UJI KEKERASAN PADA Al-Cu HASIL PENGECORAN METODE DIE CASTING DENGAN VARIASI TEMPERATUR TUANG DAN TEKANAN

HARDNESS TEST ON AL-Cu CASTING RESULTS DIE CASTING METHOD WITH VARIATION IN POUR TEMPERATURE AND PRESSURE

Akhmad Taufik¹⁾, Ma'ruf²⁾

^{1,2} Program Studi Teknik Mesin, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Indonesia.
email: ahmadtaufik08at@gmail.com¹⁾*, maruf@ulm.ac.id²⁾

Received:
23 Agustus
2020

Accepted:
27 Juni 2021

Published:
30 Juni 2021

© 2021 SJME
Kinematika All
Rights Reserved.

Abstrak

Pada industri otomotif komponen suku cadang maupun elemen-elemen mesin banyak menggunakan paduan aluminium dengan proses pengecoran, penggunaan paduan aluminium pada pengecoran salah satunya aluminium dengan tembaga (Al-Cu). Pengecoran logam metode *die casting* merupakan bagian dari pengecoran bertekanan, dimana logam ditekan kedalam cetakan. Banyak industri pengecoran aluminium terutama industri kecil menengah dalam pembuatan produk atau komponen menggunakan material daur ulang dengan metode pengecoran tuang, sehingga akan berpengaruh terhadap penurunan sifat materialnya. Dengan metode *die casting* diharapkan mampu meningkatkan sifat fisis dan mekanisnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari temperatur tuang dan tekanan terhadap nilai kekerasan pada Al-Cu. Proses pengecoran dengan metode *die casting* dilakukan pada temperatur tuang (650⁰C, 670⁰C, dan 690⁰C) dengan variasi tekanan 0 (tanpa tekanan), 2,5 MPa, 5 MPa, dan 7,5 MPa. Hasil dari pengujian kekerasan menunjukkan pada temperatur tuang 650⁰C dan tekanan 7,5 MPa merupakan kekerasan paling tinggi dengan nilai 72 HB dan nilai kekerasan terendah terdapat pada temperatur 690⁰C tanpa tekanan dengan nilai kekerasan 58 HB. Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa temperatur tuang dan tekanan sangat berpengaruh terhadap nilai kekerasan pada proses pengecoran dengan metode *die casting*.

Kata Kunci: *die casting*, Al-Cu, temperatur tuang, tekanan, nilai kekerasan.

Abstract

In the automotive industry, the component parts and engine elements mostly use aluminum alloys with the casting process, one of which is aluminum with copper (Al-Cu) aluminum alloys. Metal casting die casting method is part of pressurized casting, where the metal is pressed into the mold. Many aluminum casting industries, especially small and medium industries, in the manufacture of products or components use recycled materials by the casting foundry method, so that they will affect the decrease in material properties. The die casting method is expected to be able to improve its physical and mechanical properties. The purpose of this study was to determine the effect of pouring temperature and pressure on the hardness value of Al-Cu. The casting process using the die casting method is carried out at pour temperature (650 °C, 670 °C, and 690 °C) with variations in pressure 0 (no pressure), 2.5 MPa, 5 MPa and

7.5 MPa. The results of the hardness test showed that the pouring temperature was 650 °C and 7.5 MPa pressure was the highest hardness with a value of 72 HB and the lowest hardness value was at a temperature of 690 °C without pressure with a hardness value of 58 HB. From this study it can be concluded that the pouring temperature and pressure are very influential on the value of hardness in the casting process by die casting method.

Keywords: Die Casting, Al-Cu, Pour Temperature, Pressure, Hardness Value.

DOI: 10.20527/sjmekinematika.v6i1.160

How to cite: Taufik, A., & Ma'ruf, "Uji Kekerasan Pada Al-Cu Hasil Pengecoran Metode *Die Casting* Dengan Variasi Temperatur Tuang Dan Tekanan". *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 6(1), 33-42.

