



## Desain Cetakan Plastik Pot dan Tatakan Pot Tanaman Menggunakan Software Autodesk Pada Mesin Injection Moulding

Esti Taqwaningrum<sup>1</sup>, Kardiman<sup>2</sup>, Deri Teguh Santoso<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

Received: 8 Agustus 2022  
Revised: 12 Agustus 2022  
Accepted: 19 Agustus 2022

### Abstract

Plastic is one of the most widely used materials in the world, almost all products we find use plastic. There are several plastic material processing processes, one of which uses the injection molding method which is one of the important technologies used to produce various product. The purpose of this research is to design a product of mold design for pots and placemats using computer aided design (CAD) software and simulations performed on solidworks software. The results of this study are based on confidence with a 95% confidence level, the average confirmation experimental value is in the confidence interval range with the simulation results still not stable because they still have a few product defects, one of which is the air trap.

**Keywords:** injections moulding, air trap, design

(\*) Corresponding Author: [1810631150121@student.unsika.ac.id](mailto:1810631150121@student.unsika.ac.id)

**How to Cite:** Taqwaningrum, E., Kardiman, K., & Santoso, D. (2022). Desain Cetakan Plastik Pot dan Tatakan Pot Tanaman Menggunakan Software Autodesk Pada Mesin Injection Moulding. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(15), 207-218. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7049102>.

## PENDAHULUAN

Adanya teknologi yang terus berkembang membentuk sebuah trend baru dalam dunia desain. Masing-masing pengguna ruang memiliki gaya dan ciri khas desain tersendiri dengan aplikasi material, kombinasi bentuk yang beragam sekaligus kreatif. Pada masa pandemi seperti saat ini banyak masyarakat khususnya ibu rumah tangga yang mengisi waktu luang untuk menanam tumbuh-tumbuhan. Menjawab permasalahan banyaknya adanya keterbatasan lahan dalam bercocok tanam, maka perlu dirancang sebuah perabot sebagai fasilitas untuk mendukung aktivitas pengguna dan memperhatikan nilai estetika desain. Dalam hal ini melihat adanya peluang alternatif untuk merancang sebuah desain produk komplementer. Tahapan Perancangan (desain) memiliki tujuan untuk mendesain sistem baru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi perusahaan yang diperoleh dari pemilihan alternatif sistem yang terbaik, Perancangan merupakan suatu pola yang dibuat untuk mengatasi masalah yang dihadapi perusahaan atau organisasi (Multi, 2021).

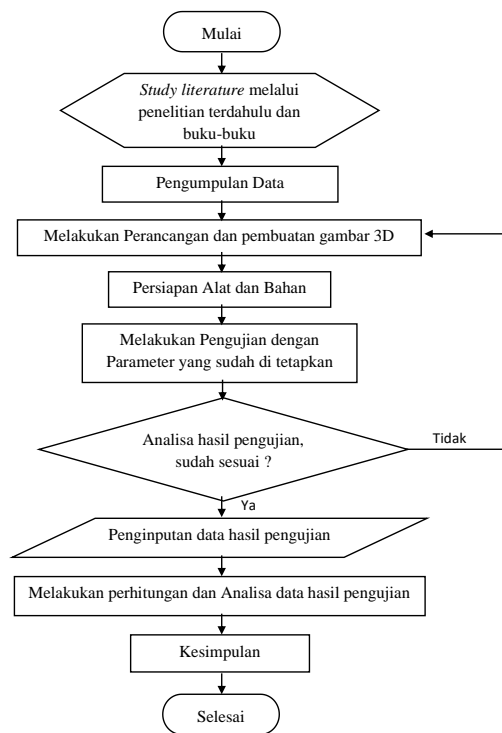
Saat ini banyak produk-produk yang ada disekitar kita terbuat dari plastik. Plastik merupakan Salah satu material yang penggunaannya terbanyak di dunia, hampir semua produk yang kita temukan menggunakan plastik. Ada beberapa proses pengolahan material plastik salah satunya menggunakan metode *Injection moulding*. Menurut (Kitayama, 2017) *injection moulding* merupakan salah satu teknologi penting yang digunakan untuk menghasilkan berbagai produk. Mereka mempelajari cacat dan solusi bagian plastik selama pencetakan injeksi karena sulit untuk mengatur parameter proses yang sangat baik yang menyebabkan banyak cacat seperti *short-shot*, *shrinkage*, *warpage* dan cacat lainnya Sebagian besar



