

Optimasi Parameter Proses *Injection Molding* Terhadap *Inner Snap Diameter* dan *Netto Produk Pot Cream 10 Gram Metode Response Surface*

Dharu Fadillansyah P.^{1*}, Pranowo Sidi², dan Nurvita Arumsari³

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia^{1,2}

Program Studi Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia.³

E-mail: fadillansyahputra@gmail.com^{1*}

Abstract – Along with the times and advances in science and technology, plastics are increasingly being used by people in various products because of their diverse interests. Many industries make plastic as the main raw material in the production process. Processing of plastic seeds until it became finished products can be done in many ways one of them is injection molding. But there are some obstacles when plastic products are made in large quantities, so they need to improve the quality of products they are produced. One way to improve the quality of products is by optimizing the parameters. Parameter optimization is a technique used in the manufacturing process to produce the best product. This study aims to optimize injection molding parameters such as injection time, injection pressure and holding time to optimize inner snap diameter and netto on pot cream products. Each parameter has 3 levels which are designed using Box-Behnken method. In this research using ANOVA method to analyze experimental data and the optimization of inner snap diameter and netto in injection molding process is done by using response surface method. Based on the results, it is known that the parameters of injection time, and holding time has an influence on the inner snap diameter. While for the netto all parameters have influence such as injection time, injection pressure, and holding time. For optimization, the configuration of injection time parameter is 3.74 seconds, injection pressure is 47%, and holding time is 1.5 seconds which produce 46.11 mm of inner snap diameter and netto 8.7 gram.

Keywords: Injection Molding, Inner Snap Diameter, Netto, Plastic, Response Surface.

1. PENDAHULUAN

Dengan semakin pesatnya perkembangan zaman dan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, plastik semakin banyak digunakan oleh masyarakat dalam berbagai bidang karena beragam keunggulannya. Plastik dengan mudah dapat dibentuk, ringan, tidak mudah pecah, dan ekonomis. Hingga saat ini telah banyak industri yang menjadikan plastik sebagai bahan baku utama dalam proses produksinya. Proses pengolahan biji plastik hingga menjadi produk jadi bisa dilakukan dengan banyak cara salah satunya dengan *injection molding* (Musthofa, 2014).

Injection molding adalah proses yang bisa digunakan untuk memproduksi plastik dengan bentuk yang kompleks. Dalam aplikasinya, proses produksi menggunakan mesin *injection molding* ini tidak dapat terlepas dari cacat produk seperti *short shot*, *flash*, *over shrinkage*, *sink marks*, *deformation & cracks*, *flowmark*, *weldline*, *scorching* ataupun *bubble*. Adapun kualitas dari produk yang dihasilkan dari mesin *injection molding* dipengaruhi oleh beragam faktor, antara lain desain cetakan yang kurang optimal, penginjeksian material yang kurang stabil, temperatur material dalam *barrel* yang kurang sesuai, dan pengaruh parameter proses *injection*

molding. Faktor tersebut akan berpengaruh besar terhadap kualitas produk yang dihasilkan. Karena apabila produk cacat yang dihasilkan semakin besar maka perusahaan akan membutuhkan lebih banyak material untuk membuat ulang produk yang cacat.

Salah satu produk yang memiliki jumlah order paling banyak di perusahaan manufaktur plastik di bidang kosmetik adalah produk berjenis pot. Produk ini biasa digunakan sebagai wadah dalam produk kosmetik seperti krim siang dan malam, lulur, scrub, dan lain-lain. Produk ini terdiri dari 4 komponen penyusun yakni *cover*, *plug*, *innerbase*, dan *base*. Masing-masing bagian ini diinjeksikan dalam cetakan yang berbeda-beda dan pada akhirnya akan dirakit menjadi sebuah produk. Sehingga produk pot ini dituntut untuk memiliki keakuratan dimensi yang tepat agar tiap komponen penyusun dapat menempel satu sama lain pada saat digabungkan.



