

PENGARUH PARAMETER *BARREL TEMPERATURE*, *BLOWING TIME* DAN *BLOWING PRESSURE* TERHADAP VOLUME PRODUK BOTOL

- 1) Alumni Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember,
- 2) Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

Corresponding email ²⁾ :
danang.ft@unej.ac.id

Received: 10-10-2019
Accepted: 12-11-2019
Published: 28-12-2019

©2019 Politala Press.
All Rights Reserved.

Muhammad Bagus Amirullah¹⁾, Danang Yudistiro²⁾

Abstrak. Plastik mulai banyak diminati di kalangan masyarakat. Penyebabnya adalah faktor kebutuhan akan penggunaan plastik, serta adanya kemajuan teknologi manufaktur dari material itu sendiri. Dalam hal ini industri plastik harus terus meningkatkan produksinya baik dalam hal kualitas maupun kuantitas. Untuk menghasilkan produk plastik yang berkualitas ada beberapa mesin yang digunakan. Pada penelitian ini mesin yang digunakan adalah mesin blow molding BM 01, yang bertujuan untuk menghasilkan produk botol 215 ml. Selain itu untuk menghasilkan produk botol 215 ml, hal yang perlu diperhatikan adalah bagaimana setting parameter barrel temperature, blowing time dan blowing pressure untuk menghasilkan volume yang optimum yaitu sesuai target. Tahap pengolahan data menggunakan metode respon permukaan, dengan tujuan mempermudah mendapatkan nilai optimal dari masing-masing parameter yang diduga berpengaruh dalam hasil produksi. Hasil penelitian menunjukkan variabel yang sangat berpengaruh terhadap volume botol adalah barrel temperature dengan koefisien regresi penduga bernilai positif sebesar 5,000, Sedangkan pengaruh terkecil adalah pada blowing time dengan koefisien regresi penduga sebesar 0,167. Untuk mencapai volume sesuai target yaitu 215 ml, dibutuhkan parameter blowing pressure sebesar 6,0 bar, blowing time sebesar 6,0 s dan barrel temperature sebesar 206oC.

Kata Kunci : blow molding, metode rsm, volume

Abstract. Plastics began to be in great demand among the people. The reason is the factor of need for the use of plastics, as well as the advancement of manufacturing technology from the material itself. In this case, the plastics industry must continue to increase its production both in terms of quality and quantity. There are several machines used to produce a quality plastic product. In this research, the machine used is the BM 01 blow molding machine, which aims to produce 215 ml bottle products. In addition to producing 215 ml bottle products, things to consider are how to set the parameters of the barrel temperature, blowing time and blowing pressure to produce the optimum volume that is on target. The data processing stage uses the surface response method, to make it easier to get the optimal value of each parameter that is thought to influence the production results. The results showed that the variable that greatly affected the volume of the bottle was a barrel temperature with a positive regression coefficient estimator of 5,000, while the smallest effect was on blowing time with an estimation regression coefficient of 0.167. To reach the target volume of 215 ml, blowing pressure parameters of 6.0 bar are required, blowing time of 6.0 s and barrel temperatures of 206oC.

Keywords : blow molding, rsm method, volume

To cite this article at <https://doi.org/10.34128/je.v6i2.108>

1. Pendahuluan

Pada masa sekarang ini plastik mulai banyak diminati di kalangan masyarakat. Penyebabnya adalah faktor kebutuhan akan penggunaan plastik, serta adanya kemajuan teknologi manufaktur dari material itu sendiri. Perkembangan teknologi tersebut mengakibatkan persaingan dalam segala bidang semakin ketat, hal ini juga berlaku kepada para industri plastik. Pada saat ini industri plastik harus bisa mengatasi permasalahan-permasalahan yang muncul, seperti produk yang dihasilkan dengan kualitas tinggi, tentunya sesuai dengan tuntutan masyarakat. Oleh sebab itu, industri plastik harus meningkatkan produksinya baik dalam hal kualitas maupun kuantitas. Dengan begitu, secara perlahan plastik dapat menggantikan peranan besi atau baja, karena sifat mampu bentuknya atau formability yang lebih baik serta beratnya yang lebih ringan [1].

Untuk menghasilkan produk plastik yang berkualitas ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, salah satunya adalah mesin yang digunakan. Ada beberapa macam mesin yang digunakan industri plastik, seperti blow molding, injection molding dan extrusion molding. Dari beberapa mesin tersebut, yang biasa digunakan adalah blow molding. Blow molding sendiri ialah metode untuk mencetak benda kerja berongga dengan cara menghembuskan udara ke dalam material menggunakan cetakan yang terdiri dari dua belahan mold yang tidak menggunakan inti sebagai pembentuk rongga tersebut [2].

