



Pengaruh *Inject Pressure* Dan *Clamping Force* Terhadap Cacat *Flashing* Pada Proses *Injection Molding Cover Pot*

Siti Qomariah^{1*}, Agus Dani^{2*}

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

*Email Penulis: ¹sitiqomariah1509@gmail.com, ²agus.dani@polinema.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima 05/06/2023
Naskah Direvisi 29/06/2023
Naskah Disetujui 29/06/2023
Naskah Online 30/06/2023

ABSTRAK

Pesatnya industri kosmetik saat ini menyebabkan semakin bertambahnya permintaan kemasan untuk kosmetik. *Cover pot* merupakan salah satu kemasan kosmetik yang diproduksi menggunakan material plastik *polystyrene* dengan metode *injection molding*. Dalam proses produksi *cover pot* terdapat ketidaksesuaian antara produk yang dihasilkan dengan spesifikasi yang diinginkan *customer* dikarenakan terdapat cacat produk. Cacat *flashing* terdapat pada produksi *cover pot*. Penggunaan parameter *injection molding* yang kurang sesuai seringkali menghasilkan cacat produk, salah satunya adalah *flashing*, yaitu terdapat material berlebih yang ikut membeku di pinggir-pinggir produk. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui parameter yang optimal sehingga meminimalisasi terjadinya cacat *flashing*. Penelitian menggunakan 2 (dua) variabel bebas yaitu *inject pressure* dengan variasi 45 bar, 55 bar, dan 65 bar dan *clamping force* dengan variasi 125 ton, 135 ton, dan 145 ton serta variabel terikat berupa cacat *flashing*. Rancangan penelitian menggunakan metode eksperimen faktorial dengan replikasi sebanyak 3 (tiga) kali. Pengolahan dan analisis data menggunakan metode desain faktorial. Pengolahan data menggunakan *software* statistik. Hasil dari penelitian ini didapatkan parameter yang optimal untuk produk *cover pot* proses *injection molding* pada kombinasi *inject pressure* 45 bar dan *clamping force* 145 ton dengan nilai cacat *flashing* 0 mm atau tidak terdapat cacat sehingga mampu meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi kemasan kosmetik *cover pot*.

Kata kunci: *clamping force, cover pot, flashing, inject pressure, injection molding*

1. PENDAHULUAN

Plastik saat ini banyak digunakan dalam pembuatan berbagai macam produk. Banyak produk yang ada disekitar kita yang terbuat dari bahan plastik, mempunyai sifat mudah dibentuk, ringan, anti korosif, digunakan kembali, dan murah [1]. Material plastik sering dijumpai sebagai bahan dalam pembuatan produk, seperti wadah kosmetik, mainan, dan peralatan rumah tangga. Salah satu metode proses yang digunakan untuk pembuatan produk plastik adalah *injection molding*. Bahan baku yang cocok pada proses *injection molding* adalah *thermoplastic* karena bahan baku ini akan meleleh karena panas dan akan membeku pada saat didinginkan [2]. Proses *injection molding* merupakan proses yang paling banyak digunakan dalam memproduksi produk plastik [3].

Injection molding adalah suatu daur proses pembentukan plastik kedalam bentuk yang diinginkan dengan cara menekan plastik cair kedalam sebuah

cetakan [4]. Selanjutnya benda cetak dibiarkan membeku dan mendingin beberapa saat di dalam cetakan sebelum cetakan dilepas dan dibuka untuk mengeluarkan benda cetak [3]. Proses produksi pada *Injection Molding* tidak terlepas dari cacat produk. Cacat produk yang umum terjadi pada proses *injection molding* adalah *sink mark, short shot, flashing, flow-mark, colour streaks, bubbles, jetting, dan weld-line* [3]. *Flashing* adalah jenis *minor defect* pada material, artinya material masih bisa dikatakan bagus tetapi harus dilakukan pembersihan (*finishing*) pada produk. *Flashing* sendiri berarti terdapat material lebih yang ikut membeku di pinggir-pinggir produk [3]. Proses injeksi plastik dipengaruhi oleh hubungan antara sifat material, bentuk cetakan, kapasitas mesin, serta parameter proses [5].

