

ANALISIS *HEAT TREATMENT* PADUAN ALUMINIUM DIE CASTING (ADC 12) TERHADAP KEKERASAN DAN MIKROSTRUKTUR DENGAN VARIASI MEDIA PENDINGIN

Jainal Ilmy¹, Priyagung Hartono², Ismi Choirotin³

¹Universitas Islam Malang,
email: 21901052094@unisma.ac.id

²Universitas Islam Malang,
email: priyagung@unisma.ac.id

³Universitas Islam Malang ,
email: ismi.choirotin@unisma.ac.id

ABSTRAK

Paduan aluminium *ADC 12* sangat sering digunakan dalam sektor industri pengecoran karena memiliki daya tahan mekanis yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh perlakuan panas (*heat treatment*) dan variasi media pendingin terhadap tingkat kekerasan dan struktur mikro pada paduan aluminium *ADC 12*. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental nyata dengan cara melebur aluminium *ADC 12* bersama variasi penambahan kandungan seng sebesar 4%, 6%, dan 8% di dalam tungku bersuhu 750°C. Setelah spesimen dicetak dan didiamkan, dilakukan proses perlakuan panas pada suhu 600°C selama 5 menit. Spesimen kemudian didinginkan selama 30 menit menggunakan tiga variasi media pendingin, yaitu air es, minyak kanola, dan minyak kemiri. Pengujian sifat mekanis dilakukan dengan menggunakan alat uji kekerasan Brinell. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan seng dalam paduan *ADC 12*, maka nilai kekerasannya juga semakin meningkat. Nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada paduan seng 8% dengan menggunakan media pendingin minyak kanola, yaitu sebesar 21,58 BHN. Sebaliknya, nilai kekerasan terendah terdapat pada paduan seng 4% yang menggunakan media pendingin minyak kemiri, yakni sebesar 16,74 BHN. Perbedaan nilai kekerasan ini dipengaruhi oleh perbedaan tingkat penyerapan panas dan viskositas dari masing-masing media pendingin yang mengatur laju pendinginan spesimen.

Kata Kunci: *ADC 12, Paduan Seng, Perlakuan Panas, Media Pendingin, Uji Kekerasan Brinell*

ABSTRACT

ADC 12 aluminum alloy is widely used in the foundry industry due to its excellent mechanical properties. This study aims to investigate the effect of heat treatment and variations in cooling media on the hardness level and microstructure of ADC 12 aluminum alloy. This research employed a true experimental method by melting ADC 12 aluminum with variations of zinc (Zn) addition of 4%, 6%, and 8% in a furnace at a temperature of 750°C. After the specimens were cast and rested, a heat treatment process was carried out at 600°C for 5 minutes. The specimens were then quenched for 30 minutes using three different cooling media: ice water, canola oil, and candlenut oil. The mechanical properties were tested using a Brinell hardness tester. The results showed that a higher zinc content in the ADC 12 alloy led to an increase in the hardness value. The highest hardness value was obtained in the 8% zinc alloy using canola oil as the cooling medium, yielding 21.58 BHN. Conversely, the lowest hardness value was found in the 4% zinc alloy using candlenut oil as the cooling medium, which was 16.74 BHN. These differences in hardness values are influenced by the varying heat absorption rates and viscosities of each cooling medium, which regulate the cooling rate of the specimens.

Keyword : *ADC 12, Zinc Alloy, Heat treatment, Cooling Media, Brinell Hardness Test*

PENDAHULUAN

Sektor industri di bidang teknik dan fabrikasi memiliki kemajuan serta modernisasi. Industri telah berkembang meningkatkan daya tahan mekanis, kualitas serta kekuatan material yang diproduksi[1]. Permintaan bahan yang semakin meningkat mengenai material dengan daya tahan mekanis tinggi, ketahanan yang baik dan biaya yang rendah[2]. Alumunium banyak digunakan pada fabrikasi karena ringan, tidak mudah terkorosi dan memiliki daya mekanis yang kuat sehingga banyak digunakan dalam industri otomotif, konstruksi dan elektronik[3].

