

PERBANDINGAN METODE SAND CASTING DENGAN METODE CENTRIFUGAL CASTING TERHADAP KEKUATAN BENDING DAN POROSITAS PADUAN ALUMINIUM SILIKON

Irbahurrofi' Dhatu Pratika

S1 Teknik Mesin Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: irbahurrofipratika16050754015@mhs.unesa.ac.id

Akhmad Hafizh Ainur Rasyid

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: akhmadrasyid@unesa.ac.id

Mochammad Arif Irfa'i

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: arifirfai@unesa.ac.id

Abstrak

Sand casting merupakan metode pengecoran yang paling banyak digunakan karena dapat mencetak logam dengan titik lebur tinggi dengan dimensi hasil coran yang beragam. Namun pada penggunaan metode *sand casting* sering dijumpai cacat berupa porositas dan penyusutan yang akan mempengaruhi nilai kekuatan material. Seperti pada penelitian yang telah dilakukan oleh Arief Rofandi yang masih ditemukan cacat porositas sebesar 2,81%. Nilai porositas dapat diminimalisir dengan menggunakan metode *centrifugal casting*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan metode *sand casting* dengan metode *centrifugal casting* terhadap kekuatan *bending* dan nilai porositas paduan aluminium silikon. Penelitian ini merupakan eksperimen pengecoran paduan 95% aluminium dengan 4,96% silikon menggunakan metode *centrifugal casting* dengan variasi temperatur tuang 680°C, 705°C, 730°C, 755°C, 780°C dan kecepatan putar cetakan 1000 RPM. Hasil coran diuji kekuatan *bending* dan porositas, kemudian dibandingkan dengan data dari penelitian Arief Rofandi. Hasil dari penelitian ini yaitu pengecoran menggunakan metode *centrifugal casting* memiliki nilai kekuatan *bending* yang lebih tinggi dan nilai porositas yang lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan metode *sand casting*. Kekuatan *bending* tertinggi adalah pada temperatur tuang 780°C dengan menggunakan metode *centrifugal casting* yaitu sebesar 648,60 MPa, dan nilai porositas terendah adalah pada temperatur 780°C dengan menggunakan metode *centrifugal casting* yaitu sebesar 1,94%.

Kata Kunci: aluminium silikon, temperatur tuang, *centrifugal casting*, kekuatan *bending*, porositas.

Abstract

Sand casting is commonly used casting method because it can cast metals with high melting temperature and various shapes and dimension. But *sand casting* method is frequently founded a porosity or shrinkage defect which would affect the mechanical properties of the castings. As the research that been done by Arief Rofandi which still found a 2,81% porosity defect. The porosity value can be minimized by using centrifugal casting method. The aim of this research is to compare the sand casting method with centrifugal casting method on the bend strength and the porosity of aluminium silicon alloy. Using experimental method, casting by using a 95% aluminium and 4,96% silicon alloy, with centrifugal casting method and 680°C, 705°C, 730°C, 755°C, 780°C pouring temperature variations and 1000 RPM mold rotate speed. The results are tested for bend strength and porosity test, then compared with data from Arief Rofandi's research. The results of this research showed that casting with centrifugal casting method has a higher value of bend strength and a lower value of porosity when compared to sand casting method. The highest value of bend strength in this research is at 780°C pouring temperature with centrifugal casting method with 648,60 MPa, and the lowest value of porosity is at 780°C pouring temperature with centrifugal casting method with 1,94%.

Keywords: aluminium silicon alloy, pouring temperature, centrifugal casting, bend strength, porosity.

PENDAHULUAN

Aluminium (Al) merupakan logam yang sering dijumpai penggunaannya dalam bidang industri dan otomotif

karena memiliki beberapa keunggulan, seperti berat jenis yang ringan, penghantar panas dan listrik yang baik, serta tahan terhadap korosi. Aluminium murni memiliki sifat mampu cor dan sifat mekanis yang buruk, oleh karena itu

perlu ditambahkan unsur lainnya seperti silikon (Si), magnesium (Mg), tembaga (Cu), mangan (Mn), nikel (Ni), dan lainnya (Surdia & Chijiwa, 2006)