cacat tersebut terjadi karena kurangnya optimalisasi parameter proses *injection molding*. Sehingga pada penelitian ini memiliki tujuan untuk merancang produk mold desain pot dan tatakan pot dengan menggunakan *software computer aided design* (CAD) dan simulasi yang dilakukan pada perangkat lunak *solidworks*.

## METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian dan pengembangan, dimana mengacu pada identifikasi masalah yang ada dilapangan dan dilakukannya pengembangan, dan berikut adalah diagram alir dalam penelitian ini.



## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil dan pembahasan dalam penelitian kali ini yang akan dibagi menjadi beberapa tahapan.

### Hasil Simulasi Optimalisasi Parameter Proses

Setelah dilakukan simulasi, respon optimalisasi parameter proses dilihat pada Tabel 1 menunjukkan hasil dari seluruh percobaan optimalisasi parameter proses dengan mengambil hasil *volumetric shrinkage*, *sink marks*, dan *filling time*.

**Tabel 1** Hasil simulasi percobaan pada gambar pot

Percobaan ke	<i>Volumetric Shrinkage</i>	<i>Sink Marks</i>	<i>Filling Time</i>
1	15.946	0.0142	2.8669
2	16.102	0.014902	2.707
3	16.247	0.015192	2.5934
4	17.735	0.0162	2.5408
5	17.924	0.016741	2.4716
6	18.013	0.016669	2.4318
7	19.027	0.018441	2.4245
8	18.728	0.018287	2.4177
9	19.112	0.018024	2.4187
<b>10</b>	<b>15.959</b>	<b>0.014648</b>	<b>2.7172</b>
11	16.126	0.015089	2.5973
12	16.261	0.01531	2.5097
13	17.932	0.016699	2.4267
14	17.996	0.0168	2.4178
15	18.045	0.016811	2.418
16	19.021	0.018425	2.4169
17	19.062	0.018293	2.4177

Dapat dilihat pada tabel 1 bahwa hasil respon simulasi gambar pot pada *solidworks plastic* yang terkecil yaitu pada percobaan nomor 10 dengan tekanan injeksi 38 Mpa, *melt temperature* 200°C, waktu *holding* 5s, waktu pendinginan 10s, dan *temperature* dinding *mold* 45°C.

Dapat dilihat pada tabel 1 bahwa hasil respon simulasi gambar pot pada *solidworks plastic* yang terkecil yaitu pada percobaan nomor 10 dengan tekanan injeksi 38 Mpa, *melt temperature* 200°C, waktu *holding* 5s, waktu pendinginan 10s, dan *temperature* dinding *mold* 45°C.

**Tabel 2** Hasil simulasi percobaan pada gambar base post

Spesimen ke-	Volumetric shrinkage	Sink Marks	Filling Time	Summary
1	16.0517	0.018951	0.52179	16.59244
2	16.0885	0.019382	0.51751	16.62539
3	16.1205	0.019467	0.51633	16.6563
4	17.7808	0.028271	0.51859	18.32766
5	17.8267	0.029735	0.5185	18.37494
6	17.8407	0.029189	0.51928	18.38917
7	18.8294	0.047023	0.5211	19.39752
8	18.88	0.047245	0.52097	19.44822
9	18.9453	0.045049	0.52072	19.51107
10	16.0522	0.018956	0.52094	16.5921
11	16.0885	0.019382	0.51751	16.62539
12	16.1205	0.019467	0.51633	16.6563
13	17.7808	0.028271	0.51859	18.32766
14	17.8267	0.029735	0.5185	18.37494
15	17.8407	0.029189	0.51928	18.38917
16	18.8294	0.047023	0.5211	19.39752
17	18.88	0.047245	0.52097	19.44822
18	18.9453	0.045049	0.52072	19.51107
19	16.0522	0.018956	0.52094	16.5921
20	16.0885	0.019382	0.51751	16.62539
21	16.1205	0.019467	0.51633	16.6563
22	17.7808	0.028271	0.51859	18.32766
23	17.8267	0.029735	0.5185	18.37494

Pada tabel diatas dapat disimpulkan hasil terkecil ditunjukkan pada percobaan ke 10 dan 19 dengan tekanan injeksi 38 Mpa dan 40 Mpa, *melt temperature* 200°C, waktu *holding* 5s dan 7s, waktu pendinginan 5s dan 10s, dan *temperature* dinding *mold* 45°C.