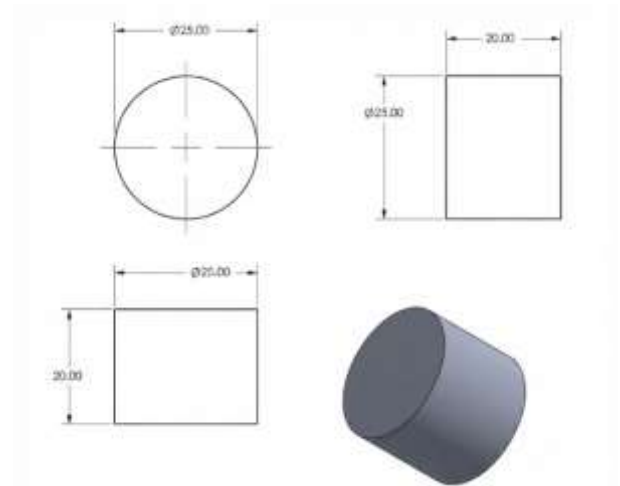
Alumunium dengan paduan bahan lain menjadi komposit, silika, magnesium dan seng adalah bahan dari komposit yang sering digunakan karena sifat mekanik yang terjamin kuatnya, tangguh, ulet dan tidak mudah terkorosi[4]. Paduan *ADC 12* sangat sering digunakan dalam sektor industri pengecoran karena daya mekanis yang baik[5]. Paduan *ADC 12* mengandung seng 5-6% dengan magnesium dan tembaga memberikan daya mekanis yang sangat tinggi dan menjadi pilihan untuk bagian kendaraan dalam industri otomotif[6].

ADC 12 dalam pengecoran alumunium banyak penerapannya. Pendinginan dan pembentukan mikrostruktur adalah hambatan dalam industri ini karena berpengaruh dengan sifat mekanis spesimen dan mencapai sifat mekanis *ADC 12*[7]. Media pendingin memiliki fungsi mengendalikan laju pendinginan dan mempengaruhi mikrostruktur spesimen. Alternatif media pendingin seperti air es, minyak kanola dan minyak kemiri dinilai efektif untuk media pendinginan. Media pendingin memiliki penyerapan panas dan viskositas yang berbeda sehingga berpengaruh terhadap laju pendinginan yang berpengaruh pada mikrostruktur dan meningkatkan kekerasan[8][9].

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental nyata (real experimental method)[10]. Dengan cara ini akan diuji pengaruh analisis *heat treatment* paduan *ADC 12* terhadap kekerasan dan Mikrostruktur dengan variasi media pendingin.

Seng digunakan sebagai campuran dari *ADC 12* diharapkan bisa memberikan kemampuan mekanis yang baik dengan kadar seng masing-masing 4%, 6% dan 8% dengan media pendingin air es, minyak kanola dan minyak kemiri, dengan suhu peleburan 750°C selama 40 menit, *ADC 12* sebagai alumunium bertipe 4xxx, dimensi spesimen berdiameter 25 mm dan tinggi 20 mm. Volume air es, minyak kanola dan minyak kemiri hingga benda uji terendam seluruhnya. Didiamkan di cetakan pasir selama dua hari. Spesimen didiamkan di media pendingin selama 30 menit.



Gambar 1. Spesifikasi Spesimen



Gambar 2. Pembuatan Spesimen



Gambar 3. Proses Perlakuan Panas dan Pendinginan



Gambar 4. Alat Uji Kekerasan Brinell

1. Prosedur Uji Kekerasan

- Langkah pertama adalah menyiapkan spesimen uji yang sebelumnya telah melewati proses perlakuan panas (*heat treatment*) dengan berbagai variasi media pendingin.
- Selanjutnya, siapkan mesin uji kekerasan Brinell. Posisikan sampel secara tegak lurus tepat di bawah indenter bola guna memastikan beban tekan yang disalurkan dapat bekerja secara optimal.
- Atur besaran beban pengujian agar sesuai dengan standar atau spesifikasi indenter yang digunakan.
- Lakukan proses penetrasi dengan cara memutar tuas mesin hingga indenter menyentuh permukaan spesimen. Tahan posisi pembebanan tersebut (*dwell time*) selama kurang lebih 30 detik.
- Setelah waktu penahanan selesai, putar tuas ke arah yang berlawanan untuk melepaskan beban tekan dari spesimen.
- Prosedur penekanan dan pelepasan beban ini diulangi pada titik permukaan sampel yang berbeda sebanyak 10 kali untuk mendapatkan data yang representatif.

