

Analisis Pengaruh Temperatur Peleburan 1000°C, 900°C, 800°C. Bahan Alumunium 6061 pada Proses Pengecoran Logam Sentrifugal Putaran 800rpm Terhadap Uji Kekerasan dan Struktur Mikro.

Agus Suprpto^{1*}, Djoko Andrijono², Dewi Izzatus Tsamroh³, Costrian Pontami Rafa⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Mesin Universitas Merdeka Malang
Jalan Taman Agung 1 Malang, Jawa Timur, Indonesia

^{1*}agus.suprpto@unmer.ac.id (penulis korespondensi)

²djoko.andrijono@unmer.ac.id

³izza@unmer.ac.id

⁴costrianpontami@gmail.com

Abstrak— Pengecoran sentrifugal merupakan salah satu proses pengecoran yang umumnya digunakan untuk membuat coran yang berbentuk pipa berongga. Proses pengecoran dilakukan pada cetakan yang berputar sehingga logam cair ikut berputar di dalam cetakan sampai pembekuan terjadi. Putaran cetakan ini akan menimbulkan gaya sentrifugal yang dapat mempengaruhi sifat mekanik coran yang meliputi kekerasan dan struktur mikro, pada pengujian kali ini proses pengecoran logam sentrifugal dilakukan dengan putaran 800rpm dan mengvariasikan temperatur lebur 1000°C, 900°C, 800°C. Uji kekerasan merupakan kemampuan suatu benda terhadap pembebanan yang tepat, sehingga ketika gaya tertentu diberikan pada suatu benda uji akan mengalami deformasi pada benda tersebut. Untuk logam, hanya kekerasan lekukan yang banyak menarik perhatian dalam kaitannya dengan bidang rekayasa. Pengujian kekerasan dapat diketahui dengan cara penekanan bola atau piramida intan yang dikeraskan pada permukaan benda kerja lalu mengukur bekas penekanan dari penetrator tersebut, maka didapatkan hasil bahwa proses pengecoran logam sentrifugal dengan kecepatan putar 800 rpm dan temperatur peleburan 800°C memiliki hasil kekerasan yang paling tinggi 97,1 HRH di dibandingkan dengan variasi temperatur 1000°C (96,1HRH), 900°C (96,7HRH). Dalam pengujian struktur mikro, kualitas bahan ditentukan dengan mengamati struktur dibawah mikroskop, disamping itu dapat pula mengamati cacat dan bagian yang tidak beraturan. Struktur mikro dapat didefinisikan sebagai bahan dalam orde kecil (mikro). Ada beberapa alat yang digunakan untuk mengamati struktur mikro dari bahan yaitu: mikroskop cahaya, mikroskop elektron, dan mikroskop piometri maka didapatkan hasil bahwa proses pengecoran logam sentrifugal dengan kecepatan putar 800 rpm dan temperatur peleburan 800°C memiliki hasil ukuran butir yang paling besar 4,7 µm di dibandingkan dengan variasi temperatur 1000°C (4,5 µm), 900°C (4,5 µm), dan besar butir didapatkan Dari Tabel Pengukuran Besar Butir ASTM E112.

Kata kunci— Pengecoran sentrifugal, pengujian kekerasan, Pengujian Struktur mikro