Parameter proses injeksi dapat mempengaruhi timbulnya beberapa cacat pada produk. Pengaruh parameter proses injeksi seperti tekanan injeksi, waktu injeksi, kecepatan injeksi, temperatur injeksi, besar

gaya cekam, tekanan tahan, lama waktu tahan dan jenis material yang digunakan diduga mempengaruhi hasil cacat produk [6].

Pada proses produksi *cover pot* di PT. Albea Rigid Packaging Surabaya terdapat ketidaksesuaian antara produk yang dihasilkan dengan spesifikasi yang diinginkan *customer* dikarenakan terdapat cacat produk. Cacat produk yang terdapat pada produksi *cover pot* disebabkan penggunaan parameter yang kurang sesuai. Jenis cacat yang terdapat pada produk *cover pot* adalah *flashing* yang berarti terdapat material berlebih yang ikut membeku di pinggir-pinggir produk yang ditunjukkan pada Gambar 1. Dampak dari cacat ini mempengaruhi kualitas dan kuantitas dari produk hasil *injection molding* dan harus dilakukan *finishing* secara manual untuk mendapatkan kualitas dan kuantitas yang sesuai.



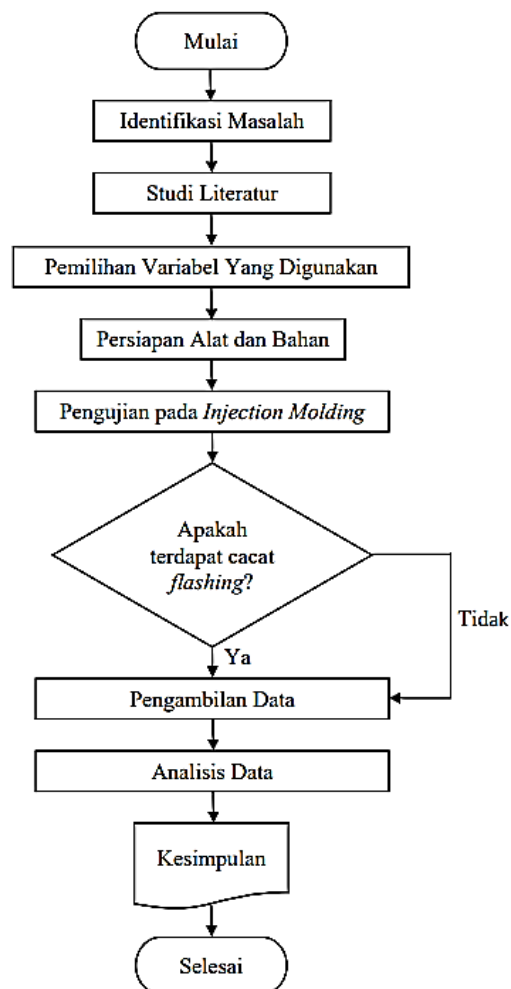
Gambar 1. Cacat *Flashing* pada Produk *Cover Pot*

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *inject pressure* dan *clamping force* serta kombinasi yang optimal dari kedua parameter untuk produk *cover pot*. Sehingga mampu meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi kemasan kosmetik *cover pot*.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini disusun diagram alir untuk memudahkan proses pengambilan data dengan runtut. Alur penelitian ditunjukkan dalam diagram alir pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

2.2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2023 s/d Maret 2023. Pengambilan data dilakukan di PT. Albea Rigid Packaging Surabaya dengan alamat Jl. Rungkut Industri IV No. 23, Rungkut Tengah, Kec. Gunung Anyar, Kota Surabaya.

