

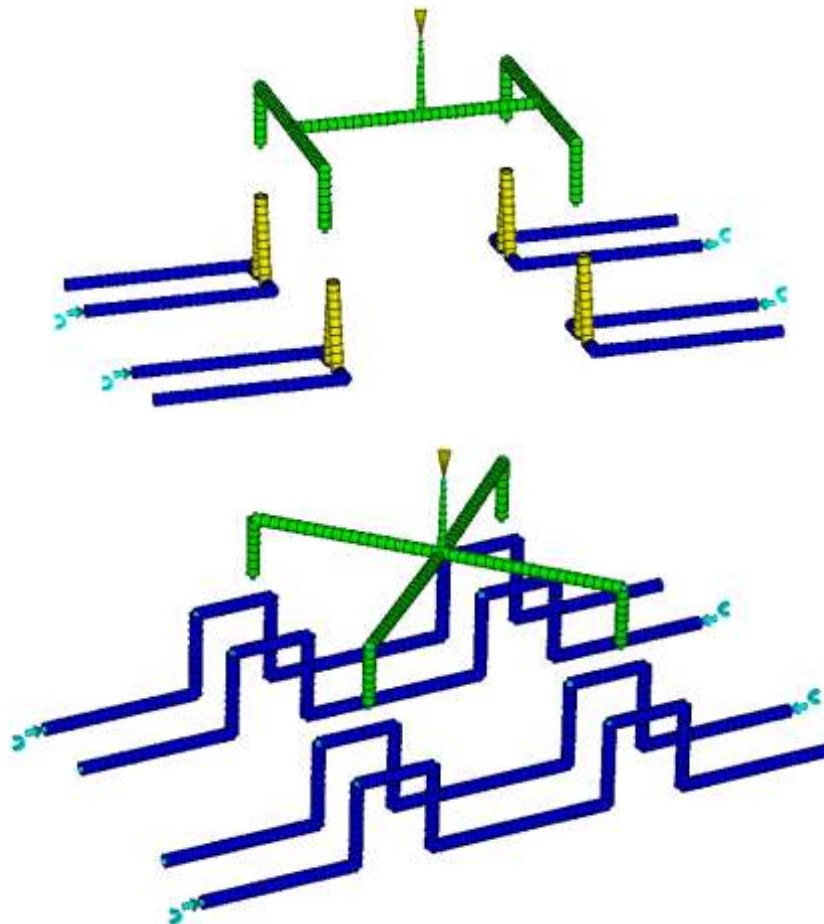
## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil perbandingan Analisa *Layout Runner System*

##### a. Perbandingan layout runner system

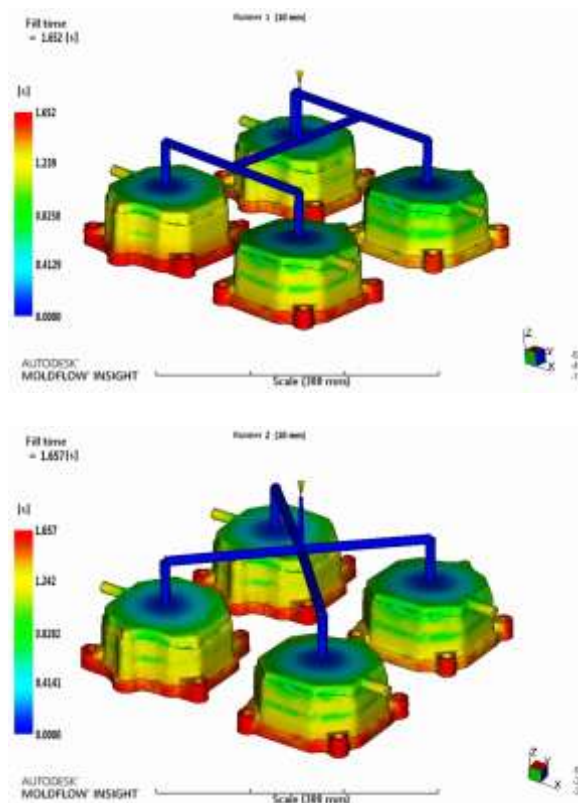
Pada perancangan ini *runner* dilakukan perbandingan diameter runner bertujuan untuk mempertimbangkan layout yang sesuai dengan alur produksi. Tujuan dari pertimbangan *layout runner* ini untuk mendapatkan hasil aliran yang optimal pada pengisian dan pengaruh semburan material yang mempengaruhi bentuk dari runner itu sendiri.



Gambar 4. 1. Perbandingan *Layout runner system 1* dan *layout runner system 2*

b. Perbandingan pengaruh pada *fill time Layout 1*

Pada perbandingan *layout runner system 1* dan *2* yang telah dilakukan diatas, maka hasil perbandingan tersebut di di input ke dalam software moldflow insight dengan simulasi *fill time*. Pada simulasi *fill time layout* pertama, dilakukan perbandingan waktu pengisian (*fill time*) masing-masing dengan diameter 10 mm pada runner system 1 dan runner system 2. Berdasarkan simulasi *fill time* dengan *layout runner 1* didapat hasil 1,652 s, kemudian pada *layout runner 2* didapat hasil 1,657 s, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.2.

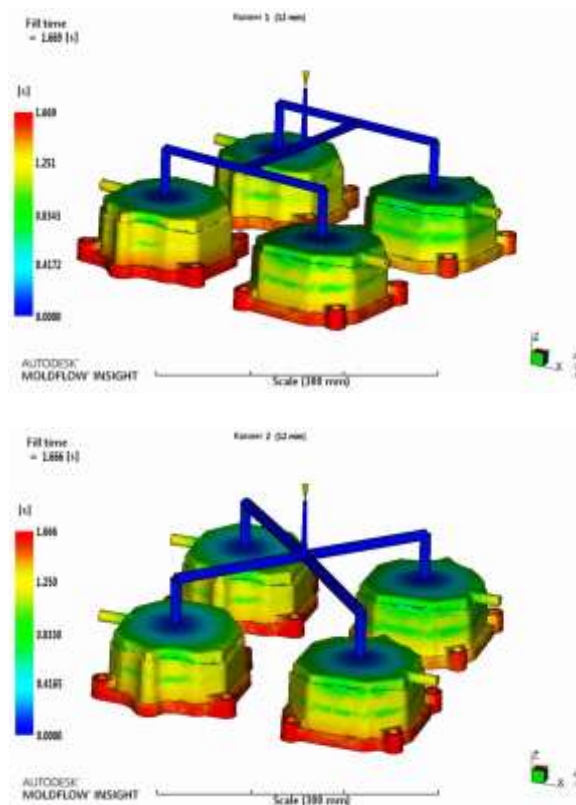


Gambar 4.2. Perbandingan *runner system 1* dan *runner system 2* dengan diameter 10 mm

