

## Optimasi Desain *Runner System* dan *Cooling System* Serta Parameter Proses untuk Meminimalkan Cacat *Sink Mark* dan *Short Shot* pada Produk *T-Dost*

Andika Dwi Setiawan\*, Cahyo Budiyanoro, Aris Widyo Nugroho  
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia  
\*E-mail: : [andikadwisetiawan29@gmail.com](mailto:andikadwisetiawan29@gmail.com)

### Abstrak

Optimasi merupakan sebuah proses untuk mencapai hasil yang ideal pada suatu produk. Pada industri plastik yang menggunakan mesin *injection molding* banyak ditemukan kegagalan produk dikarenakan desain cetakan dan parameter proses. Cacat produk seperti *sink mark* dan *short shot* pada produk *T-DOST* dikarenakan kurang optimalnya desain cetakan seperti *cooling system* dan *runner system*. Penelitian optimasi desain *runner system* dan *cooling system* serta parameter proses bertujuan agar dapat meminimalkan cacat *sink mark* dan *short shot* pada produk.

Penelitian ini mengambil data-data produk yang sesuai dilapangan untuk dioptimasi, kemudian mendesain variasi *layout runner system* dan *cooling system* yang hasil desain akan disimulasikan pada *software autodesk insight 2016*. Hasil desain terbaik dari simulasi *molflow* selanjutnya akan digunakan untuk menganalisa parameter proses optimum menggunakan metode *taguchi*. Parameter proses optimum digunakan untuk optimasi *sink mark* dan *short shot* akan digunakan untuk eksperimen konfirmasi untuk mengetahui parameter proses optimum benar-benar dapat mereduksi *sink mark* dan *short shot* pada produk *T-DOST*.

Hasil optimasi desain *runner system* dan *cooling system* serta parameter proses terbukti dapat meminimalkan terjadinya cacat *sink mark* dan *short shot* pada produk *T-DOST* dengan desain *runner system* dan *cooling system* terbaik adalah *runner type 1* dan *cooling type 3*. Parameter proses optimum untuk mereduksi *sink mark* yaitu pada hasil optimasi percobaan ke-16 yaitu dengan parameter proses *Injection Pressure 175 MPa*, *Melt Temperature 285°C*, *Mold Temperature 40°C*, *Injection Time 3 detik*. Hasil optimasi pada penelitian ini untuk respon *sink mark* sebesar 2,586 % dan *short shot* sebesar 10,37 gram terbukti lebih baik dari *initial condition* yaitu *sink mark* sebesar 4,778 % dan *short shot* 9,252 gram.

**Kata kunci :** Optimasi, *Sink Mark*, *Short Shot*, *Runner*, *Cooling*, *Molflow*

### 1. Pendahuluan

Pada era perkembangan teknologi dalam dunia plastik saat ini, plastik merupakan material yang banyak digunakan dalam pembuatan komponen instalasi listrik karena ringan, tidak mudah pecah, tahan korosi, dan mudah dibentuk. Plastik merupakan salah satu bahan alternatif yang banyak diproduksi secara massal, karena merupakan isolator yang baik sehingga cocok digunakan pada komponen instalasi kelistrikan. Pada industri plastik konvensional masih sering terjadi cacat produk. Cacat produk yang umum terjadi pada metode *injection molding* adalah *voids*, *surface blemish*, *short-shot*, *flashing*, *jetting*, *flow marks*, *weld lines*, terbakar dan *warpage* [10] dan cacat pada bagian tertentu produk yang disebabkan oleh desain cetakan dan parameter proses pada mesin *injection molding* kurang optimal sehingga mengakibatkan kerugian biaya produksi, kurang efisien karena material banyak yang harus diproses ulang dan kualitas produk menurun karena produk banyak yang rusak [7].

