

PENGARUH PARAMETER PEMBUATAN OBJEK DARI BAHAN TIMAH (SN) METODE GRAVITY CASTING DENGAN CETAKAN SILICONE TERHADAP NILAI KEKERASAN

Yogi Ruanto^{1)*}, Dicky Seprianto²⁾, Dwi Arnoldi²⁾

¹⁾ Mahasiswa Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Sriwijaya

^{2,3)} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya

*Email korespondensi : yogiruanto2406143@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Submitted:
11/07/2020

Accepted:
15/08/2020

Print-Published:
31/08/2020

ABSTRAK

Pada pengerajin timah pada umumnya masih menggunakan cara yang kurang efektif dalam proses pengecoran yaitu penggunaan jenis model yang terbuat dari logam yang menyulitkan dalam pembentukan variasi model, dan juga para pengerajin pun dalam pembuatan cetakan masih menggunakan cetakan pasir, logam, . Untuk menciptakan produk yang berkualitas dengan pengecoran menggunakan metode gravity casting maka dalam hal ini model akan dicetak menggunakan alat DLP 3D printer dengan bahan resin. Sehingga dapat menciptakan variasi model yang lebih detail lalu cetakan menggunakan silikon untuk membuat cetakan sehingga menciptakan cetakan yang mudah dibentuk terhadap variasi model yang detail. Faktor-faktor yang diselidiki adalah tekanan vakum cetakan dan media pendingin dengan respon kekerasan dari spesimen uji. Pada proses pengujian menggunakan alat uji kekerasan ALBERT GNHEM HORGEM dan Profil Proyektor PJ-A3000 Mitutoyo. Data hasil tes dianalisis menggunakan metode ANOVA dengan desain level faktorial tipe 2, desain 2 interaksi faktorial (2FI), dan replikasi 3 dimodelkan oleh perangkat lunak Design-Expert (Trial).

Kata kunci: Timah Putih, Mold Max 60™, Vacuum Chamber, ANOVA Faktorial tipe 2

ABSTRACT

In general, tin craftsmen still use less effective methods in the casting process, namely the use of models made of metal which make it difficult to form various models, and also the craftsmen in making molds still use sand, metal, molds. To create a quality product with casting using the gravity casting method, in this case the model will be printed using a DLP 3D printer with resin. So that it can create a more detailed model variation and then the mold uses silicone to make the mold so as to create a mold that is easy to shape to a variety of detailed models. The factors investigated were the vacuum pressure of the mold and the cooling medium with the hardness response of the test specimen. In the testing process using the ALBERT GNHEM HORGEM hardness tester and the Mitutoyo PJ-A3000 Projector Profile. The test result data were analyzed using the ANOVA method with type 2 factorial level design, 2 factorial interaction design (2FI), and 3 replication modeled by Design-Expert (Trial) software.

