

## ***Microcellular Injection Molding Sebagai Alternatif Dalam Pembuatan Produk Plastik***

Dinny Harnany<sup>1,a\*</sup>, I Made Londen Batan<sup>1,b</sup> dan Ajun Hakiki<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya - Indonesia  
email: <sup>a</sup> dinny.harnany@me.its.ac.id, <sup>b</sup> londbatan@me.its.ac.id

### **Abstrak**

*Microcellular injection molding* atau biasanya disebut dengan *Mucell* merupakan hasil pengembangan teknologi pada proses injeksi plastik. *Mucell* memanfaatkan gas (CO<sub>2</sub> atau N<sub>2</sub>) untuk mengubah struktur mikro dari polymer yang biasanya dipakai pada *conventional injection molding*. Permasalahan yang sering muncul pada *conventional injection molding* seperti *cycle time* yang terlalu lama, *sink mark*, dan *warpage*, mampu direduksi oleh teknologi pada *Mucell*. Simulasi proses injeksi untuk *Mucell* dapat dilakukan dengan software *Moldflow Plastic Insight*. Hasil dari simulasi proses injeksi menunjukkan bahwa nilai-nilai parameter seperti *fill time*, *sink mark*, *warpage*, *clamping force* dan berat produk, mengalami penurunan jika dibandingkan dengan *conventional injection molding*.

**Kata kunci :** *Microcellular, Injection Molding, Mucell*

### **Latar belakang**

*Injection molding* merupakan salah satu metode yang paling umum digunakan dalam pembuatan produk plastik. Kualitas produk *injection molding* dinilai sudah mampu memenuhi kebutuhan pasar yang ada. Namun terdapat sejumlah masalah yang timbul selama proses *injection molding* berlangsung, diantaranya yaitu masih adanya cacat produk seperti *sink mark* dan *warpage*, kemungkinan penggunaan material plastik yang berlebihan serta biaya produksi yang cukup tinggi. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang lebih baik untuk mengurangi permasalahan tersebut. Salah satu metode yang digunakan adalah *microcellular injection molding* atau yang biasa disebut *Mucell*.

*Microcellular injection molding* atau yang biasa disebut dengan *Mucell* merupakan pengembangan teknologi pada *injection molding* yang dilakukan oleh Trexel Company. Metode ini mempunyai langkah proses yang hampir sama dengan *injection molding*, hanya saja terdapat penambahan SCF (*Supercritical Fluid*) pada granule yang sedang meleleh disepanjang barrel. Penambahan SCF, yang biasanya menggunakan CO<sub>2</sub> atau N<sub>2</sub>, bertujuan untuk membentuk micro cell pada lelehan plastik yang akan mengisi *cavity*. *Micro cell* inilah yang akan berperan penting dalam pengurangan jumlah material plastik yang akan digunakan dalam pembuatan suatu produk. Selain itu, *microcellular injection molding* juga

dinilai mampu mengurangi *sink mark* dan *warpage* serta menekan biaya produksi.

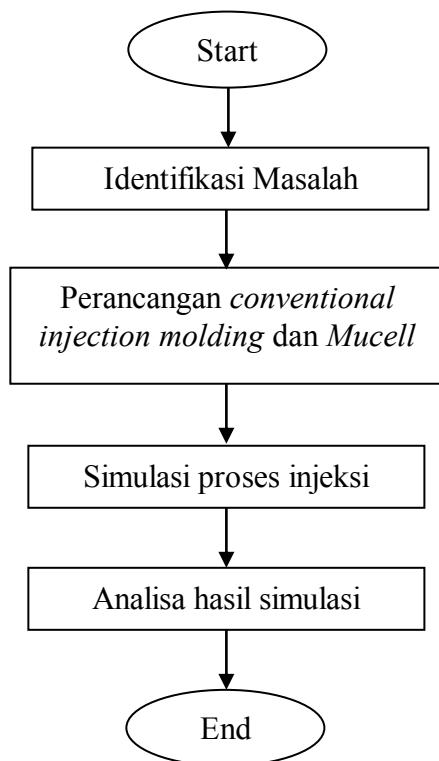
### **Metodologi Percobaan**

Metodologi yang dipakai dalam penelitian ini terdiri dari empat langkah. Langkah pertama dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan apa saja yang sering muncul pada *conventional injection molding*. Dari data yang didapat, masalah yang sering muncul adalah adanya cacat produk seperti *sink mark* atau *warpage*. Langkah kedua yaitu merancang simulasi *conventional* serta *microcellular injection molding*. Langkah ketiga yaitu melakukan simulasi proses injeksi dengan menggunakan produk *margarin cube* yang sering ditemui di supermarket seperti gambar 1. Langkah terakhir adalah menganalisa hasil simulasi proses injeksi dengan mengacu pada dasar teori yang umumnya digunakan pada *injection molding*. Flow chart penelitian dapat dilihat pada gambar 2.

