

ANALISA PENGARUH VARIASI SUHU TERHADAP HASIL DARI PRODUK *MICRO INJECTION MOLDING* PADA PEMBUATAN SAUCE CUP BERBAHAN *POLYPROPYLENE* (PP)

B.Pradika¹, S.Supriyadi², A.Burhanudin³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

Gedung Pusat Lantai 3, Kampus I Jl. Sidodadi Timur 24, Semarang

Email: Brian.pradika@gmail.com

Abstrak

Proses *injection molding* merupakan proses yang paling banyak digunakan dalam memproduksi produk plastik. Teknik *injection molding* harus dapat memenuhi permintaan sebuah produk yang berkualitas tinggi, namun tetap ekonomis dari segi harga. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas suatu produk yaitu suhu pemanasan bahan baku plastik, karena suhu yang tidak tepat dapat menghasilkan cacat pada produknya. Oleh karena itu pada penelitian ini, peneliti akan melakukan eksperimen untuk menganalisis pengaruh variasi suhu terhadap hasil dari produk *micro injection molding* untuk pembuatan *sauce cup* dengan bahan plastik jenis *Polypropylene*. *Sauce Cup* yang diinjeksi pada suhu 200°C menggunakan mesin *micro injection molding*, menghasilkan kualitas produk yang lebih baik dibandingkan temperatur 180°C, 190°C, dan 210°C. Sehingga semakin rendah suhu injeksi terhadap suhu leleh maka kecenderungan cacat yang terjadi semakin besar karena jenis plastik yang mudah membeku saat diinjeksikan. Adapun cacat yang terjadi pada proses injeksi *molding* adalah *sink mark*, *flashing*, *weld mark* dan *short-shot*.

Kata kunci: *Injection Molding, Cacat, Variasi Suhu, Polypropylene.*

I. PENDAHULUAN

Benda plastik hampir kita temukan di semua tempat, mulai dari bungkus makanan, peralatan elektronik, mobil, motor, peralatan rumah tangga dan sebagainya. Bahan plastik secara bertahap mulai menggantikan gelas, kayu dan logam di bidang industri. Plastik adalah bahan sintesis yang dapat diubah bentuknya serta dapat juga dipertahankan dan diperkeras dengan cara menambahkan material lain secara komposit ke dalamnya. Walaupun secara umum sifat plastik adalah kurang kuat dan kaku dibanding logam pada umumnya, akan tetapi rasio kekuatan dan berat (*strength to weight ratio*) serta kekakuan terhadap berat (*stiffness to weight ratio*) lebih baik dibanding logam pada umumnya. Plastik secara umum digolongkan menjadi 3 (tiga) macam, yaitu: *thermoplastics*, *thermosetting* dan *elastomer*. (Mawardi dkk,2015)

Dalam konteks ini, kekurangan sifat plastik yang ada sekarang sudah dapat *dieliminir* sehingga secara perlahan-lahan plastik mulai menggantikan peranan besi atau baja yang selama ini mendominasi proporsi dalam suatu mesin/peralatan. Sifat plastik yang paling menonjol saat ini adalah sifat mampu bentuknya (*formability*) yang lebih baik dibanding baja. Selain itu daya redam plastik juga lebih baik selain beratnya yang lebih ringan (Firdaus dan Soejono,2002)

Proses *injection molding* merupakan proses yang paling banyak digunakan dalam memproduksi produk plastik. Proses injeksi dilakukan dengan memasukkan bahan baku berupa butiran-butiran plastik melalui *hopper* dan plastik akan di panaskan dalam *barrel*. Setelah plastik meleleh dengan temperatur tertentu, maka plastik tersebut didorong keluar dari dalam tabung melalui *nozzle* untuk diinjeksikan ke dalam cetakan (*mold*). Selanjutnya benda cetak dibiarkan membeku dan mendingin beberapa saat di dalam cetakan sebelum cetakan dilepas dan dibuka untuk mengeluarkan benda cetak. Teknik *injection*

molding harus dapat memenuhi permintaan akan sebuah produk yang berkualitas tinggi, namun tetap ekonomis dari segi harga. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas suatu produk yaitu suhu pemanasan bahan baku plastik, karena suhu yang tidak tepat dapat menghasilkan cacat pada hasil produknya, hal inilah yang mendasari penulis melakukan penelitian Analisa pengaruh variasi suhu terhadap hasil produk dari *micro injection molding* untuk pembuatan *sauce cup* berbahan *Polypropylene* (PP).