Proses *injection molding* merupakan pembentukan material termoplastik dimana material dilelehkan akibat panas dan gesekan didalam *barrel* diinjeksikan kedalam sebuah cetakan (*mold*), yang kemudian didinginkan oleh air atau fluida cair sehingga produk akan mengeras sesuai bentuk cetakan [9]. Waktu pengisian dan pendinginan selama proses *injection molding* biasanya mewakili sekitar 2/3 dari total waktu siklus (*cycle time*). Oleh karena itu, pengurangan waktu pengisian dan pendinginan akan menimbulkan dampak yang besar pada waktu produksi. Efisiensi sirkulasi *cooling* dan *runner* secara langsung mempengaruhi kualitas dan waktu pengisian dan pendinginan produk. Setidaknya 60% cacat yang terjadi akan mengurangi dampak kegagalan produk karena cacat *shrinkage* dan *sink mark* [6]. Proses aliran leburan plastik pada *injection molding* merupakan hal yang rumit dikarenakan adanya fakta bahwa suhu *mold cavity* yang digunakan berada di bawah titik beku plastik, sehingga kemampuan untuk mengisi *cavity* sangat diperhatikan [2]. *Short Shot* digunakan untuk menjelaskan dimana suatu kondisi lelehan material plastik akan diinjeksikan ke dalam *cavity* tidak mencapai kapasitas yang ideal atau tidak sesuai settingan mesin, sehingga plastik yang diinjeksikan ke dalam *cavity* mengeras terlebih dahulu sebelum memenuhi *cavity* [3]. *Short shot* yang terjadi pada suatu produk dapat disebabkan oleh kesalahan operasi akibat dari pemilihan parameter proses injeksi yang tidak sesuai.

Pada industri plastik yang masih menggunakan mesin *injection molding* konvensional dalam pengoperasiannya masih manual dengan tenaga manusia dan akan berpengaruh besar terhadap cacat produk. Produk yang dihasilkan salah

satu produk instalasi listrik yaitu *T-DOST* yang terdapat kasus cacat *sink mark* dan *short shot* yang akan berdampak pada kualitas produk dan kegagalan produksi.

Dengan metode simulasi *moldflow* ini digunakan untuk memberikan penyajian yang nyata berdasarkan parameter yang diambil pada industri plastik UD.RAFI. Simulasi *moldflow* diharapkan mampu untuk meningkatkan kualitas produk untuk meminimalkan cacat produksi berupa *short shot* dan *sink mark* dengan metode optimasi desain *runner system* dan *cooling system* serta parameter proses produk *T-DOST*. Proses pengisian material dan pendinginan yang efisien dapat meminimalkan produk yang mengalami cacat dan yang berakibat pada kegagalan produk. Maka untuk itu diperlukan desain *runner system* dan *cooling system* sesuai dengan desain *T-DOST* yang dapat meminimalkan cacat produk yaitu cacat *short shot* dan *sink mark*.

## 2. Metode penelitian

### 2.1. Bahan Penelitian

Bahan perancangan adalah produk *T-DOST* dengan mengambil sampel dari UD.RAFI yang mengalami masalah cacat pada produknya berupa *sink mark* dan *short shot*. Data produk yang diperoleh antara lain bahan PP hitam, dimensi produk 78x78x28mm, tebal produk 1mm, dan berat produk 8,34gram.



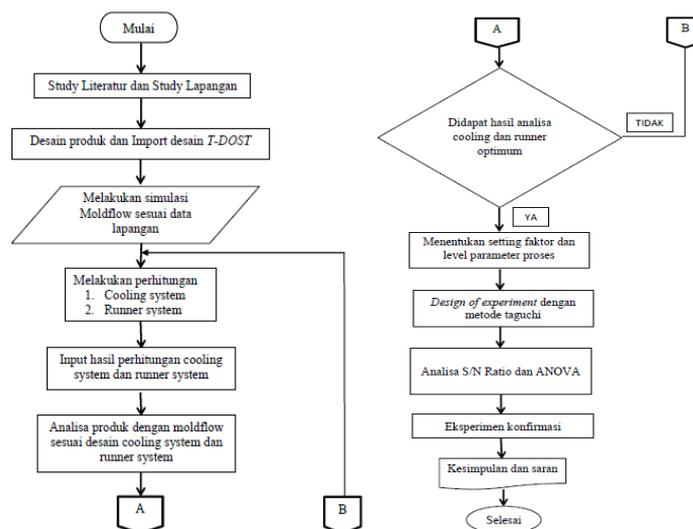
Gambar 1. Sampel produk *T-DOST*.

