

PENGARUH PERSENTASE TAMBAHAN UNSUR KARBON ARANG KAYU JATI PADA LOGAM PADUAN Al-Si TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO

Ahmad Muzayid¹⁾, Priyagung Hartono²⁾, Unung Lesmanah³⁾,

Muzayyid198@gmail.com
priyagung@unisma.ac.id
ununglesmanah@yahoo.com

ABSTRAK

Material aluminium dikembangkan menjadi sistem paduan untuk memperbaiki sifat-sifatnya dengan menambahkan unsur paduan seperti Zn, CuZn, Cu, Si, Ni, Mg, C, dan lainnya. Unsur-unsur tersebut dapat dipadukan secara satu per satu atau sekaligus secara bersamaan. Salah satu contoh paduan yang dibuat adalah paduan aluminium dan silikon (Al-Si), yang digunakan sebagai material akustik dengan kemampuan absorpsi suara yang akan diuji dalam penelitian ini. Terdapat beberapa perbedaan sifat yang mendasar antara aluminium (Al) dan silikon (Si). Proses pengolahan pengecoran logam melibatkan pemanasan bahan logam dalam tungku hingga cair, kemudian dituangkan ke dalam cetakan. Setelah itu, logam dibiarkan mendingin dan membeku dalam cetakan, dan akhirnya cetakan dibongkar untuk mengambil hasil pengecoran logam tersebut. Dalam penelitian ini, proses pengecoran Al-Si ditambah arang kayu jati dengan persentase 0,25%, 0,50%, dan 0,75%. Dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh dari penambahan arang kayu jati terhadap kekerasan dan struktur mikro setelah proses pengecoran. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan kekerasan setelah proses pengecoran dengan penambahan arang kayu jati dimana nilai tertinggi didapatkan pada penambahan arang kayu jati 0,75%. Kekerasan yang terjadi sejalan dengan penambahan arang kayu jati dimana semakin banyak arang kayu jati yang ditambahkan semakin tinggi juga nilai kekerasan yang didapatkan, hal itu disebabkan oleh adanya unsur karbon yang terkandung pada arang kayu jati. Sedangkan untuk struktur Setelah ditambahkan arang kayu jati, terlihat perubahan dalam penyebaran struktur butir pada spesimen aluminium. Struktur butir menjadi lebih tidak merata dan ukuran butirnya menjadi lebih kecil. Penambahan arang kayu jati dapat mempengaruhi pertumbuhan dan pembentukan butir dalam material aluminium, yang pada gilirannya dapat memengaruhi sifat-sifat mekanik dan termalnya.

Kata Kunci: Pengecoran AL-Si, Arang kayu jati, Al-Si-Arang kayu jati

PENDAHULUAN

Pada era perkembangan zaman yang kini, ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang pesat, semakin kompetitif, dan seiring dengan itu, kebutuhan konsumen terhadap material juga meningkat. Hal ini menuntut dunia industri untuk terus menghasilkan produk dengan kualitas yang unggul, namun tetap dapat diakses dengan harga yang wajar bagi konsumen. [1]. Dalam industri, eksperimen sering dilakukan dengan memadukan berbagai jenis material. Sebagai contoh, aluminium telah lama digunakan dalam berbagai aplikasi karena memiliki sifat mekanis yang menguntungkan, seperti tingkat kekuatan tinggi, densitas rendah, durabilitas yang baik, ketahanan yang handal, dan biaya yang kompetitif [2]. Untuk memperbaiki sifat-sifat aluminium, material tersebut dikembangkan menjadi

sistem paduan dengan menambahkan unsur-unsur paduan seperti Zn, CuZn, Cu, Si, Ni, Mg, dan C. Proses penggabungan unsur-unsur ini bisa dilakukan satu persatu atau secara bersamaan. Contohnya, paduan aluminium dengan silikon (Al-Si) digunakan sebagai material akustik dengan kemampuan absorpsi suara, yang akan diuji dalam penelitian ini. Terdapat perbedaan sifat yang mendasari antara aluminium (Al) dan silikon (Si). Proses pengolahan pengecoran logam melibatkan pemanasan logam hingga cair dalam tungku, kemudian dituangkan ke dalam cetakan, lalu didiamkan hingga mendingin dan membeku dalam cetakan. Setelah itu, cetakan dibongkar untuk mengambil hasil pengecoran logam tersebut [3].

