

ANALISIS VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA PENGECORAN ALUMINIUM (Al) DENGAN METODE *SAND CASTING* TERHADAP KEKERASAN

Dicky Wahyudi¹, Priyagung Hartono², Ismi Choirotin³

¹Universitas Islam Malang,
email: dickywahyudiko17@gmail.com

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

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

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi media pendingin terhadap nilai kekerasan aluminium hasil pengecoran menggunakan metode sand casting. Media pendingin yang digunakan dalam penelitian ini meliputi udara, air sumur, dan minyak kelapa murni (VCO). Aluminium 6061 dilebur pada suhu 850–1100°C, kemudian dituangkan ke dalam cetakan pasir silika. Setelah pembekuan awal, spesimen didinginkan menggunakan tiga media yang berbeda. Selanjutnya, dilakukan pengujian kekerasan menggunakan metode Vickers. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi media pendingin memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai kekerasan. Pendinginan menggunakan udara menghasilkan nilai kekerasan tertinggi yaitu 86,7 kg/mm², diikuti oleh air, dan yang terendah adalah minyak kelapa sebesar 58,35 kg/mm². Hasil ini menunjukkan bahwa laju pendinginan memengaruhi struktur mikro logam, yang berkontribusi terhadap nilai kekerasannya. Temuan ini diharapkan menjadi rujukan dalam pemilihan media pendingin yang sesuai untuk proses pengecoran logam berbasis aluminium

Kata Kunci: Aluminium ; Pengecoran Pasir ; Vickers ; Minyak Kelapa ; Air ; Udara.

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of cooling media variation on the hardness of aluminum cast using the sand casting method. The cooling media used in this research include air, well water, and virgin coconut oil (VCO). Aluminum 6061 was melted at a temperature of 850–1100°C and then poured into silica sand molds. After initial solidification, the specimens were quenched using three different media. Hardness testing was then carried out using the Vickers method. The results indicate that the type of cooling media significantly affects the hardness values. Air cooling produced the highest hardness value at 86.7 kg/mm², followed by water, while coconut oil showed the lowest at 58.35 kg/mm². These findings suggest that the cooling rate influences the metal's microstructure, which contributes to its hardness. The results of this study can serve as a reference for selecting appropriate cooling media in aluminum-based casting processes.

Keyword : Aluminum; Sand Casting; Vickers; Coconut Oil; Water; Air.

PENDAHULUAN

Aluminium adalah logam non ferro yang memiliki kelebihan dalam kekuatan spesifik tinggi, daya tahan korosi, serta konduktivitas listrik dan termal yang baik[1][2]. Keunggulan ini membuatnya sangat digunakan dalam industri otomotif, penerbangan, dan peralatan rumah tangga[3][4]. Salah satu metode umum dalam pembentukan aluminium adalah pengecoran, terutama sand casting[5][6]. Metode ini memiliki keuntungan dalam biaya pembuatan yang rendah serta kemampuan untuk membentuk geometri yang rumit[7][8].

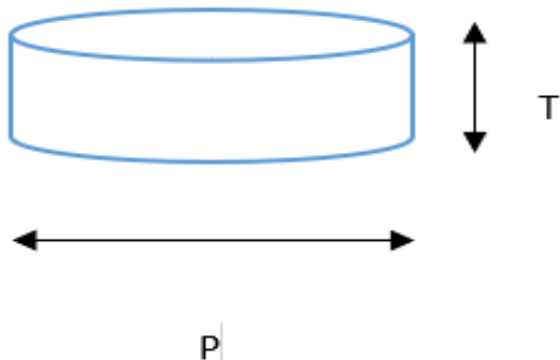
Dalam proses pengecoran, media pendingin berperan signifikan terhadap karakteristik mikro dan sifat mekanis logam yang dicor[9][10]. Media pendinginan seperti air, udara, dan minyak kelapa memiliki kecepatan perpindahan panas yang berbeda, sehingga mempengaruhi laju pembekuan logam, yang langsung berdampak pada tingkat kekerasan material[11][12].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak variasi media pendingin terhadap kekerasan hasil pengecoran aluminium, sehingga dapat diketahui rekomendasi media pendingin yang paling optimal dalam hal kekerasan material[13][14].

