

## Variasi Media Pendingin Proses Pengecoran Terhadap Kekuatan Material Dan Struktur Mikro Pada Pengecoran Aluminium ADC12

Pita Dwi Rahayu Ningsih<sup>1\*</sup>, Mega Lazuardi Umar<sup>2</sup>, Prabuditya Bhisma W.W<sup>3</sup>, Agung Fauzi Hanafi<sup>4</sup>, Rochmad Eko P U<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4)</sup> Teknologi Rekayasa Manufaktur/Teknik Mesin/Politeknik Negeri Banyuwangi

<sup>5)</sup> Teknik Manufaktur Kapal/Teknik Mesin/Politeknik Negeri Banyuwangi

\*Email: pitadwi033@gmail.com

### ABSTRACT

*Metal casting can affect the mechanical properties and microstructure of materials, including aluminum. Mechanical properties such as strength and microstructure shape are affected by the freezing process that occurs during casting. These changes occur due to the use of cooling media during the cooling process. The mechanical properties of metals, especially the strength of the material, are very important in today's manufacturing world. This research was conducted using various variations of cooling media in the casting process, namely air, radiator coolant, and oil. Tensile testing and microstructure testing were carried out to determine the mechanical properties and grain shape of the casting results. Tensile testing showed that the highest tensile strength was obtained from the use of radiator coolant at 146.305 MPa, followed by oil at 141.297 MPa, and the lowest in air at 131.431 MPa. In microstructure testing, the finest grains were obtained from the oil cooling medium, while the largest grains were obtained from the air cooling medium.*

**Keywords:** Casting, Aluminium ADC12, Cooling media variation, Tensile test, Microstructure.

### PENDAHULUAN

Aluminium merupakan jenis logam yang banyak digunakan mulai dari peralatan rumah tangga, konstruksi hingga komponen otomotif dan lainnya. Aluminium mempunyai keunggulan seperti tidak bisa berkarat, massa jenis kecil, tahan terhadap korosi, sebagai penghantar listrik yang baik. Jika aluminium dipadukan dengan unsur tertentu, maka aluminium tersebut akan mempunyai sifat karakteristik dan mekanis yang unggul. Di dunia industri, untuk menghasilkan aluminium dapat dilakukan dengan melalui proses pengecoran (*casting*) dan pembentukan (*forming*) [1]. Aluminium jenis paduan sering digunakan dalam industri pengecoran karena memiliki kekuatan, dan ketahanan terhadap korosi yang baik, sedangkan aluminium murni memiliki sifat mampu cor dan sifat mekanis yang relatif rendah, oleh karena itu dipergunakan Paduan Aluminium yang tepat untuk memperbaikinya [2].

Setiap tahun, industri pengecoran logam terus berkembang secara signifikan, salah satunya adalah pengecoran logam Aluminium. Komposisi Aluminium dengan kandungan 99% tanpa tambahan logam paduan apapun yang dicetak dalam keadaan biasa, hanya memiliki kekuatan tarik sebesar 49 Mpa. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa Aluminium terlalu lunak untuk penggunaan yang luas, sehingga seringkali aluminium dipadukan dengan logam lain [3].

Salah satu Aluminium paduan adalah Aluminium ADC 12. Aluminium *die casting* 12 (ADC12) adalah salah satu jenis paduan Al-Si dengan penambahan unsur Cu (Tembaga), Fe (Besi), Mn (Mangan), Mg (Magnesium), Zn (Seng), Ti (Titanium), Cr (Kromium), Ni (Nikel), Pb (Timbal), dan Sn (Timah). Unsur silikon pada paduan ADC12, sangat dekat dengan titik autektik pada diagram fasa Al-Si dan daerah dua fasa cair dan padat sangat tipis [4].