Pemilihan parameter yang tepat merupakan faktor yang terpenting dalam proses pembuatan produk plastik, karena pemilihan atau setting parameter ini memiliki pengaruh yang besar terhadap hasil produk. Pemilihan parameter ini dilakukan dengan menggunakan metode respon permukaan (RSM). Metode respon permukaan sendiri adalah suatu metode dengan menggabungkan teknik matematika dengan teknik statistika untuk membuat model serta menganalisis suatu respon (faktor Y) yang dipengaruhi beberapa variabel bebas (faktor X), dengan tujuan mengoptimalkan respon. Tujuan menggunakan metode ini adalah mempermudah mendapatkan nilai optimal dari masing-masing parameter yang diduga berpengaruh dalam hasil produksi. Kemudian dalam blow molding sendiri terdapat beberapa parameter yang digunakan, yaitu blowing time, stop time, blowing pressure, barrel temperature, cooling time, dan lain sebagainya. Dalam hal ini pemilihan parameter yang tepat akan sangat berpengaruh terhadap hasil produksi [3].

2. Metodologi

a. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium jurusan Teknik Mesin Universitas Jember. Waktu penelitian dijadwalkan bulan Desember 2018 sampai September 2019. Proses yang dilakukan meliputi persiapan alat, pengambilan data, analisa data, dan pengambilan kesimpulan

b. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin *Blow Molding* BM 01, dengan spesifikasi:

1. Tegangan listrik : 220 v, 200 watt
2. Tekanan kompressor : 8 bar
3. *Temperature heater* : 40°C – 400°C
4. Putaran motor : max 3000 rpm

c. Bahan

Bahan yang digunakan adalah plastik jenis LDPE (*Low Density Polyetilene*) dengan komposisi 100% biji plastik murni LDPE.

d. Perencanaan Percobaan

Ada tiga parameter yang digunakan dalam percobaan ini, yaitu *barrel temperature*, *blowing time* dan *blowing pressure*. Pengaturan level ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variable proses penelitian

Faktor	Level 1	Level 2	Level 3
Kode	-1	0	+1
<i>Blowing Pressure</i>	5 bar	6 bar	7 bar
<i>Blowing Time</i>	5 s	6 s	7 s
<i>Temperature barrel</i>	190°C	200°C	210°C

Desain eksperimen yang digunakan pada penelitian ini adalah metode respon permukaan dengan rancangan percobaan yang ditunjukkan pada Tabel 2. Dilakukan tiga kali pengulangan pengambilan data untuk mendapatkan kevalidan data.

3. Hasil dan Pembahasan Data Hasil Percobaan

Penelitian ini menggunakan 3 variabel proses dan 1 variabel respon, yaitu *blowing pressure* (bar), *blowing time* (s) dan *barrel temperature* (°C) terhadap respon volume botol. Desain eksperimen yang digunakan adalah desain *Box-Behnken* percobaan sebanyak 15 kali dengan 3 replikasi. Data hasil percobaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 2. Desain eksperimen dan hasil pengukuran volume botol

No	Level			Volume (ml)			Rata-rata
	BP (bar)	BT (s)	TB (°C)	1	2	3	
1	5	5	200	210	213	210	211
2	7	5	200	215	217	215	216
3	5	7	200	216	205	215	212
4	7	7	200	215	215	213	214
5	5	6	190	205	210	200	205
6	7	6	190	213	195	210	206
7	5	6	210	215	215	215	215
8	7	6	210	215	215	215	215
9	6	5	190	205	210	195	203
10	6	7	190	210	200	207	206
11	6	5	210	215	216	215	215
12	6	7	210	215	214	215	215
13	6	6	200	215	210	216	214
14	6	6	200	213	215	215	214
15	6	6	200	206	215	214	212

Analisis Data Volume

Langkah-langkah yang dilakukan untuk menganalisis data volume yaitu dengan melakukan pembentukan model, disertai dengan pengujian kesesuaian model dan pengujian residual. Pembentukan model merupakan hasil data percobaan yang diolah menggunakan *software* Minitab 18. Kemudian akan dibentuk sebuah model persamaan volume yang diperoleh dari pengolahan data menggunakan minitab tersebut.