### 2.2. Alat Perancangan

Dalam optimasi desain *runner system* dan *cooling system* produk *T-DOST* menggunakan beberapa alat sebagai berikut:

1. Laptop
2. Kalkulator
3. Jangkasorong
4. *Software Minitab*
5. *Software Autodesk Moldflow Insight 2016*
6. *Software Autodesk Inventor Profesional 2015*

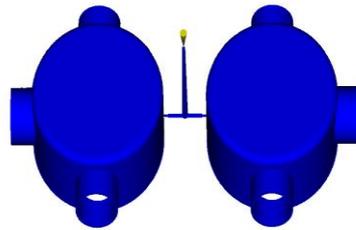
### 2.3. Diagram Alir



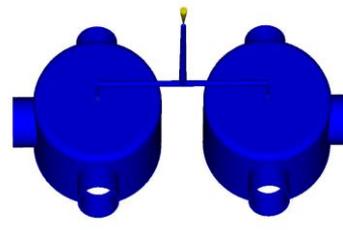
Gambar 2. Diagram alir optimasi desain *cooling system* dan *runner system* pada produk *T-DOST*

### 3. Hasil dan pembahasan

#### 3.1. Desain Runner System



Gambar 3. Runner 1



Gambar 4. Runner 2

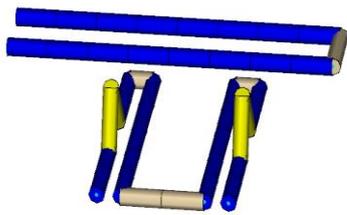
Dari hasil desain runner system nantinya akan dijadikan sebagai pembandingan untuk pemilihan runner terbaik yang dinjau dari hasil simulasi moldflow yaitu analisa fill time dan analisa cavity weight.

Tabel 1. Perbandingan hasil analisa runner

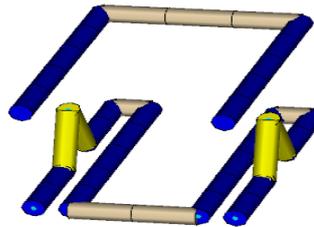
Analisa runner	Type runner	
	Runner 1	Runner 2
Fill time (s)	0,7462	0,7569
Cavity weight (gram)	10,3457	10,2854

Hasil perbandingan analisa runner didapatkan hasil yang berbeda. Didapatkan type runner terbaik adalah type runner 1 karena pada nilai fill time merupakan nilai paling rendah, dan cavity weight merupakan nilai terbesar untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 1. Maka type runner 1 selanjutnya akan digunakan untuk mendapatkan rekomendasi cooling terbaik sesuai dengan desain dan hasil analisa.

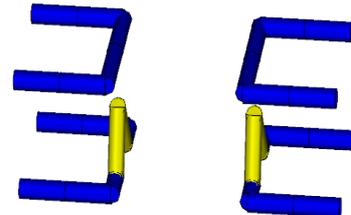
#### 3.2. Desain Cooling System



Gambar 5. Cooling 1



Gambar 6. Cooling 2



Gambar 7. Cooling 3

Dari hasil desain cooling system nantinya akan dijadikan sebagai pembandingan untuk pemilihan cooling terbaik yang dinjau dari hasil simulasi moldflow untuk jelasnya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan hasil analisa cooling

Analisa cooling	Type cooling		
	Type 1	Type 2	Type 3
Circuit coolant temperature (°C)	27,33	27,49	26,05
Circuit metal temperature (°C)	37,77	41,64	43,23
Circuit heat removal efficiency	0,25-0,75	0,25-0,75	0,57-0,89
Deflection, all effect:Deflection (mm)	0,1875	0,1719	0,1797
Sink mark (%)	1,425	1,141	1,323
Cavity wight (gram)	10,95	10,44	10,95

Dari perbandingan hasil analisa cooling system didapatkan rekomendasi tipe yang paling optimal adalah cooling type 3 karena paling banyak hasil nilai parameter yang masuk dalam rekomendasi dibandingkan cooling tipe 1 dan tipe 2. Maka cooling type 3 merupakan rekomendasi yang paling optimal untuk meminimalkan cacat sink mark dan cavity weight pada produk T-DOST.

