

PENENTUAN SETTING PARAMETER PEMBUATAN PRODUK JERIGEN 5 L PADA PROSES *BLOW MOULDING* DENGAN MENGUNAKAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY*

1,2) Dosen Program Studi
Teknologi Pengolahan Karet
dan Plastik, Politeknik
ATK, Yogyakarta,
Indonesia

3) Staf Laboran Program Studi
Teknologi Pengolahan
Karet dan Plastik,
Politeknik ATK,
Yogyakarta, Indonesia

Mario Sariski Dwi Ellianto ¹⁾, Erlita Pramitaningrum ²⁾,
Muhammad Ikhwan ³⁾

Corresponding email ¹⁾ :
Mario.sarisky@atk.ac.id

Received: 23.03.2022
Accepted: 12.06.2022
Published: 28.06.2022

©2022 Politala Press.
All Rights Reserved.

Abstrak. Dalam proses pembuatan produk jerigen 5 liter masih belum memiliki standar operasional prosedur dalam pengoperasian mesin dan memperoleh output produk yang sesuai standar. Pengolahan data menggunakan metode respon permukaan dengan tujuan mendapatkan nilai optimal dari parameter. Penelitian dilakukan dengan menvariasikan *blowing pressure*, *blowing time*, dan *idle time* yang bertujuan untuk memperoleh setting parameter dan waktu siklus yang optimal pada proses pembuatan produk jerigen 5 liter. Penelitian menggabungkan tiga variabel yaitu *blowing pressure* 5, 6, dan 7 bar, *blowing time* 21, 22, dan 23 detik, dan *idle time* 7, 8, dan 9 detik dengan variabel respon yaitu *Cycle Time* dan *Netto*. Dengan metode tersebut didapatkan kondisi *Cycle Time* optimum sebesar 37,7623 detik dan *Netto* sebesar 0,2617 gram dengan kondisi optimum dicapai saat *blowing pressure* yaitu 5 bar, *blowing time* yaitu 22,2727 detik dan *idle time* yaitu 9 detik.

Kata kunci: *Blow Moulding*, *Cycle Time*, Metodologi Respon Permukaan, *Netto*.

Abstract. In the process of making 5 liter jerry cans, they still do not have standard operating procedures in operating the machine and obtaining standardized product output. The data processing use the response surface method to get the optimal value of the parameter. The research was combined by varying the blowing pressure, blowing time, and idle time to obtain optimal parameter settings and cycle times in the process of making 5 liter jerry cans. The research combines three factor variables, namely blowing pressure of 5, 6, and 7 bar, blowing time of 21, 22, and 23 seconds, and idle time of 7, 8, and 9 seconds with response variables namely Cycle Time and Net. With this method, the optimum of Cycle Time is 37.7623 seconds and the Net is 0.2617 grams with the optimum conditions reached when blowing pressure is 5 bar, blowing time is 22.2727 seconds and idle time is 9 seconds.

Keywords: *Blow Moulding*, *Cycle Time*, *Response Surface Methodology*, *Netto*.

To cite this article: <https://doi.org/10.34128/je.v9i1.191>

1. Pendahuluan

Plastik merupakan polimer yang mempunyai sifat-sifat istimewa. Polimer terdiri dari unit-unit molekul yang disebut monomer [1]. Teknologi pengolahan plastik memiliki kemiripan proses produksi dengan teknologi pengolahan material logam. Produk plastik dapat diproses sesuai dengan kebutuhannya. Plastik dapat dicetak, dibentuk serta diproses dengan menggunakan teknologi pemesinan. Macam-macam proses pembentukan plastik dapat diklasifikasikan salah satunya adalah *injection molding*, *extrusion* dan *blow molding* [2].