Gambar 1. Base Pot Cream

Selain itu *netto* juga menjadi salah satu faktor yang harus diperhatikan. Sebagai produsen *packaging* kosmetik, tentunya biaya pembuatan produk akan sangat diperhatikan, seperti harga bahan baku plastic. Karenanya apabila *netto* produk yang dihasilkan kurang dari standar maka produk akan *reject* dan harus dibuat ulang begitupun apabila *netto* yang dihasilkan melebihi standar. Selain produk *reject* dan harus dibuat ulang, material yang terbuang akan lebih banyak. Selain itu tuntutan *customer* akan *netto* juga sangat diperhatikan, karena *customer* tidak akan menerima produk yang memiliki *netto* dibawah maupun diatas toleransi yang telah mereka tentukan sebelumnya.

Untuk mengetahui bagaimana pengaruh dari parameter *injection molding* ini terhadap *inner snap diameter* dan *netto* sesuai yang diinginkan pada *base pot* produk krim digunakan Metode *Box Behnken* dengan optimasi *Response Surface*. Metode *Response Surface* merupakan kumpulan dari teknik-teknik matematika dan statistik yang berguna untuk meningkatkan, mengembangkan, mengoptimalkan suatu proses (Montgomery,1994)

2. METODOLOGI

2.1. Proses Rancangan Penelitian

Sebelum dilaksanakan eksperimen, perlu ditentukan variabel faktor dan level kendali yang digunakan serta variabel respon yang diamati dalam penelitian ini terlebih dahulu. Penentuan level kendali pada variabel faktor dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1: Level Kendali

Variabel Bebas	Kode		
	-1	0	1
Injection Time (detik)	3	4	5
Injection Pressure (%)	47	52	57
Holding Time (detik)	0.5	1	1.5

Sumber : Penelitian, 2018

2.2. Proses Pelaksanaan Eksperimen

Setelah didapat data parameter level kendali dan pengacakan variable maka selanjutnya akan dilakukan proses percobaan menggunakan mesin *injection molding* untuk membentuk produk. Parameter lain yang tidak ditentukan oleh peneliti dianggap konstan. Proses pembuatan produk atau spesimen dilakukan sebanyak 15 kali. Setelah proses pembuatan produk menggunakan mesin *injection molding* dengan mengganti besar variable yang digunakan sebagai variable bebas.



Gambar 2. Proses Percobaan

2.3. Proses Pengukuran Produk

Selanjutnya didapatkan produk hasil percobaan, hasil produk tersebut akan dilakukan proses pengukuran. Dimana untuk proses pengukuran *inner snap diameter* dilakukan pengukuran menggunakan *caliper*. Sedangkan untuk pengukuran *netto* dilakukan menggunakan timbangan digital.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Injection Molding

Hasil dari proses *injection molding* yang telah dilakukan pengukuran menggunakan *caliper* untuk *inner snap diameter* dan timbangan digital untuk pengukuran *netto* dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2: Hasil Percobaan

	V. Bebas			V. Respon	
	Injection Time (detik)	Injection Pressure (%)	Hold Time (detik)	Y1	Y2
1	5	52	0.5	46.21	8.87
2	4	52	1	46.28	8.89
3	4	57	0.5	46.28	8.80
4	5	57	1	46.32	8.94
5	5	52	1.5	46.29	8.93
6	4	57	1.5	46.33	8.87
7	3	52	1.5	46.31	8.60
8	3	52	0.5	46.38	8.59
9	3	57	1	46.40	8.55
10	3	47	1	46.34	8.57
11	5	47	1	46.14	8.95
12	4	47	0.5	46.20	8.78
13	4	47	1.5	46.08	8.82
14	4	52	1	46.27	8.88
15	4	52	1	46.25	8.90

Sumber : Proses Eksperimen, 2018

3.2. Perhitungan Data

Setelah didapatkan nilai percobaan dan persamaan model yang menggunakan *full quadratic*, maka selanjutnya adalah menghitung data tersebut dengan tabel perhitungan manual ANOVA dengan hasil seperti pada tabel 3 berikut.