Prosedur pengecoran umumnya terdiri dari beberapa langkah. Pertama, membuat pola atau model produk yang akan dihasilkan. Selanjutnya, pembuatan

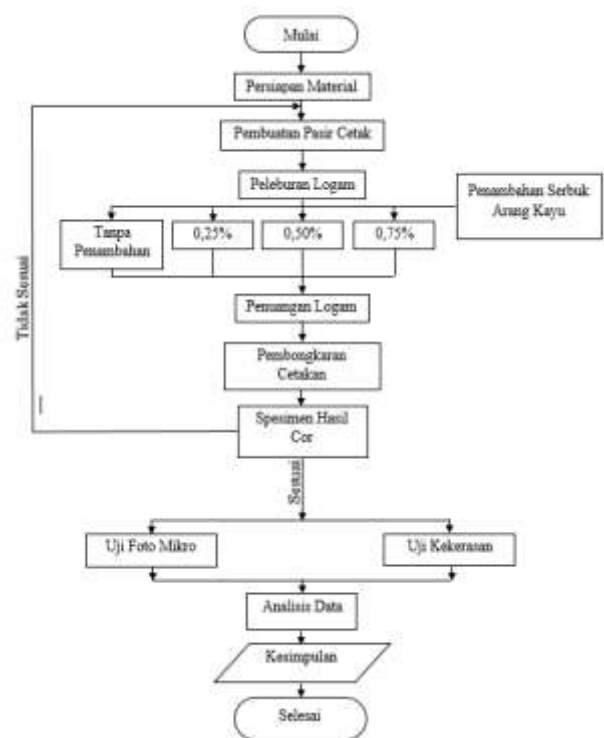
cetakan yang sesuai dengan pola tersebut, termasuk pembuatan rongga cetak dan sistem saluran. Setelah itu, bahan logam dilebur dalam tungku hingga mencapai bentuk cair. Logam cair kemudian dituangkan ke dalam cetakan, dan setelah cukup mendingin, cetakan dibongkar untuk mengambil hasil pengecoran. Tahap akhir adalah membersihkan produk yang telah selesai dicor. Salah satu contoh produk yang dihasilkan melalui pengecoran adalah komponen-komponen mesin seperti piston, blok mesin, cylinder head, valve, dan lain sebagainya [4]. Semua produk ini terbuat dari logam, yang memiliki sifat fisik seperti kekuatan, ketahanan, kekerasan, serta kemampuan baik sebagai penghantar listrik dan panas, juga memiliki titik cair yang tinggi. Logam dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis berdasarkan keberadaan unsur besi (Fe): logam ferro dan logam non ferro. Logam ferro adalah logam yang mengandung unsur utama besi (Fe), sementara logam non ferro adalah logam yang tidak mengandung unsur besi (Fe) [5].

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas produk dari pengecoran aluminium meliputi: bahan baku yang digunakan, komposisi campuran bahan baku, kualitas pasir cetakan, suhu peleburan logam, sistem saluran, dan durasi waktu penuangan. Contoh dari hasil paduan antara aluminium dengan logam lain adalah Al-Si, Al-Ni, Al-Cu, dan sebagainya [6]. Dalam proses pengecoran yang digunakan untuk pembelajaran, khususnya praktikum, digunakan bahan Al-Si daur ulang yang berasal dari limbah piston bekas yang dilebur kembali (remelting). Penggunaan bahan remelting bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan bahan yang sudah ada dan mengurangi biaya pembelian bahan agar lebih ekonomis.

Dalam rangka mengembangkan pengecoran, penelitian mengenai penambahan arang kayu pada Al-Si berbasis limbah piston bekas menjadi sangat penting. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kualitas uji tarik dan kekerasan dari Al-Si yang dicampur dengan arang kayu. Pertanyaan utama yang ingin dijawab adalah apakah kualitas kekerasan dan struktur mikro yang dihasilkan dengan penambahan arang kayu lebih baik dibandingkan dengan Al-Si berbasis limbah piston bekas tanpa adanya penambahan arang kayu.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen nyata dengan melakukan pengujian langsung dilapangan, setelah mendapatkan data-data, selanjutnya pada data hasil pengujian dilakukan menggunakan analisa grafik, serta dilakukan analisa data dari hasil variasi persentase tambahan unsur carbon menggunakan uji T, untuk mengetahui perbedaan satu variasi dengan satu variasi lainnya.



Sedangkan untuk mengetahui dari semua variasi dilakukan uji Anova.

Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Spesimen dan Alat Penelitian.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tungku Peleburan



Gambar 1 Tungku Peleburan

Spesifikasi:

- Seri : 1.703
- Kapasitas : kurang lebih 2kg
- Tegangan : 220 V

2. Burner



Gambar 2 Burner

3. Cetakan Logam



Gambar 3 Cetakan Logam

Spesifikasi:

- Bahan Cetakan : Baja

4. Sarung Tangan



Gambar.4 Sarung Tangan

5. Thermogun



Gambar 5 Thermogun

Spesifikasi:

- Tipe : TM 696
- Dimensi : 203 x 197 x 47 mm
- Power Supply : Baterai DC 1.5 V
- Temperature Range : Tipe K (-50 °C – 1300 °C)

6. Kamera SLR



Gambar 6 Kamera

Spesifikasi;

- Merk : Canon
- Tipe : EOS 1100 D
- Diameter Lensa : 58 mm
- Perbesaran : 18-55 mm

7. Alat Uji Pknometri

Spesifikasi:

- Ketelitian : 0.01
- Berat Maksimum : 3.1 kg

8. Timbangan Elektrik



Gambar 7 Timbangan Elektrik

9. Amplas



Gambar 8 Kertas Amplas

10. Mikroskop Optik



Gambar 9 Mikroskop

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini berupa data yang diperoleh dari beberapa pengujian Al-Si dicampur dengan arang kayu jati variasi 0,25%, 0,50%, 0,75% dari berat logam Al-Si. Komposisi pasir cetak menggunakan 87% pasir silika, 8% bentonit, dan 5% air setelah pembuatan pasir cetak tahap selanjutnya adalah pengeringan pasir cetak karena pada penelitian ini menggunakan cetakan kering, setelah cetakan kering tahap selanjutnya adalah pengecoran. Data yang diperoleh dari pengujian spesimen adalah Uji foto mikro digunakan untuk mengetahui cacat struktur mikro. Uji kekerasan digunakan untuk mengetahui kekerasan hasil pengecoran.

Cara analisis data merupakan salah satu aspek paling penting dalam penelitian guna memperoleh hasil yang maksimal. Data yang telah terkumpul akan diolah melalui uji T untuk mengidentifikasi pengaruh antara satu perlakuan dengan perlakuan lainnya. Selain itu, metode analisis varian Satu arah digunakan, yang hanya berfokus pada satu variabel. Hasil pengujian akan disajikan dalam tabel berikut ini:

Tabel 1 data hasil pengujian kekerasan

Spesimen	Persentase Tambahan Arang Kayu Jati (%)			
	Base material	0,25%	0,50%	0,75%
1	43,7	50,9	59,9	70,8
2	45,1	51,3	60,3	71,2
3	43,5	52,2	60,2	70,9
Rata – rata	44,1	51,4	60,1	70,9

Analilisa Kekasaran Pada Campuran Arang Kayu 0,25% dan 0,50%

$$\bar{d}_1 = \frac{\sum_{i=0}^n d_i}{n} = \frac{26}{3} = 8,66$$

$$Sd = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=0}^n (d_i - \bar{d})^2}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{3-1} (0,666666667)} = \sqrt{0,333333334} = 0,57735027$$

$$t_{hitung} = \frac{\bar{d}}{\left(\frac{sd}{\sqrt{n}}\right)} = \frac{8,666667}{\left(\frac{0,57735027}{\sqrt{3}}\right)} = \frac{8,666667}{\left(\frac{0,57735027}{1,73205081}\right)} = \frac{8,666667}{0,333333} = 26$$

Hasil: Karena $t_{hitung} > t_{tabel}$ yaitu $26 > 2,919$, artinya H_0 ditolak bahwa nilai kekerasan dengan persentase kandungan campuran arang kayu jati 0,25% lebih tinggi dari persentase kandungan campuran arang kayu jati 0,50%.

Analilisa Kekasaran Pada Campuran Arang Kayu 0,50% dan 0,75%

$$\bar{d}_1 = \frac{\sum_{i=0}^n d_i}{n} = \frac{32,5}{3} = 10,83333$$

$$Sd = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=0}^n (d_i - \bar{d})^2}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{3-1} (0,026666667)} = \sqrt{0,013333334} = 0,013333$$

$$t_{hitung} = \frac{\bar{d}}{\left(\frac{sd}{\sqrt{n}}\right)} = \frac{10,83333}{\left(\frac{0,013333}{\sqrt{3}}\right)} = \frac{10,83333}{\left(\frac{0,013333}{1,73205081}\right)} = \frac{10,83333}{0,007698004} = 1407,291$$

Hasil: Karena $t_{hitung} > t_{tabel}$ yaitu $1407,291 > 2,919$, artinya H_0 ditolak bahwa nilai kekerasan dengan persentase kandungan campuran arang kayu jati 0,50% lebih tinggi dari persentase kandungan campuran arang kayu jati 0,575%.

Analilisa Kekasaran Pada Campuran Arang Kayu 0,25% dan 0,75%

$$\bar{d}_1 = \frac{\sum_{i=0}^n d_1}{n} = \frac{58,5}{3} = 19,5$$

$$Sd = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=0}^n (d_1 - \bar{d})^2}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{3-1} (0,96)} = \sqrt{0,48} = 0,6929$$

$$t_{hitung} = \frac{\bar{d}}{\left(\frac{sd}{\sqrt{n}}\right)} = \frac{19,5}{\left(\frac{0,6929}{\sqrt{3}}\right)} =$$

$$\frac{19,5}{\left(\frac{0,6929}{1,73205081}\right)} = \frac{19,5}{0,400046001}$$

$$= 48,74439$$

Hasil: Karena $t_{hitung} > t_{tabel}$ yaitu $48,74439 > 2,919$, artinya H_0 ditolak bahwa nilai kekerasan dengan persentase kandungan campuran arang kayu jati 0,25% lebih tinggi dari persentase kandungan campuran arang kayu jati 0,75%.