Simulasi proses dilakukan dengan menggunakan spesifikasi mesin injeksi dari Arburg 170S dan material plastik jenis Polypropylene. Jenis gas yang digunakan adalah CO<sub>2</sub>. Hasil simulasi yang akan digunakan yaitu *fill time*, *sink index*, *warpage*, *clamping force* serta berat produk.



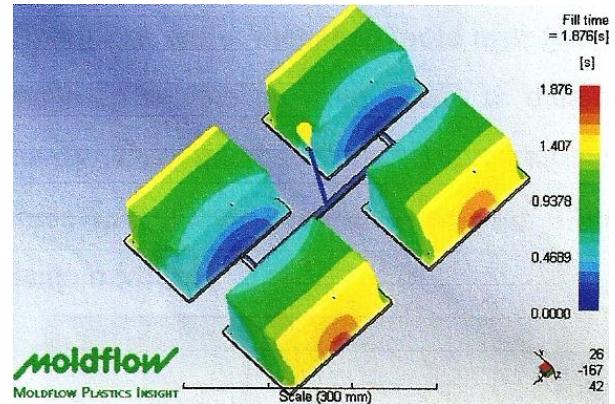
Gambar 1. Clamping force untuk *conventional injection molding*



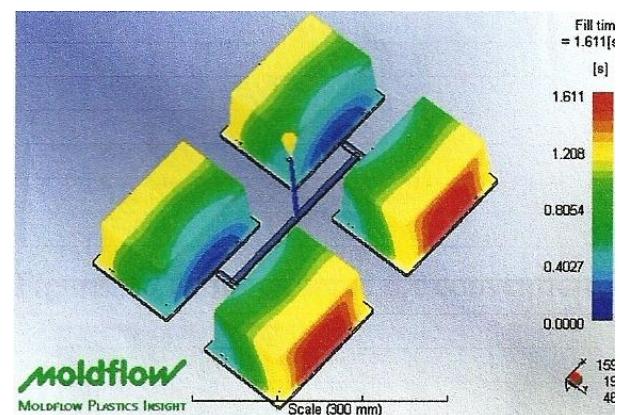
Gambar 2. Diagram alir penelitian

### Hasil Simulasi

**Fill Time.** *Fill time* adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengisi *cavity* sampai penuh pada fase injeksi. Dari gambar 3 dan gambar 4 dapat dijelaskan bahwa pengisian *cavity* pada *Mucell* lebih singkat (1,611 s) dibandingkan *conventional injection molding* (1,876 s). *Fill time* mengalami penurunan 14% jika menggunakan *Mucell*. Hal ini disebabkan karena pada proses *Mucell*, nilai viskositas polimer leleh menurun sehingga mampu mengalir ke dalam *cavity* dengan lebih cepat.

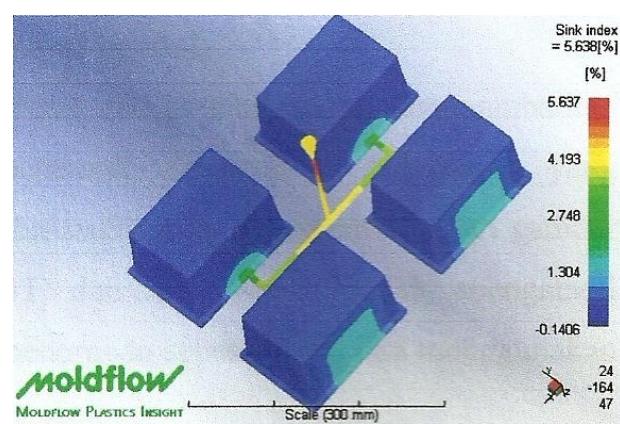


Gambar 3. *Filling time* untuk *conventional injection molding*

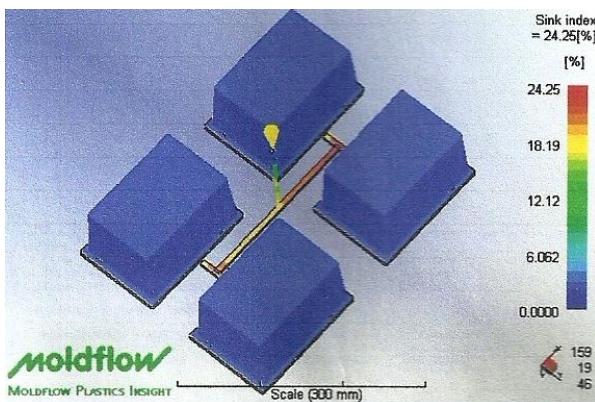


Gambar 4. *Filling time* untuk *Mucell*

**Sink Index.** *Sink index* merupakan indikasi besarnya kemungkinan terjadi cacat (*sink mark*) pada produk yang dibuat. Dari gambar 5 dan gambar 6 dapat dijelaskan bahwa persentase *sink index* lebih tinggi (24,25%) pada metode *Mucell* dibanding *conventional injection molding* (5,638%). Namun *sink mark* metode *Mucell* tidak terjadi pada produk melainkan pada *runner*. Sehingga hasil produk dengan metode *Mucell* dapat dikatakan lebih bagus dibanding dengan *conventional injection molding*.

