

ANALISIS MIKROSTRUKTUR DAN KEKERASAN PADA PENGECORAN KUNINGAN DENGAN VARIASI PENAMBAHAN NIKEL DAN MEDIA PENDINGIN

Ole Aprizan^[1] ^[2]Unung Lesmanah ^[3]Ismi Choirotin¹

² Ununglesmanah@unisma.ac.id

³ Ismi.Choirotin@unisma.ac.id

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang
Jl. Mayjend Haryono 193 Malang, Jawa Timur 65144, Indonesia

ABSTRAK

Proses pengecoran logam adalah metode pembuatan produk yang dimulai dengan melarutkan logam dalam tungku peleburan dan kemudian menuangkan logam cair tersebut ke dalam cetakan yang sebelumnya telah dibuat berdasarkan pola yang diinginkan. Setelah itu, logam cair tersebut akan mengeras dalam cetakan dan kemudian dipindahkan dari cetakan untuk mendapatkan produk akhir. Proses pengecoran logam terdiri dari tiga bagian utama. Pertama adalah pembuatan cetakan, kedua adalah pembuatan inti, dan yang ketiga adalah proses pengecoran logam itu sendiri. Penelitian ini berfokus pada pengecoran logam kuningan dengan campuran nikel, tujuannya adalah untuk mencapai tingkat kekerasan dan kekuatan mekanik yang optimal pada produk akhirnya. Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah metode eksperimen, di mana perubahan yang terjadi setelah manipulasi dapat diukur dan diamati. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan nikel pada campuran kuningan akan meningkatkan tingkat kekerasan. Dalam proses pendinginan menggunakan *cutting oil bromus*, campuran dengan nikel 15% memiliki kekerasan tertinggi yaitu 176,7 HV, sementara dalam proses pendinginan menggunakan udara, campuran dengan nikel 15% juga mendapatkan kekerasan tertinggi yaitu 128,3 HV. Dengan demikian, penelitian ini menunjukkan bahwa campuran nikel dalam proses pengecoran logam kuningan dapat meningkatkan kekerasan pada produk akhir, dan berbagai media pendinginan juga mempengaruhi tingkat kekerasan yang dihasilkan.

Kata Kunci: Mikrostruktur, Variasi Penambahan Nikel, Media Pendingin aplikasi luas dalam industri transportasi, seperti

I. PENDAHULUAN

Kemajuan yang cepat dalam ilmu pengetahuan dan teknologi di sektor industri telah berdampak positif terhadap pengembangan paduan logam nonferro (tidak mengandung besi). Paduan logam ini memiliki

mobil, kereta api, kapal, dan pesawat terbang. Dalam industri ini, bahan-bahan yang

digunakan harus memiliki kekuatan, kekerasan, dan keuletan yang optimal untuk pembuatan komponen mesin.

Pengecoran logam adalah proses produksi yang dimulai dengan mencairkan logam di dalam tungku peleburan. Setelah itu, logam cair tersebut dituangkan ke dalam cetakan yang sebelumnya telah dibuat berdasarkan pola yang diinginkan. Setelah logam cair mengeras di dalam cetakan, produk akhir dipindahkan dari cetakan tersebut. Proses pengecoran terdiri dari tiga tahap utama: pembuatan cetakan, pembuatan inti, dan proses pengecoran logam itu sendiri.

Logam dalam bentuk murni memiliki kelemahan dalam hal ketahanan, sehingga perlu dicampur dengan unsur-unsur paduan lain untuk meningkatkan kekuatan dan kekerasan material tersebut. Dengan demikian, material yang telah dicampur dengan paduan akan memiliki kekuatan dan kekerasan yang lebih tinggi daripada dalam bentuk murninya (Tim May, Malcolm Williams, Richard Wiggins, 2021).

Pengenalan unsur paduan tambahan akan meningkatkan sifat mekanik dari suatu material tanpa mengurangi karakteristik asli dari material tersebut.

Kuningan adalah logam yang merupakan campuran dari tembaga dan seng. Tembaga merupakan komponen utama dari kuningan,

dan kuningan biasanya diklasifikasikan sebagai paduan tembaga (Hinestroza, 2018).