Analisa Data Kekasaran Dengan ANOVA (Analysis Of Variance) Pada Variasi Penambahan Arang Kayu Jati Terhadap Proses Pengecoran.

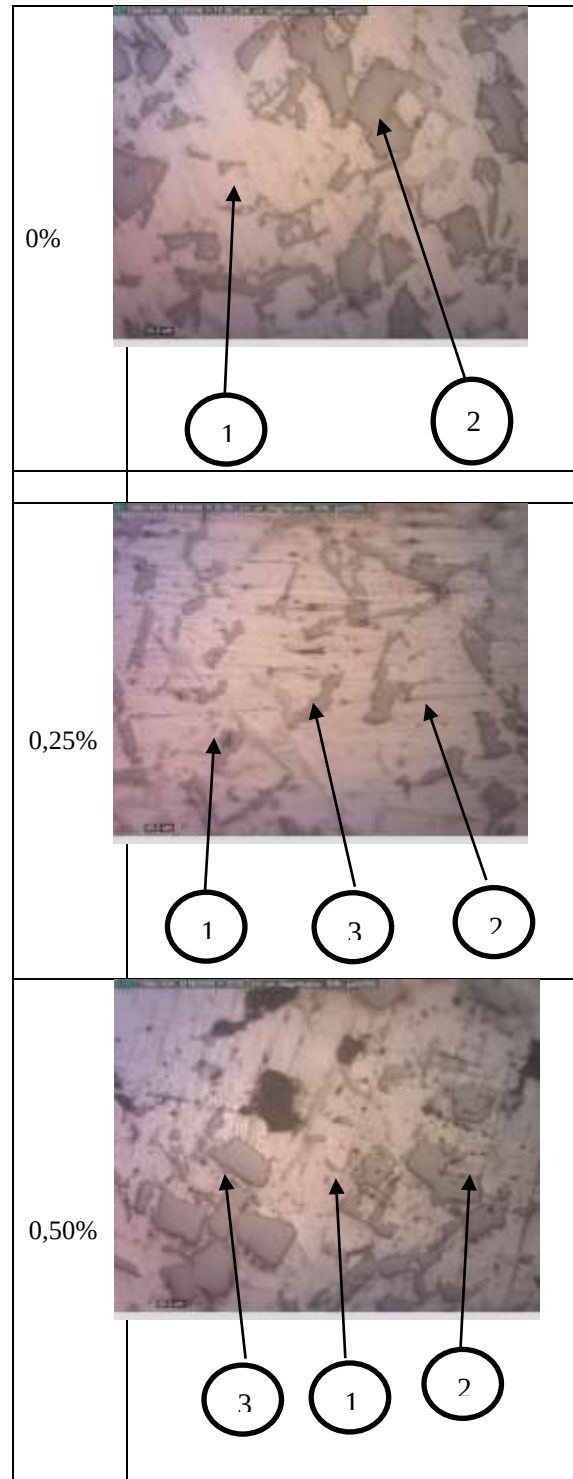
- Variance Between Means (Varian dari mean-mean)
- Variance Within Group (Varian rata-rata dari Varian masing-masing sampel)

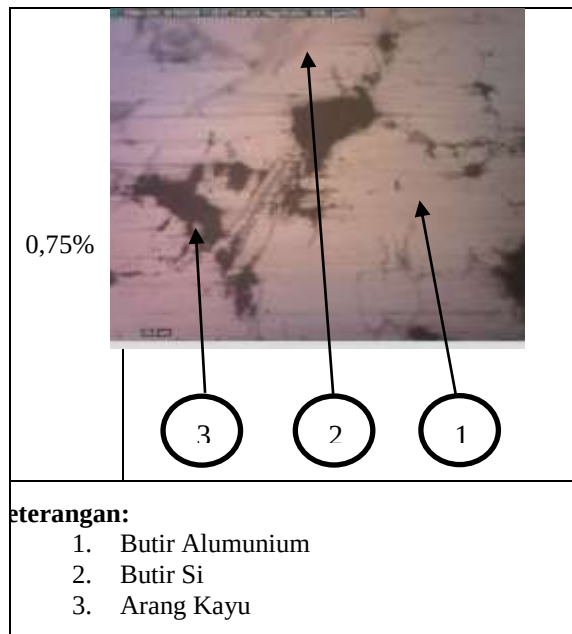
a. $F_{hitung} \frac{602,203}{1,29} = 466,824$

Hasil: karena $F_{hitung} > F_{Tabel}$ atau $466,824 > 6,944$ maka H_1 diterima, artinya bahwa terdapat perbedaan kekerasan pada variasi penambahan arang kayu jati 0,25%, 0,50%, dan 0,75%.