Proses pembentukan Aluminium ADC 12 tidak lepas dari proses pengecoran. Proses pengecoran logam merupakan proses pembentukan logam dengan cara mencairkan logam, kemudian logam cair tersebut dituang ke dalam cetakan dan dibiarkan sampai membeku [5]. Proses pengecoran logam memiliki keunggulan yaitu dapat menghasilkan produk dengan bentuk yang rumit dengan biaya produksi yang relatif rendah. Kualitas akhir dari produk pengecoran dipengaruhi oleh media pendingin. Pada proses pengecoran, media pendingin memiliki peran penting dalam menentukan kecepatan pendinginan dan distribusi panas pada logam cair. Pemilihan media pendingin yang tepat dapat mempengaruhi struktur mikro dan sifat mekanis dari aluminium

ADC 12 yang dihasilkan. Hal tersebut terjadi karena media pendingin juga bisa mengurangi terjadinya deformasi. Pada penelitian ini menggunakan 3 variasi media pendingin yaitu udara, *coolant* radiator dan oli. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana variasi media pendingin mempengaruhi nilai kekuatan tarik dan bentuk struktur mikro serta melihat variasi media pendingin mana yang terbaik.

### METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan metode experiment dan statistik [6]. Analisis data yang digunakan kuantitatif deskriptif, yaitu data dari eksperimen merupakan data Kuantitatif kemudian data diolah menggunakan Excel untuk mengetahui grafik pengaruh antar variable, kemudian grafik dijelaskan menggunakan metode deskriptif [7]. Proses pengecoran selama 5 bulan, dimulai pada Februari hingga Juni dan dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin. Pengujian uji tarik dan struktur mikro dilakukan di Laboratorium uji bahan Teknik Mesin Politeknik Negeri Banyuwangi. Adapun Alat dan bahan yang digunakan pada proses pengecoran ini diantaranya:

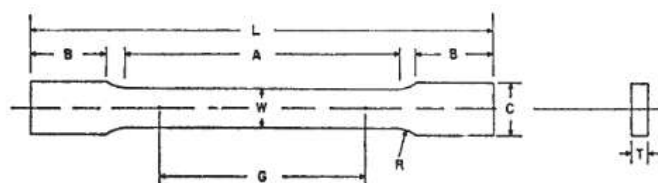
Alat	Bahan
1. Tungku Peleburan	1. Aluminium ADC12
2. Kowi	2. Oli SAE 20W-40
3. <i>Blower</i>	3. <i>Coolant</i> Radiator
4. Pengecek Suhu	4. Cairan HF
5. Cetakan	5. Cairan HCL
6. Elpiji	6. Cairan HNO <sub>3</sub>
7. Dimmer	
8. Palu	

Material yang digunakan yaitu Aluminium ADC 12, Berikut Komposisi dari aluminium ADC 12

Tabel 1 Komposisi Aluminium ADC 12 [8]

Si (%)	Cu (%)	Mg (%)	Mn (%)	Fe (%)	Ni (%)	Zn (%)	Sn (%)	Others (%)	Al (%)
9,5 – 11,5	2,0-3,0	Max 0,1	Max 0,5	Max 1,3	Max 0,3	Max 3,0	Max 0,15	Max 0,5	Bal.

Standart Spesimen yang digunakan menggunakan standart ASTM B557 [9].



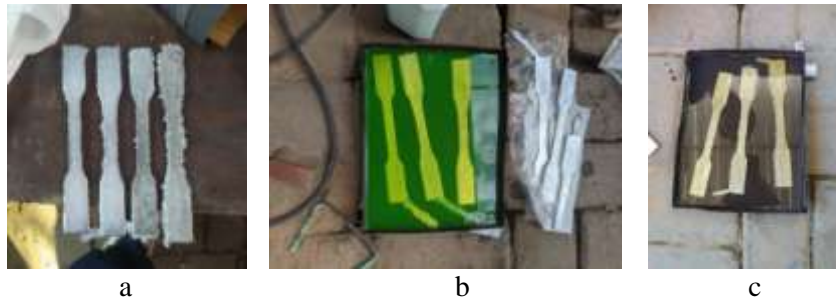
Gambar 1. Standar ASTM B557

Adapun proses pengecoran yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses Pengecoran

