

b.9._55-Article_Text-105-1-10- 20190513.pdf

by

Submission date: 20-Sep-2021 11:50AM (UTC-0500)

Submission ID: 1653082243

File name: b.9._55-Article_Text-105-1-10-20190513.pdf (424.39K)

Word count: 2751

Character count: 15972

**“PENGARUH TEMPERATUR TUANG DENGAN JENIS MATERIAL
PADUAN AI RONGSOK (KAMPAS REM PANCI) TERHADAP POROSITAS,
KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO HASIL PENGECORAN
EVAPORATIVE”**

Syaiful Rahman, Rudi Siswanto

4

Program Studi Teknik Mesin,
Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat
Jl. Akhmad Yani Km.36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan,70714
Telp. 0511-4772646, Fax 0511-4772646
E-mail : Rahmanthh18@gmail.com

Abstrak. Daur ulang aluminium bekas merupakan salah satu alternatif untuk menekan limbah (rongsok) dari aluminium. Daur ulang adalah salah satu cara pengolahan sampah yang dilakukan mulai dari pemilihan, pengumpulan lalu dilakukan proses pengecoran untuk membuat produk yang baru yang lebih bernilai ekonomis. Temperatur tuang salah satu variabel yang dapat mempengaruhi hasil coran dimana jika temperatur tuang rendah maka akan terjadi pembekuan cepat sebelum cetakan terisi penuh, dan jika temperatur tuang terlalu tinggi dapat terjadi penyusutan dan nilai porositas dapat mening¹¹, dalam penelitian ini menggunakan temperatur tuang 650°C, 700°C, 750°C dan 800°C. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur tuang dengan jenis material paduan Al rongsok dari sepatu kampas rem dan panci terhadap porositas, kekerasan dan struktur mikro hasil pengecoran *evaporative*. Metode pengecoran *evaporative* menggunakan pola *styrofoam* yang ditimbun didalam pasir cetak, logam yang dicor akan membentuk seperti pada pola *styrofoam*. Hasil dari pengujian temperatur tuang berpengaruh terhadap porositas, kekerasan dan struktur mikro.

Kata kunci: *Evaporative*, temperatur tuang, Aluminium, sepatu kampas rem, panci.

Recycling is a way of processing used materials that is started with selection, collection, then the process of foundry to create a new product that is more valuable economical. The objective of this research is to know the effect of casting temperature with the kind of guide material AI alloy junk from brake shoe and pan on porosity, hardness, microstructure (the evaporative foundry result). The recycling of used aluminum is an alternative to reduce the waste material from aluminum. Casting temperature is an variable that can effect the result of foundry where if the casting temperature is low, then there will be a quick freeze before the mold is completely filled. And if the casting temperature is too high, then shrinkage can occur and the porosity value may increase. This research used four casting temperature variations, namely: 650°C, 700°C, 750°C, and 800°C. The evaporative foundry method uses styrofoam pattern that is piled up into sand mold. The metal that is casted will form like styrofoam pattern. The result of casting temperature testing can effect on porosity, hardness, and microstructure.

Keywords: evaporative, Casting temperature, aluminium, brake shoe, fan

PENDAHULUAN

Aluminium merupakan salah satu unsur kimia. Dengan lambang *Al*, dan nomor atomnya 13. Aluminium juga merupakan logam paling berlimpah. Aluminium tidak termasuk jenis logam berat, Aluminium ialah unsur yang berjumlah sekitar 8% dari permukaan bumi dan paling berlimpah ketiga setelah oksigen dan silikon.

Aluminium digunakan dalam banyak hal, dan dapat digunakan dalam kabel bertegangan tinggi. Secara luas juga digunakan dalam bingkai jendela dan badan pesawat terbang, pada peralatan rumah sebagai panci, botol minuman ringan, tutup botol susu dan sebagainya, dan komponen komponen mesin. Karena aluminium banyak digunakan dalam kehidupan manusia maka sampah rongsokan dari limbah aluminium juga banyak tidak dimanfaatkan dengan baik. Salah satu kegiatan daur ulang yang dapat dilakukan pada aluminium adalah melalui proses peleburan. Peleburan logam ialah suatu proses pencairan logam pada temperatur tertentu dengan menggunakan energi panas yang dihasilkan oleh open ataupun tungku. Tungku adalah sebuah peralatan yang digunakan untuk melelehkan logam.