Dilihat dari hasil yang didapat pada perbandingan yang dilakukan pada simulasi *fill time* pertama, hasil yang didapat pada *runner system 1* pengisian lebih cepat dan optimal dibanding dengan *runner system 2* pengisian lebih lambat, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.2.

c. Perbandingan pengaruh pada *fill time Layout 2*

Pada simulasi *fill time* kedua, dilakukan perbandingan antara *layout runner system 1* dan *2* dengan masing-masing menggunakan diameter *runner* 12 mm, berdasarkan simulasi *layout runner system 1* didapat hasil 1,669 s, kemudian pada *layout runner system 2* didapat hasil 1,666 s, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Perbandingan *runner system 1* dan *runner system 2* dengan diameter 12 mm

Dilihat dari hasil yang didapat pada perbandingan yang dilakukan pada simulasi *fill time* kedua, hasil yang didapat pada *runner system 1* pengisian lebih cepat dan optimal dibanding dengan *runner system 2* pengisian lebih lambat, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.3.

Dari hasil analisa *fill time* dapat di bandingkan pada tabel 4.1. di bawah ini

Tabel 4.1. Data hasil perbandingan analisa *fill time* dari 4 percobaan

No	Percobaan	Fill time (s)
1	<i>Runner 1</i> (diameter 10 mm)	1,652
2	<i>Runner 1</i> (diameter 12 mm)	1,669
3	<i>Runner 2</i> (diameter 10 mm)	1,657
4	<i>Runner 2</i> (diameter 12 mm)	1,666

Hasil perbandingan keempat *runner* dapat diketahui bahwa perbedaan diameter mempengaruhi kecepatan pengisian, pengaruh tersebut tidak signifikan karena pada perbedaan saat waktu pengisian yang tidak terlalu lama. Seperti pada pengisian *Runner 1* (diameter 10 mm) dan *Runner 1* (diameter 12 mm) dengan perbedaan diameter 2 mm memperoleh selisih pengisian 0,017 s lebih cepat *Runner 1* (diameter 10 mm). Berbeda dengan *Runner 2* (diameter 10 mm) dan *Runner 2* (diameter 12 mm) sama dengan sebelumnya dengan perbedaan diameter 2 mm selisih waktu pengisian 0,009 s. Pada perbedaan selisih tersebut terlihat beda selisih yang sangat sedikit, namun *runner 1* dapat dikatakan efisien karena memiliki waktu pengisian yang cepat, sedangkan *runner 2* lebih lambat dikarenakan arah lairan langsung yang dapat terhambat sewaktu-waktu pada gate.

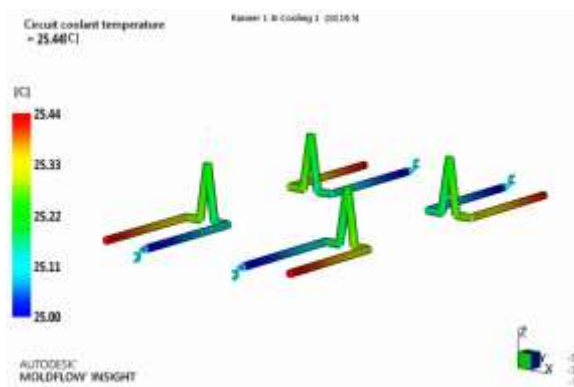
#### 4.2. Hasil perbandingan Analisa *Layout Cooling System*

Dari hasil analisa *fill time* dapat dikerucutkan untuk memilih jenis cooling yang baik digunakan dengan membandingkan dari diameter *cooling* dan bentuk *layout cooling* yang berbeda. Berikut ini beberapa hasil analisa yang diambil dari simulasi Moldflow Insight.

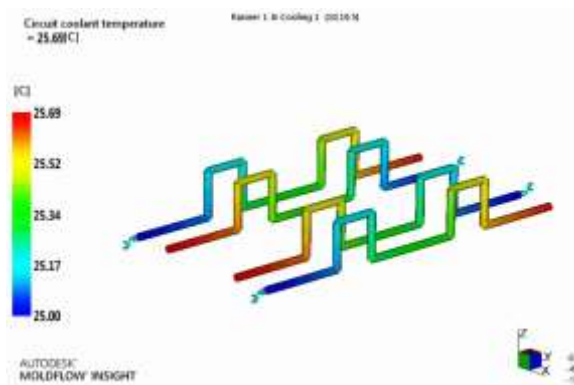
##### a. *Circuit coolant temperature*

Analisa *circuit coolant temperature*, bertujuan untuk mengetahui temperatur yang terjadi pada *cooling baffle* maupun *cooling conformal* ketika proses pengisian material plastik terjadi di dalam *cavity*. Pada *circuit cooling 1(baffle)* dapat dilihat pada gambar 4.4 bahwa temperatur cooling saat masuk pada saluran inlet sebesar 25<sup>0</sup>C dan saat melewati saluran outlet meningkat pada waktu

proses injeksi memiliki hasil  $25,44^{\circ}\text{C}$ . Selisih temperatur hanya  $0,44^{\circ}\text{C}$ , ini berarti jumlah saluran pendinginan sudah mencukupi. Apabila selisih *temperature* lebih dari  $3^{\circ}\text{C}$ , lintasan *cooling* perlu di re-desain lagi untuk mencari yang optimal (Riyanto, 2017). Kemudian pada *circuit cooling 2(conformal)*, dapat dilihat pada gambar 4.5 bahwa pada *temperature cooling* saat memasuki saluran *inlet* sebesar  $25^{\circ}\text{C}$  dan saat melewati saluran *outlte* meningkat pada waktu proses injeksi memiliki hasil  $25,69^{\circ}\text{C}$ . Hasil yang didapat pada *cooling 1(baffle)* dan *cooling 2(conformal)* tidak berbanding jauh seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.4 dan 4.5.