Setelah dilakukan penuangan kedalam cetakan tunggu hingga waktu 4 menit hingga terjadi pembekuan awal., kemudian lakukan proses pendinginan selama 60 menit. Hasil pengecoran aluminium dengan variasi pendingin udara, coolant dan oli dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengecoran aluminium variasi pendingin (a) udara, (b) coolant, dan (c) oli

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Uji Tarik

Pengujian tarik bertujuan mengetahui kekuatan tarik dari spesimen yang di uji [10]. Uji tarik dilakukan dengan cara menarik spesimen hingga putus. Dengan menarik spesimen maka dapat diketahui bagaimana material tersebut bereaksi terhadap gaya tarikan dan mengetahui sejauh mana material tersebut bertambah panjang. Beberapa rumus yang sering digunakan pada proses pengujian tarik.

➤ Kekuatan Tarik ( $\sigma$ ) adalah tegangan maksimum yang dapat ditanggung oleh material sebelum terjadinya perpatahan. Kekuatan tarik ( $\sigma$ ) dirumuskan sebagai berikut: [11]

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (1)$$

Keterangan

$\sigma$  = Kekuatan Tarik (MPa)

F = Beban Maksimum (N)

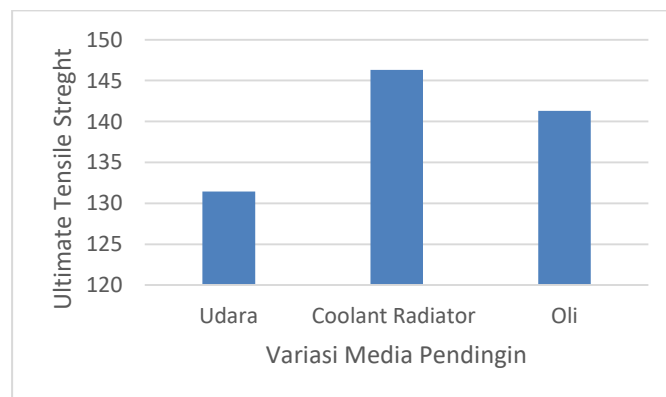
$A_0$  = Luas Penampang Awal ( $\text{mm}^2$ )

Hasil Pengujian tarik disajikan dalam bentuk tabel dan Diagram

Tabel 2 Hasil Pengujian Tarik

Media Pendingin	Nilai Tegangan Maksimal			Rata - rata
Udara	123,835	131,86	138,598	131,431
Coolant radiator	148,822	141,605	148,489	146,305
Oli	136,389	145,002	142,5	141,297

Kemudian dijadikan diagram batang seperti pada Gambar 4.