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental. Bahan yang digunakan adalah aluminium 6061. Proses pengecoran dilakukan menggunakan metode sand casting, dengan cetakan pasir silika dan bentonite sebagai pengikat. Aluminium dilebur pada suhu 850–1100 °C, kemudian dituangkan ke dalam cetakan.

Setelah pembekuan awal, spesimen dicelupkan ke dalam tiga variasi media pendingin: udara, air sumur, dan minyak kelapa. Masing-masing spesimen kemudian diuji kekerasannya menggunakan metode Vickers. Variabel bebas adalah jenis media pendingin, sedangkan variabel terikat adalah nilai kekerasan spesimen. Variabel terkontrol meliputi jenis bahan, ukuran spesimen, dan temperatur pendinginan (sekitar 20–33 °C). Spesimen benda uji memiliki panjang 30 mm dan tinggi 15 mm.



Gambar 1. Dimensi Benda Uji

1. Proses Pengecoran

Proses pengecoran dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode *sand casting*. Tahapan awal dimulai dengan menyiapkan cetakan pasir yang terbuat dari campuran pasir silika, bentonit, dan air dengan perbandingan masing-masing 1 kg pasir silika, 50 gram bentonit, dan 50 ml air. Campuran ini diaduk hingga homogen dan dipadatkan ke dalam rangka cetak menggunakan alat pemadat[15].

Setelah cetakan terbentuk, aluminium 6061 sebagai material utama dilebur dalam tungku peleburan dengan suhu antara 850–1100°C. Proses peleburan berlangsung hingga aluminium mencapai kondisi cair sepenuhnya. Kotoran atau *slag* yang muncul selama peleburan dibersihkan menggunakan sendok logam (*ladle*).

Aluminium cair kemudian dituangkan ke dalam cetakan pasir secara hati-hati untuk menghindari percikan dan memastikan pengisian cetakan merata[16]. Setelah dituangkan, logam cair dibiarkan membeku di dalam cetakan selama 40–60 detik hingga mencapai kondisi padat awal dan siap untuk diangkat.

2. Proses Pendinginan

Pada Setelah logam yang dicetak dikeluarkan dari cetakan, proses pendinginan (*quenching*) dilakukan dengan tiga variasi media pendingin, yaitu udara bebas, air sumur, dan Minyak kelapa asli (*Virgin Coconut Oil/VCO*).

Setiap spesimen yang telah membeku segera didinginkan sesuai dengan media yang telah ditetapkan. Spesimen dibiarkan dalam media pendingin sampai mencapai suhu ruang ($\pm 30^{\circ}\text{C}$), dengan waktu pendinginan dicatat secara manual.

Fokus utama dari variasi media pendinginan ini adalah untuk memahami dampak kecepatan perpindahan panas dari media terhadap perubahan struktur mikro dan kekerasan aluminium yang dihasilkan. Proses ini menggunakan prinsip dasar bahwa media dengan konduktivitas termal yang berbeda akan menghasilkan laju pembekuan dan struktur yang beragam.



Gambar 2. Cetakan Pasir

Setelah proses pengecoran dan pendinginan selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian kekerasan terhadap setiap spesimen aluminium. Pengujian dilakukan menggunakan metode *Vickers Hardness Test* di Laboratorium Politeknik Negeri Malang.

Sebelum dilakukan pengujian, permukaan spesimen terlebih dahulu diampas dan dipoles menggunakan mesin *grinding polishing* hingga permukaannya rata dan halus. Hal ini bertujuan untuk memastikan keakuratan hasil indentasi selama proses pengujian.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat uji kekerasan Vickers, yang bekerja berdasarkan prinsip penekanan indenter berbentuk piramida intan ke permukaan benda uji menggunakan beban tertentu. Dalam penelitian ini digunakan beban sebesar 50 kgf, dengan waktu penekanan selama 10–15 detik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan menghasilkan sebagai berikut