PENDAHULUAN

Pada salah satu proses manufaktur, proses pengecoran logam masih menjadi pilihan utama dalam membuat suatu produk. [1] Aluminium banyak digunakan sebagai komponen kendaraan, mulai dari bagian rangka (badan), velg, blok mesin, dan banyak lagi. Penggunaan aluminium pada komponen kendaraan karena memiliki sifat yang ringan, dan apabila dipadu dengan logam lain sifatnya akan menjadi lebih kuat seperti paduan aluminium dengan silikon, mangan, atau tembaga. Aluminium merupakan logam yang memiliki bentuk suatu lapisan oksida pada permukaannya sehingga dapat melindungi logam aluminium dari korosi. Aluminium juga merupakan konduktor listrik yang baik. Untuk menambah nilai kekuatan mekanik atau kekerasan pada aluminium maka perlu dipadukan dengan beberapa unsur lain seperti Si, Mg, atau Cu pada saat proses peleburannya. [2]

Al-Cu memiliki kekurangan salah satunya adalah mampu alirnya (*fluidity*) yang rendah, kekurangan tersebut mengakibatkan waktu pengisian yang lama, sehingga membuat hasil produk pada coran cacat karena coran sudah membeku sebelum memenuhi seluruh cetakan. Salah satu pengaruh dari kualitas produk coran adalah sifat mampu alir (*fluidity*) yang baik, sehingga logam cair dapat mengisi cetakan sepenuhnya. Biasanya terdapat dua metode yang digunakan untuk mengolah paduan Al-Cu, yaitu proses tempa dan proses *casting*. [3] Namun sampai saat ini, Al-Cu belum seluruhnya memiliki kualitas hasil coran yang baik, karena hasil coran dari Al-Cu masih mengandung banyak porositas dan strukturnya disusun oleh struktur dendritik sehingga berakibat pada sifat mekanik produk yang belum seluruhnya memadai. Peneliti telah melakukan berbagai usaha salah satunya penggunaan teknologi yang bertujuan untuk mengurangi nilai porositas dan mengubah struktur dendritik yang terbentuk menjadi struktur global dalam proses pengecoran. Proses pengecoran menghasilkan struktur dengan cacat coran seperti pori dan rongga penyusutan. Dengan permasalahan tersebut diperlukan proses pengecoran yang sesuai untuk meningkatkan kualitas dari material Al-Cu. Dengan demikian proses *die casting* mungkin merupakan metode terbaik untuk mengatasi kelemahan dari paduan Al-Cu.

Die casting atau cetak tekan adalah salah satu dari proses pengecoran yang menggunakan cetakan permanen dalam prosesnya cairan logam diinjeksikan ke dalam cetakan dengan tekanan yang tinggi. Tekanan dipertahankan sampai cairan logam membeku, kemudian setelah semua bagian dari coran membeku cetakan dibuka dan hasil coran dikeluarkan dari dalam cetakan. Kelebihan penggunaan metode *die casting* ialah menghasilkan kecepatan alir yang tinggi, dapat membuat benda dengan ukuran yang presisi dan tipis, kualitas permukaan hasil coran menjadi lebih baik dan mendekati hasil asli dari produk yang dibuat.

Penelitian ini berguna untuk mengetahui pengaruh temperatur penuangan dan tekanan pada pengecoran metode *die casting* dengan material Al-Cu terhadap nilai kekerasan. Pada

penelitian ini diharapkan dengan menggunakan metode pengecoran *die casting* dapat menghasilkan peningkatan kualitas pada material Al-Cu.

Pengecoran Logam

Pengecoran logam merupakan salah satu proses manufaktur yang melibatkan proses mulai dari peleburan, membuat cetakan, penuang, pembongkaran setelah coran membeku, dan membersihkan logam. Berbagai macam jenis tanur dapat digunakan dalam mencairkan logam seperti tanur induksi frekuensi rendah atau kupola digunakan untuk besi cor dan paduan aluminium. Bagian yang pertama kali bersentuhan dengan cetakan akan mengalami proses solidifikasi, panas pada coran berpindah menuju cetakan sehingga coran menjadi dingin sampai mencapai titik temperatur ruang, kemudian inti-inti Kristal akan muncul. Bagian luar dari coran akan mendingin lebih cepat dibanding bagian dalam, sehingga kristal tumbuh mulai dari inti asal menuju ke bagian dari dalam coran dan membentuk struktur kolom. [4]

Cetakan

Cetakan merupakan suatu wadah atau tempat yang digunakan logam cair untuk proses pembekuan. Pada proses pengecoran pembuatan cetakan merupakan salah satu hal yang penting untuk menyesuaikan dengan bentuk dari produk. Proses pembuatan cetakan dilakukan dengan menggunakan tangan atau manual jika diproduksi dalam jumlah yang sedikit, sedangkan jika bentuk dari produk rumit dan memiliki jumlah yang banyak dapat dilakukan dengan menggunakan mesin yang paling modern. Tergantung keperluan penggunaan cetakan yang digunakan dalam pengecoran.