2.3. Alat dan Bahan Penelitian



Gambar 3. Mesin Borché BS320 T

Gambar 3 merupakan mesin *injection molding* Borche BS320 T yang digunakan untuk produksi *cover pot*. Untuk spesifikasi mesin dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Mesin *Injection Molding* Borche BS320 T

Properties	Value
Max Clamp Force	320 T
Diameter Screw	50 mm
Shoot Weight	552 gr
Min Mold Thickness	220 mm
Max Mold Thickness	655 mm
Max Open Day Light	1235 mm
Tie Bar	670 x 670 mm
Platen Size	950 x 950 mm
Diameter Locate Ring	120 mm
Clamp Stroke	1015 mm
Metering	320 mm
System clamping	Toggle



Gambar 4. Cetakan *Injection Molding* Cover Pot

Gambar 4 adalah cetakan (*mold*) yang digunakan untuk proses produksi *cover pot*. Cetakan yang digunakan memiliki jumlah 8 *cavity* dengan dimensi 496 mm x 1426 mm x 544 mm dan berat 1300 kg.



Gambar 5. Optical Profile Projector Starret 400 Series

Gambar 5 adalah alat ukur yang digunakan untuk pengukuran *flashing*. Profile projector Starret 400 Series memiliki ketelitian 0,005 mm.



Gambar 6. Material Plastik Polystyrene GP150

Gambar 6 adalah material yang digunakan dalam penelitian yaitu *polystyrene* GP150. Dengan temperatur proses pada TDS 180-240 °C.

2.4. Variabel Penelitian

Pada penelitian ini terdapat 3 jenis variabel yang digunakan, yaitu:

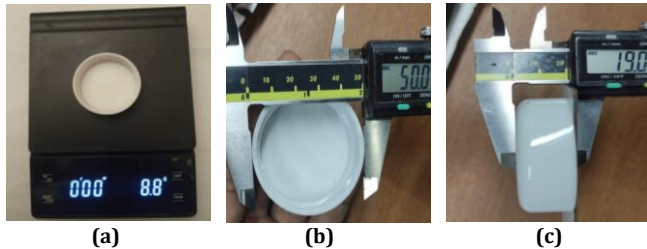
- Variabel bebas
 Variabel bebas adalah variabel pengaruh. Variabel bebas merupakan sesuatu yang bisa diubah-ubah/diatur besarnya untuk menentukan hubungan antara fenomena yang diobservasi atau diamati.
- Variabel terikat
 Variabel terikat adalah variabel terpengaruh yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat merupakan faktor yang diobservasi dan diukur untuk menentukan adanya pengaruh variabel bebas.
- Variabel terkontrol
 Variabel terkontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga variabel bebas terhadap variabel terikat tidak dapat dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti. Variabel yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Variabel Penelitian

Variabel Bebas	
1	Inject Pressure (Bar) : 45 55 65
2	Clamping Force (Ton) : 125 135 145
Variabel Terikat	
1	Cacat Flashing
Variabel Terkontrol	
1	Jenis Material : Polystyrene
2	Cooling Time : 8 detik
3	Inject Speed : 45%
4	Inject Time : 4 detik
5	Holding Time : 0,5 detik

2.5. Metode Pengambilan Data

Pengambilan data dalam penelitian ini menggunakan metode observasi eksperimen langsung, yaitu sebuah metode pengumpulan data penelitian yang dengan sengaja dan sistematis mengadakan perlakuan atau tindakan pengamatan terhadap suatu variabel eksperimen. Adapun dimensi dan berat dari produk *cover pot* dapat dilihat pada Gambar 7. Data yang telah didapatkan selanjutnya akan dilakukan pengolahan data dengan metode yang relevan untuk memperoleh tujuan yang diharapkan. Tabel 3 merupakan tabel pengambilan data yang digunakan untuk pencatatan hasil pengukuran *flashing*



Gambar 7. (a) Berat Produk 8,8 gram, (b) Diameter Luar Produk 50 mm, (c) Tinggi Produk 19 mm