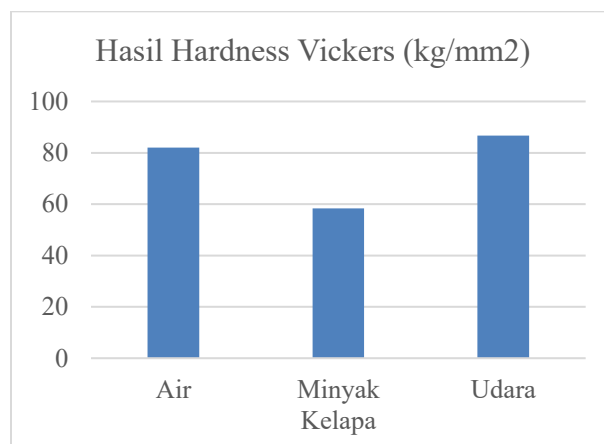
Tabel 1. Data diameter indenter vickers

Komposisi bahan Variasi pendingin	Diameter indentasi		Rata rata
	d ₁	d ₂	
Air	34.37	32.89	33,63
Udara	33.46	31.94	32,7
Minyak kelapa	38.62	41.09	39,855

Tabel 2. Data hasil perhitungan *Hardness Vickers*

Komposisi bahan Variasi pendingin	P	d ₁	d ₂	d	d ²	VH N	VH N X
	Kg	mm	mm	mm	Mm ²	Kg/mm ²	Kg/mm ²
Air	50	0.03437	0.03289	0.03363	0.00113097	81.96	75.7
Udara	50	0.03346	0.03194	0.0327	0.00106929	86.69	
Minyak kelapa	50	0.03862	0.04109	0.03985	0.00158842	58.35	

3. Pengambilan Data



Gambar 3. Grafik *Hardness Vickers*

Media pendingin udara menghasilkan kekerasan tertinggi dibandingkan dengan air dan minyak kelapa. Hal ini bertentangan dengan teori umum bahwa pendinginan cepat seperti air akan meningkatkan kekerasan, namun dapat dijelaskan bahwa pendinginan udara memungkinkan terjadinya pengerasan alami (*natural aging*) yang meningkatkan kekerasan tanpa menciptakan tegangan internal tinggi seperti pada quenching cepat.

Minyak kelapa sebagai media pendingin menunjukkan nilai kekerasan terendah. Hal ini dapat dikaitkan dengan viskositas dan sifat isolatif minyak nabati yang menyebabkan laju pendinginan rendah, sehingga struktur mikro yang terbentuk lebih kasar dan kurang padat.

KESIMPULAN

Variasi media pendingin memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai kekerasan aluminium hasil pengecoran dengan metode sand casting. Pendinginan menggunakan udara menghasilkan kekerasan tertinggi (86,7 kg/mm²), diikuti oleh air, dan yang terendah adalah minyak kelapa (58,35 kg/mm²). Pendinginan lambat pada udara memungkinkan proses pengerasan alami yang optimal, sementara minyak kelapa menghasilkan struktur mikro yang kurang padat karena pendinginan lebih lambat.