#### 3.3. Penentuan Nilai Faktor Dan Level Parameter Proses

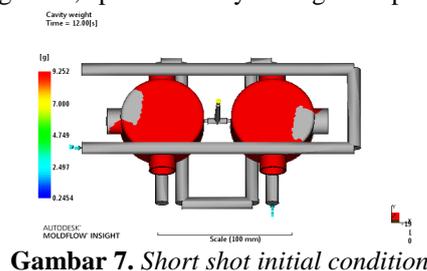
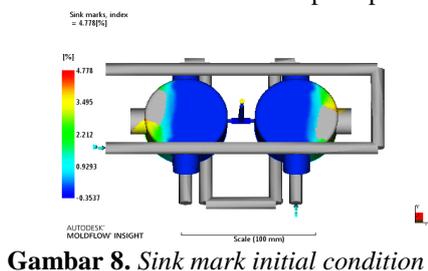
Tabel 3. Nilai faktor dan level parameter proses optimasi sink mark dan short shot

Faktor	Level			
	1	2	3	4
(A) Injection pressure (Mpa)	100	125	150	175
(B) Melt temperature (°C)	255	265	275	285
(C) Mold temperature (°C)	40	60	80	100
(D) Holding time (s)	1	2	3	4

Penentuan faktor untuk optimasi yang berpengaruh pada short shot didapatkan dari literatur [5] sedangkan sink mark didapatkan dari literatur [1]. Penentuan nilai injection pressure dan holding time diperoleh dari [4] sedangkan penentuan nilai parameter melt temperature dan mold temperature didapatkan dari hasil rekomendasi molding window.

### 3.4. Hasil Simulasi Moldflow Initial Condition

Hasil simulasi produk yang telah dilakukan merupakan *initial condition* produk sesuai dengan parameter proses pada industri plastik yang menunjukkan nilai *sink mark* dan nilai *short shot*. Nilai *sink mark* menunjukkan sebesar 4,778% sedangkan nilai *short shot* sebesar 9,252gram. Selanjutnya hasil *initial condition* akan digunakan perbandingan dari hasil optimasi *sink mark* dan *short shot* pada produk yang sama, apakah hasilnya mengalami peningkatan kualitas.



### 3.5. Design Of Experiment (DOE) Metode Taguchi

*Design of experiment* digunakan untuk melakukan kombinasi dan level secara acak untuk analisa faktor dan level yang berpengaruh terhadap optimasi. Penelitian ini menggunakan matrik orthogonal L16 ( $4^4$ ) maka pada penelitian ini jumlah percobaan yang akan dilakukan sebanyak 16 percobaan dengan 4 level.

**Tabel 4.** Hasil simulasi optimasi *sink mark* dan *short shot*

Percobaan	Faktor				Sink mark (%)	Cavity weight (gram)
	(A)	(B)	(C)	(D)		
1	100	255	40	1	4,038	4,66
2	100	265	60	2	4,217	4,45
3	100	275	80	3	5,012	5,23
4	100	285	100	4	4,746	4,27
5	125	255	60	3	4,826	5,86
6	125	265	40	4	4,538	6,46
7	125	275	100	1	5,066	5,87
8	125	285	80	2	4,46	8,28
9	150	255	80	4	4,603	7,46
10	150	265	100	3	4,143	6,65
11	150	275	40	2	4,822	8,69
12	150	285	60	1	4,148	9,21
13	175	255	100	2	4,343	8,15
14	175	265	80	1	4,842	9,52
15	175	275	60	4	4,968	9,72
16	175	285	40	3	2,586	10,31