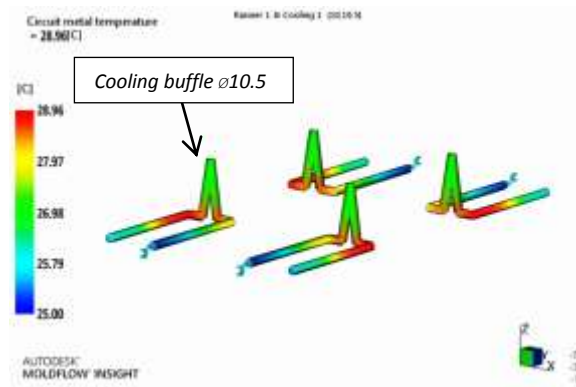
Gambar 4.4 Hasil simulasi *circuit cooling baffle 1*



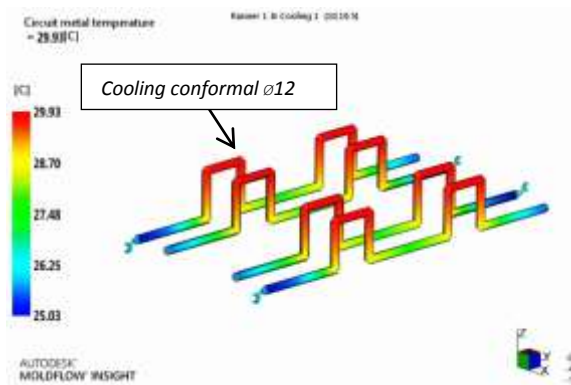
Gambar 4.5 Hasil simulasi *circuit cooling conformal 2*

b. *Circuit metal temperature*

Analisa *Circuit metal temperature* menjelaskan temperatur tertinggi didalam cooling ketika melakukan proses pendinginan, mengambil dari 2 jenis sampel sebagai perbandingan untuk mendapatkan *cooling* terbaik. Pada gambar 4.6. *layout cooling* 1 diameter 10,5 mm didapatkan temperatur tertinggi *cooling baffle* ditunjukkan pada channel berwarna merah adalah  $28,96^{\circ}\text{C}$ , kemudian pada gambar 4.7 *layout cooling* 2 diameter 12 mm temperatur cooling conformal lebih besar dari gambar 4.6 yaitu  $29,93^{\circ}\text{C}$ . Temperatur yang baik digunakan dalam analisa *Circuit metal temperature* adalah yang memiliki temperatur rendah untuk menjaga fluida pendingin tidak cepat mengalami kenaikan suhu.



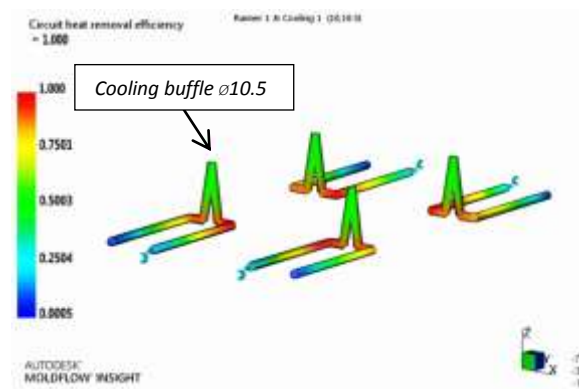
Gambar 4.6 Hasil simulasi *circuit metal temperature cooling baffle 1*



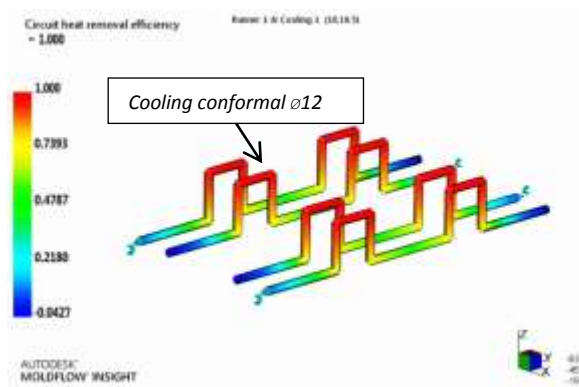
Gambar 4.7 Hasil simulasi *circuit metal temperature cooling conformal 1*

c. *Circuit heat removal efficiency*

*Circuit heat removal efficiency* merupakan efisiensi penyerapan panas oleh *cooling* terhadap produk *top case*. Penilaian yang dilakukan oleh moldflow menunjukkan bahwa warna merah efisiensi maximum, kuning, hijau dan biru muda efisiensi sedang dan biru menunjukkan efisiensi minimum. Pada gambar 4.8 efisiensi penyerapan panas yaitu dari 0,2504, 0,5003, dan 0,7501, berbeda dengan *cooling* pada gambar 4.9 cenderung rendah yaitu dengan penyerapan panas yaitu -0,0427, 0,2180, 0,4787, 0,7393. Pada proses penyerapan panas temperatur tinggi menunjukkan penyerapan panas yang maximal, sehingga *cooling* yang memiliki penyerapan panas yang tinggi sangat direkomendasikan untuk mempercepat pendinginan produk.



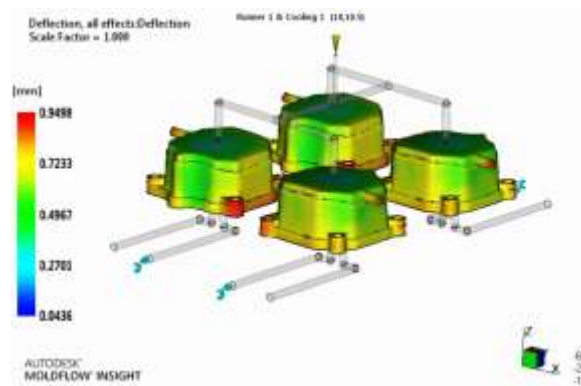
Gambar 4.8. Hasil simulasi *circuit heat removal efficiency cooling baffle 1*



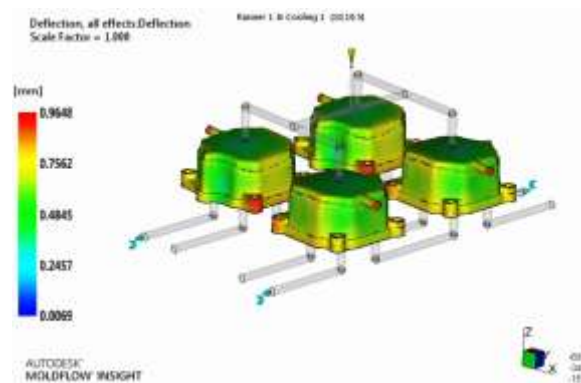
Gambar 4.9. Hasil simulasi *circuit heat removal efficiency cooling conformal 2*

d. *Deflection, all effects:Deflection*

Efek defleksi yang muncul karena sirkulasi pendinginan dapat dilihat pada gambar 4.10 cenderung tinggi yaitu 0,9498 mm, kemudian pada gambar 4.11 cenderung kecil yaitu 0,9648 mm. Efek defleksi ini terjadi akibat penempatan sirkulasi *cooling* yang kurang maksimal, sebaiknya memilih jenis *cooling* yang meminimalkan efek defleksi dan mudah dalam proses *machining*.



