

## PENGARUH SUHU PEMANAS TERHADAP *SHRINKAGE* PADA PROSES INJEKSI *POLYPROPYLENE*

Yuli Kristanto<sup>1</sup>, Bambang Kusharjanta<sup>2</sup>, Ubaidillah<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Sarjana – Jurusan Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret

<sup>2</sup>Staf Pengajar – Jurusan Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret

### Keywords :

*Injeksi plastic*  
*Parameter*  
*Shrinkage*

### Abstract :

*Kualitas dimensi dan permukaan produk plastik sangat penting dalam proses pembuatan sebuah produk plastik. Kualitas dimensi dan permukaan diukur dengan cara mengukur dan meraba permukaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh suhu pemanas dan waktu tahan terhadap shrinkage pada material polypropylene menggunakan mesin injeksi. Variasi parameter adalah suhu pemanas dan waktu tahan. Suhu pemanas yang digunakan adalah: 230<sup>o</sup>C, 240<sup>o</sup>C, 250<sup>o</sup>C, dan 260<sup>o</sup>C, sedangkan waktu tahan adalah 20 detik, 25 detik, 30 detik. Shrinkage diamati pada setiap konfigurasi parameter suhu pemanas dan waktu tahan. Penelitian menghasilkan data yang menerangkan bahwa suhu leleh pada proses injeksi memberi pengaruh besar terhadap shrinkage. Shrinkage terkecil dihasilkan pada parameter suhu pemanas 230<sup>o</sup>C dan waktu tahan 20 detik.*

## PENDAHULUAN

Injeksi plastik merupakan proses pembentukan produk dari material plastik dengan variasi bentuk dan ukuran. Hasil injeksi plastik harus memenuhi tuntutan antara lain bentuk, ukuran dan tampilan yang baik atau tidak boleh ada cacat pada permukaan misalnya shinkmark, air trap dan permukaan tidak halus. Material plastik yang digunakan antara lain polypropylene, polyethylene, polysterene, plastik campuran (Mathivanan, 2010).

Proses pembentukan produk plastik membutuhkan variasi parameter dari mesin injeksi antara lain suhu pemanas, suhu leleh, pendinginan, waktu tahan, kecepatan injeksi. Parameter tersebut dapat mempengaruhi hasil produk, sehingga harus menemukan variasi yang cocok sesuai dengan produknya. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui hubungan antara suhu pemanas dengan waktu tahan terhadap shrinkage. Material menggunakan plastik jenis polypropylene. Tekanan injeksi, kecepatan injeksi yang digunakan adalah tetap. Harapan dari penelitian ini untuk mengetahui hubungan temperatur leleh dan waktu tahan terhadap shrinkage. Sehingga dapat memprediksi variasi parameter mesin injeksi agar dihasilkan produk yang baik.

Kamaruddin, dkk. (2010) melakukan percobaan menggunakan suhu cair yang sesuai (220<sup>o</sup>C) dan kekuatan injeksi yang besar akan memperkecil terjadinya *shrinkage*. Penelitian tersebut menggunakan material campuran, yang terdiri dari 75% *polypropylene* dan 25% *polyethylene*. Pengukuran menggunakan alat ukur dengan ketelitian 0,001 mm untuk mengukur dimensi (panjang, lebar, tebal) hasil uji injeksi plastik. Hasil dari penelitian tersebut adalah suhu leleh mempunyai

pengaruh 52,4%, tekanan tahan 3,6%, waktu tahan 0,9% dan waktu pendinginan 6,9%.

Mathivanan, dkk. (2010) melakukan penelitian dengan mengatur parameter injeksi (temperatur  *mold*, temperatur cairan plastik, tekanan injeksi, waktu tahan, waktu injeksi) menghasilkan variasi produk plastik bersirip. Material yang digunakan adalah *ABS*. Pendekatan perhitungan percobaan menggunakan metode Taguchi diharapkan bisa mendekati dengan kondisi sebenarnya. Pada suhu leleh yang besar akan memperbesar *shrinkage*. Terjadi deviasi 6,2% pada suhu leleh 260<sup>o</sup>C dan deviasi 4,4% terjadi pada suhu leleh 220<sup>o</sup>C.