Tabel 3. Pengambilan Data

Clamping Force	Replikasi	Inject Pressure		
		45 bar	55 bar	65 bar
125 ton	I			
	II			
	III			
135 ton	I			
	II			
	III			
145 ton	I			
	II			
	III			

2.6. Metode Pengolahan dan Analisis Data

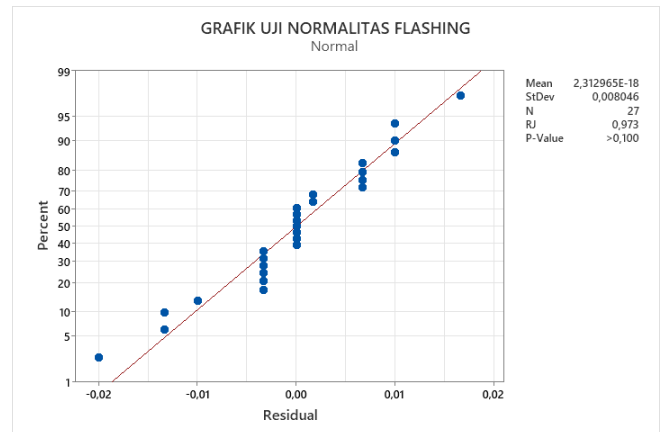
Pengolahan dan analisis data yang digunakan adalah desain faktorial *software* statistik Minitab 21.2.0. Hipotesis yang diuji pada penelitian ini, yaitu:

H_0 : Tidak ada pengaruh *inject pressure* dan *clamping force* terhadap cacat *flashing* yang dihasilkan, serta tidak ada kombinasi yang optimal dari *inject pressure* dan *clamping force* untuk produk *cover pot*.

H_1 : Adanya pengaruh *inject pressure* dan *clamping force* terhadap cacat *flashing* yang dihasilkan, serta ada kombinasi yang optimal dari *inject pressure* dan *clamping force* untuk produk *cover pot*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengambilan data yang telah dilakukan, kemudian dilanjutkan pengolahan data menggunakan *software* statistik Minitab 21.2.0. Berikut hasil analisis yang telah dilakukan:



Gambar 8. Grafik Uji Normalitas *Flashing*

Pada Gambar 8 grafik uji normalitas menunjukkan bahwa titik-titik (data) menyebar di sekitar garis diagonal dan mendekati arah garis diagonal. Nilai signifikan menunjukkan ($P\text{-Value} > 0,05$). Jika nilai signifikan $> 0,05$ maka data berdistribusi normal. Hal ini menunjukkan bahwa data dalam penelitian ini memenuhi asumsi normal.

Tabel 4. *Analysis of Variance*

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	8	0,104830	0,013104	140,12	0,000
Linear	4	0,098348	0,024587	262,91	0,000
Inject Pressure	2	0,026335	0,013168	140,80	0,000
Clamping Force	2	0,072013	0,036006	385,02	0,000
2-Way Interactions	4	0,006481	0,001620	17,33	0,000
Inject Pressure*Clamping Force	4	0,006481	0,001620	17,33	0,000
Error	18	0,001683	0,000094		
Total	26	0,106513			

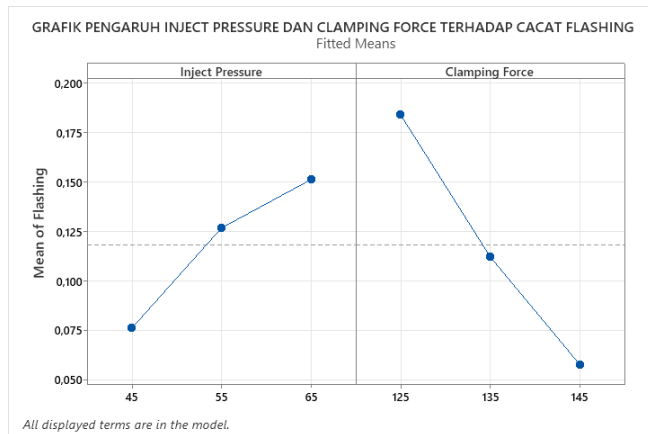
Pada penelitian ini digunakan nilai alfa (α) sebesar 0,05. Pada tingkat level kepercayaan 5% ($\alpha=0,05$). Nilai alfa adalah kesalahan hipotesis alternatif maksimum yang dapat diterima. Dapat dilihat pada Tabel 4 bahwa *inject pressure* dan *clamping force* serta interaksi dari kedua variabel tersebut kurang dari nilai alfa yang ditentukan ($P\text{-Value} < \alpha$) sehingga kedua variabel dan interaksinya memiliki pengaruh yang signifikan terhadap cacat *flashing* produk *cover pot*.