**Perhitungan S/N Ratio**

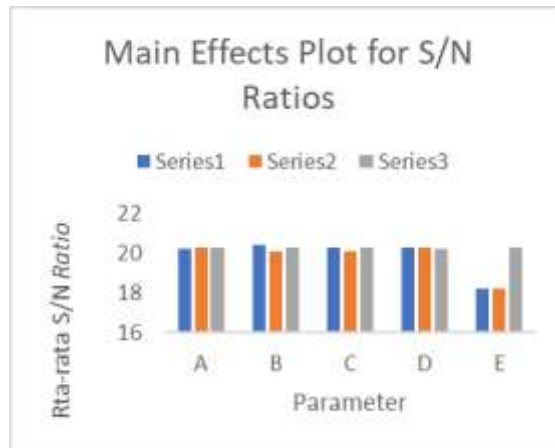
Penelitian ini menggunakan karakteristik kualitas *smaller the better* (STB) sebagai acuan dalam menentukan parameter proses yang optimal. Perhitungan optimalisasi proses pada hasil simulasi gambar pot dan *base* pot menggunakan rumus *S/N ratio*.

**Hasil Analisis S/N Ratio**

**Tabel 3** Hasil perhitungan S/N Ratio Pot

S/N smaller is the better					
Level	A	B	C	D	E
1	20.23504	20.43096	20.26596	20.26596	18.20252
2	20.26567	20.0869	20.0869	20.26665	18.22785
3	20.28197	20.26481	20.26481	20.25007	20.30448
Difference	0.046926	0.344056	0.179055	0.016585	2.101956
Rank	4	2	3	5	1

Pada penelitian sebelumnya data efek untuk rata-rata di setiap faktor sama halnya memiliki nilai yang kecil sampai yang besar dan memilih karakteristik mutu adalah *smaller the better* yang mana hasil pada penelitian sebelumnya mendapatkan hasil parameter A terkecil pada level 2, hasil parameter B pada level 3, hasil parameter C pada level 2 dan hasil parameter D pada level 2 (Rizky, 2017).

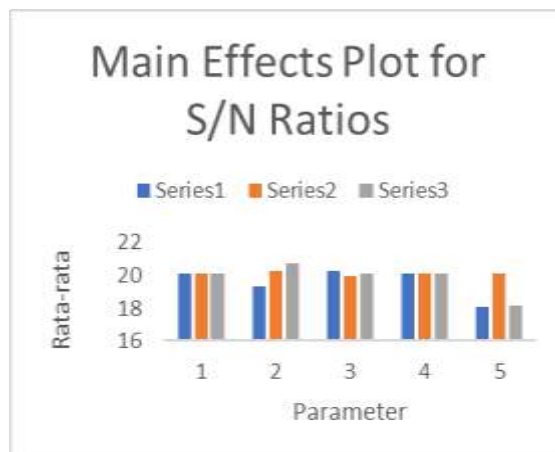


**Gambar 2** Grafik efek utama S/N ratio pada pot

Dilihat dari hasil diagram diatas menunjukkan bahwa hasil pengaruh dari tiap parameter dan levelnya tidak jauh berbeda terkecuali pada parameter E level 1,2 sama tetapi dengan level 3 berbeda sangat jauh yang mana dapat disimpulkan bahwa parameter pada E sangat berpengaruh pada pengoptimalan parameter proses.