Peleburan

Peleburan merupakan proses melelehkan material coran menjadi cair. Berbagai macam tanur dipakai untuk mencairkan logam. Biasanya tanur induksi frekuensi rendah atau kupola digunakan untuk melebur material besi cor, untuk baja tuang menggunakan tanur induksi frekuensi tinggi dan untuk melebur logam paduan aluminium biasanya menggunakan tanur krusibel. Sebelum logam dilebur, biasanya dipotong menjadi kecil terlebih dahulu agar dapat mengurangi kehilangan karena oksidasi dan menghemat waktu peleburan.

Penuangan

Pada proses penuangan, logam cair dikeluarkan dari tungku setelah itu diambil menggunakan ladle dan kemudian dituang ke dalam cetakan. Pengaturan temperatur tuang perlu dipertimbangkan dalam proses penuangan, temperatur tuang sangat berpengaruh terhadap kualitas dari coran, pembekuan yang pendek akan terjadi jika temperatur penuangan terlalu rendah, aliran yang lambat akan menyebabkan kecacatan pada hasil coran. Selain itu pada proses penuangan harus dilakukan dengan cara yang cepat. Setelah cetakan sudah siap, coran dituangkan pada cetakan dan akan dibongkar setelah temperatur benda cetakan dingin dan membeku. Material coran selain besi akan lebih mudah dalam proses pembongkarannya, karena temperatur tuangnya lebih kecil sehingga cetakan biasanya tidak lengket pada hasil coran.

Pembongkaran

Setelah logam cair dituang kemudian logam akan mulai membeku dan mendingin, untuk diproses lebih lanjut logam hasil coran dikeluarkan dari cetakan. Kemudian hasil coran dapat dibersihkan dan dihilangkan cacat yang terdapat dipermukaan hasil coran. Kemudian untuk melihat kerusakan serta pemeriksaan dimensi dari hasil coran dapat dibersihkan dan dilakukan pemeriksaan visual. Selain pemeriksaan secara visual, untuk mencari kerusakan dalam dapat juga dilakukan pemeriksaan metalurgi, seperti dengan pemeriksaan radiografi atau pengujian supersonik. Bisa juga dilakukan pengujian struktur mikro, komposisi kimia, atau pengujian kekerasan pada hasil coran.

Paduan Al-Cu

Pada paduan Al-Cu yang mengandung tembaga sebesar 4,5% mempunyai sifat mampu mesin dan sifat mekanik yang baik, akan tetapi mampu cornya kurang baik. Paduan Al-Cu juga memiliki sifat yang keras dan kuat, namun rapuh. Perlakuan untuk menambah nilai kekerasan pada aluminium dapat dilakukan kalau sistem diantara Al dan CuAl_2 .

Gambar 1. Diagram Fasa Al-Cu [5]

Die Casting

Die casting atau cetak tekan adalah salah satu dari proses pengecoran yang menggunakan cetakan permanen dalam prosesnya cairan logam diinjeksikan ke dalam cetakan dengan tekanan yang tinggi. Tekanan dipertahankan sampai cairan logam membeku, kemudian setelah semua bagian dari coran membeku cetakan dibuka dan hasil coran dikeluarkan dari dalam cetakan. Penggunaan pengecoran dengan metode *die casting* memiliki kelebihan yaitu menghasilkan kecepatan alir yang tinggi, dapat membuat benda dengan ukuran yang presisi dan tipis, kualitas permukaan hasil coran menjadi lebih baik dan mendekati hasil asli dari produk yang dibuat. Sedangkan kekurangan dari metode pengecoran *die casting* yaitu biaya operasional sangat tinggi, harga mesin lebih mahal dan banyak material sisa yang terbuang, karena banyaknya sisa material yang terbuang maka akan berakibat pada banyaknya juga *return material*. Pada proses pengecoran dengan metode *die casting* (cetak tekan) terbagi menjadi dua jenis mesin pengecoran yaitu mesin cetak tekan ruang panas dan mesin cetak tekan ruang dingin.

Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan merupakan kemampuan material terhadap gaya pembebanan pada permukaan benda uji ketika perlakuan penekanan tertentu diberikan. Uji kekerasan standar dilakukan dengan menekan indenter ke permukaan logam secara hati-hati dengan posisi tegak lurus, dan nilai kekerasan dapat diketahui dari besarnya nilai gaya yang diberikan pada kedalaman bekas penekanan dan diameter lekukan atau dapat terbaca dari pembacaan skala.

Pengujian kekerasan dapat dilakukan menggunakan alat uji *portable hardness tester*. Jenis material dapat diatur berdasarkan jenis logamnya. Nilai kekerasan diperoleh berdasarkan hasil penekanan indenter pada permukaan material uji dan nilai kekerasan dapat terbaca yang ditunjukkan pada layar digital. Satuan skala dapat dikonversikan sesuai dengan yang diinginkan seperti HL, HRA, HRB, HRC, HV atau HS.