Hasil ini menunjukkan bahwa pemilihan media pendingin harus mempertimbangkan keseimbangan antara kecepatan pendinginan dan efek struktural terhadap sifat mekanis logam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Kurniawan, A. W. Budi Santosa, and untung Budiarto, "Pengaruh Media Pendingin Air Tawar, Air Coolant, dan Udara Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan pada Sambungan Las MIG (Metal Inert Gas) dan MAG (Metal Active Gas) Aluminium 6061," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 8, no. 4, pp. 579–587, 2020.
- [2] I. Tsamroh, A. Suprpto, and P. Eka Setyawan, "Optimasi Parameter Anodizing pada Aluminium 6061 dengan Metode Taguchi," *Semin. Nas. Teknol. Fak. Tek. Unmer Malang*, pp. 113–116, 2020.
- [3] B. Hartawan, T. Marjuni, A. Ansyori, and A. Prastyo, "Pengaruh Variasi Temperatur Artificial Aging Terhadap Kekerasan Aluminium 6061 Daur Ulang," *J. Mekanova Mek. Inov. dan Teknol.*, vol. 10, no. 2, p. 563, 2025.
- [4] D. I. Tsamroh and M. Riza Fauzy, "Peningkatan Sifat Mekanik Al6061 Melalui Heat Treatment Natural-Artificial Aging," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 6, no. 1, pp. 8–13, 2022.
- [5] H. Hidayat, "Optimasi Parameter Proses Anodisasi Aluminium 6061 untuk Komponen Otomotif," *J. Penelit. Enj.*, vol. 25, no. 2, pp. 85–91, 2022.
- [6] M. S. Y. Lubis, A. Riza, and D. P. Agung, "Pengaruh Parameter Pemesinan Terhadap Kekasaran Permukaan Material Aluminium 6061 Dan 7075 Pada Proses Sekrap," *J. Muara Sains, Teknol. Kedokt. dan Ilmu Kesehat.*, vol. 4, no. 1, p. 145, 2020.
- [7] N. A. C. Lah and M. H. Hussin, "Kesan Logam Pengisi Terhadap Struktur Terkimpal Al 6061 Yang Teroksida Pada 600°C: Effects of Filler Metal Towards Oxidation of Al 6061 Welded Joint at 600°C," *J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sci.*, vol. 78, no. 1, pp. 48–59, 2020.
- [8] Mulyadi, R. Firdaus, and R. S. Untari, "Optimization of Friction Stir Welding Parameters for AA6061-T651 Aluminum Alloy: Defect Analysis and Process Improvement," *Acad. Open*, vol. 8, no. 1, pp. 1–13, 2023.
- [9] R. Kastanto, U. Budiarto, and S. Jokosisworo, "Perbandingan Kekuatan Impak, Tarik, dan Mikrografi Sambungan Las MIG dan TIG pada Aluminium 6061 dengan Variasi Media Pendingin Udara dan Air Tawar," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 8, no. 4, p. 560, 2020.
- [10] R. Wurdhani, U. Budiarto, and W. Amiruddin, "Pengaruh Perlakuan Panas (Heat Treatment) Normalizing Terhadap Kekuatan Impak Aluminium 6061 Pengelasan MIG dengan Variasi Posisi dan Bentuk Kampuh," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 9, no. 1, pp. 70–78, 2021.
- [11] L. Rosmayani, A. Rohanda, and R. Abdullatif, "Urania Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir," *Urania J. Ilm. Daur Bahan Bakar Nukl.*, vol. 29, no. 1, pp. 21–32, 2023.
- [12] S. U. Mariam, A. Ibrahim, Y. Yuniati, and N. Nazirudin, "Pengaruh Variasi Rapat Arus Hard Anodizing Terhadap Laju Korosi Pada Aluminium 6061," *J. Mesin Sains Terap.*, vol. 4, no. 2, p. 99, 2020.
- [13] W. Elbar, K. Tampubolon, U. Pembinaan, and M. Indonesia, "Pengaruh Campuran Silikon Pada Aluminium Terhadap Kekerasan dan Tingkat Keausannya Effect of Silicone Alloys on Aluminum on Hardness and Wear Rates," vol. 4, no. 2, pp. 183–196, 2020.
- [14] C. S. N. Aprilya, "Pengaruh Kuat Arus Dan Variasi Kampuh Terhadap Struktur Mikro Dan Uji Kekerasan Vickers Bahan Ems 45 Pada Pengelasan," *J. Kompetensi Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 7–15, 2020.
- [15] T. H. Derniawan, N. Nurdin, F. Fakhriza, and M. Mawardi, "Analisa Pengaruh Putaran Spindel Pada Friction Welding Terhadap Tensile Strength Aluminium 6061," *J. Mesin Sains Terap.*, vol. 5, no. 1, p. 46, 2021.
- [16] A. Azmal, D. Handoko, M. Masril, and E. Ilhamdi, "Pengaruh Variasi Temperatur Austenit Pengujian Jominy Test Pada Sifat Hardenability Baja St 90," *J. Vokasi*, vol. 16, no. 2, pp. 74–79, 2021.