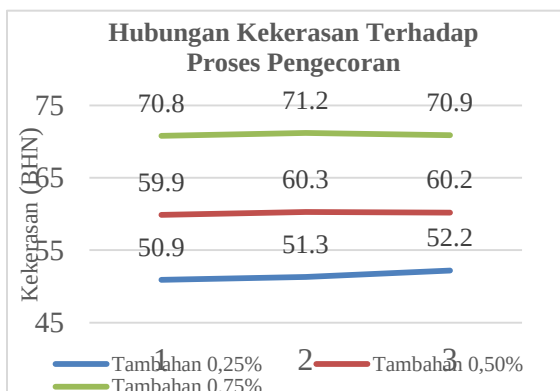
Tabel 2 hasil uji mikro

Arang Kayu	Hasil Uji Foto Mikro
	Tanpa Meenggunakan Etsa





Berdasarkan data pengujian foto mikro yang ditunjukkan dalam Tabel 2, diperoleh informasi bahwa semua spesimen memiliki rata-rata cacat porositas mikro. Pada variasi tanpa penambahan arang kayu (0%), penyebaran struktur Si terlihat merata dengan ukuran butir yang relatif besar. Di samping itu, penyebaran struktur alumunium juga terlihat memiliki ukuran butir yang besar. Sementara itu, pada variasi arang kayu 0,50% dan 0,75%, arang kayu terlihat berada pada batas-batas butir dan mengisi bagian-bagian matriks Al-Si. Perbedaan terletak pada jumlah arang kayu jati 0,75%, yang terlihat lebih banyak dibandingkan dengan variasi 0,50%. Penyebaran struktur Si pada kedua variasi tersebut menghasilkan struktur butir coran yang semakin merata dan rapat. Pada variasi 0,25%, penyebaran struktur Si terlihat tidak merata dengan ukuran diagonal yang relatif kecil, bahkan lebih kecil dari struktur Si pada variasi 0%. Penyebaran arang kayu jati pada variasi 0,25% juga masih sedikit dan tidak merata jika dibandingkan dengan variasi 0,50% dan 0,75%. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa spesimen dengan variasi 0,25% memiliki penyebaran



struktur Si yang kurang merata, tidak merapat, dan memiliki ukuran diagonal Si yang paling kecil. Penyebaran arang kayu jati juga masih terbatas dan belum merata jika dibandingkan dengan variasi 0,50% dan 0,75%.

Pembahasan Kekerasan Hasil Pengecoran Padua Al-Si Dengan Penambahan Arang Kayu

Melihat data dan hasil analisis penelitian yang telah dilakukan, dapat di ketahui bahwa pengaruh Proses Pengecoran dengan penambahan arang kayu jati 0,25%, 050%, dan 0,75% terdapat perbedaan, dimana nilai kekerasan spesimen hasil pengecoran Al-Si meningkat seiring dengan penambahan arang kayu jati, seperti ditunjukkan dari grafik dibawah ini.

Gambar 10 grafik hubungan kekerasan terhadap Variasi Penambahan arang kayu Jati

Peningkatan nilai kekerasan dari spesimen dengan variasi 0,25%, 0,50% dan 0,750% disebabkan oleh unsur karbon yang terkandung dalam arang kayu jati itu sendiri, pada **Gambar 10** sudah dijelaskan bahwa kandungan unsur tertinggi pada arang kayu jati adalah unsur karbon (C). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak unsur karbon yang dicampur dengan Al-Si, maka nilai kekerasannya juga semakin tinggi. Penelitian yang dilakukan oleh Darsono mendukung pernyataan ini dengan menyatakan bahwa unsur karbon yang terkandung dalam dry cell dapat meningkatkan kekerasan logam Al-Si [7].

Disamping itu, karbon juga memiliki sifat daya serap yang menyebabkan pori-pori arang aktif menjadi semakin kecil, sehingga luas permukaannya menjadi lebih besar. Akibatnya, kecepatan adsorpsi (penyerapan) meningkat. Karbon dapat mengikat kotoran yang terkandung dalam Al-Si, dan semakin banyak jumlah arang kayu yang ditambahkan, maka kotoran dalam logam cair akan semakin terikat. Semakin sedikit terak (kotoran) yang terkandung dalam logam cair akan menghasilkan sifat mekanik dan kualitas produk coran yang baik (Mandala, Siradj, dan Djamil 2017). Hal ini dibuktikan dengan nilai kekerasan pada spesimen variasi 0,75% memiliki nilai kekerasan paling tinggi, karena pengaruh karbon yang mampu mengikat terak. Dengan demikian, kotoran pada spesimen 0,75% paling sedikit. Kotoran pada logam cair memiliki keterkaitan dengan cacat dan kualitas produk coran. Semakin sedikit cacat, maka kotoran yang terkandung dalam Al-Si juga lebih sedikit [8].

Karbon juga memiliki sifat untuk membentuk rantai panjang molekul dengan menghubungkan atom

lainnya [9]. Dalam konteks ini, karbon membentuk ikatan dengan atom aluminium, yang menyebabkan struktur butir menjadi lebih rapat. Menurut Mudjijana dan Hadrizal, struktur butiran yang rapat dan padat akan menghasilkan benda coran dengan sifat mekanik yang baik dan cacat porositas yang rendah. Pada spesimen dengan penambahan arang kayu sebesar 0,50% dan 0,75%, terdapat nilai kekerasan yang lebih baik daripada spesimen tanpa penambahan arang kayu (0%). Hal ini disebabkan oleh adanya karbon dalam Al-Si yang membentuk ikatan dengan aluminium, yang menjadikan ikatan antar atom menjadi lebih rapat dan menghasilkan nilai kekerasan yang baik [10].

