

Karakteristik Kekerasan Coran Material Al-7Si Akibat Variasi Temperatur Tuang Dan Tebal Saluran Pada Pengecoran Sand Casting

Putu Andika Pramana Putra, I Ketut Gede Sugita, dan Ni Made Dwidiani
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bukit, Jimbaran Bali

Abstrak

Paduan Al-Si merupakan paduan berbasis aluminium yang sangat vital karena memiliki karakteristik pengecoran yang unggul, kemampuan pengelasan yang baik, kekedapan tekanan yang tinggi, dan ketahanan terhadap korosi. Paduan Al-7Si sering digunakan dalam industri maritim, elektrikal, otomotif, dan penerbangan, khususnya untuk komponen seperti blok dan kepala silinder serta cetakan badan mesin lainnya. Temperatur tuang memainkan peran penting dalam memastikan material dapat mengisi cetakan dengan sempurna dan mencegah cacat seperti porositas atau gelembung gas. Tebal saluran juga mempengaruhi kecepatan pengisian cetakan dan proses pendinginan material cair. Pengaturan yang optimal dari kedua parameter ini dapat memengaruhi sifat-sifat mekanis dari material coran. Maka, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menginvestigasi pengaruh variasi temperatur pengecoran dan variasi tebal saluran terhadap kekerasan material Al-7Si. Penelitian ini melibatkan penggunaan temperatur pengecoran yang bervariasi antara 750°C, 850°C, dan 950°C, serta variasi tebal saluran dari 1,5 mm hingga 5 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekerasan tertinggi terjadi pada temperatur pengecoran 750°C, sedangkan kekerasan terendah terjadi pada temperatur pengecoran 950°C.

Kata Kunci : Al-7Si, Temperatur tuang, tebal saluran,kekerasan.

Abstract

The Al-Si alloy is a vital aluminum-based alloy due to its excellent casting characteristics, good weldability, high pressure tightness, and corrosion resistance. Al-7Si alloy is frequently used in the maritime, electrical, automotive, and aerospace industries, especially for components such as engine blocks and cylinder heads as well as other machine body castings. The pouring temperature plays a crucial role in ensuring that the material fills the mold perfectly and prevents defects such as porosity or gas bubbles. The thickness of the channel also affects the filling speed of the mold and the cooling process of the liquid material. Optimal regulation of these two parameters can influence the mechanical properties of the cast material. Therefore, the aim of this study is to investigate the effect of casting temperature variation and channel thickness variation on the hardness of Al-7Si material. This research involves the use of varying casting temperatures between 750°C, 850°C, and 950°C, as well as channel thickness variations from 1.5 mm to 5 mm. The results show that the highest hardness occurs at a casting temperature of 750°C, while the lowest hardness occurs at a casting temperature of 950°C.

Keywords: Al-7Si, pouring temperature, channel thickness, hardness.

1. Pendahuluan

Aluminium adalah salah satu logam non-ferrous yang sangat diminati dalam industri. Keunggulan utama aluminium meliputi bobot yang ringan, ketahanan terhadap korosi, serta kemampuan yang baik sebagai penghantar panas dan listrik. Oleh karena itu, aluminium sering dipilih untuk pembuatan alat rumah tangga dan komponen mesin yang membutuhkan bahan ringan, seperti puli, impeller turbin, velg, piston, dan berbagai komponen lainnya.

Banyak digunakan sebagai paduan daripada bentuk murni, aluminium tetap mempertahankan sifat ringannya dan karakteristik mekanisnya yang dapat diperbaiki dengan penambahan unsur lainnya. Beberapa unsur yang sering ditambahkan pada aluminium sebagai paduan meliputi tembaga, mangan, silikon, magnesium, nikel, dan lain-lain [1].

Penggunaan aluminium yang luas dalam industri manufaktur terkait dengan teknologi pengecoran. Dalam proses ini, aluminium dilelehkan dan dilelehkan ke dalam cetakan yang cocok dengan

bentuk yang diinginkan untuk membentuk material logam [2].

Salah satu metode pengecoran yang sering digunakan adalah pengecoran dengan cetakan pasir. Dalam metode ini, logam cair dituangkan ke dalam cetakan yang terdiri dari pasir yang sudah dibentuk sebelumnya. Teknik ini banyak digemari karena mampu membentuk logam dengan titik lebur tinggi dan menghasilkan hasil coran dengan berbagai ukuran [3]. Pasir tersebut dapat digunakan kembali menjadi cetakan baru. Pengecoran ini mempunyai beberapa kelebihan, seperti biaya rendah, kemudahan dalam proses pembuatannya, serta kemampuan untuk menghasilkan benda kerja dengan bentuk rumit dan ukuran besar.