II. METODOLOGI PENELITIAN

1. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian eksperimen, Menurut Sugiyono (1994:4) “penelitian dengan pendekatan eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh variabel tertentu dalam kondisi yang terkendali dengan variabel yang lain. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh cetakan dengan pendingin air terhadap produk yang dihasilkan. Untuk mendapatkan kebenaran ilmiah maka penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen.

2. Variabel Penelitian

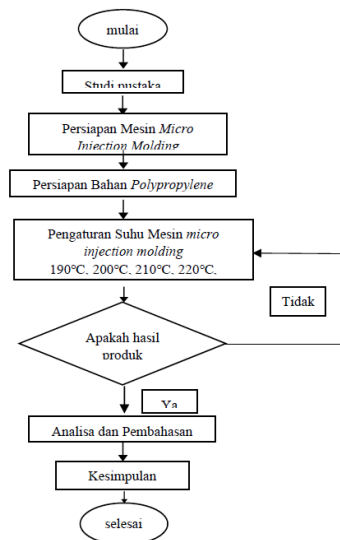
a. Variabel Bebas (*Independent*)

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi, yang menyebabkan timbulnya atau berubahnya variabel terikat dalam sebuah penelitian. Variabel bebasnya adalah pengaruh variasi suhu pada *micro injection molding*. Suhu yang akan dijadikan variasi adalah 180°C, 190°C, 200°C dan 210°C namun dengan tetap mempertahankan tekanan injeksi, waktu pendinginan dan suhu mold konstan.

b. Variabel Terikat (*Dependent*)

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi karena adanya variabel bebas dalam sebuah penelitian. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil *micro injection molding* yang baik dan sempurna tanpa adanya cacat serta sesuai dengan spesifikasi hasil pada cetakan.

3. Kerangka Berpikir



Gambar 1. Diagram Alir Desain Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Langkah Pengujian Variasi Suhu Mesin Micro Injection Molding

Pengujian dilakukan pada mesin *injection molding* bertujuan agar dapat mengatasi masalah non teknis dan teknis saat mesin bekerja. Tujuan dari pengujian ini adalah agar dapat mengetahui hasil produk yang dihasilkan dengan variasi suhu yang berbeda. Langkah-langkah pengujian dengan menggunakan variasi suhu sebagai berikut:

- a. Pertama mempersiapkan alat mesin *micro injection molding* dan alat lain serta bahan plastik *Polypropylene* yang akan di gunakan untuk melakukan penelitian.



Gambar 2. Mesin *Micro Injection molding* dan Bahan Plastik PP

- b. Tahap awal adalah mengisi *hopper* dengan biji plastik jenis *Polypropylene* (PP), menggunakan botol plastik bekas yang dipotong kecil – kecil agar bisa didaur ulang untuk mengurangi limbah plastik sehingga dapat menghemat biaya dan dapat ramah lingkungan.



Gambar 3. Proses memasukan bahan plastik ke hopper

- c. Menyalakan controller pada mesin *micro injection molding*, dengan menekan tombol OFF ke ON. Saat ditekan ON layer lcd akan menyala dan tampilan utama awal akan betuliskan loading kemudian akan muncul tulisan Universitas PGRI Semarang selanjutnya lcd akan menampilkan suhu yang terdeteksi oleh sensor dan target suhu yang akan kita gunakan untuk melakukan pengujian.