Abstract— Centrifugal casting is a casting process that is generally used to make hollow pipe castings. The casting process is carried out in a rotating mold so that the molten metal rotates in the mold until freezing occurs. This rotation of the mold will cause a centrifugal force which can affect the mechanical properties of the casting which includes hardness and microstructure, in this test the centrifugal metal casting process was carried out with a rotation of 800 rpm and varying the melting temperature 1000°C, 900°C, 800°C. Hardness test is the ability of an object to the right load, so that when a certain force is applied to a test object, it will deform the object. For metals, only the indentation hardness attracts much attention in relation to the engineering field. Hardness testing can be determined by pressing a hardened diamond ball or pyramid on the surface of the workpiece and then measuring the pressure marks from the penetrator. rotation of 800 rpm and melting temperature of 800°C has the highest hardness of 97.1HRH compared to variations in temperature of 1000°C (96.1HRH), 900°C (96.7HRH). In microstructure testing, the quality of the material is determined by observing the structure under a microscope, besides that, it can also observe defects and irregular parts. Microstructure can be defined as a material in small order (micro). There are several tools used to observe the microstructure of the material, namely: light microscopes, electron microscopes, and pyrometric microscopes. The results show that the centrifugal metal casting process with a rotating speed of 800 rpm and a melting temperature of 800°C has the largest grain size 4, 7 µm compared with temperature variations of 1000°C (4.5 µm), 900°C (4.5 µm), and grain size obtained from the ASTM E112 Grain Size Measurement Table

Keywords— Centrifugal casting, hardness testing, Microstructure Testing

I. PENDAHULUAN

Pengecoran logam adalah sebuah cara atau manufaktur yang menggunakan bahan berupa logam cair dan cetakan. Hal ini berguna untuk menghasilkan bentuk atau produk jadi yang diinginkan sesuai kebutuhan, pengecoran logam adalah proses di mana logam cair panas dituangkan ke dalam cetakan yang berisi

potongan berlubang atau rongga dengan bentuk jadi yang diinginkan. Cetakan ini bisa terbuat dari pasir, logam atau pun keramik. Logam tersebut dibiarkan mendingin dan mengeras menjadi bentuk yang diberikan oleh cetakan tersebut dan kemudian dikeluarkan dari cetakan dengan cara memecahkan atau memisahkan cetakan.

Pengecoran sentrifugal merupakan salah satu proses pengecoran yang umumnya digunakan untuk membuat coran yang berbentuk pipa berongga. Proses pengecoran dilakukan pada cetakan yang berputar sehingga logam cair ikut berputar di dalam cetakan sampai pembekuan terjadi [1]. Putaran cetakan ini akan menimbulkan gaya sentrifugal yang dapat mempengaruhi sifat mekanik coran yang meliputi kekerasan dan struktur mikro. Pengecoran sentrifugal memiliki beberapa keunggulan di banding pengecoran konvensional seperti struktur coran lebih padat, cocok untuk coran berbentuk silinder dan cincin dengan produktivitas yang tinggi dan menghasilkan kualitas hasil coran yang baik [2]. Pengecoran sentrifugal juga memiliki beberapa kekurangan, seperti distribusi ketebalan dan kepadatan yang tidak merata, segregasi dan struktur yang tidak homogen akibat laju pembekuan yang tidak merata.

Aluminium merupakan logam yang lunak dengan tampilan yang menarik, ringan, tahan korosi, mempunyai daya hantar panas dan daya hantar listrik yang relatif tinggi, dan mudah dibentuk sifat-sifat yang lainnya sebagai sifat logam [3]. Bahan campuran yang mempunyai sifat-sifat logam, terdiri dua unsur atau lebih, Kekuatan mekanik pada aluminium dapat ditingkatkan dengan penambahan unsur padu seperti Cu, Mg, Zn, Mn, dan Ni. Unsur Cu pada paduan Al akan meningkatkan sifat mekanik, yaitu kekerasan.

Peleburan aluminium termasuk dalam logam nonferrous yang mudah untuk dilebur. Pada saat proses peleburan diperlukan adanya pengaturan temperatur yang diinginkan, karna pada penelitian ini temperatur yang diinginkan adalah 1000°C, 900°C, 800°C, variasi temperatur peleburan aluminium merupakan salah satu variabel dari sekian banyak variabel yang terdapat pada proses pengecoran logam aluminium, Variabel ini dianggap penting karena sangat mempengaruhi pada sifat hasil pengujian kekerasan dan juga pengujian struktur mikro,

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak variasi peleburan 1000°C, 900°C, 800°C bahan aluminium pada pengecoran sentrifugal terhadap hasil uji kekerasan dan uji struktur mikro hasil coran. Dalam penelitian ini digunakan bahan aluminium 6061 dengan pertimbangan memiliki sifat fluiditas baik, temperatur tuangnya rendah serta banyak dipakai oleh industri pengecoran logam khususnya industri komponen mesin [4].

