

PERANCANGAN CETAKAN MEDALI LOGAM DENGAN PROSES INJECTION MOLDING

Tomy Hermansyah¹, Wisnu Wijaya²

^{1,2} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana
Jl. PHH. Mustofa No. 68, Bandung 40124

Abstrak

Metode Injection Molding sangat efektif digunakan untuk proses manufaktur barang/produk dengan jumlah yang cukup banyak, namun metode tersebut dikhususkan untuk manufaktur benda dengan bahan plastik. Pada penelitian akan diaplikasikan System Injection Molding untuk pengecoran medali logam menggunakan timah sebagai bahan yang akan dileburkan karena titik leburnya masih dibawah titik lebur bahan cetakan medali yang digunakan yaitu silikon rubber. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa pembuatan cetakan medali dengan metode Injection Molding dengan bahan dasar logam timah dan cetakan dari Sillicon Rubber membutuhkan proses yang singkat dapat direkomendasikan untuk digunakan oleh industry rumahan.

Kata Kunci: pengecoran, Cetakan, Medali, Silicon Rubber

Abstract

[Design And Process Of Making Metal Medal Mold With Injection Molding Process For Home Industry] The Injection Molding method is very effectively used for the manufacturing process of goods/products in quite a large number, but the method is specifically for manufacturing objects with plastic materials. In this study, an Injection Molding System will be applied for metal casting using tin as the material to be melted because the melting point is still below the melting point of the medallion mold material used, namely silicon rubber. The results of the study show that the manufacture of medal molds using the Injection Molding method with tin metal as a base material and molds from Silicon Rubber requires a short process, which can be recommended for use by the home industry..

Keywords: Casting, Mold, Medal, Silicone Rubber

1. PENDAHULUAN

Pembuatan medali dengan bantuan mesin dapat menghasilkan medali dengan kualitas sangat baik, namun membutuhkan waktu lama dan biaya yang tinggi. Untuk membuat medali logam dibutuhkan proses manufaktur (Abdillah, Taqi, and Fauzi 2020; Sularso 1997). Proses manufaktur adalah proses yang mengubah bahan baku / *raw material* menjadi produk. Dimana terdapat 7 proses manufaktur yaitu proses pengecoran, pembentukan, pemesinan, pengelasan, perlakuan panas, perlakuan permukaan dan metalurgi serbuk (Rokhmanto 2021).

Permanent Mold adalah cetakan yang bisa dipakai berulang-ulang. Dengan memanfaatkan cetakan ini bisa membuat hasil cor yang lebih hemat dari segi kualitas atau pun kuantitas (Anon 2007; Setiawan, Prasetyo, and Risdiyono 2017).

2. METODE PENELITIAN

Dalam proses awal desain dan pembuatan cetakan medali ini dibutuhkan seperangkat komputer atau laptop untuk menggambar desain. Dengan

menggunakan program desain seperti coreldraw/ adobe illustrator untuk membuat gambar vector, dan merubah warna gambar menjadi hitam dan putih, warna hitam menandakan bagian gambar naik dan warna putih menandakan bagian gambar menjorok kedalam, atau bias langsung menggunakan software cnc seperti solidwork atau mastercam.