Gambar 4.10. Efek defleksi *cooling baffle 1*



Gambar 4.11. Efek defleksi *cooling conformal 2*



Dari hasil analisa dapat di bandingkan pada tabel 4.2. di bawah ini

Tabel 4.2. Data hasil analisa perbandingan 4 jenis *cooling*

No	Analisa	Cooling 1 ( <i>Baffle</i> )	Cooling 2 ( <i>Conformal</i> )
1	<i>Circuit coolant temperature</i>	25,44 <sup>0</sup> C	25,69 <sup>0</sup> C
2	<i>Circuit metal temperature</i>	28,96 <sup>0</sup> C	29,93 <sup>0</sup> C
3	<i>Circuit heat removal efficiency</i>	0,7501	0,7393
4	<i>Deflection, all effects:Deflection</i>	0,9498 mm	0,9648 mm

Hasil perbandingan *cooling* dapat diketahui bahwa *cooling baffle* lebih kecil nilai *deflection* dari *cooling conformal* tetapi dalam mengatur dan mengarahkan cairan pendingin dapat terdistribusi pada daerah yang sulit untuk terjangkau pendinginan tanpa melalui celah *cavity* produk *top case*, sedangkan *cooling conformal* dapat meninggalkan sisa bekas karena hasil dari *machining* yang sangat berpengaruh pada kualitas produk itu sendiri, berbeda dengan *cooling baffle* yang proses *machining* tidak bersentuhan dengan *caity* sehingga tidak menyisakan bekas oleh karena itu dipilih *cooling baffle* dalam simulasi *top case*.

#### 4.3. Hasil Perbandingan *runner* dan *cooling system*

Berdasarkan perbandingan yang dilakukan pada *runner 1 cooling 1*, *runner 1 cooling 2 runner 2 cooling 1*, dan *runner 2 cooling 2*. *Runner 1 cooling 1* dipilih untuk bahan peninjauan pengaruh *shrinkage* dan *sink mark*, parameter yang dilakukan dalam pemilihan *runner 1 cooling 1* adalah perbedaan *layout runner system* dan diameter yang berpengaruh dalam kecepatan pengisian, perbedaan *circuit coolant temperature*, *circuit metal temperature*, *circuit heat removal efficiency* dan *deflection, all effects:Deflection* yang berpengaruh dengan pendinginan pada produk *top case*. Perbandingan ini berdasarkan hasil dari analisa *runner system* dan *cooling system* pada penjelasan 4.1 dan 4.2. Hasil simulasi *runner 1 cooling 1* dapat dilihat pada lampiran simulasi no 4.

#### 4.4. Analisa SNR *smaller is better* dan ANOVA

Dari data yang telah didapat yaitu nilai perbandingan empat percobaan produk sehingga didapat satu percobaan optimal untuk selanjutnya dilakukan analisis menggunakan *signal to noise ratio* (SNR) dan analisis varians (ANOVA).

Pada analisa ini menggunakan *software* Minitab 2017 untuk menghitung nilai SNR dan menganalisis varians ANOVA untuk menentukan kualitas suatu bagian saat variabel input berubah. Dalam analisis ini pertama menentukan pengacakan nilai faktor menggunakan matriks *orthogonal*  $L_9$  ( $3^3$ ) sehingga terdapat 9 eksperimen dengan 3 level, nilai rata-rata digunakan sebagai nilai awal pada masing-masing respon. Kemudian setelah pengacakan faktor telah ditentukan, dilanjut dengan memasukkan nilai terendah dari *sink mark* maupun *shrinkage*. Lalu dilakukan analisa taguchi desain untuk menentukan nilai *smaller is better* atau dapat dikategorikan semakin kecil nilai karakteristik kualitas maka semakin baik dengan menghasilkan grafik SNR, setelah analisa taguchi design kemudian dilanjut analisa ANOVA dengan menghasilkan tabel hasil analisa varian dengan batasan *F-Value* dan *P-Value* pada *statistical tables*.

Analisa ini dilakukan untuk menentukan karakteristik kualitas dengan menggunakan *Smaller Is Better* (STB) karena mengindikasikan bahwa semakin kecil besaran parameter maka kualitas akan semakin baik. Sebaliknya jika menggunakan *Large The Better* (LTB) akan mengindikasikan semakin besar parameter maka kualitas akan semakin bagus dan berbeda pula *Nominal The Better* (NTB) yang berarti bahwa kualitas akan dikatakan baik apabila mendekati nominal (target).

#### 4.4.1 Hasil Perhitungan Nilai Faktorial dan Parameter dengan metode Taguchi

Tabel 4.3. Perhitungan faktor dan parameter dengan metode Taguchi

Percobaan	Faktor			Parameter			Hasil	
	<i>Melt temperature</i>	<i>Mold temperature</i>	<i>Injct pressure</i>	<i>Melt temperature</i>	<i>Mold temperature</i>	<i>Injct pressure</i>	<i>Sink mark (%)</i>	<i>Shrinkage (%)</i>
1	1	1	1	270	40	120	0.32	11.24
2	1	2	2	270	60	130	0.31	11.22
3	1	3	3	270	80	140	0.27	11.18
4	2	1	2	295	40	130	1.09	12.23
5	2	2	3	295	60	140	1.08	12.20
6	2	3	1	295	80	120	1.04	12.14
7	3	1	3	320	40	140	1.97	13.35
8	3	2	1	320	60	120	1.96	13.34
9	3	3	2	320	80	130	1.93	13.31

Tabel 4.3 menjelaskan hasil pengukuran nilai faktor dan parameter dengan metode *design of experiment* yang dihasilkan dari 9 percobaan simulasi, dengan 3 level yaitu *melt temperatur*, *mold temperature*, dan *injection pressure*.

Tabel 4.4. Mencari nilai terrendah untuk pengaruh *sink mark*.

Simulasi	Percobaan (%)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.32	0.31	0.27	1.09	1.08	1.04	1.97	1.96	1.93

Tabel 4.5. Mencari nilai terrendah untuk pengaruh *shrinkage*.

Simulasi	Percobaan (%)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	11.24	11.22	11.18	12.23	12.20	12.14	13.35	13.34	13.31

Dari sekian percobaan yang telah disimulasikan oleh simulasi Moldflow Insight kemudian pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 dilakukan penentuan dengan nilai terrendah. Pada pengukuran ini, percobaan akan dikelompokkan nilai terrendah dan terbesar, agar dapat mengetahui setting parameter yang mempengaruhi nilai *sink mark* dan *shrinkage* pada produk.

#### 4.4.2. Signal to Noise Ratio

Dari hasil perhitungan *mean* parameter *sink mark* dan *shrinkage* pada setiap percobaan digunakan untuk menghitung *signal to noise ratio* (SNR). Dalam penelitian ini menggunakan *software* Minitab 2017 untuk menghitung nilai SNR. Penggunaan SNR bertujuan untuk mengetahui level faktor atau parameter proses yang berpengaruh terhadap hasil respon (Soejanto, 2009: 28). Perhitungan SNR dilakukan berdasarkan target kualitas yang dituju pada penelitian ini dengan analisis menggunakan *software* Minitab 2017. Selanjutnya level parameter proses yang diurutkan dari yang paling berpengaruh dan disajikan dalam tabel respon dan grafik *main effect*.