Blow molding dikenal sebagai metode pengolahan plastik terbesar ketiga di dunia untuk pembuatan berbagai macam produk plastik. Blow molding adalah salah satu proses yang paling populer digunakan dalam industri plastik. Tujuan dari pencetakan blow molding adalah untuk menghasilkan produk dengan karakteristik

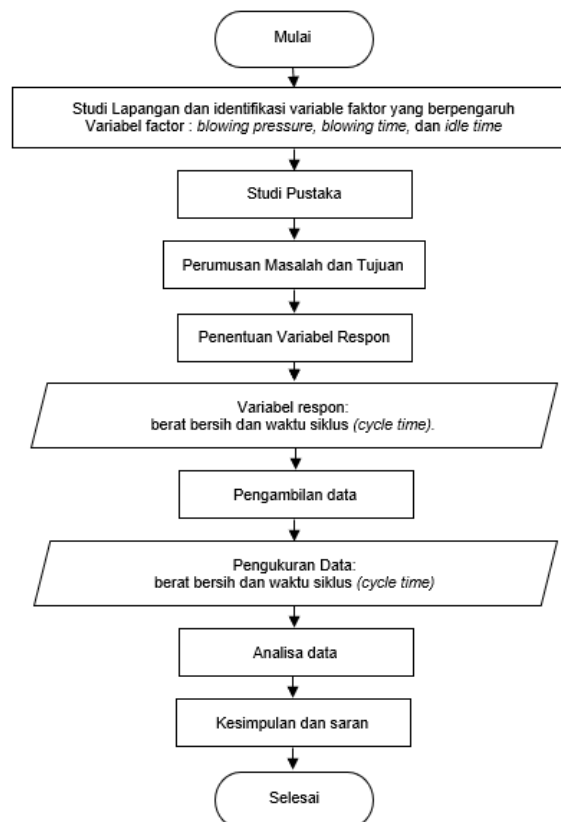
kualitas terbaik dari segi tampilan, dimensi, penyelesaian akhir, mekanis dan sifat fisik [3]. *Blow moulding* merupakan metode pencetakan benda kerja berongga yang tidak menggunakan inti, proses peniupan udara ke dalam material dengan kecepatan dan tekanan tertentu menuju cetakan yang terdapat di dalam mould [4]. Mesin *blow moulding* mampu mencetak sebuah parison dengan cara meniupkan udara. Parison yang telah dipanaskan melalui *nozzle* kemudian proses selanjutnya masuk ke dalam cetakan dan diinjeksi dengan tekanan udara sehingga dapat mengembang dan membentuk sebuah produk yang dibutuhkan [5]

Politeknik ATK Yogyakarta memiliki workshop plastic yang berisi mesin injection molding dan blow molding. Pada pengoperasian mesin blow molding masih mempunyai permasalahan setting parameter dalam pembuatan sebuah produk sehingga banyak menghasilkan defect. Mesin blow molding tersebut juga belum memiliki waktu siklus produksi yang optimal.

Penelitian yang perlu dilakukan sehingga target luaran adalah produk yang sesuai standar dengan memperoleh setting parameter dan waktu siklus yang optimal. Penelitian ini menggunakan metode respon permukaan untuk mengoptimalkan variable produk jerigen 5 liter secara kualitas dan kuantitas. Penelitian dilakukan dengan bervariasikan *idle time*, *blowing time* dan *blowing pressure* yang bertujuan untuk mendapatkan setting parameter dan waktu siklus yang optimal pada pembuatan produk jerigen 5 liter.

Metode respons permukaan adalah gabungan beberapa teknik statistik dan matematika yang berguna untuk membuat sebuah model dan menganalisis masalah dimana sangat dipengaruhi oleh beberapa variabel. [6]. Keuntungan utama metode response surface adalah berkurangnya jumlah percobaan eksperimental yang diperlukan untuk mengevaluasi parameter kelipatan dan interaksinya [7][8]. Dengan menerapkan metode response surface, model matematika akan dikembangkan. Model matematis akan membantu untuk mempelajari pengaruh langsung dan interaksi masing-masing parameter terhadap respon [9].

2. Metodologi



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Penetapan variabel faktor dan variable respon yang digunakan serta berpengaruh terhadap proses *blow moulding* di Politeknik ATK Yogyakarta. Variabel-variabel yang digunakan meliputi:

1. Variabel faktor adalah variabel yang nilainya dapat ditentukan sesuai kebutuhan dari penelitian. Terdapat beberapa variabel dalam proses *blow moulding*, tetapi variabel *blowing pressure*, *idle* dan *blowing time* yang dipakai di penelitian ini.
2. Variabel respon adalah parameter yang menunjukkan kualitas dari produk jerigen yang dipilih. Variabel yang dipilih adalah *Cycle Time* dan *Netto*.