Keywords : Tin, Mold Max 60™, Vacuum Chamber, ANOVA Factorial type 2

© 2020 The Authors. Published by
Machinery: Jurnal Teknologi Terapan

doi:
<http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.4540888>

1 PENDAHULUAN

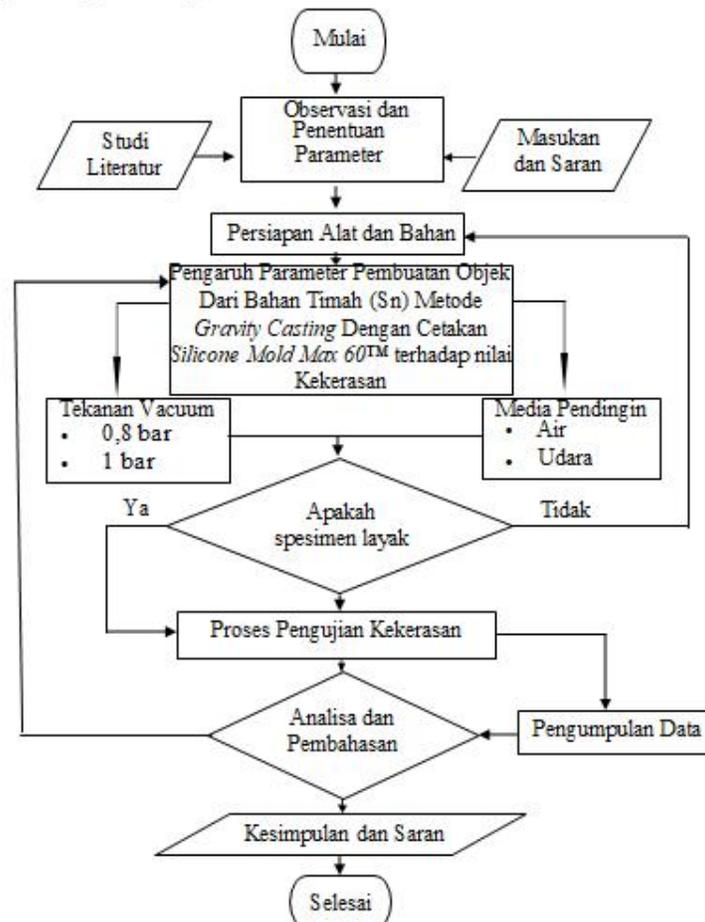
Berawal kira-kira 4.000 sebelum masehi, ketika orang mengetahui bagaimana mencairkan logam dan bagaimana membuat cetakan. Dimana teknologi pengecoran logam dipakai untuk proses pembentukan logam. Pengecoran logam adalah suatu proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan bentuk yang mendekati bentuk geometri akhir produk jadi. Metode pengecoran yang sering digunakan dan paling sederhana adalah menggunakan metode pengecoran gravitasi. Pengecoran gravitasi adalah teknik pengecoran yang biasa nya menggunakan cetakan logam dimana logam cair dimasukkan kedalam

cetakan dengan memanfaatkan gaya gravitasi. Hasil pengecoran dengan sistem ini memiliki permukaan yang halus dan dimensi yang cukup akurat, selain itu juga memiliki sifat mekanis dan ketahanan tekan yang sangat baik. Penelitian ini bertujuan mempelajari karakteristik nilai kekerasan hasil pengecoran gravitasi. Material yang digunakan adalah Timah(Sn). Benda uji dibuat dengan menggunakan teknik pada cetakan silikon dengan parameter yang telah ditentukan dan didapat dari refrensi jurnal terdahulu. (Wikipedia, Pengecoran, 2018)

Dalam porosesnya pengecoran menggunakan metode *gravity casting* sendiri memiliki parameter yang dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa bagian utama, yaitu parameter pendukung (*support parameters*), dan parameter pengulangan (*recoat parameters*). Parameter utama ini pun dibagi ke dalam beberapa bagian lagi, yaitu posisi cetakan, temperatur tuang, jenis model, tekanan vacuum chamber pada cetakan *silicone* dan media pendingin. Parameter adalah bagian yang sangat mempengaruhi keakuratan pola dan tingkat kekuatan dan kehalusan suatu objek, oleh karena itu pemilihan dan pengaturan parameter ini sangatlah penting. Untuk menciptakan produk yang berkualitas dari hasil pengecoran metode *gravity casting* maka perlu dilakukan sebuah pengujian. Karena itu penulis akan menganalisis pengaruh parameter proses pembuatan objek dari bahan timah (Sn) metode *gravity casting* dengan cetakan *silicone mold max 60™* terhadap nilai kekerasan. (Amit Jyoti Banerjee, Gopal Prasad Sinha, 2007).

2. BAHAN DAN METODA

Untuk mempermudah dalam penelitian maka di buat diagram alir penelitian seperti Gambar 1.