Tabel 5. *Model Summary*

Model Summary

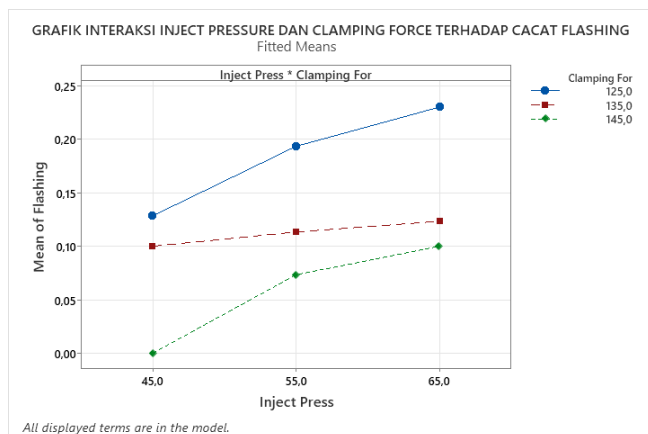
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,0096705	98,42%	97,72%	96,44%

Pada Tabel 5 menunjukkan nilai R-sq sebesar 98,42%. Dari nilai tersebut menunjukkan bahwa kedua variabel bebas *inject pressure* dan *clamping force* secara simultan (bersama-sama) berpengaruh terhadap variabel terikat yaitu cacat *flashing* dan sisanya 1,58% merupakan *error* yang disebabkan oleh variabel yang tidak dilibatkan dan kesalahan yang terjadi selama pengambilan data berlangsung.



Gambar 9. Grafik Pengaruh *Inject Pressure* dan *Clamping Force*

Berdasarkan Gambar 9 grafik sebelah kiri menunjukkan pengaruh *inject pressure* dan grafik sebelah kanan menunjukkan pengaruh *clamping force*. Pada grafik sebelah kiri menunjukkan pada level *inject pressure* 45 bar rata-rata terdapat cacat *flashing* sebesar 0,076 mm, pada level *inject pressure* 55 bar rata-rata terdapat cacat *flashing* sebesar 0,127 mm, dan pada level *inject pressure* 65 bar rata-rata terdapat cacat *flashing* sebesar 0,151. Pada grafik sebelah kanan menunjukkan bahwa pada level *clamping force* 125 ton rata-rata terdapat cacat *flashing* sebesar 0,184 mm, pada level *clamping force* 135 ton rata-rata terdapat cacat *flashing* sebesar 0,112 mm dan pada level *clamping force* 145 ton rata-rata terdapat cacat *flashing* sebesar 0,058 mm. Dari grafik pada Gambar 9 menunjukkan bahwa semakin tinggi *inject pressure* maka potensi cacat *flashing* semakin besar dan semakin tinggi *clamping force* maka potensi cacat *flashing* semakin kecil.