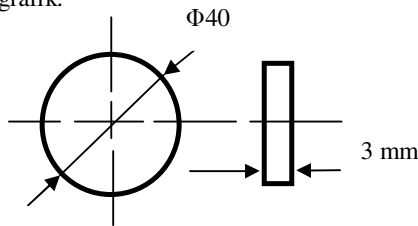
Alireza Akbarzadeh, dkk. (2011) melakukan penelitian menggunakan plastik *polypropylene* dan *polystyrene*. Tujuan dari peneliti adalah untuk mengetahui pengaruh parameter injeksi terhadap shrinkage pada material tersebut. Metode penelitiannya menggunakan Taguchi. Dari percobaan dihasilkan pengaruh parameter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

Oleh karena itu penelitian tentang pengaturan parameter suhu pemanas dan holding time untuk mengetahui pengaruhnya terhadap shrinkage produk plastik dilakukan. Sehingga proses injeksi berikutnya dapat memprediksi parameter terbaik supaya menghasilkan produk injeksi terbaik pula. Dengan menggunakan metode Chi-Square mengasilkan hasil pengujian secara perhitungan dan mempertegas hasil percobaan.

**METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan dengan melakukan percobaan. Menggunakan plastik *polypropylene* dengan titik leleh 220°C dengan *shrinkage* 0,012-0,022. Percobaan menggunakan variasi suhu pemanas 230°C, 240°C, 250°C, 260°C, *holding time* 20 detik, 25 detik, 30 detik dimana pada masing-masing variasi dilakukan 30 kali injeksi. Parameter yang sama adalah tekanan injeksi 8 bar. Mesin yang digunakan adalah mesin injeksi simulasi. Suhu lingkungan saat percobaan 29°C - 31°C. Kecepatan injeksi 0,03m/s. *Mold* didinginkan menggunakan air. Pengukuran produk uji pada arah radial.

Hasil uji berupa pengukuran diameter produk dari setiap variasi parameter. Selisih dari hasil pengukuran terhadap ukuran diameter *mold* adalah penyimpangan ukuran yang disebut *shrinkage*. *Shrinkage* tersebut diuji menggunakan Chi-Square dan dihasilkan grafik yang menandakan daerah buang bila hasil perhitungan berada di sebelah kanan grafik. Daerah hasil jika hasil perhitungan di sebelah kiri grafik.



Gambar 1. Bentuk produk berbentuk koin dengan diameter 40 mm dan tebal 3 mm.

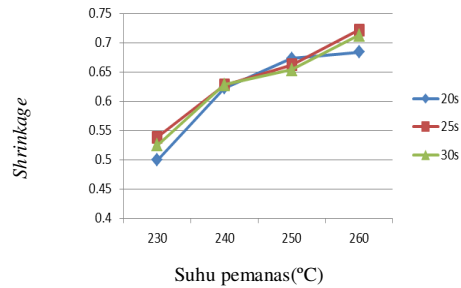
Tabel 1. Rata-rata penyimpangan diameter hasil percobaan.

Holding Time	Temperatur pemanas			
	230°C	240°C	250°C	260°C
20s	0,499mm	0,627mm	0,673mm	0,684mm
25s	0,538mm	0,622mm	0,662mm	0,721mm
30s	0,525mm	0,628mm	0,654mm	0,712mm

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

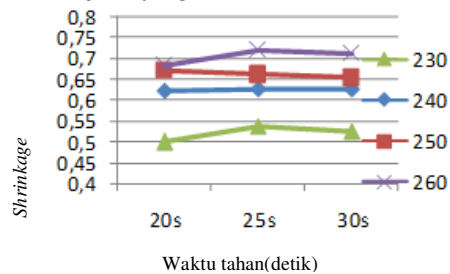
Rata-rata hasil pengukuran penyimpangan terkecil seperti pada tabel 1 adalah 0,499mm pada parameter suhu pemanas 230°C dan *holding time* 20 detik. Kondisi tersebut terjadi karena pada proses injeksi, parameter suhu pemanas terdapat di daerah temperatur injeksi plastik (230°C - 260°C) yang menyebabkan hasil injeksi dapat diprediksi sesuai

harapan. *Holding time* 20 detik adalah waktu yang cukup untuk proses *holding*. Sehingga cairan plastik dalam cetakan mengalir sempurna untuk memenuhi cetakan dan tidak terjadi pembalikan aliran cairan plastik



Gambar 2. Grafik *Shrinkage* pada *holding time* 20s, 25s, 30s.

Pada gambar 2, penyimpangan terbesar yaitu 0,721mm pada parameter suhu pemanas 260°C dan *holding time* 30 detik. Hal ini dikarenakan pada suhu tersebut plastik mengalami fase dekomposisi. Fase dekomposisi adalah fase dimana plastik mengalami kerusakan struktur yang menyebabkan perubahan bentuk produk. Perubahan bentuk produk tidak dapat diprediksi sehingga produk injeksi tidak sesuai harapan. Efek yang dapat dilihat langsung dari fase dekomposisi adalah hasil injeksi biasanya berwarna hitam/gosong. Dari gambar 3.1 terjadi fenomena kenaikan *shrinkage* seiring dengan naiknya suhu pemanas. Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin besar suhu pemanas mengakibatkan penyimpangan dimensi atau *shrinkage* menjadi semakin besar. Seperti penelitian yang telah dilakukan oleh S.Kamarudin bahwa suhu cairan plastik saat diinjeksikan memberikan pengaruh yang besar terhadap *shrinkage* produk plastik. Pada suhu cair dan *holding time* yang sesuai akan menghasilkan produk injeksi yang baik.



