

DESAIN MOLD (CETAKAN) PADA *STRETCH BLOW MOLDING* MACHINE DENGAN KAPASITAS 300 ml

Dimas Kurniawan¹, Cahyo Budiyanoro², Totok Suwanda³

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Jl. Lingkar Selatan, Kasihan, Kec. Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia (55183)

E-mail: dimaskurniawa496@Gmail.com

INTISARI

Plastik adalah salah satu material yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satunya pada pemakaian produk kemasan makanan dan minuman yang menggunakan plastik sebagai bahan utamanya. Karena peluang yang besar tersebut menjadikan sebuah motivasi dalam pembuatan sebuah mesin *stretch blow molding* yang simple dan ekonomis untuk diterapkan di industri menengah kebawah.

Dalam mesin *stretch blow molding* terdapat komponen cetakan yang memiliki peran penting untuk membentuk sebuah *bottle preform* menjadi bentuk botol produk yang diinginkan, oleh karena itu proses perancangan cetakan pada mesin *blow molding machine* kapasitas volume 300 ml harus dipertimbangkan perhitungan dimensi dan penentuan materialnya dengan akurat, karena akan sangat menentukan dari hasil akhir botol produk tersebut.

Perancangan cetakan pada mesin *stretch blow molding* kapasitas 300 ml mendapatkan rancangan yang simple dan ekonomis. Dengan dimensi panjang 150 mm, lebar 50 mm, dan tinggi 180 mm, dengan menggunakan material Aluminium Seri 5xxx dengan *modulus elastisitas* 69 GPa dan *konduktivitas thermal* 201 (w / m.K) yang cocok untuk proses *machining* dengan biaya total material dan *machining* Rp 6.500.000,00. Hasil perancangan cetakan (*mold*) juga mendapatkan komponen pendukung seperti *back plat*, pin, tuas penarik, dan *clamping system* untuk membantu *mold* pada saat proses produksi. Komponen seperti tuas penarik, *back plat*, dan *clamping system* menggunakan material yang sama yaitu plat kapal mil A36 atau JIS 3101 yang mempunyai sifat fisik kuat dan sangat baik untuk di las, Sedangkan untuk pinnya menggunakan aluminium campuran dari aluminium perkakas rumah tangga dan *spareparts* motor yang dilebur ulang. Perancangan ini juga mendapatkan hasil berupa ketebalan botol produk rata-rata setelah ditiup yaitu dengan ketebalan 0,6 mm, tekanan yang diperlukan 7 Bar, dan *clamping system* 1 Tonase.

Kata kunci : *Stretch blow molding machine*, Plastik, *Mold* , *Bottle preform*, Aluminium.

ABSTRACT

Plastic is one of the materials that is often used in everyday life. One of them is the use of food and beverage packaging products that use plastic as the main ingredient. Because of this great opportunity to make a motivation in making a stretch blow molding machine that is simple and economical to be applied in the middle to lower industries.

In stretch blow molding machines there are mold components that have an important role to form a bottle preform into the desired product bottle shape, therefore the process of designing the mold on a machine blow molding machine with a volume capacity of 300 ml must be considered dimensional calculation and material determination accurately, because will determine the final result of the product bottle.

The design of the mold on a 300 ml stretch blow molding machine has a simple and economical design. With dimensions of length 150 mm, width 50 mm, and height of 180 mm, using 5xxx Series Aluminum material with modulus of elasticity 69 GPa and 201 thermal conductivity (w / mK) suitable for machining processes with a total cost of material and machining Rp. 6,500,000 .00. Mold design results also get supporting components such as back plates, pins, pulling levers, and clamping systems to assist molds during the production process. Components such as pulling lever, back plate, and clamping system use the same material, namely the A36 or JIS 3101 ship plate which has strong physical properties and is very good for welding, while for the pin it uses aluminum a mixture of aluminum household appliances and motorized spare parts melted down. This design also gets results in the form of the thickness of the average product bottle after being blown with a thickness of 0.6 mm, the pressure required 7 Bar, and clamping system 1 Tonage.

Keywords: Stretch blow molding machine, Plastic, Mold, Bottle preform, Aluminum.

