

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *MOLDING* BANCANGAN DENGAN SISTEM *SIDE GATE*

M. Chusnus Azhari¹, Agus Burhanudin²
Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Bandung

ABSTRAK

Produk yang terbuat dari plastik sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya bancangan. Untuk membuat produk bancangan diperlukan desain rancangan molding yang tepat, sehingga dapat mengurangi potensi timbulnya cacat pada produk. Pembuatan produk bancangan menggunakan proses injection molding. Perancangan molding Bancangan pada penelitian ini menggunakan metodologi yang dibuat oleh Michael J. French. Metode ini merupakan metode perancangan yang dimulai dari tahap perencanaan yang berdasarkan kebutuhan sehingga menghasilkan desain rancangan yang diinginkan. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan bahwa mesin Yan Hing JS300 dapat membuat 15 cavity berdasarkan gaya cekam mesinnya dan 4 cavity berdasarkan Kapasitas injeksi mesinnya. gaya cekam yang dibutuhkan cetakan sebesar 66,3684 ton, diameter runner dan gate di dapatkan 19,82 mm, dengan mempertimbangkan untuk mengurangi berat atau volume runner yang terbuang maka dimensi runner dibuat menjadi 8 mm. setelah melalui proses produksi ditemukan beberapa cacat dalam produk diantaranya cacat flashing, weldline dan air trapped, namun cacat produk yang dihasilkan masih dapat ditoleransi. Pada proses perancangan mold dimensi runner dan penempatan posisi gate dapat berpengaruh terhadap jumlah material yang mengalir ke produk, kualitas produk, dan pressure yang dibutuhkan saat pembentukan produk. Dan masih terdapat cacat pada produk yang di sebabkan oleh beberapa faktor.

Kata kunci : Desain, Injeksi Molding, Cacat Produk

ABSTRACT

Products made of plastic are often found in everyday life, one of which is bancangan. In order to make a design product, it is necessary to have the right molding design, so as to reduce the potential for defects in the product. Manufacture of design products using the injection molding process. Molding design The design of this study uses the methodology devised by Michael J. French. This method is a design method that starts from the planning stage based on needs so as to produce the desired design. Based on the calculation results, it is found that the Yan Hing

JS300 machine can make 15 cavities based on the engine's clamping force and 4 cavities based on the injection capacity of the engine. the required clamping force of the mold is 66.3684 tons, the diameter of the runner and gate is 19.82 mm, taking into account reducing the weight or volume of the wasted runner, the dimensions of the runner are made to 8 mm. after going through the production process several defects were found in the product including flashing, weldline and air trapped defects, but the resulting product defects could still be tolerated. In the mold design process, the dimensions of the runner and the placement of the gate position can affect the amount of material flowing into the product, product quality, and the pressure required when forming the product. And there are still defects in the product caused by several factors.

Keywords : *Design, Injection Molding, Product Deffect*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Plastik adalah suatu polimer yang memiliki sifat-sifat yang luar biasa. Material plastik yang digunakan dalam pembuatan produk plastik diantaranya *polypropylene*, *polyetilene*, *polystyrene*, dan lain-lain. Produk yang berbahan baku plastik pada saat ini sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Hal tersebut membuka peluang bisnis untuk para pengusaha untuk membuat produk yang terbuat dari bahan baku plastik, salah satunya bancangan.

Bancangan merupakan hiasan untuk menghiasi kepala wanita. Disamping untuk menghiasi kepala wanita, dipergunakan pula untuk menghiasi beberapa jenis sesajen atau sarana pemujaan

saat upacara keagamaan.

Proses pembuatan bancangan tersebut menggunakan teknik *injection molding*. *Injection molding* adalah metode pembentukan termoplastik dimana material yang di lelehkan akibat pemanasan *barrel*, di injeksikan oleh *plunger* kedalam cetakan yang didinginkan oleh aliran air sehingga mengeras. Material plastik yang terdapat di dalam *cavity* kemudian di tahan di dalam mold dibawah tekanan tertentu untuk menjaga adanya *shrinkage* selama produk mengalami pendinginan. Proses produksi menggunakan mesin injeksi ini tidak terlepas dari cacat produk seperti *sink mark*, *short shot*, *flash*, *flow mark*, *warpage*, *bubble* ataupun *weld line* yang

terjadi pada bagian-bagian tertentu.

