

## Sifat Mekanis & Struktur Mikro Aluminium Paduan (Al-Si) Pada Pengecoran Dengan Menggunakan Cetakan Berputar

Uswatul Hasanah Mihdar<sup>1\*</sup>, Ahmad Nurul Muttaqin<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia  
\*uswatulhasanahmihdar018@poliupg.ac.id

**Abstract:** This study aims to analyze the effect of variations in mold rotation speed and pouring temperature on the quality of casting aluminum alloy (Al-Si) which includes mechanical properties and microstructure. The selected speed variations are 200 rpm, 250 rpm, and 300 rpm. While the pouring temperature variations are 640°C, 660 °C, and 680 °C. The tests carried out were the hardness test and tensile test as well as a photo of the structure micro to be used to calculate the average grain size. The highest hardness value is found at 300 rpm with a temperature of 680 °C of 81.42 HB, while the lowest hardness value is found at 200 rpm with a temperature of 640 °C of 77.9 HB. The highest tensile strength is found at 300 rpm with a temperature of 660 °C 236.52 N/mm<sup>2</sup> and the lowest tensile strength is at 250 rotations with a temperature of 680 of 171.92 N/mm<sup>2</sup>. The lowest average grain size value is found at 300 rpm rotation with a temperature of 680°C of 87.1781 μm, while the highest average grain size value is found at 200 rpm rotation with a temperature of 640 °C of 139.951 μm.

**Keywords:** Aluminum alloy (Al-Si); casting; rotating mould; rotation speed; pouring temperature; hardness; tensile strength; microstructure.

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh variasi kecepatan putaran cetakan dan suhu penuangan terhadap kualitas pengecoran aluminium paduan (Al-Si) yang meliputi sifat mekanik dan struktur mikro. Variasi kecepatan yang dipilih sebesar 200 rpm, 250 rpm dan 300 rpm. Sedangkan variasi suhu penuangan yaitu 640 °C, 660 °C, dan 680 °C. Pengujian yang dilakukan yakni uji kekerasan dan uji tarik serta foto struktur mikro yang akan digunakan untuk menghitung rata-rata ukuran butir. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada putaran 300 rpm dengan suhu 680 °C sebesar 81.42 HB, sedangkan nilai kekerasan terendah terdapat pada putaran 200 rpm dengan suhu 640 °C sebesar 77.9 HB. Kekuatan tarik tertinggi terdapat pada putaran 300 rpm dengan suhu 660 °C sebesar 236.52 N/mm<sup>2</sup> dan kekuatan tarik terendah terdapat pada putaran 250 dengan suhu 680 sebesar 171.92 N/mm<sup>2</sup>. Nilai rata-rata ukuran butir terendah terdapat pada putaran 300 rpm dengan suhu 680 °C sebesar 87.1781 μm, sedangkan nilai rata-rata ukuran butir tertinggi terdapat pada putaran 200 rpm dengan suhu 640 °C sebesar 139.951 μm.

**Kata kunci :** Aluminium paduan (Al-Si), pengecoran, cetakan berputar, kecepatan putaran, suhu penuangan, kekerasan, kekuatan tarik, struktur mikro.

### I. PENDAHULUAN

Salah satu usaha untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar di bidang otomotif adalah dengan menerapkan strategi penurunan bobot kendaraan. Implementasi dari strategi ini salah satunya yaitu mengganti komponen otomotif berbahan paduan besi dengan paduan aluminium. Pemanfaatan paduan aluminium untuk pembuatan komponen otomotif juga diikuti dengan pengembangan di bidang teknologi prosesnya [1]. Aluminium merupakan logam yang paling banyak terdapat di kerak bumi, dan unsur ketiga terbanyak setelah oksigen dan silikon [2]. Aluminium (Al) adalah salah satu logam non ferro yang memiliki beberapa keunggulan, diantaranya memiliki berat jenis yang ringan, ketahanan terhadap korosi, dan mampu cor dan bentuk yang baik [3]. Paduan aluminium-silikon (Al-Si) digunakan secara luas dibidang otomotif, paduan Al-Si merupakan paduan yang paling banyak dipakai untuk keperluan ketahanan terhadap aus [4]. Semakin banyak kandungan silikon pada paduan aluminium maka kekuatan akan meningkat dan keuletan menurun [5].