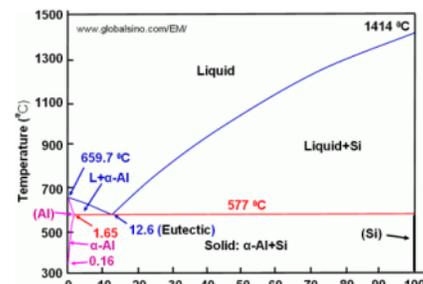
Temperatur tuang adalah salah satu variabel yang dapat mempengaruhi hasil coran, sebab jika temperatur tuang terlalu rendah akibatnya rongga cetakan akan tidak terisi penuh logam cair akan membeku sebelum memenuhi cetakan, dan jika temperatur tuang terlalu tinggi hal ini akan mengakibatkan porositas yang tinggi dan hasil coran mengalami penyusutan atau kehilangan keakurasian dimensi

Pengecoran (*casting*) merupakan suatu proses penuangan material cair seperti logam atau plastik ke dalam cetakan, kemudian dibiarkan membeku di dalam cetakan tersebut, dan kemudian dikeluarkan atau di pecah-pecah untuk dijadikan suatu komponen. Pengecoran

biasanya digunakan untuk pembuat bagian mesin dengan bentuk yang kompleks (Surdia dkk, 2000).

Pengecoran *evaporative* merupakan salah satu metode dalam pengecoran logam, yang mana pola dan sistem saluran menjadi satu-kesatuan yang terbuat dari bahan *styrofoam*. Pola pengecoran *evaporative* merupakan pola yang hanya sekali pakai, dimana pola dari bahan *styrofoam* akan menguap jika terkena panas logam cair. Metode ini dilakukan dengan cara pola dan sistem saluran (*styrofoam*) di tanam dalam pasir cetak dengan posisi sistem saluran tuang muncul di permukaan pasir cetak, sebagai saluran masuk logam cair, selanjutnya pada proses penuangan logam cair dituangkan ke saluran yang sudah disiapkan, logam cair masuk dan secara bersamaan pola akan terbakar terbakar (menguap) sampai logam cair memenuhi cetakan pasir.

Temperatur tuang merupakan salah satu unsur yang penting dan harus diperhatikan dalam memproduksi produk pengecoran dengan kualitas tinggi, sebab faktor ini sangat berpengaruh terhadap kualitas coran yang meliputi mikro struktur dan sifat mekanisnya sehingga didapatkan hasil coran yang mempunyai sifat fisik yang diinginkan. Diagram fasa temperatur tuang dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram fasa Al-Si

1. Pengujian

a. porositas

Porositas atau suatu cacat (*void*) merupakan gas yang terjebak pada saat pembekuan pada produk cor yang dapat menurunkan kualitas benda tuang. Salah satu penyebab adanya porositas pada penuangan paduan aluminium ialah gas hidrogen. Porositas dihitung melalui pengukuran massa jenis, melalui pengukuran berat spesimen di udara dan di dalam air murni, untuk menghitung besarnya porositas suatu material, menggunakan rumus sebagai berikut:

$$p_{ap} = p_{liquid} \times \frac{w_s}{w_s - w_{sb}} \quad (1)$$

di mana:

- p_{ap} = massa jenis aktual (gram/cm³)
- w_s = berat di udara (gram)
- w_{sb} = berat didalam air (gram)
- p_{liquid} = massa jenis cairan (gram/cm³)

mencari porositas:

$$P\% = \left(1 - \frac{p_{ap}}{p_{th}}\right) \times 100\% \quad (2)$$

di mana:

- $P\%$ = porositas
- p_{ap} = massa jenis aktual (gram/cm³)
- p_{th} = massa jenis teoritis (gram/cm³)