Permasalahan umum yang sering terjadi pada *injection molding* adalah adanya penyusutan pada produk hasil proses injeksi. Dalam proses *injection molding* banyak parameter yang dapat mempengaruhi hasil injeksi. Adapun parameter-parameter tersebut adalah *holding time*, *inject time*, *cooling time*, *mold temperature*, dan lain-lain. Jika salah satu parameter tersebut diabaikan, maka hasil benda cetakan tersebut kurang baik antara lain akan timbul cacat *shrinkage* pada benda hasil cetakan (Santoso, 2014).

Shrinkage merupakan suatu cacat berupa perubahan dimensi produk hasil proses injeksi. Rancangan cetakan yang kurang optimal dapat mempengaruhi timbulnya beberapa jenis cacat yang mengakibatkan biaya produksi menjadi tinggi atau kurang efisien karena material banyak yang terbuang dan juga kualitas produk menurun dikarenakan banyak produk yang cacat. Rencana perancangan mold bancangan ini dapat menghasilkan 4 buah produk dalam sekali siklus.

1.2 Rumusan Masalah

Perlunya rancangan *design* cetakan plastik yang tepat dan efisien, sehingga mampu menghasilkan produk yang baik. Salah satu contoh permasalahan yang terjadi adalah cacat produk yang diakibatkan oleh penempatan posisi serta *design* dimensi *runner* dan *gate*, sehingga aliran cairan plastik tidak bisa mengisi ke seluruh rongga cetakan. Maka dari itu diperlukan adanya simulasi pengisian rongga cetak dengan menggunakan *software* untuk meminimalisir cacat produk. Bagaimana cara merancang mold tersebut agar dalam proses produksinya efektif dan sesuai harapan.

1.3 Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalah dalam perancangan *mold* bancangan ini adalah sebagai berikut :

- Bagaimana cara merancang *design mold* tersebut
- Bagaimana proses pembuatan pemesianan *design mold* tersebut
- Bagaimana cara meminimalisir cacat produk

1.4 Pembatasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya masalah dan mempermudah memahami permasalahan yang akan di

bahas maka perlu adanya batasan masalah, yaitu :

- Proses *design* dengan menggunakan *software fushion 360*.
- Proses program CNC dengan menggunakan *software solide edge*.
- *Design mold* hanya untuk proses *injection molding*
- *Design mold* dibuat sesuai dengan daftar tuntutan diantaranya :
 - a. *Design mold* disesuaikan dengan jenis mesin *injection plastic Yan Hing Machinery JS300*.
 - b. Material ABS (*Acrylonitrile butadiene styrene*)
 - c. *Mold base standart ACME* (PT. Allindo Coin Era Mas)
 - d. *Design mold* di *setting 4 cavity*.

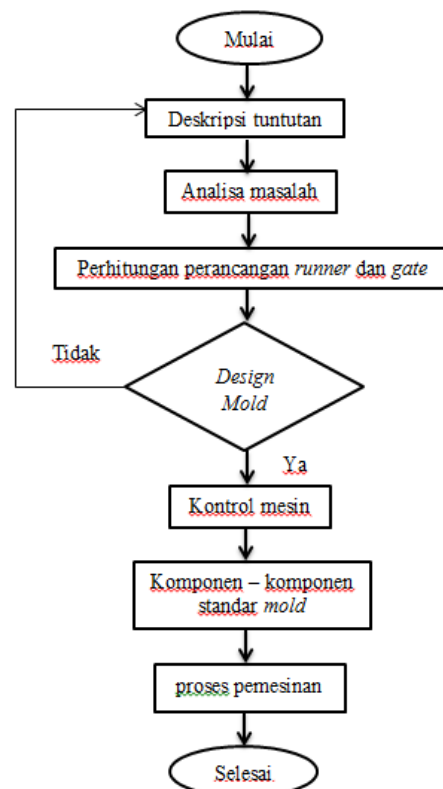
1.5 Maksud dan Tujuan Perancangan

Maksud dari perancangan ini adalah untuk merancang *design molding* yang tepat, sehingga dapat mengurangi potensi timbulnya cacat pada produk yang dihasilkan.