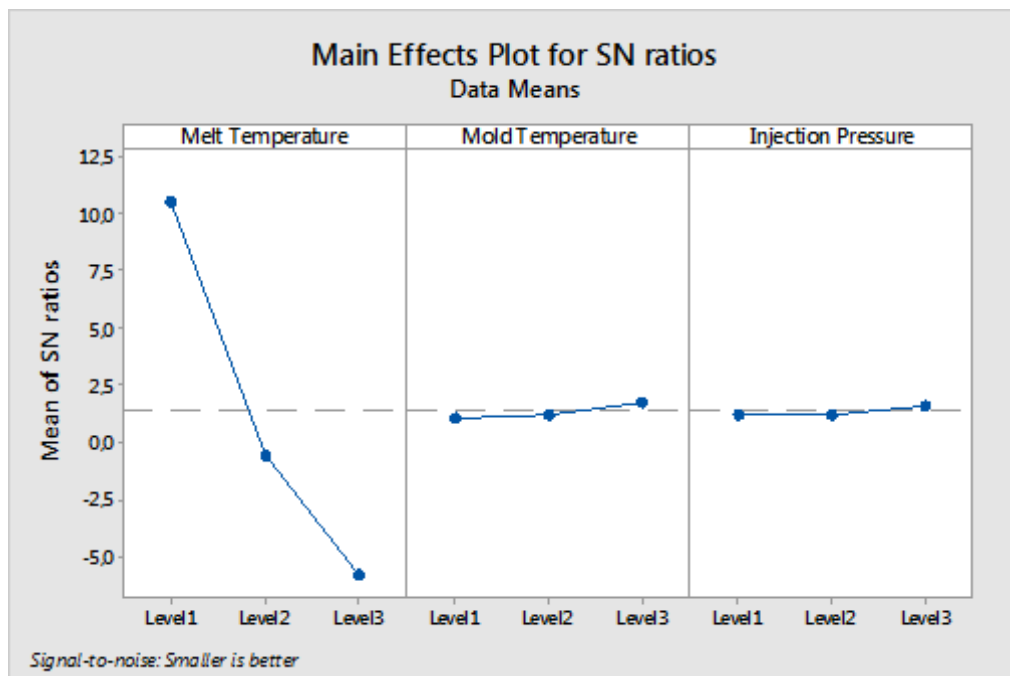
Pada parameter kualitas produk dilakukan analisis menggunakan metode SNR *smaller is better* (STB) atau semakin kecil nilai respon semakin baik. Pada nilai target dari SNR STB memiliki nilai non-negatif dan nilai terdiri dari nol sampai tak terhingga ( $\infty$ ) dimana pada nilai *defect* atau cacat yang diinginkan adalah nol. Dalam tahap ini walaupun yang digunakan SNR STB, tetapi rasio

SNR STB didefinisikan sedemikian hingga selalu dapat ditransformasikan karakter kualitas menjadi karakteristik semakin besar, semakin baik. Sehingga level yang paling optimal adalah level dengan rata-rata SNR tertinggi dari setiap parameter. Contoh perhitungan rata-rata SNR untuk parameter *melt temperature* adalah sebagai berikut :

$$Melt\ temperature_1 = \frac{(9,8970)+(10,1728)+(11,3727)}{3} = 10,4808$$

Tabel 4.6 Respon tabel untuk parameter *sink mark* terendah

Level	Melt Temperature	Mold Temperature	Injection Pressure
1	10,4808	1,0864	1,2371
2	-0,5859	1,2197	1,2377
3	-5,8152	1,7736	1,6050
Delta	16,2960	0,6873	0,3679
Rank	1	2	3

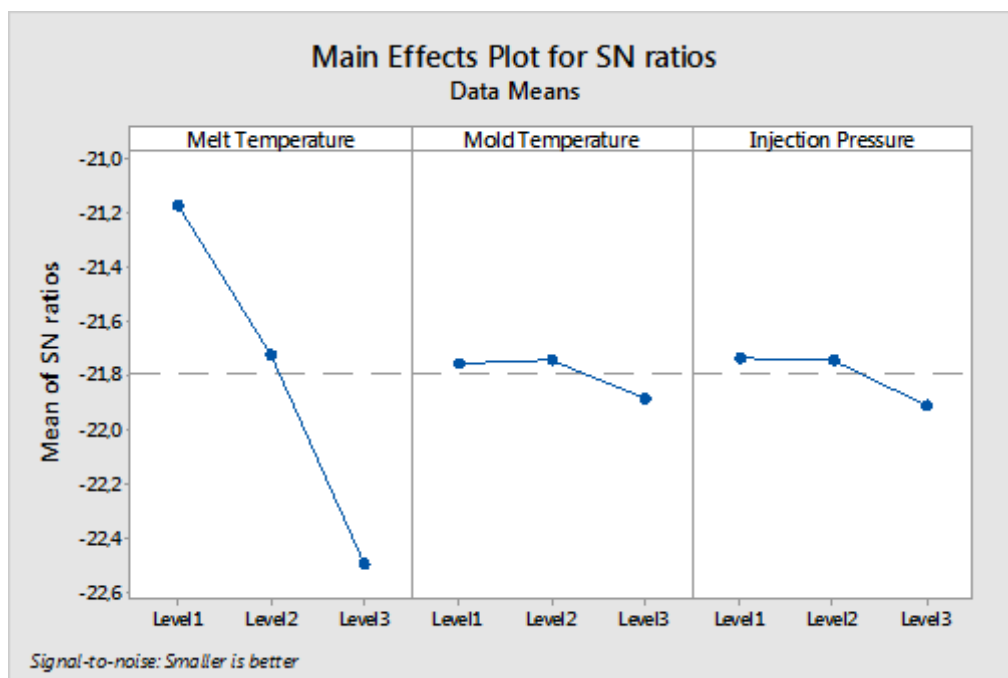


Gambar 4.12 Grafik *main effects plot* untuk SNR STB *sink mark* terendah

Berdasarkan tabel 4.6 didapat respon SNR dari pengacakan level pada masing-masing parameter proses dengan melihat nilai *noise* tertinggi. Pada respon SNR, level paling optimum dalam *sink mark* adalah *melt temperature* level 1 yaitu 270°C, *mold temperatur* level 3 yaitu 80°C, dan *injection pressure* pada level 3 dengan 140 Mpa. Grafik pengaruh parameter proses terhadap variabel respon yang merata pada tingkat parameter proses lain untuk *sink mark* yang ditunjukkan pada gambar 4.12. Parameter proses *melt temperature* pada level 3 memiliki grafik nilai SNR terendah dengan nilai -0,5859.