**Table 4** Hasil Perhitungan S/N Ratio Base Pot

SN smaller is the better					
Level	A	B	C	D	E
1	20.12194302	19.36279	20.2905	20.12194302	18.09131
2	20.1219714	20.24871	19.95341	20.1219714	20.12322
3	20.1219714	20.75438	20.12197	20.1219714	18.1271
Difference	2.83722E-05	1.391589	0.337089	2.83722E-05	2.031909
Rank	4	2	3	4	1



**Gambar 2** Grafik efek utama S/N ratio pada base pot

Dari grafik ini dapat dilihat mana yang paling berpengaruh. Dalam optimalisasi parameter ini yaitu parameter 5 atau E dalam level 1 dan 3 yang hampir sama berbanding jauh dengan level 2 yang nilainya cukup besar, sama halnya dengan parameter pada pot yang mana pengaruh terbesar diduduki oleh

parameter pada E. Parameter E sendiri merupakan temperature dinding mold yang memiliki peran besar dalam pengoptimalisasi parameter proses.

**Perhitungan Analisa Statistik Uji Factors**

Perhitungan Analisa Statistik Uji *Factors* pada penelitian ini menggunakan perangkat lunak *Ms Excel*. Hasil perhitungan Analisa Statistik Uji *Factors* untuk optimalisasi proses pada pot dan *base pot* dimasukkan dalam tabel 5 dan 6.

**Hasil Analisa Statistik Uji Factors**

Hasil perhitungan Analisa Statistik Uji *Factors* dimasukkan kedalam tabel kontribusi parameter. Hasil perhitungan yang diinput pada tabel 5 dan 6 merupakan hasil yang perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA) yang didapat dengan menggunakan *Ms Excel*.

**Tabel 5** Hasil perhitungan Analisa statistic uji *factors post*

ANOVA						
Source of Variation	SS	Df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	4.287499	4	1.071875	3.58226	0.046281	3.47805
Within Groups	2.992175	10	0.299217			
Total	7.279674	14				

Pada hasil perhitungan Analisa statistik uji *factors* pada pot nilai F hitung memiliki nilai yang lebih besar dari pada F tabel yang diyakini mempengaruhi nilai rata-rata untuk optimalisasi parameter proses untuk mesin injeksi.

**Tabel 6** Hasil perhitungan Analisa statistic uji *factors base pot*

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	4.318593	4	1.079648332	2.87601	0.079917	3.47805
Within Groups	3.75398	10	0.375397985			
Total	8.072573	14				

Pada tabel 6 memiliki hasil yang berbeda dengan tabel 5 yaitu nilai F hitung lebih kecil dari pada F tabel. Pada analisis ANOVA menggunakan F hitung yang lebih besar dibandingkan F tabel untuk melihat apakah F hitung *valid* atau tidak. Hasil pada tabel 6 F hitung memiliki hasil yang lebih kecil dari F tabel yang diyakini rata-rata tersebut tidak berpengaruh atau tidak *valid* dalam pengoptimalan parameter.

**Eksperimen Konfirmasi**

Hasil eksperimen konfirmasi pada optimalisasi proses pot adalah sebagai berikut. Nilai  $\mu$  prediksi untuk optimalisasi proses pot sebesar 19,98004. Confidence Interval (CI) untuk optimalisasi proses pada pot adalah 0,523931459 sehingga range prediksi dan eksperimen konfirmasi adalah sebagai berikut.

$$\mu \text{ Prediksi} - CI \leq \mu \text{ Prediksi} \leq \mu \text{ Prediksi} + CI$$

$$19,98004 - 0,523931459 \leq 19,98004 \leq 19,98004 + 0,523931459$$

$$19,45611 \leq 19,98004 \leq 20,30397$$

Sedangkan hasil eksperimen konfirmasi pada optimalisasi proses pada *base pot* adalah sebagai berikut. Nilai  $\mu$  prediksi untuk optimalisasi proses pada *base pot* adalah 19,85368. Confidence Interval (CI) untuk optimalisasi proses pada *base pot* adalah 0,525827894 sehingga range prediksi dan eksperimen konfirmasi adalah sebagai berikut.