Gambar 4 tampilan awal LCD mesin *micro injection molding*

- d. Setelah lcd menyala otomatis pemanas akan menyala di suhu 50°C, ini adalah suhu stand by saat mesin tidak digunakan. Pada lcd akan terlihat tulisan Normal yang memandakan mesin sedang tidak digunakan.
- e. Kemudian pengujian dilakukan dengan menunggu pemanas sampai pada suhu target awal yaitu 180°C. Ketika suhu pada pemanas telah mencapai target 180°C maka motor akan berjalan dan mulai melakukan proses produksi, waktu yang dibutuhkan pemanas untuk mencapai suhu target awal 180°C membutuhkan waktu 50 – 60 Menit sampai mesin dapat mulai menghasilkan produk, dan pengambilan sample awal variasi suhu bisa dilakukan. Untuk mengatur suhu 180°C, 190°C, 200°C, dan 210°C yaitu dengan cara memutar potensio ke searah jarum jam untuk menaikkan suhu dan berlawanan arah jarum jam untuk mengurangi suhu sesuai dengan suhu yang diinginkan.



Gambar 5 Mengatur Variasi suhu

- f. Pembuatan spesimen dengan parameter suhu dibuat tiga spesimen yang untuk dapat dilakukan analisa.
- g. Pengambilan gambar dari hasil produk setiap suhu menggunakan kamera *Smartphone*
- h. Mengukur massa produk dengan menggunakan neraca digital dengan tingkat ketelitian baca 0,1 Gram.






Gambar 6 proses pengambilan massa produk




- i. Melihat hasil produk untuk mengetahui kemungkinan cacat yang terjadi dari setiap spesimen dari masing - masing suhu yang berbeda untuk mengetahui suhu yang tepat.
- j. Pengolahan data dan analisa data diambil dari melihat cacat yang terjadi secara visual pada setiap specimen hasil produk dengan suhu yang berbeda untuk membuat sebuah kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

2. Tabel Hasil Penelitian




Tabel 1 hasil pengujian menggunakan variasi suhu 180°C.

Suhu (°C)	Sampel	Waktu (Detik)	Massa (Gram)	Cacat yang terjadi	Ket
180	1	35	4,7	1. Short Shot 2. Shrinkage 3. Weld mark	
	2	35	5,8	1. Short Shot 2. Shrinkage 3. Weld mark	
	3	35	2,8	1. Short Shot 2. Shrinkage 3. Weld mark	




Tabel 2 hasil pengujian menggunakan variasi suhu 190°C.

Suhu (°C)	Sampel	Waktu (Detik)	Massa (Gram)	Cacat yang terjadi	Ket
190	1	35	4,6	1. Short Shot 2. Shrinkage 3. weld mark	
	2	35	5,8	1. Short Shot 2. Shrinkage 3. weld mark	
	3	35	2,8	1. Short Shot 2. Shrinkage 3. weld mark	

Tabel 3 hasil pengujian menggunakan variasi suhu 200°C.

Suhu (°C)	Sampel	Waktu (Detik)	Massa (Gram)	Cacat yang terjadi	Ket
200	1	35	3,8	Tidak ada	
	2	35	3,7	Tidak ada	
	3	35	3,7	Tidak ada	

Tabel 4 hasil pengujian menggunakan variasi suhu 210°C.

Suhu (°C)	Sampel	Waktu (Detik)	Massa (Gram)	Cacat yang terjadi	Ket
210	1	35	4,7	1. Flashing 2. Weld mark 3. crack	
	2	35	5,8	1. Flashing 2. Weld mark 3. crack	
	3	35	4,4	1. Flashing 2. Weld mark	

