

ANALISA PENGARUH TEMPERATUR DAN TEKANAN INJEKSI *MOULDING* TERHADAP CACAT PRODUK

Heri Yanto*, Ihsan Saputra*, Sapto Wiratno Satoto#

* Program Studi Teknik Mesin

#Program Studi teknik Perencanaan dan Konstruksi Kapal

Politeknik Negeri Batam

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

E-mail: ihsan@polibatam.ac.id

Abstrak

Salah satu hal yang menjadi tolak ukur dalam menilai produktifitas dan efisiensi suatu industri adalah dengan melihat tingkat cacat produk yang terjadi dalam menghasilkan suatu produk. cacat produk yang sering terjadi antara lain, *short moulding*, *warpage*, *sink mark*, *flow line*, *flashess*, *bubble*, *hole/gap*, *over moulding*. Pada penelitian ini di kaji tentang pengaruh temperatur dan tekanan pada mesin injeksi moulding berbahan plastic jenis (*pvc compound*), dengan melakukan analisa penyebab cacat produk berdasarkan parameter temperatur dan tekanan pada *barrel*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meminimalisir cacat produk yang dihasilkan mesin *injection moulding* dan mendapatkan *setting* parameter moulding yang tepat, Metode yang akan dilakukan yaitu memvariasikan *setting* temperatur dengan variabel bebas yaitu 150°C, 170°C, 190°C dan variabel bebas pada tekanan 60 Mpa dan 100 Mpa. Dari hasil pengaturan parameter mesin injeksi moulding telah ditemukan parameter yang optimal dengan cacat produk yang paling sedikit pada variasi temperatur 170°C dan tekanan 60 MPa.

Kata kunci: injeksi moulding, temperatur, tekanan, cacat produk

Abstract

One thing to be a benchmark in assessing the productivity and efficiency of an industry is to look at the level of product defects that occur in producing a product, product defects that often occur among others, short moulding, warpage, sink marks, flow line, flashess, bubble, hole / gap, over moulding. In this study in the review of the effect of temperature and pressure of the injection moulding machine made of plastic type (pvc compound), by analyzing the causes of defective products based on the parameters of temperature and pressure on the barrel, the purpose of this study is to minimize the resulting product defect injection moulding machine and get the proper moulding parameter settings, methods to be done is to vary the setting temperature, the independent variable is 150°C, 170°C, 190°C and free variable at a pressure of 60 MPa and 100 MPa. From the results of the injection moulding machine parameter settings have found the optimal parameter to a product defect that is at least on the variation of temperature of 170°C and a pressure of 60 MPa.

Keywords: injection moulding, temperature, pressure, product defects

1 Pendahuluan

Pembuatan produk berbahan plastik dilakukan dengan menggunakan metode Plastic Injection Moulding (PIM). Injeksi plastik merupakan proses pembentukan produk dari material plastik dengan variasi bentuk dan ukuran yang berbeda-beda. Metode Injection Moulding merupakan proses pembentukan benda kerja dari material *compound* berbentuk butiran yang

ditempatkan kedalam suatu *hopper* dan masuk ke dalam silinder injeksi yang kemudian didorong melalui *nozzle* dan *sprue bushing* ke dalam *cavity* dari mold yang sudah tertutup. Setelah beberapa saat didinginkan, mold akan dibuka dan benda jadi akan dikeluarkan dengan bantuan ejector. Material yang sangat sesuai adalah material *thermoplastik*. Material ini akan melunak karena pemanasan dan sebaliknya akan memanas lagi bila didinginkan. Perubahan

