

ANALISIS CACAT *SHORT SHOT* DALAM PROSES *INJECTION MOLDING* PADA KOMPONEN *SHROUD FAN*

Norman Iskandar* dan Fajri Ramadhan Vendiza

Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, SH, Tembalang, Semarang 50275.

*Email: norman.undip@gmail.com

Abstrak

Proses injection molding adalah suatu proses pembentukan plastik dengan cara melelehkan material plastik yang kemudian diinjeksikan ke dalam sebuah cetakan (mold). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cacat atau yang biasa disebut NG (Not Good) komponen pada proses injection molding dan meneliti penyebab reject tersebut terjadi. Cacat yang akan dikaji adalah cacat short shot atau terjadinya kondisi dimana cetakan tidak terisi sempurna oleh material yang diinjeksikan. Cacat short shot secara umum biasanya terjadi pada awal proses dikarenakan ada material sisa yang masih dingin dibagian alat injeksi sisa proses sebelumnya. Hal ini dianggap wajar dan hanya berdampak pada reject komponen yang jumlahnya sudah diprediksikan. Menjadi tidak wajar jika short shot terjadi hampir pada seluruh proses sehingga jumlah komponen yang direject jumlahnya sangat besar. Cacat short shot yang dikaji adalah cacat yang terjadi pada proses pembuatan komponen shroud fan dengan material PP COSMOPLENE X660T R299 dan menggunakan mesin injection molding HC-1060. Penelitian ini dilakukan dengan cara observasi, pengujian dan pengukuran langsung data dilapangan kemudian dilakukan kajian analitik. Dari hasil penelitian didapatkan penyebab terjadinya cacat short shot adalah kondisi material yang diinjeksikan kedalam cetakan yang berasal dari barel berada pada temperature dibawah standar dimana seharusnya temperaturnya 230°C namun realitanya hanya mencapai 180-190°C. Pada barel sudah diatur pemanasan yang diberikan mencapai 250°C sehingga diharapkan saat melewati bagian injeksi temperatur 230°C bisa tercapai. Kesalahan pembacaan sensor pada barel pemanas menjadi penyebab terjadinya cacat.

Kata kunci: *Cacat, injection molding, sensor temperatur, short shot, shroud fan.*

1. PENDAHULUAN

Shroud Fan adalah komponen penting dalam sistem pendingin. Komponen ini memiliki fungsi yang sangat penting dan vital bagi kendaraan. *Shroud fan* berfungsi untuk mengarahkan angin yang dihembuskan oleh kipas utama menuju bagian mesin. Udara bergerak lebih fokus mengarah ke mesin sehingga proses pendinginan mesin dapat terbantu. Selain itu, fungsi *shroud fan* adalah untuk mengumpulkan aliran angin sehingga lebih efisien mendinginkan radiator dan mesin. *Shroud Fan* yang memiliki ragam jenis yang berbeda. Dari beberapa produk yang dihasilkan terdapat cacat (NG) komponen seperti *short shot*, *weldline*, kontaminasi, *silver*.

Cacat komponen yang sering terjadi yaitu pada jenis *shroud fan assy (no hole)* yang memiliki jumlah produksi kurang lebih 14 ribu komponen setiap bulannya dan memiliki produk NG sekitar 3.3%. Produsen sendiri memiliki target untuk NG komponen tidak boleh lebih dari 1% dari setiap produksinya, yang berarti cacat produksi dari *shroud fan no hole* melebihi dari target tersebut.