2. Prosedur Foto Mikrostruktur

- Letakkan instrumen mikroskop secara perlahan di atas meja kerja. Pastikan posisinya ergonomis dan mudah dijangkau oleh pengamat, yaitu pada jarak yang pas, tidak terlalu ke pinggir maupun terlalu ke tengah meja.
- Apabila diperlukan, sesuaikan sudut kemiringan mikroskop menggunakan engsel inklinasi. Penyesuaian postur ini bertujuan untuk menjaga kenyamanan pengamat, terutama saat melakukan observasi dalam durasi yang panjang.
- Jika menggunakan mikroskop yang mengandalkan cahaya matahari, posisikan perangkat di dekat jendela untuk mendapatkan pencahayaan yang memadai. Meski demikian, hindari paparan sinar matahari secara langsung pada mikroskop.
- Untuk mikroskop yang menggunakan sumber cahaya eksternal, tempatkan lampu penerang pada jarak sekitar 15 cm di depan perangkat.
- Sementara itu, mikroskop modern yang sudah dilengkapi lampu *built-in* di bagian dasarnya jauh lebih praktis; Anda hanya perlu menekan sakelar yang tersedia untuk menghidupkan iluminasi.
- Intensitas cahaya yang menyinari spesimen dapat dikontrol melalui bukaan diafragma. Semakin besar tuas diafragma dibuka, semakin tinggi intensitas cahaya yang diteruskan menuju lensa okuler, dan berlaku pula.
- Letakkan kaca objek (*slide*) yang berisi spesimen tepat di atas lubang meja preparat,

lalu fiksasi posisinya menggunakan penjepit yang tersedia. Saat melakukan tahap ini, pastikan tabung mikroskop berada pada posisi paling tinggi.

- Putar *revolver* untuk memilih lensa objektif, lalu pastikan posisinya terkunci sempurna yang umumnya ditandai dengan bunyi "klik".
- Gunakan makrometer (pemutar kasar) untuk menurunkan tabung secara perlahan hingga ujung lensa objektif berjarak sekitar 1 cm dari permukaan kaca objek. Selama proses penurunan tabung, jangan melihat dari lensa okuler untuk mencegah risiko lensa menabrak dan memecahkan preparat.
- Optimalkan sumber cahaya yang digunakan. Arahkan pantulan cermin ke cahaya jendela atau lampu eksternal, atau cukup nyalakan lampu pada mikroskop elektrik.
- Sesuaikan kembali intensitas cahaya yang masuk ke bidang pandang dengan memodifikasi bukaan diafragma iris dan kemiringan cermin (jika ada).
- Mulailah melakukan pengamatan melalui lensa okuler. Temukan bayangan objek yang paling tajam dengan cara memutar mikrometer (pemutar halus) secara perlahan, baik ke arah atas maupun bawah.
- Apabila fokus objek sudah terlihat jelas, putar cakram *revolver* untuk mengarahkan lensa objektif dengan perbesaran yang lebih tinggi tepat di atas spesimen.
- Terakhir, lakukan penyesuaian fokus ulang menggunakan mikrometer sambil terus mengamati melalui lensa okuler guna mendapatkan detail visual spesimen yang paling tajam dan optimal.

