

PENGARUH TEMPERATUR CETAKAN TERHADAP KEKUATAN KEJUT DAN MIKROSTRUKTUR *HANDLE* REM MATERIAL DAUR ULANG PISTON DENGAN PENAMBAHAN MAGNESIUM

Wahyono Suprpto*, Putu Hadi Setyarini dan Rona 'Ariq Putra

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Jl. MT Haryono 167, Malang 65145.

*Email: wahyos@ub.ac.id

Abstrak

Daur ulang aluminium dapat dilakukan dengan melebur kembali aluminium yang tak terpakai maupun yang berasal dari limbah pabrik dengan menambah unsur lain. *Handle* rem dibuat dengan menggunakan material paduan aluminium hasil daur ulang piston dengan menambahkan unsur magnesium. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari suhu cetakan terhadap kekuatan kejut dan struktur mikro pada *handle* rem berbahan paduan aluminium. Aluminium daur ulang dengan penambahan magnesium dituang pada suhu 700°C pada cetakan permanen. Cetakan dipreheating pada suhu 150°C, 200°C, 250°C, 300°C dan 350°C. Penuangan logam cair dilakukan pada suhu 750°C. Pengujian yang dilakukan pada spesimen hasil coran adalah kekuatan kejut dengan menggunakan GT-7045-MD dan pengujian mikrostruktur dengan menggunakan mikroskop logam perbesaran 100X. Semakin tinggi suhu preheating cetakan akan meningkatkan kekuatan kejut. Hal ini terbukti bahwa kekuatan kejut pada temperatur preheating 150°C, didapatkan kekuatan kejut 1,483 Joule, sedangkan kekuatan kejut pada temperatur preheating 350°C, didapatkan kekuatan kejut 2,686 Joule. Selain itu, semakin meningkatnya temperatur preheating cetakan maka akan meningkatkan besar butiran pada spesimen, sehingga sifat spesimen juga semakin ulet, hal ini dapat dilihat dari foto makro patahan yang terjadi pada variasi suhu preheating paling rendah yaitu 150°C memiliki bentuk patahan getas sedangkan untuk variasi tertinggi yaitu 350°C memiliki bentuk patahan ulet.

Kata kunci: temperatur cetakan, kekuatan kejut, mikrostruktur, penambahan magnesium

1. PENDAHULUAN

Aluminium merupakan salah satu material logam *non-ferrous* yang paling sering digunakan. Aluminium dipilih dikarenakan *strength to weight ratio* yang baik. Aluminium memenuhi berbagai macam pangsa pasar yaitu otomotif, dirgantara bahkan perkakas rumah tangga yang biasa digunakan sehari-hari. Untuk memenuhi kebutuhan pasar yang sangat besar tersebut, produsen aluminium dituntut untuk memproduksi aluminium dalam jumlah yang sangat banyak dan masal. Sehingga pada tahun 2017 menurut Kementerian Perindustrian, Indonesia memproduksi aluminium sebanyak 260.000 ton. Namun, tanpa kita sadari bahwa semakin banyaknya produk aluminium yang dihasilkan maka akan menghasilkan limbah aluminium yang melimpah pula. Limbah yang beredar ada yang bersumber dari sisa hasil produksi aluminium di pabrik maupun berasal dari produk aluminium yang telah tidak digunakan lagi seperti piston atau blok mesin. Limbah aluminium berdampak pada lingkungan dimana apabila terurai dapat mencemari ekosistem sekitar dan berbahaya bagi hewan maupun manusia, oleh karena itu dibutuhkan tindakan untuk melakukan penanggulangan. Salah satu caranya adalah dengan cara melakukan pengolahan dengan peleburan ulang logam aluminium.