Tujuan dari perancangan yang dilakukan adalah untuk membuat *molding* yang tepat, sehingga dapat menghasilkan produk sesuai dengan yang diharapkan.

2. METODE PENELITIAN

Perancangan molding Bancangan pada penelitian ini menggunakan metodologi yang dibuat oleh Michael J. French. Metode ini merupakan metode perancangan yang dimulai dari tahap perencanaan yang berdasarkan kebutuhan sehingga menghasilkan desain rancangan yang diinginkan. Alasan dipilih metode French karena di nilai mampu mengakomodasi kebutuhan data secara lebih mudah untuk penulis dalam mengerjakan perancangan skripsi ini.

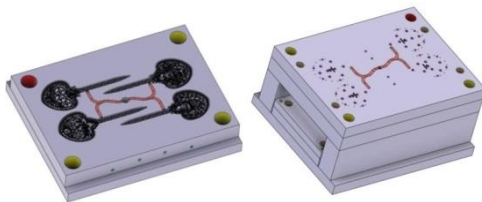


Gambar 2. 1 Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Langkah Perancangan

Proses perancangan mold bancangan ini terdiri dari beberapa tahap diantaranya, proses pemilihan material produk, penentuan *partingline*, perancangan *cavity* dan saluran material, pemilihan *mold base*, memilih material part aktif, perancangan sistem pendingin dan kontrol mesin injeksi..



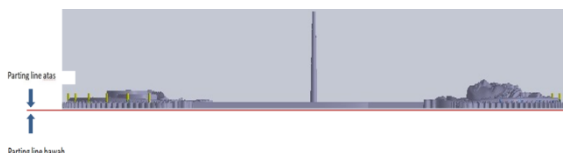
Gambar 3. 1 Rancangan mold bancangan

3.1.1 Material produk

Material yang dipakai untuk membuat bancangan ini adalah *thermoplastic* jenis ABS (*acrylonitrile butadiene styrene*) dengan nilai shrinkage 0.4 – 0.6% dan berat jenis 1.06 – 1.1 ρ g/cm³. Material ABS memiliki temperatur leleh plastik 180 - 240° C serta temperatur kerja cetakan 50 – 120° C.

3.1.2 Penentuan *Parting Line*

Penempatan *parting line* pada produk bancangan ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3. 1 *Parting line* produk

3.1.3 Perancangan *Cavity* dan Sistem Saluran Material

Untuk *cavity* di sesuaikan dengan permintaan, dimana jumlah *cavity* yang diminta sebanyak 4 *cavity*. Sistem saluran material atau *runner* dan *gate* yang dipilih adalah *runner circular cross section* sedangkan jenis *gate* yang di pilih adalah jenis *side gate* dengan mempertimbangkan dari segi bentuk produk, dimensi produk yang besar dan jumlah *cavity* 4.

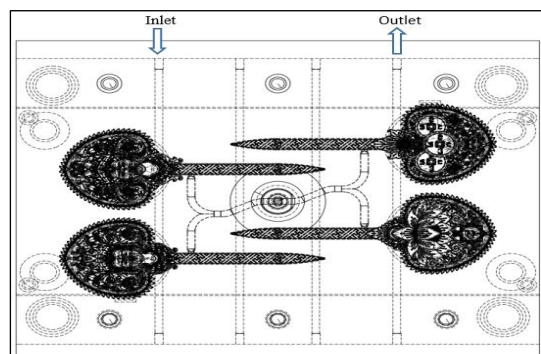
Berdasarkan pengalaman perusahaan dimensi *runner* dan *gate* pada mold bancangan ini dapat dihitung dengan rumus yang biasa digunakan oleh perusahaan, yaitu :

Tebal dinding maksimal produk = 18,32 mm

$$\begin{aligned} D &= S_{\max} + 1,5 \\ &= 18,32 \text{ mm} + 1,5 \\ &= 19,82 \text{ mm} \end{aligned}$$

3.1.4 Pemilihan *mold base*

Mold base yang dipilih adalah standar *mold base* ACME SC 5540 dengan



mempertimbangkan:

- Luas area terluar produk pada cetakan sesuai dengan kebutuhan.
- Pertimbangan alternatif sistem aliran pendinginan yang lebih banyak.
- *Opening molding* disesuaikan dengan spesifikasi mesin *injection molding* yang akan digunakan

3.1.5 Pemilihan Material Part Aktif

pemilihan material dipertimbangkan berdasarkan tuntutan yang antara lain:

- Kemampuan/ketahanan pakai
 - a. Tahan aus (*wear resistance*)
 - b. Tahan impact (*toughness*)
 - c. Tahan tekan (*compression strenght*)
 - d. Keras pada temperatur operasi
- Karakteristik
 - a. Kestabilan dimensi
 - b. Tahan panas
 - c. Pengerjaan
 - d. Mudah dikerjakan
 - e. Mudah diperbaiki

Untuk itu, material yang digunakan untuk pelat aktif adalah baja karbon sedang JIS S50C, sesuai dengan material yang dipasok dari *moldbase* ACME.

3.1.6 Perancangan Saluran Pendingin

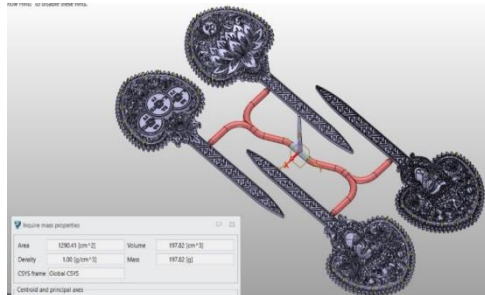
Sistem saluran pendingin ini berfungsi untuk mendinginkan produk dan menjaga temperatur cetakan agar dapat terjaga dengan stabil, maka dibuatlah saluran pendinginan. Melihat kontruksi mold yang di pilih, Pada mold bancangan ini terdapat pada bagian *cavity* dengan satu *inlet* dan satu *outle*.

Gambar 3. 3 Jalur pendingin mold bancangan

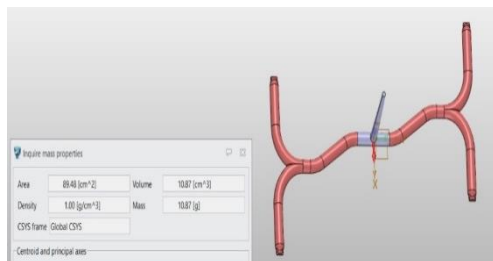
3.1.7 Kontrol Mesin Injeksi

- Jarak bukaan mesin
Kontrol kemampuan jarak bukaan mesin penting dilakukan sebagai langkah untuk memastikan bukaan pada mesin, sehingga pengeluaran produk bisa di proses oleh mesin. Jarak bukaan mesin maksimal 580 mm. Jarak antara *tie bar* 660 x 660 mm. Sedangkan dimensi cetakan 500 x 450 mm, yang artinya cetakan masuk pada mesin ini.
- Kontrol Kapasitas Injeksi
Kontrol kapasitas injeksi merupakan perbandingan antara jumlah *cavity* dengan kemampuan mesin mengisi jumlah *cavity* sesuai dengan data teknis dan parameter yang dimiliki (gambar 3.4) dan (gambar 3.5). Parameter yang digunakan dalam kontrol kapasitas injeksi mesin adalah berdasarkan gaya

cekam mesin dan kapasitas mesin.



Gambar 3. 4 Luas area dan volume produk



Gambar 3. 5 Luas area dan volume *runner* dan *gate*

- a. Berdasarkan gaya cekam mesin
Kontrol jumlah *cavity* berdasarkan gaya cekam mesin dapat dihitung dengan rumus :

$$N_1 = \frac{F}{(P \cdot A_p)} - \frac{A_r}{A_p}$$

Maka :

$$N_1 = \frac{2941995}{(150,306 \cdot 1290,41)} - \frac{89,48}{1290,41} = 15,09 \approx 15$$

- b. Berdasarkan kapasitas injeksi mesin
Kontrol jumlah *cavity* berdasarkan kapasitas injeksi mesin dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$N_2 = \frac{S_v}{(V_p + V_r)}$$