Pengecoran merupakan proses pembentukan benda kerja dengan cara menuangkan logam yang telah dicairkan ke dalam cetakan hingga logam tersebut padat dan kemudian dipindahkan dari cetakan. Salah satu metode pengecoran yang banyak digunakan adalah *sand casting*. *Sand casting* merupakan metode pengecoran dimana logam yang telah dicairkan dituang ke dalam cetakan pasir yang telah dibuat sebelumnya. Metode ini sering digunakan karena dapat mencetak logam dengan titik lebur tinggi dengan dimensi hasil coran yang beragam. Adapun kekurangan dari metode ini adalah sering dijumpai cacat seperti porositas dan penyusutan yang dapat mempengaruhi sifat mekanis hasil coran (Pratama & Soeharto, 2012).

Centrifugal casting merupakan proses pengecoran dimana logam cair dituang ke dalam cetakan yang berputar pada kecepatan tertentu. Gaya yang disebabkan oleh putaran cetakan akan mendorong logam cair menjauhi sumbu putar menuju dimensi terjauh dari cetakan dan memenuhi rongga pada cetakan, sehingga produk cor yang dihasilkan lebih padat dan sempurna (Faisol & Lukmana, 2018).

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil coran, salah satunya adalah temperatur tuang logam cair. Temperatur tuang merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan karena dapat berpengaruh terhadap sifat mekanis hasil coran. Temperatur logam yang terlalu rendah mengakibatkan tingginya nilai viskositas logam cair, hal ini dapat menyebabkan cacat karena proses solidifikasi yang terlalu cepat sebelum logam cair dapat memenuhi rongga pada cetakan. Begitupun pada temperatur logam yang terlalu tinggi, peningkatan temperatur logam dapat menyebabkan cacat pada hasil coran seperti *shrinkage* dan porositas, adanya cacat tersebut dapat menurunkan sifat mekanik dari logam hasil coran (Sudjana, 2008).

Sebelumnya telah dilakukan penelitian serupa oleh Arief Rofandi (2018) yang meneliti tentang pengaruh variasi temperatur tuang terhadap kekuatan *bending* dan porositas pada paduan aluminium silikon dengan menggunakan metode *sand casting*. Pada penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa variasi temperatur tuang dapat mempengaruhi nilai kekuatan *bending* dan porositas. Nilai kekuatan *bending* paling baik berada pada temperatur penuangan 780°C sebesar 622,5 Mpa, sedangkan nilai porositas paling kecil pada temperatur penuangan 780°C sebesar 2,81 %. Nilai porositas yang diperoleh dari hasil penelitian tersebut dapat diminimalisir dengan menggunakan metode *centrifugal casting*. Untuk itu penelitian ini dilakukan untuk membandingkan apakah

pengecoran dengan metode *centrifugal casting* dapat menghasilkan kekuatan *bending* yang lebih baik dan nilai porositas yang lebih rendah dari metode *sand casting* yang telah dilakukan oleh Arief Rofandi.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- Bagaimana perbandingan kekuatan *bending* pada pengecoran aluminium paduan metode *sand casting* dengan metode *centrifugal casting*?
- Bagaimana perbandingan nilai porositas pada pengecoran aluminium paduan metode *sand casting* dengan metode *centrifugal casting*?

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan:

- Untuk mengetahui perbandingan kekuatan *bending* pada pengecoran aluminium paduan metode *sand casting* dengan metode *centrifugal casting*.
- Untuk mengetahui perbandingan nilai porositas pada pengecoran aluminium paduan metode *sand casting* dengan metode *centrifugal casting*.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu metode yang digunakan untuk mencari hubungan sebab akibat antara beberapa faktor yang saling berpengaruh (Sugiyono, 2018)

Tempat dan Waktu Penelitian

- Tempat Penelitian

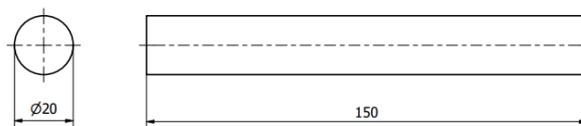
Penelitian dilaksanakan di tiga tempat. Proses pengecoran dilaksanakan di bengkel pengecoran UD Hibna Jaya Surabaya. Pengujian *bending* dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Bahan Politeknik Negeri Malang. Pengujian porositas dilaksanakan di Laboratorium Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya.

- Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan mulai bulan Agustus 2020 sampai November 2020.

Objek Penelitian

Paduan aluminium dengan 5% silikon hasil dari pengecoran menggunakan metode *centrifugal casting* digunakan sebagai objek dalam penelitian ini, dengan ukuran dan komposisi sebagai berikut:



Gambar 1. Ukuran Spesimen Uji

Tabel 1. Komposisi Paduan Al-Si Centrifugal Casting

No	Unsur	Persentase
1.	Al	95,01 %
2.	Si	4,96 %
3.	Mg	0,01 %
4.	Cu	0,05 %

Sebagai pembanding, berikut merupakan komposisi paduan aluminium silikon yang digunakan pada pengecoran menggunakan metode *sand casting* yang telah dilakukan oleh Arief Rofandi:

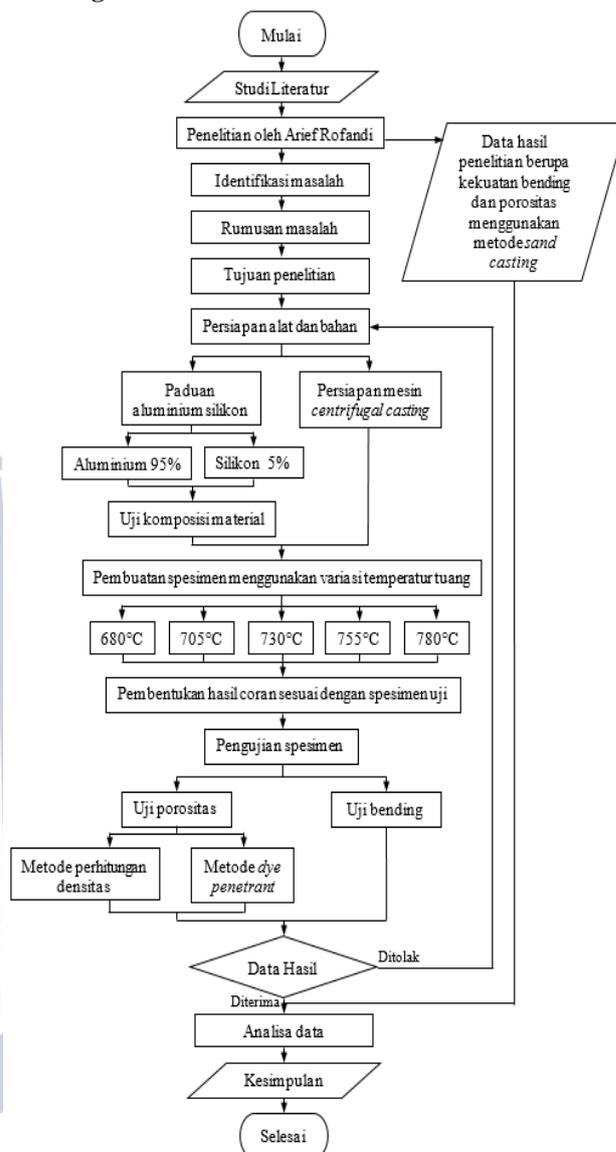
Tabel 2. Komposisi Paduan Al-Si Sand Casting

No	Unsur	Persentase
1.	Al	84,51%
2.	Si	5,21%
3.	Mg	0,11%
4.	Cu	1,99%
5.	Mn	0,334%
6.	Fe	0,50%
7.	Cr	0,03%
8.	Ni	0,08%
9.	Zn	6,92%
10.	Pb	0,23%
11.	Sn	0,02%
12.	Ti	0,03%
13.	Ga	0,02%
14.	V	0,01%

Variabel Penelitian

- Variabel Terikat
Nilai kekuatan *bending* dan porositas.
- Variabel Bebas
Variasi temperatur tuang logam cair kedalam cetakan, yaitu pada temperatur 680°C, 705°C, 730°C, 755°C, 780°C.
- Variabel Kontrol
 - Bahan yang digunakan adalah paduan aluminium dengan 5% silikon.
 - Proses pengecoran menggunakan mesin *centrifugal casting* horizontal.
 - Putaran cetakan yang digunakan adalah 1000 RPM.
 - Pengujian kekuatan *bending* menggunakan metode *three point bending* dengan standar ASTM E290-14.
 - Pengujian porositas menggunakan metode perhitungan densitas.