II. METODE

A. Parameter Terikat

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental murni. Proses pengecoran menggunakan metode pengecoran sentrifugal, cetakan yang digunakan yaitu cetakan permanen. Langkah proses pertama yaitu pemotongan bahan, selanjutnya proses kedua peleburan logam dengan variasi suhu menjadi cairan, kemudian proses ketiga yaitu dituangkan kedalam cetakan melalui pouring basin, lalu proses keempat pengambilan benda uji dengan pendinginan menggunakan air. Setelah mendapatkan hasil benda uji kemudian dilakukan uji kekerasan rockwell, dan struktur mikro.

B. Bahan

Bahan yang dicor untuk proses pengecoran sentrifugal menggunakan aluminium pejal 6061.

C. Uji Kekerasan Metode Rockwell

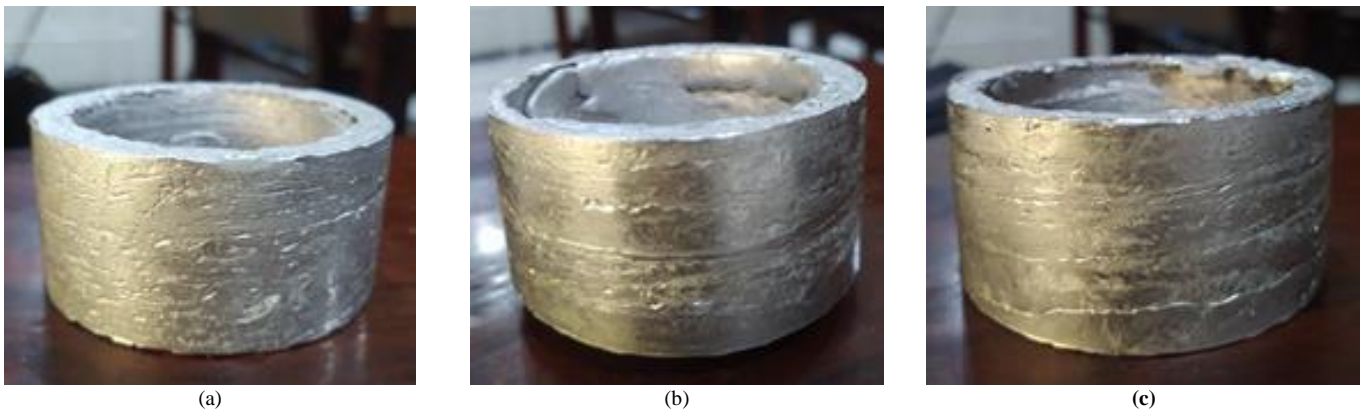
Pada pengujian kekerasan dengan metode *Rockwell* digunakan dua indenter yaitu kerucut intan dengan sudut sebesar 1200 (*Rockwell Cone*) dan indenter bola baja dengan bermacam ukuran (*Rockwell Ball*). Indenter tersebut ditabrakkan ke material uji dengan pembebanan yang disesuaikan dengan skala yang

telah ditetapkan berdasarkan jenis material yang diujikan. Material logam diuji menggunakan skala Rockwell A, B dan C. Skala digunakan untuk menguji material yang sangat keras seperti karbida tungsten, skala D dan dibawahnya dipakai untuk batu gerinda dan plastik [5].