Gambar.1 Diagram Alir Penelitian

2.1 Alat

Dalam proses penelitian terdapat beberapa alat dan bahan yang digunakan yaitu sebagai berikut:

1. Alat vacuum chamber
2. Kompor dan gas

3. Wajan
4. Alat DLP 3D Printer
5. Hardware Laptop i3 64 Bits
6. *Software Autodesk Inventor®*
7. *Software Design Expert*
8. *Software Creation Workshop*
9. Alat Uji Kekerasan *Brinell Gnehm Horgen*
10. Alat Profil Proyektor PJ-A3000 Mitutoyo

2.2 Bahan

Material yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Timah Putih (Sn) 99%
2. *Silicone Rubber Mold Max 60™ Part A*
3. *Silicone Rubber Mold Max 60™ Part B*
4. *Castable Liquid Photopolymer Resin*
5. Tepung *Talk*

2.3 Proses Pembuatan Spesimen

Spesimen di desain terlebih dahulu menggunakan *software Autodesk® Inventor® Student Version*, desain dibuat sesuai dengan standar yang telah ditentukan untuk pengujian kekerasan, yaitu dengan ukurn diameter 40mm dan tebal 3mm. Berikut ini adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan spesimen:

1. Mendesain spesimen menggunakan *software Autodesk® Inventor® Student Version*,
2. Mengubah format *file* dari .ipt menjadi .STL
3. Menyetak Model (Resin) Menggunakan 3D Printer DLP (*DIGITAL LIGHT PROCESSING*)



Tebal Diameter
Gambar.4 Model Resin

4. Membuat cetakan silikon dengan cara menggabungkan antara silikon *Mold Max 60™* dan katalis dengan perbandingan 100gram : 3gram kemudian aduk sampai merata kemudian masukan silikon yang telah di campur katalis kedalam alat *vacum chamber*.
5. Kemudian *vacuum* hingga mencapai tekanan *vacuum* sesuai parameter yang telah ditentukan, setelah tekanan *vacuum* mencapai tekanan yang di inginkan lalu matikan motor *vacuum* dan beri waktu 90 detik sebelum membuka nya.
6. lalu kemudian angkat dan tuang pada *case* cetakan yang sudah di letakan model, kemudian diamkan selama 24 jam, setelah silikon mengering lalu pisahkan model dan cetakan silikon yang sudah mengering tersebut.
7. Kemudian lebur timah menggunakan kompor dan wajan sampai suhu 250°C - 290°C. menunggu timah melebur persiapkan wadah yang telah berisi air, air tersebut berfungsi sebagai media pendingin.
8. Persiapkan cetakan silikon, sebelum timah di tuang ke dalam cetakan taburkan tepung *talk* terlebih dahulu dipermukaan bagian dalam cetakan



Gambar.5 Cetakan *Silicone Mold Max 60™* yang telah di tabur tepung *talk*

9. Lalu tuang timah dengan suhu tuang 282°C ke dalam cetakan. Setelah timah di tuang ke

dalam cetakan dan di tunggu selama 5 detik dan celupkan timah yang telah di cetak ke dalam air.



Gambar.6 Proses penuangan dan Pengukuran suhu tuang

10. Sedangkan timah dengan media pendingin udara setelah di cetak cukup di angin-anginkan di ruangan terbuka.
11. Setelah spesimen dingin dan mengeras proses pengujian sudah bisa dilakukan



Gambar.7 Spesimen uji

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Pengujian

Tabel.1 Data Hasil Pengujian

Kombinasi Parameter	Spesimen	D (mm)	P (kg)	d (mm)	dr (mm)	BHN (kg/mm ²)	BHNr (kg/mm ²)
(B,Y)	1	2,5	62,5	d1 : 1,748 d2 : 1,774	1,761	21,938	21,908
	2			d1 : 1,736 d2 : 1,789	1,763	21,878	
	3			d1 : 1,756 d2 : 1,768	1,762	21,908	
(B,X)	1			d1 : 1,801 d2 : 1,788	1,795	20,944	20,935
	2			d1 : 1,802 d2 : 1,789	1,796	20,916	
	3			d1 : 1,797 d2 : 1,793	1,795	20,944	
(A,Y)	1			d1 : 1,740 d2 : 1,721	1,731	22,860	22,860
	2			d1 : 1,726 d2 : 1,738	1,732	22,829	
	3			d1 : 1,731 d2 : 1,728	1,730	22,892	
(A,X)	1	d1 : 1,769 d2 : 1,796	1,783	21,289	21,279		
	2	d1 : 1,787 d2 : 1,779	1,783	21,289			
	3	d1 : 1,786 d2 : 1,781	1,784	21,260			