Daur ulang aluminium dapat dilakukan dengan cara peleburan kembali logam aluminium yang tak terpakai atau dari limbah sisa hasil produksi pabrik, dimana proses daur ulang aluminium dengan melakukan peleburan kembali memiliki kelebihan dimana harga bahan baku pembuatan lebih murah. Proses dari daur ulang aluminium juga biasanya di tambahkan unsur-unsur lain untuk memunculkan sifat mekanik yang sesuai dengan kebutuhan pasar sehingga kualitas atau kekuatan dari produk yang terbuat dari olahan daur ulang aluminium tidak kalah dengan produk yang terbuat dari aluminium baru. Daur ulang aluminium biasa digunakan pada dunia otomotif salah satunya pada beberapa bagian sepeda motor. Beberapa bagian dari motor yang biasanya dibuat dengan bahan baku daur ulang antara lain adalah *handle* rem atau tuas rem.

Handle rem atau yang biasa disebut tuas rem adalah salah satu bagian dari kebanyakan sepeda motor yang memiliki fungsi sangat vital, dimana tuas rem sendiri berfungsi sebagai awal

mekanisme pengereman untuk menurunkan kecepatan kendaraan. Namun, letaknya yang berada di bagian depan tuas kemudi dan sering kali tidak ada pelindung yang menutupinya menyebabkan tuas rem sendiri akan rentan rusak apabila motor mengalami kecelakaan ataupun terjatuh. Maka dari itu di perlukan tuas rem dengan kualitas yang baik sehingga tidak mudah rusak ketika menerima beban kejut secara tiba-tiba. Selain itu kita juga perlu menjaga jumlah persediaan *handle* rem di pasaran. Maka dari itulah dibutuhkan proses pembuatan *Handle* rem dengan skala massal dan berkualitas baik. *Handle* rem di pasaran biasa dibuat menggunakan bahan dasar Aluminium paduan dengan metode pengecoran logam.

Proses pengecoran logam sendiri banyak digunakan untuk membuat benda kerja dengan bentuk yang rumit. Pengecoran logam dibagi menjadi dua jenis yaitu pengecoran logam dengan cetakan permanen maupun dengan cetakan sekali pakai. Cetakan permanen sering dipakai karena dapat dipakai berulang kali dan dapat menghasilkan hasil benda kerja dengan ukuran yang lebih presisi. Salah satu proses penting dalam pengecoran logam dengan menggunakan cetakan permanen adalah *preheating* atau pemanasan awal pada cetakan sebelum dilakukan penuangan logam. *Preheating* cetakan berguna untuk memperkecil selisih suhu dari cetakan dan logam cair supaya logam cair dapat membeku secara perlahan (tidak membeku dengan cepat yang dapat menyebabkan terjadinya cacat coran). Untuk cetakan sekali pakai, biasa digunakan pada proses pembuatan benda kerja yang memiliki bentuk geometri yang rumit dan memiliki kelebihan dimana bentuk cetakan akan cenderung tetap dikarenakan cetakan sekali pakai memiliki koefisien muai yang rendah dibanding dengan cetakan permanen pada saat cetakan dituang dengan logam cair.

Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan suatu penelitian dengan melakukan variasi temperatur *preheating* cetakan permanen untuk menghasilkan hasil *handle* rem dengan kekuatan yang baik, kemudian dilakukan identifikasi cacat yang terjadi pada produk *handle* rem hasil pengecoran daur ulang aluminium dengan menggunakan cetakan permanen. Dengan mengetahui efek dari variasi pemanasan cetakan tersebut dapat diketahui sifat mekanik benda hasil corannya dan diharapkan dapat dihasilkan benda hasil coran yang baik dan dapat memenuhi kriteria spesifikasi produk *handle* rem yang baik.

2. METODOLOGI

Variabel terikat pada penelitian ini adalah mengamati bentuk struktur mikro dan kekuatan kejut pada hasil proses pengecoran spesimen *handle* rem yang merupakan hasil pengecoran aluminium piston yang ditambahkan unsur magnesium. Variabel terkontrolnya yakni bahan cor adalah daur ulang aluminium piston yang ditambahkan unsur Mg, menggunakan cetakan permanen dengan rongga yang membentuk *handle* rem, suhu penuangan logam mencapai 750°C dan cetakan memakai alas baja yang difungsikan untuk menyerap panas.