3. Penentuan level pada penelitian ini bertujuan untuk memperoleh batasan dari variabel. Level bawah, level menengah dan level atas masing-masing ditunjukkan dengan kode -1, kode 0, dan kode +1.

Proses menganalisis data yaitu membentuk sebuah model pada variable berat bersih dan waktu siklus, selanjutnya dilakukan proses uji kesesuaian model dan proses uji residual. Pembentukan model persamaan akan didapatkan dari hasil pengolahan data menggunakan *software* Minitab.

Proses pengujian kesesuaian model terdiri dari uji *lack of fit*, uji parameter serentak dan uji R^2 . Proses selanjutnya sebelum pengujian residual adalah pengujian kesesuaian model.

Proses yang terakhir yaitu optimasi respon untuk mendapatkan hasil yang optimum dengan cara menggabungkan variasi parameter dan fungsi *desirability*. Untuk mendapatkan respon yang diinginkan serta mencari nilai variasi pada seluruh parameter agar mendapatkan berat bersih dan waktu siklus yang optimal maka persamaan model dipadukan.

3. Hasil dan Pembahasan

Variabel faktor yang ditentukan pada penelitian ini yaitu *blowing pressure*, *blowing time*, dan *idle time*. Berikut adalah data hasil percobaan yang dilakukan pada proses *blow moulding* seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data hasil percobaan

No	Parameter			Cycle Time (detik)	Netto (gram)
	Blowing Pressure (bar)	Blowing Time (detik)	Idle Time (detik)		
1	5	21	8	35,53	0,260
2	7	21	8	35,55	0,255
3	5	23	8	37,78	0,235
4	7	23	8	37,54	0,230
5	5	22	7	35,38	0,254
6	7	22	7	35,56	0,265
7	5	22	9	37,34	0,260
8	7	22	9	37,76	0,236
9	6	21	7	35,17	0,250
10	6	23	7	36,77	0,240
11	6	21	9	36,53	0,256
12	6	23	9	37,43	0,266
13	6	22	8	36,34	0,238
14	6	22	8	36,75	0,246
15	6	22	8	36,34	0,250

Pengujian Kesesuaian Model

Ketiga pengujian yang terdapat pada pengujian kesesuaian model dijelaskan pada proses pengujian sebagai berikut:

a. Uji koefisien determinasi (R^2)

Besarnya variasi dapat dijelaskan oleh persamaan model ditunjukkan oleh besarnya nilai presentase dari R^2 . Nilai R^2 ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai koefisien determinasi

Keterangan	Cycle Time	Netto
R^2	90,29%	58,20%
Plack of fit	0,143	0,143

Besarnya nilai persentase dari R^2 dapat ditunjukkan oleh besar variasi yang mampu dijelaskan oleh persamaan model. Lebih dari 90% variasi *Cycle Time* dan lebih dari 50% variasi dari model *Netto* mampu dijelaskan oleh persamaan model, serta terdapat beberapa pengaruh dari faktor-faktor lain kurang dari 10% dan 50%. Uji koefisien determinasi dapat dipenuhi oleh pemodelan *Cycle Time* dan *Netto*.

b. Uji *lack of fit*

Pada pengujian dengan tujuan untuk menentukan ketepatan model maka diperlukan uji *lack of fit*. Pada Tabel 2 ditunjukkan bahwa *Plack of fit Cycle Time* bernilai 0,143 dan nilai *Plack of fit Netto* bernilai 0,143. Dengan melakukan pengujian pada $\alpha = 0,05$, maka hipotesis awal diterima, maka kesimpulannya adalah model yang diperoleh telah sesuai.

Uji Koefisien Regresi

Proses pengujian koefisien regresi akan diuji secara serentak dengan menggunakan proses ANOVA.

a. Pengujian koefisien regresi secara serentak

Proses pengujian koefisien regresi secara serentak dilakukan untuk mendapatkan parameter regresi secara signifikan menggunakan analisis ANOVA dengan hipotesis sebagai berikut dan ditunjukkan pada Tabel 3.