Warna kuningan memiliki variasi mulai dari coklat kemerahan gelap hingga cahaya kuning keperakan, dan perbedaan ini tergantung pada jumlah kadar seng dalam paduan. Kandungan seng secara signifikan mempengaruhi warna kuningan. Kuningan memiliki kekuatan dan kekerasan yang lebih tinggi daripada tembaga, meskipun tidak sekuat atau sekeras baja. Sifat ini memungkinkan kuningan mudah dibentuk menjadi berbagai bentuk, menjadikannya material yang baik sebagai konduktor panas, dan juga tahan terhadap korosi dari air garam. Karena karakteristik-karakteristik ini, kuningan banyak digunakan dalam pembuatan pipa, tabung, sekrup, radiator, alat musik, aplikasi di kapal laut, serta *casing cartridge* untuk senjata api.

Magnet permanen Alnico dengan kandungan nikel memiliki kekuatan sedang, berada di antara magnet permanen dari besi (sumber: Wikipedia, 2022). Paduan nikel, krom, dan besi menghasilkan baja tahan karat, yang banyak digunakan dalam peralatan dapur seperti sendok dan peralatan memasak, serta digunakan sebagai ornamen untuk rumah dan gedung, dan juga komponen industri.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan proses pengecoran logam kuningan dengan campuran nikel, dengan tujuan mencapai tingkat kekerasan dan kekuatan

mekanis yang optimal pada produk akhirnya. Pemilihan material yang tepat melibatkan berbagai sifat bahan yang harus memenuhi syarat yang telah ditentukan sebelumnya. Selama proses pengecoran, logam akan mengalami perubahan fasa baik secara fisik maupun mekanis karena proses pembekuan. Perubahan sifat ini dipengaruhi oleh jenis media pendingin yang digunakan selama proses pendinginan. Media pendingin yang digunakan, seperti catting oil bromus dan udara, akan berdampak pada tingkat kekerasan paduan logam yang dihasilkan karena beragamnya jenis media pendingin.

Dengan rumusan masalah sebagai berikut;

- 1 Bagaimana proses pengecoran kuningan dengan nikel dari awal pembuatan hingga menjadi bahan jadi?
- 2 Bagaimana pengaruh penambahan nikel 5%, 10% dan 15% terhadap kekerasan pengecoran kuningan?
- 3 Bagaimana pengaruh variasi media pendingin *catting oil bromus* dan udara terhadap kekerasan produk pengecoran kuningan dengan nikel 5%, 10% dan 15%?

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian

eksperimen. Metode penelitian merupakan pendekatan yang sistematis dan hati-hati dalam memecahkan masalah penelitian, dengan tujuan untuk mendapatkan fakta dan kesimpulan guna memahami, menjelaskan, meramalkan, dan mengendalikan situasi (Sugiyono, 2016). Metode eksperimen adalah suatu cara penelitian yang menguji hipotesis melalui pengujian hubungan sebab-akibat dengan memanipulasi variabel independen dan mengamati perubahan yang terjadi akibat manipulasi tersebut. Penggunaan metode eksperimen dalam penelitian ini bertujuan untuk mengukur perubahan yang terjadi setelah dilakukan manipulasi variabel.

III. DATA HASIL PENELITIAN

Analisa Data

1. Pengujian Kekerasan Vickers

| Media Pendingin | Nikel | Indentor | Kekerasan (HV) | | | | |
|--------------------|-------|-----------|----------------|-------|-------|--------|-----------|
| | | | 1 | 2 | 3 | Jumlah | Rata-Rata |
| Catting Oil Bromus | 5% | 294,2 kgf | 115,7 | 101,4 | 110,5 | 327,6 | 109,2 |
| | 10% | | 196,4 | 151,4 | 180,2 | 528 | 176 |
| | 15% | | 174,6 | 176 | 179,5 | 530,1 | 176,7 |
| Udara | 5% | 294,2 kgf | 124,2 | 110,4 | 110,3 | 347,9 | 116,0 |
| | 10% | | 120,5 | 117,0 | 115,6 | 356,1 | 117,7 |
| | 15% | | 139,5 | 119,8 | 125,5 | 384,5 | 128,2 |

Gambar 4 1 Data Hasil Uji Kekerasan Vickers

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari pengecoran kuningan dengan paduan nikel, terjadi peningkatan kekerasan hingga mencapai nilai tertinggi sebesar 176,7 HV saat menggunakan media pendingin Catting Oil Bromus. Hal ini disebabkan karena Catting Oil Bromus memiliki kepadatan massa yang tinggi, sehingga proses pendinginannya berlangsung dengan cepat, yaitu

transfer dan pelepasan panas yang lebih efisien. Proses pendinginan yang cepat ini mengakibatkan jarak antarmolekul lebih dekat, sehingga membentuk struktur kuningan yang lebih keras.