Langkah selanjutnya yaitu melakukan pengujian kesesuaian model terdiri dari tiga pengujian. Pengujian yang dilakukan yaitu uji *lack of fit*, uji parameter serentak dan uji R². Langkah selanjutnya setelah pengujian kesesuaian model selesai, dilakukan pengujian residual. Pengujian residual terdiri dari 3 macam, yaitu uji identik, uji independen dan uji distribusi normal.

Pembentukan Model

Pengolahan data yang dilakukan menggunakan minitab menghasilkan sebuah nilai koefisien penduga. Nilai koefisien yang ditunjukkan oleh Tabel 3 tersebut, kemudian dimasukkan kedalam persamaan penduga untuk model orde kedua.

Tabel 3. Koefisien regresi penduga

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
Constant	213,222	0,790	270,04	0,000
Blowing Pressure	1,000	0,484	2,07	0,093
Blowing Time	0,167	0,484	0,34	0,744
Barrel Temperature	5,000	0,484	10,34	0,000
Blowing Pressure*Blowing Pressure	0,264	0,712	0,37	0,726
Blowing Time*Blowing Time	-0,236	0,712	-0,33	0,754
Barrel Temperature*Barrel Temperature	-3,236	0,712	-4,55	0,006
Blowing Pressure*Blowing Time	-0,583	0,684	-0,85	0,433
Blowing Pressure*Barrel Temperature	-0,250	0,684	-0,37	0,730
Blowing Time*Barrel Temperature	-0,750	0,684	-1,10	0,323
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)	
1,36761	96,42%	89,97%	62,97%	

Berdasarkan Tabel 3, akan dibuat persamaan model untuk volume orde kedua dengan memasukkan koefisien-koefisien diatas pada persamaan (3) untuk model regresi, yaitu:

$$y = 0 + i=1kixi + i=1kiixi^2 + \dots + i < j j i x i x j + e$$

Jika k=3 penduga orde kedua menjadi:

$$Y = 0 + 1x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 11x_1^2 + 22x_2^2 + 33x_3^2 + 12x_1x_2 + 13x_1x_3 + 23x_2x_3$$

Dimana : 0 : konstanta

- 1 : koefisien parameter model, $i = 1,2,3,\dots,k$
 x_i : variabel bebas, $i = 1,2,3,\dots,k$

Maka persamaan model untuk volume orde kedua menjadi seperti dibawah ini

$$Y = 213,222 + 1,000x_1 + 0,167x_2 + 5,000 x_3 + 0,264x_{12} - 0,236x_{22} - 3,236x_{32} - 0,583x_1x_2 - 0,250x_1x_3 - 0,750x_2x_3$$

Dimana : Y = taksiran volume

- x_1 = variabel *blowing pressure*
 x_2 = variabel *blowing time*
 x_3 = variabel *barrel temperature*
 x_{12} = variabel kuadratik *blowing pressure*
 x_{22} = variabel kuadratik *blowing time*
 x_{32} = variabel kuadratik *barrel temperature*

Pengujian Kesesuaian Model

Untuk mengetahui kesesuaian model di atas maka dilakukan pengujian sebagai berikut;

a. Uji *lack of fit*

Dalam menentukan ketepatan model diperlukan uji *lack of fit*. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kesesuaian model yang dihasilkan. Hipotesis yang digunakan pada uji *lack of fit* ini adalah sebagai berikut;

H_0 = tidak ada *lack of fit* dalam model (model sesuai)

H_1 = ada *lack of fit* dalam model (model tidak sesuai)

Daerah penolakan pada uji *lack of fit* ini adalah hipotesis awal (H_0) akan ditolak apabila *p-value* kurang dari α , sebaliknya hipotesis awal akan gagal jika *p-value* melebihi α . Besar nilai α pada penelitian ini adalah 5%. Pada Tabel 4 menunjukkan nilai *p-value* dari *lack of fit* adalah 0,549, artinya nilai ini lebih besar dari $\alpha = 0.05$. karena *p-value* lebih besar dari 0,05 maka dengan demikian model tidak mengandung *lack of fit* atau model yang diperoleh telah sesuai.

b. Uji parameter serentak

Tabel 4. *Analysis of Variance (ANOVA)* untuk volume

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	9	251,730	27,970	14,95	0,004
Linear	3	208,222	69,407	37,11	0,001
Blowing Pressure	1	8,000	8,000	4,28	0,093
Blowing Time	1	0,222	0,222	0,12	0,744
Barrel Temperature	1	200,000	200,000	106,93	0,000
Square	3	39,646	13,215	7,07	0,030
Blowing Pressure*Blowing Pressure	1	0,257	0,257	0,14	0,726
Blowing Time*Blowing Time	1	0,206	0,206	0,11	0,754
Barrel Temperature*Barrel Temperature	1	38,667	38,667	20,67	0,006
2-Way Interaction	3	3,861	1,287	0,69	0,597
Blowing Pressure*Blowing Time	1	1,361	1,361	0,73	0,433
Blowing Pressure*Barrel Temperature	1	0,250	0,250	0,13	0,730
Blowing Time*Barrel Temperature	1	2,250	2,250	1,20	0,323
Error	5	9,352	1,870		
Lack-of-Fit	3	5,500	1,833	0,95	0,549
Pure Error	2	3,852	1,926		
Total	14	261,081			

