

# The Effect of Rubber Mold Temperature in Spin Casting Process

Risdiyono<sup>1,\*</sup>, Ridwan Budi Santoso<sup>2</sup> and Dwi Suheryanto<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta

<sup>3</sup>Balai Besar Kerajinan dan Batik Yogyakarta

\*Corresponding author: risdiyono@uii.ac.id

**Abstract.** Spin casting, also known as centrifugal rubber mold casting (CRMC), is a process of utilizing centrifugal force to create castings from a rubber mold. Usually, a disc-shaped mold is spun along its central axis at a set speed. The casting material, usually molten metal is then poured in through an opening at the top-center of the rubber mold. There are many factors that affect the quality of castings including spinning speed, material temperature and mold-related dimensions. This paper discusses the effect of rubber mold temperature on the quality of casting product, which is rarely considered in spin casting process. Laser thermometer is used to measure the mold surface temperature before the molten material is poured. The temperature variation is designed by utilizing the waiting time between two consecutive pouring processes. The result shows that there is a positive correlation between mold temperature and the quality of casting product. The higher the temperature of mold, the better the quality of product and vice versa. Since mold temperature, in a typical spin casting, is as a result of previous casting process, it is recommended to have a new module in spin casting machine to pre-heat the mold.

**Abstrak.** Spin casting, yang juga sering dikenal dengan istilah centrifugal rubber mold casting (CRMC), adalah sebuah proses pemanfaatan gaya sentrifugal dalam pembuatan produk cor dengan menggunakan cetakan karet. Biasanya, cetakan berbentuk cakram diputar pada sumbunya dengan kecepatan putar tertentu. Material produk, biasanya berupa logam cair kemudian dituangkan ke dalam cetakan melalui sebuah bukaan yang terletak di tengah atas cetakan. Ada banyak faktor yang memengaruhi kualitas produk spin casting, termasuk kecepatan putar, suhu material dan dimensi yang terkait dengan karakteristik cetakan. Makalah ini mendiskusikan pengaruh suhu cetakan karet terhadap kualitas produk coran yang sampai saat ini masih jarang diperhatikan. Termometer laser digunakan untuk mengukur suhu permukaan cetakan sebelum material cair dituang ke dalam cetakan. Variasi suhu dirancang dengan memanfaatkan waktu tunggu antar proses pengecoran. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa ada hubungan positif antara suhu permukaan cetakan karet dengan kualitas produk hasil cetakan. Semakin tinggi suhu cetakan, semakin baik kualitas produk yang dihasilkan dan juga sebaliknya. Dikarenakan dalam spin casting biasanya suhu cetakan merupakan sisa suhu proses pengecoran sebelumnya, maka direkomendasikan untuk menambahkan satu modul baru di mesin spin casting untuk memberikan pemanasan awal pada cetakan.

**Keywords:** Spin casting, suhu cetakan, pengecoran, cetakan karet, centrifugal rubber mold casting

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

## Pendahuluan

Pewter adalah material logam paduan antara timah putih (Sn), Antimon (Sb) dan Tembaga (Cu), dengan komposisi yang bervariasi (Sriyono, 2009). Produk berbahan pewter dapat dibuat melalui proses pengecoran dengan *die casting*, *vacuum casting* maupun *centrifugal/spin casting*.

Berbeda dengan proses *die casting* maupun *vacuum casting* yang menggunakan tekanan tinggi dan vakum, *spin casting* memanfaatkan gaya sentrifugal untuk mengalirkan logam cair ke dalam cetakan. Pada prinsipnya, logam cair dimasukkan kedalam cetakan yang berputar sehingga cairan tersebut terlempar menjauhi titik pusat dan masuk ke celah-celah dalam cetakan. Material logam yang

memungkinkan untuk digunakan dalam proses pengecoran adalah yang memiliki titik leleh rendah seperti paduan timah, paduan seng dan paduan timbal (Beznak, dkk, 2010)

Penelitian untuk meningkatkan kualitas produk hasil *spin casting* telah banyak dilakukan oleh para peneliti sejak beberapa tahun yang lalu. Menurut Barnard (1999), faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas produk hasil pengecoran *spin casting* diantaranya adalah suhu material cair, kecepatan putar dan tekanan klem pada cetakan.