Paduan Al-Si merupakan paduan paling penting berbasis Al karena karakteristik cetakkannya yang sangat baik, kemampuan untuk dilas, kekedapan tekanan, dan ketahanan terhadap korosi. Paduan Al-7Si banyak digunakan dalam industri maritim, elektrikal, otomotif, dan penerbangan di mana mereka

digunakan untuk blok dan kepala silinder serta cetakan badan mesin lainnya [4].

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Arjunanda et al., 2022 [5], dengan variasi temperatur tuang antara 670°C, 720°C, dan 750°C yang bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruhnya terhadap nilai kekerasan. Hasil studi ini menunjukkan bahwa pada temperatur 670°C, rata-rata nilai kekerasan adalah 84,70 HVN. Kemudian, pada temperatur 720°C, nilai kekerasan mengalami peningkatan menjadi 95,71 HVN, dan pada suhu 750°C, HVN rata-rata mencapai 103,56 HVN. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Choirul Aprilian, 2018 [6] menghasilkan nilai kekerasan coran yang berbeda pada berbagai variasi temperatur penuangan, yaitu 104.57 HVN, 105.20 HVN, 106.73 HVN, 111.46 HVN, dan 113.60 HVN untuk temperatur penuangan berturut-turut 680°C, 705°C, 730°C, 755°C, dan 780°C. Hasilnya menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu tuang, semakin tinggi pula nilai HVN yang dicapai.

Berdasarkan penelitian oleh Adianta et al., 2018 [7], studi fluiditas dan karakteristik aliran menggunakan software Flow 3D yang dilakukan dengan variasi temperatur penuangan dimulai dari temperatur 685°C, 710°C, 735°C, 760°C, dan 785°C. Ketebalan cetakan pola yang digunakan dalam proses ini meliputi 1 mm, 3 mm, 5 mm, 7 mm, 9 mm, dan 12 mm.. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa terjadi masalah dalam proses pengecoran dengan saluran berbeda tebal. Sebagian besar inklusi gas atau zat pengotor terperangkap di area cetakan yang terisi paling akhir. Dengan kata lain, aliran logam akan mendorong inklusi dan zat pengotor ke bagian paling luar dari cetakan. Analisis distribusi temperatur menunjukkan bahwa suhu tertinggi terjadi pada saat logam dituangkan pada 785°C, khususnya pada rongga dengan ketebalan 7, 9, dan 12 mm, dengan suhu mencapai 736°C. Sebaliknya, pada saat logam dituangkan pada suhu 685°C, suhu terendah terjadi pada rongga dengan ketebalan 1 mm, yaitu sekitar 423°C. Fenomena ini terjadi karena logam yang dituangkan pada suhu 685°C mengalami penurunan suhu yang lebih signifikan, terutama saat melewati lintasan dalam cetakan dengan ketebalan minimum. Hal ini juga mempengaruhi jumlah logam cair yang melewati saluran. Jumlah kecil dari logam cair akan melepaskan panas lebih cepat daripada jumlah yang lebih besar. Oleh karena itu, proses pembekuan akan memakan waktu lebih lama, memberikan peluang lebih besar untuk logam cair memenuhi rongga, temperatur pengecoran yang tinggi diperlukan. Temperatur yang tinggi akan memperpanjang waktu dari pembekuan. Semakin lama waktu dari pembekuan, maka semakin jauh logam cair dapat mengalir. Namun, peningkatan jarak aliran logam cair untuk memenuhi ruang tipis sangat kecil dibandingkan dengan ruang yang tebal. [8].

Temperatur tuang mempengaruhi kemampuan material untuk mengisi cetakan dengan baik dan menghindari cacat seperti porositas atau gelembung gas. Sementara itu, tebal saluran memengaruhi laju pengisian cetakan dan pendinginan material cair. Pengaturan optimal dari kedua parameter ini dapat mempengaruhi sifat-sifat mekanis dan dari material coran. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk memahami bagaimana variasi temperatur dan variasi ketebalan saluran mempengaruhi karakteristik kekerasan pada material Al-7Si.