3.2 Analisa Data Hasil Uji Kekerasan

Agar bisa mengidentifikasi analisis pengaruh parameter proses pembuatan objek, terhadap nilai kekerasan, maka perlu dilakukan analisis data hasil pengukuran dengan *analysis of variance* (ANOVA). Analisis ini merupakan teknik perhitungan yang memungkinkan secara kuantitatif memperkirakan kontribusi dari setiap faktor pada semua pengukuran hasil respon dengan mengidentifikasi pengujian kebenaran hipotesa terhadap pengaruh faktor terkendali beserta interaksinya. Adapun hipotesa (H_0) yang diuji yaitu tidak ada pengaruh dari faktor terhadap nilai kekerasan spesimen uji. (Dicky Seprianto, Romi Wilza, Iskandar, 2018).

Untuk mengetahui pengaruh faktor terhadap nilai respon dari spesimen uji yang dibuat mengacu pada standarisasi spesimen uji kekerasan, dilakukan analisis data hasil pengukuran menggunakan *analysis of variance* (*Two-Way ANOVA*) dengan metode eksperimen 2 level *factorial design*, menggunakan 2 (dua faktor) dan 1 *response*. Pengujian spesimen dilakukan secara acak sesuai dengan matrik rancangan pengukuran dengan 3 kali pengulangan (*replikasi*) sehingga dihasilkan 12 spesimen uji.

Tabel.2 Hasil pengujian kekerasan dengan 3 kali *replikasi*

Std	Run	Factor 1	Factor 2	Response 1
		A:Media Pendingin Air/Udara	B:Tekanan Vacumm Cetakan Bar	Uji Kekerasan Kg/mm ²
1	1	Udara	0.8	22.86
4	2	Air	0.8	21.289
11	3	Air	1	20.944
8	4	Udara	1	21.938
2	5	Udara	0.8	22.829
5	6	Air	0.8	21.289
9	7	Udara	1	21.878
7	8	Udara	1	21.908
3	9	Udara	0.8	22.892
6	10	Air	0.8	21.26
12	11	Air	1	20.916
10	12	Air	1	20.944

Dari data-data hasil pengukuran terhadap spesimen uji pada Tabel.2, maka didapat nilai, kemudian dibuat dalam bentuk Tabel.3.

Tabel.3 Rata-rata, standar deviasi, dan rasio dari hasil uji spesimen

Factor	Name	Units	Type	Min	Max	Coded Low	Coded High	Mean	Std. Dev.
A	Media Pendingin	Air/Udara	Categoric	Udara	Air			Levels:	2
B	Tekanan Vacumm Cetakan	Bar	Numeric	0.8000	1.0000	-1 0.80	+1 1.00	0.9000	0.1044

Response	Name	Units	Observations	Analysis	Min	Max	Mean	Std. Dev.	Ratio	Transform	Model
R1	Uji Kekerasan	Kg/mm ²	12	Factorial	20.916	22.892	21.75	0.7650	1.09	None	2FI

3.3 Konfirmasi Data Hasil Uji Metode Anova Faktorial Tipe 2

Dari data hasil pengukuran pada tabel.2 dan tabel.3 dapat dianalisis pengaruh dari faktor terhadap nilai kekerasan dengan metode *analysis of variance* (ANOVA) yang dibantu dengan *software design expert*. Hasil ditunjukkan pada Tabel.4, seperti berikut :

Tabel.4 Hasil ANOVA dari spesimen uji kekerasan

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	significant
Model	6.43	3	2.14	3523.45	< 0.0001	significant
A-Media Pendingin	4.89	1	4.89	8041.85	< 0.0001	
B-Tekanan Vacumm Cetakan	1.26	1	1.26	2073.39	< 0.0001	
AB	0.2769	1	0.2769	455.13	< 0.0001	