Untuk mencari nilai densitas terukur menggunakan rumus 1 dan untuk mencari nilai porositas menggunakan rumus 2 (Prasetya dkk, 2012).

b. Struktur Mikro

Menurut Mu'afax dkk (2013) struktur mikro ialah gambar dari sekumpulan fasa-fasa yang diamati dengan teknik metalografi. Metalografi ialah pengujian spesimen menggunakan mikroskop dengan pembesaran beberapa ratus kali, ini bertujuan untuk memperoleh gambaran dan untuk mengetahui sifat logam.

c. Kekerasan vicker

Pengujian kekerasan Vickers menggunakan mata penumbuk yang berbentuk piramida intan bujur sangkar.

Angka kekerasan piramida intan (DPH) atau angka kekerasan *Vickers* (VHN atau Hv), diartikan sebagai beban dibagi luas permukaan lekukan. Luas ini dihitung dari pengukuran mikroskop panjang diagonal jejak. VHN ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$VHN = 1,8544 \cdot P/d^2 \quad (3)$$

di mana:

- P = beban (kg) bekerja pada penetrator intan (kg)
- d = panjang rata-rata diagonal bekas penekan (mm)

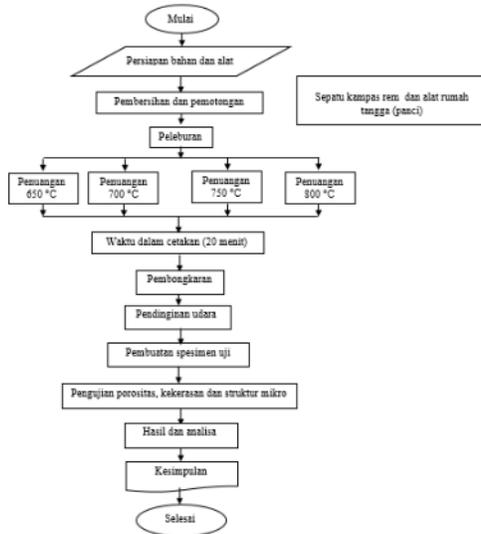
Pada hasil pengujian spesimen, lekukan yang benar dari bekas penumbuk piramida intan yang berbentuk bujur sangkar. Waktu penekanan yang diperlukan selama 5 detik, dengan beban 1 – 100 kg.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian yang dilakukan inimenggunakan metode eskperimen (pengujian labiraturium) paduan Al (kampus rem dan panci) dilebur didalam tungku kursibel kemudian dituang kedalam cetakan sesuai temperatur tuang yang telah divariasikan, dengan waktu tunggu didalam cetakan *styrofoam* selama 20 menit. Hasil coran dikeluarkan dan didinginkan dengan temperatur ruang, lalu dilakukan pemotongan untuk dibuat spesimen uji dan selanjurnya dilakukan uji porositas, uji kekerasan, dan pengamatan struktur mikro.

Variabel penelitian terbagi menjadi tiga yaitu variabel bebas: temperatur tuang dan jenis material, variabel terikat: uji porositas, uji kekerasan dan struktur mikro, variabel kontrol: jenis pasir cetakan, pola *styrofoam* waktu tunggu dalam cetakan, pendinginan.

Adapun diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



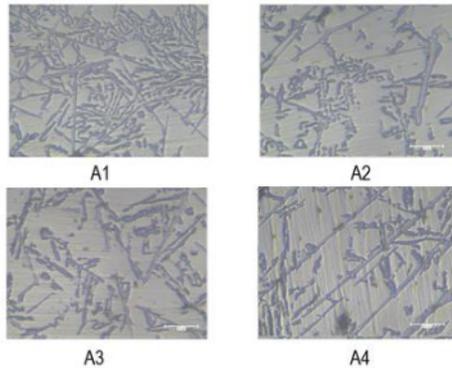
Gambar 2 diagram alir penelitian

PEMBAHASAN

1. Kampas Rem

a. Struktur Mikro

Hasil dari pengamatan dapat dilihat sebagai berikut:

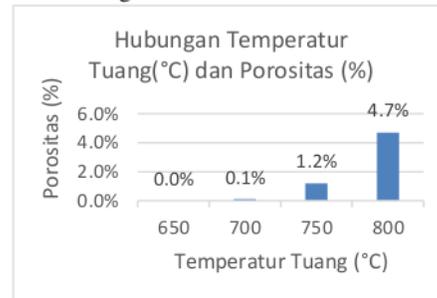


Gambar 3. Spesimen kampas rem

Berdasarkan hasil pengamatan pada foto struktur mikro diketahui bahwa paduan Al memiliki karakteristik yang berbeda-beda pada jenis material sepatu kampas rem terkandung Si menurut Hermawan dkk (2013). Pada Gambar 3 material jenis sepatu kampas rem rata-rata memiliki struktur Si berbentuk seperti jarum yang memanjang, hal ini menunjukkan bahwa spesimen kode (A) Bentuk silikon terlihat memanjang diantara matrik aluminium dimana struktur yang memanjang seperti jarum-jarum yang halus ini akan menghasilkan kekerasan yang relatif lebih kuat.

b. Porositas

Pengujian porositas dilakukan untuk mengetahui tingkat porositas yang dialami material coran ulang diagram hubungan temperatur tuang terhadap porositas dapat dilihat sebagai berikut:

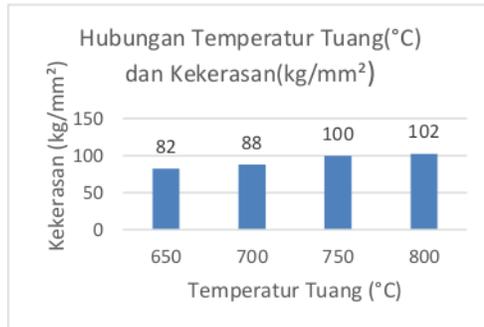


Gambar 4. Hubungan Temperatur Tuang dan Porositas

Dari Gambar 4 terlihat hasil penelitian porositas dari spesimen sepatu kampas rem temperatur tuang 650°C hampir mendekati 0%, pada temperatur tuang 700°C ada peningkatan porositas sekitar 0.1%, pada temperatur tuang 750°C porositas meningkat menjadi 1.2% kemudian pada temperatur 800°C porositas mengalami peningkatan yang tinggi yaitu 4.7%.

c. Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui tingkat kekerasan yang dimiliki oleh material hasil coran dengan variasi temperatur tuang dan didapat data sebagai berikut:



Gambar 5. Hubungan Temperatur Tuang dan kekerasan

Hasil pengujian kekerasan didapatkan tingkat kekerasan pada temperatur tuang 650°C didapatkan nilai kekerasan 82 kg/mm² lalu pada temperatur tuang 700°C naik mencapai 88 kg/mm² dan pada temperatur tuang 750°C kekerasan yang didapat naik menjadi 100 kg/mm² kemudian naik lagi pada temperatur tuang 800°C dengan tingkat kekerasan 102 kg/mm², dari Gambar 4 terlihat kenaikan temperatur tuang juga diikuti oleh kenaikan tingkat kekerasan sehingga dapat ditarik kesimpulan yaitu semakin tinggi temperatur tuang maka nilai kekerasan juga semakin meningkat.

d. Hasil Analisa

Dari Gambar 4 dan 5 dapat dilihat pada material sepatu kampas rem ketika temperatur tuang 650°C mempunyai tingkat kekerasan 82 kg/mm² dengan porositas hampir mendekati 0% karena Al belum dalam temperatur menguap lihat Gambar 7 Al terlihat *dendrite* yang banyak, ketika temperatur tuang 700°C mempunyai tingkat kekerasan yaitu 88 kg/mm² dengan porositas 0.1% terlihat

dari Gambar 3 bagian A2 *dendrite* mulai berkurang dan struktur mulai merata. Pada temperatur tuang 750°C kekerasan meningkat menjadi 100 kg/mm² dengan porositas 1.2%.