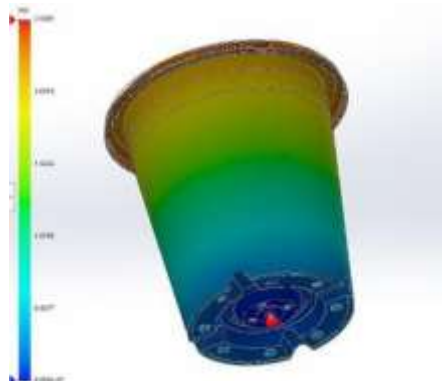
$$\mu \text{ Prediksi} - CI \leq \mu \text{ Prediksi} \leq \mu \text{ Prediksi} + CI$$

$$19,85368 - 0,525827894 \leq 19,85368 \leq 19,85368 + 0,525827894$$

$$19,32785 \leq 19,85368 \leq 20,37951$$

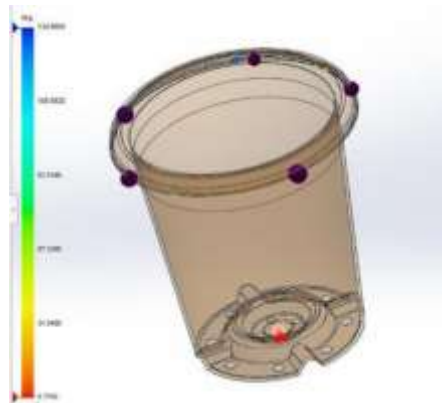
### Simulasi

#### 1. Hasil Rekomendasi Parameter Proses



**Gambar 3** Hasil simulasi *full time* pada pot dengan parameter terbaik

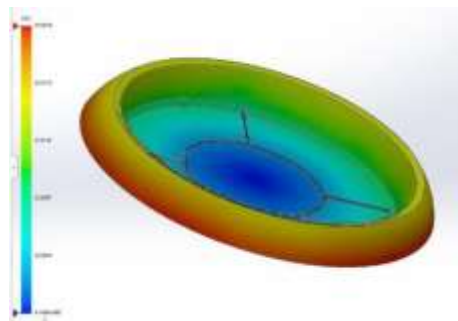
Gambar 3 menunjukkan hasil simulasi dengan menggunakan perangkat lunak *Solidworks Plastic* bahwa hasil simulasi ini didominasi dengan warna biru dan hijau yang mengartikan sudah memiliki hasil yang baik dengan memiliki nilai *fill time* sebesar 2,5367 detik. Dijelaskan pada gambar dibawah ini yang merupakan hasil pengamatan *air trap* dan *weld lines* pada produk pot.



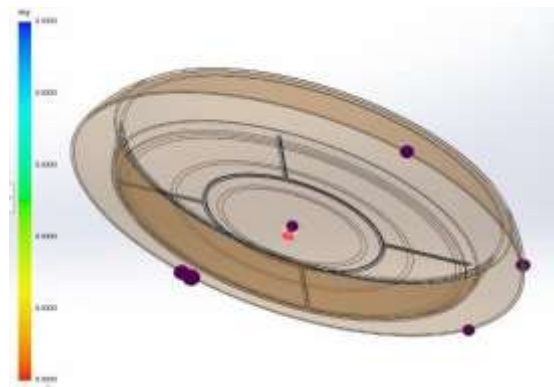
**Gambar 4** Hasil simulasi *air trap* dan *weld lines* pada produk pot



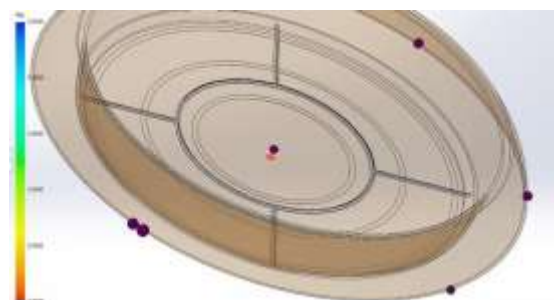
**Gambar 5** *Zoom in* hasil simulasi *air trap* dan *weld lines* pada produk *base pot*