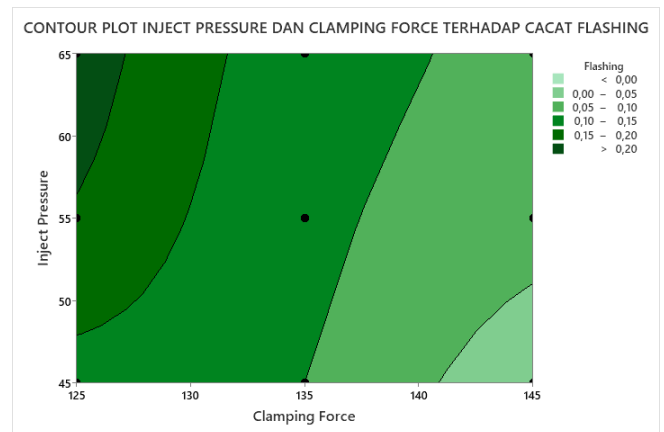


Gambar 10. Grafik Interaksi *Inject Pressure* dan *Clamping Force*

Berdasarkan grafik pada Gambar 10 terdapat 3 jenis garis dengan warna yang berbeda. 3 jenis garis tersebut mewakili *clamping force* sebagai variabel bebas. Garis berwarna biru mewakili *clamping force* sebesar 125 ton, garis warna merah mewakili *clamping force* sebesar 135 ton dan garis warna hijau mewakili *clamping force* sebesar 145 ton. Garis horizontal adalah *inject pressure* sebagai variabel bebas dengan

satuan bar dan garis vertikal menunjukkan variabel terikat yaitu cacat *flashing*.

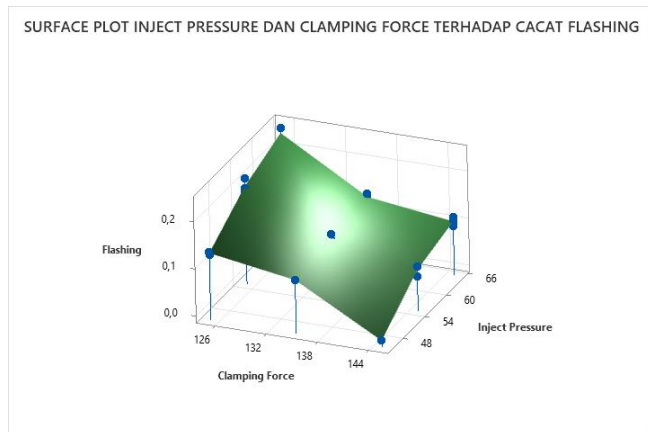
Nilai kemungkinan cacat *flashing* bernilai 0 yang artinya tidak terdapat cacat *flashing* dimiliki oleh garis berwarna hijau pada interaksi *inject pressure* sebesar 45 bar dan *clamping force* sebesar 145 ton. Cacat *flashing* terbesar dimiliki oleh garis berwarna biru pada interaksi *inject pressure* sebesar 65 bar dan *clamping force* sebesar 125 ton dengan kemungkinan cacat *flashing* senilai 0,23 mm. Grafik pada Gambar 10 menunjukkan bahwa nilai kemungkinan cacat *flashing* semakin meningkat dengan bertambahnya level *inject pressure* dan berkurangnya level *clamping force*. Kesimpulan dari grafik pada Gambar 10 adalah interaksi kedua variabel bebas memiliki pengaruh yang signifikan terhadap cacat *flashing* produk *cover pot*.



Gambar 11. *Contour Plot Clamping Force* dan *Inject Pressure*

Gambar 11 merupakan grafik *contour plot* antara *inject pressure* dan *clamping force* terhadap cacat *flashing*. *Contour plot* merupakan grafik nilai respon dari dua faktor dalam satu waktu yang mengilustrasikan area kemungkinan cacat *flashing*. Grafik *contour plot* berisi beberapa area dengan warna yang berbeda. Pada Gambar 13 menunjukkan grafik berwarna hijau dengan 5 gradasi warna dari hijau gelap hingga hijau muda cenderung putih. Semakin gelap warna hijaunya maka nilai kemungkinan cacat *flashing* semakin meningkat. Grafik ini menunjukkan area kemungkinan cacat *flashing* yang dihasilkan oleh kombinasi *inject pressure* dan *clamping force*.