Beznak, M., dkk., (2010) mengemukakan bahwa variasi arah aliran logam cair (*runner*) pada cetakan karet mempengaruhi tingkat keterisian cetakan. *Runner* yang sesuai agar cetakan terisi

penuh adalah yang bentuk lurus dengan jarak yang sependek mungkin.

Selain mengontrol beberapa parameter pada proses spinning casting, peningkatan kualitas produk pewter juga dapat dilakukan dengan proses finishing tahap akhir, seperti dengan cara etsa, amplas maupun grafir (Rahayu, 2013).

Pada umumnya, cetakan yang digunakan dalam proses *spin casting* terbuat dari karet silikon yang berbentuk piringan. Konduktivitas termal yang rendah pada karet silikon mengakibatkan pendinginan karet yang lama pada setiap prosesnya (Song, dkk 2001). Meskipun demikian belum ditemukan penelitian yang terkait dengan pengaruh temperatur cetakan karet silikon terhadap kualitas produk yang dihasilkan.

Makalah ini membahas tentang pengaruh suhu permukaan cetakan karet silikon terhadap kualitas hasil *spin casting* berdasarkan pengamatan empiris hasil pengujian di Balai Besar Kerajinan dan Batik Yogyakarta.

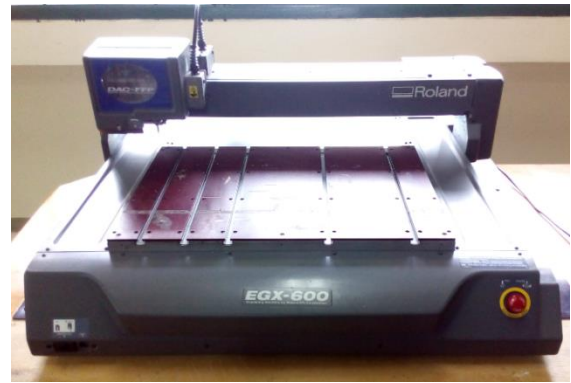
### Metode Penelitian

**Alat dan bahan.** Peralatan utama yang dipakai dalam penelitian ini meliputi mesin CNC Roland EGX 600 (membuat master produk), mesin *spin casting* (mengecor produk), *vacuum degassing* (membuat cetakan), termometer infrared (mengukur suhu permukaan cetakan), *stopwatch* (mengukur waktu pendinginan), timbangan digital (mengukur berat hasil coran), jangka sorong digital dan mikrometer (mengukur dimensi hasil coran) serta mikroskop digital (mengamati hasil coran). Bahan cetakan yang dipakai adalah campuran dari *silicon rubber*, katalis dan *talc*. Master produk terbuat dari akrilik, sedangkan logam cair yang digunakan adalah pewter.

**Pembuatan master produk.** Master produk berupa plakat souvenir dua muka (Gambar 1) didesain dengan menggunakan perangkat lunak ArtCAM dan dibuat dari bahan akrilik dengan ketebalan 3mm menggunakan mesin CNC Roland EGX 600 (Gambar 2).



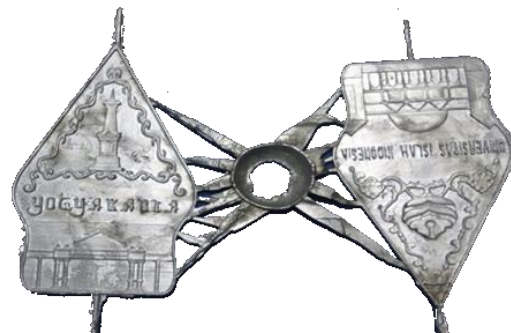
Gambar 1. Desain master produk plakat



Gambar 2. Mesin CNC Roland EGX 600

**Pembuatan Cetakan.** Pada umumnya, cetakan yang dipakai dalam proses *spin casting* terbuat dari *vulcanized silicon rubber*. Pada penelitian ini cetakan dibuat dari campuran *silicon rubber RTV 585*, katalis dan *talc* dengan perbandingan 50:1:40. *Talc* ditambahkan untuk meningkatkan kekerasan karet silikon sehingga cetakan lebih kaku dan tidak mudah berubah bentuk.