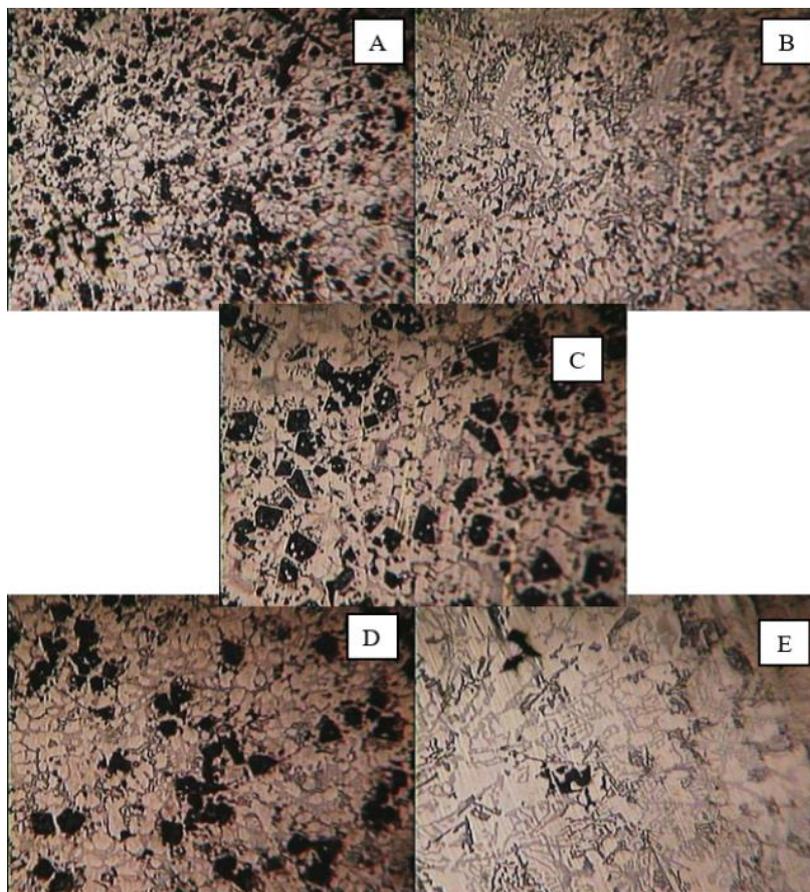
Sebelum penelitian dimulai, cetakan permanen disiapkan, kemudian dilumasi dengan oli agar spesimen lebih mudah dilepas dari cetakan permanen. Logam aluminium paduan daur ulang juga disiapkan, kemudian tungku peleburan dinyalakan hingga mencapai suhu 750°C. Cetakan permanen dipanaskan sesuai dengan variasi temperatur yang ditentukan, lalu aluminium yang telah dilebur dituangkan kedalam cetakan tersebut.

Tungku peleburan dipanaskan hingga mencapai suhu 750°C, setelah suhu sudah sesuai dengan yang ditentukan, selanjutnya logam aluminium paduan daur ulang yang telah disiapkan dimasukkan ke dalam tungku hingga melebur dan menjadi logam cair. Setelah itu cetakan permanen dipanaskan dengan variasi suhu yang telah ditentukan yakni 150°C, 200°C, 250°C, 300°C dan 350°C. Cetakan permanen yang telah dipanaskan kemudian dituangkan logam cair hasil peleburan tadi. Setelah aluminium mengalami solidifikasi, cetakan dilakukan pembongkaran.

Spesimen yang telah dibuat dengan proses pengecoran logam kemudian permukaannya di amplas hingga mengkilap. Permukaan yang telah mengkilap di berikan cairan etsa, kemudian dilakukan pengujian menggunakan mikroskop dengan perbesaran 100x. Pengujian kejut merupakan pengujian untuk mencari tahu kemampuan suatu material dalam menahan beban yang diberikan secara tiba-tiba. Pengujian pada penelitian ini menggunakan standar uji ASTM D256 dengan metode *charpy*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

