

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *MOLDING MANGKUK KOTAK BALI* DENGAN SISTEM *SLIDER*

M. Chusnul Azhari¹, Teguh Nuryana²

Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala Bandung

ABSTRAK

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 adalah mangkuk kotak bali. Proses pembuatan mangkuk kotak bali tersebut menggunakan teknik injection molding. Maksud dari perancangan ini adalah untuk merancang *design molding* yang baik, sehingga dalam proses produksinya dapat mengurangi cacat pada produk yang dihasilkan. Salah satu contoh permasalahan yang terjadi adalah cacat produk yang diakibatkan oleh penempatan posisi serta *design slider*. Perancangan molding Mangkuk kotak bali pada penelitian ini menggunakan metodologi *Research and Development* (R&D). Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan bahwa mesin Yan Hing JS300 dapat membuat 11 cavity berdasarkan gaya cekam mesinnya, dan 3 cavity berdasarkan Kapasitas injeksi mesinnya. gaya cekam yang dibutuhkan cetakan sebesar 26,5 ton. Langkah perancangan *slider* yaitu menentukan material *slider*, menentukan jumlah *slider* yang akan digunakan, menentukan dimensi *slider*, menentukan jarak bukaan *slider*, membuat per penarik, menentukan ukuran per penarik, menentukan dimensi serta kemiringan *angular*. setelah melalui proses produksi ditemukan beberapa cacat dalam produk diantaranya cacat flashing, weldline dan airtraped yang terbukti pada simulasi pun banyak diperlihatkan. Pada proses perancangan mold masih terdapat cacat pada produk yang di sebabkan oleh beberapa faktor, namun cacat pada produk masih bisa di toleransi.

Kata kunci :Desain,Injeksi Molding,Cacat Produk

ABSTRACT

Products made from plastic raw materials at this time are often encountered in everyday life. This opens up business opportunities for entrepreneurs to make products made from plastic raw materials, one of which is the bali box bowl. The process of making the bali box bowl uses injection molding techniques. The purpose of this design is to design a good molding design so that, in the production process, it can reduce defects in the products produced. One example of the problems that occur is product defects caused by the positioning and design of the slider. The design of the Balinese box bowl molding in this study uses the Research and Development (R&D) methodology. Based on the calculation results, it is found that the Yan Hing JS300 machine can make 11 cavities based on the machine's gripping force and 3 cavities based on the machine's injection capacity. The gripping force required by the mold is 26.5 tons. The slider design steps are determining the slider material, determining the number of sliders to be used, determining the dimensions of the slider, determining the slider opening distance, making a puller, determining the size of the puller, determining the dimensions, and determining the angular tilt. After going through the production process, several defects were found in the product, including flashing, weldline, and air-trapped defects, which were proven in the simulation. Many are shown. In the mold design process, there are still defects in the product caused by several defects.

Keywords :Design,Injection Molding,Product Defect

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*, *polyethylene*, *polystyrene*, dan lain-lain (Awwaluddin ,2017). 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 adalah mangkuk kotak bali. Mangkuk kotak bali dipergunakan untuk beberapa jenis sesajen pemujaan saat upacara keagamaan.

Proses pembuatan mangkuk kotak tersebut menggunakan teknik *injection molding*. *Injection molding* adalah metode pembentukan termoplastik dimana material yang dilelehkan akibat pemanasan *barel*, 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 (Kamaruddin,2018). Proses produksi menggunakan mesin injeksi ini tidak terlepas dari cacat produk seperti *sinkmark*, *shortshot*, *flash*, *flowmark*, *warpage*, *bubble* ataupun *weldline* 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 di abaikan, makahasil 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 hasilproses injeksi. Rancangan cetakan yang kurang optimal dan pengaruh parameter proses injeksi 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* mangkuk kotak bali ini dapat menghasilkan1buah 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 *designsilder*, sehingga

aliran cairan plastik tidak bisa mengisi keseluruhan rongga cetakan. Maka dari itu diperlukan adanya simulasi pengisian rongga cetak dengan menggunakan software untuk meminimalisir cacat produk. Bagaimana cara merancang *mold* tersebut sehingga dalam proses pembuatan produksinya lebih efektif dan sesuai harapan.

