

Analisis Pengaruh Kecepatan Putaran Cetakan dan Temperatur Peleburan Pengecoran Sentrifugal Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Aluminium 6061

Agus Suprpto, Djoko Andrijono, Jumiadi, Dewi Izzatus Tsamroh

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang

Jalan Terusan Raya Dieng 62-64 Malang, 65146

agus.suprpto@unmer.ac.id, djoko.andrijono@unmer.ac.id, jumiadi@unmer.ac.id, izza@unmer.ac.id

Abstrak

Pengecoran logam adalah proses pembuatan komponen dengan cara melelehkan logam dan menuangkannya ke dalam cetakan, yang kemudian dibiarkan mendingin dan mengeras. Penelitian ini menggunakan metode pengecoran sentrifugal, di mana cetakan diputar sehingga gaya sentrifugal menyebar logam cair ke tepi cetakan tanpa menggunakan inti. Bahan yang digunakan adalah aluminium 6061 dengan variasi putaran cetakan antara 400 rpm, 800 rpm, dan 1200 rpm pada suhu peleburan aluminium sebesar 800°C. Selain itu, variasi suhu peleburan juga dilakukan pada 800°C, 900°C, dan 1000°C dengan putaran cetakan tetap pada 800 rpm. Hasil pengujian kekerasan menunjukkan peningkatan seiring dengan peningkatan putaran cetakan, dari 93,8 HRH pada 400 rpm, 95,6 HRH pada 800 rpm, hingga 96,5 HRH pada 1200 rpm. Sedangkan pada variasi suhu peleburan, kekerasan meningkat dari 97,1 HRH pada 800°C, 96,7 HRH pada 900°C, hingga 96,1 HRH pada 1000°C. Selanjutnya, pengujian struktur mikro dilakukan dengan metode planimetri, menghasilkan ukuran rata-rata butir mikro. Ukuran butir mikro menunjukkan kecenderungan berkurang seiring dengan peningkatan putaran cetakan, dengan ukuran rata-rata sebesar 90 µm pada 400 rpm, 65 µm pada 800 rpm, dan 45 µm pada 1200 rpm. Sebaliknya, suhu peleburan yang lebih tinggi menghasilkan butir mikro yang lebih besar. Terlihat bahwa semakin kecil ukuran butir mikro, maka kekerasan benda cor juga semakin tinggi.

Kata Kunci : Pengecoran Sentrifugal, Aluminium, Kekerasan, Struktur Mikro

A. PENDAHULUAN

Proses pengecoran adalah teknik di mana logam yang dilelehkan dituangkan ke dalam cetakan dan kemudian dibiarkan sampai mendingin dan mengeras. Proses ini banyak digunakan karena memiliki beberapa keunggulan, salah satunya adalah kemampuannya untuk menghasilkan produk dengan bentuk yang rumit secara ekonomis [1].

Pengecoran sentrifugal adalah metode pengecoran logam cair di mana cetakan berputar sehingga gaya sentrifugal mengarahkan logam cair ke pinggiran cetakan. Tidak seperti beberapa teknik lainnya, pengecoran sentrifugal tidak memerlukan penggunaan core atau inti. Teknik ini umumnya digunakan untuk pembuatan produk berbentuk silinder atau pipa silindris. Keuntungan dari pengecoran sentrifugal termasuk struktur coran yang lebih padat, porositas yang rendah, dan produktivitas tinggi khususnya untuk pembuatan benda berbentuk silinder [2].

Meskipun demikian, pengecoran sentrifugal memiliki kekurangan seperti distribusi ketebalan yang tidak seragam, struktur yang tidak homogen akibat pendinginan yang tidak merata, risiko terjadinya retak pada benda cor logam keras karena kecepatan putaran yang terlalu tinggi, dan struktur yang kurang padat karena kecepatan putaran yang terlalu rendah. Namun, kekurangan-kekurangan ini dapat dikurangi dengan mengatur parameter-parameter seperti kecepatan putaran cetakan, sudut kemiringan, suhu, dan faktor-faktor lainnya [3].

Menindaklanjuti penelitian sebelumnya dalam hal ini menganalisis pengaruh kecepatan putaran cetakan dan temperature peleburan pengecoran sentrifugal terhadap kekerasan dan struktur mikro pada bahan Aluminium 6061 [4].

B. LANDASAN TEORI

1. Pengecoran Sentrifugal

Berbagai metode pengecoran telah dikembangkan untuk meningkatkan kualitas produk coran. Salah satu di antaranya adalah teknik pengecoran sentrifugal, di mana logam cair dituangkan ke dalam cetakan yang berputar. Proses ini memanfaatkan gaya sentrifugal untuk menyusun logam cair, yang kemudian mengeras saat berputar. Kelebihan pengecoran sentrifugal mencakup kemampuannya dalam pembuatan coran berbentuk silinder dengan produktivitas tinggi dan kualitas hasil coran yang baik. Selain itu, metode ini mampu menghasilkan produk coran dengan porositas rendah [5].