Rancangan Penelitian



Gambar 2. Flowchart Penelitian

Teknik Analisis Data

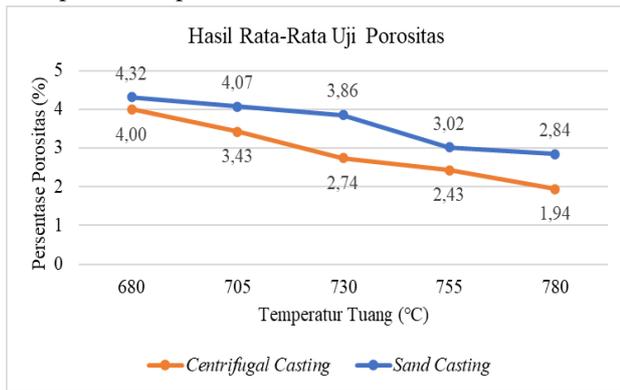
Metode analisis data kuantitatif deskriptif digunakan dalam penelitian ini. Metode ini bertujuan untuk membuktikan fenomena yang terjadi pada saat penelitian. Data hasil penelitian dikelola menggunakan rumus dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, berikutnya dilakukan uji normalitas data, uji homogenitas dan uji anova dua jalur menggunakan aplikasi SPSS 25. Sehingga dapat diketahui apakah ada perbedaan antara pengecoran menggunakan metode *sand casting* dengan metode *centrifugal casting* terhadap kekuatan bending dan porositas paduan aluminium silikon.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Porositas

Pengujian porositas dilakukan dengan cara perhitungan densitas, yaitu dengan cara membandingkan nilai densitas

aktual dengan densitas teori yang kemudian didapatkan nilai persentase porositas.



Gambar 3. Hasil Uji Porositas

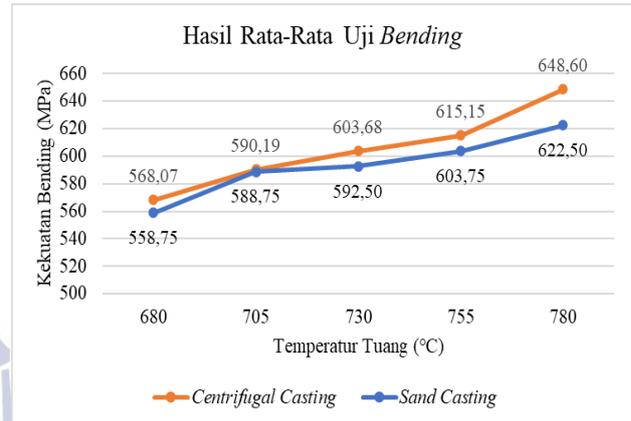
Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa variasi temperatur tuang dan metode pengecoran dapat mempengaruhi nilai porositas pada hasil coran. Pengecoran menggunakan metode *centrifugal casting* memiliki nilai porositas yang lebih rendah jika dibandingkan dengan menggunakan metode *sand casting*. Hal ini dapat terjadi karena logam cair dengan temperatur tuang yang tinggi memiliki mampu alir logam yang baik dan proses pembekuan yang lebih lambat, sehingga logam cair yang dituangkan dapat masuk memenuhi rongga cetakan sebelum logam cair membeku, dan didapatkan hasil coran yang lebih padat (Surdia & Chijiwa, 2006). Selain itu, karena penggunaan mesin *centrifugal casting*, dengan adanya gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh putaran cetakan dapat mendorong logam cair yang masuk memenuhi rongga cetakan dan mengisi rongga yang terjadi akibat penyusutan, sehingga coran yang dihasilkan lebih padat dan nilai porositas yang dihasilkan lebih kecil jika dibandingkan dengan pengecoran menggunakan metode *sand casting*.

Adanya perbedaan komposisi silikon antara penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Arief Rofandi dengan penelitian ini tidak berpengaruh terhadap nilai porositas hasil coran karena perbedaan komposisi silikon tidak signifikan. Nilai porositas lebih dipengaruhi oleh metode yang digunakan, dimana dengan menggunakan metode *centrifugal casting* menghasilkan nilai porositas yang lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan metode *sand casting*.