D. Pengujian Struktur Mikro Metode Planimetri (Jefferies)

Dalam pengujian ini, kualitas bahan ditentukan dengan mengamati struktur dibawah mikroskop, Struktur mikro dapat didefinisikan sebagai bahan dalam orde kecil (mikro). Ada beberapa alat yang digunakan untuk mengamati struktur mikro dari bahan yaitu: mikroskop cahaya, mikroskop elektron, dan mikroskop pirometri. Metode Planimetri menggunakan lingkaran. Besar butir dihitung dengan mengalikan jumlah butir dengan pengali Jefferies (f) 1 dan menentukan diameter rata-rata butir dengan menyesuaikan nilai G yang didapat.

III. HASIL



Gambar 1 Hasil produk cor putaran 800 rpm dengan temperature peleburan (a) 1000°C; (b) 900°C; (c) 800°C.

TABEL I
SPESIFIKASI HASIL COR PUTARAN 800 RPM DENGAN TEMPERATUR PELEBURAN 1000°C

Spesifikasi Hasil Produk Cor	
d1 (Diameter Luar)	3.9 cm
d2 (Diameter Dalam)	3.1 cm
t (Tebal)	0,8 cm
ℓ (Panjang)	3,8 cm
m (Berat Spesimen)	197 gr
ρAl (Berat Jenis)	2,7 gr/cm ³
Kecepatan Putaran	800 Rpm
Suhu Peleburan	1000 °C
volume	66,82 Cm ³
densitas	2,94 gr/cm ³

TABEL II
SPESIFIKASI HASIL COR PUTARAN 800 RPM DENGAN TEMPERATUR PELEBURAN 900°C

Spesifikasi Hasil Produk Cor	
d1 (Diameter Luar)	3.9 cm
d2 (Diameter Dalam)	3.15 cm
t (Tebal)	0,75 cm
ℓ (Panjang)	3,8 cm
m (Berat Spesimen)	195 gr
ρAl (Berat Jenis)	2,7 gr/cm ³
Kecepatan Putaran	800 Rpm
Suhu Peleburan	900 °C
volume	63,09 Cm ³

densitas 3,09 gr/cm³

TABEL III
SPESIFIKASI HASIL COR PUTARAN 800 RPM DENGAN TEMPERATUR PELEBURAN 800°C

Spesifikasi Hasil Produk Cor	
d1 (Diameter Luar)	3.9 cm
d2 (Diameter Dalam)	3.25 cm
t (Tebal)	0,65 cm
ℓ (Panjang)	3,8 cm
m (Berat Spesimen)	185 gr
ρAl (Berat Jenis)	2,7 gr/cm ³
Kecepatan Putaran	800 Rpm
Suhu Peleburan	800 °C
volume	55,45 Cm ³
densitas	3,33 gr/cm ³

A. Perhitungan Gaya Sentrifugal

Rumus sentrifugal $F = m \frac{v^2}{r}$ dimana masa awal spesimen sebelum peleburan yaitu 220 gram, dengan putaran 800 rpm, dan diameter dalam cetakan 90 mm, diameter luar cetakan 100 mm, dimana:

- d1 (diameter luar) = 100 mm, R = 50 mm = 5 cm = 0,05 m
- d2 (diameter dalam) = 90 mm, r = 45 mm = 4,5 cm = 0,045 m
- m (masa awal spesimen) = 220 gr = 0,22 kg
- v (kecepatan putar) = 800 rpm = 83,52 m/s

$$F = m \frac{v^2}{r}$$

$$F = 0,22 \frac{83,52^2}{0,045} \quad F = 340,18 \text{ N}$$

B. Hasil Pengujian Kekerasan



Gambar 2. Spesimen uji kekerasan putaran 800 rpm dengan suhu 1000°C

TABEL IV
HASIL UJI KEKERASAN PUTARAN 800 RPM DENGAN SUHU 1000°C

Kecepatan (Rpm)	Temperatur (°C)	Skala	Beban (kg)	Indentor	Nilai Kekerasan HRH
					95.5
					98.5
800(Rpm)	1000 (°C)	H	60	1/8"BALL	97.5
					94.5
					94.5
RATA RATA					96.1