**Gambar 6** Hasil simulasi *full time* pada *base pot* dengan parameter terbaik



**Gambar 7** Hasil simulasi *air trap* dan *weld lines* pada produk *base pot*



**Gambar 8** *Zoom in* hasil simulasi *air trap* dan *weld lines* pada produk *base pot*

## 2. Perhitungan *Shear Stress*

$$\text{Diketahui : } q = 0,61 \frac{KN}{m}$$

$$P = 0,002 \text{ KN}$$

$$p = 0,003 \text{ m}$$

Langkah pertama yang diperhitungkan adalah mencari reaksi peletakan.

$$V_A = 0$$

$$V_B = \frac{0,0015}{0,001} \times 0,002$$

$$V_B = 0,003 \text{ KN}$$

Selanjutnya mencari gaya dalam, langkah yang pertama dalam mencari gaya dalam yaitu dengan mencari moment gaya pada  $x = 0,0015$

$$\sum M = 0$$

$$M_x - V_B \times 0,0015 - q \times 0,0015 \times \frac{0,0015}{2} = 0$$

$$-M_x = -V_B \times 0,0015 - q \times 0,0015 \times 0,00075$$

$$-M_x = -0,003 \times 0,0015 - 0,61 \times 0,000001$$

$$-M_x = -4,5 \times 10^{-6} - 0,00000061$$

$$-M_x = -5,11 \times 10^{-6} \text{ KN.m}$$

$$M_x = 5,11 \times 10^{-6} \text{ KN.m}$$

Kemudian mencari kecepatan pada  $x = 0,0015$

$$\sum V = 0$$

$$-V_x - V_B - q \times 0,0015 = 0$$

$$V_x = (-V_B - q \times 0,0015)$$

$$V_x = -0,003 - 0,61 \times 0,0015$$

$$V_x = -0,003 - 0,000915$$

$$V_x = -0,003915 \text{ KN}$$

Selanjutnya menghitung pada bidang produk

**Tabel 7** Spesifikasi pada bidang

Bidang	b	h	A	x	y	$I_x$
I	150	176	26.400	75	88	$68,1 \times 10^6$
II	180	12	2.160	90	6	25.920
III	13	176	1.144	4,3	58,6	$5,9 \times 10^6$

Kemudian mencari titik pusat pada bagian  $x$  dan  $y$

$$\bar{x} = \frac{x_1 A_1 + x_2 A_2 + x_3 A_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

$$\bar{\bar{x}} = \frac{75 \times 26.400 + 90 \times 2.160 + 4,3 \times 1.144}{26.400 + 2.160 + 1.144}$$

$$\bar{\bar{x}} = 81,61$$

$$\bar{\bar{y}} = \frac{y_1 A_1 + y_2 A_2 + y_3 A_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

$$\bar{\bar{x}} = \frac{88 \times 26.400 + 6 \times 2.160 + 56,8 \times 1.144}{26.400 + 2.160 + 1.144}$$

$$\bar{\bar{x}} = 80,90$$

Selanjutnya menghitung  $I_x$

$$I = I_x = A.Y$$

$$I_1 = 6,81 \times 10^6 + 26400(88-80,90) = 187,508 \times 10^6$$

$$I_2 = 25.950 + 2.160 (6-80,90) = 135,864$$

$$I_3 = 5,9 \times 10^6 + 1144 (58,6 - 80,90) = 5,87 \times 10^6$$

$$I_x = 18,75 \times 10^{10} + (1 - 135,864) - (5,87 \times 10^6 \times 2) = 18,74 \times 10^{10}$$