1.3 Identifikasi Masalah

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

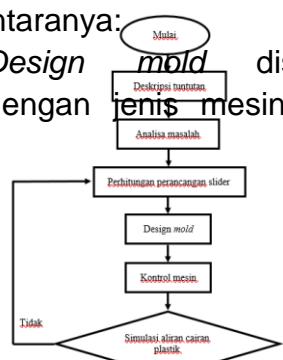
1. Bagaimana cara merancang *design slider mold* tersebut
2. Bagaimana proses pembuatan pemesinan *design mold* tersebut
3. Bagaimana cara meminimalisir cacat produk.

1.4 Pembatasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya masalah dan mempermudah memahami permasalahan yang akan dibahas maka perlu adanya batasan masalah,yaitu:

1. Proses *design* dengan menggunakan software *fushion 360 forstudent*.
2. Proses program CNC dengan menggunakan software *solide edge*.
3. Proses simulasi injeksi dengan menggunakan software *Mold Flow*.
4. *Design mold* hanya untuk proses *injection molding*
5. *Design mold* dibuat sesuai dengan daftar tuntutan diantaranya:

- a. *Design mold* disesuaikan dengan jenis mesin *injection*



plastic Yan Hing Machinery JS 300.

- b. Material ABS (*Acrylonitrile butadiene styrene*)
- c. *Mold base standart FTB* (Futaba Tecno Berlian)

1.5 Maksud dan Tujuan Perancangan

Maksud dari perancangan ini adalah untuk merancang *design molding* yang baik, sehingga dalam proses produksinya dapat mengurangi cacat pada produk yang dihasilkan.

Tujuan dari perancangan yang dilakukan adalah untuk menghasilkan produk yang baik dan sesuai dengan yang diharapkan.

2. METODE PENELITIAN

Perancangan ini menggunakan metode penelitian *Research and Development* (R&D). Menurut Sugiyono (2016: 407), *Research and Development* (R&D) merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut.

Kemudian menurut Nusa Putra (2015: 67), *Research and Development* (R&D) merupakan metode penelitian secara sengaja,sistematis,untuk menemukan,memperbaiki,mengembangkan, menghasilkan, maupun menguji keefektifan produk,model, maupun metode/ strategi/cara yang lebih unggul, baru, efektif, efisien, produktif, dan bermakna.

3. PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Langkah perancangan

3.1.1 Material Produk

Material yang dipakai untuk membuat mangkuk kotak bali ini adalah thermo plastic jenis ABS(*acrylonitrile butadiene styrene*) dengan nilai shirnkage 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.

Material ABS memiliki tingkat kekakuan yang tinggi, kekuatan benturan yang baik, ketahanan abrasi dan regangan yang baik, stabilitas dimensi yang tinggi, dan kecerahan permukaan yang bagus.

3.1.2 Penyusutan Produk

Acrylonitrile butadiene styrene atau biasa disebut ABS dalam dunia plastic memiliki nilai penyusutan 0,4 – 0,6 % berdasarkan tabel (lampiran). Angka tersebut tidak baku, karena beberapa parameter pengaruh, diantaranya pressure, temperature, injection rate, tebal dinding produk, dan jarak/posisi gate.

3.1.3 Jumlah Cavity

Jumlah cavity pada *mold mangkuk kotak* ini adalah 1 cavity, sesuai keinginan customer dan dilihat dari ukuran produk yang lumayan besar dan memiliki profil batik supaya proses injeksi lebih efektif.

3.1.4 Perancangan *Slider*

Langkah awal dalam perancangan *slider* ini antara lain

1. Menentukan material *slider*

Baja perkakas SKD 11 (JIS) / ASSAB XW-42 / AISI D2 secara umum masuk kelompok baja perkakas dengan karbon dan chromium tinggi, disertai dengan unsur paduan lain terutama molybdenum dan vanadium. Dalam penggunaannya baja SKD 11 direkomendasikan untuk perkakas yang membutuhkan daya tahan aus yang tinggi, yang dikombinasikan dengan ketangguhan yang sedang (Kusuma dkk, 2013).

Pada komponen *slider* ini akan sering mengalami gesekan karena untuk mendorongnya. Terdapat beberapa komponen yang akan terus bergesekan dengan *slider* ini yaitu *locking block, rails*, dan lantai *core plate*.

2. Menentukan jumlah *slider* yang akan digunakan, pada *mold mangkuk kotak* ini terdapat 4 *slider*, dipertimbangkan berdasarkan bentuk dasar produk yaitu persegi 4, jadi jumlah *slider* yang cocok dan efisien untuk *mold* ini yakni 4 buah.