Gambar 3. Grafik *Shrinkage* pada suhu pemanas 230°C, 240°C, 250°C, 260°C.

Peningkatan besarnya *shrinkage* terjadi saat naiknya suhu pemanas pada *holding time* 20 detik seperti gambar 2 dan 3. Fenomena tersebut dapat diartikan bahwa kenaikan *shrinkage* seiring kenaikan suhu pemanas. Suhu pemanas adalah salah satu faktor penyebab terjadinya perbesaran *shrinkage*, tidak menutup kemungkinan faktor yang lain seperti

tekanan injeksi, holding time yang menyebabkan perbesaran *shrinkage*.

Produk injeksi dari percobaan mempunyai hasil *shrinkage* yang tidak sesuai dengan tuntutan (faktor pengali 0,012 – 0,022) karena mesin injeksi yang digunakan adalah mesin injeksi simulasi dengan kapasitas kecil (volume injeksi dan volume plastik dalam barrel), tekanan injeksi 8 bar, kecepatan injeksi 0,03m/detik. Dari spesifikasi mesin tersebut, terdapat banyak kemungkinan ketidakidealan hasil injeksi yang dapat dipengaruhi oleh parameter injeksi yang tidak stabil.

**Pengujian Menggunakan Chi-Square**

Hasil penelitian ini diuji dengan metode Chi-Square. Chi-Square adalah salah satu metode perhitungan statistik dimana setiap hasil pengujian memiliki peluang sama dan tidak saling tergantung untuk setiap nilai uji.

Rumusan Chi-Square (James T. McClave, 2007) adalah,:

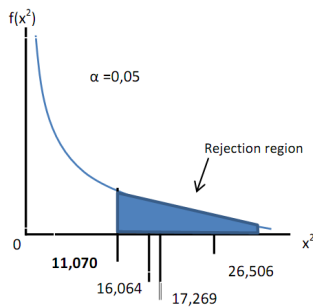
$$X^2 = \frac{[n1 - E(n1)]^2}{E(n1)}$$

dimana :

1. p = proporsi setiap komponen (H0 = Ha)
2. n = jumlah total komponen uji
3. E(n) = jumlah proporsi dari jumlah total komponen uji
4. X<sup>2</sup> = Chi-Square
5. dk = derajat kebebasan

Dengan perhitungan menggunakan Chi-Square, dihasilkan pada grafik berikut:

a. Suhu pemanas 230<sup>0</sup>C

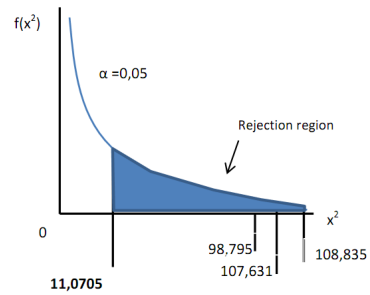


Gambar 4. Grafik X<sup>2</sup> pada suhu pemanas 230<sup>0</sup>C.

Pada gambar 4 dijelaskan bahwa hasil pengujian pada suhu pemanas 230<sup>0</sup>C, holding time 20 detik menghasilkan X<sup>2</sup> hitung berada di sebelah kanan batas X<sup>2</sup> tabel (11,07). Hasil X<sup>2</sup> hitung tersebut tidak memenuhi kriteria tuntutan pada tingkat keakurasian 5% (α=0,05), jadi hasil tersebut terdapat di daerah buang (rejection region).

Pada X<sup>2</sup>=16,064 adalah hasil yang paling mendekati dari X<sup>2</sup> tabel, jadi pada parameter tersebut adalah parameter yang paling ideal untuk menghasilkan produk injeksi plastik.

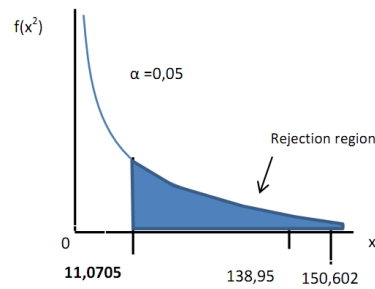
b. Suhu pemanas 240<sup>0</sup> C



Gambar 5. Grafik X<sup>2</sup> pada suhu pemanas 240<sup>0</sup>C.