$H_0: 1 = 2 = \dots = k = 0$

$H_1: \text{minimal ada satu } j = 1, 2, \dots, k$

Tabel 3. *P-value* hasil *analysis of variance*

<i>Keterangan</i>	<i>Cycle Time</i>	<i>Netto</i>
<i>Linear</i>	0,006	0,525
<i>Square</i>	0,980	0,647

Proses pengujian koefisien regresi secara serentak terlebih dahulu dengan dilakukan sebuah analisis pada *p-value*. Regresi yang didapatkan yaitu *linear* dan *square*. *P-value* untuk *cycle time* koefisien *square* dan *netto* bernilai lebih dari 0,05, maka hipotesis awal diterima, dan hal ini menunjukkan bahwa interaksi antara ketiga faktor tersebut tidak signifikan atau tidak berpengaruh terhadap respon.

b. Uji koefisien regresi secara individu

Proses uji koefisiensi secara individu dilakukan untuk mengetahui variable respon yang berpengaruh terhadap model regresi. Proses uji koefisien regresi secara individu dilakukan menggunakan hipotesis berikut:

$H_0: \beta_i = 0$

$H_1: \beta_i \neq 0, j=1, 2, \dots, p$

Nilai koefisien regresi *Cycle Time* ditunjukkan oleh Gambar 2. BP, interaksi (BP*BP), interaksi (BT*BT), interaksi (IT*IT), interaksi (BP*BT), interaksi (BP*IT), interaksi (BT*IT) memiliki nilai *p-value* lebih besar dari 0,05 sehingga hipotesis awal diterima untuk interaksi tersebut, sehingga dapat ditarik kesimpulan mengenai variable-variabel yang dipakai terhadap respon tidak memiliki pengaruh secara signifikan.

Term	Coef	SE	Coef T-Value	P-Value	VIF
Constant	36,477	0,277	131,91	0,000	
Blowing Pressure	0,047	0,169	0,28	0,790	1,00
Blowing Time	0,843	0,169	4,98	0,004	1,00
Idle Time	0,772	0,169	4,56	0,006	1,00
Blowing Pressure*Blowing Pressure	0,079	0,249	0,32	0,764	1,01
Blowing Time*Blowing Time	0,044	0,249	0,18	0,866	1,01
Idle Time*Idle Time	-0,046	0,249	-0,18	0,861	1,01
Blowing Pressure*Blowing Time	-0,065	0,239	-0,27	0,797	1,00
Blowing Pressure*Idle Time	0,060	0,239	0,25	0,812	1,00
Blowing Time*Idle Time	-0,175	0,239	-0,73	0,498	1,00

Gambar 2. Nilai estimasi koefisien regresi untuk *cycle time*

Pembentukan Model *Cycle Time*

Nilai koefisien penduga dapat dihasilkan melalui proses pengolahan data dengan bantuan *software* minitab. Nilai koefisien penduga model regresi *Cycle Time* ditunjukkan pada Gambar 3.

Coded Coefficients					
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	36,477	0,277	131,91	0,000	
Blowing Pressure	0,047	0,169	0,28	0,790	1,00
Blowing Time	0,843	0,169	4,98	0,004	1,00
Idle Time	0,772	0,169	4,56	0,006	1,00
Blowing Pressure*Blowing Pressure	0,079	0,249	0,32	0,764	1,01
Blowing Time*Blowing Time	0,044	0,249	0,18	0,866	1,01
Idle Time*Idle Time	-0,046	0,249	-0,18	0,861	1,01
Blowing Pressure*Blowing Time	-0,065	0,239	-0,27	0,797	1,00
Blowing Pressure*Idle Time	0,060	0,239	0,25	0,812	1,00
Blowing Time*Idle Time	-0,175	0,239	-0,73	0,498	1,00

Gambar 3. Koefisien penduga *cycle time*

Gambar 3 menunjukkan koefisien penduga untuk *Cycle Time*. Berdasarkan hasil pengolahan data dengan menggunakan software maka dibuat persamaan *Cycle Time* untuk model orde kedua. Persamaan penduga tersebut adalah:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{33} X_3^2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 \quad (1)$$

Dari model persamaan di atas maka dihasilkan persamaan *Cycle Time* sebagai berikut:

$$Y_{CT} = 36,477 + 0,047 X_1 + 0,843 X_2 + 0,772 X_3 + 0,079 X_1^2 + 0,044 X_2^2 - 0,046 X_3^2 - 0,065 X_1 X_2 + 0,060 X_1 X_3 + 0,175 X_2 X_3$$

Untuk memperoleh validitas kesesuaian model, pada Gambar 4 ditunjukkan bahwa F_{hitung} yang bernilai 6,16 yang lebih besar dari F_{tabel} , yang bernilai 3,59. Maka kesimpulan yang dapat diambil adalah persamaan mengandung *lack of fit* atau tidak terdapat hubungan linear antar variable.