Pengecoran adalah penuangan logam cair ke dalam suatu cetakan, sehingga logam cair tersebut menyesuaikan terhadap bentuk cetakan dan dibiarkan membeku [6]. Pemanfaatan pengecoran logam lebih luas dalam pembuatan produk, karena pengecoran logam memiliki berbagai keuntungan

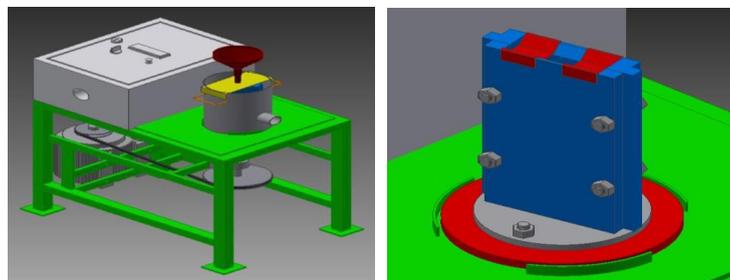
dibandingkan dengan proses permesinan, tempa, ataupun lainnya. Keuntungan pengecoran logam ialah dapat digunakan untuk membuat benda - benda dari bentuk yang paling sederhana hingga bentuk yang paling rumit sekalipun. Salah satu dari metode pengecoran logam adalah *Gravity Die Casting*. *Gravity die casting* merupakan pengecoran dimana logam cair yang dituangkan ke dalam saluran masuk secara gravitasi. Tekanan gravitasi cairan logam tersebut mengisi keseluruhan ruang dalam rongga cetakan [7]. Proses pengecoran *Gravity Die Casting* yang hanya mengandalkan gaya gravitasi menyebabkan sering terjadinya cacat pada produk coran. Cacat yang sering timbul diantaranya adalah cacat salah alir, rongga udara, dan rongga penyusutan. Cacat tersebut akan memberikan pengaruh yang kurang baik pada kualitas produk coran [8].

Peningkatan kualitas produk coran dapat dilakukan dengan memberikan gaya dorong pada logam cair selama proses pengisian rongga cetak. Gaya dorong pada proses pengecoran akan didapatkan jika menggunakan metode pengecoran dengan cetakan berputar. Metode ini menghasilkan produk dengan struktur mikro yang lebih baik karena gas-gas yang terkandung dalam logam cair dapat keluar dengan adanya pengaruh gaya sentrifugal [8] Sebelumnya telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh putaran pada pengecoran aluminium dengan cetakan berputar oleh Soejono Tjitro dan Sugiharto (2004) dengan variasi putar cetakan sebesar 150 rpm, 180 rpm, dan 200 rpm. Dari hasil penelitian Soejono Tjitro dan Sugiharto (2004:1) menyatakan bahwa “Variasi putaran 200 rpm menunjukkan angka kekerasan yang lebih besar dibandingkan dengan variasi putaran lainnya. Namun menurut kami, variasi putaran tersebut masih dapat ditingkatkan dengan harapan meningkatkan pula sifat mekanis dan struktur mikro dari material tersebut.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Pembuatan Cetakan

Jenis cetakan yang akan dibuat merupakan cetakan logam dengan sistem pemutar. Pembuatan cetakan dengan sistem pemutar dimulai dari proses desain sampai dengan pembuatan dan perakitan cetakan. Proses desain meliputi pembuatan sketsa atau gambar dengan menggunakan software Autodesk. Adapun desain dari cetakan dengan sistem pemutar dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Cetakan dengan Sistem Pemutar

### B. Pengecoran Aluminium

Pada pengecoran aluminium ada beberapa hal yang dilakukan, yaitu sebagai berikut:

1. Persiapan peralatan yang akan digunakan pada saat pengecoran aluminium. Mulai dari pemasangan gas elpiji untuk tunggu peleburan dan pemanasan cetakan, sampai pengecekan alat pengukur suhu yang akan digunakan. Alat dan bahan yang digunakan pada saat pengecoran dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Peralatan Pengecoran

2. Persiapan aluminium ADC12 yang kemudian akan dilebur di tungku peleburan sampai mencapai suhu yang ditentukan (lihat Gambar 3) . Parameter suhu yang digunakan yaitu 640 °C, 660 °C, dan 680 °C.