2. Pengujian Mikrostruktur



Hasil dari tabel menunjukkan bahwa penggunaan media pendingin catting oil bromus dengan campuran nikel 5% menghasilkan butiran kuningan dengan ukuran

Gambar 4.2 Tabel Uji Mikrostruktur

kecil sebesar 47.775, campuran nikel 10% menghasilkan butiran dengan ukuran sebesar 54.343, dan campuran nikel 15% menghasilkan butiran dengan ukuran sebesar 104.833.

Dalam penelitian ini, digunakan dua jenis pendingin yaitu catting oil bromus dan udara dengan campuran nikel sebesar 5%, 10%, dan 15%. Hasil penelitian menunjukkan

bahwa penggunaan catting oil bromus menghasilkan ukuran butiran kuningan sebesar 47.775 untuk campuran nikel 5%, 54.343 untuk campuran nikel 10%, dan 83.323 untuk campuran nikel 15%. Sementara itu, menggunakan pendingin udara menghasilkan ukuran butiran sebesar 47.775 untuk campuran

Gambar 4.3 Tabel Two Way Anova

nikel 5%, 54.343 untuk campuran nikel 10%, dan 83.323 untuk campuran nikel 15%.

Menariknya, hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekerasan butiran kristal beta (β) lebih berpengaruh daripada ukuran butiran. Secara teori, struktur dengan ukuran butiran kecil biasanya memiliki kekerasan yang tinggi, dan struktur dengan ukuran butiran besar biasanya memiliki kekerasan yang lebih rendah. Namun, dalam penelitian ini, teori tersebut tidak berlaku karena kekerasan butiran kristal beta (β) menentukan tingkat kekerasan, terlepas dari ukuran butiran halus. Selain itu, catting oil bromus memberikan keuntungan karena memiliki laju pendinginan yang lebih cepat dibandingkan dengan pendinginan udara.

3. Perhitungan Uji Hipotesis Kekerasan Menggunakan Analisis Variasi Dua Arah (Two Way Anova)

| Paduan Nikel | Media Pendingin | | |
|--------------|--------------------|-----------------|---------------|
| | Catting oil bromus | Udara | Jumlah |
| 5% | 115,7 | 139,2 | $T_1 = 712,1$ |
| | 101,4 | 119,8 | |
| | 110,5 | 125,5 | |
| 10% | 196,4 | 124,2 | $T_2 = 878,7$ |
| | 151,3 | 110,4 | |
| | 181,2 | 115,3 | |
| 15% | 174,1 | 120,5 | $T_3 = 882,7$ |
| | 176,0 | 117,0 | |
| | 179,5 | 115,6 | |
| Jumlah | $T_1 = 1.386,1$ | $T_2 = 1.087,5$ | $T = 2.473,5$ |

4. Analisis Statistik Proporsi % (α) dan % (β) Hasil Foto Mikro dengan Software Image J

| NO. | Media Pendingin | Presentase Campuran (Nikel) | % (β) | % (α) |
|-----|--------------------|-----------------------------|---------------|----------------|
| 1. | Catting Oil Bromus | 5% | 72.937 | 27.715 |
| 2. | | 10% | 72.233 | 27.767 |
| 3. | | 15% | 80.748 | 19.748 |
| 1. | Udara | 5% | 68.795 | 31.205 |
| 2. | | 10% | 68.776 | 31.224 |
| 3. | | 15% | 77.415 | 22.582 |

Gambar 4.4 Mikro Hasil Uji Struktur Mikro.

5. Hasil Analisis Pengecoran Kuningan dan Nikel

Dalam penelitian ini, dilakukan analisis untuk memahami pengaruh penambahan berat nikel terhadap struktur mikro dan sifat mekanik paduan kuningan dan nikel. Proses pengecoran digunakan untuk mensintesis kuningan dengan campuran nikel, dan hasil pengujian mencakup pengukuran kekerasan dan pengamatan mikrostruktur, yang menunjukkan distribusi persentase campuran komposisi pada paduan tersebut.

Dalam analisis dan perhitungan pada pengecoran kuningan yang dipadukan dengan nikel, penelitian mencari nilai kekerasan pada

dua media pendingin yang menggunakan paduan nikel sebesar 15% pada masing-masingnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa paduan 15% nikel pada media catting oil bromus memiliki nilai kekerasan sebesar 176,7 HV, sedangkan pada media udara memiliki nilai kekerasan sebesar 128,2 HV. Hal ini menandakan bahwa nilai kekerasan yang paling tinggi terjadi pada paduan yang didinginkan dengan catting oil bromus. Perbedaan ini disebabkan oleh viskositas yang tinggi pada media pendingin udara, sehingga proses pendinginan menjadi lebih lambat dan menghasilkan produk yang kurang keras. Sebaliknya, penggunaan catting oil bromus sebagai media pendingin memungkinkan proses pendinginan berjalan lebih cepat, sehingga menghasilkan produk dengan kekerasan yang lebih tinggi.

