

PERANCANGAN MOULD PRODUK TUTUP GALON DISPENSER ANTI TUMPAH

Buyung Moslem, Yon Haryono, Jaya Suteja

Program Studi Teknik Manufaktur

Universitas Surabaya

buyungmoslem@gmail.com

Abstrak – Produk tutup galon dispenser anti tumpah tidak dapat dilepaskan dari kebutuhan air minum manusia yang digunakan sebagai alat bantu saat ingin menuang air dalam kemasan galon kedalam dispenser. Angka permintaan produk dalam satu bulan sebesar 25.000 produk dengan harga Rp 900,00. Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah untuk merancang *mould* produk tutup galon dispenser anti tumpah yang sesuai dengan kemampuan mesin injeksi skala industri rumahan agar harga produk dapat lebih bersaing. Hasil dari perancangan adalah *mould* yang terdiri dari *male*, *female*, dan *stripper plate* dengan dimensi 200×105×150 mm. *Mould* yang dirancang memiliki 2 *cavity*, *sprue* dan *runner* dengan total berat dalam sekali injeksi sebesar 24,32 gram dan *clamping force mould* sebesar 8,9 ton. Dengan nilai tersebut, perancangan *mould* masih berada dibawah kapasitas maksimal mesin injeksi skala industri rumahan. *Mould* memiliki saluran pendingin dengan diameter saluran pendingin sebesar 10 mm dan panjang saluran 766 mm. Saluran pendingin ini dapat menjaga temperatur *mould* tetap dingin dan terjaga. Harga pokok produksi tutup galon dispenser anti tumpah yang dihasilkan dari *mould* yang dirancang mempunyai seharga Rp 303,00 sehingga memiliki harga jual yang rendah.

Kata kunci : Perancangan, *mould*, tutup galon dispenser anti tumpah, *injection moulding*.

Abstract – Anti-spilled dispenser gallon cap product can't be separate from human need for drinking water as a tool to help pouring water from gallon to dispenser without spilling the drinking water. The amount demand of those product is 25.000 product per month with Rp 900,00 as the selling price. The purpose of this Final Project is to designing mould for anti-spilled dispenser gallon cap product within the specification of home industrial injection moulding machine. The result of mould designing is the mould consist of male, female, and stripper plate with the total dimension 200×105×150 mm. the mould have 2 cavity, a sprue and runners with total mass per injection 24,32 grams and the mould clamping force 8,9 tonnes. With those result is still under the capacity of the injection moulding machine. The mould having a cooling channel with the diameter is 10 mm and the length is 766 mm. The cooling channel is proved can handle to keep the mould in low temperature. Production cost for one product is Rp 303,00 so the product can be sell with lower price.

Key words; Designing, mould, anti-spilled dispenser gallon cap, injection moulding.

PENDAHULUAN

Manusia dalam kehidupan sehari-hari tidak dapat terlepas dari kebutuhan air minum. Setiap rumah penduduk Indonesia pasti memiliki mesin dispenser air minum. Dalam penggunaannya, air minum didalam kemasan galon harus dituangkan ke dalam dispenser masukan galon atas. Sebuah alat bantu sederhana dibutuhkan agar air tidak tumpah saat akan dituangkan ke dalam dispenser galon atas. Alat bantu tersebut berupa tutup galon dispenser anti tumpah seperti yang tampak pada gambar 1 dibawah.



Gambar 1. Produk Tutup Galon Dispenser Anti Tumpah

Berdasarkan hasil pencarian data setidaknya ada permintaan terhadap produk tutup galon sebesar 25.000 produk per bulan dengan harga jual sebesar Rp 900,00. Melihat jumlah permintaan sebesar 25.000 produk per bulan maka pemanfaatan mesin injeksi skala industri rumahan seperti pada gambar 2 dapat dimanfaatkan untuk memenuhi permintaan tersebut dan sekaligus dapat menekan harga produksinya, sehingga dapat memiliki harga jual dibawah Rp 900,00. Dengan tujuan untuk merancang *mould* yang sesuai dengan kapasitas kemampuan dari mesin injeksi skala industri rumahan.



Gambar 2. Foto dari Mesin *Injection Moulding* Laboratorium Sistem dan Teknologi Proses Manufaktur.

METODE PERANCANGAN

Pertama dilakukan perumusan masalah, yaitu dengan menentukan masalah mana yang ingin diselesaikan. Dalam hal ini adalah memusatkan masalah pada penekanan biaya produksi dengan memanfaatkan dan menggunakan mesin injeksi skala industri rumahan tapi tetap dapat memenuhi permintaan. Dilanjutkan dengan studi literatur, mencari dan menentukan perumusan serta dasar – dasar dalam mendesain sebuah *mould*. Dengan mempertimbangkan segala aspek dalam mendesain *mould* dapat membantu mencegah dari kesalahan – kesalahan yang dapat terjadi pada saat mendesain *mould*.