material ini hanya bersipat fisik bukan perubahan kimiawi sehingga memungkinkan untuk medaur ulang material sesuai dengan kebutuhan. Material plastik yang dipindahkan dari *silinder* pemanas, temperaturnya berkisar antara 117⁰C sampai 274⁰C atau sesuai rekomendasi dari manufaktur pembuat material plastik. Semakin panas suhunya, material akan semakin encer (rendah *viskositasnya*) sehingga semakin mudah diinjeksi ke dalam mold. Setiap material memiliki karakter suhu moulding (*mold flow index*). Semakin lunak formulasinya yang berarti kandungan plastik tinggi sehingga membutuhkan temperatur yang rendah, dan sebaliknya semakin keras formulasinya membutuhkan temperatur tinggi [1]. Faktor yang mempengaruhi dalam *Injection Moulding* adalah material plastik yang dipergunakan, mesin *injection* dan proses *Injection Moulding*. Secara kuantitatif proses *injection moulding* sangat dipengaruhi Teperatur Material, tekanan, kecepatan aliran material dalam silinder moulding, temperatur moulding, kekentalan resin, laju pendinginan. Namun tidak semua faktor ini dapat terukur dalam ruangan *Injection Moulding* yang terisolasi. Proses produksi menggunakan mesin *Injection Moulding* ini tidak terlepas dari cacat produk, Beberapa permasalahan yang sering ditemukan pada produk hasil injeksi moulding antara lain:

- *Short moulding* adalah cacat produk akibat pengisian yang tidak sempurna.
- *Sink mark* adalah keadaan cacat produk berupa bentuk cembung pada permukaan produk
- *Air bubble* ditemukanya gelembung udara didalam produk.
- *Warpage* adalah kondisi cacat produk yang terlihat pada permukaan produk yang melengkung atau bengkok
- *Weldmark or flow mark*, merupakan cacat produk berupa garis di permukaan produk,
- *Discolored* moulding merupakan cacat berupa pelunturan warna pada produk/buram.
- *Black spot*, Keadaan cacat produk dimana ditemukan seperti bintik hitam pada produk, yang terjadi pada bagian-bagian tertentu pada produk
- *Hole/gap*, adalah cacat produk renggang pada bagian part yang di cetak akibat pengaruh temperatur yang kurang panas.
- *Over moulding*, cacat produk kabel terdorong akibat tekanan terlalu tinggi.

Hal ini dapat mengakibatkan keterlambatan pengiriman pada konsumen dan dapat mengakibatkan kerugian besar pada pihak perusahaan karena material banyak yang terbuang dan kwalitas produk yang rendah oleh karena adanya cacat produk tersebut. Mesin produksi sangat berperan penting dalam menentukan kwalitas dan kwantitas hasil produksi, untuk memahami masalah ini maka dilakukan penelitian tentang pengaruh temperatur dan tekanan

pada mesin injeksi moulding terhadap cacat produk. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh temperatur dan tekanan terhadap cacat produk dengan material plastik yang digunakan PVC (*compound*) IP60G, sebagai *cover safety* pada colokan listrik, Diharapkan dengan mengetahui pengaruh dari masalah tersebut akan ditemukan solusi parameter yang optimal pada temperatur dan tekanan.

Injection moulding adalah teknik menyuntikkan plastik ke dalam cetakan (Mold). Material yang digunakan pada *injection moulding* berupa biji biji plastik. Sebelum material diproses, material harus dipanaskan terlebih dahulu dalam wadah yang bernama *hopper* atau *dehumidifier*. Pemanasan material ini dilakukan untuk mengeringkan material dari uap air yang diserap. Parameter yang signifikan pada proses *injection moulding* adalah *Setting* temperatur *barrel* idealnya naik bertahap dari rendah di belakang menjadi semakin tinggi di depan terutama di *nozzel*. Di *barrel* inilah tercampurnya pewarna dan bahan *polymer*. *Setting* temperatur yang terlalu panas juga bisa berakibat *silver* atau produk menjadi sangat mengkilap. Tekanan *injection* adalah tekanan yang diberikan saat *inject* material ke dalam mold. Sesuaikan tekanan di setiap tahap *injection*, Tekanan pertama jangan terlalu besar berkisar antara 30 sampai 100Mpa tergantung tonase mesin yang dipakai. Tekanan *injection* kedua antara 40 - 60% dari tekanan pertama. Tekanan yang tinggi akan mengakibatkan *overpack* atau *flashing*, bahkan bisa mengakibatkan mold rusak. Sebaliknya jika terlalu rendah akan membuat produk *shot short* / produk tidak penuh. *Holding press* adalah Tekanan yang ditahan agar material yang telah di *inject* ke dalam mold tidak berubah bentuknya. Dalam tahap inilah kualitas produk sangat berpengaruh. Penyetelan *holding press* untuk tahap awal dianjurkan sebesar 50% dari *Injection press*.