Hipotesis yang digunakan pada pengujian parameter serentak adalah sebagai berikut:

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

$H_1 : \text{minimal ada satu } j \neq 0; j = 1,2,\dots, k$

Pengujian parameter serentak dilakukan analisis terhadap *p-value*. Terdapat dua regresi yang harus diperiksa, yaitu linier (1) dan kuadrat (2). Nilai *p-value* untuk regresi linier dan regresi kuadrat yang ditunjukkan Tabel 4 sebesar 0,001 dan 0,030. Nilai ini lebih kecil dari nilai α sehingga didapatkan kesimpulan bahwa secara keseluruhan variabel dalam penelitian memberikan kontribusi yang nyata terhadap model.

c. Pengujian koefisien korelasi (R^2)

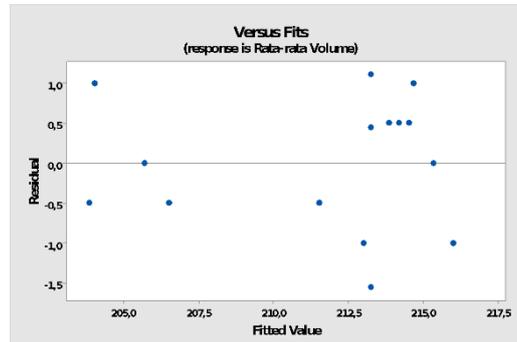
Pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 3 pada bagian R-sq yang menunjukkan bahwa nilai determinasi (R^2) pada volume adalah 96,42%. Nilai determinasi (R^2) terletak antara $0 < R^2 < 1$, nilai determinasi semakin baik jika mendekati 1. Dengan nilai R² sebesar 96,42% maka dapat disimpulkan bahwa variabel respon tersebut dapat dijelaskan dalam model regresi yang dihasilkan.

Pengujian Residual

Pengujian residual dilakukan untuk mengetahui apakah residual memenuhi asumsi *normally and independently distributed*. Pengujian residual ini terdiri dari uji identik, uji independen dan uji distribusi normal. Berikut ini adalah pengujian yang dilakukan pada pengujian residual.

a. Uji identik

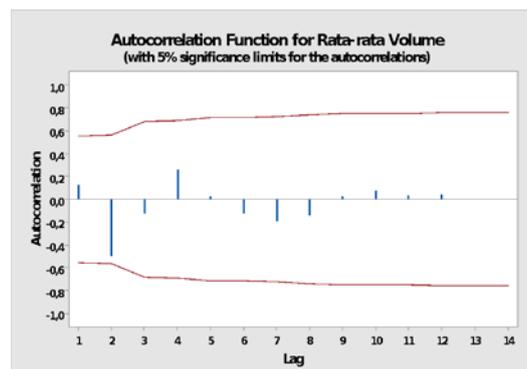
Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa plot residual *versus fitted values* untuk residualnya tersebar secara acak disekitar harga nol dan tidak membentuk suatu pola tertentu, sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi bersifat identik.



Gambar 1. Plot residual *versus fitted values*

b. Uji independen

Plot *autocorrelation function* (ACF) pada Gambar 2 menyatakan bahwa semua korelasi berada pada interval $\pm 2n$, dimana n adalah jumlah percobaan. Maka korelasi berada pada $\pm 0,51$. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada korelasi antar percobaan yang berarti percobaan yang dilakukan secara independen.