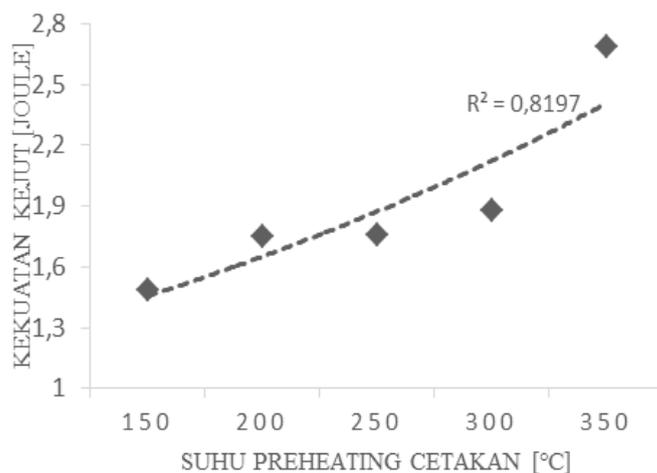
Gambar 1 berikut adalah hasil foto mikrostruktur dari aluminium paduan yang diberi perlakuan *preheating* cetakan pada saat proses pengecoran. Gambar uji mikrostruktur menggunakan perbesaran 100x dengan menggunakan etsa $C_2H_4O_2$ atau cuka (Nizam, 2014) dimana tampak perbedaan warna yaitu hitam dan putih pada hasil foto, dimana menurut (Surdia, 1975), titik hitam adalah MgSi.



Gambar 1. Hasil Foto mikrostruktur logam aluminium paduan dengan variasi *preheating* cetakan, A) suhu 150 °C, B) suhu 200 °C, C) suhu 250 °C, D) suhu 300 °C, E) suhu 350 °C.

Semakin besar ukuran butir disebabkan oleh pengaruh suhu cetakan sebelum dilakukan penuangan, suhu *preheating* cetakan akan mengurangi selisih suhu cetakan dengan logam cair sehingga menyebabkan logam cair akan memiliki waktu yang lebih lama untuk membeku (Yim, 2006). Logam cair yang memiliki waktu transisi membeku yang lebih lama akan menyebabkan inti logam aluminium memiliki waktu yang cukup untuk membentuk struktur butiran yang lebih besar, seragam dan teratur.

Sementara itu pada Gambar 2 ditampilkan data hasil pengujian kejut spesimen aluminium paduan yang dilakukan beberapa variasi *preheating* cetakan yaitu variasi suhu 150 °C, 200 °C, 250 °C, 300 °C dan 350 °C. Spesimen dilakukan pengujian kejut menggunakan standar ASTM D-256. Data untuk nilai kekuatan kejut didapatkan dengan menggunakan alat uji *impact* dengan metode *charpy test* dalam satuan Joule dengan pembebanan bandul 4,180 kg, kecepatan *impact charpy* 3,46 m/detik dan sudut α sebesar 150°.