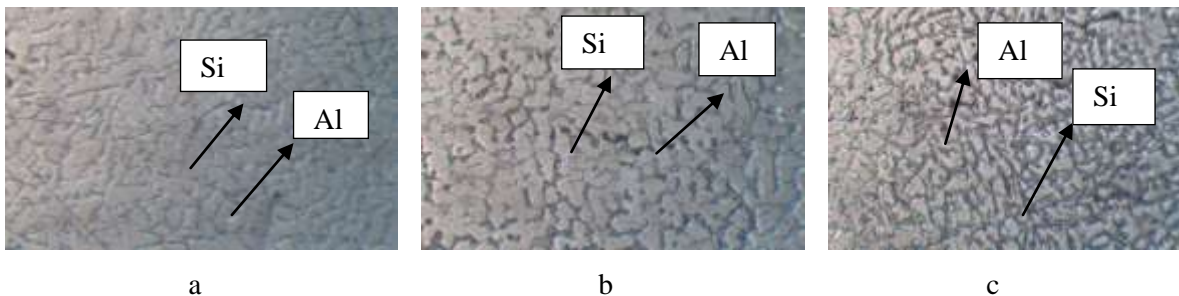


Gambar 4. Diagram Hasil Uji Tarik

Pada gambar di atas dapat dilihat variasi media pendingin mempengaruhi kekuatan tarik. Dimana pada gambar di atas menunjukkan kekuatan tarik maksimal pada variasi media pendingin yang memiliki nilai paling tinggi didapatkan dari variasi media pendingin *coolant* radiator. Jika dilihat secara keseluruhan nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada variasi media *coolant* radiator sebesar 148,849 MPa dan nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada variasi udara sebesar 123,835 MPa. Berdasarkan rata-ratanya, didapatkan hasil nilai kekuatan tarik tertinggi variasi pendingin *coolant* radiator sebesar 146,305 Mpa, nilai rata-rata variasi udara sebesar 131,431 Mpa, dan nilai pada variasi media pendingin oli sebesar 141,297 MPa. Menurut [12] Aluminium ADC12 memiliki nilai kekuatan tarik sebesar 99 MPa. Sehingga dengan adanya penambahan variasi media pendingin dapat menambah nilai kekuatan tarik. Menurut [13] menyatakan bahwa laju pendinginan dapat juga dapat mempengaruhi nilai dari pengujian tarik.

### Pengujian Struktur Mikro

Struktur Mikro merupakan gambaran yang dihasilkan dari kumpulan fase yang diamati melalui teknik metalografi. Struktur mikro logam dapat dilihat menggunakan mikroskop. Mikroskop yang dapat digunakan meliputi mikroskop optik dan mikroskop elektron [14]. Sebelum pengamatan struktur mikro spesimen di etsa menggunakan cairan Keller Reagent dengan komposisi (95 ml H<sub>2</sub>O), (2,5 ml HNO<sub>3</sub>), (1,5 ml HCl), (1 ml HF) [15]. Pengamatan struktur mikro dilakukan menggunakan alat mikroskop optik dengan perbesaran 200 kali.



Gambar 5. Variasi media pendingin (a) udara, (b) coolant radiator, (c) oli

Berdasarkan gambar a, dapat dilihat bahwa bulir yang dihasilkan oleh variasi udara memiliki bulir yang lebih besar dan penyebaran Si tidak merata. Pada gambar b, menunjukkan variasi media pendingin *coolant* radiator, hasil yang didapatkan bulir sedikit lebih besar dan penyebaran Si cukup merata. Pada gambar c, dengan menggunakan oli dapat dilihat bulir yang dihasilkan lebih kecil, dan penyebaran Si lebih merata. Hal ini sesuai dengan penelitian [16] yang menyatakan semakin cepat laju pendinginannya maka pembentukan Si dapat tersebar lebih merata..

### KESIMPULAN

Melalui penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan variasi media pendingin dapat meningkatkan nilai kekuatan tarik. Dan dari pengujian struktur mikro dapat dilihat semakin cepat laju pendinginan maka butir atau bulir yang dihasilkan lebih halus dan merata.

### SARAN

Penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengujian kekerasan, karena variasi media pendingin pada proses pengecoran juga mempengaruhi sifat kekerasan material dan dilakukan pengujian mengenai porositas untuk mengetahui cacat porositas pada spesimen.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Siswanto and R. Rais, "Analisis Porositas Dan Kekerasan Paduan Al-12,6%Si dengan Variasi Waktu Tunggu dalam Cetakan dan Media Pendingin Menggunakan Cetakan Pasir Basah," *Pros. Semin. Nas. Lingkung. Lahan Basah*, vol. 3, pp. 394–398, 2018.