Gambar 2. Plot *autocorrelation function* (ACF) untuk volume

c. Uji distribusi normal

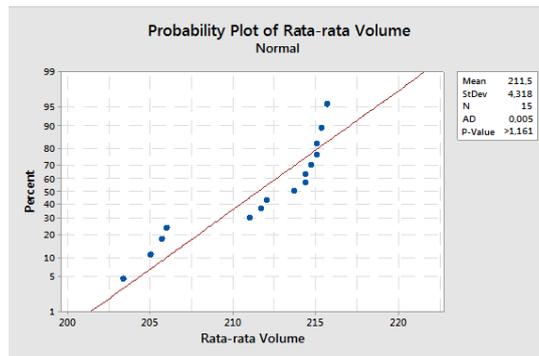
Asumsi yang terakhir yaitu residual harus berdistribusi normal. Pemeriksaan asumsi distribusi normal dilakukan dengan melihat plot probabilitasnya. Gambar 3 menunjukkan bahwa plot mendekati garis lurus sehingga dapat dikatakan bahwa residual berdistribusi normal. Selain itu pemeriksaan dapat juga dilakukan dengan hipotesisnya sebagai berikut:

H_0 : residual berdistribusi normal

H_1 : residual tidak berdistribusi normal

Terima H_0 apabila $P\text{-value} > \alpha$

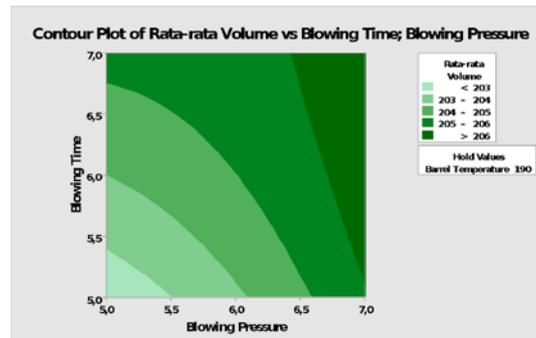
Melalui grafik *probability plot of residual* untuk asumsi distribusi normal diperoleh $P\text{-value}$ lebih dari 0,05 yaitu 1,161, sehingga diputuskan untuk gagal menolak H_0 yang berarti residual berdistribusi normal, selain itu dapat dilihat dari sebaran titik-titik pada plot tersebut membentuk pola linier atau garis lurus, sehingga disimpulkan bahwa residual data memenuhi asumsi distribusi normal.



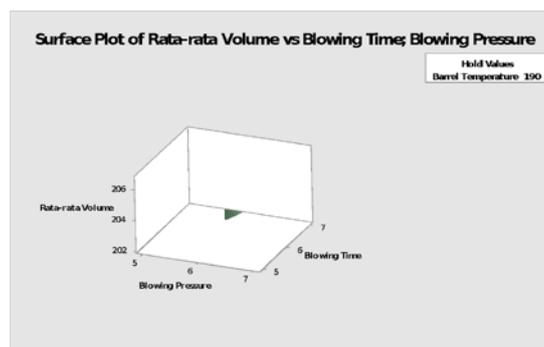
Gambar 3. Plot normal *probability* untuk volume

Analisis *Contour* dan *Surface Plot*

Setelah melakukan pengujian residual dan kesesuaian model, tahap selanjutnya adalah analisis *countour* dan *surface plot*. Pada gambar dibawah ini akan menunjukkan hubungan antara volume dengan variabel proses yang berpengaruh, diantaranya *blowing pressure*, *blowing time* dan *barrel temperature*.



(a)

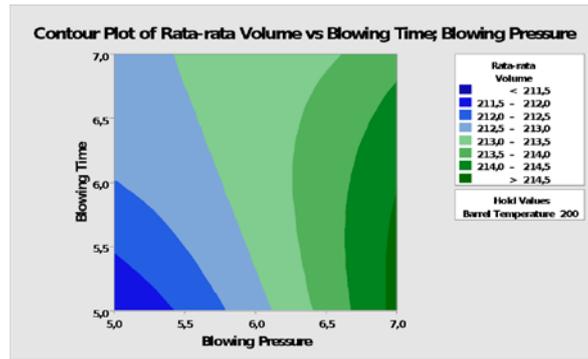


(b)

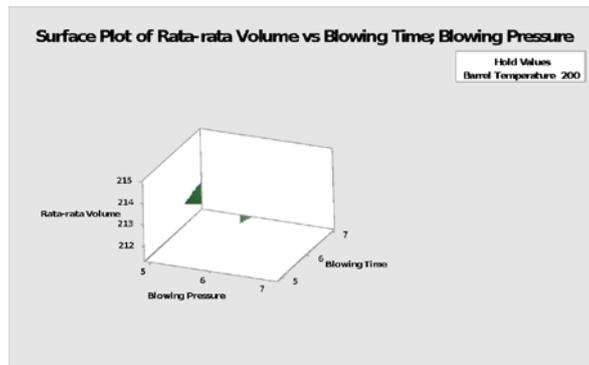
(a) *Contour plot*; (b) *Surface plot*

Gambar 4. *Blowing pressure* dan *blowing time* terhadap *barrel temperature* 190°

Gambar 4 menunjukkan bahwa volume dengan variasi *blowing pressure* 5,0-7,0 bar, *blowing time* 5,0-7,0 s dan variasi *barrel temperature* yang konstan 190°C dapat menghasilkan volume sebesar 202-206 ml.