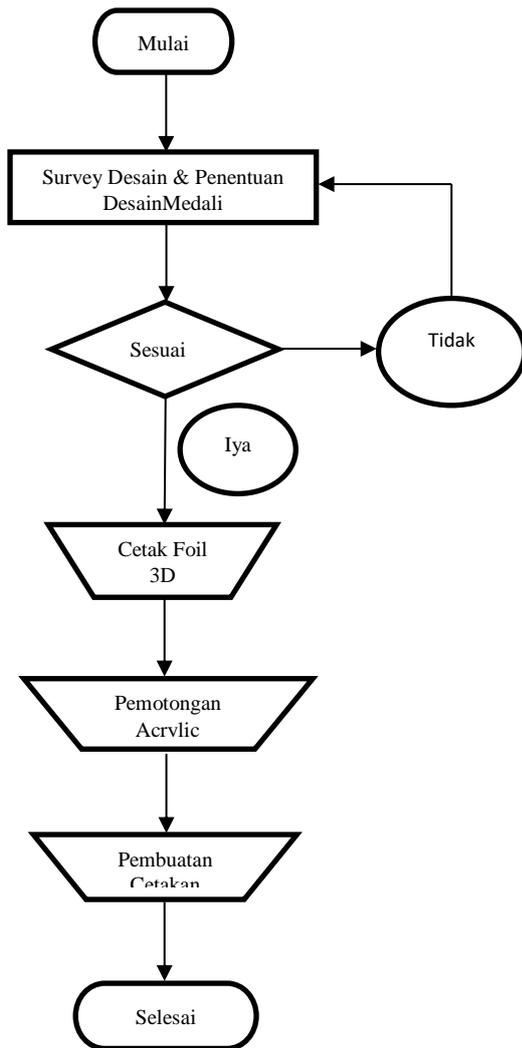
• Mesin Grafir / Mesin CNC

Jenis mesin terbagi menjadi 2 jenis, Mesin Grafir Manual dan Mesin Grafir Otomatis. Mesin Grafir Manual memakan waktu lama dalam pengerjaannya dengan tingkat akurasi terbilang rendah. Meski demikian hasil dari proses manual memiliki nilai seni tinggi. Mesin Grafir Otomatis memiliki akurasi yang tinggi dan memberikan kemudahan mengukir, namun harga Mesin Grafir Otomatis lebih tinggi dari mesin grafir manual.

Mesin Grafir sendiri berfungsi menerima desain/pola yang dibuat pada computer dan menggunakan laser untuk mulai menjiplak pola tersebut dan mengukirnya ke atas media.

*Penulis Korespondensi.
E-mail: nusiwis@gmail.com

Melihat dari jenisnya, *clay* yang baik digunakan sebagai alas ruang *molding* adalah *clay* malam/lilin mainan. Lilin mainan digunakan untuk alas dalam proses penuangan *silicone rubber* supaya cetakan mudah dilepas dari masternya (Yang et al. 2019).



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan cetakan

- **Ampelas**
Ampelas dipakai untuk menghaluskan permukaan benda yang akan dijadikan master cetakan.
- **Plat Besi Ukuran 2 mm**
Plat besi dengan tebal 2 mm digunakan sebagai media untuk mencetak foil dari gambar desain mentah.
- **Clay**
Beberapa macam jenis *clay*:
 - Clay Malam
 - Plastisin Clay
 - Paper Clay
 - Clay Tepung
 - Clay Roti
 - Jumping Clay
 - Air Dry Clay
 - Polymer Clay
 - Clay Asli (Tanah Liat/Keramik)
 - Clay Imitasi
 - Gips

Tabel 1. Daftar Titik Lebur Beberapa Unsur

Nama	Massa(g/Mol)	Titik lebur (°C)	Titik didih (°C)
Aluminium	26,9815386(8)	660,5	2467
Silikon	28,0855(3) ⁴	1410	2355
Fosfor	30,973762(2)	44 (P4)	280 (P4)
Belerang	32,065(5) ^{2 4}	113	444,7
Titanium	47,867(1)	1660	3260
Besi	55,845(2)	1535	2750
Nikel	58,6934(2)	1453	2732
Tembaga	63,546(3) ⁴	1083,5	2595
Seng	65,409(4)	419,6	907
Perak	107,8682(2) ²	961,9	2212
Timah	118,710(7) ²	232	2270
Iridium	192,217(3)	2410	4130
Platina	195,084(9)	1772	3827
Emas	196,966569(4)	1064,4	2940
Raksa	200,59(2)	-38,9	356,6
Timbal	207,2(1) ^{2 4}	327,5	1740
Uranium	238,02891(3) ^{1 2 3}	1132,4	3818

- **Silicone Rubber RTV – 585**
Silicone rubber RTV-585 dapat digunakan untuk membuat bermacam cetakan (*mold*) dengan tingkat kesulitan tinggi, selain itu kelebihan dari jenis ini adalah:
 1. Dapat mencetak keseluruhan motif dari model.
 2. dengan tambahan *release agent* memudahkan *Mold* dilepas dari modelnya.
 3. Dapat digunakan untuk *mass production*. (Tahan lama & tidak mudah robek).
- **Catalyst Silicone**
Catalyst silicone adalah cairan *hardener*/pengeras *silicon rubber*, pemakaiannya antara 3-4% dari jumlah *silicon rubber*.
- **Gambar Desain**



Gambar 2. Desain Gambar Mentah

Perancangan Cetakan Medali Logam Dengan Proses Injection Molding

Untuk menggambar desain yang kita inginkan, diperlukan perangkat komputer dan program desain grafis, seperti coreldraw / adobe illustrator.

- **3D Printing**

Setelah gambar desain siap, selanjutnya gambar tersebut dikirimkan ke mesin grafir laser.



Gambar 3. Mock-up hasil 3D printing

- **Persiapan Mock-up**

Foil yang sudah di print dengan metode 3d laser printing dipotong menggunakan gergaji mini plat besi, pemotongan dimaksudkan untuk membuang bagian plat besi diluar area gambar, hingga hanya berbentuk sesuai gambar desain awal. Setelah area diluar desain bersih, sisi bekas potongan dirapihkan dengan ampelas atau gurinda sampai halus supaya hasil cetakan lebih halus dan rapih.