3. Setelah mendapatkan jumlah *slider* yang akan digunakan, selanjutnya menentukan dimensinya, dimensi produk yakni dengan meninjau ukuran panjang dan tinggi produk. yakni, bentuk dan ukuran bidang kontak pada *insert core* yang nantinya akan kontak dengan *slider* pada saat kondisi rapat/tutup. lalu

didapati ukuran panjang, lebar dan tinggi produk yaitu 205mm x 205mm x 45mm. maka didapat dimensi *slider* 230 x 83,8 x 55.

Gambar 3.1 Tinggi Produk

- Menentukan jarak bukaan *slider* untuk mengeluarkan produk dari area cetak. Dalam hal ini diperlukan jarak bukaan yang aman agar produk bisa dikeluarkan dengan bebas dan menghindari produk- tersangkut *slider*.

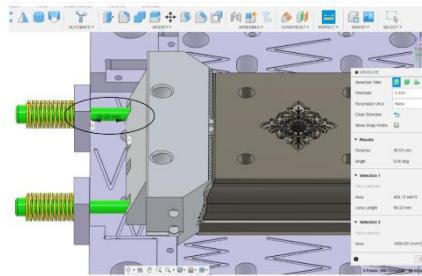
Gambar 3.2 Jarak *Slider* ke Stopper saat keadaan menutup.

Saat bukaan harus dipastikan *slider* terbuka dengan jarak aman terhadap produk keluar dan *insert core*, terlihat pada Gambar 3.3 *slider* terbuka ke jarak aman dari produk dan *insert core* hal ini bertujuan agar produk tidak tersangkut saat akan di eject. Jarak bukaan yakni 35mm (dilihat dari Gambar 3.3) dari bidang kontak *slider* ke bidang kontak *insert core*, begitu pun jarak dari ujung *slider* ke stopper yakni 35.

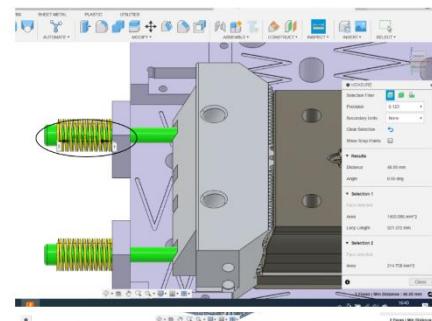
Gambar 3.3 Jarak bidang kontak *slider* dengan *insert core* saat terbuka.

- Membuat penarik atau penggerak

slider pada saat bukaan, pada mould mangkuk kotak ini terdapat dua komponen penggerak diantaranya *angular* dan per

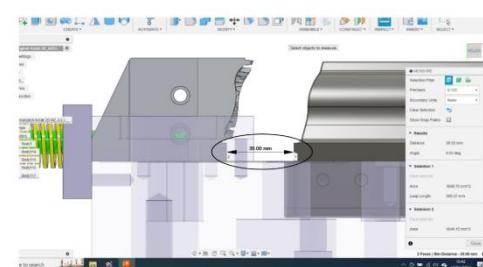


penarik, untuk per penarik ini menggunakan *CSF* dan untuk *pin angular* nya menggunakan *RPN*.



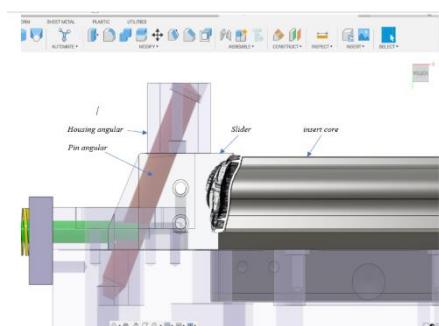
Gambar 3.4 Jarak stopper bolt ke stopper atau ukuran per saat *slider* menutup.

- Menentukan ukuran per penarik ini didasari oleh jarak bukaan *slider* dan ukuran diameter stopper bolt, jarak stopper bolt ke stopper yakni 46mm (Gambar 3.4) saat *slider* dalam keadaan menutup, lalu ditambah jarak ujung *slider* ke stopper yakni 35mm (Gambar 3.2) , maka $46\text{mm} + 35\text{mm} = 81\text{mm}$, maka

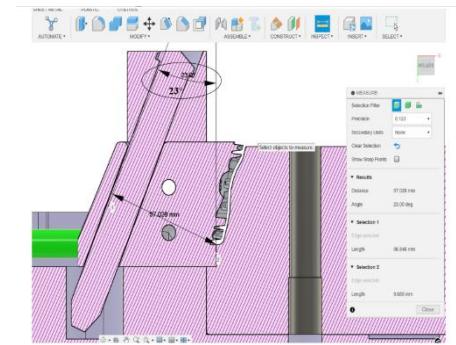


panjang per penarik yang dibutuhkan 81mm, akan tetapi per standar / CSF tidak ada yang berukuran 81mm, yang ada dalam range ukuran ini adalah 80-90mm maka yang diambil yang lebih panjang namun tetap akan dipotong menjadi panjang 81mm nantinya.