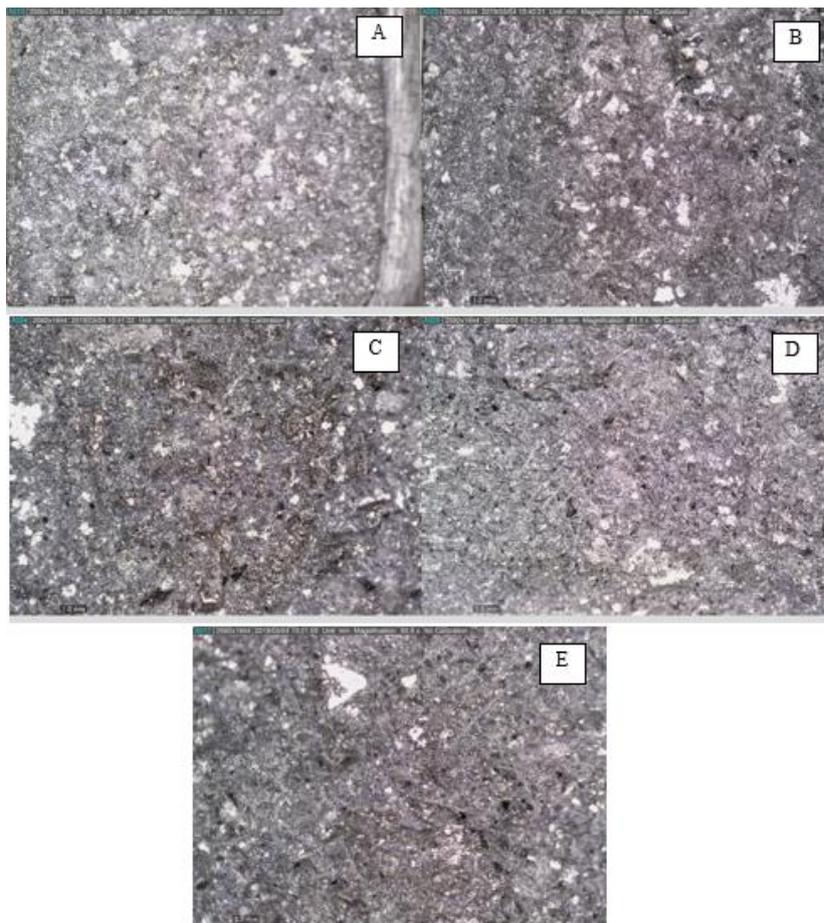


Gambar 2 Grafik pengaruh suhu *preheating* cetakan dengan kekuatan kejut

Gambar 2 merupakan grafik yang menunjukkan hubungan antara suhu *preheating* terhadap kekuatan kejut dari spesimen aluminium paduan. Grafik tersebut menunjukkan bahwa kekuatan kejut spesimen berkisar antara 1,483 Joule hingga 2,686 Joule dimana data yang di tampilkan pada grafik merupakan nilai rata-rata dari tiga spesimen untuk setiap variasinya. Pengujian dilakukan dengan standar ASTM D-256 untuk setiap masing-masing variasi suhu *preheating* cetakan. Pada variasi suhu *preheating* 150 °C didapatkan kekuatan kejut 1,483 Joule. Sedangkan untuk suhu *preheating* 200°C memiliki kekuatan kejut 1,75 Joule. Sementara itu kekuatan kejut 1,76 Joule diperoleh pada suhu pemanasan cetakan 250°C. Suhu *preheating* 300°C mempunyai kekuatan kejut sebesar 1,876 Joule. Sementara itu 2,686 Joule adalah nilai kekuatan kejut yang didapatkan ketika melakukan pemanasan awal cetakan sebesar 350°C.

Dari Gambar 2 terlihat bahwa nilai kekuatan kejut tertinggi diperoleh pada variasi suhu *preheating* 350°C aluminium cair memiliki waktu yang lebih lama untuk membeku dikarenakan fluiditasnya tinggi, sehingga inti aluminium dapat berkembang lebih baik yang menyebabkan meningkatnya kekuatan kejut. Sehingga dapat dilihat dari Gambar 2 terdapat garis yang memiliki kecenderungan yang terus meningkat di setiap bertambahnya suhu *preheating* cetakan.

Meningkatnya fluiditas logam cair dipengaruhi oleh seberapa tinggi suhu cetakan, dimana semakin tinggi suhu cetakan akan meningkatkan fluiditasnya, peningkatan fluiditas terjadi karena panas dari cetakan akan memperlambat pembekuan dari logam cair yang telah di tuang ke cetakan hal tersebut membuat logam aluminium berada pada fase cair lebih lama sehingga dapat mengisi penuh rongga cetakan. Selain itu panas dari cetakan akan membuat logam cair yang telah mengisi seluruh rongga cetakan akan membeku secara perlahan-lahan, hal ini menyebabkan inti aluminium akan memiliki waktu yang lebih lama untuk berkembang dan memiliki bentuk yang lebih besar dan teratur. Bentuk butiran yang semakin besar dan teratur akan berpengaruh pada kekuatan kejutnya yaitu aluminium yang memiliki struktur butiran yang memiliki diameter lebih besar akan memiliki kekuatan kejut yang lebih tinggi pula dikarenakan sifat mekanisnya yang cenderung menjadi lebih ulet (Saefuloh, 2018). Logam yang memiliki sifat ulet akan butuh energi yang lebih besar untuk membuatnya patah. Sehingga dapat dikatakan bahwa semakin tinggi suhu *preheating* cetakan maka akan meningkatkan fluiditas logam cair yang mempengaruhi inti logam aluminium sehingga akan berkembang lebih lama dan membentuk butiran yang lebih tertata dan teratur yang akan meningkatkan kekuatan kejutnya dan juga karena logam yang memiliki kekuatan kejut yang tinggi adalah logam yang memiliki sifat ulet (Wijaya, 2017)