Tabel 3: Hasil analisa ANOVA

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS
Regression	9	0.094902	0.094902	0.010545
Linear	3	0.064525	0.029140	0.009713
Square	3	0.013052	0.013052	0.004351
Interaction	3	0.017325	0.017325	0.005775
Residual Error	5	0.002992	0.002992	0.000598
Total	14	0.097893		

Sumber : Proses Eksperimen, 2018

3.3. Uji Koefisien Determinasi Berganda

Kriteria penerimaan yaitu nilai R^2 berkisar antara 0 sampai 100% dimana nilai R^2 semakin mendekati 100% maka model semakin baik. Berikut hasil analisa dengan minitab :

$R\text{-Sq} = 96.94\%$ $R\text{-Sq(pred)} = 52.04\%$ $R\text{-Sq(adj)} = 91.44\%$

Dari hasil analisa diatas dapat ditunjukkan bahwa nilai R^2 sebesar 96,94%, dengan nilai prosentase tersebut maka model dianggap sudah baik karena mendekati nilai 100%.

3.4. Uji Koefisien Secara Serentak

Kriteria penerimaan dari pengujian koefisien regresi secara serentak apabila $P_{\text{value}} < \alpha$ maka H_0 ditolak dan bila $P_{\text{value}} > \alpha$ maka H_0 diterima. Seperti pada tabel berikut :

Tabel 4: Hasil Uji Koefisien Serentak

Source	F	P
Regression	17.62	0.003
Linear	16.23	0.005
Square	7.27	0.028
Interaction	9.65	0.016

Sumber : Minitab, 2018

Dapat dilihat nilai P_{value} dari regresi adalah 0,003 yang berarti lebih kecil dari nilai signifikansi (α) yaitu 0,05 maka dapat ditulis $P_{\text{value}} < \alpha$ sehingga H_0 ditolak yang berarti model dapat diterima secara statistik dan terdapat variabel yang mempengaruhi kekasaran permukaan.

3.5. Uji Koefisien Regresi Individu

Kriteria penerimaan bila $P_{\text{value}} < \alpha$ maka H_0 ditolak dan bila $P_{\text{value}} > \alpha$ maka H_0 diterima. Seperti pada gambar 8 berikut :

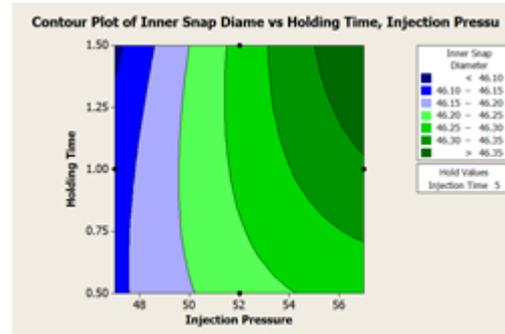
Tabel 5: Hasil Uji Koefisien Serentak

Source	F	P
Injection Time	29.78	0.003
Injection Pressure	1.77	0.241
Holding Time	14.05	0.013
Injection Time*Injection Time	15.17	0.011
Injection Pressure*Injection Pressure	3.99	0.102
Holding Time*Holding Time	1.03	0.357
Injection Time*Injection Pressure	9.40	0.028
Injection Time*Holding Time	6.02	0.058
Injection Pressure*Holding Time	13.54	0.014

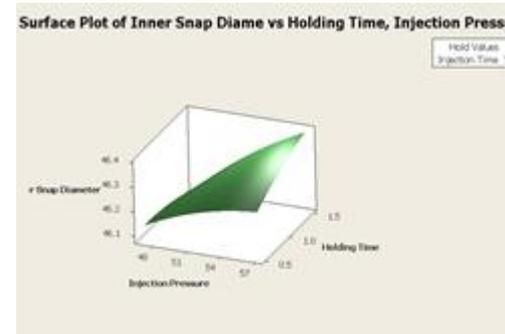
Sumber : Minitab, 2018

Dari tabel 5 dapat diketahui bahwa dari parameter-parameter tersebut ada dua parameter yang mempengaruhi *inner snap diameter* yaitu parameter *Injection Time* dan *Holding Time*. Dengan nilai P_{value} sebesar 0,003 dan 0,013 karena nilai tersebut lebih kecil dari α (0,05).