Gambar 3. Tungku Peleburan

3. Pemanasan cetakan hingga mencapai suhu yang ditentukan yaitu 300°C (lihat gambar 3).



Gambar 4. Pemanasan Cetakan

4. Memeriksa secara berkala suhu dari aluminium lebur dan cetakan yang dipanaskan. Pemeriksaan suhu dengan menggunakan pengukur temperatur jenis infrared dan thermokopel dapat dilihat pada gambar 5 berikut:



Gambar 5. Pemeriksaan Suhu

5. Apabila aluminium lebur dan cetakan telah mencapai suhu sesuai dengan parameter yang ditentukan, selanjutnya yaitu proses penuangan cairan aluminium ke dalam cetakan dengan sistem pemutar (lihat Gambar 6). Parameter putaran yang digunakan yaitu 200rpm, 250rpm, dan 300rpm.



Gambar 6. Proses Penuangan

6. Proses terakhir adalah mengeluarkan aluminium dari cetakan. Aluminium yang masih berada

di dalam cetakan dapat dilihat pada gambar 7 berikut.



Gambar 7. Aluminium dalam Cetakan

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

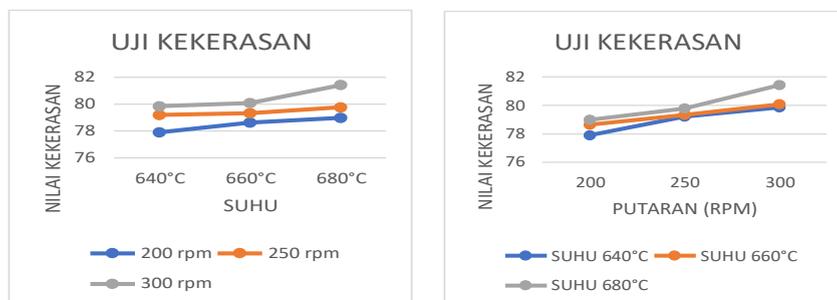
#### A. Rata-Rata Nilai Kekerasan

Berdasarkan hasil analisa data sebelumnya, maka dibuatlah tabel dan grafik rata-rata nilai kekerasan terhadap suhu dan putaran. Tabel dan grafik tersebut dapat dilihat pada tabel 1 serta grafik pada Gambar 8 dan 9 berikut.

Tabel 1 Rata-Rata Nilai Kekerasan

No.	PUTARAN (rpm)	SUHU (celcius)	NILAI KEKERASAN (HB)
1	200	640	77.90
2	200	660	78.64
3	200	680	78.98
4	250	640	79.20
5	250	660	79.33
6	250	680	79.77
7	300	640	79.85
8	300	660	80.07
9	300	680	81.42

Adapun penyajian distribusi rata-rata nilai kekerasan hasil pengecoran material Alumunium Paduan (Al-Si) terhadap suhu dalam bentuk grafik didapatkan seperti Gambar 8 Sedangkan penyajian distribusi nilai kekerasan hasil pengecoran material Alumunium Paduan (Al-Si) terhadap putaran terdapat pada Gambar 9.



Gambar 8. Distribusi Nilai Kekerasan Terhadap Suhu; Gambar 9. Distribusi Nilai Kekerasan Terhadap Putaran

Berdasarkan grafik pada Gambar 8, didapatkan bahwa semakin tinggi suhu maka nilai kekerasannya juga semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan teori bahwa suhu berbanding terbalik dengan viskositas, jadi suhu tinggi menghasilkan viskositas yang rendah. Viskositas yang rendah mengakibatkan proses pemadatan lebih tinggi sehingga nilai kekerasan juga semakin tinggi. Sedangkan grafik pada Gambar 9 menunjukkan bahwa semakin tinggi putaran maka nilai kekerasannya juga semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh adanya pengaruh gaya sentrifugal sehingga proses pemadatan lebih tinggi dan menghasilkan nilai kekerasan yang lebih tinggi.

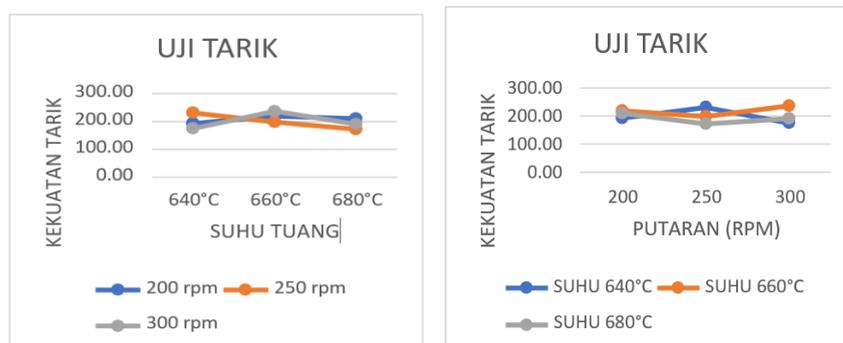
**B. Nilai Kekuatan Tarik Maksimum dengan Variasi Putaran**

Proses pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik diantaranya kekuatan tarik maksimum, kekuatan luluh, regangan tarik maksimum, dan regangan luluh.