Hasil analisis mikrostruktur dari pengecoran kuningan dengan paduan nikel dan menggunakan pendingin catting oil bromus dengan kandungan 15% nikel menunjukkan bahwa distribusi solid solution pada campuran kuningan dan nikel memiliki bentuk bulat atau spherical. Sementara itu, pada campuran 15% nikel yang menggunakan pendingin udara juga memiliki distribusi solid solution yang berbentuk bulat atau spherical. Perbedaan morfologi ini menunjukkan bahwa semakin banyak terbentuknya solid solution pada campuran kuningan dan nikel ketika kandungan nikelnya mencapai 15%, baik

dengan metode pendinginan catting oil bromus maupun udara. Selain itu, distribusi solid solution pada campuran kuningan dan nikel dengan kandungan 15% nikel cenderung lebih banyak terjadi dibandingkan dengan campuran yang memiliki kandungan nikel 5% dan 10%.

IV. KESIMPULAN

Bedasarkan penelitian analisis kekerasan pengecoran Kuningan dan Nikel dengan variasi media pendingin. Maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Penambahan nikel pada pengecoran kuningan meningkatkan kekerasan. Kekerasan tertinggi pada media pendinginan catting oil bromus terjadi pada paduan dengan 15% nikel, mencapai nilai 176,7 HV, sementara pada media pendingin udara, kekerasan tertinggi juga terjadi pada paduan dengan 15% nikel, mencapai nilai 128,3 HV.
2. Hasil dari variasi media pendinginan menunjukkan bahwa tingkat kekerasan tertinggi terjadi pada pendinginan catting oil bromus dengan nilai sebesar 176,7 VHN. Hal ini disebabkan oleh perbedaan laju pendinginan antara catting oil bromus dan udara, di mana catting oil bromus memiliki laju pendinginan yang lebih cepat dibandingkan udara.
3. Hasil uji mikrostruktur menunjukkan bahwa penambahan nikel

menyebabkan peningkatan jumlah mikrostruktur beta (β), yang berakibat pada peningkatan kekerasan saat proses pendinginan dengan penggunaan catting oil bromus. Selain itu, efek penambahan nikel juga menghasilkan struktur (β) yang lebih besar.

V. SARAN

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan penelitian adalah :

1. Memilih jenis material yang akan digunakan dalam penelitian memiliki dampak signifikan terhadap sifat mekaniknya. Sebelum memutuskan material uji yang akan digunakan, penelitian harus memahami secara mendalam spesifikasi, fungsi, dan kegunaan dari material tersebut.
2. Persiapan yang baik dalam menyediakan bahan dan alat-alat uji akan menghasilkan hasil penelitian yang memuaskan.
3. Keberadaan atau ketiadaan pengaruh terhadap hasil pengujian menyajikan data referensi berharga bagi pelaksanaan penelitian selanjutnya dan mendukung pengembangan teknologi manufaktur di masa depan.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Setiawan, R., Sehonon, S., & Setiawan, F. (2021). Analisis Waktu Pelapisan Nikel Pada

Aluminium Alloy 2024 Terhadap Uji Kekerasan Vickers Dengan Menggunakan Proses Elektrolating. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(1), 180–185. <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i1.620>

Setyawan, S. (2006). Pengaruh Variasi Penambahan Tembaga (Cu) Dan Jenis Cetakan Pada Proses Pengecoran Terhadap Tingkat Kekerasan Paduan Aluminium Silikon (Al-Si). *Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta*, 1–60.

sugiyono. (2016). METODE PENELITIAN YANG HARUS DI PELAJARI OLEH PENELITI. In *sugiono*.

Teguh Sugiarto, Zulhanif, S. (2020). Analisis Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Aisi1020 Terhadap Perlakuan Carburizing Dengan Arang Batok Kelapa. *Buletin Utama Teknik*, 15(2), 165–173.

Tim May, Malcolm Williams, Richard Wiggins, and P. A. B. (2021). *ANALISIS KEKERASAN PENGECORAN KUNINGAN DAN MAGNESIUM DENGAN VARIASI MEDIA PENDINGIN* (Nomor 1996).