

CACAT PRODUK AKIBAT TEMPERATUR CYLINDER BARREL PADA PROSES PRODUKSI MENGGUNAKAN INJECTION MOLDING

Muhammad Firdausi¹, Fikri Ramdani²

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri

Institut Sains dan Teknologi Nasional

Jl. Moh. Kahfi II, Jagakarsa, Jakarta 12640

Phone: 0062-21-7270092, Fax: 0062-21-7866954

e-mail; mmfirdausi@istn.ac.id

Abstract

In injection manufacturing method, product failures often occur due to incorrect temperature settings on the cylinder barrel. Cylinder barrel is a tube that functions as a plastic material to melt. This cylinder is wrapped with a heating element or band heater. The function of this band heater is to heat the material. The temperature setting is adjusted to the melting point of the material. The inaccurate temperature setting on the cylinder barrel is the cause of product defects that often occur in the injection molding production process. Generally occurs when the cylinder barrel temperature setting is too low or too high.

In product defects due to the cylinder barrel temperature is too high it will cause the thermoplastic material to be too hot, too melted (liquid) and take a long time to cool down. The defects that occur form specks of silver line (splay), especially in the gate area. Product defects due to cylinder barrel temperature are too low will cause the thermoplastic material to not melt enough, too thick and too fast in cooling. Frequent defects are Short Shot (frozen too early) and Weld Line.

Key words: Injection molding, Thermoplastic, Cylinder barrel, Splay, Short shot, Weld line.

1. Latar Belakang

Teknik produksi dengan menggunakan Injection Molding banyak dipilih karena memiliki beberapa keuntungan diantaranya : kapasitas produksi yang tinggi, sisa penggunaan material (*useless material*) sedikit dan tenaga kerja minimal. Sedangkan kekurangan, biaya investasi dan perawatan alat yang tinggi, serta perancangan produk harus mempertimbangkan untuk pembuatan desain cetaknya. Keyboard, mouse, panel TV, pesawat telepon merupakan hasil pengolahan plastik dengan menggunakan teknik injection molding. Seperti pada proses produksi lainnya pada injection manufacturing juga terjadi kegagalan produk atau cacat produk akibat proses produksi. Salah satunya adalah cacat produk akibat pengaturan temperatur pada cylinder barrel yang tidak tepat. Pembahasan menggunakan hasil studi kasus pada pembuatan instrumen dashboard kendaraan roda empat yang dilakukan di perusahaan otomotif terkemuka di Indonesia.

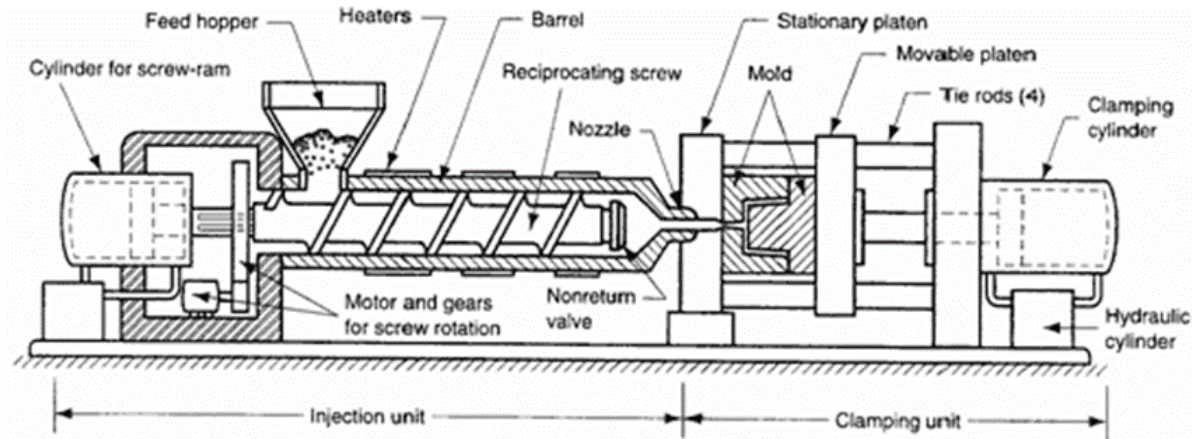
2. Tinjauan Pustaka

2.1 Material Thermoplastic

Thermoplastic merupakan jenis plastik yang dapat dicairkan dan dialirkan bila dipanasi sehingga dapat dibentuk atau membeku kembali bila pemanasnya dihentikan. Material ini juga dapat didaur ulang. Bahan-bahan yang termasuk thermoplastik antara lain : Polysterene (PS), Polyethylene (PE), Polypropylene (PP), Acrylonitril Butadiene Styrene (ABS). Tabel-1 memperlihatkan temperatur barrel dari beberapa jenis thermoplastic resin.