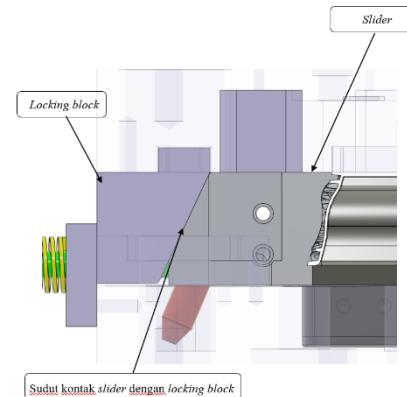
- Menentukan dimensi serta sudut kemiringan *angular*, fungsi *angular* itu sendiri dalam *molding* adalah sebagai penggerak awal *slider* saat akan menutup sebelum *slider* kontak dan ter dorong oleh *locking block* yang mana *locking block* ini sebagai penggerak utama sekaligus pengunci *slider* saat menutup dan juga pembantu *slider* saat akan membuka, menghindari hentakan saat ditarik per penarik, hal ini juga yang mempengaruhi umur per penarik karena tugas per penarik tidak terlalu berat untuk menarik *slider* terus menerus. Pada Gambar 3.6 didapat sudut kemiringan sebesar 23° , hal ini ditentukan atas dasar jarak bukaan *slider*, dan tinggi *slider*.



Gambar 3.5 konstruksi angular terhadap slider.



Gambar 3.6 sudut kemiringan angular.

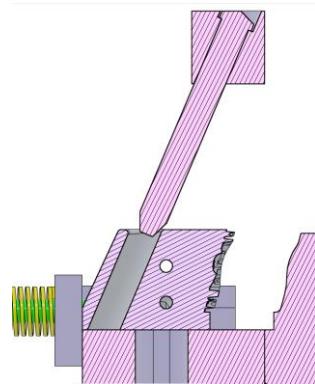


Gambar 3.7 Sudut kemiringan kontak slider dengan locking block.

Sudut kontak antara *slider* dengan *locking* memiliki nilai yang berbeda dengan kemiringan *angular* hal ini bertujuan agar pada saat kontak pertama kali *slider* dengan *locking*, tidak berbenturan atau berada pada permukaan datarnya, jadi itulah fungsi lanjutan *angular* tadi yaitu untuk menjaga agar tidak terjadi benturan antara *slider* dengan *locking*. Biasanya sudut

kemiringan permukaan yang kontak ini 2-3° lebih besar dibandingkan dengan sudut kemiringan *angular*.

Pada gambar 3.8 bisa dilihat saat mulai membuka, *slider* mengikuti dorongan dari *angular* (Gambar 3.8), hingga sampai bebas, setelah *angular* bebas maka otomatis per penarik langsung sigap menarik *slider* sampai menyentuh stopper (Gambar 3.9)



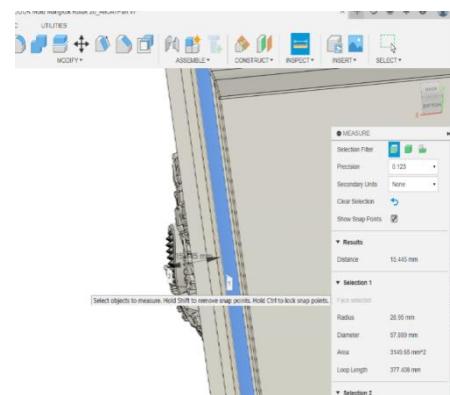
Gambar 3.8 posisi *slider* saat *angular* naik.

Gambar 3.9 Posisi *slider* saat *angular* bebas.