Tabel 2 Nilai Kekuatan Tarik Maksimum dengan Variasi Putaran

NO.	PUTARAN (rpm)	SUHU TUANG (°C)	$\sigma_u$ (N/mm <sup>2</sup> )
1	200	640	192.63
2	200	660	218.79
3	200	680	210.17
4	250	640	230.84
5	250	660	198.51
6	250	680	171.92
7	300	640	174.67
8	300	660	236.52
9	300	680	190.77

Penyajian distribusi nilai kekuatan tarik maksimum pengecoran material Aluminium Paduan (Al-Si) terhadap suhu dalam bentuk grafik didapatkan seperti Gambar 10. Sedangkan penyajian distribusi nilai kekuatan tarik maksimum hasil pengecoran material Aluminium Paduan (Al Si) terhadap putaran terdapat pada gambar 11.



Gambar 10. Distribusi Nilai Kekuatan Tarik Terhadap Suhu; Gambar 11. Distribusi Nilai Kekuatan Tarik Terhadap Putaran

Berdasarkan hasil uji tarik spesimen hasil pengecoran menggunakan sistem pemutar dengan variasi

suhu dan putaran menunjukkan nilai kekuatan tarik maksimum terendah yaitu pada suhu 680 °C dan putaran 250 rpm sebesar 171.92 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan yang menunjukkan nilai kekuatan tarik maksimum tertinggi yaitu pada suhu 660 °C dan putaran 300 rpm sebesar 236.52 N/mm<sup>2</sup>. Hal tersebut menjelaskan bahwa terjadinya fluktuasi antara nilai kekuatan tarik maksimum terhadap suhu tuang maupun putaran cetakan pada saat penuangan.

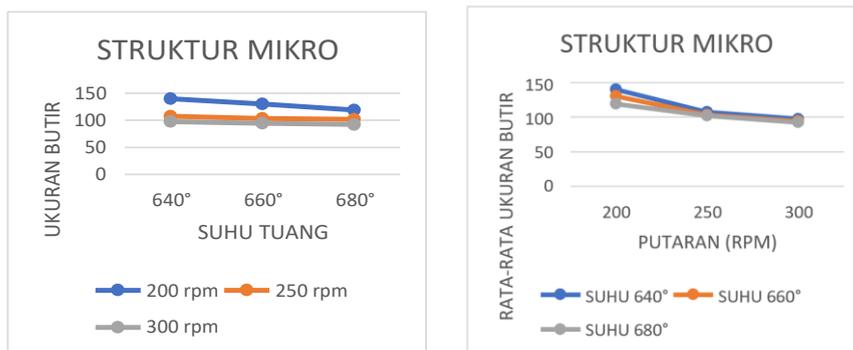
**C. Nilai Rata-Rata Besar Butir**

Data hasil rata-rata ukuran butir dengan variasi putaran dapat dilihat pada tabel 3 dan grafik pada Gambar 12 dan 13 berikut.

Tabel 3 Nilai Rata-Rata Besar Butir

NO.	PUTARAN (rpm)	SUHU TUANG (°C)	AVERAGE SIZE μm
1	200	640	139.951
2	200	660	130.406
3	200	680	119.112
4	250	640	107.401
5	250	660	103.167
6	250	680	101.827
7	300	640	97.54
8	300	660	94.11
9	300	680	92.391

Penyajian distribusi nilai rata-rata ukuran butir struktur mikro hasil pengecoran material Aluminium Paduan (Al-Si) terhadap suhu dalam bentuk grafik didapatkan seperti Gambar 12. Sedangkan penyajian distribusi nilai rata-rata ukuran butir struktur mikro hasil pengecoran material Aluminium Paduan (Al-Si) terhadap putaran terdapat pada Gambar 13.