### 3.6. Analisa S/N ratio

Dari hasil percobaan simulasi dengan parameter proses yang telah dilakukan, selanjutnya hasil simulasi digunakan untuk menghitung *S/N ratio* untuk mengetahui hasil responnya. metode perhitungan rasio *S/N* tergantung pada karakteristik kualitas, apakah responnya semakin kecil, semakin baik, semakin besar semakin baik, atau tertuju pada nilai tertentu [8]. Pada optimasi parameter proses ini bertujuan untuk mengetahui nilai responnya untuk mereduksi *sink mark* dan *short shot*, untuk *sink mark* dengan options *S/N ratio small is better* karena nilai paling rendah merupakan nilai terbaik dalam optimasi ini.

**Tabel 5.** Respon *S/N ratio* optimasi *sink mark*

Level	Injection pressure	Melt temperature	Mold temperature	Holding time
1	-13,04	-12,95	-11,79	-13,07
2	-13,47	-12,92	-13,11	-12,98
3	-12,91	-13,92	-13,49	-12,07
4	-12,16	-11,78	-13,18	-13,46
Delta	1,31	2,14	1,69	1,39
Rank	4	1	2	3

Respon *S/N ratio* optimasi *sink mark* didapatkan parameter proses yang paling berpengaruh adalah *melt temperature*. Hasil respon optimasi *sink mark* pada optimasi ini adalah parameter proses *injection pressure* level 4 (175 Mpa), *melt temperature* level 4 (285°C), *mold temperature* level 1 (40°C), dan *holding time* level 3 (3 detik).

Pada optimasi parameter untuk mengetahui nilai responnya untuk mereduksi *short shot* dengan options *S/N ratio large is better* karena nilai paling tinggi merupakan nilai terbaik dalam optimasi ini.

**Tabel 6.** Respon S/N ratio optimasi *short shot*

Level	Injection pressure	Melt temperature	Mold temperature	Holding time
1	13,33	16,10	17,15	16,90
2	16,32	16,30	16,85	17,08
3	17,99	17,08	17,44	16,61
4	19,46	17,63	15,67	16,51
Delta	6,13	1,153	1,77	0,57
Rank	1	3	2	4

Respon S/N ratio optimasi *short shot* didapatkan parameter proses yang paling berpengaruh adalah *injection pressure*. Hasil respon optimasi *short shot* pada optimasi ini adalah parameter proses *injection pressure* level 4 (175 Mpa), *melt temperature* level 4 (285°C), *mold temperature* level 3 (80°C), dan *holding time* level 2 (2 detik).

### 3.7. Analisis Of Varian (ANOVA)

*Analysis Of Variance* pada penelitian ini digunakan untuk memperkirakan besarnya kontribusi suatu parameter proses yang digunakan dalam beberapa simulasi yang telah dilakukan sebelumnya. Analisa ANOVA memiliki beberapa klasifikasi yang dihitung seperti ST,  $M_A$ ,  $S_m$ ,  $S_A$ ,  $S_e$ , F-Ratio,  $Sq_A'$ ,  $\rho\%$  lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 7.

**Tabel 7.** Presentase kontribusi parameter untuk optimasi *sink mark*

Source	Df	Sq	Mq	F-ratio	Sq'	$\rho\%$
Injection pressure	3	0,5900	0,1966	3,8682	0,4352	9,49
Melt temperature	3	1,9334	0,6444	12,4883	1,7786	38,78
Mold temperature	3	1,2290	0,4096	7,9379	1,0742	23,42
Holding time	3	0,6789	0,2262	4,3837	0,5241	11,43
Error	3	0,1548	0,0516	-	0,774	16,87
Total	15	4,5841	-	-	-	99,99

Presentase kontribusi parameter yang menunjukkan hasil paling besar terhadap respon *sink mark* adalah pada parameter proses *melt temperature* sebesar 38,78% dibandingkan dengan presentase kontribusi parameter yang lain. *Melt temperature* disini merupakan parameter yang paling berpengaruh terhadap terjadinya *sink mark*.