Tabel-1. Thermoplastic Barrel Temperatur

	Jenis Resin	T Barrel, °C
Thermoplastic Resin	PS (Polysterene)	180 - 260
	AS resin	180 - 240
	ABS resin	180 - 260
	PMMA (methacryl)	180 - 240
	PA (Polyamide) - Nylon 6	235 - 280
	PA (Polyamide) - Nylon 66	250 - 300
	PE (Polyethylene)	180 - 280
	PP (Polypropylene)	180 - 280
	PVC (Polyvinyl Chloride)-Rigid	165 - 200
	PVC (Polyvinyl Chloride)-Soft	150 - 200
	PC (Polycarbonate)	250 - 320
	POM (Polyacetal)	175 - 210
	PPO (Polyphenyleneoxide)	240 - 315



Gambar-1. Injection Molding Machine

2.2 Injection Molding

Proses *injection molding* merupakan proses pembentukan benda kerja dari material *compound* berbentuk butiran yang ditempatkan kedalam suatu *hopper*/torong dan masuk kedalam silinder injeksi yang kemudian didorong melalui *nozzel* dan *sprue bushing* kedalam rongga (*cavity*) dari *mold* yang sudah tertutup. Setelah beberapa saat didinginkan, *mold* akan dibuka dan benda jadi akan dikeluarkan dengan *ejector*. Material yang sangat sesuai adalah material *thermoplastik* dan karena pemanasan material ini akan melunak dan sebaliknya akan mengeras lagi bila didinginkan.

Material plastik yang dipindahkan dari silinder pemanas biasanya suhunya berkisar antara 177°C hingga 274°C. Semakin panas suhunya, plastik/material itu akan semakin encer (rendah viskositasnya) sehingga semakin mudah diinjeksi, disemprotkan kedalam *mold*. Setiap material memiliki karakter suhu *molding*. Semakin lunak formulasinya, yang berarti kandungan plastis tinggi, membutuhkan temperatur rendah, sebaliknya yang memiliki formulasi lebih keras butuh temperatur tinggi. Bentuk-bentuk partikel yang sulit, besar dan jumlah *cavity* yang banyak serta runner yang panjang menyebabkan tuntutan temperatur yang tinggi atau naik. Proses kerja *mold* injeksi antara 35 detik yang terdiri atas beberapa tahap.

2.3 Bagian – bagian Mesin Injection Molding

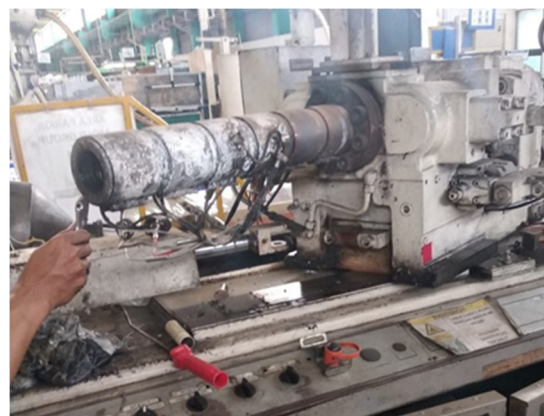
Bed atau Frame

Frame/chasis berfungsi sebagai basis *clamping unit*, *injection unit*, *unit control* hidrolik dan listrik. *Frame* dirancang untuk menahan beban berat tenaga yang besar dan getaran yang di hasilkan dari mesin.