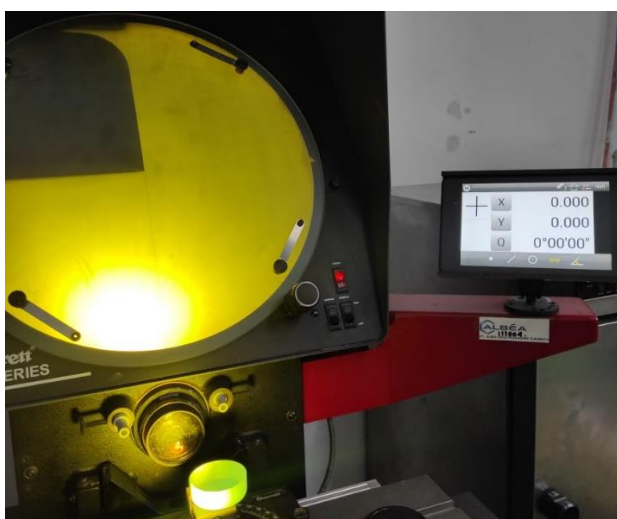
Grafik *contour plot* kombinasi antara *inject pressure* dan *clamping force* menunjukkan bahwa kemungkinan cacat *flashing* terkecil terjadi pada titik kanan bawah yang berwarna hijau muda cenderung putih dengan kombinasi parameter *inject pressure* sebesar 45 ton dan *clamping force* sebesar 145 ton. Nilai kemungkinan cacat *flashing* tertinggi terjadi pada pada titik kiri atas yang berwarna hijau tua dengan kombinasi parameter *inject pressure* sebesar 65 bar dan *clamping force* sebesar 125 ton.



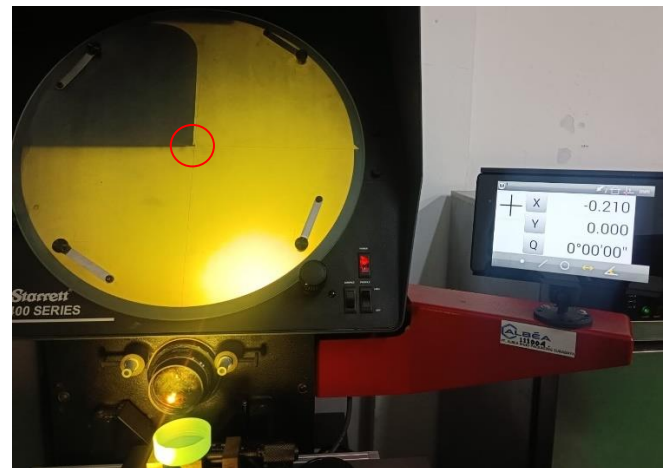
Gambar 12. Surface Plot Clamping Force dan Inject Pressure

Gambar 12 merupakan grafik *surface plot* dari hasil pengaruh *inject pressure* dan *clamping force* terhadap cacat *flashing*. Pada grafik *surface plot* terdapat tiga sumbu koordinat, yaitu sumbu X, Y, dan Z. Sumbu X menunjukkan *clamping force* sebagai variabel bebas dengan satuan ton, sumbu Y menunjukkan *inject pressure* sebagai variabel bebas dengan satuan bar, dan sumbu Z menunjukkan cacat *flashing* sebagai variabel terikat. Pada grafik terdapat titik-titik yang menunjukkan rata-rata cacat *flashing* hasil dari kombinasi *inject pressure* dan *clamping force* yang dihubungkan menjadi sebuah permukaan.

Nilai kemungkinan cacat *flashing* paling rendah dihasilkan oleh kombinasi parameter *inject pressure* dengan level 45 bar dan *clamping force* dengan level 145 ton yang digambarkan oleh permukaan yang rendah. Dan untuk nilai kemungkinan cacat *flashing* tertinggi dihasilkan oleh kombinasi *inject pressure* dengan level 65 bar dan parameter *clamping force* dengan level 125 ton. Sehingga semakin besar *inject pressure* dan semakin kecil *clamping force* maka nilai kemungkinan terjadi cacat *flashing* semakin tinggi.