2. Dasar Teori

2.1. Aluminium

Aluminium adalah sebuah logam yang paling melimpah di Bumi. Sebagai logam non-ferrous yang paling banyak diproduksi dan dimurnikan, aluminium diperoleh dari bauksit (Al_2O_3). Saat ini, aluminium memiliki aplikasi luas di berbagai sektor, termasuk peralatan rumah tangga, industri otomotif, industri penerbangan, dan konstruksi bangunan. Penggunaan aluminium yang meluas ini didorong oleh berbagai keunggulannya, seperti berat yang relatif ringan, ketahanan terhadap korosi yang baik, konduktivitas termal tinggi, kemudahan dalam proses pengolahan dengan mesin, dan tahan lama [9]. Aluminium memiliki titik leleh yang lebih rendah dibandingkan logam lainnya seperti tembaga, besi, dan kuningan. Dalam bentuk murninya, titik leleh aluminium sekitar 660 °C dan titik didihnya 2470 °C. Aluminium tidak rumit dicampur menjadi paduan untuk menyesuaikan berbagai sifatnya, seperti karakteristik mekanik, kemampuan pengecoran, kemampuan mesin, ketahanan terhadap korosi, kemampuan pengelasan, dan ketahanan terhadap retak panas [10].

2.2. Silikon

Silikon, sering disebut sebagai zat pasir dan disingkat Si, adalah unsur kimia dengan sifat yang menyerupai non-logam atau karbon. Pada suhu ruangan, silikon berwujud padat dan memiliki titik leleh sekitar 1410 °C serta titik didih sekitar 2800 °C. Ketika berada dalam bentuk cair, silikon memiliki massa jenis yang lebih besar daripada dalam bentuk padat, mengalirkan panas dengan baik, dan tidak cocok digunakan sebagai isolator. Silikon murni berwarna abu-abu metalik saat berbentuk kristal.

2.3. Paduan Al-7Si

Paduan ini adalah tipe paduan yang memiliki kemampuan pengecoran yang sangat baik, sehingga penggunaannya mendekati 90% dari total proses pengecoran aluminium [11]. Hal ini terjadi karena keberadaan silikon memberikan pengaruh positif dalam meningkatkan sifat-sifat pengecoran aluminium, sekaligus meningkatkan sifat mekanik dan ketahanan terhadap korosi. Paduan Al-Si adalah

material yang memiliki kemampuan pengecoran yang baik, mudah diolah dengan mesin, dan dapat dilas.

3. Metode penelitian

Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pengujian ini mencakup:

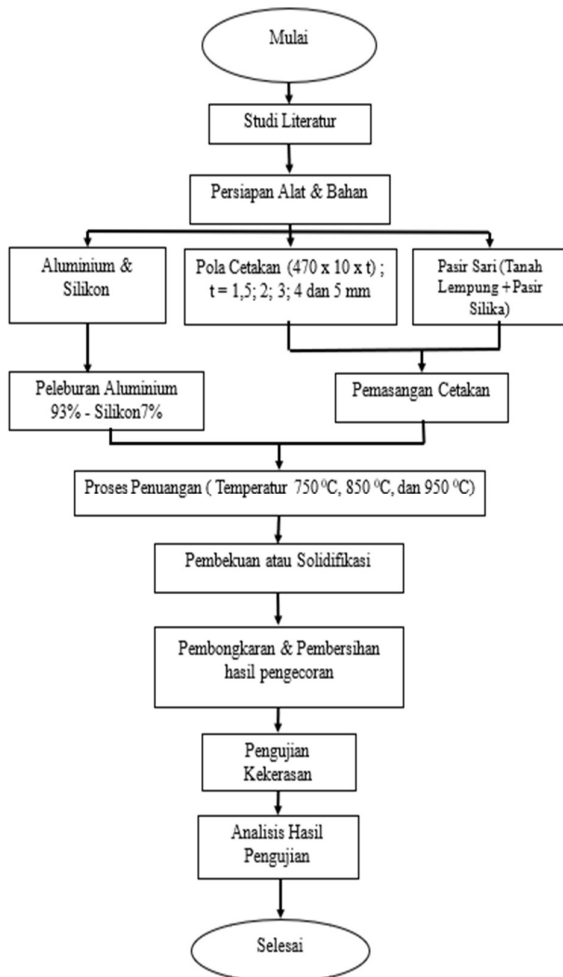
3.1. Alat

1. Tungku krusibel
2. Thermokopel Type K
3. Wadah Pasir
4. Kowi
5. Alat ukur
6. Gerinda

3.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan meliputi aluminium, silikon, pasir sari, dan papan kayu.