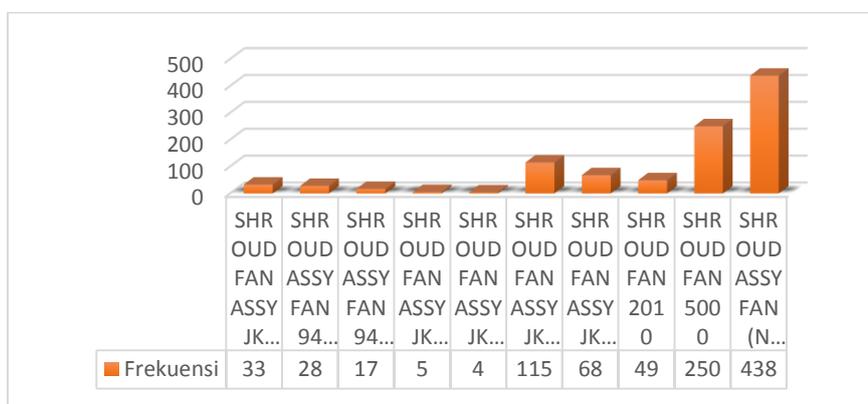


Gambar 1. Tampak Depan *Shroud Fan Assy (No Hole)*



Gambar 2. Tampak Belakang Shroud Fan Assy (No Hole)

Gambar 1 dan Gambar 2 memperlihatkan bentuk fisik dari komponen shroud fan assy. Dari data lapangan yang sudah didapatkan selama bulan januari, terdapat beberapa jenis *shroud fan* yang diproduksi dan mengalami cacat produk. Data produksi shroud fan bulan januari dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. NG Produk Shroud Fan pada Bulan Januari

Dari Gambar 3 diatas dapat kita simpulkan bahwa *shroud fan assy no hole* mempunyai total produk NG paling banyak diantara jenis *shroud fan* lainnya. Jenis *shroud fan* ini mempunyai tingkat produktifitas yang tinggi yaitu sebanyak 13.106 komponen perbulannya, tapi angka tersebut belum mencapai target produksinya. Hal ini disebabkan oleh banyaknya faktor yang mempengaruhi produksi dari komponen ini sendiri contohnya seperti NG. Untuk data penyebaran NG pada komponen ini dapat dilihat pada table 1. berikut.

Tabel 1. Data stratifikasi NG pada shroud fan assy (no hole)

<i>NG Shroud Fan (No Hole)</i>	Frekuensi	Persentase (%)
<i>Short Shot</i>	351	80,14
<i>Contamination</i>	12	2,73
<i>Silver</i>	7	1,60
<i>Crack</i>	2	0,46
<i>Burry</i>	6	1,37
<i>Others</i>	47	10,73
<i>Setting</i>	13	2,97
Total	438	100,00

Perbedaan komponen yang tercetak secara sempurna dan mengalami kecacatan dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Short shot

Dari data tabel 1. Diperoleh data bahwa *short shot* mendominasi cacat yang terjadi. Dari sisi frekuensi dan jumlah cacat yang terjadi juga menunjukkan jumlah yang besar yang melebihi batas kewajaran sehingga hal ini perlu dikaji untuk mencari sumber permasalahannya. *Short shot* terjadi secara teori berhubungan dengan nilai viskositas. Chen dkk 2018 menyatakan bahwa kualitas komponen hasil dari proses *injection molding* sangat bergantung kepada viskositas dari material bahan baku yang dilelehkan. Viskositas material sendiri menurut Chen dkk, ditentukan oleh tiga faktor yaitu bahan baku, yang kedua adalah *plasticizing effect* dimana hal ini terkait dengan aspek permesinan secara geometri dan konstruksinya dan yang ketiga adalah parameter proses yang digunakan. Amano dan Utsugi (1988-1990) telah mengkaji tentang pengaruh panas pada barrel yang berimplikasi terhadap kualitas *plasticizing*. *Shear heating* dan penyerapan panas oleh bahan baku menjadi faktor utama. Namun di era yang semakin maju dan dengan peningkatan kualitas control, mesin-mesin injeksi baru memiliki tingkat kemampuan akurasi dan *repeatability* proses yang jauh lebih baik, tetapi tetap saja masih memiliki celah kelemahan (Chen dkk, 2005 dan Huang, 2007).