Gambar 13. Produk Cover Pot tanpa Cacat Flashing



Gambar 14. Produk Cover Pot dengan Cacat Flashing

Gambar 13 merupakan hasil pengukuran produk *cover pot* dimana pada produk tidak ditemukan cacat *flashing*. Gambar 14 merupakan hasil pengukuran produk *cover pot* dimana cacat *flashing* dapat terlihat pada *monitor*.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pengaruh *inject pressure* dan *clamping force* terhadap cacat *flashing* pada proses *injection molding cover pot*, maka kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Variabel *inject pressure* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap cacat *flashing* pada produk *cover pot* proses *injection molding*. Semakin tinggi *inject pressure* maka memperbesar kemungkinan terjadi cacat *flashing*. Dari hasil analisis pengaruh *inject pressure* didapatkan rata-rata cacat *flashing* 0,076 mm pada level *inject pressure* 45 bar. *Inject pressure* mengalami peningkatan dan rata-rata tertinggi cacat *flashing* didapatkan pada level *inject pressure* 65 bar dengan rata-rata cacat *flashing* 0,151 mm.
2. Variabel *clamping force* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap cacat *flashing* pada produk *cover pot* proses *injection molding*. Semakin tinggi *clamping force* maka memperkecil kemungkinan terjadi cacat *flashing*. Dari hasil analisis pengaruh *clamping force* didapatkan rata-rata tertinggi cacat *flashing* 0,184 mm pada level *clamping force* 125 ton. *Clamping force* mengalami peningkatan dan rata-rata terendah cacat *flashing* didapatkan pada level *clamping force* 145 ton dengan rata-rata cacat *flashing* 0,058 mm.
3. Kombinasi yang optimal dari kedua parameter untuk produk *cover pot* proses *injection molding* didapatkan pada kombinasi *inject pressure* 45 bar dan *clamping force* 145 ton dengan nilai cacat *flashing* 0 mm atau tidak terdapat cacat.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Hakim, A. Makruf, A. Nurasa, W. Widodo, and I. Wahyudi, "Pengaruh Variasi Metering Stroke Terhadap Cacat Produk Cetakan Injeksi Plastik," *JTT (Jurnal Teknol. Ter.)*, vol. 6, no. 2, p. 142, 2020,
- [2] Fadhlurrohman, K. Umuran, Affandi, H. Nurdin, and A. Rudi, "Pengaruh Suhu Cetakan Terhadap Produk Plastik Berbahan Polypropylen (PP) pada Injection Molding," vol. 5, no. 1, pp. 20–25, 2022.
- [3] I. H. H. Mawardi, "Analisis Kualitas Produk dengan Pengaturan Parameter Temperatur Injeksi Material Plastik Polypropylene (PP) Pada Proses Injection Molding," *Ind. Eng. J.*, vol. 4, no. 2, pp. 30–35, 2015.
- [4] H. Permana, Topan, and S. Anwar, "Produksi Proses Komponen Plastik Flip Flop Dengan Mesin Injeksi Molding Type Hidrolik," *J. Baut dan Manufaktur*, vol. 03, no. 02, pp. 2686–5351, 2021.
- [5] P. T. Devalia and T. M. Arief, "Analisis dan Optimasi Parameter Proses Injeksi Plastik Multi Cavity Untuk Meminimalkan Cacat Short Mold," *Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 10, no. 1, pp. 553–560, 2019.
- [6] A. D. Adyaksa, "Pengaruh Gaya Cekam, Tekanan Tahan Dan Waktu Tahan Terhadap Cacat Flash Pada Proses Cetak Plastik," *Skripsi. Malang. Politeknik Negeri Malang*, 2021.

Halaman ini sengaja dikosongkan