**Tabel 8.** Presentase kontribusi parameter untuk optimasi *short shot*

Source	Df	Sq	Mq	F-ratio	Sq'	$\rho\%$
Injection pressure	3	49,8646	16,6215	1013,506	49,8154	82,1
Melt temperature	3	5,3271	1,7757	108,2743	5,2779	8,7
Mold temperature	3	4,9235	1,6411	100,067	4,8743	8,03
Holding time	3	0,5138	0,1712	10,439	0,4646	0,76
Error	3	0,0493	0,0164	-	0,2461	0,4
Total	15	4,5841	-	-	-	99,99

Presentase kontribusi parameter yang menunjukkan hasil paling besar terhadap respon *short shot* adalah pada parameter proses *injection pressure* sebesar 82,1% dibandingkan dengan presentase kontribusi parameter yang lain. *Injection pressure* disini merupakan parameter yang paling berpengaruh terhadap terjadinya *short shot*.

### 3.8. Analisis Parameter Optimum

Analisa menggunakan metode S/N ratio dan ANOVA yang menghasilkan kombinasi parameter proses optimum untuk mencapai tujuan pada penelitian optimasi *sink mark* dan *short shot*. Dari analisa S/N ratio didapatkan kombinasi parameter proses dan level optimum pada optimasi *sink mark* dan *short shot* dapat dilihat pada tabel 9 dan tabel 10.

**Tabel 9.** Kombinasi parameter proses optimum metode S/N ratio pada optimasi *sink mark*

Parameter proses respon <i>sink mark</i>	
Injection pressure	175 Mpa
Melt temperature	285°C
Mold temperature	40°C
Holding time	3 detik

**Tabel 10.** Kombinasi parameter proses optimum metode S/N ratio pada optimasi *shortshot*

Parameter proses respon <i>sink mark</i>	
Injection pressure	175 Mpa
Melt temperature	285°C
Mold temperature	80°C
Holding time	2 detik

Rangking tertinggi berdasarkan analisa S/N ratio dan ANOVA menunjukkan parameter proses yang berpengaruh terhadap respon sink mark dan short shot. Rangking respon parameter proses analisa S/N ratio dapat dilihat pada tabel 10 sedangkan untuk ANOVA dapat dilihat pada tabel 11.

**Tabel 10.** Respon parameter proses analisa S/N ratio

Rank	Sink mark	Short shot
1	Melt temperature	Injection pressure
2	Mold temperature	Mold temperature
3	Holding time	Melt temperature
4	Injection pressure	Holding time

**Tabel 10.** Respon parameter proses analisa ANOVA

Rank	Sink mark	Short shot
1	Melt temperature	Injection pressure
2	Mold temperature	Melt temperature
3	Holding time	Mold temperature
4	Injection pressure	Holding time

Dari hasil analisa ANOVA untuk optimasi *sink mark* rangking tertinggi adalah pada parameter proses *melt temperature*, sedangkan pada optimasi *short shot* rangking tertinggi pada parameter proses *injection pressure*. Parameter yang menempati rangking tertinggi tersebut merupakan parameter yang paling berpengaruh terhadap *sink mark* dan *short shot*. Hasil analisis parameter optimum untuk *optimasi sink mark* dan *short shot*. Dapat dilihat pada tabel 9 dan 10 yang hasilnya didapat sebagai berikut :

a. Parameter optimum untuk optimasi *sink mark*

Hasil parameter optimum untuk optimasi *sink mark* didapatkan *injection pressure* 175 Mpa, *melt temperature* 285°C, *mold temperature* 40°C dan *holding time* 3 detik. Kombinasi parameter optimum tersebut telah ada pada hasil DOE percobaan ke-16 dengan nilai *sink mark* 2,586 % dan selanjutnya tidak perlu dilakukan eksperimen konfirmasi karena hasil untuk optimasi parameter optimum telah dilakukan pada percobaan ke-16 yang dapat dilihat pada tabel 4.