Injection Unit

Unit mesin cetak injeksi sangat mirip dengan *extruder*. Unit injeksi melelehkan resin polimer dan menyuntikkan polimer meleleh ke dalam cetakan. Ini terdiri dari tong yang diumpankan dari satu ujung oleh *hopper* yang berisi pasokan pelet plastik. Unit ini mungkin: diberi makan ram atau sekrup.

Injection unit yang menyuntikan resin sambil mengontrol volume, melibatkan komponen berikut: *Dryer*, *Hooper*, *Screw*, *Cylinder Barrel*, *Nozzle* dan *Hydrolic Pump*.



Gambar-2. Cylinder Barrel

Cylinder barrel (gambar-2) adalah tabung yang berfungsi sebagai tempat material

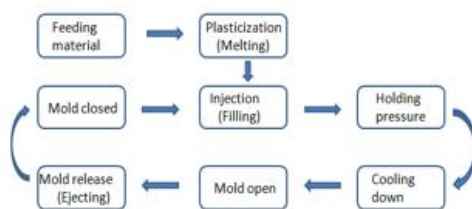
dibungkus dengan elemen pemanas atau *heater band*. Fungsi dari *heater band* ini adalah sebagai pemanas material yang berada dalam *barrel*. Temperatur pemanas ini dapat kita atur temperaturnya sesuai dengan *melting point* material yang akan digunakan.

Clamping Unit

Fungsi *clamping unit* adalah untuk menjepit cetakan dengan kekuatan yang besar sehingga cetakan mungkin tidak renggang karena tekanan injeksi, dan untuk mengeluarkan produk dengan membuka cetakan setelah didinginkan, *clamping unit* terdiri dari: *Stationary Plate (Cavity)*, *Moving Plate (Core)*, *Tiebars*, *Ejector* dan *Non operation side door*.

3. Proses Produksi

3.1. Flow Chart Injection Molding



Gambar-3. Flow Chart cara kerja Injection Molding

3.2. Part Panel Instrumen Dashboard

Panel ini terletak pada bagian kanan dan kiri *instrument* / layar pada *dashboard* mobil. Panel ini berfungsi sebagai *finishing* atau sentuhan akhir untuk mempercantik tampilan *dashboard* pada *interior* mobil. Proses pembuatan panel ini menggunakan metode *injection molding* dan menggunakan bahan *thermoplastic*.



Gambar-4. Panel Instrumen Dashboard

3.3. Proses Pembuatan Part Panel Instrument

Pemilihan Bahan Thermoplastic



Gambar-5. Resin PC-ABS

Dalam pembuatan *Panel Instrument Dashboard* digunakan material campuran antara resin PC (*Polycarbonate*) dengan resin ABS (*Acrylonitril Butadine Styrene*). Pemilihan kedua bahan ini sangat cocok untuk part *Panel Instrumen Finish*, karena sifat dari resin PC (*Polycarbonate*) yang mudah diolah, dan bening, serta sifat dari resin ABS (*Acrylonitril Butadine Styrene*) yang daya tahan terhadap pemakaian dan gesekan yang baik serta kekerasan dan kekuatan yang cukup baik, membuat percampuran kedua material tersebut sangat cocok untuk *Panel Instrumen Dashboard* yang memerlukan ketahanan serta memiliki efek bening agar tampilannya terlihat indah pada *dashboard interior* kendaraan.

Sebelum masuk dalam proses *injection mold-ing*, material *thermoplastic* harus dikeringkan (*dryer*) selama kurang lebih 3 jam dan dalam temperatur 100°C. Pengeringan ini terjadi didalam *dryer/dehumidifier* dan bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa air yang masih menempal pada biji plastik agar pada saat proses pelelehan didalam *barrel* dapat terjadi dengan lebih baik.

Pengaturan Temperatur Pada Cylinder Barrel

Dalam proses *Injection Molding*, untuk membuat sebuah part dari biji plastik maka sebelum itu biji plastik harus diproses berupa dilelehkan didalam *Cylinder Barrel* dengan temperatur dan waktu tertentu sesuai

dengan jenis *material thermoplastic* yang digunakan.