Setelah melakukan tahap – tahap tersebut dilakukan perancangan konsep awal, dimana dimensi dari *mould* ditentukan terlebih dahulu untuk mempermudah dalam melakukan perhitungan perancangan *mould*. Setelah ditentukan dimensi dari *mould* dengan konsep maka selanjutnya dilakukan perhitungan untuk *cavity* produk, *sprue*, dan *runner* untuk mendapatkan volume dan massa total dalam sekali injeksi, massa sekali injeksi ini kemudian ditambahkan 10% dari nilai massa sekali injeksi itu sendiri dan dibandingkan dengan kapasitas injeksi mesin, bila kapasitas mesin injeksi berada lebih besar daripada nilai injeksi ditambah 10% maka mesin injeksi dapat menangani kapasitas *mould* yang dirancang. Bila sebaliknya yang terjadi maka perlu dilakukan perancangan dan perhitungan ulang

pada *cavity*, *sprue*, dan *runner*. Selanjutnya dicari *clamping force* dari mould atau gaya yang diperlukan oleh *mould* agar tetap tertutup dengan rapat pada saat injeksi. Nilai ini juga nantinya akan dibandingkan dengan kemampuan mesin injeksi dalam menahan *clamping force*. Perbandingan juga menambahkan 10% pada *clamping force mould* sebagai angka keamanan. Apabila *clamping force* mesin lebih tinggi dari *clamping force* mould maka mesin dapat menahan *clamping force* dari mould dan bila sebaliknya yang terjadi maka perlu dilakukan perancangan dan perhitungan ulang pada *cavity*, *sprue*, dan *runner*.

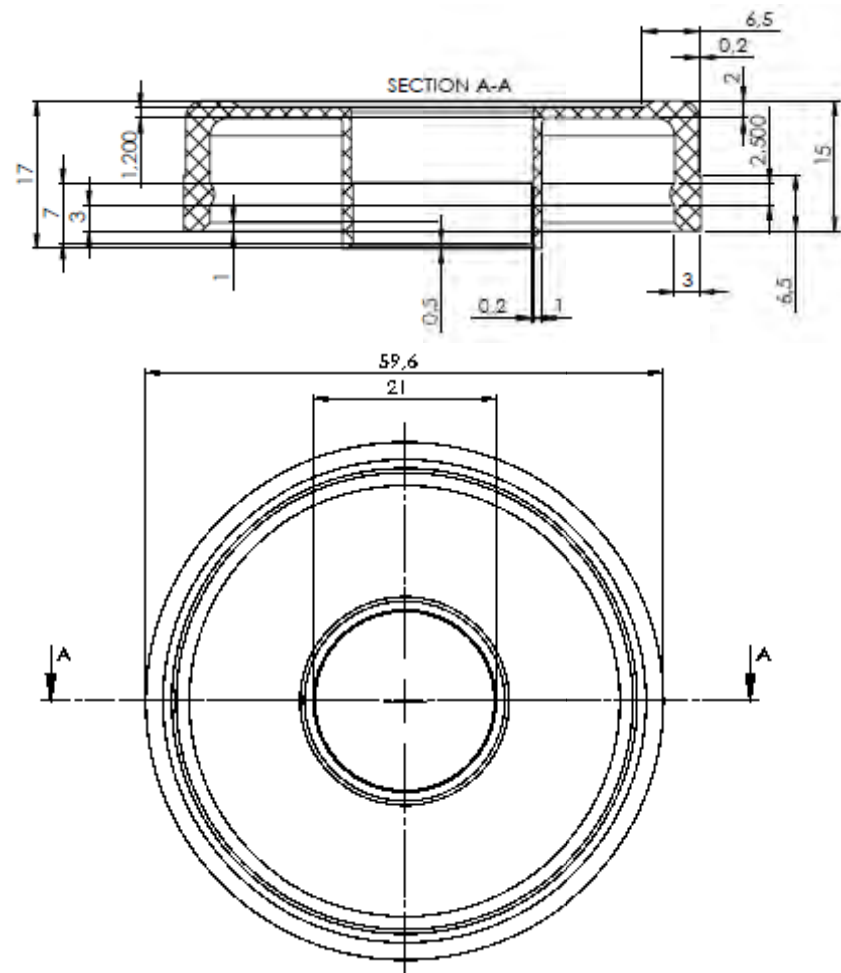
Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mengetahui *cycle time* dari *mould* yang akan dirancang. *Cycle time* didapatkan dengan pendekatan rumus, sehingga angka yang didapat bisa jadi lebih tinggi dari *cycle time* sesungguhnya pada saat direalisasikan. Setelah menghitung *cycle time*, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk saluran pendingin. Saluran pendingin merupakan komponen penting dari *mould* yang membantu agar temperature *mould* dan produk tetap pada kondisi temperatur yang baik sehingga dapat terhindar dari cacat saat dilakukan proses injeksi.

Semua bagian dari *mould* telah selesai diperhitungkan dan ditentukan maka tahap berikutnya adalah melakukan perealisasi perancangan menggunakan *software CAD* atau *Computer Aided Design* untuk mendapatkan gambaran bentuk 3D dari produk dan gambar orthogonal yang nantinya dapat digunakan apabila ingin merealisasikan perancangan *mould* produk tutup galon dispenser anti tumpah ini.