b. Parameter optimum untuk optimasi *short shot*

Hasil parameter optimum untuk optimasi *short shot* didapatkan *injection pressure* 175 Mpa, *melt temperature* 285°C, *mold temperature* 80°C dan *holding time* 2 detik. Kombinasi parameter optimum tersebut belum ada pada percobaan sebelumnya maka selanjutnya perlu dilakukan eksperimen konfirmasi untuk mengetahui hasil dari kombinasi parameter optimum untuk optimasi *short shot*. Perhitungan analisis parameter optimum *short shot* sebagai berikut :

a.  $\mu$  Prediksi

$$\begin{aligned} \mu \text{ Prediksi} &= \bar{y} + (\bar{A4}-\bar{y}) + (\bar{B4}-\bar{y}) - (\bar{C3}-\bar{y}) + (\bar{D2}-\bar{y}) \\ &= 7,1778 + (9,435-7,1778) + (8,017-7,1778) - (7,622-7,1778) + (7,392-7,1778) \\ &= 10,044 \end{aligned}$$

b. Confidence Interval

$$\begin{aligned} CI &= \pm \sqrt{F_{(\alpha, v1, v2)} \times MS_E \times \left( \frac{1}{N_{eff}} + \frac{1}{r} \right)} \\ &= \pm \sqrt{8,53 \times 0,0938 \times \left( \frac{1}{5,3} + \frac{1}{1} \right)} \\ &= \pm 0,975 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu \text{ Prediksi} - CI &\leq \mu \text{ Prediksi} \leq \mu \text{ Prediksi} + CI \\ 10,044 - 0,975 &\leq 10,044 \leq 10,044 + 0,975 \\ 9,069 &\leq 10,044 \leq 11,019 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan parameter optimum *short shot* didapatkan prediksi 10,044 gram dengan *confidence interval*  $\pm 0,975$  dan dalam range 9,069 gram sampai dengan 11, 019 gram.

### 3.9. Eksperimen Konfirmasi

Dari hasil kombinasi parameter optimum untuk optimasi *short shot* akan dilakukan pada simulasi molflow sesuai dengan parameter seperti pada tabel 10 untuk dilakukan eksperimen konfirmasi agar mendapatkan hasil kombinasi parameter optimum untuk optimasi *short shot*.

End of packing phase results summary for the part :	
Total part weight	= 20.7483 g
Bulk temperature - maximum	= 186.8750 C
Bulk temperature - 95th percentile	= 99.9660 C
Bulk temperature - 5th percentile	= 74.8960 C
Bulk temperature - minimum	= 61.2430 C
Bulk temperature - average	= 86.0950 C
Bulk temperature - RMS deviation	= 8.3594 C
Frozen layer fraction - maximum	= 1.0000
Frozen layer fraction - 95th percentile	= 1.0000
Frozen layer fraction - 5th percentile	= 1.0000
Frozen layer fraction - minimum	= 1.0000
Frozen layer fraction - average	= 1.0000
Frozen layer fraction - RMS deviation	= 0.0000
Volunetric shrinkage - maximum	= 4.4858 %
Volunetric shrinkage - 95th percentile	= 4.0640 %
Volunetric shrinkage - 5th percentile	= 0.7589 %
Volunetric shrinkage - minimum	= -0.2588 %
Volunetric shrinkage - average	= 2.6979 %
Volunetric shrinkage - RMS deviation	= 0.9537 %