1. PENDAHULUAN

Industri plastik di Indonesia kini semakin meningkat pesat, salah satu penggunaan plastik sebagai bahan utamanya yaitu pada pemakaian produk kemasan makanan dan minuman yang mempunyai peluang besar untuk memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perekonomian nasional. Salah satunya adalah pada pemakaian kemasan botol air mineral yang memiliki berbagai macam bentuk yang menarik serta memiliki kualitas yang baik. Karena peluang yang besar tersebut menjadi sebuah motivasi dalam pembuatan sebuah mesin pencetak botol plastik yaitu mesin *stretch blow molding*.

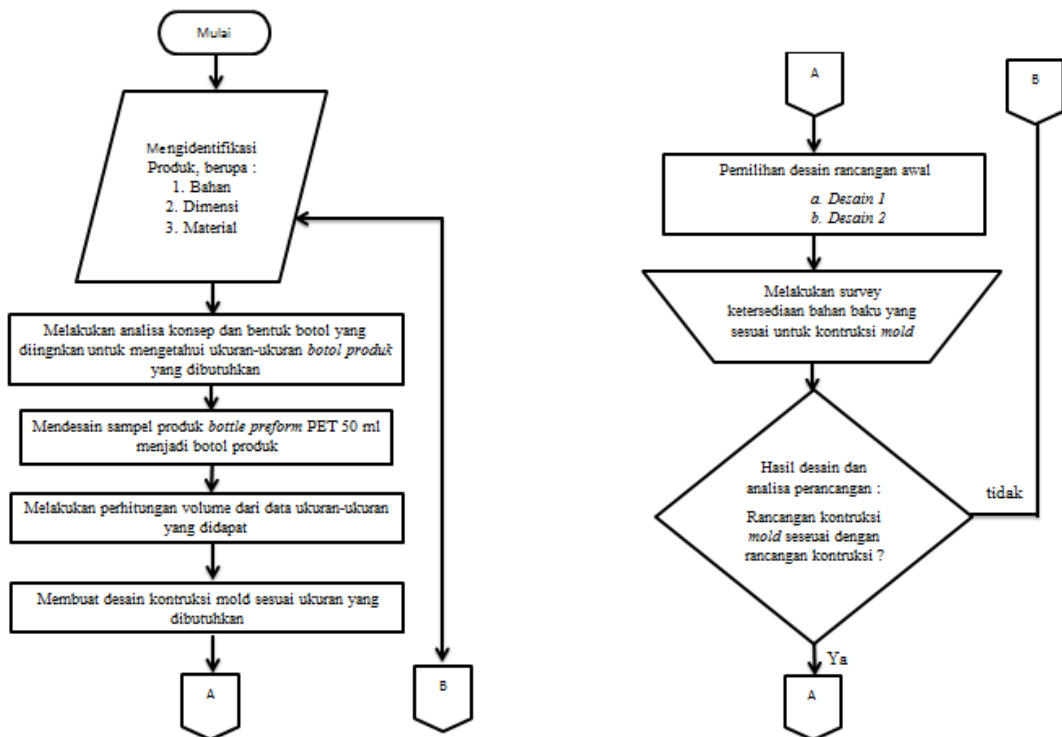
Stretch blow molding machine merupakan alat yang berfungsi untuk mencetak kemasan plastik berongga, yaitu dengan proses pengembangan material *thermoplastic* menjadi bentuk berongga atau mengikuti arah aliran parison dalam kondisi panas (suhu leleh material), lalu diletakkan kedalam cetakan yang tertutup, yang selanjutnya akan ditekan dengan fluida (gas) agar terbentuk profil material *thermoplastic* yang sesuai dengan bentuk cetakan, dengan ketebalan dinding yang uniform dan fokus perhatian adalah lebih diberikan pada bagian *outside* dari produk komponen yang dihasilkan.