Tabel-2. Temperatur Cylinder Barrel

	HEN	HN	H ₁	H ₂	H ₃
PV	37°C	42°C	204°C	222°C	197°C
SV	0°C	0°C	250°C	220°C	200°C

Pada pembuatan *Panel Instrumen Dashboard*, temperatur pada H₃ (*Heater band Hidrolik*) diatur pada temperatur 197°C. dan pada H₂ (tiga *Heater band* pada pangkal *barrel*) diatur pada temperatur 222°C. Temperatur pada H₂ diatur paling tinggi agar proses pelelehan *thermoplastic* dapat lebih cepat dan pada titik H₃ (tiga *Heater band* pada ujung *Cylinder Barrel*) temperatur diatur menurun pada 204°C dan pada *Nozzle* temperatur diatur pada suhu 42°C & 37°C agar suhu *thermoplastic* dapat sedikit menurun.

4. Pembahasan

Ketidak-akuratan pengaturan temperatur pada *cylinder barrel* merupakan penyebab terjadinya cacat produk yang sering terjadi pada proses produksi *injection molding*. Umumnya terjadi apabila *setting* temperatur *cylinder barrel* terlalu rendah maupun terlalu tinggi

4.1. Cacat Produk Akibat Temperatur Cylinder Barrel Terlalu Tinggi

Pada cacat produk karena temperatur *Cylinder Barrel* terlalu tinggi ini menyebabkan material *thermoplastic* terlalu panas, terlalu leleh (*cair*) dan lama dalam hal pendinginan. Berikut beberapa macam cacat produk yang terjadi ketika temperatur *Cylinder Barrel* terlalu tinggi :

Bercak Perak (*Splay*)

Cacat yang terjadi membentuk bercak garis semburan yang berwarna perak, terutama terjadi pada daerah *gate*.



Gambar-6. Cacat Bercak Perak (*Splay*)

Cacat ini dapat disebabkan faktor kondisi bahan atau pengaturan parameter injeksi diantaranya :

- Temperatur *barrel* terlalu tinggi, sehingga menghanguskan bagian permukaan
- *Gate* terlalu kecil, menyebabkan gesekan aliran dan terjadinya peningkatan panas
- Material lembab
- Siklus tidak kontinyu

Hal yang perlu dilakukan untuk mengatasi cacat ini adalah :

- Mengurangi temperatur *barrel*
- Menambah kedalaman *gate* sampai 50% dari tebal dinding dan lebar *gate* dibuat 10x kedalamannya tanpa merubah *cycle time*
- Mengeringkan material sesuai rekomendasi *supplier*
- Siklus dibuat kontinyu

4.2. Cacat Produk Akibat Temperatur Cylinder Barrel Terlalu Rendah

Kebalikan dari cacat produk karena temperatur yang terlalu tinggi, kali ini cacat produk karena temperatur *Cylinder Barrel* terlalu rendah yang menyebabkan material *thermoplastic* tidak cukup leleh, terlalu kental dan terlalu cepat dalam pendinginan. Berikut beberapa macam cacat produk yang terjadi ketika temperatur *Cylinder Barrel* terlalu rendah :

Short Shot

Short Shot adalah suatu kondisi dimana, plastik leleh yang akan diinjeksikan kedalam *cavity* tidak mencapai kapasitas yang ideal atau sesuai *settingan* mesin. Sehingga plastik yang diinjeksikan kedalam

cavity mengeras terlebih dahulu sebelum memenuhi *cavity*.



Gambar-7. Short Shot

Penyebab *Short Shot* :

- Pelelehan biji plastik yang tidak sempurna
- Temperatur *cylinder barrel* yang rendah
- Temperatur *mold* yang rendah
- Tekanan injeksi yang lemah

Solusi :

- Tingkatkan perlahan temperatur *cylinder barrel*
- Tingkatkan tekanan injeksi
- Tingkatkan temperatur *mold*
- *Supply* material harus selalu berkelanjutan jangan ada jeda

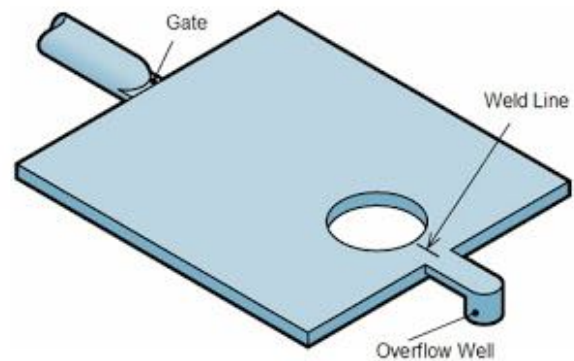
Pertemuan Dingin (*Weld Line*)