Tabel 4.7 Respon tabel untuk parameter *shrinkage* terendah

Level	Melt Temperature	Mold Temperature	Injection Pressure
1	-21,17	-21,76	-21,73
2	-21,72	-21,74	-21,74
3	-22,50	-21,89	-21,91
Delta	1,33	0,14	0,18
Rank	1	3	2



Gambar 4.13 Grafik *main effects plot* untuk SNR STB *shrinkage* terendah

Berdasarkan tabel 4.7 didapat respon SNR dari pengacakan level pada masing-masing parameter proses dengan melihat nilai *noise* tertinggi. Pada respon SNR, level paling optimum dalam *shrinkage* adalah *melt temperature* level 1 yaitu 270 °C, *mold temperatur* level 2 yaitu 60 °C, dan *injection pressure* pada level 1 dengan 120 Mpa. Grafik pengaruh parameter proses terhadap variabel respon yang merata pada tingkat parameter proses lain untuk *shrinkage* yang ditunjukkan pada gambar 4.13. Parameter proses *melt temperature* pada level 1 memiliki grafik nilai SNR terendah dengan nilai -21,17.

Pada masing-masing tabel respon menjelaskan tingkat pengaruh faktor terhadap variabel respon. Pada penelitian ini hasil tabel respon berdasarkan nilai SNR *smaller is better* menunjukkan hasil yang sama terhadap respon variabel *mean shink mark* dan *shrinkage*. Tabel respon menunjukkan tingkat pengaruh dengan melihat nilai *noise* tertinggi, seperti yang ditunjukkan pada grafik respon untuk SNR STB *sink mark* (pada gambar 4.12) menunjukkan nilai parameter 10,4808 pada level 1, namun grafik respon untuk SNR STB *shrinkage* (pada gambar 4.13) menunjukkan nilai parameter -21,17 pada level 1. Hal ini terjadi karena pengaruh pengacakan level dilihat dari perbedaan nilai *mean sink mark* dan *shrinkage* yang berbeda. Namun dari hasil SNR STB yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa *qualitas* dapat dikatakan optimal dengan diperlukannya tingkat pengaruh dengan nilai seminimal mungkin.

Dengan analisis SNR ini telah diketahui bahwa level dari parameter proses yang paling berpengaruh pada hasil eksperimen. Sehingga untuk menganalisis dan menguraikan seluruh variasi atas bagian-bagian yang diteliti perlu dilakukan pengklasifikasian terhadap hasil percobaan sesuai sumber dari variasi menggunakan metode analisis variasi.

#### 4.4.3. Analisa of Variance

Analisis varians atau ANOVA digunakan untuk mengetahui kontribusi setiap parameter proses dengan melakukan pengklasifikasian hasil-hasil percobaan secara statistik sesuai sumber-sumber varians. Beberapa klasifikasi yang dihitung padananalisis penelitian ANOVA ini. Faktor dihitung setelah menentukan jumlah Df,  $SS_a$ ,  $Ms_a$  dan St (Oliaei, Erfan Dkk, 2016). Pada penelitian ini, ditentukan nilai *critical significant* sebesar  $\alpha : 0.05$  (5%). Bahwa nilai  $\alpha : 0.05$  dalam penelitian ini menerima 5% kemungkinan kesalahan dalam mengklarifikasi sebagai faktor penting (F) dan faktor signifikan (P). Perhitungan ANOVA pada hasil *sink mark* dan *shrinkage* adalah sebagai berikut:

Keterangan:

A : Melt Temperature

B : Mold Temperature

C : Injection Pressure

1. Jumlah kuadrat sesungguhnya ( $SS_a'$ ,  $SS_b'$ ,  $SS_c'$ )

$$\begin{aligned} SSa' &= SSa - Df \times MSe \\ &= 4,10669 - 2 \times 0,00001 = 4.107 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SSb' &= SSb - Df \times MSe \\ &= 0,00362 - 2 \times 0,00001 = 0,004 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SSc' &= SSc - Df \times MSe \\ &= 0,00002 - 2 \times 0,00001 = 0,000 \end{aligned}$$

2. Presentase kontribusi ( $\rho\%$ )

$$\begin{aligned} \rho A &= \frac{SqA'}{St} \times 100\% \\ &= \frac{4,107}{4,11036} \times 100\% = 99,91\% \end{aligned}$$

$$\rho B = \frac{SqB'}{St} \times 100\%$$



$$= \frac{0,00362}{4,11036} \times 100\% = 0,09\%$$

$$\rho C = \frac{SqC'}{St} \times 100\%$$

$$= \frac{0,00004}{4,11036} \times 100\% = 0,00\%$$

### 3. Probability values (P)

Nilai P dicari menggunakan tabel distribusi F berdasarkan nilai *F-ratio*,  $Df_{1,2,3}$  (Df pada faktor),  $Df_e$  (Df *error*). Pada penelitian ini berdasarkan data F (184801, 2, 2) menggunakan tabel distribusi F didapat nilai  $\alpha = P = 0.000$ .

Kemudian hasil perhitungan di atas diklasifikasikan dalam tabel ANOVA, pada tabel ANOVA hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan tingkat pengaruh pada parameter proses adalah nilai F, P dan  $\rho\%$ . Dengan nilai F ratio yang tercantum dalam tabel ANOVA maka dapat dilakukan uji F. Pada tabel ANOVA nilai F ratio yang tercantum adalah nilai F-hitung. Untuk itu supaya dapat melakukan uji F maka diperlukan nilai F-tabel yang dicari menggunakan tabel distribusi F. Nilai F-tabel dicari berdasarkan nilai  $\alpha$  yang pada penelitian ini menggunakan  $\alpha$ : 0.05 (5%), nilai derajat kebebasan faktor (Df) dan derajat kebebasan *error* (De). Karena pada penelitian ini semua faktor memiliki Df sebesar 2 maka nilai F tabel untuk semua faktor sama dan derajat kebebasan *error* sebesar 2 seperti pada tabel. Nilai F tabel dengan F (0,05 , 2, 2) adalah 19.00. Selanjutnya dilakukan uji F, apabila F-hitung memiliki nilai lebih kecil dari F-tabel ( $F_{hitung} < F_{tabel}$ ), maka hipotesis ( $H_0$ ) diterima yang berarti tidak ada pengaruh perlakuan pada faktor. Namun jika nilai F hitung lebih besar dari F tabel ( $F_{hitung} > F_{tabel}$ ), maka hipotesis ( $H_0$ ) ditolak atau ada pengaruh pada perbedaan perlakuan (Soejanto, 2009:27).