Sebelum akhirnya ditarik kesimpulan untuk menjawab dari tujuan dan rumusan masalah. Dilakukan perancangan proses manufaktur terlebih dahulu yang nantinya *output* dari perancangan proses manufaktur ini adalah total waktu pengerjaan dan langkah – langkah yang perlu dilakukan dalam pembuatan *mould* tersebut. Total waktu ini nantinya akan digunakan juga sebagai salah satu faktor untuk analisis biaya pembuatan *mould* selain dari material dan lainnya. Setelah itu semua baru dapat dilakukan penarikan kesimpulan.

PERHITUNGAN DAN PERANCANGAN

Hal pertama yang dilakukan adalah pencarian data berupa spesifikasi produk dan mesin injeksi. Pada spesifikasi produk didapatkan dimensi dari produk sebagai berikut pada gambar 3;



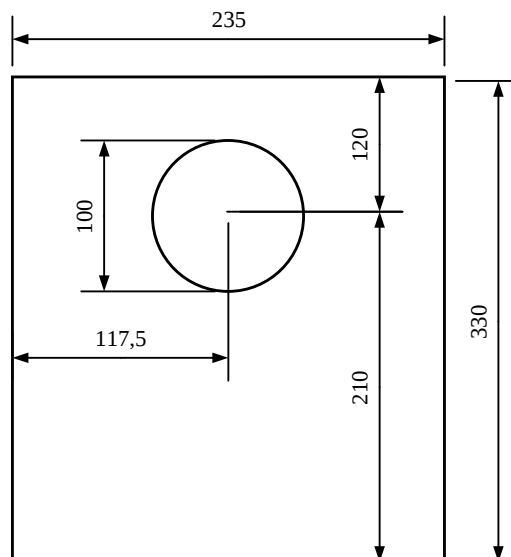
Gambar 3. Dimensi Produk Tutup Galon Dispenser Anti Tumpah

Untuk spesifikasi mesin dapat dilihat pada tabel 1 berikut;

Tabel 1. Tabel Spesifikasi Mesin *Injection Moulding*.

No.	Spesifikasi Mesin	Nilai
1	Daya Motor	2 HP
2	Volume Injeksi Maksimum	50,5 cm ³ atau 46,3 gram
3	Diameter Piston	40 mm
4	Jumlah Heater	3 buah
5	Panjang <i>Mould</i> Membuka	18 cm
6	Tinggi Mesin	145 cm
7	Panjang Mesin	205 cm

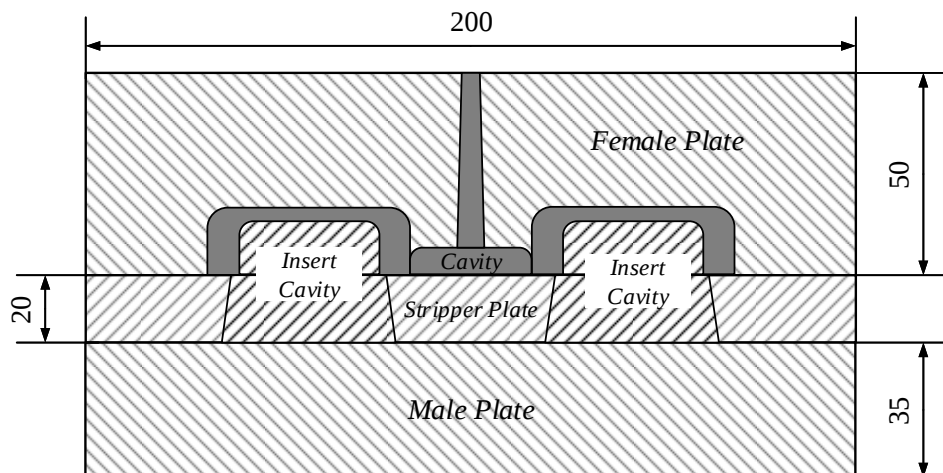
Dengan *clamping force* mesin yang didapatkan dari hasil perhitungan sebesar 17,264 ton. Untuk ukuran maksimal *mould* yang dapat ditampung oleh mesin dapat dilihat pada gambar 4 berikut;



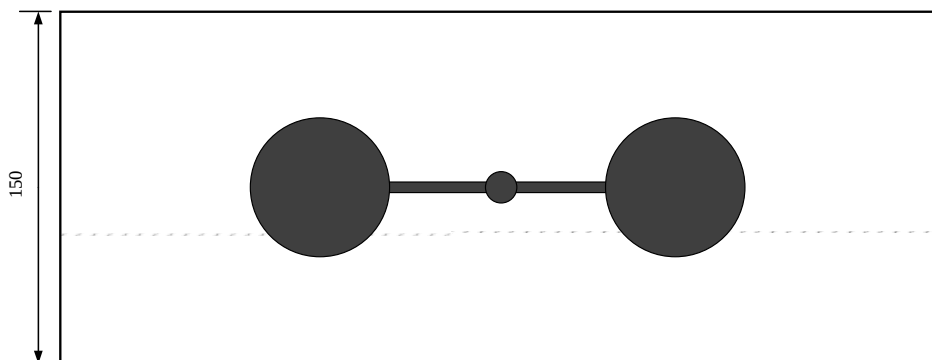
Gambar 4. Dimensi Plat Mesin Injeksi Letak *Mould* Dapat Ditampung.