Parameter *setting* temperatur plastik yang digunakan pada *hopper dryer* dapat di lihat pada table berikut:

TABLE I
SPESIFIKASI TEMPERATUR HOPPER DRYER PADA MATERIAL YANG BERBEDA

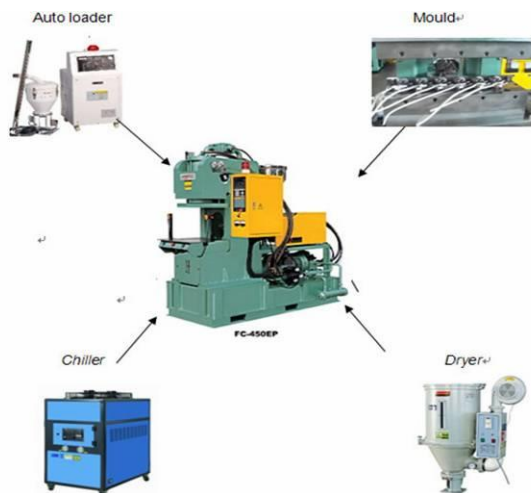
RECOMMENDED DRYING GUID			
RAWMATERIAL	DRYING TEMPERATUR		DRYING TIME
PE,PP	80(°C)	176(°F)	2 HRS
PS	82(°C)	180(°F)	2 HRS
ACRYLIC ABS,AS	82(°C)	180(°F)	2 HRS
CELLULOSE SERIES	71(°C)	160(°F)	3 HRS
POLYCARBONATE	120(°C)	248(°F)	3 HRS
NYLON	82(°C)	180(°F)	2.5 HRS
PVC	71(°C)	160(°F)	1.5 HRS

Plastik secara umum digolongkan menjadi 3(tiga) macam, yaitu: *thermoplastics*, *thermo-setting* dan *elastomer*. *Thermoplastik* (*thermo-plastics*) merupakan jenis plastik yang akan melunak jika dipanaskan dan mengeras apabila didinginkan. Contoh bahan *thermoplastik* antara lain: *poliethilin*, *polipropilin*, dan *PVC* (*polivinyl Chlorida*). Plastik *thermosetting* akan mengeras bila dipanaskan dan tidak dapat didaur ulang (*recycle*). Contoh plastik *thermo-setting* adalah: *bakelit*, *silikon*, *epoxy* dan lain-lain, sedangkan *elastis* (*Elastomer*) yaitu bahan yang sangat elastis. contoh bahan elastis adalah karet sintetis. Jenis ketiga dari bahan plastik adalah *elastomer*. *Elastomer* berasal dari kata *elastic* dan *mer*. Jenis plastik ini mempunyai sifat seperti karet. *Elastomer* pertama kali ditemukan oleh Charles Goodyear pada tahun 1839 [2].

Alireza Akbarzadeh, dkk. (2011) melakukan penelitian menggunakan plastik polypropylene dan polystyrene. Tujuan dari peneliti adalah untuk mengetahui pengaruh parameter injeksi terhadap shrinkage pada material tersebut. Metode penelitiannya menggunakan Taguchi. dari percobaan dihasilkan pengaruh parameter suhu leleh, tekanan injeksi, tekanan tahanan, dan waktu tahanan dapat mempengaruhi dalam penentuan hasil shrinkage. Suhu leleh merupakan faktor utama dalam pengaruhnya pada shrinkage dibanding dengan parameter lain [3].

Sendi (2012), parameter tekanan dan waktu penekanan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap terjadinya *shrinkage* [4].