Besarnya nilai P digunakan untuk mengetahui tingkat signifikansi pada parameter proses atau faktor. Sesuai dengan nilai *critical significant* atau  $\alpha$  (*alpha error*), jika nilai P lebih kecil dari nilai  $\alpha$  (0.05) maka faktor tersebut signifikan dan sebaliknya jika P lebih besar maka faktor menjadi tidak signifikan. Selanjutnya nilai  $\rho$  menunjukkan tingkat kontribusi suatu faktor dalam persen.

Semakin besar nilai  $p$  maka semakin besar kontribusi faktor tersebut terhadap suatu respon. Tabel ANOVA untuk *Sink mark* ditunjukkan pada tabel 4.8. dan tabel ANOVA untuk *Shrinkage* ditunjukkan pada tabel 4.9.

Tabel 4.8 *Analysis of Variance* untuk *sink mark*

Source	Adj SS	Df	Adj MS	F-ratio	Sq'	P	$\rho\%$
<i>Melt Temperature</i>	4,10669	2	2,053	184801,00	4,107	0,000	99,91
<i>Mold Temperature</i>	0,00362	2	0,002	163,00	0,004	0,006	0,09
<i>Injection Pressure</i>	0,00002	2	0,000	1,00	0,000	0,500	0,00
<i>e</i>	0,00002	2	0,000		0,000	-	0,00
St	4,11035	8	0,000	-		-	100

Berdasarkan hasil *Analysis of Variance* untuk *sink mark* dapat dilihat dari kontribusi dan faktor terhadap pengaruh *sink mark* yang terjadi. Pada tabel 4.8 menunjukkan nilai faktor *melt temperature* memiliki tingkat kontribusi sebesar 99.91%. Untuk nilai P hanya pada faktor *injection pressure* yang tidak signifikan karena nilai faktornya 0.500 sehingga nilainya lebih besar dari  $\alpha : 0.05$ . Untuk nilai F,  $H_0$  dari faktor *injection molding* yang diterima artinya faktor tersebut yang tidak memiliki perbedaan pengaruh pada perlakuan nilai faktornya.

Tabel 4.9 *Analysis of Variance* untuk *shrinkage*

Source	Adj SS	Df	Adj MS	F-ratio	Sq'	P	$\rho\%$
<i>Melt Temperature</i>	5,41927	2	2,710	46,93	5,304	0,021	92,95
<i>Mold Temperature</i>	0,06540	2	0,033	0,57	-0,050	0,637	-0,88
<i>Injection Pressure</i>	0,10607	2	0,053	0,92	-0,009	0,521	-0,16
<i>e</i>	0,11547	2	0,058		0,462	-	8,09
St	5,70621	8	0,000	-		-	100

Berdasarkan hasil *Analysis of Variance* untuk *shinkmark* dapat dilihat dari kontribusi dan faktor terhadap pengaruh *shrinkage* yang terjadi. Pada tabel 4.9 menunjukkan nilai faktor *melt temperature* memiliki tingkat kontribusi sebesar

92.95%. Untuk nilai P ada dua faktor pada *mold temperature* dan *injection pressure* yang tidak signifikan karena nilai faktornya 0.637 dan 0.521 sehingga nilainya lebih besar dari  $\alpha : 0.05$ . Untuk nilai F,  $H_0$  dari faktor *melt temperature* dan *injection molding* yang diterima artinya faktor tersebut yang tidak memiliki perbedaan pengaruh pada perlakuan nilai faktornya.

#### 4.4.4. Analisa Parameter Optimum

Berdasarkan analisis menggunakan nilai SNR dan identifikasi menggunakan ANOVA pada masing-masing hasil variabel respon dapat diketahui level dan parameter optimum. Untuk level parameter proses optimum berdasarkan SNR ditunjukkan pada tabel 4.10, parameter proses optimum ditunjukkan pada tabel 4.11 dan untuk parameter proses optimum berdasarkan ANOVA ditunjukkan pada tabel 4.12.

Tabel 4.10 Level parameter proses optimum SNR

Respon	<i>Melt Temperature</i>	<i>Mold Temperature</i>	<i>Injection Pressure</i>
<i>Sink Mark</i>	270°C	80°C	140
<i>Shrinkage</i>	270°C	60°C	120

Tabel 4.11 Parameter proses optimum SNR

Rank	<i>Sink mark</i>	<i>Shrinkage</i>
1	<i>Melt tempersture</i>	<i>Melt tempersture</i>
2	<i>Mold temperature</i>	<i>Injection pressure</i>
3	<i>Injection pressure</i>	<i>Mold tempersture</i>

Tabel 4.12 Parameter proses optimum ANOVA

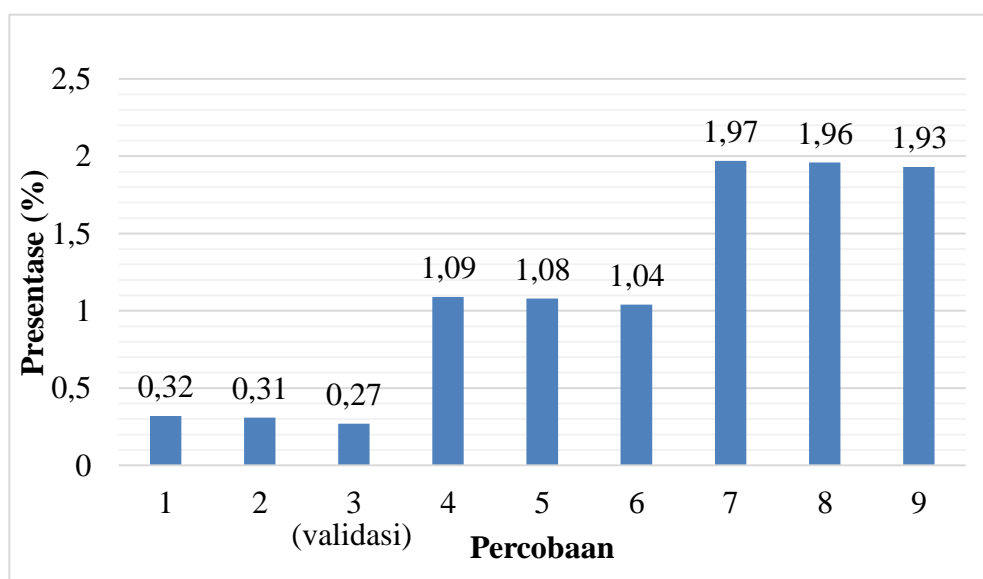
Rank	<i>Sink mark</i>	<i>Shrinkage</i>
1	<i>Melt temperature</i>	<i>Melt temperature</i>
2	<i>Mold temperature</i>	<i>Injection pressure</i>
3	<i>Injection pressure</i>	<i>Mold temperature</i>

Berdasarkan tabel diatas untuk analisis SNR dan ANOVA, terdapat kesamaan hasil pada *sink mark* dan *shrinkage* untuk urutan peringkat parameter proses yang berpengaruh. Dari analisis SNR dan ANOVA yang telah dilakukan parameter *melt temperature* menunjukkan hasil yang dominan pada pengaruh produk *top case*.