Dapat disimpulkan bahwa karbon juga dapat digunakan sebagai bahan penguat, dan penambahan bahan penguat dapat meningkatkan sifat mekanik dari suatu bahan. Pada penelitian ini, arang kayu dicampur dengan Al-Si dalam bentuk partikel. Proses pencampuran dengan logam induk dilakukan melalui pengadukan manual dengan durasi 60 detik. Lamanya waktu pengadukan berpengaruh pada distribusi material penguat dan sifat mekanik bahan. Penelitian sebelumnya oleh Amir Menyatakan bahwa penambahan waktu pengadukan dalam stir casting dapat meningkatkan sifat mekanik dari material aluminium. Pengadukan manual dinilai kurang efektif karena distribusi arang kayu menjadi tidak merata. Peneliti berikutnya disarankan untuk menggunakan stir casting (pengadukan dengan mesin) untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat karena kecepatan pengadukannya dapat diatur. Kecepatan pengadukan mempengaruhi distribusi partikel penguat dalam cairan logam. Semakin merata distribusi material, maka semakin baik pula sifat mekanik yang dihasilkan [11].

Dari hasil pengujian kekerasan, terlihat bahwa nilai kekerasan paling rendah dimiliki oleh spesimen dengan variasi 0,25%, dengan nilai kekerasan sebesar 51,46 BHN. Hal ini mungkin disebabkan oleh jumlah cacat yang terjadi, sebagaimana telah dijelaskan dalam hasil penelitian sebelumnya bahwa spesimen variasi 0,25% memiliki cacat makro yang paling banyak. Wibowo menyatakan bahwa semakin tinggi nilai kekerasan, semakin rendah cacat porositas yang terjadi, dan sebaliknya, semakin rendah nilai kekerasan, semakin tinggi cacat porositasnya. Cacat tidak hanya terjadi pada permukaan, tetapi juga bisa terdapat di bagian dalam bahan yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, dan diperlukan alat khusus untuk mendeteksi cacat bagian dalam. Selama pengujian kekerasan, keberadaan cacat di bagian dalam bahan dapat menyebabkan penurunan nilai kekerasan. Ketika indenter mengenai cacat, akan terbentuk diagonal yang lebih besar. Sebagaimana dijelaskan pada bab 2, semakin besar ukuran jejak indenter, maka nilai kekerasannya akan menurun, dan

sebaliknya, jika ukuran diagonal jejak indenter kecil, akan menghasilkan nilai kekerasan yang baik [12].

Pembahasan tentang strukmikro Hasil Pengecoran Paduan Al-Si dengan Penambahan Arang Kayu

Berikut adalah uraian data pengujian foto mikro yang telah dijelaskan pada sub bab hasil uji struktur mikro:

Berdasarkan hasil pengujian foto struktur mikro yang tertera pada Tabel 2, terdapat cacat porositas pada setiap spesimen dari tiap variasi. Cacat porositas dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan ukuran dan penyebabnya. Cacat porositas yang dilihat dari ukurannya terbagi menjadi dua jenis, yaitu cacat porositas makro dan cacat porositas mikro. Cacat porositas makro disebabkan oleh gas yang tercampur dengan logam cair, sementara cacat porositas mikro disebabkan oleh penyusutan [13].

Cacat porositas ini akan memiliki dampak signifikan pada sifat mekanik dari bahan pengecoran, termasuk nilai kekerasannya. Penelitian oleh Wibowo, dkk. mendukung hal ini dengan menyatakan bahwa semakin tinggi tingkat cacat porositas pada benda pengecoran, maka nilai kekerasan akan semakin rendah. Gas hasil pembakaran Styrofoam yang mengandung H₂O juga dapat menyebabkan terjadinya cacat porositas, dimana unsur H₂O yang terlarut dalam logam cair berperan penting dalam pembentukan cacat porositas [14].

Saat penuangan, volume dari Al-Si untuk tiap variasi adalah sama, yaitu 1404 gram, yang membedakan hanyalah variasi arang kayu yang digunakan. Meskipun demikian, terdapat perbedaan dalam penyebaran Si pada setiap spesimen. Pada spesimen tanpa penambahan arang kayu jati, struktur butiran coran terlihat merata, dan Si primer memiliki bentuk yang relatif besar. Penyebaran merata dan ukuran besar dari Si primer memiliki pengaruh pada sifat mekanik dari benda hasil pengecoran [15]. Sementara itu, spesimen yang mendapatkan perlakuan berupa penambahan arang kayu jati menunjukkan struktur butir coran yang semakin merata, rapat, dan ukuran butir yang lebih kecil daripada spesimen tanpa penambahan arang kayu. Salah satu penyebab perubahan struktur mikro adalah pengadukan selama 60 detik yang dilakukan. Struktur butiran yang rapat dan padat akan menyebabkan benda coran memiliki keuletan, ketahanan terhadap impact, dan cacat porositas yang rendah [5].