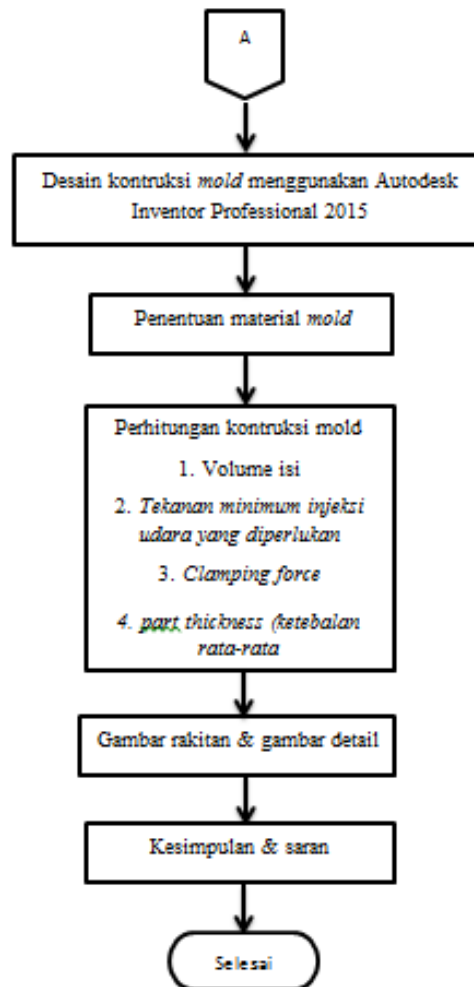
Salah satu komponen penting dalam *Stretch blow molding machine* yaitu cetakan, memiliki peran yang sangat penting untuk membentuk sebuah *bottle preform* menjadi botol kemasan produk yang menarik, oleh karena itu pendesainan cetakan pada mesin *stretch blow molding* sangat menentukan dari hasil akhir produk botol tersebut agar dapat meminimalisir kegagalan seperti cacat produk, keretakan, penyusutan bagian-bagian tertentu, bentuk tidak sempurna, peleburan material plastik yang tidak merata, dimensi produk diluar dari toleransi dll.

Dewasa ini, terdapat beberapa *software* yang digunakan untuk mendesain / merancang suatu produk, alat, mesin di dunia industri antara lain : *autocad*, *catia*, *solidworks*, *autodesk inventor* dan masih banyak lagi, yang dapat mensimulasikan desain alat serta mencari nilai kekurangan atau kelebihan dari alat tersebut untuk meminimalisir kegagalan produk yang akan dibuat. Dalam proses pendesainan / perancangan cetakan ini *Software* yang akan digunakan yaitu *autodesk inventor professional 2015*, dan untuk simulasi estimasi waktu proses produksi cetakan tersebut menggunakan aplikasi *Master CAM*.

2. METODE PERANCANGAN

Tahapan proses perancangan ini berdasarkan diagram alur pembuatan berikut.





Gambar 2.1. Diagram Alur Pembuatan

2.1 Alat dan Bahan

2.1.1 Bahan Perancangan

Produk utama yang akan dirancang adalah PET *bottle preform* 50 ml dengan mengambil produk yang sudah ada dan tersedia di pasaran. Pada Gambar 2.2 menunjukkan sample produk PET *bottle preform* 50 ml tersebut.

Material cetakan yang digunakan adalah Aluminium Seri 5xxx – Al Mg dalam bentuk yang sudah jadi berupa aluminium pejal yang siap langsung untuk di *machining*.



Gambar 2.2. *Bottle preform*



Gambar 2.3. Aluminium Seri 5xxx – Al Mg

2.1.2 Alat Perancangan

Alat yang digunakan sebagai perancangan cetakan :

1. Laptop

Laptop yang digunakan sebagai perancangan adalah Acer aspire 4750 dengan spesifikasi sebagai berikut :



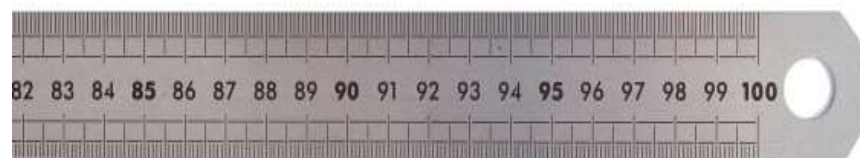
Gambar 2.4. Spesifikasi laptop Acer aspire 4750

2. Software perancangan

Software yang digunakan untuk perancangan cetakan dalam bentuk gambar 3D dan 2D adalah *Autodesk Inventor Professional 2015*.

3. Alat Ukur

Digunakan untuk mengukur bagian sample produk yang sudah ada sebagai acuan dimensi untuk produk yang akan dirancang, dan alat ukur yang digunakan antara lain: Penggaris, jangka sorong (*Vernier Caliper*), dan *micrometer*.