Pengecoran sentrifugal memiliki aplikasi luas, seperti dalam pembuatan tromol, sampuran pipa, silinder liner, cincin torak, rumah engkol, dan tutup silinder. Beberapa faktor yang memengaruhi kualitas coran sentrifugal melibatkan metode penuangan logam cair, kecepatan putar, temperatur penuangan, sudut kemiringan, kepresisian desain cetakan, dan kemampuan material cor untuk sesuai dengan cetakan. Parameter evaluasi kualitas coran melibatkan distribusi ketebalan, kesesuaian bentuk dan dimensi coran dengan cetakan, tingkat porositas, kecacatan coran, dan sifat mekanik yang memadai [6].

Ada berbagai metode pengecoran sentrifugal, termasuk pengecoran sentrifugal sejati, pengecoran semisentrifugal, dan sentrifuging. Penelitian sebelumnya mengenai Pengembangan Roll Baja Kecepatan Tinggi dengan Metode Pengecoran Sentrifugal menunjukkan bahwa kecepatan putaran yang tinggi dapat menyebabkan retak pada roll, sementara kecepatan putaran rendah menghasilkan coran dengan struktur yang kurang padat. Suhu penuangan yang tinggi juga dapat mempengaruhi density logam cair, sehingga diperlukan kecepatan putar yang lebih tinggi untuk memperkuat gaya sentrifugal dan mencapai struktur yang lebih padat [2].

2. Paduan Aluminium

Secara umum, aluminium dibagi menjadi tiga kategori, yakni paduan tidak dapat mengalami perlakuan panas (*wrought non-heat treatable alloy*), paduan yang dapat mengalami perlakuan panas (*wrought heat-treatable alloy*), dan paduan coran (*casting alloy*). Sementara itu, untuk paduan coran aluminium, terdapat dua jenis klasifikasi tambahan, yaitu paduan yang mampu mengalami perlakuan panas dan jenis paduan yang tidak dapat mengalami perlakuan panas. Paduan aluminium dikelompokkan menurut berbagai standar yang berlaku di berbagai negara di seluruh dunia. Namun, standar klasifikasi yang paling terkenal dan komprehensif adalah standar *Aluminium Association (AA)* di Amerika, yang berasal dari standar sebelumnya yang diperkenalkan oleh Alcoa (*Aluminium Company of America*) [3].

Aluminium dapat dilebur menggunakan cetakan dari pasir atau tanah liat, cetakan besi, atau cetakan baja dengan diberi tekanan. Proses pengecoran logam menghasilkan pengerasan yang cepat, mirip dengan quenching, yang meningkatkan kekerasan logam. Dalam pengecoran besi, perlu hati-hati agar tidak terjadi pencemaran besi ke dalam paduan, yang dapat mengubah komposisi paduan secara tidak diinginkan. Selain itu, kebersihan cetakan dan penghindaran terhadap uap air sangat penting dalam proses pengecoran. Pada suhu tinggi, aluminium bereaksi dengan uap air untuk membentuk aluminium hidroksida dan gas hidrogen. Ketika aluminium mulai mendingin dan mengeras, gelembung hidrogen dapat muncul di dalamnya, menyebabkan porositas dan membuat logam menjadi rapuh [7].

C. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang diterapkan dalam studi ini adalah eksperimen yang dilakukan di laboratorium. Proses pengecoran dilakukan melalui metode sentrifugal, di mana cetakan permanen digunakan. Mesin yang digunakan adalah prototipe mesin pengecoran sentrifugal horizontal. Setelah pengecoran, hasil cor akan diuji untuk kekerasan dan struktur mikro guna mengevaluasi sifat mekaniknya. Bahan yang dicor adalah aluminium dari paduan seri 6061. Pada proses pengecoran sentrifugal ini dilakukan variasi putaran pada cetakan. Variasi kecepatan peleburan putaran yang digunakan adalah mulai dari 400 rpm, 800 rpm, 1200 rpm pada temperatur 800°C [8] dan variasi temperatur peleburan 800°C, 900°C, 1000°C pada kecepatan putaran cetakan 800 rpm.

1. Persiapan dan Pengecekan Mesin

Sebelum melakukan proses pengecoran, dilakukan beberapa persiapan dan pengecekan komponen pada mesin pengecoran sentrifugal diantaranya sebagai berikut:

- a. Memeriksa kondisi komponen mesin pengecoran sentrifugal diantaranya motor listrik, sabuk, puli, dan cetakan pada mesin.
- b. Menempatkan posisi mesin di keadaan yang aman dan ditempatkan pada permukaan lantai yang rata sehingga pada saat melakukan proses penuangan logam cair akan mengurangi resiko kecelakaan kerja.