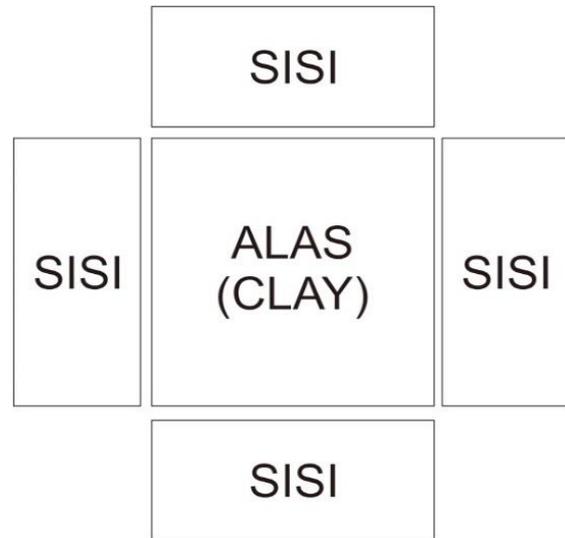


Gambar 4. Mock-up Medali

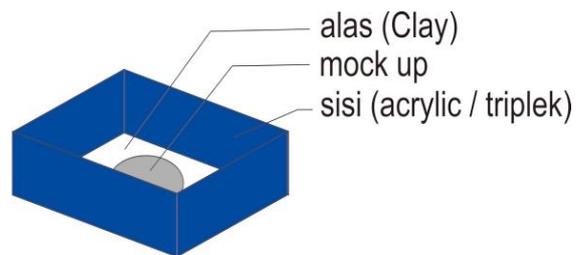
- **Persiapan Ruang Molding**

Persiapan ini bertujuan membuat ukuran cetakan yang kita inginkan. Ukuran cetakan harus lebih besar daripada ukuran model, namun ukuran

terlalu besar akan menghabiskan bahan yang lebih banyak dan akan menyulitkan proses penuangan campuran silicon kedalam cetakan. Ruang molding terdiri dari satu alas dan empat sisi, alas yang dimaksud adalah clay / lilin mainan yang telah disiapkan dan disesuaikan dengan ukuran cetakan yang hendak dibuat. Sedangkan keempat sisi dapat menggunakan potongan acrylic ataupun menggunakan bahan lain seperti triplek atau kardus.



Gambar 5. Skema Ruang Molding



Gambar 6. Ruang Molding

- **Persiapan Clay**

Clay atau lilin mainan harus diratakan terlebih dulu agar permukaan cetakan (molding) tidak bergelombang. Proses meratakan clay bisa dapat dilakukan dengan bantuan alat "rolling pin".

- **Persiapan Ketebalan Model**

Model adalah benda yang akan kita duplikasi, dalam hali ini benda yang akan diduplikasi adalah benda hasil dari 3d printing. Untuk menentukan ketebalan yang diinginkan, dapat menggunakan acrylic yang dipotong sesuai dengan ukuran model dan ketebalan yang diinginkan.

- **Persiapan Silicone Rubber**

Mengaduk silicone rubber sebelum digunakan dan mengocok botol catalyst. menimbang silicone rubber dan catalyst dengan tepat. Pemakaian

catalyst sebesar 3-4%. *silicone rubber* akan semakin cepat mengeras / *cured* jika semakin banyak *catalyst* yang digunakan, dan akan mengurangi kualitas dari *silicone rubber*. Jadi kualitas mold bergantung pada *catalyst* yang digunakan. Pada proses pencampuran *silicon rubber* dengan *hardener*, perlu pengadukan kurang lebih 100 kali hingga kondisinya homogeny (tercampur sempurna).

- **Penuangan Bahan Cetakan**

Menuangkan *silicone rubber* RTV-585 pada 1 titik agar cairan dapat mengalir sendiri mengikuti motif dari model. Pada proses tersebut dapat menimbulkan gelembung udara yang terjebak dalam campuran tadi. Maka jarak tuang cairan ke model tidak boleh terlalu tinggi agar tidak terjadi gelembung udara yang terjebak di dalamnya, dan diperlukan proses degassing (pengeluaran gas).

- **Proses Curing Time**

Curing time adalah waktu yang dibutuhkan karet untuk mengeras. Untuk karet *silicon* dengan *hardener* dengan komposisi 50:1 curing timanya selama 24 jam.

- **Mengeluarkan Model dari cetakan**

Setelah cetakan mengeras (12 – 24 jam), keluarkan model dari cetakan menggunakan cutter. Maka cetakan (mold) sudah siap digunakan.

3. Hasil dan Pembahasan



Gambar 7. Mockup Medali

Hasil cetakan (mold) medali logam yang dibuat memiliki dua bagian sisi yang terdiri dari satu permukaan depan mock-up, dan satu permukaan bagian belakang mockup, dengan dimensi 100 mm x 104 mm, dan ketebalan masing – masing sisi 10 mm.