METODE PENELITIAN

Peralatan

Berikut peralatan yang digunakan:

1. Cetakan permanen
2. Tungku
3. Cawan
4. Blower
5. *Thermometer*
6. Ladel
7. Palu
8. Hidrolik press
9. Mesin Pengaduk
10. *Stopwatch*
11. Alat K3
12. Tang penjepit
13. Arang kayu
14. *Tachometer*
15. *Hardness tester*
16. Ragum
17. Gergaji besi
18. Kikir
19. Gerinda tangan

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian pengecoran metode *die casting* ini adalah paduan Al-6,7%Cu

Prosedur Pembuatan Spesimen

Siapkan semua alat dan bahan, kemudian material dileburan dengan menggunakan tungku yang telah disiapkan sampai pada temperatur 800⁰C. Setelah mencapai temperatur 800⁰C kemudian cairan logam di aduk selama 30 detik dengan kecepatan 600 rpm. Kemudian cetakan dipanaskan sampai temperatur 250⁰C, selanjutnya barulah cairan logam dituangkan kedalam cetakan pada temperatur penuangan 650⁰C, 670⁰C, dan 690⁰C. Kemudian dilakukan penekanan dengan dengan variasi 0 (tanpa tekanan), 2,5 MPa, 5 MPa, dan 7,5 MPa selama 60 detik. kemudian spesimen dilepas dan dilakukan pembersihan. Setelah itu tahap yang terakhir menyiapkan spesimen untuk pengujian kekerasan hasil dari pengecoran. Setelah selesai dilakukan pengujian nilai kekerasan pada spesimen maka barulah dilakukan pengolahan data.

Gambar 2. Spesimen

Diagram Alir Penelitian

Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Pengujian Kekerasan

Pada proses pengujian kekerasan dilakukan menggunakan alat *portable hardness tester digital* Mitech MH600.

Gambar 4. Pengujian kekerasan dengan *Portable hardness tester digital*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Komposisi

Tabel 1. Hasil Pengujian Komposisi

Unsur	%
Si	0,0940
Fe	0,305
Cu	6,7
Mn	0,3708
Mg	0,0090
Cr	0,0045
Zn	0,0131
Ti	0,0088
Na	0,00009
Ca	0,00014
Ni	0,0068
Pb	0,00090
P	<0,00050
Sn	0,0038
Sb	0,0041
Sr	0,00018
Be	0,00006
Zr	0,0015
Bi	<0,00030
Cd	0,0012
Al	92,4

Hasil Pengujian Kekerasan

Proses pengambilan data untuk pengujian nilai kekerasan menggunakan alat *Portable Hardness tester digital* MITECH MH600 pada setiap spesimen material paduan Al-Cu, titik

yang diuji pada setiap spesimen sebanyak 3 kali pada titik yang berbeda dengan total sebanyak 12 spesimen.

Tabel 2. Hasil pengujian kekerasan spesimen

Kode	Temperatur Penuangan (°C)	Tekanan (MPa)	Hasil Kekerasan (HB)			
			1	2	3	Rata-rata
X1	650°C	0	65	62	63	63
X2		2,5	69	70	68	69
X3		5	70	70	69	70
X4		7,5	70	73	73	72
Y1	670°C	0	60	59	61	60
Y2		2,5	66	69	66	67
Y3		5	69	69	67	68
Y4		7,5	71	72	70	71
Z1	690°C	0	60	57	58	58
Z2		2,5	64	65	64	64
Z3		5	64	66	66	65
Z4		7,5	67	69	66	67

Pembahasan

Gambar 5. Grafik hubungan pengaruh variasi temperatur tuang dan variasi tekanan terhadap nilai kekerasan