Gambar 2.5. Penggaris



Gambar 2.6. Jangka sorong (*Vernier caliper*)



Gambar 2.7. *Micrometer*

3. Kalkulator

Kalkulator digunakan untuk proses perhitungan pada perancangan produk dan identifikasi sampel produk yang sudah ada.



Gambar 2.8. Kalkulator

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. DESAIN MOLD

$L_m = 153 \text{ mm}$

Maka :

$$S = \frac{L_m - L_p}{L_m} \times 100 \% \rightarrow \%$$

$$S = \frac{153 \text{ mm} - 120 \text{ mm}}{153} \times 100 \%$$

$$S = 2,1 \%$$

Jadi nilai *shrinkage* yang terjadi pada mold tersebut adalah 2,1 %

Dan material yang cocok digunakan pada *mold* tersebut yaitu plastic PET dengan spesifikasi dibawah ini :

Polimer	Penyusunan rerata linear (%)	Serapan air (%)	Serapan air ijin (%)
PET	2	0,1	0,005

3.2.2 Clamping force

Clamping force merupakan suatu mekanisme yang digunakan untuk menahan kedua bagian cetakan untuk menjaga agar *mold* tidak membuka pada saat proses *blow molding* berlangsung. Perhitungannya sebagai berikut :

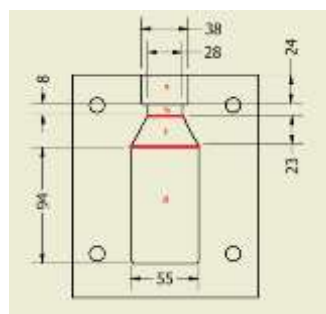
Perhitungan *clamping force*

$$F_c = P_{spec} \times A_{p \text{ tot}} \quad (2.8)$$

dimana, P_{spec} = *specific internal pressure* (kg/cm^2)

$A_{p \text{ tot}}$ = Total luas proyeksi (cm^2)

F_c = *Clamping force* (kg)



Gambar 3.3. Dimensi proyeksi cetakan

Perhitungan luas permukaan a (persegi panjang):

$$A_{pl} = p \times l$$

diketahui, $p = 38 \text{ mm}$

$l = 24 \text{ mm}$

$A_{pl} = 38 \text{ mm} \times 24 \text{ mm}$

$$= 912 \text{ mm}^2 \rightarrow 9,12 \text{ cm}^2$$

Perhitungan luas permukaan b (persegi panjang):

$$\begin{aligned} \text{Apl b} &= p \times l \\ \text{diketahui, } p &= 28 \text{ mm} \\ l &= 8 \text{ mm} \\ \text{Apl} &= 28 \text{ mm} \times 8 \text{ mm} \\ &= 224 \text{ mm}^2 \rightarrow 2,24 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan luas permukaan c (trapesium sama kaki):

$$\begin{aligned} \text{Apl c} &= \text{jumlah sisi sejajar} \times \text{tinggi} / 2 \\ &= (55 \text{ mm} + 28 \text{ mm}) \times 23 \text{ mm} / 2 \\ &= 954,5 \text{ mm}^2 \rightarrow 9,54 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan luas permukaan d (persegi panjang):

$$\begin{aligned} \text{Apl b} &= p \times l \\ \text{diketahui, } p &= 94 \text{ mm} \\ l &= 55 \text{ mm} \\ \text{Apl} &= 94 \text{ mm} \times 55 \text{ mm} \\ &= 5170 \text{ mm}^2 \rightarrow 51,7 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Apl total untuk 1 cetakan} &= 9,12 \text{ cm}^2 + 2,24 \text{ cm}^2 + 9,54 \text{ cm}^2 + 51,7 \text{ cm}^2 \\ &= 72,6 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Apl total untuk 2 cetakan} = 72,6 \text{ cm}^2 \times 2 = 145,2 \text{ cm}^2$$

Pspec → Tekanan yang diperlukan untuk meniup *preform* tersebut yaitu :

$$6,46 \times 10^{-6} \text{ Pa} \rightarrow 7 \text{ Bar jika di konversikan menjadi kg / cm}^2 \text{ yaitu :}$$

$$7 \text{ Bar} \times 1,01972 = 7,11832 \text{ kg / cm}^2$$

$$\text{Pspec} = 7,11832 \text{ kg / cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Fc} &= \text{Pspec} \times \text{Ap tot} \\ &= 7,11832 \text{ kg / cm}^2 \times 145,2 \text{ cm}^2 \\ &= 1033,58 \text{ kg} \rightarrow 1 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Jadi kebutuhan *clamping force*-nya adalah 1 Tonase