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	9	10,6640	1,18489	5,17	0,043
Linear	3	10,4706	3,49018	15,21	0,006
Blowing Pressure	1	0,0181	0,01805	0,08	0,790
Blowing Time	1	5,6785	5,67845	24,75	0,004
Idle Time	1	4,7741	4,77405	20,81	0,006
Square	3	0,0397	0,01322	0,06	0,980
Blowing Pressure*Blowing Pressure	1	0,0231	0,02314	0,10	0,764
Blowing Time*Blowing Time	1	0,0072	0,00720	0,03	0,866
Idle Time*Idle Time	1	0,0078	0,00776	0,03	0,861
2-Way Interaction	3	0,1538	0,05127	0,22	0,876
Blowing Pressure*Blowing Time	1	0,0169	0,01690	0,07	0,797
Blowing Pressure*Idle Time	1	0,0144	0,01440	0,06	0,812
Blowing Time*Idle Time	1	0,1225	0,12250	0,53	0,498
Error	5	1,1470	0,22940		
Lack-of-Fit	3	1,0350	0,34498	6,16	0,143
Pure Error	2	0,1121	0,05603		
Total	14	11,8110			

Gambar 4. Anova untuk *cycle time*

Pembentukan Model *Netto*

Nilai koefisien penduga dapat dihasilkan melalui proses pengolahan data dengan bantuan *software* minitab. Nilai koefisien penduga model regresi *Netto* ditunjukkan pada gambar 5.

Coded Coefficients					
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	0,24467	0,00715	34,23	0,000	
Blowing Pressure	-0,00287	0,00438	-0,66	0,540	1,00
Blowing Time	-0,00625	0,00438	-1,43	0,213	1,00
Idle Time	0,00113	0,00438	0,26	0,807	1,00
Blowing Pressure*Blowing Pressure	0,00054	0,00644	0,08	0,936	1,01
Blowing Time*Blowing Time	-0,00021	0,00644	-0,03	0,975	1,01
Idle Time*Idle Time	0,00854	0,00644	1,33	0,242	1,01
Blowing Pressure*Blowing Time	0,00000	0,00619	0,00	1,000	1,00
Blowing Pressure*Idle Time	-0,00875	0,00619	-1,41	0,217	1,00
Blowing Time*Idle Time	0,00500	0,00619	0,81	0,456	1,00

Gambar 5. Koefisien penduga *netto*

Gambar 5 menunjukkan koefisien penduga untuk *netto*. Berdasarkan hasil pengolahan data dengan menggunakan software maka dibuat persamaan *Netto* untuk model orde kedua. Persamaan penduga tersebut adalah:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{33} X_3^2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 \quad (2)$$

Dari model persamaan di atas maka dihasilkan persamaan *netto* sebagai berikut:

$$Y_{netto} = 0,24467 - 0,00287 X_1 - 0,00625 X_2 + 0,00113 X_3 + 0,00054 X_1^2 - 0,00021 X_2^2 + 0,00854 X_3^2 + 0,00000 X_1 X_2 - 0,00875 X_1 X_3 + 0,00500 X_2 X_3$$

Untuk memperoleh validitas kesesuaian model, pada Gambar 6 ditunjukkan bahwa F_{hitung} yang bernilai 6,18 yang lebih besar dari F_{tabel} , yang bernilai 3,59. Maka kesimpulan yang dapat diambil adalah persamaan mengandung *lack of fit* atau tidak terdapat hubungan linear antar variable