- c. Melakukan proses pemanasan atau *pre-heating* pada saluran masuk atau *pouring* dan cetakan. Proses ini bertujuan agar menghindari perbedaan temperatur yang besar pada saat proses penuangan logam cair dari *pouring* ke cetakan.



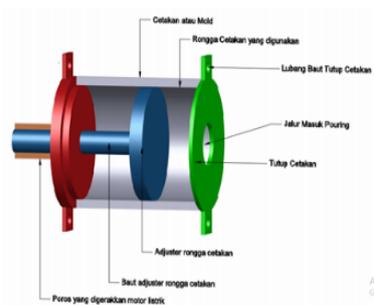
Gambar 1. Mesin Prototipe Pengecoran Sentrifugal

2. Persiapan Material

Material yang digunakan untuk penelitian ini adalah aluminium 6061 yang memiliki ketahanan korosi yang tinggi dan sifat mampu cor yang baik. Pemilihan penggunaan material aluminium 6061 ini karena material ini banyak digunakan dalam bidang otomotif dan komponen mesin sehingga bahan mudah didapat dipasaran tetapi memiliki harga yang cukup tinggi.

3. Persiapan Cetakan Logam

Cetakan pada mesin pengecoran sentrifugal yang akan digunakan merupakan jenis cetakan permanen. Cetakan ini merupakan cetakan logam dengan material ST-37. Cetakan yang digunakan pada proses pengecoran sentrifugal ini memiliki ukuran diameter luar 90 mm, diameter dalam 78 mm, dan panjang 100 mm. Pada bagian dalam cetakan ini juga memiliki pengatur atau *adjuster* yang berfungsi sebagai pengatur panjang atau volume produk cor sesuai dengan perencanaan spesimen pengecoran.



Gambar 2. Cetakan (*Mold*)

4. Tahapan Proses Pengecoran Sentrifugal

a. Proses Peleburan Logam

Setelah melakukan pengecekan mesin dan persiapan peralatan pada proses ini material yang telah dipotong dan ditimbang menggunakan timbangan digital sesuai berat material yang telah direncanakan untuk spesimen cor, aluminium dilebur sampai cair dengan temperatur peleburan 800°C dengan menggunakan tungku pemanas *nabertherm*.

b. Pengaturan Kecepatan Putaran Motor

Proses pengecoran sentrifugal yang dilakukan menggunakan variasi kecepatan putaran pada cetakan yaitu mulai dari 400 rpm, 800 rpm, 1200 rpm. Pada proses ini dilakukan pengaturan putaran pada motor listrik dengan menggunakan alat pengatur kecepatan putaran motor dan untuk membaca kecepatan putaran motor digunakan alat pembaca kecepatan putaran digital (*tachometer*).

c. *Pre-heating* Cetakan dan Saluran Masuk (*Pouring*)

Proses memanaskan cetakan dan saluran masuk (*Pre-Heating*) ini dilakukan untuk mengurangi terjadinya perbedaan temperatur yang terlalu tinggi dengan logam cair pada saat proses penuangan

logam cair ke cetakan. *Pre-heating* cetakan dan saluran masuk (*Pouring*) dipanaskan dengan menggunakan alat las *blender* sampai temperatur 300°C.

d. Penuangan Logam Cair

Setelah melakukan proses peleburan logam, pengaturan kecepatan putaran, dan pemanasan pada cetakan dan saluran masuk, dilakukan proses penuangan logam cair, pada proses ini logam cair dituangkan melalui saluran masuk (*Pouring*) menuju ke dalam cetakan. Proses penuangan logam cair ini dilakukan pada saat cetakan berputar.

e. Proses Pendinginan Benda Cor

Dalam proses pendinginan ini, logam cair yang sudah masuk ke dalam rongga cetakan akan dibiarkan berputar didalam cetakan selama 2 menit sampai logam cair didalam cetakan membeku.

f. Proses Pembongkaran Hasil Pengecoran

Proses ini merupakan proses melepaskan hasil cor atau spesimen pengecoran telah didinginkan dan terjadi solidifikasi. Pada proses ini perputaran cetakan dihentikan, kemudian spesimen cor dilepas dari cetakan.

5. Pengujian Kekerasan

Untuk pengujian kekerasan yang dilakukan pada penelitian ini dengan menggunakan metode indentasi (*indentation*) yaitu pengujian kekerasan dengan metode *Rockwell*. Sebelum melakukan pengujian kekerasan dengan metode *Rockwell* ini dilakukan persiapan pada material yang akan diuji. Persiapan pada material yang akan diuji kekerasan dengan menggunakan metode indentasi (*Rockwell*) yaitu, pemotongan spesimen dengan ukuran yang kecil sesuai dengan ukuran penampang penahan identor, setelah dilakukan pemotongan spesimen yang akan diuji dilakukan proses pengamplasan sehingga menghasilkan permukaan spesimen yang rata. Setelah permukaan pada spesimen telah rata selanjutnya akan diuji menggunakan alat pengujian kekerasan yaitu *Hardnes Testing Machine*. Pada pengujian kekerasan spesimen cor yang akan diuji menggunakan skala HRH, tipe identor 1/8" Ball dengan major load 60 kg.



