolos, langkah selanjutnya menganalisis perpindahan atau perubahan bentuk alat pirolisis saat dikenai tegangan maksimum. Dari perhitungan *allowable span* yang telah dilakukan untuk masing-masing komponen, dapat dianalisis apakah desain alat pirolisis ini lolos menurut kriteria AISC. Menurut AISC *displacement* yang dinyatakan lolos apabila nilai yang diperoleh saat simulasi tidak melebihi *allowable span* yang dihitung. Masing-masing komponen alat pirolisis tersebut diperoleh 0,0239 mm untuk reaktor dengan *allowable span* sebesar 1,5 mm, 2,576e-007 mm untuk kondensor udara dengan *allowable span* sebesar 1 mm, dan 0,007072 mm untuk kondensor air dengan *allowable span* sebesar 0,75 mm. Masing-masing komponen alat pirolisis tersebut memenuhi kriteria karena memiliki nilai

displacement di bawah *allowable span* sehingga bahwa desain alat pirolisis yang berbahan *stainless steel* dinyatakan lolos pengujian *displacement*.

Von misses ketika disimulasikan pada elemen menunjukkan angka 42,56 MPa dan *allowable stress* yang diijinkan adalah 155,25 Mpa. Jadi *von misses stress* pada desain ini dinyatakan lolos. Ketika diberi beban, desain akan mengalami *displacement* sebesar 0,4478 mm. Nilai *allowable span* yang diijinkan adalah 3,8 mm sehingga dapat dinyatakan bahwa desain ini lolos sesuai kriteria AISC. Sedangkan untuk tegangan tarik dan tegangan tekan diperoleh sebesar 38,3784 Mpa dan 15,9965 MPa. Dengan nilai *allowable stress* hasil perhitungan yang didapat sebesar 155,25 MPa, desain ini dinyatakan lolos kriteria AISC.

Safety factor desain ini mendapatkan nilai 4,86 untuk komponen alat pirolisis berbahan *steel*. Sedangkan alat pirolisis yang berbahan *stainless steel* memiliki nilai *safety factor* 14,108 untuk reaktor, 15 untuk kondensor udara 8,11 untuk kondensor air. Nilai *safety factor* yang diperoleh lebih dari *posion's ratio* yaitu 0,3. Selain itu nilai *ratio dari maximum allowable stress dengan equivalent stress* diperoleh nilai lebih dari 1 yaitu 3,64. Jadi desain ini dinyatakan lolos *safety factor*.

Setelah desain alat pirolisis dinyatakan lolos menurut kriteria AISC, selanjutnya adalah mengetahui tekanan, tegangan, dan beban maksimum alat pirolisis melalui *stress analysis*. Dari hasil *stress analysis* diketahui bahwa tegangan maksimal terjadi di pipa input kondensor air dengan nilai tegangan equivalent maksimum sebesar 444,9 MPa. Sedangkan nilai tekanan maksimum yang diperoleh adalah 476,85 MPa dengan beban seberat 48,086 Kg