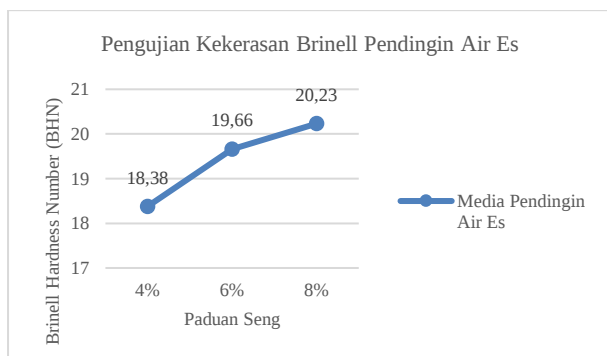
HASIL

1. Pengujian Kekerasan Brinell

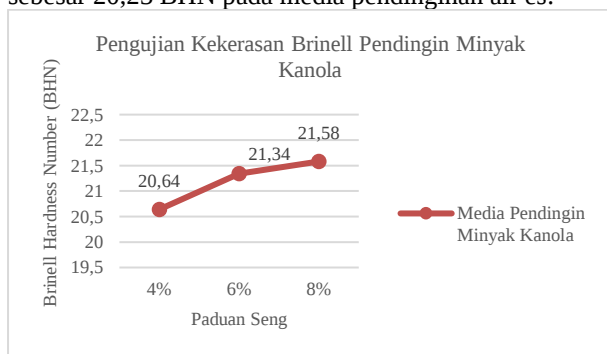
Tabel 1. Hasil Uji Kekerasan Brinell

Media Penderita	Seng	Indenter	Kekerasan (BHN)				
			1	2	3	Jumlah	Rata-Rata
Air Es	4%	2,5 W	18,38	18,39	18,37	55,14	18,38
	6%		19,65	19,69	19,64	58,98	19,66
	8%		20,23	20,21	20,24	60,68	20,23
Minyak Kanola	4%	2,5 W	20,64	20,65	20,64	61,93	20,64
	6%		21,33	21,32	21,36	64,01	21,34
	8%		21,57	21,58	21,58	64,73	21,58
Minyak	4%		16,74	16,75	16,74	50,23	16,74

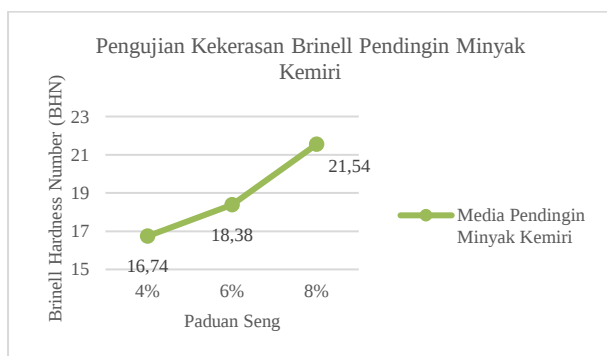
Kemiri	6%	2,5 W	18, 38	18, 39	18, 38	55,1 5	18, 38
	8%		21, 54	21, 53	21, 55	64,6 2	21, 54



Grafik di atas menunjukkan semakin tinggi kandungan seng dalam ADC 12) maka kekerasan semakin tinggi, pada paduan seng 4% didapat nilai kekerasan 18,38 BHN, paduan seng 6% sebesar 19,66 BHN, paduan seng 8% dengan nilai 20,23 BHN, terendah terdapat pada paduan seng 4% sebesar 18,38 BHN, sedangkan kekerasan tertinggi didapat pada paduan seng 8% sebesar 20,23 BHN pada media pendinginan air es.



Grafik di atas menunjukkan semakin tinggi kandungan seng dalam *Alumunium Die Casting (ADC 12)* maka kekerasan semakin tinggi, pada paduan seng 4% didapat nilai kekerasan 20,64 BHN, paduan seng 6% sebesar 21,34 BHN, paduan seng 8% dengan nilai 21,58 BHN, kekerasan terendah terdapat pada paduan seng 4% sebesar 20,64 BHN, sedangkan kekerasan tertinggi didapat pada paduan seng 8% sebesar 21,58 BHN pada media pendinginan minyak kanola.



Grafik di atas menunjukkan semakin tinggi kandungan seng dalam *Alumunium Die Casting (ADC 12)* maka kekerasan semakin tinggi, pada paduan seng 4%

didapat nilai kekerasan 16,74 BHN, paduan seng 6% sebesar 18,38 BHN, paduan seng 8% sebesar 21,54 BHN, kekerasan terendah terdapat pada paduan seng 4% sebesar 16,74 BHN, sedangkan kekerasan tertinggi didapat pada paduan seng 8% sebesar 21,54 BHN pada media pendinginan minyak kemiri.