Gambar 3. Alat Uji Kekerasan (*Hardness Testing Machine*)

6. Pengujian Struktur Mikro

Setelah dilakukan proses pengecoran dan menghasilkan produk cor, produk cor dilakukan pengujian struktur mikro. Pengujian struktur mikro ini menggunakan mikroskop optik atau mikroskop cahaya. Spesimen dipersiapkan dengan memotong spesimen yang akan di uji. Spesimen dipotong dengan posisi mendatar, bertujuan untuk memudahkan dalam proses pengamatan butir. Selanjutnya dilakukan proses grinding dan polishing yang bertujuan untuk membentuk permukaan spesimen agar benar-benar rata dan halus. Proses selanjutnya adalah proses etsa, dimana pada penelitian ini cairan etsa yang digunakan adalah larutan asam nitrat. Setelah permukaan spesimen di etsa, maka spesimen tersebut siap untuk diamati di bawah mikroskop dan pengambilan foto metalografi. Dengan dilakukan pengujian struktur mikro dan diamati dengan mikroskop optik dengan perbesaran lensa sebesar 200x akan nampak butir struktur mikro pada spesimen. Selanjutnya hasil pengambilan gambar struktur mikro dianalisis dengan menggunakan metode planimetri (*Jefferies*) untuk menghitung besar butir. Metode planimetri ini menggunakan lingkaran yang umumnya memiliki luas 5000 mm². Besar butir dihitung dengan mengalikan jumlah butir dengan penggali *Jefferies* (f) (Tabel 1) dan menentukan diameter rata-rata butir dengan menyesuaikan nilai G pada referensi tabel ASTM E-112. Rumus Perhitungan besar butir yang digunakan pada metode Metode Planimetri :

$$Na = f \left[n_1 + \frac{n_2}{n_1} \right]$$

$$G = [3,32 \log(Na) - 2,95]$$

Keterangan :

- G : Besar butir dirujuk ke table ASTM E-112 untuk mencari nilai diameter butir (μm).
 Na : Jumlah butir.
 n_1 : Jumlah butir dalam lingkaran.
 n_2 : Jumlah butir yang bersinggungan dengan garis lingkaran.
 f : Faktor pengkali pada table *Jefferies*. (Tabel 1).

Tabel 1. Pemilihan perbesaran sesuai

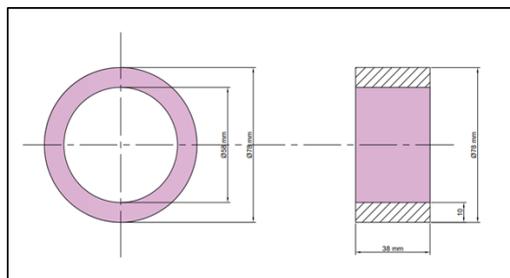
Perbesaran	f
1	0,002
25	0,125
50	0,5
75	1,125
100	2,0
200	8,0
300	18,0
500	50,0
1000	200,0

Pengali *Jefferies* (f)

Setelah didapatkan hasil dari perhitungan besar butir struktur mikro pada spesimen dengan Metode Planimetri (*Jefferies*) diperoleh nilai G, hasil nilai G yang diperoleh melalui analisa dengan menggunakan metode planimetri akan disesuaikan dengan tabel pengukuran besar butir struktur mikro sesuai dengan ASTM E-112.

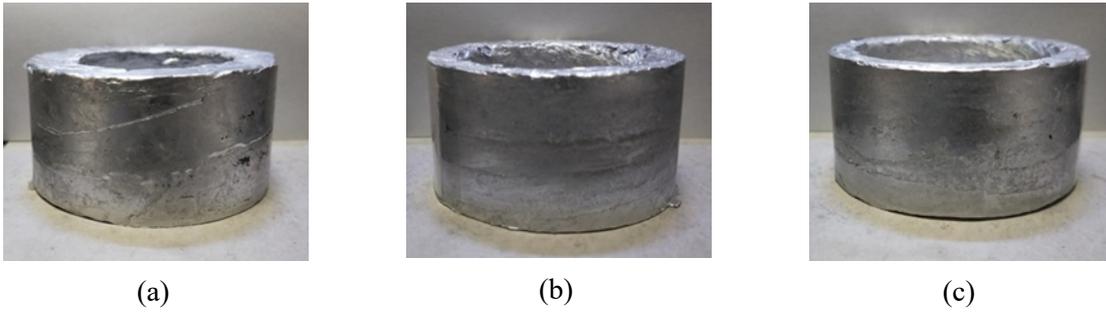
D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi spesimen cor