Nilai porositas pada pengecoran menggunakan metode *centrifugal casting* dengan variasi temperatur tuang 680°C, 705°C, 730°C, 755°C, 780°C berturut-turut adalah 4%, 3,43%, 2,74%, 2,43% dan 1,94%. Nilai ini lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai porositas pada pengecoran dengan menggunakan metode *sand casting* yang dilakukan pada penelitian Arief Rofandi (2018), yaitu sebesar 4,32%, 4,07%, 3,86%, 3,02% dan 2,84% pada masing-masing variasi temperatur tuang.

Hasil Pengujian Bending

Pengujian bending dilakukan dengan menggunakan metode *three point bending* dengan menggunakan standar ASTM E290-14.



Gambar 4. Hasil Uji Bending

Berdasarkan grafik tersebut, variasi temperatur tuang dan metode pengecoran dapat mempengaruhi nilai kekuatan *bending* hasil coran. Hal ini dapat terjadi logam cair dengan temperatur tuang yang tinggi memiliki mampu alir logam yang baik dan proses pembekuan yang lebih lambat, sehingga logam cair yang dituangkan dapat masuk memenuhi rongga cetakan sebelum logam cair membeku, dan didapatkan hasil coran yang lebih padat (Surdia dan Chijiwa, 2006). Selain itu, karena penggunaan mesin *centrifugal casting*, dengan adanya gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh putaran cetakan dapat mendorong logam cair yang masuk memenuhi rongga cetakan dan mengisi rongga yang terjadi akibat penyusutan, sehingga coran yang dihasilkan lebih padat dan nilai porositas yang dihasilkan lebih kecil. Karena nilai porositas yang dihasilkan lebih kecil, maka material yang dihasilkan semakin padat. Semakin padat hasil coran, maka semakin tinggi kekuatan yang dihasilkan, begitupun sebaliknya (Faisal dan Lukmana, 2018).

Adanya perbedaan komposisi silikon antara penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Arief Rofandi dengan penelitian ini tidak berpengaruh terhadap kekuatan *bending* hasil coran karena perbedaan komposisi silikon tidak signifikan. Kekuatan *bending* lebih dipengaruhi oleh metode yang digunakan, dimana dengan menggunakan metode *centrifugal casting* menghasilkan coran yang lebih padat sehingga coran memiliki nilai kekuatan *bending* yang lebih besar dibandingkan dengan menggunakan metode *sand casting*.

Nilai porositas pada pengecoran menggunakan metode *centrifugal casting* dengan variasi temperatur tuang 680°C, 705°C, 730°C, 755°C, 780°C berturut-turut adalah 568,07 MPa, 590,19 MPa, 603,68 MPa, 615,15 MPa, dan 648,60 MPa. Nilai ini lebih besar jika dibandingkan dengan nilai porositas pada pengecoran dengan

menggunakan metode *sand casting* yang dilakukan pada penelitian Arief Rofandi (2018), yaitu sebesar 558,75MPa, 588,75 MPa, 592,50 MPa, 603,75 MPa, dan 622,50 MPa pada masing-masing variasi temperatur tuang.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan hal sebagai berikut:

- Proses pengecoran dengan menggunakan metode *centrifugal casting* memiliki nilai kekuatan *bending* yang lebih besar dibandingkan dengan pengecoran menggunakan metode *sand casting*. Pengecoran dengan menggunakan metode *centrifugal casting* memiliki kekuatan *bending* yang lebih tinggi karena produk cor yang dihasilkan lebih padat dibandingkan pengecoran dengan menggunakan metode *sand casting*. Nilai kekuatan *bending* tertinggi terdapat pada temperatur tuang 780°C dengan menggunakan metode *centrifugal casting* sebesar 648,60 MPa.
- Proses pengecoran dengan menggunakan metode *centrifugal casting* memiliki nilai porositas yang lebih kecil dibandingkan dengan pengecoran menggunakan metode *sand casting*. Pengecoran dengan menggunakan metode *centrifugal casting* memiliki porositas yang lebih tinggi karena produk cor yang dihasilkan lebih padat dibandingkan pengecoran dengan menggunakan metode *sand casting*. Nilai porositas terendah terdapat pada temperatur tuang 680°C dengan menggunakan metode *centrifugal casting* sebesar 1,94%.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan beberapa hal sebagai berikut yang mungkin dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian selanjutnya:

- Dapat dipertimbangkan untuk menggunakan metode *centrifugal casting* untuk pengecoran benda berbentuk silindris karena produk cor yang dihasilkan memiliki nilai porositas yang lebih rendah dan kekuatan *bending* yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan metode *sand casting*.
- Perlu diberikan pelumasan pada *bearing* yang digunakan untuk memutar cetakan secara berkala agar cetakan tidak macet saat proses pengecoran berlangsung.
- Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat meneliti seberapa pengaruh jumlah persentase paduan pada proses pengecoran *centrifugal casting* terhadap kekuatan *bending* material.

DAFTAR PUSTAKA

- Amminudin, Muchammad Hafidz dan Irfa'i, Mochammad Arief. 2019. "Pengaruh Kecepatan Putar Terhadap Kekuatan Bending pada Aluminium Menggunakan Mesin Centrifugal Casting". *JTM*. Vol.7(2):hal 105-110.
- ASTM. 2015. *E290-14 Standart Test Methods for Bend Testing of Material for Ductility*. United States.
- Campbell, John. 2015. *Complete Casting Handbook: Metal Casting Processes, Metallurgy, Techniques and Design*. Oxford: Elsevier Ltd. Edisi Kedua.
- Faisol, Moh. Dan Lukmana, Rendi Putra. 2018. *Rancang Bangun Mesin Centrifugal Casting Horizontal untuk Pengecoran Aluminium Skala Laboratorium*. Surabaya: Universitas 17 Agustus 1945.
- Firdays. 2002. "Analisis Parameter Proses Pengecoran Squeeze Terhadap Cacat Porositas Produk Flens Motor Sungai". *Jurnal Teknik Mesin*. Vol.4(1): hal 6-12.
- Hidayanto, Baral dan Wardoyo, Anjar dan Darojad, Muhammad Wahyu, dan Wijoyo. 2018. "Pengaruh Variasi Temperatur Tuang pada Pengecoran Daur Ulang Al-Si Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan dengan Pola Lost Foam". *Jurnal Teknik Mesin Untirta*. Vol.4(1): hal 45-48.
- Khamid, Abdul. 2011. *Rancang Bangun Alat Uji Bending dan Hasil Pengujian untuk Bahan Besi Cor*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Pratama, Rizal Mahendra dan Soeharto, S. 2012. "Studi Eksperimen Pengaruh Jenis Saluran pada Aluminium Sand Casting terhadap Porositas Produk Toroidal Piston". *Jurnal Teknik ITS*. Vol.1(1): hal F126-F130.
- Raharjo, Teguh dan Sujana, Wayan. 2010. "Analisis Pengaruh Temperatur Penuangan dan Temperatur Cetakan terhadap Sifat Mekanis Bahan Paduan Al-Zn". *Jurnal Flywheel*. Vol3.(1).
- Rofandi, Arief dan Irfa'i, Mochammad Arief. 2019. *Studi Temperatur Tuang terhadap Kekuatan Bending Paduan Al-Si dengan Menggunakan Cetakan Pasir*. Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: PPs Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.
- Samsodin, Moh. dan Irfa'i, Mochammad Arief. 2019. "Pengaruh Temperatur Tuang terhadap Kekerasan pada Pembuatan Pipa Aluminium dengan Menggunakan Mesin Centrifugal Casting". *JTM*. Vol.7(3): hal 51-56.
- Sudjana, Hardi. 2008. *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional. Jilid Satu.
- Sudjana, Hardi. 2008. *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah

Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional. Jilid Dua.

Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta. Cetakan ke-27.

Suprpto, Wahyu. 2017. *Teknologi Pengecoran Logam*. Malang: Universitas Brawijaya Press. Cetakan Pertama.

Surdia, Tata dan Kenji, Chijiwa. 2006. *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita. Cetakan Kesembilan.

Wijaya, Mohammad Tofa dan Zubaidi dan Wijoyo. 2017. "Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Terhadap Ketangguhan Impak dan Struktur Mikro pada Pengecoran Aluminium". *Jurnal SIMETRIS*. Vol.8(1): hal 219-224.