3.1.5 Sistem Saluran Material

Sistem saluran material atau *runner* dan *gate* yang digunakan adalah *sprue gate* dengan meninjau dimensi produk agar proses lebih mudah dan lebih cepat karena material plastik langsung masuk dari *sprue* ke rongga cetak agar dapat terisi penuh. Pemilihan sistem *runner* ini

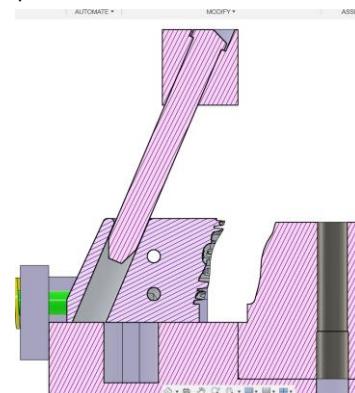
mempertimbangkan dari segi bentuk produk, dimensi produk yang besar dan jumlah cavity 1.



Gambar 3.10 Tebal maksimal produk mold mangkuk kotak.

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

$$\begin{aligned} \text{Tebal dinding maksimal produk} \\ = 15,45 \text{ mm} \\ D = S_{\max} + 1,5 = 15,45 \text{ mm} + 1,5 \\ = 16,95 \text{ mm} \end{aligned}$$



3.1.6 Pemilihan *mold base*

Dilihat dari gambar yang telah dibuat, maka ada beberapa *mold base* standar yang dapat dipilih.

Diantaranya standar *mold base* FTBSC4045 A60 B86 C120 JT, yang memiliki luas area efektif untuk produk lebih luas.

Dengan beberapa pertimbangan, *mold base* yang dipilih adalah stand *armold base* FTB SC 4045 A60 B86 C120 JT dengan mempertimbangkan:

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

3.1.7 Pemilihan Material Part Aktif

Menentukan material part aktif ada beberapa hal yang wajib di perhatikan diantaranya :

1. Kemampuan / ketahanan pakai

- a. Tahan aus (*wearer sistance*)

Matrial yang digunakan juga harus tahan aus untuk memproduksi ribuan produk secara terus menerus / continuous.

- b. Tahan impact (*toughness*)

Berhubungan dengan cara kerja *mould mangkuk kotak* ini, dimana saat membuka cetakan dan saat menutup ada impact atau benturan antar matrial komponen seperti misal *slider* beradu dengan *insert core*, lalu *slider* dengan *housing angular* /rumah *angular* pada saat proses penutupan.

- c. Tahan tekan (*compression strength*)

- d. Keras pada temperature operasi

Hal seperti ini penting sekali mengingat setiap kali shot atau menginjeksi material produk pasti matrial *mold* akan menerima hantaran panas dari temperatur bahan plastic yang masuk ke area cetak, oleh karenanya matrial *mold* ini harus tetap keras pada temperature operasi dan tidak juga terjadi melenting atau defleksi material.

- e. Tahan gesekan

Pada konstruksi *mold* yang menggunakan *slider* pastinya tidak akan luput dari yang namanya gesekan karena *slider* itu sendiri bergerak maju-mundur pada lintasan geraknya dengan bergesekan dengan komponen lainnya seperti *locking block*, *rails*, dan lantai *core plate*. Maka material yang digunakan pun haruslah tahan gesek, oleh karena itu biasanya *slider* menggunakan material SKD 11 yang dengan komposisi material yaitu C 1,55%, Cr 11,60%, Mo 0,80%, Mn 0,30%, Si 0,30%, yang nilai kekerasan tertingginya bisa mencapai 63,5 HRC apabila dilakukan *heat treatment* dan di *tempering* dengan suhu 500°C.

2. Karakteristik

- a. Kestabilan dimensi

- b. Tahan panas

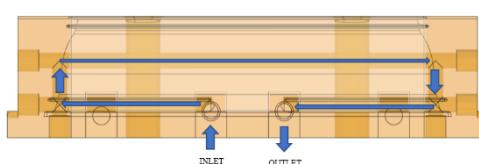
- c. Pengeraan
- d. Mudah dikerjakan
- e. Mudah diperbaiki

Untuk itu, material yang digunakan untuk pelat aktif adalah baja karbon sedang JISS45C, sesuai dengan material yang dipasok dari mold base FTB. JIS S45C memiliki komposisi C 0.45, Si 0.2, Mn 0.75, Ni maksimal 0.2 dan Cr maksimal 0.2.

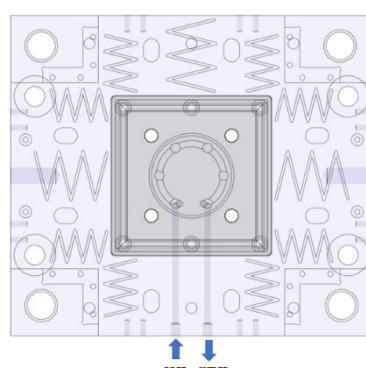
3.1.8 Perancangan Saluran Pendingin

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 mangkuk kotak ini terdapat pada bagian *insert cavity*, *slider*, *insert core* dengan satu *inlet* dan satu *outlet*.