Namun, pada spesimen 0,25%, terdapat batas butir yang semakin membesar dan berjauhan, sehingga menyebabkan penurunan kekerasan karena ikatan antara atom menjadi kurang rapat. Struktur mikro yang terlihat membesar dan kasar dengan batas

butir yang semakin membesar mempengaruhi uji kekerasan yang semakin lunak. Penyebab lain dari struktur butir yang renggang (struktur butir terbuka) adalah kurangnya penghilangan gas pada logam cair saat proses peleburan. Untuk mengatasi hal ini, dapat digunakan degaser, yang berfungsi untuk mengurangi gas dalam logam cair [3]. Menurut Surdia (1982), penggunaan degaser kering sebesar 1% sampai 3% dapat mengurangi gas dan mencegah adanya gelembung udara, serta dapat meningkatkan sifat mekanisnya. Pada penelitian ini, penggunaan degaser pada logam cair belum dikontrol karena penelitian lebih berfokus pada penggunaan arang kayu sebagai bahan penguat. Oleh karena itu, bagi peneliti selanjutnya, penting untuk mempertimbangkan penggunaan degaser lebih lanjut [11].

Salah satu penyebab struktur butir yang renggang adalah kelembaban pasir cetak yang kurang kering. Cetakan basah memiliki kelemahan dalam kandungan kadar air yang terdapat di dalamnya. Dalam laboratorium pengecoran, peneliti mencoba mengendalikan dan sesuai dengan standar dengan menggunakan peralatan yang ada. Untuk mengurangi kadar air pada cetakan, peneliti melakukan metode pengeringan cetakan dengan mendiamkannya pada suhu ruangan selama 7 hari sebelum melakukan pengecoran. Sudjana menyatakan bahwa cara mencegah struktur butir terbuka adalah dengan menggunakan degaser untuk mengikat oksigen, pastikan cetakan cukup kering, dan menggunakan saluran keluar agar pendinginan dapat berlangsung secara sempurna [13].

Pada spesimen 0,50% dan 0,75%, terlihat bahwa arang kayu telah masuk ke dalam batas-batas butir atau mengisi celah yang kosong. Hal ini disebabkan oleh sifat karbon yang terkandung dalam arang kayu yang cenderung mengisi ruang kosong pada struktur atom lain. Selain itu, karbon juga memiliki sifat membentuk rantai panjang molekul melalui penghubungan dengan atom lainnya [3]. Dalam hal ini, karbon berikatan dengan atom aluminium sehingga tampak struktur butir yang lebih rapat.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, struktur butiran yang rapat dan padat akan menghasilkan benda coran dengan sifat mekanik yang baik dan cacat porositas yang rendah. Dilihat dari pengujian kekerasan, spesimen 0,50% dan 0,75% menunjukkan nilai kekerasan yang paling tinggi dibandingkan dengan spesimen lainnya. Hal ini disebabkan oleh struktur butiran yang rapat dan padat, serta adanya arang kayu yang mengandung karbon sebagai pengikat yang mampu merapatkan jarak antara butiran aluminium [12].

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian analisis pengaruh pada proses pengecoran penambahan arang kayu jati maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Uji Kekerasan

- Nilai kekerasan Al-Si tanpa penambahan arang kayu sebesar 44,1 BHN.
- Nilai kekerasan Al-Si dengan penambahan arang kayu 0,25% sebesar 51,46 BHN.
- Nilai kekerasan Al-Si dengan penambahan arang kayu 0,50% sebesar 60,13 BHN.
- Nilai kekerasan Al-Si dengan penambahan arang kayu 0,75% sebesar 70,96 BHN.

Penambahan arang kayu berpengaruh pada nilai kekerasan Al-Si, semakin banyak variasi arang kayu jati, nilai kekerasan meningkat. Spesimen dengan campuran arang kayu 0,75% menunjukkan nilai kekerasan Al-Si yang paling tinggi, sementara spesimen dengan campuran arang kayu 0,25% menunjukkan nilai kekerasan Al-Si yang paling rendah. Hasil ini dapat dijadikan referensi bahwa penggunaan arang kayu jati sebagai bahan campuran Al-Si merupakan alternatif untuk memperbaiki sifat mekanik, terutama kekerasannya.

2. Uji Struktur Mikro

Hasil uji struktur mikro menunjukkan adanya cacat porositas mikro pada seluruh spesimen dari setiap variasi arang kayu. Terdapat perbedaan dalam penyebaran struktur butir antara spesimen tanpa penambahan arang kayu jati dan spesimen dengan penambahan arang kayu jati. Sebelum ditambahkan arang kayu jati, penyebaran struktur butir cenderung merata dan memiliki ukuran butir yang relatif besar. Namun, setelah ditambahkan arang kayu jati, penyebaran struktur butir menjadi lebih merata, rapat, dan memiliki ukuran butir yang lebih kecil.