$$mm^4$$

$$= 0,1874 m^4$$

Tegangan lentur

$$\sigma_m = \frac{m.y}{I}$$

$$\sigma_m = \frac{5,11 \times 10^{-6} (188-80,90)}{0,1874} = 0,00292$$

$$\sigma_{mb} = \frac{5,11 \times 10^{-6} (176-80,90)}{0,1874} = 0,00256$$

$$\sigma_{mc} = 0,00292 = 0,00256$$

$$\sigma_{md} = \frac{5,11 \times 10^{-6} (0-80,90)}{0,1874} = -0,0022$$

Tegangan Geser

$$\tau = \frac{v.s}{b.I_x}$$

$$\tau_a = \frac{-0,003915.(0 - 80,90)}{180 \times 0,1874} = 0$$

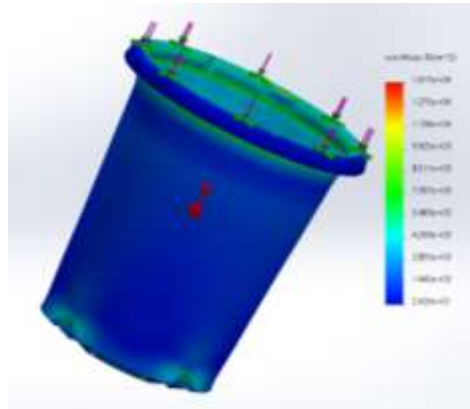
$$\tau_b = \frac{-0,003915.(2.160(6) - 80,90)}{180 \times 0,1874} = -2,4128$$

$$\tau_c = \frac{-0,003915.(2.160(6) - 80,90)}{150 \times 0,1874} = -2,4128$$

$$\tau_d = \frac{-0,003915.(26.272(80,90) - 80,90)}{124 \times 0,1874} = -0,35$$

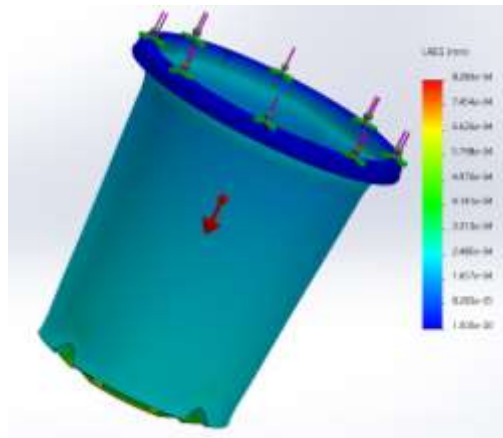
### Simulasi *Shear Stress*

#### 1. *Stress 1 (von misses)*



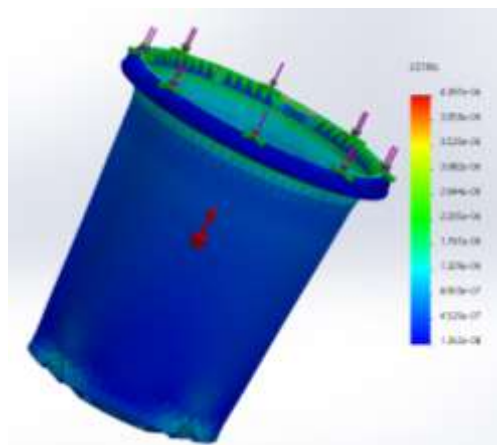
**Gambar 9** *Stress 1 (von misses)*

#### 2. *Displacement*



**Gambar 10** *Displacement*

#### 3. *Strain*



**Gambar 11** *Strain*

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi yang telah terlaksana maka dapat diambil kesimpulan untuk penelitian ini bahwa.

1. Berdasarkan pada interval kepercayaan dengan 95% confidence level, rata-rata nilai eksperimen konfirmasi berada pada range interval kepercayaan. Sehingga, dapat dikatakan bahwa hasil penelitian ini memiliki tingkat kepercayaan yang baik.
2. Hasil simulasi pada parameter yang terbaik pada penelitian ini masih belum stabil dikarenakan masih memiliki sedikit cacat produk salah satunya yaitu *air trap*.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Kitayama. (2017). Optimasi Multi Objektif Profil Tekanan Pengepakan Variabel dan Parameter Proses dalam Cetakan Injeksi Plastik untuk Meminimalkan Warpage dan Waktu Siklus. 9-12.
- Krishnaiah, K., & Shahabudeen, P. (2001). APPLIED DESIGN OF EXPERIMENTS AND TAGUCHI METHODS.
- Multi, R. (2021). Perancangan Postre Digital Pada Objek Wisata Untuk Promosi Taman Edelweiss Dimasa Pandemic Covid-19.
- Q Shubhra, M. Alam, & M.A. Quaiyyum. (2011). Mechanical Properties of polypropylene composites. *Journal of thermoplastic composites materials*.
- Rizky, M. (2017). PERANCANGAN MESIN PLASTIC MOLDING MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK AUTODESK INVENTOR PROFESSUINAL 2017.