3.3. Diagram alur penelitian



Gambar 1. Diagram alur penelitian

Penelitian dimulai dari studi literatur yang kemudian dilanjutkan dengan persiapan alat & bahan. Lalu dilanjutkan dengan proses pengecoran Paduan Al-7Si dan mempersiapkan spesimen yang nantinya akan diuji kekerasannya. Setelah mendapat hasil dari penelitian tersebut, maka dilakukan analisis data dan akhirnya penelitian pun selesai.

3.4. Metode Uji

Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan Metode Vickers dengan alat uji merk "Zwick Materialprufung".



Gambar 2. Alat Uji Merk "Zwick materialprufung"

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengujian Kekerasan Metode Vickers

Data hasil uji Hardness Vickers yang diperoleh selanjutnya diproses untuk mendapatkan nilai kekerasan dari spesimen menggunakan persamaan (2.2)

$$HV_N = \frac{2.P \cdot \sin(\theta/2)}{d^2} = 1.854 \frac{P}{d^2} \dots\dots\dots 2.2$$

Keterangan:

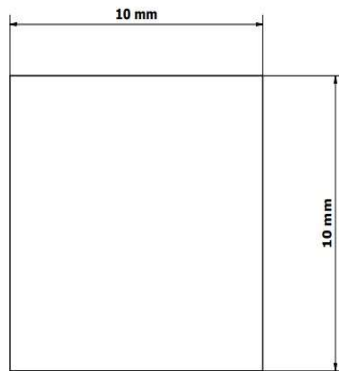
P = beban yang diterapkan pada penetrator intan (kg)

d = panjang diagonal rata-rata dari bekas penekan (mm)

θ = sudut puncak = 136 °

4.2 Pemotongan spesimen uji Vickers

Sebelum pengujian kekerasan dilakukan, spesimen dipotong dengan panjang 10 mm, lebar 10 mm, dan ketebalan sesuai yang telah ditetapkan sebelumnya.



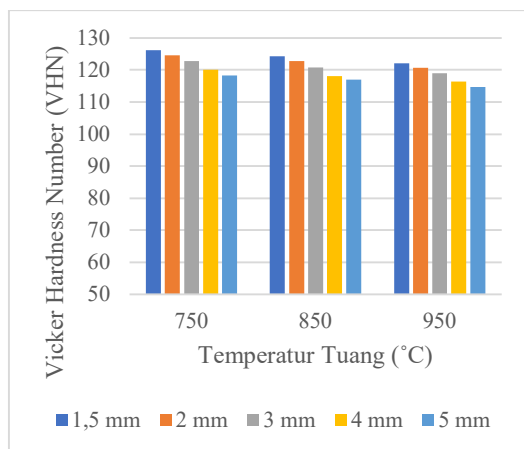
Gambar 3. Dimensi pengukuran spesimen uji Kekerasan Vickers



Gambar 4. Spesimen uji Kekerasan Vickers

4.3 Data hasil Uji Kekerasan Vickers

Hasil penelitian pengujian kekerasan metode Vickers nantinya akan disajikan ke dalam bentuk grafik hubungan antara variasi temperatur tuang dan tebal saluran terhadap nilai kekerasan Vickers sebagai berikut.



Gambar 5. Grafik hubungan antara variasi temperatur tuang dan tebal saluran terhadap nilai kekerasan Vickers

Berdasarkan data uji kekerasan Vickers pada spesimen paduan Al-7Si yang dicetak dengan metode pengecoran pasir, terlihat penurunan nilai kekerasan pada spesimen dengan temperatur tuang yang lebih tinggi. Spesimen dengan temperatur tuang 750°C menunjukkan nilai kekerasan tertinggi, sementara spesimen dengan temperatur tuang 950°C menunjukkan nilai kekerasan terendah. Solidifikasi memiliki pengaruh signifikan terhadap kekerasan material dalam berbagai variasi tebal saluran. Pada saluran yang lebih tebal, laju pendinginan cenderung lebih lambat, yang membentuk butir kristal yang lebih besar. Akibatnya, kekerasan material dapat berkurang. Sebaliknya, pada saluran yang lebih tipis, laju pendinginan lebih cepat, menghasilkan butir kristal yang lebih kecil dan struktur material yang lebih padat, sehingga meningkatkan kekerasannya.

5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian Kekerasan Metode Vickers, dapat disimpulkan bahwa:

1. Variasi temperatur tuang mempengaruhi kekerasan material hasil pengecoran. Terdapat penurunan nilai kekerasan pada temperatur pengecoran yang tinggi. Nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada temperatur pengecoran 750°C, sementara nilai kekerasan terendah terjadi pada temperatur pengecoran 950°C.
2. Variasi ketebalan saluran berdampak pada kekerasan material Al-7Si. Semakin tebal ukuran saluran berpengaruh pada nilai kekerasannya.