3. Pembahasan

Temperatur leleh untuk material plastik PP adalah 190 - 210 °C. Kualitas produk plastik sauce cup dengan variasi temperatur injeksi 180°C, 190°C, 200°C, dan 210°C. Pada temperatur injeksi 180 °C kualitas produk yang dihasilkan tidak sempurna atau cetakan tidak terisi penuh yang dapat dilihat pada Gambar 4.7. Produk yang tidak terbentuk secara sempurna dapat terjadi dikarenakan temperatur injeksi yang kurang. Temperatur yang kurang panas ini dapat menyebabkan cairan tidak mengalir memenuhi cetakan sehingga dapat mengakibatkan terjadinya cacat short shot pada produk serta kurangnya suplai material juga dapat menghasilkan produk menjadi cacat short shot. Cacat short shot adalah suatu kondisi dimana, plastik atau lelehan yang akan diinjeksikan kedalam cavity tidak mencapai kapasitas yang ideal atau sesuai setingan mesin, sehingga plastik yang diinjeksikan kedalam cavity mengeras terlebih dahulu sebelum memenuhi cavity dan menjadikan lelehan plastik tidak terisi sempurna pada cetakan.



Gambar 7. hasil produk dengan suhu 180 °C

Selain cacat short shot, pada benda kerja juga terjadi cacat weld mark. Cacat weld mark adalah adanya garis semburan dipermukaan produk dimulai dari sisi gate dikarenakan aliran turbulen material. Plastik dengan suhu yang relatif rendah di injeksikan kedalam *nozzle* selama tahap awal *muolding*, plastik yang kurang leleh akan cepat mengental akibat bersentuhan dengan cetakan. Plastik yang mengental tersebut terus diinjeksikan ke dalam cetakan, sehingga meninggalkan bekas aliran pada permukaan produk. Kondisi proses ini yang menyebabkan terjadinya cacat weld mark. Selain terdapat cacat short shot dan weld mark, pada produk juga terlihat cacat sink mark yang ditandai dengan adanya cekungan pada permukaan benda produk. Parameter temperatur leleh juga sangat berpengaruh terhadap terjadinya cacat penyusutan (*shrinkage*) pada produk. Produk *sauce* cup yang diinjeksi pada temperatur 180 °C, mengalami cacat penyusutan. Cacat susut dapat terjadi akibat perbedaan antara temperatur cairan plastik dengan temperatur cetakan.



Gambar 8. hasil produk dengan suhu 190°C

Gambar 4.8 memperlihatkan produk yang diinjeksi pada temperatur 190 °C. Produk mulai terbentuk secara penuh meskipun masih kurang baik (sempurna). Kurang terisinya cetakan disebabkan temperatur injeksi yang masih kurang tinggi sehingga masih terjadinya short shot pada produk. Pada kondisi temperatur ini, cacat weld mark mulai menghilang. Hal ini tidak terlepas dari naiknya temperatur injeksi yang diberikan pada temperatur 190 °C.



Gambar 9. hasil produk dengan suhu 200°C

Produk yang dihasilkan pada temperatur injeksi 200 °C mempunyai kualitas cetakan yang baik. Cetakan terisi penuh sehingga produk terbentuk secara sempurna (Gambar 4.9), ejector juga berfungsi dengan benar. Temperatur injeksi yang tinggi dapat membantu menurunkan viskositas plastik, yang dapat mempermudah aliran sehingga proses pengisiannya akan lebih mudah. Namun pada kondisi ini cacat short shot tidak terjadi lagi, akan tetapi cacat sink mark dan weld mark masih terjadi dalam luasan yang kecil. Meskipun sangat kecil, pada temperatur ini mulai terjadi cacat flashing. Flashing sendiri berarti terdapat material lebih yang ikut membeku di pinggir-pinggir produk. Penyebab flashing salah satunya dapat diakibatkan oleh kurangnya tekanan clamping cetakan. Pada temperatur injeksi 210 °C, cacat susut yang terjadi sama dengan pada temperatur injeksi 200 °C.