Dengan diameter 100 mm untuk bukaan plat yang menghubungkan *mould* dengan *barrel* mesin injeksi.

Selanjutnya adalah konsep penentuan dimesi dari *mould* dengan mempertimbangkan jarak antar saluran pendingin dengan dinding *cavity* didalam *mould* dapat dilihat pada gambar 5 dan 6 berikut;

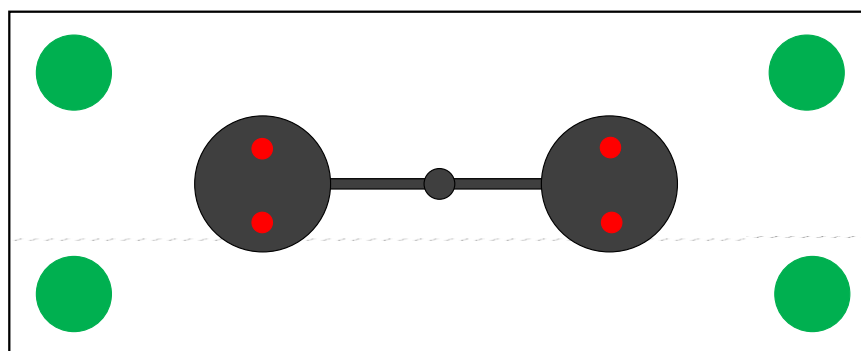


Gambar 5. Gambar Konsep *Mould* yang Dirancang (Tampak Atas) (mm).



Gambar 6. Gambar Konsep *Mould* yang Dirancang (Tampak Depan).

Berikutnya ditentukan letak dari *ejector pin* dan *guide pin* pada *mould* dapat dilihat pada gambar 7 berikut;



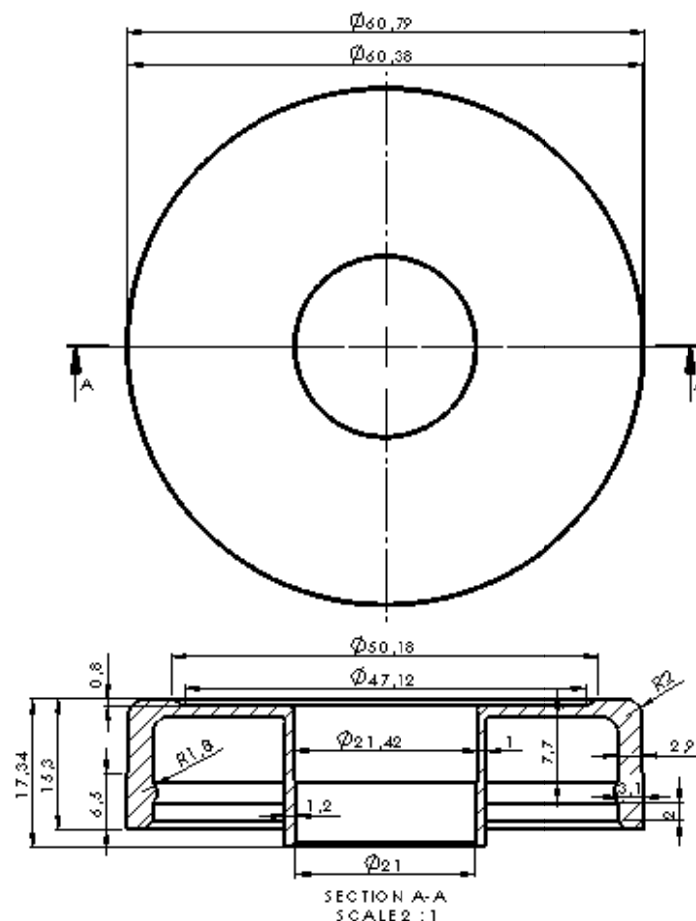
Gambar 7. Gambar Tata Letak *Ejector Pin* (Merah) dan *Guide Pin* (Hijau).

Penempatan dari *guide pin* berada pada setiap ujung dari *mould*, agar kesejajaran antara *male* dan *female plate mould* dapat lebih presisi sehingga meminimalkan kebocoran saat sedang proses injeksi akibat tidak sejajar. Posisi dari

ejector pinditata sedemikian rupa agar gaya yang diterima produk tetap sama disetiap sisi produk sehingga tidak terjadi cacat pada hasil injeksi dan agar gaya yang diterima *ejector pin* bisa menjadi lebih sedikit akibat jumlahnya.