**Gambar 8.** Hasil eksperimen konfirmasi optimasi *short shot*

Hasil simulasi parameter optimum optimasi *short shot* dilihat dari *total part weight* sebesar 20,7483 gram karena mempunyai dua *cavity* hasil *total part weight* dibagi dua sejumlah banyaknya *cavity* yang hasilnya menjadi 10,37 gram. Dari hasil simulasi tidak selalu sama dengan hasil perhitungan parameter optimum tetapi masih berada pada prediksi range perhitungan parameter optimum.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil optimasi parameter proses, desain *runner system* dan *cooling system* serta parameter proses yang optimum pada produk *T-DOST*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil desain *runner system* dan *cooling system* terbaik adalah *runner type 1* dan *cooling type 3* lebih efisien dari *runner type 2*, *cooling type 1*, *cooling type 2* dengan melihat perbandingan hasil simulasi *fiil time*, *cavity weight*, *sink mark*, *circuit coolant temperature*, *circuit metal temperature*, *circuit heat removal efficiency* dan *deflection all effects: deflection*
2. Hasil penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode taguchi, S/N Ratio dan ANOVA didapatkan hasil optimasi untuk meminimalkan *sink mark* dan *short shot* pada percobaan ke-16. Dari hasil parameter proses optimum didapatkan parameter proses optimum untuk meminimalkan *sink mark* adalah *Injection Pressure 175 MPa*, *Melt Temperature 285°C*, *Mold Temperature 40°C*, *Injection Time 3 detik*, sedangkan parameter proses optimum untuk meminimalkan *short shot* adalah *Injection Pressure 175 MPa*, *Melt Temperature 285°C*, *Mold Temperature 80°C*, *Injection Time 2 detik*. Hasil eksperimen konfirmasi untuk *short shot* menunjukkan peningkatan yang tidak signifikan sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa parameter proses optimum untuk meminimalkan *sink mark* dan *short shot* yaitu pada hasil optimasi percobaan ke-16 yaitu dengan parameter proses *Injection Pressure 175 MPa*, *Melt Temperature 285°C*, *Mold Temperature 40°C*, *Injection Time 3 detik*.
3. Respon *sink mark initial condition* sebesar 4,778 % dan *short shot 9,252 gram*. Setelah dilakukan optimasi desain *runner* dan *cooling system* serta parameter proses optimum menunjukkan peningkatan kualitas produk pada *T-DOST*, respon *sink mark* berkurang menjadi 2,586 % dan nilai *short shot* menjadi lebih besar menjadi 10,37 gram.

#### Daftar Pustaka

- [1] Budiyanoro, C. 2016. *Optimalisasi Sink Mark Index Pada Produk Plastik Dengan Variasi Ketebalan Ekstrim Menggunakan Simulasi Moldflow*. Jurnal Imiah Semesta Teknika. Vol 19. 134-141.
- [2] Brydson, J.A. 1999. *Plastics Materials Seventh Edition*. Butterworth Heinemann. Oxfords.
- [3] Darmawan, J. 2018. *Pengaruh Variasi Suhu Terhadap Cacat Short Shot Pada Produk Injection Molding Berbahan Polypropylene (PP)*.
- [4] Goodship, V. 2004. *Practical Guide to Injection Moulding*. Germany. ARBURG Ltd.
- [5] Holian, M.L.E, Syabani, M.W, Wulung, R.B.S. *Pengaruh Suhu Dan Tekanan Injeksi Terhadap Cacat Short Shot Produk Polikarbonat Pada Mesin Injection Molding*.
- [6] Marques, S., Souza A.F.d., Miranda, J., dan Yadroitsau, I. 2015. *Design of conformal cooling for plastic injection moulding by heat transfer simulation*. Brazil: Scientific Technical.
- [7] Prasetya J.K, F Waluyo B, Sulistyanto A. 2015. *Analisa Pengaruh Waktu Tahan Terhadap Cacat Warpage Pada Proses Injeksi Plastik Bahan Polypropylene (PP)*.
- [8] Soejanto, Irwan. 2009. *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [9] Wahyudi. U. 2015. *Pengaruh Injection Time Dan Backpressure Terhadap Cacat Penyusutan Pada Produk Kemasan Toples Dengan Injection Molding Menggunakan Material Polistyrene*. Jurnal Teknik Mesin (JTM): Vol. 04. No. 3.
- [10] Yusoff, S.M.M. Rohani, J.M. Hamid W.H.W. Ramly, E. 2004. *A Plastic Injection Molding Process Characterisation Using Experimental Design Technique: A Case Study*. Jurnal Teknologi, Vol. 41(A), hal: 1-16