KESIMPULAN

pada paduan seng 4% media pendingin air es didapat nilai kekerasan 18,38 BHN, paduan seng 6% sebesar 19,66 BHN, paduan seng 8% dengan nilai 20,23 BHN, terendah terdapat pada paduan seng 4% sebesar 18,38 BHN, sedangkan kekerasan tertinggi didapat pada paduan seng 8% sebesar 20,23 BHN pada media pendinginan air es. Pada paduan seng 4% media pendingin minyak kanola didapat nilai kekerasan 20,64 BHN, paduan seng 6% sebesar 21,34 BHN, paduan seng 8% dengan nilai 21,58 BHN, kekerasan terendah terdapat pada paduan seng 4% sebesar 20,64 BHN, sedangkan kekerasan tertinggi didapat pada paduan seng 8% sebesar 21,58 BHN pada media pendinginan minyak kanola. Pada paduan seng 4% media pendingin minyak kemiri didapat nilai kekerasan 16,74 BHN, paduan seng 6% sebesar 18,38 BHN, paduan seng 8% sebesar 21,54 BHN, kekerasan terendah terdapat pada paduan seng 4% sebesar 16,74 BHN, sedangkan kekerasan tertinggi didapat pada paduan seng 8% sebesar 21,54 BHN pada media pendinginan minyak kemiri. Nilai kekerasan tertinggi didapat pada *Alumunium Die Casting (ADC 12)* paduan seng 8% dengan media pendingin minyak kanola sebesar 21,58 BHN dan nilai kekerasan terendah didapat di *Alumunium Die Casting (ADC 12)* paduan seng 4% media pendingin minyak kemiri dengan nilai 16,74 BHN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Safiri and H. Kurnia, "Analisa Variasi Voltase Dan Waktu Proses Anodizing Terhadap Bending Strength Dan Ketebalan Lapisan Oksida," 2021.
- [2] Y. Xu *et al.*, "Phase I study of the recombinant humanized anti-HER2 monoclonal antibody–MMAE conjugate RC48-ADC in patients with HER2-positive advanced solid tumors," *Gastric Cancer*, vol. 24, no. 4, pp. 913–925, 2021, doi: 10.1007/s10120-021-01168-7.
- [3] M. Cai *et al.*, "Harnessing biosynthetic logic for next-generation ADC payloads," *Chem. Soc. Rev.*, 2026, doi: 10.1039/d5cs01487e.
- [4] T. D. Nguyen, B. M. Bordeau, and J. P. Balthasar, "Mechanisms of ADC Toxicity and Strategies to Increase ADC Tolerability," *Cancers (Basel)*, vol. 15, no. 3, 2023, doi: 10.3390/cancers15030713.
- [5] P. Dewangan, V. Dewangan, V. Kumar, R. Rajnal, and L. Singh, "Effect of Die Geometry on Thermal Analysis of Aluminium Alloy (ADC12 Aluminium A383) using Pressure Die Casting Process," pp. 17–22, 2021.

- [6] L. D. Giang, N. A. Tuan, D. Van Luu, N. V. Du, and N. M. Tien, "Optimization of Process Parameters on Microstructure and Mechanical Properties of ADC12 Alloy Aptomat Contact Fabricated by Thixoextrusion," p. 29, 2021, doi: 10.3390/iec2m-09240.
- [7] Muhammad Wira Akira, H. Haritsah, Anne Zulfia, and E. Prajatelitia, "Mechanical and tribological properties of nano-sized Al₂O₃ particles on ADC12 alloy composites with Strontium modifier produced by stir casting method," *ADI J. Recent Innov.*, vol. 3, no. 1, pp. 9–20, 2021, doi: 10.34306/ajri.v3i1.346.
- [8] S. Irawan and K. Tampubolon, "Pengaruh Unsur Fe dan Penambahan Grain Refiner Al-5TiB Terhadap Morfologi Fasa Intermetalik dan Sifat Mekanis Pada Paduan Zamak 3," *J. Mech. Eng. Manuf. Mater. Energy*, vol. 5, no. 2, pp. 96–114, 2021, doi: 10.31289/jmemme.v5i2.4629.
- [9] H. Putra, A. G., Manaf, A., Djoko, "Pengaruh Elemen Paduan dan Senyawa terhadap Karakteristik Paduan Magnesium dan Aplikasinya-Kajian," *J. Media Pengemb. Ilmu dan Apl. Tek.*, vol. 20, no. 02, pp. 166–179, 2021, [Online]. Available: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
- [10] L. M. Duc and N. H. Hai, "THE EFFECT OF COOLING RATE ON THE MICROSTRUCTURE OF ADC12 ALLOY WITH PRELIMINARY NUCLEATION ON COOLING SLOPE ẢNH HƯỞNG CỦA TỐC ĐỘ NGUỘI ĐẾN TỔ CHỨC CỦA HỢP KIM ADC12 TẠO MÀM SƠ BỘ TRÊN MÁNG NGHIÊNG LÀM NGUỘI," vol. 226, no. 16, pp. 3–10, 2021.