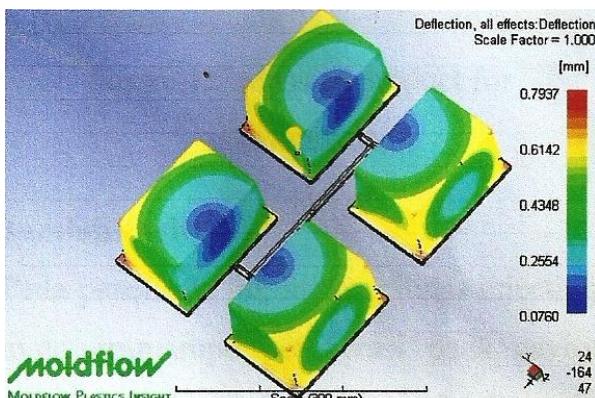


Gambar 5. *Sink index* untuk *conventional injection molding*

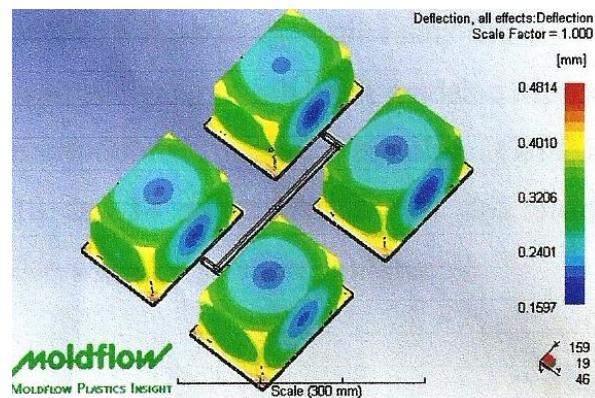


Gambar 6. Sink index untuk Mucell

**Warpage.** Prediksi besarnya *warpage* yang terjadi pada produk ditunjukkan oleh nilai defleksi yang didapat dari hasil simulasi. Dari gambar 7 dan gambar 8 dapat dilihat bahwa besarnya *warpage* pada *Mucell* (max 0,4814 mm) lebih kecil jika dibandingkan dengan *conventional injection molding* (max 0,7937 mm) atau dengan kata lain nilai defleksi yang terjadi dapat menurun sampai 35% jika menggunakan *Mucell*. Meskipun tidak sepenuhnya dapat menghilangkan kemungkinan terjadinya *warpage* pada produk, proses *Mucell* mampu mengurangi besarnya *warpage* yang terjadi pada produk. Campuran yang terbentuk antara SCF dan polimer dapat menurunkan *stress* yang terjadi saat material injeksi masuk ke dalam *cavity*. Hal ini mengakibatkan campuran antara SCF dan polimer lebih mudah dan cepat mengalir ke dalam *cavity* sebelum terjadinya pembekuan material injeksi sehingga dapat meminimalkan terjadinya *warpage*.