Gambar 12. Distribusi Nilai Rata-Rata Ukuran Butir Terhadap Suhu; Gambar 13. Distribusi Nilai Rata-Rata Ukuran Butir Terhadap Putaran

Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata ukuran butir struktur mikro spesimen hasil pengecoran menggunakan sistem pemutar dengan variasi suhu dan putaran, menunjukkan nilai rata-rata ukuran butir terendah yaitu pada suhu 680 °C dan putaran 300 rpm sebesar 92.391 μm. Sedangkan yang menunjukkan nilai rata-rata ukuran butir tertinggi yaitu pada suhu 640°C dan putaran 200 rpm sebesar 139.951 μm. Hal tersebut membuktikan bahwa terdapat hubungan antara nilai rata-rata ukuran butir

terhadap suhu tuang maupun putaran cetakan pada saat penuangan. Nilai rata-rata ukuran butir berbanding terbalik dengan suhu dan putaran, dimana semakin tinggi suhu tuang dan putaran cetakan pada saat penuangan maka semakin rendah nilai rata-rata ukuran butir.

#### IV. KESIMPULAN

Variasi putaran 200 rpm, 250 rpm, dan 300 rpm serta variasi suhu tuang 640 °C, 660 °C, dan 680 °C menghasilkan nilai kekerasan tertinggi terdapat pada putaran 300 rpm dengan suhu 680 °C sebesar 81.42 HB, sedangkan nilai kekerasan terendah terdapat pada putaran 200 rpm dengan suhu 640 °C sebesar 77.9 HB. Kekuatan tarik tertinggi terdapat pada putaran 300 rpm dengan suhu 660 °C sebesar 236.52 N/mm<sup>2</sup> dan kekuatan tarik terendah terdapat pada putaran 250 dengan suhu 680 sebesar 171.92 N/mm<sup>2</sup>. Nilai rata-rata ukuran butir terendah terdapat pada putaran 300 rpm dengan suhu 680 °C sebesar 87.1781 µm, sedangkan nilai rata-rata ukuran butir tertinggi terdapat pada putaran 200 rpm dengan suhu 640 °C sebesar 139.951 µm.

Setelah melakukan perhitungan pengoptimalan maka didapatkan kecepatan putaran dan suhu tuang yang disarankan yaitu 300 rpm dan 678.23°C. Optimasi tersebut menghasilkan kekerasan 80.9215 HB, kekuatan tarik maksimum 195.645 N/mm<sup>2</sup>, dan nilai rata-rata ukuran butir 87.1781 µm. Jadi dapat disimpulkan bahwa kecepatan putaran dan suhu tuang memberikan pengaruh terhadap sifat mekanis dan struktur mikro dari hasil pengecoran dengan menggunakan cetakan berputar. Semakin tinggi kecepatan putaran yaitu 300 rpm maka sifat mekanis dan struktur mikro semakin baik. Sedangkan suhu yang disarankan untuk digunakan yaitu 678.23°C mendekati suhu tertinggi yang digunakan pada penelitian ini yaitu 680°C

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Surojo, Eko. dkk. 2010. Studi Pengaruh Temperatur Pemasukan dan Pengeluaran Batang Pengaduk terhadap Pembentukan Struktur Globular pada Proses Rheocasting. *Mekanika*, Jilid 9, No. 1
- [2] Sholihuddin, M. Muzakki dan Hariyati Purwaningsih. 2013. Analisis Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Paduan Al-Mg Hasil Proses Metalurgi Serbuk. *Jurnal Teknik Pomits*, Vol.1, No. 1
- [3] Nurkholiq, Muhammad Syaiful. dkk. 2013. Analisa Pengaruh Variasi Tekanan pada Pengecoran Squeeze terhadap Kekerasan Produk Sepatu Kampas Rem dengan Bahan Aluminium (Al) Silikon (Si) Daur Ulang. *Momentum*, Jilid 9, No. 2
- [4] Nindhia, Tirta Gde Tjokorda. 2010. Studi Struktur Mikro Silikon dalam Paduan Aluminium-Silikon pada Piston dari Berbagai Merek Sepeda Motor. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM*, Vol.4, No. 1.
- [5] Syakuura, Abdan. 2011. Proses Pengecoran Vakum dan Analisis Evolusi Mikrostruktur Paduan Al-Zn-Mg-Cu. *Jurnal Teknik Mesin UI*.
- [6] Hadi, Syamsul. 2016. *Teknologi Bahan*. Yogyakarta: ANDI
- [7] Bintoro, Waluyo M. dkk. 2013. Penerapan Metode Sentrifugal pada Proses Pengecoran Produk Komponen Otomotif Velg Sepeda Motor. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, Jilid 5, No. 4
- [8] Dwiyanto. 2010. Pengaruh Perbedaan Casting Modulus Coran Terhadap Kekerasan Serta Struktur Mikro Hasil Proses Pengecoran Cetakan Pasir Paduan Aluminium. *Journal of Machine*.