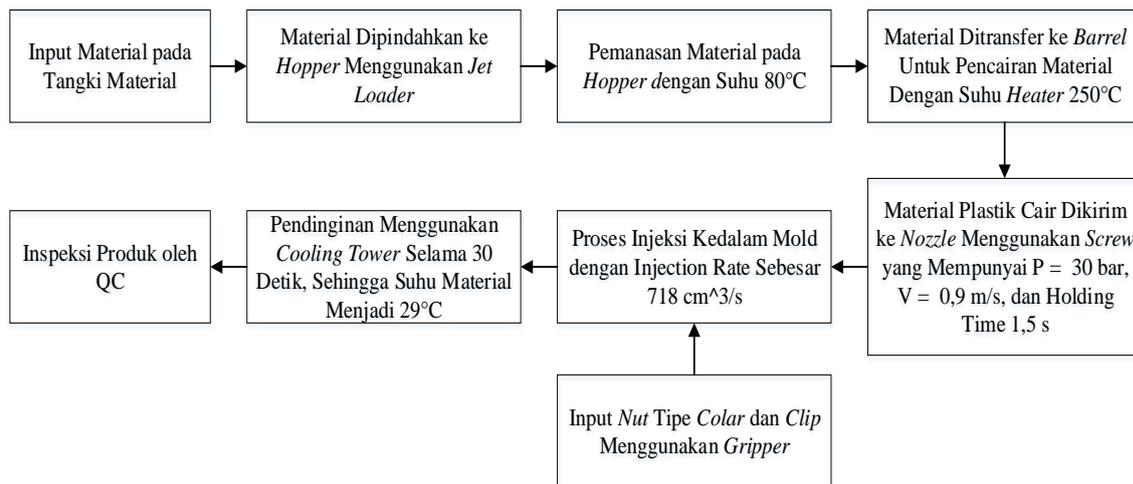
Keseragaman laju viskositas sendiri sangat dipengaruhi oleh seberapa kompleks keakurasian dimensi geometri komponen yang akan dibuat yang dikombinasikan dengan besaran tekanan yang diberikan untuk mendorong laju material kedalam cetakan. Jika kombinasi ini tidak tepat maka cacat dan gumpalan juga mungkin terjadi (Nian dkk, 2015a dan Nian dkk, 2015b).

Penelitian ini bertujuan untuk mencari sumber penyebab cacat tersebut serta mencari solusi untuk diterapkan dan kemudian diujikan kembali kedalam sistem produksi untuk memastikan solusi permasalahan telah diperoleh.

2. METODOLOGI

Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan menguji secara lapangan apakah proses yang sudah ditentukan telah secara benar terimplementasi dilapangan. Tahapan proses yang dikaji dilapangan sesuai dengan alur proses produksi yaitu dikaji dari aspek proses input material, pemrosesan material di hopper serta pemanasan awal yang dilakukan. Dikaji juga tahapan yang terjadi di area barrel sampai area injeksi dimana di area ini merupakan titik krusial untuk memastikan viskositas dan laju transfer material ke dalam cetakan bisa memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan untuk menghasilkan komponen tanpa mengalami cacat.

Detail alur proses produksi yang akan diteliti dan dikaji dilapangan serta secara analitik secara detail ditampilkan pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Alur proses produksi *shroud fan*

Perhitungan analitik untuk mencari nilai kapasitas alir (Ca) atau *injection rate* pada material yang mengalami cacat komponen dan material yang bebas dari cacat menggunakan persamaan 1 berikut ini.

$$Ca = \frac{\text{Volume Komponen}}{\text{Injection time}} \quad (1)$$

Volume komponen diperoleh dengan membagi massa komponen dengan berat jenis material bahan baku yaitu sebesar $0,9 \text{ gr/cm}^3$.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