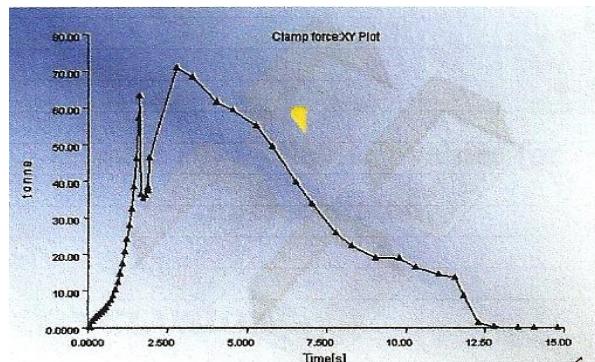


Gambar 7. Besar defleksi untuk conventional injection molding

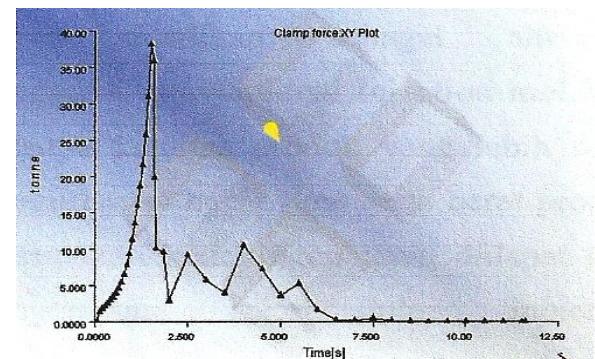


Gambar 8. Besar defleksi untuk *Mucell*

**Clamping Force.** *Clamping force* merupakan gaya yang diperlukan untuk menahan cetakan agar tetap menutup selama material plastik masih di dalam *cavity*. Dari gambar 9 dan gambar 10 dapat dilihat bahwa besarnya *clamping force* pada *Mucell* (max 39 ton) lebih kecil jika dibandingkan dengan *conventional injection molding* (max 72 ton) atau dengan kata lain nilai *clamping force* menurun sampai 35% jika menggunakan *Mucell*.



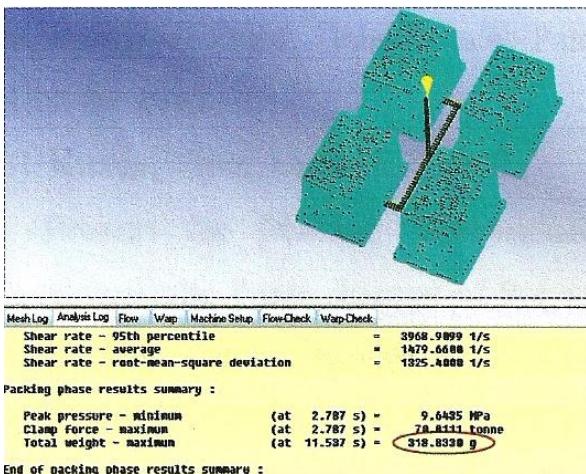
Gambar 9. Clamping force untuk conventional injection molding



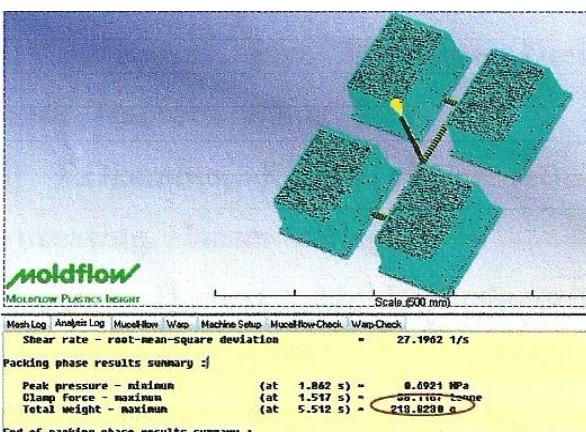
Gambar 10. Clamping force untuk *Mucell*

**Berat Produk.** Berat produk dapat menggambarkan seberapa banyak material plastik yang dimasukkan ke dalam *cavity*. Dari gambar 11 dan gambar 12 dapat dilihat bahwa berat produk pada *Mucell* (218,823 gr) lebih kecil jika

dibandingkan dengan *conventional injection molding* (max 318,833 gr) atau dengan kata lain berat produk mengalami penurunan sebesar 16% jika menggunakan *Mucell*. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya penggunaan material untuk mengisi ruang dalam *cavity*. Pada proses *Mucell*, *cavity* dapat terisi penuh bukan karena adanya pemampatan jumlah polimer leleh dalam *cavity* namun karena perkembangan ukuran sel dalam polimer leleh.



Gambar 11. Berat produk untuk *conventional injection molding*



Gambar 12. Berat produk untuk *Mucell*

## Referensi

- [1] F. A. Waldman, The Processing of Microcellular Foam, Thesis, Massachusetts Institute of Technology, United State, 1980.
- [2] S. W. Cha, et all., Microcellular Thermoplastic Foamed With Supercritical Fluid, United State Patent 5158986, 1992.
- [3] V. Kumar, N.M. Suh, A process for Makin Microcellular Thermoplastic Parts, Journal of Polymer Engineering and Science, Vol. 30, No. 20, 1990.
- [4] D. O. Kazmer, Injection Mold Design Engineering, Hanser Gardner, 2007.
- [5] J. Shoemaker, Moldflow Design Guide, Hanser Gardner, 2006.
- [6] K. T. Okamoto, Microcellular Processing, Hanser Verlag, 2003.
- [7] H. Rees, Mold Engineering, Hanser Gardner, 2002.
- [8] J. Xu, Microcellular Injection Molding, John Willey and Son, Inc, 2010.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi proses injeksi, *Mucell* dapat dijadikan sebagai alternatif pengganti dari *conventional injection molding*. Adanya kualitas produk yang lebih baik, pengurangan *filling time*, *clamping force* serta berat produk merupakan keuntungan yang didapat dari penggunaan *Mucell* atau *microcellular injection molding*.