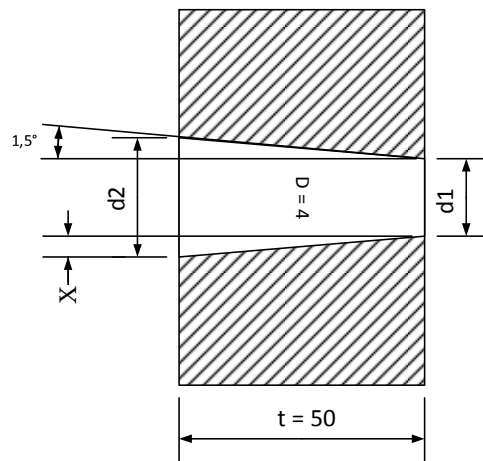
Selanjutnya dilakukan proses perhitungan untuk menentukan dimensi *cavity*, *sprue*, dan *runner*. lalu membandingkan massa *cavity* total dengan kemampuan injeksi maksimal mesin dan membandingkan *clamping force mould* dengan *clamping force* mesin. Setelah itu dilanjutkan dengan perhitungan *cyle time* dan saluran pendingin.

Perhitungan *cavity* dilakukan menggunakan fitur *scaling* pada aplikasi Solidwork 2010. Didapatkan hasil dimensi setelah proses *scaling* sebesar 0,02 % seperti pada gambar 8 berikut;



Gambar 8. Dimensi *Cavity* Produk.

Penentuan dimensi *sprue* dengan ukuran – ukuran seperti pada gambar 9 berikut;



Gambar 9.GambarDimensi *Sprue*.

Dengan $D = 4$ mm didapatkan dari tabel penentuan diameter *sprue* berdasarkan berat sekali injeksi. Dan $t = 50$ mm merupakan tebal dinding *male plate*. Menggunakan persamaan 1, 2, 3, dan 4 sebagai berikut untuk menghitung;

$$d_1 = D + 1 \dots \dots \dots (1)$$

Dimana : d_1 = Diameter terkecil *sprue*

D = Diameter rata - rata *sprue* dari tabel

$$d_2 = d_1 + 2.X \dots \dots \dots (2)$$

$$X = t \times \tan \alpha \dots \dots \dots (3)$$

Dimana : d_2 = Diameter terbesar *sprue*

D = Diameter rata - rata *sprue* dari tabel

X = Panjang bagian X

α = sudut kerucut terpancung

$$V_{sprue} = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot t \cdot (r_1^2 + r_1 \cdot r_2 + r_2^2) \dots \dots \dots (4)$$

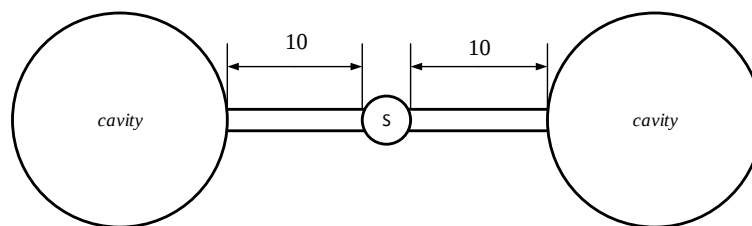
Dimana : V_{sprue} = Volume *sprue*

r_1 = Jari-jari terkecil *sprue*

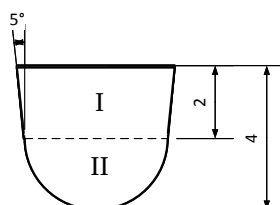
r_2 = Jari jari terbesar *sprue*

t = Tebal *mould*

Didapatkan hasil volume *sprue* sebesar 1586,03 mm³. Selanjutnyadilakukan perhitungan dimensi *runner*, dengan layout dan ukuran penampnag seperti pada gambar 10 dan 11 berikut;



Gambar 10. Gambar *Layaout Runner*.



Gambar 11. Gambaran Penampang *Runner*.

Menghitung volume *runner* dapat menggunakan persamaan 5 yang didahului dengan pencarian luas permukaan *runner* dengan menggunakan persamaan 6 dan 7 sebagai berikut;

$$V_{runner} = L_{runner} \times P_{runner} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana : V_{runner} = Volume *runner*

L_{runner} = Luas total penampang *runner*

P_{runner} = Panjang total *runner*

$$L_I = \frac{1}{2} \cdot t \cdot (d + (d + 2 \cdot X)) \dots\dots\dots(6)$$

Dimana : L_I = Luas trapesium

t = Tinggi trapesium

d = Diameter *runner*

$$L_{II} = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot r^2 \dots\dots\dots(7)$$