- [2] T. Surdia and C. Kenji, *Teknik Pengecoran Logam*. 2013.
- [3] A. Achmadi, “Pengaruh Penambahan Al-TiB Terhadap Kekuatan & Keuletan Produk Pengecoran Sentrifugal Velg Aluminium A 356,” *Simetris*, vol. 11, pp. 14–18, 2017.
- [4] S. Rasyid and M. M., “Analisis Sifat Mekanik dan Strukturmikro Paduan Aluminium Adc12 dengan Teknik Pengecoran Semi Solid (*Rheocasting*),” *Pros. Semin. Has. Penelit.*, pp. 1–6, 2017.
- [5] Masyrukan, “Pengaruh Variasi Temperatur Air sebagai Pendinginan terhadap Karakteristik Coran Aluminium dengan Media Cetakan Pasir CO<sub>2</sub>,” *Media Mesin J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 20, no. 1, pp. 1–7, 2019.
- [6] M. Z. Aulia, P. Hartono, and U. Lesmana, “Analisis Uji Tarik dan Struktur Mikro pada Hasil Pengecoran Aluminium dan Magnesium Menggunakan Variasi Pendingin,” *J. Sains dan Teknol. Unisma*, pp. 78–84, 2021.
- [7] D. Ardityan, R. Hanifi, and I. Dirja, “Analisa Pengaruh Variasi Tipe Media Pendinginan pada Pengecoran Piston Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro,” *J. Kaji. Tek. Mesin*, pp. 1–7, 2023, [Online]. Available: <http://journal.uta45jakarta.ac.id/index.php/jktm/index>.
- [8] A. Z. Syahril and M. Al-Wafiy, “Study of Strontium Effect on ADC12/Nano-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Composite Characteristics with Al-Ti-B Grain Refiner Addition by Stir Casting Method,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Sep. 2019, vol. 547, no. 1, doi: 10.1088/1757-899X/547/1/012013.
- [9] ASTM B 557M - 02A, “Standard test methods of tension testing wrought and cast aluminum and magnesium alloys products ASTM B557-10,” *Stand. Test Methods Tens. Test. Wrought Cast Aluminum-and Magnesium-Alloy Prod.*, vol. 02, pp. 1–15, 2010.
- [10] A. A. Aziz, Kiryanto, and A. W. B. Santosa, “Analisa Kekuatan Tarik, Kekuatan Tekuk, Komposisi dan Cacat Pengecoran Paduan Aluminium Flat Bar dan Limbah Kampas Rem dengan Menggunakan Cetakan Pasir dan Cetakan Hidrolik sebagai Bahan Komponen Jendela Kapal Afif,” *J. Tek. Perkapalan*, vol. 5, no. 1, pp. 97–103, 2017.
- [11] J. William D. Callister and D. G. Rethwisch, *Materials Science And Engineering an Introduction*. 2009.
- [12] A. Indarsari, A. Z. Syahril, and B. W. Utomo, “Characteristics of aluminium ADC 12/SiC composite with the addition of TiB and Sr modifier,” *E3S Web Conf.*, vol. 130, pp. 1–10, 2019, doi: 10.1051/e3sconf/201913001004.
- [13] A. Septiadi, T. Triyono, and J. Triyono, “Analisa pengaruh variasi media quenching dan penambahan silikon pada paduan al-si remelting velg sepeda motor terhadap sifat fisik dan mekanis,” *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 11, no. 2, pp. 66–71, 2018, doi: 10.36289/jtmi.v11i2.55.
- [14] B. Malik Ibrahim and Z. Fadlurrohman, “Analisa Kekerasan Struktur Mikro dan Uji Impact Pada Komposit Aluminium 6061 Paduan Pasir Besi Lokal dengan Perlakuan Panas t<sub>6</sub> Variasi Komposisi dan Holding Time,” *Angew. Chemie Int. Ed. 6(11)*, 951–952., vol. 7, no. 2, pp. 2013–2015, 2021.
- [15] A. Syarif and I. Achmad, “Analisis Struktur Mikro Al-Alloy pada Proses Pengecoran Menggunakan Cetakan Pasir dengan Variasi Temperatur Tuang. Program Studi Teknik Mesin, Universitas Dayanu Ikhsanuddin,” pp. 3–6.
- [16] D. Imawan, *Pengaruh Variasi Pendinginan Pada Proses Quenching Terhadap Nilai Kekerasan, Struktur Mikro Dan Ketangguhan Hasil Pengecoran Aluminium Limbah Piston*. 2017.