6. Daftar Pustaka

- [1] Sinung Khoirudin, Harjanto Budi, & Suhamo., 2014, *Pengaruh Variasi Jumlah Saluran Masuk Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, Dan Ketangguhan Pengecoran Pulley Paduan Aluminium Al-Si Menggunakan Cetakan Pasir*, Jurnal Nosel,3(1), <https://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/ptm/article/view/8161>.
- [2] Sinung Khoirudin, Harjanto Budi, & Suhamo., 2014, *Pengaruh Variasi Jumlah Saluran Masuk Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, Dan Ketangguhan Pengecoran Pulley Paduan Aluminium Al-Si Menggunakan Cetakan Pasir*, Jurnal Nosel,3(1), <https://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/ptm/article/view/8161>.

- [3] Irfa'i, I., Pratika, D., & Hafizh Ainur Rasyid, A., 2021, *Perbandingan Metode Sand Casting Dengan Centrifugal Casting Terhadap Kekuatan Bending Dan Porositas Al-Si Perbandingan Metode Sand Casting Dengan Metode Centrifugal Casting Terhadap Kekuatan Bending Dan Porositas Paduan Aluminium Silikon*, Jurnal Teknik Mesin Unesa Vol 9 No 1.
- [4] Kori, S. A., Murty, B. S., & Chakraborty, M., 2000, *Development Of An Efficient Grain Refiner For Al-7si Alloy*, In Materials Science And Engineering (Vol. 280). Www.Elsevier.Com/Locate/Msea
- [5] Arjunanda, S., Abadi, Z., Jasman, & Nurdin, H., 2022, *Pengaruh Temperatur Tuang Pada Pengecoran Daur Ulang Aluminium Terhadap Nilai Kekerasan The Effect Of Pouring Temperature On Hardness Value Of Recycled Aluminum*, In Jasman (Issue1). [Http://Vomek.Ppj.Unp.Ac.Id](http://Vomek.Ppj.Unp.Ac.Id)
- [6] Choirul Aprilian., 2018, *Optimalisasi Temperatur Tuang Terhadap Kekerasan Paduan Al-Si Dengan Menggunakan Cetakan Logam*, Jurnal Teknik Mesin Unesa Vol 6 No 1.
- [7] Adianta, A. W., Suprianto, S., Daely, A., & Bangun, M. F., 2018, *Studi Fluiditas Dan Karakteristik Aliran Pada Pengecoran Al-Si Alloy Menggunakan Simulasi Numerik*, Talenta Conference Series: Energy And Engineering(Ee),1(1),007–012. <https://Doi.Org/10.32734/Ee.V1i1.102>
- [8] Respati, S. M. B., Purwanto, H., & Mauluddin, M. S., 2010, *Pengaruh Tekanan Dan Temperatur Cetakan Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Hasil Pengecoran Pada Material Aluminium Daur Ulang*, Prosiding Seminar Nasional & Internasional,3(1). <https://Jurnal.Umus.Ac.Id/ndex.Php/Psn12012010/Article/View/8>
- [9] Maciej Serda, Becker, F. G., Cleary, M., Team, R. M., Holtermann, H., The, D., Agenda, N., Science, P., Sk, S. K., Himnebusch, R., Himnebusch A, R., Rabinovich, I., Olmert, Y., Uld, D. Q. G. L. Q., Ri, W. K. H. U., Lq, V., Frxqwu, W. K. H., Zklfk, E., Edvvhg, L. V., ..., 2016, *فصل طمى ح . Pengaruh Penambahan Unsur Silikon (Si) Pada Shaft Propeller Berbahan Dasar Al-Mg-Si*, Jurnal Teknik Mesin,4(2),170–177. <https://Doi.Org/10.2/Jquery.Min.Js>
- [10] Nanda, I. P., 2014, *Pengaruh Penambahan Fe Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Pada Paduan Aluminium 7% Silikon (Al-7%Si)*, Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIII (SNTTM XIII) Depok, 15 – 16 Oktober 2014.
- [11] Bahtiar, & Soemardji, L., 2012, *Pengaruh Temperatur Tuang Dan Kandungan Silicon Terhadap Nilai*

Kekerasan Paduan Al-Si, Jurnal Mekanikal, Vol. 3 No. 2, Juli 2012: 311-315 , 3, 311–315.



Putu Andika Pramana Putra
Menyelesaikan studi program sarjana Di Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana Bali.