Dimana : L_{II} = Luas setengah lingkaran

r = Jari – jari *runner*

Hasil dari perhitungan volume *runner* menggunakan persamaan diatas didapatkan volume sebesar 483,2 mm³. Maka volume total sekali injeksi dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 8 sebagai berikut;

$$V_t = (V_{cavity} \times n) + V_{sprue} + V_{runner} \dots\dots\dots(8)$$

Dimana : V_t = Volume total dalam sekali injeksi

V_{cavity} = Volume *cavity* produk

n = Jumlah *cavity* produk

$$V_{sprue} = \text{Volume sprue mould}$$

$$V_{runner} = \text{Volume runner mould}$$

Sehingga didapatkan hasil volume sekali injeksi sebesar 26.526,6 mm³, kemudian untuk mencari massa dari volume tersebut dapat menggunakan persamaan 9 berikut ini;

$$m_t = V_t \times \rho \dots \dots \dots (9)$$

Dimana : m_t = Massa total per injeksi

V_t = Volume total per injeksi

ρ = Massa jenis LDPE

Didapatkan massa dalam sekali injeksi sebesar 24,32 gram. Kemudian nilai tersebut dibandingkan dengan massa maksimal sekali injeksi mesin dengan persamaan 10 sebagai berikut;

$$m_{maks \text{ mesin}} \geq m_t + (10\% \cdot m_t) \dots \dots \dots (10)$$

Dimana : m_t = Massa total per injeksi

Didapatkan hasil bahwa massa total per injeksi jauh dibawah kapasitas injeksi maksimal mesin, sehingga dapat dinyatakan mesin injeksi mampu menampung *mould* yang dirancang. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mencari *clampingforce mould* dengan urutan mencari *internal injection pressure* terlebih dan luas penampang proyeksional *cavity* dahulu. Untuk mencari *internal injection pressure* dapat menggunakan persamaaan 11 berikut;

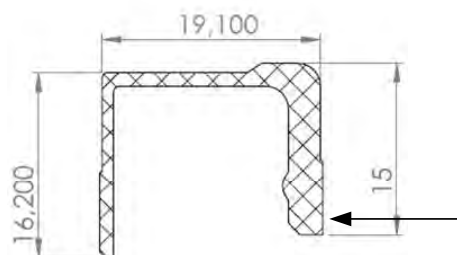
$$I_p = F_{sw} \times P \dots \dots \dots (11)$$

Dimana : I_p = *Internal injection pressure*

F_{sw} = Faktor ketebalan dinding produk

P = Panjang *flowpath*

Dengan F_{sw} sebesar 30 berdasarkan ketebalan dinding produk paling tipis. Panjang *flowpath* dapat dilihat pada gambar 12 berikut;



Gambar 12. Gambaran *Flowpath* Produk.

Maka didapatkan nilai *internal injection pressure* sebesar 150,9 Kg/cm². Selanjutnya luas penampang proyeksional *cavity* dapat dicari menggunakan persamaan 12, 13, 14, dan 15 berikut;

$$A_{fw} = A_{ps} + A_{pr} + (n \times A_{pc}) \dots\dots\dots(12)$$

$$A_{ps} = \frac{1}{4} \times \pi \times d_2 \dots\dots\dots(13)$$

$$A_{pr} = d_r \times p_r \dots\dots\dots(14)$$

$$A_{pc} = \frac{1}{4} \times \pi \times d_c \dots\dots\dots(15)$$

Dimana : A_{fw} = Luas penampang proyeksional total *cavity mould*

A_{ps} = Luas penampang proyeksional *sprue*

A_{pr} = Luas penampang proyeksional *runner*

A_{pc} = Luas penampang proyeksional *cavity*

n = Jumlah *cavity*

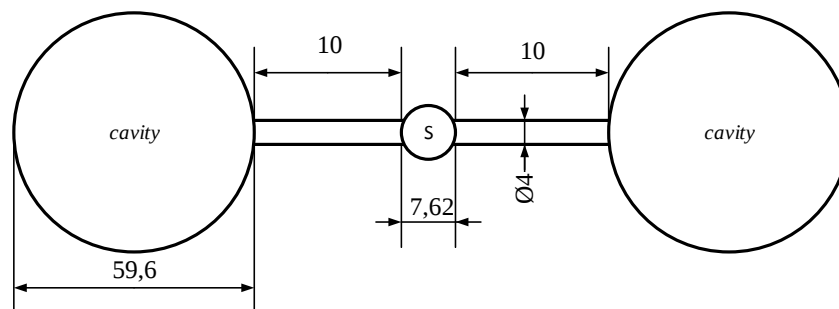
d_2 = Diameter terbesar *sprue*

d_r = Diameter *runner*

p_r = Panjang *runner*

d_c = Diameter terbeasar *cavity*

Dengan ukuran seperti pada gambar 13 berikut;



Gambar 4.19 Gambaaran Luas Penampang Proyeksional *Cavity* Total

Didapatkan hasil luas penampang proyeksional *cavity* sebesar 58,853 cm².

Maka *clamping force* dapat dicari menggunakan persamaan 16 berikut;

$$F_i = I_p \times A_{fw} \dots\dots\dots(16)$$

Dimana : F_i = *Clamping force mould*

I_p = *Internal injection pressure*

A_{fw} = Luas penampang proyeksional total *cavity mould*

Didaptkan hasil sebesar 8,9 ton untuk *clamping force mould*, nilai ini kemudian dibandingkan dengan *clamping force* mesin, menggunakan persamaan 17 berikut;

$$CF_{maks\ mesin} \geq F_i + (10\% \cdot F_i) \dots\dots\dots(17)$$

Dimana : F_i = *Clamping force mould*

Didapatkan hasil nilai *clamping force* mesin jauh lebih tinggi dari *clamping force mould*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa mesin mampu menahan *clamping force* dari *mould* yang akan dirancang.