Contoh gambar mesin injeksi *moulding* dan spesifikasinya



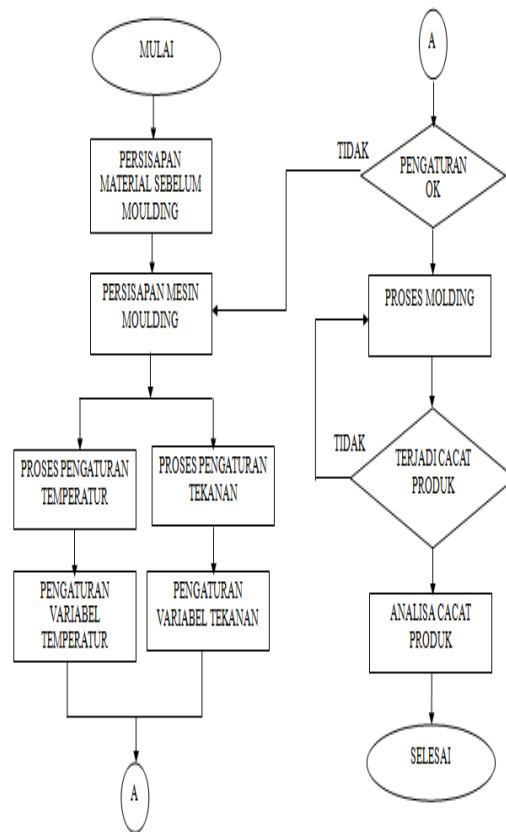
Gambar 1: Mesin injeksi *moulding*

TABLE II
spesifikasi mesin injeksi *moulding* FC-450EP

Equipment	Specification	Qty	Function
Injection moulding machine FC-450EP	45 ton	1 set	Plug injection
Chiler	3HP	1 set	Machine cooling
Auto loader	350kg	1 set	Feeding material
Mold	6-8 cavities	1 set	Moulding the plug
Hopper dryer	25kg	1 set	Dry the material to prevent the spot

2 Metodologi Penelitian

Diagram Alur Penelitian:



Konsep penelitian ini dikembangkan dengan meninjau proses injeksi *moulding* sebagai fungsi dari parameter, Pada penelitian ini menggunakan Mesin *injection moulding*, untuk menganalisa cacat produk pada colokan listrik secara visual dengan menggunakan *type mold/cetakan* BT30547 untuk menghasilkan produk, Memilih bahan plastik yang akan digunakan yaitu *PVC* (*compound*) IP60G black, menentukan

temperatur mold yang konstan, temperatur leleh plastik, dan tekanan injeksi. Kemudian memvariasikan temperatur dengan variabel bebas titik leleh pada barrel, 150°C, 170°C, 190°C dan variabel bebas tekanan 60 MPa dan 100 MPa. [4]



Gambar 2: Mesin injeksi moulding

TABLE III
spesifikasi mesin injeksi moulding yang di gunakan

No	Spesifikasi Mesin injeksi moulding	
1	Merek	TKC (taiwan kinky machiney)
2	Model	KC-350
3	clamping force	45 tons
4	Tekanan mekanis	100 Mpa
5	Chiler	Normal watter
6	Auto loader	350 kg
7	Mold	BT30547, VAC7A (2,5 A . 250 V) 10 cavity
8	Hopper dryer	25 kg

3 Analisa Data dan Pembahasan

Dari hasil eksperimen yang dilakukan pada mesin injeksi moulding tentang pengaruh variasi temperatur dan tekanan terhadap cacat produk, diperoleh beberapa jenis cacat produk dari variasi yang dilakukan. Distribusi pengaruh temperatur dan tekanan terhadap cacat produk dengan variasi temperatur dan tekanan yang berbeda ditampilkan pada tabel, gambar, dan grafik di bawah ini.

Tabel IV data parameter injeksi moulding
Tekanan 60 Mpa, cooling time 4 second *

Temperatur Nozzel (°C)	Presentase (%)	Jenis Cacat
150	63	Short Moulding
170	7	Flashes
190	90	Flashes, warpage

*Keterangan: Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali, dengan sampel pengujian 10 sampel tiap pengujian.