(a)

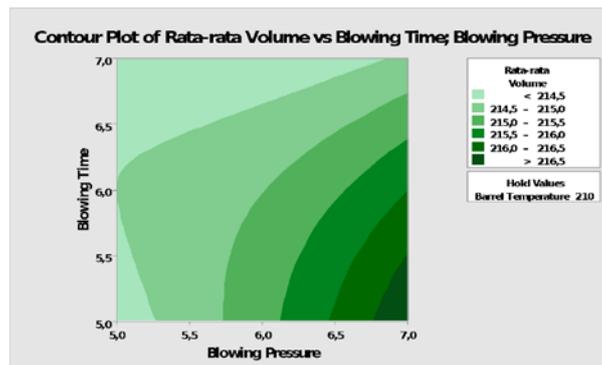


(b)

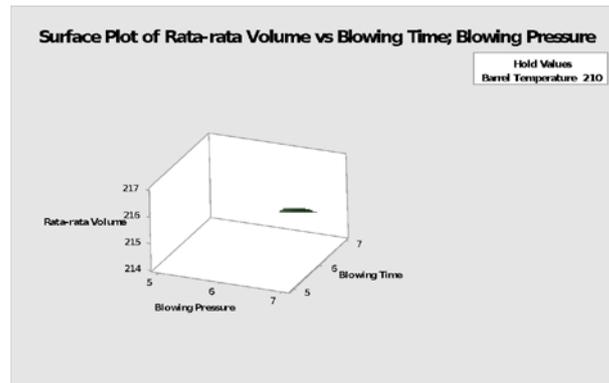
(a) Contour plot; (b) Surface plot

Gambar 5. Blowing pressure dan blowing time pada barrel temperature 200°C

Gambar 5 menunjukkan bahwa volume dengan variasi *blowing pressure* 5,0-7,0 bar, *blowing time* 5,0-7,0 s dan variasi *barrel temperature* yang konstan 200°C dapat menghasilkan volume sebesar 212-215 ml.



(a)



(b)

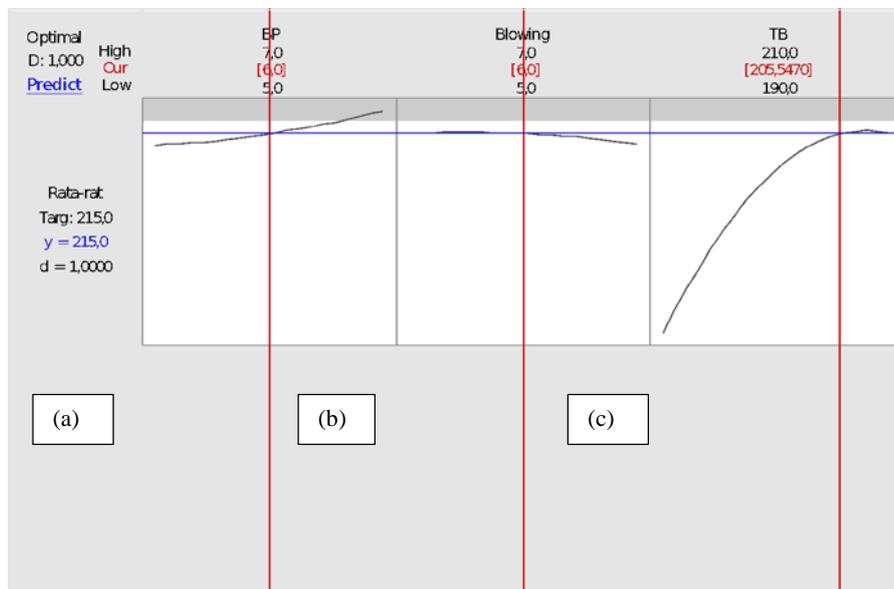
(a) Contour plot; (b) Surface plot

Gambar 6. Blowing pressure dan blowing time pada barrel temperature 210°C

Gambar 6 menunjukkan bahwa volume dengan variasi *blowing pressure* 5,0-7,0 bar, *blowing time* 5,0-7,0 s dan variasi *barrel temperature* yang konstan 210°C dapat menghasilkan volume sebesar 214-217 ml.