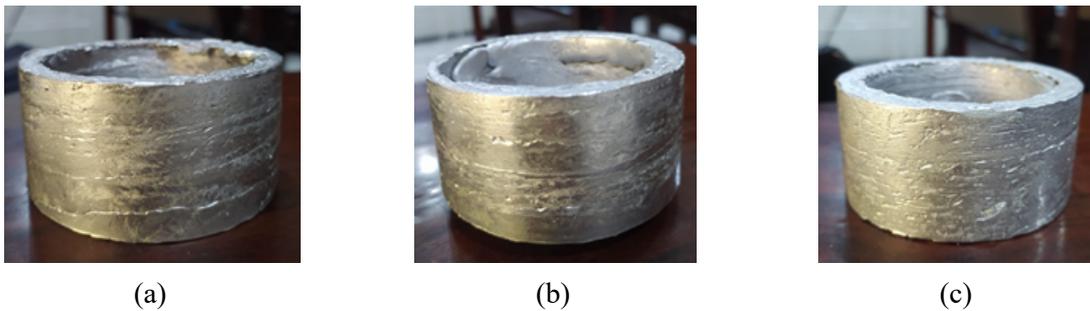


Gambar 4. Spesifikasi Benda Cor

- d_1 : Diameter Luar
 d_2 : Diameter Dalam
 L : Panjang
 t : Tebal
 ρ_{Al} : Berat Jenis Al



Gambar 5. (a) Spesimen Cor dengan temperatur peleburan 800°C Kecepatan Putaran 400 rpm, (b) 800 rpm, (c) 1200 rpm



Gambar 6. (a) Spesimen Cor dengan Putaran 800 rpm dengan Temperatur Peleburan 800°C, (B) 900°C, (c) 1000°C

Rekapitulasi hasil perhitungan Volume, Massa, Densitas dan Gaya Sentrifugal Spesimen Cor sebagaimana dalam Tabel 2

Tabel 2a. Volume, Massa, Densitas dan Gaya Sentrifugal pada Temperature Peleburan 800°C dengan Variasi Putaran Cetakan

No	Putaran Cetakan (rpm)	Massa (gram)	Volume (cm ³)	Densitas (gr/cm ³)	Gaya Sentrifugal (N)
1	400	215	74,1	2,9	8383
2	800	211	70,8	3	32707
3	1200	198	63,1	3,13	69478

Tabel 2b. Volume, Massa, Densitas dan Gaya Sentrifugal pada Putaran Cetakan 800 rpm dengan Variasi Temperatur Peleburan

No	Temperatur Peleburan (°C)	Massa (gram)	Volume (cm ³)	Densitas (gr/cm ³)	Gaya Sentrifugal (N)
1	800	185	55,45	3,33	28677
2	900	195	63,09	3,09	30227
3	1000	197	66,82	2,94	30537

Rekapitulasi Pengujian Kekerasan (*Rockwell*) Spesimen Cor sebagaimana dalam Tabel 3.

Tabel 3a. Kekerasan Spesimen Cor pada Temperatur Peleburan 800°C dengan Variasi Putaran

No	Putaran Cetakan (rpm)	Titik Indentasi (Rockwell)					Rata – rata Kekerasan spesimen (HRH)
		1	2	3	4	5	
1	400	92	92,5	95	91,5	98	93,8
2	800	95	94	92,5	98	98,5	95,6
3	1200	95,5	96	94	98	99	96,5

Tabel 3b. Kekerasan Spesimen Cor pada Putaran Cetakan 800 rpm dengan Variasi Temperatur Peleburan

No	Temperatur Peleburan (°C)	Titik Indentasi (Rockwell)					Rata – rata Kekerasan spesimen (HRH)
		1	2	3	4	5	
1	800	96,0	98,5	99,0	94,5	97,5	97,1
2	900	97,5	98,0	96,5	95,0	96,5	96,7
3	1000	95,5	98,5	97,5	94,5	94,5	96,1

Rekapitulasi Pengujian Struktur Mikro dengan Metode Planimetri (*Jefferies*) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4a. Besar Butir Spesimen Cor pada Temperatur Peleburan 800°C dengan Variasi Putaran

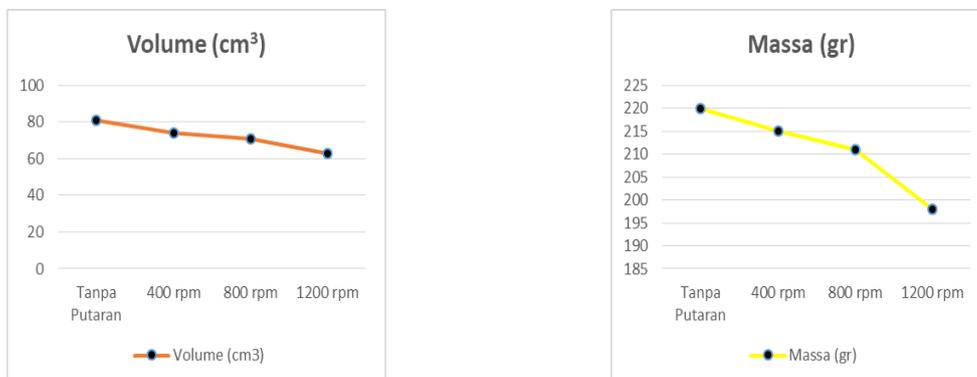
No	Spesimen Uji (rpm)	Nilai G	Diameter butir rata - rata (dn) ASTM E – 112 (µm)
1	400	4,0	90
2	800	5,0	65
3	1200	6,0	45