**Uji coba kinerja cetakan.** Sebelum dilakukan pengujian untuk mengambil data yang berhubungan dengan pengaruh suhu cetakan terhadap kualitas hasil coran, perlu dipastikan bahwa cetakan yang dibuat dapat berfungsi dengan baik. Hasil uji coba proses *spin casting* (Gambar 3) menunjukkan bahwa cetakan mampu menghasilkan produk yang terisi sempurna, sehingga memenuhi syarat sebagai alat penelitian.



Gambar 3. Hasil uji coba mesin spin casting

**Prosedur Penelitian.** Untuk mengetahui pengaruh suhu cetakan karet silikon terhadap kualitas hasil coran dilakukan prosedur penelitian sebagai berikut:

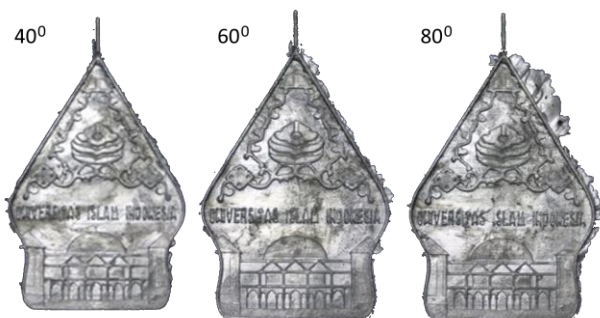
1. Proses *spin casting* dilakukan sesuai prosedur untuk mendapatkan produk hasil coran.
2. Pemanasan awal dilakukan sebelum proses pengecoran untuk meningkatkan suhu cetakan.

3. Penuangan logam cair dilakukan setelah suhu cetakan mencapai titik yang diinginkan.
4. Hasil coran bisa diambil 3 menit setelah proses penuangan.
5. Setelah proses pengambilan hasil coran, suhu permukaan cetakan yang masih panas diukur dengan menggunakan termometer infrared.
6. Untuk proses pengecoran berikutnya, suhu permukaan cetakan divariasikan dengan cara mengatur waktu tunggu.
7. Pengecoran dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap variasi suhu untuk mendapatkan nilai rerata.
8. Pengukuran suhu cetakan dilakukan dengan menggunakan termometer infrared yang ditembakkan ke lubang tengah cetakan tempat memasukkan logam cair.
9. Pengamatan visual dilakukan dengan menggunakan mikroskop digital.
10. Pengukuran dimensi dan berat dilakukan dengan menggunakan jangka sorong, mikrometer dan timbangan digital.

### Hasil Penelitian dan Pembahasan

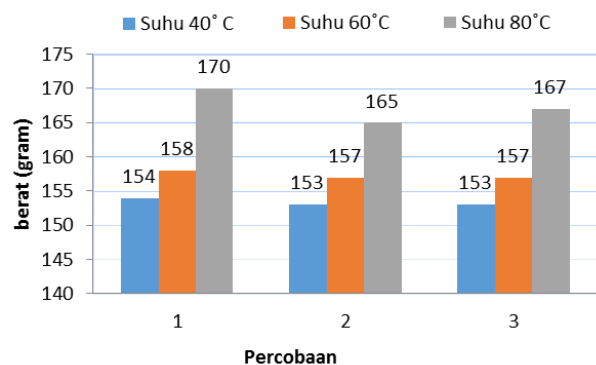
**Evaluasi Umum.** Untuk mengetahui pengaruh suhu permukaan cetakan karet silikon terhadap kualitas hasil spin casting, evaluasi umum berupa pengamatan visual produk telah dilakukan. Secara umum dapat disimpulkan bahwa suhu cetakan mempengaruhi kualitas produk. Semakin tinggi suhu cetakan semakin banyak logam cair yang mengalir ke celah diantara dua cetakan (Gambar 4). Hal ini tentu saja akan sangat mempengaruhi lama waktu proses finishing produk yang dihasilkan.

Fenomena mengalirnya logam cair ke celah diantara cetakan sehingga terbentuk *burr* atau *flash* kemungkinan disebabkan oleh adanya perubahan kekerasan dan elastisitas material karet silikon akibat peningkatan suhu cetakan. Akibatnya logam cair lebih mudah mengalir ke celah-celah yang ada.