Gambar 3 Foto Makro Hasil Patahan Spesimen Uji Kejut dengan variasi suhu *preheating* cetakan.
A) suhu 150 °C, B) Suhu 200 °C, C) suhu 250 °C, D) suhu 300 °C, E) suhu 350 °C

Gambar 3 merupakan penampang melintang dari patahan spesimen hasil uji kejut dengan berbagai macam variasi suhu *preheating* cetakan menggunakan foto makrostruktur. Foto makrostruktur adalah salah satu bagian dari pengujian metalografi yaitu dengan melakukan pengamatan terhadap suatu objek material dengan menggunakan kamera optik. Foto makrostruktur hanya bisa digunakan untuk melakukan pengamatan pada permukaan material saja dan tidak bisa menjangkau hingga bentuk butiran dimana perbesaran biasanya hanya mencapai 8x perbesaran.

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa patahan yang terjadi pada variasi suhu *preheating* paling rendah yaitu 150°C memiliki bentuk patahan getas sedangkan untuk variasi tertinggi yaitu 350°C memiliki bentuk patahan ulet. Hal tersebut berbanding lurus dengan hasil pengujian kejut (Gambar 3) dimana semakin tinggi temperatur *preheating* cetakan maka akan meningkatkan kekuatan kejutnya yang menyebabkan logam aluminium memiliki sifat yang semakin ulet (Setyarini, 2011).

4. KESIMPULAN

- a. Suhu *preheating* cetakan berpengaruh terhadap sifat mekanik logam coran paduan aluminium, yakni ketika semakin tinggi suhu *preheating* cetakan akan membentuk ukuran butir logam yang semakin besar sehingga menyebabkan sifat mekaniknya menjadi ulet.
- b. Suhu *preheating* cetakan mempengaruhi inti logam aluminium yang akan berkembang lebih lama dan membentuk butiran yang lebih tertata dan teratur sehingga meningkatkan kekuatan kejutnya.

DAFTAR PUSTAKA

<http://nizammetallurgist.blogspot.com/2014/01/jenis-etsa-untuk-beberapa-material-uji.html>,
(dikutip pada tanggal 12 Juni 2019).

- Saefuloh. (2018) *Studi Karakterisasi Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Material Piston Aluminium –Silikon Alloy*. Jurnal Teknik Mesin Untirta, Vol. IV, No.2, Oktober 2018, hal 56-52. Banten: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Surdia, T. (1975) *Teknik Pengecoran Logam*. Bandung.
- Setyarini, P.H. (2011) *Perilaku Impak Dan Porositas Paduan Al-Si-Mg Pada Pengecoran Sentrifugal Akibat Temperatur Pemanasan Awal Cetakan*. Jurnal Rekayasa Mesin, Vol. 2, No. 1, 2011: 1-5, ISSN : 0216-468X. Malang: Universitas Brawijaya.
- Wijaya, M.T., Zubaidi, W. (2017) *Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Terhadap Ketangguhan Impak Dan Struktur Mikro Pada Pengecoran Aluminium*. Jurnal Simetris, Vol. 8, No. 1, April 2017, ISSN: 2252-4983. Surakarta: Universitas Surakarta.
- Yim, C.D., You, B.S.(2006) *Effects of Melt Temperature and Mold Preheating Temperature on The Fluidity of Ca Containing AZ31 Alloys*. Energy Material Research Center. Korea: Institute of Machinery and Materials.