Dari gambar 5 di atas dapat dilihat secara garis besar bahwa temperatur penuangan sangat berpengaruh terhadap nilai kekerasan, semakin tinggi nilai temperatur tuang yang diberikan maka semakin rendah nilai kekerasan suatu spesimen, sebaliknya semakin rendah variasi temperatur tuang yang diberikan akan menghasilkan nilai kekerasan yang lebih tinggi pada proses pengecoran metode *die casting*. Hal ini disebabkan jika semakin rendah variasi dari temperatur penuangan maka akan berakibat pada pembekuan yang lebih cepat, dengan

pembekuan yang lebih cepat maka akan menghasilkan nilai kekerasan yang lebih tinggi. Hal tersebut sesuai dengan penelitian terdahulu yang menyebutkan bahwa temperatur tuang yang tinggi dapat menyebabkan bertambah lamanya waktu pembekuan dan daerah tumbuh fasa silikon sehingga pemisahan terjadi secara sempurna fasa silikon berubah dari serpihan menjadi globular dan silikon primar kecil menjadi silikon primar besar. Pembentukan struktur mikro dipengaruhi oleh temperatur tuang sehingga berpengaruh terhadap nilai kekerasan, semakin tinggi temperatur tuang dapat mengurangi nilai kekerasan dengan terbentuknya silikon primer. [6] Yang menunjukkan bahwa semakin besar variasi temperatur tuang yang diberikan maka akan menghasilkan nilai kekerasan yang semakin rendah.

Dari gambar 5 di atas juga dapat dilihat secara garis besar bahwa jika semakin tinggi nilai tekanan yang diberikan dalam proses *die casting* maka akan semakin besar pula nilai kekerasan spesimen tersebut, sebaliknya jika semakin rendah nilai tekanan yang diberikan maka akan semakin kecil pula nilai kekerasan spesimen pada proses pengecoran metode *die casting*. Hal ini dikarenakan oleh semakin tinggi variasi tekanan maka akan mengakibatkan penekanan yang lebih dalam dan keras sehingga hasil dari coran juga akan lebih keras karena lebih rapat pemadatan pada struktur mikronya, begitu juga sebaliknya jika variasi tekanan lebih kecil maka akan mengakibatkan penekanan yang tidak terlalu keras karena struktur mikronya kurang memadat sehingga nilai kekerasannya juga menurun. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang menyatakan bahwa pemberian variasi tekanan langsung pada saat proses pembekuan dalam pengecoran *die casting* dapat menghaluskan struktur silikon dan dapat menaikkan nilai kekerasan terhadap pengecoran tuang. [7] Yang menunjukkan bahwa jika semakin tinggi variasi tekanan yang diberikan akan menghasilkan kekerasan yang lebih tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh temperatur tuang dan tekanan pada paduan Al-Cu terhadap nilai kekerasan maka kesimpulan dapat diambil sebagai berikut :

1. Pengaruh temperatur tuang terhadap nilai kekerasan material adalah semakin besar variasi nilai temperatur tuang maka nilai kekerasannya semakin rendah, begitu pula sebaliknya.
2. Pengaruh tekanan terhadap nilai kekerasan material adalah semakin besar variasi tekanan yang diberikan maka nilai kekerasannya juga akan semakin tinggi, begitu pula sebaliknya.

REFERENSI

- [1] R. Siswanto, A. Ghofur and K. A. K. Kepakisa, "Analisis Porositas Dan Kerasan Paduan Al-12, 6% Si Dengan Variasi Waktu Tunggu Dalam Cetakan Dan Media Pendingin Hasil Pengecoran Evaporative," *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 4(1), pp. 72-81, 2018.
- [2] L. P. Hartono, H. Purwanto and S. M. B. Respati, "Pengaruh Tekanan Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan pada Proses Semi Solid Die Casting pada Paduan Aluminium Daur Ulang," *Momentum*, vol. 8, pp. 35-42, 2012.
- [3] M. R. F. Putra, W. Suprpto and A. A. Sonief, "Pengaruh Kecepatan Pengadukan Proses Rheocasting Terhadap Struktur Mikro dan Fluiditas Paduan Al-Cu," *Rekayasa Mesin*, vol. 10, pp. 257-263, 2019.
- [4] T. Surdia and K. Chijiwa, *Teknik Pengecoran Logam*, Jakarta: PT Pradnya Paramita, 2000.
- [5] H. Utama, "Pengaruh Penambahan Cu (1%, 3% dan 5%) pada Aluminium dengan Solution Heat Treatment dan Natural Aging Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis," 2009.

- [6] S. Drihandono and E. Budiyo, "Pengaruh Temperatur Tuang, Temperatur Cetakan, dan Tekanan Pada Pengecoran Bertekanan (High Pressure Die Casting/HPDC) Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Aluminium Paduan Silikon (Al-Si 7,79%)," *Turbo*, vol. 5, pp. 30-38, 2016.
- [7] S. B. Respati, H. Purwanto and M. S. Mauluddin, "Pengaruh Tekanan dan Temperatur Cetakan Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Hasil Pengecoran pada Material Aluminium Daur Ulang," *Prosiding Seminar Nasional & Internasional*, vol. 3, pp. 284-289, Januari 2010.