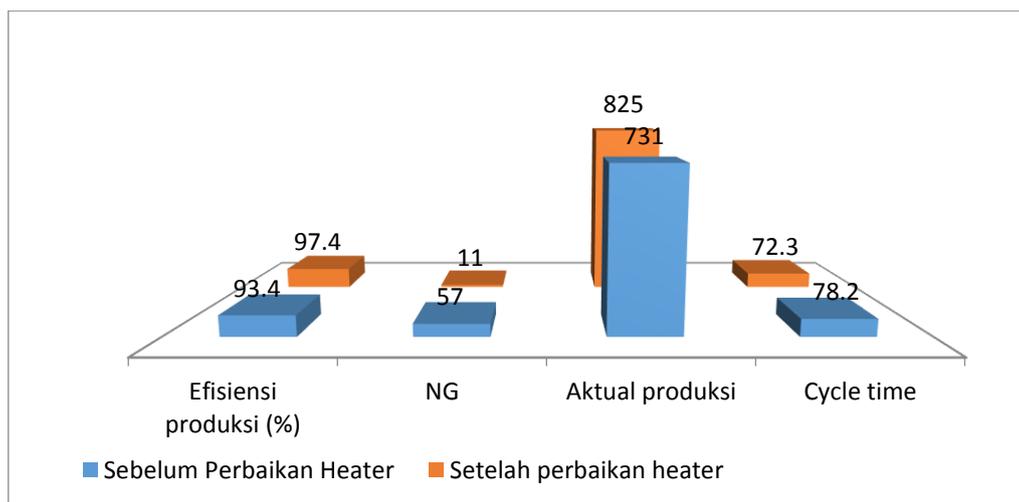
Produk *shroud fan assy (no hole)* yang mengalami *short shot* memiliki berat rata-rata yaitu 849 gram. Volume bisa dihitung dengan membaginya dengan berat jenis material serta kapasitas alir bisa dihitung dengan menggunakan persamaan 1. Sehingga didapatkan volumenya sebesar $943,3 \text{ cm}^3$. Dengan *injection time* 1,5 s maka kapasitas alir didapat sebesar $628,8 \text{ cm}^3/\text{s}$. Sebagaimana diketahui bahwa nilai kapasitas alir untuk *finish good component* adalah $718,5 \text{ cm}^3/\text{s}$, sehingga dapat dicari *error* nilai *injection rate* antara *finish good component* dengan komponen yang mengalami cacat *short shot*. Dari hasil perhitungan *error* didapatkan nilai 12,4%, hal ini jauh melebihi standar yang ditentukan yaitu 1-3%. Nilai *error* ini juga menjadi tanda bahwa diduga sumber utama permasalahan ada di area antara barrel sampai ke area injeksi.

Dengan data *error* sebesar 12,4% ini kemudian dijadikan acuan untuk mengukur kondisi di sekitar barrel dan area injeksi untuk mencari sumber permasalahan sehingga menyebabkan kapasitas alir turun sedemikian besar. Dari hasil pengukuran dilapangan didapatkan data bahwa cacat *short shot* yang telah di analisis, ternyata bersumber dari *heater* rusak serta pengukuran suhu tidak akurat. Perbedaan pengukuran suhu ini divalidasi dengan menggunakan termometer inframerah. *Setting parameter* menunjukkan suhu 250°C tetapi pada aktualnya suhu pada *heater* hanya mencapai 190°C . Syarat minimal material diinjeksikan adalah 190°C dimana selama ini secara proses dijaga saat diinjeksikan material berada diantara $190\text{-}230^\circ\text{C}$ dengan mengatur suhu di heater 250°C .

Realita dilapangan suhu diheater hanya mencapai 190°C sehingga bahan material biji plastic tidak bisa meleleh sempurna bahkan terjadi gumpalan di *barrel* sehingga ketika diberikan dorongan untuk diinjeksikan dengan tekanan yang telah ditentukan, material tidak bisa mencapai tingkat kapasitas alir yang dibutuhkan sehingga berimplikasi terjadinya cacat *short shot*. Padahal kualitas komponen hasil dari proses *injection molding* sangat bergantung kepada viskositas dari material bahan baku yang dilelehkan (Chen dkk, 2018).