Maka :

$$N_2 = \frac{848 \text{ cm}^3}{(208,69 \text{ cm}^3)} = 4,06 \approx 4$$

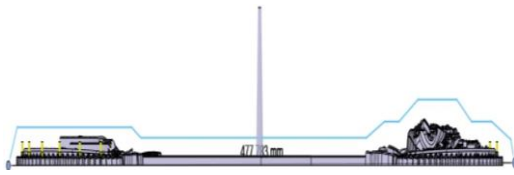
Berdasarkan perhitungan diatas, ada perbedaan hasil perhitungan antara hasil menurut gaya cekam mesin dan kapasitas injeksi mesin, berikut perbandingannya

Tabel 3. 1 perbandingan hasil perhitungan

	Jumlah cavity
Gaya cekam mesin	15 Cavity
Kapasitas injeksi mesin	4 Cavity

Berdasarkan hasil perhitungan dan tabel diatas didapatkan bahwa mesin Yan Hing JS300 dapat membuat 15 *cavity* berdasarkan gaya cekam mesinnya dan 4 *cavity* berdasarkan Kapasitas injeksi mesinnya. Dengan perhitungan tersebut mesin Yan Hing JS300 dengan kapasitas 300 ton dapat memenuhi syarat untuk pembuatan produk bancangan.

- Kontrol Gaya Cekam Mesin
Untuk perhitungan gaya cekam mesin (*clamping force*) cetakan dapat dihitung menggunakan data – data sebagai berikut.



Gambar 3. 6 Area *Flow Path*
(panjang jalur aliran)

- a. (gambar 3. 6)
menunjukkan *Flow Path*
(L_p) = 477,7 mm
- b. Luas Proyeksi Produksi
(A_{proj}) = Panjang produk
x Lebar produk =
12.641,6 cm²
- c. Tebal Dinding Produk (T)
= 18,32 mm

Untuk menghitung gaya
cekam (*clamping force*)
dihitung dengan rumus
sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P_{sf} &= L_p \times f_s \\
 P_{sf} &= 47,77 \text{ cm} \times 0,11 \\
 &\text{kg/cm}^3 \\
 &= 5,25 \text{ kg/cm}^2 \\
 F_c &= P_{sf} \times A_{proj} \\
 F_c &= 5,25 \text{ kg/cm}^2 \times \\
 &12.641,6 \\
 &\text{cm}^2 \\
 &= 66.368,4 \text{ kg} \\
 &= 66,3684 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan
perhitungan didapat gaya
cekam yang dibutuhkan
cetakan sebesar 66,3684 ton
yang artinya cetakan dapat di
proses pada mesin Yan Hing
JS300.

3.2 Proses pemesinan

Proses pemesinan mold
bancangan semua komponennya
di proses menggunakan mesin
CNC milling, baik proses milling
maupun proses pengeboran.

3.3 Perhitungan parameter proses pemesinan

Perhitungan parameter
proses pemesinan ini bertujuan
untuk mendapatkan parameter
mesin yang tepat, agar hasil
machining yang dihasilkan sesuai
dengan yang diharapkan.

3.3.1 Proses milling

Pada proses milling
untuk membuat komponen-
komponen mold,
menggunakan banyak
diameter pahat potong untuk
proses pembuatannya
diantaranya Ø16mm

- Nama Komponen : *Support Plate*
- Proses Pemesinan : proses pembuatan lubang *spring ejector* Ø52mm sedalam 25 mm
- Jenis pahat : Pahat *insert* Ø16mm
- Jumlah gigi (z) : 2 pcs
- Kecepatan potong (V_c) : 150m/min
- Rpm (n) : $n = \frac{V_c \times 1000}{(\pi \times 16)}$
 $= \frac{150 \times 1000}{(\pi \times 16)}$

$$= 2.984 \text{ rpm}$$

- Pemakanan (f) : 0.16 mm/rev
- Kecepatan pemakanan (Vf) :

$$Vf = f \times n \times z$$

$$= 0.16 \text{ mm/rev} \times 2.984 \text{ rpm} \times 2$$

$$= 954,88 \text{ mm/min}$$

3.3.2 Proses pengeboran

Pada proses pengeboran untuk membuat komponen mold, menggunakan banyak diameter bor untuk proses pembuatan lubangnya diantaranya Bor HSS Ø6