**Gambar 4.** Pengaruh suhu cetakan terhadap kualitas produk hasil *spin casting*

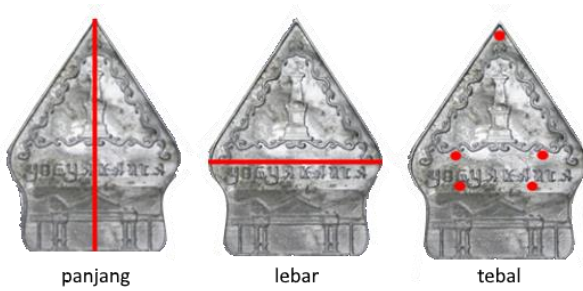
**Pengukuran Berat.** Disamping kualitas, bobot produk juga merupakan faktor penting yang harus diperhatikan. Semakin berat produk, semakin mahal harga material yang harus dibayarkan. Gambar 5 menunjukkan hubungan antara suhu permukaan cetakan dengan berat produk yang dihasilkan. Dari grafik dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu cetakan semakin berat produk yang dihasilkan. Hal ini dapat dipahami bahwa tingkat kekerasan dan kekenyalan karet silikon sangat dipengaruhi oleh suhunya. Akibatnya, semakin tinggi suhu karet silikon, semakin besar volume rongga cetakan yang dapat diisi oleh logam cair dan semakin berat produk yang dihasilkan. Selain itu pada temperatur cetakan tinggi cairan logam dapat mengisi relief dengan lebih baik, sehingga menambah massa dari produk pengecoran



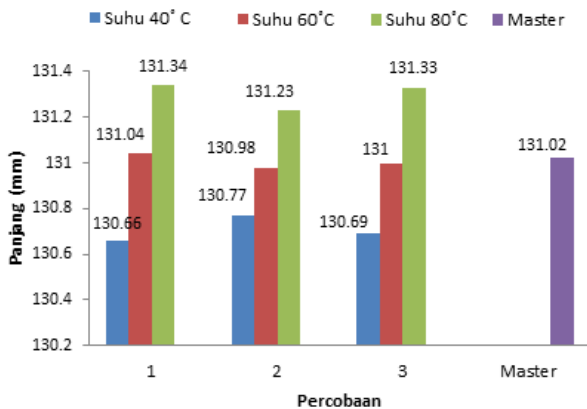
**Gambar 5.** Pengaruh suhu cetakan terhadap berat produk hasil *spin casting*

**Pengukuran Dimensi.** Pengukuran dimensi yang dilakukan meliputi pengukuran panjang, lebar dan tebal produk (Gambar 6). Alat yang digunakan dalam pengukuran panjang dan lebar adalah jangka sorong digital dengan ketelitian 0.01 mm. Ketebalan rata-rata produk diukur pada 5 titik menggunakan mikrometer dengan ketelitian 0.01 mm. Hasil pengukuran dimensi dapat dilihat pada Gambar 7 – 9.

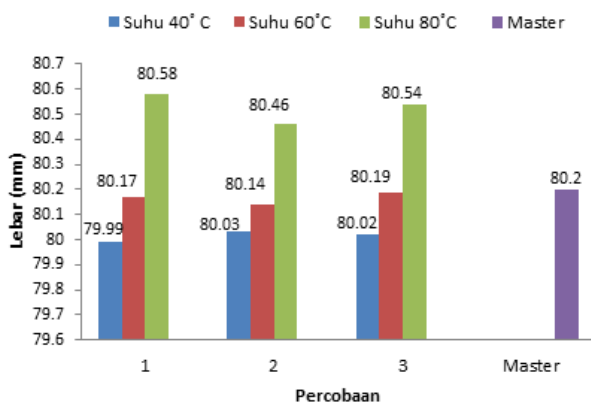
Dari hasil pengukuran panjang, lebar dan tebal diketahui bahwa meningkatnya temperatur cetakan menyebabkan dimensi produk meningkat. Perbedaan dimensi ini diakibatkan oleh adanya pemuaian pada cetakan karet silikon. Jika dibandingkan dengan dimensi master, dapat diketahui bahwa hasil pengecoran pada suhu 60° paling mendekati ukuran aslinya. Hasil pengecoran pada suhu 40° lebih kecil dibandingkan dengan masternya dikarenakan penyusutan yang terjadi saat pendinginan.