#### 4.4.5. Hasil Analisis Validasi Kombinasi Parameter

Langkah terakhir dari proses rancangan percobaan adalah validasi kombinasi parameter. Validasi bertujuan untuk membuktikan hasil kesimpulan yang diperoleh selama tahap analisa. Pada *desain of exsperiment* yang digunakan pada penelitian ini terdapat percampuran level didalam kolom sehingga kesimpulan yang diperoleh harus sebagai kesimpulan awal hingga dilakukan validasi. Validasi kombinasi juga bertujuan untuk menguji kombinasi faktor dan level yang dihasilkan pada SNR STB.

Pada penelitian ini hasil optimasi level parameter proses paling optimum berdasarkan SNR STB untuk respon *sink mark* sama dengan salah satu dari 9 percobaan sebelumnya yaitu percobaan ke-3. Sehingga validasi kombinasi dapat dilakukan secara langsung dengan melihat hasil dari percobaan ke-3. Nilai *sink mark* untuuk 9 percobaan ditunjukkan pada gambar 4.14.



Gambar 4.14. Diagram *sink mark*

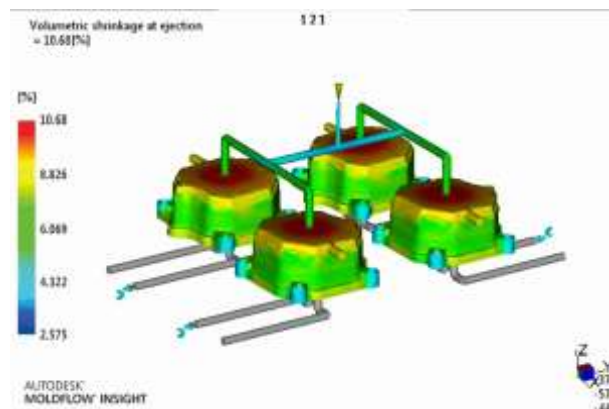
Berdasarkan gambar 4.14 menunjukkan bahwa nilai *sink mark* pada validasi atau percobaan ke-3 lebih kecil dibanding percobaan yang telah dilakukan. Sehingga hasil optimasi dari metode taguchi untuk respon *sink mark* terbukti dapat mengurangi nilai *sink mark* pada produk top case.

Kemudian untuk respon *shrinkage* hasil optimasi berdasarkan SNR STB tidak termasuk di dalam 9 percobaan sebelumnya sehingga harus dilakukan validasi kombinasi dengan melakukan simulasi berdasarkan hasil optimasi ditunjukkan pada tabel 4.13.

Tabel 4.13. Parameter proses optimum *shrinkage*

Level	Melt Temperature	Mold Temperature	Injection Pressure
	1	2	1
	270°C	60°C	120 Mpa

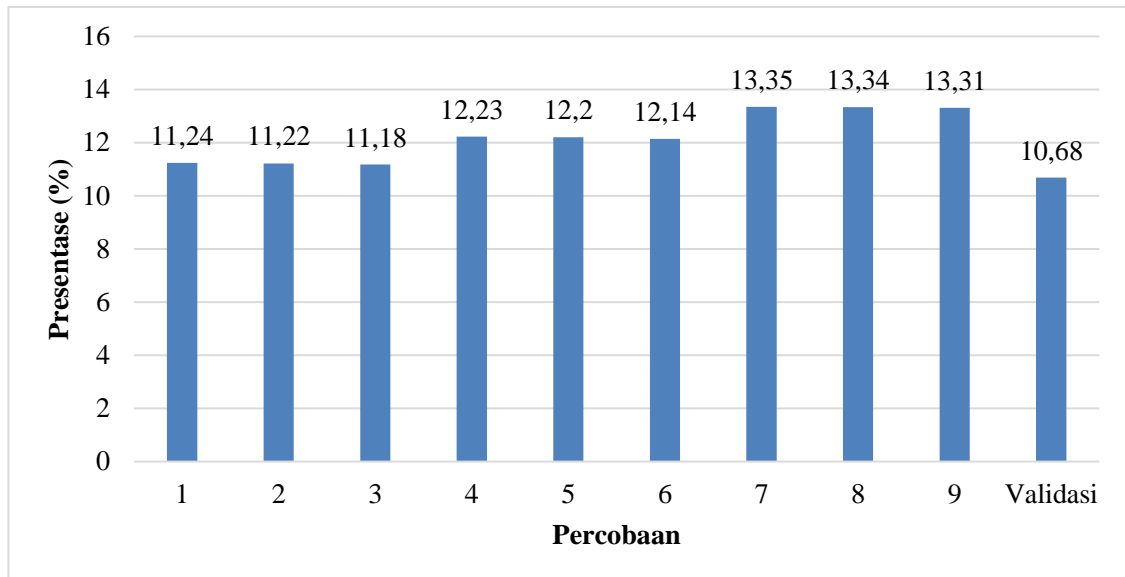
Selanjutnya dilakukan validasi kombinasi simulasi berdasarkan parameter proses optimum pada tabel 4.13. Hasil Simulai validasi kombinasi ditunjukkan pada gambar 4.15.



Gambar 4.15. Hasil simulasi parameter optimum *shrinkage*

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan di dapat nilai *shrinkage* sebesar 10,68%. Dengan hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai *shrinkage* validasi optimal karena nilai yang didapat lebih rendah dibandingkan 9 percobaan sebelumnya. Sehingga kombinasi yang dihasilkan metode taguchi untuk respon *shrinkage* terbukti dapat meminimalisir nilai *shrinkage* itu sendiri.

Perbandingan nilai shrinkage 9 percobaan sebelumnya dan pengujian validasi ditunjukkan pada gambar 4.16 sebagai berikut.



Gambar 4.16. Diagram shrinkage

Dalam hal ini optimasi parameter yang menggunakan metode taguci terbukti dapat meminimalisir nilai *sink mark* dan *shrinkage*. Selain itu optimasi dengan pendekatan metode taguci dapat digunakan untuk menjadi acuan parameter dalam pembuatan produk yang di fabrikasi menggunakan injection molding seperti produk top case.