Dilakukan perhitungan *cycle time* yang terdiri dari waktu membuka dan menutup *mould*, waktu total injeksi, dan waktu pendinginan. Dimana waktu membuka dan menutup *mould* didapatkan sebesar 2,23 detik, waktu total injeksi sebesar 6,77 detik, dan waktu pendinginan sebesar 5 detik. Sehingga bila dilakukan perhitungan menggunakan persamaan 18 berikut;

$$CT = T_{bt} + T_i + T_c \dots\dots\dots(18)$$

Dimana : CT = *Cycle time*

T_i = Waktu injeksi total

T_c = *Cooling time*

Didapatkan hasil *cycle time* selama 14 detik.

Perhitungan saluran pendingin dilakukan dengan urutan mencari total kalor yang harus dibuang, jumlah kalor yang dibuang secara alami, jumlah kalor yang harus dibuang oleh saluran pendingin. Lalu dilanjut dengan menghitung kebutuhan air pendingin, kapasitas potensial pendinginan dan akhirnya mencari panjang saluran pendingin.

Untuk mencari total kalor yang harus dibuang dapat menggunakan persamaan 19 dan 20 sebagai berikut;

$$Q_0 = m_t \times \Delta i \times \frac{3600}{CT} \dots\dots\dots(19)$$

$$\Delta i = c_p (t_{pmax} - t_{pmin}) \dots\dots\dots(20)$$

Dimana : Q_0 = Jumlah kalor total yang harus dibuang

m_t = Massa injeksi total

Δi = Selisih entalpi LDPE

CT = *Cycle time*

c_p = *Specific heat capacity* LDPE

t_{pmax} = Temperatur material saat proses

t_{pmin} = Temperatur material saat selesai proses

Untuk menghitung jumlah kalor total yang harus dibuang diperlukan selisih entalpi LDPE terlebih dahulu, dengan menggunakan persamaan 20. dimana nilai c_p untuk material LDPE adalah 2300 J/Kg.°C, temperatur material saat proses diatas titik lelehnya yaitu sebesar 210°C dan temperatur material saat selesai proses diinginkan berada dikisaran 75°C didapatkan hasil sebesar 310,5 KJ/Kg°C. Dengan menggunakan persamaan 19 didapatkan hasil jumlah total kalor yang harus dibuang sebesar 1941,78 KJ/jam. Untuk menghitung berapa kalor yang terbuang secara alami dapat menggunakan persamaan 21 berikut;

$$Q_1 = 4,1868 \left(0,25 + \frac{360}{t_{mm} + 300} \right) F (t_{mm} - t_0)^{\frac{4}{3}} \dots\dots\dots (21)$$

Dimana : Q_1 = Jumlah kalor yang terbuang alami

t_{mm} = Temperatur rata-rata *mould*

t_0 = Temperatur udara sekitar

F = Luas permukaan *mould*

Temperatur rata – rata *mould* sebesar 45°C dan temperatur udara sekitar diasumsikan berada pada kisaran 30°C. Untuk luas permukaan *mould* dengan dimensi 200 mm × 150 mm sebanyak 2 buah maka didapatkan luas sebesar 60.000 mm². Sehingga didapatkan hasil kalor yang terbuang secara alami sebesar 29,27 KJ/Jam. Dan untuk menghitung berapa jumlah kalor yang harus dibuang oleh saluran pendingin dapat digunakan persamaan 22 berikut;

$$Q_2 = Q_0 - Q_1 \dots\dots\dots (22)$$

Dimana : Q_2 = Jumlah kalor yang dibuang paksa

Q_0 = Jumlah kalor total yang harus dibuang

Q_1 = Jumlah kalor yang terbuang alami

Sehingga didapatkan hasil jumlah kalor yang harus dibuang oleh saluran pendingin sebanyak 1912,51 KJ/Jam.

Setelah diketahui jumlah kalor yang harus dibuang oleh saluran pendingin, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mencari kebutuhan air pendingin. Dalam proses pendinginan dibutuhkan aliran *turbulent* dimana *Reynold number* berada

pada kisaran angka 3000 – 6000. Untuk mencari kecepatan aliran air dapat menggunakan persamaan 23 berikut;

$$w \cdot d = Re \cdot v \dots\dots\dots(23)$$

Dimana : w = Kecepatan aliran air pendingin

d = Diameter saluran pendingin

Re = *Reynold number*

v = Viskositas *kinematic* air pendingin

Dengan diameter saluran pendingin terpilih sebesar 10 mm dan *Reynold number* sebesar 4500 serta viskositas *kinematic* air pendingin pada temperature ruangan 30°C sebesar $0,801 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ maka didapatkan hasil kecepatan aliran air pendingin sebesar 0,36 m/detik. Lalu kebutuhan air pendingin dapat dicari menggunakan persamaan 24 berikut;