Selanjutnya dilakukan proses perbaikan pada *heater* dengan menggantinya dengan komponen yang baru. Kerusakan ini tidak terprediksi terjadi karena tidak ada *display visual* yang menunjukkan temperatur *real time* pada *nozzle* maupun pada *heater*. Oleh karena itu diperlukan alat *display visual* yang terpasang pada *heater* dan *nozzle*

Setelah dilakukan proses perbaikan kemudian dilakukan kajian analisis dengan mengambil dua data pada hari yang berbeda untuk membandingkan efisiensi dari produksi *shroud fan assy (no hole)* dengan tujuan mengetahui berapa efisiensi produksi sebelum dan sesudah *heater* diperbaiki. Efisiensi produksi adalah total jumlah produksi *actual* produk dibagi dengan jam produksi selama satu shift dikalikan jumlah *cavity* dikalikan *cycle time*. Efisiensi produk berguna sebagai indikator keberhasilan dalam mencapai target. Dari hasil pengamatan diperoleh data sebelum ada perbaikan *heater* dengan nilai aktual produksi 731, *cycle time* 78,2, jam produksi 17 dan jumlah *cavity* 1, nilai efisiensi produksi adalah 93,4% dengan jumlah NG sebesar 57. Setelah dilakukan perbaikan heater didapatkan data nilai aktual produksi 825, *cycle time* 72,3, jam produksi 17 dan jumlah *cavity* 1, nilai efisiensi produksi 97,4% dan NG sebesar 11. Perbandingan ini dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Perbandingan proses produksi sebelum dan sesudah perbaikan heater

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan penyebab dari cacat short shot pada komponen shroud fan yang diproduksi dengan mesin injection molding terjadi karena adanya penurunan laju injection rate. Penurunan laju injection rate terjadi karena dipicu kerusakan heater dimana ketika heater diseting bekerja pada temperatur 250°C, heater hanya mampu mencapai temperatur kerja 190°C. Hal ini berimbas adanya material bahan baku yang tidak meleleh sempurna di heater dan menggumpal sehingga ketika diinjeksikan dengan tekanan yang sudah diatur, material tidak bisa melaju dengan kecepatan yang bisa bekerja secara optimal untuk mengisi cetakan. Langkah perbaikan pada heater telah berhasil mengembalikan proses kepada kondisi yang proses yang mendekati ideal. Dari hasil pengamatan data pasca perbaikan heater masih dimungkinkan dikaji untuk lagi untuk dilakukan perbaikan proses produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amano, O., Utsugi, S., (1988), Temperature measurements of polymer melts in the heating barrel during injection molding. Part 1: temperature distribution along the screw axis in the reservoir, *Polym. Eng. Sci*, 28, pp. 1565–1571
- Amano, O., Utsugi, S., (1989), Temperature measurements of polymer melts in the heating barrel during injection molding. Part 2: three-dimensional temperature distribution in the reservoir, *Polym. Eng. Sci*, 29, pp. 171–177
- Amano, O., Utsugi, S., (1990), Temperature measurements of polymer melts in the heating barrel during injection molding, Part 3: effects of screw geometry, *Polym. Eng. Sci*, 30, pp. 385–393
- Chen, J.Y., Yang, K.J., Huang, M.S., (2018), Online Quality Monitoring of Molten Resin in Injection Molding, *International journal of Mass and Heat Transfer*, 122, pp. 681-693
- Chen, Z., Turng, L.S., (2005), A review of current developments in process and quality control for injection molding, *Adv. Polym. Tech*, 24, pp. 165–182

- Huang, M.S., (2007), Cavity pressure based grey prediction of the filling-to-packing switchover point for injection molding, *J. Mater. Process. Technol*, 183, pp. 419–424
- Nian, S.C., Li, M.H., Huang, M.S., (2015a), Warpage control of headlight lampshades fabricated using external gas-assisted injection molding, *Int. J. Heat Mass Transfer*, 86, pp. 358–368
- Nian, S.C., Wu, C.Y., Huang, M.S., (2015b), Warpage control of thin-walled injection molding using local mold temperatures, *Int. Commun. Heat Mass Transfer*, 61, pp.102–110