Pada gambar 5 dijelaskan bahwa hasil pengujian pada suhu pemanas 240<sup>0</sup>C, holding time 20 detik menghasilkan X<sup>2</sup> hitung berada di sebelah kanan batas X<sup>2</sup> tabel (11,07). Hasil X<sup>2</sup> hitung tersebut tidak memenuhi kriteria tuntutan pada tingkat keakurasian 5% (α=0,05), jadi hasil tersebut terdapat di daerah buang (rejection region). Pada X<sup>2</sup>=98,795 adalah hasil paling mendekati dari X<sup>2</sup> tabel

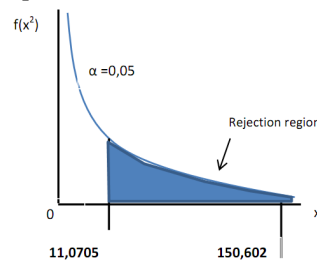
c. Suhu pemanas 250<sup>0</sup>C



Gambar 6. Grafik X<sup>2</sup> pada suhu pemanas 250<sup>0</sup>C.

Pada gambar 6 dijelaskan bahwa hasil pengujian pada suhu pemanas 250<sup>0</sup>C, holding time 20 detik menghasilkan X<sup>2</sup> hitung berada di sebelah kanan batas X<sup>2</sup> tabel (11,07). Hasil X<sup>2</sup> hitung tersebut tidak memenuhi kriteria tuntutan pada tingkat keakurasian 5% (α=0,05), jadi hasil tersebut terdapat di daerah buang (rejection region). Pada X<sup>2</sup>=138,95 adalah hasil yang paling mendekati dari X<sup>2</sup> tabel.

d. Suhu pemanas 260<sup>0</sup>C



Gambar 7. Grafik X<sup>2</sup> pada suhu pemanas 260<sup>0</sup>C.

Pada gambar 7 dijelaskan bahwa hasil pengujian pada suhu pemanas 260<sup>0</sup>C, holding time 20 detik menghasilkan X<sup>2</sup> hitung berada di sebelah kanan

batas  $X^2$  tabel (11,07). Hasil  $X^2$  hitung tersebut tidak memenuhi kriteria tuntutan pada tingkat keakurasian 5% ( $\alpha=0,05$ ), jadi hasil tersebut terdapat di daerah buang (rejection region). Pada  $X^2=150,602$  adalah hasil yang paling mendekati dari  $X^2$  tabel.

Dari pengujian Chi-Square dengan tingkat keakurasian 5% atau tingkat kepercayaan 95% dihasilkan  $X^2$  perhitungan lebih besar dari  $X^2$  tabel, berarti mesin injeksi yang digunakan untuk penelitian belum bisa menghasilkan produk yang mempunyai *shrinkage* seperti yang diharapkan.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

Proses injeksi plastik membutuhkan banyak variasi parameter antara lain suhu leleh, waktu tahan, tekanan injeksi dan material sehingga menghasilkan produk injeksi plastik yang baik. Pada penelitian ini dihasilkan *shrinkage* yang terkecil adalah 0,499 mm pada suhu pemanas 230°C dan holding time 20 detik. Pada pengujian menggunakan metode Chi-Square dihasilkan perhitungan  $X^2$  yang tidak memenuhi harapan. Karena hasil uji berada pada daerah buang (rejection region) atau berada di sebelah kanan  $X^2$  tabel. Batas maksimal  $X^2$  tabel adalah 11,0705.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada UNS dan ATMI yang telah membantu penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Akbarzadeh, A., Sadeghi, M., 2011. *Parameter Study in Plastic Injection Molding Proses using Statistical Methods and IWO Algorithm*, International Journal Modeling And Optimization , Vol. 1, No.2, June 2011.
- Anggono, D. A., 2005, *Prediksi Shrinkage Untuk Menghindari Cacat Produk Pada Plastik Injeksi*, Surakarta : UMS.
- Budiyantoro, C., 2010, *Thermoplastik Dalam Industri*, Teknik Media.
- Chandra, M., Roy, S. K., 1998, “*Plastic Technology Handbook*”, 3 Edition, Revised and Expanded. Marcel Dekker, Inc.
- E. Poly , Sujarweni W. V., 2012, *Statistika Untuk Penelitian*, Graha Ilmu.
- Fathi, S., Behraves, A. H., 2007, *Visualization of In – Mold Shrinkage in Injection Molding Proses*, Departement of Mechanical Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
- Johannaber, F., 2007, *Injection Molding Machine*. 4<sup>th</sup> Edition. Carl Hanser Publisher, Munich.
- Kamaruddin, S., Khan, A. Z., dan Foong, S. H., 2010, *Application of Taguchi Method in the Optimization of Injection Moulding Parameters for Manufacturing Products from Plastic Blend* , IACSIT International Journal of Engineering and Technology, Vol.2, No.6, ISSN:1793-8236.