Saran

Setelah dilakukan analisis dan pengamatan pada hasil pengujian perlakuan panas hardening dan quenching menggunakan air laut, saran yang diberikan adalah:

- Dalam melakukan penelitian selanjutnya perlu memberikan arang yang lain sebagai sumber carbon alternative, seperti arang sekam padi, atau tempurung yang mengandung nilai carbon yang tinggi.
- Dalam penelitian selanjutnya perlu melakukan pengujian komposisi kimia supaya mengetahui komposisi kimia setelah proses pengecoran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Teknologi, "Perkembangan Teknologi Informasi di Indonesia *)," 2002.
- [2] M. A. Shomad and A. A. Jordianshah, "Pengaruh Penambahan Unsur Magnesium pada Paduan Aluminium dari Bahan Piston Bekas," *Teknoin*, vol. 26, no. 1, pp. 75–82, 2020, doi: 10.20885/teknoin.vol26.iss1.art8.
- [3] M. R. Zain and F. A. K. Nasution, "PENGARUH PENAMBAHAN UNSUR SILIKON (Si) PADA ALUMINIUM (Al) TERHADAP KEKUATAN IMPAK MATERIAL CAMPURAN Al-Si," vol. 17, no. 3, pp. 3–6, 2022.
- [4] dan Struktur Mikro pada Pengecoran Paduan Al - Si Suheni, A. Ainur Rosidah, dan Danail Firmansyah, J. Teknik Mesin, and F. Teknologi Industri Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, "Analisis Pengaruh Temperatur dan Waktu Tuang terhadap Kekerasan," p. 402, 2021.
- [5] Suharno, Darsono, Harjanto Budi, "PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK DRY CELL BEKAS TERHADAP POROSITAS DAN KEKERASAN HASIL REMELTING Al-9%Si BERBASIS LIMBAH PISTON BEKAS," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
- [6] I. Saefuloh, A. Pramono, W. Jamaludin, and I. Rosyadi, "Studi Karakterisasi Sifat Mekanik Dan struktur Mikro Material Piston Alumunium-Silikon Alloy," vol. IV, no. 2, pp. 56–63, 2018.
- [7] A. D. W. I. Wibowo, F. Keguruan, D. A. N. Ilmu, and U. S. Maret, "DAN PENAMBAHAN SERBUK DRY CELL BEKAS TERHADAP POROSITAS HASIL REMELTING Al-9 % Si," 2012.
- [8] P. Puspitasari and A. Khafiddin, "Analisis Hasil Pengecoran Logam Al-Si Menggunakan," *J. Imiah Tek. Mesin*, no. 2, pp. 1–11, 2014.
- [9] Purnomo, "Analisis pengecoran," *Anal. Pengecoran High Press. Die Cast. Pada Limba Pist. Terhadap Kekasaran Permukaan Dengan Mater. Al - Si*, vol. Fakultas S, pp. 83–89, 2016.
- [10] R. Samsudi, A. Fuad, and W. Yugohindra, "Analisa Pengaruh Pengecoran Ulang Terhadap Sifat Mekanik Paduan Alumunium ADC 12," *Pros. Semin. Nas. Sains Dan Teknol. Fak. Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 106–111, 2011.
- [11] W. Anderson, H. Rudianto, and D. Haryadi, "Pengaruh Komposisi Cu Terhadap Sifat Mekanik Dan Stuktur Mikro Dari Pengecoran Al-Si," *J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 23, no. 2, pp. 146–154, 2018, doi: 10.35760/tr.2018.v23i2.2464.
- [12] A. W. Adianta, S. Suprianto, A. Daely, and M. F. Bangun, "Studi Fluiditas dan Karakteristik Aliran pada Pengecoran Al-Si Alloy Menggunakan Simulasi Numerik," *Talent. Conf. Ser. Energy Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 007–012, 2018, doi: 10.32734/ee.v1i1.102.
- [13] M. Mandala, E. Siradj, and S. Djamil, "STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIS ALUMINIUM (Al-Si) PADA PROSES PENGECORAN MENGGUNAKAN CETAKAN LOGAM, CETAKAN PASIR DAN CETAKAN CASTABLE," *Poros*, vol. 14, no. 2, p. 88, 2017, doi: 10.24912/poros.v14i2.841.
- [14] V. Berdasarkan, "2 . 2 .," pp. 1–7, 2000.
- [15] I. A. Priyanto, "Analisis Variasi Penambahan Unsur Karbon Arang Kayu Terhadap Kualitas Dan Kekerasan Pada Pengecoran Logam AlSi Dengan Metode Lost Foam Casting," *J. Tek. Mesin dan Pembelajaran*, vol. 2, no. 1, p. 84, 2019, doi: 10.17977/um054v2i1p84-93.