Gambar 3. Spesimen uji kekerasan putaran 800 rpm dengan suhu 900°C

TABEL V
HASIL UJI KEKERASAN PUTARAN 800 RPM DENGAN SUHU 900°C

Kecepatan (Rpm)	Temperatur (°C)	Skala	Beban (kg)	Indentor	Nilai Kekerasan HRH
					97.5
					98
800(Rpm)	900 (°C)	H	60	1/8"BALL	96.5
					95
					96.5
RATA RATA					96.7



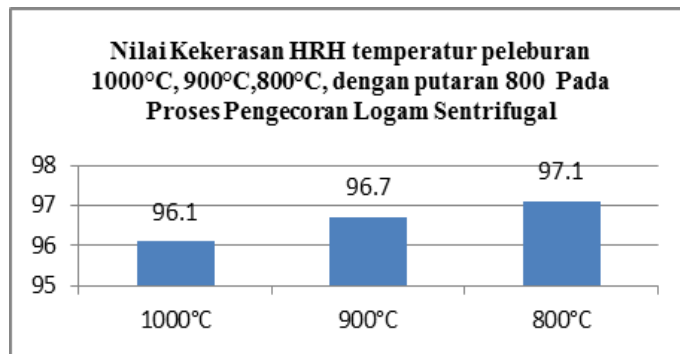
Gambar 4. Spesimen uji kekerasan putaran 800 rpm dengan suhu 800°C

TABEL VI
HASIL UJI KEKERASAN PUTARAN 800 RPM DENGAN SUHU 800°C

Kecepatan (Rpm)	Temperatur (°C)	Skala	Beban (kg)	Indentor	Nilai Kekerasan HRH
					96
					98.5
800(Rpm)	800 (°C)	H	60	1/8"BALL	99
					94.5
					97.5
RATA RATA					97.1

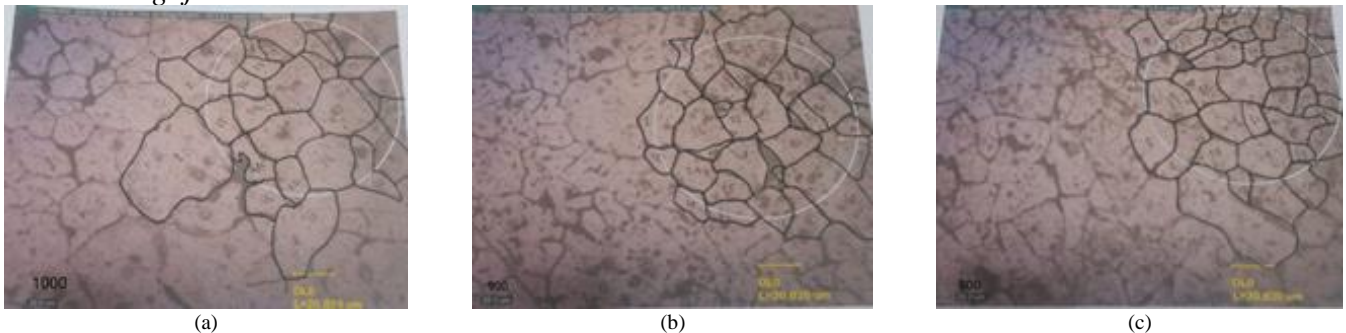
TABEL VII
HASIL UJI KEKERASAN PUTARAN 800 RPM DENGAN SUHU 800°C

No	Putaran	Suhu	Nilai Kekerasan HRH
1		1000°C	96.1
2	800 Rpm	900°C	96.7
3		800°C	97.1



Gambar 5. Diagram nilai kekerasan HRH temperatur peleburan 1000°C, 900°C, 800°C, dengan putaran 800 rpm pada proses pengecoran logam sentrifugal