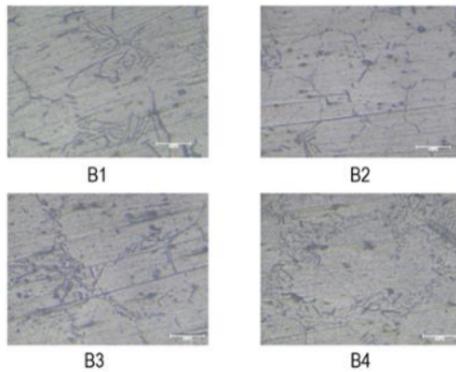
Pada temperatur tuang 800°C kekerasan terus naik menjadi 102 kg/mm² namun porositas juga naik menjadi 4.9 %. Ini seperti penelitian shin dan lee (2004) mengatakan, peningkatan temperatur tuang maka nilai porositas semakin tinggi. Salah satu yang penyebab terjadinya porositas ialah adanya gas *hydrogen* yang terjebak pada saat proses pembekuan, dimulai dari bagian logam yang bersentuhan dengan cetakan dimana inti kristal mulai tumbuh dan bulit-butir itu memanjang, artinya semakin lama logam mengalami pembekuan dalam cetakan maka porositas semakin tinggi (Raharjo dkk, 2011).

Hasil terbaik pada 750°C dengan tingkat kekerasan 100 kg/mm² dan nilai porositas hanya 1.2% pada jenis material ini cenderung getas karena menurut Hermawan,dkk (2013) material kampas rem mengandung Si, yang menyebabkan sifat material menjadi keras. Dalam penelitian ini terlihat semakin temperatur tuang naik tingkat kekerasan juga naik, diikuti juga porositas yang naik, tingkat kekerasan yang meningkat ini disebabkan paduan Si yang semakin tinggi temperatur tuang maka kekuatan mengikatnya juga semakin mengikat.

2. Material Panci

a. Material Panci

Hasil pengamatan pada material panci dapat di lihat pada Gambar 6.

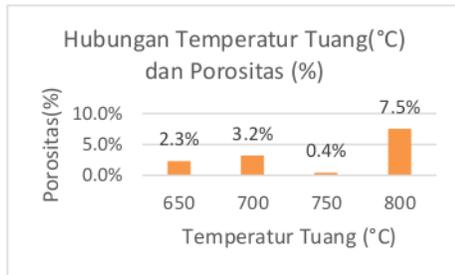


Gambar 6. Spesimen material panci

Pada jenis material panci terlihat susunan struktur mikro yang didominasi oleh Al seperti terlihat pada Gambar 6 terlihat kandungan Zn yang membentuk seperti garis-garis kecil yang tersebar tidak teratur tapi merata. Dengan adanya perbedaan karakteristik hasil pengecoran Al paduan rongsok dikarenakan temperatur tuang yang berbeda-beda.

b. Porositas

Dari hasil pengujian porositas jenis material panci dapat dilihat sebagai berikut:



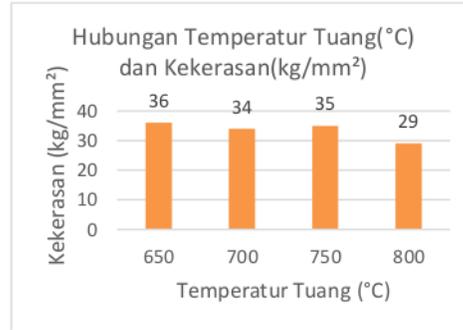
Gambar 7. Hubungan Temperatur Tuang Dan Porositas

Pada temperatur tuang 650°C tingkat porositasnya 2.3% lalu pada temperatur 700°C tingkat porositas meningkat menjadi 3.2%, pada temperatur tuang 750°C tingkat porositas menurun pesat menjadi 0.4% kemudian pada

temperatur tuang 800°C meningkat menjadi 7.5%.

c. Kekerasan

Hasil pengujian kekerasan dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 8 Hasil Uji Porositas Pada Panci