Pure Error	0.0049	8	0.0006			
Cor Total	6.44	11				

Dari hasil perhitungan ANOVA yang dibantu dengan *software design expert* seperti pada Tabel.4 dapat dilihat bahwa FValue yang terbesar yaitu Media Pendingin dan faktor utama yang paling mempengaruhi nilai kekerasan spesimen uji adalah Media Pendingin. Dari Tabel.4 dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh faktor utama terhadap nilai kekerasan spesimen uji, sehingga H0 ditolak. Dapat dihitung nilai persentase kontribusi dari masing-masing faktor yang mempengaruhi nilai kekerasan spesimen uji yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Faktor Media Pendingin} &= \frac{4,89 - 0,0049}{6,44} = 0,758556 = 76 \% \\ \text{Faktor Tekanan Vacuum Cetakan} &= \frac{1,26 - 0,0049}{6,44} = 0,194891 = 19 \% \\ \text{Interaksi Faktor Media Pendingin dan Tekanan Vacuum Cetakan} &= \frac{0,194}{6,44} = 0,042236 = 4 \% \end{aligned}$$

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Diketahui pengaruh parameter proses pembuatan objek dari bahan timah (Sn) metode *gravity casting* dengan cetakan *silicone mol max 60™* terhadap nilai kekerasan specimen uji.
2. Diketahui faktor yang sangat berpengaruh terhadap nilai kekerasan uji spesimen yaitu media pendingin: 75%, tekanan *vacuum* cetakan 19%, interaksi media pendingin dan takanan vacuum cetakan : 4%
3. Mampu mencetak produk cepat dan mudah dengan menggunakan cetakan *silicone mol max 60™* yang di desain khusus sebagai cetakan pengecoran timah.

DAFTAR PUSTAKA

- Seprianto. Dicky, Iskandar, Wilza. Romi, Adesta. YET, 2019, "Influence of InternalFill Pattern, Polishing Time and Z-Axis Orientation on the Tensile Strength of the 3D Printed Part", International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE). Volume 7.
- Seprianto. Dicky, Wilza. Romi, Iskandar, 2017, "Optimasi Parameter Pada Proses Pembuatan Objek 3D Printing Dengan Teknologi FDM Terhadap Akurasi Geometri", Seminar Nasional Teknik Industri Universitas Gadjah Mada.
- Komala Dewi 2009." Pengaruh Perlakuan Panas dan Media Pendingin pada Paduan Perunggu 80%Cu- 20%Sn Terhadap Umur Lelah". Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Universitas Udayana Bandung.
- Jafar, Ibnu Afana 2019." Rancang Bangun dan Pembuatan Alat Vacuum Chamber Untuk Proses Pembuatan Mold Silicone Rubber RTV 683". Skripsi/Tugas Akhir Gelar Sarjana Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Dicky Pratama Putra 2019. "Pengaruh parameter proses pembuatan objek dengan teknologi Rapid Prototyping Digital Light Processing terhadap tegangan bending." Program Study D.IV Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
- Muh Anhar,Betti Ses Eka 2019." Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Nilai Kekerasan Paduan Gear Sprocket AISI 1020 Dengan Timah Melalui Heat Treatment". Jurnal Simetrik Vol.10, No.1, Juni 2020.
- Dhimas Ika Wahyu Wibowo 2016." Pengaruh Variasi Media *Quenching* Terhadap Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro *Remelting* Almunium Paduan Berbasis Limbah Piston". Skripsi/Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). Cara Uji Kekerasan Brinell, SNI 19-0405-1989.
- Wikipedia. 2018. Pengecoran Logam, <https://id.wikipedia.org/wiki/Pengecoran> (Diakses 5 Januari 2020).
- Smooth-On. 2020. <https://www.smooth-on.com/products/mold-max-60/> (Diakses 5 Januari 2020).