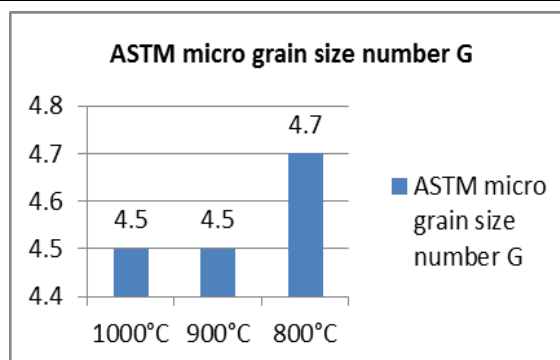
C. Hasil Pengujian Struktur Mikro



Gambar 6. Diameter rata - rata butiran pengujian struktur mikro hasil produk cor pada proses pengecoran sentrifugal putaran 800 rpm dengan suhu peleburan (a) 1000°C; (b) 900°C; (c) 800°C

TABEL VIII
REKAPITULASI HASIL UJI STRUKTUR MIKRO PUTARAN 800RPM DENGAN SUHU 1000°C, 900°C, 800°C

No	Putaran	Suhu	ASTM micro grain size number G
1		1000°C	4,5
2	800 Rpm	900°C	4,5
3		800°C	4,7



Gambar 7. Nilai besar butir pengujian struktur mikro temperature peleburan 1000°C, 900°C, 800°C, dengan putaran 800 rpm pada proses pengecoran logam sentrifugal

IV. PEMBAHASAN

A. Analisis Pengaruh Temperatur Peleburan 1000°C, 900°C, 800°C Bahan Aluminium 6061 Pada Proses Pengecoran Logam Sentrifugal Terhadap Uji Kekerasan

Berdasarkan hasil analisis pengujian kekerasan yang telah dilakukan dengan menggunakan jenis mesin Rockwell hardness tester yang mengacu pada standar uji ASTM, dan indeks Rockwell, skala H, beban mayor 60 kg, dengan waktu 1 detik, untuk jenis indentor 1/8" ball dan warna skala merah pada specimen uji adalah Aluminium 6061 pada proses pengecoran sentrifugal dengan putaran 800 rpm dan temperatur peleburan 1000°C, 900°C, 800°C.

Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan jenis bahan aluminium 6061 dilakukan pengetesan sebanyak 5 kali. Dari 5 kali pengetesan tersebut harga kekerasan selalu berbeda – beda, disebabkan jenis bahan pada saat waktu pengamplasan tidak merata. Bisa juga disebabkan bahan pada saat proses pengecoran terdapat ruang yang tidak sempurna dan terdapat rongga – rongga (lubang) yang menyebabkan kekerasan tidak merata.

Melihat Tabel 8, maka harga kekerasan rata-rata untuk spesimen aluminium 6061 Hasil Produk cor proses sentrifugal dengan putaran 800 rpm dan temperatur peleburan 1000°C adalah 96,1HRH sedangkan harga kekerasan rata-rata untuk spesimen aluminium 6061 Hasil Produk cor proses sentrifugal dengan putaran 800 rpm dan temperatur peleburan 900°C adalah 96,7HRH dan harga kekerasan rata-rata untuk spesimen aluminium 6061 Hasil Produk cor proses sentrifugal dengan putaran 800 rpm dan temperatur peleburan 800°C adalah 97,1HRH. Ditinjau dari kekerasan rata – rata ketiga hasil Produk cor proses pengecoran logam tersebut dapat dilihat bahwa hasil produk cor proses sentrifugal dengan putaran 800 rpm dan temperatur peleburan 1000°C memiliki harga kekerasan yang lebih kecil sedikit dari pada harga kekerasan hasil Produk cor proses pengecoran logam sentrifugal dengan putaran 800 rpm dan temperatur peleburan 800°C sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil produk cor pada proses sentrifugal dengan titik peleburan bahan 800°C lebih tinggi sedikit daripada hasil produk cor pada proses sentrifugal dengan titik peleburan bahan 1000°C.