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	9	0,001067	0,000119	0,77	0,653
Linear	3	0,000389	0,000130	0,85	0,525
Blowing Pressure	1	0,000066	0,000066	0,43	0,540
Blowing Time	1	0,000312	0,000312	2,04	0,213
Idle Time	1	0,000010	0,000010	0,07	0,807
Square	3	0,000272	0,000091	0,59	0,647
Blowing Pressure*Blowing Pressure	1	0,000001	0,000001	0,01	0,936
Blowing Time*Blowing Time	1	0,000000	0,000000	0,00	0,975
Idle Time*Idle Time	1	0,000269	0,000269	1,76	0,242
2-Way Interaction	3	0,000406	0,000135	0,88	0,510
Blowing Pressure*Blowing Time	1	0,000000	0,000000	0,00	1,000
Blowing Pressure*Idle Time	1	0,000306	0,000306	2,00	0,217
Blowing Time*Idle Time	1	0,000100	0,000100	0,65	0,456
Error	5	0,000766	0,000153		
Lack-of-Fit	3	0,000692	0,000231	6,18	0,143
Pure Error	2	0,000075	0,000037		
Total	14	0,001834			

Gambar 6. Analysis of variance untuk *netto*

Optimasi Respon

Fungsi optimasi respon bertujuan untuk memperkecil nilai *Cycle Time* dan *Netto* terhadap nilai yang dikehendaki. Fungsi *desirability* bertujuan untuk melakukan optimasi dengan meningkatkan nilai *desirability* (D) secara maksimal. Untuk mendapatkan nilai optimum dari *desirability* harus memaksimalkan nilai *desirability* individu. Nilai *desirability* individu akan semakin maksimal apabila nilai *Cycle Time* dan *Netto* semakin dekat dengan nilai target yaitu 36 dan 0,250

Batas pada optimasi respon merupakan batas atas dan batas bawah pada spesifikasi produk. *Cycle Time* memiliki batas atas yaitu 38 dan batas bawah yaitu 34. *Netto* memiliki batas atas yaitu 0,270 dan batas bawah yaitu 0,230. Respon dianggap memiliki tingkat akurasi hasil normal dan perbandingan tingkat kepentingan antar respon yang sama sehingga bernilai 1. Batasan optimasi pada fungsi *desirability* ditampilkan pada Gambar 7 berikut.

Parameters					
Response	Goal	Lower	Target	Upper	Weight Importance
Netto	Maximum	0,23	0,266		1 1
Cycle Time	Maximum	35,17	37,780		1 1

Gambar 7. Batasan pada fungsi *desirability*

Berdasarkan data pada Gambar 7 maka dapat disusun model persamaan matematis sebagai berikut:

$$Y_{CT} = 36,477 + 0,047 X_1 + 0,843 X_2 + 0,772 X_3 + 0,079 X_1^2 + 0,044 X_2^2 - 0,046 X_3^2 - 0,065 X_1 X_2 + 0,060 X_1 X_3 + 0,175 X_2 X_3$$

$$Y_{netto} = 0,24467 - 0,00287 X_1 - 0,00625 X_2 + 0,00113 X_3 + 0,00054 X_1^2 - 0,00021 X_2^2 + 0,00854 X_3^2 + 0,00000 X_1 X_2 - 0,00875 X_1 X_3 + 0,00500 X_2 X_3$$

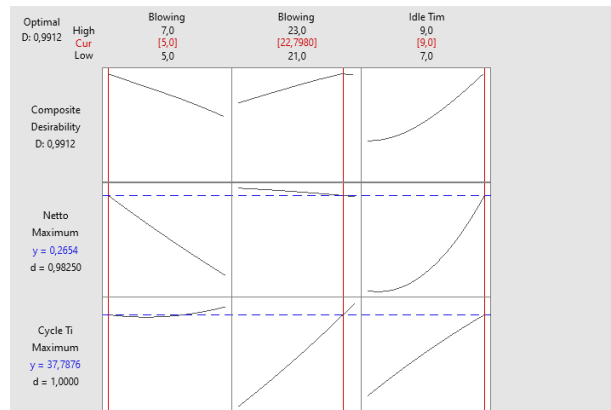
Hasil optimasi dengan ditunjukkan pada Gambar 8.

Solution						
Solution	Blowing			Fit	Fit	Composite
	Pressure	Blowing Time	Idle Time			
1	5	22,7980	9	0,265370	37,7876	0,991209

Gambar 8. Hasil optimasi dengan fungsi *desirability*

Nilai optimal *Cycle Time* adalah 36 dan *Netto* adalah 0,250 yang diperoleh saat nilai *D* adalah 1. Parameter pada kondisi optimal adalah *Blowing Pressure* yaitu 5, *Blowing Time* yaitu 22,7980 dan *Idle Time* yaitu 9.