Gambar 8 menunjukkan hubungan temperatur tuang dan tingkat kekerasan hasil dari pengujian kekerasan material panci didapatkan tingkat kekerasan pada temperatur tuang 650°C adalah 36 kg/mm² kemudian pada temperatur tuang 700°C kekerasan menurun menjadi 34 kg/mm² kemudian pada pada temperatur tuang 750°C tingkat kekerasan naik menjadi 35 kg/mm² kemudian pada temperatur tuang 800°C kembali mengalami penurunan kekerasan menjadi 29 kg/mm². Dari hasil menunjukkan dari kenaikan temperatur 650°C ke 700°C mengalami penurunan tingkat kekerasan kemudian 700°C ke 750°C mengalami kenaikan kekerasan lalu dari 750°C ke 800°C kembali mengalami penurunan kekerasan.

d. Hasil Analisa

Dari Gambar 7 dan 8 hasil pengujian pada material panci terlihat pada temperatur tuang 650°C nilai kekerasan yang didapat 36 kg/mm² dan tingkat porositas 2.3%, pada temperatur tuang 700°C nilai kekerasan yang didapatkan menurun sampai 34 kg/mm² dan tingkat porositas naik menjadi 3.2%,

pada temperatur tuang 750°C nilai kekerasan meningkat sampai 35 kg/mm² dan tingkat porositas menurun menjadi 0.4% dan kemudian pada temperatur tuang 800°C kekerasan kembali menurun menjadi 29 kg/mm² dan tingkat porositas meningkat sampai 7.5% lebih tinggi dari sebelumnya. Dan biasanya setelah temperatur optimum tercapai maka tren kekerasan akan cenderung menurun dikarenakan terbentuknya porositas yang ⁶eningkat. Data tersebut dapat terlihat nilai kekerasan tertinggi terdapat pada temperatur tuang 750°C dengan tingkat porositas 0.4%. sumber yang utama pada porositas adalah hidrogen yang mempunyai daya larut yang tinggi didalam aluminium cair menurut Puga Et Al(2009).

Berdasarkan pengujian kekerasan dan porositas pada material panci dapat ditarik kesimpulan jika semakin tinggi porositas maka nilai kekerasan akan berkurang ini terlihat pada hasil uji spesimen B3 dengan nilai porositas terkecil yaitu 0.4% dengan kekerasan tertinggi 35 kg/mm², hal ini juga terjadi pada penelitian yang dilakukan Kusharjana, dkk (2012) menyimpulkan bahwa semakin tinggi nilai persentase cacat porositas pada produk cor aluminium cetakan pasir, maka semakin rendah nilai kekerasannya. Perbedaan karakteristik ini menunjukkan bahwa temperatur tuang berpengaruh pada sifat mekanik material coran aluminium.

⁸ KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Temperatur tuang berpengaruh terhadap porositas suatu coran ini terlihat dari hasil penelitian pada material sepatu kampas rem pada temperatur tuang 650°C porositas hampir mendekati 0%. Pada 700°C, 0.1 %, pada 750°C 1.2%, pada 800°C 4.7%. kemudian dari jenis material panci menghasilkan pada

temperatur tuang 650°C, 2.3%. Pada 700°C, 3.2 %, pada 750°C 0.4%, pada 800°C 7.5%.

2. Temperatur tuang berpengaruh terhadap kekerasan terlihat dari hasil penelitian pada material sepatu kampas rem semakin tinggi temperatur tuang maka tingkat kekerasan juga semakin tinggi, kemudian pada material panci tingkat kekerasan menurun ketika temperatur tuang di naikan dari 650°C ke 700°C, lalu pada temperatur tuang 750° kekerasan sudah mencapai tingkat yang optimal, kemudian turun kembali ditemperatur tuang 800°C.
3. Pada foto struktur mikro pada masing-masing temperatur tuang dan jenis material menghasilkan struktur yang ¹³beda-beda ini membuktikan temperatur tuang berpengaruh terhadap hasil struktur mikro pengecoran aluminium.