Gambar 3.11 Jalur pendingin pada bagian Insert Cavity.



Gambar 3.12 Jalur pendingin pada bagian Slider.



Gambar 3.13 Jalur pendingin pada bagian Insert Core

3.1.9 Kontrol Mesin Injeksi

1. Jarak bukaan mesin
Kontrol kemampuan jarak bukaan mesin penting dilakukan sebagai langkah untuk memastikan bukaan pada mesin, sehingga pengeluaran produk bisa diproses oleh mesin. Jarak bukaan mesin maksimal 580 mm. Jarak antara *tie bar* 660 x 660 mm yang dapat dilihat pada (lampiran). Sedangkan dimensi cetakan 400x450 mm, yang artinya cetakan masuk pada mesin ini.

2. 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. Parameter yang digunakan dalam kontrol kapasitas injeksi mesin adalah berdasarkan gaya cekam mesin dan kapasitas mesin.

- a. Berdasarkan gaya cekam mesin

Jumlah cavity berdasarkan gaya cekam mesin dapat dihitung dengan rumus

Keterangan:

N_1 = Jumlah cavity

F = gaya cekam mesin

= 300Ton

$$\begin{aligned}
 &= 2.941.995 \text{ N} \text{ (lampiran)} \\
 P &= \text{Tekananinjeksi} \\
 &= 1474 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 150,306 \text{ N/cm}^2 \text{ (lampiran)} \\
 A_p &= \text{Luas proyeksi produk} \\
 &= 1761 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$A_r =$

	L u s	Jumlah cavity
Gaya cekam mesin	a	11 Cavity
Kapasitas injeksi mesin	r	3 Cavity

yek sirunner

$$= 8,4 \text{ cm}^2$$

Maka :

$$\begin{aligned}
 N_1 &= \frac{F}{(P \cdot A_p)} - \frac{A_r}{A_p} \\
 N_1 &= \frac{2941995}{(150,306 \cdot 1761)} - \frac{8,4}{1761} \\
 &= 11.105 \approx 11 \text{ Cavity}
 \end{aligned}$$

b. Berdasarkan kapasitas injeksi mesin

Berdasarkan(Gambar 4.11 luas area dan volume produk) dan (Gamba r4.12 luas area dan volume runner dan gate) didapatkan volume produk sebesar $244,3 \text{ cm}^3$ dan volume runner sebesar $0,94 \text{ cm}^3$. Diketahui volume produk + volume runner = $245,24 \text{ cm}^3$.

Jumlah cavity berdasarkan kapasitas injeksi mesin dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

Keterangan:

$N_2 =$ Jumlah cavity

$$\begin{aligned}
 S_v &= \text{Shot volume mesin} \\
 &= 848 \text{ cm}^3 \text{ (lampiran)} \\
 V_p + V_r &= \text{Volume produk} \\
 &= 245,24 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned}
 N_2 &= \frac{S_v}{(V_p + V_r)} \\
 N_2 &= \frac{848 \text{ cm}^3}{(245,24 \text{ cm}^3)} \\
 &= 3,45 \approx 3 \text{ Cavity}
 \end{aligned}$$

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

Tabel 4.2 perbandingan hasil perhitungan



Berdasarkan hasil perhitungan dan tabel diatas didapatkan bahwa mesin Yan Hing JS300 dapat membuat 11 cavity berdasarkan gaya cekam mesinnya dan 3 cavity berdasarkan Kapasitas injeksi

mesinnya. Dengan perhitungan tersebut mesin Yan Hing JS300 dengan kapasitas 300 ton dapat memenuhi syarat untuk pembuatan produk mangkuk kotak.

3. Kontrol Gaya Cekam Mesin

Untuk perhitungan gaya cekam mesin (*clamping force*) cetakan dapat dihitung menggunakan data-data sebagai berikut.