3.6. Surface dan Contour Plot



(a)



(b)

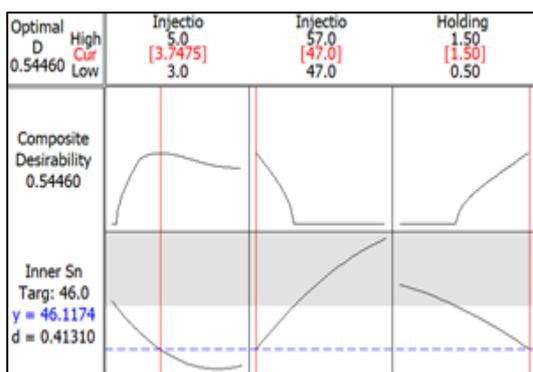
Gambar 3. (a) Surface dan (b) Contour Plot

Gambar menampilkan bahwa *inner snap diameter* akan tercapai jika *holding time* berada diantara 0.5 detik sampai 1.5 detik dan *injection pressure* berada diantara 47% dan 57% sedangkan *injection time* berada pada 4 detik. Dengan setting parameter pada level tersebut, kita akan memperoleh *inner snap diameter* sebesar kurang dari 46,10 mm sampai 46,35 mm.

3.7. Optimasi Respon Inner Snap Diameter

Agar mendapatkan nilai optimal menggunakan *Respon Optimizer* maka digunakan batas atas dan bawah sebagai berikut :

(Y inner) digunakan L (lower) = 45.80 mm, U (upper) = 46.20 mm, T(target) = 46 mm.



Gambar 4. Konfigurasi Optimasi Parameter Inner Snap Diameter

Gambar 4 Menjelaskan bahwa berdasarkan hasil optimasi, didapatkan *setting* variabel adalah untuk *injection time* sebesar 3,74 detik, *injection pressure* sebesar 47% dan *holding time* sebesar 1.5 detik, sehingga akan mendapatkan variabel respon *inner mouth diameter* sebesar 46.11, dan *response optimization* menunjukkan nilai *composite desirability* sebesar 0,5446

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian, pengambilan data dan analisa data dengan metode *Response Surface* dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil analisa menunjukkan bahwa dalam proses *Injection Molding* parameter *Injection Time*, dan *Holding Time*, memiliki pengaruh dalam proses pembentukan *inner snap diameter* secara signifikan. Dimana kedua nilai tersebut memenuhi nilai signifikansi yang digunakan yaitu sebesar 0,05 sehingga memenuhi syarat penerimaan hipotesa..

2. Konfigurasi parameter yang optimum pada proses *Injection Molding inner snap diameter* dan *netto* adalah *Injection Time* : 3,74 detik, *Injection Pressure* : 47% dan *Holding Time* : 1,5 detik dengan diameter *inner snap* sebesar 46,11mm.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Montgomery, D. (1994). **Applied Statistics and Probability for Engineers**. John Willey & Sons, Inc., University of Maryland.
- [2] Montgomery, D. (1997). **Design and Analysis of Experiments**. John Willey & Sons, Inc., Arizona State University.
- [3] Musthofa, A. (2014). *Penentuan Setting Parameter Pembuatan Botol DK 8251 B pada Proses Blow Molding dengan Menggunakan RSM (Response Surface Methodology) Studi Kasus di PT. Rexam Packaging Indonesia.* JTM UNESA, Vol.02, No.2, pp.47-55.