DAFTAR PUSTAKA

- Hermawan dkk. 2013, “ *Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Pada Pengecoran Squeeze Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Produk Sepatu Kampas Rem Dengan Bahan Aluminium (Al) Silikon (Si) Daur Ulang*”, Teknik Mesin Ft Universitas Wahid Hasyim. Semarang. ²
- Puga, H., et al. 2009. *New Trends in Aluminium Degassing-A Comparative Study. Fourth International Conference on Advances and Trends in Engineering Materials and their Applications.*
- Kusharjanta bambang, wahyu purworaharjo, joko santoso, 2012, “*pengaruh bentuk penampang runner terhadap cacat porositas dan nilai kekerasan produk cor aluminium cetakan pasir*”. Mekanika, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Raharjo dkk, 2011, “*Analisis Pengaruh Pengecoran Ulang Terhadap Sifat Mekanik Paduan Aluminium ADC 12*”, jurnal teknik mesin fakultas teknik universitas muhammadiyah semarang ISBN. 978-602-99334-0-6.
- ⁷ Surdia, T. dan Chijiwa, K..2000. *Teknik Pengecoran Logam*, Cetakan Ke-8, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

ORIGINALITY REPORT

7%

SIMILARITY INDEX

%

INTERNET SOURCES

7%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

- 1** Zsolt Szabó. "Posztszocialista fejlődés és a Hirschman-trilemma", Corvinus University of Budapest, 2013 2%
Publication

- 2** C. Demian, D. Ferreño, E. Ruiz, J. A. Casado. "Study of the Efficiency and Temperature Loss Caused by Degassing and Filtration of AlSi9Cu3 Alloy", Journal of Testing and Evaluation, 2018 1%
Publication

- 3** Andika Wisnujati, Mirza Yusuf, Dhini Fatimah. "Karakterisasi hasil quenching besi cor pada manufaktur roda gigi mesin tenun", Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 2021 1%
Publication

- 4** Hajar Isworo, Rendy Zakaria. ELEMEN : JURNAL TEKNIK MESIN, 2021 1%
Publication

- 5** Eko Nugroho, Eko Budiyanto, Rubi Kurniawan, Joko Sumosusilo. "Uji ketahanan fatik aluminium hasil remelting piston bekas 1%

menggunakan metode pengecoran centrifugal casting", Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 2020

Publication

6

Sulis Drihandono, Eko Budiyanto. "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 : Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 2017

Publication

1 %

7

T Endramawan, A Sifa, F Dionisius, A B Rifai. " Effect of Natrium Carbonate (Na CO) on porosity and hardness in the melting of aluminium canned ", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2021

Publication

1 %

8

Arief Rahmadiansyah, Ele Orlanda, Merti Wijaya, Hanif Wigung Nugroho, Rifki Firmansyah. "Perancangan Sistem Telemetry Untuk Mengukur Intensitas Cahaya Berbasis Sensor Light Dependent Resistor Dan Arduino Uno", Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA, 2017

Publication

<1 %

9

Haris Suprastiyo, Prantasi Harmi Tjahjanti. "Pembuatan Electric Furnace Berbasis

<1 %

Mikrokontroler", Rekayasa Energi Manufaktur, 2017

Publication

10

Mochamad'i Arif Irfa, Dzulkiflih, Diah Wulandari, Andita N.F Ganda, Supardiyono. "The effect of pouring temperature on the porosity of sand casted Al – Si alloy", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019

Publication

11

Leo Agusta Utama, Agata Iwan Candra, Ahmad Ridwan. "Pengujian Kuat Tekan Pada Beton Dengan Penambahan Limbah Marmer Dan Serat Batang Pisang", Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil, 2020

Publication

12

Budiarto Budiarto, Dicky Antonius, Brilliant Ardiana Putra. "Analisis Pengaruh Waktu Artificial Age Terhadap Kekerasan, Densitas Dan Struktur Kristal Paduan Alumunium (7075) Untuk Bahan Sirip Roket", Jurnal Kajian Ilmiah, 2020

Publication

13

Tri Cahyo Wahyudi, Eko Budiyanto. "Variasi temperatur pada proses squeeze casting berbahan magnesium semi solid terhadap hasil kekerasan", ARMATUR : Artikel Teknik Mesin & Manufaktur, 2021

Publication

<1 %

<1 %

<1 %

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On