Flow Path (Lp)

$$= 293,3 \text{ mm} = 29,33 \text{ cm}$$

Luas Proyeksi Produksi (Aproj)= Panjang produk x Lebar produk

$$= 293,3 \text{ mm} \times 205,4 \text{ mm}$$

$$= 60.243,8 \text{ mm}^2$$

$$= 6.024,4 \text{ cm}^2$$

Tebal Dinding Produk(T)

$$= 15,45 \text{ mm}$$

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

$$Fc = Ps_f \times A_{\text{proj}}$$

$$Ps_f = L_p \times f_s$$

Keterangan:

$$Fc = \text{gaya cekam}$$

Ps_f = tekanan isi spesifik (*specific internal pressure*)

A_{proj} = luas proyeksi produk

L_p = *flow path* (panjang jalur aliran)

f_s = faktor ketebalan dinding

Dari tabel faktor ketebalan dinding (lampiran).untuk ketebalan 15,45 mm ternyata diluar tabel. Jadi penulis mencoba dengan cara

ekstrapolasi sehingga didapatkan nilai f_s = $0,15 \text{ kg/cm}^3$

Maka:

$$Ps_f = L_p \times f_s$$

$$Ps_f = 29,33 \text{ cm} \times 0,15 \text{ kg/cm}^3$$

$$= 4,4 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fc = Ps_f \times A_{\text{proj}}$$

$$Fc = 4,4 \text{ kg/cm}^2 \times 6.024 \text{ cm}^2$$

$$= 26.505,6 \text{ kg}$$

$$= 26,5 \text{ ton}$$

Berdasarkan perhitungan didapat gaya cekam yang dibutuhkan cetakan sebesar 26,5 ton yang artinya cetakan dapat di proses pada mesin Yan Hing JS 300.

3.2 Hasil rancangan dan pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan diameter *runner* dan *gate* di dapatkan 16,95mm, 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* mengikuti standar part yakni *sprue*.

Hasil perancangan telah melalui proses produksi, dan ditemukan beberapa cacat dalam produk. Cacat produk yang ditemukan adalah cacat *flashing*, *weldline* dan *airtraped*, namun cacat produk yang dihasilkan masih dapa ditoleransi.

1. Cacat *flashing*

Cacat *flashing* adalahcacat yang terjadi pada produk yang menyisakan material lebih yang ikut

membeku di pinggir produk.

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 temperature material.

2. Cacat *weldline*

Cacat *weldline* adalah cacat garis akibat sambungan pada produk yang terbentuk akibat pertemuan aliran lelehan polimer yang telah dingin. Biasanya terjadi di daerah pertengahan produk dan dapat menyebabkan masalah pada kekuatan produk.

a. Penyebab:

- 1) Temperatur material yang diatur kurang tinggi, menyebabkan pangkal aliran cepat membeku sehingga tidak dapat menyetu
- 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 ditambah sehingga material lebih lama cair dan menyetu
- 2) Tingkatkan *speed injection* dan *pressure injection*
- 3) Penambahan *holding pressure* dan *holding time*

3. Cacat *air traped*

Cacat *air traped* adalah cacat yang diakibatkan 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.

a. Penyebab:

- 1) Kecepatan aliran dan tekanan terlalu tinggi sehingga udara tidak sempat keluar dalam rongga
- 2) *Holding pressure* terlalu rendah
- 3) Pada *parting line* 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 *parting line* 0,02 mm.

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Dari keseluruhan proses perancangan *slider* dan pembuatan komponen-komponen mold lainnya sampai perhitungan mold mangkuk kotak ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada proses perancangan *slider* hal yang harus diperhatikan yaitu , jenis material, jumlah, dan dimensi. Setelahnya menentukan jarak bukaan *slider*, dan kemiringan *angular* serta sudut kemiringan kontak *slider*. Sudut kemiringan *angular* <sudut kemiringan kontak *slider*. Jarak bukaan *slider* harus dibuat aman untuk menghindari produk tersangkut saat di tendang/eject.
2. Dari perhitungan yang dibuat terkait Kontrol kapasitas injeksi, maka dapat disimpulkan bahwa mesin Yan Hing JS300 dengan kapasitas 300 ton mampu memproduksi produk mangkuk kotak ini dan berdasarkan perhitungan gaya cekam mesin mampu menghasilkan 11 cavity dan berdasarkan kapasitas injeksi mesin mampu menghasilkan 3 cavity. Sedangkan pada mold ini hanya memiliki 1 cavity saja.
3. Cacat yang terdapat pada produk ini diantaranya cacat flasing, cacat weldline dan cacat air trapped. Untuk meminimalisir cacat tersebut diantaranya mengurangi tekanan dan volume injeksi, menambah temperature barrel sehingga material lebih

lama cair dan menyatu, menurunkan kecepatan aliran dan clamping force agar udara bisa keluar.