Dari hasil 3 variasi temperatur pada tabel IV menunjukkan jenis cacat produk dan jumlah cacat

produk yang di hasilakan temperatur yaitu:

- 150°C => cacat produk yang paling banyak di temukan yaitu *short moulding*
- 170°C => cacat produk yang ditemukan *flashes* tapi masih masuk speak / ukuran yang di tentukan secara visual
- 190°C => cacat produk yang paling banyak di temukan yaitu *flashes* di luar speak yang di tentukan secara visual dan *warpage*

Berikut adalah gamabar jenis cacat produk yang di temukan pada tabel 4:

(a) Short Moulding



(a)

(b). Flashes dan No Defect



(b)

(c) Warpage dan Flashes



(c)

(d)

Gambar 3 s/d 6 :cacat produk pengaruh variasi temperatur dari 150°C, 170°C, 190°C dengan Tekanan 60 Mpa

Di antara variasi temperatur 150°C,170°C,190°C dengan tekanan 60 Mpa cacat produk yang paling banyak di temukan pada temperatur 150°C yaitu *short moulding* dan 190°C yaitu *flashes* dan *sink mark* di luar speak secara visual.

Tabel V data parameter injeksi moulding
Tekanan 100 Mpa, cooling time 4 second *

Temperatur Nozzel (C)	Presentase (%)	Jenis Cacat
150	73%	Short Moulding
170	100%	Flashes, Sink Mark
190	100%	Flashes, Sink Mark, Over Moulding

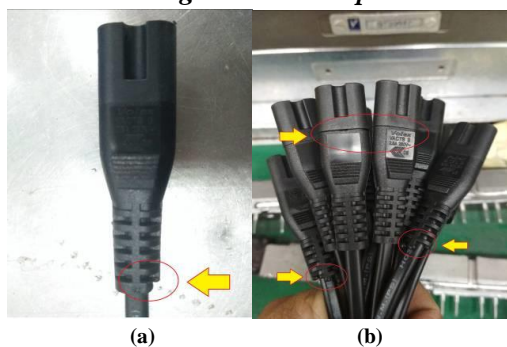
*Keterangan: Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali, dengan sampel pengujian 10 sampel tiap pengujian.

Dari hasil 3 variasi temperatur pada tabel V di atas menunjukkan jenis cacat produk dan jumlah cacat produk yang di hasilakan temperatur yaitu :

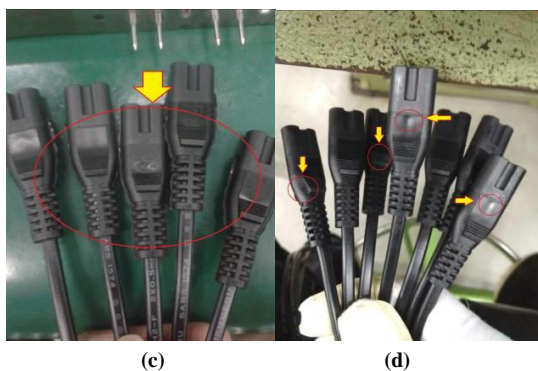
- 150°C => cacat produk yang paling banyak di temukan yaitu *short moulding* dan *hole*
- 170°C => cacat produk yang paling banyak ditemukan *flashes* dan *sink mark*
- 190°C => cacat produk yang paling banyak di temukan yaitu *flashes, sink mark* dan *over moulding* di luar speak yang di tentukan secara visual

Berikut adalah gamabar jenis cacat produk yang di temukan pada tabel 5:

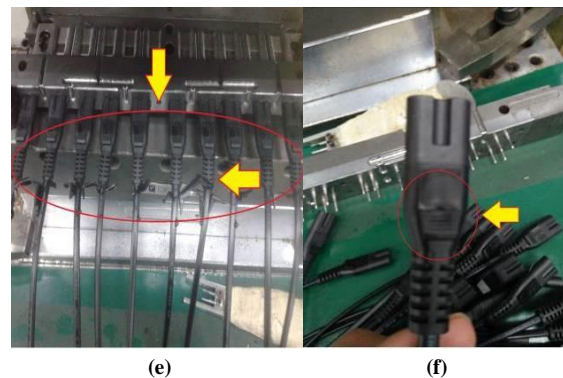
(a) Short Moulding dan Hole/Gap



(b) Flashes dan Sink Mark

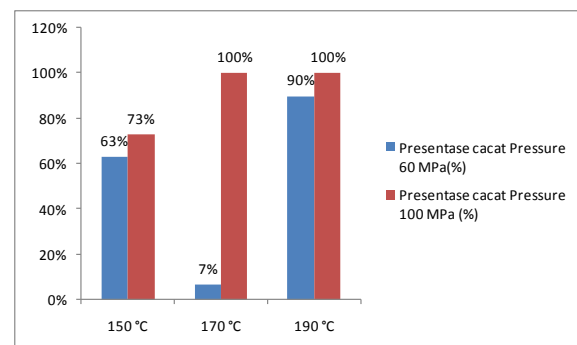


(c) Flashes, Over Moulding dan Sink Mark



Gambar 7 s/d 12 :cacat produk pengaruh variasi temperatur dari 150°C, 170°C, 190°C dengan Tekanan 100 Mpa

Di antara variasi temperatur 150°C,170°C,190°C dengan tekanan 100 Mpa cacat produk yang paling banyak di temukan pada temperatur 170°C yaitu *flashes, sink mark* dan 190°C yaitu *flashes, sink mark* dan *over moulding*.



Grafik 1 Cacat produk berdasarkan *Pressure* dan *Temperature*

Keterangan Grafik 1:

Dari grafik variasi temperatur dan tekanan diatas dapat di jelaskan jumlah cacat produk yang paling sedikit dan juga palingbanyak yaitu:

- Pada tekanan 60 Mpa jumlah cacat paling sedikit pada temperatur 170 °C
- Pada tekanan 100 Mpa jumlah cacat paling sedikit pada temperatur 150 °C

Pada tekanan 60 Mpa, cacat banyak terjadi pada temperatur 150°C dikarenakan temperatur pelehan yg rendah sehingga cacat banyak terjadi yaitu cacat *short moulding*, sedangkan pada temperatur 190°C, banyak cacat yang terjadi dikarenakan temperatur terlalu tinggi sehingga material terlalu encer dan menyebabkan *supply* material terlalu banyak dan menyebabkan cacat *flashes, sink mark*, dan *warpage* Untuk tekanan 60 Mpa dengan temperatur optimal sehingga jumlah cacat paling sedikit yaitu pada temperatur 170°C.

Pada tekanan 100 Mpa dapat disimpulkan dari grafik semakin tinggi temperatur jumlah cacat semakin besar yaitu jenis cacat *short moulding, hole, flashes, sink mark, over moulding* dikarenakan temperatur tinggi dan tekanan tinggi sehingga material encer dan menyebabkan supply material terlalu banyak, temperatur optimum untuk tekanan 100 MPa adalah pada temperatur 150 °C

4 Kesimpulan

Dari hasil variasi temperatur *nozzel* 150°C, 170°C, 190°C, dan tekanan 60 Mpa, dan 100 MPa, dengan menggunakan material PVC *compound* IP60G, telah di temukan pengaturan parameter yang optimal pada mesin injeksi *moulding* yaitu dengan pengaturan temperatur 170°C dengan tekanan 60 MPa, karena didapatkan cacat produk paling sedikit dibandingkan dengan variasi pengaturan temperatur dan tekanan yang lainnya, kondisi yang optimal dapat menurunkan tingkat kecacatan produk.

References

- [1] Kalpakjian, Serope. *Manufacturing Engineering and Technology*. Addison-Wesley Publishing Co, 1989.
- [2] Surdia, Tata. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Pradnya Paramita, 2000.
- [3] Akbarzadeh, A Sadeghi. *Parameter Study in Plastic Injection Moulding Proses using Statistical Methods and IWO Algoritm*. International Journal Modeling and Obtimization, Vol. 1, No.2, June 2011.
- [4] Sendi, Dwi Oktaviandi. *Analisa Pengaruh Parameter Tekanan dan Waktu Penekanan Terhadap Sifat Mekanik dan Cacat Penyusutan Dari Produk Injection Moulding Berbahan Polyethylene (PE)*, Skripsi S-1 Teknik Mesin, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon, 2012.