Optimasi Respon

Untuk menghasilkan hasil yang maksimal, maka perlu variasi pada parameter yang dipadukan dengan fungsi *desirability*. Fungsi *desirability* adalah untuk mengabungkan persamaan model agar mendapatkan respon yang diinginkan. Selain itu fungsi *desirability* dapat mencari nilai variasi pada parameter blowing pressure, blowing time dan barrel temperature agar mendapatkan volume botol yang optimum (target). Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak statistic, yaitu Minitab 18. Gambar 7 di bawah ini akan menjelaskan tentang variasi parameter terhadap hasil volume yang optimum (target).



(a) Blowing pressure; (b) Blowing time; (c) Barrel temperature

Gambar 7. Grafik variasi variabel proses yang menghasilkan volume sesuai target

Untuk mencapai volume yang optimum (target) tersebut dibutuhkan parameter *blowing pressure* sebesar 6,0 bar, *blowing time* sebesar 6,0 s dan *barrel temperature* sebesar 205,5470°C atau 206°C.

Pembahasan

Berdasarkan Tabel 3 dapat diperoleh nilai koefisien dari beberapa variabel proses yang berpengaruh terhadap variabel respon yaitu volume. Variabel yang pertama adalah *blowing pressure*, mempunyai nilai positif

yaitu sebesar 1,000 yang artinya semakin besar nilai koefisien yang didapatkan maka akan semakin besar nilai volume. Pengaruh *blowing pressure* telah ditunjukkan pada Gambar 7 (a), yaitu grafik pada variabel *blowing pressure* mengalami peningkatan, yang artinya semakin besar tekanan yang diberikan maka akan semakin besar volume yang didapatkan pada botol. Hal ini karena semakin besar tekanan yang diberikan mengakibatkan *parison* lebih mengembang sehingga berpengaruh terhadap bertambahnya nilai dari volume produk atau botol. Jika *blowing pressure* yang diberikan semakin besar akan memberikan nilai volume yang besar juga, akan tetapi hal ini mengakibatkan tebal botol akan semakin tipis namun volume bertambah dan meningkatkan tingkat kebocoran. Sebaliknya jika *blowing pressure* yang diberikan semakin pelan *parison* akan sulit mengembang, akibatnya botol tidak mengembang seperti yang diinginkan dan *parison* juga bisa menggumpal atau mengembang tidak merata. Hasil penelitian ini berbeda dengan yang diperoleh Anhar (2016) *blowing pressure* semakin tinggi nilainya maka semakin tebal dinding botol, hal ini mengakibatkan berkurangnya nilai volume. Perbedaan hasil penelitian yaitu pada suhu yang diberikan tidak terlalu besar, hal ini mengakibatkan *parison* menjadi tebal sehingga ketika *parison* diberikan tekanan tertentu dinding botol masih lebih tebal daripada penelitian yang dilakukan kali ini.

Variabel yang kedua adalah *blowing time*, dengan nilai koefisien positif juga yaitu sebesar 0,167 yang artinya semakin tinggi nilai koefisien yang didapatkan maka akan semakin besar nilai volume. Pengaruh *blowing time* telah ditunjukkan pada Gambar 7 (b), yaitu grafik pada variabel *blowing time* memang mengalami penurunan namun penurunan tersebut masih dibatas nilai koefisien positif. Jadi *blowing time* masih berpengaruh terhadap bertambahnya nilai volume meskipun tidak terlalu signifikan. Jika *blowing time* semakin lama maka nilai volume juga akan semakin besar karena pada saat *blowing time* dijalankan *blowing pressure* juga dijalankan pula jadi secara otomatis akan mendapatkan tekanan yang lebih lama juga. Hal ini mengakibatkan tebal botol menipis namun volume semakin bertambah dan botol bisa juga mengalami kebocoran. Sebaliknya, jika *blowing time* yang diberikan semakin cepat maka volume yang didapatkan tidak maksimal atau kurang dari target yang diharapkan karena *parison* mengembang tidak sempurna. Hasil penelitian ini sesuai dengan Hermawan & Astika (2009) bahwa nilai koefisien yang didapatkan pada *blowing time* juga positif.