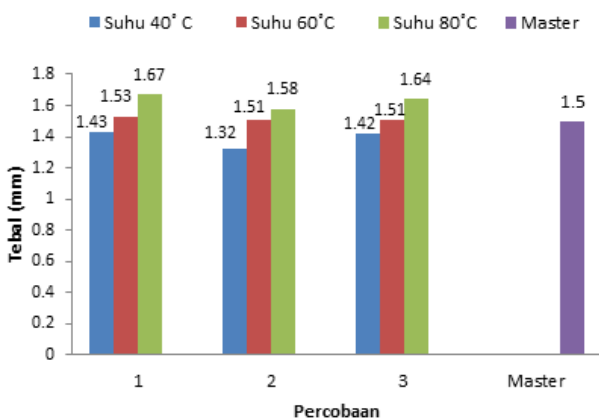
Gambar 6. Posisi pengukuran dimensi produk



Gambar 7. Grafik hasil pengukuran panjang



Gambar 8. Grafik hasil pengukuran lebar



Gambar 9. Grafik hasil pengukuran tebal

Hasil penelitian ini melengkapi kesimpulan beberapa penelitian sebelumnya terkait faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas produk hasil *spin casting* seperti yang dilakukan oleh Beznak, M., dkk., (2010) yang membahas variasi runner arah aliran cairan logam pada cetakan karet silikon pada *spin casting*, Rahayu (2013) yang membahas peningkatan kualitas pasca pengecoran dan Setiawan (2017) yang meneliti peningkatan kualitas cetakan karet silikon dengan menambahkan serbuk talc di dalamnya.

Dengan semakin banyaknya data tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas hasil *spin casting* maka optimalisasi dapat dilakukan, sehingga tidak sekedar mengandalkan proses *trial and error* ataupun bergantung kepada keahlian personal.

### Kesimpulan

Berdasarkan data penelitian dapat disimpulkan bahwa suhu permukaan cetakan karet silikon pada mesin *spin casting* sangat mempengaruhi kualitas hasil pengecoran, terutama dari sisi dimensi, bobot dan munculnya *burr (flash)* pada produk akhir. Optimalisasi proses perlu dilakukan dengan mengatur beberapa parameter lainnya seperti suhu logam cair, kecepatan putar, arah dan dimensi runner, tekanan klem pada cetakan serta komposisi material logam cair.

### Penghargaan

Penelitian ini terlaksana berkat kerjasama antara Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia dengan Balai Besar Kerajinan dan Batik Yogyakarta.

### Referensi

- [1] Sriyono, B., 2009. Produk Pengecoran Pewter <http://www.metalurgi.lipi.go.id/jasa-ilmiah/produk-pengecoran-pewter/>
- [2] Beznak, M., Bajcicak, M., & Suba, R., 2010. The Possibilities of Runner Placements for Castings Produced by Spin Casting Into Silicon Rubber Moulds. Department of Casting, Institute of Production Technologies, Faculty of Materials Science and Technology in Trnava, Slovak University of Technology Bratislava
- [3] Barnard, L.J., 1999. Spin casting as a tool in rapid prototyping. Solid Freeform Fabrication 1999, The University of Texas at Austin. 719-725

- [4] Rahayu, P.W., 2013. Kerajinan Logam Timah “Pewter” Muntok Kabupaten Bangka Barat Provinsi Bangka Belitung. Skripsi. tidak diterbitkan. Jurusan Pendidikan Seni Rupa UNY, Yogyakarta.
- [5] Song, Y.A., Park, S., & Kwon, Y., 2001. Effective cooling method for spin casting process. Korea Institute of Science and Technology (KIST). 55-60
- [6] Setiawan, J., Prasetyo, A. and Risdiyono, R., 2017. Pengaruh penambahan talc terhadap peningkatan nilai kekerasan cetakan rtv silicone rubber pada proses spin casting. *Dinamika Kerajinan dan Batik*. Volume 34, No 1