4.2 Saran

1. Untuk meminimalisir cacat ataupun kendala pada saat proses injeksi sebaiknya dilakukan pengecekan terlebih dahulu, atau disimulasikan terlebih dahulu pada software-software yang memiliki ketelitian atau keakuratan yang tinggi dalam hal injeksi.
2. Pada proses pemesinan, dalam hal menentukan parameter tidak serta merta harus mengikuti hasil perhitungan, karena berdasarkan pengalaman perusahaan Rpm dan feeding bisa diatur kembali tergantung apa yang dituju,misalnya waktu, kualitas dan efisiensi alat potong yang digunakan, sehingga hal tersebut bisa mengefisienkan hasil kekasaran permukaan pada komponen mold.

DAFTAR PUSTAKA

1. Azhari, M.Chusnul. 2022. Proses Produksi Pembentukan. Bandung : Eksismedia
2. Budiyantoro, Cahyo. 2020. Teknologi Plastik (Buku Ajar). Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Publisher: K-Media: 978-602-451-424-2
3. Budiyantoro, Cahyo. *Thermoplastik Dalam Industri*. Surakarta: Teknika Media
4. Rochim, T. 2018. Teori Dan Teknologi Proses Pemesinan. Jakarta: Proyek HEDS
5. Wibawanto.2017. *Desain dan Pemograman Multimedia Pembelajaran Interaktif*. Jember: Cerdas Ulet Kreatif.
6. Belcher, Samuel L. 2017. Practical Guide To Injection Blow Molding. Samuel L. Belcher. Inggris: CRC Press
7. Nakazawa, Makoto. 2015. *Mold Basic Design Textbook*. Jakarta: IMDIA
8. P.Groover, M. (2017). Fundamentals Of Modern Manufacturing, Proses And System Second Edition. United States Of America: John Wiley & Sons,Inc.
9. Akbarzadeh, Asadeghi M, (2016). Parameter Study in Plastic Injection Molding Process using Statistical Methods and IWO Algoritm International Journal Modeling And Obtimization, Vol. 1 (2).
10. Amri, Alfan. (2014). Pengaruh Pendinginan Dalam Proses Injection Molding Pembuatan Acetabular Cup Pada Sambungan Hip.
11. Anggono, A. D. (2015, juli). Media Mesin. Prediksi Shrinkage Untuk Menghindari Cacat Produk Pada Plastik Injection, Vol. 6(2), 70-77.
12. Awwaludin, Muhammad, Santosa Puji, Suwardiyono (2017). Perhitungan Kebutuhan Cooling Tower Pada Rancang Bangun Untai Uji Sistem Kendali Reaktor Riset, Vol. 9 (1).
13. Firdaus, et al (2017, oktober) Teknik Mesin Studi Eksperimental Pengaruh Parameter Proses Pencetakan Bahan Plastik Terhadap Cacat Penyusutan (Shinkage) Pada Benda Cetak Pneumatics Holder, Vol. 4 (2), 75-80.
14. Kamaruddin, S. K. (2018). IACSIT International Journal of Engineering and Technologi. Application of Taguchi Method in the Optimization of Injection Moulding Parameters for Manufacturing Products From Plastic Blend, Vol. 2 (6).
15. Noviyanto. T, Maulana. E, Djadmiko E. *Perancangan Mesin Pemilah Sampah Kapasitas 50Kg/Jam*. Jurnal Ilmiah Indonesia, Vol. 6, No. 10, 10 Oktober 2021.
16. Permana Henry, Topan, Anwar Syahrul. *Produksi Proses Komponen Plastik FlipFlop dengan Mesin Injeksi Molding Type Hidrolik*. Jurnal baut dan

- manufaktur Vol.03, no. 02, (2021).
17. Santoso, SlametTeguh. (2014). *Proses Produksi dan Perawatan Mesin Injection Molding*,Bekasi: Politeknik Guna karya Indonesia.
18. Sumbodo,Wirawan,dkk.(2018). *Teknik Produksi Mesin Industri*. Jakarta:Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah DepartemenPendidikan Nasional.
19. Yudhyadi, I.G.N.K, Rachmanto Tri, Ramadan Adnan Dedy.O
- ptimasi Parameter Terhadap Waktu Proses pada Pemrograman CNC Milling dengan Berbasis CAD/CAM.* Dinamika teknik mesin,volume 6no.1(2016).
20. Yulianto Irwan, Rispiandi, Prassetyo Hendro. *Rancangan Desain Mold Produk Knob Regulator Kompor Gaspada Proses Injection Molding*.Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, volume no.03 vol.02 (2014).