Variabel yang ketiga adalah *barrel temperature* dengan nilai positif yaitu 5,000 yang artinya semakin tinggi nilai koefisien yang didapatkan akan semakin besar nilai volume. Pengaruh *barrel temperature* telah ditunjukkan pada Gambar 7 (c), yaitu grafik pada *barrel temperature* mengalami peningkatan, yang artinya semakin tinggi suhu yang diberikan maka akan semakin besar volume yang didapatkan pada botol. Hal ini karena semakin tinggi suhu yang diberikan mengakibatkan plastik akan semakin meleleh sehingga *parison* yang didapatkan akan semakin mudah mengembang sehingga sangat berpengaruh terhadap bertambahnya nilai dari volume produk atau botol. Jika suhu pada *barrel temperature* semakin tinggi akan memberikan nilai volume semakin besar pula. Namun, jika suhu terlalu tinggi atau melewati batas akan mengakibatkan lelehan plastik menjadi gosong dan ketika pada tahap pembentukan botol yaitu lelehan plastik menjadi *parison* dan dilakukan peniupan dengan tekanan dan waktu yang ditentukan *parison* akan mudah rusak, pecah atau terjadi kebocoran, kebocoran pada botol dapat dilihat pada Gambar 4.9. Sebaliknya jika suhu terlalu rendah lelehan plastik akan menggumpal dan ketika menjadi *parison* plastik akan sedikit mengeras, akibatnya *parison* sulit mengembang atau gagal mengembang. Hasil penelitian ini suhu yang didapatkan sama besar dengan Meylina (2006) yaitu 210°C, semakin besar suhu maka *parison* akan semakin tipis sehingga volume botol akan bertambah.



Gambar 8. Cacat pada botol

Pada percobaan ini didapatkan nilai volume tertinggi pada percobaan ke-dua yaitu sebesar 216 ml dengan variasi *blowing pressure* 7 bar, *blowing time* 5 s dan *barrel temperature* 200°C. Sedangkan nilai volume terkecil pada percobaan ke-sembilan yaitu sebesar 203 ml dengan variasi *blowing pressure* 6 bar, *blowing time* 5 s dan *barrel temperature* 190°C.

4. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian dan analisis data menggunakan metode respon permukaan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa variasi parameter yang paling berpengaruh terhadap volume botol adalah *barrel temperature* dengan koefisien regresi penduga bernilai positif sebesar 5,000 hal ini menunjukkan bahwa *barrel temperature* memiliki pengaruh terbesar terhadap volume produk yang dihasilkan dibanding parameter yang lain. Sedangkan pengaruh terkecil adalah pada *blowing time* dengan koefisien regresi penduga sebesar 0,167. Dimana untuk variasi parameter terhadap volume telah mencapai target yang diharapkan yaitu pada volume 215 ml, dibutuhkan parameter *blowing pressure* sebesar 6,0 bar, *blowing time* sebesar 6,0 s dan *barrel temperature* sebesar 206°C.

6. Saran

Setelah melakukan penelitian, saran yang dapat penulis sampaikan adalah sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini penulis menggunakan respon volume, diharapkan untuk peneliti selanjutnya menggunakan respon yang berbeda.
2. Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode respon permukaan sebagai metode pengolahan data, diharapkan untuk peneliti selanjutnya menggunakan metode pengolahan data lainnya.

Daftar Pustaka

- [1] Ahvenainen, R. 2003. *Modern Plastics Handbook*. Woodhead Publishing Limited. 1:4.
- [2] Andrady, A. L., 2003. *Plastic and The Environment*. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey.
- [3] Faulina, R., S. Andari, dan D. Anggraeni. 2011. *Response surface methodology (RSM) dan aplikasinya*. Skripsi. Surabaya: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Noverber.
- [4] Gibran, M. K., dan FX. Kristianta. 2016. Optimasi wktu siklus produksi kemasan produk 50 ml pada proses blow molding dengan metode respon permukaan. *Jurnal Rotor*. 9(1): 35-39.
- [5] Hermawan, Y., dan I. M. Astika. 2009. Optimasi waktu sikls pembuatan kemasan produk chamomile 120 ml pada proses blow molding. *Jurnal Teknik Mesin*. 3(1): 18-25.
- [6] Kristiyantoro, T., M. Darsin, dan Y. Hermawan. 2011. Optimization of Cycle Time by Response Surface Method in Manufacturing Chamomile 120 ml Bottle Using Blow Molding Process. *Proceeding of the 11th International Conference on QiR*. P.1270-1273. Depok. Indonesia.
- [7] Landi, T., dan Arijanto. 2017. Perancangan dan uji alat pengolah sampah plastik jenis LDPE menjadi bahan bakar alternative. *Jurnal Teknik Mesin*. 5(1): 1-8.
- [8] Meylina, L. D., dan S. Sunaryo. 2006. Optimasi multi response surface pada Industri kemasan botol plastik dengan pendekatan fuzzy programming. *Jurnal Teknik Mesin*. 2(3): 22-27.