B. Analisis Pengaruh Temperatur Peleburan 1000°C, 900°C, 800°C Bahan Aluminium 6061 Pada Proses Pengecoran Logam Sentrifugal Terhadap Uji struktur mikro

Setelah dilakukan uji struktur mikro untuk mencari butir / kristal yang terdapat pada aluminium dan melalui analisis dengan metode Jeffreies, bahwa Jumlah butir dan besar butir yang hanya sedikit berbeda atau mendekati kesamaan disetiap daerah permukaan aluminium 6061, dikarenakan putaran rpm pada proses pengecoran sentrifugal terbilang sama yaitu 800rpm

Hasil dari analisa struktur mikro bahwa jumlah butir dan besar butir hasil produk cor pada proses pengecoran sentrifugal putaran 800 rpm didapat suhu peleburan 800°C lebih besar sedikit dengan besar butir 4,7 µm jumlah butir dan besar butir di bandingkan dengan suhu peleburan 900°C (4,5 µm) dan 1000°C (4,5 µm)

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan/ penelitian yang telah ditulis di atas maka simpulan yang bisa diambil adalah berdasarkan hasil analisis pengaruh variasi temperatur peleburan 1000°C, 900°C, 800°C pada proses pengecoran logam sentrifugal dengan putaran 800 rpm didapatkan bahwa semakin tinggi

temperatur peleburan bahan maka semakin rendah kekerasannya. Berdasarkan hasil analisis dengan variasi temperatur peleburan 1000°C, 900°C, 800°C pada proses pengecoran logam sentrifugal di dapatkan bahwa besar butir dan jumlah butir struktur mikro memiliki nilai sedikit berbeda atau mendekati kesamaan disetiap daerah permukaan aluminium 6061, dikarenakan putaran dari cetakan logam sentrifugal hanya memakai satu variasi yaitu 800 rpm.

REFERENSI

- [1] Atmadja, S. T. 2006. Analisa Cacat Cor pada Proses Pengecoran Burner Kompor. *Jurnal Rotasi* 8 (3): 41-46.
- [2] Sugiarto, T. O. dan M. W. W. Jamasri. 2014. Analisis Distribusi Ketebalan dan Kekerasan Hasil Coran Sentrifugal Aluminium Paduan (Al-Si-Mg) Akibat Perubahan Laju Putaran dan Kemiringan Sumbu Cetakan. *Journal Of Environmental Engineering & Sustainable Technology* 1(1): 13-20.
- [3] Sudjana, H. 2008. Teknik Pengecoran Logam (Jilid II). Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- [4] Situngkir, H. 2009. Pengaruh Putaran Cetakan terhadap Sifat Mekanik Besi Cor Kelabu pada Pembuatan Silinder Linier Mesin Otomotif dengan Pengecoran Sentrifugal Mendatar. *Jurnal Dinamis* 2(4): 19-28.
- [5] Sugiarto, T. O. dan M. W. W. Jamasri. 2014. Analisis Distribusi Ketebalan dan Kekerasan Hasil Coran Sentrifugal Aluminium Paduan (Al-Si-Mg) Akibat Perubahan Laju Putaran dan Kemiringan Sumbu Cetakan. *Journal Of Environmental Engineering & Sustainable Technology* 1(1): 13-20.
- [6] Sugiyono. 2017. Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- [7] Surdia, T. dan K. Chijiwa. 1986. Teknik Pengecoran Logam. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [8] Surdia, T. dan S. Saito. 1999. Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [9] Tarkono, S. Harnowo, dan D. Sewandono. 2013. Pengaruh Variasi Abu Sekam dan Bentotit pada Cetakan Pasir terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Hasil Coran Aluminium AA 1100. *Journal Fema* 1(3): 1-12.
- [10] Tjitro, S. dan Sugiharto. 2004. Pengaruh Kecepatan Putar pada Proses Pengecoran Aluminium Centrifugal. *Jurnal Teknik Mesin* 6(1): 1-7.
- [11] Dr. Ir. R. Djoko Andrijono, M.T. (2019) "Materi Cetakan Sentrifugal". Teknik Mesin Universitas Merdeka Malang