Pertemuan dua aliran dingin yang terjadi pada produk merupakan cacat yang dapat mengakibatkan benda patah pada pertemuan tersebut. Cacat ini timbul karena bentuk produk yang membentuk semacam ring melingkar atau rangka persegi, sehingga memungkinkan aliran material masuk pada dua arah dan bertemu di pertengahan produknya.

Pengaruh yang ditimbulkan dari parameter injeksinya adalah :

- Temperatur *barrel* terlalu rendah mengakibatkan pangkal aliran cepat membeku sehingga kedua pertemuan tidak dapat menyatu
- Pendinginan yang terlalu cepat

- Volume aliran yang kurang, menyebabkan material mengalir secara lambat dan membeku sebelum pertemuan aliran bersatu dengan baik
- Tekanan dan waktu injeksi tidak cukup, menyebabkan material membeku sebelum terisi penuh dan cukup padat



Gambar-8. Pertemuan Dingin (*Weld Line*)

Untuk mengatasi cacat tersebut sebelum dilakukan dengan mengubah posisi dan dimensi gatenya, dapat dilakukan dengan mengatur parameter injeksi berikut :

- Temperatur *barrel* perlu ditambah sehingga material lebih lama cair dan mudah menyatu
- Peningkatan temperatur dilakukan secara bertahap sebesar 10° F (5,5°C)
- Penambahan volume 2-3 *point* dan *index* standar yang ditetapkan
- Penambahan *holding pressure* dan *holding time*

5. Simpulan

- 1) Dalam pembuatan *part panel instrument Dashboard* digunakan percampuran antara material *thermoplastic PC (Polycarbonate)* dan *ABS (Acrylonitril Butadiene Styrene)*. Percampuran tersebut bertujuan untuk mendapatkan sifat kuat, koefisien gesek rendah, dan daya tahan kuat dari *ABS*.
- 2) Dalam pembuatan *Panel Instrument Dashboard* temperatur di dalam *Cylinder barrel* diatur pada suhu H₃:

197°C, H₂ : 222°C, H₁ : 204°C, dan pada *Nozzle* : 42°C dan 37°C.

- 3) Cacat produk terjadi karena ketidakakuratan setting temperatur *cylinder barrel*. Pada cacat produk akibat temperatur *cylinder barrel* terlalu tinggi akan menyebabkan *material thermoplastic* terlalu panas, terlalu leleh (cair) dan lama dalam hal pendinginan. Cacat yang terjadi membentuk bercak garis semburan yang berwarna perak (*splay*), terutama terjadi pada daerah gate. Cacat produk akibat temperatur *cylinder barrel* terlalu rendah akan menyebabkan *material thermoplastic* tidak cukup leleh, terlalu kental dan terlalu cepat dalam pendinginan. Cacat yang sering terjadi berupa *Short Shot* (beku terlalu awal) dan *Weld Line* (pertemuan dingin).

Daftar Pustaka

1. Dyotarunaway. (2010, November 02). Termoplastik dan Termoset. Retrieved from mesinteknik437:
2. Gogos, Z. T. (2006). *Principles of Polymer Processing*. Hoboken: John Wiley & Sons.
3. Hakim, A. R. (2016). *Injection Molding*. Universitas Riau Kepulauan.
4. *Instruction Manual M/C Toshiba Injection Molding 80 Ton*
5. *Instruction Manual M/C Mitsubishi Injection Molding 350 Ton*
6. *Instruction Manual M/C Mitsubishi Injection Molding 650 Ton*
7. *Instruction Manual M/C Mitsubishi Injection Molding 1300 Ton*
8. Ningyun Lu, X. C. (2016). *Injection Molding. In Process Control, Monitoring, and Optimization*. Munich: Hanser Publications.
9. Serop Kalpakjian, S. R. (2009). *Manufacturing Engineering and Technology Six Edition*. New Jersey: Prentice hall.