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan cetakan pada *stretch blow molding machine* kapasitas volume 300 ml, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perancangan cetakan pada *stretch blow molding machine* kapasitas volume 300 ml mendapatkan desain yang simple dan ekonomis dengan ukuran panjang 150 mm, lebar 49 mm, dan tinggi 180 mm dengan menggunakan proses *machining* mesin CNC. Perancangan cetakan ini menggunakan material Aluminium Seri 5xxx dengan *modulus elastisitas* 69 GPa dan *konduktivitas thermal* 201 (w / m.K) dengan total biaya material dan *machining* Rp 6.500.000,00, perancangan ini juga mendapatkan komponen pendukung seperti *back plate*, *Pin*, *clamping system*, dan tuas penarik.
2. Hasil simulasi cetakan pada *stretch blow molding* kapasitas volume 300 ml menggunakan aplikasi *Autodesk Inventor professional 2015* mendapatkan hasil berupa simulasi prinsip kerja cetakan tersebut dimana prosesnya :
 - a. Simulasi *bottle preform* yang sudah dipanaskan.
 - b. Simulasi *bottle preform* dimasukkan kedalam cetakan.
 - c. Simulasi *bottle preform* yang sudah dimasukkan kedalam cetakan lalu dikunci rapat.
 - d. Simulasi setelah dikunci rapat.
 - e. Simulasi hasil produk botol jadi
3. Hasil simulasi manufaktur cetakan pada *stretch blow molding machine* kapasitas volume 300 ml menggunakan aplikasi *Master CAM*, mendapatkan hasil estimasi waktu pengerjaan cetakan tersebut dengan total waktu *machining* CNC untuk 1 buah cetakan yaitu 2 Jam, 20 menit, 6 detik. Simulasi ini juga untuk mengetahui estimasi biaya *machining* dengan total biaya *machining* Rp. 5.000.000 untuk 2 buah cetakan.

REFERENSI

- Ashby, M.F., 1998. "Engineering Materials". vol 2. Heinemann. Buterworth.
- Belcher, S.L., 2007. "Practical Guide to Injection Blow Molding". Taylor & Francis Group. South Carolina.
- Brandau, O., 2012, "Stretch Blow Molding", Second edition. Langford lane, kidlington. Oxford.
- Davis, J.R., 1994. "Aluminium and Aluminium Alloy". ASM International. Ohio.
- Domininghaus, H., 1993. "Plastics for Engineers: Material, Applications, Processes". Hanser Gardener. New York
- Donald, S.M., 2005. "Thermoforming", Maryland Thermoform. Baltimore, Maryland.
- Harper, C.A., 2006. "Plastic Processes". p.305. Maryland. Wiley.
- Kazmer, D., 1992. "Simulation of the Blow Molding and Thermoforming Processes", Proceedings of The International Industrial Engineering Conference. p.269-275. Chicago. IL.
- Klein, R., 2011. "Laser Welding of Plastics", First Edition. Maryland. Wiley.
- Kumar, S. Panda, A. dan Singh, R.K., 2011, "A Review on Tertiary Recycling of High-Density Polyethylene to Fuel, Resources, Conservation and Recycling". International Journal of Sustainable Resource Management and Enviromentak Efficiency. Elsevier. India.
- Kutz, M., 2011, "Applied Plastics Engineering Handbook". p.205. The Boulevard, UK. Elsevier.
- Majanastra, R.B.S., 2016. "Analisis Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Hasil Proses Hydroforming Pada Material Tembaga (Cu) C84800 dan Aluminium Al 6063". Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Vol.4, No.2. Uniersitas Islam 45. Bekasi.
- Mujiarto, I., 2005. "Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif". Jurnal, Traksi Vol.3 No.2, Desember 2005. AMNI Semarang. Semarang
- Norman, C.L., 2000. "Understanding Blow Molding", Second Edition. North Carolina. Hanser.
- Rees, H., 1994. "Understanding Product Design for Injection Molding", p.8. Orangeville, Ontario. Hanser.
- Winarto., 2011. "Teknologi Pengelasan". Indonesian Welding Society. Indonesia.