- Nama Komponen : *core plate*
- Proses pemesinan : pembuatan lubang *ejector puller* Ø6 mm
- Jenis pahat : Bor HSS Ø6 mm
- Kecepatan potong (V_c) : 15 m/min
- Rpm (n) : $n = \frac{V_c \times 1000}{(\pi \times d)}$

$$= \frac{15 \times 1000}{(\pi \times 6)}$$

$$=$$

$$795,77 \text{ rpm}$$

- Pemakanan (f) = 0,07 mm/rev
- Kecepatan pemakanan (Vf) :

$$Vf = f \times n$$

$$= 0,07 \text{ mm/rev} \times 795,77 \text{ rpm}$$

$$= 55,7 \text{ mm/min}$$
- Panjang pemakanan (L_t) : 25 mm
- Waktu potong (T_c) :

$$T_c = \frac{L_t}{V_f}$$

$$= \frac{25}{55,7} = 0,45 \text{ menit}$$

3.4 Hasil rancangan dan pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan diameter *runner* dan *gate* di dapatkan 19,82 mm, akan tetapi menurut teori apabila hasil perhitungan diameter *runner* lebih besar dari 10 mm maka diambil 10 mm. Dengan mempertimbangkan untuk mengurangi berat atau volume *runner* yang terbuang maka dimensi *runner* dibuat menjadi 8 mm.

Hasil perancangan telah melalui proses produksi, dan ditemukan beberapa cacat dalam produk. Cacat produk yang ditemukan adalah cacat *flashing*, *weldline* dan *air trapped*, namun cacat produk yang dihasilkan masih dapat ditolerir.

- Cacat *flashing*
Cacat *flashing* adalah cacat yang terjadi pada produk yang menyisakan material lebih yang ikut membeku di pinggir produk.



Gambar 3. 7 Cacat *flashing*

a. Penyebab :

- 1) Kurangnya tekanan *clamping* menyebabkan adanya rongga pada cetakan sehingga ada kebocoran material
- 2) *Feeding* berlebih (tekanan ataupun volume injeksi), menyebabkan adanya material berlebihan
- 3) Viskositas dari material yang kurang sesuai

b. Pemecahan :

- 1) Penambahan tekanan *clamping* sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan mesin
- 2) Mengurangi tekanan dan volume injeksi
- 3) Penggantian material dengan *grade* yang memiliki laju aliran yang lebih sesuai, atau bisa juga dengan mengurangi temperatur material

• Cacat *weldline*

Cacat *weldline* adalah cacat garis akibat sambungan pada produk yang terbentuk akibat pertemuan aliran lelehan polimer yang telah dingin.



Gambar 3. 8 Cacat *Weldline*

a. Penyebab :

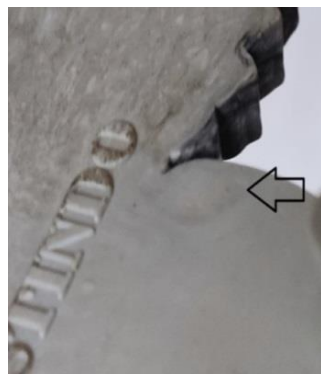
- 1) Temperatur material yang diatur kurang tinggi, menyebabkan pangkal aliran cepat membeku sehingga tidak dapat menyatu
- 2) *Speed injection* yang terlalu lambat, menyebabkan material mengalir secara lambat dan membeku sebelum pertemuan aliran bersatu dengan baik
- 3) Tekanan dan waktu injeksi tidak cukup, menyebabkan material membeku sebelum terisi penuh dan cukup padat

b. Pemecahan :

- 1) Temperatur *barrel* perlu di tambah sehingga material lebih lama cair dan menyatu
- 2) Tingkatkan *speed injection* dan *pressure injection*
- 3) Penambahan *holding pressure* dan *holding time*

• Cacat *air trapped*

Cacat *air trapped* adalah cacat yang di akibatkan oleh udara yang terjebak dalam produk. Biasanya terjadi pada saat proses injeksi, udara tidak sempat keluar pada saat material plastik memasuki *cavity* atau disebabkan oleh gas yang tercampur dengan material cair dalam *screw*.