Gambar 10. hasil produk dengan suhu 210°C

Hasil produk pada variasi suhu 210 °C adalah produk yang dihasilkan terjadi cacat sinkmark dikarenakan temperature terlalu tinggi sehingga terjadi lengkungan atau cekungan pada permukaan luar hasil produk. sebenarnya sinkmark bukan termasuk cacat, tetapi lain lagi bila berpengaruh pada penampilan dari hasil produk. Cacat sinkmark sering diberlakukan pada produk yang memperhatikan kualitas dari penampilan. Fenomena ini sering menjadi masalah sebagai cacat tetapi masih tergantung pada kualitas produk tersebut. Fenomena sink mark tergantung shrinkage daripada plastik sendiri, dalam hal tertentu fenomena ini terjadi pada masa transisi dari kondisi cair pada injector dengan kondisi yang solid pada saat pendinginan. Bukan hanya terjadi cacat sink mark namun juga terjadi cacat flashing, cacat flashing sendiri berarti terdapat material lebih yang ikut membeku di samping luar hasil produk. Dengan menaikkan temperatur injeksi, dapat meminimalkan cacat dan mengurangi luas daerah cacat yang terjadi. Namun upaya ini masih belum signifikan untuk menghilangkan cacat yang terjadi tanpa diikuti oleh pengaturan variabel lainnya seperti tekanan, kecepatan injeksi dan waktu pendinginan.

IV. KESIMPULAN

1. Pengaturan parameter suhu pada injeksi sangat berpengaruh terhadap hasil suatu produk plastik, baik dari dimensi maupun tampilan produk sehingga melakukan variasi suhu untuk mendapatkan hasil yang terbaik adalah pilihan yang tepat. Suhu leleh untuk jenis plastik *Polypropylene* berkisar 190°C - 210°C, sehingga pilihan variasi suhu yang digunakan adalah 180°C, 190°C, 200°C dan 210°C.
2. Produk *Sauce Cup* yang diinjeksi pada suhu injeksi 200°C Menggunakan mesin *micro injection molding*, menghasilkan kualitas produk yang lebih baik dibandingkan temperatur 180°C, 190°C, dan 210°C. Semakin rendah suhu injeksi terhadap suhu leleh maka kecenderungan cacat yang terjadi semakin besar karena jenis plastik *Polypropylene* yang mudah dingin saat diinjeksikan. Adapun cacat yang terjadi pada proses injeksi molding adalah shrinkage, flashing, weld mark dan short-shot.

V. REFERENSI

- [1] Cahyadi, Dedi. 2010, *Analisis Parameter Operasi Pada Proses Plastik Injection Molding Untuk Pengendalian Cacat Produk*. Jurnal Sintek Vol 8 No 2. Universitas Serang Raya.
- [2] Fahrizal. 2009. *Prosedur Pengolahan Plastik Dengan Metode Injection Molding*. Jurnal APTEK Vol. 1 No 1 Juli 2009. Politeknik Pasir Pengaraian.
- [3] Firdaus Dan Soejono. 2002. "Studi Eksperimental Pengaruh Parameter Proses Pencetakan Bahan Plastik Terhadap Cacat Penyusutan (Shrinkage) Pada Benda Cetak Pneumatics Holder" Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra.
- [4] Mawardi, Hasrin, dan Hanif. 2015. "Analisis Kualitas Produk dengan Pengaturan Parameter Temperatur Injeksi Material Plastik Polypropylene (PP) Pada Proses Injection Molding" Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [5] Muhammad, Cahyo, dan Harini. 2017. *Komparasi Parameter Injeksi Optimum Pada HDPE Recycled dan Virgin Material*. Jurnal Material dan Proses Manufaktur. Yogyakarta: Univeristas Muhammadiyah. Jurnal
- [6] Ramadhan, Anwar Ilmar dkk. 2017. *Analisis Penyusutan Produk Plastik Pada Proses Injection Molding Menggunakan Media Pendingin cooling Tower dan Udara Dengan Material Polypropylene*.
- [7] Yanto, Saputra dan Satoto. 2018. "Analisa Pengaruh Temperatur Dan Tekanan Injeksi molding Terhadap Cacat Produk" Program Studi Teknik Mesin, Program Studi Teknik Perencanaan dan Kontruksi Kapal, Politeknik Negeri Batam.