Untuk mendapatkan hasil yang optimal, maka variasi pada parameter digabungkan dengan fungsi *desirability*. Seperti terlihat pada gambar, garis berwarna hitam dan garis putus-putus berwarna biru masing-masing menunjukkan nilai *desirability* individu dan nilai respon pada nilai *desirability* individu tertentu. Nilai *desirability* akan semakin mendekati nilai maksimal saat garis berwarna merah. Plot hasil *cycle time* dan *netto* yang optimal ditunjukkan oleh Gambar 9.



Gambar 9. Plot hasil optimasi

4. Kesimpulan

Pada variabel respon *cycle time*, variabel bebas yang paling berpengaruh adalah variabel *blowing time* dan *idle time* dengan nilai F_{hitung} masing-masing sebesar 24,75 dan 20,81, sedangkan pada variabel respon *netto*, variabel bebas paling berpengaruh adalah variabel *blowing time* dengan nilai F_{hitung} yaitu 2,04. Untuk optimasi respon dengan fungsi *desirability* mendapatkan nilai *Cycle Time* sebesar 37,7876 dan *Netto* sebesar 0,265370 dari proses *blow molding* dengan pengaturan parameter mesin pada *blowing pressure* yaitu 5 bar, pada *blowing time* yaitu 22,7980 detik dan pada *idle time* yaitu 9 detik.

Daftar Pustaka

- [1] M. Mas'ud, "Optimasi Proses Mesin Stretch Blow Moulding Pada Botol 600 Ml Dengan Metode Rsm (Response Surface Methodology) Studi Kasus Di Pt. Uniplastindo Interbuana," *Media Mesin Maj. Tek. Mesin*, vol. 18, no. 1, pp. 15–23, 2017, doi: 10.23917/mesin.v18i1.3945.
- [2] I. Mawardi, Hasrin, and Hanif, "Analisis Kualitas Produk dengan Pengaturan Parameter Temperatur Injeksi Material Plastik Polypropylene (PP) Pada Proses Injection Molding," *Malikussaleh Ind. Eng. J.*, vol. 4, no. 2, pp. 30–35, 2015.
- [3] S. Kamaruddin, N. S. Zakarria, and N. M. Mehat, "The influence of plastic extrusion blow molding parameters on waste reduction," *ARNP J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 11, no. 20, pp. 12029–12032, 2016.
- [4] M. B. Amirullah and D. Yudistiro, "Pengaruh Parameter Barrel Temperature, Blowing Time dan Blowing Pressure Terhadap Volume Produk Botol," *J. Tek. Mesin Elem.*, vol. 6, no. 2, pp. 77–86, 2019.
- [5] A. Musthofa and M. Arif Irfa'i, "Penentuan Setting Parameter Pembuatan Botol DK 8251 B pada Proses Blow Moulding dengan Menggunakan RSM (Response Surface Methodology) Studi Kasus di PT . Rexam Packaging Indonesia," *Jtm*, vol. 02, no. 03, pp. 47–55, 2014.
- [6] M. K. Gibran and F. Kristianta, "Optimasi waktu siklus produksi kemasan produk 50 ml pada proses blow moulding dengan metode respon permukaan," *J. Rotor*, vol. 9, no. 1, pp. 35–39, 2016.
- [7] F. T. Ayu, I. R. HG, and Y. Asdi, "Optimasi Respon Pada Percobaan Faktorial Dengan Menggunakan Metode Permukaan Respon," *J. Mat. UNAND*, vol. 4, no. 2, p. 51, 2019, doi: 10.25077/jmu.4.2.51-57.2015.
- [8] M. S. Kasim, C. H. Che Haron, J. A. Ghani, and M. A. Sulaiman, "Prediction surface roughness in high-speed milling of Inconel 718 under Mql using Rsm method," *Middle East J. Sci. Res.*, vol. 13, no. 3, pp. 264–272, 2013.
- [9] M. Amran *et al.*, "Surface roughness optimization in drilling process using response surface method (RSM)," *J. Teknol. (Sciences Eng.)*, vol. 66, no. 3, pp. 29–35, 2014.