Gambar 3. 9 Cacat *air trapped*

a. Penyebab :

- 1) Kecepatan aliran dan tekanan terlalu tinggi sehingga udara tidak sempat keluar dalam rongga
- 2) *Holding pressure* terlalu rendah
- 3) Pada *partingline* tidak ada *die venting*

b. Pemecahan :

- 1) Kecepatan aliran dan *clamping force* diturunkan agar udara dapat keluar dari cetakan

2) *Holding pressure* ditambah

3) Tambahkan *die venting* pada *partingline* 0,02 mm

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Dari keseluruhan proses perancangan dan pembuatan, sampai perhitungan mold bancangan ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada proses perancangan mold dimensi *runner* dan penempatan posisi *gate* dapat berpengaruh terhadap jumlah material yang mengalir ke produk, kualitas produk, dan *pressure* yang dibutuhkan saat pembentukan produk.
2. Dari perhitungan yang telah dilakukan maka mesin Yan Hing JS300 dapat memproduksi produk bancangan, berdasarkan perhitungan gaya cekam mesin mampu menghasilkan 15 *cavity* dan berdasarkan kapasitas injeksi mesin mampu menghasilkan 4 *cavity*.
3. Menentukan parameter pahat potong pada proses pemesinan sangat berpengaruh terhadap hasil kehalusan *machining* mold dan panjang umur pahat
4. Pada hasil perancangan

masih terdapat cacat pada produk yang disebabkan oleh beberapa faktor, namun cacat pada produk masih bisa ditolerir.

4.2 Saran

1. Untuk menghasilkan produk yang lebih baik, sebaiknya hasil perancangan mold di simulasikan terlebih dahulu agar cacat pada produk dapat lebih diminimalisir
2. Untuk mengantisipasi kerusakan pada cetakan sebaiknya pada *plate cavity* dan *plate core* di bagian produk menggunakan *system insert*, sehingga ketika terjadi kerusakan pada cetakan (mold) tidak harus membuat ulang cetakan, hanya mengganti bagian insert produknya saja

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gunanto, A. Pramono, Joko. (2019). *Teknik Pemesinan Frais*. Yogyakarta: Andi Publisher
- [2] Kazmer, O. D. (2016). *Injection Mold Design Engineering second edition*. Hanser
- [3] Kennedy P, Zheng R. (2013). *Flow Analysis of Injection Molds second edition*. Hanser
- [4] Moayyedean, Mehdi. (2019). *Intelligent Optimazation of Mold Design and Process Parameters in Injection Molding*. Springer
- [5] Noviyanto. T, Maulana. E, Djadmiko E. (10 Oktober 2021) *Perancangan Mesin Pemilah Sampah Kapasitas 50Kg/Jam*. Jurnal Ilmiah Indonesia, Vol. 6, No. 10,.
- [6] P.Groover, M. (2012). *Foundamentals Of Modern Manufacturing,Prosses And System Fifth Edition*. United States Of America: John Wiley & Sons, Inc.
- [7] Permana Henry, Topan, Anwar Syahrul. (2021). *Produksi Proses Komponen Plastik Flip Flop dengan Mesin Injeksi Molding Type Hidrolik*. Jurnal baut dan manufaktur Vol.03, no. 02,
- [8] Santoso, Slamet Teguh. (2014). *Proses Produksi dan Perawatan Mesin Injection Molding*, Bekasi: Politeknik

Gunakarya Indonesia

- [9] Wibawanto. (2017). *Desain dan Pemrograman Multimedia Pembelajaran Interaktif*. Jember : Cerdas Ulet Kreatif
- [10] Yudhyadi, I.G.N.K, Rachmanto Tri, Ramadan Adnan Dedy.(2016). *Optimasi Parameter Terhadap Waktu Proses pada Pemrograman CNC Milling dengan Berbasis CAD/CAM*. *Dinamika teknik mesin*, volume 6 no.1
- [11] Yulianto Irwan, Rspiandi, Prasetyo Hendro. (2014). *Rancangan Desain Mold Produk Knob Regulator Kompor Gas pada Proses Injection Molding*. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, volume no.03 vol.02