$$S = 2830 d^2 w \dots\dots\dots(24)$$

Dimana : S = Jumlah air pendingin yang mengalir

d = Diameter saluran air pendingin

w = Kecepatan aliran air pendingin

Dan didapatkan hasil kebutuhan air pendingin sebesar 0,101 m³/jam atau 101 liter/jam. Setelah diketahui kebutuhan air pendingin, selanjutnya dapat mencari kapasitas potensial pendinginan dengan menggunakan persamaan 25 berikut;

$$Kp = S \cdot c_p \cdot \Delta t_w \cdot \frac{T_i + T_c}{CT} \dots\dots\dots(25)$$

Dimana : Kp = Kapasitas potensial air

S = Jumlah air pendingin yang mengalir

c_p = *Specific heat capacity* air

Δt_w = Selisih temperatur air masuk dan keluar

T_i = Waktu injeksi

T_c = Waktu pendinginan

CT = *Cycle time*

Dengan jumlah air pendingin yang mengalir sebesar 101 liter/jam, *specific heat capacity* air pada suhu 30°C sebesar 4,178 KJ/Kg°C, waktu injeksi selama 6,77 detik, waktu pendinginan selama 5 detik, dan *cycle time* selama 15,41 detik. Sedangkan untuk selisih temperatur air masuk dan keluar diinginkan hanya terjadi

sebesar 15°C. Didapatkan hasil sebesar 5321,44 KJ/Jam yang bila dibandingkan dengan jumlah kalor yang harus dibuang oleh saluran pendingin yang sebesar 1912,51 KJ/Jam maka saluran pendingin yang telah dirancang sudah mencukupi kebutuhan pendinginan *mould* dengan sangat baik.

Terakhir dalam perhitungan saluran pendingin adalah mencari panjang saluran pendingin yang diperlukan untuk membuang jumlah kalor yang dibuang oleh saluran pendingin. Perhitungan dapat dilakukan menggunakan persamaan 26 berikut;

$$l = \frac{Q_2 \cdot d}{14,78 \cdot S(1+0,015 t_{wm})(t_{ccm}-t_{wm})} \dots\dots\dots(26)$$

- Dimana :
- l = Panjang saluran pendingin
 - Q_2 = Jumlah kalor yang dibuang paksa
 - d = Diameter saluran pendingin
 - S = Jumlah air pendingin yang mengalir
 - t_{wm} = (m^3 /jam)
 - t_{ccm} = Temperatur rata – rata air pendingin
Temperatur rata – rata dinding saluran pendingin

Dengan data yang didapatkan dari perhitungan sebelumnya dan temperature rata – rata dinding saluran pendingin yang diinginkan sebesar 60°C dibawah dari temperatur rata – rata *mould*. Didapatkan hasil panjang saluran pendingin sepanjang 0,393 m atau 393 mm.

KESIMPULAN

Dari hasil perancangan serta perhitungan diatas didapatkan hasil bahwa dimensi dari *mould* produk tutup galon dispenser anti tumpah yang terdiri dari *male*, *female*, dan *stripper plate* sebesar 200×85×150mm.*Mould* yang dirancang memiliki *cavity* sebanyak 2 buah dengan berat dalam sekali injeksi seberat 24,32 gram. *Cycle time* dari *mould* yang dirancang selama 14 detik. Panjang saluran pendingin sepanjang 39,3 cm dengan diameter saluran pendingin sebesar 10 mm. Dan yang terpenting, *mould* produk tutup galon dispenser anti tumpah dapat digunakan pada mesin injeksi skala industri rumahan karena tidak melebihi kemampuan dan kapasitas injeksi serta *clamping force* mesin. Harga pokok

produksi dari produk tutup galon dispenser anti tumpah sebesar Rp 303,00 sehingga harga jual dapat lebih murah.

DAFTAR PUSTAKA

Gastrow, Hans., *et al.*, 1993, *Injection Moulds*, 2nd Edition, Hanser Publisher, Munich.

Sors, L., *et al.*, 1981, *Plastics Moulds and Dies*, New York

Dym, Joseph B., 1987, *Injection Molds and Molding : a Practical Manual*, Van Nostrand Reinhold, New York.

Stoeckhert, K., 1983, *Mould Making Handbook*, Macmillan Publishing Co., Inc., New York.

Technical and Further Education Comission, Manufacturing and Engineering Educational Services., 2000, *Mechanical Design Data Manual*, Bankstown N.S.W., Chapter 15.

<http://www.viewmold.com/Injection%20Mold%20Management/resin%20processing%20condition/LDPE%20processing%20condition.html> diakses pada Senin, 15 Mei 2017, Pukul 22:25 WIB.

http://www.engineeringtoolbox.com/water-thermal-properties-d_162.html diakses pada Selasa, 16 Mei 2017, Pukul 10:45 WIB.

Uddeholm Corrax, 2007, *Cutting Data Recommendation*, Swedia.