Gambar 8. Medali Logam Hasil Pengecoran

Hasil perancangan cetakan medali logam memiliki beberapa cacat pengecoran. Adapun cacat pencetakan adalah sebagai berikut:

- a. Porositas
Berupa lubang di dalam permukaan berbentuk bola dan halus. Cacat disebabkan beberapa hal sebagai berikut:
 - Gas terbawa dalam campuran *silicon rubber* selama proses pengerasan sehingga menyebabkan adanya gelembung udara.
 - Gas terserap dalam campuran *silicon rubber* selama penuangan /injeksi sehingga menyebabkan adanya gelembung udara.
 - Reaksi *silicon rubber* dengan suhu udara.
 - Jarak penuangan terlalu tinggi.
 - Penuangan yang lambat.
 - b. Permukaan kasar
Hal ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya penyinteran & penetrasi logam.
 - c. Kesalahan ukuran
Hasil pengecoran memiliki ukuran berbeda dengan ukuran model yang diinginkan pada saat membuat pola. Hal ini dikarenakan beberapa faktor, diantaranya proses pengikisan model yang terjadi saat proses ampelas dan gurinda, korosi cetakan yang disebabkan pemakaian cetakan yang berulang-ulang.
- **Kekuatan Cetakan**
Berdasarkan hasil pengamatan penulis, cetakan berbahan dasar *silicon rubber* dapat digunakan untuk pengecoran logam timah sampai 300 kali proses pengecoran tanpa ada kerusakan fisik dari luar. Berdasarkan faktor asalnya, kerusakan yang dapat terjadi pada cetakan ini diklasifikasikan sebagai berikut:
 - a. Kerusakan natural
Kerusakan ini disebabkan karena pemakaian yang sudah melewati batas pemakaiannya, yaitu sekitar 300 kali pengecoran logam. Faktor utama penyebab kerusakan ini adalah proses pengikisan yang terjadi saat mengeluarkan model dari cetakan. Biasanya

dimensi cetakan menjadi lebih besar sehingga tidak presisi.

- b. Kerusakan non natural
Kerusakan ini terjadi karena kesalahan manusia / *Human Error* yang menyebabkan cetakan tidak dapat dipakai lagi. Contoh kerusakan ini diantaranya sobek pada cetakan yang diakibatkan benda tajam, terkena cairan kimia yang dapat merubah bentuk cetakan, dan lain lain. Namun kerusakan tidak akan terjadi selama operator berhati – hati dan focus pada proses pengecoran.

4. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian teknik pengecoran medali logam adalah sebagai berikut:

- a. Pembuatan medali logam dengan cetakan silicon hanya dapat menggunakan timah dan logam lain dengan titik lebur dibawah 300°C sebagai bahan cor.
- b. Setelah penelitian teknik pembuatan cetakan medali logam, mahasiswa dapat mengetahui prosedur dan teknik pengecoran medali logam dengan cetakan silicon rubber.

5. Daftar Pustaka

Abdillah, Solihin, Ibnu Bari Taqi, and Muchammad Fauzi. 2020. "ANALISA PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU STEEL SCRAP PADA INDUSTRI PENGECORAN

LOGAM." *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan* 6(2). doi: 10.33197/jitter.vol6.iss2.2020.352.

Anon. 2007. "Pengaruh Parameter Proses Pelapisan Nikel Terhadap Ketebalan Lapisan." *Jurnal Teknik Mesin* 9(1). doi: 10.9744/jtm.9.1.pp.25-30.

Rokhmanto, Fendy. 2021. "PERLAKUAN TERMOMEKANIK PADUAN TITANIUM HASIL CORAN VACCUM ARC MELTING." *Jurnal Teknik Mesin Cakram* 4(1). doi: 10.32493/jtc.v4i1.10955.

Setiawan, Joni, Ady Prasetyo, and Risdiyono Risdiyono. 2017. "PENGARUH PENAMBAHAN TALC TERHADAP PENINGKATAN NILAI KEKERASAN CETAKAN RTV SILICONE RUBBER PADA PROSES SPIN CASTING." *Dinamika Kerajinan Dan Batik: Majalah Ilmiah* 34(1). doi: 10.22322/dkb.v34i1.2586.

Sularso, Suga Kiyokatsu. 1997. *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin, Cetakan Kesebelas, Jakarta, PT.*

Yang, Cheng Da, Lai Wu Xu, Zi Jun Dong, Ya Wei Dong, and Ying Qin. 2019. "Calcination Temperature of Clay Mold for Casting Chinese Ancient Bronze:Theoretical Analysis and Simulation Experiments." *Zhuzao/Foundry* 68(6).