Tabel 4b. Besar Butir Spesimen Cor pada Putaran Cetakan 800 rpm dengan Variasi Temperatur Peleburan

No	Temperatur Peleburan (°C)	Nilai G	Diameter butir rata - rata (dn) ASTM E – 112 (µm)
1	800	4,7	70
2	900	4,5	75
3	1000	4,5	75

1. Analisis Hasil Perhitungan Volume, Massa, Densitas dan Gaya Sentrifugal Spesimen Cor Sentrifugal

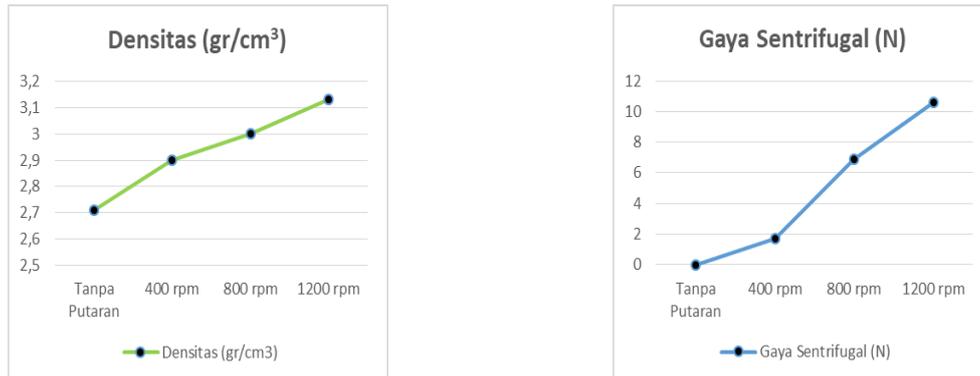
Setelah dilakukan proses pengecoran, spesimen pengecoran dilakukan perhitungan volume, densitas dan gaya sentrifugal. Berdasarkan hasil perhitungan volume densitas dan gaya sentrifugal spesimen pengecoran sentrifugal dapat dilihat bahwa semakin cepat putaran cetakan, massa (gr) dan volume (cm³) spesimen pengecoran mengalami penurunan. Sedangkan jika dilihat pada Gambar 8 menunjukkan bahwa semakin kencang kecepatan putaran cetakan maka densitas (gr/cm³) dan gaya sentrifugal (N) mengalami kenaikan.



Gambar 7. Volume dan massa hasil pengecoran dengan variasi kecepatan putaran cetakan

Hal tersebut terjadi karena peningkatan gaya sentrifugal seiring dengan peningkatan kecepatan putaran. Gaya sentrifugal yang meningkat menyebabkan penurunan massa dan volume bahan cor, namun meningkatkan densitasnya. Hal ini terjadi karena putaran cetakan yang lebih tinggi

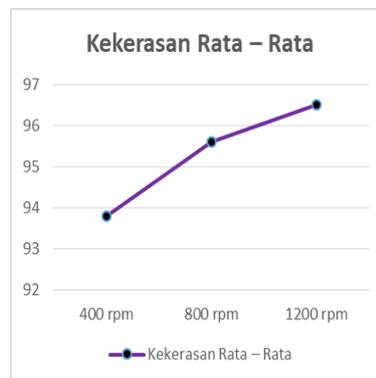
menyebabkan logam cair dalam cetakan terpengaruh oleh gaya sentrifugal yang lebih besar, menyebabkan penurunan massa dan volume serta peningkatan densitas pada spesimen cor [9].



Gambar 8. Densitas dan Gaya Sentrifugal Hasil Pengecoran dengan Variasi Kecepatan Putaran Cetakan

2. Analisis Hasil Pengujian Kekerasan (Rockwell) Spesimen Cor Sentrifugal

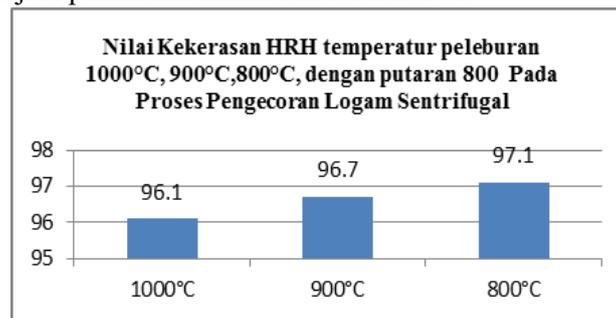
Spesimen pengecoran sentrifugal dengan bahan aluminium 6061 dengan suhu peleburan 800⁰C yang telah dilakukan pengujian kekerasan dengan menggunakan metode (*Rockwell*) didapatkan hasil pada Tabel 3 [6]:



Gambar 9a. Kekerasan Hasil Pengecoran dengan Variasi Kecepatan Putaran Cetakan

Berdasarkan Tabel 3 hasil pengujian kekerasan (*Rockwell*) spesimen cor sentrifugal menunjukkan bahwa hasil dari pengujian kelima titik masing – masing spesimen cor didapatkan hasil tingkat kekerasan rata – rata yang semakin meningkat. Dengan meningkatnya nilai kekerasan (Gambar 12) spesimen cor mulai dari kecepatan putran cetakan 400 rpm nilai kekerasannya sebesar 93,8 HRH, 800 rpm sebesar 95,6 HRH sampai putaran cetakan 1200 rpm kekerasannya 96,5 HRH, dengan meningkatnya putaran cetakan dari 400 rpm ke 1200 rpm terjadi kenaikan kekerasan sebesar 3 %,hal ini dapat dilihat pada hasil perhitungan densitas spesimen dimana semakin besar gaya sentrifugal yang terjadi maka densitas pada spesimen pengecoran akan meningkat. Meningkatnya densitas karena gaya sentrifugal pada proses pengecoran sentrifugal menyebabkan sifat fisik pada spesimen cor menjadi semakin padat dan menghasilkan kenaikan tingkat kekerasan pada spesimen pengecoran sentrifugal [4]. Hasil ini didukung penelitian pengecoran sentrifugal aluminium paduan dengan suhu peleburan 600⁰C pada variasi kecepatan putar cetakan 500 rpm, 1000 rpm, dan 1500 rpm kekerasan spesimen berturut-turut sebesar 27,4 HRB, 34,7 HRB, dan 62,7 HRB, terjadi kenaikan kekerasan dari putaran 500 rpm sampai 1500 rpm sebesar 129%. Hal ini juga didukung penelitian pengecoran sentrifugal pada bahan aluminium seri 1000 pada suhu 790⁰ C dengan variasi kecepatan putar 150 rpm, 180 rpm dan 200 rpm, nilai kekerasannya meningkat 10% dari nilai kekerasan 30 HVN ke tertinggi 33 HVN dengan meningkatnya kecepatan putaran cetakan [8]. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya [10] yang menunjukkan pengaruh temperatur peleburan Aluminium 6061 berbanding terbalik dengan kekerasan yang ditunjukkan pada Gambar 10b dimana

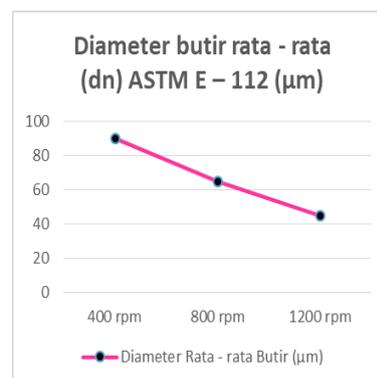
semakin tinggi temperatur peleburan maka semakin rendah kekerasannya. Dari temperatur peleburan 800°C sampai 1000°C terjadi penurunan kekerasan sebesar 1 %.



Gambar 9b. Nilai Kekerasan HRH dengan variasi temperatur peleburan 1000°C, 900°C, 800°C pada kecepatan putaran cetakan 800 rpm

3. Analisis Hasil Pengujian Struktur Mikro dengan Menggunakan Metode Planimetri (*Jefferies*)

Hasil pengujian struktur mikro menggunakan metode planimetri (*Jefferies*) pada spesimen pengecoran sentrifugal, didapatkan hasil perhitungan nilai G sesuai dengan penggali (*Jefferies*) perbesaran lensa 200x didapatkan hasil nilai G yang semakin besar. Hal ini disebabkan oleh pada saat melakukan analisa jumlah butir dengan menggunakan lingkaran pada metode planimetri (*Jefferies*) didapatkan hasil jumlah butir struktur mikro yang meningkat pada setiap spesimen pengecoran. Setelah didapatkan hasil nilai G sesuai dengan rumus perhitungan penggali (*Jefferies*), hasil nilai G pada masing – masing spesimen cor disesuaikan dengan rujukan tabel ASTM E – 112. Pada Tabel 2 ASTM E – 112 didapatkan spesifikasi butir struktur mikro sesuai dengan nilai G yang didapat dari perhitungan. Setelah dilakukan proses pengamatan dan perhitungan ukuran diameter rata – rata butir struktur mikro dengan menggunakan metode planimetri didapatkan hasil pada Tabel 4.



Gambar 10. Diameter Butir Pada Variasi Kecepatan Putar

Pada Gambar 10 dan Tabel 4a menunjukkan ukuran diameter rata – rata butir pada masing – masing spesimen sesuai dengan Tabel 2 ASTM E -112, dimana ukuran diameter rata – rata butir (dn) semakin menurun atau mengecil dengan semakin tinggi kecepatan putaran pada cetakan sehingga menghasilkan gaya sentrifugal yang semakin besar [4]. Dengan adanya gaya sentrifugal yang semakin besar akan berdampak pada peningkatan kekerasan specimen. Hasil penelitian ini menunjukkan pengaruh temperatur peleburan Aluminium 6061 berbanding lurus dengan diameter rata-rata butir (dn) yang ditunjukkan pada Tabel 4b Dimana semakin tinggi temperatur peleburan maka semakin besar diameter rata-rata butirnya. Dari temperatur peleburan 800°C sampai 1000°C terjadi kenaikan diameter rata-rata butirnya sebesar 7 %. Semakin kecil diameter rata-rata butirnya maka semakin tinggi kekerasannya [10].

E. Kesimpulan dan Saran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekerasan hasil pengecoran sentrifugal meningkat seiring dengan peningkatan kecepatan putaran cetakan. Pada 400 rpm, kekerasan mencapai 93,8 HRH, 95,6

HRH pada 800 rpm, dan 96,5 HRH pada 1200 rpm. Kenaikan kecepatan dari 400 rpm ke 1200 rpm menyebabkan peningkatan kekerasan sebesar 3%. Selain itu, temperatur peleburan yang lebih tinggi mengakibatkan penurunan kekerasan, dengan penurunan sebesar 1% dari 800°C hingga 1000°C. Ukuran diameter butir hasil pengecoran juga menunjukkan tren yang berlawanan: pada 400 rpm ukurannya adalah 90 µm, mengecil menjadi 65 µm pada 800 rpm, dan semakin mengecil menjadi 45 µm pada 1200 rpm, dengan pengecilan sebesar 50%. Temperatur peleburan yang lebih tinggi menyebabkan peningkatan diameter butir sebesar 7%. Secara umum, semakin kecil diameter butir, kekerasan hasil pengecoran sentrifugal semakin tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hardi S. Teknik Pengecoran Logam. 2008.
- [2] Santoso N, Setiawan W. Variasi Perubahan Putaran Pada Pengecoran Aluminium Bentuk Puli Dengan Metode Centrifugal Casting Terhadap Peningkatan Kekuatan Mekanik. J Mater Dan Teknol Proses 2016;1:9–11.
- [3] Rambabu P, Prasad NE, Kutumbarao V V. Aerospace Materials and Material Technologies 2017. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-2143-5>.
- [4] Wibisono DM, Suprpto A, Jumiadi DIT, ... Analisis Hasil Pengecoran Sentrifugal dengan Variasi Kecepatan Putaran (Rpm) Material Aluminium 6061 Menggunakan Mesin Prototipe Pengecoran Fak Tek 2021 2021:103–14.
- [5] Jurusan S, Pengecoran T, Politeknik L, Klaten MC. PENGECORAN SENTRIFUGAL SEBAGAI ALTERNATIF UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS HASIL COR (Review). Jurnal 2013;3:2087–259.
- [6] Bintoro WM, Undiana B, Duddy YP. Penerapan Metode Sentrifugal pada Proses Pengecoran Produk Komponen Otomotif Velg Sepeda Motor. J Energi Dan Manufaktur 2014;6:135–42.
- [7] Mesin PT, Mesin JT, Teknik F. PENGECORAN PADUAN ALUMINIUM TERHADAP 2019.
- [8] Sugiharto Sugiharto, Soejono Tjitro. Pengaruh Kecepatan Putar Pada Proses Pengecoran Aluminium Centrifugal. J Tek Mesin 2004;6:1–7.
- [9] Sugiarto S, Oerbandono T, Jamasri J, Wildan MW. ANALISIS DISTRIBUSI KETEBALAN DAN KEKERASAN HASIL CORAN SENTRIFUGAL ALUMINIUM PADUAN (Al-Mg-Si) AKIBAT PERUBAHAN LAJU PUTARAN DAN KEMIRINGAN SUMBU CETAKAN. J Enviromental Eng Sustain Technol 2014;1:13–20. <https://doi.org/10.21776/ub.jeest.2014.001.01.3>.
- [10] Suprpto A, Andrijono D, Tsamroh DI, Rafa CP. Analisis Pengaruh Temperatur Peleburan 1000 °C , 900 °C , 800 °C Bahan Alumunium 6061 pada Proses Pengecoran Logam Sentrifugal Putaran 800 rpm Terhadap Uji Kekerasan dan Struktur Mikro. Semin. Nas. Teknol. SISTEK, Fak. Tek. Univ. Merdeka Malang, Malang: Universitas Merdeka Malang; 2021, p. 115–22.